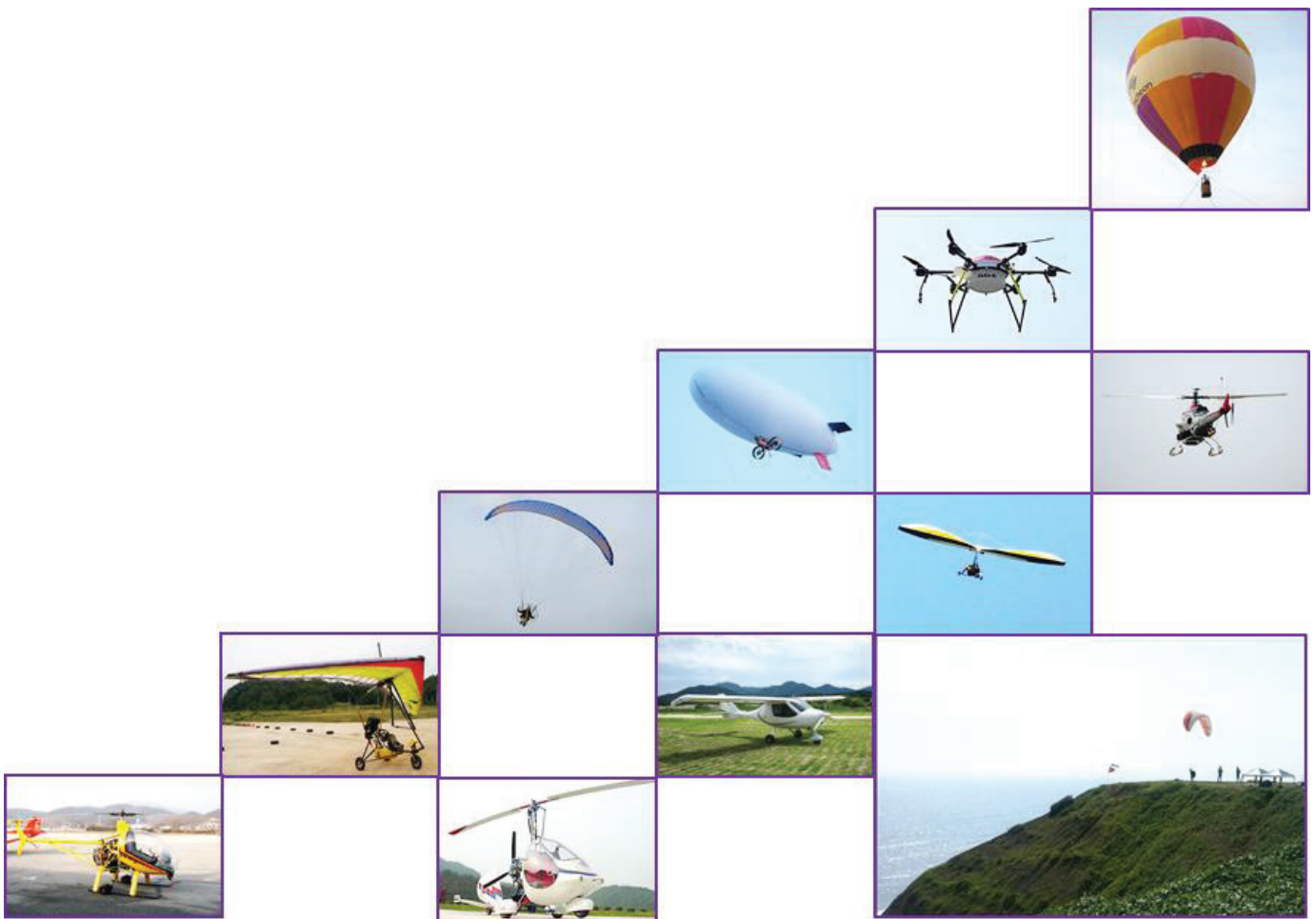


2024

초경량비행장치 조종자 표준교재

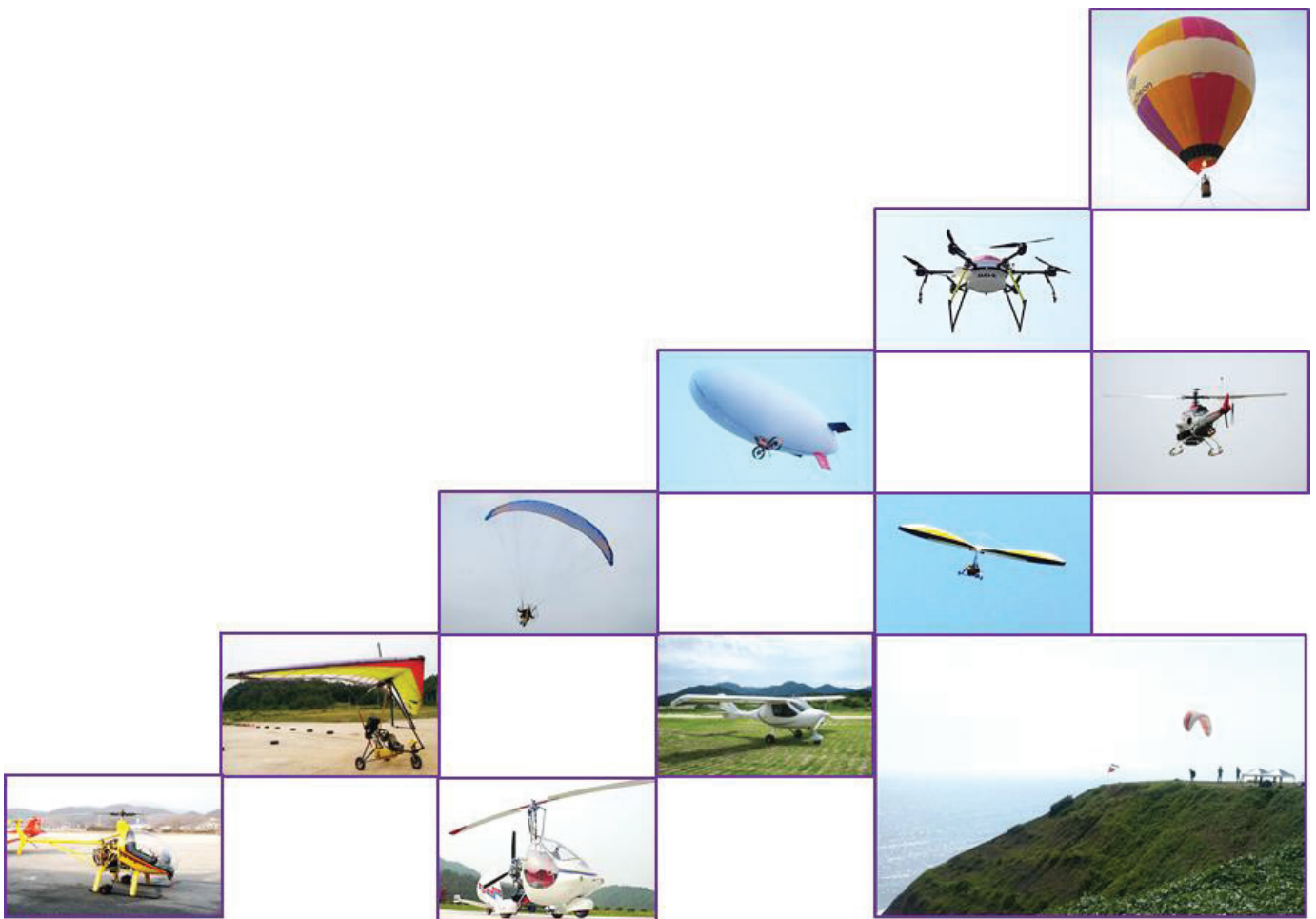
Standard Ultra-Light-Vehicle Pilot's Handbook



2024

초경량비행장치 조종자 표준교재

Standard Ultra-Light-Vehicle Pilot's Handbook



표준교재 이용 및 저작권 안내




표준교재의 목적

본 표준교재는 체계적인 글로벌 항공종사자 인력양성을 위해 개발되었으며 현장에서 항공안전 확보를 위해 노력하는 항공종사자가 알아야 할 기본적인 지식을 집대성하였습니다.

표준교재의 저작권

이 표준교재는 「저작권법」 제24조의2에 따른 국토교통부의 공공저작물로서 별도의 이용허락 없이 자유이용이 가능합니다.

다만, 이 표준교재는 “공공저작물 자유이용허락 표시 기준(공공누리, KOGL) 제3유형 ”에 따라 공개하고 있으므로 다음 사항을 준수하여야 합니다.

1. 공공누리 이용약관의 준수 : 본 저작물은 공공누리가 적용된 공공저작물에 해당하므로 공공누리 이용약관 (www.kogl.or.kr)을 준수하여야 합니다.
2. 출처의 명시 : 본 저작물을 이용하려는 사람은 「저작권법」 제37조 및 공공누리 이용조건에 따라 반드시 출처를 명시하여야 합니다.
3. 본질적 내용 등의 변경금지 : 본 저작물을 이용하려는 사람은 저작물을 변형하거나 2차적 저작물을 작성할 경우 저작권격권을 침해할 수 있는 본질적인 내용의 변경 또는 저작자의 명예를 훼손하여서는 아니 됩니다.
4. 제3자의 권리 침해 및 부정한 목적 사용금지 : 본 저작물을 이용하려는 사람은 본 저작물을 이용함에 있어 제3자의 권리를 침해하거나 불법행위 등 부정한 목적으로 사용해서는 아니 됩니다.

표준교재의 이용 및 주의사항

이 표준교재는 「항공안전법」 제10장 초경량비행장치에 따른 종사자에게 필요한 기본적인 지식을 모아 제시한 것이며, 항공종사자를 양성하는 전문교육기관 등에서는 이 표준교재에 포함된 내용 이상을 해당 교육과정에 반영하여 활용할 수 있습니다.

또한, 이 표준교재는 「저작권법」 및 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」에 따른 공공저작물 또는 공공데이터에 해당하므로 관련 규정에서 정한 범위에서 누구나 자유롭게 이용이 가능합니다.

그리고 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」에 따라 이 표준교재를 발행한 국토교통부는 표준교재의 품질, 이용하는 사람 또는 제3자에게 발생한 손해에 대하여 민사상·형사상의 책임을 지지 아니합니다.

표준교재의 정정 신고

이 표준교재를 이용하면서 다음과 같은 수정이 필요한 사항이 발견된 경우에는 항공교육훈련포털(www.kaa.atims.kr)로 신고하여 주시기 바랍니다.

- 항공법 등 관련 규정의 개정으로 내용 수정이 필요한 경우
- 기술된 내용이 보편타당하지 않거나, 객관적인 사실과 다른 경우
- 오탈자 및 앞뒤 문맥이 맞지 않아 내용과 의미 전달이 곤란한 경우
- 관련 삽화 등이 누락되거나 추가적인 설명이 필요한 경우

※ 주의 : 표준교재 내용에는 오류, 누락 및 관련 규정 미반영 사항 등이 있을 수 있으므로 의심이가는 부분은 반드시 정확성 여부를 확인하시기 바랍니다.

목 차

제1부 항공법규 (Air Law for ultra-light-vehicle Pilot)

- 제1장 항공법규 일반
- 제2장 초경량비행장치 신고
- 제3장 초경량비행장치 안전성인증
- 제4장 초경량비행장치 조종자 증명
- 제5장 초경량비행장치의 비행승인 및 공역
- 제6장 초경량비행장치 조종자 등의 준수사항
- 제7장 초경량비행장치 사업
- 제8장 이착륙장
- 제9장 초경량비행장치 사고 및 보고
- 제10장 행정처분 등

제2부 비행이론 및 운용 (Flight Theory & Operation)

- 제1장 기초 비행 원리(Principles of Flight)
- 제2장 인적요소 및 비행착각
- 제3장 초경량비행장치 공역 및 항공정보
- 제4장 유인 동력 초경량비행장치 운용 및 특성
 - 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구
- 제5장 유인 무동력 초경량비행장치 운용 및 특성
 - 해당 : 행글라이더, 패러글라이더, 낙하산류
- 제6장 무인비행장치 운용 및 특성
 - 해당 : 무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터, 무인비행선

제3부 항공기상 (Aviation Weather)

제1장 대기권의 구조

제2장 대류권의 기상현상

제3장 비행안전에 관련된 기상현상

제4장 일기도와 비행계획

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

제5장 항공기상업무

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

제6장 항공기상 예보

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

제7장 비행 중 기상조언 및 정보

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

초경량비행장치 종류별 해당 과목 및 범위

종류	항공법규	항공기상	비행이론 및 운용
타면조종형 비행장치	전체 해당	전체 해당	제1장 기초 비행 원리 제2장 인적요소 및 비행착각 제3장 공역 및 항공정보 제4장 4.1 동력 및 계기장치 4.2 타면조종형비행장치
체중이동형 비행장치	전체 해당	전체 해당	제1장, 제2장, 제3장 제4장 4.1 동력 및 계기장치 4.3 체중이동형비행장치
초경량 헬리콥터	전체 해당	전체 해당	제1장, 제2장, 제3장 제4장 4.1 동력 및 계기장치 4.4 초경량헬리콥터
초경량 자이로플레인	전체 해당	전체 해당	제1장, 제2장, 제3장 제4장 4.1 동력 및 계기장치 4.5 초경량자이로플레인
동력패러 글라이더	전체 해당	전체 해당	제1장, 제2장, 제3장 제4장 4.1 동력 및 계기장치 4.6 동력패러글라이더
유인자유기구	전체 해당	전체 해당	제1장, 제2장, 제3장 제4장 4.1 동력 및 계기장치 4.7 유인자유기구
행글라이더	전체 해당	제1장 대기권의 구조 제2장 대류권의 기상현상 제3장 비행안전에 관련된 기상현상	제1장, 제2장, 제3장 제5장 5.1 항공장애 표시 및 표지 5.2 행글라이더
패러글라이더	전체 해당	제1장 대기권의 구조 제2장 대류권의 기상현상 제3장 비행안전에 관련된 기상현상	제1장, 제2장, 제3장 제5장 5.1 항공장애 표시 및 표지 5.3 패러글라이더
낙하산류	전체 해당	제1장 대기권의 구조 제2장 대류권의 기상현상 제3장 비행안전에 관련된 기상현상	제1장, 제2장, 제3장 제5장 5.1 항공장애 표시 및 표지 5.4 낙하산
무인비행기	전체 해당	제1장 대기권의 구조 제2장 대류권의 기상현상 제3장 비행안전에 관련된 기상현상	제1장, 제2장, 제3장 제6장 6.1 무인비행장치 일반 6.2 무인비행기
무인헬리콥터	전체 해당	제1장 대기권의 구조 제2장 대류권의 기상현상 제3장 비행안전에 관련된 기상현상	제1장, 제2장, 제3장 제6장 6.1 무인비행장치 일반 6.3 무인헬리콥터
무인멀티콥터	전체 해당	제1장 대기권의 구조 제2장 대류권의 기상현상 제3장 비행안전에 관련된 기상현상	제1장, 제2장, 제3장 제6장 6.1 무인비행장치 일반 6.4 무인멀티콥터
무인비행선	전체 해당	제1장 대기권의 구조 제2장 대류권의 기상현상 제3장 비행안전에 관련된 기상현상	제1장, 제2장, 제3장 제6장 6.1 무인비행장치 일반 6.5 무인비행선

제1부

항공법규 (Air Law for LSA Pilot)

제1장 항공법규 일반

제2장 초경량비행장치 신고

제3장 초경량비행장치 안전성인증

제4장 초경량비행장치 조종자 증명

제5장 초경량비행장치의 비행승인 및 공역

제6장 초경량비행장치 조종자 등의 준수사항

제7장 초경량비행장치 사업

제8장 이착륙장

제9장 초경량비행장치 사고 및 보고

제10장 행정처분 등

(주) 본 교재에서 다루는 항공법규들은 시행일자 2023년 12월을 기준으로 최신 자료들을 검토하여 집필하였다.

(주) 본 교재에서 ®은 해당 법규의 출처, ☞은 준용된 법규의 출처를 의미한다.

참고자료

- 항공안전법, 법률 제19394호, 2023. 4. 18.
- 항공안전법 시행령, 대통령령 제33793호, 2023. 10. 10.
- 항공안전법 시행규칙, 국토교통부령 제1262호, 2023. 10. 19.
- 항공사업법, 법률 제18565호, 2021. 12. 7.
- 항공사업법 시행령, 대통령령 제32987호, 2022. 11. 8.
- 항공사업법 시행규칙, 국토교통부령 제1164호, 2022. 12. 8.
- 공항시설법, 법률 제19373호, 2023. 4. 18.
- 공항시설법 시행령, 대통령령 제33824호, 2023. 10. 18.
- 공항시설법 시행규칙, 국토교통부령 제1264호, 2023. 10. 19.
- 항공법규, 조종사표준교재, 국토교통부, 2021.
- 비행안전 참고 매뉴얼, 서울지방항공청, 2014.1.
- 항공정보간행물(AIP : Aeronautical Information Publication), 2022. 02. 23.
- AIM(항공정보매뉴얼), 한국교통안전공단, 2023.
- 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공기 비행경로, 한국교통안전공단, 2015.
- 경량항공기 비행안전가이드, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공개론 II, 한서대학교 항공레저산업학과, 2018.
- 초경량비행장치 기술기준, 국토교통부고시 제2022-126호, 2022. 3. 8.
- 초경량비행장치 조종자 실기시험 표준서, 한국교통안전공단, 2021.
- 초경량비행장치 조종자 증명 운영세칙, 한국교통안전공단, 2021.
- 무인비행장치 조종자 증명 운영세칙, 한국교통안전공단, 2021.
- 공역관리규정, 국토교통부고시 제2020-839호, 2020.
- 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준, 국토교통부고시 제2023-343호, 2023.
- 공항·비행장시설 및 이착륙장 관리기준, 국토교통부고시 제2022-351호, 2022.
- 초경량비행장치 조종자의 자격기준 및 전문교육기관 지정요령, 국토교통부고시 제2022-624호, 2022.
- 초경량비행장치 신고요령, 서울지방항공청청훈령 제423호, 2015.
- 초경량비행장치 신고업무 운영세칙, 교통안전공단, 2021.

목 차

제1장 항공법규 일반

- 1.1 항공법 개요
- 1.2 초경량비행장치 개요

제2장 초경량비행장치 신고

- 2.1 초경량비행장치의 신고 대상 여부
- 2.2 초경량비행장치 신고
- 2.3 초경량비행장치 변경신고 등
- 2.4 초경량비행장치 신고증명

제3장 초경량비행장치 안전성인증

- 3.1 안전성인증
- 3.2 안전성인증 대상
- 3.3 안전성인증 예외
- 3.4 안전성 인증기관
- 3.5 초경량비행장치 기술기준
- 3.6 초경량비행장치 구조 지원 장비

제4장 초경량비행장치 조종자 증명

- 4.1 조종자격이 필요한 초경량비행장치
- 4.2 초경량비행장치 조종자 증명 취소 및 효력정지
- 4.3 초경량비행장치 조종자 증명기관

- 4.4 초경량비행장치 조종자의 자격기준
- 4.5 초경량비행장치 조종증명 응시자 시험면제
- 4.6 초경량비행장치 지도조종자
- 4.7 비행시간 또는 강하횟수의 산정
- 4.8 초경량비행장치 조종자 신체검사
- 4.9 시험과목 및 범위
- 4.10 초경량비행장치 조종자 전문교육 기관의 지정
- 4.11 전문교육기관의 지정기준
- 4.12 전문교육기관의 지정 취소
- 4.13 교육과목 및 교육시간
- 4.14 전문교육기관 관련 정보

제5장 초경량비행장치의 비행승인 및 공역

- 5.1 초경량비행장치 비행제한공역
- 5.2 초경량비행장치 비행승인
- 5.3 공역

제6장 초경량비행장치 조종자 등의 준수사항

- 6.1 초경량비행장치 사고
- 6.2 초경량비행장치 조종자의 준수사항
- 6.3 무인비행장치의 특별비행승인
- 6.4 항공보험 등의 가입의무
- 6.5 주류등 제한
- 6.6 국가기관등 무인비행장치

제7장 초경량비행장치 사업

- 7.1 정의
- 7.2 항공보험
- 7.3 무인항공 안전증진 및 활성화
- 7.4 항공기대여업
- 7.5 초경량비행장치사용사업
- 7.6 항공레저스포츠사업

제8장 이착륙장

- 8.1 정의
- 8.2 이착륙장의 구분
- 8.3 이착륙장 설치

제9장 초경량비행장치 사고 및 보고

- 9.1 정의
- 9.2 사망·중상 등의 적용기준
- 9.3 사고발생 통보

제10장 행정처분 등

- 10.1 청문
- 10.2 벌칙
- 10.3 벌금
- 10.4 과태료

제 1 장

항공법규 일반

1.1 항공법 개요

1.1.1 항공법의 기원과 발전

하늘을 날고 싶어 하는 인류의 욕망은 동서고금을 막론하고 있었지만, 1783년 프랑스에서 몽골피에 형제가 만든 열기구(hot air balloon)를 타고 비행한 것이 그 꿈이 실현된 최초의 사례인 것으로 알려져 왔다. 19세기에는 비행선이나 활공기에 의한 인류의 비행활동이 있었으나 ‘공기보다 가벼운 항공기’로는 속도나 비행범위가 제한을 받을 수밖에 없었다.

그 후 1903년 라이트(Wright)형제가 발명한 동력추진항공기의 출현은 인류의 활동 무대가 본격적으로 하늘에까지 확대되고 육상이나 해상의 운송수단과는 비교할 수 없는 이동속도로 인해 국제적인 규제의 필요성도 등장하게 되었다. 즉, 1907년에는 항공기에 의한 영불해협 횡단이 이루어졌는데, 그 횡단 비행자는 여권도 소지하지 않았고 입국허가도 받지 아니하는 등으로 인해 하늘의 법적 지위와 항공의 국제적 성격이 국제사회에서 커다란 관심사항이 되었다. 이러한 배경하에 1910년 파리에서 19개국 국가 대표들이 참석한 항공법회의가 개최되었으며, 제1차 세계대전에서 항공기가 다방면에서 활용되었고

항공기 제작기술도 단기간 내에 급속하게 발전함에 따라 1919년 10월 항공질서의 다자간 기틀 형성을 위한 국제항공회의가 파리에서 개최되어 「항행의 규율에 관한 국제협약」(International Convention Relating to the Regulation of Aerial Navigation: 이하 「파리협약」이라 한다)이 채택되었다. 이 협약은 무엇보다도 제1조에서 자국 영공에 대한 완전하고 배타적인 주권을 인정함으로써 영공주권의 원칙을 정착시켰다는 점에서 가장 큰 의미를 찾을 수 있다.

1944년 시카고회의(Chicago Conference)에서 채택된 「국제민간항공협약」(Convention on International Civil Aviation: 이하 “국제민간항공협약”)이라 한다)에서도 파리협약 제1조의 규정을 그대로 답습하였다. 이러한 면에서 볼 때, 영공주권의 절대성은 당시에 이미 국제관습법으로 정착되어 있었음을 알 수 있다.

항공은 국제성을 띠 수밖에 없으며 이에 따라 국내항공법은 필수적으로 국제적인 성격을 탈피하기 어렵다. 물론, 국내항공법은 순수하게 국내 항공과 관련되어 있는 규정들도 적지 않지만 국제항공법의 내용을 국내적으로 시행하기 위한 규정들이 대단히 많다. 특히 오늘날의 국제사회가 긴밀화됨에 따라 국내항공법의 상당한 부분이 내용상 유사성을 지니고 있다. 1944년 채택

된 「국제민간항공협약」(Convention on International Civil Aviation: 시카고협약)에 191개국이 가입하고 있으며 국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)가 여러 부속서(Annex)를 채택하고 많은 항공관련 문서들을 작성하고 있는 바, 많은 국가들이 이를 국내 입법화하는 경향을 보이고 있다.

1.1.2 국제민간항공기구 및 협약

1.1.2.1 국제민간항공기구(ICAO)

국제민간항공기구는 시카고회의(1944년)의 결과로 「국제민간항공협약」(또는 “시카고협약”)이 채택되었으며, 이 협약에서 ICAO의 설립, 조직 및 임무에 관하여 규정하고 있다. 이에 따라 1947년 4월 4일 ICAO가 설립되었으며, ICAO는 주로 기술적인 표준(technical standards)설정과 일반적인 감독(supervisory) 기능을 수행하며, 경제적 규정(Economic regulation)은 국가 간의 상호규정(bilateral regulation)에 의하도록 하였다.

1.1.2.2 국제민간항공협약의 구성

국제민간항공협약의 구성은 서문, 전문, 본문, 협약의 서명, 3개 언어(영어, 프랑스어, 스페인어)로 된 협약서문장에 관한 절차, 4개 언어(영어, 프랑스어, 러시아, 스페인어)로 된 협약서문장에 관한 절차로 구성되어 있다.

1.1.2.3 국제민간항공협약 본문의 구성

- 제1부 항공(Air Navigation) : 체약국의 영공주권(제1장), 체약국 영공의 비행(제2장), 항공기국적(제3장), 항공을 용이하게 하기 위한 조치(제4장), 항공기가 구비하여야 할 요건(제5장), 국제표준 및 권고방식(제6장)
- 제2부 국제민간항공기구 : ICAO의 설립, 조직 및 임무
- 제3부 국제항공수송(International Air Transport) : 국제항공운송을 원활하게 하기 위하여 필요한 조치(정보 및 권고, 공항 기타 항행시설, 공동운영조직 및 공동계산 업무)
- 제4부 최종규정(Final Provisions) : 비준, 가입, 개정 및 폐기 등

1.1.3 ICAO 부속서(Annex)

1.1.3.1 부속서의 법적 성격

부속서(Annex)는 주로 기술적인 사항에 관한 통일을 용이하게 하기 위한 것이며, 그 자체가 직접 법적 구속력이 있는 것은 아니다. 국제표준 및 권고되는 방식은 통일되는 것이 국제항공의 안전이나 정확성을 위하여 필요(국제표준)하거나 바람직한(권고되는 방식) 사항에 관한 것이다.

- 국제표준 : 물질적 특성, 형상, 시설, 성능, 종사자, 절차 등을 규정하며, 체약국은 이를 준수하되, 준수할 수 없는 경우 이사회

에 통보할 의무(제38조)가 있다. 통보된 경우 이사회는 이를 다른 모든 체약국에 통보하게 된다.

- 권고방식 : 국제표준과 달리 권고방식과 자국 방식의 차이를 ICAO에 통보할 의무가 없다. 다만, 중대한 차이에 대해서만 통보를 권장한다.

세계 각국 정부도 ICAO의 권고나 미국 연방항공청(Federal Aviation Authority, FAA)이 설정한 기준을 받아들이고 있으며, 우리나라의 항공 관련법에 규정된 공항 및 항로, 항행시설, 안전에 관한 각종 규격, 규제, 제한이나 표지판, 장비에서 사용하는 용어에 이르기까지 모두 ICAO의 권고 및 FAA의 표준을 근간으로 하고 있다.

1.1.3.2 부속서(Annex)의 종류

- Annex 1 : Personnel Licensing(항공종사자의 자격증명)
- Annex 2 : Rule of the Air(항공규칙)
- Annex 3 : Meteorological Service for International Navigation(항공기상업무)
- Annex 4 : Aeronautical Charts(항공지도)
- Annex 5 : Units of Measurement to be Used in Air and Ground Operations(항공사용 측정단위)
- Annex 6 : Operation of Aircraft(항공기 운항)
- Annex 7 : Aircraft Nationality and

Registration Mark(항공기의 국적 및 등록 기호)

- Annex 8 : Airworthiness of Aircraft(항공기의 감항성)
- Annex 9 : Facilitation(출입국간소화)
- Annex 10 : Aeronautical Telecommunication(항공통신)
- Annex 11 : Air Traffic Services(항공교통업무)
- Annex 12 : Search and Risk(수색 및 구조)
- Annex 13 : Aircraft Accident Investigation(항공기사고조사)
- Annex 14 : Aerodromes(비행장)
- Annex 15 : Aeronautical Information Services(항공정보업무)
- Annex 16 : Environmental Protection(환경보호)
- Annex 17 : Security(보안)
- Annex 18 : Safe Transport of Dangerous Goods(위험물의 안전운송)
- Annex 19 : Safety Management(안전관리)

1.1.4 우리나라 항공법

항공이 어느 국가의 영역 내에서만 이루어지고 그 법률관계가 그 영역 내로 한정되는 경우(국내항공) 국내항공법이 적용되겠지만, 항공

그 자체가 본질적으로 국제성을 띠기 때문에 개별 국가들의 국내항공법의 국제화 추세가 진행되고 있다. 즉, 국제항공 관련 조약의 국내입법화 경향 및 「국제민간항공협약」부속서의 표준과 권고되는 방식(standards and recommended practices, SARPs) 등의 국내법 반영 등으로 인해 국가 간에 상당한 정도의 국내항공법 통일화 현상이 전개되고 있다. 다만, 국가별로 국제적인 항공규범이 국내법화 되어있는 형태나 내용면에서 차이가 일부 존재하고 있으며, 이러한 차이에 대하여 ICAO에 통보하고 있다.

형식적인 의미의 항공법은 「항공법」이라는 명칭이 붙은 법을 말하며 실질적인 의미의 항공법은 항공 관련 내용이 포함되어 있는 법령과 규정을 의미한다. 또한, 법령은 아니지만 항공 관련 법령을 이해하는 데는 그 밖에도 항공 관련 다양한 분야별 행정규칙에 대한 숙지가 필수적으로 요구된다.

실질적인 의미의 항공법은 대단히 많으며 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공사업법」, 「항공보안법」, 「공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률」, 「국제항공운수권 및 영공통과이용권 배분 등에 관한 규칙」, 「항공기등록령」, 「항공기등록규칙」을 비롯하여 항공 관련 사항만을 다른 그 밖의 법령이 있으며, 항공 외의 다른 분야도 같이 포함하고 있는 「항공철도사고조사위원회법」, 「항공우주산업개발촉진법」을 비롯한 다른 법령의 항공 관련 규정은 모두 실질적 의미의 항공법이라고 할 수 있다.

1.2 초경량비행장치 개요

1.2.1 초경량비행장치 관련 법률

우리나라 초경량비행장치는 2009년 6월 항공법에서 경량항공기 제도를 도입하기 전까지는 초경량비행장치라는 범주에 있었다. 2009년 9월 항공법 시행규칙에서 현재의 항공기 분류 시스템인 경량항공기 및 초경량비행장치의 종류 및 범위에 대하여 명시하였다. 2014년 7월 15일 개정된 항공법 시행규칙 제14조(초경량비행장치범위 등)에 낙하산류에 대한 내용이 추가되어, 초경량비행장치는 동력비행장치, 인력활공기(행글라이더, 패러글라이더), 기구류(자유기구, 계류식기구), 회전익비행장치(초경량자이로플레인, 초경량헬리콥터), 동력패러글라이더, 무인비행장치, 낙하산류로 분류되었다. 또한 항공법은 2017년 3월 30일부로 항공안전법, 공항시설법, 항공사업법으로 분리하면서 무인멀티콥터가 추가된 초경량비행장치 관련 법규들을 명시하고 있다.

- 항공안전법은 “「국제민간항공협약」 및 같은 협약의 부속서에서 채택된 표준과 권고되는 방식에 따라 항공기, 경량 항공기 또는 초경량비행장치의 안전하고 효율적인 항행을 위한 방법과 국가, 항공사업자 및 항공종사자 등의 의무 등에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.”라고 항공안전법 제1조(

목적)에서 명시하고 있다.

㉔ 항공안전법 제1조(목적)

- 공항시설법은 “공항·비행장 및 항행안전 시설의 설치 및 운영 등에 관한 사항을 정 함으로써 항공산업의 발전과 공공복리의 증진에 이바지함을 목적으로 한다.”라고 공항 시설법 제1조(목적)에서 명시하고 있다.

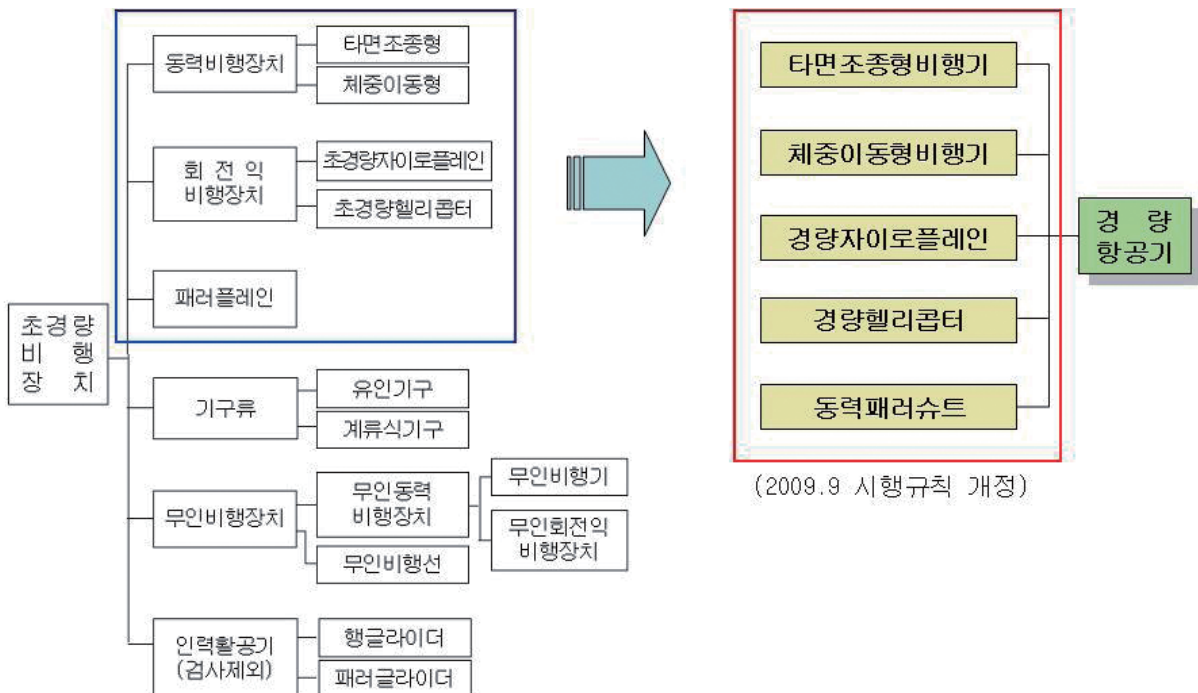
㉕ 공항시설법 제1조(목적)

- 항공사업법은 “항공정책의 수립 및 항공사 업에 관하여 필요한 사항을 정하여 대한민 국 항공사업의 체계적인 성장과 경쟁력 강 화 기반을 마련하는 한편, 항공사업의 질서

유지 및 건전한 발전을 도모하고 이용자의 편의를 향상시켜 국민경제의 발전과 공공 복리의 증진에 이바지함을 목적으로 한다.” 라고 항공사업법 제1조(목적)에서 명시하고 있다.

㉖ 항공사업법 제1조(목적)

- 초경량비행장치의 사고와 관련되는 법률 로 항공·철도 사고조사에 관한 법률이 있 으며, “이 법은 항공·철도사고조사위원회를 설치하여 항공사고 및 철도사고 등에 대 한 독립적이고 공정한 조사를 통하여 사고 원인을 정확하게 규명함으로써 항공사고 및



[그림 1-1] 2009년 경량항공기로 전환된 초경량비행장치 종류

철도사고 등의 예방과 안전 확보에 이바지함을 목적으로 한다.”라고 제1조(목적)에서 명시하고 있다.

⑱ 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제1조(목적)

1.2.2 초경량비행장치 범위

우리나라 항공법규에서 정의하는 초경량비행장치란 “항공기와 경량항공기 외에 공기의 반작용으로 뜰 수 있는 장치로서 자체중량, 좌석수 등 국토교통부령으로 정하는 기준에 해당하는 동력비행장치, 행글라이더, 패러글라이더, 기구류 및 무인비행장치 등을 말한다.”라고 항공안전법 제2조(정의)제3호에 명시하고 있으며, 국토교통부령으로 정하는 기준은 시행규칙 제5조(초경량비행장치의 기준)를 의미한다.

(주) 최대이륙중량(MTOW : Maximum Take-off Weight) : 인가된 최대이륙중량(Maximum certificated take-off mass)으로 총중량(Maximum mass)을 의미한다.

⑱ ICAO Annex 6, 13, etc.

- 동력비행장치 : 자체중량(탑승자, 연료 및 비상용 장비의 중량을 제외한)이 115kg 이하이고 연료의 탑재량이 19리터 이하이며 좌석이 1개인 동력을 이용하는 고정익비행장치

(주) 고정익비행장치는 타면조종형비행장치 및 체중이동형비행장치

(주) 동력비행장치의 자체중량(탑승자, 연료 및 비상용 장비의 중량을 제외한 비행장치의 중량)

- 회전익비행장치 : 자체중량(탑승자, 연료 및 비상용 장비의 중량을 제외한)이 115kg 이하이고 연료의 탑재량이 19리터 이하이며 좌석이 1개인 동력을 이용하는 헬리콥터 또는 자이로플레인

- 동력패러글라이더 : 패러글라이더에 추진력을 얻는 장치를 부착한 다음의 어느 하나에 해당하는 비행장치

- 착륙장치가 없는 비행장치
- 착륙장치가 있는 것으로서 자체중량(탑승자, 연료 및 비상용 장비의 중량을 제외한)이 115kg 이하이고 연료의 탑재량이 19리터 이하이며 좌석이 1개인 동력을 이용하는 비행장치

- 행글라이더 : 자체중량(탑승자 및 비상용 장비의 중량을 제외한)이 70kg 이하로서 체중이동, 타면조종 등의 방법으로 조종하는 비행장치

(주) 행글라이더의 자체중량(탑승자 및 비상용 장비의 중량을 제외한 행글라이더의 중량)

- 패러글라이더 : 자체중량(탑승자 및 비상용 장비의 중량을 제외한)이 70kg 이하로서 날개에 부착된 줄을 이용하여 조종하는 비행장치

(주) 패러글라이더의 자체중량(탑승자 및 비상용 장비의 중량을 제외한 패러글라이더의 중량)

용 장비의 중량을 제외한 패러글라이더의 중량)

- 낙하산류 : 항력(抗力)을 발생시켜 대기(大氣) 중을 낙하하는 사람 또는 물체의 속도를 느리게 하는 비행장치
- 기구류 : 기체의 성질 · 온도차 등을 이용하는 다음의 비행장치
 - 유인자유기구
 - 무인자유기구(기구 외부에 2킬로그램 이상의 물건을 매달고 비행하는 것만 해당)
 - 계류식(繫留式)기구

(※ 계류식기구의 경우 유인/무인으로 분류되며, 자유기구의 경우 열/가스/혼합형 기구로 분류됨.)

- 무인비행장치 : 사람이 탑승하지 아니하는 것으로서 다음의 비행장치
 - 무인동력비행장치 : 연료의 중량을 제외한 자체중량이 150kg 이하인 무인비행기, 무인헬리콥터 또는 무인멀티콥터
 - 무인비행선 : 연료의 중량을 제외한 자체중량이 180kg 이하이고 길이가 20m 이하인 무인비행선

(※ 무인동력비행장치의 자체중량(연료의 중량을 제외하고 배터리 무게를 포함한 무인동력비행장치의 중량)

Ⓜ 항공안전법 시행령 제24조(신고를 필요로 하지 아니하는 초경량비행장치의 범위)

(※ 무인비행선의 자체중량(연료의 중량을 제외한 무인비행선의 중량)

(※ 항공안전법 시행규칙에서의 자체중량은 시행령에서 자체무게로 혼동되어 사용되고 있으나 의미(자체중량=자체무게)는 같다.

- 그 밖에 국토교통부장관이 종류, 크기, 중량, 용도 등을 고려하여 정하여 고시하는 비행장치

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제5조(초경량비행장치의 기준)

제2장

초경량비행장치 신고

2.1 초경량비행장치의 신고 대상 여부

④ 항공안전법 시행령 제24조(신고를 필요로 하지 아니하는 초경량비행장치의 범위)

2.1.1 초경량비행장치 신고 제외 대상

신고를 필요로 하지 않는 초경량비행장치의 범위는 다음의 어느 하나에 해당하는 것으로서 항공사업법에 따른 항공기대여업·항공레저스포츠사업 또는 초경량비행장치사용사업에 사용되지 아니하는 것을 말한다.

- 행글라이더, 패러글라이더 등 동력을 이용하지 아니하는 비행장치
- 기구류(사람이 탑승하는 것은 제외한다.)
- 계류식 무인비행장치
- 낙하산류
- 무인동력비행장치 중에서 최대이륙중량이 2킬로그램 이하인 것
- 무인비행선 중에서 연료의 무게를 제외한 자체무게가 12kg 이하이고, 길이가 7m 이하인 것
- 연구기관 등이 시험·조사·연구 또는 개발을 위하여 제작한 초경량비행장치
- 제작자 등이 판매를 목적으로 제작하였으나 판매되지 아니한 것으로서 비행에 사용나 판매되지 아니한 것으로서 비행에 사용
- 군사목적으로 사용되는 초경량비행장치

2.1.2 초경량비행장치 신고 대상

항공안전법 시행규칙 제5조(초경량비행장치의 기준)에 해당되는 초경량비행장치 중에서 시행령 제24조(신고를 필요로 하지 아니하는 초경량비행장치의 범위)에 해당되는 것을 제외한 모든 초경량비행장치들은 비행을 시작하기 전에 신고를 하게 되어 있다. 신고대상 초경량비행장치들은 아래와 같다.

- 타면조종형비행장치
- 체중이동형비행장치
- 초경량 헬리콥터
- 초경량 자이로플레인
- 동력패러글라이더
- 무인비행기(자체중량 25kg 초과 150kg 이하)
- 무인헬리콥터(자체중량 25kg 초과 150kg 이하)
- 무인멀티콥터(자체중량 25kg 초과 150kg 이하)
- 무인비행기(자체중량 25kg 이하, 항공기대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행장

- | | |
|---|--|
| <p>치사용사업에 사용)</p> <p>○ 무인헬리콥터(자체중량 25kg 이하, 항공기 대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행</p> | <p>장치사용사업에 사용)</p> <p>○ 무인멀티콥터(자체중량 25kg 이하, 항공기 대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행</p> |
|---|--|

[표 2-1] 초경량비행장치 신고 필요 여부 비교

분류	종류	크기, 중량	자체중량 의미 (자체무게)	신고여부 / 용도
동력 비행 장치	타면조종형비행장치	1인승, 자체중량 115kg 이하	탑승자, 연료 및 비상용 장비의 중량을 제외한 중량	신고필요
	체중이동형비행장치			신고필요
	헬리콥터			신고필요
	자이로플레인			신고필요
	동력패러글라이더 (착륙장치 있음)			신고필요
-	동력패러글라이더 (착륙장치 없음)	-	-	신고필요
무인 비행 장치	무인비행기	자체중량 25kg 초과 150kg 이하	연료 무게는 제외되나, 배터리 무게가 포함된 중량	신고필요
	무인헬리콥터	25kg 초과 150kg 이하		신고필요
	무인멀티콥터	25kg 초과 150kg 이하		신고필요
	무인비행기	자체중량 25kg 이하	연료 무게는 제외되나, 배터리 무게가 포함된 중량	신고불필요(*사업용 신고필요)
	무인헬리콥터			신고불필요(*사업용 신고필요)
	무인멀티콥터			신고불필요(*사업용 신고필요)
	무인비행선 (길이 7m 초과 20m 이하)	자체중량 12kg 초과 180kg 이하	연료의 무게를 제외한 무인비행선의 중량	신고필요
	무인비행선 (길이 7m 이하)	자체중량 12kg 이하		신고불필요(*사업용 신고필요)
	-	계류식 무인비행장치	-	-
-	행글라이더	자체중량 70kg 이하	탑승자 및 비상용 장비의 중량을 제외한 중량	신고불필요(*사업용 신고필요)
-	패러글라이더			신고불필요(*사업용 신고필요)
-	낙하산류	-	-	신고불필요(*사업용 신고필요)
-	계류식 기구류(유인)	-	-	신고필요
-	계류식 기구류(무인)	-	-	신고불필요(*사업용 신고필요)
-	유인자유기구	-	-	신고필요

* 사업용은 항공사업법에 따른 항공기대여업·항공레저스포츠사업 또는 초경량비행장치사용사업에 사용되는 것을 말한다

장치사용사업에 사용)

- 무인비행선(길이 7m 이하, 자체중량 12kg 이하, 항공기대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행장치사용사업에 사용)
- 계류식 무인비행장치(항공기대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행장치사용사업에 사용)
- 행글라이더(항공기대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행장치사용사업에 사용)
- 패러글라이더(항공기대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행장치사용사업에 사용)
- 낙하산류(항공기대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행장치사용사업에 사용)
- 기구류(유인)
 - 계류식 기구류(무인)(항공기대여업, 항공레저스포츠사업, 초경량비행장치사용사업에 사용)
 - 가로 15 센티미터, 세로 10센티미터의 초경량비행장치 측면사진(무인비행장치의 경우에는 기체 제작번호 전체를 촬영한 사진을 포함한다)
- 유인자유기구

2.2 초경량비행장치 신고

- 초경량비행장치 신고 : 초경량비행장치를 소유하거나 사용할 수 있는 권리가 있는자(

이하 “초경량비행장치소유자등”이라 한다)는 초경량비행장치의 종류, 용도, 소유자의 성명, 무인비행장치를 사용한 개인정보 및 개인위치정보의 수집 가능 여부 등을 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.

- 신고대상 초경량비행장치소유자등은 안전성인증을 받기 전(안전성인증 대상이 아닌 초경량비행장치인 경우에는 초경량비행장치를 소유하거나 사용할 수 있는 권리가 있는 날부터 30일 이내를 말한다)까지 초경량비행장치 신고서(항공안전법 시행규칙 별지 제116호서식, 전자문서로 된 신고서를 포함한다)에 다음의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 지방항공청장에게 제출하여야 한다. 이 경우 신고서 및 첨부서류는 팩스 또는 정보통신을 이용하여 제출할 수 있다.
 - 초경량비행장치를 소유하거나 사용할 수 있는 권리가 있음을 증명하는 서류
 - 초경량비행장치의 제원 및 성능표
 - 초경량비행장치의 사진(가로 15cm, 세로 10cm의 측면사진)
 - 보험가입을 증명할 수 있는 서류(항공사업법에 따른 항공기대여업·항공레저스포츠사업 또는 초경량비행장치사용사업에 사용되는 경우만 해당한다)

(주) 항공법규에서 “초경량비행장치소유자등”이란 초경량비행장치를 소유하거나 사용

할 수 있는 권리가 있는 자를 의미한다.

- ⑩ 항공안전법 제122조(초경량비행장치 신고),
시행규칙 제301조(초경량비행장치 신고)

2.3 초경량비행장치 변경신고 등

2.3.1 변경신고

- 초경량비행장치소유자등은 신고한 초경량비행장치가 다음의 사항에 대하여 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 변경신고를 하여야 한다.
 - 초경량비행장치의 용도
 - 초경량비행장치 소유자등의 성명, 명칭 또는 주소
 - 초경량비행장치의 보관 장소
- 변경신고 대상 사항을 변경하려는 경우에는 그 사유가 있는 날부터 30일 이내에 초경량비행장치 변경·이전신고서(항공안전법 시행규칙 별지 제116호서식)를 지방항공청장에게 제출하여야 한다.

(주) 비행장치의 보관장소라 함은 비행장치를 항공에 사용하지 아니할 때 비행장치를 보관하는 지상의 주된 장소를 말한다.

⑪ 항공안전법 제123조(초경량비행장치 변경 신고 등), 시행규칙 제302조(초경량비행장치 변경신고)

2.3.2 말소신고

- 초경량비행장치소유자등은 신고한 초경량비행장치가 멸실되었거나 그 초경량비행장치를 해체(정비등, 수송 또는 보관하기 위한 해체는 제외한다)한 경우에는 그 사유가 발생한 날부터 15일 이내에 초경량비행장치 말소신고서(항공안전법 시행규칙 별지 제116호서식)를 한국교통안전공단 이사장에게 제출하여야 한다.
- 말소신고 대상 초경량비행장치소유자등이 말소신고를 하지 아니하면 국토교통부장관은 30일 이상의 기간을 정하여 말소신고를 할 것을 해당 초경량비행장치소유자 등에게 최고(催告)하여야 한다. 이 경우 한국교통안전공단 이사장은 해당 초경량비행장치의 소유자등의 주소 또는 거소를 알 수 없는 경우에는 말소신고를 할 것을 관보에 고시하고, 한국교통안전공단홈페이지에 공고하여야 한다.
- 말소신고를 할 것을 해당 초경량비행장치소유자등에게 최고를 한 후에도 해당 초경량비행장치소유자등이 말소신고를 하지 아니하면 국토교통부장관은 직권으로 그 신고번호를 말소할 수 있으며, 신고번호가 말소된 때에는 그 사실을 해당 초경량비행장치소유자등 및 그 밖의 이해관계인에게 알려야 한다.

⑫ 항공안전법 제123조(초경량비행장치 변경

신고 등), 시행규칙 제303조(초경량비행장치 말소신고)

2.4 초경량비행장치 신고증명

2.4.1 초경량비행장치소유자등은 비행 시 “초경량비행장치 신고증명서”를 휴대하여야 한다.

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제301조(초경량비행장치 신고)

2.4.2 국토교통부장관은 초경량비행장치의 신고를 받은 경우 해당 초경량비행장치소유자등에게 신고번호를 발급하며, 신고번호를 발급받은 초경량비행장치소유자등은 그 신고번호를 해당 초경량비행장치에 표시하여야 한다.

Ⓜ 항공안전법 제122조(초경량비행장치 신고),
시행규칙 제301조(초경량비행장치 신고)

2.4.3 초경량비행장치 신고번호 표시방법, 표시장소 및 크기 등 필요한 사항은 지방항공청장이 정한다.

2.4.3.1 신고번호의 부여방법 : 초경량비행장치 종류별 신고번호(S1001 - S9999)의 숫자 다음에 각 지방항공청의 해당 알파벳 부호를 부여한다.

[표 2-2] 초경량비행장치의 신고번호 부여방법

구분		신고번호
동력비행장치	체중이동형	S1001 - 1999
	타면조종형	S2001 - 2999
회전익비행장치	초경량 자이로플레인	S3001 - 3999
	동력패러글라이더	S4001 - 4999
기구류	기구류	S5001 - 5999
	회전익비행장치	초경량헬리콥터
무인비행장치	무인동력비행장치	S7001 - 7999
	무인비행선	S8001 - 8999
기타(패러글라이더, 행글라이더, 낙하산류)		S9001 - 9999

(주) 서울지방항공청의 경우 : 위의 초경량비행장치 종류별 신고번호가 소진 될 경우, 숫자 다음에 A~R 까지 알파벳 부호(예 : S7001A~S7999R)를 붙여 부여한다.

(주) 부산지방항공청의 경우 : 초경량비행장치 종류별 신고번호(S1001 - S9999)의 숫자 다음에 S~X 까지 알파벳 부호(예 : S7001S - S7999X)를 부여한다.

(주) 제주지방항공청의 경우 : 초경량비행장치 종류별 신고번호(S1001 - S9999)의 숫자 다음에 Y~Z 까지 알파벳 부호(예 : S7001Y - S7999Z)를 부여한다.

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제301조(초경량비행장치 신고)

2.4.3.2 신고번호의 표시방법

- 신고번호는 내구성이 있는 방법으로 신고번호를 표시하는 장소의 색과 선명하게 구분되도록 표시하여야 한다.
- 신고번호의 배열은 아래와 같다.
 - 신고번호는 왼쪽에서 오른쪽으로 배열함을 원칙으로 한다.
 - 신고번호를 날개에 표시하는 경우에는 신고

번호의 가로부분이 비행장치의 진행방향을 향하게 표시하여야 한다.

- 신고번호를 동체 등에 표시하는 경우에는 신고번호의 가로부분이 지상과 수평하게 표시하여야 한다. 다만, 회전익비행장치의 동체 아랫면에 표시하는 경우에는 동체의 최대횡단면 부근에, 신고번호의 윗부분이 동체좌측을 향하게 표시한다.

㉔ (한국교통안전공단) 초경량비행장치 신고업무 운영세칙

2.4.3.3 신고번호의 표시위치 : 초경량비행장치별 신고번호의 표시위치는 표 2-3과 같다.

[표 2-3] 신고번호의 표시위치

구분		표시위치	
<ul style="list-style-type: none"> □ 동력비행장치 <ul style="list-style-type: none"> - 체중이동형 - 타면조종형 		<ul style="list-style-type: none"> • 오른쪽 날개의 상면과 왼쪽날개의 하면에, 날개의 앞전과 뒷전으로부터 같은 거리 • 다만, 조종면에 표시되어서는 아니된다. 	
□ 행글라이더		<ul style="list-style-type: none"> • 오른쪽 날개의 상면과 왼쪽날개의 하면에, 날개의 앞전과 뒷전으로부터 같은 거리 • 하네스에 표시 	
<ul style="list-style-type: none"> □ 회전익비행장치 <ul style="list-style-type: none"> - 초경량자이로플레인 - 초경량헬리콥터 		<ul style="list-style-type: none"> • 동체 아랫면, • 동체 옆면 또는 수직꼬리날개 양쪽면 	
<ul style="list-style-type: none"> □ 동력패러글라이더 □ 패러글라이더 □ 낙하산 		<ul style="list-style-type: none"> • 캐노피 하판 중앙부 및 하네스에 표시 	
□ 기구류		<ul style="list-style-type: none"> • 선체(Balloon 등)의 최대횡단면 부근의 대칭되는 곳의 양쪽면 	
무인비행장치	무인비행선		
	무인동력비행장치	무인비행기	<ul style="list-style-type: none"> • 동체 옆면 또는 수직꼬리날개 양쪽면 • 오른쪽 날개의 상면과 왼쪽날개의 하면에, 날개의 앞전과 뒷전으로부터 같은 거리 • 동체 옆면 또는 수직꼬리날개 양쪽면
		무인헬리콥터	<ul style="list-style-type: none"> • 동체 옆면 또는 수직꼬리날개 양쪽면
		무인멀티콥터	<ul style="list-style-type: none"> • 좌우 대칭을 이루는 두 개의 프레임 암 * 다만, 동체가 있는 형태인 경우 동체

㉔ (한국교통안전공단) 초경량비행장치 신고업무 운영세칙

2.4.3.4 신고번호의 크기 : 초경량비행장치별

신고번호의 각 문자 및 숫자의 크기는 표 2-4와 같다.

[표 2-4] 신고번호의 각 문자 및 숫자의 크기

구분		규격	비고
가로세로비		2 : 3의 비율	아라비아숫자 1은 제외
세로 길이	주날개에 표시하는 경우	20cm 이상	
	동체 또는 수직꼬리날개에 표시하는 경우	15cm 이상	회전익비행장치의 동체 아랫면에 표시하는 경우에는 20cm 이상
선의 굵기		세로길이의 1/6	
간격		가로길이의 1/4이상 1/2이하	

(※) 장치의 형태 및 크기로 인해 신고번호 크기를 규격대로 표시할 수 없을 경우 가장 크게 부착할 수 있는 부위에 최대크기로 표시할 수 있다.

Ⓜ (한국교통안전공단) 초경량비행장치 신고업무 운영세칙

제3장

초경량비행장치 안전성인증

3.1 안전성인증

초경량비행장치를 사용하여 비행하려는 사람은 해당 초경량비행장치가 안전성인증 대상인 경우 국토교통부장관이 정하여 고시하는 비행안전을 위한 기술상의 기준에 적합하다는 안전성 인증을 받지 아니하고 비행하여서는 아니 된다.

Ⓜ 항공안전법 제124조(초경량비행장치 안전

- 유인 계류식 기구류(항공레저스포츠사업에 사용되는 것만 해당한다)
- 유인자유기구
- 무인비행기(최대이륙중량 25kg 초과)
- 무인헬리콥터(최대이륙중량 25kg 초과)
- 무인멀티콥터(최대이륙중량 25kg 초과)
- 무인비행선(길이 7m 초과, 연료의 중량을 제외한 자체중량 12kg 초과)

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제305조(초경량비행장치 안전성인증 대상 등)

3.2 안전성인증 대상

안전성인증 대상 초경량비행장치는 다음의 어느 하나에 해당하는 초경량비행장치를 말한다.

- 타면조종형비행장치
- 체중이동형비행장치
- 초경량 헬리콥터
- 초경량 자이로플레인
- 초경량 자이로플레인
- 행글라이더(항공레저스포츠사업에 사용되는 것만 해당한다)
- 패러글라이더(항공레저스포츠사업에 사용되는 것만 해당한다)
- 낙하산류(항공레저스포츠사업에 사용되는 것만 해당한다)

3.3 안전성인증 예외

- 안전성인증 대상인 초경량비행장치가 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에 대하여 국토교통부장관의 허가를 받은 초경량비행장치는 안전성인증을 받지 아니하고 비행할 수 있다.
 - 연구·개발 중에 있는 초경량비행장치의 안전성 여부를 평가하기 위하여 시험비행을 하는 경우
 - 안전성인증을 받은 초경량비행장치의 성능개량을 수행하고 안전성여부를 평가하기 위하여 시험비행을 하는 경우
 - 그 밖에 국토교통부장관이 필요하다고

- 인정하는 경우
- 안전성인증 대상 예외를 위한 허가를 받으려는 자는 초경량비행장치 시험비행허가신청서(항공안전법 시행규칙 별지 제119호서식)에 해당 초경량비행장치가 초경량비행장치의 비행안전을 위한 기술상의 기준(이하 “초경량비행장치 기술기준”이라 한다)에 적합함을 입증할 수 있는 다음의 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 제출하여야 한다.
 - 해당 초경량비행장치에 대한 소개서(설계개요서, 설계도면, 부품표 및 비행장치의 제원을 포함한다)
 - 시험비행등 계획서(시험비행등의 기간, 장소 및 시험비행등 점검표를 포함한다)
 - 설계도면과 일치되게 제작되었음을 입증하는 서류
 - 신청인이 제시한 시험비행등의 범위에서 안전 수준을 입증하는 서류(지상성능시

- 험 결과 및 안전대책을 포함한다)
 - 신청인이 제시한 시험비행등을 하기 위한 수준의 조종절차 및 안전성 유지를 위한 정비방법을 명시한 서류
 - 초경량비행장치 사진(전체 및 측면사진을 말하며, 전자파일로 된 것을 포함한다.) 각 1매
 - 그 밖에 시험비행등과 관련하여 국토교통부장관이 필요하다고 인정하여 고시하는 서류
- ⑱ 항공안전법 시행규칙 제304조(초경량비행장치의 시험비행등 허가)

3.4 안전성 인증기관

- 초경량비행장치 안전성 인증기관은 “항공안전기술원법”에 따라 설립된 항공안전기술원을 말하며, 또한 시설기준을 충족하는 기관 또는 단체 중에서 국토교통부장관이 정하여

[표 3-1] 초경량비행장치 안전성 인증기관의 인력 및 시설기준

구분	기준
법인성격	항공관련 업무를 수행하는 비영리법인
전문인력	다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람 5명 이상을 확보할 것 가. 항공안전법에 따른 항공정비사 자격증명을 받은 사람 나. 국가기술자격법에 따른 항공기사 이상의 자격을 받은 사람 다. 항공기술 관련 학사 이상의 학위를 취득한 후 3년 이상 항공기동, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 설계·제작·정비 또는 품질보증 또는 안전성인증 업무에 종사한 경력이 있는 사람
시설 및 장비	가. 초경량비행장치의 시험비행 등을 위한 이륙 및 착륙 시설(타인의 시설을 임차하여 사용하는 경우를 포함한다.) 나. 안전성인증 민원업무 처리에 필요한 사무실 및 사무기기 다. 초경량비행장치와 관련된 기술자료실 라. 초경량비행장치 조종자 등에 대한 안전교육을 실시할 수 있는 강의실

⑱ 항공안전법 시행규칙 별표 43(초경량비행장치 안전성 인증기관의 인력 및 시설기준)

고시하는 기관 또는 단체(이하 “초경량비행장치 안전성 인증기관”이라 한다)를 말한다.

⑩ 항공안전법 시행규칙 제305조(초경량비행장치 안전성인증 대상 등)

- 초경량비행장치 안전성 인증기관의 인력 및 시설기준은 표 3-1(항공안전법 시행규칙 별표 43)과 같다.

3.5 초경량비행장치 기술기준

초경량비행장치의 안전성인증을 위한 기준은 국토교통부 고시로 “초경량비행장치의 비행 안전을 확보하기 위한 기술상의 기준(Technical Standards to Ensure Flight Safety of Ultra-light Vehicle)”이 마련되어 있으며 축약하여 “초경량비행장치 기술기준”이라고 한다.

- 목적 : 초경량비행장치 기술기준은 항공안전법 제124조(초경량비행장치 안전성인증)에 따라 초경량비행장치의 비행 안전을 위한 기술상의 기준을 정하여 초경량비행장치의 안전한 비행을 확보함을 목적으로 한다.
- 적용범위 : 초경량비행장치 기술기준은 안전성인증에 해당하는 초경량비행장치를 대상으로 하며, 초경량비행장치를 사용하여 비행하고자 하는 사람과 그 사람이 운용하는 초경량비행장치를 설계·제작·정비·수리 및 개조 등의 업무를 수행하는 사람에게 적용한다.

⑪ 초경량비행장치 기술기준 제1조(목적), 제3조(적용범위)

3.6 초경량비행장치 구조 지원 장비

3.6.1 초경량비행장치 구조 지원 장비 장착 의무

초경량비행장치를 사용하여 초경량비행장치 비행제한구역에서 비행하려는 사람은 안전한 비행과 초경량비행장치사고 시 신속한 구조 활동을 위하여 국토교통부령으로 정하는 다음의 장비를 장착하거나 휴대하여야 한다.

- 위치추적이 가능한 표시기 또는 단말기
- 조난구조용 장비(위치추적이 가능한 표시기 또는 단말기 장비를 갖출 수 없는 경우만 해당한다)

3.6.2 의무 장비장착 제외 대상

초경량비행장치 구조 지원 장비 장착 의무 제외 대상 초경량비행장치들은 다음과 같다.

- 동력을 이용하지 아니하는 비행장치
- 계류식 기구
- 동력패러글라이더
- 무인비행장치

⑫ 항공안전법 제128조(초경량비행장치 구조 지원 장비 장착 의무), 시행규칙 제309조(초경량비행장치의 구조지원 장비 등)

제4장

초경량비행장치 조종자 증명

4.1 조종자격이 필요한 초경량비행장치

초경량비행장치를 사용하여 비행하려는 사람은 국토교통부령으로 정한 해당 초경량비행장치 별 해당 초경량비행장치의 조종을 위하여 발급하는 증명(이하 “초경량비행장치 조종자 증명”이라 한다)을 받아야 한다. 초경량비행장치 조종자 증명이 필요한 초경량비행장치는 다음과 같다.

- 동력비행장치(Motor Flying Vehicle) : 타면조종형비행장치
- 동력비행장치(Motor Flying Vehicle) : 체중이동형비행장치
- 회전익비행장치(Rotor Flying Vehicle) : 초경량 헬리콥터
- 회전익비행장치(Rotor Flying Vehicle) : 초경량 자이로플레인
- 동력패러글라이더
- 행글라이더(항공레저스포츠사업에 사용되는 것만 해당한다)
- 패러글라이더(항공레저스포츠사업에 사용되는 것만 해당한다)
- 낙하산류(항공레저스포츠사업에 사용되는 것만 해당한다)
- 유인자유기구

- 무인비행기(최대이륙중량이 250그램 초과)
- 무인헬리콥터(최대이륙중량이 250그램 초과)
- 무인멀티콥터(최대이륙중량이 250그램 초과)
- 무인비행선(길이 7m 초과, 자체중량 12kg 초과)

⑩ 항공안전법 제125조(초경량비행장치 조종자 증명 등), 시행규칙 제306조(초경량비행장치의 조종자 증명 등), 초경량비행장치 조종자 증명 운영세칙(한국교통안전공단)

4.2 초경량비행장치 조종자 증명 취소 및 효력정지

4.2.1 조종자 증명 취소

초경량비행장치 조종자 증명을 받은 사람이 다음의 어느 하나에 해당하는 경우 국토교통부장관은 초경량비행장치 조종자 증명을 취소하여야 한다.

- 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 초경량비행장치 조종자 증명을 받은 경우
- 초경량비행장치 조종자 증명의 효력정지 기간에 초경량비행장치를 사용하여 비행한 경우

- 항공안전법을 위반하여 벌금 이상의 형을 선고받아 다른 사람에게 자기의 성명을 사용하여 초경량비행장치 조종을 수행하게 하거나 초경량비행장치 조종자 증명을 빌려 준 경우
- 항공안전법에 따른 초경량비행장치 조종자의 준수사항을 위반하여 다음 어느 하나에 해당하는 행위를 알선한 경우
 - 다른 사람에게 자기의 성명을 사용하여 초경량비행장치 조종을 수행하게 하거나 초경량비행장치 조종자 증명을 빌려 주는 행위
 - 다른 사람의 성명을 사용하여 초경량비행장치 조종을 수행하거나 다른 사람의 초경량비행장치 조종자 증명을 빌리는 행위

발생시킨 경우

- 항공안전법에 따른 초경량비행장치 조종자의 준수사항을 위반한 경우
- 주류등의 영향으로 초경량비행장치를 사용하여 비행을 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 초경량비행장치를 사용하여 비행한 경우
- 초경량비행장치를 사용하여 비행하는 동안에 주류등을 섭취하거나 사용한 경우
- 주류등의 섭취 및 사용 여부의 측정 요구에 따르지 아니한 경우

⑮ *항공안전법 시행규칙 제306조(초경량비행장치의 조종자 증명 등)*

(※) “주류등”이란 「주세법」 제3조제1호에 따른 주류, 「마약류 관리에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 마약류 또는 「화학물질 관리법」 제22조제1항에 따른 환각물질 등을 말한다.

4.2.2 조종자 증명 효력정지

초경량비행장치 조종자 증명을 받은 사람이 다음의 어느 하나에 해당하는 경우 국토교통부장관은 초경량비행장치 조종자 증명을 취소하거나 1년 이내의 기간을 정하여 그 효력의 정지를 명할 수 있다.

- 항공안전법을 위반하여 벌금 이상의 형을 선고받은 경우
- 초경량비행장치의 조종자로서 업무를 수행할 때 고의 또는 중대한 과실로 초경량비행장치사고를 일으켜 인명피해나 재산피해를

4.3 초경량비행장치 조종자 증명기관

초경량비행장치 조종자 증명기관은 한국교통안전공단이며, 또한 항공안전법 시행규칙 별표 44(초경량비행장치 조종자 증명기관의 인력및 시설기준)의 기준을 충족하는 기관 또는 단체 중에서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기관 또는 단체(이하 “초경량비행장치조종자증명기관”이라 한다)를 말한다.

○ 초경량비행장치조종자증명기관은 항공안전법에 따른 승인을 신청하는 경우에는 다음의 사항을 포함하는 조종자 증명 규정에 제·개정 이유서와 신·구 내용 대비표(변경승인을 신청하는 경우에 한정한다)를 첨부하여 국토교통부장관에게 제출하여야 한다.

- 초경량비행장치 조종자 증명 시험의 응시자격
- 초경량비행장치 조종자 증명 시험의 과목 및 범위
- 초경량비행장치 조종자 증명 시험의 실시 방법과 절차
- 초경량비행장치 조종자 증명 발급에 관한 사항
- 그 밖에 초경량비행장치 조종자 증명을 위하여 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 사항

○ 무인동력비행장치에 대한 자격기준, 시험 실시 방법 및 절차 등은 다음 각 호의 구분에 따른 무인동력비행장치별로 구분하여 달리 정해야 한다.

- 1종 무인동력비행장치: 최대이륙중량이 25킬로그램을 초과하고 연료의 중량을 제외한 자체중량이 150킬로그램 이하인 무인동력비행장치
- 2종 무인동력비행장치: 최대이륙중량이 7킬로그램을 초과하고 25킬로그램 이하인 무인동력비행장치
- 3종 무인동력비행장치: 최대이륙중량이

2킬로그램을 초과하고 7킬로그램 이하인 무인동력비행장치

- 4종 무인동력비행장치: 최대이륙중량이 250그램을 초과하고 2킬로그램 이하인 무인동력비행장치

○ 초경량비행장치 조종자 증명기관의 인력 및 시설기준 : 표 4-1

[표 4-1] 초경량비행장치 조종자 증명기관의 인력 및 시설기준

구분	기준
법인 성격	항공 조종, 정비 등의 업무를 수행하는 비영리 법인
전문 인력	다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람 3명 이상을 확보할 것 가. 법 제35조제3호에 따른 자가용 조종사 이상의 자격증명을 받은 사람 나. 법 제109조제1항에 따른 경량항공기 조종사 자격증명을 취득한 후 3년 이상 경량항공기 또는 초경량비행장치의 조종교육 업무에 종사한 경력이 있는 사람 다. 법 제125조제1항에 따른 초경량비행장치 조종자 증명을 취득한 후 3년 이상 초경량비행장치의 조종교육 업무에 종사한 경력이 있는 사람 라. 경량항공기 또는 초경량비행장치의 조종 관련 업무에 5년 이상 종사한 경력이 있는 사람
시설 및 장비	가. 초경량비행장치 조종자 증명의 학과시험을 위한 학과시험장(타인의 시설을 임차하여 사용하는 경우를 포함한다) 나. 초경량비행장치 조종자 증명의 실기시험을 위한 이륙 및 착륙 시설(타인의 시설을 임차하여 사용하는 경우를 포함한다) 다. 초경량비행장치 조종자 증명 관련 민원업무 처리에 필요한 사무실 및 사무기기

® 항공안전법 시행규칙 제306조(초경량비행장치의 조종자 증명 등), 별표 44 (초경량비행장치 조종자 증명기관의 인력 및 시설기준)

4.4 초경량비행장치 조종자의 자격 기준

초경량비행장치 조종자 자격기준은 연령이 만 14세 이상인 자로서, 한국교통안전공단이사장이 발급한 초경량비행장치 조종자의 자격증명을 소지한 자를 말한다.

⑮ 항공안전법 제125조(초경량비행장치 조종자 증명 등), 초경량비행장치 조종자의 자격 기준 및 전문교육기관 지정요령 (국토교통부 고시)

4.4.1 동력비행장치 조종자

- 업무범위 : 동력비행장치의 조종
- 응시기준 : 다음의 어느 하나에 해당하는 사람
 - 해당 종류의 동력비행장치 또는 경량항공기(타면조종형비행기에 한함)에 탑승하여 5시간 이상의 단독 비행을 포함한 총 비행시간이 20시간 이상인 사람
 - 자가용 · 사업용 · 운송용조종사 자격증명을 받은 사람으로서 해당 종류의 동력비행장치 또는 경량항공기(타면조종형비행기에 한한다)에 탑승하여 2시간 이상의 단독 비행을 포함한 총 비행시간이 5시간 이상인 사람

4.4.2 행글라이더 2인승 조종자

- 업무범위 : 행글라이더의 조종, 행글라이더 체험 및 경관조망 비행
- 응시기준 : 행글라이더의 비행시간이 총 180시간(지도조종자와 동승하여 20회이상 비행한 경험을 포함한다)이상인 사람

4.4.3 패러글라이더 2인승 조종자

- 업무범위 : 패러글라이더의 조종, 패러글라이더 체험 및 경관조망 비행
- 응시기준 : 패러글라이더의 비행시간이 총 180시간(지도조종자와 동승하여 20회이상 비행한 경험을 포함한다)이상인 사람

4.4.4 낙하산류 2인승 강하자

- 업무범위 : 낙하산류의 조종, 낙하산류의 체험 및 경관조망비행
- 응시기준 : 최근 1년 기간 내에 20회 이상의 낙하 경험을 포함하여 총 100회 이상의 교육 강하 경력을 갖춘 사람(사각 낙하산의 경우 총 200회 이상)

4.4.5 유인자유기구 조종자

- 자가용 업무범위 : 무상으로 비행하는 유인자유기구를 보수를 받지 아니하고 조종

- 자가용 응시기준 : 5시간 이상의 단독 비행을 포함한 유인자유기구의 총 비행시간이 16시간 이상인 사람
- 사업용 업무범위 : 유인자유기구 자가용 조종자의 업무범위, 항공사업법에 따른 항공 레저스포츠사업에 사용되는 유인자유기구 조종
- 사업용 응시기준 : 5시간 이상의 단독 비행을 포함한 유인자유기구의 총 비행시간이 35시간 이상인 사람

4.4.6 무인비행기 조종자

- 업무범위 : 해당 무인비행기의 조종
- 1종 응시기준
 - 1종 무인비행기를 조종한 시간이 총 20시간 이상인 사람
 - 2종 무인비행기 조종자증명을 받은 사람으로서 1종 무인비행기를 조종한 시간이 15시간 이상인 사람
 - 3종 무인비행기 조종자증명을 받은 사람으로서 1종 무인비행기를 조종한 시간이 17시간 이상인 사람
- 2종 응시기준
 - 1종 또는 2종 무인비행기를 조종한 시간이 총 10시간 이상인 사람
 - 3종 무인비행기 조종자 증명을 받은 사람이 2종 무인비행기를 조종한 시간이 7시간 이상인 사람

- 3종 응시기준
 - 1종, 2종, 3종 무인비행기 중 어느 하나의 무인비행기를 조종한 시간이 총 6시간 이상인 사람
- 4종 응시기준
 - 응시기준 없음

4.4.7 무인헬리콥터 조종자

- 업무범위 : 해당 무인헬리콥터의 조종
- 1종 응시기준
 - 1종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 총 20시간 이상인 사람
 - 2종 무인헬리콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 1종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 15시간 이상인 사람
 - 3종 무인헬리콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 1종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 17시간 이상인 사람
 - 1종 무인멀티콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 1종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 10시간 이상인 사람
- 2종 응시기준
 - 1종 또는 2종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 총 10시간 이상인 사람
 - 3종 무인헬리콥터 조종자 증명을 받은 사람이 2종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 7시간 이상인 사람
 - 2종 무인멀티콥터 조종자증명을 받은 사

람으로서 2종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 5시간 이상인 사람

- 3종 응시기준
 - 1종, 2종, 3종 무인헬리콥터 중 어느 하나를 조종한 시간이 총 6시간 이상인 사람
 - 3종 무인멀티콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 3종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 3시간 이상인 사람
- 4종 응시기준
 - 응시기준 없음

4.4.8 무인멀티콥터 조종자

- 업무범위 : 해당 무인멀티콥터의 조종
- 1종 응시기준
 - 1종 무인멀티콥터를 조종한 시간이 총 20시간 이상인 사람
 - 2종 무인멀티콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 1종 무인멀티콥터를 조종한 시간이 15시간 이상인 사람
 - 3종 무인멀티콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 1종 무인멀티콥터를 조종한 시간이 17시간 이상인 사람
 - 1종 무인헬리콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 1종 무인멀티콥터를 조종한 시간이 10시간 이상인 사람
- 2종 응시기준
 - 1종 또는 2종 무인멀티콥터를 조종한 시

간이 총 10시간 이상인 사람

- 3종 무인멀티콥터 조종자 증명을 받은 사람이 2종 무인멀티콥터를 조종한 시간이 7시간 이상인 사람
- 2종 무인헬리콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 2종 무인멀티콥터를 조종한 시간이 5시간 이상인 사람
- 3종 응시기준
 - 1종, 2종, 3종 무인멀티콥터 중 어느 하나를 조종한 시간이 총 6시간 이상인 사람
 - 3종 무인헬리콥터 조종자증명을 받은 사람으로서 3종 무인멀티콥터를 조종한 시간이 3시간 이상인 사람
- 4종 응시기준
 - 응시기준 없음

4.4.9 무인비행선 조종자

- 업무범위 : 무인비행선의 조종
- 응시기준 : 무인비행선을 조종한 시간이 총 20시간 이상인 사람

4.4.10 회전익비행장치 조종자

- 업무범위 : 회전익비행장치의 조종
- 응시기준 : 다음의 어느 하나에 해당하는 사람
 - 해당 종류의 회전익비행장치 또는 경량

항공기(경량헬리콥터에 한함)에 탑승하여 5시간 이상의 단독 비행을 포함한 총 비행시간이 20시간 이상인 사람

- 자가용 · 사업용 · 운송용조종사 자격증명을 받은 사람으로서 회전익비행장치 또는 경량항공기(경량헬리콥터에 한한다)에 탑승하여 2시간 이상의 단독 비행을 포함한 총 비행시간이 5시간 이상인 사람

4.4.11 동력패러글라이더 조종자

- 업무범위 : 동력패러글라이더의 조종
- 응시기준 : 동력패러글라이더의 총 비행시간이 20시간 이상인 사람

Ⓜ 초경량비행장치 조종자 증명 운영세칙(한국교통안전공단)

4.5 초경량비행장치 조종증명 응시자 시험면제

- 초경량비행장치 전문교육기관의 교육과정을 이수한 사람 : 학과시험 면제
- 자가용 · 사업용 · 운송용조종사 자격증명을 받은 사람(비행기 또는 헬리콥터 종류 한정을 받은 사람을 말한다)의 경우 다음에 따라 학과시험 면제

- 비행기 종류 한정을 받은 사람 : 동력비

행장치 학과시험 면제

- 헬리콥터 종류 한정을 받은 사람 : 회전익비행장치 학과시험 면제
- 외국 정부 또는 외국정부에서 인정한 기관의 장으로부터 조종자증명을 받은 사람이 동일한 종류의 조종자증명시험에 응시하는 경우 : 실기시험 면제
- 경량항공기(타면조종형 비행기, 경량헬리콥터, 동력패러슈트에 한한다) 자격증명을 받은 사람의 경우 다음에 따라 학과시험 면제

- 타면조종형비행기 자격증명을 받은 사람 : 동력비행장치 학과시험
- 경량헬리콥터 자격증명을 받은 사람 : 회전익비행장치 학과시험
- 동력패러슈트 자격증명을 받은 사람 : 동력패러글라이더 학과시험

- 무인헬리콥터 조종자증명을 받은 사람이 조종자증명을 받은 날로부터 2년 이내에 무인멀티콥터 조종자증명시험에 응시하는 경우 학과시험 면제

- 무인멀티콥터 조종자증명을 받은 사람이 조종자증명을 받은 날로부터 2년 이내에 무인헬리콥터 조종자증명시험에 응시하는 경우 학과시험 면제

Ⓜ 초경량비행장치 조종자 증명 운영세칙(한국교통안전공단)

4.6 초경량비행장치 지도조종자

- 초경량비행장치 지도조종자로 등록하고자 하는 사람은 다음의 서류를 한국교통안전공단 이사장에게 제출하여야 한다.
 - 지도조종자 등록신청서
 - 비행경력증명서등
 - 국토교통부장관이 인정한 조종교육교과과정 이수증명서
- 한국교통안전공단 이사장은 지도조종자 등록신청서를 제출한 사람이 다음의 비행장치 종류별 지도조종자 등록기준을 충족하는 경우 전산시스템에 지도조종자로 등록하고, 그 사실을 지도조종자로 등록된 사람에게 통지하여야 한다.
- 초경량비행장치 지도조종자 공통사항
 - 업무범위 : 비행시간 확인 및 교육훈련
 - 등록기준 : 20세 이상으로 해당 비행장치의 조종자증명을 받은 사람
- 동력비행장치 지도조종자
 - 업무범위 : 동력비행장치의 비행시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 동력비행장치 비행시간이 총 200시간(왕복엔진의 육상단발 비행기비행시간 100시간을 포함할 수 있다) 이상인 사람
- 행글라이더 지도조종자
 - 업무범위 : 행글라이더의 비행시간 확인 및 조종교육
- 등록기준 : 행글라이더의 비행시간이 총 200시간 이상인 사람으로서 최근 1년 이내에 30시간 이상의 비행경력이 있는 사람
- 패러글라이더 지도조종자
 - 업무범위 : 패러글라이더의 비행시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 패러글라이더의 비행시간이 총 200시간 이상인 사람으로서 최근 1년 이내에 30시간 이상의 비행경력이 있는 사람
- 낙하산류 지도조종자
 - 업무범위 : 낙하산류의 강하횟수 · 시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 낙하산류 조종자증명을 받은 후 1년이 경과한 사람으로서 200회(사각 낙하산의 경우에는 500회를 말한다) 이상의 강하 교육 경력을 갖춘 사람
- 유인자유기구 지도조종자
 - 업무범위 : 유인자유기구의 비행시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 유인자유기구의 비행시간이 총 70시간 이상인 사람
- 무인비행기 지도조종자
 - 업무범위 : 무인비행기의 비행시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 초경량비행장치 조종자 증명(1종 무인비행기)를 취득한 사람, 1종 무인비행기를 조종한 시간이 총 100시간

- 이상인 사람
- 무인헬리콥터 지도조종자
 - 업무범위 : 무인헬리콥터의 비행시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 초경량비행장치 조종자 증명(1종 무인헬리콥터)을 취득한 사람, 1종 무인헬리콥터를 조종한 시간이 총 100시간 이상인 사람
 - 무인멀티콥터 지도조종자
 - 업무범위 : 무인멀티콥터의 비행시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 초경량비행장치 조종자 증명(1종 무인멀티콥터)을 취득한 사람, 1종 무인멀티콥터를 조종한 시간이 총 100시간 이상인 사람
 - 무인비행선 지도조종자
 - 업무범위 : 무인비행선의 비행시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 초경량비행장치 조종자 증명(무인비행선)을 취득한 사람, 무인비행선을 조종한 시간이 총 100시간 이상인 사람
 - 회전익비행장치 지도조종자
 - 업무범위 : 회전익비행장치의 비행시간 확인 및 조종교육
 - 등록기준 : 회전익비행장치 비행시간이 200시간(헬리콥터 비행시간 100시간을 포함할 수 있다) 이상인 사람
 - 동력패러글라이더 지도조종자
 - 업무범위 : 동력패러글라이더의 비행시

간 확인 및 조종교육

- 등록기준 : 동력패러글라이더의 비행시간이 총 200시간 이상인 사람
- 지도조종자 등록 취소 : 지도조종자로 등록된 사람이 다음의 어느 하나에 해당되는 때에는 지도조종자 등록을 취소할 수 있다.
 - 항공안전법에 따른 행정처분을 받은 경우
 - 허위로 작성된 비행경력증명서등을 확인하지 아니하고 서명 날인한 경우
 - 비행경력증명서등(로그북을 포함한다)을 허위로 제출한 경우
 - 실기시험위원으로 지정된 사람이 부정한 방법으로 실기시험을 진행한 경우
 - 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 지도조종자로 등록된 경우

Ⓜ 초경량비행장치 조종자 증명 운영세칙(한국교통안전공단)

4.7 비행시간 또는 강하횟수의 산정

초경량비행장치의 비행경력등은 단독 또는 지도조종자와 동승하여 비행한 시간(낙하산류는 강하한 횟수)에 의하여 산정한다. 다만, 무인비행장치의 비행경력등은 기장시간, 훈련시간, 교관시간으로 비행한 시간에 의하여 산정한다.

Ⓜ 초경량비행장치 조종자 증명 운영세칙(한국교통안전공단)

4.8 초경량비행장치 조종자 신체검사

비행장치 조종자가 제출하여야 하는 신체검사 증명서류는 다음의 어느 하나와 같다.

- 항공안전법조에 따른 항공종사자 신체검사 증명서
- 도로교통법에 의하여 지방경찰청장이 발행한 제2종 보통이상의 자동차운전면허증
- 자동차운전면허를 소지하고 있지 않은 사람은 제2종 보통이상의 자동차 운전면허를 발급받는데 필요한 신체검사증명서

4.9 시험과목 및 범위

4.9.1 초경량비행장치 종류별 학과시험 과목 및 범위

4.9.1.1 동력비행장치 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
 - 항공기상 통보와 일기도의 해독
 - 예보, 특보 등 기상경보의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 동력비행장치의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 동력비행장치의 구조와 기능에 관한 사항

- 동력비행장치 지상활주(지상활동)에 관한 사항
- 동력비행장치 이·착륙에 관한 사항
- 동력비행장치 공중조작에 관한 사항
- 동력비행장치 안전관리에 관한 사항
- 구역 및 인적요소에 관한 사항
- 동력비행장치 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.2 행글라이더 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 행글라이더의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 행글라이더의 구조와 기능에 관한 사항
 - 이착륙 조작에 관한 사항
 - 공중조작에 관한 사항
 - 지상장애물 및 주간장애표지에 관한 사항
 - 행글라이더 안전관리에 관한 사항
 - 구역 및 인적요소에 관한 사항
 - 행글라이더 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.3 패러글라이더 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규

- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 패러글라이더의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 패러글라이더의 구조와 기능에 관한 사항
 - 이착륙 조작에 관한 사항
 - 공중조작에 관한 사항
 - 지상장애물 및 주간장애표지에 관한 사항
 - 패러글라이더 안전관리에 관한 사항
 - 공역 및 인적요소에 관한 사항
 - 패러글라이더 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.4 낙하산류 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 낙하산류의 기초원리에 관한 사항
 - 낙하산류의 지상활주(지상활동)에 관한 사항
 - 낙하산류의 공중조작에 관한 사항
 - 지상장애물 및 주간장애표지에 관한 사항

- 동승자 안전에 관한 사항
- 공역 및 인적요소에 관한 사항
- 낙하산류 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.5 유인자유기구 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
 - 항공기상 통보와 일기도의 해독
 - 예보, 특보 등 기상경보의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 유인자유기구의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 유인자유기구의 구조와 기능에 관한 사항
 - 유인자유기구 지상활주(지상활동)에 관한 사항
 - 유인자유기구 이·착륙에 관한 사항
 - 유인자유기구 공중조작에 관한 사항
 - 유인자유기구 안전관리에 관한 사항
 - 공역 및 인적요소에 관한 사항
 - 유인자유기구 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.6 무인비행기 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식

- 항공에 활용되는 일반기상의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 무인비행기의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 무인비행기의 구조와 기능에 관한 사항
 - 무인비행기 지상활주(지상활동)에 관한 사항
 - 무인비행기 이·착륙에 관한 사항
 - 무인비행기 공중조작에 관한 사항
 - 무인비행기 안전관리에 관한 사항
 - 공역 및 인적요소에 관한 사항
 - 무인비행기 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.7 무인헬리콥터 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 무인헬리콥터의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 무인헬리콥터의 구조와 기능에 관한 사항
 - 무인헬리콥터 지상활주(지상활동)에 관한 사항
 - 무인헬리콥터 이·착륙에 관한 사항
 - 무인헬리콥터 공중조작에 관한 사항
 - 무인헬리콥터 안전관리에 관한 사항

- 공역 및 인적요소에 관한 사항
- 무인헬리콥터 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.8 무인멀티콥터 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 무인멀티콥터의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 무인멀티콥터의 구조와 기능에 관한 사항
 - 무인멀티콥터 지상활주(지상활동)에 관한 사항
 - 무인멀티콥터 이·착륙에 관한 사항
 - 무인멀티콥터 공중조작에 관한 사항
 - 무인멀티콥터 안전관리에 관한 사항
 - 공역 및 인적요소에 관한 사항
 - 무인멀티콥터 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.9 무인비행선 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
- 비행이론 및 운용

- 무인비행선의 비행 기초원리에 관한 사항
- 무인비행선의 구조와 기능에 관한 사항
- 무인비행선 지상활주(지상활동)에 관한 사항
- 무인비행선 이·착륙에 관한 사항
- 무인비행선 공중조작에 관한 사항
- 무인비행선 안전관리에 관한 사항
- 공역 및 인적요소에 관한 사항
- 무인비행선 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.10 회전익비행장치 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
 - 항공기상 통보와 일기도의 해독
 - 예보, 특보 등 기상경보의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 회전익비행장치의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 회전익비행장치의 구조와 기능에 관한 사항
 - 회전익비행장치 지상활주(지상활동)에 관한 사항
 - 회전익비행장치 이·착륙에 관한 사항
 - 회전익비행장치 공중조작에 관한 사항
 - 회전익비행장치 안전관리에 관한 사항

- 공역 및 인적요소에 관한 사항
- 회전익비행장치 비정상절차에 관한 사항

4.9.1.11 동력패러글라이더 학과시험 과목 및 범위는 아래와 같다.

- 항공법규 : 당해 업무에 필요한 항공법규
- 항공기상
 - 항공기상의 기초지식
 - 항공에 활용되는 일반기상의 이해
 - 항공기상 통보와 일기도의 해독
 - 예보, 특보 등 기상경보의 이해
- 비행이론 및 운용
 - 동력패러글라이더의 비행 기초원리에 관한 사항
 - 동력패러글라이더의 구조와 기능에 관한 사항
 - 동력패러글라이더 지상활주(지상활동)에 관한 사항
 - 동력패러글라이더 이·착륙에 관한 사항
 - 동력패러글라이더 공중조작에 관한 사항
 - 동력패러글라이더 안전관리에 관한 사항
 - 공역 및 인적요소에 관한 사항
 - 동력패러글라이더 비정상절차에 관한 사항

4.9.2 초경량비행장치 종류별 실기시험 구분 및 범위

4.9.2.1 동력비행장치 실기시험은 구술과 실기 시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와

같다.

- 구술시험
 - 동력비행장치의 기초원리에 관한 사항
 - 기상 · 공역 및 비행장소에 관한 사항
 - 일반지식 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행계획 및 비행 전 점검
 - 지상활주 (또는 이륙과 상승 또는 이륙동작)
 - 공중조작 (또는 비행동작)
 - 착륙조작 (또는 착륙동작)
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.2 행글라이더 실기시험은 구술과 실기시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 기상 및 비행공역에 관한 사항
 - 일반지식 및 비행기술에 관한 사항
 - 응급조치 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행 전 점검
 - 이륙과 상승 또는 이륙동작
 - 행글라이더의 안정화 및 공중조작
 - 착륙자세 및 장비관리
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.3 패러글라이더 실기시험은 구술과 실기시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 기상 및 비행공역에 관한 사항
 - 일반지식 및 비행기술에 관한 사항
 - 응급조치 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행 전 점검
 - 이륙과 상승 또는 이륙동작
 - 패러글라이더의 안정화 및 공중조작
 - 착륙자세 및 장비관리
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.4 낙하산류 실기시험은 구술과 실기시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 기상 및 비행공역에 관한 사항
 - 낙하산의 종류, 구조와 기능에 관한 사항
 - 응급조치 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행 전 점검
 - 낙하산의 공중조작 및 강하자세
 - 착륙자세 및 낙하산 관리
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.5 유인자유기구 실기시험은 구술과 실기 시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 유인자유기구의 기초원리에 관한 사항
 - 기상·공역 및 비행장소에 관한 사항
 - 일반지식 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행계획 및 비행 전 점검
 - 지상활주 (또는 이륙과 상승 또는 이륙동작)
 - 공중조작 (또는 비행동작)
 - 착륙조작 (또는 착륙동작)
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.6 무인비행기 실기시험은 구술과 실기 시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 무인비행기의 기초원리에 관한 사항
 - 기상·공역 및 비행장소에 관한 사항
 - 일반지식 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행계획 및 비행 전 점검
 - 지상활주 (또는 이륙과 상승 또는 이륙동작)
 - 공중조작 (또는 비행동작)
 - 착륙조작 (또는 착륙동작)
 - 비행 후 점검

- 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.7 무인헬리콥터 실기시험은 구술과 실기 시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 무인헬리콥터의 기초원리에 관한 사항
 - 기상·공역 및 비행장소에 관한 사항
 - 일반지식 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행계획 및 비행 전 점검
 - 지상활주 (또는 이륙과 상승 또는 이륙동작)
 - 공중조작 (또는 비행동작)
 - 착륙조작 (또는 착륙동작)
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.8 동력비행장치 실기시험은 구술과 실기 시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 무인멀티콥터의 기초원리에 관한 사항
 - 기상·공역 및 비행장소에 관한 사항
 - 일반지식 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행계획 및 비행 전 점검
 - 지상활주 (또는 이륙과 상승 또는 이륙동작)

- 공중조작 (또는 비행동작)
- 착륙조작 (또는 착륙동작)
- 비행 후 점검
- 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.9 무인비행선 실기시험은 구술과 실기시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 무인비행선의 기초원리에 관한 사항
 - 기상·공역 및 비행장소에 관한 사항
 - 일반지식 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행계획 및 비행 전 점검
 - 지상활주 (또는 이륙과 상승 또는 이륙동작)
 - 공중조작 (또는 비행동작)
 - 착륙조작 (또는 착륙동작)
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.10 회전익비행장치 실기시험은 구술과 실기시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 회전익 비행장치의 기초원리에 관한 사항
 - 기상·공역 및 비행장소에 관한 사항
 - 일반지식 및 비정상절차에 관한 사항

- 실기시험
 - 비행계획 및 비행 전 점검
 - 지상활주 (또는 이륙과 상승 또는 이륙동작)
 - 공중조작 (또는 비행동작)
 - 착륙조작 (또는 착륙동작)
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.2.11 동력패러글라이더 실기시험은 구술과 실기시험으로 구분하며, 세부범위는 아래와 같다.

- 구술시험
 - 동력패러글라이더의 기초원리에 관한 사항
 - 기상·공역 및 비행장소에 관한 사항
 - 일반지식 및 비정상절차에 관한 사항
- 실기시험
 - 비행계획 및 비행 전 점검
 - 지상활주 (또는 이륙과 상승 또는 이륙동작)
 - 공중조작 (또는 비행동작)
 - 착륙조작 (또는 착륙동작)
 - 비행 후 점검
 - 비정상절차 및 응급조치 등

4.9.3 초경량비행장치 종류별 실기시험 채점표

4.9.3.1 동력비행장치 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-2] 동력비행장치 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	기상과 이착륙장 및 주변 환경에 관련한 사항	
	4	항공 일반지식	
실기시험 (비행 전 절차)	5	점검항목	
	6	발동기의 시동 및 점검	
실기시험 (지상활주)	7	직진활주	
	8	고속활주	
실기시험 (이륙조작)	9	정풍 및 측풍 이륙	
	10	이륙 중 엔진 고장 및 이륙 포기	
실기시험 (공중조작)	11	상승 및 하강비행	
	12	직진수평비행	
	13	선회비행 및 저속도 비행	
	14	실속회복	
	15	비상조작	
실기시험 (착륙조작)	16	정풍 및 측풍 접근과 착륙	
	17	복행	
실기시험 (비행 후 점검)	18	착륙 후 점검	
	19	기체의 주기와 안전확보	
	20	비행기록	
실기시험 (종합능력)	21	계획성	
	22	판단력	
	23	규칙의 준수	
	24	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

Ⓜ 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.2 헬기라이더 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-3] 헬기라이더 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	항공법규 및 안전관리에 관한 사항	
	2	일반 기상의 이해에 관한 사항	
	3	장비 및 구조에 관한 사항	
	4	항공역학에 관한 사항	
	5	비행기술에 관한 사항	
실기시험 (비행 전 절차)	6	비행계획 및 비행 전 점검	
	7	비행 전 장비 점검	
	8	이륙 전 점검사항	
실기시험 (이륙)	9	이륙	
	10	비정상 상황 발생 시 이륙 중단	
실기시험 (공중조작)	11	상승비행	
	12	헬기라이더의 안정화 및 공중조작	
	13	표준 및 선회비행	
	14	활공자세	
	15	비상상황 및 대처방법	
	16	긴급하강법	
실기시험 (착륙조작)	17	착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	18	비행 후 점검	
	19	장비관리 및 비행기록	
실기시험 (종합능력)	20	계획성	
	21	판단력	
	22	규칙의 준수	
	23	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

⑩ 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.3 패러글라이더 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-4] 패러글라이더 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	항공법규 및 안전관리에 관한 사항	
	2	일반 기상의 이해에 관한 사항	
	3	장비 및 구조에 관한 사항	
	4	항공역학에 관한 사항	
	5	비행기술에 관한 사항	
실기시험 (비행 전 절차)	6	비행계획 및 비행 전 점검	
	7	비행 전 장비 점검	
	8	이륙 전 점검사항	
실기시험 (이륙)	9	이륙	
	10	비정상 상황 발생 시 이륙 중단	
실기시험 (공중조작)	11	상승비행	
	12	행글라이더의 안정화 및 공중조작	
	13	표준 및 선회비행	
	14	활공자세	
	15	비상상황 및 대처방법	
	16	긴급하강법	
실기시험 (착륙조작)	17	착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	18	비행 후 점검	
	19	장비관리 및 비행기록	
실기시험 (종합능력)	20	계획성	
	21	판단력	
	22	규칙의 준수	
	23	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

⑧ 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.4 낙하산류 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-5] 낙하산류 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	2인승 자유강하 기초 원리	
	2	2인승 강하 낙하산류 구조와 기능	
	3	공역제한 및 금지행위	
	4	강하관련 기상	
	5	강하 일반지식 및 비상절차	
실기시험 (비행 전 준비)	6	강하계획 및 사전 점검	
	7	낙하산류 및 기타 관련 장비 상태점검	
	8	착지 예정 장소 점검	
	9	강하 중 탑승객의 행동절차에 대한 교육	
실기시험 (이륙과 상승)	10	탑승객 하네스 결합자세, 순서 및 견고성 확인	
	11	탑승객 긴장해소를 위한 소통방법	
	12	항공기 이탈 시기 및 자세 연습	
	13	다른 강하자와의 강하절차 숙지 상태 확인	
	14	기능고장 대응절차 연습	
실기시험 (공중조작)	15	안정된 항공기 이탈 및 자세 유지	
	16	안정된 자유강하 자세유지 상태에서 드로우그(Drogue) 개방	
	17	드로우그(Drogue) 개방 후 장비검사	
	18	비 정상 자유강하 자세(스핀/롤)의 회복 능력	
	19	정확한 낙하산 개방자세 유지 및 고도준수	
실기시험 (착륙조작)	20	낙하산 산개 검사	
	21	착지지점 및 풍향·풍속 확인	
	22	탑승객의 신체 이상 유무 확인 및 탑승객 하네스 이완	
	23	안정된 낙하산 조종	
	24	안정된 착지	
실기시험 (비행 후 점검)	25	탑승자의 신체 이상 유무 확인	
	26	강하관련 특이사항 질의·응답	
	27	낙하산 회수 및 포장	
실기시험 (종합능력)	28	계획성	
	29	판단력	
	30	규정의 준수	
	31	낙하산 및 소요장비 취급의 적절성	
실기시험위원 의견			

® 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.5 유인자유기구 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-6] 유인자유기구 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	기상과 이착륙장 및 주변 환경에 관련한 사항	
	4	하중 산출 및 항공 일반지식	
	5	악기상을 포함한 기상정보와 비상 시 대처에 관련한 사항	
실기시험 (비행 전 준비)	6	장비 전개 및 검사	
	7	지상요원 BRIEFING	
	8	INFLATION	
실기시험 (이륙과 상승)	9	이륙 전 점검 및 탑승자 BRIEFING	
	10	계류비행(TETHERING) - 사업용에 한함	
	11	이륙	
	12	악기상을 포함한 비상상황 발생 시 이륙포기	
실기시험 (공중조작)	13	비행조종 능력	
	14	항법	
	15	연료의 운영	
	16	비상시 대책 및 절차 수행	
실기시험 (착륙조작)	17	착륙지 선정, 진입, 통과	
	18	착륙 전 점검 및 탑승자 BRIEFING	
	19	착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	20	비행 후 점검	
	21	기체의 정리	
	22	비행기록	
실기시험 (종합능력)	23	계획성	
	24	판단력	
	25	규칙의 준수	
	26	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

® 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.6 무인비행기 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-7] 무인비행기 1종 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	공역 및 비행장에 관련한 사항	
	4	일반지식 및 비상절차	
	5	이륙 중 엔진 고장 및 이륙 포기	
실기시험 (비행 전 절차)	6	점검항목	
	7	발동기의 시동 및 점검	
실기시험 (지상활주)	8	직진활주(저속활주)	
	9	고속활주 및 이륙	
실기시험 (공중조작)	10	직진수평비행	
	11	상승비행	
	12	선회비행 및 저속도 비행	
	13	실속 및 회복	
실기시험 (착륙조작)	14	비상조작 및 복행	
	15	정상접근 및 착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	16	비행 후 점검	
	17	비행기록	
실기시험 (종합능력)	18	계획성	
	19	판단력	
	20	규칙의 준수	
	21	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

® 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

[표 4-8] 무인비행기 2종 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	공역 및 비행장에 관련한 사항	
	4	일반지식 및 비상절차	
	5	이륙 중 엔진 고장 및 이륙 포기	
실기시험 (비행 전 절차)	6	점검항목	
	7	발동기의 시동 및 점검	
실기시험 (지상활주)	8	직진활주 (저속활주)	
	9	고속활주 및 이륙	
실기시험 (공중조작)	10	직진수평비행	
	11	선회비행 및 저속도 비행	
	12	비상조작 및 복행	
실기시험 (착륙조작)	13	정상접근 및 착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	14	비행 후 점검	
	15	비행기록	
실기시험 (종합능력)	16	계획성	
	17	판단력	
	18	규칙의 준수	
	19	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

® 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.7 무인헬리콥터 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-9] 무인헬리콥터 1종 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	공역 및 비행장에 관련한 사항	
	4	일반지식 및 비상절차	
	5	이륙 중 엔진 고장 및 이륙 포기	
실기시험 (비행 전 절차)	6	비행 전 점검	
	7	기체의 시동	
	8	이륙 전 점검	
실기시험 (이륙 및 공중조작)	9	이륙비행	
	10	공중 정지비행(호버링)	
	11	상승 및 하강비행	
	12	직진 및 후진 수평비행	
	13	좌우 수평비행	
	14	원주비행(러더턴)	
실기시험 (착륙조작)	15	비상조작	
	16	정상접근 및 착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	17	촉풍접근 및 착륙	
	18	비행 후 점검	
실기시험 (종합능력)	19	비행기록	
	20	안전거리 유지	
	21	계획성	
	22	판단력	
	23	규칙의 준수	
실기시험위원 의견	24	조작의 원활성	

® 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

제1부 항공법규

[표 4-10] 무인헬리콥터 2종 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	공역 및 비행장에 관련한 사항	
	4	일반지식 및 비상절차	
	5	이륙 중 엔진 고장 및 이륙 포기	
실기시험 (비행 전 절차)	6	비행 전 점검	
	7	기체의 시동	
	8	이륙 전 점검	
실기시험 (이륙 및 공중조작)	9	이륙비행	
	10	직진 및 후진 수평비행	
	11	좌우 수평비행	
실기시험 (마름모비행)	12	마름모비행	
	13	측풍접근 및 착륙	
실기시험 (착륙조작)	14	비행 후 점검	
	15	비행기록	
실기시험 (비행 후 점검)	16	안전거리 유지	
	17	계획성	
	18	판단력	
	19	규칙의 준수	
	20	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

4.9.3.8 무인멀티콥터 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-11] 무인멀티콥터 1종 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	공역 및 비행장에 관련한 사항	
	4	일반지식 및 비상절차	
	5	이륙 중 엔진 고장 및 이륙 포기	
실기시험 (비행 전 절차)	6	비행 전 점검	
	7	기체의 시동	
	8	이륙 전 점검	
실기시험 (이륙 및 공중조작)	9	이륙비행	
	10	공중 정지비행(호버링)	
	11	직진 및 후진 수평비행	
	12	삼각비행	
	13	원주비행(러더턴)	
실기시험 (착륙조작)	14	비상조작	
	15	정상접근 및 착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	16	촉풍접근 및 착륙	
	17	비행 후 점검	
실기시험 (종합능력)	18	비행기록	
	19	안전거리 유지	
	20	계획성	
	21	판단력	
	22	규칙의 준수	
실기시험위원 의견	23	조작의 원활성	

Ⓜ 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

제1부 항공법규

[표 4-12] 무인멀티콥터 2종 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	공역 및 비행장에 관련한 사항	
	4	일반지식 및 비상절차	
	5	이륙 중 엔진 고장 및 이륙 포기	
실기시험 (비행 전 절차)	6	비행 전 점검	
	7	기체의 시동	
	8	이륙 전 점검	
실기시험 (이륙 및 공중조작)	9	이륙비행	
	10	직진 및 후진 수평비행	
	11	삼각비행	
	12	마름모비행	
실기시험 (착륙조작)	13	측풍접근 및 착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	14	비행 후 점검	
	15	비행기록	
실기시험 (종합능력)	16	안전거리 유지	
	17	계획성	
	18	판단력	
	19	규칙의 준수	
	20	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

Ⓜ 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.9 무인비행선 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-13] 무인비행선 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	공역 및 비행장에 관련한 사항	
	4	풍향 및 풍속에 관련한 사항	
	5	일반지식 및 비상절차	
실기시험 (비행 전 절차)	6	비행 전 점검	
	7	발동기의 시동	
	8	이륙 전 점검	
실기시험 (이륙과 상승)	9	이륙 및 상승	
	10	비상상황 발생 시 이륙포기	
실기시험 (공중조작)	11	정지비행	
	12	상승비행	
	13	직진수평비행	
	14	표준 및 선회비행	
	15	비상조작	
실기시험 (착륙조작)	16	정상접근 및 착륙	
	17	촉풍접근 및 착륙	
실기시험 (비행 후 점검)	18	비행 후 점검	
	19	비행기록	
실기시험 (종합능력)	20	계획성	
	21	판단력	
	22	규칙의 준수	
	23	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

⑩ 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.10 회전익비행장치 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-14] 회전익비행장치 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	기상 및 비행장에 관련한 사항	
	4	항공 일반지식	
실기시험 (비행 전 절차)	5	점검 항목	
	6	발동기의 시동 및 점검	
	7	지상활주	
	8	이륙 전 점검	
실기시험 (이륙과 상승)	9	정상 및 촉풍이륙	
	10	롤링 이륙	
	11	이륙 중 엔진 고장 및 이륙포기	
실기시험 (공중조작)	12	상승 및 하강비행	
	13	직진수평비행	
	14	선회비행	
	15	정지비행	
	16	비상조작	
실기시험 (착륙조작)	17	정풍 및 촉풍 접근과 착륙	
	18	직진 오토로테이션 착륙	
	19	복행	
실기시험 (비행 후 점검)	20	착륙 후 점검	
	21	기체의 주기와 안전확보	
	22	비행기록	
실기시험 (종합능력)	23	계획성	
	24	판단력	
	25	규칙의 준수	
	26	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

® 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.9.3.11 동력패러글라이더 실기시험 영역 및 항목 채점표(예시)

[표 4-15] 동력패러글라이더 채점표

순번	구분	영역 및 항목	등급
구술시험	1	기체에 관련한 사항	
	2	조종자에 관련한 사항	
	3	기상과 이착륙장 및 주변 환경에 관련한 사항	
	4	항공 일반지식	
실기시험 (비행 전 준비)	5	비행 전 점검	
	6	발동기의 시동	
	7	이륙 전 점검	
실기시험 (이륙조작)	8	정풍 및 측풍이륙	
	9	이륙 중 엔진 고장 및 이륙포기	
실기시험 (비행조작)	10	비행조작	
	11	로 패스(LOW PASS)	
	12	슬라롬(SLALOM)	
	13	터치 앤 고(TOUCH AND GO)	
실기시험 (착륙조작)	14	착륙조작	
	15	비상조치	
실기시험 (비행 후 점검)	16	비행 후 점검	
	17	기체의 정리	
	18	비행기록	
실기시험 (종합능력)	19	계획성	
	20	판단력	
	21	규칙의 준수	
	22	조작의 원활성	
실기시험위원 의견			

® 초경량비행장치조종자 실기시험 표준서 (Practical Test Standards)

4.10 초경량비행장치 조종자 전문교육기관의 지정

국토교통부장관은 초경량비행장치 조종자를 양성하기 위하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 초경량비행장치 전문교육기관(이하 “초경량비행장치 전문교육기관”이라 한다)을 지정할 수 있으며, 초경량비행장치 조종자 전문교육기관으로 지정받으려는 자는 초경량비행장치 조종자 전문교육기관 지정신청서(항공안전법 시행규칙 별지 제120호서식)에 다음의 사항을 적은 서류를 첨부하여 한국교통안전공단에 제출하여야 한다.

- 전문교관의 현황
- 교육시설 및 장비의 현황
- 교육훈련계획 및 교육훈련규정

① 항공안전법 제126조(초경량비행장치 전문교육기관의 지정 등), 시행규칙 제307조(초경량비행장치 조종자 전문교육기관의 지정 등)
 (주) 초경량비행장치 전문교육기관의 지정 및 지정조건의 충족·유지 여부 확인에 관한 업무에 대하여 제135조(권한의 위임·위탁)에 따라 국토교통부장관은 한국교통안전공단법에 위탁되어 있다.

- 다음의 전문교관이 있을 것
 - 비행시간이 200시간(무인비행장치의 경우 조종경력이 100시간)이상이고, 국토교통부장관이 인정한 조종교육교관과정을 이수한 지도조종자 1명 이상
 - 비행시간이 300시간(무인비행장치의 경우 조종경력이 150시간)이상이고 국토교통부장관이 인정하는 실기평가과정을 이수한 실기평가조종자 1명 이상
- 다음의 시설 및 장비(시설 및 장비에 대한 사용권을 포함한다)를 갖출 것
 - 강의실 및 사무실 각 1개 이상
 - 출결 사항을 전자적으로 처리·관리하기 위한 단말기 1대 이상
 - 이륙·착륙 시설
 - 훈련용 비행장치 1대 이상
- 교육과목, 교육시간, 평가방법 및 교육훈련 규정 등 교육훈련에 필요한 사항으로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준을 갖출 것

① 항공안전법 제126조(초경량비행장치 전문교육기관의 지정 등), 시행규칙 제307조(초경량비행장치 조종자 전문교육기관의 지정 등), 초경량비행장치 조종자의 자격기준 및 전문교육기관 지정요령 (국토교통부 고시)

4.11 전문교육기관의 지정기준

초경량비행장치 조종자 전문교육기관의 지정 기준은 다음과 같다.

4.12 전문교육기관의 지정 취소

국토교통부장관은 초경량비행장치 전문교육기관으로 지정받은 자가 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 지정을 취소할 수 있다.

- 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 초경량비행장치 전문교육기관으로 지정받은 경우
 - 초경량비행장치 전문교육기관의 지정기준 중 국토교통부령으로 정하는 기준에 미달하는 경우
- Ⓜ 항공안전법 제126조(초경량비행장치 전문

교육기관의 지정 등), 초경량비행장치 조종자의 자격기준 및 전문교육기관 지정요령 (국토교통부 고시)

4.13 교육과목 및 교육시간

4.13.1 학과교육

비행장치 종류별 학과교육 과목 및 과목별 교육시간은 다음 표 4-16과 같다.

[표 4-16] 비행장치 종류별 학과과목 및 시간

구분	교육과목	교육시간
동력비행장치 회전익비행장치	1. 항공법규	2
	2. 항공기상	3
	3. 항공역학(비행이론)	8
	4. 비행운용 이론	7
계		20시간
무인비행기	1. 항공법규	2
	2. 항공기상	2
	3. 항공역학(비행이론)	5
	4. 비행운용 이론	11
계		20시간
유인자유기구 동력패러글라이더 무인비행선	1. 항공법규	2
	2. 항공기상	3
	3. 비행이론 및 운용	15
계		20시간
무인헬리콥터 무인멀티콥터	1. 항공법규	2
	2. 항공기상	2
	3. 항공역학(비행이론)	5
	4. 비행운용 이론	11
계		20시간

제1부 항공법규

4.13.2 실기교육

비행장치 종류별 실기교육 과목 및 과목별 교육시간은 다음 표 4-14, 4-15와 같다.

[표 4-17] 비행장치 종류별(무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터 제외) 실기과목 및 시간

구분	과목	동승 비행시간	단독 비행시간 (또는 기장시간)	교육시간
동력비행장치 유인자유기구 동력패러글라이더	1. 장주 이륙·착륙	8	3	11
	2. 공중 조작	5	2	7
	3. 비정상 및 비상절차	2	-	2
계		15시간	5시간	20시간
회전익비행장치	1. 장주 이착륙	5	2	7
	2. 공중 조작	3	2	1
	3. 지표부근에서의 조작	4	1	5
	4. 비정상 및 비상절차	3	-	3
계		15시간	5시간	20시간

(주) 무인헬리콥터 또는 무인멀티콥터는 실기교육전 모의비행 시뮬레이터를 이용한 비행교육을 20시간 이상 실시하여야 한다.

무인비행선	1. 장주 이륙·착륙	8	4	12
	2. 공중조작	4	2	6
	3. 비정상 및 비상절차	1	1	2
계		13시간	7시간	20시간

[표 4-18] 무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터 모의비행 시뮬레이터 교육시간

구분	1종	2종	3종
무인비행기 무인헬리콥터 무인멀티콥터	20	10	6

[표 4-19] 무인비행기 실기과목 및 시간

구분	과목	교관동반비행시간			단독비행시간		
		1종	2종	3종	1종	2종	3종
무인비행기	1. 장주 이착륙	4	2	1.5	4	2	1.5
	2. 공중조작	4	2	0.5	4	2	0.5
	3. 비정상 및 비상절차	2	1	1	2	1	1
계		10시간	5시간	3시간	10시간	5시간	3시간

[표 4-20] 무인헬리콥터, 무인멀티콥터 실기과목 및 시간

구분	과목	교관동반비행시간			단독비행시간		
		1종	2종	3종	1종	2종	3종
무인헬리콥터 무인멀티콥터	1. 장주 이착륙	2	1	0.5	3	2	1
	2. 공중조작	2	1	0.5	3	2	1
	3. 지표부근에서의 조작	3	1	0.5	6	2	2
	4. 비정상 및 비상절차	1	1	0.5	-	-	-
계		8시간	4시간	2시간	12시간	6시간	4시간

4.14 전문교육기관 관련 정보

초경량비행장치 전문교육기관 관련 정보에 대해서 <http://www.kaa.atims.kr/>에서 공고하고 있다.

The screenshot shows the homepage of the Korea Aviation Authority (KAA) ATIMS website. The main banner features an airplane flying over a sunset sky with the text "푸른 창공을 향한 당신의 미래를 만들어 갑니다" (We create your future in the blue sky). Below the banner is a navigation bar with icons for "이달의교육일정" (This month's education schedule), "입과자격신청" (Application for entry and qualification), "교육신청" (Education application), "접수증 출력" (Receipt printing), "결과 조회" (Result inquiry), "법정보수교육" (Legal education), "표준교재" (Standard textbook), and "항공일자리포털" (Aviation job portal). The footer contains sections for "공지사항" (Notice), "교육기관 NEWS" (Education institution news), and "상담시간" (Consultation time), which lists the schedule: Monday 09:00-18:00 (Tue-Fri), and Tuesday 12:00-13:00 (Sat, Sun, public holidays excluded). The contact number 031-489-5200 is also provided.

[그림 4-1] 전문교육기관 및 항공훈련기관 지정현황 홈페이지

(주) <http://www.kaa.atims.kr>

제5장

초경량비행장치의 비행승인 및 공역

5.1 초경량비행장치 비행제한공역

- 국토교통부장관이 초경량비행장치의 비행 안전을 위하여 필요하다고 인정하여 초경량

비행장치의 비행을 제한하는 공역(이하 “초경량비행장치 비행제한공역”이라 한다)을 지정 고시한 공역을 말한다.

Ⓜ 항공안전법 제127조(초경량비행장치 비행

ENR 5.5 AERIAL SPORTING AND RECREATIONAL ACTIVITIES

1. Ultralight vehicle flight areas
 * The entire area within Incheon FIR is designated as Ultralight vehicle flight restricted area except areas listed in the below table.
 * : Unmanned Aerial Vehicles only, * : Airpark for Light aircraft and Ultralight vehicle exist.

Designation and lateral limits	Vertical limits	Operator/User Tel NR	Remarks and time of ACT
(UA 2) GUSEONGSAN Circle with radius of 1.8 km (1.0NM) centered on 354421N 1270027E	500 ft AGL SFC		
(UA 3) YAGSAN Circle with radius of 0.7 km (0.4NM) centered on 354421N 1282502E	500 ft AGL SFC		
(UA 4) BONGHwasan Circle with radius of 4.0 km (2.2NM) centered on 353731N 1290532E	500 ft AGL SFC		
(UA 5) DEOKDUSAN Circle with radius of 4.5 km (2.4NM) centered on 350441N 1273137E	500 ft AGL SFC		
(UA 6) GUMSAN Circle with radius of 2.1 km (1.1NM) centered on 344411N 1275852E	500 ft AGL SFC		
(UA 9) HANGPYEONG 373010N 127200E - 373010N 127200E - 372700N 127200E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 10) GONGCHANG Circle with radius of 4.0 km (2.2NM) centered on 352311N 128435E	500 ft AGL SFC		
(UA 14) GONGJU 363030N 127003E - 363002N 127071E - 362604N 127005E - 362729N 126570E - to the beginning	500 ft AGL SFC		
(UA 19) SŬHWŬO 371751N 128421E - 371724N 128500E - 371430N 128500E - 371315N 128469E - 371245N 128442E - 371244N 126334E - 371414N 126331E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 21) DWANG JANG SAN Circle with radius of 3.0 km (1.6NM) centered on 352658N 1264417E	500 ft AGL SFC		
(UA 24) GUJOA Circle with radius of 2.8 km (1.5NM) centered on 332841N 1264922E	500 ft AGL SFC		
(UA 25) HADONG 360181N 127432E - 360145N 1274741E - 349915N 1274738E - 349916N 1274342E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 26) JANG AM SAN 372330N 129241E - 372410N 1282810E - 372153N 1282810E - 372211N 1282331E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 27) MUKSAN Circle with radius of 1.2 km (0.7NM) centered on 331800N 1263318E	500 ft AGL SFC		

ENR 5.5 AERIAL SPORTING AND RECREATIONAL ACTIVITIES

Designation and lateral limits	Vertical limits	Operator/User Tel NR	Remarks and time of ACT
(UA 28) SEOUNSAN Circle with radius of 2.0 km(1.1NM) centered on 365550N 1271659E	500 ft AGL SFC		
(UA 29) OCHON Circle with radius of 2.0 km(1.1NM) centered on 365711N 1271716E	500 ft AGL SFC		
(UA 30) BUKJWA Circle with radius of 2.0 km(1.1NM) centered on 370242N 1271940E	500 ft AGL SFC		
(UA 31) CHEONGNA 373354N 1263730E - 373400N 1263744E - 373351N 1263750E - 373345N 1263736E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 32) TOECHON Circle with radius of 0.3 km(0.2 NM) centered on 372800N 1271809E	500 ft AGL SFC		
(UA 33) BYEONCHEON- CHEON 363804N 1272103E - 363800N 1272111E - 363850N 1272106E - 363852N 1272059E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 34) MHO-CHEON 363710N 1272048E - 363700N 1272105E - 363636N 1272049E - 363650N 1272038E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 35) GWHAE 352071N 1284815E - 352101N 1284825E - 352047N 1284833E - 352043N 1284823E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 36) MRYANG 352801N 1284642E - 352729N 1284714E - 352717N 1284695E - 352750N 1284627E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 37) CHANGWON 362280N 128356E - 362238N 1283931E - 362218N 1283931E - 362213N 1283921E - 362213N 1283956E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 38) ULJU 353129N 1290947E - 353128N 1290907E - 353130N 1291015E - 353129N 1291008E - 353124N 1291001E - 353125N 1290946E - to the beginning	500 ft AGL SFC		
(UA 39) GŬJAE 354435N 1265304E - 354454N 1265217E - 354450N 1265303E - 354479N 1265426E - 354420N 1265408E - 354439N 1265331E - to point of origin	500 ft AGL SFC		
(UA 40) GORYEONG Circle with radius of 80 m(0.05 NM) centered on 355348N 1262809E	500 ft AGL SFC		
(UA 41) DAEJEON 362754N 1272326E - 362757N 1272427E - 362710N 1272436E - 362707N 1272306E - to the beginning	500 ft AGL SFC	DAEJEON CITY Tel : 042-260-3419	Active : 0900 - 1600(KST)
(UA 42) GWANGJU Circle with radius of 50 m(0.03 NM) centered on 351318N 1265142E	500 ft AGL SFC	KOTSA Tel : 031-645-2108	Only for Unmanned Aerial Vehicle practical test Active : TUE-WED 0900 - 1800(KST)
(UA 43) YEONGWOL 371036N 1282738E - 371031N 1282745E - 371028N 1282743E - 371034N 1282737E - to the beginning	500 ft AGL SFC	KOTSA Tel : 031-645-2108	Only for Unmanned Aerial Vehicle practical test Active : TUE-WED 0900 - 1800(KST)

[그림 5-1] 초경량비행장치 비행공역 AIP ENR 5.5 Aerial Sporting And Recreational Activities

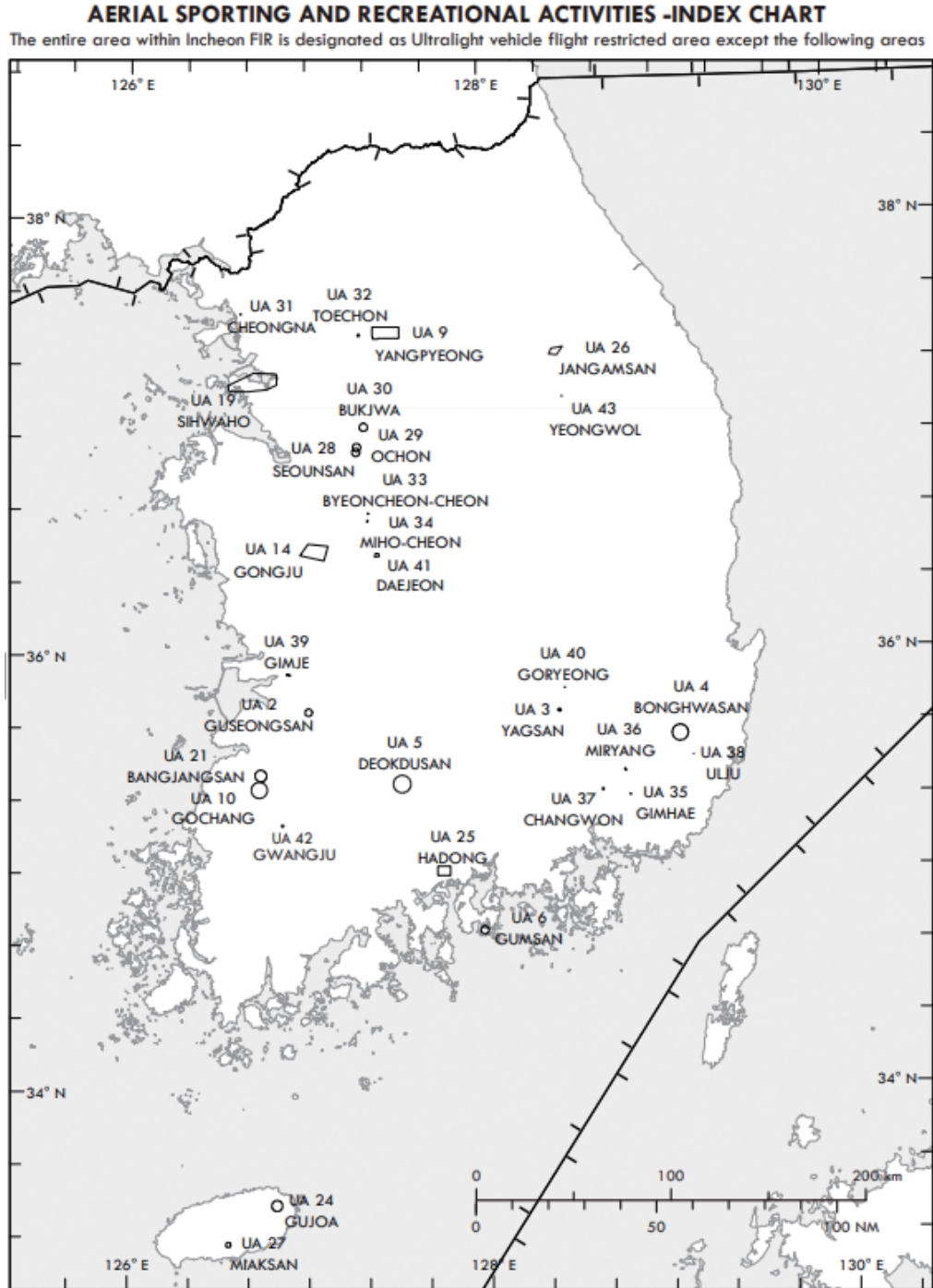
(Effective : 1600UTC 23 FEB 2022)

* : Unmanned Aerial Vehicles only.(UA 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40)

** : Airpark for Light aircraft and Ultralight vehicle exist.(UA 20, 22, 23)

(주) 표기된 초경량비행장치 비행공역을 제외한 모든 공역이 초경량비행장치 비행제한공역이다.

[그림 5-2] 초경량비행장치 비행공역 AIP ENR 6.1 EN-ROUTE CHARTS(including Index charts)
(Effective : 1600UTC 23 FEB 2022)]



(주) 그림에 표기된 초경량비행장치 비행공역을 제외한 모든 공역이 초경량비행장치 비행제한공역이다.

○ 초경량비행장치 비행제한공역에 대하여 AIP(Aeronautical Information Publication) ENR 5.5 Aerial Sporting And Recreational Activities에서 초경량비행장치가 비행승인 없이 주간에 비행할 수 있는 공역과 비행고도(지면부터 500ft)에 대하여 공고하고 있으며, 그 밖의 인천비행정보구역(FIR)은 초경량비행장치 비행제한공역으로 명시하고 있다.

5.2 초경량비행장치 비행승인

5.2.1 초경량비행장치 비행제한공역에서의 비행승인

동력비행장치 등 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 국토교통부장관이 고시하는 초경량비행장치 비행제한공역에서 비행하려는 사람은 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 미리 국토교통부장관으로부터 비행승인을 받아야 한다.

- 비행승인을 받아야 하는 초경량비행장치 종류는 다음과 같다.
 - 동력비행장치
 - 회전익비행장치
 - 동력패러글라이더
 - 무인비행기(최대이륙중량 25kg 초과 자체중량 150kg 이하)
 - 무인헬리콥터(최대이륙중량 25kg 초과

자체중량 150kg 이하)

- 무인멀티콥터(최대이륙중량 25kg 초과 자체중량 150kg 이하)
 - 무인비행선(길이 7m 초과 20m 이하, 자체중량 12kg 초과 180kg 이하)
 - 행글라이더(사업용에 한함)
 - 패러글라이더(사업용에 한함)
 - 낙하산류(사업용에 한함)
 - 유인자유기구
 - 무인자유기구(사업용에 한함)
 - 계류식 기구(사업용에 한함)
- 비행승인 제외 대상 초경량비행장치 종류는 다음과 같다.
- 행글라이더, 패러글라이더(사업용 제외)
 - 무인자유기구(사업용 제외)
 - 낙하산류(사업용 제외)
 - 계류식 기구(150m 미만의 고도에서 운영)
 - 비료 또는 농약 살포, 씨앗 뿌리기 등 농업 지원에 사용하는 무인비행장치로서 관제권, 비행금지구역 및 비행제한구역 외의 공역에서 비행하는 무인비행장치
 - 가축전염병의 예방 또는 확산 방지를 위하여 소독·방역업무 등에 긴급하게 사용하는 무인비행장치
 - 최대이륙중량이 25kg 이하인 무인동력비행장치(무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터)
 - 자체중량이 12kg 이하이고 길이가 7m

이하인 무인비행선

- 그 밖에 국토교통부장관이 정하여 고시하는 초경량비행장치

Ⓜ 항공안전법 제127조(초경량비행장치 비행 승인), 시행규칙 제308조(초경량비행장치의 비행승인)

5.2.2 비행장 및 이착륙장 주변에서의 비행승인

○ 비행승인 제외 : 비행장 및 이착륙장의 주변 등 대통령령으로 정하는 다음의 어느 하나에 해당하는 제한된 범위에서 비행하려는 경우에는 초경량비행장치 비행승인이 제외된다.

- 비행장(군 비행장은 제외한다)의 중심으로부터 반지름 3km 이내의 지역의 고도 500ft 이내의 범위(해당 비행장에서 항공교통업무를 수행하는 자와 사전에 협의가 된 경우에 한정한다)
- 이착륙장의 중심으로부터 반지름 3km 이내의 지역의 고도 500ft 이내의 범위(해당 이착륙장을 관리하는 자와 사전에 협의가 된 경우에 한정한다)

Ⓜ 항공안전법 제127조(초경량비행장치 비행 승인), 시행령 제25조(초경량비행장치 비행 승인 제외 범위)

○ 비행승인 필요 : 비행장 및 이착륙장의 주변 등에서 비행승인 대상이 아닌 경우라 하더라도 다음의 어느 하나에 해당하는 경우

에는 국토교통부장관의 비행승인을 받아야 한다.

- 사람 또는 건축물이 밀집된 지역: 해당 초경량비행장치를 중심으로 수평거리 150미터(500피트) 범위 안에 있는 가장 높은 장애물의 상단에서 150미터 이상에서 비행하는 경우
- 사람 또는 건축물이 밀집된 지역 외의 지역: 지표면·수면 또는 물건의 상단에서 150미터 이상에서 비행하는 경우
- 관제공역 중 관제권과 통제공역 중 비행 금지구역에서 비행하는 경우

Ⓜ 항공안전법 제127조(초경량비행장치 비행 승인), 시행규칙 제308조(초경량비행장치의 비행승인)

5.2.3 비행승인신청서

초경량비행장치를 사용하여 비행제한공역을 비행하려는 사람은 초경량비행장치 비행승인신청서(항공안전법 시행규칙 별지 제122호서식)를 지방항공청장에게 제출하여야 한다. 이 경우 비행승인신청서는 서류, 팩스 또는 정보통신망을 이용하여 제출할 수 있다.

지방항공청장은 제출된 초경량비행장치 비행승인신청서를 검토한 결과 비행안전에 지장을 주지 아니한다고 판단되는 경우에는 이를 승인하여야 한다. 이 경우 동일지역에서 반복적으로 이루어지는 비행에 대해서는 12개월의 범위에서

비행시간을 명시하여 승인할 수 있다.

⑮ *항공안전법 시행규칙 제308조(초경량비행 장치의 비행승인)*

5.2.4 무인자유기구의 비행허가 신청

- 무인자유기구의 비행허가를 받은 자는 국토교통부장관이 정하여 고시하는 무인자유기구 운영절차에 따라 무인자유기구를 비행시켜야 한다.
- 초경량비행장치 조종자는 무인자유기구를 비행시키려는 자는 무인자유기구 비행허가 신청서(항공안전법 시행규칙 별지 제123호서식)에 다음의 사항을 적은 서류를 첨부하여 지방항공청장에게 신청하여야 한다.
 - 성명 · 주소 및 연락처
 - 기구의 등급 · 수량 · 용도 및 식별표지
 - 비행장소 및 회수장소
 - 예정비행시간 및 회수(완료)시간
 - 비행방향, 상승속도 및 최대고도
 - 고도 18,000m(60,000ft) 통과 또는 도달 예정시간 및 그 위치
 - 그 밖에 무인자유기구의 비행에 참고가 될 사항
- ⑮ *항공안전법 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항), 시행규칙 제311조(무인자유기구의 비행허가 신청 등)*

5.3 공역

5.3.1 정의

- “비행정보구역”이란 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 안전하고 효율적인 비행과 수색 또는 구조에 필요한 정보를 제공하기 위한 공역(空域)으로서 「국제민간항공협약」 및 같은 협약 부속서에 따라 국토교통부장관이 그 명칭, 수직 및 수평 범위를 지정 · 공고한 공역을 말한다.
- “영공”(領空)이란 대한민국의 영토와 「영해 및 접속수역법」에 따른 내수 및 영해의 상공을 말한다.
- “항공로”란 국토교통부장관이 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 항행에 적합하다고 지정한 지구의 표면상에 표시한 공간의 길을 말한다.
- “관제권”(管制圈)이란 비행장 또는 공항과 그 주변의 공역으로서 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관이 지정 · 공고한 공역을 말한다.
- 관제구(管制區)란 지표면 또는 수면으로부터 200미터 이상 높이의 공역으로서 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관이 지정 · 공고한 공역을 말한다.
- “비행장”이란 항공기 · 경량항공기 · 초경량비행장치의 이륙[이수(離水)]를 포함한다]과 착륙[착수(着水)]를 포함한다]을 위하여 사용

되는 육지 또는 수면(水面)의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

- “공항”이란 공항시설을 갖춘 공공용 비행장으로서 국토교통부장관이 그 명칭·위치및 구역을 지정·고시한 것을 말한다.
- “이착륙장”이란 비행장 외에 경량항공기 또는 초경량비행장치의 이륙 또는 착륙을 위하여 사용되는 육지 또는 수면의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

⑱ 항공안전법 제2조(정의), 공항시설법 제2조(정의)

5.3.2 공역 등의 지정

국토교통부장관은 공역을 체계적이고 효율적으로 관리하기 위하여 비행정보구역을 다음의 공역으로 구분한다.

- 관제공역 : 항공교통의 안전을 위하여 항공기의 비행 순서·시기 및 방법 등에 관하여 국토교통부장관 또는 항공교통업무증명을 받은 자의 지시를 받아야 할 필요가 있는 공역으로서 관제권 및 관제구를 포함하는 공역
- 비관제공역 : 관제공역 외의 공역으로서
- 항공기의 조종사에게 비행에 관한 조언·비행정보 등을 제공할 필요가 있는 공역
- 통제공역 : 항공교통의 안전을 위하여 항공

기의 비행을 금지하거나 제한할 필요가 있는 공역

- 주의공역 : 항공기의 조종사가 비행 시 특별한 주의·경계·식별 등이 필요한 공역
- ⑲ 항공안전법 제78조(공역 등의 지정)

5.3.3 제공하는 항공교통업무에 따라 다음 표와 같이 구분한다.

[표5-1]제공하는 항공교통업무에 따른공역구분

구분	내용	
관제 공역	A등급 공역	모든 항공기가 계기비행을 해야 하는 공역
	B등급 공역	계기비행 및 시계비행을 하는 항공기가 비행 가능하고, 모든 항공기에 분리를 포함한 항공교통관제업무가 제공되는 공역
	C등급 공역	모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 시계비행을 하는 항공기 간에는 교통정보만 제공되는 공역
	D등급 공역	모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 계기비행을 하는 항공기와 시계비행을 하는 항공기 및 시계비행을 하는 항공기 간에는 교통정보만 제공되는 공역
	E등급 공역	계기비행을 하는 항공기에 항공교통관제업무가 제공되고, 시계비행을 하는 항공기에 교통정보가 제공되는 공역
비관제 공역	F등급 공역	계기비행을 하는 항공기에 비행정보업무와 항공교통조업업무가 제공되고, 시계비행항공기에 비행정보업무가 제공되는 공역
	G등급 공역	모든 항공기에 비행정보업무만 제공되는 공역

5.3.4 공역의 사용목적에 따라 다음 표와 같이 구분한다.

[표5-2]공역의사용목적에따른구분

구분		내용
관제공역	관제권	「항공안전법」 제2조제25호에 따른 공역으로서 비행정보구역 내의 B, C 또는 D 등급 공역 중에서 시계 및 계기비행을 하는 항공기에 대하여 항공교통관제업무를 제공하는 공역
	관제구	항공안전법」 제2조제26호에 따른 공역(항공로 및 접근관제구역을 포함한다)으로서 비행정보구역 내의 A, B, C, D 및 E등급 공역에서 시계 및 계기비행을 하는 항공기에 대하여 항공교통관제업무를 제공하는 공역
	비행장 교통구역	「항공안전법」 제2조제25호에 따른 공역 외의 공역으로서 비행정보구역 내의 D 등급에서 시계비행을 하는 항공기 간에 교통정보를 제공하는 공역
비관제공역	조연구역	항공교통조언업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
	정보구역	비행정보업무가 제공되도록 지정된 비관제공역
통제공역	비행금지구역	안전, 국방상, 그 밖의 이유로 항공기의 비행을 금지하는 공역
	비행제한구역	항공사격·대공사격 등으로 인한 위험으로부터 항공기의 안전을 보호하거나 그 밖의 이유로 비행허가를 받지 않은 항공기의 비행을 제한하는 공역
	초경량비행장치 비행제한구역	초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위하여 초경량비행장치의 비행활동에 대한 제한이 필요한 공역
주의공역	훈련구역	민간항공기의 훈련공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	군작전구역	군사작전을 위하여 설정된 공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역
	위험구역	항공기의 비행시 항공기 또는 지상시설물에 대한 위험이 예상되는 공역
	경계구역	대규모 조종사의 훈련이나 비정상 형태의 항공활동이 수행되는 공역

④ 항공안전법 제78조(공역 등의 지정), 시행규칙 제221조(공역의 구분·관리 등), 별표 23

제6장

초경량비행장치 조종자 등의 준수사항

6.1 초경량비행장치 사고

- “초경량비행장치사고”란 초경량비행장치를 사용하여 비행을 목적으로 이륙[이수(離水)]를 포함한다. 이하 같다]하는 순간부터 착륙[착수(着水)]를 포함한다. 이하 같다]하는 순간까지 발생한 다음의 어느 하나에 해당하는 것으로서 국토교통부령으로 정하는 것을 말한다.
 - 초경량비행장치에 의한 사람의 사망, 중상 또는 행방불명
 - 초경량비행장치의 추락, 충돌 또는 화재 발생
 - 초경량비행장치의 위치를 확인할 수 없거나 초경량비행장치에 접근이 불가능한 경우
- 초경량비행장치 조종자는 초경량비행장치 사고가 발생하였을 때에는 지체 없이 국토교통부장관에게 그 사실을 보고하여야 한다. 다만, 초경량비행장치 조종자가 보고할 수 없을 때에는 그 초경량비행장치소유자등이 초경량비행장치사고를 보고하여야 한다.
 - 초경량비행장치사고를 일으킨 조종자 또는 그 초경량비행장치의 소유자등은 다

음의 사항을 지방항공청장에게 보고하여야 한다.

- 조종자 및 초경량비행장치소유자등의 성명 또는 명칭
- 사고가 발생한 일시 및 장소
- 초경량비행장치의 종류 및 신고번호
- 사고의 경위
- 사람의 사상 또는 물건의 파손 개요
- 사상자의 성명 등 사상자의 인적사항 파악을 위하여 참고가 될 사항

⑩ 항공안전법 제2조(정의)제8호(초경량비행장치사고), 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항), 시행규칙 제312조(초경량비행장치사고의 보고 등)

6.2 초경량비행장치 조종자의 준수사항

- 초경량비행장치 조종자는 초경량비행장치로 인하여 인명이나 재산에 피해가 발생하지 아니하도록 다음의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다.
 - 인명이나 재산에 위협을 초래할 우려가 있는 낙하물을 투하(投下)하는 행위

- 인구가 밀집된 지역이나 그 밖에 사람이 많이 모인 장소의 상공에서 인명 또는 재산에 위험을 초래할 우려가 있는 방법으로 비행하는 행위
- 사람 또는 건축물이 밀집된 지역의 상공에서 건축물과 충돌할 우려가 있는 방법으로 근접하여 비행하는 행위
- 안개 등으로 인하여 지상목표물을 육안으로 식별할 수 없는 상태에서 비행하는 행위
- 일몰 후부터 일출 전까지의 야간에 비행하는 행위 (다만, 최저비행고도 150m미만의 고도에서 운영하는 계류식 기구 또는 시험비행 등 국토교통부 허가를 받아 비행하는 초경량비행장치는 제외한다)
- 관제구역 · 통제구역 · 주의구역에서 비행하는 행위. 다만, 항공안전법에 따라 비행승인을 받은 경우와 다음의 행위는 제외한다.
 - 군사목적으로 사용되는 초경량비행장치를 비행하는 행위
 - 관제권 또는 비행금지구역이 아닌 곳에서 최저비행고도 150m 미만의 고도에서 안전성인증을 받지 아니하는 무인비행장치(무인비행기, 무인헬리콥터 또는 무인멀티콥터 중 최대이륙중량이 25kg 이하, 무인비행선 자체중량 12kg 길이 7m 이하)의 비행 행위
- 주류등의 영향으로 조종업무를 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 조종하는 행위 또는 비행 중 주류등을 섭취하거나 사용하는 행위
- 지표면 또는 장애물과 가까운 상공에서 360도 선회하는 등 조종자의 인명에 위험을 초래할 우려가 있는 방법으로 패러글라이더를 비행하는 행위
- 그 밖에 비정상적인 방법으로 비행하는 행위
- 아래의 표 6-1(항공안전법 시행규칙 별표 24)에 따른 비행시정 및 구름으로부터의 거리 기준을 위반하여 비행하는 행위
 - 초경량비행장치 조종자는 항공기 또는 경량항공기를 육안으로 식별하여 미리 피할 수 있도록 주의하여 비행하여야 한다.
 - 동력을 이용하는 초경량비행장치 조종자는 모든 항공기, 경량항공기 및 동력을 이용하지 아니하는 초경량비행장치(행글라이더, 패러글라이더, 낙하산, 기구류)에 대하여 진로를 양보하여야 한다.
 - 무인비행장치 조종자는 해당 무인비행장치를 육안으로 확인할 수 있는 범위에서 조종하여야 한다. 다만, 국토교통부장관의 허가를 받아 비행하는 경우는 제외한다.
 - 초경량비행장치 조종자는 무인자유기구를 비행시켜서는 아니 된다. 다만, 국토교통부장관의 허가를 받아 비행하는 경우는 제외한다.

[표 6-1] 시계상의 양호한 기상상태(항공안전법 시행규칙 별표 24)

고도	공역	비행시정	구름으로부터의 거리
1. 해발 10,000피트 이상	B·C·D·E·F 및 G등급	5천m	수평으로 1,500m, 수직으로 1,000피트
2. 해발 10,000피트 미만에서 해발 3,000피트 또는 장애물 상공 1,000피트 중 높은 고도 초과	B·C·D·E·F 및 G등급	5천m	수평으로 1,500m, 수직으로 1,000피트
3. 해발 3,000피트 또는 장애물 상공 1,000피트 중 높은 고도 이하	B·C·D 및 E등급	5천m	수평으로 1,500m, 수직으로 1,000피트
	F 및 G등급	5천m	지표면 육안 식별 및 구름을 피할 수 있는 거리

비고 : 다음 각 호의 경우에는 제3호 F 및 G등급 공역의 비행시정을 1,500m까지 적용할 수 있다.

1. 우세시정(prevaling visibility) 하에서 다른 항공기나 장애물을 보고 피할 수 있을 정도의 속도로 움직이는 경우
2. 그 지역 내의 항공교통량이나 업무량이 적어 다른 항공기와 마주칠 확률이 낮은 경우

⑩ 항공안전법 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항), 시행규칙 제310조(초경량비행장치 조종자의 준수사항), 별표 24

(*) “관제권(管制圈)이란 비행장 또는 공항과 그 주변의 공역으로서 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관이 지정·공고한 공역을 말한다.

- 무인비행장치 조종자는 무인비행장치를 사용하여 「개인정보 보호법」 제2조제1호에 따른 개인정보(이하 “개인정보”라 한다) 또는 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 개인위치정보(이하 “개인위치정보”라 한다) 등 개인의 공적·사적 생활과 관련된 정보를 수집하거나 이를 전송하는 경우 타인의 자유와 권리를 침해하지 아니하도록 하여야 하며 형식, 절차 등 세부적인 사항에 관하여는 각각 해당 법률에서 정하는 바에 따른다.
- 항공레저스포츠사업에 종사하는 초경량비행장치 조종자는 다음의 사항을 준수하여야 한다.
 - 비행 전에 해당 초경량비행장치의 이상

유무를 점검하고, 이상이 있을 경우에는 비행을 중단할 것

- 비행 전에 비행안전을 위한 주의사항에 대하여 동승자에게 충분히 설명할 것
- 해당 초경량비행장치의 제작자가 정한 최대이륙중량을 초과하지 아니하도록 비행할 것
- 탑승자의 인적사항(성명, 생년월일 및 주소), 사고 발생 시 비상연락·보고체계 등에 관한 사항을 기록하고 유지할 것
- 패러글라이더, 동력패러글라이더 및 기구류 중 계류식으로 운영되지 않는 기구류의 경우 해당 초경량비행장치의 제작사 매뉴얼에 따른 비행 전·후 점검결과 및 조치에 관한 사항, 기상정보에 관

한 사항, 비행 시작·종료시간, 이륙·착륙장소, 비행경로 등 비행에 관한 사항을 추가적으로 조종자만 기록·유지한다.

- 무인비행장치 조종자로서 야간에 비행 등을 위하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 승인을 받은 자는 그 승인 범위 내에서 비행할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 국토교통부장관이 고시하는 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준에 적합한지 여부를 검사하여야 한다.

④ *항공안전법 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항), 시행규칙 제310조(초경량비행장치 조종자의 준수사항)*

6.3 무인비행장치의 특별비행승인

6.3.1 정의

“무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준”(국토교통부 고시)에서 사용하는 용어의 정의

- “특별비행”이란 야간 비행 및 가시권 밖 비행 관련 전문검사기관의 검사 결과 국토교통부장관이 고시하는 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준(이하 “특별비행 안전기준”이라 한다)에 적합하다고 판단되는 경우에 국토교통부장관이 그 범위를 정하여 승

인하는 비행을 말한다.

- “야간 비행”이란 일몰 후부터 일출 전까지의 야간에 비행하는 행위를 말한다.
- “가시권 밖 비행”이란 무인비행장치 조종자가 해당 무인비행장치를 육안으로 확인할 수 있는 범위의 밖에서 조종하는 행위를 말한다.
- “안전기준 검사”란 국토교통부장관이 특별비행승인 신청서를 접수한 경우에 해당 특별비행승인 신청이 특별비행 안전기준에 적합한지 여부를 확인하기 위하여 실시하는 검사를 말한다.
- “자동안전장치(Fail-Safe)”란 무인비행장치 비행 중 통신두절, 저 배터리, 시스템 이상 등이 발생하는 경우에 해당 무인비행장치가 안전하게 귀환(return to home)하거나 낙하(낙하산·에어백 등)할 수 있게 하는 장치를 말한다.
- “충돌방지기능”이란 비행 중인 무인비행장치가 장애물을 감지하여 장애물을 회피할 수 있도록 하는 기능을 말한다.
- “충돌방지등”이란 비행 중인 무인비행장치의 충돌방지를 위하여 주변의 다른 무인비행장치나 항공기 등에서 해당 무인비행장치를 인식할 수 있도록 하는 무선 표지 장치를 말한다.
- “시각보조장치(First Person View)”란 영상송신기를 통하여 무인비행장치 시점에서 촬영한 영상을 해당 무인비행장치의 조종자

등이 실시간으로 확인할 수 있도록 하는 장치를 말한다.

㉔ 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준(국토교통부 고시)

6.3.2 야간에 비행하거나 육안으로 확인할 수 없는 범위에서 비행하려는 자는 무인비행장치 특별비행승인 신청서(항공안전법 시행규칙 별지 제123호의2서식)에 다음의 서류를 첨부하여 지방항공청장에게 제출하여야 한다.

- 무인비행장치의 종류·형식 및 제원에 관한 서류 : 해당 무인비행장치의 종류·형식, 무게(최대이륙중량 및 자체중량)·크기 등 제원에 관한 서류(무인비행장치의 전체 및 측면 사진을 포함하며 무인비행장치에 카메라·GPS 위치 발신기 등이 장착되는 경우에는 그 종류·형식 및 무게·크기 등 제원에 관한 서류
 - 무인비행장치의 성능 및 운용한계에 관한 서류 : 무인비행장치의 최대비행고도·운영시간 등 성능, 자동안전장치·충돌방지 등 기능 및 운용한계에 관한 서류(특별비행승인을 받고자 하는 경우 비행종류별로 해당 무인비행장치가 특별비행 안전기준(무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준의 별표 1)에 따라 필요한 기능을 충족함을 증명하는 서류
 - 무인비행장치의 조작방법에 관한 서류 : 무인비행장치의 시각보조장치 및 수동·자동·반자동 비행 기능 등의 조작방법에 관한 서류
 - 무인비행장치의 비행절차, 비행지역, 운영인력 등이 포함된 비행계획서 : 무인비행장치 특별비행의 목적, 방식, 일시 또는 기간, 장소, 횟수, 절차, 비행경로·고도·시간, 책임자, 운영인력 및 역할분담 등을 포함한 비행계획서
 - 안전성인증서(초경량비행장치 안전성인증 대상에 해당하는 무인비행장치에 한정한다)
 - 무인비행장치의 안전한 비행을 위한 무인비행장치 조종자의 조종 능력 및 경력 등을 증명하는 서류
 - 해당 무인비행장치 사고에 따른 제3자 손해 발생 시 손해배상 책임을 담보하기 위한 보험 또는 공제 등의 가입을 증명하는 서류(항공사업법에 따라 보험 또는 공제에 가입하여야 하는 자로 한정한다)
 - 항공안전법 시행규칙 별지 제122호서식의 초경량비행장치 비행승인신청서
 - 비상상황 매뉴얼 및 운영인력의 비상상황 훈련 이수 증빙서류
 - 무인비행장치 이·착륙장의 조명 및 장애물 등 현황에 관한 서류(이·착륙장 사진 포함)
 - 그 밖에 별표의 특별비행 안전기준에 적합함을 입증할 수 있는 서류
- ㉕ 항공안전법 시행규칙 제312조의2(무인비행장치의 특별비행승인), 무인비행장치 특

별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준(국토교통부 고시)

6.3.3 국토교통부장관은 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준에 적합한지 여부를 검사한 후 적합하다고 인정하는 경우에는 항공안전의 확보 또는 인구밀집도, 사생활 침해 및 소음 발생 여부 등 주변 환경을 고려하여 필요하다고 인정되는 경우 비행일시, 장소, 방법 등을 정하여 승인할 수 있다.

㉔ 항공안전법 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항), 시행규칙 제312조의2(무인비행장치의 특별비행승인)

6.3.4 무인비행장치 특별비행승인을 위하여 필요한 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다.

㉔ 항공안전법 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항), 시행규칙 제312조의2(무인비행장치의 특별비행승인), 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준(국토교통부 고시)

6.3.4.1 무인비행장치 특별비행 안전기준의 공통사항 주요내용은 다음과 같다.

- 이/착륙장 및 비행경로에 있는 장애물이 비행 안전에 영향을 미치지 않아야 함
- 자동안전장치(Fail-Safe)를 장착함
- 충돌방지기능을 탑재함

- 추락 시 기체의 위치를 파악할 수 있는 위치 발신 기능을 갖추어야 함
- 비상절차, 비상연락망, 교육훈련계획, 사고보고체계 등을 포함한 비상대응 매뉴얼을 갖추어야 함

㉔ 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준의 별표 1

6.3.4.2 무인비행장치 특별비행 안전기준의 야간비행 주요내용은 다음과 같다.

- 조종자가 무인비행장치를 지속적으로 주시할 수 없을 경우(촬영, 고글 FPV 비행 등) 한명 이상의 관찰자를 배치해야 함
- 5km 밖에서 인식가능한 정도의 충돌방지 등(지속 또는 점멸방식)을 장착하여 전후좌우 식별이 가능하여야 함
- 자동 비행 기능을 갖추어야 함
- 시각보조장치(적외선 카메라 등) 등을 장착하여 비행 중 주변 환경(장애물 등)을 확인할 수 있어야 함(다만, 지오펜스 및 지상통제시스템(GCS)를 통해 자동제어에 의해 비행하거나, 건물 등 간접 조명으로 시야가 확보된 경우에는 제외할 수 있음)
- 이/착륙장 주변에 일반인의 접근을 통제하거나 조명시설을 갖추어 안전을 확보하여야 함

㉔ 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준의 별표 1

6.3.4.3 무인비행장치 특별비행 안전기준의 비

가시비행 주요내용은 다음과 같다.

- 조종자의 가시권을 벗어나는 범위의 비행 시, 계획된 비행경로에 무인비행장치를 확인할 수 있는 관찰자를 한 명 이상 배치해야 함(다만, 나대지, 하천 등 피해 위험이 없는 지역에서 비상 상황시 대응수단(낙하산, 비상착륙지 등)을 마련한 경우에는 관찰자 배치를 제외할 수 있음)
- 관찰자를 배치하는 경우, 조종자와 관찰자 사이에 무인비행장치의 원활한 조작이 가능할 수 있도록 통신이 가능해야 함
- 조종자는 미리 계획된 비행과 경로를 확인해야 하며, 해당 무인비행장치는 수동/자동/반자동 비행이 가능하여야 함
- 조종자는 CCC(Command and Control, Communication) 장비가 계획된 비행 범위 내에서 사용가능한지 사전에 확인해야 함
- 조종자는 CCC(Command and Control, Communication) 장비가 계획된 비행 범위 내에서 사용가능한지 사전에 확인해야 함
- 비행 중 무인비행장치와 항상 통신을 유지하여야 함(통신 이중화 등)
- 지상통제시스템(GCS)를 갖추고 무인비행장치의 상태표시 및 이상 발생 시 해당내용을 조종자 등에게 알릴 수 있어야 함
- 비행상태를 확인 가능한 장치(FPV 등)를 장착하여야 함

⑱ 무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준 및 승인절차에 관한 기준의 별표 1

6.4 항공보험 등의 가입의무

- 초경량비행장치를 초경량비행장치사용사업, 항공기대여업 및 항공레저스포츠사업에 사용하려는 자와 무인비행장치 등 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 소유한 국가, 지방자치단체, 공공기관의 운영에 관한 법률 제4조에 따른 공공기관은 국토교통부령으로 정하는 보험 또는 공제에 가입하여야 한다.
- 항공보험 등에 가입한 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 보험가입신고서 등 보험가입 등을 확인할 수 있는 자료를 국토교통부장관에게 제출하여야 한다. 이를 변경 또는 갱신한 때에도 또한 같다.
- 항공기대여업자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 항공보험에 가입하지 아니하는 초경량비행장치를 운항할 수 없다.

⑳ 항공사업법 제70조(항공보험 등의 가입의무)

6.5 주류등 제한

- 주류등의 섭취·사용 제한에 대하여 항공안전법 제57조(주류등의 섭취·사용 제한)를 준용하도록 항공안전법 제131조(초경량비행장치에 대한 준용규정)에서 명시하고 있으며, 초경량비행장치 운항과 관계되는 주류등의 섭취·사용 제한 부분들은 다음과

같다.

- 초경량비행장치조종자(조종연습을 하는 사람을 포함)는 「주세법」 제3조제1호에 따른 주류, 「마약류 관리에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 마약류 또는 「화학물질관리법」 제22조제1항에 따른 환각물질 등(이하 “주류등”이라 한다)의 영향으로 정상적으로 업무를 수행할 수 없는 상태에서는 업무를 수행하여서는 아니 된다.
- 초경량비행장치조종자(조종연습을 하는 사람을 포함)가 업무에 종사하는 동안에는 주류등을 섭취하거나 사용해서는 아니 된다.
- 국토교통부장관(또는 소속 공무원)은 주류등의 섭취 및 사용 여부를 호흡측정기 검사 등의 방법으로 측정할 수 있으며, 초경량비행장치조종자(조종연습을 하는 사람을 포함)는 이러한 측정에 따라야 한다.
- 국토교통부장관(또는 소속 공무원)은 초경량비행장치조종자(조종연습을 하는 사람을 포함)가 주류등의 측정 결과에 불복하면 초경량비행장치조종자(조종연습을 하는 사람을 포함)의 동의를 받아 혈액 채취 또는 소변 검사 등의 방법으로 주류등의 섭취 및 사용 여부를 다시 측정할 수 있다.
- 주류등의 영향으로 초경량비행장치조종자의 업무를 정상적으로 수행할 수 없는

상태의 기준은 아래와 같다.

- 주정성분이 있는 음료의 섭취로 혈중 알코올농도가 0.02%이상인 경우
- 「마약류 관리에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 마약류를 사용한 경우
- 「화학물질관리법」 제22조제1항에 따른 환각물질을 사용한 경우

⑮ 항공안전법 제131조(초경량비행장치에 대한 준용규정), 준⑮ 항공안전법 제57조(주류등의 섭취·사용 제한)

6.6 국가기관등 무인비행장치

6.6.1 무인비행장치의 적용 특례

- 군용·경찰용 또는 세관용 무인비행장치와 이에 관련된 업무에 종사하는 사람에 대하여는 항공안전법을 적용하지 아니한다.
- 국가, 지방자치단체, 「공공기관의 운영에 관한 법률」에 따른 공공기관으로서 대통령령으로 정하는 공공기관등이 소유하거나 임차한 무인비행장치를 재해·재난 등으로 인한 수색·구조, 화재의 진화, 응급환자 후송, 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 공공목적으로 긴급히 비행(훈련을 포함한다)하는 경우 (국토교통부령으로 정하는 바에 따라 안전 관리 방안을 마련한 경우에 한정한다)에는 초경량비행장치사고보고에 대한

내용을 제외하고 항공안전법 제129조(초경량비행 장치 조종자 등의 준수사항)을 적용하지 아니한다.

- 국토교통부령으로 정하는 공공목적이란 국가기관등이 소유하거나 임차한 무인비행장치를 다음의 목적으로 긴급히 비행하는 경우를 말한다.
 - 산불, 건물·선박화재 등 화재의 진화·예방
 - 응급환자를 위한 장기(臟器) 이송 및 구조·구급활동
 - 산림 방제(防除)·순찰
 - 산림보호사업을 위한 화물 수송
 - 대형사고 등으로 인한 교통장애 모니터링
 - 시설물 붕괴·전도 등으로 인한 재해·재난이 발생한 경우 또는 발생할 우려가 있는 경우의 안전진단
 - 풍수해 및 수질오염 등이 발생하는 경우 긴급점검
 - 테러 예방 및 대응
 - 응급환자 후송
 - 재해·재난으로 인한 수색·구조
 - 그 밖에 상기에서 규정한 사항과 유사한 목적의 업무수행
- 국가, 지방자치단체, 「공공기관의 운영에 관한 법률」에 따른 공공기관으로서 대통령령으로 정하는 공공기관등이 소유하거나 임차한 무인비행장치에 대한 안전관리방안에

는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

- 무인비행장치의 관리 및 점검계획
- 비행안전수칙 및 교육계획
- 사고 발생 시 비상연락·보고체계 등에 관한 사항
- 무인비행장치 사고로 인하여 지급할 손해배상 책임을 담보하기 위한 보험 또는 공제의 가입 등 피해자 보호대책
- 긴급비행 기록관리 등에 관한 사항
- 국가기관등이 무인비행장치를 공공 목적으로 긴급히 비행하려는 경우 유·무선 방법으로 지방항공청장의 승인을 받아 비행할 수 있다. 다만, 관제권에서 비행하려는 경우에는 해당 관제권의 항공교통업무를 수행하는 자와, 비행금지구역에서 비행하려는 경우에는 해당 구역을 관할하는 자와 사전에 협의가 된 경우에 한한다.
- 국가기관등이 무인비행장치를 공공 목적으로 긴급히 비행한 경우에는 비행 종료 후 지체없이 초경량비행장치 비행승인신청서를 지방항공청장에게 제출하여야 한다.

⑱ 항공안전법 제131조의2(무인비행장치의 적용 특례), 시행규칙 제313조의2(국가기관 등 무인비행장치의 긴급비행), 제308조(초경량비행장치의 비행승인)

제1부 항공법규

[표 6-2] 초경량비행장치 종류별 신고/보험/비행승인 비교

비행장치 종류		신고	보험	비행승인	비고	
동력비행장치 (자중115kg 이하)	타면조종형	⊙	(사)	⊙		
	체중이동형	⊙	(사)	⊙		
인력활공기 (자중70kg 이하)	행글라이더	(사)	(사)	(사)		
	패러글라이더	(사)	(사)	(사)		
기구류	유인자유기구	⊙	(사)	⊙		
	무인자유기구	-	(사)		지방청 비행허가 신청	
	유인계류식기구	⊙	(사)	-		
	무인계류식기구	-	(사)	(사)		
회전익비행장치	초경량헬리콥터	⊙	(사)	⊙		
	자이로플레인	⊙	(사)	⊙		
동력패러글라이더 (자중115kg 이하)	착륙장치 있음	⊙	(사)	⊙		
	착륙장치 없음	⊙	(사)	⊙		
무인 비행장치	무인 비행기	MTOW 25-150kg	⊙	(사)	***	- 비행승인필요 : 농업지원 관제권/비행금지/제한구역 - 비행승인제외 : 긴급 방역, 농업지원(관제권/비행금지/제한구역 제외) - 무인비행장치특별비행승 인
		MTOW 25kg초과	**	(사)	⊙	
		MTOW 25kg 이하	*	(사)	*	
		MTOW 2kg 이하	-	(사)	**	
	무인 멀티 콥터	MTOW 25-150kg	⊙	(사)	***	
		MTOW 25kg초과	**	(사)	⊙	
		MTOW 25kg 이하	*	(사)	*	
		MTOW 2kg 이하	-	(사)	**	
	무인 헬리 콥터	MTOW 25-150kg	⊙	(사)	***	
		MTOW 25kg초과	**	(사)	⊙	
		MTOW 25kg 이하	*	(사)	*	
		MTOW 2kg 이하	-	(사)	**	
	무인 비행선	12-180kg, 7-20m	⊙	(사)	⊙	
		자중12kg, 7m 이하	-	(사)	-	
계류식 무인비행장치		-	(사)	(사)		
낙하산류 (스카이다이빙 등)		(사)	(사)	(사)		

* 무인비행장치 중 최대이륙중량(MTOW)이 25kg 이하 이지만, 자체중량이 12kg을 초과하는 경우 신고 필요, 비행승인 제외 대상

** 무인비행장치 중 자체중량이 12kg 이하 이지만, 최대이륙중량(MTOW)이 25kg을 초과하는 경우 신고 제외 대상, 비행승인 필요

*** 무인비행장치 중 자체중량이 12-150kg 사이인 경우 비행승인이 필요하지만, 단 최대이륙중량(MTOW)이 25kg 이하인 것에 한해서 신고가 필요하고 비행승인은 제외 대상이다.

(사) 사업용인 경우.

제7장

초경량비행장치 사업

7.1 정의

- “항공기대여업”이란 타인의 수요에 맞추어 유상으로 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치를 대여(貸與)하는 사업(항공레저스포츠를 위하여 대여하는 사업은 제외한다)을 말한다.
- “초경량비행장치사용사업”이란 타인의 수요에 맞추어 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 유상으로 농약살포, 사진촬영 등 국토교통부령으로 정하는 업무를 하는 사업을 말한다.
- “항공레저스포츠”란 취미·오락·체험·교육·경기 등을 목적으로 하는 비행[공중에서 낙하하여 낙하산(落下傘)류를 이용하는 비행을 포함한다]활동을 말한다.
- “항공레저스포츠사업”이란 타인의 수요에 맞추어 유상으로 다음의 어느 하나에 해당하는 서비스를 제공하는 사업을 말한다.
 - 항공기(비행선과 활공기에 한정한다), 경량항공기 또는 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 조종교육, 체험 및 경관조망을 목적으로 사람을 태워 비행하는 서비스
 - 다음 중 어느 하나를 항공레저스포츠를

위하여 대여하여 주는 서비스

- 활공기 등 국토교통부령으로 정하는 항공기
- 경량항공기
- 초경량비행장치

• 경량항공기 또는 초경량비행장치에 대한 정비, 수리 또는 개조서비스

- “항공보험”이란 여객보험, 기체보험(機體保險), 화물보험, 전쟁보험, 제3자보험 및 승무원보험과 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 보험을 말한다.

Ⓜ 항공사업법 제2조

7.2 항공보험

- 초경량비행장치를 초경량비행장치사용사업, 항공기대여업 및 항공레저스포츠사업에 사용하려는 자와 무인비행장치 등 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 소유한 국가, 지방자치단체, 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관은 국토교통부령으로 정하는 보험 또는 공제에 가입(자동차손해배상 보장법 시행령 제3조제1항 각 호에 따른 금액 이상을 보장하

는 보험 또는 공제를 말하며, 동승한 사람에 대하여 보장하는 보험 또는 공제를 포함한다)하여야 한다.

- 항공보험 등에 가입한 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 보험가입신고서 등 보험가입 등을 확인할 수 있는 자료를, 항공보험 등에 가입한 날부터 7일 이내에 다음의 사항을 적은 보험가입신고서 또는 공제가입신고서에 보험증서 또는 공제증서 사본을 첨부하여, 국토교통부장관에게 제출하여야 한다. 이를 변경 또는 갱신한 때에도 또한 같다.
 - 가입자의 주소, 성명(법인인 경우에는 그 명칭 및 대표자의 성명)
 - 가입된 보험 또는 공제의 종류, 보험료 또는 공제료 및 보험금액 또는 공제금액
 - 보험 또는 공제의 종류별 발효 및 만료일
 - 보험증서 또는 공제증서의 개요
- 항공기대여업자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 항공보험에 가입하지 아니하고는 초경량비행장치를 운항할 수 없다.
 - Ⓜ 항공사업법 제70조(항공보험 등의 가입의무), 시행규칙 제70조(항공운송사업자 등의 항공보험 등 가입의무)

의 관련된 서비스를 제공하는 무인항공 분야 항공산업의 안전증진 및 활성화를 위하여 다음의 사업을 추진할 수 있다.

- 무인항공 분야 항공산업의 발전을 위한 기반조성
- 무인항공 분야 항공산업에 대한 현황 및 관련 통계의 조사·연구
- 무인비행장치 및 무인항공기의 안전기술, 운영·관리체계 등에 대한 연구 및 개발
- 무인비행장치 및 무인항공기의 조종, 성능평가·인증, 안전관리, 정비·수리·개조 등 전문인력의 양성
- 무인항공 분야의 우수한 기업의 지원 및 육성
- 무인비행장치 및 무인항공기의 사용 촉진 및 보급
- 무인비행장치 및 무인항공기의 안전한 운영·관리 등을 위한 인프라 또는 비행시험 시설의 구축·운영
- 무인항공 분야 항공산업의 발전을 위한 국제협력 및 해외진출의 지원
- 그 밖에 무인항공 분야 항공산업의 안전증진 및 활성화를 위하여 필요한 사항
 - Ⓜ 항공사업법 제69조의2(무인항공 분야 항공산업의 안전증진 및 활성화)

7.3 무인항공 안전증진 및 활성화

7.3.1 무인항공 분야 항공산업의 안전증진 및 활성화

화 : 국가는 무인비행장치 및 무인항공기

7.3.2 초경량비행장치사용사업자에 대한 안전개선

명령 : 국토교통부장관은 초경량비행장치 사용사업의 안전을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 초경량비행장치사용사업

자에게 다음의 사항을 명할 수 있다.

- 초경량비행장치 및 그 밖의 시설의 개선
 - 초경량비행장치사용사업자가 운용중인 초경량비행장치에 장착된 안전성이 검증되지 아니한 장비의 제거
 - 초경량비행장치 제작자가 정한 정비절차의 이행
 - 그 밖에 안전을 위하여 한국교통안전공단 이사장이 필요하다고 인정하는 사항
- ⑱ 항공안전법 제130조(초경량비행장치사용사업자에 대한 안전개선명령), 시행규칙 제313조(초경량비행장치사용사업자에 대한 안전개선명령)

7.3.3 초경량비행장치의 영리 목적 사용금지 : 초

경량비행장치를 사용하여 비행하려는 자는 항공기대여업에 사용하는 경우 또는 항공레저스포츠사업에 사용하는 경우 또는 초경량비행장치사용사업에 사용하는 경우를 제외하고는 초경량비행장치를 영리 목적으로 사용해서는 아니 된다.

⑲ 항공사업법 제71조(경량항공기 등의 영리 목적 사용금지)

7.4 항공기대여업

- 초경량비행장치를 사용하여 항공기대여업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하

는 바에 따라 신청서에 사업계획서와 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 등록하여야 한다. 등록된 사항 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.

- 초경량비행장치를 사용하여 항공기대여업을 등록하려는 자는 다음의 요건을 갖추어야 한다.
 - 자본금 또는 자산평가액이 3천만원 이상으로서 대통령령으로 정하는 금액 이상일 것
 - 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치 1대 이상 등 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것
 - 그 밖에 사업 수행에 필요한 요건으로서 국토교통부령으로 정하는 요건을 갖출 것
- 항공기대여업 등록을 할 수 없는 경우 : 다음의 어느 하나에 해당하는 자(해당 업체 임원 포함)
 - 경량항공기 소유자로 등록할 수 없는 자
 - 피성년후견인, 피한정후견인 또는 파산선고를 받고 복권되지 아니한 사람
 - 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 실형을 선고받고 그 집행이 끝난 날 또는 집행을 받지 아니하기로 확정된 날부터 3년이 지나지

제1부 항공법규

- 아니한 사람
- 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 사람
 - 국내항공운송사업, 국제항공운송사업, 소형항공운송사업 또는 항공기사용사업

의 면허 또는 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자.

- 항공기대여업 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자

Ⓜ 항공사업법 제46조(항공기대여업의 등록)

- 항공기대여업의 등록요건 : 표 7-1

[표 7-1] 항공기대여업의 등록요건(항공사업법 영 제22조 관련)

구분	기준
1. 자본금 또는 자산 평가액	가. 법인: 납입자본금 2억5천만원 이상. 다만, 경량항공기 또는 초경량비행장치만을 대여하는 경우에는 3천만원 이상으로 한다. 나. 개인: 자산평가액 3억7,500만원 이상. 다만, 경량항공기 또는 초경량비행장치만을 대여하는 경우에는 3천만원 이상으로 한다.
2. 항공기	항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치 1대 이상
3. 보험가입	- 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치마다 여객보험(여객이 없는 초경량비행장치의 경우에는 제외한다), 기체보험(경량항공기 및 초경량비행장치의 경우에는 제외한다), 제3자보험, 승무원보험(승무원이 없는 초경량비행장치의 경우에는 제외한다)에 가입할 것

Ⓜ 항공사업법 제46조(항공기대여업의 등록), 시행령 제22조(항공기대여업의 등록요건), 시행령 별표 8

7.5 초경량비행장치사용사업

- 초경량비행장치사용사업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 신청서에 사업계획서와 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 등록하여야 한다. 등록된 사항 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.

- 초경량비행장치사용사업을 등록하려는 자는 다음의 요건을 갖추어야 한다.

- 자본금 또는 자산평가액이 3천만원 이상으로서 대통령령으로 정하는 금액 이상일 것. 다만, 최대이륙중량이 25kg 이하인 무인비행장치만을 사용하여 초경량비행장치사용사업을 하려는 경우는 제외한다.
- 초경량비행장치 1대 이상 등 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것

- 그 밖에 사업 수행에 필요한 요건으로서 국토교통부령으로 정하는 요건을 갖출 것
- 초경량비행장치사용사업 등록을 할 수 없는 경우 : 다음의 어느 하나에 해당하는 자(해당 업체 임원 포함)
 - 초경량비행장치사용사업 소유자로 등록할 수 없는 자
 - 피성년후견인, 피한정후견인 또는 파산선고를 받고 복권되지 아니한 사람
 - 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 실형을 선고받고 그 집행이 끝난 날 또는 집행을 받지 아니하기로 확정된 날부터 3년이 지나지 아니한 사람
 - 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 사람
 - 국내항공운송사업, 국제항공운송사업, 소형항공운송사업 또는 항공기사용사업의 면허 또는 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자.
 - 초경량비행장치사용사업 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자
- Ⓜ 항공사업법 제48조(초경량비행장치사용사업의 등록)
- 초경량비행장치사용사업의 등록요건 : 표 7-2

[표 7-2] 초경량비행장치사용사업의 등록요건

구분	기준
1. 자본금 또는 자산 평가액	가. 법인: 납입자본금 3천만원 이상 나. 개인: 자산평가액 3천만원 이상
2. 조종자	1명 이상
3. 장치	초경량비행장치(무인비행장치로 한정한다) 1대 이상
4. 보험(해당 보험에 상응하는 공제를 포함한다)	제3자보험에 가입할 것

Ⓜ 항공사업법 제48조(초경량비행장치사용사업의 등록), 시행령 제23조(초경량비행장치사용사업의 등록요건), 시행령 별표 9

- 초경량비행장치사용사업의 등록 신청 : 초경량비행장치사용사업을 등록하려는 자는 별지 서식(항공사업법 시행규칙 별지 제26호서식)의 등록신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 지방항공청장에게 제출하여야 한다.
 - 해당 신청이 초경량비행장치사용사업에

따른 등록요건을 충족함을 증명하거나 설명하는 서류

- 다음의 사항을 포함하는 사업계획서
 - 사업목적 및 범위
 - 초경량비행장치의 안전성 점검 계획 및 사고 대응 매뉴얼 등을 포함한 안전 관리대책
 - 자본금
 - 상호·대표자의 성명과 사업소의 명칭 및 소재지
 - 사용시설·설비 및 장비 개요
 - 종사자 인력의 개요
 - 사업 개시 예정일
- 부동산을 사용할 수 있음을 증명하는 서류(타인의 부동산을 사용하는 경우만 해당한다)

○ 지방항공청장은 초경량비행장치사용사업 등록 신청 내용을 심사할 때 초경량비행장치사용사업의 등록 신청인과 계약한 이착륙장 시설·설비의 소유자 등이 해당 계약을 이행할 수 있는지에 관하여 관계 행정기관 또는 단체의 의견을 들을 수 있다.

④ 항공사업법 시행규칙 제49조(항공레저스포츠사업의 등록)

○ 운송약관 등의 비치 : 초경량비행장치사용사업은 요금표 및 약관을 영업소나 그 밖의 사업소에서 항공교통이용자가 잘 볼 수 있는 곳에 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 갖추어 두고, 항공교통이용자가 열람할

수 있게 하여야 한다.

④ 항공사업법 제62조(운송약관 등의 비치 등)

7.6 항공레저스포츠사업

○ 초경량비행장치를 사용하여 항공레저스포츠사업을 경영하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관에게 등록하여야 한다. 등록된 사항 중 국토교통부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 국토교통부장관에게 신고하여야 한다.

○ 초경량비행장치를 사용하여 항공레저스포츠사업을 등록하려는 자는 다음의 요건을 갖추어야 한다.

- 자본금 또는 자산평가액이 3천만원 이상으로서 대통령령으로 정하는 금액 이상일 것

- 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치 1대 이상 등 대통령령으로 정하는 기준에 적합할 것

- 그 밖에 사업 수행에 필요한 요건으로서 국토교통부령으로 정하는 요건을 갖추 것

○ 항공레저스포츠사업의 등록을 할 수 없는 경우 : 다음의 어느 하나에 해당하는 자(해당 업체 임원 포함)

- 초경량비행장치 소유자로 등록할 수 없는 자

- 피성년후견인, 피한정후견인 또는 파산 선고를 받고 복권되지 아니한 사람
 - 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 실형을 선고받고 그 집행이 끝난 날 또는 집행을 받지 아니하기로 확정된 날부터 3년이 지나지 아니한 사람
 - 「항공안전법」, 「공항시설법」, 「항공보안법」, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」을 위반하여 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 사람
 - 국내항공운송사업, 국제항공운송사업, 소형항공운송사업 또는 항공기사용사업의 면허 또는 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자.
 - 항공기취급업, 항공기정비업, 또는 항공레저스포츠사업 등록의 취소처분을 받은 후 2년이 지나지 아니한 자
- 항공레저스포츠사업 등록 제한 : 국토교통부장관은 항공레저스포츠사업이 다음의 어느 하나에 해당하는 경우 등록을 제한할 수 있다.
 - 항공레저스포츠 활동의 안전사고 우려 및 이용자들에게 심한 불편을 주거나 공익을 해칠 우려가 있는 경우
 - 인구밀집지역, 사생활 침해, 교통, 소음 및 주변환경 등을 고려할 때 영업행위가 부적합하다고 인정하는 경우
 - 그 밖에 항공안전 및 사고예방 등을 위하여 국토교통부장관이 항공레저스포츠사업의 등록제한이 필요하다고 인정하는 경우
 - ② 항공사업법 제50조(항공레저스포츠사업의 등록)
 - 초경량비행장치를 대여하여 주는 서비스를 제공하는 사업의 경우 : 표 7-3

[표 7-3] 초경량비행장치를 대여하여 주는 서비스를 제공하는 사업의 경우

구분	기준
가. 자본금 또는 자산평가액	1) 법인: 납입자본금 3천만원 이상으로 한다. 2) 개인: 자산평가액 3천만원 이상으로 한다.
나. 항공기 등	초경량비행장치 1대 이상
다. 인력	초경량비행장치를 대여하는 경우: 「항공안전법」 제125조 1항에 따른 초경량비행장치조종자 증명을 받은 사람으로서 비행시간이 180시간 이상인 사람. 다만, 다만, 초경량비행장치의 정비업무 전체를 법 제2조제26호다목의 서비스를 제공하는 항공레저스포츠사업자에게 위탁한 경우는 제외한다.
라. 보험(해당 보험에 상응하는 공제를 포함한다)	초경량비행장치마다 제3자배상책임보험, 조종자 및 동승자보험에 가입할 것. 이 경우 가입금액은 「자동차손해배상 보장법 시행령」 제3조제1항에 따른 금액 이상이어야 한다.

제1부 항공법규

- 조종교육, 체험 및 경관조망을 목적으로 사람을 태워 비행하는 서비스를 제공하는 사업의 경우 : 표 7-4

[표 7-4] 조종교육, 체험 및 경관조망을 목적으로 사람을 태워 비행하는 서비스를 제공하는 사업의 경우

구분	기준
가. 자본금 또는 자산평가액	1) 법인: 납입자본금 3천만원 이상으로 한다 2) 개인: 자산평가액 3천만원 이상으로 한다.
나. 항공기 등	초경량비행장치: 항공안전법에 따라 안전성인증을 받은 초경량비행장치
다. 인력	1) 초경량비행장치: 「항공안전법」 제125조제1항에 따른 초경량비행장치 조종자 증명을 받은 사람으로서 비행시간이 180시간 이상인 사람 2) 정비인력: 초경량비행장치만을 사용하는 사업의 경우는 제외한다. 3) 항공레저스포츠 이용자의 안전관리를 위한 비행 및 안전통제요원 1명 이상. 다만, 안전관리에 지장을 주지 않는 범위에서 정비인력으로 대체할 수 있다.
라. 시설 및 장비	항공레저스포츠 이용자와 사업장 주변 항공기(군 비행장에서 운용하는 항공기를 포함한다)의 안전을 위하여 인근에 있는 「항공안전법」에 따른 항공교통업무를 수행하는 기관(군 비행장을 포함한다)과 연락할 수 있는 유·무선 통신장비를 갖출 것
마. 보험(해당 보험에 상응하는 공제를 포함한다)	초경량비행장치마다 제3자배상책임보험, 조종자 및 동승자 보험에 가입할 것 이 경우 가입금액은 「자동차손해배상 보장법 시행령」 제3조제1항에 따른 금액 이상이어야 한다.

- 초경량비행장치에 대한 정비, 수리 또는 개조서비스를 제공하는 사업의 경우 : 표 7-5

[표 7-5] 초경량비행장치에 대한 정비, 수리 또는 개조서비스를 제공하는 사업의 경우

구분	기준
가. 자본금 또는 자산평가액	1) 법인: 납입자본금 3천만원 이상 2) 개인: 자산평가액 3천만원 이상
나. 인력	1) 초경량비행장치를 정비, 수리 또는 개조하는 경우: 다음의 어느 하나에 해당하는 사람 1명 이상. 다만, 다)에 해당하는 사람은 낙하산류 초경량비행장치를 정비, 수리 또는 개조하는 경우만 해당한다. 가) 「항공안전법」 제125조제1항에 따른 초경량비행장치 조종자 증명을 받은 사람으로서 비행시간이 180시간 이상인 사람 나) 「항공안전법」에 따른 항공정비사 자격증명을 받은 사람 다) 「민법」 제32조에 따라 설립된 사단법인 또는 외국의 정부나 민간단체에서 발행한 낙하산 정비 자격증명을 받은 사람
다. 시설 및 장비	1) 시설: 사무실 및 정비, 수리 또는 개조를 위한 작업장(정비자재 보관 장소 등을 포함한다) 2) 장비: 작업용 공구, 계측장비 등 정비, 수리 또는 개조 작업에 필요한 장비(수행하려는 업무에 해당하는 장비로 한정한다)

Ⓜ 항공사업법 제50조(항공레저스포츠사업의 등록), 시행령 제24조(항공레저스포츠사업의 등록요건), 시행령 별표 10

○ 항공레저스포츠사업의 등록 : 항공레저스포츠사업을 등록하려는 자는 별지 서식(항공사업법 시행규칙 별지 제26호서식)의 등록신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 지방항공청장에게 제출하여야 한다.

- 해당 신청이 항공레저스포츠사업에 따른 등록요건을 충족함을 증명하거나 설명하는 서류
- 다음의 사항을 포함하는 사업계획서
 - 자본금
 - 상호·대표자의 성명과 사업소의 명칭 및 소재지
 - 해당 사업의 항공기 등 수량 및 그 산출근거와 예상 사업수지계산서
 - 자원 조달방법
 - 사용 시설·설비, 장비 및 이용자 편의시설 개요
 - 종사자 인력의 개요
 - 사업 개시 예정일
 - 영업구역 범위 및 영업시간
 - 탑승료·대여료 등 이용요금
 - 항공레저 활동의 안전 및 이용자 편의를 위한 안전 관리대책(항공레저시설 관리 및 점검계획, 안전 수칙·교육·점검계획, 사고발생 시 비상연락체계, 탑승자 기록관리, 기상상태 현황 등)

• 사업시설 부지 등 부동산을 사용할 수 있음을 증명하는 서류(타인의 부동산을 사용하는 경우만 해당한다)

○ 지방항공청장은 항공레저스포츠사업 등록신청 내용을 심사할 때 항공레저스포츠사업의 등록 신청인과 계약한 공항, 비행장, 이착륙장 시설·설비의 소유자 등이 해당 계약을 이행할 수 있는지에 관하여 관계 행정기관 또는 단체의 의견을 들을 수 있다.

⑩ 항공사업법 시행규칙 제49조(항공레저스포츠사업의 등록)

○ 운송약관 등의 비치 : 항공레저스포츠사업자는 요금표 및 약관을 영업소나 그 밖의 사업소에서 항공교통이용자가 잘 볼 수 있는 곳에 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 갖추어 두고, 항공교통이용자가 열람할 수 있게 하여야 한다.

⑪ 항공사업법 제62조(운송약관 등의 비치 등)

제1부 항공법규

[표 7-6] 초경량비행장치 종류별 사업/자격증/안전성인증 비교

비행장치 종류		항공레저스포츠사업			초경량 사용사업	자격증 여부	안전성 인증	
		교육, 체험 서비스	대여 서비스	정비, 수리 서비스				
동력비행장치 (자중115kg 이하)	타면조종형	◎	◎	◎	-	◎	◎	
	체중이동형	-	◎	◎	-	◎	◎	
인력활공기 (자중70kg 이하)	행글라이더	◎	◎	◎	-	(사)	(사)	
	패러글라이더	◎	◎	◎	-	(사)	(사)	
기구류	유인자유기구	◎	◎	◎	-	◎	◎	
	무인자유기구	◎	◎	◎	-	-	-	
	유인계류식기구	◎	◎	◎	-	-	◎	
	무인계류식기구	◎	◎	◎	-	-	-	
회전익비행장치	초경량헬리콥터	-	◎	◎	-	◎	◎	
	자이로플레인	-	◎	◎	-	◎	◎	
동력패러글라이더	착륙장치 있음	-	◎	◎	-	◎	◎	
	착륙장치 없음	◎	◎	◎	-	◎	◎	
무인 비행장치	무인 비행기	MTOW 25-150kg	-	◎	◎	◎	◎	
		MTOW 25kg초과	-	◎	◎	◎	**	◎
		MTOW 25kg 이하	-	◎	◎	◎	*	-
		MTOW 2kg 이하	-	◎	◎	◎	-	-
	무인 멀티콥터	MTOW 25-150kg	-	◎	◎	◎	◎	
		MTOW 25kg초과	-	◎	◎	◎	**	◎
		MTOW 25kg 이하	-	◎	◎	◎	*	-
		MTOW 2kg 이하	-	◎	◎	◎	-	-
	무인 헬리콥터	MTOW 25-150kg	-	◎	◎	◎	◎	
		MTOW 25kg초과	-	◎	◎	◎	**	◎
		MTOW 25kg 이하	-	◎	◎	◎	*	-
		MTOW 2kg 이하	-	◎	◎	◎	-	-
무인 비행선	12-180kg, 7-20m	-	◎	◎	◎	◎	◎	
	자중12kg, 7m 이하	-	◎	◎	◎	-	-	
낙하산류(스카이다이빙 등)		◎	◎	◎	-	(사)	(사)	

* 무인비행장치 중 최대이륙중량(MTOW)이 25kg 이하 이지만, 자체중량이 12kg을 초과하는 경우 자격증 필요, 안전성인증 제외

** 무인비행장치 중 자체중량이 12kg 이하 이지만, 최대이륙중량(MTOW)이 25kg을 초과하는 경우 안전성인증 필요, 자격증 해당 없음

(사) 사업용인 경우

8.1 정의

- “비행장”이란 항공기·경량항공기·초경량비행장치의 이륙[이수(離水)를 포함한다. 이하 같다]과 착륙[착수(着水)를 포함한다. 이하 같다]을 위하여 사용되는 육지 또는 수면(水面)의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
- “활주로”란 항공기 착륙과 이륙을 위하여 국토교통부령으로 정하는 크기로 이루어지는 공항 또는 비행장에 설정된 구역을 말한다.
- “착륙대”(着陸帶)란 활주로와 항공기가 활주로를 이탈하는 경우 항공기와 탑승자의 피해를 줄이기 위하여 활주로 주변에 설치하는 안전지대로서 국토교통부령으로 정하는 크기로 이루어지는 활주로 중심선에 중심을 두는 직사각형의 지표면 또는 수면을 말한다.
- “이착륙장”이란 비행장 외에 경량항공기 또는 초경량비행장치의 이륙 또는 착륙을 위하여 사용되는 육지 또는 수면의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
- “계류장(Apron)”이란 이착륙장 내에서 사람이 타고 내리거나, 화물의 적재·적하, 급유, 주기, 제·방빙 및 정비 등의 목적으로 경량항공기등이 이용할 수 있도록 설정된 구역을 말한다.
- “활주로 안전구역(RSA : Runway Safety Area)”이란 경량항공기등이 활주로 미착 또는 과주, 이탈 하는 경우에 경량항공기등과 탑승자의 피해를 줄이기 위하여 활주로 주변에 설치하는 안전지대를 말한다.
- “활주로 보호구역 (RPZ : Runway Protection Zone)”이란 지상의 인명과 재산을 보호하기 위해 활주로 시단·종단에 설치된 구역을 말한다.
- “이착륙장 표고(Airpark elevation)”란 경량항공기 이착륙장 가용 활주로의 가장 높은 지점의 해발 고도를 말한다.
- “활주로 시단(Threshold)”이란 착륙 가용 활주로 부분의 기점을 말한다.
- “동력패러장 (Powered Parachute Landing Area)”이란 동력패러슈트(powered parachute)의 이·착륙을 위하여 사용되는 육상 이착륙장의 일부로서 설정된 구역을 말한다.
- “착수대(Sea Lane)”란 경량항공기 등의 이수 및 착수 목적으로 수면에 설정한 구역을

말한다.

- “착수대 보호구역(Sea Lane Protection Zone)”이란 수상 및 지상의 인명과 재산을 보호하기 위해 착수대 시단·종단에 설치된 구역을 말한다.
- “유도수로(Taxi Channel)”란 경량항공기등이 착수대 또는 경사대로 이동할 수 있도록 설정된 구역을 말한다.
- “수상구역(Water areas)”이란 경량항공기 등의 이수, 착수, 이동 등을 위하여 수면에 설정된 구역으로서 수상이착륙장 내의 착수대, 유도수로, 선회수역, 경사대 등을 포함한다.
- “선회수역(Turning basin)”이란 수상구역 내에서 경량항공기등이 이수 및 착수 등을 위해 안전하게 방향을 전환할 수 있도록 착수대의 끝 부분에 위치한 일정 수역을 말한다.
- “경사대(Slipways)”란 경량항공기를 수면에서 육지로 끌어 올리거나 육지에서 수면으로 내릴 수 있도록 하는 경사진 시설물을 말한다.
- “부표(Buoy)”란 착수대의 경계를 표시하기 위하여 수면 위에 띄우는 부력표지를 말한다.

⑳ 공항시설법 제2조, 국토교통부 고시 이착륙장 설치 및 관리기준 제2조(정의)

8.2 이착륙장의 구분

8.2.1 이착륙장은 육상이착륙장과 수상이착륙장으로 구분한다.

8.2.2 이착륙장 등급 : 활주로 길이, 활주로 안전구역 및 보호구역의 길이 등에 따라 이착륙장 등급은 표 8-1과 같이 구분한다.

[표 8-1] 이착륙장 등급

이착륙장 등급		1등급	2등급	3등급	4등급	동력패러장	
						전(全)방향	양(兩)방향
활주로 길이	포장(아스팔트 또는 콘크리트)	288m이상	230~287m	173~229m	60~172m	중심 반경45m 이상 원형(圓形)	60도 호(弧) 양방향 반경 45m 이상
	잔디	340m이상	275~339m	200~274m	70~199m		
	비포장	313m이상	250~312m	188~249m	65~187m		
활주로 폭	포장(아스팔트 또는 콘크리트)	6m이상	6m 이상	6m 이상	6m 이상	중심 반경45m 이상 원형(圓形)	중심 양쪽 22.5m 이상
	비포장	10m이상	10m 이상	10m 이상	10m 이상		
활주로 안전구역	길이 (종단부터)	75m이상	75m 이상	75m 이상	75m 이상	중심 반경76m 이상 원형(圓形)	60도 호(弧) 양방향 반경 76m 이상
	폭(활주로 중심선 좌우)	10m이상	10m 이상	10m 이상	10m 이상		중심 양쪽 38m 이상
활주로 보호구역 길이a		1,000m	700m	300m	300m	해당없음	해당없음
활주로 보호구역 시점의 폭b		16m	16m	16m	16m	해당없음	해당없음
활주로 보호구역 종점의 폭c		45m	42m	36m	36m	해당없음	해당없음

a) 활주로 보호구역 길이는 활주로 시 · 종단에서 시작하여 활주로 중심선의 연장선 따른 외곽까지의 길이

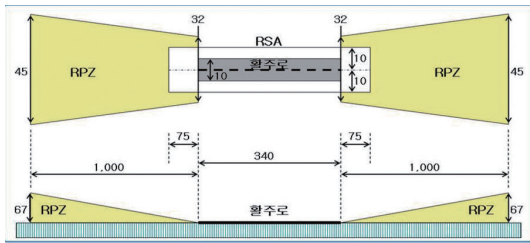
b) 활주로 보호구역이 시작되는 지점의 폭은 활주로 끝단의 활주로 중심선에서 좌우 양측의 거리

c) 활주로 보호구역이 끝나는 지점의 폭은 활주로 끝단으로부터 활주로 보호구역 끝나는 지점의 활주로 중심선에서 좌우 양측의 거리

® 공항 · 비행장시설 및 이착륙장 설치기준 제128조(이착륙장 등급)

8.2.3 이착륙장의 규모

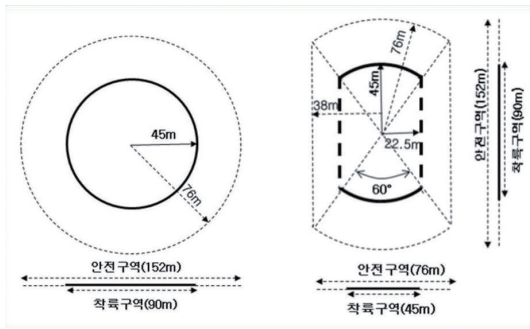
8.2.3.1 이착륙장 활주로 길이 및 폭은 [표 8-1]의 최소 기준에 따라 설치하여야 한다.



[그림 8-1] 1등급 이착륙장 설치도면

Ⓜ 공항·비행장시설 및 이착륙장 설치기준
별표 8

8.2.3.2 동력패러장은 전(全)방향 및 양(兩)방향으로 분류하며, 활주로 길이 및 폭은 [표 8-1]의 최소 기준에 따라 설치하여야 한다.



[그림 8-2] (좌) 전방향 동력패러장 평면도,
(우) 양방향 동력패러장 평면도

Ⓜ 공항·비행장시설 및 이착륙장 설치기준
별표 10

8.2.3.3 양(兩)방향동력패러장은 주간(晝間)에 주바람 방향이 95% 이상인 경우에만 설치할 수 있다.

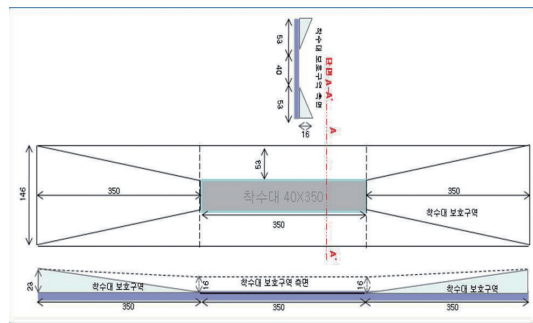
Ⓜ 공항·비행장시설 및 이착륙장 설치기준
제145조(착수대의 규모)

8.2.4 착수대의 규모

8.2.4.1 착수대는 양(兩)방향착수대 및 전(全)방향착수대로 구분하며, 양(兩)방향착수대는 주간(晝間)에 주바람 방향이 95% 이상인 경우에만 설치할 수 있다.

Ⓜ 공항·비행장시설 및 이착륙장 설치기준
별표 12

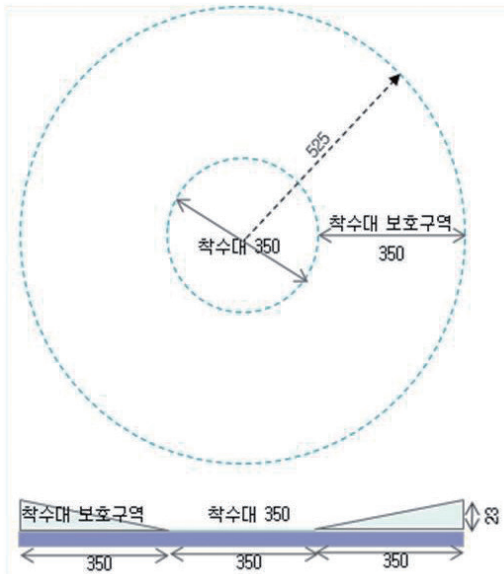
8.2.4.2 양(兩)방향착수대의 길이는 350m 이상 폭은 40m 이상



[그림 8-3] 양방향 착수대 설치도면

Ⓜ 공항·비행장시설 및 이착륙장 설치기준
별표 12

8.2.4.3 전(全)방향착수대는 중심으로부터 반경 175m 이상



[그림 8-4] 전방향 착수대 설치도면

Ⓜ 공항·비행장시설 및 이착륙장 설치기준
별표 12

8.3 이착륙장 설치

8.3.1 이착륙장 설치 및 관리

국토교통부장관은 이착륙장을 설치할 수 있으며, 국토교통부장관 외의 자가 이착륙장을 설치하려는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관으로부터 허가를 받아야 한다. 국토교통부장관이 이착륙장의 설치를 허가하려는 경우에는 관계 중앙행정기관의 장 및 관

할 시장·군수·구청장과 사전에 협의하여야 한다.

- 이착륙장을 설치한 자는 “이착륙장 설치 및 관리기준”(국토교통부 고시)에 따른 기준에 적합하도록 이착륙장을 설치하고 관리하여야 한다.

Ⓜ 공항시설법 제25조(이착륙장)

8.3.2 이착륙장 사용 중지 등

- 국토교통부장관은 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 이착륙장을 설치 또는 관리하는 자에게 적합한 조치를 하도록 명령할 수 있다. 이 경우 국토교통부장관은 명령을 받은 자가 국토교통부장관이 정하는 상당한 기간 내에 적합한 조치를 하지 아니하는 경우에는 해당 허가를 취소할 수 있다.

- 정당한 사유 없이 이착륙장 설치허가서에 적힌 공사 착수 예정일부터 1년 이내에 착공하지 아니하거나 정당한 사유 없이 공사 완료 예정일까지 공사를 끝내지 아니한 경우
- 허가에 붙인 조건을 위반한 경우

- 국토교통부장관은 이착륙장 설치자가 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 사업의 시행 및 관리에 관한 허가 또는 승인을 취소하거나 그 효력의 정지, 공사의 중지 명령 등의 필요한 처분을 할 수 있다.

- 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 허가

를 받은 경우

- 국토교통부장관 외의 자가 허가를 받지 아니하고 이착륙장을 설치하거나 허가 받은 사항을 위반한 경우
- 사정 변경으로 이착륙장 설치를 계속 시행하는 것이 불가능하다고 인정되는 경우

○ 국토교통부장관은 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 이착륙장 사용의 중지를 명할 수 있다.

- 이착륙장의 위치·구조 등이 설치허가서에 적힌 사실과 다른 경우
- “이착륙장 설치 및 관리기준”(국토교통부 고시)에 따른 기준에 맞지 아니하게 된 경우

Ⓜ 공항시설법 제25조(이착륙장)

8.3.3 이착륙장의 설치 허가 신청

○ 국토교통부장관 외의 자가 이착륙장을 설치하려는 경우에는 국토교통부령으로 정하는 이착륙장 설치허가 신청서(공항시설법 시행규칙 별지 제12호서식)에 다음의 서류를 첨부하여 국토교통부장관에게 제출하여야 한다.

- 이착륙장 설치계획서
- 이착륙장 설치 예정 부지에 대한 소유권 또는 사용권이 있음을 증명하는 서류(소유권 또는 사용권이 없는 경우에는 이착

륙장 설치공사 예정일까지 이를 취득하기 위한 계획서를 말한다)

- 소유자의 성명·주소가 기재된 토지조서 및 물건조서
- 공사의 내용을 확인할 수 있는 설계도서(설계도면, 설계설명서, 개략적인 공사비 및 수량산출서를 포함한다)

○ 이착륙장 설치계획서에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

- 이착륙장 시설의 개요 및 설치목적
- 이착륙장 설치 기간 및 공사 방법
- 이착륙장 설치에 사용되는 자금의 조달 계획
- 이착륙장을 사용할 예정인 경량항공기 또는 초경량비행장치의 종류
- 이착륙장 관리계획
- 이착륙장의 시계비행 절차
- 이착륙장에 필요한 구역도면 및 인접구역의 현황
- 인접한 공항 또는 비행장(군 비행장을 포함한다)의 비행절차와의 상관관계를 설명하는 도면
- 경량항공기 또는 초경량비행장치에 제공되는 항공교통업무의 내용
- 풍향·풍속도(이착륙장 예정지·예정수면 또는 그 부근에서의 풍속은 최근 1년 이상의 자료에 의하여 작성된 것에 한정한다)

Ⓜ 공항시설법 시행령 제32조(이착륙장의설치

허가 신청, 시행규칙 제17조(이착륙장의
설치허가신청서)

8.3.4 금지행위

- 누구든지 항공기, 경량항공기 또는 초경량 비행장치를 향하여 물건을 던지거나 그 밖에 항행에 위험을 일으킬 우려가 있는 행위를 해서는 아니 된다.
- 누구든지 국토교통부장관, 사업시행자등, 항행안전시설설치자등 또는 이착륙장을 설치·관리하는 자의 승인 없이 해당 시설에서 다음의 어느 하나에 해당하는 행위를 해서는 아니 된다.
 - 영업행위
 - 시설을 무단으로 점유하는 행위
 - 상품 및 서비스의 구매를 강요하거나 영업을 목적으로 손님을 부르는 행위
 - 그 밖에 해당 시설의 이용이나 운영에 현저하게 지장을 주는 아래의 금지행위
 - 노숙(露宿)하는 행위
 - 폭언 또는 고성방가 등 소란을 피우는 행위
 - 광고물을 설치·부착하거나 배포하는 행위
 - 기부를 요청하거나 물품을 배부 또는 권유하는 행위
 - 노숙(露宿)하는 행위
 - 폭언 또는 고성방가 등 소란을 피우는

- 행위
 - 광고물을 설치·부착하거나 배포하는 행위
 - 기부를 요청하거나 물품을 배부 또는 권유하는 행위
 - 공항의 시설이나 주차장의 차량을 훼손하거나 더럽히는 행위
 - 공항운영자가 지정한 장소 외의 장소에 쓰레기 등의 물건을 버리는 행위
 - 무기, 폭발물 또는 가연성 물질을 휴대하거나 운반하는 행위(공항 내의 사업자 또는 영업자 등이 그 업무 또는 영업을 위하여 하는 경우는 제외한다)
 - 불을 피우는 행위
 - 내화구조와 소화설비를 갖춘 장소 또는 야외 외의 장소에서 가연성 또는 휘발성 액체를 사용하여 항공기, 발동기, 프로펠러 등을 청소하는 행위
 - 공항운영자가 정한 구역 외의 장소에 가연성 액체가스 등을 보관하거나 저장하는 행위
 - 흡연구역 외의 장소에서 담배를 피우는 행위
 - 기름을 넣거나 배출하는 작업 중인 항공기로부터 30미터 이내의 장소에서 담배를 피우는 행위
 - 기름을 넣거나 배출하는 작업, 정비 또는 시운전 중인 항공기로부터 30미터 이내의 장소에 들어가는 행위(그

- 작업에 종사하는 사람은 제외한다)
 - 내화구조와 통풍설비를 갖춘 장소 외의 장소에서 기계질을 하는 행위
 - 휘발성·가연성 물질을 사용하여 격납고 또는 건물 바닥을 청소하는 행위
 - 기름이 묻은 걸레 등의 폐기물을 해당 폐기물에 의하여 부식되거나 훼손될 수 있는 보관용기에 담거나 버리는 행위
- 국토교통부장관, 사업시행자등, 항행안전시설설치자등, 이착륙장을 설치·관리하는 자, 경찰공무원(의무경찰을 포함한다) 또는 자치경찰공무원은 제6항을 위반하는 자의 행위를 제지(制止)하거나 퇴거(退去)를 명할 수 있다.
- ④ 공항시설법 제56조(금지행위), 시행령 제50조(금지행위)

9.1 정의

- “초경량비행장치사고”란 초경량비행장치를 사용하여 비행을 목적으로 이륙[이수(離水)]를 포함한다. 이하 같다]하는 순간부터 착륙[착수(着水)]를 포함한다. 이하 같다]하는 순간까지 발생한 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것으로서 국토교통부령으로 정하는 것을 말한다.
 - 초경량비행장치에 의한 사람의 사망, 중상 또는 행방불명
 - 초경량비행장치의 추락, 충돌 또는 화재 발생
 - 초경량비행장치의 위치를 확인할 수 없거나 초경량비행장치에 접근이 불가능한 경우
- Ⓜ 항공안전법 제2조(정의), 항공·철도 사고 조사에 관한 법률 제2조(정의)

9.2 사망·중상 등의 적용기준

- 초경량비행장치사고에서 행방불명은 초경량비행장치 안에 있던 사람이 초경량비행장치사고로 1년간 생사가 분명하지 아니한 경

우에 적용한다.

- 초경량비행장치사고에서 사망 또는 중상에 대한 적용기준은 다음과 같다.
 - 초경량비행장치에 탑승한 사람이 사망하거나 중상을 입은 경우. 다만, 자연적인 원인 또는 자기 자신이나 타인에 의하여 발생한 경우는 제외한다.
 - 비행 중이거나 비행을 준비 중인 초경량비행장치로부터 이탈된 부품이나 그 초경량비행장치와의 직접적인 접촉 등으로 인하여 사망하거나 중상을 입은 경우
- Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제6조(사망·중상등의 적용기준)
- 초경량비행장치사고에서 사람의 사망은 초경량비행장치사고가 발생한 날부터 30일 이내에 그 사고로 사망한 경우를 포함한다.
 - 초경량비행장치사고에서 중상의 범위는 다음과 같다.
 - 초경량비행장치사고로 부상을 입은 날부터 7일 이내에 48시간을 초과하는 입원 치료가 필요한 부상
 - 골절(코뼈, 손가락, 발가락 등의 간단한 골절은 제외한다)
 - 열상(찢어진 상처)으로 인한 심한 출혈, 신경·근육 또는 힘줄의 손상

- 2도나 3도의 화상 또는 신체표면의 5%를 초과하는 화상(화상을 입은 날부터 7일 이내에 48시간을 초과하는 입원치료가 필요한 경우만 해당한다)
- 내장의 손상
- 전염물질이나 유해방사선에 노출된 사실이 확인된 경우

Ⓜ 항공안전법 시행규칙 제7조(사망·중상의 범위)

9.3 사고발생 통보

- 초경량비행장치 사고가 발생한 것을 알게 된 초경량비행장치 조종자(조종자가 통보할 수 없는 경우에는 그 초경량비행장치의 소유자)는 발생사실을 항공·철도사고조사위원회에 통보하여야 한다.

Ⓜ 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제17조 (항공·철도사고등의 발생 통보), 시행규칙 제2조(항공·철도종사자와 관계인의 범위)

- 초경량비행장치사고 발생 통보 시 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.
 - 초경량비행장치사고의 유형
 - 발생 일시 및 장소
 - 기종(통보자가 알고 있는 경우만 해당한다)
 - 발생 경위(통보자가 알고 있는 경우만 해당한다)

- 사상자 등 피해상황(통보자가 알고 있는 경우만 해당한다)
- 통보자의 성명 및 연락처
- 기타 사고조사에 필요한 사항

Ⓜ 항공·철도 사고조사에 관한 법률, 시행규칙 제3조(통보사항)

- 초경량비행장치사고 발생 통보의무자는 초경량비행장치사고가 발생한 사실을 알게 된 때에는 지체 없이 통보하여야 한다.

Ⓜ 항공·철도 사고조사에 관한 법률, 시행규칙 제4조(통보시기)

- 초경량비행장치사고 발생통보는 구두, 전화, 모사전송(FAX), 인터넷 홈페이지 등의 방법 중 가장 신속한 방법을 이용하여야 한다.

- 보고방법 : 전화, 팩스, 인터넷, 이메일, 구두 등 가용한 방법
- 전화 : (항공사고등) 044-201-5447, 02-2665-9705
- 팩스 : (항공사고등) 044-201-5698
- e-mail : (공통) araib@korea.kr
- 웹사이트 : (공통) www.araib.go.kr

Ⓜ 항공·철도 사고조사에 관한 법률, 시행규칙 제5조(통보방법 및 절차), 운영규정 제22조(사고발생 접수절차)

제10장

행정처분 등

10.1 청문 : 국토교통부장관은 다음의 어느 하나에 해당하는 처분을 하려면 청문을 하여야 한다.

- 초경량비행장치사용사업 등록의 취소
- 항공기대여업 등록의 취소
- 항공레저스포츠사업 등록의 취소
- 이착륙장 설치 및 관리에 관한 허가·승인의 취소

⑩ 항공사업법 제74조(청문), 공항시설법 제62조(청문)

10.2 벌칙

- 사람이 현존하는 초경량비행장치를 항행 중에 추락 또는 전복(顛覆)시키거나 파괴한 사람은 사형, 무기징역 또는 5년 이상의 징역에 처한다.

⑩ 항공안전법 제138조(항행 중 항공기 위험 발생의 죄)

- 비행장, 이착륙장, 공항시설 또는 항행안전시설을 파손하거나 그 밖의 방법으로 항공상의 위험을 발생시킨 사람이 현존하는 초경량비행장치를 항행 중에 추락 또는 전복시키거나 파괴한 사람은 사형, 무기징역 또

는 5년 이상의 징역에 처한다.

⑩ 항공안전법 제138조(항행 중 항공기 위험 발생의 죄)

- 비행장, 이착륙장, 공항시설 또는 항행안전시설을 파손하거나 그 밖의 방법으로 항공상의 위험을 발생시킨 사람이 현존하는 초경량비행장치를 항행 중에 추락 또는 전복시키거나 파괴한 죄를 지어 사람을 사상(死傷)에 이르게 한 사람은 사형, 무기징역 또는 7년 이상의 징역에 처한다.

⑩ 항공안전법 제139조(항행 중 항공기 위험 발생으로 인한 치사·치상의 죄)

- 비행장, 이착륙장, 공항시설 또는 항행안전시설을 파손하거나 그 밖의 방법으로 항공상의 위험을 발생시킨 사람은 10년 이하의 징역에 처한다.

⑩ 항공안전법 제140조(항공상 위험 발생 등의 죄)

- 과실로 항공기·경량항공기·초경량비행장치·비행장·이착륙장·공항시설 또는 항행안전시설을 파손하거나, 그 밖의 방법으로 항공상의 위험을 발생시키거나 항행 중인 항공기를 추락 또는 전복시키거나 파괴한 사람은 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

10.3 벌금

○ 다음의 어느 하나에 해당하는 자는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

- 국토교통부장관의 사업개선 명령을 위반한 항공기대여업자
- 국토교통부장관의 사업개선 명령을 위반한 초경량비행장치사용사업자
- 국토교통부장관의 사업개선 명령을 위반한 항공레저스포츠사업자

㉔ *항공사업법 제78조(항공사업자의 업무등에 관한 죄)*

○ 초경량비행장치사용사업의 안전을 위한 국토교통부의 안전개선명령을 이행하지 아니한 초경량비행장치사용사업자는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

㉕ *항공안전법 제162조(명령 위반의 죄)*

○ 초경량비행장치 조종자가 국토교통부장관의 허가를 받지 아니하고 무인자유기구를 비행시킨 사람은 500만원 이하의 벌금에 처한다.

㉖ *항공안전법 제161조(초경량비행장치 불법 사용 등의 죄)*

○ 초경량비행장치사고가 발생한 것을 알고도 정당한 사유 없이 통보를 하지 아니하거나 거짓으로 통보한 경우에는 500만원 이하의 벌금에 처한다.

㉗ *항공·철도 사고조사에 관한 법률 제36조의2(사고발생 통보 위반의 죄), 항공안전법 제158조(기장 등의 보고의무 등의 위반에*

관한 죄)

○ 미리 국토교통부장관으로부터 비행승인을 받아야 할 초경량비행장치로 국토교통부장관의 승인을 받지 아니하고 초경량비행장치 비행제한공역을 비행한 사람은 200만원 이하의 벌금에 처한다.

○ 다음의 어느 하나에 해당하는 사람은 500만원 이하의 벌금에 처한다.

- 항공안전법을 위반하여 국토교통부장관의 승인을 받지 아니하고 초경량비행장치 비행제한공역을 비행한 사람
- 항공안전법을 위반하여 국토교통부장관의 승인을 받지 아니하고 초경량비행장치를 이용하여 관제권에서 비행함으로써 항공기 이착륙을 지연시키거나 회항하게 하는 등 비행장 운영에 지장을 초래한 사람
- 항공안전법을 위반하여 국토교통부장관의 허가를 받지 아니하고 무인자유기구를 비행시킨 사람

㉘ *항공안전법 제161조(초경량비행장치 불법 사용 등의 죄)*

10.4 과태료

○ 다음의 어느 하나에 해당하는 자에게는 500만원 이하의 과태료를 부과한다.

- 안전성인증 대상인 초경량비행장치를 초경량비행장치의 비행안전을 위한 기술상

의 기준에 적합하다는 안전성인증을 받지 아니하고 비행한 사람

- 국토교통부장관의 항공안전 활동에 따른 보고 등을 하지 아니하거나 거짓 보고 등을 한 사람
- 국토교통부장관의 항공안전 활동에 따른 질문에 대하여 거짓 진술을 한 사람
- 국토교통부장관의 항공안전 활동에 따른 운항정지, 운용정지 또는 업무정지를 따르지 아니한 자
- 국토교통부장관의 항공안전 활동에 따른 시정조치 등의 명령에 따르지 아니한 자
- 보험 또는 공제 가입 대상인 초경량비행장치를 보험 또는 공제에 가입하지 아니하고 초경량비행장치를 사용하여 비행한 자
- 준공확인증명서를 받기 전에 이착륙장을 사용하거나 사용허가를 받지 아니하고 이착륙장을 사용한 자

Ⓜ 항공안전법 제166조(과태료), 항공사업법 제84조(과태료), 공항시설법 제69조(과태료)

- 초경량비행장치 조종자 증명을 받지 아니하고 초경량비행장치(자격증명 대상)를 사용하여 비행을 한 자에게는 300만원 이하의 과태료를 부과한다.

Ⓜ 항공안전법 제166조(과태료)

- 다음의 어느 하나에 해당하는 자에게는 200만원 이하의 과태료를 부과한다.
 - 초경량비행장치의 조종자는 초경량비행장치로 인하여 인명이나 재산에 피해가

발생하지 아니하도록 국토교통부령으로 정하는 준수사항을 따르지 아니하고 초경량비행장치를 이용하여 비행한 사람

- 국토교통부령으로 정하는 구역 및 고도에서 국토교통부장관의 승인을 받지 아니하고 초경량비행장치를 이용하여 비행한 사람
- “무인비행장치 특별비행을 위한 안전기준”에 따른 무인비행장치로 국토교통부장관이 승인한 범위 외에서 비행한 사람

Ⓜ 항공안전법 제166조(과태료)

- 다음의 어느 하나에 해당하는 자에게는 100만원 이하의 과태료를 부과한다.

- 신고번호를 해당 초경량비행장치에 표시하지 아니하거나 거짓으로 표시한 초경량비행장치소유자등
- 국토교통부령으로 정하는 장비를 장착하거나 휴대하지 아니하고 초경량비행장치를 사용하여 비행을 한 자

Ⓜ 항공안전법 제166조(과태료)

- 다음의 어느 하나에 해당하는 자에게는 30만원 이하의 과태료를 부과한다.

- 초경량비행장치의 말소신고를 하지 아니한 초경량비행장치소유자등
- 초경량비행장치사고에 관한 보고를 하지 아니하거나 거짓으로 보고한 초경량비행장치 조종자 또는 그 초경량비행장치소유자등

Ⓜ 항공안전법 제166조(과태료)

제2부

비행이론 및 운용 (Flight Theory & Operation)

제1장 기초 비행 원리(Principles of Flight)

제2장 인적요소 및 비행착각

제3장 초경량비행장치 공역 및 항공정보

제4장 유인 동력 초경량비행장치 운용 및 특성

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

제5장 유인 무동력 초경량비행장치 운용 및 특성

- 해당 : 행글라이더, 패러글라이더, 낙하산류

제6장 무인비행장치 운용 및 특성

- 해당 : 무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터, 무인비행선

참고자료

- H-8083-1B Weight and Balance Handbook, FAA, 2016.
- H-8083-3B Airplane Flying Handbook, FAA, 2016.
- H-8083-5 Weight Shift Control Flying Handbook, FAA, 2008.
- H-8083-11A Balloon Flying Handbook, FAA, 2008.
- H-8083-13A Glider Flying Handbook, FAA, 2013.
- H-8083-15B Instrument Flying Handbook, FAA, 2012.
- H-8083-21 Rotorcraft Flying Handbook, FAA, 2000.
- H-8083-21A Helicopter Flying Handbook, FAA, 2012.
- H-8083-25B Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA, 2016.
- H-8083-29 Powered Parachute Flying Handbook, FAA, 2007.
- H-8083-17A Parachute Riggers Handbook, FAA, 2015.
- H-8083-30 Aviation Maintenance Technician Handbook General, FAA, 2017
- H-8083-31 Aviation Maintenance Technician Handbook Powerplant, FAA, 2012.
- H-8083-32 Aviation Maintenance Technician Handbook Airframe, FAA, 2012.
- AC 90-89B Amateur-Built Aircraft and Ultralight Flight Testing, FAA, 2015
- 비행안전 참고 매뉴얼, 서울지방항공청, 2014. 1.
- 항공정보간행물(AIP : Aeronautical Information Publication), 2018. 9. 27.
- AIM(항공정보매뉴얼), 한국교통안전공단, 2017.
- 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단, 2016.
- 초경량비행장치 항법실무 참고서, 한국교통안전공단, 2010.
- 초경량비행장치 가이드, 한국교통안전공단, 2005.
- 무인비행기 및 무인비행선 조종자격 전환교육 교재, 한국교통안전공단, 2013.
- 경량항공기 비행경로, 한국교통안전공단, 2015.
- 경량항공기 비행안전가이드, 한국교통안전공단, 2016.
- 경량항공개론 I, 한서대학교 항공레저산업학과, 2016.
- 경량항공개론 II, 한서대학교 항공레저산업학과, 2018.
- 열기구비행업무교범, 한국기구협회, 2006.
- 강하자 지침서, 한국스카이다이빙협회, 2014.
- 동력패러글라이더 운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2009.
- 체중이동형비행기 운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2009.
- 타면조종형비행기 운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2009.
- 경량자이로플레인-운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2010
- 무인비행장치 운용기준 개발 연구, 한국교통안전공단, 2010
- 항공업무용 무선설비의 기술기준, 국립전파연구원고시 제2018-9호, 2018.7.2.
- 초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위한 기술상의 기준, 국토교통부 고시 제2017-349호, 2017
- 무인비행장치 질문답변, 국토교통부, 20180122

목 차

제1장 기초 비행 원리

해당 : 모든 초경량비행장치

- 1.1 비행 이론 일반
- 1.2 양력 발생 원리
- 1.3 비행과 항공 역학
- 1.4 비행기동 중에 작용하는 항공 역학적인 힘
- 1.5 프로펠러
- 1.6 촉풍 시 활주

제2장 인적요소 및 비행착각

해당 : 모든 초경량비행장치

- 2.1 인적요소
- 2.2 비행 착각
- 2.3 약물(Drugs)의 영향

제3장 초경량비행장치 공역 및 항공정보

해당 : 모든 초경량비행장치

- 3.1 정의
- 3.2 초경량비행장치 비행공역
- 3.3 항공정보
- 3.4 항공정보간행물(AIP)
- 3.5 항공고시보(NOTAM)

제4장 유인 동력 초경량비행장치 운용 및 특성

해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치
(헬기 / 자이로), 동력패러글라이더, 유인자
유기구

4.1 동력장치 및 계기장치

해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(
헬기 / 자이로), 동력패러글라이더

4.2 타면조종형비행장치

4.3 체중이동형비행장치

4.4 초경량헬리콥터

4.5 초경량자이로플레인

4.6 동력패러글라이더

4.7 유인자유기구

제5장 유인 무동력 초경량비행장치 운용 및 특성

해당 : 행글라이더, 패러글라이더, 낙하산류

5.1 행글라이더

5.2 패러글라이더

5.3 낙하산

제6장 무인비행장치 운용 및 특성

6.1 무인비행장치 일반

해당 : 무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터,
무인비행선

6.2 무인비행기

6.3 무인헬리콥터

6.4 무인멀티콥터

6.5 무인비행선

제 1 장

기초 비행 원리

1.1 비행 이론 일반(Theory of flight)

1.1.1 대기(Atmosphere)

대기는 지구를 감싸고 있고 지표면 주위에 머물고 있는 공기이다. 대기는 지상과 수상에서 서로 다른 가스의 혼합으로 인해 그 구성성분이 다르며, 질량과 무게가 있고 모양이 정해져 있지 않다.

대기는 78%의 질소와 21%의 산소, 그리고 기타 1%의 가스로 구성되어 있다. 이러한 요소들 중 산소처럼 다른 기체들보다 상대적으로 더 무거운 기체는 낮은 고도의 표면에 분포하며 가벼운 기체들은 더 높은 고도에 위치하게 된다. 대기에 포함된 산소의 대부분은 지표면으로부터 35,000ft 정도까지 존재한다.

1.1.2 유체의 한 종류인 공기(Air is a Fluid)

흐르는 성질을 가진 물체를 유체(Fluid)라 한다. 대기를 구성하는 공기 또한 흐르는 성질이 있어 유체라 할 수 있다. 유체는 압력이 가해져더라도 쉽게 변형되지 않거나, 약간 변한다. 우리는 이것을 저항점성(Resistance Viscosity)이라고 한다. 액체가 용기를 흐르고 채우는 것처럼,

공기는 이용 가능한 용기를 채우기 위해 팽창한다. 액체와 기체는 밀도 측면에서 상당히 다르지만, 유체로서의 특성을 보인다. 공기의 유체 특성을 이해하는 것은 비행원리를 이해하는 데 필수적 요소이다.

1.1.3 유체의 특성(Characteristics of Fluid)

1.1.3.1 점성(Viscosity)

점성은 유체가 흐르지 않으려고 하는, 즉 이동하지 않으려는 성질이다. 모든 유체는 점성을 가지며 흐름에 대한 저항을 가진다. 공기의 점성을 쉽게 관찰할 수 없지만 공기는 유체이고 점성을 가지기 때문에, 물체 주위의 흐름에 대해 어느 정도 저항을 가진다.

1.1.3.2 마찰(Friction)

유체가 물체 위나 주변을 흐를 때 작용하는 또 다른 요인을 마찰이라 한다. 마찰은 표면 위로 물체가 움직일 때 겪게 되는 저항이다. 마찰은 두 물체 사이의 접촉된 부분에서 존재한다. 날개의 표면도 다른 물체의 표면처럼 어느 정도 거칠기 때문에 공기흐름에 대한 저항을 초래하고 날개 위의 공기흐름 속도를 늦춘다.

1.1.3.3 항력(Drag)

날개표면 위를 지나가는 공기는 점성과 마찰로 인해 표면에 들러붙는다. 날개표면 근처의 공기 분자는 마찰과 표면의 거칠음으로 인하여 흐름이 방해받는다. 날개 표면에 붙어 있는 분자들의 층을 경계층(Boundary Layer)이라 한다. 공기의 경계층이 마찰에 의해 들러붙으면, 추가적인 공기흐름은 공기 자체에 붙으려 하는 점성에 의해 저항이 유발된다. 이 두 종류의 힘(마찰과 점성)이 날개 위의 공기흐름을 방해하면서 항력(Drag)으로 작용된다.

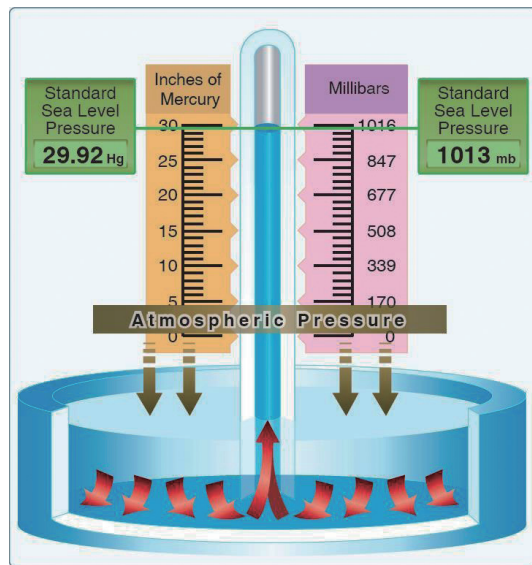
1.1.3.4 압력(Pressure)

압력은 물체의 표면에 수직 방향으로 작용하는 힘이다. 무게가 물체의 표면에 가해지는 것으로 압력의 크기가 측정된다. 물체 안에 완전하게 담겨진 유체는 물체의 전체 표면 주위로 일정하게 압력을 골고루 전달한다. 압력이 가해진 표면의 압력보다 다른 쪽 물체표면의 압력이 낮아지면, 물체는 압력이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 움직인다.

1.1.3.5 대기압(Atmospheric Pressure)

공기는 질량을 가졌기 때문에 중력의 영향을 받아 무게를 가지며, 이로 인하여 공기는 물체에 압력을 끼치는데 이를 대기압이라 한다. 표준대기 조건에서 해수면의 평균대기압은 대략 14.70psi 또는 1,013.2mb가 되고 고도가 높을수록 중력의 영향이 적어지므로 단위 체적

당 공기의 양은 적어진다. 이러한 이유 때문에, 18,000ft에서 대기의 무게는 해수면에서보다 $\frac{1}{2}$ 정도로 낮아진다. 대기압은 온도 및 위치 등에 따라 다르고 항상 변화하므로, 국제기구에서는 표준대기조건을 설정하였다. 해수면에서 표준대기압은 1,013.2mb 또는 29.92inHg 온도는 15°C 또는 59°F가 된다.



[그림 1-1] 해수면 표준 대기압

1.1.4 공기 밀도(Air Density)

1.1.4.1 밀도고도(Density Altitude)

공기의 밀도는 항공기 성능에 상당한 영향을 미치므로 항공기 성능을 정확히 파악하고 운용하기 위해서는 밀도고도를 알아야 한다. 공기의 밀도가 적어짐에 따라서 항공기 성능 저하로 엔진(Power) 출력 감소(엔진에 적은 양의 공기 공급), 항공기 추력(Thrust) 감소(밀도 적은 공기

에서 프로펠러 효율 감소), 항공기 양력(Lift) 감소(밀도 적은 공기는 에어포일에 적은 힘으로 작용) 등이 있다.

1.1.4.2 밀도에 대한 압력의 영향 (Effect of Pressure on Density)

공기는 기체이기 때문에 압축되거나 팽창될 수 있다. 온도가 일정하다고 가정했을 때 공기가 압축되면 일정한 공간에 포함되는 기체의 양은 많아지고, 압력이 감소하면 공기는 팽창하여 일정한 공간에 포함되는 기체의 양은 감소한다. 온도가 일정하다고 가정할 때 밀도는 압력에 비례한다.

1.1.4.3 밀도에 대한 온도의 영향(Effect of Temperature on Density)

압력이 일정하다고 가정했을 때 공기밀도는 기온에 반비례한다. 실제 대기상태는 고도가 증가함에 따라 기온과 기압은 같이 감소하여 밀도에 상반되는 영향을 미친다. 그러나 온도의 감소에 따른 공기밀도의 변화보다 압력이 감소됨에 따라 밀도가 변하는 증상이 더 현저하므로 고도가 증가하면 공기밀도가 감소됨을 예상하여야 한다.

1.1.4.4 밀도에 대한 습도/수분의 영향(Effect of Humidity/Moisture on Density)

실제 대기상태는 공기보다 가벼운 수증기가 포함되어 있으며, 공기보다 가벼운 수증기는 공기

분자를 대체하므로 습한 공기는 건조한 공기에 비하여 단위체적당 공기의 양이 적어서 밀도가 낮아진다. 그러므로 공기 중에 포함되는 수분이 증가할수록 밀도가 낮아지고, 밀도고도는 증가하게 되므로, 이에 영향을 받는 항공기의 성능은 감소한다.

공기가 포함할 수 있는 최대 수증기량을 기준으로 측정하고자 하는 곳의 대기에 포함된 수증기의 양을 백분율(percentage)로 표시한 것을 상대습도(Relative Humidity)라 한다. 상대습도는 공기의 온도에 따라 달라지는데 따뜻한 공기일수록 상대습도가 높다. 따라서 상대습도가 높을수록 공기밀도는 희박해지므로 항공기의 성능은 저하된다.

1.2 양력 발생 원리(Theories in the Production of Lift)

양력은 항공기를 뜨게 하는 힘이다. 국제민간항공기구에서는 항공기를 크게 공기밀도에 차이에 의해 부양할 수 있는 비행선 및 기구류 등이 포함되는 경(輕)항공기(Lighter-than-air Aircraft), 구조 및 기하학적으로 양력을 얻어 부양할 수 있는 중(重)항공기(Heavier-than-air Aircraft)로 분류한다.

경(輕)항공기(Lighter-than-air Aircraft)의 양력은 항공기 주변의 공기보다 가벼운 공기를 이용하여 부양하는 것으로 뜨거운 공기와 차가운

공기에서의 공기밀도 차이에 의해서, 또는 공기의 평균무게보다 가벼운 기체(수소 또는 헬륨 가스)를 기낭에 가두어 둠으로서 양력을 얻게 된다. 여기에는 비행선, 기구류 등이 있으며, 열과 가스를 동시에 사용하는 복합형 기구(Rozier Balloon)가 있다. 초경량비행장치들 중에는 열기구, 가스기구, 계류식기구, 무인비행선이 있다.

중(重)항공기(Heavier-than-air Aircraft)의 양력 발생은 항공기가 대기 중을 움직이면서 항공기의 회전 또는 고정된 날개에서 발생된다. 날개에서 발생하는 양력은 항공기 무게보다 같거나 크고, 중력의 방향과 반대로 작용하여 중(重)항공기를 부양시킨다. 초경량비행장치들 중에는 타면조종형비행장치, 체중이동형비행장치, 헬리콥터, 자이로플레인, 동력패러글라이더, 패러글라이더, 행글라이더, 무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터가 있다.

1.2.1 베르누이의 원리(Bernoulli's Principle of Differential Pressure)

스위스 수학자인 다니엘 베르누이(Daniel Bernoulli)는 움직이는 유체(액체 또는 가스)의 압력이 운동속도에 따라 어떻게 변화하는지 설명하였다. 베르누이는 움직이는 유체의 속도가 증가하면, 유체의 압력은 감소한다는 것을 증명하였다. 이 원리는 항공기 유선형 날개의 윗부분을 지나가는 공기흐름의 결과가 어떻게 일어나는지 설명한다.

베르누이 정리는 벤투리관(venturi tube)을 이용하여 설명할 수 있다. 벤투리관은 입구를 지나 점점 통로가 좁아지고 좁은 통로를 지나면 다시 통로가 점점 넓어져 공기가 배출되는 관으로 되어 있다. 배출구의 지름은 유입구와 같다. 관으로 유입되는 공기의 질량은 관 밖으로 나가는 질량과 정확히 같아야 하므로(질량보존의 법칙) 좁은 지점에서 같은 양의 공기가 통과하려면 속도가 증가하여야 한다. 공기 속도가 증가하면 압력은 감소하며, 좁은 지점을 지나면, 공기흐름은 다시 느려지고 압력은 증가한다.

베르누이는 이상 유체(Ideal fluid)의 정상 흐름에서 유체의 에너지 총량은 항상 일정하다고 정의하였다. 즉, 이상 유체의 정상 흐름에서의 전압(Total pressure)은 정압(Static pressure)과 동압(Dynamic pressure)의 합으로 항상 일정하다고 정의하였다. 정압은 물체 표면에 수직으로 작용하는 단위 면적당 공기력을 말하고, 동압은 유체 속도의 제곱에 비례하는 단위 면적당 공기력을 말한다.

유체의 밀도를 ρ 라 하고 속도를 V 라고 하면 동압 q 는 $q = \frac{1}{2} \rho V^2$ 식으로 표현된다. 이상 유체의 정상 흐름에서 동일한 유선상의 정압과 동압 사이에는 “정압(P) + 동압(q) = 전압(Pt) = 일정” 관계가 성립된다. 유체 흐름에서 정압과 동압의 합은 일정한데 이를 전압(Total pressure)이라 한다. 전압(Total pressure)을 식으로 표현하면 $P + \frac{1}{2} \rho V^2 = P_t$ 와 같다.

유체의 유선에서 동일 유선상에 있는 두 지점

1, 2 사이의 에너지 관계를 수식으로 나타내면

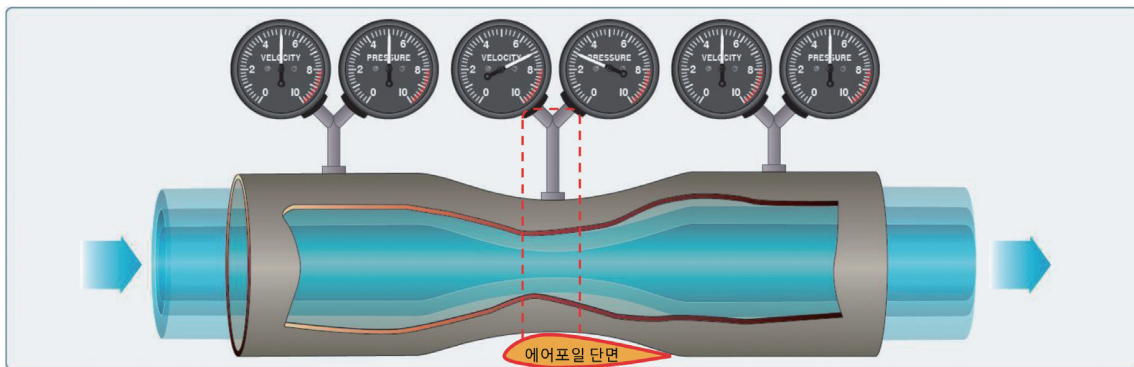
$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 = P_t \text{ 이 되며, 이 관계를}$$

를 베르누이의 정리(Bernoulli's Theory)라고 한다.

이 관계를 정리하면 동압이 작은 지점은 정압이 크고 동압이 큰 지점은 정압이 작다는 것을 의미한다. 즉, 단면적이 큰 지점은 유속이 작고 유속이 작으면 동압이 작으므로 정압이 크고, 단면적이 작은 지점은 유속이 크고 유속이 크면 동압이 크므로 정압이 작다. 결과적으로 단면적이

넓은 지점은 정압이 크고 면적이 좁은 지점은 정압이 작다.

날개 에어포일의 윗면을 지나가는 공기의 흐름은 속도를 증가시키고 저압 지역이 생성된다. 이를 응용하면 날개 아랫면의 압력이 윗면의 압력보다 높아지게 되므로 날개를 위로 들어 올리는 공기력인 양력(Lift)이 만들어진다. 양력계수(C_L), 날개면적(S), 속도(V), 공기밀도를 ρ 라 하고 하면 “양력(Lift) = $C_L \rho V^2 S$ ” 수식으로 표현된다.



[그림 1-2] 벤투리관에서 공기의 흐름에 따른 속도와 압력의 변화

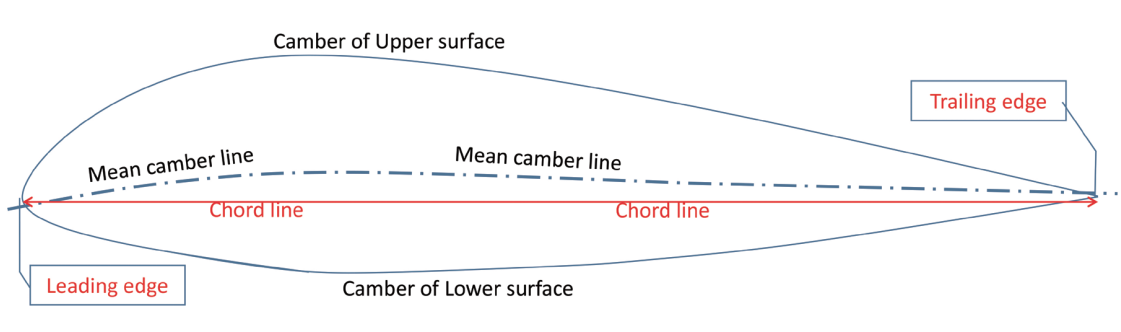
1.2.2 에어포일(Airfoil)

에어포일의 앞부분을 앞전(Leading Edge)이라 하고, 뒷부분을 뒷전(Trailing Edge)이라 하는데 앞부분은 뒷전에 비해 둥글고 뒷전으로 갈수록 좁고 가늘어진다. 에어포일의 앞전과 뒷전을 연결하는 직선을 시위선(Chord Line)이라 한다.

에어포일의 각 지점에서 시위선으로 부터 윗면

과 아랫면까지의 길이는 위 캠버와 아래 캠버의 길이를 나타낸다. 평균 캠버선(mean camber line)은 윗면과 아랫면의 길이가 같은 지점을 연결한 선이다.

에어포일은 공기의 움직임으로부터 양력을 만들어 내는 방법으로 고안되었다. 이는 에어포일의 위/아래로 흐르는 공기의 흐름과 속도 차이로 발생하는 윗면과 아랫면의 압력차이로 인하여 날개를 위로 들어 올리려는 양력을 발생시킨다.



[그림 1-3] 에어포일의 단면

1.2.3 받음각에 따른 에어포일의 압력중심의 변화

에어포일의 위, 아래 캠버가 같은 대칭형 에어포일이라면 위와 아래를 흐르는 공기의 속도는 같으며, 그에 따라 압력변화 또한 같게 된다. 그러나 대칭모양의 에어포일을 아랫면이 직선형태가 되도록 반으로 나눈 형태에서 공기흐름을 생각해보면 윗면을 흐르는 공기는 에어포일의 아랫면보다 더 빨리 움직일 것이다. 증가된 속도는 에어포일 윗면의 압력을 감소시킨다.

1.2.3.1 받음각(AOA, Angle Of Attack)

받음각(AOA, Angle of attack)은 항공기의 시위선(chord line)과 상대풍이 이루는 각도를 의미한다. 에어포일은 받음각(AOA)에 따라 공기역학적 특성이 달라지기 때문에 에어포일 주위의 흐름의 모양, 압력 분포가 받음각에 따라 변한다. 에어포일 주위에 작용하는 공기압력의 중심 즉, 공기력의 합력점을 압력 중심(CP, center of pressure)라 부른다.

받음각(AOA)이 작을 때 에어포일 주위의 최대

부압 지점은 날개 시위 중앙 부근에 나타나며 따라서 압력중심(CP)도 날개 시위 중앙 부근에 위치한다.

받음각(AOA)이 정상(순항비행)일 때 에어포일 주위의 최대 부압 지점은 날개 시위 중간 앞(일반적으로 대략 25%) 부근에 나타나며 따라서 압력중심(CP)도 날개 시위 중간 앞 부근에 위치한다.

받음각(AOA)을 크게 하면 에어포일 주위의 최대 유속 발생 지점이 에어포일 전방으로 이동하기 때문에 최대 부압지점도 에어포일 앞전 쪽으로 이동하게 된다. 따라서 받음각이 증가하면 압력중심(CP)은 날개 앞전 쪽으로 이동한다.

1.2.3.2 등속직진수평비행 상태일 경우의 받음각(AOA)

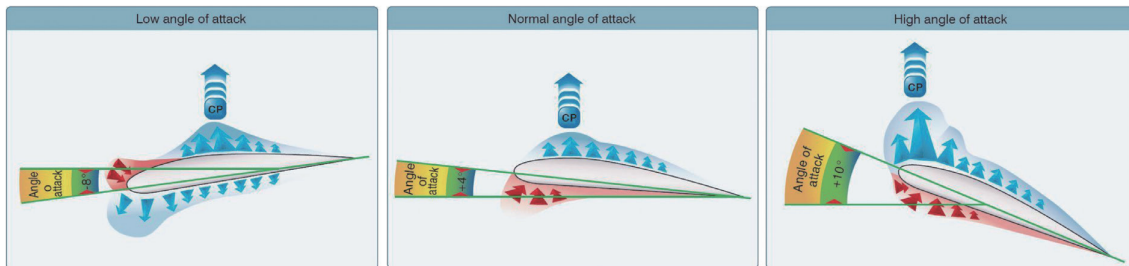
항공기가 등속직진수평비행 상태일 경우 속도에 따라 날개의 받음각이 다르게 나타난다. 직진수평비행은 넓은 범위의 속도에서 이루어진다. 조종사는 받음각과 추력을 이용해 다른 속도에서도 수평비행 상태로 만들 수 있다. 양력은 받음각과 속도에 의해 매우 다양한 값이 나온다는 것이다.

저속에서의 높은 받음각이 만드는 양력과 고속에서의 낮은 받음각이 만드는 양력이 같을 수 있다.

만일 저속비행 상태라면 양력과 무게의 균형을 유지시키기 위해 받음각을 증가시켜야 한다. 반대로 고속일 경우 받음각을 감소시켜야 한다. 추력이 감소하면 항공기의 속도가 감소할 것이고, 이에 따라 양력이 감소하여 항공기는 하강할 것이다. 이에 고도를 유지하기 위해서는 양력과 중

량이 다시 같아지도록 받음각을 증가시켜야 한다. 항공기가 더 느려진다면 더 많은 받음각이 필요하다.

속도가 변하여도 받음각의 조절로 양력과 무게를 같게 유지시켜 줄 수 있다. 항공기의 속도는 조종사가 의도적으로 특정한 속도에 맞추려고 하지 않는 한 추력과 양력이 같아지는 지점까지 가·감속된다.



[그림 1-4] 에어포일의 압력 분포와 받음각(AOA)에 따른 압력중심(CP)의 변화

1.3 비행과 항공 역학(Aerodynamic of Flight)

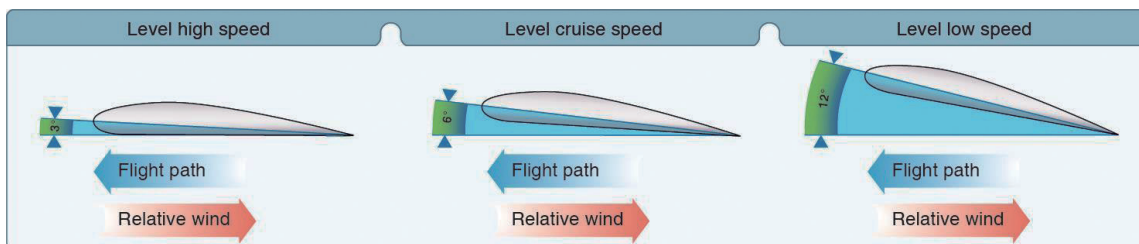
1.3.1 비행 중 항공기에 작용하는 4가지 힘(Forces Acting on the Aircraft)

비행 중인 항공기에는 추력과 항력, 양력과 무

게(중력)의 힘이 작용한다.

1.3.1.1 추력(Thrust)

추력은 추진 장치인 엔진, 프로펠러, 또는 회전날개에서 발생하는 힘으로 항공기를 앞으로 전진시키는 힘이다. 이는 항력과 반대방향으로 작용하며 일반적으로 항공기의 세로축과 평행하게 작용한다.



[그림 1-5] 등속직진수평비행 상태에서 속도 변화에 따른 받음각

1.3.1.2 항력(Drag)

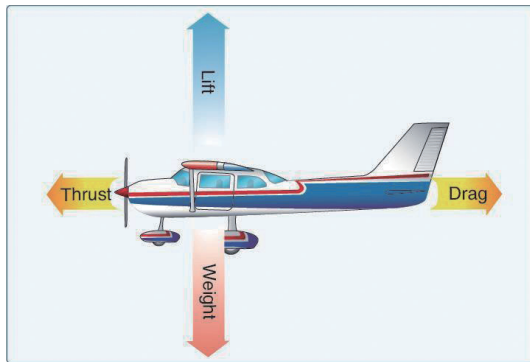
항력은 날개와 회전날개, 그리고 동체나 다른 돌출된 부분은 공기흐름에 대한 저항을 발생시키고, 이는 뒤로 향하여 항공기의 전진을 방해하는 힘이 된다. 항력은 일반적으로 추력에 반대되고 상대풍(Relative Wind)과 평행하게 작용한다. 항력에는 크게 유도항력(Induced drag)과 유해항력(Parasite drag)으로 구분한다.

- 유도항력(Induced drag) : 날개 에어포일에 흐르는 공기는 압력 차이에 의해 발생하는 공기흐름에 따라 양력성분이 날개 뒷부분으로 기울어지는데 이때 뒤로 기울어진 양력의 수평성분은 항력성분으로 이렇게 만들어진 항력을 유도항력이라 한다. 날개 끝 부근의 압력 차이로 공기의 흐름이 날개 밑면에서 윗면을 향하여 바깥쪽으로 흐른다. 이러한 측면 흐름은 날개 끝 공기에 회전속도를 주어 에어포일 뒤쪽에 와류(Vortex)를 형성하게 된다. 항공기를 뒤에서부터 보면 와류는 오른쪽 날개 끝에서 반시계방향으로 회전하고, 왼쪽 날개 끝에서는 시계방향으로 회전한다. 이 공기흐름이 날개 뒤쪽으로 돌아 나아가면서 아래로 향하게 되는데 이를 하향기류(Downwash)이라고 한다. 이러한 하향기류가 클수록 유도항력은 증가된다.
- 유해항력(Parasite Drag) : 유해항력은 항공기 주변 공기의 흐름, 난기류, 또는 항공기 에어포일 등 항공기 형상으로 인해 공기

의 흐름을 방해함으로써 발생하는 항력으로 형상항력(Form Drag), 간섭항력(Interference Drag)과 표면 마찰항력(Skin friction Drag) 3가지로 나뉜다.

- 형상항력(Form Drag) : 형상항력은 항공기 동체와 그 주위를 지나가는 공기의 흐름으로 인해 생겨나는 항력이다. 형상항력을 줄일 수 있는 방법은 가능한 많은 부분을 유선형(Streamline)으로 설계하는 것이다.
- 간섭항력(Interference Drag) : 간섭항력은 소용돌이, 난기류, 부드러운 공기흐름이 교차되면서 발생한다. 예를 들면, 날개와 동체가 만나는 날개 뿌리 부분에서 상당한 간섭항력이 발생하는데, 이유는 동체를 지나는 공기흐름과 날개를 지나는 공기흐름이 서로 충돌하여 이전의 두 공기흐름과는 다른 공기흐름으로 합쳐진다. 가장 간섭항력이 크게 작용하는 부분은 두 면이 수직으로 만나는 부분이다. 주로 이런 곳에서는 항력을 줄이기 위해 페어링(Fairing)을 장착한다.
- 표면 마찰항력(Skin friction Drag) : 표면 마찰항력은 공기가 항공기 표면을 지나갈 때 발생하는 공기역학적 저항이다. 항공기 표면 위로 지나가는 공기분자들은 항공기의 속도만큼 속력을 갖는다. 이를 자유기류속도(Free Stream Velocity)라고 한다. 이 자유기류속도 초과 항공기

표면 사이를 경계층(Boundary Layer)이라고 한다. 이 경계층의 바로 위쪽에서의 공기 분자들은 경계층 위에 흐르는 공기와 비슷한 속도(자유기류속도)로 움직인다. 이 공기분자들의 속도는 날개의 형태나 공기의 점성, 압축정도에 따라 달라진다. 이 경계층이 날개 표면으로부터 분리될 때 양력의 감소와 항력의 증가를 가져오는데, 대표적인 현상이 실속이다.



[그림 1-6] 항공기에 작용하는 힘

1.3.1.3 양력(Lift)

양력은 항공기의 날개(에어포일)가 공기 중을 통과하면서 발생하는 힘이다. 양력은 항공기 비행경로(상대풍)에 대해 수직으로 작용하고, 양력의 중심위치는 받음각(AOA)의 크기에 따라 변한다. 수평 비행에서 양력과 중력은 반대방향으로 작용한다.

1.3.1.4 무게(Weight)

무게는 항공기 자체의 무게, 탑승자, 연료, 화물 등의 무게를 합한 것이다. 무게는 중력에 의

해 항공기를 지면으로 끌어당기는 힘이다. 이는 양력과 반대로 작용하며, 항공기 무게중심(CG)을 통하여 지구중심을 향해 작용한다. 등속직진 수평비행에서는 양력과 무게, 추력과 항력은 서로 균형을 이룬다. 그러나 항공기가 활공할 때에는 무게의 벡터가 나뉘어 그중 하나는 비행경로의 앞에 위치하여 추력처럼 작용한다.

1.3.2 지면효과(Ground Effect)

1.3.2.1 고정익 비행장치의 지면효과 (Ground Effect)

조종사들은 착륙할 때 활주로에 접지 직전 항공기가 더 이상 강하하지 않으려는 느낌을 받는다. 이는 날개를 흐르는 공기흐름이 지면에 가까워짐에 따라 방해받아서 흐름의 형태가 바뀌어 마치 날개와 지면 사이에 공기가 갇혀 있어 에어 쿠션과 같은 현상이 발생하는 것처럼 느끼게 되는데 이러한 현상을 지면효과라고 한다.

비행 중인 항공기가 땅이나 물과 같은 표면에 가까이 접근하면 날개에서 발생하는 와류(Vortex)는 지면에 의해 방해를 받아 그 크기가 약해진다. 와류가 약해지면 유도항력이 감소되는 효과가 있으며, 유도항력이 감소되면 그만큼 추력이 증가되는 역할을 하고, 추력이 증가되면 속도가 증가되고 양력도 증가되어 항공기는 더 이상 강하하려 하지 않는다. 지면효과로 인해 날개 끝 와류(Vortex)의 감소는 넓은 형태의 양력 배분으로 변화되고 유도항력을 줄여준다. 그 결과

날개는 더 적은 받음각만을 필요로 한다. 일정한 받음각을 유지하면 양력계수(C_L)의 증가로 나타난다.

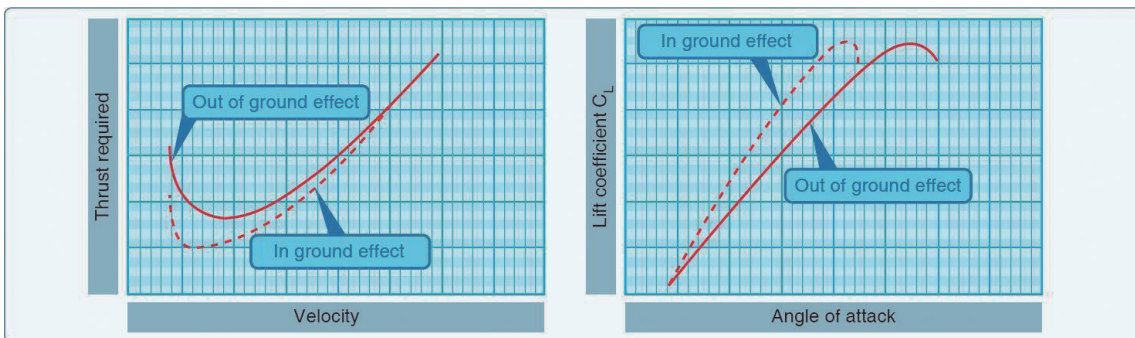
지면효과가 발생하면 유도항력이 감소되어 추력증가의 효과로 변환된다. 또한 날개에 흐르는 공기흐름의 형태가 바뀌므로 공기압력을 측정하여 지시하는 고도계, 속도계 등은 오차가 발생할 수 있다. 지면효과는 정압의 압력을 증대시키므로 속도는 정상보다 높게 지시하여 정상보다 더 느린 속도에서도 항공기를 부양(Airborne)시키려 한다.

지면효과는 날개와 지면 사이의 간격이 좁을수록 크게 나타난다. 날개가 지면으로부터 스패ן(span) 길이만큼의 높이에 있을 때 유도항력은 1.4% 감소하고, 날개가 지면으로부터 스패ן(span) 길이의 1/4 높이에 있을 때 유도항력은 23.5% 감소하며, 날개가 지면으로부터 스패ן(span) 길이의 1/10 높이에 있을 때 유도항력은 47.6%가 감소된다. 따라서 날개가 지면에 매우 근접한 경우에만 유도항력이 크게 감소된다. 지면효과는 대부분 이륙과 착륙할 때에 발생한다.

지면효과 때문에 이륙과 착륙하는 동안 항공기 비행특성이 변하기 때문에 항공기가 지면효과를 벗어나게 될 경우에는 다음의 몇 가지 사항을 고려하여야 한다.

- 같은 양력계수를 유지하기 위해 더 큰 받음각이 요구된다.
- 유도항력이 감소되어 추력이 증가되는 효과가 발생한다.
- 안정성이 감소하고 항공기 기수가 갑자기 들린다.
- 정압(static source pressure)의 감소와 지시 속도가 증가된다.

지면효과는 이륙과 착륙을 할 때 나타나므로 지면효과가 발생하는 높이 이내에서 이륙할 때 특성을 이해하지 못하고 항공기를 조작하면 위험한 상황이 발생할 가능성이 높다. 지면효과 상황에서는 유도항력이 감소되기 때문에 권고된 속도보다 더 적은 속도에서도 이륙이 가능한 것처럼 보인다. 부족한 속도에서 이륙을 시도하는 경우 항공기는 다시 활주로로 떨어지는 상황(settle back)이 벌어질 수 있다.



[그림 1-7] 지면효과로 인한 항력과 양력의 변화

조종사는 속도가 부족한 상태에서 부양하려고 시도하면 안 된다. 정해진 상승성능을 이루기 위해서는 적절한 이륙속도를 지켜야 한다.

착륙하는 동안에도 지면효과가 발생하면 항공기는 유도항력이 증가되어 마치 양력이 증가하는 현상을 느낄 수 있으며 플로팅(floating) 현상이 발생한다. 지면효과가 있는 지역에서 엔진의 출력을 늦게 줄이면 유도항력의 감소로 인한 추력증가의 효과까지 더하여 플로팅 거리가 늘어나게 된다.

1.3.2.2 회전익 비행장치의 지면효과

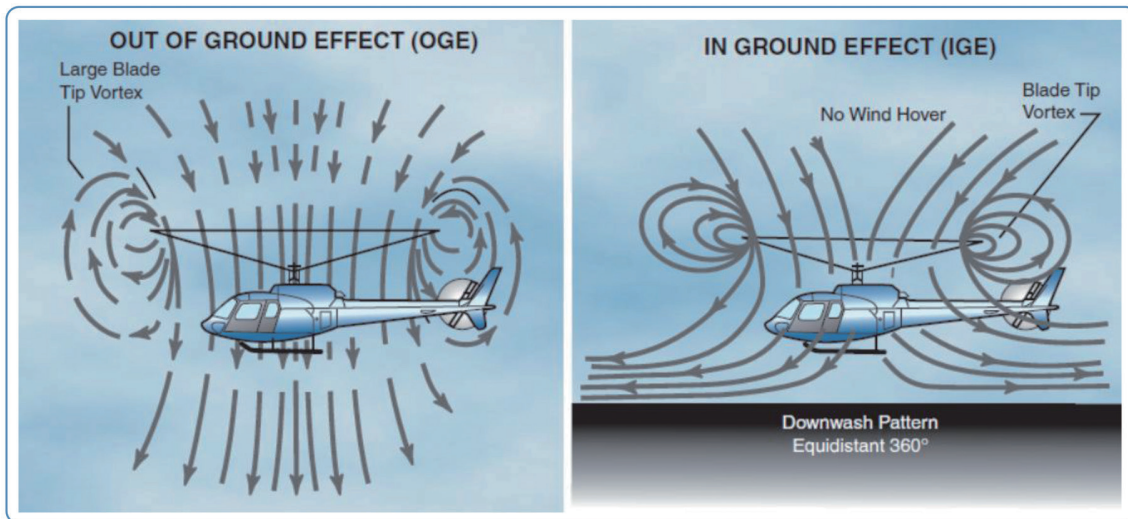
(Ground Effect)

지면 효과는 지면에 가까이 있을 때, 공기 흐름의 간섭에 의해 발생하는 Rotor 시스템의 효율성이 증가되는 것을 말한다. 이때 공기의 밀도 또는 압력이 증가되는데, 이는 공기의 하향 속도를 감소시키는 역할을 한다. 지면효과는 상대풍

을 좀 더 수평적으로 만들어 양력 벡터를 좀 더 수직으로 만들고 유도 항력을 감소시킨다. 이러한 조건들을 Rotor 시스템을 좀 더 효율적으로 만든다.

또한 무인멀티콥터의 경우 프로펠러 시스템이 회전을 하게 되면 프로펠러에 의하여 많은 양의 공기를 아래로 펌핑(pumping)하기 때문에 하강 기류가 형성된다. 멀티콥터가 지면 또는 어떠한 주변물체에 가까이 비행을 하거나 이착륙을 하는 경우에는 날개 끝단 와류는 지면 또는 주변물체에 의해 차단되고, 하강기류 속도가 줄어들면서 회전으로 발생하는 일부 기류가 지면 또는 주변물체에 충돌, 상승하여 프로펠러의 성능을 크게 향상시키는 지면효과 현상이 발생한다.

최대 지면효과는 평평하고 딱딱한 표면에서 얻을 수 있다. 긴 잔디, 나무, 수풀, 거친 평야, 물 위에서 제자리비행 시 지면효과는 감소한다.



[그림 1-8] 헬리콥터의 지면효과와 하향기류

대부분의 헬리콥터에서 Rotor 효율성은 대략 Rotor 직경(지면으로부터 Rotor 디스크까지 측정) 높이까지 지면 효과에 의해 증가한다. 유도 흐름 속도가 감소함에 따라 받음각은 증가하며, 이는 다시 피치각의 감소와 유도 항력의 감소를 야기한다. 따라서 지면효과 내에서는 제자리비행 시 더 적은 Power를 필요로 하게 된다.

1.3.3 항공기(비행장치)의 운동과 축(Axes)

항공기(비행장치) 운동 축(Axis)은 3개의 선으로 무게중심을 기준으로 서로 교차되어 있으며, 항공기(비행장치)가 운동을 하는 기준이 된다. 이들 3축은 서로 90도의 각으로 교차하며, 무게중심을 통과하고, 항공기(비행장치) 앞과 뒤를 연결하는 세로축, 날개 끝을 연결하는 가로축, 그리고 그 선들과 수직으로 이루어진 수직축으로 되어 있다. 고도를 변경하고 방향을 변화시킬 때마다 한 개 또는 그 이상의 축들이 회전하게 된다.

- 항공기(비행장치)의 움직임
 - 세로축을 기준으로 하는 항공기의 움직임을 롤링(Rolling),
 - 가로축을 기준으로 하는 운동은 피칭(Pitching)
 - 수직축을 기준으로 하는 운동을 요오잉(Yawing)이라 한다.
- 타면조종형비행장치의
 - 롤링(Rolling)은 에일러론(ailerons)에

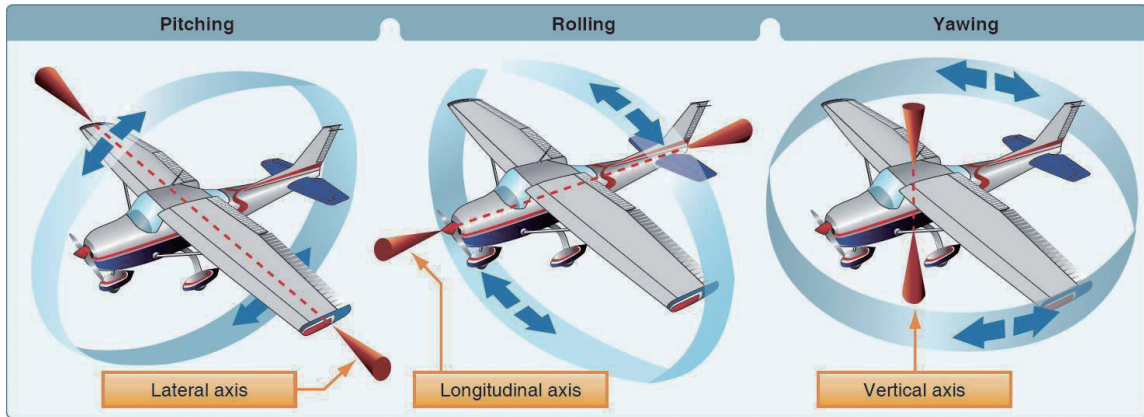
의해,

- 피칭(Pitching)은 엘리베이터(elevators)에 의해,
 - 요오잉(Yawing)은 러더(rudder)에 의해 조종된다.
- 초경량헬리콥터의
 - 롤링(Rolling)과 피칭(Pitching)은 사이클릭(Cyclic)에 의해,
 - 요오잉(Yawing)은 테일로터 페달(Tail rotor pedal)에 의해 조종되며,
 - 수직상승과 관련된 헬리콥터의 운동은 메인로터 피치(Main Rotor Pitch)를 조종하는 콜렉티브(Collective) 조종간에 의해 조종된다.

다른 종류의 초경량비행장치에서는 3축을 기준으로 운동하는 것과는 다른 방법들이 사용되기도 한다.

예를 들어 체중이동형(Weight shift control)비행장치 및 행글라이더는 롤(Roll)과 피치(Pitch) 2개의 축을 사용하는데, 체중이동형비행장치의 삼각형 조종간(Control bar)을 움직여서 조종사가 무게중심을 변화시켜 조종한다. 직접적으로 요오잉(Yawing)만을 조종하는 부분은 결여되어 있다.

동력패러글라이더, 패러글라이더 및 사각형낙하산의 경우 글라이더의 캐노피 에어포일을 변화함으로써 조종하게 되는데, 직접적으로 피칭(Pitching)과 요오잉(Yawing)만을 조종하는 부분은 결여되어 있다.



[그림 1-7] 지면효과로 인한 항력과 양력의 변화

또한 기구류의 경우에는 수직으로 상승/강하하는 조종만이 가능하다. 일부 상업용으로 사용되는 열기구의 경우 수직축(vertical axis)을 기준으로 회전(Yawing)할 수 있는 기능을 지닌 터닝 밴트(turning vents)를 장착한 기구들도 있다.

1.3.4 항공기의 안정성(Aircraft Stability)

1.3.4.1 모멘트(Moment)

항공기의 운동은 무게중심을 기준으로 이루어진다. 무게중심에 대하여 회전하려는 것을 모멘트라 하며, 모멘트는 힘과 그 힘이 작용하는 거리를 곱한 크기이다.

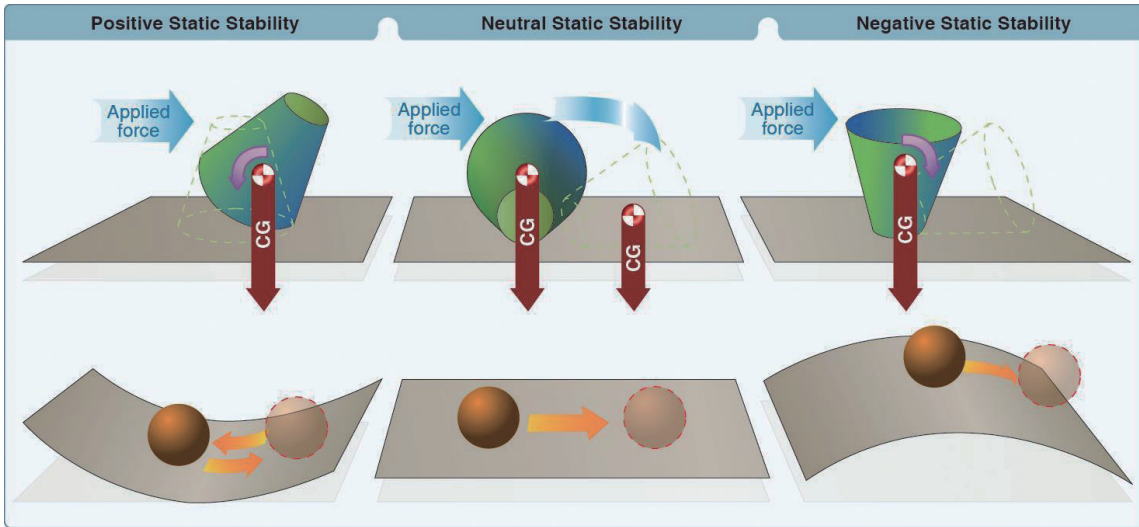
항공기의 평형을 맞추기 위하여 실제로 공기력이 발생하는 압력중심에 무게중심을 위치시키면 받음각에 따라 압력중심의 위치가 변하므로 항공기의 모멘트가 0인 상태의 평형을 유지하기가 어렵다. 따라서 항공기의 무게중심을 공기력중심에 위치시키고, 이 때 발생하는 모멘트는 수평

꼬리날개에서 상쇄 모멘트를 발생시켜 항공기의 평형을 유지한다.

조종사들은 받음각의 변화로 압력중심의 위치를 변화시키는 것을 제외하고는 비행에서 항공기에 작용하는 힘의 위치를 직접 변경할 수는 없으나, 힘의 크기는 제어할 수 있다. 트림 장치, 엘리베이터 트림 탭(elevator trim tab), 수평안정판과 같은 것은 안정된 모멘트를 유지하는데 이용된다.

1.3.4.2 안정성(stability)

항공기 안정성은 어떤 교란으로 인해 무게중심에 대한 힘과 모멘트가 0에서 벗어나 평형이 깨져 비행자세가 변경되었을 경우, 항공기가 스스로 다시 평형이 되는 방향으로 운동이 일어나는 경향성을 말한다. 그러나 원래의 평형상태에서 더 벗어난 상태로 가면 불안정하다고 한다. 안정성은 정적 안정성과 동적 안정성으로 구분하며 안정성은 설계할 때 최우선적으로 고려된다.



[그림 1-10] 정적 안정성의 종류

1.3.4.2.1 정적 안정성(static stability)

정적 안정성은 자세가 변경되었을 때 처음의 평형상태로 되돌아가는 움직임의 방향을 말한다.

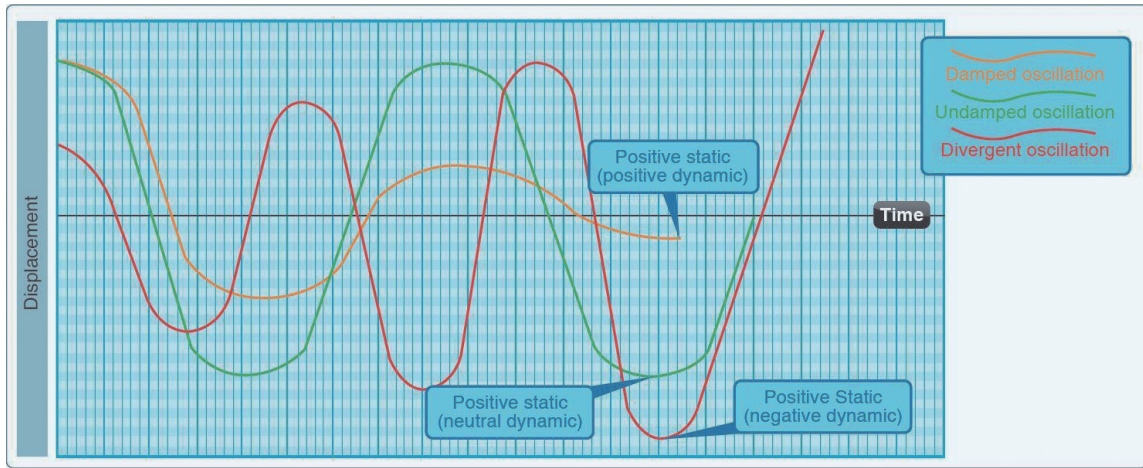
- 긍정적인 정적 안정성(Positive static stability) : 교란 이후에 원래의 평형상태로 되돌아가려는 처음의 경향
- 중립적인 정적 안정성(Neutral static stability) : 평형상태에서 변형된 후에 새로운 상태를 계속 유지하며 남아 있으려는 경향
- 부정적인 정적 안정성(Negative static stability) : 교란된 이후 원래의 평형상태로부터 계속해서 벗어나려고 하는 경향

1.3.4.2.2 동적 안정성(dynamic stability)

정적 안정성은 평형상태에서 교란된 후에 다시 원래의 평형상태로 되돌아가려는 처음의 경향을 정의한 것이며, 동적 안정성은 교란된 상태에서

평형상태로 되돌아가려는 경향성(정적 안정성)이 시간에 따라 반응하는 정도를 말한다.

- 긍정적인 동적 안정성(Positive dynamic stability) : 시간이 경과하면서 물체의 움직임이 원래의 평형상태로 돌아가려하기 때문에 점점 진폭이 줄어든다.
- 중립적인 동적 안정성(Neutral dynamic stability) : 원래의 평형상태로 돌아가려 하지만 진폭이 증감 없이 시간이 경과하여도 그대로 유지되려 한다.
- 부정적인 동적 안정성(Negative dynamic stability) : 원래의 평형상태로 돌아가려 하지만 시간이 경과되면서 진폭이 확산하는 경향을 보인다.



[그림 1-11] 동적 안정성의 종류

1.3.4.3 세로 안정성(longitudinal stability)

세로 안정성은 항공기를 가로축에 대하여 안정시키는 것으로 피치 안정성이라고도 한다. 세로 안정성은 항공기 무게중심에 대한 피칭 모멘트에 의해서 결정되는데 세로 안정성이 불안정한 항공기는 예를 들어 돌풍을 만났을 때 의도하지 않는 받음각의 증가로 항공기가 원래의 평형상태로 돌아가지 못하고 강하하거나 상승하는 경향이 있다.

○ 항공기의 정적 세로 안정성에 영향을 미치는 요소는 다음의 세 가지이다.

- 날개의 공력중심(양력 중심: C_L)과 무게중심과의 위치관계 : 에어포일에서 양력 중심점(C_L)은 받음각의 변화와 함께 앞 또는 뒤로 이동한다. 받음각이 증가되면 양력중심점(C_L)은 앞으로 이동하고 받음각이 감소되면 뒤로 이동한다. 에어포일의 받음각이 증가될 때 양력중심점(C_L)이

앞으로 이동함으로써 날개의 앞전(leading edge)을 더 위로 들어 올리려는 경향이 있다. 날개의 안정성은 날개의 공력중심(양력 중심: C_L)과 무게중심의 위치로 결정된다. 예를 들어 공력중심이 무게중심보다 앞에 있으면 항공기에 교란이 생겨 받음각이 커졌을 때 양력이 증가하고 받음각이 더 커지는 피칭모멘트가 발생하므로 불안정해진다. 그러므로 날개의 안정성을 확보하기 위해서는 공력중심이 무게중심 뒤에 있어야 한다.

- 수평꼬리날개의 위치와 면적 : 수평꼬리날개의 공력중심은 무게중심보다 훨씬 뒤에 있으므로 받음각이 증가하여도 기수를 내리는 피칭모멘트를 발생하여 언제나 안정된 역할을 한다. 꼬리날개의 면적이 넓을수록, 꼬리날개의 위치가 무게중심으로부터 멀리 떨어져 있을수록 안

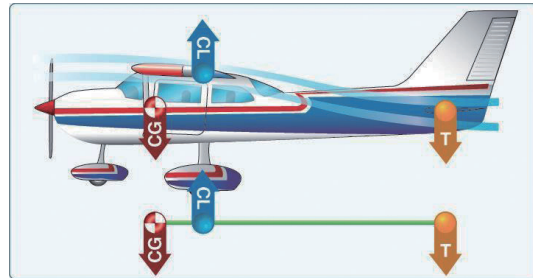
정성이 증대된다. 수평꼬리날개는 세로 안정성에서 가장 중요한 역할을 하므로 수평안정판(Horizontal Stabilizer)이라 불린다.

- 동체와 낫셀 : 동체는 언제나 불안정한 요소로 작용되며 엔진 낫셀은 장착 위치에 따라 안정성이 달라진다. 동체와 낫셀은 전체 안정성에 미치는 영향은 적다.

○ 역 캠버 수평안정판

- 그림은 항공기가 직진 수평비행 상태에서 균형(세로 안정)을 나타낸다. 양력중심(C_L)을 기준으로 무게중심(CG)이 앞에 위치하여 피치 down 모멘트를 생성하고 수평안정판에서 발생하는 Tail down force는 피치 up 모멘트를 발생시킨다. 양력중심에 의한 피치 down 모멘트와 수평안정판에서 발생하는 피치 up 모멘트가 균형을 이루면 항공기는 평형상태를 이루게 된다.
- 대부분의 항공기는 날개의 양력중심점(C_L)이 무게중심(CG)의 뒤쪽에 위치하도록 한다. 이렇게 하여 항공기의 피치 down 모멘트와 수평안정판에서 발생하는 Tail down force로 인한 모멘트가 균형을 이루도록 한다. Tail down force는 수평안정판이 역 캠버(굴곡진 위 캠버가 수평안정판의 아래에 있음)로 되어 있어 음적 받음각으로 인하여 발생하며 주 날개에서 발생하는 내리흐름 또한 Tail

down force를 증가시키는 역할을 한다.

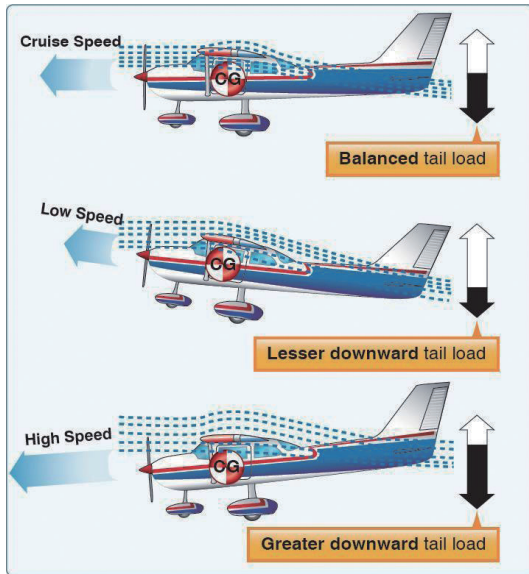


[그림 1-12] 세로 안정 Tail down force

○ 속도 변화와 세로 안정성

- 수평안정판은 항공기의 주 날개로부터 내리흐름의 영향을 받는다. 이 내리흐름은 수평안정판의 윗면을 치고 수평안정판은 역 캠버로 되어 있어 수평안정판에 흐르는 공기흐름은 아래 방향으로 양력과 같은 힘(Tail down force)을 발생시킨다. 항공기 속도가 빨라지면 주 날개에서의 내리흐름이 강해지고 수평안정판도 또한 아래로의 힘(Tail down force)이 증가된다.
- 만약 항공기 속도가 감소되면 날개 위의 공기흐름 속도 또한 감소되며 내리흐름은 감소된다. 수평안정판에 흐르는 공기 속도도 감소하므로 수평안정판에서 발생하는 아래로의 힘(Tail down force)도 작아진다. 아래로의 힘(Tail down force)이 작아지면 피치 up 모멘트가 감소하여 항공기 기수를 내려오게 한다.
- 항공기가 강하자세가 되면 날개의 받음각과 항력을 줄어들어 속도가 증가된다.

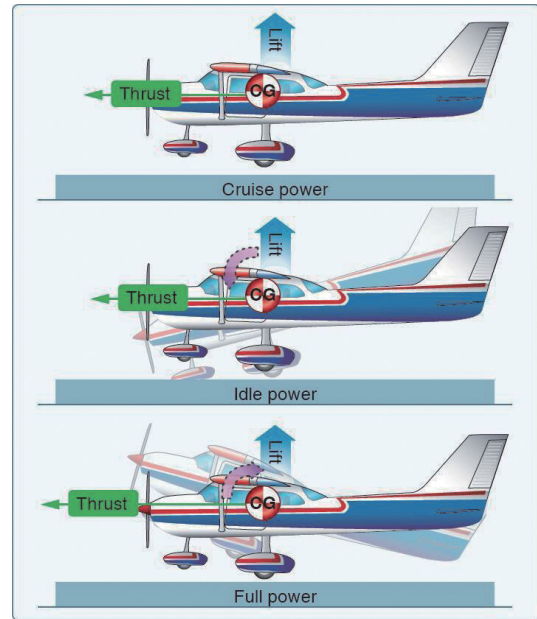
항공기속도가 증가되면서 수평안정판에서 발생하는 아래로 작용하는 Tail down force는 증대되어 꼬리날개 부분이 아래로 내려가고 기수는 올라가게 되어 다시 수평자세로 돌아가도록 한다.



[그림 1-13] 속도와 세로 안정성

○ 엔진 출력 변화와 세로 안정성

- 엔진 출력의 변화도 항공기의 세로 안정성에 영향을 미친다. 엔진 출력을 줄이면 날개에서 내리흐름과 수평안정판에서 발생하는 Tail down force가 감소되어 항공기 기수는 아래로 내려가게 된다(피치 down 모멘트 발생).
- 엔진출력을 증가시키면 날개에서 내리흐름과 수평안정판에서 발생하는 Tail down force가 증가되어 항공기 기수를 위로 올라가게 한다(피치 up 모멘트 발생).



[그림 1-14] 출력과 세로 안정성

○ 항공기 추력선(Trust line)의 위치와 세로 안정성

- 항공기 추력선(Trust line)의 위치는 항공기 세로 안정성에 영향을 미친다. 추력선의 위치가 무게중심보다 아래에 있는 경우 엔진 출력을 증가시키면 피치 up 모멘트가 발생되어 기수가 들리고 엔진 출력을 줄이면 피치 up 모멘트가 감소되어 항공기 기수가 아래로 내려가게 된다.
- 추력선이 무게중심과 같은 위치에 있다면 엔진 출력이 변하여도 피치 up, down 모멘트는 발생하지 않는다.
- 추력선이 무게중심보다 위에 있을 경우에는 엔진 출력을 증가시키며 피치 down 모멘트가 발생하여 항공기 기수는 아래로 내려가며 반대로 엔진 출력을 감소시

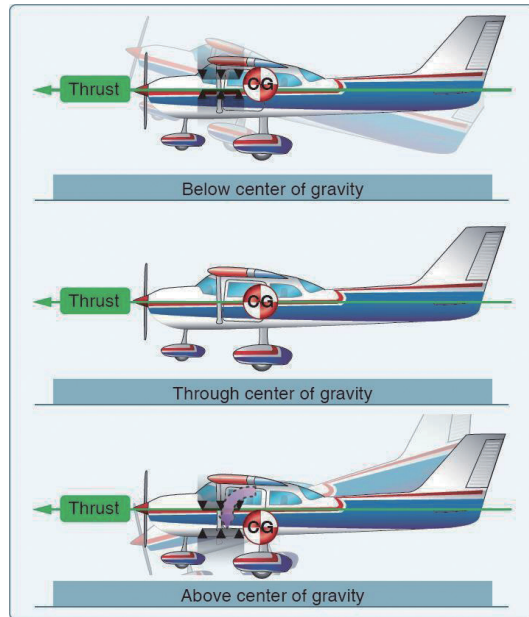
키면 피치 up 모멘트가 발생하여 기수가 올라간다.

- 동적으로 안정된 항공기는 기수는 계속해서 더 높아지거나 낮아지지 않으며 기수가 들리고 낮아지는 현상을 반복하다가 균형을 이루는 속도에서 다시 안정을 찾게 된다.

1.3.4.4 가로 안정성(Lateral stability)

항공기 가로 안정성은 세로축(Longitudinal axis)을 중심으로 한 좌우 안정, 즉 롤(Roll) 안정성이라 한다. 항공기의 날개는 양력을 발생할 뿐만 아니라 난류와 같은 외부 힘에 의해 야기된 불안정한 상태를 항공기 자체의 특성으로 스스로 안정된 상태로 회복할 수 있도록 설계되어 있다. 가로 안정성을 증대시키기 위한 방법으로 주익의 상반각(Dihedral) 등이 적용된다. 상반각은 항공기의 날개가 동체로부터(날개 뿌리로부터) 날개 끝으로 가면서 높게 만들어지며, 이러한 날개각도 차이에 의해 형성된 각도를 상반각이라고 한다.

수평비행 중 돌풍을 만났을 때 한쪽 날개가 기울어지면 옆 미끄럼(Slip)이 생기며 기울어진 날개 쪽의 받음각이 증가된다. 기울어진 날개 쪽의 받음각이 증가되면 양력이 증가하여 기울어진 날개를 다시 올라가게 하고, 반대쪽의 날개는 상대적으로 받음각이 감소되고 양력이 감소하여 아래로 내려오게 되어서 항공기 날개는 수평상태로 회복된다.



[그림 1-15] 추력선과 세로 안정성

1.3.4.5 방향안정성(Directional Stability)

항공기의 수직축(Vertical axis)에 대한 안정성은 빗놀이 또는 방향안정성(Directional Stability)이라고 불린다. 수직안정판(Vertical stabilizer)은 항공기 방향안정성에 가장 큰 역할을 하며 CG후방에 있는 동체의 측면 또한 풍향계 또는 화살의 깃처럼 작동하여 상대풍 쪽으로 기수를 향하게 하여 방향 안정성에 기여한다.

1.4 비행기동 중에 작용하는 항공 역학적인 힘(Aerodynamic Forces)

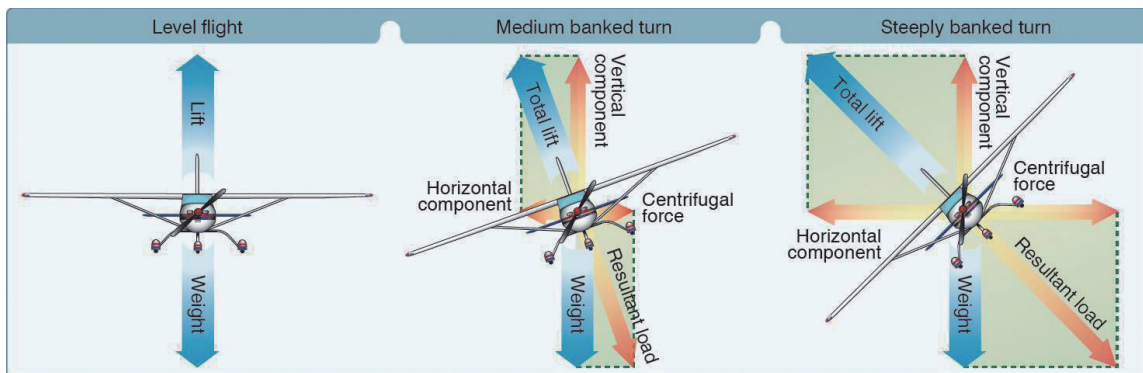
1.4.1 선회 중에 작용하는 힘(Forces in Turns)

항공기가 등속직진수평비행 시 양력과 무게가 같고, 추력과 항력도 같다. 그러나 항공기가 경사를 주고 선회할 경우에는 양력이 수평과 수직 성분으로 나누어지므로 날개에서 발생하는 총 양력과 무게의 힘은 완전 반대 방향이 아니게 된다.

뉴턴의 관성의 법칙에서 정지 또는 움직이는 물체는 다른 힘이 적용될 때까지 계속 정지하거나 계속 움직이려는 특성이 있다. 움직이는 물체와 같이 항공기는 선회 시 양력의 수평분력으로 인해서 움직임이 바뀐다. 선회 시 양력은 수직양력분력과 수평양력분력으로 나뉜다. 수평양력분력은 항공기를 선회하도록 하며 구심력은 항공기가 방향을 바꾸도록 한다.

항공기는 보트나 자동차처럼 조종되지 않는다. 항공기가 선회하기 위해서는 반드시 경사각이 필요하다. 만약 경사각이 없다면 직진비행에서 벗어날 수 있는 힘이 없다. 선회 중인 항공기에서 발생하는 총 양력의 크기는 변함이 없지만 양력이 수직 및 수평분력으로 나누어지며 무게에 대응하는 양력의 수직 성분을 줄어뜨리게 된다. 그렇기 때문에 조종사는 경사각이 증가함에 따라 양력의 수직성분도 비례하여 감소되기 때문에 적절한 받음각을 유지 혹은 증가시켜 총 양력을 크게 하여 양력의 수직성분과 무게를 같게 하여야 한다.

주어진 속도에서 항공기의 선회반경과 선회율은 양력의 수평성분의 크기에 따라 달라진다. 양력의 수평성분은 경사각에 비례하여 달라진다. 즉, 경사각이 증가하면 양력의 수평성분이 증가하여 선회율이 증가하고 선회반경은 감소한다. 결과적으로 주어진 속도에서 선회율과 선회반경은 경사각의 양을 조절해서 제어할 수 있다. 수평선회에서 고도를 유지하기 위한 수직양력성분



[그림 1-16] 수평선회 시 작용하는 힘

을 만들기 위해선 받음각을 증가시키는데 항력은 받음각에 비례하기 때문에 양력이 증가함에 따라 유도항력도 증가하므로 조종사가 추가적인 조치(엔진출력의 증가)가 없으면 속도는 감소한다.

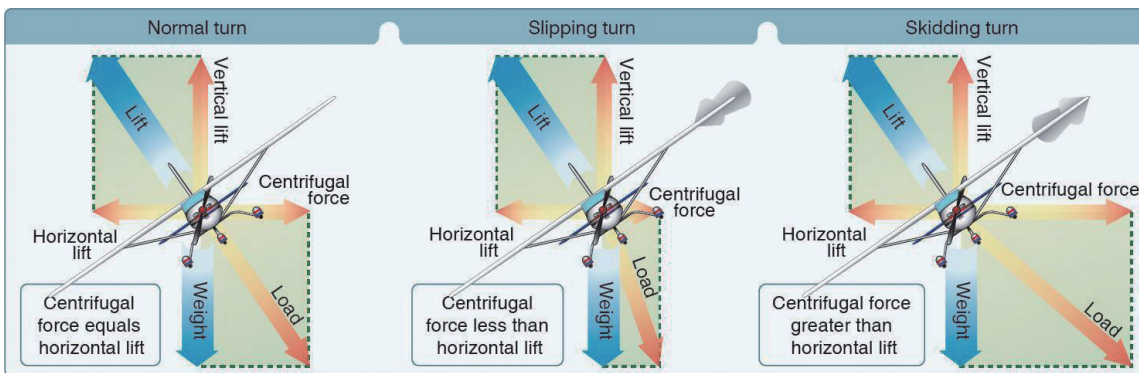
그러므로 선회 시 적절한 엔진출력의 조절이 필요하다. 일정한 고도를 유지하면서 선회할 때 속도가 증가되면 받음각을 줄여주거나 경사각 양의 변화를 주어야 한다. 경사각 양이 일정하게 유지되고 받음각이 줄어든다면 선회율이 감소되며 속도가 증가함에 따라 일정한 선회율을 유지하기 위해서는 받음각과 적절한 출력 조절이 필요하다. 속도가 증가하면 선회반경이 증가하고 원심력은 회전반경에 비례한다.

적절한 선회는 양력의 수평성분과 원심력이 같은 조건에서 이루어진다. 속도가 증가하면 선회반경은 증가하고 이것은 원심력의 증가를 의미한다. 왜냐하면 원심력이 양력의 수평성분에 의해 균형을 이루어야하기 때문이며, 이것은 양력의 수평이동을 증가시킴으로써 균형을 맞출

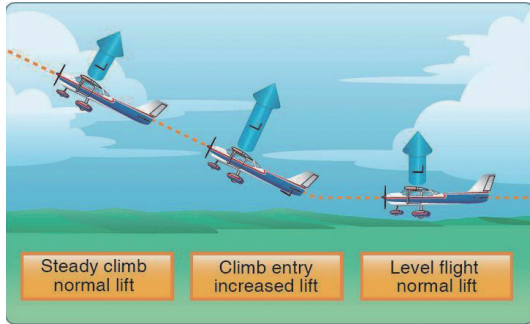
수 있다. 내활(slip)선회 시 항공기는 선회 경로의 외측으로 향해 yaw되기 때문에 적절한 비율로 선회되지 않는다. 이유는 항공기의 경사각이 선회율보다 너무 크고, 양력의 수평성분이 원심력보다 크기 때문이다. 양력의 수평성분과 원심력의 균형은 경사각의 조정 혹은 선회율의 조정으로 조절할 수 있다. 일정한 선회율을 유지하기 위해서 경사각은 속도에 따라 달라져야 한다.

1.4.2 상승 중에 작용하는 힘(Forges in Climbs)

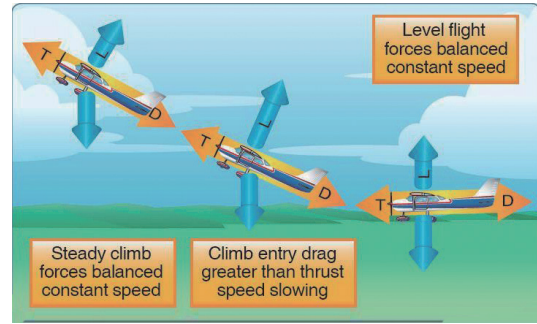
수평자세에서 상승자세가 이루어지는 초기에는 엘리베이터의 압력을 증가시켜 받음각이 증가되므로 양력이 무게보다 크게 순간적으로 증가한다. 비행경로가 상승자세에 안정이 되면 받음각과 양력의 크기가 수평비행 상태와 같게 된다.



[그림 1-17] 정상 선회, 슬립 선회, 스키드 선회



[그림 1-18] 상승시작 단계의 양력 변화



[그림 1-19] 상승시작 단계에서의 속도 변화

만약 엔진 출력의 증가 없이 상승하면 속도는 점점 감소하게 되는데, 그 이유는 속도를 유지하기 위한 추력이 상승 자세에서도 같은 속도를 유지시키기엔 부족하기 때문이다. 비행경로가 위쪽 방향으로 기울어지면 무게의 수평분력이 항공기의 항력과 같은 방향으로 작용하게 되어 항력은 증가한다.

상승비행을 할 때에도 속도가 일정하게 안정되면 추력과 항력, 양력과 무게는 다시 균형을 이룬다. 상승 비행자세에서 항공기의 무게는 아래쪽뿐만 아니라 무게의 수평분력이 항력과 함께 뒤쪽으로도 작용되기 때문에 수평비행을 할 때와 같은 속도를 유지하기 위해서는 추가

적인 동력이 필요하다. 동력의 양은 상승각에 따라 달라진다. 상승각이 클수록 이용할 수 있는

동력이 불충분하다면 속도의 감속이 나타나게 된다.

안정된 상승이 이루어지기 위한 필요한 추력은 상승각에 따른 무게의 수평분력에 항력을 더한 값과 동일해야 한다. 상승비행의 상승각은 여유 추력의 양에 따라 다르다. 항공기가 상승을 유지하는 것은 여유추력 때문에 가능하다. 만일 여유 추력이 없다면 항공기는 더 이상 상승할 수가 없으며, 이 고도를 항공기가 “절대상승한계”(absolute ceiling)에 도달했다고 한다.

1.4.3 강하단계(Forces in Descents)

조종간을 앞쪽 방향으로 밀면 강하가 시작되면서 받음각이 순간적으로 감소된다. 강하초기에 항공기에 적용되는 이러한 힘은 항공기를 아주 짧은 시간 동안 기존의 비행경로를 유지할 수 있게 한다. 받음각이 감소하면 양력도 감소된다. 양력이 무게보다 작을 때에 항공기는 강하하기 시작한다. 동시에 항공기의 경로는 수평 경로에서 강하 경로로 변하게 된다.

등속수평비행 때와 같은 속도로 강하하기 위해서는, 강하를 시작하면서 엔진 출력을 줄여야 한

다. 강하를 하면 비행경로가 앞으로 기울어지기 때문에 무게의 수평성분이 상승할 때와는 반대로 추력방향으로 작용한다. 무게의 수평성분이 추력에 더해지는 힘의 크기는 강하각이 클수록 증가하고는 강하각이 적을수록 감소한다.

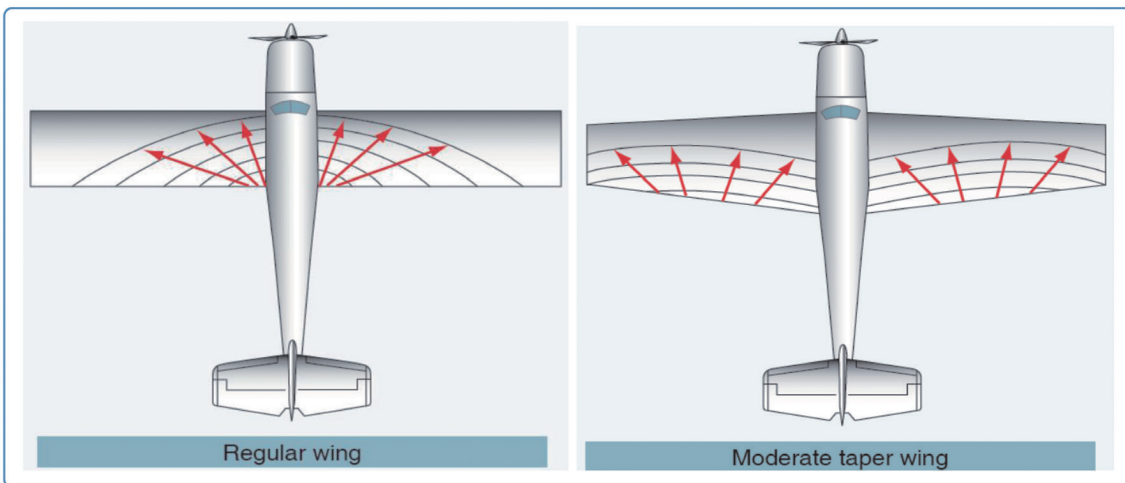
1.4.4 실속(stalls)

항공기의 상승자세가 임계받음각을 초과하면 날개 위를 흐르는 공기의 분리가 일어나고 양력을 급격히 감소시켜 실속이 발생한다. 실속은 어느 자세나 어느 속도에서도 발생할 수 있다. 실속은 역학적인 부분에서 가장 오해가 많이 일어나는 분야인데, 왜냐하면 조종사들은 종종 실속이 발생하게 되면 더 이상의 양력이 발생할 수 없다고 생각하기 때문이다. 실속 상황에서 항공기의 날개가 전체적으로 양력발생이 중단되는 것이 아

니다. 정확히 말하면 수평비행을 유지할 수 있는 적절한 양력의 양이 발생하지 못할 뿐이다.

받음각의 증가에 따라 양력계수가 증가하여 최대가 된 다음 다시 떨어지기 시작하는데 이 지점에서의 양력계수를 최대 양력계수라고 한다. 날개가 만들어 내는 양력의 양은 최대 양력계수 또는 임계받음각을 지나면서 급격히 떨어진다. 그러나 그 위치의 약간 위쪽이라면 완전히 양력 발생이 멈추어지지 않을 것이다.

대부분의 끈계 뺀 날개의 항공기에서는 날개 뿌리부터 실속이 발생하도록 설계가 되어 있다. 날개 뿌리에서 먼저 임계받음각에 도달하면 날개 끝 쪽으로 실속이 진행되도록 한다. 날개 뿌리에서 먼저 실속이 진행됨으로써, 날개 끝 쪽에 있는 에일러론은 여전히 작동할 수 있고, 항공기를 조종할 수 있다. 날개 뿌리에서 실속이 먼저 발생할 수 있도록 다양한 설계 방법이 적용된다.



[그림 1-20] 날개형상과 실속 진행 방향

날개는 실속에 진입된 경우 어떤 조건에서도 절대로 완전히 양력을 손실하는 경우는 없다. 만약에 그렇게 된다면 항공기는 지상으로 떨어지게 될 것이다. 대부분의 훈련용 항공기들은 실속 상황에서 받음각이 감소하게 되고 항공기의 앞부분이 낮아지도록 설계가 되었다.

○ 실속회복과 무게중심 위치

- 실속상황에서 항공기의 기수 부분이 낮아지게 되는 이유는 무게중심 뒤쪽에 양력중심이 있기 때문이다. 무게중심 범위는 항공기의 실속회복 성능에서 아주 중요한 요소이다.
- 만약 항공기의 무게중심이 허용범위 뒤에 있다면 조종사는 실속상태에서 회복하기가 매우 어려울 것이다. 무게중심이 후방한계 범위를 초과한 상태에서의 항공기를 운용하는 것은 매우 위험한 상황을 초래할 수 있다. 운용범위 후방에 위치한 무게중심으로 인해 만들어진 추가적인 힘에 대항하는 힘을 만들어 내기가 불가능하다. 받음각을 감소시키지 않는다면 항공기는 지상에 닿을 때까지 실속상태가 지속될 것이다.

○ 실속과 받음각

- 특정 항공기의 실속 속도는 모든 항공기의 상황에 고정된 것이 아니라, 항공기는 속도, 무게, 하중 그리고 밀도고도에 관계없이 같은 받음각에서 항상 실속에 들어간다.

- 각각의 항공기에는 날개의 윗면에서 공기흐름이 분리되고 실속이 발생하는 특정 받음각이 존재한다. 임계받음각은 대략 $16\sim 20^\circ$ 정도로 항공기의 설계에 따라 달라진다. 그러나 각각의 항공기는 실속에 들어가게 되는 일정 받음각을 가지고 있다.

- 자주 임계받음각을 초과하게 되는 경우는 낮은 속도, 높은 속도, 선회할 때 3가지 비행 상황이다.

○ 임계받음각을 초과하게 되는 경우

- 수평 직진 선회에서 항공기가 실속에 들어가게 되는 한 가지 방법은 매우 느린 속도로 비행하는 것이다. 항공기 속도가 감소되면서 고도를 유지하기 위하여 필요한 양력을 증가시키기 위해 받음각을 증가한다. 항공기 속도가 줄어들수록 항공기의 받음각은 더욱 커지게 된다. 결국 받음각은 비행할 수 있도록 도와줄 충분한 양력을 발생시키지 못하게 되는 지점까지 오게 되고 그 상태에 고정되기 시작한다. 만약 항공기 속도가 더 감소하면 받음각이 임계받음각을 초과하면서 날개 위의 공기흐름이 방해를 받으면서 항공기가 실속 상태에 들어가게 된다.
- 항공기의 실속 속도는 직진수평비행할 때보다 선회할 때 더 증가한다. 항공기가 선회를 위해 경사각을 증가시키면 양력은 수직성분과 수평성분으로 나뉘

다. 이때 아무런 조치를 취하지 않으면 날개에서 발생하는 양력의 크기는 수평 비행상태와 동일하므로, 결과적으로 양력의 수직성분은 무게보다 작아지기 때문에 항공기는 강하하려 한다. 따라서 일정한 고도를 계속 유지하려면, 즉 양력의 수직성분이 무게와 같도록 유지하려면 날개에서 발생하는 총 양력을 증가시켜야 한다. 총 양력을 증가시키는 방법은 결국 받음각을 증가시켜야 한다. 선회경사각이 증가됨에 따라 받음각은 반드시 증가되어야 한다. 만약 선회 시 어느 때라도 받음각이 커진다면, 항공기는 실속에 들어가게 된다.

항공기를 공기역학적으로 균형을 이루기 위해서 양력의 중심점이 무게중심 뒤쪽에 위치한다. 양력중심이 무게중심 뒤쪽에 있어 항공기의 앞부분이 무거운 경향(피치 down 모멘트)을 만들어 내지만 수평안정판에서의 공기흐름(내리흐름)이 이에 대응하는 힘(tail down force, 피치 up 모멘트)을 만들어 낸다. 실속 상황에서는 날개 위쪽으로 작용하는 힘인 양력이 감소하고 수평안정판에서 아래쪽으로 작용하는 힘의 효과가 감소하거나 발생하는 위쪽에서의 힘이 비균형적인 힘의 조건을 이끌어 낸다. 이것들은 항공기 앞부분을 급작스럽게 아래로 향하게 만들게 되고 그에 따라 받음각은 감소하고 속도는 다시 증가하게 된다. 그리하여 날개 위로 부드러운 공기흐름이 다시 시작되고 양력이 되돌아오며 항공

기는 정상 비행상태를 유지할 수 있게 된다. 이 과정이 완료되기 전에 상당한 고도가 감소한다.

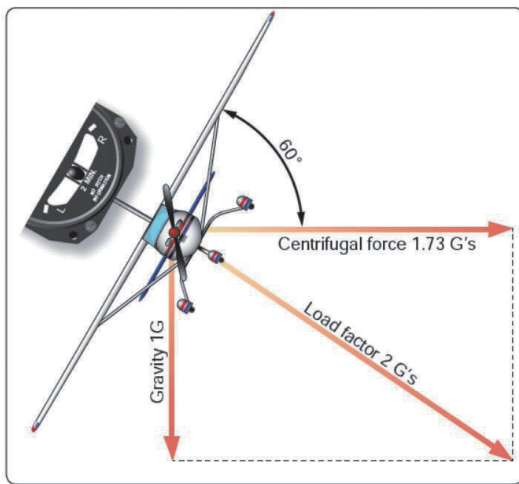
에어포일의 모양과 모양의 변화는 실속에 큰 영향을 미친다. 예를 들면, 얼음이나, 눈, 서리가 항공기의 표면에 축적되었다면 날개 위의 공기흐름이 방해받게 되며 임계받음각보다 낮은 받음각에서 경계층의 분리를 일으키고 양력이 크게 감소되면서, 예상되는 항공기의 성능이 달라진다. 비행 중 얼음이 항공기에 축적된다면 양력을 증가시키는 능력이 감소하는 동시에 무게가 증가된다. 날개 표면에 대략 0.8mm 정도의 얼음이 생기면 항력을 증가시키고 양력을 대략 25% 정도 감소시킨다.

1.4.5 하중계수(Load Factors)

등속수평비행을 하고 있는 항공기는 양력과 중력, 추력과 항력이 각각 서로 평형상태로 관성력을 받지 않는다. 양력이 증가하여 상승비행을 하는 경우에는 항공기는 위쪽으로 가속이 되며 가속도의 크기는 양력에서 비행기 자체중량을 제외한 여분의 양력 곧 잉여추력에 비례한다. 수평 비행에 필요한 양력의 비율을 n 이라고 할 경우 수평 비행할 때 $n=1$ 이 된다. 양력의 비율이 n 배 증가하면 상승가속도는 ng 가 되며 이때 n 을 하중계수(Load Factors)라 한다. 하중계수 n 은 곧 양력과 무게의 비율로 표현할 수 있다.

$$\text{하중계수}(n) = \frac{\text{Lift(양력)}}{\text{Weight(무게)}}$$

조종사는 비행할 때 허용되는 하중계수(n) 범위 내에서 조작하여야 한다. 그 이유는 하중계수를 초과하여 비행하게 되면 항공기의 구조에 과부하가 걸릴 가능성이 있으며, 하중계수(Load Factor)가 증가하면 실속(Stall)에 진입되는 속도 역시 증가되기 때문이다.



[그림 1-21] 60도 선회비행 시 하중계수

1.4.5.1 항공기 설계와 하중계수(Load Factor)

항공기는 다양한 비행 상황에서 비행할 경우 구조적인 손상이 없어야 한다. 항공기에 허용되는 하중계수(n)는 예상되는 최대 비행조작이 이루어지도록 정해져야 한다.

항공기는 설계 시 일반적으로 안전계수를 1.5로 적용한다. 따라서 항공기의 극한하중계수는 하중계수에 안전계수를 곱한 값이 된다. 이 안전계수는 조종사가 의도적으로 극한하중계수를 초과해도 된다는 것이 아니라 예상치 못한 상황들에 마주쳤을 때 한계하중을 초과해도 보호될 수

있다는 의미이다.

1.4.5.2 Steep Turn과 하중계수

고도(Altitude)를 일정하게 유지하면서 선회할 때 하중계수(n)는 원심력과 중력(Gravity)의 힘의 결과로 나타난다.

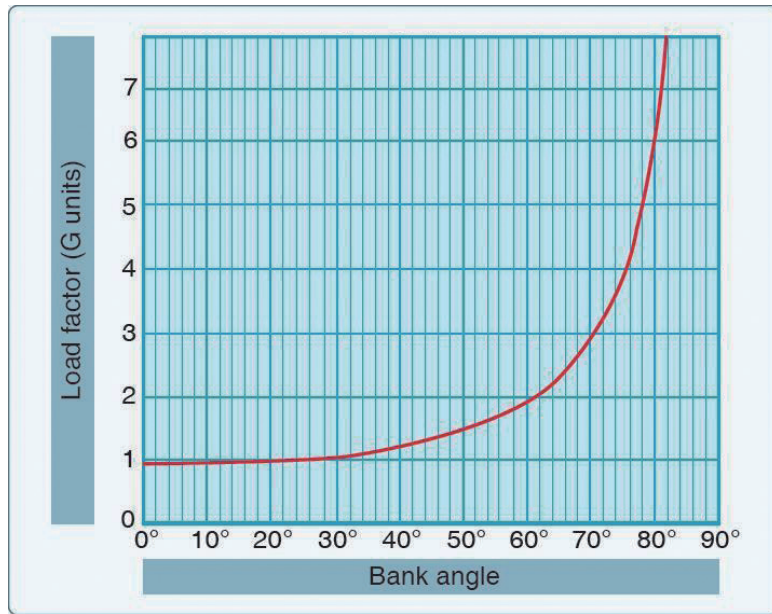
아래의 그래프는 선회할 때 경사각 증가에 따른 하중계수의 변화를 나타내고 있다. 하중계수는 선회경사각이 45도 또는 50도를 넘어서면서 급격하게 증가된다. 경사각(Bank)이 60도일 경우 하중계수는 2g가 되며, 80도일 경우 하중계수는 5.76g가 된다. 선회 중에 고도를 일정하게 유지하려면, 날개는 이러한 하중계수(Load Factor)와 동일한 힘의 양력(Lift)을 발생시켜야 한다. 예를 들어 60도 경사각으로 수평선회를 할 때 고도를 유지하기 위해 필요한 양은 수평비행을 할 때보다 2배의 양력이 필요하게 된다.

1.4.5.3 하중계수와 실속 속도(Load Factors and Stalling Speeds)

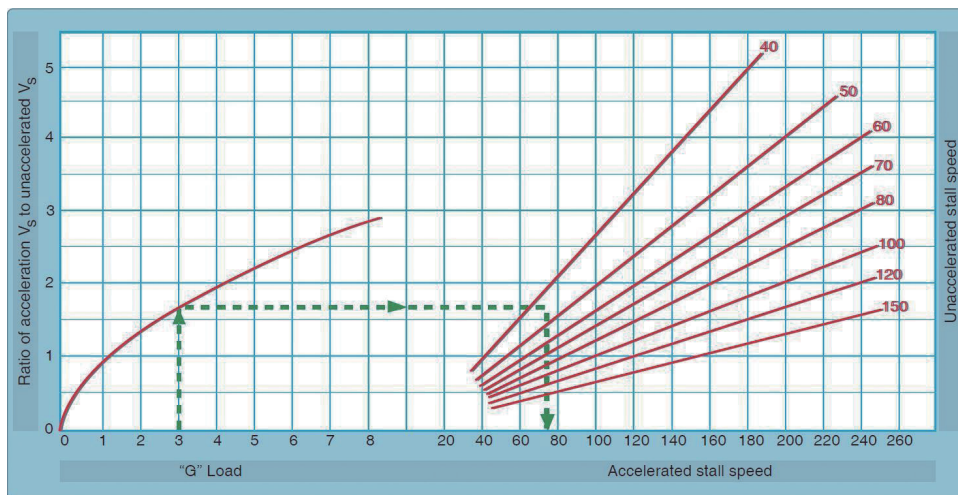
모든 항공기는 구조적 한계 내에서 비행할 경우 어떠한 속도에서도 실속(Stall)에 들어갈 수 있다. 항공기의 실속속도는 하중계수(n)의 제곱근에 비례해서 증가한다. 예를 들어 어느 항공기의 실속속도가 45노트라고 한다면 만일 3g의 하중계수가 적용되는 상태에서는 실속속도가 75노트로 증가된다.

따라서 항공기가 높은 하중계수(n)에 노출되어도 구조적 손상을 받지 않고 안전하게 실속

(Stall)에 들어갈 수 있는 최대 속도를 지정해 놓았는데, 이를 설계기동속도(Design Maneuvering Speed, V_A)라고 한다.



[그림 1-22] 경사각과 하중계수



[그림 1-23] 하중계수와 실속 속도

1.4.5.4 비행포위선도(Vg Diagram)

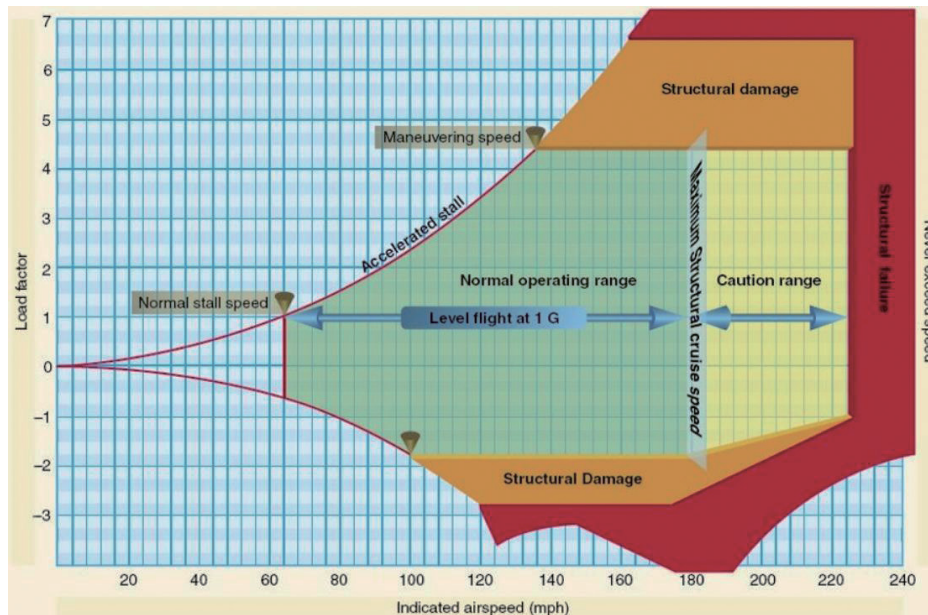
그림(비행포위선도, Vg Diagram)은 비행속도와 하중계수(Load Factor)의 관계에 따른 항공기의 비행운용 범위를 나타낸다. 그림에서 1g 이상의 하중계수(Load Factor)를 내려면 64mph 이상의 속도가 필요하며 이 속도는 수평비행상태에서의 실속(Stall) 속도를 의미한다. 이 항공기는 2g에서 92mph에서 실속(Stall)에 들어가고, 4.4g에서는 136mph에서 실속에 들어간다.

만일 4.4g보다 더 많은 하중계수에서 비행한다면 항공기는 구조적 손상을 입을 가능성이 생긴다. 그림의 오렌지색으로 표시된 영역(Caution range)은 항공기의 주요 구조물의 영구적인 변형이 발생하거나 구조적 손상이 진행될 수 있는 영역을 말한다. 따라서 일반적인 운영목적

으로 비행할 때에는 하중계수(n)의 제한치 이상으로는 운용하지 말아야 한다.

그림에서 살펴볼 지점이 있는데 하중계수의 “+” 제한치와 최대 양력 발생 곡선의 교차점에서 형성되는 기동속도(Maneuvering Speed, V_A)이다. 이 기동속도는 조종사가 아무리 항공기에 최대의 하중을 주는 기동을 하여도 구조적 손상으로 이어지지 않고 안전하게 실속(Stall)으로 진입할 수 있는 최대 속도이다.

그림의 비행포위선도를 갖는 이 항공기의 속도계에 붉은색으로 표시된 영역(Structural failure range)의 제한속도는 224mph가 된다. 만약 조종사가 이 속도 이상으로 비행하게 된다면, 항공기의 구조적 손상(Structural failure)을 유발하게 되는 것이다.



[그림 1-24] 비행포위선도(Vg Diagram)

1.4.5.5 하중계수와 비행기동(Load Factors and Flight Maneuvers)

모든 비행기동은 정해진 허용한계 하중계수를 초과하지 않도록 하여야 한다. 1g의 하중계수가 부하되는 등속수평비행을 제외하고 모든 조작은 한계하중계수를 초과할 가능성이 있다. 항공기 조작을 최대(full)로 그리고 거칠게(abrupt)할 경우에는 구조적 손상을 피하기 위해 기동속도(Maneuvering Speed, V_A) 이하에서 항공기를 조작하여야 한다.

○ 선회(Turns)

- 일정 고도를 유지하며 선회하는 경우 하중계수는 증가된다. 경사각이 깊어질수록 하중계수는 증가하며 위에서 언급한 것처럼 45°이상의 경사각에서 하중계수는 급격히 증가한다. 일반적으로 소형 훈련용 항공기는 경사각 70~75° 사이에서 최대 허용한계 하중계수에 도달한다.

○ 실속(Stalls)

- 등속수평비행에서 비 가속 실속에 진입하는 경우 추가적인 하중계수의 증가 없이 실속 회복이 가능하다. 실속회복은 조종간을 앞으로 밀어서 이루어지기 때문에 (-) 하중계수를 부하하여 때로는 조종사들에게 무중력상태를 느끼게 해준다.
- 실속(stall)을 회복한 후 급격한 상승조작은 허용하중계수를 초과할 수 있다. 깊은 강하자세에서 조종간을 갑자기 당겨 올

리면 항공기 구조물에 치명적인 하중을 가할 수 있으며 하중계수의 증가로 실속 속도로 증가시킴으로써 2차 실속을 일으킬 수 있다.

- 실속회복조작은 실속이 회복되어 항공기 속도가 실속속도 이상이 되면 항공기를 서서히 들어 올려 하중계수가 더 이상 증가하지 않도록 해야 한다. 일반적으로 깊은 강하각에서 기수를 들어 올릴 경우에도 2g~2.5g의 하중계수를 초과하지 않도록 조작하여야 한다.

○ 스핀(Spins)

- 스핀은 회전하는 것을 제외하고 실속(stall)과 다르지 않으며, 실속(stall) 복구에 적용되는 방법이 동일하게 적용된다. 스핀은 실속(stall)보다 더 깊은 강하 자세로 진입하므로 스핀을 회복하고 항공기를 들어 올릴 경우 더 많은 하중계수에 노출될 수 있다. 스핀을 회복하고 항공기를 들어 올릴 경우 적절한 하중계수는 2.5g이다.

각 항공기는 구조적 손상을 초래하지 않고 항공기에 부과될 수 있는 특정 중력 가속도로 설계된다. 설계에 고려되는 하중은 한계하중(limit load)과 극한하중(ultimate load) 두 종류가 있다. 한계하중은 원래의 형상으로 복구되지 않는 항공기 구조물의 휘어짐 발생까지 허용되어 인가되는 힘이다. 극한하중은 한계하중을 초과하

는 항공기 및 항공기 재료는 구조적 결함(파괴)을 발생하는 점에 작용하는 하중 요소이다. 한계하중보다 낮은 하중계수에서는 항공기 구조가 손상되지 않는다.

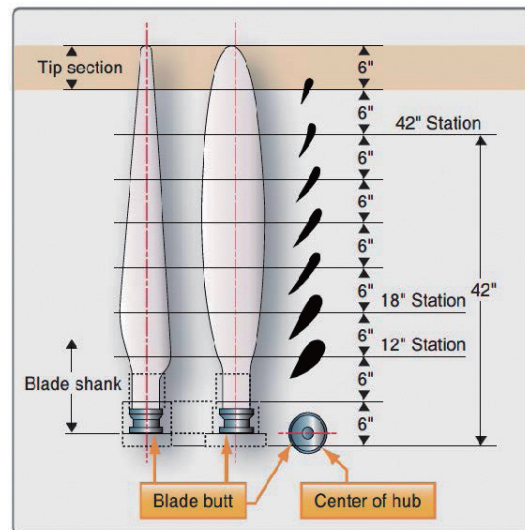
조종사 운용 안내서(POH)에는 난기류지역을 통과하는 절차가 수록되어 있어 난기류 지역에서 안전하게 항공기를 운용할 수 있다. 조종사는 절대로 항공기 초과금지속도(never exceed speed, V_A)를 초과해서는 안 된다. 명시된 기동 속도 이상의 속도로 고속 강하비행 또는 곡예비행을 특히 난기류 지역에서 훈련을 해서는 안 된다.

1.5 프로펠러(Propeller)

프로펠러는 엔진의 크랭크축(Crank shaft) 또는 변속기어의 축과 연결되어 전달되는 동력을 이용하여 회전시킴으로써 필요한 추력(Thrust)을 발생시키는 장치이다. 프로펠러는 회전하는 날개(airfoil)라 생각할 수 있다. 항공기 날개를 통과하는 공기흐름의 역학적 작용에 의하여 양력을 발생시키는 것처럼 프로펠러도 항공역학적인 힘(aerodynamic force)을 발생시켜 추진력을 얻게 된다. 프로펠러에서 발생하는 항공역학적인 힘(추진력)은 프로펠러의 블레이드(blade)의 모양과, 프로펠러의 회전수(RPM), 블레이드 부분(blade section)에서의 받음각(angle of attack)에 따라 다르다.

1.5.1 프로펠러의 깃(Blade)

프로펠러는 회전운동을 하므로 프로펠러 중심인 Hub에서 바깥쪽(tip)으로 나갈수록 선속도가 커지게 된다. 프로펠러에서 얻어지는 추진력의 크기는 속도의 제곱에 비례하므로 프로펠러의 블레이드는 바깥쪽(tip)으로 갈수록 깃 각(blade angle)은 작아지게 뒤틀려(twist)있다. 만일 블레이드가 뒤틀려있지 않다면 블레이드 끝(tip)쪽에서는 과도한 양력이 발생하고 큰 하중이 걸리게 되어 블레이드가 손상된다. 블레이드의 위치(station)는 프로펠러 중심(Hub)으로부터 길이(inch)로 표시한다.



[그림 1-25] 프로펠러의 깃

1.5.2 프로펠러의 과 회전(Over speed)

고정피치 프로펠러 경량항공기의 경우 엔진의 출력을 줄이지 않고(일정한 RPM을 유지한 상태) 강하하게 되는 경우 항공기의 전진속도가 증가되고, 받음각(angle of attack)은 감소된다. 받음각이 감소되면 프로펠러의 부하(load)가 줄어들게 되고 그 결과 엔진에 잉여의 출력이 생기게 되며 잉여출력은 RPM을 증가시키게 된다. 따라서 엔진출력을 줄이지 않고 강하하는 경우 RPM은 계속 증가하여 제한치를 초과하게 되고 엔진 손상을 초래할 수 있다, 그러므로 강하하기 전에 반드시 엔진출력을 먼저 줄여야 한다.

1.5.3 Left Turning Tendency

조종석에서 바라보았을 때 시계방향으로 회전하는 프로펠러는 프로펠러 회전운동의 특성으로 인하여 항공기의 기수를 왼쪽으로 틀어지게 하는 경향성(Left Turning Tendency)이 있다. 기수를 왼쪽으로 틀어지게 만드는 원인은 다음의 4가지로 설명할 수 있다.

- 엔진과 프로펠러에 대한 토크 반작용
- 슬립스트림에 대한 나선형 움직임
- 프로펠러의 회전운동
- 프로펠러의 비대칭 하중(P factor)

프로펠러의 회전에 의해 발생하는 Left Turning Tendency를 일으키는 4가지 요소는 비행 조건의 변화에 따라 다르게 나타난다. 비행의 어

느 단계에서는 4가지 요소 중의 하나가 다른 요소보다 더 두드러질 수 있다. 이 값들의 관계는 기체, 엔진, 프로펠러 조합 및 기타 설계특징에 따라 다르다. 모든 비행 조건에서 항공기의 긍정적인 제어를 유지하기 위해 조종사는 이러한 다양한 값을 보상하기 위해 필요한 비행 조종장치를 사용해야 한다.

1.5.4 토크에 대한 반작용(Torque Reaction)

토크 반작용은 뉴턴의 제3법칙인 작용반작용 법칙으로 설명된다. 한쪽 방향으로 회전하면 동일한 힘이 회전하는 반대방향으로 작용한다. 오른쪽으로 회전하는 프로펠러는 회전의 결과 왼쪽으로 반작용 힘이 생겨 항공기 기수를 왼쪽으로 틀어지게 만든다. 항공기가 공중에 있을 때, 이 힘은 세로축을 기준으로 발생하고, 항공기를 왼쪽으로 틀어지게 하고 Roll에 들어가게 한다.

이륙 활주(take off roll) 동안에는 토크 반작용에 의한 힘의 무게가 왼쪽 바퀴에 더 실리게 된다. 그 결과 지상 마찰 또는 항력이 오른쪽 바퀴보다 왼쪽 바퀴에 더 작용하게 되어 왼쪽으로 yawing 모멘트가 일어나게 된다. 이 모멘트의 크기는

- 엔진의 마력 크기
- 프로펠러 분당 회전수(RPM)
- 항공기의 크기
- 활주로 표면의 상태 등 다양한 요소들에 의해 달라진다.

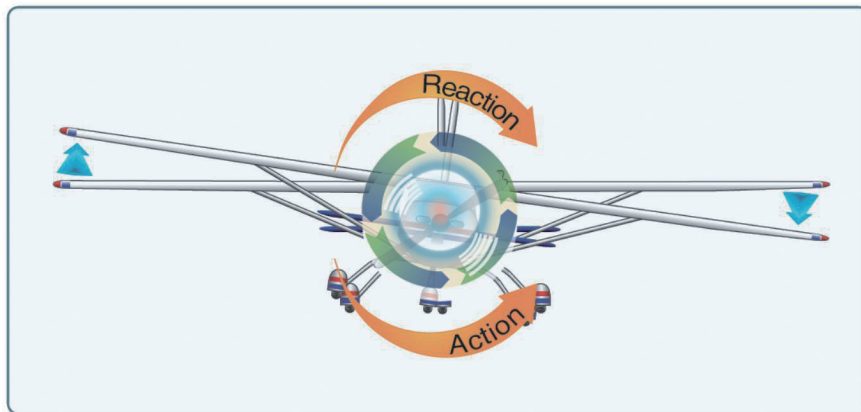
이륙 활주(take off roll) 중에 발생하는 yawing 모멘트는 조종사의 적절한 러더 사용과 러더 트림의 조절에 의해 수정될 수 있다.

1.5.5 코크스크류 효과(Corkscrew effect)

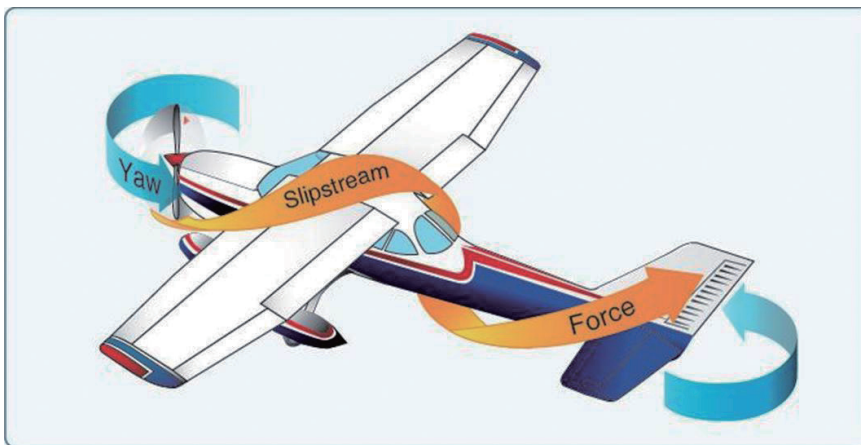
프로펠러의 고속 회전은 프로펠러를 통과하는 공기흐름을 슬립스트림(slipstream) 또는 코크스크류(Corkscrew)의 나선 형태의 회전흐름을 형성한다. 이러한 나선형 회전흐름은 프로펠러

의 고속 회전(high RPM)과 낮은 비행속도(이륙 또는 받음각이 큰 상태)에서, 크게 발생하고 이 흐름은 항공기의 수직꼬리 왼쪽 표면으로 부딪쳐 흐르게 된다.

나선형 회전 기류가 수직 꼬리날개를 치게 되면, 이것은 항공기의 수직 축에 대하여 yawing 모멘트를 발생시키는데 나선형 흐름이 강할수록 yawing 모멘트는 더 두드러지게 나타난다. 그러나 항공기 전진속도가 증가될수록 나선은 더 길게 뻗어 지게 되어 yawing 모멘트 발생에 덜 영



[그림 1-26] 토크에 대한 반작용



[그림 1-27] 나선형 회전기류

향을 미친다. 슬립스트림의 코크스크류 공기흐름은 또한 세로축 주변에서 롤링모멘트를 발생시킨다.

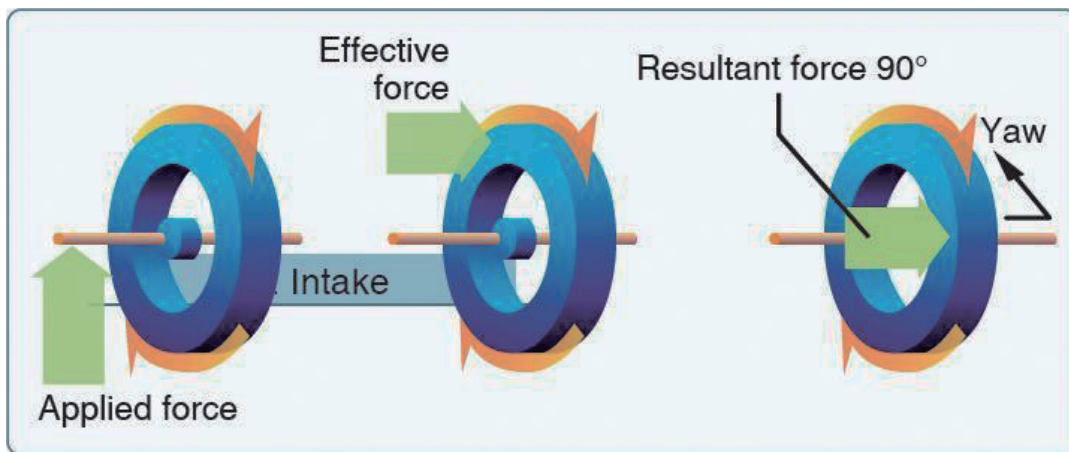
1.5.6 자이로스코프 효과(Gyroscopic Action)

프로펠러의 자이로스코프 효과를 이해하기 전에, 자이로스코프의 가장 기본적인 원리를 이해하는 것이 필요하다. 자이로 운동은 기본적인 두 가지 성질인 강직성(rigidity)과 세차성(cession)에 기반을 두고 있다. 세차성은 자이로의 가장자리(rim) 부분에 힘이 작용되면, 그 힘의 결과는 회전 방향의 90° 부분에서 나타나게 되는 특성이다.

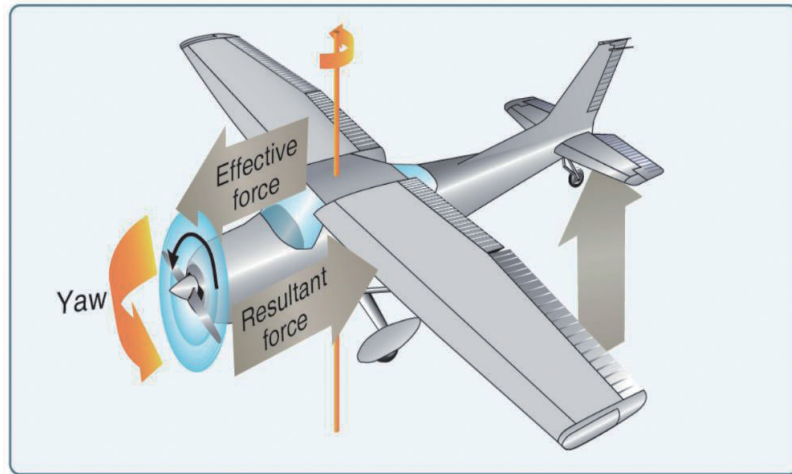
비행기 프로펠러로 자이로스코프처럼 매우 빠르게 회전하므로 자이로의 특성을 가진다. 프로

펠러의 회전에 어느 힘을 주면 회전방향의 90° 이후 지점에서 힘의 결과가 생기며 생겨진 힘은 피칭 모멘트나 yawing 모멘트 혹은 어떤 지점에 힘이 가해지냐에 따라 두 개의 혼합된 모멘트가 발생한다.

이 자이로스코프 효과는 테일 휠(tail wheel) 항공기에서 이륙을 위해 항공기를 부양시킬 때 현저하게 발생한다. 이 항공기는 부양되기 전에 꼬리 부분이 먼저 들리게 되는데 이는 프로펠러의 윗부분에 힘을 가하는 것과 같은 현상이 된다. 프로펠러의 윗부분에 힘이 가해지면 그 힘의 결과는 90°를 지나 나타나므로 프로펠러의 오른쪽 3시 방향에서 프로펠러를 미는 힘으로 발생하며 이는 곧 항공기 기수를 왼쪽으로 틀어지게 만드는 yawing 모멘트를 발생시킨다.



[그림 1-28] 자이로의 특성(세차성)



[그림 1-29] 자이로스코프 효과

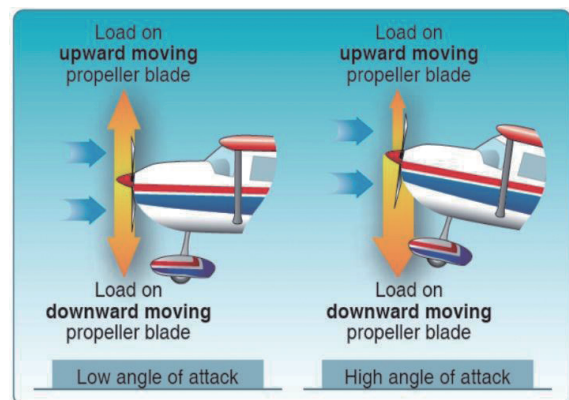
1.5.7 비대칭 하중(P-Factor)

항공기가 높은 받음각으로 날고 있을 때 아래 쪽으로 움직이고 있는 블레이드가 공기와 접촉하는 양은 위쪽으로 움직이고 있는 블레이드의 양보다 더 크다. 그러므로 프로펠러 디스크의 오른쪽에서 발생하는 힘이 왼쪽보다 크게 되어 항공기 기수는 왼쪽으로 틀어지게 된다. 이러한 비대칭 하중이 생기는 것은 위로 향하는 프로펠러의 깃에 작용하는 받음각보다 아래로 향하는 프로펠러 깃의 받음각 크기가 크기 때문이다.

이 비대칭 하중은 회전 중인 프로펠러 깃에 작용하는 받음각의 크기가 달라져 발생된다. 프로펠러의 받음각은 프로펠러에 작용하는 상대풍과 프로펠러의 시위선이 이루는 각도이며 프로펠러에 작용하는 상대풍은 프로펠러의 회전속도와 항공기의 전진속도의 합력이 이루는 선이다. 따라서 프로펠러 회전수가 달라지거나 전진속도

또는 전진속도의 벡터가 달라지면 받음각이 변하게 되고 발생하는 추력도 변하게 된다.

항공기가 높은 받음각상태로 비행하고 있으면 아래로 움직이는 블레이드는 더 높은 받음각을 가지며, 위쪽으로 움직이는 블레이드보다 더 많은 추력을 생성한다.

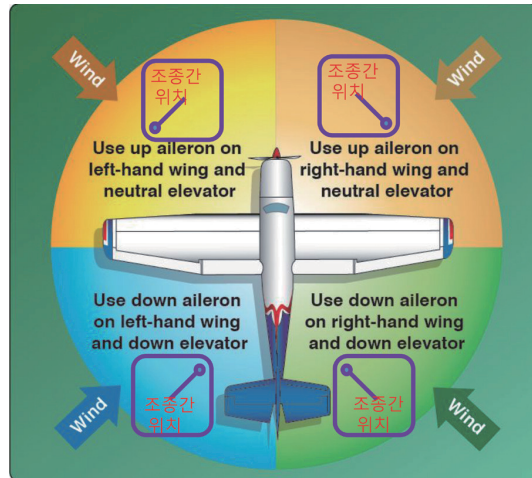


[그림 1-30] 프로펠러의 비대칭 부하

1.6 측풍 시 활주

지상에서 이동 시 바람이 강할 경우 조종간을 조절하여 날개 들림과 바퀴에 가해지는 하중에 대하여 조종사는 상황에 따라 조종간을 조종하여 적합한 조치를 취하여야 한다.

- 강한 정풍(headwind)의 경우 : 에일러론(Ailerons)은 중립 위치를 취하며, 꼬리날개 부분이 들리지 않게 승강타(Elevator)는 Up 위치로 한다.
- 강한 배풍(tailwind)의 경우 : 에일러론(Ailerons)은 중립 위치를 취하며, 꼬리날개 부분이 들리지 않게 승강타(Elevator)는 Down 위치로 한다.
- 측정풍(Quarering headwind)의 경우 : 승강타(Elevator)는 중립 또는 Up 위치를 취하며, 날개 들림을 방지하기 위해 바람 불어오는 쪽의 에일러론(Ailerons)을 Up 위치로 한다.
- 측배풍(Quarering tailwind)의 경우 : 승강타(Elevator)는 중립 또는 Down 위치를 취하며, 날개 들림을 방지하기 위해 바람 불어오는 쪽의 에일러론(Ailerons)을 Down 위치로 한다.



[그림 1-31] 바람 방향 및 전륜형 착륙 장치 (Nose Gear Type)의 조종간 위치

제2장

인적요소 및 비행착각

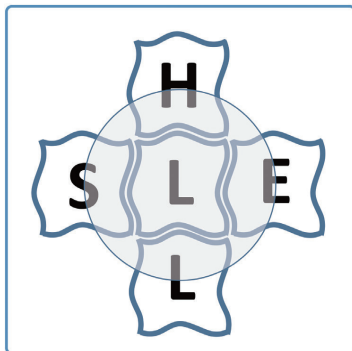
2.1 인적요소(Human Factor)

2.1.2 SHELL 모델의 목적

2.1.1 인적요소 분석 셸 모델(SHELL MODEL)

인적요소(Human Factor)에 대한 설명을 위한 대표적인 모델인 SHELL Model로 구성은 다음과 같다.

- 사람(Liveware) : 중앙에 있는 L(Liveware)은 사람, 조종사를 나타낸다.
- H(Hardware)는 항공기의 기계적인 부분을 나타낸다.
- S(Software)는 운항분야의 각종 규정, 절차, 기호, 부호 등을 나타낸다.
- E(Environment)는 기상 등의 조종 환경 등을 나타낸다.
- L(Liveware)은 역시 사람을 나타내지만, 조종사와 관계되는 사람들을 나타낸다.



[그림 2-1] 인적요소 SHELL MODEL 구성

인적요소를 구성하는 각 요소들 간의 관계가 잘 조화되면 항공안전 수준이 향상되고 사고예방이 되겠지만, 이러한 요소들 상호관계에 문제가 생기면 그것이 바로 조종사의 과실로 이어지고 사고와 직결된다. 그러므로 SHELL 모델을 이용하여 각 요소들 간의 문제를 찾아내고 그 근원을 해결하여야 한다.

SHELL 모델의 핵심요소인 인간(Liveware)과 주변의 상관관계는 다음과 같다.

- L-H(인간과 하드웨어) : 이 인터페이스는 인간과 기계시스템과 관련하여 가장 일반적으로 고려되는 인터페이스이다.
 - 인체의 착석 특성에 맞는 항공기 좌석 설계 등
 - 사용자의 감각 및 정보 처리 특성에 부합하는 디스플레이 등
 - 올바른 동작 제어, 코딩 및 위치 등
- L-S(인간과 소프트웨어) : 이것은 인간과 절차, 매뉴얼 및 체크리스트 레이아웃, 기호 및 컴퓨터 프로그램과 같은 시스템의 비물리적인 측면을 포함한다.
- L-E(인간과 환경) : 이것은 인적요소 연구 초기의 모든 조치가 인간을 환경에 적응시

키는 것을 목표로 삼았다(헬멧, 비행복, 산소마스크). 그러나 현 추세는 사람의 요구 사항에 맞게 환경을 조정하여 인간에게 맞는 환경을 조성하는 것이다.

- L-L(사람과 사람) : 이것은 사람과 사람 사이의 인터페이스이다. 조종사, 관제사, 정비사, 승객 등과의 상호 관계 작용에 관심을 가져야 한다.

2.1.3 비행 안전에 영향을 미치는 인적요소

2.1.3.1 개요(Introduction)

비행은 인간이 지금까지 경험해 보지 못하였던 새롭고 다양한 문제에 부딪히게 된다. 지금까지 밝혀진 사고 조사 결과에 의하면 사고 원인의 약 70% 이상이 인적요소에 기인하는 것으로 나타나고 있다.

인적요소는 크게 두 가지로 나뉘는데, 하나는 신체적(Physical) 분야, 다른 하나는 심리적(Psychology) 분야로 나뉜다. 인적요소가 연구되기 시작한 초기에는 주로 신체적 부분에 초점이 맞추어져 왔으나, 지금은 심리적인 요소에도 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다. 인적 요인은 인간의 능력, 한계 및 기타 특성에 대한 특정 상황(예: 비행, 항공정비, 스트레스 수준, 지식)에 대한 자료를 수집하고 연구한 결과를 도구설계, 기계, 시스템, 업무, 직업 및 작업 환경에 적용하여 안전하고 편안하며 효과적으로 사람이 사용할 수 있게 해 주는 것이 목적이다.

전 세계의 대부분의 항공기 사고 조사 기관은 모든 항공기 사고 및 준사고의 70~90%가 조종사 또는 정비사 또는 관제사와 같이 항공기에 관련된 사람들의 행동과 의사결정의 결과라고 추정하고 있다.

2.1.3.2 의사소통(Communication)

사람이 대화를 할 때 언어와 함께 표정, 몸동작, 입술 모양 등이 언어 전달의 의미를 더욱 명확하게 해 줄 수 있다. 그러나 항공에서는 조종사와 관제사와의 관계처럼 얼굴을 대면하지 않은 상태에서 통화해야 하므로 명확하게 의사를 전달하지 않으면 안 된다.

따라서 항공에서의 의사소통은 다음과 같은 기본 원칙을 지키는 것이 바람직하다.

- 간단성(Simplicity) : 전달하고자 하는 의도를 간단하게 표현한다.
- 명료성(Clarity) : 잘 전달될 수 있는 톤으로 천천히 또박또박 발음함으로써 다시 물어봐야 하는 시간적 손실과 오류를 줄일 수 있다.
- 명확성(Accuracy) : 의도한 내용을 정확하게 전달해야 한다.

2.1.3.3 상황 인식(Situational Awareness)

상황 인식은 비행 전, 비행 중 및 비행 후 안전에 영향을 미치는 5가지 기본 위험 요소(비행, 조종사, 항공기, 환경 및 주어진 항공 상황을 구성하는 작동 유형) 내의 모든 요소와 조건에 대

한 정확한 인식과 이해라고 할 수 있다. 비행, 항적, 기상 및 ATC 통신에 대한 무선통신 모니터링은 조종사가 무슨 일이 일어나고 있는지에 대한 정신적인 그림을 그릴 수 있도록 도와줌으로써 상황 인식을 향상시킬 수 있다.

2.1.3.4 위험관리(Risk Management)

위험 관리(risk management) 및 위험 해결(risk intervention)은 용어의 간단한 정의처럼 쉬운 것은 아니다. 위험 관리 및 해결은 체계적으로 위해요소를 식별(hazard identification)하고, 위험 정도를 평가(risk assessment)하며, 최선의 행동 방침을 결정하기 위한 의사결정 프로세스이다. 이러한 프로세스에는 위해요인 식별, 위험 평가, 통제 분석, 통제 결정, 통제 사용 및 결과 모니터링이 포함된다.

2.1.3.4.1 조종사의 위해요소 식별 IMSAFE 체크리스트(IMSAFE Checklist)

- I : Illness(질병) - 나는 아픈 것인가? 질병은 조종사에게 위해요소이다.
- M : Medication(약물 복용) - 내 판단에 영향을 미칠 수 있는 약을 복용하거나 나를 졸리게 하는가?
- S : Stress(스트레스) - 나는 직장에서 심리적 압력을 받고 있는가? 돈, 건강 또는 가정 문제가 있는가? 스트레스로 인해 집중력과 기량에 문제가 발생한다. 조종사는 스트레스가 성능에 미치는 영향을 고려해야

한다.

- A : Alcohol(술) - 8시간 이내에 술을 마셨는가? 24시간 안에 마셨는가? 알코올은 조종사를 방향 감각 상실과 저산소증에 더 취약하게 만든다.
- F : Fatigue(피로) - 피곤하고 적절하게 쉬지 않고 있는가? 심각한 오류가 발생할 때까지 조종사에게 명백하지 않을 수 있으므로 피로는 비행 안전에 있어 가장 잠재된 위험 요소 중 하나이다.
- E : Emotion(감정) - 나는 감정적으로 화가 나 있는가?

2.1.3.4.2 위험정도 평가 PAVE 체크리스트(PAVE Checklist)

위험을 완화하는 또 다른 방법은 위험을 감지하는 것이다. 조종사는 비행 전 계획에 PAVE 체크리스트를 포함시켜 조종사가 의사결정을 할 때 조종사, 항공기, 환경 및 외부 압력(PAVE), 이 네 가지 비행 위험 요인을 검토하도록 한다.

PAVE 체크리스트를 통해 조종사는 매 비행 전에 위험을 검토하기 위해 각 카테고리를 기억하는 간단한 방법을 익힐 수 있다. 조종사가 이해해야 하는 가장 중요한 개념 중 하나는 규정의 측면에서 “합법적”인 것과 조종사 경험 및 숙련 측면에서 “현명한” 또는 “안전한” 것의 차이이다.

- P=Pilot in Command(기장)
 - 조종사는 비행의 위험 요소 중 하나이다. 조종사는 경험, 최신성, 자격, 신체적, 정

서적 측면에서 “이 비행 준비가 되어 있는가?”라고 자문해야 한다.

○ A=Aircraft(항공기)

- 이 항공기는 비행에 적합한 상태인가?
- 이 항공기에 익숙한가?
- 이 항공기는 비행 준비가 되어 있는가?
계기 및 통신 장비가 적절한가?
- 이 항공기는 비행 조건 하에서 충분한 여유를 가지고 이륙할주로를 사용할 수 있는가?
- 이 항공기가 계획된 중량을 운반할 수 있는가?
- 이 항공기는 순항에 필요한 고도에서 운항 가능한가?
- 이 항공기는 충분한 연료 용량을 가지고 있으며, 예비 연료를 가지고 있는가?
- 보급된 연료량이 주문된 연료량과 일치하는가?

○ V=EnVironment(환경)

- 기상 : 기상은 환경의 주요 고려 사항이다. 조종사는 특히 날씨와 관련하여 조종사 자신의개인 최저치를 설정하는 것이 좋다. 조종사는 특정 비행의 날씨를 평가할 때 다음 사항을 고려해야 한다.
 - 현재 운고 및 시정은 얼마인가? 산악 지형 또는 특히 지형에 익숙하지 않은 경우 운고 및 시정에 대한 최저치를 고려해야 한다.
 - 날씨가 예측과 다를 가능성을 고려하

여, 예상치 못한 변화 발생에 대한 예비 계획을 세우고 수행해야 한다.

- 사용 중인 비행장/이착륙장에서의 바람과 측풍 강도를 고려한다.
- 산악 지형에서 비행한다면, 강한 바람이 불어올지를 확인. 산악 지대에서의 강한 바람은 심각한 난류 및 하강 기류를 유발할 수 있으며 항공기에 매우 위험할 수 있다.
- 천둥 번개가 있는가?
- 구름이 있다면, 어떤 형태이며, 현천 또는 예보는 어떠한가? 온도/이슬점 분포 및 현재 고도의 온도는 얼마인가? 강하는 절차를 따라 안전하게 할 수 있는가?
- 착빙 조건이 발생하면 조종사는 항공기의 제빙 장치 또는 방빙 장치를 작동한 경험이 있는가? 이 장비는 상태가 양호하고 작동이 되는가?
- 지역 : 지형의 평가는 비행 환경 분석의 또 다른 중요한 구성 요소이다.
 - 지형과 장애물을 피하기 위해, 특히 야간이나 시야가 좁은 경우, 비행 전 계획 중에 VFR과 IFR 차트에 표시된 고도를 사용하여 사전에 안전한 고도를 결정하여야 한다.
 - 지형이나 장애물과의 항공기 충돌 가능성을 최소화하기 위해 최저비행고도 및 기타 쉽게 얻을 수 있는 데이터

- 를 사용한다.
- 비행장/이착륙장
 - 목적지 비행장/이착륙장과 대체 비행장/이착륙장에서 사용할 수 있는 조명/항행 보조 시설은 무엇인가?
 - 폐쇄된 활주로 또는 비행장/이착륙장에 대해서는 노탐(NOTAM)을 확인. 활주로 또는 표지 등, 유도로 등
 - 엔진 고장 시 회항할 인근 비행장/이착륙장은 어디인가?
- 구역
 - 비상 비행장/이착륙장으로 착륙 시 적절한 의류, 식수 및 생존 장비가 있는가?
 - 수평선을 시각적으로 잃어버릴 가능성이 있는 경우 조종사는 IFR 비행 준비가 되어 있는가?
 - 비행경로를 따라 구역 및 임시 비행 제한(TFR)을 확인할 것
- E=External Pressures(외부 압력) : 외부 압력은 비행을 완료해야 한다는 압박감을 유발하는 비행 외적 영향이며, 종종 안전 저해 요소로 작용한다. 외부 압력이 될 수 있는 요소는 다음과 같다.
 - 비행장/이착륙장 도착을 기다리고 있는 누군가가 있을 경우
 - 조종사가 실망시키지 않으려는 승객
 - 자신의 능력을 과시하고자 하는 욕구
 - 누군가를 감동시키려는 욕망

- 특정한 개인적인 목표
- 조종사의 임무 목표 완수 욕구

2.2 비행 착각(Spatial Disorientation and Illusions)

2.2.1 비행 감각계

비행 착각은 비행 중에 비행기의 자세, 위치 및 운동방향 등에 대하여 조종사가 적절한 지점을 잃어버리고 착각에 빠지는 것을 의미한다.

인체는 공간에서 운동방향, 속도 및 자세 등을 확인할 때는 3가지 전정계(Vestibular system), 체성(몸)감각신경계(Somatosensory system), 시각계(Visual system) 인체기관에서의 정보를 통합하여 판단한다.

2.2.1.1 전정계(Vestibular system)

- 전정계는 내이(inner ear)에 있으며 3개의 반고리관(semicircular canal)과 이석기관(otolithic organ)이 자세유지에 중요한 역할을 담당한다.
 - 반고리관은 머리의 회전운동 각가속도(angular acceleration)를 감지하고,
 - 이석기관은 수평 방향과 수직 방향의 머리운동을 감지한다.
- 각 반고리관 내부는 림프액으로 차 있으며 짧은 섬모가 나 있는데, 몸이 가속되면 림

프랙이 한쪽으로 흐름에 따라 섬모가 눌혀져 몸의 가속을 감지하게 된다.

- 반고리관(semicircular canal)은 반 원형의 고리 모양의 3개의 관이 3차원적으로 서로 수직 형태로 결합되어 있으면서 각 방향에 맞게 몸의 회전 및 가속을 느끼는 청각기관이다. 이러한 형태 덕분에 3차원 공간의 모든 방향에서 가/감속을 느낄 수 있다.

2.2.1.2 체성감각신경계(Somatosensory system)

체성(몸)감각은 피부, 골격근, 관절에서 발생하여 신경계를 통하여 뇌로 전달되는 감각이며, 중력, 소리 등 자극 특성에 따라 소리를 듣고 진동을 느끼며, 위치 감각을 느낄 수 있다.

시계 비행 조건에서 계기에 의존하지 않고 반사적인 비행 감으로 비행할 때는 주로 이러한 감각에 의존한다. 정상적인 비행 조건에서 비행할 때는 이러한 체성 감각은 시각 및 전정계 감각과 함께 상당히 믿을만한 감각이 된다. 그러나 비행 중 발생하는 다양한 형태의 가속도를 지구중력과 구분할 능력이 없으므로, 비행 중 불일치한 조작 및 자세 등으로 인한 감각의 오류 등은 비행착각에 빠지게 된다.

2.2.1.3 시각계(Visual system)

시각계는 시각에 의하여 얻어진 시각정보를 통하여 자세 및 위치 등을 파악한다. 비행 시 주요한 시계 참조점인 수평선이 분명한 정상적인 시

계 비행상태에서는 내이의 감각기관은 항공기의 피치, 롤, 요 운동을 정확하게 느끼지만 안개 등으로 수평선이 불분명해져서 시각 참조점이 없으면 전정계의 감각은 신뢰할 수 없게 된다. 결국 비행에 따른 항공기의 움직임과 가해지는 힘의 변화가 합쳐져서 착각에 빠지게 된다.

2.2.2 전정계 착각(Vestibular Illusions)

2.2.2.1 경사착각(lean)

항공기 선회 기동 중에 속도 자세 등의 변화 없이 완만하게 선회가 계속되면, 세 반고리관 내의 림프의 이동이 없어지면서 신경 세포에서 움직임을 나타내는 신호가 발생하지 않게 된다. 이에 따라서 조종사는 이 상태에서는 선회를 느끼지 못하고 수평 비행감을 느끼게 된다. 여기에서 갑자기 선회를 멈추고 수평비행으로 돌아오면 반고리관 내의 림프가 가속도에 의하여 반대로 이동하게 되고 반고리관 섬모의 자극 한계치를 초과하여 반대방향의 운동감으로 신호가 생겨서 뇌로 전달된다. 이때 조종사는 일시적으로 반대편으로 경사진 것(banked) 같은 착각을 느끼게 된다.

예를 들면 장시간 좌선회하다가 선회를 멈추고 수평비행으로 돌아오면 조종사는 수평상태에서 불구하고 우측으로 쏠려 있는 것처럼 느끼게 돼서 수평비행 상태에서 좌측으로 몸을 기울이거나 다시 좌선회로 들어가려고 하는 착각을 하게 된다.

2.2.2.2 전향성착각(Coriolis Illusion)

전향성착각은 항공기가 선회할 때 머리의 움직임에 의하여 나타나는 혼한 착각이다. 장시간 안정된 선회 중에는 반고리관 내의 림프의 움직임이 없게 되는데, 이러한 선회 중에 조종사가 비행 차트나 계기를 보기 위하여 머리를 움직이면 반고리관 내의 림프의 이동이 갑자기 일어나게 되면서, 항공기 이동방향과 다르게 항공기의 자세나 진로가 급변하는 것 같은 착각을 느끼게 된다.

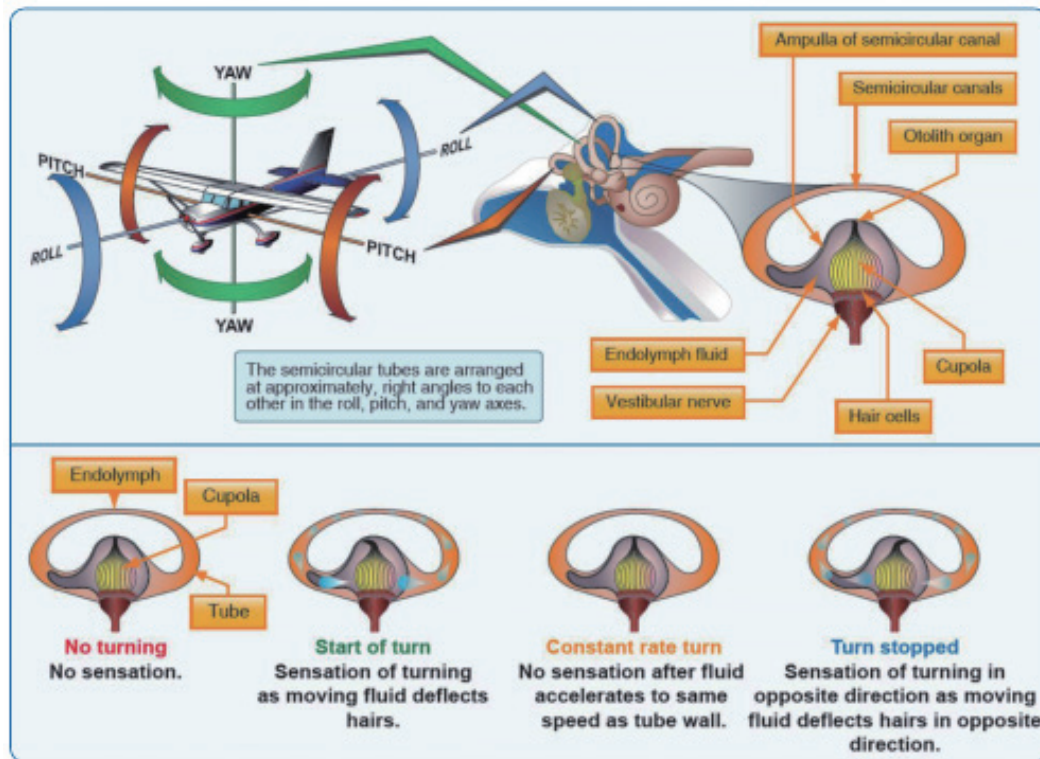
이 착각을 막기 위해서는 비행 중 선회할 때는 조종사는 머리 움직임을 최소로 하여야 한다. 선회 중 비행계기나 차트를 보거나 바닥에 떨어진

차트를 주울 때 머리 움직임을 최소화하도록 주의하여야 한다.

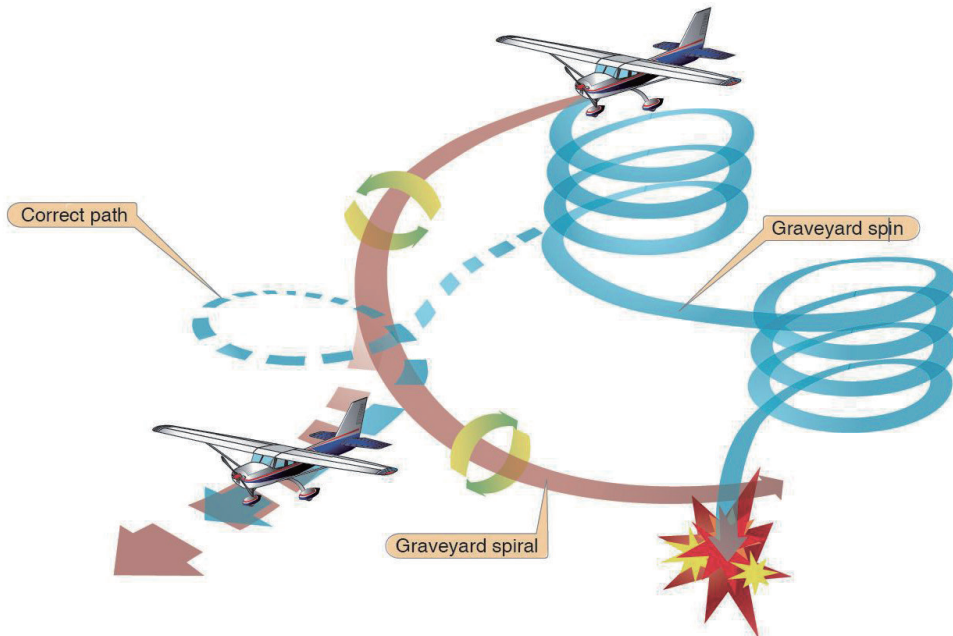
2.2.2.3 악성나선강하(graveyard spiral)

선회 비행 초기에는 조종사는 선회하는 방향을 잘 인지하지만 선회가 안정적으로(constant rate coordinated turn) 계속되면(20초 이상) 선회 감각이 반고리관 내 신경의 감각 역치 이하로 되면서 감각이 둔감해져 더 이상 선회를 느끼지 못하게 된다.

정상 선회 중에는 선회 방향 벡터로 양력이 분산되므로 전체 양력이 감소되므로 출력의 증가가 없으면 고도를 잃게 된다. 이때에 회전 감각



[그림 2-2] 반고리관의 역할 및 각 가속도 · 감각



[그림 2-3] 악성 스파이럴 및 악성 스펀

이 없어진 조종사는 실제로는 선회 비행에도 불구하고 수평비행을 한다는 착각을 하게 되는 상태에서 잃어버린 고도를 회복하기 위하여 상승자세를 위하여 조종간을 뒤로 당기는 조작까지 하게 되면 더욱 심한 나선 하강 자세에 빠지면서 고도 침하가 현저하게 일어나게 된다. 이를 악성 나선강하(graveyard spiral)라고 하며, 어느 시점에서는 비행기를 통제할 수 없게 되어 추락하기도 한다.

2.2.2.4 신체중력 착각(Somatogravic illusion)

이륙 때 발생하는 갑작스러운 가속은 이석(otolith) 기관을 자극할 수 있는데 가속에 의하여 항공기 탑승객의 목이 뒤로 젖히는 것 같은

상승 감각효과가 이석에서도 일어날 수 있다. 이러한 경우 외부 시계 참조점이 없으면 조종사는 이륙 시 비행기 기수가 정상보다 들려 있다는 착각에 빠지고 이것을 교정하기 위하여 기수를 정상보다 급격히 낮추는 조종간 조작을 할 수 있다.

반대로 추력감소에 의한 급격한 감속은 반대 효과를 보여서 하강 착각에 빠진 조종사는 비행기의 기수를 비정상적으로 들어 올려서 실속에 빠지게 할 수도 있다.

2.2.2.5 배면감 착각(Inversion Illusion)

상승자세에서 수평비행으로 갑자기 비행자세가 변화하면 이석 기관이 자극을 받게 되어 조종사는 마치 뒤로 넘어가거나 배면 비행하는 착각

에 순간적으로 빠지게 된다. 착각에 빠진 조종사는 이를 만회하기 위하여 급격한 조작을 하게 될 수 있고 이로 인하여 착각이 더 심해지기도 한다.

2.2.2.6 승강타 착각(Elevator Illusion)

난류나 상승기류 속에서 갑작스럽게 수직가속이 되면 이석 기관은 상승되고 있다는 착각에 빠질 수 있다. 이에 따라 조종사는 조종간을 앞으로 밀어서 비행기를 하강자세로 들어가게 하려고 한다. 반대로 하강가속상태에서는 반대 현상이 일어난다.

2.2.3 시각 착각(visual illusion)

조종사는 비행 중에 기본적으로 시각정보에 따라 판단하므로 시각 착각은 상당한 위험을 초래할 수 있다. 대표적인 시각 착각에는 허위수평선(false horizon)과 자동운동(autokinesis)이 있다.

- 허위수평선은 안개나 구름 등으로 수평선이 모호해지거나, 야간에 별빛이나 지상의 불빛 등으로 원래의 수평선이 원래와는 다르게 왜곡되어 보이는 것을 의미한다. 대표적으로 넓은 지역에 경사진 구름층을 지평선으로 착각하는 것이다. 조종사가 조종실 내 작업에 몰두하다가 갑자기 외부를 보는 경우 발생하기 쉬운데 조종사가 항공기를 잘못된 가상의 수평선에 맞추면서 항공기가

이상 자세로 들어가게 된다.

- 자동운동(autokinesis)은 야간에 정지해있는 불빛을 오랫동안 응시하면 마치 움직이는 불빛을 보는 것으로 착각을 일으킬 수 있는 경우로 착각에 빠진 조종사는 접근 시 여기에 항공기를 맞추면서 접근하게 된다.

이러한 착각들은 시야가 제한되거나 야간에 비행할 때 많이 발생할 수 있는데, 예방을 위해서는 항공기 자세 기준을 잡을 때 외부 참조물 보다 계기를 신뢰하여야 한다.

2.2.4 공간착각의 경험(spacial Disorientation Training)

비행 중에 일어나는 여러 가지 착각에 대하여 빨리 인지하여 벗어나는 것이 중요하다. 착각은 논리에 의한 학습으로 극복하기 어려우므로 실제로 체험하여 감각으로 익히는 것이 가장 좋은 방법이다. 훈련 비행 중에 비행 착각을 실제로 체험해 보는 것은 비행 착각의 인식 및 극복에 매우 실질적인 방법이다. 기동 중에 잘못된 감각을 느끼거나 반대로 비정상적인 물이나 선회경사각이 있는데도 이것을 느끼지 못하는 것도 착각의 일종이라고 할 수 있는데, 이런 것들을 경험하는 것도 좋은 착각 시범교육이 될 수 있다.

- 공간 착각시범을 위한 기동의 목적은 다음과 같다.
 - 조종사에게 인체가 공간 착각에 쉽게 빠질 수 있음을 이해시킨다.

- 신체 지각에만 의지한 항공기 자세 제어는 틀린 경우가 많다는 것을 보여준다.
 - 항공기 운동방향과, 머리의 움직임 및 이러한 것에 의하여 발생한 착각의 관련성을 잘 이해함으로써 착각의 발생을 줄일 수 있다.
 - 항공기 자세를 판단하는데 신체 감각에 대한 믿음보다는 계기에 대한 신뢰가 중요함을 고취할 수 있게 한다.
- 다음과 같은 기동을 통하여 착각을 경험해 볼 수 있다.
- 가속 중 상승 : 조종사가 눈을 감은 수평 비행 상태에서 교관조종사가 수 초간 접근 속도를 유지하다가 수평 가속을 한다. 시계 참조점이 없는 상태에서 이 기동에서 흔히 느끼는 착각은 항공기가 상승하고 있다는 느낌이다.
 - 선회 중 상승 : 조종사가 눈을 감은 수평 비행 상태에서 교관조종사가 완만하면서 1.5배의 중력가속도가 걸리는 (약 50도 선회 경사각으로) 3타가 일치된 선회를 약 90도 방향까지 선회한다. 시계 참조점이 없는 상태에서 이 기동에서 흔히 느끼는 착각은 비행기가 상승하고 있는 느낌이다. 비행 중에 이전 조작을 반복하면서 선회하다가 중간 정도가 되었을 때 선회를 종료하면 급강하하는 착각을 느끼게 된다.
 - 좌우로 기울기(tilting to right or left)

: 조종사가 눈을 감은 수평비행 상태에서 교관조종사가 날개를 수평으로 유지한 상태에서 항공기를 좌측으로 적당하게 바깥쪽으로 밀려나가게 하면(외활: skid) 조종사는 신체가 우측으로 기울어지는 착각을 느끼게 된다.

- 운동 반전감(reversal of motion) : 조종사가 눈을 감은 수평 비행 상태에서 교관조종사가 비행 방향과 피치를 일정하게 유지하면서 서서히 45도 선회각으로 항공기를 기울이면(roll) 조종사는 항공기가 반대방향으로 기울어져 있다는 착각에 빠지게 된다. 이 착각은 롤, 요, 피치의 3개 운동면 모두에서 일어날 수 있다.

2.2.5 비행 중의 공간 착각에 대한 대처법 (Coping with Spatial Disorientation)

비행 중에 조종사가 겪는 여러 가지 착각들은 신체의 정상적인 지각에 의한 감각에 의하여 생기는 것으로, 모든 조종사들에게 발생할 수 있고 완벽하게 예방할 수 있는 방법은 없다.

그러나 충분한 훈련을 통하여 착각을 유발하는 감각을 억제하거나 착각을 초기에 인지하여 억제함으로써 착각이 치명적인 사고로 확대되지 않도록 하여야 한다. 비행 착각을 방지하기 위하여 조종사는 다음과 같은 것들을 하여야 한다.

- 비행 중 착각을 일으키는 요소들에 대해 이해하고 경각심을 갖고 비행한다. 훈련 목적

으로 착각을 유발하는 장비나 기구들을 지상에서 경험해보는 것도 좋다.

- 비행 전에는 항상 기상 정보를 충분히 숙지한다.
- 저시정(시정거리가 3마일 미만)의 상태나 야간에 수면 위를 비행할 때처럼 지평선을 육안으로 구분하기 어려운 상황에서는 비행계기 운용이 능숙해지도록 충분히 훈련을 받은 후 비행에 나서는 것이 좋다.
- 비행계기 운용 능력이 충분하기 전에는 악기상, 해가 지는 황혼녘 및 야간 시간대에는 가능하면 비행하지 않는다.
- 외부의 시계 참조점을 이용하는 경우에는 지표면에 안정적으로 고정되어 있는 지점을 선택하는 것이 중요하다.
- 이륙, 선회 및 접근 중에는 갑작스러운 머리의 움직임을 피한다.
- 저시정 비행을 앞두고는 신체 컨디션을 최상의 상태로 하여야 한다. 비행 전에는 충분히 쉬고 적절한 식사를 하여야 한다.
- 비행계기의 운용이 능숙하게 되도록 하고 비행 중에는 자신의 신체 감각보다는 계기를 신뢰하여야 한다.

2.2.6 착시 현상(Optical Illusions)

감각 중에서 시각이 비행에 있어서 가장 중요하다. 산악지형이나 기상변화 등에 의하여 시각의 능력이 제한되기도 하고 착시 현상도 나타날

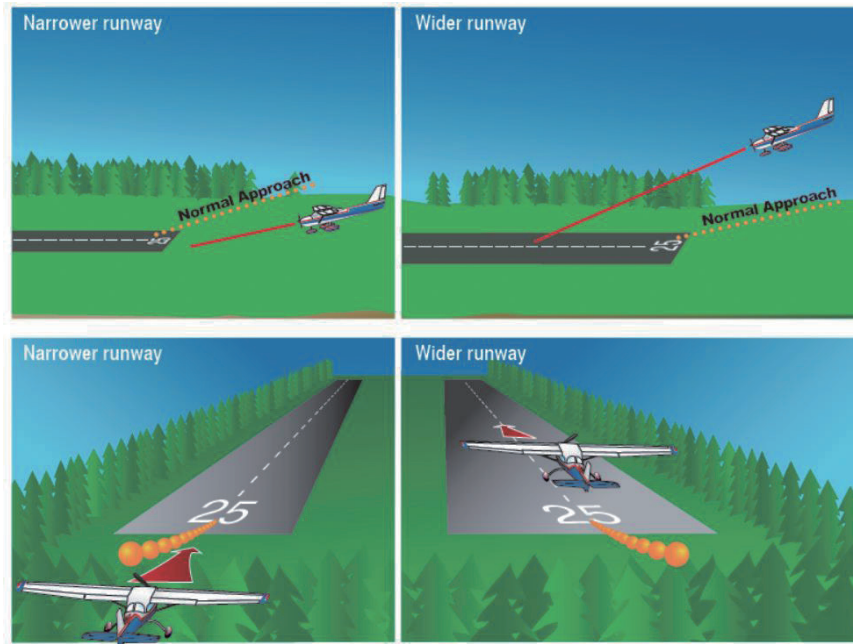
수 있다. 비행 과정 중에 착시 현상이 비행안전에 가장 문제가 되는 것은 착륙할 때이다. 착시 현상에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 활주로 폭 착시(Runway Width Illusion)
- 활주로 및 지형 경사 착시(Runway and Terrain Slopes Illusion)
- 희미한 지형 착시(Featureless Terrain Illusion)
- 수분에 의한 굴절(water refraction)
- 안개(fog)에 의한 착각
- 연무(haze)에 의한 착각

2.2.6.1 활주로 폭 착시(Runway Width Illusion)

폭이 좁은 활주로에 착륙하고자 하는 경우, 조종사는 자신의 고도가 높다고 하는 착각에 빠지게 되는데, 이에 맞추어 정상보다 낮게 착륙 접근을 하게 된다. 낮은 접근 중에 지상의 구조물과 충돌하거나 활주로에 못 미쳐 착륙하는 사고가 발생할 수 있다.

반면에, 폭이 넓은 활주로의 경우는 반대로 자신의 고도가 낮은 것처럼 보여서, 높은 고도로 접근하고 착륙 직전 활주로 상방에서의 착륙 자세 전환(flare)을 정상보다 높게 해서 거친 착륙이 되거나 심지어 적절한 활주로 내 착지점을 지나쳐 버려서(overshoot) 착륙하지 못하는 경우도 발생한다.



[그림 2-4] 활주로 폭 착시

2.2.6.2 활주로 및 지형 경사 착시(Runway and Terrain Slopes Illusion)

위로 경사진(upslope) 활주로나 지형은 실제로보다 항공기가 높게 있다는 착각에 빠지게 되고 조종사는 접근 시 정상보다 낮은 고도를 유지하게 된다.

아래로 경사진(downslope) 활주로의 경우는 반대의 현상이 일어난다.

2.2.6.3 희미한 지형 착시(Featureless Terrain Illusion)

수면 위로 비행하면서 접근하거나 캄캄한 밤이나 혹은 지면이 눈으로 덮인 경우에는 주변에 배경이 되는 지형지물이 없어서 주변 지형과 분간이 안 되는 경우가 많다. 이러한 경우에 접근하

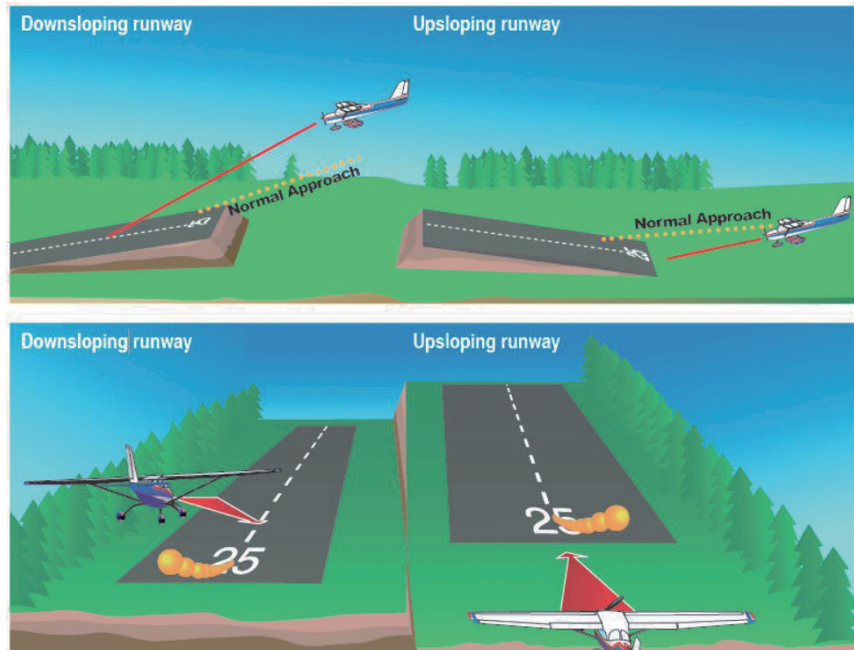
는 항공기의 조종사는 실제보다 높게 있다는 착각에 빠지게 된다. 이 착시는 블랙홀 접근이라고도 불리며 의도하지 않게 낮은 고도로 접근하게 되는 원인의 하나이다.

2.2.6.4 수분에 의한 굴절(water refraction)

항공기 방풍창에 빗물이 묻어 있으면 지평선이 실제보다 낮게 보여서 자신의 항공기가 실제보다 높은 고도에 있다는 착각에 빠지게 된다. 이 때문에 접근 시 정상보다 낮은 고도로 진입하게 된다.

2.2.6.5 연무(haze)에 의한 착각

아지랑이 낀 활주로에 착륙 접근 중에는 자신의 항공기가 활주로에서 실제보다 더 멀리 더 높게 있다는 착각에 빠지게 된다. 이에 따라 정상



[그림 2-5] 활주로 및 지형 경사 착시

보다 낮게 접근하게 된다.

반대로 매우 청명한 날씨에서는 활주로나 실제보다 가깝게 느껴져서 보다 높은 고도로 접근하게 돼서 적절한 착륙점을 찾지 못하여 활주로를 지나치거나 복행해야 하는 상황이 생기기도 한다.

2.2.6.6 안개(fog)에 의한 착각

비행 중에 안개 속으로 들어가는 경우에는 피치가 들린다는 착각이 발생할 수 있는데, 이 경우 조종사는 갑자기 접근각도를 깊게 하려는 경향이 생긴다.

2.2.6.7 착시에 의한 착륙 실수를 방지하는 법(Coping with Optical Illusions)

안전한 착륙을 위해서는 접근 중인 상태에서

조종사는 비행기의 자세, 속도 활주로 축선과의 위치 등 공간적 상황을 정확히 인식하고 있어야 한다. 착륙 시에 착시 현상에 의한 사고를 방지하기 위해서는 조종사는 다음과 같은 내용 들을 숙지하여야 한다.

- 익숙하지 않은 활주로에 접근할 때는 착시가 일어날 수 있음을 예상하고 대비하여야 한다. 비행장/이착륙장 정보를 확인하여 착륙하려는 활주로의 구배, 길이, 주변 지형 및 활주로 시설 등에 대하여 비행 전에 숙지하는 것이 좋다.
- 비행 중 특히 접근 중일 때는 고도계를 자주 확인한다.
- 익숙하지 않은 활주로에 착륙하고자 할 때는 먼저 활주로 상공을 통과하면서 풍향계,

활주로의 상태를 살피고 접근할 때 문제가 될 수 있는 주변 지형 및 인공물을 육안으로 확인하는 것이 좋다.

- 시계 비행 접근 시에는 진입각지시등을 비롯하여 착륙보조 장치를 적극적으로 활용하여야 한다.
- 착륙접근 중에 응급상황이 발생하거나 정상적인 수행 절차 중에 주의를 흐트리는 일들이 생기면 접근 중에 사고가 생길 가능성이 커짐을 유념하여야 한다.
- 착륙 절차에 숙달하고 적절한 기량을 유지하여야 한다.
- 전정계에 의한 비행 착각 이외에도 비행 중에 조종사는 여러 가지 다양한 착시를 경험할 수 있다. 착시는 치명적인 비행 사고를 일으키는 가장 흔한 원인이다.

2.3 약물(Drugs)의 영향

약물 복용은 비행업무에 영향을 줄 수 있다. 진정제, 신경안정제, 일부 진통제, 기침 억제제, 이외에 항히스타민제, 혈압강하제, 근육이완제, 지사제, 멀미 방지약 등은 판단력을 흐리게 하고 각성상태를 저하하게 한다. 또한, 신체 조정 능력을 감소시키고, 시각 이상을 초래하기도 하며, 기억력 및 계산 능력을 저해하기도 한다.

[표 2-1] 약물에 대한 현상과 조치

약물	현상 및 조치
진정제 신경안정제 항히스타민제	신경계에 억제제로 작용함. 조종사가 비행 시에 노출되는 저산소증에 취약하게 됨. 이러한 약물을 복용하는 경우는 비행하지 않도록 한다.
진통제 (처방전 없이 구매)	처방전 없이 구매할 수 있는 약 중에서 아스피린, 이부프로펜 제제, 아세트아미노펜제 제(예, 타이레놀)는 적절한 용량을 사용한다면 비행에 특별한 악영향이 없으므로 비행을 제한하지는 않는다.
진통제 (처방약제)	병원 처방약제들로 마약성 제제로 분류된 옥시코돈(oxycodon), 메페리딘(meperidin), 코데인(codein) 등은 어지러움, 구역, 정신착란, 두통, 시각장애 등을 유발할 수 있음 비행 업무 시에는 투여하지 않도록 하고 있음
치과 사용 마취제	치과 치료나 수술 중에 사용되는 마취제는 치료 당시에만 사용되므로 짧은 기간의 관찰 시간을 지낸 후에는 비행이 가능하다.
암페타민계약물, 카페인 및 니코틴	암페타민계(amphetamine) 약물, 카페인 및 니코틴 등이 포함된 약물들은 식욕을 억제하고 피로감을 감소시키고 기분을 고조시켜서 자신감을 갖게하는 효과가 있다. 그러나 사용기간이 길어지거나 적절한 용량을 초과하면 불안증이 생기고 감정 기복이 심해지는 현상이 나타나서, 비행 시 위험을 초래할 수 있다. 따라서 중추신경계 자극제 약물들은 장기간 사용하지 않도록 권고되고 있으며, 암페타민계 약물은 비행에 사용 금지 약물이다. 진정제, 멀미약, 위장운동 조절약물, 항히스타민제, 알코올 등 (중추신경계 억제) 중추신경계 억제제(central nervous system depressant)는 신체 기능의 일부 억제 작용을 나타내는데 혈압을 낮추고, 정신 작용을 둔화시키고, 외부 반응에 대하여 신체 반응도를 감소시킨다. 여기에 속하는 약물들은 진정제, 멀미약, 위장운동 조절약물, 항히스타민제 등이 포함되며, 알코올도 대표적인 중추신경계 억제제의 하나이다.
항균제	일부 항균제는 비행에 영향을 미칠 수 있다. 약물 투여 후 몸의 균형 감각을 잡기 어려워지거나, 청력저하, 구역 및 구토 등 비행에 위험한 부작용들이 발생할 수 있다. 대부분의 항균제들이 비행하는 데 안전하기는 하지만, 감염병이 있는 상태에서 항균제의 사용은 비행에 위험한 부작용이 발생할 수 있다.
환각성 약물 등	허가 받지 않은 약물이나 환각을 일으키는 약물의 사용은 조종사에게는 어떠한 경우도 절대 허용되면 안 된다.

- 조종사는 일반적으로는 비행업무 중에는 약물의 영향에서 벗어나 있는 것이 안전 유지에 도움이 된다. 예를 들면 멀미약을 사용하는 경우라면 최소 24시간은 경과한 후에 비행하는 것이 좋다.
- 하지만 비행 안전에 영향이 없거나 적다고 인정한 약물이 아닌 약물을 투여하고 있는 상태라면 원칙적으로 비행하지 않는 것이 좋다.
- 투여 중인 약물의 부작용 범위가 분명하지 않으면 항공 전문의사에게 상담하는 것이 좋다.

3.1 정의

- “비행정보구역”이란 항공기, 경량항공기 또는 초경량비행장치의 안전하고 효율적인 비행과 수색 또는 구조에 필요한 정보를 제공하기 위한 공역(空域)으로서 「국제 민간항공협약」 및 같은 협약 부속서에 따라 국토교통부장관이 그 명칭, 수직 및 수평 범위를 지정·공고한 공역을 말한다.
- “관제권”(管制圈)이란 비행장 또는 공항과 그 주변의 공역으로서 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관이 지정·공고한 공역을 말한다.
- “비행장”이란 항공기·경량항공기·초경량비행장치의 이륙[이수(離水)]를 포함한다]과 착륙[착수(着水)]를 포함한다]을 위하여 사용되는 육지 또는 수면(水面)의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
- “이착륙장”이란 비행장 외에 경량항공기 또는 초경량비행장치의 이륙 또는 착륙을 위하여 사용되는 육지 또는 수면의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
- “관제공역”이란 항공교통의 안전을 위하여 항공기의 비행 순서·시기 및 방법 등에 관하여 국토교통부장관 또는 항공교통업 무증명을 받은 자의 지시를 받아야 할 필요가 있는 공역으로서 관제권, 관제구 및 비행장 교통구역을 포함하는 공역을 말한다.
- “통제공역”이란 항공교통의 안전을 위하여 항공기의 비행을 금지하거나 제한할 필요가 있는 공역을 말한다. 통제공역으로는 비행금지구역, 비행제한구역, 초경량비행 장치 비행제한구역이 있다.
- “비행금지구역”이란 안전, 국방상, 그 밖의 이유로 항공기의 비행을 금지하는 공역을 말한다.
- “비행제한구역”이란 항공사격·대공사격 등으로 인한 위험으로부터 항공기의 안전을 보호 하거나 그 밖의 이유로 비행허가를 받지 않은 항공기의 비행을 제한하는 공역을 말한다.
- “초경량비행장치 비행제한구역”이란 초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위하여 초경량비행장치의 비행활동에 대한 제한이 필요한 공역을 말한다.
- “주의공역”이란 항공기의 조종사가 비행 시 특별한 주의·경계·식별 등이 필요한 공역을 말한다. 주의공역으로는 훈련구역, 군작

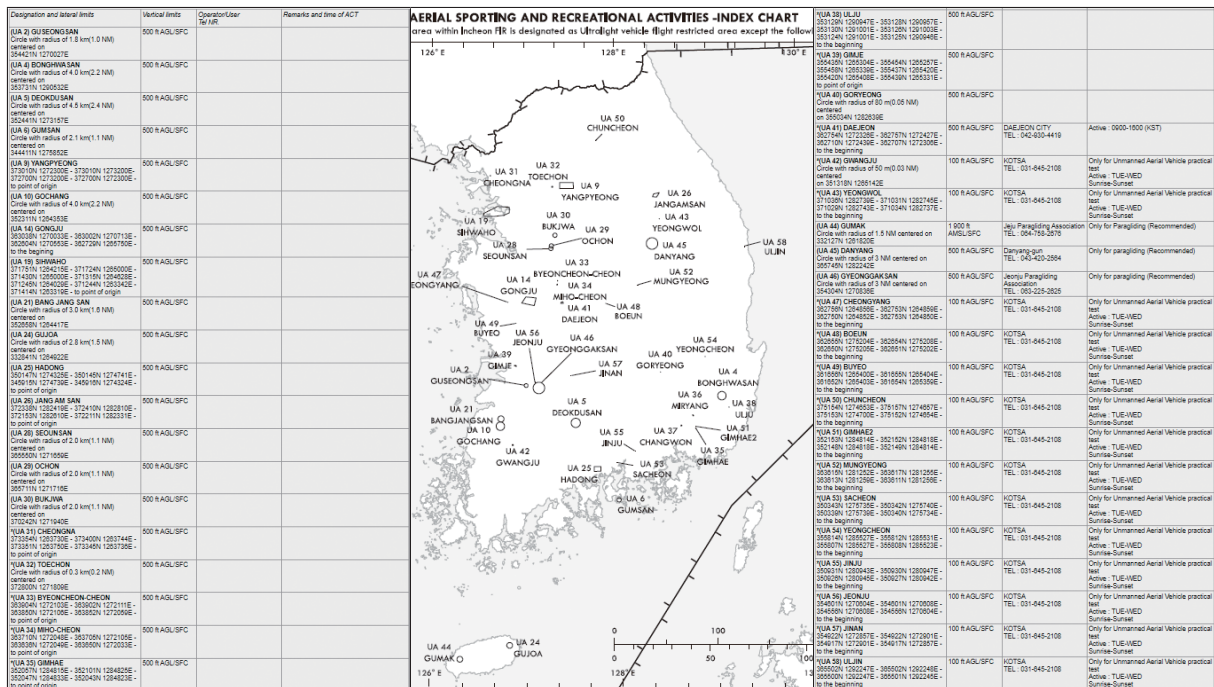
전구역, 위험구역, 경계구역이 있다.

- “훈련구역”이란 민간항공기의 훈련공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역을 말한다.
- “군작전구역”이란 군사작전을 위하여 설정된 공역으로서 계기비행항공기로부터 분리를 유지할 필요가 있는 공역을 말한다.
- “위험구역”이란 항공기의 비행 시 항공기 또는 지상시설물에 대한 위험이 예상되는 공역을 말한다.
- “경계구역”이란 대규모 조종사의 훈련이나 비정상 형태의 항공활동이 수행되는 공역을 말한다.

3.2 초경량비행장치 비행공역

3.2.1 초경량비행장치 비행제한공역

초경량비행장치 비행공역에 대하여 국토교통 부장관은 AIP(Aeronautical Information Publication) ENR 5.5 & 6.1에 고시하고 있다. ENR 5.5 & 6.1에 제시된 공역에서는 초경량비행장치가 비행승인 없이 지면부터 고도 500ft까지 주간에 비행할 수 있으나, 그 밖의 인천 비행정보구역(FIR)에서는 초경량비행장치의 비행이 제한되며, 이러한 제한된 공역에서 비행을 하려면 비행승인을 받아서 비행을 하여야 한다.



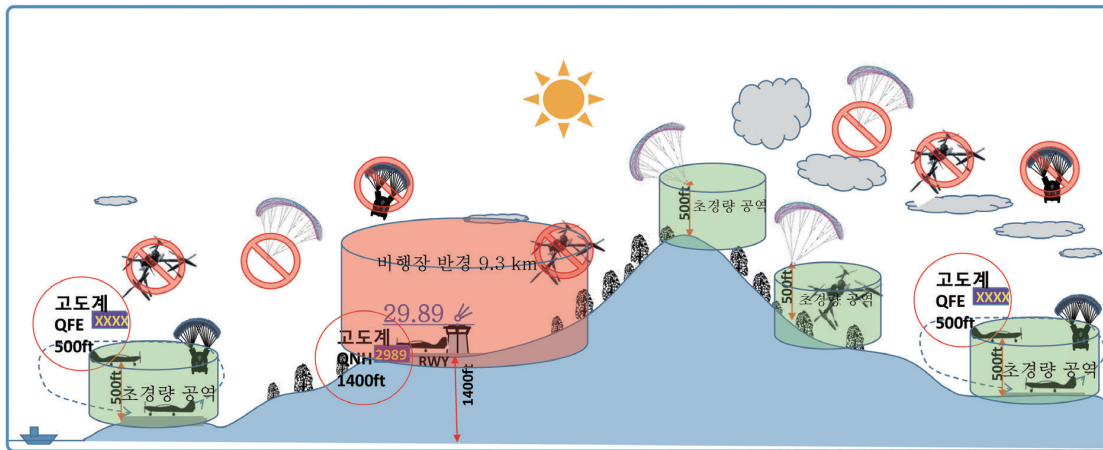
[그림 3-1] 초경량비행장치 비행공역 AIP ENR 5.5 Aerial Sporting And Recreational Activities, ENR 6.1 EN-ROUTE CHARTS

* : Unmanned Aerial Vehicles only.(UA 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58)

3.2.2 초경량비행장치 비행승인

초경량비행장치는 관제구역·통제구역·주의공역에서 비행하는 행위가 금지되어 있다. 그러나 군사목적으로 사용되는 초경량비행장치는 관제구역·통제구역·주의공역에서 비행승인을 받지 아니하고서도 비행이 가능하다. 또한 안전성인증을 받지 아니하는 무인비행장치(무인비행기, 무인헬리콥터 또는 무인멀티콥터 중 최대이륙중량이 25kg 이하, 무인비행선 자체중

량 12kg 길이 7m 이하)는 관제권(비행장 반경 9.3km) 또는 비행금지구역(서울 강북지역, 휴전선, 원전 주변 등)이 아닌 곳에서 최저비행고도 150m미만의 고도로 비행이 가능하다.



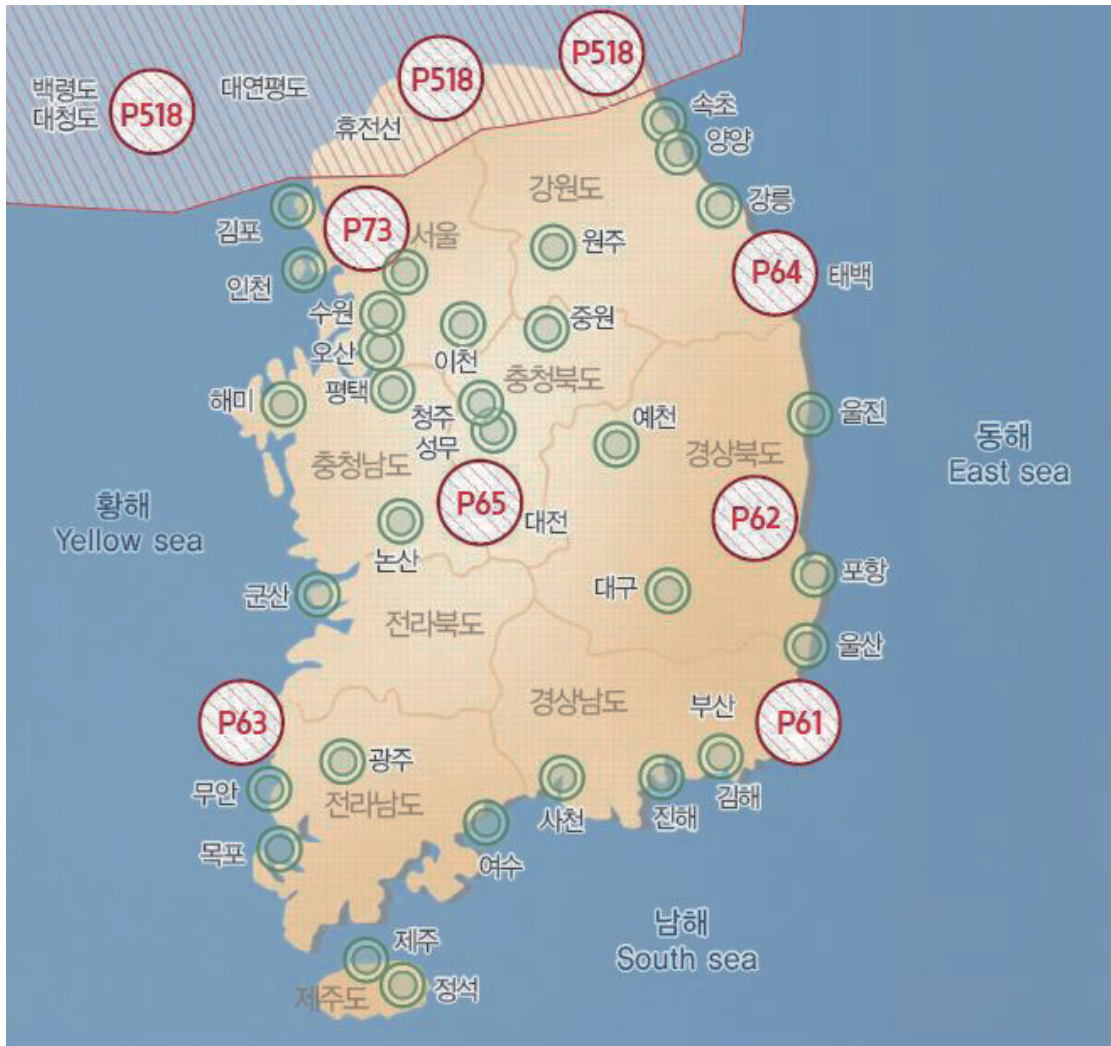
[그림 3-2] 초경량비행장치 비행공역 및 제한공역



[그림 3-2] 초경량비행장치 비행공역 및 제한공역

3.2.3 관제권 및 비행금지구역 현황

전국 관제권 및 비행금지구역 현황은 다음과 같다.

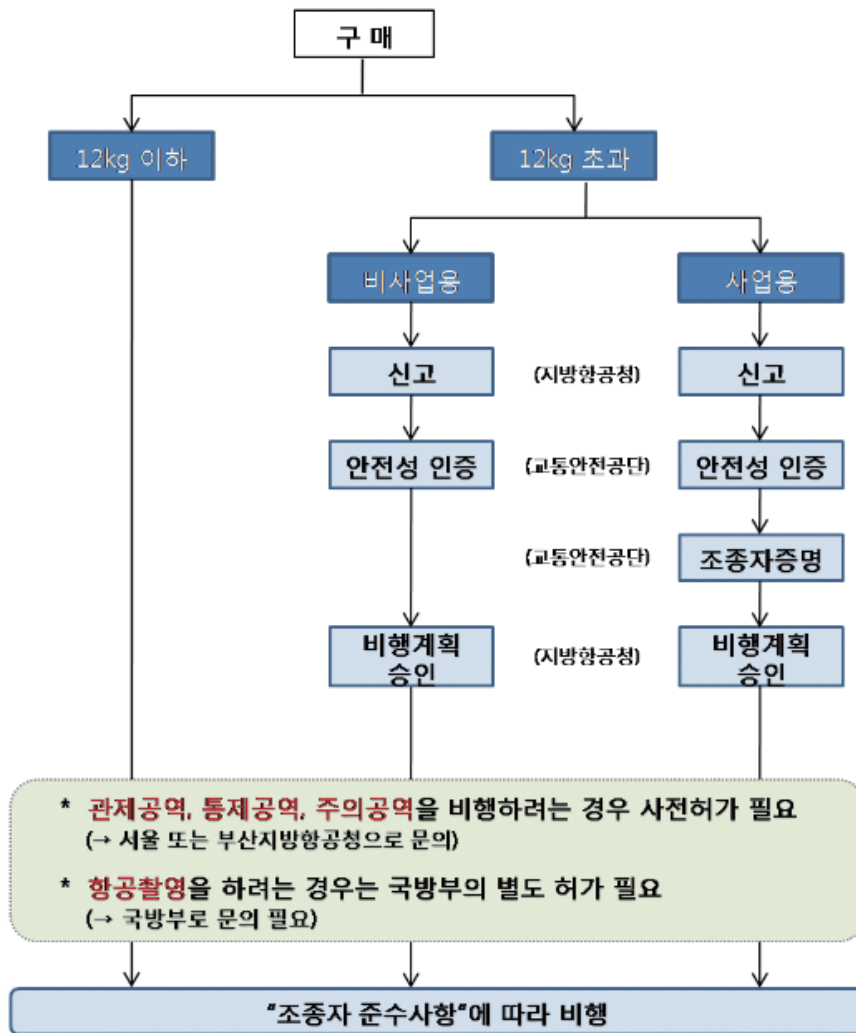


[그림 3-4] 전국 관제권 및 비행금지구역 현황

(출처 : 무인비행장치 질문답변, 국토교통부, 20180122)

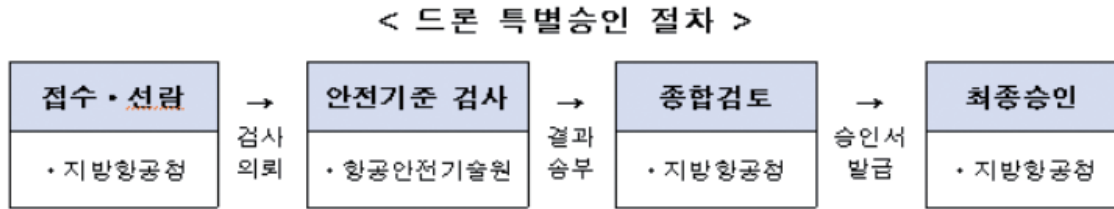
3.2.4 무인비행장치 비행 절차

무인비행장치 비행절차는 다음과 같다. 무인비행장치 조종자로서 야간에 비행하거나 육안으로 확인할 수 없는 범위에서의 비행은 특별비행 승인을 받아 그 승인 범위 내에서 비행이 가능하다.



[그림 3-5] 무인비행장치 비행절차

(출처 : 무인비행장치 질문답변, 국토교통부, 20180122)



[그림 3-6] 무인비행장치 특별비행승인 절차

3.2.5 초경량비행장치 관할지역 및 업무별 처리기관

- 서울지방항공청 관할 지역 : 서울특별시, 경기도, 인천광역시, 강원도, 대전광역시, 충청남도, 충청북도, 세종특별자치시, 전라북도
- 부산지방항공청 관할 지역 : 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 경상남도, 경상북도, 전라남도
- 제주지방항공청 관할 지역 : 제주특별자치도

3.3 항공정보

3.3.1 항공정보시스템(국토교통부 항공정책실 제공)

국토교통부 항공정책실은 우편이나 항공고정통신망(AFTN)으로 제공하여 오던 항공정보(AIP, NOTAM)를 항공기 운전자 및 일반 국민도 실시간으로 확인할 수 있도록 홈페이지 형태의 전용시스템을 구축하여 제공하고 있다. 비행

에 필요한 정보는 항공정보시스템(Aeronautical Information Service System)을 통하여 얻을 수 있으며, 홈페이지 주소는 <http://aim.koca.go.kr>이다.

3.3.2 유비카이스(항공정보시스템, 서울지방항공청)

유비카이스(항공정보시스템)는 국제민간항공기구(ICAO)의 표준 및 권고사항인 부속서 15(Aeronautical Information Services)에서 규정한 항공정보를 인터넷을 통하여 실시간 제공하고자 구축한 시스템으로 홈페이지 주소는 <http://ubikais.fois.go.kr>이다.

대한민국 비행정보구역(FIR)내 비행 관련 중요 숙지사항인 항공고시보(NOTAM), 공항의 주요 참고사항인 비행전정보게시(PIB), 기상상황, 공항교통정보, 비행계획서 접수 및 승인 등 항공기 운항 전반에 걸친 정보를 제공하고 있다.

3.4 항공정보간행물(AIP)

항공정보간행물(AIP : Aeronautical Information Publication) : 항공항행에 필요한 영속적인 성격의 항공 정보를 수록하기 위하여 정부당국이 발행하는 간행물

에서 제시한 AIP 항공정보간행물 구성은 총론(General: GEN), 항로(En-Route: ENR) 그리고 공항(Aerodrome: AD) 3부분으로 구성되어 있으며, 초경량비행장치 비행 관련하여 참조할 사항에 대한 것으로 다음과 같은 것이 있다.

- ENR 5.5 항공스포츠 및 레저 활동
- ENR 6 항공로 지도(EN-ROUTE CHARTS)
- AD 1.5 국토교통부 인가받은 이착륙장 현황

3.4.1 항공정보간행물 구성

항공정보시스템에 관련된 ICAO Annex 15

A I P Republic of Korea		AD 1.5 - 2 28 SEP 2017				
AD 1.6 STATUS OF AIRFIELD						
Airfield name	Coordinates	RWY			Management Agency	Telephone
		Dimension of RWY(m)	Direction	Surface of RWY		
Donghae Mechinery & Aviation Airfield	363116N 1265610E	200 x 8	120/300	asphalt	Donghae Aviation School	+82-41-851-1500
Mujigae Sesang Airfield	373430N 1270848E	225 x 35	310/130	unpaved	MujigaeSesang (echorainbow)	+82-2-458-0803
Seung-jin Aviation Airfield	371322N 1273630E	240 x 16	26/08	asphalt	Seung-jin Aviation school	+32-10-2241-8248
Hapcheon Aviation School Airfield	353257N 1280794E	340 x 10	050/230	grass	Hapcheon-gun	+82-55-930-3383
Hwamyeong Light Sports Aircraft Airfield	351453N 1290028E	269 x 10	020/200	grass	Nakdong River Basin Environmental Office	+82-55-211-1785
Haman Light Aviation Aircraft Airfield	351954N 1282312E	250 x 10	090/270	grass	Haman-gun	+82-55-594-2133
Jangseong LSA Airfield	351643.1N 1264522.4E	340 x 10	040/220	grass	Hanyang Aviation co.LTD	+82-61-392-2676 +32-10-7168-5184
Changwon Light Aviation Aircraft Airfield	352365N 1283619E	275 x 10	140/320	grass	Changwon-si	+82-55-225-3165
GoheungMan Aircraft Airfield	343640N 1271221E	700 x 24	020/200	asphalt	Goheung-gun	+82-61-830-5428
Naju Light Aviation Aircraft Airfield	350132N 1264422E	275 x 10	170/350	unpaved	Korea unfortunat juvenile guidance association	+82-61-336-2675
Backun LSA Airfield	345912N 1265314E	340 x 10	030/210	grass	Backun Aviation co.LTD	+82-61-337-4140 +32-10-7155-2689
Damyang Airfield	352034N 1270148E	200 x 10	010/190	unpaved	Damyang Air	+82-61-381-6230
Yeongam Airfield	344157N 1263191E	850 x 20	330/150	asphalt	Shinhan Air co.LTD	+32-10-4666-4001

[그림 3-7] 국토교통부 인가받은 이착륙장 현황

3.5 항공고시보(NOTAM)

3.5.1 NOTAM에 대한 일반적 사항

- 항공고시보(NOTAM)의 정의 : 비항공운항에 관련된 종사자들에게 반드시 적시에 인지하여야 하는 항공시설, 업무, 절차 또는 위험의 신설, 운영상태 또는 그 변경에 관한 정보를 수록하여 전기통신 수단에 의하여 배포되는 공고문을 말한다.
- 항공고시보(NOTAM)의 기간 : 항공고시보는 3개월 이상 유효해서는 안된다. 만일 공고되어지는 상황이 3개월을 초과할것으로 예상되어진다면, 반드시 항공정보간행물 보충판으로 발간되어야 한다.

3.5.2 항공고시보 발행기한(Time limit)

항공교통센터장은 이미 설정된 위험구역, 제한구역 또는 금지구역의 운영에 관한 사항과 일시

적인 공역제한에 관한 사항은 긴급한 경우를 제외하고는 당해 공역 또는 공역을 운영 또는 제한하고자 하는 날로부터 최소한 7일 이전에 공고하여야 한다. 다만, 대규모 군사 훈련외의 훈련을 위하여 일시적으로 공역을 제한하는 경우에는 최소한 3일(72시간) 전까지 공고하여야 한다.

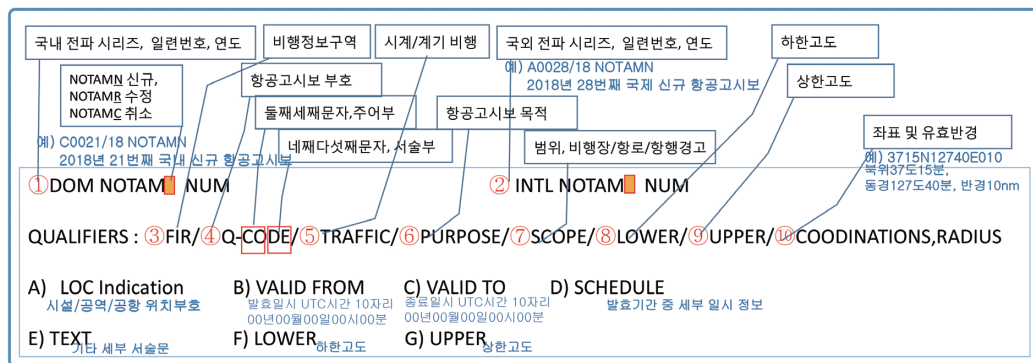
항공교통센터장은 공고된 활동의 취소 또는 활동시간 또는 공역의 규모축소에 관한 사항은 가능한 한 24시간 전에 신속히 공고하여야 한다.

3.5.3 NOTAM 항목

3.5.3.1 항공고시보 일련번호

각 항공고시보에는 시리즈 표시 문자, 4자리 일련번호, 연도 표시 2자리 숫자를 부여하여 한다.(예 : A0023/11)

- DOM NOTAM NUM ① : 국내에 전파하는 C시리즈 항공고시보 번호
- INTL NOTAM NUM ② : 국외로 전파하는 A시리즈 항공고시보 번호



[그림 3-8] NOTAM 형식 예

- NOTAMN (맨 뒷자리가 N(신규), R(수정노탐), C(취소노탐))

예) C0001/11 NOTAMN : 2011년도 첫 번

째 국내 신규 항공고시보

예) A0023/11 NOTAMN : 2011년도 23번

째 국제 신규 항공고시보

주) 각 항공고시보의 일련번호는 매년 1월1

일 0000 UTC에 제1번부터 시작한다.

- A series : 중/장거리 비행에 관한 정보, 국제배포

- C series : 국제민간항공에 사용되는 항공기를 제외한 정보, 국내배포

- D Series : 2012년부터 국내에서 C Series로 발행하는 항공고시보 중 공역사항만 별도 분리 신설 운영, 국내 배포

- G Series : 국내공항에 대한 “GPS 수신기 자동 무결성 감시” 오류 예측에 관한 정보, 국제배포

- H Series : 국내공항에 대한 “GPS 수신기 자동 무결성 감시” 오류 예측에 관한 정보, 국내배포

- S Series : 설빙고시보 양식에 의한 발행, 눈, 얼음, 진창 또는 결합하여 고여 있는 물로 인한 장애상태의 존재, 제거에 관한 항공고시보

- V Series : 화산재고시보 양식에 의한 발행, 화산활동, 화산분출 및 화산재 그림의 변화에 관한 항공고시보

- Z Series : 위성항법시설(global navigation satellite system)에 관한 정보

3.5.3.2 QUALIFIERS : Q항목은 8개의 소항목으로 구성되고, 각 소항목을 사전으로 분리한다. 각 소항목에 입력할 사항이 없다면 사전 사이의 빈칸은 송신할 필요가 없다.

예) Q)RKRR/QRPCA/IV/BO/W/000/999/3731N12655E014

3.5.3.2.1. QUALIFIERS ③ : 비행정보구역(FIR)

- 해당 비행정보구역의 ICAO 위치부호를 기입하거나 만일 하나 이상의 비행정보구역이 해당된다면, 해당 국가의 ICAO 위치부호 처음 두 문자 다음에 XX”를 삽입하고, 통보대상인 항목 A)에 관련 비행정보구역의 ICAO 위치부호를 기재한다.
- 만일 한 국가가 여러 국가에 해당되는 비행정보구역에 관련된 항공고시보를 발행한다면, 발행하는 국가의 ICAO 위치부호 처음 두 문자 다음에 XX”를 삽입하고, 통보대상인 항목 A)에 관련 비행정보구역의 ICAO 위치부호를 기재하여야 한다.

예) Q)RKRR/ : 인천비행정보구역

3.5.3.2.2 QUALIFIERS ④ : Q-CODE(항공

고시보 부호)

- Q코드는 총 5문자로 구성되며, 첫 번째 문자는 “Q”로 시작하여 이후 문자를 둘째 셋째는 주어부이고, 넷째 및 다섯째 문자는 서술부로서 주어부의 상태를 의미한다.
- 둘째 및 셋째 문자와 넷째 및 다섯째 문자의 조합은 항공정보업무지침(Doc 8126)의 항공고시보 부호 선택기준 및 국제민간항공기구 교범 국제민간항공기구 약어 및 부호(ICAO Doc 8400, PANS - ABC)에 제시된 부호 또는 다음의 적절한 조합 중 하나를 기재한다.
 - 주어부(둘째 및 셋째문자)가 항공고시보 부호 선택기준(Doc 8126) 또는 항공고시보 부호(Doc 8400)에 없다면, 둘째 및 셋째문자에 “XX”를 기재한다.(예 : QXXAK)
 - 서술부(넷째 및 다섯째문자)가 항공고시보 부호 선택기준(Doc 8126) 또는 항공고시보 부호(Doc 8400)에 없다면, 넷째 및 다섯째 문자에 “XX”를 기재한다.(예 : QFAXX)
 - 운영상 중요한 정보를 포함하는 항공고시보가 AIRAC에 따라 발행되어지고 AIRAC AIP 수정판 또는 보충판의 발간을 알리기 위해 사용되어질 때, 항공고시보 부호의 넷째 및 다섯째 문자에 “TT”를 기재한다.

- 유효한 항공고시보의 대조표에 관한 항공고시보를 발행할 때에는 둘째, 셋째, 넷째 및 다섯째 문자에 “KKKK”를 기재한다.

3.5.3.2.3 QUALIFIERS ⑤ : 교통(Traffic)

- I : IFR(계기비행)
- V : VFR(시계비행)
- K : 유효 항공고시보 대조표

예) Q****/*****V/** : IFR(계기비행)과 VFR(시계비행) 해당

3.5.3.2.4 QUALIFIERS ⑥ : 목적(Purpose)

- N : 항공기 운영자의 즉각적인 주의를 위해 선정된 항공고시보
- B : 비행 전 정보 게시(PIB)를 위해 선정된 항공고시보
- O : 비행에 관한 항공고시보
- M : 기타 항공고시보
- K : 유효 항공고시보 대조표

예) Q****/*****/*BO/** : 비행 운영 및 비행 전 정보 게시(PIB)를 위해 선정된

3.5.3.2.5 QUALIFIERS ⑦ : 범위(Scope)

- A : 비행장
- E : 항공로
- W : 항행경고
- K : 유효 항공고시보 대조표

예) Q****/*****/*W/** : 항행경고 관련

3.5.3.2.6 QUALIFIERS ⑧ : 하한고도 (Lower limit)

- 하한고도는 항상 기재하여야 하며, 비행고도(FL)로만 표기하여야 한다. 항행경고 및 공역제한의 경우에는 기재된 값이 항목 F)에 기재된 값과 일치하여야 한다. 만일 특정 고도정보를 포함하지 않는다면, 기본값으로 하한고도에는 “000”를 기재한다.

예) Q)****/*****/**/**/000** : 하한고도 000 지표면의미

3.5.3.2.7 QUALIFIERS ⑨ : 상한고도 (Upper Limit)

- 상한고도는 항상 기재하여야 하며, 비행고도(FL)로만 표기하여야 한다. 항행경고 및 공역제한의 경우에는 기재된 값이 항목 G)에 기재된 값과 일치하여야 한다. 만일 특정 고도정보를 포함하지 않는다면, 기본값으로 상한고도에는 “999”를 기재한다.

예) Q)****/*****/**/**/999** : 상한고도 999 무한대의미

3.5.3.2.8 QUALIFIERS ⑩ : 좌표 및 반경 (Coordinates, Radius)

- 위도 및 경도는 정확한 분(minute) 단위까지, 유효 반경은 nm 단위의 3자리로 기재한다.(예를 들면,

3800N12740E010). 좌표는 전체 유효지역을 둘러싸는 반경의 근사치 원의 중심점으로 기재하며 만 일 항공고시보가 전체 비행정보구역/고고도비행정보구역 또는 하나 이상의 비행정보구역/고고도비행정보구역에 영향을 미친다면, 반경은 기본값 “999”를 기재한다.

예) Q)****/*****/**/**/****/**** : 좌표중심 반경 14nm

3.5.3.3 항목A~G

3.5.3.3.1 항목 A : 시설, 공역 또는 보고되는 상황이 위치한 비행장 또는 비행정보구역의 ICAO Doc 7910(위치부호)에 포함되어 있는 위치부호를 기재하여야 한다. 해당되는 경우, 하나 이상의 비행정보구역/고고도비행정보구역을 표시할 수 있다. 이용 가능한 ICAO 위치부호가 없을 경우 ICAO Doc 7910, 제2부에 수록된 ICAO 국가문자 다음에 “XX”를 기재 하고 항목 E)에 평문으로 해당 명칭을 기재한다.

예) A)RKRR : 비행장 또는 비행정보구역

3.5.3.3.2 항목 B : 년, 월, 일, 시간 및 분을 UTC로 표시한 10단위의 발효일시. 이 항목은 NOTAMN, NOTAMR 또는 NOTAMC가 효력을 발생하는 일

시이다. NOTAMR이 새로운 정보를 공표하며 사전 항공고시보를 대체하는 경우 항목 B)가 새로운 정보를 교체하는 일시를 표기

예) B)1009202230 : 시간단위는 UTC 년, 월, 일, 시, 분의 10자리로 표시하고 이는 노탐의 효력이 발생하는 일시이다.

3.5.3.3.3 항목 C : 취소 항공고시보를 제외하

고, 정보가 “PERM”이라는 약어를 사용해야만 하는 영구적인 것이 아니라면, 정보의 기간을 나타내는 일시 그룹(년, 월, 일, 시 및 분을 나타내는 10자리의 그룹)을 반드시 기재하여야 한다. 만일 시간에 관한 정보가 불확실하다면, 약어 “EST”를 사용하여 대략적인 일시그룹을 기재하여야 한다. “EST”를 사용한 모든 항공고시보는 명시한 예상일시에 도래하기 전에 취소 또는 대체하여야 한다.

예) C)1009210055 : 월, 일, 시, 분의 의미는 같고 종료시간이다.

3.5.3.3.4 항목 D : 보고되는 위험요소, 시설

의 운영상태 또는 상황이 항목 B)와 항목 C)에 명시된 일시 사이에서 특정 일시에만 발효되는 경우 항목 D)에 그러한 세부일시 정보를 기재하여야 한다. 만일 항목 D)에 200 문자를 초과하게 된다면, 그러한 세부일시

정보를 분리하여 연속되는 항공고시보로 제공하도록 하여야 한다.

예) D) 2230 TO 2250 AND 0010 TO 0055 : 원래 금지구역은 9월21일 아침 07 : 30L에 시작해서 21일(동일) 09 : 55L에 종료하지만 실제 통제 세부일정은 07 : 30 - 07 : 50과 09 : 10 - 09 : 55L분까지만 통제함.

3.5.3.3.5 항목 E : 필요한 ICAO 약어, 위치

부호, 식별부호, 지정어, 호출부호, 주파수, 숫자 및 평문으로 보완하여 서술된 항공고시보 부호를 사용하여야 한다. 항공고시보를 국제로도 배 포하는 경우 평문으로 표현된 각 부분에 영문을 포함하여야 한다. 이 기재사항은 적절한 PIB 기재사항을 제공하기 위하여 명확하고 간결해야 한다. 취소 항공고시보의 경우에는, 정확하고 용이하게 확인할 수 있도록 참고사항 및 내용을 포함하여야 한다.

3.5.3.3.6 항목 F와 G : 이 항목은 일반적으로

항행경고 또는 공역제한 사항에 적용되며 PIB 기재사항의 일반적인 부분이다. 발효 또는 제한사항의 하한 및 상한 고도한계를 명확한 기준 면 및 측정단위와 함께 기재하여야 한다.

예) F)SFC : Surface (지표면) = 하한고도 G) UNL : Unlimited (무한대) = 상한고도

- 하한 및 상한 고도한계로 명확한 기준
면과 측정단위가 사용된다.
- 하한 F 항의 경우 : SFC 지표면, 1000
FT AMSL / AGL, FL 150 등 사용
- 상한 G 항의 경우 : UNL 무한대,
5000FT AMSL / AGL, FL 300 등 사용

제4장

유인 동력 초경량비행장치 운용 및 특성

(주) '제4장 유인 동력 초경량비행장치 운용 및 특성'부분은 초경량비행장치의 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구에 해당된다.

4.1 동력장치 및 계기장치

(주) '4.1 동력장치 및 계기장치'부분은 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더에 해당된다.

4.1.1 동력비행장치의 엔진

유인 동력 초경량비행장치에 사용되는 동력장치에는 일반적으로 왕복불꽃점화 가솔린엔진(Gasoline Engine)을 사용한다. 가솔린엔진은 공기와 연료의 혼합가스를 실린더에서 압축하고 실린더 내부에 전기 불꽃(Electric Spark)을 공급하여 점화/연소시키는 불꽃점화엔진(SI-Engine : Spark Ignition Engine)이다.

4.1.1.1 엔진 냉각방법에 의한 분류

○ 공랭식 방법 : 엔진 주위에 흐르는 공기를

이용하여 고온의 실린더를 냉각시키는 방법으로 정비가 쉬우며, 제작비가 저렴하고 가벼운 장점이 있어 대부분의 초경량비행장치 엔진에 많이 사용되고 있다.

○ 수냉식 방법 : 물 또는 냉각액으로 엔진을 냉각시키는 방법으로 실린더 주위에 물(냉각액) 탱크, 물 펌프(water pump) 등으로 구조가 복잡하고 무게가 증가하는 단점이 있으나 냉각 효율이 좋다. 초경량비행장치에 사용되는 Rotax사의 엔진들이 이에 해당된다.

4.1.1.2 엔진의 행정에 의한 분류

○ 2행정(2 Stroke) : 2행정 엔진은 크랭크축이 1회전(360°)하는 동안에 흡입, 압축, 팽창, 배기과정의 1사이클을 완성한다. 초경량비행장치용 2행정 엔진은 무게가 가벼워 동력패러글라이더 또는 체중이동형비행장치 등에 사용된다.

○ 4행정(4 Stroke) : 4행정 엔진은 크랭크축이 2회전(720°)하는 동안에 흡입, 압축, 팽창, 배기과정의 1사이클을 완성한다. 초경량비행장치용으로 타면조종형비행장치, 초경량헬리콥터, 초경량자이로플레인 등에 연료소모량이 적고 출력이 좋은 4행정 엔진을 사용된다.

4.1.1.3 스파크 점화 방식

스파크 점화(Spark Ignition) 방식 : 가솔린 엔진에서는 일반적으로 먼저 공기와 연료를 일정 비율로 혼합시켜 연소 가능한 혼합기를 형성시킨 다음, 이를 실린더 안으로 흡입하여 압축시키고, 압축상사점에 이르면 전기불꽃을 공급하여 점화시킨다.

4.1.1.4 사용연료

- 고(高) 옥탄가 연료 : 가솔린엔진에서는 인화점이 낮고, 불꽃에 의해 쉽게 점화할 수 있으면서도, 자기착화성은 낮은 연료 즉, 옥탄가(octane number)가 높은 연료를 필요로 한다.
- 혼합 연료 : 2행정 가솔린엔진에 사용되는 연료는 고옥탄가 가솔린에 윤활유를 혼합한 연료를 사용한다. 2행정 엔진에는 구조적으로 윤활유만을 유통시키는 공간이 마련되어 있지 않다.

4.1.1.5 출력제어방식

- 공기량(질량)제어 : 간접분사방식의 전자제어 가솔린 분사장치에서는 흡기의 체적 또는 질량을 계량하고 이에 근거하여 이론 혼합비에 해당하는 연료를 흡기밸브 전방에 또는 흡기다기관에 분사하여 출력을 제어한다.
- 혼합기의 양과 질을 제어(control of mixture-quantity and-quality) : 가솔린엔

진에서는 혼합기 생성장치에 따라 출력제어 방식이 다르다. 가솔린 직접분사 (GDI) 방식에서는 적당한 혼합기를 생성시키는데 필요한 연료량은 물론이고 공기량을 동시에 제어하여 엔진의 출력을 제어한다. 즉, 연료/공기 혼합기의 양과 질을 동시에 제어하여 출력을 제어한다.

4.1.2 엔진의 행정

4.1.2.1 2행정(2 Stroke) 엔진

2행정 엔진은 크랭크축이 1회전(360°)하는 동안에 1사이클을 완성한다. 그러나 사이클(흡입, 압축, 팽창, 배기)과정은 4행정 엔진과 근본적으로 같다. 다만 각 과정의 진행과정이 시간적, 위치적으로 차이가 있을 뿐이다. 2행정 엔진에서 크랭크축의 1회전으로 1사이클을 완성하기 위해서는 실린더와 크랭크실이 상호 보완작용을 하여야 한다.

2행정 엔진은 구조상 4행정 엔진에서의 가스 교환 장치(흡/배기·밸브기구)가 없다는 점이 가장 큰 차이점이다.

2행정 가솔린엔진에서는 주로 실린더 벽에 가공된 3종류의 기구(Port)을 통하여 유체(기체 또는 액체)를 교환하게 되어 있다.

- ① 흡기구(Intake Port) - 기화기와 크랭크실을 연결
- ② 배기구(Exhaust Port) - 연소실과 엔진배기구를 연결

③ 소기구(Transfer Port) - 크랭크실과 연소실을 연결을 피스톤의 운동에 의해 개/폐되게 하여 가스를 교환한다.

4.1.2.2 4행정(4 Stroke) 엔진

4행정 엔진의 1사이클은 크랭크축(Crank shaft)이 2회전(720°)하는 동안에 완성된다. 1사이클은 흡입행정(Intake stroke), 압축행정(Compression stroke), 팽창행정(Expansion stroke) 그리고 배기행정(Exhaust stroke)의 4행정(Stroke)으로 구성된다. 4행정 가솔린엔진은 크랭크축이 2회전(720°)하는 동안에 흡기 → 압축 → 팽창 → 배기의 4행정을 하여 1사이클을 완성하고, 흡기행정부터 다시 반복하게 된다.

○ 제1행정 - 흡입행정(Intake stroke) : 흡입

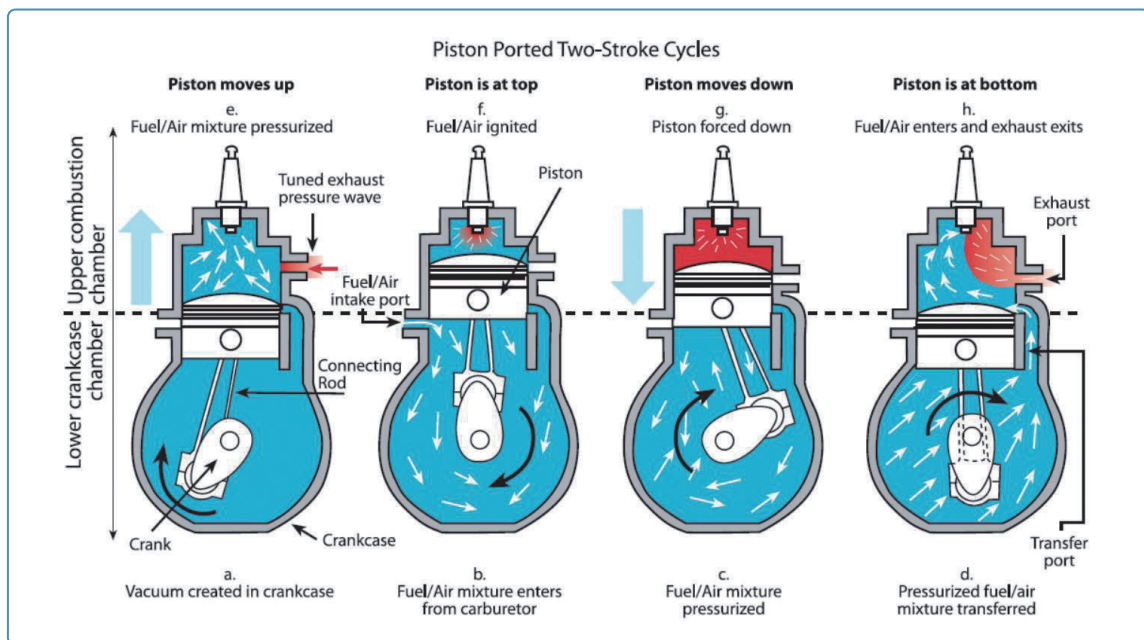
행정(Intake stroke)은 공기/연료 혼합기가 실린더 내부로 들어가는 행정을 말하며, 가솔린 직접 분사(GDI)방식 또는 디젤 엔진인 경우 공기만 흡입된다.

○ 제2행정 - 압축행정(Compression stroke)

: 압축행정은 흡/배기밸브가 모두 닫힌 상태, 즉 실린더 내부가 밀폐된 상태에서 피스톤이 상향하면서 시작된다. 압축에 의해, 혼합기는 원래 체적의 약 7~12 : 1로 압축된다. 압축되면 혼합기의 온도는 약 400~500℃ 정도까지 상승하게 된다.

○ 제3행정 - 팽창행정(Expansion stroke)

: 팽창행정은 압축행정 종료 직전, 점화플러그의 중심전극과 접지전극 간에 고압전

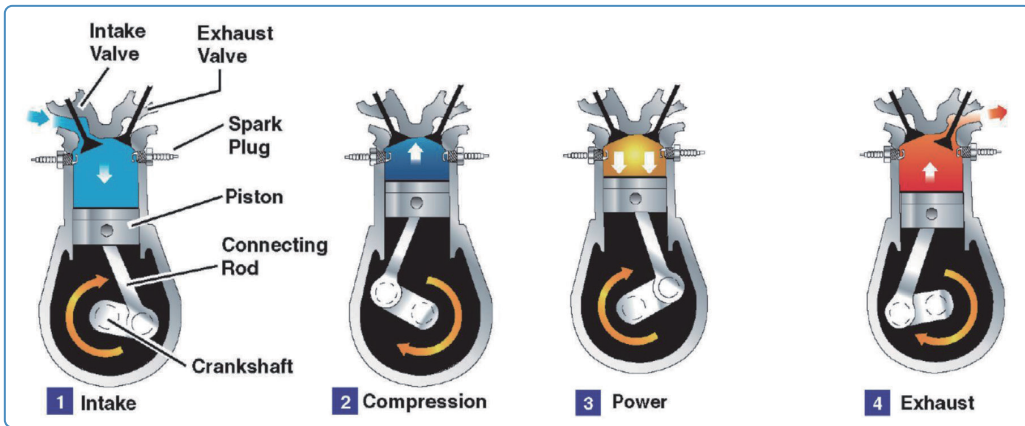


[그림 4-1] 2행정 엔진의 사이클(흡입, 압축, 팽창, 배기)과정

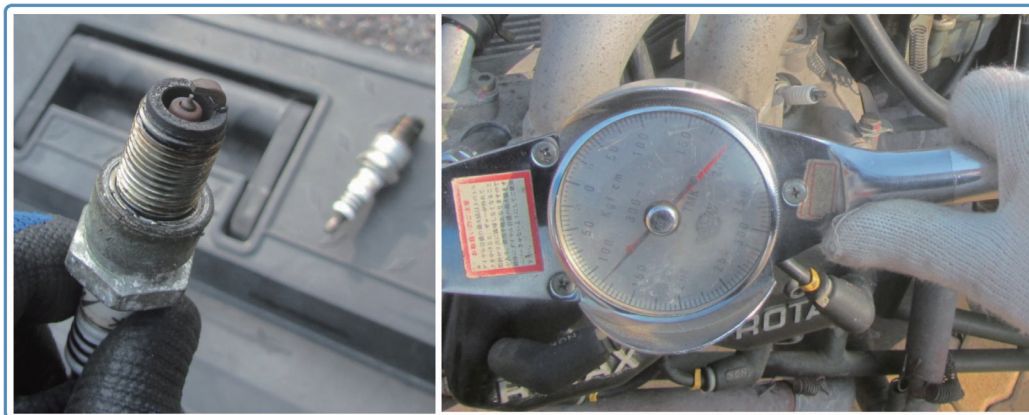
류가 흐를 때 발생하는 전기 불꽃(Electric Spark)에 의해 혼합기가 점화하여 폭발적으로 연소되면서 시작된다. 폭발압력에 의해 피스톤이 하향하는 동안에 열에너지는 기계적 일로 변환된다. 팽창행정은 4개의 행정 중에서 동력을 발생시키는 유일한 행정이다. 다른 3개의 행정은 플라이휠 (Fly-

wheel)의 관성(Inertia)에 의해 수행된다.

- 제4행정 - 배기행정(Exhaust stroke) : 배기행정은 피스톤이 위로 움직이면서 배기밸브가 열리고 연소된 가스가 실린더 밖으로 배출되는 과정이다.



[그림 4-2] 4행정 엔진의 사이클(흡입, 압축, 팽창, 배기)과정



[그림 4-3] 점화플러그 및 토크렌치 사용

4.1.3 점화플러그

가솔린엔진의 압축행정 종료 직전, 실린더 내부 혼합기에 점화를 시키는 점화플러그는 고압 전류가 흐를 때 불꽃(Electric Spark)이 발생된다. 점화플러그는 중심전극과 접지전극 간에 간극이 있으며, 이 간극은 보통 0.7~1.1mm가 대부분이나 정확한 간극은 엔진마다 각각 다르며, 간극이 커지면 필요 점화전압은 상승한다. 점화플러그를 엔진에 장착할 경우에는 실린더헤드 손상 방지를 위해서, 플러그를 손으로 끝까지 조인 후, 마지막에 엔진제작사에서 제시한 토크 값으로 토크렌치를 사용하여 조인다.

(※) 점화플러그의 장/탈착 작업은 엔진의 온도가 식은 다음에 실시하여야 한다.

4.1.4 흡기계통(Induction system)

흡기계통은 연료와 공기의 혼합가스를 실린더 내로 공급시키는 장치로서 크게 기화기 (Carburetor system) 방식과 직접분사(Fuel injection) 방식으로 나눌 수 있다.

4.1.4.1 기화기 시스템(Carburetor system)

기화기(Carburetor)는 플로트식 기화기(Float type carburetor)와 압력식 기화기(Pressure-type carburetor)로 구분한다. 플로트식 기화기는 구조가 간단하여 주로 소형항공기에 이용되지만 항공기 자세변화에 따라 플로

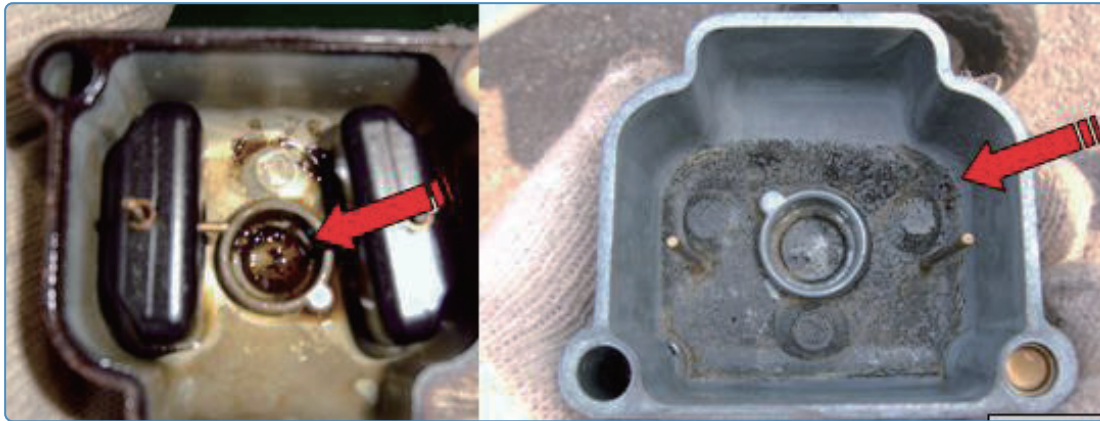
트실의 연료의 면(Fuel level)이 변화하므로 분사노즐(Discharge nozzle)에서 분사되는 연료의 양이 불규칙하고 압력이 작아 불완전하게 분사되는 단점이 있다.

또한, 분사노즐(Discharge nozzle)은 연료와 혼합되기 위한 공기가 벤투리를 통과하면서 속도가 빨라져 압력이 작아지는 지점에 있으므로 저압으로 인한 저온 효과와, 연료의 기화로 발생하는 온도 강하로 인하여 착빙(Icing)이 발생하는 큰 단점이 있다.

이러한 단점을 보완한 것이 압력식 기화기(Pressure-type carburetor)와 직접 분사식(Fuel injection)이다. 압력식 기화기는 연료펌프를 이용하여 연료의 흐름 압력을 증가시켜 연료를 기화기의 스로틀 밸브 뒷부분(실린더에 가까운 쪽) 또는 과급기(Super charger)의 입구에서 분사노즐로 분사시키는 장치이다.

초경량비행장치의 플로트식 기화기는 비행 전 주기적으로 연료 내 수분 생성에 의한 엔진 기화기 연료 챔버 오염을 검토하여야 한다. 이상이 있을시 세척하여 사용하여야 한다.

기화기 연료 챔버 점검 시 부주의로 인한 가스켓 손상에 주의하여야 한다.



[그림 4-4] 수분에 의한 연료 챔버 오염



[그림 4-5] 연료챔버 가스켓 손상

4.1.4.2 기화기 착빙(Carburetor Icing)

기화기의 가장 큰 단점은 기화기 착빙이다. 먼적이 좁은 벤투리를 통과하는 공기흐름은 베르누이 정리에 따라 속도가 빨라지고 그에 따라 압력이 작아지는데 압력이 작아짐으로 인하여 발생하는 저온효과와 연료의 기화로 발생하는 온도강하로 인하여 착빙(Icing)이 발생한다. 기화기 착빙은 기화기로 들어오는 공기의 온도가 70°F(21°C) 이하이고 상대습도가 80% 이상일 때 잘 발생한다.

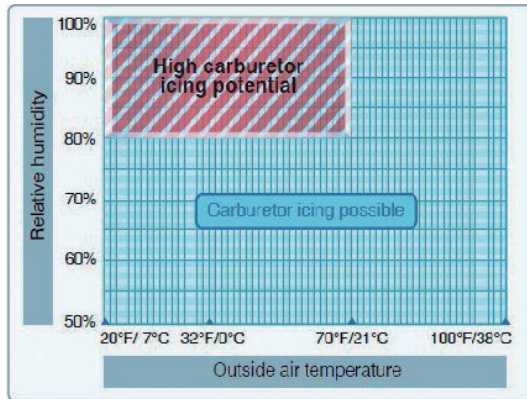
착빙(Icing)은 벤투리를 지나 스로틀밸브 쪽에

얼음이 형성되므로 실린더 내로 들어가는 혼합가스의 양이 줄어들게 되어 그 결과로 엔진 출력이 줄어들게 되며 증상이 심하면 엔진이 정지하게 된다.

고정피치프로펠러(Fixed pitch propeller) 비행장치의 경우 기화기 착빙(Icing)이 생기면 엔진 RPM이 감소하며, 증상이 악화되면 엔진에 진동이 일어나기도 하여 쉽게 인지할 수 있다. 기화기 착빙(Icing)이 의심되면 기화기 가열장치(Carburetor heater)를 작동시켜 기화기로 들어가는 차가운 외부 공기 대신 엔진배기 가스를 이용하여 덥혀진 공기를 기화기에 공급하여 얼음을 녹이거나 착빙을 예방하여야 한다. 특히 착빙이 예상되는 지역에서 강하하는 경우 기화기 가열장치(Carburetor heater)가 장착되어 있으면 이를 우선 작동시킨 다음에 엔진의 출력을 줄여야 한다.

기화기 가열장치(Carburetor heater)를 작동시킬 경우 연료와 혼합되는 공기는 덥혀져 밀도

가 감소하게 되므로 혼합비조절장치(Mixture control)를 이용하여 혼합비를 줄여야 한다. 기화기 가열장치(Carburetor heater) 를 작동시키면 엔진 출력은 저하되며 경우에 따라 15%까지 줄어들기도 한다.



[그림 4-6] 기화기 착빙가능 외기 공기의 조건

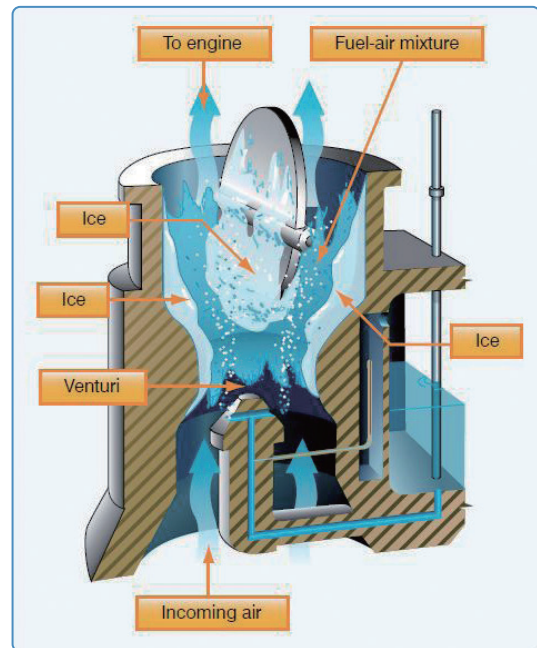
4.1.4.3 직접 분사식(Fuel Injection system)

흡기장치

직접 분사방식은 카뷰레터와 같이 공기와 연료를 미리 혼합하여 실린더로 보내는 것과는 달리 흡입밸브(Intake valve) 직전에서 연료를 직접 실린더로 분사시키는 방법이다. 직접 분사 방식은 공기와 연료를 미리 혼합시키지 않기 때문에 착빙현상이 거의 발생하지 않는 장점이 있다.

- 직접 분사방식은 기화기 방식에 비하여 다음과 같은 장점이 있다.
 - 착빙현상이 거의 발생하지 않는다.
 - 연료의 흐름(Fuel flow)이 균일하다.
 - 스톱플(Throttle) 조작에 빨리 반응한다.
 - 엔진 출력을 세밀하게 조절할 수 있다.

- 연료를 균등하게 분사할 수 있다.
- 혹한기에 쉽게 엔진 시동을 할 수 있다.
- 직접 분사방식은 기화기 방식에 비하여 다음과 같은 단점이 있다.
 - 엔진 가열(Hot engine) 상태에서 시동이 어렵다.
 - 베이퍼 락(Vapor locks) 현상으로 더운 날씨에 시동이 어렵다.
 - 엔진이 정지되었을 경우 연료 공급이 잘 안되어 재시동이 어려운 문제가 있다.



[그림 4-7] 기화기 착빙 형성

4.1.4.4 혼합비의 조절(Mixture Control)

고도가 증가함에 공기밀도(공기량)는 감소하므로 적절한 혼합비를 유지하기 위해서는 혼합비 조절레버(Mixture control lever)를 이용하여

연료의 양을 줄여야 한다.

연료와 공기의 혼합비는 공기와 연료 무게의 비율로서 연소가 가능한 혼합비는 8:1~20:1 사이이다. 연료에 비해 공기량이 적은 경우 (Rich 상태)에는 완전 연소가 이루어지지 않고 공기량이 많은 경우(Lean 상태)에는 엔진의 과열로 이상폭발현상(Detonation)을 발생시켜 엔진의 출력이 감소할 수 있다.

4.1.5 엔진 시동장치(Starting system)

배터리와 연결된 시동장치는 시동모터를 작동시키기 위해서 고전압의 전류가 필요하기 때문에 두툼한 케이블(heavy duty wiring cable)이 필요하다. 케이블로 시동스위치(Ignition switch)와 시동모터를 직접 연결하게 되면 케이블의 무게나 길이에 따른 전력낭비와 조종석 내에 고전압이 전달되어 화재의 위험이 있을 수 있다. 이를 해결하기 위해 솔레노이드 (Solenoid) 시스템을 이용하는데 솔레노이드 시스템은 엔진 시동스위치를 시동(Start) 위치에 놓을 경우 솔레노이드에 작은 전류를 보내 충전시킨 뒤 충전된 솔레노이드가 고전압을 시동모터로 보내 작동시켜 시동이 걸리게 만드는 장치이다. 엔진시동이 이루어지고 엔진 RPM이 시동장치(starter motor)보다 빠르면 시동장치는 자동적으로 해제(disengage)된다.

시동에는 오직 실린더당 한 번의 점화만 필요하다. START 위치에서 우측 마그네토는 작동되

지 않고 좌측 마그네토(LH bottom, RH top)에 서만 스파크플러그에 고전압을 보낸다. 시동 후 시동스위치를 BOTH에 놓는 순간 우측 마그네토도 작동한다.

항공용으로 사용되는 2행정 엔진의 경우 무게를 줄이기 위하여 일반적으로 시동모터 대신에 손으로 시동줄을 잡아당겨 시동을 걸 수 있게 하는 방법을 사용한다.

4.1.6 점화계통(Ignition system)

점화계통은 실린더에 주입된 혼합가스를 연소시키기 위해, 엔진에 의해 구동되는 마그네토 (Magneto)에서 고전압을 만들어 점화플러그로 보내어 점화시키는 장치이다. 마그네토는 항공기의 전기시스템(Alternator, Battery)과는 별도로 작동되는 독립된 전기장치로서 항공기에 사용되는 마그네토는 신뢰성과 효율성을 높이기 위해 각각 따로 작동하는 2개의 마그네토로 구성되어 있다.

점화계통은 마그네토, 점화플러그, 고전압선 (High tension lead), 점화스위치로 구성되어 있다. 마그네토는 마그네토안의 영구자석이 회전하면서 발생된 전기를 1차 코일에서 전류를 유도하고, 2차 코일에서 고전압으로 승압시켜 이를 마그네토에 내장된 배전기(Distributor)에 의해 점화되는 실린더 순서대로 Ignition harness를 통해 점화플러그로 보낸다. 점화스위치는 두 개의 마그네토를 각각 작동시킬 수 있도록 'L',

‘R’ ‘BOTH’가 있고, 엔진 시동을 위한 ‘START’ 위치가 있다.

동력패러글라이더용으로 사용되는 2행정 엔진의 경우 일반적으로 점화플러그1개가 장착되어 있으며 그에 따른 1개의 마그네토로 구성되어 있다.

마그네토의 점검 : 이륙하기 전에 반드시 마그네토를 점검하여야 한다. 마그네토 점검은 엔진 Run up 점검 중에 점화스위치(Ignition switch)를 이용하여 실시한다. 점검하는 방법은 점화스위치를 Both 위치에서 Left 혹은 Right로 선택하면 마그네토는 한쪽만 작동되므로 RPM이 약간 감소하게 되는데, 이때 감소 되는 수치가 해당 조종사 운용 안내서(POH)에 명시된 제한치를 초과할 경우 비행을 중단하여야 한다. 만일 RPM이 감소되지않는 경우도 비정상이므로 비행을 시도하여서는 안 된다.

엔진을 정지시킨 다음에는 점화스위치를 “OFF”하고 엔진시동열쇠(key)를 제거하여야 한다. 만일 “ON” 위치에 놓아둔 상태에서 손으로 프로펠러를 돌리면 시동이 걸릴 수 있어 매우 위험하다.

점화스위치를 “OFF”하면 접지선(Ground wire)을 통하여 마그네토로부터 전류가 흐르지 못하게 한다. 점화스위치가 OFF되어 있더라도 접지선(Ground wire)이 절단되거나 파손되어 있으면 마그네토에 전류가 흐르게 되고 만일 실린더 내에 연료가 남아있는 상태에서 프로펠러를 돌리면 예기치 않게 시동이 걸리는 위험한 상

황을 초래할 수 있다.

시동 전에는 프로펠러 주위에 어떠한 사람과 장애물이 없음을 확인하여야 하며 손으로 프로펠러를 돌리지 말아야 한다.

4.1.7 연료시스템

연료탱크(Fuel tank) : 보통 연료탱크는 날개 안쪽에 설치되어 있으며 탱크 위에 연료를 주입할 수 있는 연료 뚜껑(filler cap)이 있다. 연료탱크 안의 압력과 바깥쪽의 압력은 같아야 하는데 연료탱크 안의 압력이 높을 때 압력이 밖으로 배출(vent)되도록 벤트관(vent tube) 이 설치된다. 벤트관은 연료탱크의 온도가 높아져 연료가 팽창하여 압력이 높아질 경우 연료를 밖으로 배출시키는 역할을 한다. 그러므로 뜨거운 여름철 벤트 관을 통하여 연료가 흘러나오는 것은 정상이다. 연료탱크에는 불순물을 제거하거나 연료 점검을 위해 연료샘플을 채취할 수 있도록 드레인 밸브(drain valve)가 설치되어 있다.

연료계기(Fuel gauges) : 연료계기는 연료탱크에 남아있는 연료량을 파운드(pounds) 또는 갤런(gallons)으로 나타내주는 계기이다. 초경량비행장치에 장착된 연료계기는 정확하지 않을 수 있으므로 연료계기에 표시되는 연료량을 전적으로 신뢰하여서는 안 되며, 비행 전에 항상 육안으로 연료량을 직접 확인하여야 한다. 연료 선택 스위치(Fuel selectors) 차단 밸브 : 연료 선택 스위치와 차단밸브는 연료를 연료탱크로부터

터 엔진으로 보내주거나 차단을 하며 어느 연료 탱크의 연료를 사용할 것인가를 선택해주는 역할을 한다. 연료탱크 선택스위치는 보통 LEFT, RIGHT, BOTH, OFF의 위치가 있으며 선택 스위치를 LEFT 혹은 RIGHT로 놓을 경우 해당 연료탱크에서만 연료가 이송되고 BOTH 위치에서는 양쪽 연료탱크 모두에서 연료가 이송된다. 비행 중 한쪽 연료탱크만 사용하여 선택된 연료탱크의 연료가 고갈될 경우 엔진이 정지할 수 있으므로 연료 선택스위치를 사용하는 데 특히 주의하여야 한다. 한쪽 연료 탱크의 연료만 사용하게 될 경우 좌우 날개의 무게불균형을 초래할 수 있으며 연료가 완전히 소모된 다음에는 연료라인에 공기가 들어가 베이퍼락(vapor lock) 현상을 초래할 수 있다.

연료드레인(Fuel drain) : 연료가 소비되면서 만들어지는 연료탱크의 빈 공간은 비행장치 외부의 공기가 빈 공간을 채워서 연료탱크 내부에 진공상태가 되는 것을 방지하고 연료의 흐름을 원활하게 한다. 빗속이나 구름 속을 비행할 경우 습기가 많은 공기가 연료탱크 안으로 유입되기도 하며, 비행 후 연료를 가득 채워 놓지 않으면 빈 공간에 채워진 공기가 냉각되어 물이 생겨 연료탱크의 가장 낮은 곳에 모이게 된다. 이를 방지하기 위해서는 마지막 비행 후에 연료를 가득 채워 놓아야 한다. 비행장치 외부점검을 할 때 연료드레인(Fuel drain)을 꼭 실시해야 하며 샘플로 채취한 연료에 수분이 포함되어 있는 경우 반드시 이를 제거하고 비행하여야 한다.

4.1.8 오일시스템

4.1.8.1 오일 압력계기와 오일 온도계기의 점검

오일 압력계기는 오일 시스템이 정상 작동하는지 직접 지시해주는 계기이다. 오일 압력계기는 언제나 정상작동 범위(green arc) 내에 있어야 한다. 오일 온도계기는 오일 압력계기와는 달리 엔진 시동 후 천천히 지시하는데 오일 온도계기도 항상 정상작동 범위 내에 있어야 한다.

오일 온도계기는 비행 중 주기적으로 유심히 관찰하여야 한다. 만일 오일의 온도가 정상보다 높으면 오일 라인의 막힘, 오일 냉각기의 고장, 오일 양의 감소, 또는 오일 온도계기의 고장 증상일 수도 있다. 오일의 온도가 정상보다 계속 높다면 오일이 정상 역할을 하지 못하므로 엔진의 손상을 가져올 수 있다. 오일의 온도가 정상보다 낮다면 특히 추운 날씨에 부적절한 점성의 오일이 급유되었음을 알 수 있다.

만일 오일 온도와 압력이 동시에 정상범위를 벗어나 높게 지시한다면 오일 시스템이 매우 비정상적으로 작동하므로 조종사는 조종사 운용 안내서(POH)에 따라 조치를 즉시 취해야 한다.

4.1.8.2 오일 양의 점검

비행을 시작하기 전에 항상 오일의 급유상태를 살펴보아야 한다. 오일의 양은 오일을 급유 하는 뚜껑(Oil filler cap)에 달려있는 점검막대(dipstick)에 표시되어 있는 눈금으로 확인한다. 오일의 양을 점검하여 해당 매뉴얼에 명시된 양보

다 작으면 반드시 보충하여야 하고, 만 일 명시된 최저치보다 작으면 비행을 중단하여야 한다.

4.1.9 동력비행장치 계기(Instruments)

4.1.9.1 동력비행장치 종류별 필수 계기

초경량비행장치 기술기준에서 제시하고 있는 동력비행장치 종류별 필수계기들은 다음 표 4-1과 같다.

4.1.9.2 동정압계기(Pitot/Static instruments)

초경량비행장치 비행계기에는 속도 및 고도 계가 포함되어 있으며, 이들 계기들은 동정압 계기(Pitot/Static instruments)에 포함되어 있다.

동정압계기는 비행장치 주위에 흐르는 공기의 압력(dynamic pressure, static pressure)을 측정하여 압력의 크기와 변화를 나타내주는 계기

로 고도계, 속도계, 승강계 등이 있다. 고도계와 승강계는 정압공(Static port)에서 측정된 공기의 정압을 이용하고, 속도계는 피토투브(Pitot tube)에서 측정되는 공기의 전압과 정압공에서 측정된 정압을 이용하여 측정된다.

4.1.9.3 동정압계통의 막힘 현상(Blockage of the Pitot&Static System)

동정압계통은 비행하고 있는 비행장치 주위의 공기압력을 측정하여 고도, 속도, 상승/강하율을 지시해주는 계기이므로 공기압력이 정확히 측정되도록 피토투브와 정압공은 막힘이 없고 깨끗하게 유지되어야 한다. 그러기 위해서 조종사 는 매 비행 후 피토투브덮개로 막아 놓아야 하며 비행 전 반드시 피토투브덮개를 제거하고 정압공 주변이 깨끗하고 막힘이 없는지 확인하여야 한다. 비행 중 착빙(icing)이 의심되면 반드시 피토

[표 4-1] 비행장치 종류별 필수 계기 및 장비

동력비행장치 종류	동력장치계기	비행계기
타면조종형비행장치	연료량 지시계 엔진 RPM 지시계 오일압력계(필요시)	속도계 고도계
체중이동형비행장치		
초경량자이로플레인		
초경량헬리콥터		
동력패러글라이더	연료량 지시계(필요시) 엔진 RPM 지시계(필요시) 오일압력계(필요시) 오일경보등(필요시)	속도계(필요시) 고도계(필요시)
자유기구	연료량 지시계 구피 온도계	고도계 승강계 나침반

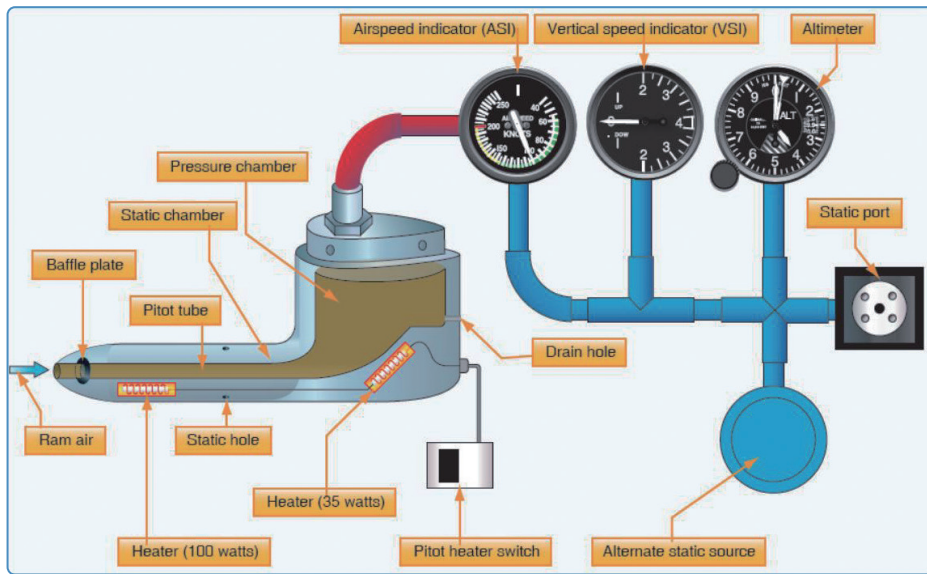
동력비행장치, 회전익비행장치, 동력패러글라이더 인증 기술기준에서의 요구 장비

- 수상을 비행하는 비행장치는 구명장비(조끼)를 구비하여야 한다.
- 탑승자용 안전벨트가 장착되어 있어야 한다.
- 무게중심의 위치가 허용범위 안에 있어야 한다.

[표 4-2] Pitot-Static System이 비정상 일 때

속도계, 고도계, 승강계의 변화

막힌 부분	속도계	고도계	승강계
① Pitot tube(막힘)	0	정상	정상
① Pitot tube(막힘) ② Drain hole(막힘)	상승시 높게 지시 강하시 낮게 지시	정상	정상
③ Static port(막힘)	상승시 낮게 지시 강하시 높게 지시	움직임 없음	움직임 없음



[그림 4-8] 동정압 계기의 막힘 위치

히터를 작동시켜 얼음에 의해 피토투브가 막히지 않도록 예방하여야 한다.

어떤 원인에 의하여 정압공이 막힐 경우 대체 정압(alternate static air)을 작동시켜 조종석의 공기압을 대신 정압으로 사용할 수 있다. 여압이 되지 않는 비행장치는 벤투리(venturi) 효과로 인하여 조종석의 공기압이 비행장치 바깥보다 낮게 된다. 동정압 계통이 착빙(icing) 등의 원인으로 막혔을 경우 공기압력이 제대로 전달되지 못하므로 속도계, 고도계 및 승강계는 비

정상적으로 지시한다.

4.1.9.4 엔진 시동 후 점검

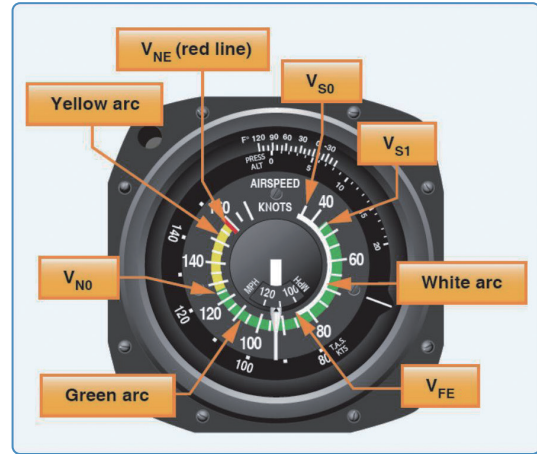
- 고도계 : 지상에서 비행장의 현재 QNH를 맞추었을 때 비행장 표고와 차이를 확인하고 만일 75ft 이상 차이가 발생하면 이 고도계는 계기비행용으로 사용할 수 없다.
- 속도계 : 정지하여 있을 때 속도는 “0” knots를 가리켜야 한다.
- 승강계 : “0” fpm을 가리켜야 하며 만일

“0” fpm을 지시하지 않으면 적절한 공구를 이용하여 계기 왼쪽 아래에 있는 조절 나사(screw)를 돌려 “0” fpm으로 맞추고 그렇지 않으면 현재의 지시 값을 “0” fpm 으로 간주하여 비행하여야 한다.

4.1.9.5 비행속도의 제한사항

비행속도의 제한사항은 속도계에 색깔(color coding)로 구분하여 표시한다.

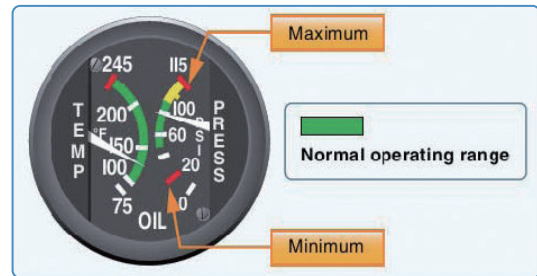
- Red line : 절대로 초과해서는 안 되는 속도(VNE)를 나타낸다.
- Yellow arc : Maximum structural cruising speed(VNO)부터 VNE까지의 범위를 나타내는 주의(caution)구간으로 조종사는 안정된 기류 상태에서만 이 범위 내에서 비행할 수 있다.
- Green arc : 정상 작동범위로 VNO와 VS1(특정 형태에 있어서 플랩사용 실속속도 또는 최소정상비행속도)의 범위를 나타낸다.
- White arc : 플랩(Flaps)을 작동시킬 수 있는 속도로 VFE(플랩을 내린 상태에서 허용되는 최대속도)와 VSO(플랩 착륙위치로 비행기 조종가능 상태에서의 실속속도 또는 최소정상비행속도)의 범위를 나타낸다.



[그림 4-9] 속도계 눈금 표시

4.1.9.6 엔진작동의 제한사항

엔진의 작동범위를 색깔로 구분하여 나타낸다. 녹색 호선(Green arc)은 정상작동 범위를 나타내며 노란색 호선(Yellow arc)은 주의구간, 붉은색 선(Red line)은 최대 운용범위로서 초과해서는 안 되는 범위이다.



[그림 4-10] 엔진작동계기의 제한 표시

4.1.10 동력비행장치 비상 낙하산

동력비행장치용 낙하산의 강도는 극한하중 조건하에서 수행되는 시험에서 $E = \frac{1}{2}mv^2$ 으로 표현되는 에너지 방정식에 1.5의 안전계수(극한하중계수)를 적용하게 되어 있다.

낙하산 시스템을 탑재하는 각 초경량비행장치들은 낙하산 장착을 위한 구체적인 ‘낙하산 장착 매뉴얼(PIM: Parachute Installation Manual)’에 적합하게 장착작업을 하여야 한다. 동력비행장치용 낙하산은 BRS(ballistic parachute system)으로 사출형으로 되어 있어, 안전사고 예방을 위하여 동력비행장치 동체 외부 사출지점 근처에 쉽게 볼 수 있도록 플래카드 또는 라벨을 부착하게 되어 있다.



[그림 4-11] 낙하산 BRS



[그림 4-12] BRS 플래카드 또는 라벨

4.1.11 비행 전 점검(preflight)

비행 전 지상에서 비행장치를 점검하는 모든 행위는 비행 중 발생할 수 있는 위험요소를 찾아내는 최종적인 기회이다. 일반적인 중요 요소를 확인하는 것은 큰 차이가 없지만 가장 신뢰할 수 있는 것은 제작사가 제공하는 점검 절차에 따라 모든 항목을 점검하여야 한다.

점검 항목과 방법 및 절차는 비행장치 제작사가 제공한 것을 조종사 운용 안내서(POH) 또는 지침서에 따라 점검 리스트를 보면서 한 항목씩 수행하는 것이 가장 적절한 방법이다. 비행 전 비행장치의 상태를 확인하는 책임은 조종사 자신이다. 이륙에 급급하여 점검을 생략하는 경우가 있어서는 안 된다. 특히 동절기에 비행장치에 눈이나 얼음이 있는 상태로의 비행은 비행장치의 비행성능을 급격하게 감소시키므로 반드시 제거 후에 이륙하여야 한다.

4.1.12 비행 전 외부 점검

- 비행 전 외부 점검은 일반적으로 육안점검(Visual Inspection)이며, 외부 점검을 수행하기 전에 우선적으로 조종실의 주 전원 마스터(Master)/이그니션(Ignition)스위치 꺼짐 상태를 확인하여 프로펠러 점검 시에 시동이 걸리는 사고를 예방하여야 한다. 외부 점검 시의 주요 점검 대상 항목은 다음과 같다.

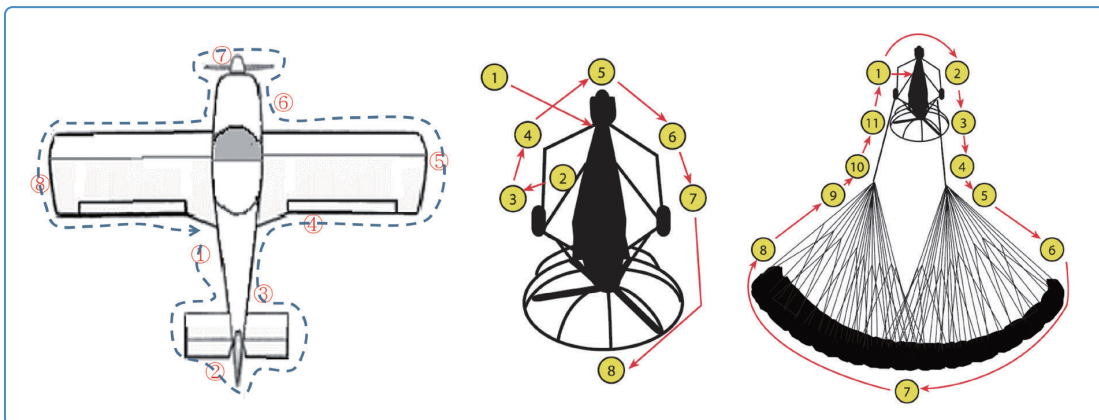
- 엔진과 동체에서의 누유나 누설 흔적
 - 날개나 동체위의 눈 또는 서리 존재유무
 - 안전핀과 안전커버
 - 연료에 물 또는 이물질 혼합여부
 - 타이어 압력 및 파손 여부
 - 연결 핀 및 안전고리
 - 조종면 힌지 핀 장착상태
 - 냉각수 및 오일량
 - 외부로 드러난 조종 케이블 상태
 - 조종 케이블에 연결된 조임 부품들의 조임 상태
 - 기체 전체의 균형상태, 찌그러짐, 패임 등 외형상 변형여부
 - 외피가 복합재인 경우의 손상여부 등
 - 프로펠러 상태 및 손상부위점검
- 동력비행장치 주변을 한 바퀴 돌면서 해당 동력비행장치에 설치된 각종 고정 장치 또는 덮개를 벗기면서 점검한다. 트라이커(trike 또는 cart)가 사용되는 체중이동형비

행장치 또는 동력패러글라이더의 경우 우선 동체부위를 점검하고, 날개부와 결합한 후에 전체적으로 점검이 이루어져야 한다.

4.1.13 조종석 내 점검

동력비행장치의 조종석은 조종실을 갖춘 동체 내부 일수도 있지만, 외부에 노출된 것도 있다. 비행 전 점검에서와 같이 제작사가 제공한 조종사 운용 안내서(POH) 또는 지침서에 의해 수행하되 일반적으로 다음과 같은 절차를 수행한다.

- 조종간을 전후좌우로 움직여서 조종면이 걸리지 않고 원활하게 작동 하는지 여부
 - 주 전원 스위치를 “ON”하고 전기로 작동되는 부품들의 작동여부
 - 연료량 확인
- 이러한 점검을 수행하는 동안에는 점화스위치는 반드시 “OFF”에 있어야 하며 전기로 작동 되



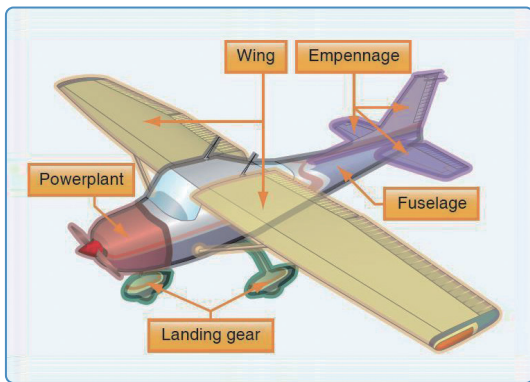
[그림 4-13] 비행 전 외부 점검, 타면조종형비행장치, 트라이커, 동력패러글라이더

는 부품의 검사하고 주 전원스위치를 "OFF" 하는 것으로 조종석 내 점검을 종료한다.

4.2 타면조종형비행장치

4.2.1 타면조종형비행장치 구성

타면조종형비행장치는 동체(Fuselage), 날개(Wing), 꼬리날개(Empennage), 그리고 착륙장치(Landing Gear)와 동력장치(Power Plant)로 구성된다.



[그림 4-14] 타면조종형비행장치의 구성요소

4.2.1.1 동체(Fuselage)

동체는 조종사가 조종할 수 있는 공간을 갖고 있는 타면조종형비행장치의 기본이 되는 중요한 구조물로 날개, 엔진, 착륙장치 등을 지지하고 있다. 동체 내부는 조종석과 연료탱크 등을 포함하고, 동체를 뜨게 하는 양력을 발생하는 날개, 추력을 발생하는 엔진, 조종안전성을 유지하

는 꼬리날개, 이착륙의 충격을 받고 완화시켜주는 착륙장치가 장착되므로 구조적으로 다방면의 힘에 충분히 견딜 수 있는 강도를 유지하여야 한다.

동체 구조 형식은 구조물의 가장 안정된 구조인 삼각형 구조물들로 연결된 뼈대가 모든 하중을 담당하고 외피는 형상 유지를 보조하는 트러스(Truss) 구조, 동체에 부분적으로 가해지는 집중하중을 프레임, 벌크헤드, 스트링거(Stringer) 등을 통해서 외피로 전달되는 응력 외피형 구조의 하나인 세미모노코크(Semi-monocoque) 구조, 최근 복합재의 개발로 계란 껍질처럼 하나의 외피구조물로 구성된 모노코크(Monocoque) 구조가 있다.

○ 트러스 구조(Truss Structure) : 트러스(Truss)구조는 설계와 제작이 용이하다는 장점이 있으나, 내부 공간과 외형을 우선 형으로 제작하기 어려운 단점이 있다. 이 방식은 론저론(Longerons)이라 불리는 긴 배관이 뼈대의 버팀대가 위치한 곳에 연결되어 있으며, 수직/수평 스트럿(Struts)이 론저론에 각각 연결되어 있다. 트러스 구조는 끝에서 보면 정사각형 또는 직사각형 모양으로 보인다. 스트럿은 어느 방향에서든 압력에 견딜 수 있어야 하며 스트링거(Stringers)와 벌크헤드(Bulkhead)는 동체의 모양을 형성하는데 도움을 준다. 외피는 뼈대 구조물을 포장 하는 역할만 할 뿐 응력이나 비틀림에 영향을 미치지 않는다.

- 세미모노코크(Semi monocoque) 구조 : 세미모노코크 구조는 하중을 받는 뼈대에 외피를 입히는 구조 방식으로 금속판이나 복합소재로 제작되어 내부 공간마련과 유선형 동체 제작이 용이한 장점이 있다. 이 구조는 벌크헤드(Bulkhead) 그리고/또는 다양한 크기로 이루어진 스트링거 (Stringers)와 외피 등으로 이루어져 있다. 외피는 구조물과 결합하여 응력이나 비틀림에 대한 영향을 받는다.
- 모노코크(Monocoque) 구조 : 모노코크 구조는 복합섬유의 배치 분포 등의 설계와 제작이 어려운 단점이 있으나 충분한 내부 공간과 매우 유연한 유선형 동체로 제작하기에 충분한 구조이다. 모노코크 구조는 스트링거가 없어지거나 줄어들었기 때문에, 대부분의 비틀림과 굽힘 응력은 외피로 전달되며, 무게를 줄이고 내부공간을 확보할 수 있는 장점이 있다.

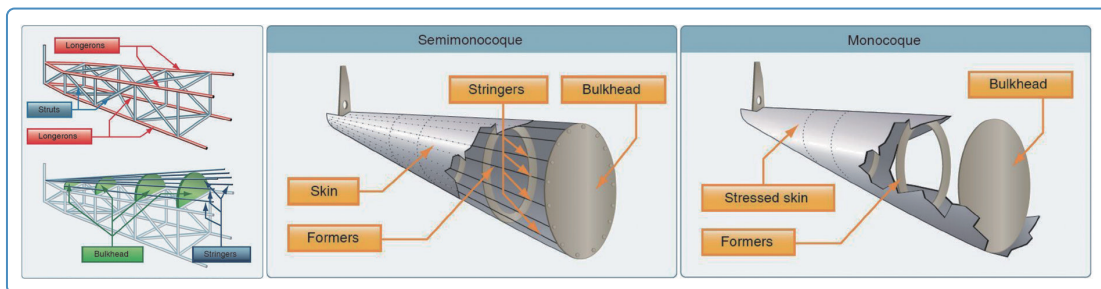
4.2.1.2 주 날개(Main Wing)

날개는 비행장치가 공중에 뜨게 하는 힘(양력)을 발생시키는 구조물로 동체에 고정되어 있다. 날개의 구조는 동체와 같이 하중을 담당하는 부재에 따라 구조방식이 구분되며, 주요 구성품으로 스파(Spar)와 리브(Rib) 그리고 스트럿(Strut) 또는 스트링거(Stringers)가 있는 경우도 있다.

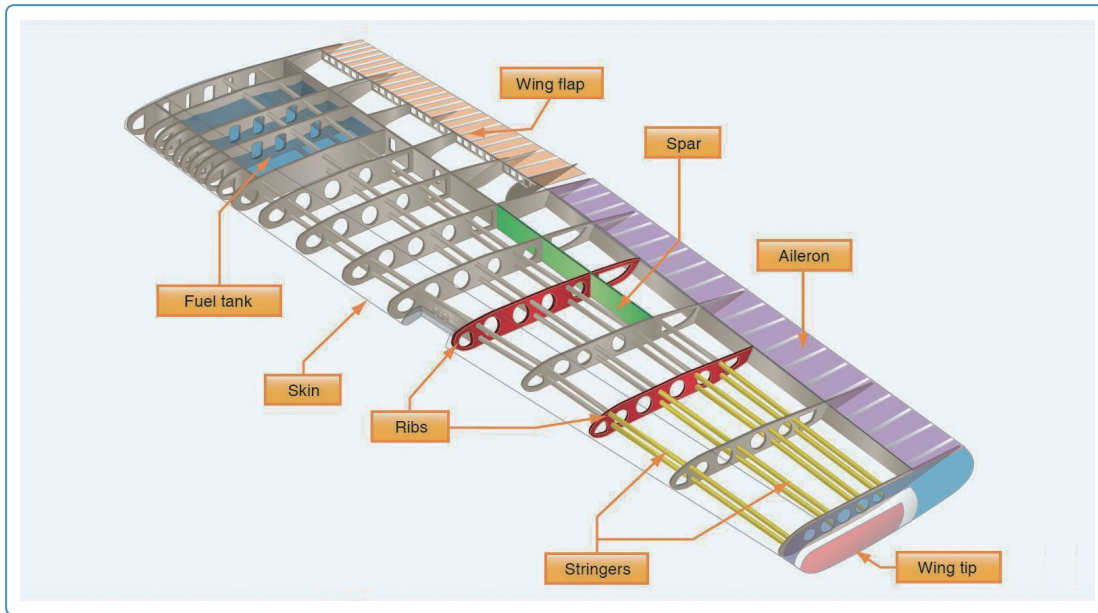
스파(Spar)는 각각의 날개 좌우를 연결하고 있는 주요 구조재로 하중을 담당하는 중요한 부재이며, 리브(Rib)는 날개의 에어포일 (Airfoil) 형태를 만들어주는 역할을 한다. 그러나 복합소재로 제작된 날개의 경우 별도의 스파와 리브가 없는 형태도 있다.

날개 뒷전(Trailing Edges)에는 비행장치의 좌우 균형을 유지하거나 기울임을 주는 에일러론(Ailerons)과 필요에 따라 양력과 항력을 증가시켜 주는 플랩(Flap)이 장착된다.

주 날개(Main Wing)의 내부에 연료탱크나 작은 화물을 넣을 수 있는 공간이 마련되기도 한다.



[그림 4-15] 트러스, 세미모노코크, 모노코크 구조



[그림 4-16] 주날개(Main Wing)의 구성

4.2.1.3 주 날개(Main Wing)의 2차 조종면 (Secondary Flight Controls)

주 날개(Main Wing)의 2차 조종면은 날개의 플랩(Flap), 앞전 고양력장치(Leading edge device), 스포일러(Spoiler), 트림 등으로 구성된다.

플랩(Flaps) : 날개 뒷전에 부착된 플랩 (Flap)은 양력과 유도항력(Induced Drag)을 증가시키는 고양력 장치(High-lift device)이다. 타면조종형비행장치에 사용되는 플랩은 네 종류로 플레인(Plain), 스플릿(Split), 슬롯티드 (Slotted), 파울러(Fowler) 플랩이 있다.

- 플레인 플랩(Plain Flap) : 플레인 플랩은 날개 뒷전을 단순히 밀어서 구부리는 것으로 소형 저속기에 많이 사용된다. 가장 기본적인 형태로서 플랩을 내리면 에어포일

(Airfoil)의 캠버를 증가시켜 주어진 받음각에서 양력을 더 발생시키고, 항력을 증가시키며 에어포일 후방으로 양력중심 (CP)을 이동시키기도 한다. 플랩을 내리면 양력중심(CP)이동으로 인하여 기수가 내려가는 피칭 모멘트가 발생한다.

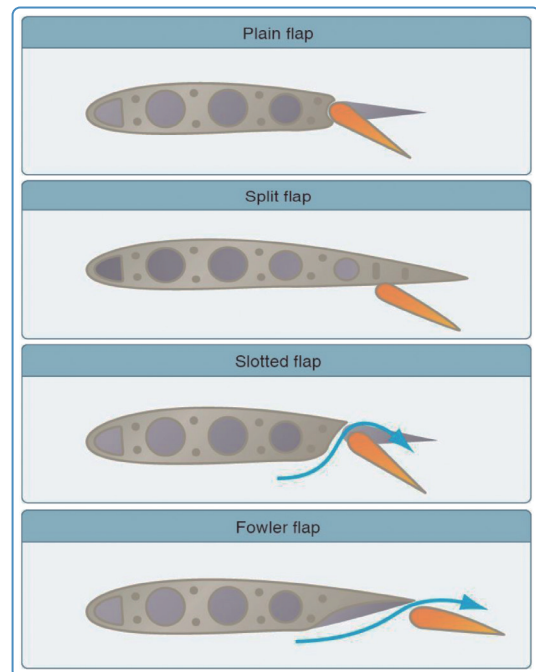
- 스플릿 플랩(Split Flap) : 스플릿 플랩은 날개 뒷전 밑면의 일부를 내림으로써 날개 윗면의 흐름을 강제로 빨아들여 흐름의 떨어짐을 지연시킨다. 구조가 간단하며, 날개의 일부가 나누어지는 형태이다. 플레인 플랩(Plain Flap)보다 작동 시 항력의 증가가 커지는 특징이 있다.
- 슬롯티드 플랩(Slotted Flap) : 슬롯티드는 플랩을 내렸을 때 플랩의 앞부분에 공기 통

로가 형성되어, 이 통로를 통하여 날개 밑면의 공기 흐름이 윗면으로 공급되어 흐름의 떨어짐을 방지하게 되어, 큰 각도로 플랩을 작동시킬 수 있어 최대 양력계수(CL)가 많이 향상된다. 슬롯티드 플랩은 캠버 증가, 경계층 제어 효과에 의해 최대 양력계수를 더 증가시킬 수 있는 고양력 장치이다. 그래서 슬롯티드 플랩 (Slotted Flap)은 플레인 플랩(Plain Flap), 스플릿 플랩 (Split Flap)보다 높은 최대 양력계수를 갖는다.

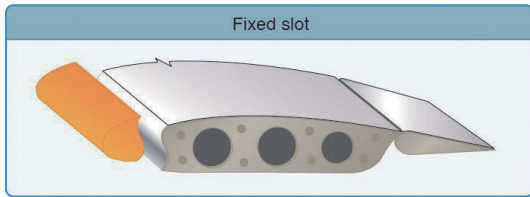
- 파울러 플랩(Fowler Flap) : 파울러는 플랩을 내리면 날개 뒷전 밑면에 위치한 플랩이 뒤쪽으로 밀려 나가면서 날개면적이 넓어지며, 날개 뒷전과 플랩 앞전 사이에 공기 통로를 형성하고 플랩이 아래로 구부러져 고양력을 발생시킨다. 파울러 플랩은 캠버 증가와 경계층 제어 효과 및 날개 면적 증가의 효과로 인하여 4종류의 플랩 중에서 가장 성능이 우수한 뒷전 플랩이다.
- 앞전 고양력 장치(Leading Edge Devices) : 고양력장치는 에어포일의 앞전(Leading Edge)에서도 구현될 수 있다. 타면조종형 비행장치의 앞전 고양력 장치에는 슬롯 (Slot)이 있다. 고정된 슬롯은 슬롯을 통하여 공기흐름을 날개면 위에 흐르도록 하여 높은 받음각에서 공기흐름 분리를 지연시킨다. 슬롯은 날개 캠버를 증가시키지 않지만, 높은 받음각에 도달할 때까지 실속을

방지시키기 때문에 최대 양력계수(CL)를 증가시킬 수 있다.

- 스포일러(Spoilers) : 스포일러는 날개 윗면에 장착된 고항력 장치(High drag device)이다. 이 장치는 날개 위에 흐르는 공기흐름을 방해하여 양력을 줄이고 항력을 증가시킨다. 스포일러는 속도의 증가 없이 항공기가 하강하도록 한다. 스포일러는 착륙 후에 공기의 저항을 증가시켜 속도를 줄이고 착륙거리를 짧게 해주는 역할을 한다. 활공기에 사용되는 스포일러는 강하율 (Descent rate)을 조절하는 데 사용된다.



[그림 4-17] 플랩의 종류



[그림 4-18] 앞전 고양력 장치 슬롯(Slot)

4.2.1.4 꼬리 날개(Tail Wing)

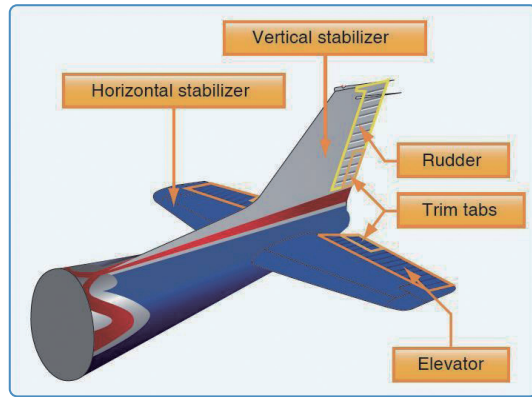
꼬리 날개는 비행장치에 비행안정 및 조종성에 크게 영향을 미치는 것으로 일반적으로 수직안정판(Vertical stabilizer)과 수평안정판(Horizontal stabilizer)이 있다. 수직안정판의 뒷부분에는 방향타(Rudder)가 장착되고, 수평안정판의 뒷부분에는 승강타(Elevator)가 장착되며, 이들 뒷부분에는 조그만 조종면인 탭(Tab)이 장착되기도 한다. 탭(Tab)은 조종면(Control surface)의 뒷부분에 장착되어 조종력을 경감시키거나 조종력을 “0”으로 만들어 주어 안정된 비행 형태를 갖게 해준다.

꼬리 날개의 다른 형태는 승강타(Elevator)를 장착하지 않고, 대신 하나의 수평안정판이 장착되는데 이러한 종류의 꼬리 날개를 스테빌레이터(stabilator)라고 한다. 스테빌레이터는 승강타를 작동시키는 것과 같이 조종간을 사용하여 조종한다.

4.2.1.5 트림 시스템(Trim Systems)

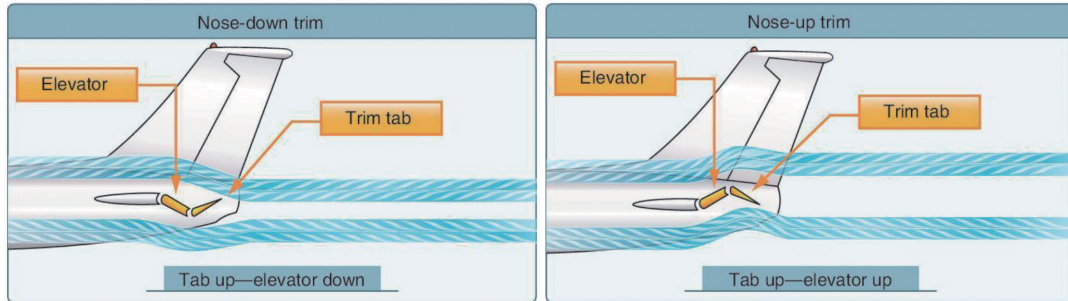
트림 시스템은 조종간의 조종압력을 덜어주어 조종사의 부담을 최소화해준다. 트림 시스템은 비행장치가 일정한 자세를 유지하도록 조종면을

움직여 일정한 지점에 위치시켜 비행장치 조종에 도움을 준다. 일반적으로 트림 시스템은 트림 탭(Trim Tab), 밸런스 탭(Balance Tab), 안티서보 탭(Anti servo Tab), 지상 조절탭(Ground Adjustable Tab) 등이 있다.



[그림 4-19] 꼬리날개의 구성

○ 트림 탭(Trim Tabs) : 소형항공기에 가장 많이 설치된 트림 탭은 엘리베이터 뒷전에 부착되어 있다. 대부분의 트림 탭은 수동으로 작동되며 트림 탭의 위치를 나타내는 지시기가 있다. 기수를 내리기 위해 조종간을 밀어 엘리베이터를 내린 상태에서 트림 탭을 기수내림 위치에 놓으면 트림 탭은 위로 움직이게 된다. 이때 엘리베이터의 뒷전을 흐르는 공기흐름으로 발생하는 힘은 아래로 향하게 되어 조종압력 증가 없이 강하 자세를 유지할 수 있다. 트림 탭과 엘리베이터의 움직임이 반대 방향으로 움직임에도 불구하고 트림조작은 조종사에게 편리하게 적용된다. 만약 지속적으로 조종간을 당



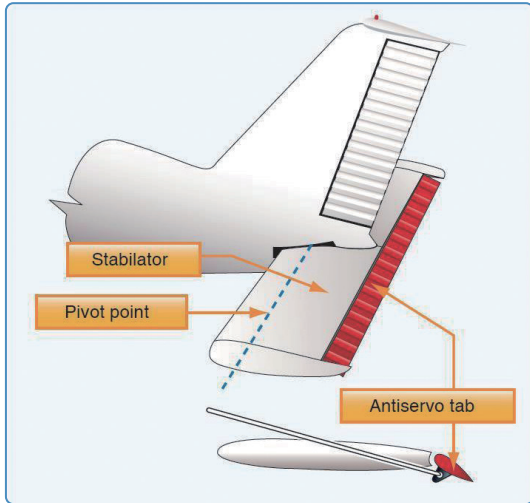
[그림 4-20] 엘리베이터 트림 탭

겨야 한다면 기수 올림 트림을 작동하면 된다. 조종사는 일반적으로 원하는 출력과 피치 자세와 외형(Configuration)을 먼저 갖추고 항공기 자세유지를 위한 조종 압력을 완화시키기 위하여 트림을 작동한다.

- 밸런스 탭(Balance Tabs) : 트림 탭과 같이 과도한 조종압력을 줄이기 위하여 밸런스 탭을 사용하기도 한다. 밸런스 탭은 트림 탭과 유사한 형태이고 트림 탭과 동일한 위치에 장착되어 있는데 이 둘의 차이점은 밸런스 탭은 조종면 로드(rod)와 짝을 이루어 주 조종면(Primary surface) 자체를 움직이는데 있다. 밸런스 탭은 주 조종면과 반대방향으로 움직이는데 탭에 가해지는 공기흐름은 주 조종면과 반대되는 공기압으로 균형을 이룬다.
- 서보 탭(Servo Tabs) : 서보 탭은 형태와 작동원리가 트림 탭과 매우 유사하다. 서보 탭은 조종사가 원하는 방향으로 조종면을 움직이는데 도움을 주는 조종면의 작은 부

분이다. 서보 탭은 조종사의 워크로드를 줄이고 항공기의 불안정성을 줄이는 역학적 장치이다. 서보 탭은 종종 비행 탭 (Flight tabs)으로 간주되는데 큰 항공기에서 주로 사용된다.

- 안티서보 탭(Anti servo Tabs) ; 안티서보 탭은 밸런스 탭(Balance Tab)과 동일한 방식으로 작동하고 밸런스 탭처럼 반대방향으로 움직이는 대신에 같은 방향으로 스테빌레이터 뒷전에서 움직인다. 또한 안티 서보 탭은 스테빌레이터의 민감함을 감소시키기 위하여 조종압을 완화시키는 트림의 기능을 하기도 하고 스테빌레이터를 적절한 위치에 유지시키기 위한 기능을 하기도 한다. 연결부의 고정된 끝부분은 탭에 빨 모양의 형태로 부착되어 있다. 스테빌레이터 뒷전이 올라가면 연결부는 탭의 뒷전을 올라가게 한다. 스테빌레이터가 아래로 움직이면 탭 또한 아래로 움직인다. 반대로 엘리베이터의 트림 탭은 조종면과 반대로 움직인다.



[그림 4-21] 안티서보 탭

- 지상 조절 탭(Ground Adjustable Tabs) : 대부분의 소형항공기들은 움직이지 않는 메탈 트림 탭(Metal trim tab)을 러더에 부착한다. 이 탭은 한쪽 방향으로 구부러져 있고 러더에 힘을 가하는 트림으로 적용된다. 지상 조절 탭은 순항 비행 중 왼쪽이나 오른쪽으로 스키드(Skid) 되지 않을 때까지 적은 양으로 조절한다. 또한 메탈 트림 탭(Metal trim tab)은 에일러론 (Ailerons) 하반부에 장착하기도 한다.



[그림 4-22] 지상 조절 탭

4.2.2 착륙장치(Landing gear)

비행장치의 지상 이동과 이/착륙시 활주를 위한 장치로 동체 또는 주익에 장착된 주 착륙 장치(Main Landing Gear)와 주 착륙 장치 전 방 또는 후방에 방향 전환을 하는 전륜형 착륙 장치(Nose Gear Type) 또는 미륜형 착륙 장치(Tail Gear Type)로, 비행기는 일반적으로 3개의 바퀴(Wheel)가 장착되어 있다.

착륙장치는 착륙 때 충격을 흡수하기 위한 완충장치가 포함되어 있으며, 활주 시 제동을 위한 브레이크 장치도 장착되어 있고, 방향전환을 위한 기능도 갖고 있다.

전륜형 및 미륜형 타면조종형비행장치 모두 지상에서 이동하는 동안 러더 페달을 움직임으로써 방향조종이 가능하고, 일부 타면조종형비행장치는 메인바퀴의 브레이크의 압력 차이를 조절하여 방향 조종을 한다.

4.2.3 엔진(Engine)과 프로펠러(propeller)

엔진은 비행장치를 전진할 수 있도록 하는 힘을 만들어주는 동력원으로 동체의 앞에 장착되어 비행장치를 끌고 가는 견인식(Pulling Type)과 뒤쪽에 장착되어 밀어서 전진하는 추진식(Pusher Type)이 있다.

타면조종형비행장치에 사용되는 엔진은 왕복식 엔진(reciprocal)으로 주로 사용하는 왕복엔진은 2행정 또는 4행정 휘발유 엔진이다. 최근 들어 전기를 사용하는 전동기도 등장하고 있다.

프로펠러(propeller)는 엔진에 직접 또는 변속기의 회전축에 장착되어 엔진에서 발생하는 회전력을 이용하여 추진력을 발생시킬 수 있는 장치로 공기를 뒤로 밀어내면서 비행장치를 앞으로 추진시키는 힘을 제공한다.

4.2.4 타면조종형비행장치의 조종성 및 특성

4.2.4.1 비행장치의 움직임

비행장치는 무게 중심점을 기준으로 가상의 3축이 존재하며, 이들은 비행장치의 무게중심(CG, Center of Gravity)을 관통하는 3개의 선들을 가리킨다. 이 축들은 비행장치 기수부 터 꼬리까지를 연결하는 축을 세로축(Longitudinal Axis), 좌측 날개 끝과 우측 날개 끝을 연결하는 축을 가로축(Lateral Axis), 동체를 수직으로 관통하는 수직축(Vertical Axis)이 있다.

세로축에 대한 비행장치의 움직임을 롤(Roll),

가로축에 대한 비행장치의 움직임을 피치(Pitch), 수직축에 대한 비행장치의 움직임을 요오(Yaw)라고 한다.

비행장치의 3가지 움직임(롤(Roll), 피치(Pitch), 요오(Yaw))은 조종면(Control Surfaces)들에 의해 조종되며, 롤(Roll)은 에일러론(Aileron), 피치(Pitch)는 엘리베이터(Elevator), 요오(Yaw)는 러더(Rudder)에 의해 조종된다.

4.2.4.2 비행조종시스템(Flight Control Systems)

타면조종형비행장치의 비행조종시스템은 주시스템(Primary System)과 보조시스템(Secondary System)으로 구성되며, 주시스템에는 에일러론(Aileron), 엘리베이터(Elevator), 러더(Rudder)가 있고, 보조시스템은 2차 조종면(Secondary Flight Controls)이라고도 하며 여기에는 플랩(Flaps), 날개앞전 장치(Leading Edge Device), 스포일러(Spoilers), 트림(Trim) 등이 있다. 이러한 보조시스템은 비행기의 성능 특성을 향상시키거나 조종사의 조종간에 주어지는 힘을 덜어주는 역할로 사용된다.

○ 에일러론(Aileron) : 타면조종형비행장치의 에일러론(Aileron)은 보조익이라고도 부르며 주날개의 후연부 바깥쪽에 부착되어 있다. 좌/우측 에일러론은 상호 반대 방향으로 작동하도록 되어있으며, 비행장치의 세로축에 대한 롤(Roll)을 조종한다. 즉 조종

사의 조종간에 의해서 작동되며, 좌측으로 선회할 경우 좌측 에일러론은 윗 방향으로 움직여 좌측날개를 아래로 경사지게 만들고, 우측 에일러론은 아랫방향으로 움직여 우측 날개를 위로 밀어 올려 타면조종형비행장치는 좌로 선회하게 한다.

- 엘리베이터(Elevator) : 엘리베이터는 승강타라고도 부르며, 비행장치의 가로축(Lateral Axis)에 대한 피치(Pitch)를 조종한다. 조종사가 조종간을 전후로 움직임에 따라 승강타의 상하 작용으로 비행기는 상승 및 강하하게 된다. 조종간을 뒤로 잡아당기면 엘리베이터는 위로 올라가 비행 장치 기수는 상향되며, 반대로 조종간을 앞으로 밀면 엘리베이터는 아래로 향하게 되어 비행장치 기수는 하향하게 된다. 일반적으로 엘리베이터에는 조종석에서 조절이 가능한 트림탭(Trim Tab)이 장착되어 있다.
- 러더(Rudder) : 러더(Rudder)는 방향타라고도 부르며 비행장치의 수직축(Vertical Axis)에 대한 요오(Yaw)를 조종한다. 방향타는 조종사가 페달을 좌우로 움직임에 따라 방향타의 좌우 작용으로 비행기는 좌측 및 우측으로 비행기 기수방향이 전환된다. 조종사가 조종석에 있는 두개의 러더 페달 중 왼쪽 페달을 밟을 경우, 러더는 왼쪽으로 움직이게 되고 비행장치 기수는 왼쪽으로, 반대로 오른쪽 페달을 밟을 경우 기수는 오른쪽으로 움직이게 된다.

4.2.5 타면조종형비행장치 비행 전 안전성 점검

○ 타면조종형비행장치 비행 전 주요 세부점검 내용들은 다음과 같다.

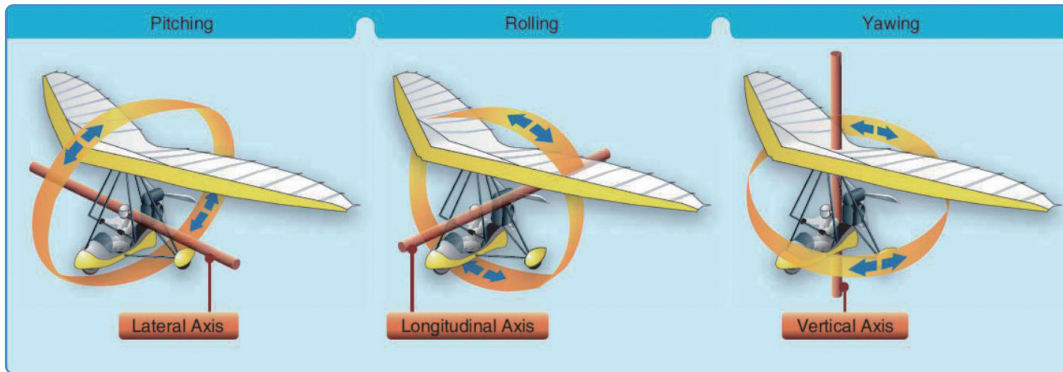
- 동체의 벌크헤드, 스트링거 등의 리벳 장착상태, 균열 등이 없는지 확인
- 동체 외피가 들뜨거나(Delamination) 부식(Corrosion)이 없는지 확인
- 동체 캐노피에 균열이나 어긋나지 않았는지 확인
- 동체 출입문이나 캐노피의 잠금장치가 확실한지 확인
- 조종자 안전벨트(시트벨트, 어깨걸이 벨트)의 장착상태와 작동상태가 양호한지 확인
- 엔진 방화벽에 변형이나 균열은 없는지 확인
- 동체 조종케이블과 폴리의 장착 및 작동상태는 양호한지 확인
- 무게중심의 위치가 허용범위 안에 들어 있는지 확인
- 날개 조종면의 힌지, 베어링의 작동상태 및 장착볼트, 핀 등의 상태가 양호한지 확인
- 날개 조종케이블, 로드, 폴리의 조절 및 장착, 작동상태는 양호한지 확인
- 날개 트림 조종/조절 상태는 양호한지 확인
- 날개 표면이 들뜨거나 부식이 없는지 확인

- 인
- Fabric 소재 날개의 경우 재봉상태는 양호한지 확인
- 동체와 날개의 장착상태는 양호한지 확인
- 연료관에 마찰, 마모, 누설, 고정상태는 이상이 없는지 확인
- 연료탱크 및 필터에 물이나 기타 불순물이 있는지 확인
- 연료 주입구 뚜껑(Cap)이 안전하게 잠겼는지 확인
- 착륙장치 스트러트의 장착 및 팽창상태는 양호한지 확인
- 바퀴와 타이어의 상태는 양호한지 확인
- 브레이크 작동유의 누설 등 이상이 없는지 확인
- 착륙장치와 동체 및 날개의 연결부분의 상태는 양호한지 확인
- 착륙장치에 부식, 균열, 변형 등 이상이 없는지 확인
- 수직 안정판, 수평 안정판의 장착상태는 양호한지 확인
- 승강타 및 방향타의 장착상태는 양호한지 확인
- 작동 케이블과 힌지, 풀리 등의 장착 및 작동상태는 양호한지 확인
- 꼬리날개 외피의 손상이나 부식이 없는지 확인
- 오일의 상태는 적정한지 확인
- 기화기 플로터 챔버 내부를 점검하여 이상이 없는지 확인
- 점화 케이블의 상태는 양호한지 확인
- 엔진 장착 마운트와 부싱 등은 양호한지 확인
- 기어박스 및 오일쿨러에서 누설 등 상태가 양호한지 확인
- 엔진 카울링의 상태(장착고정)와 균열 등 이상이 없는지 확인
- 프로펠러 균열, 손상 또는 나무나 복합소재인 경우 들뜨거나(Delamination) 변형(Deformation)된 부분이 없는지 확인
- 스피너와 프로펠러 장착판의 상태는 양호한지 확인
- 수상을 비행하는 경우, 구명장비(조끼)를 구비하고 있는지 확인
- BRS가 장착된 경우, 장착상태가 양호한지 확인
- 연료는 비행하기에 적절한 용량인지 확인

4.3 체중이동형비행장치

4.3.1 체중이동형비행장치 개요

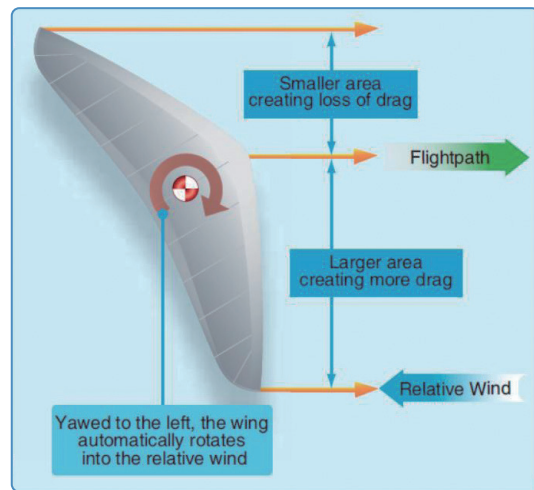
체중이동형비행장치는 활공기의 일종인 행글라이더를 기본으로 발전하여 왔는데, 높은 곳에서 낮은 곳으로 활공할 수밖에 없는 단점을 개선



[그림 4-23] 체중이동형비행장치의 운동 축

하여 평지에서도 이륙할 수 있도록 행글라이더에 추력장치를 부착하여 사용하게 되었다. 체중이동형비행장치란 날개를 기준으로 비행기의 무게중심을 변화시키는 조종사의 기량에 의해 피칭(Pitching)과 롤링(Rolling)만 조종되는, 뼈대가 있는 피벗 날개(pivoting wing)와 동체(trike carriage)로 구성된 동력비행장치로 정의된다.

타면조종형비행장치에서 전형적으로 사용되는 러더(Rudder)와 엘리베이터(Elevator)처럼 조종면을 사용하지 않고, 유연하게 변형되는 날개와 삼각 조종간을 이용하여 조종사의 체중을 좌우상하로 이동함으로써 상승, 하강 및 선회를 할 수 있게 된다. 체중이동형비행장치에는 수직축(Vertical Axis)만을 중심으로 직접 회전할 수 있게 조종할 수 있는 조종면은 없다. 그러나 체중이동형 비행장치 날개는 수직축을 중심으로 회전을 직접 제어할 수 없으므로 상대풍(relative wind)으로의 직진 비행을 통하여 요오(Yaw)를 하도록 설계되었다.



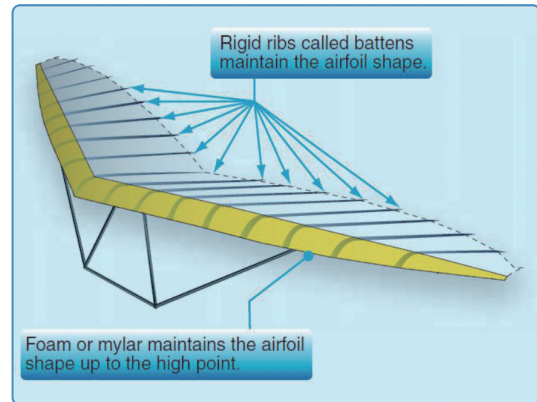
[그림 4-24] 상대풍에 의한 Yaw

4.3.2 체중이동형비행장치의 구조

체중이동형비행장치 날개 구조 글라이더에 매달린 동체(조종사가 탑승한)의 무게중심을 이동하여 조종을 하는 체중이동형 비행장치는 행글라이더형 날개를 이용하며, 행글라이더의 유연한 날개형상으로 일반 비행기와는 매우 다른 특성을 가지고 있다. 일반적으로 체중이동형비행

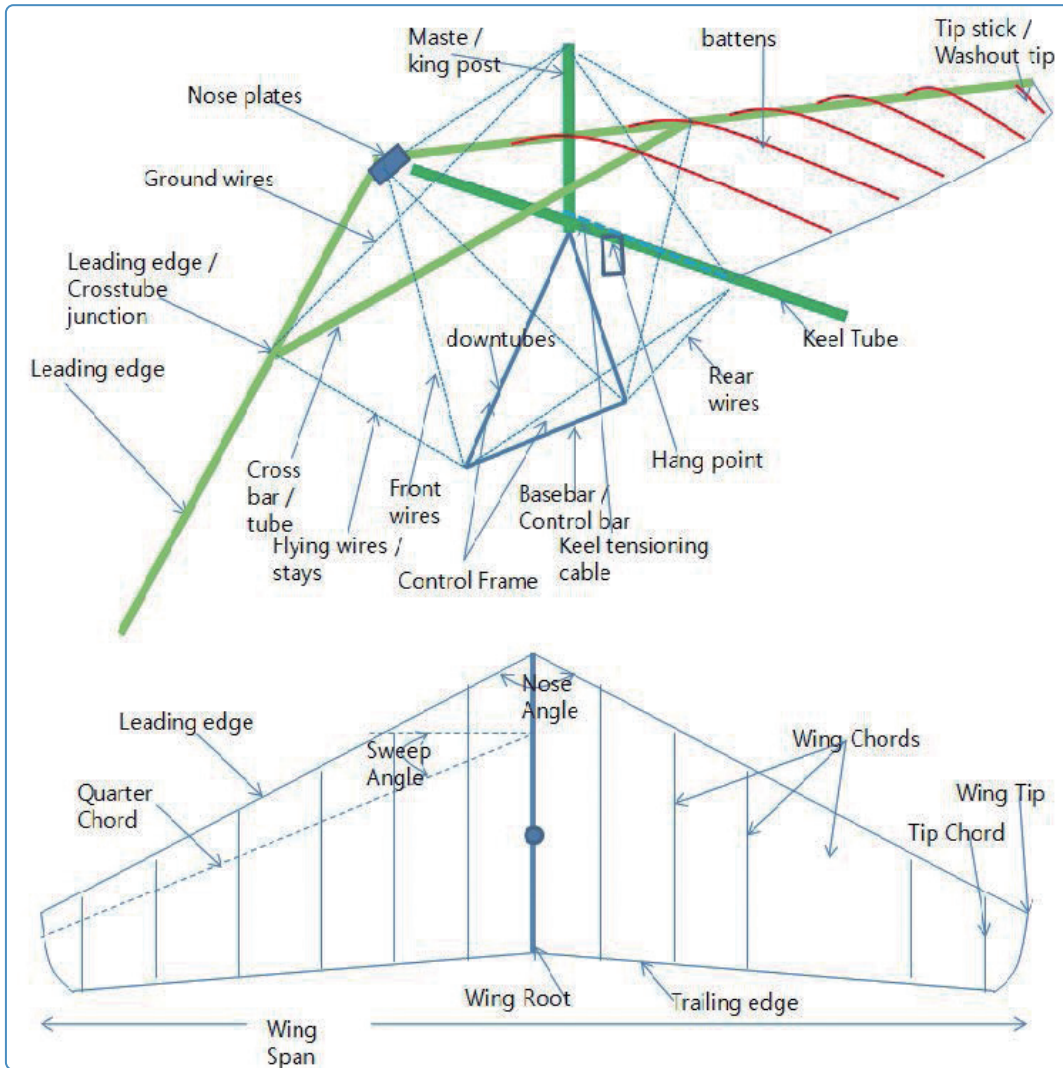
장치 날개 프레임의 주요 구성요소는 리딩에지 튜브(Leading Edge Tube), 킬 튜브(Keel Tube), 크로스 튜브 (Cross Tube), 바텐(Battens) 등으로 구성되어 있다.

- 리딩에지 튜브(Leading Edge Tube) : 날개 주요 구성요소 중 하나인 리딩에지는 좌/우 양쪽 두 개의 튜브로 되어있고, 보통 길이는 4.5~5.5m 정도이다. 리딩에지는 코판(Nose Plate)에서 킬 튜브와 연결되어 날개의 형상을 유지하는 역할을 한다. 또한 날개 진행방향의 전면부에 위치하여 바텐(Battens)과 결합하여 날개의 형상을 유지하게 한다.
- 바텐(Battens) : 날개의 형상 및 세일의 텐션을 유지하도록 날개의 중간에 삽입되며 (비행기의 리브 역할) 화살 끝 모양의 얇은 튜브로써 보통 좌측과 우측날개에 각각 8~12개 정도로 구성된다. 또한 날개 진행방향의 전면부에 위치한 리딩에지 튜브에 연결되어 날개의 형상을 유지하고 에어포일(airfoil)의 캠버(camber)를 형성시켜 양력을 발생시키는 역할을 한다.



[그림 4-25] 바텐(Battens)과 날개 형상

- 킬 튜브(Keel Tube 또는 Wing Keel) : 날개 중간부분에 위치하며 리딩에지 튜브, 크로스 튜브와 함께 날개의 주 형상을 유지하고, 중간부분에 조종자(행글라이더) 또는 동체(체중이동형)가 매달리는 Hang point가 있으며, 또한 조종을 위한 Control Frame도 연결되는 매우 중요한 역할을 하는 단단한 Tube이다.
- Control Frame : 삼각형(tripod) A자 형식의 Control Frame은 조종사 앞쪽에 위치하며 Hang point 바로 앞에서 킬 튜브(Keel Tube 또는 Wing Keel)에 체결되어, 조종사의 의지대로 행글라이더의 날개를 좌우상하로 이동시켜 원하는 비행을 할 수 있도록 조종하는 막대이다. Control Frame의 삼각형 양측 면은 down-tube 라고 하며, 조종자가 손으로 잡는 아랫부분은 Base bar(또는 control bar)라 한다.
- 세일(sail) : 세일은 특수 처리된 내구성이 강한 천으로서 날개의 기본 형태를 유지해



[그림 4-26] 날개 프레임 주요 구성요소

주는 리딩에지 튜브와 바텐(Battens)을 둘러싸 날개 형상을 만들어준다. 이러한 날개 형태는 날개 전반부에서 후반부로 연결되는 바텐들과 함께 날개 후반부에서 팽팽하게 세일을 당겨 양력이 발생할 수 있는 구조를 형성하게 해준다.

4.3.2.2 체중이동형비행장치 동체 구조

체중이동형비행장치는 날개와 동체가 완전히 분리되어 날개의 양력중심의 한 지점(Hang Block)에 동체인 트라이크(Trike 또는 Carriage)가 매달리는 형태를 이루며, 추진 장치는 동체인 트라이크에 부착된다. 트라이크의 외형설계 시 가장 고려해야 될 사항은 조종자가 탑승할 수 있

는 좌석, 분해조립이 간편하도록 좌석을 접을 수 있게 하고, 추진 장치는 조종자가 프로펠러 후류에 전혀 영향을 받지 않도록 탑재해야 한다. 동체 제작에 사용되는 재료는 가공이 편리하고 무게가 가벼운 항공용 알루미늄(AL)합금을 주로 사용하며, 집중하중을 받는 곳에는 강재를 사용한다.

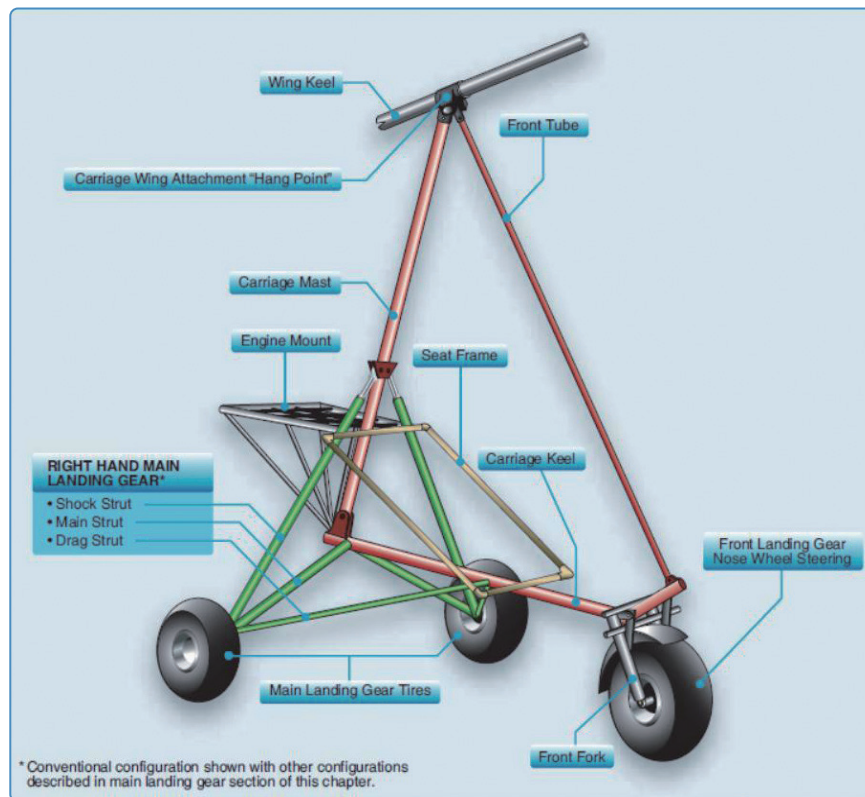
착륙장치는 비행장치가 착륙할 시 지면으로부터 가해지는 충격에너지를 흡수할 수 있어야 하며, 동체의 다른 부분이 지면에 닿지 않도록 설계되어야 한다. 착륙장치의 종류에는 사용목적에 따라 바퀴식, 플로트(Float), 스키(Ski), 보트형 선체 등이 있으며, 바퀴식 착륙장치는 구조적

으로 전륜식(Nose wheel type) 착륙장치만 적용할 수 있다.

4.3.3 체중이동형비행장치의 동력장치

체중이동형비행장치의 동력장치는 동체 뒷부분에 장착되어 밀어주는 형식의 추진식(Pusher Type) 프로펠러를 사용한다.

체중이동형비행장치의 엔진은 주로 사용하는 왕복엔진 2행정 또는 4행정 휘발유 엔진을 사용하고 있으며, 최근 들어 동력장치로 전기를 사용하는 전동기도 등장하고 있다. 프로펠러(pro-



[그림 4-27] 트라이크(Trike 또는 Carriage)

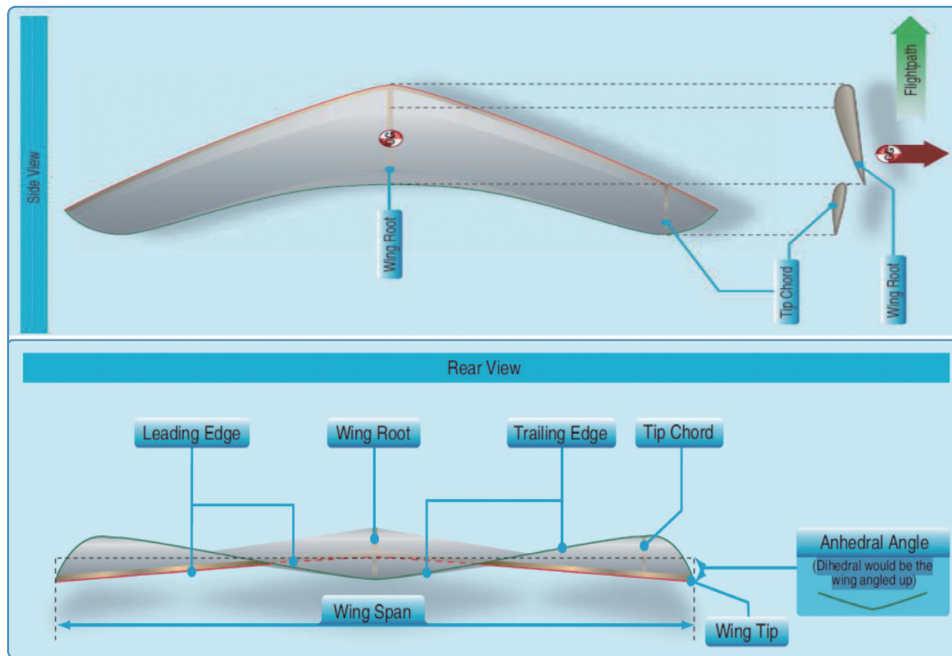
PELLER)는 엔진에 직접 또는 변속기의 회전축에 장착되어 엔진에서 발생하는 회전력을 이용하여 추진력을 발생시킬 수 있는 장치로 공기를 뒤로 밀어내면서 체중이동형비행장치를 앞으로 추진시키는 힘을 제공한다.

4.3.4 체중이동형비행장치의 조종성 및 특성

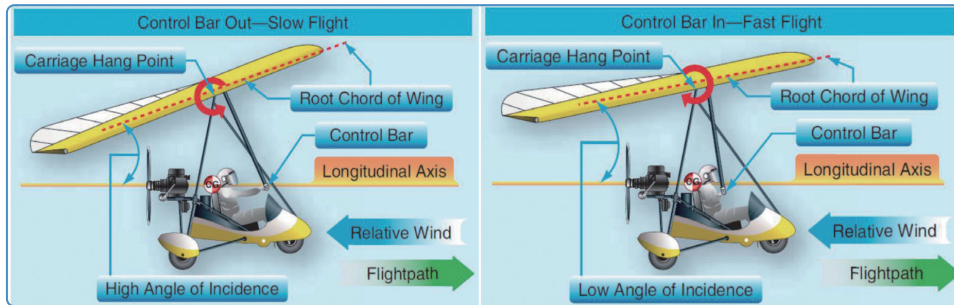
조종성과 안정성은 상호 배타적으로 안정성이 높으면 조종성이 나쁜 반면에 조종성이 좋은 기체는 다소 불안정하다. 피치 안정성(Pitch stability)은 외부의 힘에 받음각이 증가 또는 감소할 때 비행장치가 수평으로 회복하려는 성질을 말하는데 안정성이 좋은 체중이동형비행 장치는 외력이 강할수록 정상비행으로 회복하려는 성질

이 크다. 비행 성능을 향상시키기 위해서 익단(날개의 끝)을 특수 설계를 하여야 한다. 익단(tip chord) 에어포일 단면의 받음각(AOA)은 날개 뿌리(wing root) 부분의 에어포일 받음각(AOA)과 많은 차이가 있다. 날개 뿌리부분의 받음각(AOA)이 양의 성분일 때, 익단의 받음각(AOA)이 음의 성분이 되기도 한다.

일반적인 익형은 낮은 받음각에서는 양력이 무게중심점(CG)뒤로 이동하므로 보다 깊게 급강하하려는 성질이 있으며, 높은 받음각에서는 무게중심점이 앞으로 이동되므로 받음각이 계속 커지게 된다. 이러한 불안정한 익형에 대해서 어떠한 조치가 필요한데 보통의 항공기에서는 트림을 사용하여 조절하며, 행글라이더는 기체의 무게중심 뒤쪽에 있는 익단부분의 특수한 장치를

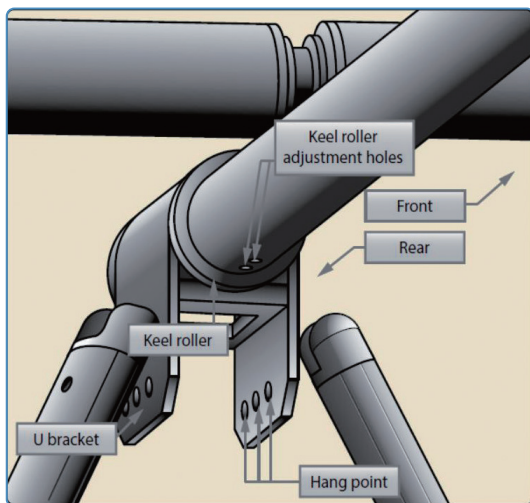


[그림 4-28] 체중이동형비행장치 날개 형상 및 에어포일 단면



[그림 4-29] 체중이동형비행장치의 받음각과 비행속도

이용하여 날개 중심에서보다 익단 부분이 낮은 받음각을 유지하도록 하게 한다. 행 포인트(hang point) 위치 변경의 효과는 항공기의 트림을 변경하는 것과 같은 효과를 나타내며, 행 포인트 지점을 앞으로 이동하면 속도가 증가되는 상태가 되고, 뒤로 이동하면 저속비행에 적합한 트림을 사용한 것과 같은 효과를 나타낸다. 킬 튜브(Keel Tube)를 따라 킬 튜브 롤러를 앞뒤로 움직이거나 U-브래킷 (bracket) 내에서 결속 지점을 움직여 행 포인트 지점을 이동할 수 있다.



[그림 4-30] Hang point

4.3.5 체중이동형비행장치 비행 전 안전성 점검

○ 체중이동형비행장치 비행 전 주요 세부점검 내용들은 다음과 같다.

- 조종자 안전벨트의 장착상태와 작동상태가 양호한지 확인
- 세일(sail)의 익형은 적당한지 확인
- 킬 튜브(Keel Tube)의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 리딩에지 튜브(Leading Edge Tube)의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 바텐(Battens)은 날개의 형상 및 세일의 텐션을 유지하고 있는지 확인
- 행 포인트(Hang point)위치 확인
- 행 포인트(Hang point)의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 조종간(Control Frame)의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 조종간(Control Frame)과 킬 튜브(Keel Tube)연결부의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인

- 와이어(wires)의 텐션 이상, 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 마스트(Maste) 및 연결부분의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 코판(Nose Plates)의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 연료관에 마찰, 마모, 누설, 고정상태는 이상이 없는지 확인
- 연료탱크 및 필터에 물이나 기타 불순물이 있는지 확인
- 연료 주입구 뚜껑(Cap)이 안전하게 잠겼는지 확인
- 착륙장치 스트러트의 장착 및 팽창상태는 양호한지 확인
- 바퀴와 타이어의 상태는 양호한지 확인
- 착륙장치에 부식, 균열, 변형 등 이상이 없는지 확인
- 오일의 상태는 적정한지 확인
- 기화기 플로터 챔버 내부를 점검하여 이상이 없는지 확인
- 점화 케이블의 상태는 양호한지 확인
- 엔진 장착 마운트와 부싱 등은 양호한지 확인
- 기어박스 및 오일쿨러에서 누설 등 상태가 양호한지 확인
- 프로펠러 균열, 손상 또는 나무나 복합소재인 경우 들뜨거나(Delamination) 변형(Deformation)된 부분이 없는지 확인
- 수상을 비행하는 경우, 구멍장비(조끼)를

구비하고 있는지 확인

- 인가받은 헬멧이 있고 충동에 강력하고 좋은 상태인지 확인
- BRS가 장착된 경우, 장착상태가 양호한지 확인
- 연료는 비행하기에 적절한 용량인지 확인

4.4 초경량헬리콥터

4.4.1 초경량헬리콥터 개요

초경량헬리콥터는 일반항공기의 헬리콥터와 구조적으로 같지만, 1인승 자체중량 115kg으로 제한을 받는다. 동력비행장치는 주로 주익에서 발생하는 양력에 의해 비행을 하게 되나, 초경량 헬리콥터는 엔진을 이용하여 동체 위에 있는 메인로터(Main Rotor)를 회전시킴으로서 양력을 발생시키고, 메인로터의 회전면을 기울여 양력이 발생하는 방향을 변화시켜 전진할 수 있는 추진력을 얻어서 비행하는 비행체이다. 헬리콥터 비행 시 작용하는 추력(Thrust)과 양력(Lift), 무게(Weight) 및 항력(Drag)이 모두 균형을 이루게 되면 제자리 비행 상태를 유지하며, 상/하 수직과 전/후방 및 좌/우 방향으로 힘이 가해지면 그 방향으로 비행하는데, 이러한 힘은 엔진에서 발생하는 힘에 의해 작동하는 로터시스템(Rotor System)을 조정함으로써 가능해진다.

이 때 발생하는 힘의 크기는 운동방향과 운동량을 결정하며, 또한 추력은 반대 방향으로 작용하는 항력을 생성하며, 로터시스템에 의해 발생하는 양력은 기체의 중량을 지탱하고, 추력은 요구하는 방향으로 헬리콥터를 수평으로 가/감속시킨다.

4.4.2 초경량헬리콥터의 형식

뉴턴의 작용/반작용 법칙에 의하면, 모든 물체는 자신이 운동하는 반대방향으로 똑같은 크기의 힘을 다른 물체에 전달하게 된다. 헬리콥터의 로터는 동체에 장착된 동력장치시스템에 의해 회전하게 되면서 동체에 반작용 토크 (Torque)를 전달하게 된다. 로터가 회전하면서 동체에는 반대방향으로 회전하려고 하는 힘이 자연스럽게 발생하게 되며, 이러한 현상을 상쇄하는 방식에 따라 헬리콥터 형식을 분류한다. 헬리콥터 형식에는 보편적으로 메인로터의 수와 배치에 따라 단일로터, 동축반전로터, 직렬로터, 병렬로터, NOTAR형식이 있으며, 주로 초경량헬리콥터에는 무게 및 엔진형식 등의 제한으로 인하여 단일로터형식을 취하고 있다. 단일 로터(Single Rotor) 형식의 초경량헬리콥터는 하나의 메인로터(Main Rotor)와 하나의 테일로터(Tail Rotor)로 구성되어 있다. 이 형식에서 테일로터의 역할은 동체에 발생하는 토크를 상쇄시키며, 그 피치각(Pitch Angle)을 변경시킴으로써 방향전환을 가능하게 한다. 이 형식은 가장 많이 쓰이고 있으

며, 조종계통이 간단하고 조종성과 성능이 양호하여 초경량헬리콥터에 주로 사용되고 있다. 그리고 중심에서 멀리 떨어진 위치에 테일로터나 수평/수직 안정판이 장착되어 있어서 수평 및 수직에 대한 안전성이 있으나, 테일로터가 양력발생에 전혀 도움이 되지 않으며, 동력 일부를 사용하기 때문에 동력소모가 생기고, 설치를 위한 테일 붐은 중량의 증가를 가져온다.

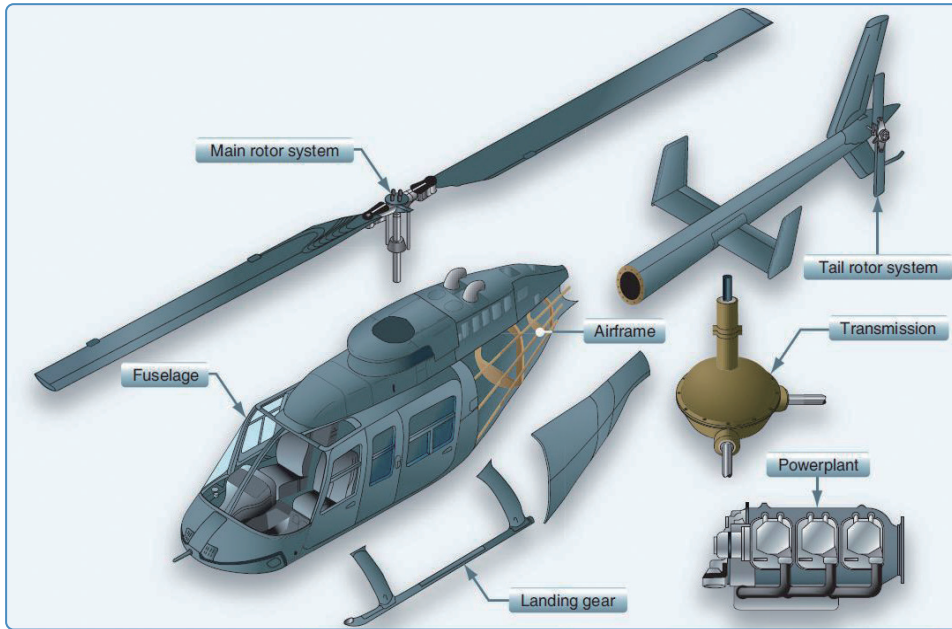
4.4.3 초경량헬리콥터의 구조

헬리콥터의 세부적인 구조 부분은 각 기종마다 다르지만 중요한 역할을 하는 부분은 메인로터(Main Rotor), 동체(Fuselage), 동력장치(Powerplant), 착륙장치(Landing Gear) 및 테일로터(Tail Rotor)부분으로 나눌 수 있다.

4.4.3.1 메인로터(Main Rotor)

메인로터(Main Rotor)는 초경량헬리콥터가 상승과 전진을 하는데 필요한 공기력을 발생시키며 회전의 비행장치의 핵심 부분이다. 메인 로터(Main Rotor)는 두 개 이상의 블레이드(Blade)로 되어 있다. 로터 블레이드가 많으면 진동과 소음이 줄어들지만, 블레이드의 무게는 무거워진다.

블레이드의 단면은 에어포일(airfoil)로 되어 있고, 대부분 헬리콥터의 블레이드는 대칭 에어포일이지만 최근에는 캠버(camber)가 있는 에어포일을 사용하여 효율을 높이는 경우도 있다.



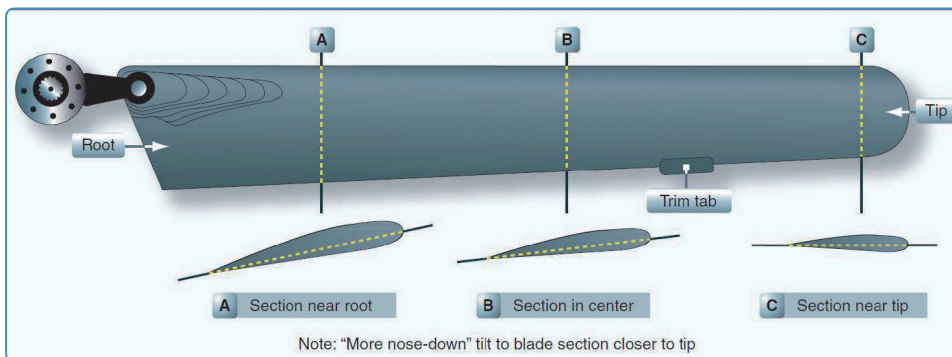
[그림 4-31] 헬리콥터의 주요 구성품

블레이드의 형태는 가로세로비가 15 내지 20 정도인 직사각형을 기본으로 하고 있으나 테이퍼나 후퇴각을 갖는 형태도 있고, 로터의 중앙 부분과 블레이드 끝에서의 두께나 에어포일을 서로 다르게 만든 것도 있다. 또한, 거의 모든 로터는 뿌리부분에서 끝부분으로 갈수록 블레이드

각이 작아지도록 비틀림을 주고 있다.

4.4.3.2 동체(Fuselage)

동체는 객실과 꼬리부분을 연결하는 형태를 기본으로 연료통과 엔진을 장착하는 부분 등으로 구성되어 있다. 전체적인 형태는 전진비행에



[그림 4-32] 메인로터(Main Rotor) 블레이드 각의 비틀림

서 최소항력을 받도록 설계되어 있다. 특히 객실의 바닥은 착륙할 때 충격이 주어지거나 아랫부분이 찌그러지더라도 조종자에게 위험을 가하지 않도록 이중구조로 되어 있다. 일반적으로 초경량헬리콥터는 조종실과 꼬리부분을 연결하는 구조가 무게를 줄일 수 있는 트러스로 제작된다.

4.4.3.3 동력장치

동력 장치는 엔진과 감속기어(gear)로 구성되어 있다. 엔진에서 얻어진 동력은 약 10:1 정도의 감속기어와 클러치를 통하여 로터허브와 연결된다. 엔진 동력의 일부는 별도의 감속 기어를 통하여 테일로터를 구동하기 위하여 뒤로 전달된다.

클러치는 엔진의 회전수가 특정 값 이상일 때에만 그 원심력으로 클러치가 연결되어 로터를 구동하게 되어 있다. 이러한 구조 덕분에 비행 중에 엔진이 정지되더라도 자동적으로 엔진의 축과 로터가 분리되어 로터는 자동회전 (Auto-rotation)하여 서서히 하강할 수 있다.

4.4.3.4 꼬리 날개

꼬리 부분은 메인로터(Main Rotor)의 회전에 의한 토크의 반작용 때문에 기체에 작용하는 토크를 감쇄하기 위한 테일로터(Tail Rotor)와 전진비행에서 피치 트림을 잡고 안정성을 확보하기 위한 수평 안정판으로 구성되어 있다. 테일로터(Tail Rotor)에서 발생시키는 힘과 무게중심에서 테일로터까지의 거리를 곱하면 메인로터에

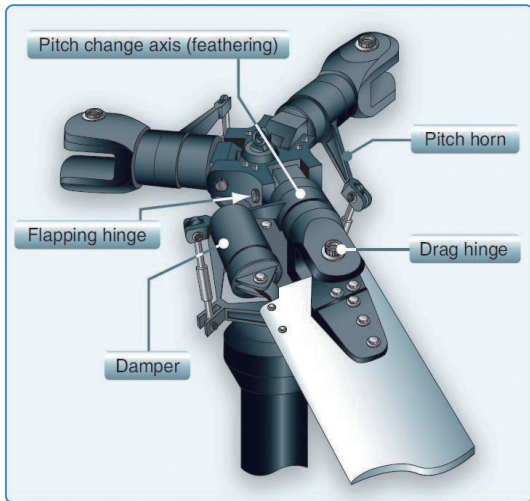
의한 토크 값과 같아져야 한다. 헬리콥터를 위에서 보았을 때 메인로터의 회전이 반시계 방향인 경우는 테일로터의 힘이 오른쪽으로 향한다. 테일로터의 힘에 의한 모멘트와 메인로터 토크가 일치하지 않으면 요 (yaw) 운동이 일어나며, 이를 이용하여 헬리콥터의 방향을 조종한다. 방향 조종은 조종사 아래 앞쪽 설치된 러더(rudder) 페달을 발로 밟아 테일로터의 블레이드 각을 변화시켜서 원하는 방향으로 기수를 돌리게 된다.

4.4.4 로터 허브(rotor hub)의 구조

일반적으로 로터 허브(rotor hub)라 함은 헬리콥터의 구동축과 블레이드의 결합하는 부분을 말하며, 헬리콥터의 안전성 확보를 위하여 특수한 힌지들이 결합된 부분이다.

4.4.4.1 힌지(Hinge)

헬리콥터의 힌지란 로터의 운동을 원활하게 하기 위하여 로터 허브에 부착되는 것으로써 3가지의 종류가 있다. 로터가 상하로 운동하도록 만든 플래핑 힌지(flapping hinge), 회전면과 같은 평면에서 움직이도록 만든 리드-래그 힌지(lead-lag hinge 또는 drag hinge), 블레이드 피치 각을 변경시키는 페더링 힌지(feathering hinge) 등으로 구성된다.



[그림 4-33] 로터 허브의 3종류 힌지

이들 세 개의 힌지 역할은 각각 허브와 블레이드 사이에 위치하여 플래핑 운동, 리드-래깅 운동, 페더링 운동을 가능하게 하고, 또한 그 운동들에 의한 힘이 허브나 동체에 전달되는 것을 막아 구조적, 역학적 안전성을 갖게 하는 것이다.

플래핑 힌지의 연장선과 블레이드가 연결된 기구와 서로 만나는 점에서 스위시판(swash plate)은 조종기구에 연결된다.

4.4.4.2 스위시 판(Swash Plate)

로터 블레이드가 회전 위치에 따라 페더링 힌지를 움직여 로터 블레이드 각을 변경시키려면, 블레이드가 회전하고 있는 반면에 조종기구는 기체에 고정되어야 하므로 스위시판(Swash Plate)이라는 기구를 통하여 조종간의 변화를 회전하는 로터 블레이드에 전달하도록 되어 있다.

스위시 판은 두 개의 판과 그 사이에 베어링을 가지고 있는 형태이며, 윗 판은 허브와 연결되어

같이 회전하게 되어 있다. 로터 블레이드의 피치각 조절이 주목적으로 페더링 운동에 있어서의 피치각 조절과 수직비행(상승 및 하강), 전후좌우 비행 시에 회전면을 기울여 주는 역할을 한다.

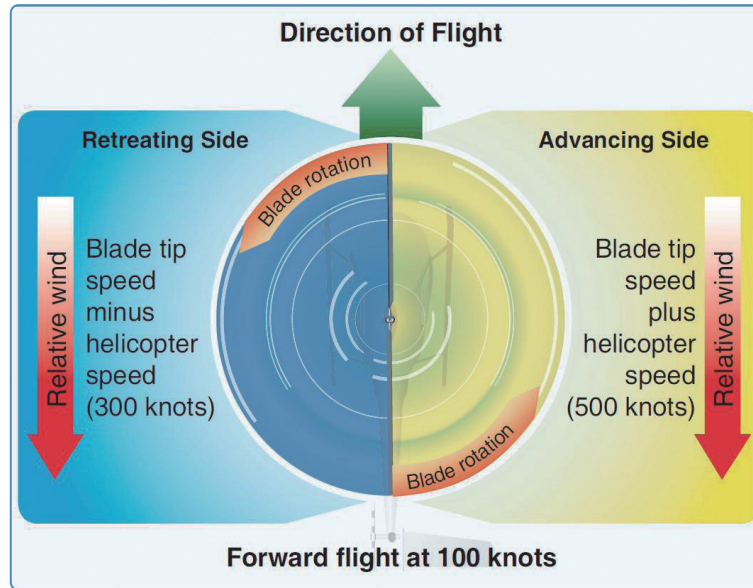
4.4.5 헬리콥터의 기초 비행 역학

4.4.5.1 양력 불균형(Dissymmetry of Lift)

헬리콥터가 무풍상태의 제자리비행(hovering)에서 메인로터의 앞서가는 블레이드(Advancing Blade)나 뒤쳐지는 블레이드(Retreating Blade)는 같은 각속도를 갖는다. 그러나 헬리콥터가 전진 속도로 비행하게 되면 앞서가는 블레이드는 선속도에 전진 속도를 더한 속도로 회전하게 될 것이며, 뒤쳐지는 블레이드는 그 반대로 선속도에 전진 속도를 뺀 속도가 되어 양쪽 블레이드에서 발생하는 양력의 크기가 다르게 나타난다. 예를 들어 그림에서 블레이드의 선속도가 400노트일 때, 전진 속도 100노트에서의 앞서가는 블레이드의 선속도는 500 노트가 되고, 뒤쳐지는 블레이드의 선속도는 300노트가 된다.

즉, 회전축에 가까울수록 회전반경이 작기 때문에 공기속도는 느리고, 날개 끝으로 갈수록 빠르며, 양력은 속도의 제곱에 비례하므로 익단과 회전축에 가까운 곳의 양력 차이는 많아지게 되며, 속도가 3배인 경우 양력의 차이는 9배로 증가한다.

이러한 양력 불균형(Dissymmetry of Lift)을 고려치 않은 초기의 헬리콥터들은 로터를 단



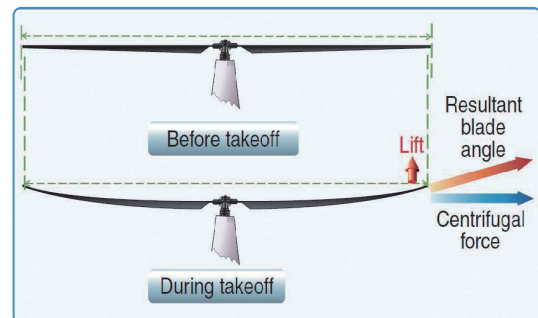
[그림 4-34] 전진속도에서의 블레이드의 선속도

순히 구동축에 고정시켰기 때문에 양력의 차이로 인한 롤링 모멘트(Rolling Moment)가 동체에 전달되어 자꾸 옆으로 기울어지는 현상이 발생하였었다. 따라서 이러한 현상을 위해 허브에 로터를 연결함에 있어 힌지 등을 써서 안전성을 확보하게 하여 로터에 의해 발생하는 플래핑(Flapping), 페더링(Feathering), 리드 래깅(Lead-Lagging)운동에 자유롭게 대처하게 제작하게 되었다.

4.4.5.2 플래핑(Flapping) 운동

블레이드가 회전하면서 발생하는 양력과 원심력에 의한 모멘트에 의해서 블레이드가 상하로 움직이면서 회전하는 것을 플래핑(Flapping) 운동이라 한다. 이때의 헬리콥터 블레이드의 익단이 위로 올라가 원추형을 이루면서 코닝(Con-

ing) 현상이 나타나며, 블레이드 전체 면적이 줄어들어 양력이 감소하여 블레이드 전체에 양력균형을 이루게 된다.

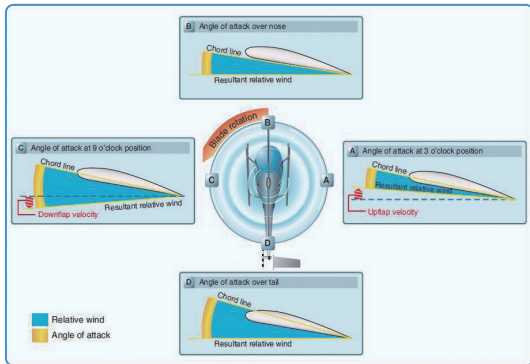


[그림 4-35] 코닝(Coning) 현상

4.4.5.3 페더링(Feathering) 운동

전진하는 블레이드는 후퇴하는 블레이드에 비하여 양력이 증가하므로 로터면이 한쪽으로 들리는 현상이 발생하는 것을 페더링(Feathering) 운동이라 한다. 따라서 전진하는 블레이드의 피

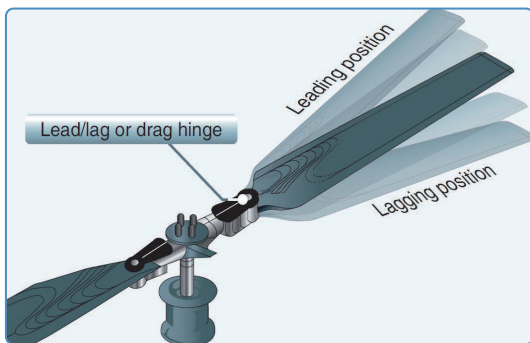
치각은 감소시키고, 후퇴하는 블레이드의 피치 각은 증가시키는 것을 주기적으로 변화시켜 양 쪽에 생기는 양력의 불균형을 완화시켜야 하므로 스와시 판(Swash Plate) 을 설치한다.



[그림 4-36] 양력불균형에 대한 피치각 변화

4.4.5.4 리드 래깅(Lead-Lagging)

운동 블레이드가 회전하는 데 있어서 전진할 때와 후진할 때, 속도의 영향을 받아 뒤처지거나 앞서 나가는 것을 리드 래깅(Lead-Lagging)이라 하며, 정상 비행 중에는 로터 허브의 기준선에서 10도에서 15도정도의 뒤처짐이 발생하고 자동회전(Autorotation)의 경우에는 기준선보다 앞서게 된다.



[그림 4-37] 리드 래깅(Lead-Lagging) 운동

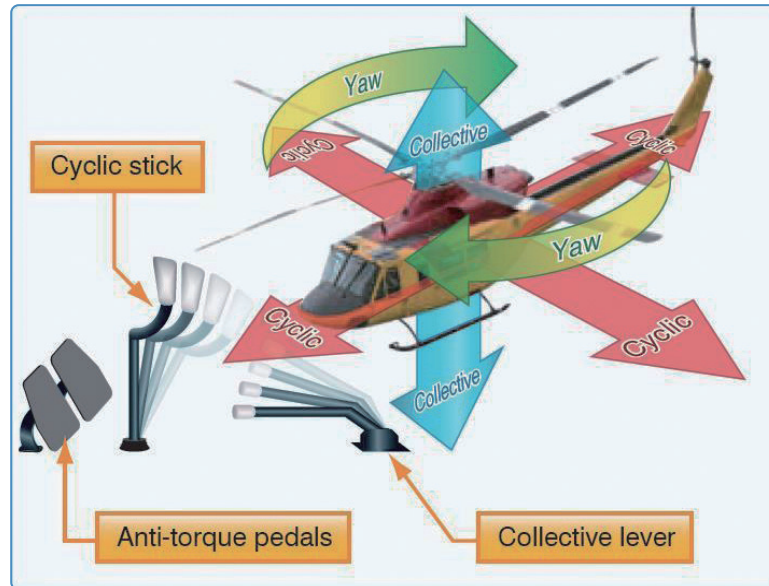
4.4.6 헬리콥터의 조종장치

헬리콥터(helicopter) 조종장치는 사이클릭 피치 조종간(Cyclic Pitch Control Lever), 콜렉티브 피치 조종간(Collective Pitch Control Lever), 스로틀조종(Throttle Control)과 안티 토오크(anti-torque) 페달로 구성된다. 사이클릭 피치 조종간(Cyclic Pitch Control Lever)은 로터가 1회전 하는 동안 한 번의 피치 각 증감이 이루어지도록 하여 페더링 운동을 시키고, 콜렉티브 피치 조종간(Collective Pitch Control Lever)은 페더링 운동을 하는 로터의 모든 블레이드의 피치각을 동시에 증/가감할 수 있게 하여 헬리콥터가 수직 상/하 비행이 가능하게 한다.

헬리콥터(helicopter)는 테일로터 피치와 요를 조종하는 안티 토오크 페달(anti-torque pedal)을 조종하여 원하는 방향으로 로터가 회전하려는 회전성(cyclic)을 이용한다.

비행기의 피칭(Pitching)과 롤링(Rolling)을 조종하는 조종간(Control stick)은 헬리콥터의 사이클릭 피치 조종간(Cyclic Pitch Control Lever)이 그 역할을 하며, 비행기의 요잉(Yawing)을 조종하는 러더 페달(Rudder Pedal)은 헬리콥터의 안티 토오크 페달(anti-torque pedal)이 담당한다.

비행기에는 없는 기능인 수직상승과 관련된 헬리콥터의 운동은 메인로터 피치(Main Rotor Pitch)를 조종하는 콜렉티브 피치 조종간 (Collective Pitch Control Lever)이 담당한다. 일반



[그림 4-38] 헬리콥터 조종간 및 3축 운동

적으로 콜렉티브 조종간 끝부분에 스로틀 조종 (Throttle Control)장치가 위치하고 있다.

4.4.7 헬리콥터의 비행 특성

4.4.7.1 제자리 비행

헬리콥터가 공중에 정지하여 비행을 하는 것을 호버링(hovering)이라 한다. 헬리콥터가 무풍 상태에서 호버링 시 로터(rotor)의 회전면(rotor disc) 혹은 블레이드의 익단 경로면(tip path plane)은 수평지면과 평행이 된다. 호버링하는 동안 양력과 추력의 합은 무게와 항력의 합과 같다.

호버링 상태에서 추력을 증가시켜 양력과 추력의 합이 항력과 무게의 합보다 크게 되면, 헬리콥터는 상승비행을 시작하고, 반대로 추력을 감

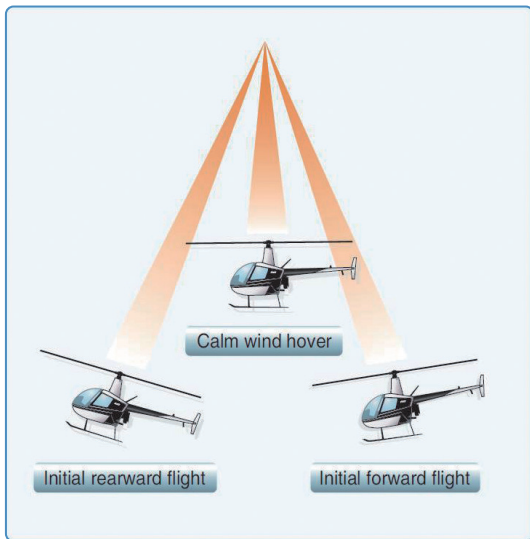
소시켜 양력과 추력의 합이 항력과 무게의 합보다 적게 되면 헬리콥터는 하강비행을 시작한다.

헬리콥터의 로터 시스템이 회전할 때에는 주변에 와류(vortex)가 발생하며 이 와류는 헬리콥터의 양력과 항력발생에 많은 영향을 미치는데, 특히 헬리콥터가 제자리 비행을 할 때는 날개 끝단 와류(wing tip vortex)가 발생하므로 많은 동력을 필요로 하는 주된 원인이 된다.

4.4.7.2 진자 운동(Pendular Action)

메인로터가 하나인 초경량헬리콥터는 시계의 진자처럼 헬리콥터의 동체가 하나의 점에 매달려 있다는 것과 같다. 따라서 한번 흔들리면 시계의 진자와 같이 전후 또는 좌우로 자연스럽게 진동을 하게 된다. 이런 현상은 과격한 조작을 할수록 더욱 커지므로 조종조작을 부드럽게 또

는 과격하지 않게 수행하여야 한다. 헬리콥터의 수평안정판은 전진 비행에서 동체의 수평을 유지하려는 경향이 있다. 그러나 후진 비행에서는 헬리콥터가 바람으로 움직이면서 수평안정판이 아래쪽으로 밀릴 수 있어 꼬리가 아래로 처지게 되어, 진자 운동(Pendular Action)을 유발하게 된다. 따라서 조종사는 후진 비행 시 수평안정판이 바람에 의한 영향을 받는 것에 대하여 고려하여야 한다.



[그림 4-39] Pendular Action

4.4.7.3 지면효과

헬리콥터의 로터 시스템이 회전하는 경우에는 블레이드에 의하여 많은 양의 공기를 아래로 펌핑(pumping)하기 때문에 하강기류가 형성된다. 헬리콥터가 지면 가까이 비행을 하거나 이착륙을 하는 경우에는 날개 끝단 와류는 지면에 의해 차단되고, 하강기류 속도가 줄어들면서 회전으

로 발생하는 일부 기류가 지면에 충돌, 상승하여 블레이드의 성능을 크게 향상시키는 지면효과 현상이 발생한다.

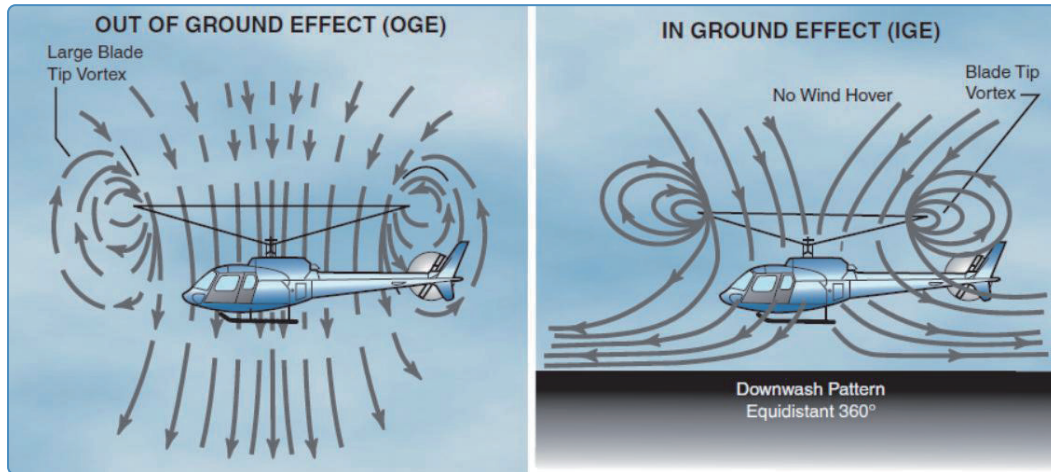
지면효과는 로터 직경의 0.5배 고도에서 추력이 약 7% 증가하고, 로터 직경의 1.25배 고도에서는 증가율이 정지되며, 또한 고도뿐만 아니라 지면의 형태에도 많은 영향을 받는다. 즉 평탄하게 포장된 지면은 효과가 크게 나타나고, 거친 지면이나 수면 상공에서는 지면효과가 부분적으로 와해되어 하향기류가 증가되면서 와류가 다시 발생하여 양력이 감소한다. 지면에서는 지면과 수직인 방향으로의 공기의 흐름이 없으므로 블레이드의 단면에 대해 받음각을 증가시키는 결과를 가져와 양력벡터의 크기가 증가하게 된다.

4.4.7.4 자동활공(Autorotation)

헬리콥터 운항 중 엔진 고장 또는 정지되었을 때 일정고도와 전진비행 속도가 있다면 동력전달장치가 차단되어 로터가 자동활공(Autorotation)하여 헬리콥터가 안전하게 지상에 착륙할 수 있다.

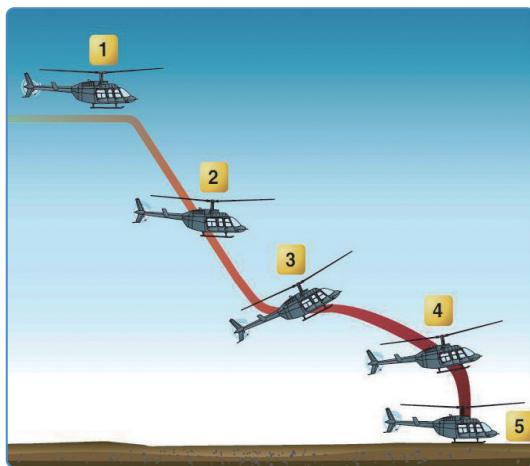
헬리콥터의 엔진이 고장 났을 때 엔진은 자동으로 트랜스미션과 연결되어 있는 프리휠 장치(free wheeling device)를 통하여 로터와 분리되며, 로터블레이드는 엔진출력에 관계없이 독립적으로 회전하면서 강하비행을 하게 된다.

자동활공(Autorotation)을 하는 동안 공기 흐름은 더 이상 하향흐름하지 않고 오히려 메인로



[그림 4-40] 헬리콥터의 지면효과와 하향기류

터(Main Rotor)를 통하여 상향하며, 이러한 상향 공기흐름은 메인로터가 정상작동 할 때와 같은 방향으로 회전시키는 효과가 있다. 따라서 메인로터의 자동활공에 의해 양력을 발생하게 되며, 이러한 힘으로 헬리콥터는 안전하게 착륙을 할 수 있게 하강하는 동안 조종이 가능해진다.



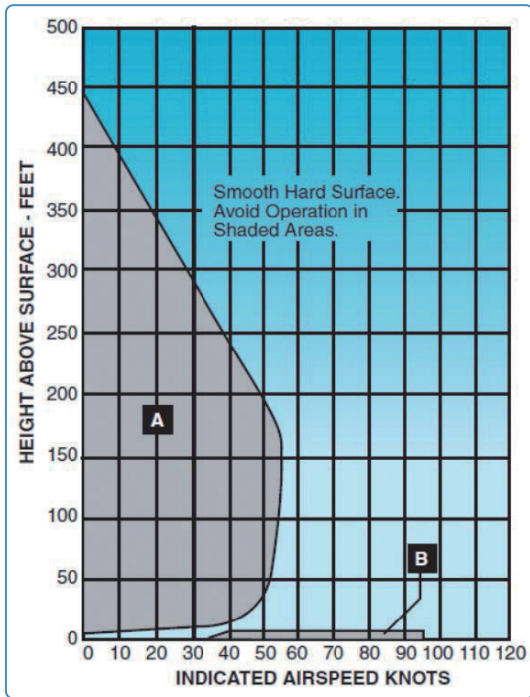
[그림 4-41] Autorotation

자동활공에 의한 강하 조작은, 엔진 고장 시

조종사는 즉시 콜렉티브 피치 조종간(Collective Pitch Control Lever)을 내려 로터 블레이드의 피치를 감소시키고, 조종간을 앞으로 밀어 사이클릭 로터 회전면(rotor disc)을 앞으로 경사시켜 자동활공을 위한 적절한 전진속도를 확보한다.

헬리콥터의 안전한 자동활공(Autorotation)은 적절한 고도와 전진속도가 필수적이며, 일반적으로 헬리콥터 제조사는 고도와 전진속도에 대한 안전조건에 대한 “고도/속도 한계”를 제시하고 있다.

그림에서 A와 B지역은 비행금지 구역이다. A의 경우에는 고도는 있으나 전진속도가 충분하지 못하고, B의 경우는 전진속도는 있으나 고도가 충분하지 못하여 자동활공(Autorotation)에 의한 안전한 착륙이 불가능한 구역이다.



[그림 4-42] 고도/속도에 따른 autorotation 운용범위

4.4.8 초경량헬리콥터 비행 전 안전성 점검

○ 초경량헬리콥터 비행 전 주요 세부점검 내용들은 다음과 같다.

- 동체의 리벳 장착상태, 균열 등이 없는지 확인
- 동체 외피가 들뜨거나(Delamination) 부식(Corrosion)이 없는지 확인
- 동체 캐노피에 균열이나 어긋나지 않았는지 확인
- 동체 출입문이나 캐노피의 잠금장치가 확실한지 확인
- 조종자 안전벨트의 장착상태와 작동상태가 양호한지 확인

- 엔진 방화벽에 변형이나 균열은 없는지 확인
- 동체 조종케이블과 폴리의 장착 및 작동상태는 양호한지 확인
- 무게중심의 위치가 허용범위 안에 들어 있는지 확인
- 로터(Rotor)의 Balance weight는 안전하게 장착되어 있는지 확인
- 로터(Rotor) 힌지, 베어링의 작동상태는 양호한지 확인
- 로터(Rotor)가 들뜨거나(delamination) 변형(deformation)된 부분 또는 부식은 없는지 확인
- 연료관에 마찰, 마모, 누설, 고정상태는 이상이 없는지 확인
- 연료탱크 및 필터에 물이나 기타 불순물이 있는지 확인
- 연료 주입구 뚜껑(Cap)이 안전하게 잠겼는지 확인
- 착륙장치 스트러트의 장착 및 팽창상태는 양호한지 확인
- 바퀴 또는 스키드 장착은 정상적으로 되어 있는지 확인
- 착륙장치와 동체 및 날개의 연결부분의 상태는 양호한지 확인
- 착륙장치에 부식, 균열, 변형 등 이상이 없는지 확인
- 꼬리날개의 장착상태는 양호한지 확인
- 작동 케이블과 힌지, 폴리 등의 장착 및

- 작동상태는 양호한지 확인
- 꼬리날개 외피의 손상이나 부식이 없는지 확인
- 오일의 상태는 적절한지 확인
- 기화기 플로터 챔버 내부를 점검하여 이상이 없는지 확인
- 점화 케이블의 상태는 양호한지 확인
- 엔진 장착 마운트와 부상 등은 양호한지 확인
- 기어박스 및 오일쿨러에서 누설 등 상태가 양호한지 확인
- 엔진 카울링의 상태(장착고정)와 균열 등 이상이 없는지 확인
- 연료는 비행하기에 적절한 용량인지 확인

4.5 초경량자이로플레인

4.5.1 초경량자이로플레인 개요

초경량비행장치 기술기준에서 정의되는 자이로플레인(gyroplane)은 시동 시는 엔진 구동으로, 비행 시에는 공기력의 작용으로 회전하는 회전익에서 양력을 얻고, 추진력은 프로펠러에서 얻는 회전익비행장치를 말한다. 또한, 비행 중에 로터의 콜렉티브(Collective) 피치 각도는 고정되어 있어야 한다. 자이로플레인(gyroplane)의 비행특성은 정의에서 언급된 바와 같이 로터

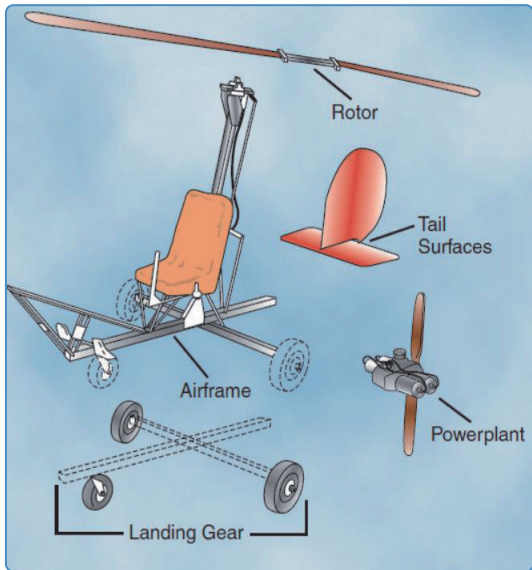
에 의한 양력의 발생이라는 점에서 날개에서 양력을 얻는 동력 비행장치와 가장 큰 차이점을 갖게 된다. 또한, 자이로플레인은 엔진으로부터 로터에 직접적인 회전력을 전달하는 헬리콥터와는 달리 비행 시 엔진에 의해 구동되지 않으며, 자유롭게 회전하며 공기의 반작용에 의해 회전하는 로터에 의해 양력을 발생하게 된다.

자이로플레인이 일반적인 헬리콥터와 로터의 회전력을 얻는 방식은 다르지만 빠르게 회전하는 로터로부터 양력이 발생한다는 측면에서 보면 자이로플레인의 비행특성은 동력비행장치 보다는 헬리콥터와 더 유사하다. 그러나 방향 조종, 이착륙 활주 등에서는 동력비행장치와 유사한 특성을 지닌다.

4.5.2 자이로플레인의 구조

4.5.2.1 자이로플레인의 형식

초기의 자이로플레인(gyroplane)들은 동체 전방부에 프로펠러가 장착되어 동체를 끌어가는 형식의 견인식(Pulling Type)이었다. 현행 일반적으로 사용되는 경량화된 자이로플레인들은 엔진과 프로펠러가 동체 뒷부분에 장착되어 밀어주는 형식의 추진식(Pusher Type)을 사용하여 기동성이 좋다. 또한, 이러한 추진식 자이로플레인은 엔진이 동체 후방에 위치하여 조종사의 시야 확보성이 매우 좋다. 자이로플레인(gyroplane)은 크게 동체, 꼬리 날개, 착륙장치, 로터 및 프로펠러를 포함한 동력장치로 구성된다.



[그림 4-43] 자이로플레인의 구성

4.5.2.2 동체(Fuselage)

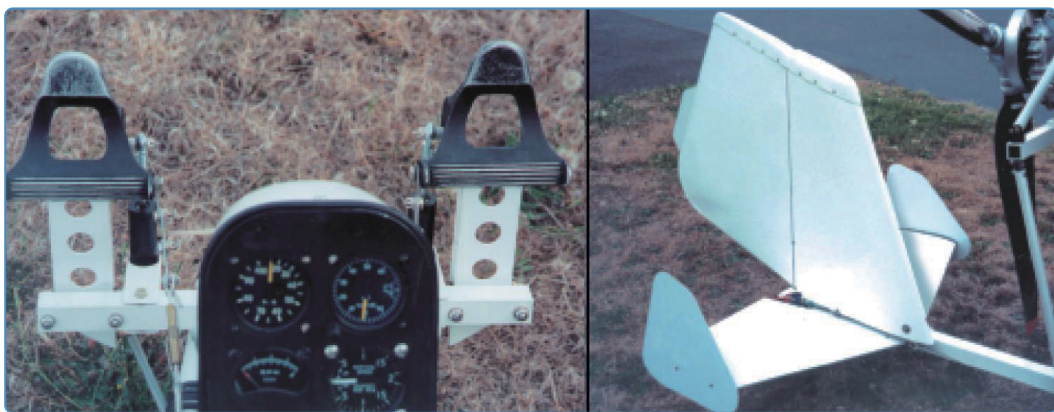
자이로플레인의 동체는 로터와 엔진을 지지하여 주고, 비행 시 안전감과 조종자의 좌석을 확보할 수 있도록 공간을 제공하여 주며, 이착륙을 위한 착륙장치가 장착되어 있다. 자이로플레인 동체 내부는 조종석과 연료탱크를 공간을 제

공하여야 하고, 로터, 엔진, 꼬리날개, 착륙장치가 장착되므로 구조적으로 충분한 강도를 가져야 한다. 또한 비행 중 공기의 저항을 줄일 수 있는 기하학적 모양을 유지하여야 한다.

자이로플레인의 경우 동체가 조종실 형태를 갖춘 것도 있지만, 대부분의 경량 자이로플레인들은 동체구조물(Airframe)에 조종석과 캐노피를 장착한 형태를 취하고 있다.

4.5.2.3 꼬리날개(Tail wing)

자이로플레인 동체의 후방에는 비행기와 같이 비행 중의 비행 안정성을 확보해 주는 수직안정판(Vertical stabilizer)과 수평안정판(Horizontal stabilizer)이 위치하고 있다. 수직안정판의 뒷부분에는 기수의 좌우방향 운동을 보조하는 방향타(Rudder)가 장착된다. 자이로플레인의 경우 로터에 의해 동체의 운동 및 안정성이 지배되므로 수평안정판을 장착하지 않는 경우도 있다.



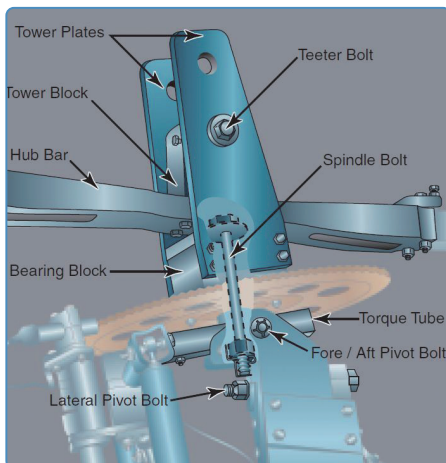
[그림 4-44] Rudder pedal

4.5.2.4 착륙장치(Landing gear)

자이로플레인의 착륙장치(Landing gear)는 지상이동 및 이착륙 시에 필요한 장치로서, 이착륙 시 충격을 완화시켜 조종사와 동체를 보호하며 지상이동시 원활한 이동을 할 수 있게 한다. 헬리콥터와는 다르게 스키드 형태가 아닌 바퀴로 제작되며, 주 착륙장치에는 브레이크 장치가 포함되어 있다.

4.5.2.5 로터(Rotor)

로터(Rotor)는 자이로플레인의 양력을 발생시키는 장치로, 회전축을 중심으로 회전하는 날개이다. 로터는 로터의 티터링(teetering) 힌지를 기준으로 로터 허브(rotor hub)와 로터 블레이드(rotor blade)로 구성된다. 초경량비행장치의 로터 블레이드는 약 6m 직경을 가지며 폭 15cm 정도로 일반적으로 가로세로비가 15 내지 20 정도인 직사각형을 기본으로 하고 있다. 순항 중에 로터(Rotor)는 수백 RPM 정도의 회전수를 갖는다.



[그림 4-45] 자이로플레인의 로터 허브

4.5.2.6 동력장치(Powerplant)

초경량자이로플레인의 동력장치에는 일반적으로 2행정 또는 4행정 휘발유 엔진들이 사용된다.

자이로플레인(gyroplane)은 일반적으로 지상에서의 활주거리를 줄이기 위해 로터 스핀업(spin up 또는 prerotator) 장치를 장착하고 있다. 이 로터 스핀업 장치는 지상에서 상대풍(relative wind)에 의한 로터의 자유 회전만으로는 자이로플레인의 이륙을 위한 충분한 양력을 얻기 힘들기 때문에, 헬리콥터와 같이 엔진의 동력을 직접적으로 로터에 연결하여 로터를 회전시켜 이륙에 필요한 양력을 보조하는 역할을 하게 된다. 그러나 로터 스핀업(spin up) 장치는 지상에서만 사용되고 비행 중에는 로터와 기계적으로 완전히 분리되어야만 한다. 자이로플레인 스핀업(spin up)장치에는 엔진 시동모터와 유사한 형태의 전기모터로 직접 로터를 회전시켜주는 전기식 프리로테이터 (Electric Prerotator) 장치가 사용되기도 한다.

4.5.3 자이로플레인의 비행 안전성

비행기는 조종사들이 별로 반기지 않는 비행 중에 양력을 잃어버리는 실속이란 것이 있다.

비행 중 적절하게 대응하면서 조종하지 못하면 비행기는 실속에 빠지게 된다. 그러나 조종사는 실속을 감지 및 방지할 수 있어 커다란 문제가 되지 않는다. 헬리콥터의 경우 엔진고장 등의 경우 자동활공(Autorotation)을 하여 안전하게 착

륙을 할 수 있으나, 어떠한 “고도/속도”에서는 Autorotation이 불가능한 구역이 있다.

자이로플레인은 비행기처럼 실속이 없지만, 조종사 유발진동(PIO: Pilot Induced Oscillation)이라는 자이로플레인의 설계에 따른 특이한 문제가 있다.

자이로플레인에서 조종사는 유발진동(PIO)를 발생시킬 의도가 없었다고 하더라도 유발진동(PIO)를 발생시킬 수 있으며, 비행기와는 달리 유발진동(PIO)현상 발생 시 비행 안전성에 큰 영향을 미치게 된다.

조종사가 유발진동(PIO)를 일으키는 과정에서 진폭이 증가하는 상/하 진동은 조종사의 조종간 움직임의 결과이다. 기수의 첫 번째 상방 또는 하방 움직임은 돌풍이나 조종간을 움직일 때, 또는 다른 이유로 발생할 수도 있다. 이것을 조정하기 위해 조종사는 조종간을 반대방향으로 움직이게 되면 어려운 상황에 도래하게 된다.

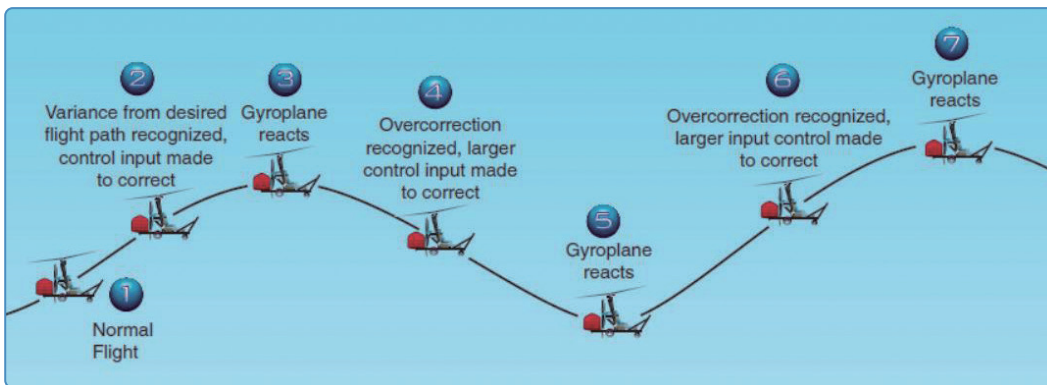
자이로플레인의 양력을 발생시키는 로터 블레이드에 동체가 매달려있다는 사실 때문에 동체는

다음 진동을 위한 에너지를 모으고 조종사가 조종간을 움직이는 것은 이런 에너지를 더 하는 결과를 낳게 되며, 에너지의 증가로 동체가 더 높게 혹은 더 낮게 움직이는 진폭이 증가하여, 조종사는 조종이 더 어려워진다.

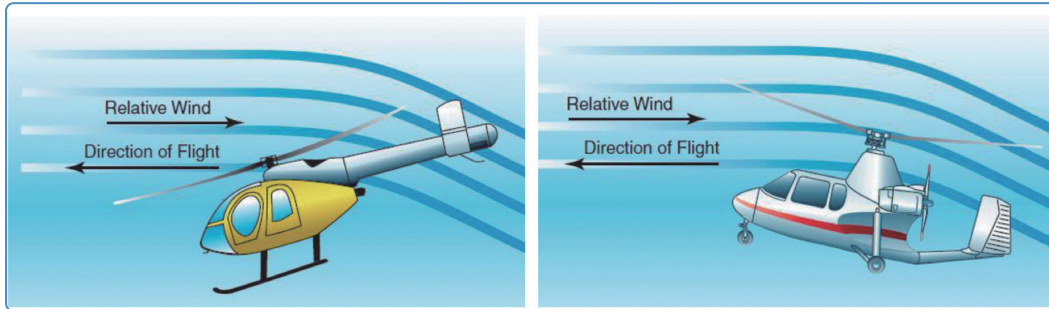
4.5.4 헬리콥터와 자이로플레인 특성 차이점

헬리콥터가 자이로플레인과 유사한 특성을 갖지만, 양력 발생 과정 및 구조에서 서로 구별되는 특성을 가진다.

자이로플레인은 동체 뒷부분의 엔진과 프로펠러에 의해 공기를 뒤로 밀어내면 주변 공기의 흐름에 의하여 로터가 자동회전(autorotation) 하고, 일정한 로터회전수가 되면 이륙할 수 할 정도의 양력이 발생하므로, 활주를 하면서 상대풍(relative wind)에 의한 양력을 추가하여 이륙을 한다. 이때 로터는 공기흐름에 의하여, 회전축 앞쪽에 위치하게 되는 로터는 상방으로 젖혀진 상태에서 회전하게 된다.



[그림 4-46] 조종사 유발진동(PIO: Pilot Induced Oscillation)



[그림 4-47] 전진 비행 시 헬리콥터와 자이로플레인의 상대풍과 로터

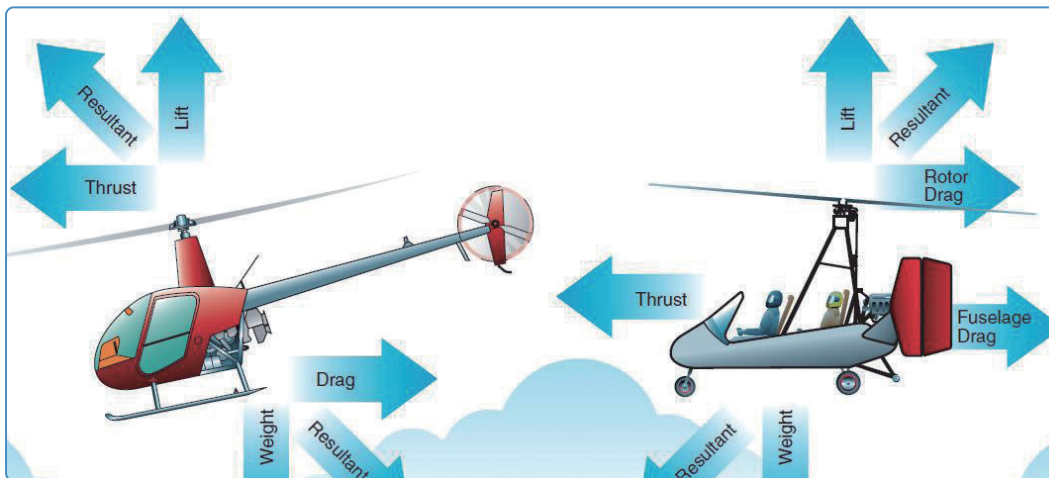
자이로플레인은 상대풍(relative wind)에 의해 로터 회전력을 얻기 때문에 헬리콥터에서 가능한 호버링(hovering) 기동은 불가능 하다. 그러나 헬리콥터는 엔진에 의해 구동되는 메인 로터에 의해 양력이 발생하므로 호버링(hovering)이 가능하고, 메인로터 회전면을 기울이면 양력과 추력이 동시에 발생하여 메인로터를 기울이는 방향으로 비행을 하게 된다.

자이로플레인은 로터가 자유롭게 회전하므로 동력장치로부터 로터의 회전력을 직접 전달하기 위

한 동력 전달 시스템 및 회전축을 중심으로 하는 회전 모멘트가 없다. 자이로플레인은 헬리콥터와 같이 메인로터에 의한 회전모멘트를 상쇄시키기 위한 테일로터 및 테일로터 동력 전달 장치가 필요하지 않아, 헬리콥터에 비해 그 구조가 간단하다.

4.5.5 자이로플레인 비행 전 안전성 점검

- 자이로플레인 비행 전 주요 세부점검 내용은 다음과 같다.



[그림 4-48] 전진 비행 시 헬리콥터와 자이로플레인의 힘 분포

- 동체의 리벳 장착상태, 균열 등이 없는지 확인
- 동체 외피가 들뜨거나(Delamination) 부식(Corrosion)이 없는지 확인
- 동체 캐노피에 균열이나 어긋나지 않았는지 확인
- 동체 출입문이나 캐노피의 잠금장치가 확실한지 확인
- 조종자 안전벨트의 장착상태와 작동상태가 양호한지 확인
- 엔진 방화벽에 변형이나 균열은 없는지 확인
- 동체 조종케이블과 폴리의 장착 및 작동상태는 양호한지 확인
- 무게중심의 위치가 허용범위 안에 들어 있는지 확인
- 로터(Rotor)는 안전하게 장착되어 있는지 확인
- 연료관에 마찰, 마모, 누설, 고정상태는 이상이 없는지 확인
- 연료탱크 및 필터에 물이나 기타 불순물이 있는지 확인
- 연료 주입구 뚜껑(Cap)이 안전하게 잠겼는지 확인
- 착륙장치 스트러트의 장착 및 팽창상태는 양호한지 확인
- 바퀴장착은 정상적으로 되어 있는지 확인
- 브레이크 작동유의 누설 등 이상이 없는지 확인
- 착륙장치와 동체 및 날개의 연결부분의 상태는 양호한지 확인
- 착륙장치에 부식, 균열, 변형 등 이상이 없는지 확인
- 수직 안정판, 수평 안정판의 장착상태는 양호한지 확인
- 작동 케이블과 힌지, 풀리 등의 장착 및 작동상태는 양호한지 확인
- 꼬리날개 외피의 손상이나 부식이 없는지 확인
- 오일의 상태는 양호한지 확인
- 기화기 플로터 챔버 내부를 점검하여 이상이 없는지 확인
- 점화 케이블의 상태는 양호한지 확인
- 엔진 장착 마운트와 부싱 등은 양호한지 확인
- 기어박스 및 오일쿨러에서 누설 등 상태가 양호한지 확인
- 엔진 카울링의 상태(장착고정)와 균열 등 이상이 없는지 확인
- 프로펠러 균열, 손상 또는 나무나 복합소재인 경우 들뜨거나(Delamination) 변형(Deformation)된 부분이 없는지 확인
- 스피너와 프로펠러 장착판의 상태는 양호한지 확인
- 수상을 비행하는 경우, 구멍장비(조끼)를 구비하고 있는지 확인
- 연료는 비행하기에 적절한 용량인지 확인

4.6 동력패러글라이더

4.6.1 동력패러글라이더 개요

동력패러글라이더는 낙하산류에 추진력을 얻는 장치를 부착한 것으로, 조종사의 등에 가벼운 모터를 메고 발로 이륙(foot-launching)을 하는 착륙장치가 없는 동력패러글라이더(PPG, Powered ParaGlider)와 조종사가 엔진이 장착된 동체에 해당하는 트라이크(trike)에 탑승하는 착륙장치가 있는 동력패러슈트(PPC, Powered ParaChute)로 분류된다.

동력패러글라이더는 상승률에 영향을 주는 엔진 출력과 캐노피(canopy) 끝단의 편향도(deflection of trailing edges of the parachute) 변형을 통하여 조종사의 기량에 의해 피칭(Pitching)과 롤링(Rolling)만 조종된다.

또한 비행기에서 전형적으로 사용되는 러더(Rudder)와 엘리베이터(Elevator)처럼 조종면을 사용하지 않고, 유연하게 변형되는 날개를 이용하여 조종사는 상승, 하강 및 선회를 할 수 있게 된다.

4.6.2 PPG(Powered ParaGlider, 착륙장치 없는 동력패러글라이더)의 구조와 기능

PPG동력패러글라이더는 조종사가 등에 프로펠러가 장착된 엔진을 메고 패러글라이더의 캐노피(canopy)를 통해 양력을 얻어 공중으로 날아오르는 초경량비행장치의 한 종류이다.

발로 뛰어 이륙하고 발로 착륙하는 foot launch 방식으로, 이륙거리는 10m 정도이고, 착륙거리는 5m 이내로 좁은 지면에서 이/착륙은 가능하나, 상승 및 착륙경로를 위하여 어느 정도의 공간이 필요하다. PPG는 캐노피 효율이 좋아 낮은 고도에서도 저속으로 비행이 가능하다.

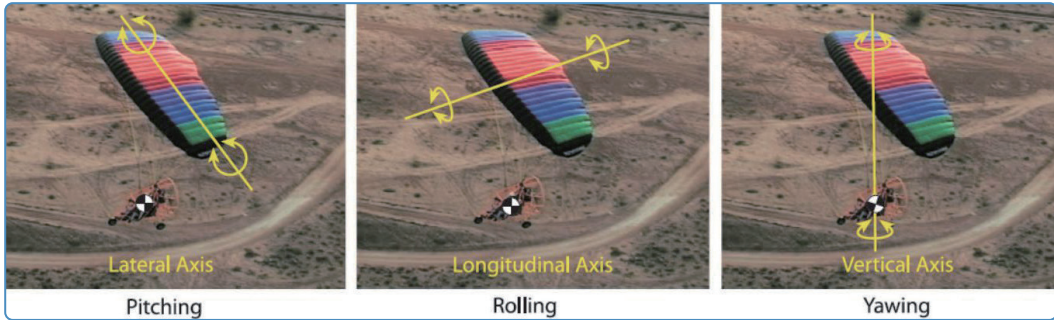
PPG동력패러글라이더가 이륙할 때에는 조종자가 우선 캐노피를 산개시키며, 프로펠러가 장착된 엔진을 메고 바람이 불어오는 방향을 향하여 걸으면 캐노피가 부양하며, 엔진출력을 높이고 바람을 맞으며 달리면 캐노피 날개가 엔진을 들어올리고, 이어서 조종자를 함께 들어 올리게 되어 이륙하게 된다. 이륙 후, 조종자는 의자를 빼내어 하네스에 앉아 비행을 한다. 조종자는 양손에 있는 조종 토글(toggle)과 휴대용의 조그만 스로틀(throttle)을 이용하여 조종을 할 수 있다.

PPG동력패러글라이더는 25~70km/h의 속도, 18,000ft 높이까지 비행할 수 있다고 하나, 국내에서는 AGL(Above Ground Level) 500ft 아래에서 비행하여야 하며, 그 이상으로 비행하려면 비행승인을 받아야 한다.

PPG동력패러글라이더 조종자들은 비행 중 비상사태에 대하여 예비 낙하산을 휴대하도록 되어 있다.

4.6.2.1 PPG 구조 및 명칭

PPG동력패러글라이더는 크게 캐노피(canopy), 산줄(suspension lines), 라이저(riser), 엔진(engine), 프로펠러(propeller), 하네스(har-



[그림 4-49] 동력패러글라이더의 운동 축

ness) 등으로 구성된다.

- 날개부(Wing Section) : 비행을 할 수 있게 하는 가장 중요한 부분으로 엔진에서 추력을 받아 양력(Lift)을 발생시키는 부분인 날개부는 캐노피(Canopy), 산줄 (Suspension Lines), 라이저(Riser) 등으로 구성된다.

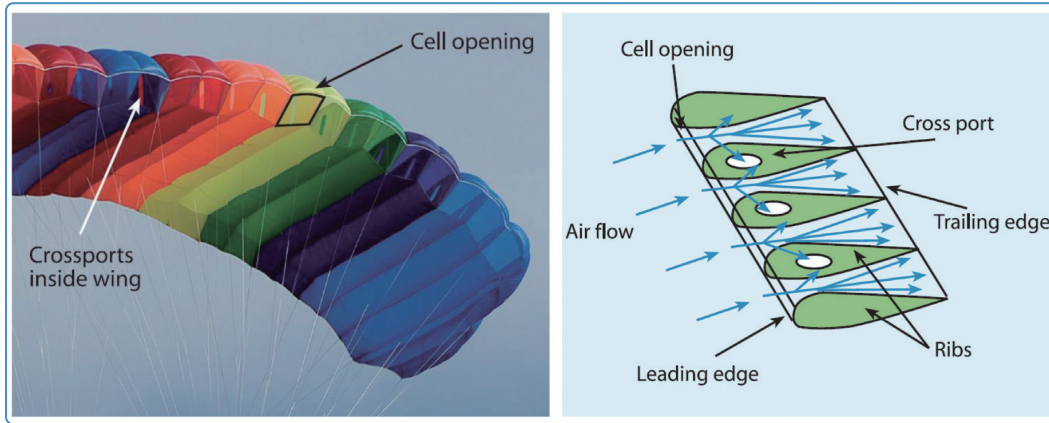


[그림 4-50] PPG 구조 및 명칭

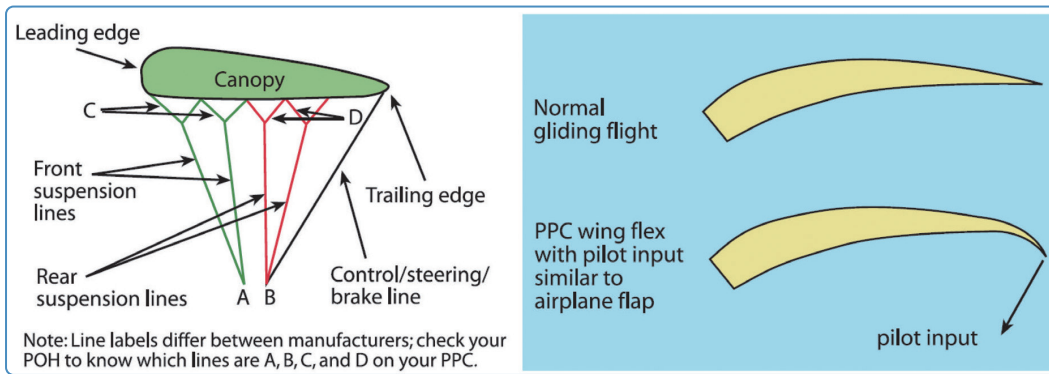
- 캐노피(canopy)는 패러글라이더에 사용하는 날개와 같은 에어포일 형태로 윗면과 아랫면을 연결하여 주는 것을 격벽 (Separator 또는 Rib)이 있어 익형을 유

지한다. 격벽에는 셀(cell)과 셀(cell) 사이에 공기가 통하도록 크로스포트(cross port)가 있어 셀의 안정된 형상을 유지할 수 있게 해준다. 캐노피의 재질은 주로 나일론이나 폴리에스터 재질의 원단에 코팅 처리하여 파열강도, 인장강도, 공기투과도, 마찰력 등을 엄밀히 검사한 고품질의 원사와 원단을 사용한다.

- 동력패러글라이더의 산줄(suspension lines)은 트라이크의 무게를 날개에 고르게 분산시켜 주는 역할을 하며, 캐노피에 연결된 위치에 따라 명칭이 다르다. 캐노피 최전방부에 위치한 산줄을 A라인, 그 뒤에 위치한 산줄을 B라인, 다음으로 위치한 산줄을 C라인, 뒷부분의 산줄은 D라인, 맨 끝부분은 비행기의 보조익과 같은 위치에 있는 브레이크(Brake) 라인이 있으며, 비행기의 양쪽 날개 끝인 윙팁 (wing tip)에 해당되는 스테빌라이저 (Stabilisers) 라인으로 구성되어 있다.
- 모든 패러글라이더 제품은 A, B, C, 그리



[그림 4-51] 캐노피(canopy)의 단면 및 공기의 흐름



[그림 4-52] 캐노피의 단면과 산줄의 위치 및 브레이크 라인

고 D라인이 각각 캐노피(Canopy)에 독립적으로 하중을 전달한다. 산줄은 프로파일(Profile)의 안정성을 도모하고 높은 안전계수를 얻도록 제작되며, 재질은 인장성이 적고 고강도이며, 마찰에 강한 아라미드계 열로 만들어지며, 산줄의 표면은 폴리에스테르로 다시 포장하여 보호한다.

- 캐노피(canopy) 보관 방법은 아코디언식 접기로 약간 시간이 오래 걸리고 보조자도 필요하지만 프로파일(Profile)의 격벽을 견고하게 보관할 수 있는 방법이다.

글라이더를 접는 것은 원단을 약하게 하므로, 되도록 느슨하게 접어서 보관한다.

- 라이저(riser)는 각 그룹별로 산줄들을 하나로 묶어서 하네스에 연결해 주는 끈으로서 대개 3~4개의 라이저로 구성되며, 산줄에 전달되는 힘을 하나의 끈으로 만들어 트라이크의 연결부위에 결속하게 하고, 이륙 시 캐노피로부터 트라이크를 끌어 올리는 역할을 한다.

- 동력부(Power Section) : 동력패러글라이더의 동력부는 엔진(Engine), 프로펠러

(Propeller) 등으로 구성된다.

- PPG동력패러글라이더의 엔진은 일반적으로 배기량은 80~250cc정도의 2사이클 기관을 사용하며, 엔진의 무게는 연료를 제외하고 10~25kg 정도이며, 연료는 가솔린과 오일을 혼합한 연료를 사용한다. 엔진의 구성은 실린더, 기화기, 클러치, 연료탱크, 시동모터, 소음기, 공기 여과기 등으로 구성된다.
- 프로펠러 : 엔진으로부터 발생하는 힘을 전달받아 프로펠러가 회전을 하여 추력을 발생시킨다. 프로펠러는 목재 또는 복합재로 제작되며, 조종자의 등에 연결되어 회전하기 때문에 지면 상태에 따라 많은 프로펠러 자체가 손상되기도 하고, 프로펠러에 의해 튀어 오른 물체들로 인하여 인명사고가 발생할 위험이 잔존한다.
- 구조부(Structure Section) : PPG동력패러글라이더의 구조부는 프레임(Frame), 안전망(Safety Net), 하네스(Harness) 등으로 구성된다.
 - 프레임(Frame) : 프레임은 엔진 프로펠러 회전에 의한 위험요소들로부터 조종자를 보호하고, 엔진의 마운트 역할을 하며, 프레임에 조종사가 앉을 수 있는 하네스(Harness)를 연결할 수 있도록 되어 있다.
 - 안전망(Safety Net) : 안전망은 프레임에 그물망 형식으로 둘러쳐 있어 엔진주위에 캐노피, 산줄, 조종자의 신체 등이

프로펠러에 말려들어가는 것을 막아주는 역할을 한다.

- 하네스(Harness) : 하네스(비행 시 앉을 수 있는 의자)는 프레임에 부착되어 조종자가 앉아서 비행 할 수 있게 한다. 하네스에는 조종자의 신체보호를 위하여 완충장치나 허리보호용 프로텍터가 첨부되어 있다.
- 탠덤(Tandem)형 하네스 : 2인승 PPG동력패러글라이더의 경우 하네스는 탠덤(Tandem)형으로 앞-뒤로 구성되어 있어, 교육용으로 사용될 경우 일반적으로 교육생이 전방 하네스에, 교관이 후방 하네스에 위치한다.

4.6.2.2 PPG동력패러글라이더 조종자 안전 장비

- PPG동력패러글라이더 조종자의 안전장비로는 헬멧(Helmet), 장갑(Glove), 비행화(Flying Shoes), 비행복(Flying Suit), 예비낙하산 등이 있다.
 - 헬멧(Helmet) : 동력패러글라이더 조종자가 착륙 시, 머리 부분을 보호하는 역할을 한다. 일반적으로 동력패러글라이더는 엔진소음이 있으므로 소음을 줄일 수 있어 귀마개가 부착된 헬멧(Helmet)을 사용한다.
 - 장갑(Glove) : 비행시 손을 보호하거나, 상공에서 보온역할을 한다. 너무 두꺼운

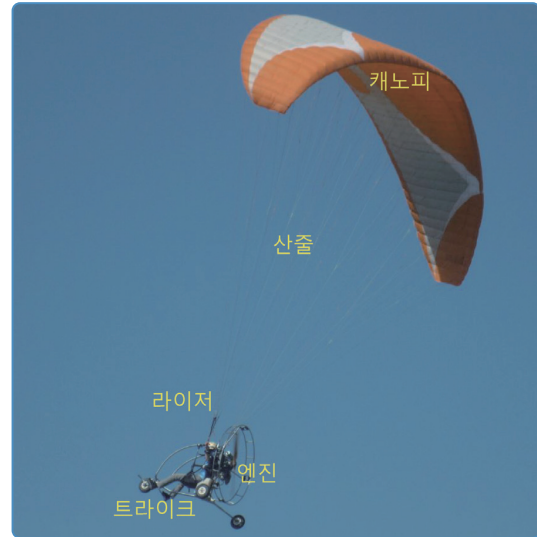
장갑은 스로틀 레버(Throttle Lever)를 당길 때 불편하므로 손에 밀착 되어 착용감이 좋은 가죽장갑을 사용한다.

- 비행화(Flying Shoes) : 동력패러글라이더 조종자는 이착륙 시 뛰어야 하므로 비행화는 발목을 잘 보호 할 수 있어야 하고, 착륙 시 충격을 완화할 수 있는 바닥에 완충재가 들어간 것을 사용한다.
- 비행복(Flying Suit) : 비행 시 고도가 올라감에 따라 주변대기온도가 내려가게 되며, 비행을 하면 바람을 계속 받아야 하므로 체감온도는 더욱더 내려가게 되므로 조종자의 체온유지를 위하여 보온 및 방한이 되는 비행복이 필요하게 된다. 비행복은 가능하면 상하위 일치형에 방수 및 방풍이 잘되며, 보온성이 좋아야한다.

- 예비낙하산 : 예비낙하산은 비행 중 극심한 난기류에 의하거나 캐노피 함몰로 인한 기능마비로 인하여 더 이상 정상적인 비행이 어려울 때 안전하게 착륙하기 위한 비상용 낙하산이다.

4.6.3 PPC(Powered ParaChute, 착륙장치 있는 동력패러글라이더)의 구조와 기능

PPC동력패러글라이더는 낙하산류에 엔진과 착륙장치를 연결하여 비행하는 것으로, 조종사가 탈 수 있는 좌석을 갖는 트라이크(trike)에 캐노피(canopy)가 결합된 초경량비행장치의 한 종류이다.



[그림 4-53] 구조 및 명칭

PPC동력패러글라이더의 대지속도는 40~60km/h정도이고, 운항고도는 일반적으로 500~1,500ft이나, 국내에서는 AGL(Above Ground Level) 500ft 아래에서 비행하여야 하며, 그 이상으로 비행하려면 비행승인을 받아야 한다.



[그림 4-54] PPC동력패러글라이더의 트라이크(trike)

4.6.4 동체

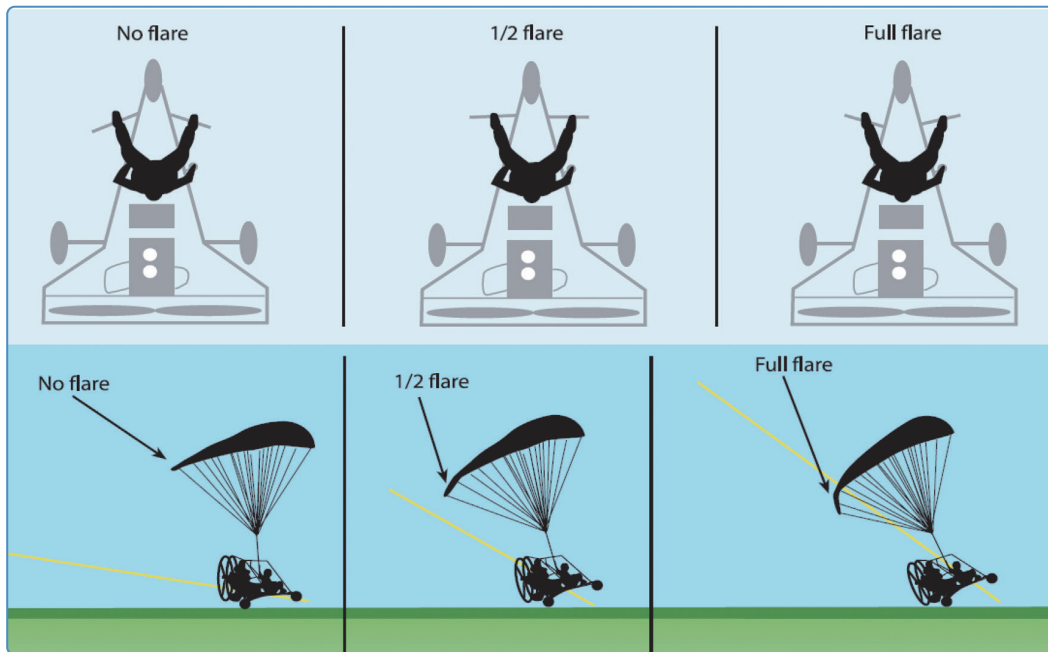
동체는 PPC동력패러글라이더의 추력을 만들어내는 엔진을 부착하고 있으며, 조종사의 편안한 조종을 위한 조종석, 이착륙에 사용되는 바퀴형 착륙장치, 캐노피와 연결되는 라이저 연결부 등이 있는 트라이크(trike)이다. 트라이크의 소재는 항공용 두랄루민 합금강과 강화 프라스틱으로 제작되며, 엔진을 장착 및 분리할 수 있다. PPC동력패러글라이더에 사용되는 엔진은 가볍고 출력이 좋은 2행정(Cycle)엔진을 주로 사용하고 있으나, 연료소모량이 많아 4행정(Cycle)엔진을 사용하기도 한다. 트라이크의 삼각형 형태 3개의 바퀴는 전륜형 착륙 장치(Nose Gear Type) 형태로 장소와 계절에 맞게 탈부착이 가

능하며(백사장 용, 설상용, 수상용 등), 또한 바퀴와 삼각형의 바가 충격을 흡수하고 완화시켜 조종사를 보호한다.

스티어링 바(Steering Bar)는 노즈 휠(Nose wheel)의 바로 뒤에 위치하고 항공기의 각 측면에 장착되어 있으며, 조종사가 발 압력을 가하면 앞뒤로 움직이고, 브레이크(Brake) 라인에 연결된 캐노피 끝단(trailing edge)의 형상이 변하게 된다. 착륙할 경우 스티어링 바를 동시에 앞으로 밀게 되면 캐노피의 끝단(trailing edge)은 비행기의 플랩과 같은 역할을 하게 된다.

4.6.5 조종 특성

동력패러글라이더는 조종을 하기 위한 방법으



[그림 4-55] 스티어링 바(Steering Bar)작동과 캐노피의 변화

로 2가지 주요 수단을 가지고 있다. 하나는 상승률에 영향을 주는 엔진 출력이고, 다른 하나는 방향을 조절하는 캐노피 끝단의 편향도(deflection of trailing edges of the parachute)이다.

동력패러글라이더의 엔진정지 시 활공비(power-off glide ratio)는 3 : 1 내지 8 : 1 정도이다. 이 활공비는 캐노피의 크기와 모양, 그리고 캐노피가 운반하고 있는 무게에 의하여 영향을 받는다. 이러한 활공비로 인하여, 엔진정지 시 조종자가 적합한 착륙 지역이 활공 범위 안에 있다면, 매우 안전하게 착륙할 수 있다. 동력패러글라이더는 이착륙을 위하여 반드시 비행장/이착륙장을 필요로 하지는 않으며, 저속 비행성이 좋다. 동력패러글라이더는 이착륙 거리가 짧고, 동력에 의한 추진력으로 양력이 발생하므로 약간의 평지만 있다면 고도에 관계없이 어디서든지 이착륙이 가능한 특징이 있다.

PPC동력패러글라이더의 이륙방법은 다음과 같다.

- ① 정풍을 향하여 트라이크(trike)를 정렬한다.
- ② 캐노피를 펴고 라이저를 트라이크(trike)에 장착한다.
- ③ A라이저를 트라이크(trike)의 좌우측 수직봉에 건다.
- ④ 엔진 속도를 올리면 프로펠러의 바람에 의해 자동으로 캐노피가 세워지며 A라이저가 수직봉에서 빠지면서 자동으로 이륙 준비 상태로 들어간다.

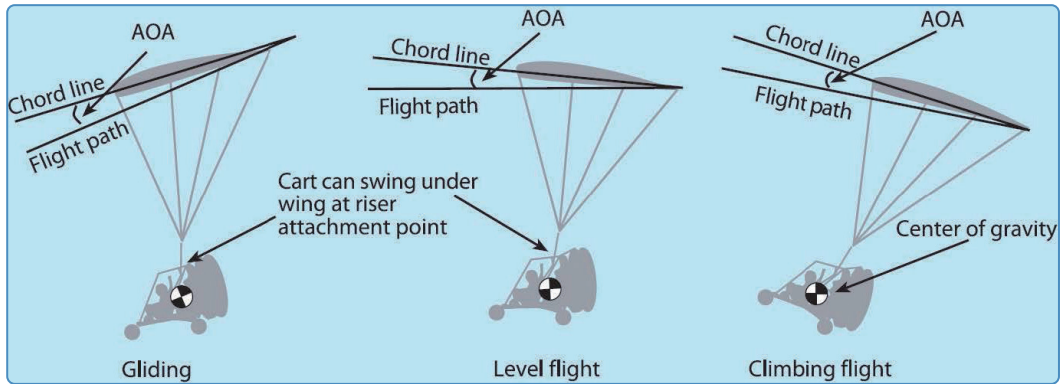
⑤ 발로 트라이크(trike)를 정면으로 향하게 조정하면서 엔진을 속도를 올리면 바로 트라이크(trike)가 들리며 이륙된다.

동력패러글라이더는 상승과 동시에 트라이크(trike) 또는 하네스의 무게중심(CG)이 캐노피보다 전방으로 이동되고, 감속 시에는 뒤로 이동하게 된다. 또한 상대풍(relative wind)의 변화가 클 경우에도 트라이크(trike) 또는 하네스의 무게중심(CG)이 움직여 동력패러글라이더는 시계추처럼 진자 운동(Pendular Action)을 유발하게 된다. 이러한 진자 운동은 날개의 안전성으로 인하여 시간이 지남에 따라 감쇄된다.

PPC동력패러글라이더는 PPG동력패러글라이더의 조종방법과 동일하나 방향전환 시 회전 반경이 PPG동력패러글라이더에 비해 크고, 슬립 현상이 발생한다.

캐노피의 실속(Stall)은 받음각(Angle of Attack)이 커지고 항력(Drag)이 증가 될 때 작용하는 힘이 중력뿐일 때 일어난다. 캐노피의 조종줄을 당기면 초기에는 브레이크(Brake) 라인이 비행기의 플랩과 같은 역할을 하여 양력이 증가하나, 계속해서 당기면 오히려 양력이 감소되고 항력이 더 커지며 브레이크 (Brake) 효과를 발휘하면서 순간 실속상태 (Deep Stall)로 들어갔다 가 완전실속(Full Stall)으로 상황이 바뀐다.

동력패러글라이더는 캐노피 받음각이 커지더라도 엔진 추력이 강하면 양력이 감소되지 않아 실속이 일어나지 않는다.



[그림 4-56] 비행자세에 따른 받음각 및 무게중심 위치 변화

4.6.6 동력패러글라이더 비행 전 안전성 점검

○ 동력패러글라이더 비행 전 주요 세부점검 내용들은 다음과 같다.

- 프레임 또는 트라이크의 손상여부 및 장착상태 등이 이상이 없는지 확인
- 하네스의 장착상태 및 잠금상태 등이 이상이 없는지 확인
- 주구조재(Main structure) 부식 (Corrosion)이 없는지 확인
- 착륙장치의 연결상태는 양호한지 확인
- 조종장치 및 날개부와 동력부의 연결상태가 양호한지 확인
- 조종케이블, 로드 등이 제대로 조절되어 장착되어 있는지 확인
- 라이저(산줄)의 꼬임 및 손상여부, 장착상태가 양호한지 확인
- 캐노피 날개(천, Sail)의 강도 및 익형의 안전성은 이상이 없는지 확인
- 하네스 연결부분의 상태는 양호한지 확인

- 연료관에 마찰, 마모, 누설, 고정상태는 이상이 없는지 확인
- 연료탱크 및 필터에 물이나 기타 불순물 등 이상이 없는지 확인
- 연료 주입구 뚜껑(Cap)이 안전하게 잠겼는지 확인
- 오일의 상태는 양호한지 확인
- 기화기 플로터 챔버 내부를 점검하여 이상이 없는지 확인
- 점화 케이블의 상태는 양호한지 확인
- 엔진 장착 마운트와 부상 등은 양호한지 확인
- 오일쿨러에서 누설 등 상태가 양호한지 확인
- 기어박스에서 오일누설은 없는지 확인
- 엔진 카울링의 상태(장착고정)와 균열 등 이상이 없는지 확인
- 프로펠러 균열, 손상 또는 나무나 복합소재인 경우 들뜨거나(Delamination) 변형(Deformation)된 부분이 없는지 확인

- 프로펠러 장착판의 상태는 양호한지 확인
- 연료는 비행하기에 적절한 용량인지 확인

4.7 유인자유기구

4.7.1 유인자유기구 개요

주변의 공기보다 가벼운 기체가 뜨는 부력을 이용한 비행장치는 기구류와 비행선 등이 있다. 자체 추진력을 갖지 않아 바람에 의해 구름처럼 흘러가는 자유기구는 구피(球皮) 또는 기낭(氣囊)에 더운 공기를 채워 떠오르게 하는 “열기구”와 공기보다 가벼운 기체(헬륨, 수소 등)를 담은 “가스기구”, 구피와 기낭을 같이 사용하는 “복합형 기구” 등이 있다. 초경량비행장치 기술기준에서 유인자유기구 와 관련하여 사용되는 용어들의 정의는 다음과 같다.

- “가스기구(captive gas balloon)”란 공기보다도 가벼운 기낭 내의 부양 가스에 의해 부력을 얻는 장치를 말한다.
- “열기구(hot air balloon)”란 가열된 공기로부터 부력을 얻는 장치를 말한다.
- “구피(envelope)”란 부력을 발생하는 물질을 가둘 수 있는 용기를 말한다.
- “바스켓(basket)”이란 기구의 구피(envelope) 아래에 매달린 탑승용기를 말한다.
- “곤돌라(Gondola)”란 승무원, 승객, 화물, 장비 또는 추진계통을 운반하기 위한 것으로서 구조물 또는 기낭에 매달려 있거나 부착되어 있는 구조물을 말한다.

로서 구조물 또는 기낭에 매달려 있거나 부착되어 있는 구조물을 말한다.

- “보조기낭(Ballonet)”이란 가스 체적의 변화를 보상하기 위해 기낭 내에 포함되어 있는 유연하고 접을 수 있는 공기낭을 말하며, 기낭의 내부 압력을 유지한다.
- “결박 시스템(Mooring system)”은 적용 가능한 결박 형식(예, 높은 또는 낮은 결박류)으로부터 발생하는 힘에 의해 영향을 받는 모든 구성품을 포함한다.
- “계류비행(Tethered flight)”은 자유기구를 임시로 억제하여 단일 위치에서 떠 있는 것을 말한다.
- “발진 억제(Launch restraint)”는 자유비행을 개시할 목적으로 자유기구를 임시로 억제하는 것을 말한다.

4.7.1.1 구조에 따른 자유기구류 형식

- 가스자유기구(AA type)
 - 일반적으로 애드벌룬(Adballon) 형식의 가스기구(Gas Balloon)를 말한다. 가스기구는 벨러스트(Ballast)로 모래주머니 또는 물주머니를 내려서 비행하는 기구이며, 둥그런 구피를 그물에 싸고 로드 링을 사이에 두고 곤돌라와 연결되어 있었지만, 재질 발달로 구피로부터 직접 로드 링에 접속하고, 천정부에는 가스 배출구가 설치된다.
 - 가스기구에 사용되는 가스는 수소나 헬

륨이 대부분이며, 수소는 가연성으로 사용이 한때 자제 되어, 주로 헬륨이 사용된다. 그러나 운용자들이 수소의 위험성에 대한 풍부한 지식 축적으로 수소가 다시 사용되고 있는 추세이다. 일반적으로 가스 기구는 밸러스트(Ballast)를 모두 사용 하여 소진하기 전에 착륙하여야 한다.

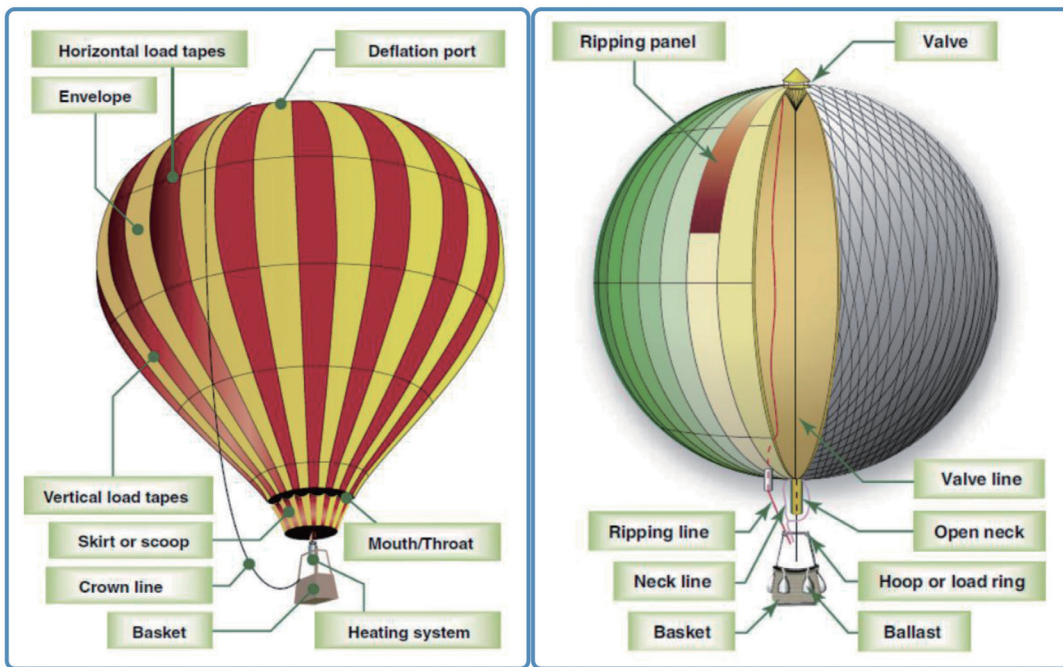
○ 자유열기구(AX type)

- 일반적으로 자유기구라 하면 열기구(Hot Air Balloon)를 말한다. 구피(Envelope)에 더운 공기를 보내기 위한 연소장치인 버너(Burner)에 사용되는 연료는 일반적으로 가스통에 담아 사용할 수 있는 프로판 또는 부탄이 사용된다. 가스기구는 밸

러스트가 다 없어지기 전에 착륙하여야 하지만, 열기구는 연료가 고갈되기 전에 비행을 종료해야 한다. 열기구는 초기에 둥근 공 모양이었으나 동물, 자동차, 캐릭터 등 자신이 원하는 형태의 특별한 모양의 기구도 많이 제작된다.

○ 복합형자유기구(AM type)

- 가스기구와 열기구의 특성을 조합한 자유기구를 말하며, “로제 기구(Rozier Balloon)”라고 부르기도 한다. 로제 (Rozier)는 몽골피에의 열기구와 샤를의 수소기구를 조합시키면 더 효율이 좋은 기구가 가능하다고 생각하여, 열기구의 구피 내부에 수소 기낭을 결합하여 비행을 하였으며, 열에 의한 수소의 발화로 세계



[그림 4-57] (좌)열기구와 (우)가스기구의 구조 및 명칭

최초의 항공사고의 희생자가 되었다. 영국의 돈 카메론은 로제의 아이디어를 착안하여, 수소가 아닌 헬륨으로 로제의 기구를 제작하여 대서양 횡단에 성공하기도 하였다.

- 복합형 기구는 열기구와 가스기구의 장점만을 조합해 만들어진 기구이다. 일정량의 부력은 내부의 가스기구에서 얻고, 나머지 부력은 열기구의 버너가 조절해주는 형식의 기구로서, 장시간 비행에 사용된다.

4.7.2 열기구(Hot Air Ballon)

4.7.2.1 열기구(Hot Air Ballon) 구성

열기구는 커다란 공기주머니(구피)의 아래 부분이 뚫려 있어 버너를 사용하여 주변보다 뜨거운 공기를 만들어 구피에 담아 공기밀도 차에 의한 부력을 이용하여 하늘로 떠오른다. 열기구는 일반적으로 둥그런 형태가 주류를 이루지만 여러 가지 형태의 특이한 모양의 기구도 많다. 열기구의 구조는 풍선모양의 구피(Envelope), 연소장치인 버너(Burner, Heating System), 탑승실인 바스켓(Basket) 등으로 분류할 수 있다.

4.7.2.1.1 구피(Envelope)

구피는 열기구의 부력을 생성하게 되는 가장 중요한 부분으로 원형 풍선형태로 강도가 높은 나일론과 테드론 등의 천을 봉합하여 만들어지

며, 높은 온도와 태양열로 인한 손상을 방지하기 위해 표면에 폴리우레탄이나 실리콘으로 코팅처리 한다. 나일론과 테드론 부분은 강도가 강하고 가벼운 소재이며, 버너에 인접한 부분 (스커트(skirt) 또는 스쿠프(scoop))은 화재에 대한 안전을 고려하여 노맥스(Nomax)라는 섬유를 사용하는데, 이 섬유는 소방복 등을 만드는데 널리 쓰이는 섬유로서 화염에 강하다. 구피는 제작사마다 다양한 형태를 가지고 있으며, 일반적으로 로드테이프(Load tape)의 간격과 고어(Gore)의 수에 따라 구별하기도 한다. 고어(Gore)란 두 인접한 수직의 로드테이프 사이의 한 부분을 말한다.



[그림 4-58] 구피 강도 측정

4.7.2.1.2 로드테이프(Load Tape)

로드테이프(Load Tape)는 열기구 전체의 하중을 지지하고 열기구의 등뼈와 같은 역할을 하는 테이프 형식의 두꺼운 천이다. 수직방향의 로드테이프는 ‘클라운 라인’(뜨거운 공기 팽창 배출, 이륙이나 착륙 시에 사용)이라고 부르는 로프가 달려 있는 클라운 링이라는 금속 고리에 의해 구피 상단에 고정되어 있다.



[그림 4-59] 열기구의 크라운 링과 파라슈트

4.7.2.1.3 스커트(Skirt)와 스쿠프(Scoop)

스커트(Skirt)와 스쿠프(Scoop)는 열기구 구피 하단 입구에 추가적으로 장착하는 부품으로 화염에 강한 재질(Nomax)로 만든다. 스커트는 한쪽방향의 바람을 막아주는 형식이며, 스쿠프(Scoop)는 하단 전체를 감싸주는 형식이다. 스커트(Skirt)와 스쿠프(Scoop)는 버너의 화염이 바람에 의해 흩어지는 것을 보호하고, 데워진 공기가 구피 안으로 효율적으로 주입될 수 있도록 하는 장치이다.



[그림 4-60] 스커트(Skirt)

4.7.2.1.4 립 밸브(Rip Valve 또는 Deflation port)

립 밸브는 열기구의 수직이동과 조종에서 매우 중요한 역할을 한다. 구피의 천정 부분에는 커다란 구멍이 있으며, 내부에는 그 구멍을 막거나 열게 하는 기능을 갖는 둥그런 낙하산 모 양의 립

패널(Rip Panel)이 설치되어 있다. 립 패널(Rip Panel)은 기구가 팽창하고 있을 때에는 내부 압력으로 인해 천정부분을 빈틈없이 막게 되지만, 조종자가 급강하 하거나 착륙할 때에는 립 패널과 연결되어 있는 립 라인(Rip Line)을 당기면 립 밸브(Rip Valve)가 열려 구피 내의 뜨거운 공기를 빨리 밖으로 내보낼 수 있도록 열려지게 된다.

립 밸브는 구피 내의 압력으로 인하여 정상적으로 작동 시 압력에 의하여 자동으로 닫힌다. 립 라인(Rip Line) 로프를 당기면 구피 상단과 립 패널(Rip Panel) 사이에 틈이 생겨 그 틈으로 뜨거운 공기가 배출되어 구피내부의 공기 밀도가 높아져 강하하게 된다.

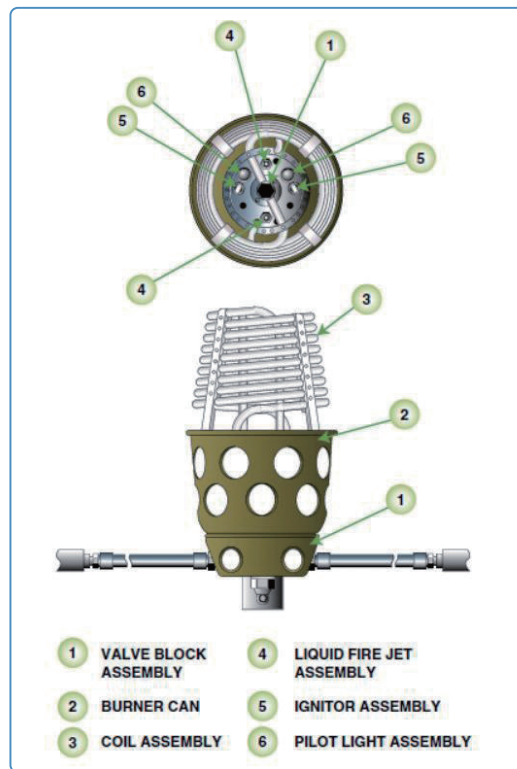
구피 내부 공기의 배출방식에 따라 사이드 벤트 형식(side vent type)과 둥그런 낙하산 형식이 있으며, 일반적으로 둥그런 낙하산 형식이 사용되고 있다. 또한 상업용으로 사용되는 열기구의 경우 수직축(vertical axis)을 기준으로 회전할 수 있는 기능을 지닌 회전방출 (turning vents)를 장착한 기구들도 있다.



[그림 4-61] 립 패널

4.7.2.1.5 버너(Burner)

버너(Burner)는 버너코일을 통해 액체 프로판 가스를 기화시켜 강력한 불꽃을 만들어 내도록 되어 있으며, 버너에는 파일럿(Pilot)불꽃, 메인(Main)불꽃, 사일런스(silence)불꽃 등이 있다. 파일럿 불꽃은 메인이나 사일런스 불꽃의 사용을 위한 불꽃심지라 할 수 있으며, 메인이나 사일런스 불꽃은 구피 내부 공기를 데우기 위해 사용된다. 메인은 연료실린더의 액체 프로판(liquid propane)을 코일을 통해 기화시키면서 연소하는 방법이고, 사일런스는 연료실린더의 액체를 바로 뽑아 연소하는 방법으로 메인의 연소방법보다 훨씬 소음이 적다.



[그림 4-62] Heater System 버너

4.7.2.1.6 바스켓(Basket)

바스켓(Basket)은 사람과 장비를 탑재할 수 있는 공간으로 열기구의 경우 일반적으로 등나무로 짜서 만들고 와이어를 넣어 보강한다. 구조적인 힘은 바스켓 주위를 둘러싼 스테인레스 스틸(stainless steel) 와이어에 의해 지탱된다.

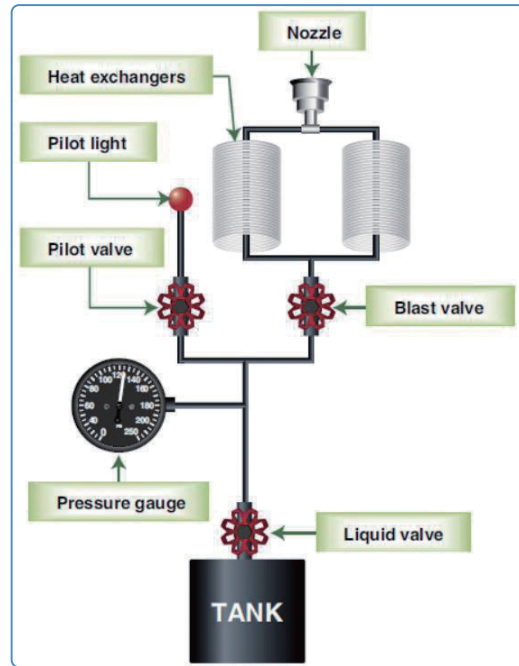
바스켓 안에는 조종자와 탑승자가 타며 온도계, 고도계, 소화기, 망원경, 연료통 등 열기구 비행에 필요한 용품을 싣는다.

4.7.2.1.7 연료탱크 (Fuel Tanks)

열기구의 연료공급 시스템은 버너의 연소가스를 제공하는 시스템을 말하며 연료탱크(가스통)와 연결 라인으로 구성되어 있다.

가스통은 처음에는 부식과 중량을 고려하여 알루미늄으로 제작되었으나, 부식으로 인하여 버너의 노즐이 막히는 현상이 발생하여 스테인레스 스틸 제품을 선호한다.

가스통은 크기에 따라 20리터, 40리터, 60리터 또는 각 제작회사마다의 고유한 크기로 제작된다. 가스통의 내부 구조나 기능은 모두 비슷하다. 내용물은 가정에서 사용하고 있는 것과 마찬가지로 프로판 가스이다. 보통 20kg~30kg의 가스가 들어있는 것을 사용하며, 3~4인용 기구로 20~40분정도 비행할 수 있다.



[그림 4-63] 열기구의 연료공급 시스템

4.7.2.1.8 기타 계기 및 장비

열기구 비행은 최소한 고도계, 승강계, 구피 온도계를 필요로 하며, 지상연락용 무전기, 지도, 비상시 불을 붙일 수 있는 도구(라이터), 소화기, 장갑, 지상투척선(drop lines), 헬멧(helmet) 등이 있다. 또한 열기구를 처음 세울 때 구피 안으로 바람을 집어넣기 위한 송풍기(Inflation Fan)가 필요하다.

4.7.2.2 열기구 운영

열기구의 이륙에는 최소한 열기구를 펼칠 수 있는 공간이 있어야 하며, 주위에 전선과 높은 건물 등의 장애물이 있는지 없는지 확인하여야 한다. 기구가 부양하게 되면 구피 크기, 풍향에 주의하고 주위의 건물이나 기체 자체가 손상되

지 않도록 하여야 한다.

열기구에는 바람의 영향을 많이 받으므로 기구 비행에 가장 적절한 때는 지역날씨에 따라 해 뜨기 시작해서 2~3시간이며, 다음의 최적시간은 해지기 전 2시간 정도이다. 온난상승기류가 시작되기 전에 아침 비행을 끝내야 하며, 저녁 비행은 온난상승기류가 잠잠해질 때부터 시작에서 해지기 전까지이다.

바람의 풍속은 3~4m 이하가 적당하며, 시계 비행(VFR, visual flight rules)을 하여야 하므로 시정(visibility)이 나쁜 경우에는 비행할 수 없다.

열기구를 운용하다보면 버너 불꽃의 방향이 잘못되거나, 바람에 의해 불꽃이 구피를 손상 시키는 경우가 있고 구피의 폴리우레탄이나 실리콘 코팅이 손상되어 공기투과율계기의 시간이 적게 나오는 경우가 있다. 이런 경우 구피 강도상의 문제가 될 수 있으므로 운용자의 세심한 주의가 필요하다.



[그림 4-64] 화염에 의한 구피 손상

4.7.2.2.1 구피의 연결과 점검

바스켓을 옆으로 눕혀 구피의 와이어와 바스켓을 카라비너(Karabiner)로 연결한다. 강풍에 구피 부분이 날아가지 않도록 구피는 바스켓과 연결 작업이 끝날 때까지 최소로 필요한 만큼만 구피자루에서 꺼낸다.

연결한 뒤 구피를 모두 꺼내 차가운 공기를 불어 넣는다. 그리고 찢어지거나 손상된 부분이 없는지, 와이어는 꼬이지 않고 차례대로 연결되어 있는지를 구피가 조금 팽창하였을 때 점검한다.

구피점검이 끝나면 송풍기(Inflation Fan)로 구피 내부로 공기를 들여보내 어느 정도 구피가 커질 때까지 공기를 넣는다. 구피가 충분히 팽창하면 천정부분은 구피안의 압력으로 달라붙지만 그 전까지 압력이 모자라기 때문에 강제로 붙여 놓아야 한다.

기구가 어느 정도 부풀어 형상을 이루면 버너를 점화 한다. 버너 가까이 있는 구피 부분에 버너의 불이 닿지 않도록 주의하면서 열기를 넣어야 한다.



[그림 4-65] 카라비너(Karabiner)

4.7.2.2.2 크라운 라인 당김

버너를 점화하기 직전부터 구피의 천정 부분에 대기하고 있는 사람은 크라운 라인을 잡아 당긴다. 더운 공기는 위로 올라가려고 하기 때문에 공기를 들여보낸 상태에서 구피는 모양이 뻐뿔어져 제대로 된 형상으로 부풀어 오르지 않는다. 이러한 현상을 막기 위해 어느 정도 균등하게 따뜻한 공기를 들여보낼 때까지 위로 올라가려고 하는 공기를 천정부부에 연결되어 있는 크라운 라인으로 당겨야 한다. 구피가 80% 정도 부풀어 올랐을 때 크라운 라인을 당기고 있는 사람은 천천히 힘을 풀어 준다. 바스켓이 떠오르지 않도록 주의하면서 천천히 구피를 일으켜 세울 수 있도록 주위에 있는 사람들도 누르고 있던 힘을 서서히 줄인다.

구피와 함께 바스켓이 일어서면 바스켓을 눌러 떠오르지 않게 한다. 팀원들은 서로의 움직임과 구피의 움직임을 확인하면서 호흡을 맞춰 행동하는 것이 중요하다.

기구가 똑바로 서면 비행할 사람은 바스켓에 탑승한다. 약간 부력이 붙은 기구를 안정시킨다는 의미에서도 빠르게 탑승하도록 한다. 지상에 남은 사람은 바스켓을 손으로 누른다.

4.7.2.2.3 이륙(Take off)

이륙하기 전에 립 패널이 정상적으로 작동하는지 확인한다. 버너를 피우고 부력을 높이면 기구는 상승하게 된다. 이때 바람이 불어가는 방향에 장애물이 없는지 확인한다. 이륙 시 비행시간을

확인하여 연료 보유량과 비교하여 비행시간을 계산한다.

상공에서 수행하는 기구의 기본적인 조작은 버너를 피웠다가 끄는 것을 반복하는 것이다. 상승하고 싶으면 오래 피우고 하강하고 싶으면 버너를 끄면 된다. 이 상하 운동으로 자신이 가고자 하는 방향의 바람을 제대로 잡으면서 비행하게 되는 것이다.

열기구는 비행기나 다른 비행체와는 달리 추진력을 지니고 있지 않기 때문에 일단 이륙한 다음에는 바람에 의존하게 된다. 바람과 함께 움직이거나 흘러가기 때문에 바스켓 속에서는 거의 바람을 느끼지 못한다.

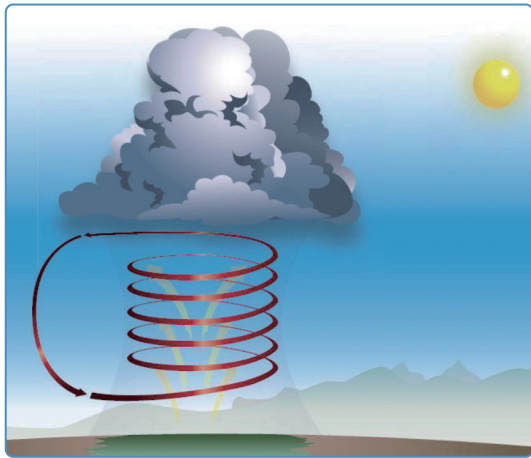
바람 따라 열기구가 흘러가기 때문에 조종사는 고도를 조정하여 방향을 찾아간다. 고도마다 바람방향이 다르므로 조종사는 고도별 바람 방향을 파악하여 가고자 하는 방향으로 열기구를 조종하여 비행을 한다.

4.7.2.2.4 상승온난기류(Thermal, 열기포)에서의 비행

상승온난기류(Thermal, 열기포)는 열기구에 매우 무서운 존재이다. 열기구는 상승과 하강을 반복하면서 비행하게 되는데 상승온난기류(Thermal, 열기포)에 휘말리게 되면 조종이 불가능해진다. 일단 상승 온난 기류에 들어가면 벗어나기가 매우 힘들어 상공에서 계속 돌기만 하기 때문에 어느 방향으로든 빠져 나갈 수 없게 된다. 이륙 전에 상승온난기류 (Thermal, 열기

포)가 발생하리라 예상되면 미련 없이 비행을 중단 하여야 한다. 또한 비행 중에 상승온난기류가 발생하면 가능한 한 빨리 착륙하여야 한다.

만약 상승온난기류(Thermal, 열기포)에 휘말렸다면 상승온난기류 때문에 위로 상승하고 있는 도중이라도 버너는 피워 두어야 한다. 구피내의 온도가 내려가고 있을 때에 상승기류에서 벗어나 바깥의 하강기류를 타게 되면 갑자기 떨어질 위험이 있기 때문이다.



[그림 4-66] 상승온난기류(Thermal, 열기포)

4.7.2.2.5 체이스(Chase/추적)

기구가 이륙하여 비행하면서 착륙할 때까지 지상요원들은 조종자와 통화를 하면서 지속적으로 차량을 이용하여 추적을 하여야 한다. 추적은 언제나 기구 바로 아래 또는 진행방향 조금 앞쪽에 위치하게 한다.

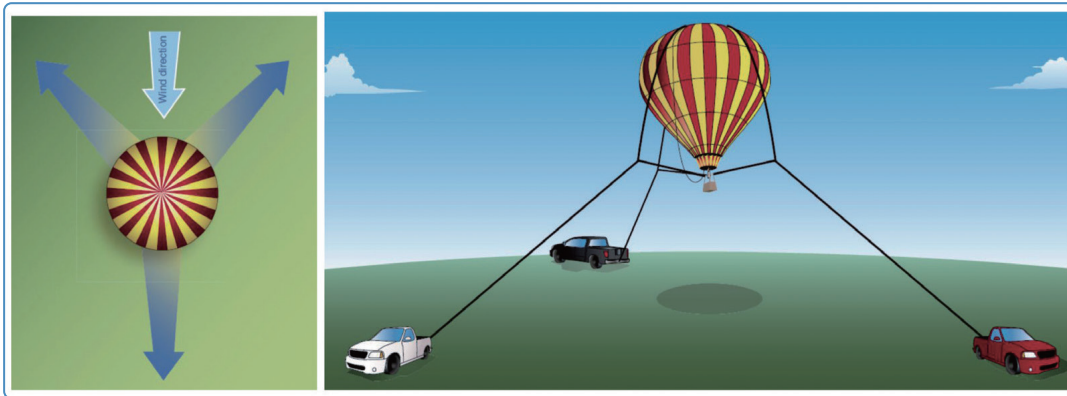
4.7.2.2.6 착륙(Landing)

목적지가 가까워지면 착륙자세로 들어간다. 착륙 포인트는 기구의 진행방향 즉 바람이 부는 방향에 장애물이 없는 넓은 지역을 택한다. 버너를 On/OFF하는 간격을 넓혀 구피 안의 온도를 조금씩 낮추다 지면이 가까워지면 립 라인을 당겨 립 패널을 열어 착륙시킨다. 착륙을 위하여 열기구의 방향 조작에 사용하는 회전방출코드(Turning vent cords)의 경우, 좌측 선회에 대한 조종사에 의해 조작되는 코드는 검정색, 우측 선회에 사용될 코드의 부분은 녹색으로 되어 있다.

4.7.2.2.7 계류상태 운영(Tethered operation)

계류상태 운영(Tethered operation)은 풍속이 10노트를 넘지 않을 시에만 수행하여야 한다. 계류 고정 장치의 목적은 지상과 공중에 있는 모든 사람들과, 기구 및 주변의 구조물 등을 강풍 등으로 의한 예기치 못한 사고로부터 보호하기 위함이다.

안전한 계류 고정 장치 설치의 기구를 정상 꼭지점으로 하여 낮고 넓은 피라미드 형태로 지면의 3지점으로부터 줄을 연결시키는 것이다. 바람이 강 할수록 낮게 설치하는 것이 좋다. 3개의 줄로 고정해야지 최대한의 안정된 상태를 얻을 수 있으며 될 수 있으며, 하나의 고정줄을 바람 부는 방향에 설치하며, 다른 두 줄은 좌우 120도씩 벌어지게 설치한다.



[그림 4-67] 계류상태 운영(Tethered operation)

4.7.2.2.8 구피 함몰

기구가 서있는 상태에서 립 패널을 열어 따뜻한 공기를 내보내면서 크라운 로프를 당겨 구피를 넘어뜨린다. 이때 뜨거운 버너위로 쓰러지는 것을 피해야 한다. 구피를 눌러 공기가 완전히 빠지면 바스켓에서 구피를 분리하여 접는다. 구피를 접을 때 구피가 손상되지 않도록 지면의 상태도 확인하여야 한다.

4.7.3 가스기구(Gas Ballon)

가스기구는 큰 애드벌룬(Adballon)에 바스켓을 매달은 형태의 기구이다. 공기보다 가벼운 헬륨 또는 수소가스의 부력을 이용하여 양력을 얻게 된다.

가스기구의 종류에 따라 상승/하강 방식에 많은 차이가 있다. 애드벌룬형태의 단순가스기구는 구피(Envelope) 자체가 헬륨기낭 또는 수소기낭으로 압력 및 온도에 따라 외피형태의 차이가 있을 수 있다.

가스기구가 상승 할 경우에는 바스켓의 무게를 줄이는 방식으로 밸러스트(Ballast)로 사용 되는 모래주머니 또는 바스켓 안의 물건 등을 조정하기도 하며, 또한 구피내부의 공기낭과 헬륨기낭의 압력을 조정하기도 한다. 강하할 경우 내부의 헬륨가스 배출 등의 방법이 있지만, 공기낭과 헬륨기낭의 압력조절로서 고도를 조절할 수 있다.

자유비행을 하게 되는 경우, 열기구 운영방식과 동일하게, 지상 요원들은 조종자와 통화를 하면서 지속적으로 차량을 이용하여 추적을 하여야 한다.

4.7.4 기구류 비행 전 안전성 점검

- 기구류 비행 전 점검에서 구피(Envelopes), 탑승 설비(Basket/Gondola), 연료 용기(Fuel, Cylinder), 부력 가스(Lifting gas), 가열기(Burner) 등 주요 세부점검 내용들은 다음과 같다.

- 구피 및 보조기낭(Ballonet)에 파열된 곳

- 은 없는지 확인
- 로드 테이프(Load tape)의 손상, 마모는 없는지 확인
- 구피내의 온도를 알기 위한 구피온도계 또는 온도 휴즈는 적정한지 확인
- 구피, 가열기, 탑승설비 접속부에 열에 의한 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 구피외면 그물(Net)의 손상된 부분이 없는지 확인
- 구피외면 그물(Net)이 적절하게 연결되어 있는지 확인
- 버너는 정확하게 점화되고 연소, 작동되는지 확인
- 코일 등 금속부의 파손이나 부식 깨짐은 없는지 확인
- 호스의 손상은 없는지 확인
- 각 밸브의 작동은 원활한지 확인
- 노즐의 막힘과 손상부분은 없는지 확인
- 신속, 확실하게 소화되고 재점화 할 수 있는지 확인
- 연료 압력계기는 정확하게 작동하는지 확인
- 탑승설비(Basket / Gondola)의 외형에 손상은 없는지 확인
- 와이어의 손상은 없는지 확인
- 탑승설비 바닥의 손상, 변형은 없는지 확인
- 버너 및 연결 구조물(rod, wire 등)의 휘어짐이나 손상은 없는지 확인
- 연료용기 고정 벨트(belt)는 적절하고 손상이 없는지 확인
- 연료용기 본체에 파손이나 부식은 없는지 확인
- 연료량을 측정하고 표시하는 계기장치가 부착되고 정확하게 작동하는지 확인
- 방출장치(Parachute valve, Gas valve 등)의 개폐는 잘 되는지 확인
- 각 밸브 작동 케이블은 얽히지 않고 열에 의한 손상이 없는지 확인
- 밸러스트를 장착한 경우 투하 시에 지상에 위험을 주지 않는 재료인지 확인
- 계류식으로 운용될 경우 필요한 지상연결 장비(Mooring rope, Retrieval cable, Winch 등)가 정확하게 연결되어 있는지 확인
- 수상을 비행하는 경우, 구명장비(조끼)를 구비하고 있는지 확인
- 추적팀과 운항팀의 교신장비 상태는 양호한지 확인

제5장

유인 무동력 초경량비행장치 운용 및 특성

(주) '제5장 유인 무동력 초경량비행장치 운용 및 특성'부분은 초경량비행장치의 행글라이더, 패러 글라이더, 낙하산류에 해당된다.

5.1 행글라이더

5.1.1 행글라이더 개요

행글라이더는 가벼운 알루미늄합금 또는 복합재 골조에 천을 씌운 활공기로 조립/분해할 수 있으며, 조립 후 사람이 언덕 아래로 달려가면서 양력을 얻어 이륙하고, 두 발로 착륙하기 때문에 인력활공기라고 한다.

행글라이더는 날개를 기준으로 무게중심을 변화시키는 조종사의 기량에 의해 피칭과 롤링만 조종되는 뼈대가 있는 피벗 날개(pivoting wing)로 구성된다. 일반적으로 비행기에서 전형적으로 사용되는 조종면을 사용하지 않고 유연하게 변형되는 날개와 삼각 조종간을 이용하여 자신의 체중을 좌우로 이동함으로써 조종한다.

일반적으로 행글라이더는 조종성에 따라 다음과 같이 5가지 등급 종류로 구분한다.

① 초급기 : 날개가 단엽으로 되어 있고, 크로스바가 노출되어 있으며 조종성이 낮아 안

전하게 비행할 수 있는 행글라이더로 날개 윗면에 킹포스트 지지대가 있다.

② 중급기 : 날개가 이중 세일로 되어있어 크로스바가 이중세일 안에 위치하고 있으며, 이중 세일로 된 부분이 전체 면적의 60%내외인 행글라이더로 조종성이 중간 정도인 기체로 날개 윗면에 킹포스트 지지대 있다.

③ 고급기 : 날개가 이중 세일로 되어있어 크로스바가 밑면 이중세일 안에 위치하고 있으며, 이중 세일로 된 부분이 전체 면적의 80%이상으로 중급기에 비하여 양력이 높아 활공비가 좋은 행글라이더로 날개 윗면에 킹포스트 지지대가 있다.

④ 선수용 : 날개 윗면에 킹포스트 지지대가 없으며, 가로세로비가 큰 행글라이더로 조종성이 높다.

⑤ 리지드 윙 : 국제항공연맹(FAI)의 행글라이더 Class 2에 해당되는 것으로 조종방식이 단순한 체중이동방식이 아니라 체중 이동에 따라 조종면이 움직여 조종하는 방식의 행글라이더이다.

5.1.2 행글라이더 구조

일반적으로 행글라이더 날개프레임의 주요 구성요소는 리딩에지 튜브(Leading Edge Tube), 킬 튜브(Keel Tube), 크로스 튜브 (Cross Tube), 바텐(Battens) 등으로 구성되어 있다.

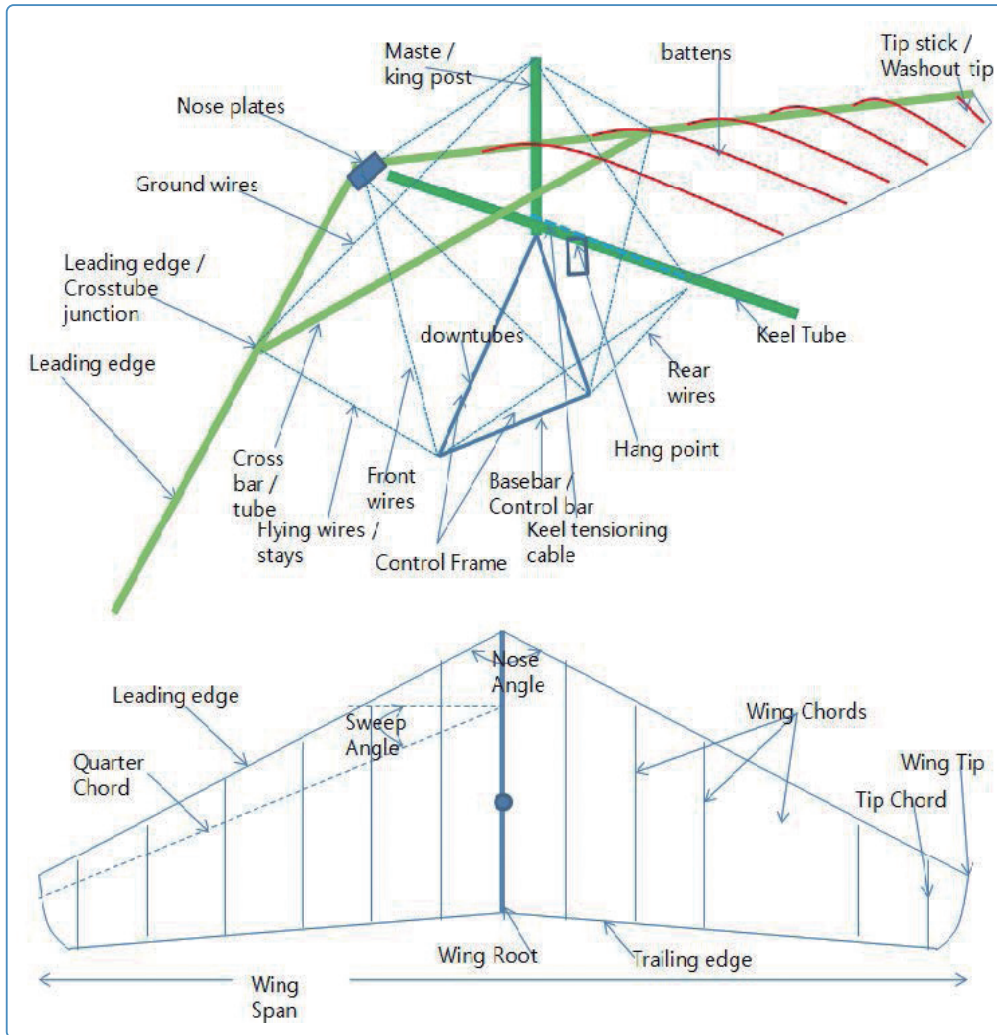
- 리딩에지 튜브(Leading Edge Tube) : 리딩에지 튜브는 날개 진행방향의 전면부에 위치하여 날개의 형상을 유지하고 에어포일의 캠버를 형성시켜 양력을 발생시키는 역할을 한다. 리딩에지는 두 개의 튜브로 되어있고, 코판(Nose Plate)에서 킬 튜브와 연결되어 날개의 형상을 유지하는 역할을 한다. 또한 날개 진행방향의 전면부에 위치하여 바텐(Battens)과 결합하여 날개의 형상을 유지하게 한다. 코판의 각도는 표준형이 90°이고 조종성이 강한 고성능 기종은 개방 형태로 약 120°정도까지이다.
- 바텐(Battens) : 날개의 형상 및 세일의 텐션을 유지하도록 날개의 중간에 삽입되며 (비행기의 리브 역할) 화살 끝 모양의 얇은 튜브로써 보통 좌측과 우측날개에 각각 8~12개 정도로 구성된다. 또한 날개 진행방향의 전면부에 위치한 리딩에지 튜브에 연결되어 날개의 형상을 유지하고 에어포일 (airfoil)의 캠버(camber)를 형성시켜 양력을 발생시키는 역할을 한다.
- 킬 튜브(Keel Tube 또는 Wing Keel) : 날개 중간부분에 위치하며 리딩에지 튜브, 크

로스 튜브와 함께 날개의 주 형상을 유지하고, 중간부분에 조종자가 매달리는 Hang point가 있으며, 또한 조종을 위한 Control Frame도 연결되는 매우 중요한 역할을 하는 단단한 Tube이다.

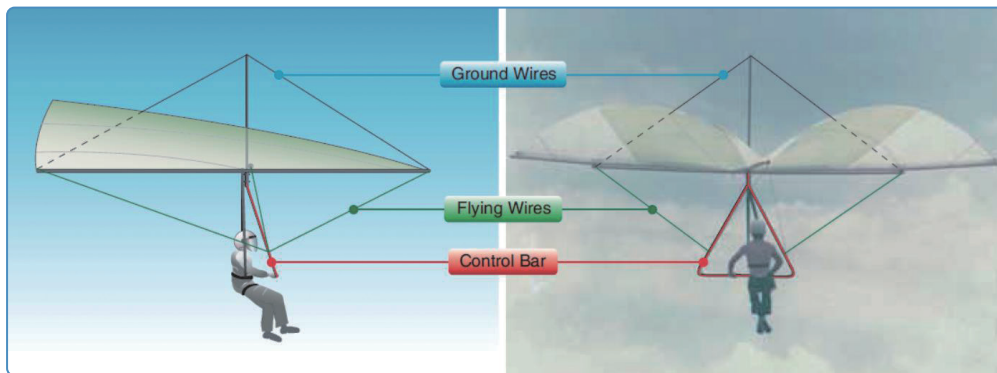
- Control Frame : 삼각형(tripod) A자 형식의 Control Frame은 조종사 앞쪽에 위치하며 Hang point 바로 앞에서 킬 튜브(Keel Tube 또는 Wing Keel)에 체결되어, 조종사의 의지대로 행글라이더의 날개를 좌우상하 이동시켜 원하는 비행을 할 수 있도록 조종하는 막대이다. Control Frame의 삼각형 양측 면은 down-tube라고 하며, 조종자가 손으로 잡는 아래 부분은 Base bar(또는 control bar)라 한다.
- 세일(sail) : 세일은 특수 처리된 내구성이 강한 천으로서 날개의 기본 형태를 유지해주는 리딩에지 튜브와 바텐(Battens)을 둘러싸아 날개 형상을 만들어 준다. 이러한 날개 형태는 날개 전반부에서 후반부로 연결되는 바텐들과 함께 날개 후반부에서 팽팽하게 세일을 당겨 양력이 발생할 수 있는 구조를 형성하게 해준다.

5.1.3 행글라이더 조종자 안전장비

행글라이더 조종자의 안전장비로는 헬멧(Helmet), 장갑(Glove), 비행화(Flying Shoes), 비행복(Flying Suit), 예비낙하산 등이 있다.



[그림 5-1] 행글라이더 구조 및 명칭



[그림 5-2] 단엽 행글라이더의 와이어 및 조종간

- 헬멧(Helmet) : 행글라이더 조종자가 착륙 시, 머리 부분을 보호하는 역할을 한다.
- 장갑(Glove) : 비행 시 조종자의 손을 보호하거나, 보온역할을 한다.
- 비행화(Flying Shoes) : 행글라이더 조종자는 이착륙 시 뛰어야 하므로 비행화는 발목을 잘 보호할 수 있어야 하고, 착륙 시 충격을 완화할 수 있는 바닥에 완충재가 들어간 것을 사용한다.
- 비행복(Flying Suit) : 비행 시 고도가 올라감에 따라 주변 대기온도가 내려가게 되며, 비행을 하면 바람을 계속 받아야 하므로 체온감은 더욱더 내려가게 되므로 조종자의 체온유지를 위하여 보온 및 방한이 되는 비행복이 필요하게 된다. 비행복은 가능한 상하의 일치형에 방수 및 방풍이 잘되며, 보온성이 좋아야 한다.
- 예비낙하산 : 예비낙하산은 비행 중 극심한 난기류에 의하거나 캐노피 함몰로 인한 기능마비로 인하여 더 이상 정상적인 비행이 어려울 때 안전하게 착륙하기 위한 비상용 낙하산(Emergency Parachute Canopy)이다.
- 보안경 : 비행 중 마주치는 곤충 및 먼지, 자외선으로부터 눈의 보호, 이착륙 시 덩불이나 나무에 불시착하는 경우를 비롯하여 눈을 보호해 주는 역할을 하는 보안경 또는 고글을 사용한다.
- 행글라이더 조종자의 계기 및 장비

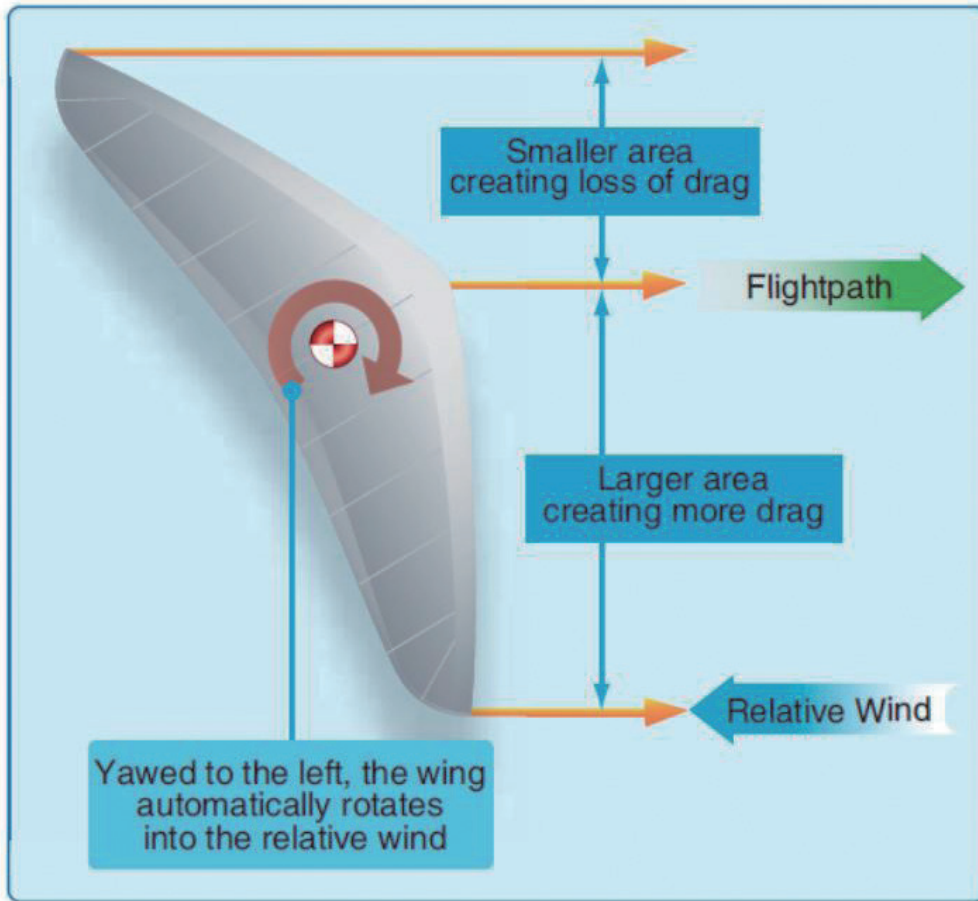
- 시계 및 나침반 : 비행 중 시간과 비행 방향을 알려준다.
- 고도계 : 활공장의 고도와 비행 중 고도를 알려 준다.
- 휴대전화 : 비상착륙 또는 구조요청을 알리기 위한 휴대전화기
- 양방향 통신장비 : 지상 컨트롤러 또는 관제기관과 통화 가능한 장비

5.1.4 행글라이더의 조종성 및 특성

행글라이더는 날개를 기준으로 무게중심을 변화시키는 조종사의 기량에 의해 피칭 (Pitching) 과 롤링(Rolling)만 조종된다. 행글라이더는 비행기에서 전형적으로 사용되는 러더(Rudder)와 엘리베이터(Elevator)처럼 조종면을 사용하지 않고, 유연하게 변형되는 날개와 삼각 조종간을 이용하여 조종사의 체중을 좌우상하로 이동함으로써 상승, 하강 및 선회를 할 수 있게 된다.

행글라이더는 수직축(Vertical Axis)만을 중심으로 직접 회전할 수 있게 조종할 수 있는 조종면은 없다. 그러나 행글라이더 날개는 수직축을 중심으로 회전을 직접 제어 할 수 없으므로 상대풍(relative wind)으로의 직진 비행을 통하여 Yaw를 하도록 설계되었다.

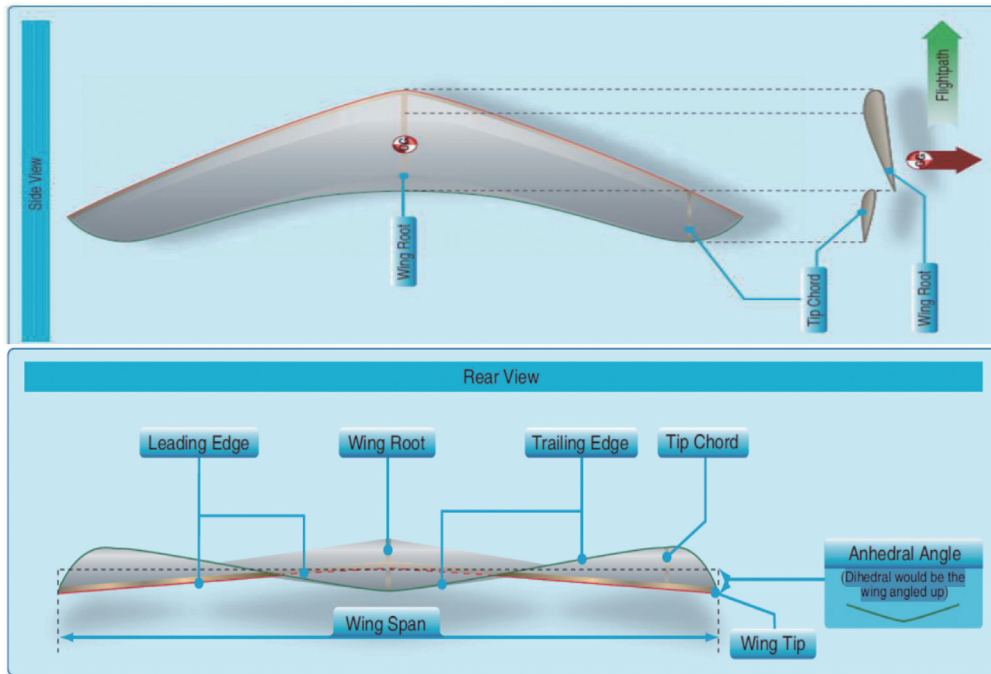
조종성과 안정성은 상호 배타적으로 안정성이 높으면 조종성이 나쁜 반면에 조종성이 좋은 기체는 다소 불안정하다. 피치 안정성(Pitch stability)은 외부의 힘에 받음각이 증가 또는



[그림 5-3] 상대풍에 의한 Yaw

감소할 때 비행장치가 수평으로 회복하려는 성질을 말하는데 안정성이 좋은 행글라이더는 외력이 강할수록 정상비행으로 회복하려는 성질이 크다. 비행 성능을 향상시키기 위해서 익단(날개의 끝)을 특수 설계를 하여야 한다. 익단(tip chord) 에어포일 단면의 받음각(AOA)은 날개 뿌리(wing root) 부분의 에어포일 받음각(AOA)과 많은 차이가 있다. 날개 뿌리부분의 받음각(AOA)이 양의 성분일 때, 익단의 받음각(AOA)이 음의 성분이 되기도 한다.

일반적인 익형은 낮은 받음각에서는 양력이 무게중심점(CG)뒤로 이동하므로 보다 깊게 급강하하려는 성질이 있으며, 높은 받음각에서는 무게중심점이 앞으로 이동되므로 받음각이 계속 커지게 된다. 이러한 불안정한 익형에 대해서 어떠한 조치가 필요한데 보통의 항공기에 서는 트림을 사용하여 조절하며, 행글라이더는 기체의 무게중심 뒤쪽에 있는 익단부분의 특수한 장치를 이용하여 날개 중심에서 보다 익단 부분이 낮은 받음각을 유지하도록 하게 한다.



[그림 5-4] 행글라이더 날개 형상 및 에어포일 단면

5.1.5 행글라이더 비행 전 안전성 점검

○ 행글라이더 비행 전 점검에서 주요 점검 품목으로 날개(Sail), 하네스(Harness), 비상 낙하산(emergency parachute) 등이 있으며, 세부점검 내용들은 다음과 같다.

- 세일(sail)의 익형은 적당한지 확인
- 킬 튜브(Keel Tube)의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 리딩에지 튜브(Leading Edge Tube)의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 바텐(Battens)은 날개의 형상 및 세일의 텐션을 유지하고 있는지 확인
- 행 포인트(Hang point)위치 확인

- 행 포인트(Hang point), 조종간(Control Frame)과 킬 튜브(Keel Tube)연결부의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 와이어(wires)들은 텐션을 유지하고 있는지 확인
- 와이어(wires)들의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 마스트(Maste) 및 연결부분의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 코판(Nose Plates)의 손상, 변형, 부식 등이 없는지 확인
- 플래카드(placard)에 기록된 최소 권장 하중에서의 최대 속도, 최대 권장 하중에서의 실속 속도 확인

- 플래카드(placard)에 기록된 글라이더의 조종이 제한되는 조종의 종류(견인 등), 또는 설치된 장비(예를 들면 견인봉, 플로트 등)에 의해 금지된 조종에 대하여 확인
- 플래카드(placard)에 기록된 곡예 기동 목록, 조종사 중량 범위, 행글라이더 등급 확인
- 플래카드(placard)에 기록된 미트 속도 확인
- 하네스의 연결 부분의 손상은 없는지 확인
- 하네스의 모든 주요 구조 부분이 단층(slipping)에 의한 파손은 없는지 확인
- 하네스의 모든 주요 구조 부분의 박음질이 파손이 없는지 확인
- 비상낙하산은 180일 이내에 포장되었는지 확인
- 비상낙하산은 정상 비행 상태에서 조종사의 왼손/오른손 모두에 의해 산개 할 수 있는지 확인
- 비상낙하산의 산개 시스템 부품의 손상 여부, 장착 상태가 양호한지 확인
- 비상낙하산(표준 외부 용기에 포함되고 사용자 매뉴얼의 지침에 따라 포장)의 장착 상태가 양호한지 확인
- 인가받은 헬멧이 있고 충돌에 강력하고 좋은 상태인지 확인
- 헬멧, 장갑, 휴대용 무전기, 칼, 핸드폰 등 안전장구를 휴대하였는지 확인

5.1.6 행글라이더 유지 및 보관

- 행글라이더의 세일(sail)은 UV광선이나 열, 습기에 불필요한 노출은 항상 피해야 하며, 시원하고 건조하고, 기름, 페인트, 그리스, 산과 같은 용제로부터 멀리 떨어진 곳에 보관한다.
- 하네스와 비상낙하산을 사용하지 않을 때에는 배낭 안에 넣어 보관한다.
- 만약 비상낙하산을 사용하여 물 위에 내리거나 눈이 와서 낙하산이 젖었을 경우, 공기 중에서 자연스럽게 충분히 건조 시키고 하네스의 낙하산 산개낭 안에 다시 넣기 전에 재포장하여야 한다.
- 낙하산을 장기간 보관해야 할 때에는 캐노피를 편 다음 느슨하게 말아서 보관한다.

5.2 패러글라이더

5.2.1 패러글라이더 개요

패러글라이더는 골격 없이 천으로 날개의 윗면과 아래면을 만들어 양력을 발생시킬 수 있는 구조를 갖으며, 날개와 이어진 연결선들에 의해 사람이 매달려 활공할 수 있는 비행장치를 말한다.

패러글라이더는 낙하산의 안정성, 분해, 조립, 운반의 용이성과 행글라이더의 활공성, 속도 특성을 결합한 인력활공기로, 별도의 동력 장치 없

이 바람방향으로 캐노피를 산개하여 사람이 달려가면서 이륙을 하거나, 또는 제자리에서 이륙을 하여 비행을 한 후 두발로 착륙을 한다.

패러글라이더는 캐노피를 미리 펼쳐 놓고 맞바람을 받으며 언덕길을 달려 내려가면서 캐노피가 양력을 발생하여 이륙 한다. 이륙 후 조종자는 하네스에 앉아 양손으로 조종줄을 당기면서 방향전환과 회전을 하면서 비행을 하며, 양쪽 조종줄을 한꺼번에 당기면 캐노피 형상에 변형이 생겨 속도를 줄일 수가 있다. 패러글라이더 장비는 행글라이더에 비해 가볍고, 배낭처럼 부피가 작아 이동이 간편하며, 스카이다이빙용 낙하산처럼 특별히 접고 펴는 기술이 필요치 않아 쉽게 다룰 수 있다는 장점을 갖고 있다.

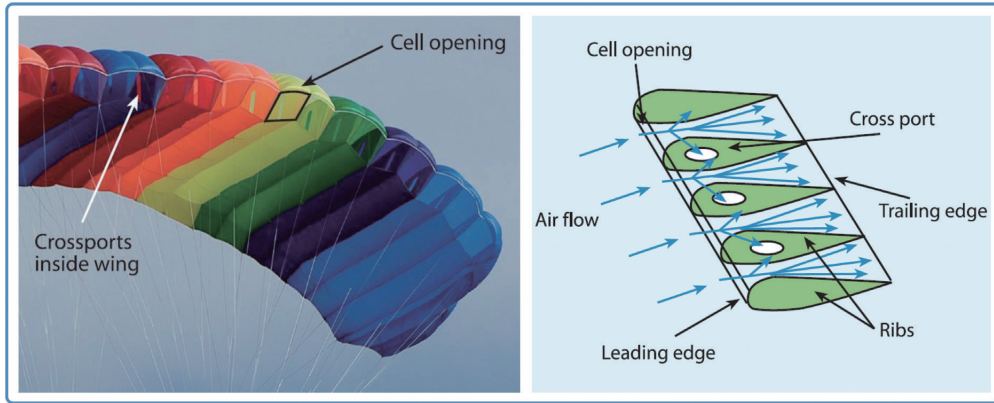
5.2.2 패러글라이더 구조

패러글라이더는 PARAchute(낙하산)와 hangGLIDER(행글라이더)의 특성을 이용하여, 낙하산의 안전성, 분해조립의 간편성, 이동의 편이성과 행글라이더의 비행성과 속도를 증감 할 수 있는 특성을 갖는 무동력 글라이더이다. 패러글라이더는 크게 캐노피(canopy), 산줄 (suspension lines), 라이저(riser), 하네스(harness) 등으로 구성된다.



[그림 5-5] 패러글라이더의 구조 및 명칭

- 캐노피(canopy) : 캐노피는 에어포일 형태로 윗면과 아랫면을 연결하여 주는 격벽 (Separator 또는 Rib)이 있어 익형을 유지한다. 격벽에는 셀(cell)과 셀(cell) 사이에 공기가 통하도록 크로스포트(cross port)가 있어 셀의 안정된 형상을 유지 할 수 있게 해준다. 캐노피의 재질은 주로 나일론이나 폴리에스터 재질의 원단에 코팅 처리하여 파열강도, 인장강도, 공기투과도, 마찰력 등을 엄밀히 검사한 고품질의 원사와 원단을 사용한다.
- 산줄(suspension lines) : 산줄은 조종자의 무게를 날개에 고르게 분산시켜 주는 역할을 하며, 캐노피에 연결된 위치에 따라 명칭이 다르다. 캐노피 최전방부에 위치한 산줄을 A라인, 그 뒤에 위치한 산줄을 B라인, 다음으로 위치한 산줄을 C라인, 뒷부분의 산줄은 D라인, 맨 끝부분은 비행기의 보조익과 같은 위치에 있는 브레이크(Brake)



[그림 5-6] 캐노피(canopy)의 단면 및 공기의 흐름

라인이 있으며, 비행기의 양 쪽 날개 끝인 윙팁(wing tip)에 해당되는 스테빌라이저(Stabilisers) 라인으로 구성 되어 있다. 모든 패러글라이더 제품은 A, B, C, 그리고 D라인이 각각 캐노피 (Canopy)에 독립적으로 하중을 전달한다. 산줄은 프로파일(Profile)의 안정성을 도모하고 높은 안전계수를 얻도록 제작되며, 재질은 인장성이 적고 고강도이며, 마찰에 강한 아라미드계열로 만들어지며, 산줄의 표면은 폴리에스테르로 다시 포장하여 보호한다.



[그림 5-7] 캐노피 산줄의 위치 및 라이저

- 라이저(riser) : 라이저는 각 그룹별로 산줄들을 하나로 묶어서 하네스에 연결해 주는 끈으로서 대개 3~4개의 라이저로 구성되며, 산줄에 전달되는 힘을 하나의 끈으로 만들어 하네스의 연결부위에 결속하게

하고, 이륙 시 캐노피로부터 하네스를 끌어 올리는 역할을 한다. 조종자는 각 라이저들과 하네스와의 연결 길이 변화로 캐노피의 형상을 변화시켜 패러글라이더를 조종한다.

- 하네스(Harness) : 하네스(비행 시 앉을 수 있는 의자)는 조종자를 결속하는 장치로 조종자가 앉아서 비행 할 수 있게 한다.
- 탠덤(Tandem)형 하네스 : 2인승 패러글라이더의 경우 하네스는 탠덤(Tandem)형으로 앞-뒤로 구성되어 있어, 교육용으로 사용될 경우 일반적으로 교육생이 전방 하네스에, 교관이 후방 하네스에 위치한다.

5.2.3 패러글라이더의 조종성 및 특성

패러글라이더 조종은 글라이더 좌우에 있는 2개의 줄로 되어 있는 브레이크줄(Breakcord 또는 Control Cord)을 각각 당겨 원하는 방향으로 이동할 수 있다. 오른쪽으로 선회할 때는 오른쪽 브레이크 줄을, 왼쪽으로 선회할 때는 왼쪽 브레이크 줄을 당기면서 비행을 하게 된다.

패러글라이더의 이륙 시에는 캐노피가 양력을 발생시킬 수 있을 정도의 상태풍이 필요하므로, 조종자는 맞바람을 받으면서 캐노피가 머리위로 올라오게 하여 바람을 향하여 달리면 이륙에 필요한 양력을 얻게 된다. 패러글라이더의 착륙 시에는 착륙장에 있는 windssock을 보면서 풍향과 풍속을 파악하고 착륙 진입 경로를 마음속으로 계획한 후 브레이크줄 조절하면서 착륙해야 한다.

비상 착륙 법 : 만약 두발이 땅에 닿는 순간 충격이 있거나 불안전하게 내리게 되면 충격을 완화시킬 수 있도록 옆으로 구르는 방식으로 착륙을 한다.

5.2.4 패러글라이더 조종자 안전장비

패러글라이더 조종자의 안전장비로는 헬멧(Helmet), 장갑(Glove), 비행화(Flying Shoes), 비행복(Flying Suit), 예비낙하산 등이 있다.

- 헬멧(Helmet) : 패러글라이더 조종자가 착륙 시, 머리 부분을 보호하는 역할을 한다.
- 장갑(Glove) : 비행 시 손을 보호하거나, 상공에서 보온역할을 한다.
- 비행화(Flying Shoes) : 패러글라이더 조종자는 이착륙 시 뛰어야 하므로 비행화는 발목을 잘 보호할 수 있어야 하고, 착륙 시 충격을 완화할 수 있는 바닥에 완충재가 들어간 것을 사용한다.
- 비행복(Flying Suit) : 비행 시 고도가 올라감에 따라 주변대기온도가 내려가게 되며, 비행을 하면 바람을 계속 받아야 하므로 체온도는 더욱더 내려가게 되므로 조종자의 체온유지를 위하여 보온 및 방한이 되는 비행복이 필요하게 된다. 비행복은 가능하면 상하의 일치형에 방수 및 방풍이 잘되며, 보온성이 좋아야한다.
- 예비낙하산 : 예비낙하산은 비행 중 극심한 난기류에 의하거나 캐노피 함몰로 인한 기

능마비로 인하여 더 이상 정상적인 비행이 어려울 때 안전하게 착륙하기 위한 비상용 낙하산(Emergency Parachute Canopy)이다.

- 보안경 : 비행 중 마주치는 곤충 및 먼지, 자외선으로부터 눈의 보호, 이착륙 시 덩불이나 나무에 불시착하는 경우를 비롯하여 눈을 보호해 주는 역할을 하는 보안경 또는 고글을 사용한다.
- 패러글라이더 조종자의 계기 및 장비
 - 시계 및 나침반 : 비행 중 시간과 비행 방향을 알려준다.
 - 고도계 : 활공장의 고도와 비행 중 고도를 알려 준다.
 - 휴대전화 : 비상착륙 또는 구조요청을 알리기 위한 휴대전화기
 - 양방향 통신장비 : 지상 컨트롤러 또는 관제기관과 통화 가능한 장비

5.2.5 패러글라이더 비행 전 안전성 점검

- 패러글라이더 비행 전 점검에서 주요 점검 품목으로 캐노피, 하네스(Harness), 비상 낙하산(emergency parachute) 등이 있으며, 세부점검 내용들은 다음과 같다.
 - 산줄의 꼬임 및 손상여부, 장착 상태가 양호한지 확인
 - 산줄의 끝부분의 봉재 상태가 양호한지 확인

- 라이저의 손상여부, 장착 상태가 양호한지 확인
- 캐노피 외피, 내부 격막(rib)의 손상은 없는지 확인
- 캐노피 익형을 형성하는 셀(cells)의 안전성은 이상이 없는지 확인
- 하네스 연결부분의 상태는 양호지 확인
- 패러글라이더 악셀레이터(accelerator)의 장착 상태가 양호지 확인
- 하네스의 모든 웨빙, 스트랩과 버클, 카라비너 연결 부분의 손상은 없는지 확인
- 하네스의 금속 케이블의 비금속제 보호 튜브(coat)는 적절하고 손상이 없는지 확인
- 하네스의 모든 주요 구조 부분이 단층(slipping)에 의한 파손은 없는지 확인
- 하네스의 모든 주요 구조 부분의 박음질이 파손이 없는지 확인
- 하네스가 비상낙하산의 일부이거나 하네스가 비상낙하산을 포함한 경우 비상 낙하산 기술기준의 요구사항을 만족하는지 확인
- 하네스의 장착상태 및 잠금상태 등이 이상이 없는지 확인
- 하네스의 주 구조부(Main structure)의 부식(Corrosion)이 없는지 확인
- 하네스의 2인승 전용 연결 브라이들의 상태는 양호한지 확인
- 하네스의 시트 판에는 갈라진 흠 같은 손

- 상은 없는지 확인
- 하네스의 하중제한 링크(weak link)의 손상은 없는지 확인
- 하네스의 비상낙하산 연결 부분은 패러글라이더 연결 부분 보다 높게 위치하는지 확인
- 비상낙하산은 180일 이내에 포장되었는지 확인
- 비상낙하산은 정상 비행 상태에서 조종자의 왼손/오른손 모두에 의해 산개할 수 있는지 확인
- 비상낙하산의 산개 시스템 부품의 손상 여부, 장착 상태가 양호한지 확인
- 비상낙하산(표준 외부 용기에 포함되고 사용자 매뉴얼의 지침에 따라 포장)의 장착 상태가 양호한지 확인
- 인가받은 헬멧이 있고 충돌에 강력하고 좋은 상태인지 확인
- 헬멧, 장갑, 휴대용 무전기, 칼, 핸드폰 등 안전장구를 휴대하였는지 확인

5.2.6 패러글라이더 유지 및 보관

- 패러글라이더의 캐노피는 UV광선이나 열, 습기에 불필요한 노출은 항상 피해야 하며, 시원하고 건조하고, 기름, 페인트, 그리스, 산과 같은 용제로부터 멀리 떨어진 곳에 보관한다.
- 하네스와 비상낙하산을 사용하지 않을 때에

는 배낭 안에 넣어 보관한다.

- 만약 비상낙하산을 사용하여 물 위에 내리거나 눈이 와서 낙하산이 젖었을 경우, 공기 중에서 자연스럽게 충분히 건조 시키고 하네스의 낙하산 산개낭 안에 다시 넣기 전에 재포장하여야 한다.
- 낙하산을 장기간 보관해야 할 때에는 캐노피를 편 다음 느슨하게 말아서 보관한다.
- 비상 착륙 후에는 등 보호대에 어떤 손상이 없는지 반드시 확인한다.
- 지퍼와 버클 등은 최대 1년에 한 번 정도로 가끔씩 윤활제를 바른다.

5.3 낙하산

5.3.1 낙하산 개요

낙하산은 항력(抗力)을 발생시켜 대기(大氣)를 통과하는 사람 또는 물체의 움직임을 느리게 하는 비행장치를 말한다. 스카이다이빙(Sky-diving) 또는 패러슈팅(parachuting)은 낙하산을 착용하고 항공기 등을 이용하여 공중에서 뛰어내려 자유강하(Free fall; 낙하산을 펴지 않은 상태로 강하)를 하면서 계획한 동작을 수행하며, 적정한 고도에서 낙하산을 펴고 착지하는 것을 말한다. 항공기에서 뛰어내리는 고도는 일반적으로 $10,000 \pm 2,000\text{ft}$ 이며, 자유낙하 후 안전한 낙하산 산개 지점은 AGL(Above Ground

Level) 2,500ft 정도이다.

패러글라이딩용 낙하산은 낙하산이 퍼지면서 충격을 받지 않으므로 인장강도가 강한 재료를 사용할 필요가 없지만, 스카이다이빙용은 자유강하를 하다가 낙하산을 산개하므로 낙하산의 충분한 안전성이 보장되어야 한다. 패러글라이딩용 낙하산의 활공비는 6~10정도이나, 스카이다이빙용 낙하산의 활공비는 2~4 정도이다.

스카이다이빙에서는 반드시 두개의 낙하산을 휴대하여, 주낙하산(Main Parachute)이 산개가 불확실한 경우 예비낙하산(Reserve Parachute)을 사용하여야 한다. 예비낙하산에는 일정한 고도가 되어도 못 펴는 경우를 대비하여 자동으로 펴주는 자동산개장치(AAD : Automatic Activate Device)가 장착되어 사고를 예방하며, 어떤 경우에도 2,500ft 이상의 고도에서 낙하산을 펴도록 규정하고 있다.

주낙하산(Main Parachute)은 램에어 낙하산(Ram-Air Inflated Gliding Parachutes)와 원형낙하산(round emergency parachute)이 있으며, 일반적으로 스카이다이빙용으로 주로 램에어 낙하산이 사용되며 보조용으로 원형낙하산이 사용된다.

스카이다이빙은 초기 군용 원형낙하산(Round canopy)을 사용하였으나, 현재 사각형의 램에서 낙하산(Ram Air Canopy 또는 Square Type Canopy)이 주로 사용되고 있다. 원형 낙하산은 공기의 저항을 이용하여 착지 시 최소한 안전을 확보하는 정도로 천천히 하강하도록 설계되어

있으나, 램에어 낙하산은 낙하산이 퍼지면 항공기 에어포일 형상을 이루게 되므로 전진속도, 방향전환이 원활하여 원형보다 안전한 착륙을 할 수 있게 설계되어 있다. 스카이다이빙용 낙하산은 자유강하가 주목적으로 낙하산은 상승하지 않고, 기본적으로 안전한 착지를 위하여 하강하도록 설계되어 있다.

스카이다이빙용 낙하산의 종류로는 용도별로 교육용, 정밀강하용, 낙하산 대형짓기용, 패러스키(Para-Ski) 등으로 구분한다.

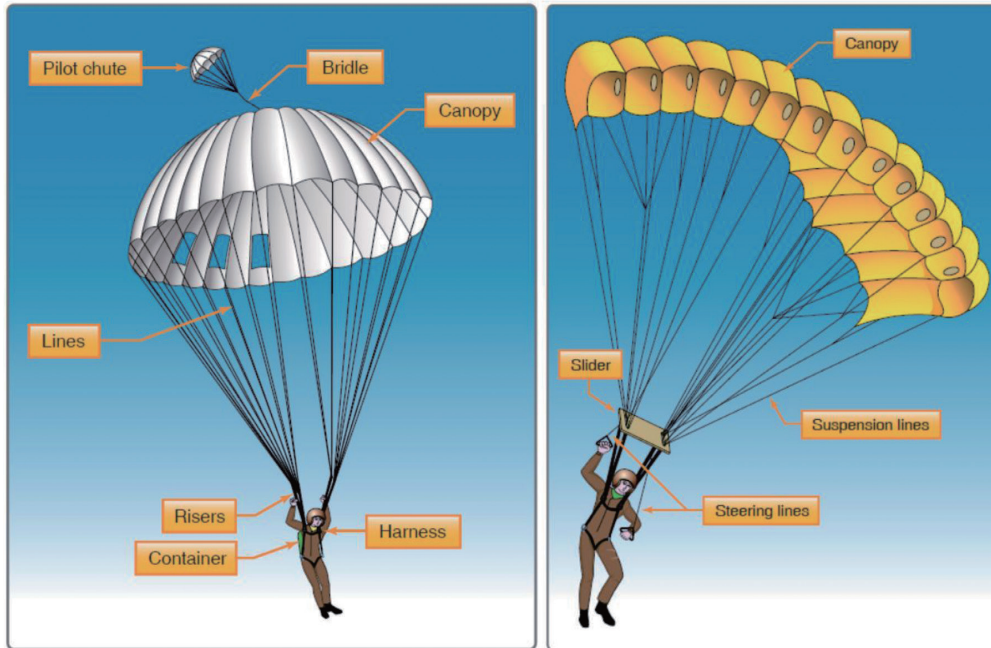
강하자 지침서에서의 강하자의 낙하산이 완전히 퍼진 후의 최저고도는 다음과 같으며 장애물이 있는 지역에서는 안전고도를 상향 조절 할 수 있다.

- 2인승 강하(Tandem Jump) ; 4,500ft 이상 상공
- 속성고공강하교육(AFF Jump) ; 4,000ft 이상 상공
- A 등급 자격자 ; 3,000ft 이상 상공
- B 등급 강하자격자 ; 2,500ft 이상 상공
- C, D 등급 강하자격자 ; 2,000ft 이상 상공

5.3.2 낙하산 구조

스카이다이빙에 사용되는 낙하산은 원형 낙하산(Round canopy)과 램에어 낙하산(Ram Air Canopy)이 있다.

원형 낙하산(Round canopy)의 경우 파일럿 슈트(pilot chute), 캐노피(canopy), 라이저

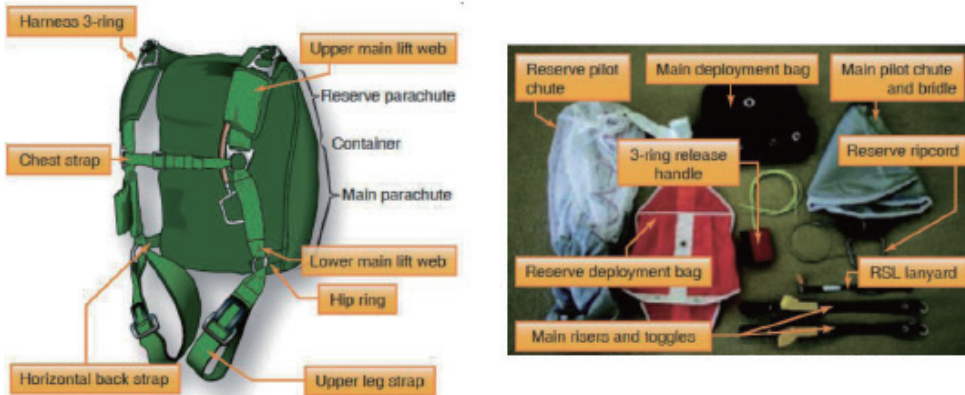


[그림 5-8] 원형 및 램에어 낙하산의 구조 및 명칭

(riser), 산줄, 하네스(harness) 등이 있으며, 램에어 낙하산(Ram Air Canopy)의 경우 캐노피(canopy), 산줄(suspension lines), 스티어링 라인(steering lines), 슬라이더(Slider), 하네스(harness) 등으로 구성된다.

- 주낙하산(Main Parachute) : 계획적인 점프를 위한 1차 낙하산 조립품(사용을 위하여 의도된 것)처럼 인증된 낙하산 조립품과 함께 결합되어 있는 낙하산 조립품(예 비산개개시장치, 산개제어장치, 캐노피, 라이저, 컨테이너, 하네스, 작동장치 포함)이다.
- 파일럿 슈트(pilot chute) : 주낙하산(Main Parachute)을 개방하기 위한 산개개시장치로 드로그(drogue) 낙하산 또는 기능이 동일한 것을 말한다.

- 캐노피(canopy) : 스카이다이빙용 낙하산의 활공비는 2~4정도로 원형 낙하산(Round canopy)과 램에어 낙하산(Ram Air Canopy)이 사용되고 있음.
- 라이저(riser) : 라이저는 각 그룹별로 산줄들을 하나로 묶어서 하네스에 연결해 주는 끈으로 하네스에 연결하는 역할을 한다.
- 하네스(harness)는 조종자를 끈 또는 배낭으로 묶어 라이저(riser)에 부착하게 하는 장치이다.
- 산줄(suspension lines) : 산줄은 조종자의 무게를 날개에 고르게 분산시켜 주는 역할을 하며, 캐노피에 연결된 위치에 따라 명칭이 다르다. 캐노피 최전방부에 위치한 산줄을 A라인, 그 뒤에 위치한 산줄을 B라인,



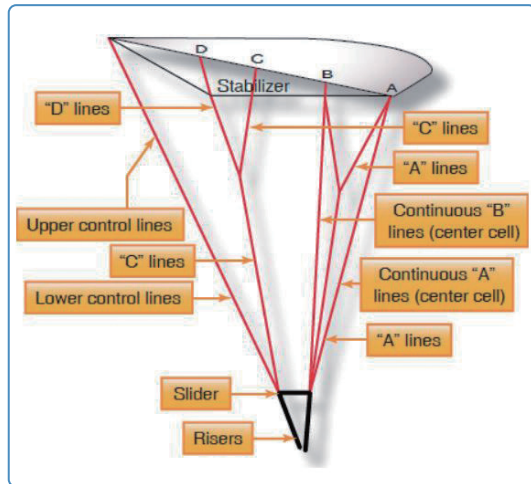
[그림 5-9] 낙하산류 하네스 및 세부 부품의 명칭

다음으로 위치한 산줄을 C라인, 뒷부분의 산줄은 D라인, 맨 끝부분은 비행기의 보조익과 같은 위치에 있는 브레이크(Brake) 라인이 있다.

- “V” 라이저 : 굴레(고삐)의 부착 꼭대기부분의 고정된 루프 또는 직접적인 서스펜션 라인에 의한 두 개의 라이저를 말한다.
- 브리들(bridle) : 산줄에 의해 “V” 라이저에 연결된 띠 또는 다른 로프 또는 줄을 말한다.
- 낙하산 팩 또는 외부 용기 : 하네스의 부분으로 제공되거나 또는 낙하산 제작자에 의해 영구적으로 하네스에 부착하기 위한 외부 보호 용기
- 내부 용기 또는 산개낭 : 낙하산 산개 핸들과 접혀진 캐노피와 서스펜션 라인이 부착되어 있는 초기 산개용 낙하산이 들어있는 내부 용기
- 1인용 하네스(Single harness) 예비 낙하

산 조립품 : 인증된 낙하산 조립품(예비산 개개시장치, 산개제어장치, 캐노피 라이저, 적재컨테이너(Stowage container), 하네스, 작동장치 포함), 즉 계획적인 점프에 사용되는 주 낙하산 조립품과 함께 결합된 것을 말한다.

- 2인용 하네스 예비낙하산(Reserve parachute) 조립품 : 2인용 계획된 점프에 사용되는 인증된 낙하산 조립품, 낙하산 조종자와 동승자(각자의 하네스)가 사용하는 주 낙하산 조립품 그리고 예비낙하산 조립품을 말한다.
- RSL(Reserve Static Line) : 주 캐노피에 연결된 장치, 즉 주 캐노피 절단에 따라 예비낙하산이 작동할 수 있게 하는 예비 낙하산 조립품을 말한다.
- 최대운용속도 : 최대운용속도는 KEAS (nm/h)로 표시된 최대 팩(pack)개방 속도와 동일하다.



[그림 5-10] Ram-air canopy 단면과 명칭

5.3.3 낙하산의 조종성 및 특성

낙하산 조종은 캐노피 좌우에 있는 2개의 줄로 되어 있는 브레이크줄(Breakcord 또는 Control Cord)을 각각 당겨 원하는 방향으로 이동할 수 있다. 오른쪽으로 선회할 때는 오른쪽 브레이크 줄을, 왼쪽으로 선회할 때는 왼쪽 브레이크 줄을 당기면서 비행을 하게 된다.

낙하산의 착륙 시에는 착륙장에 있는 wind-sock을 보면서 풍향과 풍속을 파악하고 착륙 진입 경로를 마음속으로 계획한 후 브레이크줄(Breakcord : Control Cord)을 조절하면서 착륙해야 한다.

비상 착륙 법 : 만약 두발이 땅에 닿는 순간 충격이 있거나 불안정하게 내리게 되면 충격을 완화시킬 수 있도록 옆으로 구르는 방식으로 착륙을 한다.

5.3.4 낙하산 조종자 안전장비

스카이다이빙을 하기 위한 안전장비로는 낙하산세트 이외의 헬멧(Helmet), 스카이다이빙 복(Suit), 방풍안경(Goggle), 고도계(Altimeter), 고도경보계(Alarm), 자동산개장치(AAD : Automatic Activate Device) 등이 있다.

자동산개장치(AAD)는 자유낙하 하면서 일정 고도에 이르면 낙하산이 펴지도록 작동하는 안전장구로 일반적으로 예비낙하산에 장착하고 작동 시 화약이 터져서 낙하산 개방고리를 당겨주는(열어주는) 방식과 낙하산 배낭의 묶음 줄을 칼로 잘라서 낙하산이 배낭에서 튀어나오도록 하는 방식이 있다.

- 방풍안경(Goggle) : 비행 중 마주치는 곤충 및 먼지, 자외선으로부터 눈의 보호, 이착륙 시 덩불이나 나무에 불시착하는 경우를 비롯하여 눈을 보호해 주는 역할을 하는 방풍안경(Goggle)을 사용한다.
- 예비낙하산 : 예비낙하산은 비행 중 극심한 난기류에 의하거나 캐노피 함몰로 인한 기능마비로 인하여 더 이상 정상적인 비행이 어려울 때 안전하게 착륙하기 위한 비상용 낙하산(Emergency Parachute Canopy)이다.
- 헬멧(Helmet) : 낙하산 조종자가 착륙 시, 머리 부분을 보호하는 역할을 한다.
- 장갑(Glove) : 비행 시 손을 보호하거나, 상공에서 보온역할을 한다.

- 비행화(Flying Shoes) : 낙하산 조종자는 이착륙 시 뛰어야 하므로 비행화는 발목을 잘 보호 할 수 있어야 하고, 착륙 시 충격을 완화할 수 있는 바닥에 완충재가 들어간 것을 사용한다.
- 스카이다이빙복(Suit) : 스카이다이빙 시 고도가 올라감에 따라 주변대기온도가 내려가게 되며, 비행을 하면 바람을 계속 받아야 하므로 체감온도는 더욱더 내려가게 되므로 낙하산 조종자의 체온유지를 위하여 보온 및 방한이 되는 스카이다이빙복(Suit)이 필요하게 된다.
- 고도계 : 착지점의 고도와 비행 중 고도를 알려 준다.
- 고도경보계(Alarm) : 낙하산이 산개 고도를 알려 준다.
- 휴대전화 : 비상착륙 또는 구조요청을 알리기 위한 휴대전화기
- 양방향 통신장비 : 지상 컨트롤러 또는 관제기관과 통화 가능한 장비

5.3.5 낙하산 비행 전 안전성 점검

- 낙하산 비행 전 점검에서 주요 점검 품목으로 원형 낙하산(Round canopy)/램에어 낙하산(Ram Air Canopy), 하네스 (Harness), 비상낙하산(emergency parachute) 등이 있으며, 세부점검 내용들은 다음과 같다.

- 낙하산(parachute)은 180일 이내에 포장되었는지 확인
- 낙하산의 포장, 유지관리 및 개조에 대한 정보는 적절한지 확인
- 낙하산 연결 및 분리장치의 적정여부, 장착 상태가 양호한지 확인
- 드로그(drogue) 분리 손잡이(사용된 경우)의 손상여부, 장착 상태가 양호한지 확인
- 낙하산 포장 시 포장마감 줄(closing loop)의 상태와 포장용 당김 줄은 제거되었는지 확인
- 개방 장치 손잡이의 주머니 상태는 양호한지 확인
- 던짐방식의 보조낙하산은 정확하게 주머니에 들어갔는지 확인
- 스프링방식의 보조낙하산은 전개낭 위에 정확하게 수직으로 얹혀 있는지 확인
- 고도계(Altimeter)의 바늘과 흔들림의 상태(디지털 고도계는 제작사 매뉴얼 참조) 확인
- 고도경보계(Alarm) 상태 확인
- 자동산개장치(AAD : Automatic Activate Device) 상태 확인
- 하네스의 모든 웨빙, 스트랩과 버클들에 손상이 없는지 확인
- 하네스의 카라비너 연결 부분의 손상은 없는지 확인
- 하네스의 금속 케이블의 비금속제 보호

- 튜브(coat)는 적절하고 손상이 없는지 확인
- 하네스의 모든 주요 구조 부분이 단층(slipping)에 의한 파손은 없는지 확인
- 하네스의 모든 주요 구조 부분의 박음질이 파손이 없는지 확인
- 하네스가 비상낙하산의 일부 이거나 하네스가 비상낙하산을 포함한 경우 비상낙하산 기술기준의 요구사항을 만족하는지 확인
- 하네스의 장착상태 및 잠금상태 등이 이상이 없는지 확인
- 하네스의 주 구조부(Main structure)의 부식(Corrosion)이 없는지 확인
- 하네스의 2인승 전용 연결 브라이들의 상태는 양호한지 확인
- 비상낙하산은 180일 이내에 포장되었는지 확인
- 비상낙하산은 정상 비행 상태에서 조종자의 왼손/오른손 모두에 의해 산개할 수 있는지 확인
- 비상낙하산의 산개 시스템 부품의 손상 여부, 장착 상태가 양호한지 확인
- 비상낙하산(표준 외부 용기에 포함되고 사용자 매뉴얼의 지침에 따라 포장)의 장착 상태가 양호한지 확인
- 인가받은 헬멧이 있고 충돌에 강력하고 좋은 상태인지 확인
- 헬멧, 장갑, 휴대용 무전기, 칼, 핸드폰 등 안전장구를 휴대하였는지 확인
- 낙하산 강하자 지침서에서의 강하장비 점검은 최소 3회 이상하며, 각 개인의 장비는 장비 착용 전, 항공기 탑승 전과 항공기에서 이탈 전에 아래의 사항을 본인이나 강하자 서로 간에 수행 하여야 한다.
 - 헬멧의 턱 끈 길이와 잠금장치 확인
 - 방풍안경 또는 안경의 안전도와 투명성 점검
 - 낙하산 연결 및 분리장치의 연결 상태 확인
 - RSL의 연결상태가 낙하산 제작회사의 지시대로 되었는지 확인
 - 고도계의 바늘과 흔들림의 상태 확인
 - 강하자에게 적당한 크기의 주낙하산인지 확인
 - 낙하산 포장 시 포장마감 줄(closing loop)의 상태와 포장용 당김 줄은 제거되었는지 확인
 - 개방장치 개방 손잡이의 주머니 상태는 양호한지 확인
 - 던짐방식 보조낙하산은 개방장치가 정확하게 주머니에 들어갔는지 확인
 - 스프링 방식 보조낙하산은 개방장치가 전개낭 위에 정확하게 수직으로 얹혀 있는지 확인
 - 하네스의 가슴 띠, 다리 띠가 꼬여 있는지 확인
 - 하네스 조절용 금속장식의 조임 상태는

양호한지 확인

- 재봉질 상태 : 실밥의 풀림 상태 확인

5.3.6 낙하산 유지 및 보관

- 낙하산의 캐노피는 UV광선이나 열, 습기에 불필요한 노출은 항상 피해야 하며, 시원하고 건조하고, 기름, 페인트, 그리스, 산과 같은 용제로부터 멀리 떨어진 곳에 보관한다.
- 하네스와 비상낙하산을 사용하지 않을 때에는 배낭 안에 넣어 보관한다.
- 만약 비상낙하산을 사용하여 물 위에 내리거나 눈이 와서 낙하산이 젖었을 경우, 공기 중에서 자연스럽게 충분히 건조 시키고 하네스의 낙하산 산개낭 안에 다시 넣기 전에 재포장하여야 한다.
- 낙하산을 장기간 보관해야 할 때에는 캐노피를 편 다음 느슨하게 말아서 보관한다.
- 비상 착륙 후에는 등 보호대에 어떤 손상이 없는지 반드시 확인한다.
- 지퍼와 버클 등은 최대 1년에 한 번 정도로 가끔씩 윤활제를 바른다.

제6장

무인비행장치 운용 및 특성

(주) '제6장 무인비행장치 운용 및 특성'부분은 초경량비행장치의 무인비행장치들에 해당된다.

6.1 무인비행장치 일반

(주) '6.1 무인비행장치 일반'부분은 초경량비행장치의 무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터, 무인비행선에 해당된다.

무인비행장치는 무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터, 무인비행선들을 말하며, 이들의 조종원리, 조종방식, 장착장비 등은 매우 다양하고, 지속적으로 변경 및 개발되고 있다. 무인비행장치는 크게 비행체, 송수신장치, 동력장치 등으로 구성된다.

무인비행장치의 추력은 동력장치(엔진, 모터, 프로펠러, 팬 등)로부터 동체 뒤쪽 또는 아래쪽으로 공기를 밀어내어 작용-반작용에 의해 앞으로 나가는 힘을 말하며, 또한 송수신장치는 탑재



[그림 6-1] 무인비행장치

좌상) 무인비행기, 우상) 무인헬리콥터, 좌하)무인멀티콥터, 우하)무인비행선

용 무선통신 송수신기와 지상에서의 조종기 또는 지상제어국 등을 말한다.

일반적으로 무인비행장치들이 보유한 비행 모드에는 수동 모드(Manual Mode), 자세제어 모드(Attitude Mode), GPS 모드(GPS Mode) 등이 있다.

무인기 제어용으로 국제적으로 할당된 주파수는 ‘항공업무용 무선설비의 기술기준 제22조 (무인항공기 지상제어용 무선설비)’에서 5,030MHz~5,091MHz로 명시하고 있다. 무인항공기의 무선조정국, 무선조정이동국 및 무선조정중계국 지상제어용 무선설비는 본 주파수(5,030MHz~5,091MHz) 대역을 사용하여야 한다.

운용범위는 조종자가 육안으로 무인비행장치를 직접 확인할 수 있어야 한다.

6.1.1 송수신장치

무인비행장치의 송수신장치는 용도와 채널(Channel) 수에 따라 구성, 형태, 기능 등의 차이가 있으며, 운용범위 및 용도 등에 따라 조종 방식에도 많은 차이가 있으며, 이러한 장치 나 방식 등은 지속적으로 개발되어지고 있다.

6.1.1.1 송수신 장치의 구성 및 각부 명칭

- 송신기(transmitter) : 일반적으로 송신기는 조종자의 조종신호를 무인비행장치에 탑재된 수신기로 송신하여 주는 장치를 말하며, 무인비행장치의 조종을 수행하는 역할

을 하므로 조종기 또는 지상제어국이라고도 한다. 최근에는 무인비행장치에서도 데이터를 지상으로 보내는 역할을 수행하기도 하여 양방향 송수신기 기능 등이 있어 송신기라고 따로 분류하지 않는 경우도 있다.

- 수신기(receiver) : 일반적으로 수신기는 무인비행장치에 탑재되어 송신기가 보내온 조종신호를 수신하는 장치로 무인비행장치의 서보를 제어하는 역할을 한다. 수신기에는 서보(Servo), 배터리, 변속기(ESC, Electronic Speed Controller) 등이 연결된다. 최근에는 무인비행장치에서 획득한 데이터를 지상으로 보내는 역할을 수행하기도 하여 양방향 송수신기 기능 등이 있어 수신기라고 따로 분류하지 않는 경우도 있다.
- 송수신장치 통달거리 : 일반적으로 무인비행장치에 사용되는 송수신장치의 통달거리는 2km이내 이나, 주위의 환경(주변의 철조망, 고압선, 전신주 등의 금속물이 있는 경우 등)에 따라 크게 변한다. 또한 인가된 송수신장치의 출력범위에 따라 통달 거리도 매우 다양하다. 일반적으로 운용범위는 무인비행장치를 조종자가 육안으로 직접 확인할 수 있는 지점까지이다. 항공법규에서 “무인비행장치 조종자는 해당 무인비행장치를 육안으로 확인할 수 있는 범위에서 조종하여야 한다.”라고 명시하고 있다.
- 배터리 정압정류기(BEC, Battery Eliminator)

- nator Circuit)는 전압조절기로, 배터리의 전원을 정류기에서 조절하여 서보(Servo) 모터에 전원을 공급한다.
- 채널(Channel) : 일반적으로 무인비행장치 송수신기의 사양을 표현할 때 조종되는 종류의 단위를 의미한다. 예를 들어 무인비행기 4채널의 경우 스로틀, 엘리베이터, 에일러론, 러더 네 가지의 조종 계통을 제어할 수 있다.
 - 서보(servo) 모터 : 서보 모터는 수신기로부터 전해 받은 송신기의 조종 입력 값(control input)에 대하여 비례제어(proportional control) 방식에 의해 모터의 회전량으로 출력하는 전자기계 장치를 말한다. 서보 모터의 회전 운동은 서보 모터축의 토오크관에 링크지(푸쉬/풀 로드, 와이어 등)와 혼(horn) 등을 연결하여 엔진 스로틀, 조종면 등을 움직이게 한다.
 - 자이로스코프(gyroscope) : 자이로스코프 또는 줄여서 자이로(gyro)라고도 하며, 무인비행장치의 특정 운동축(가로, 세로, 수직축)에 관성력을 부여함으로써 미세한 외부교란에 대하여 무인비행장치의 관성력을 유지시켜 주는 장치로서, 주로 무인헬리콥터와 무인멀티콥터에 많이 사용되며, 일부 무인비행기에서 사용되기도 한다.
 - 관성측정장치(IMU : Inertial Measurement Unit) : 이동관성을 측정할 수 있는 가속도계와 회전관성을 측정할 수 있는 자

이로와 방위각을 측정할 수 있는 자계(磁界)로 이루어진 하나의 통합유닛(unit)으로, 3차원 공간에서의 자유로운 움직임을 측정하기 위하여 각 센서(가속도, 자이로, 자계)를 3축으로 통합하여 구성한 것이 관성측정장치(IMU)이다. 자이로와 가속도를 가지고 자세를 측정하는 것을 ARS (Attitude Reference System)이라고 하고, 자이로와 가속도와 지자기까지 이용하여 자세를 측정하는 것을 AHRS(Attitude Heading Reference System)이라고 한다.

6.1.1.2 조종기 분류

일반적으로 무인비행장치에 사용되는 조종기는 모드와 용도 등에 따라 분류한다. 무인비행장치 조종기는 일반적으로 조종스틱의 배치 위치에 따라 스로틀(Throttle)이 오른쪽 위치한 Mode I 방식과 스로틀(Throttle)이 왼쪽 위치한 Mode II 방식이 사용되고 있다. 그러나 사용자 또는 제작사가 편의를 위하여 조종기의 조종스틱을 배치하기도 한다. 또한 조종기의 스틱부분에는 무인비행장치의 미세조종을 위한 트림(Trim)이 부착되어 있다.

6.1.1.2.1 모드별 분류(스틱 배열에 따른 분류)

일반적으로 시판되고 있는 조종기는 스틱 배열에 따라 Mode I, Mode II로 분류한다.

Mode I 방식의 조종기는 좌측 스틱에 엘리베이터와 러더, 우측 스틱에 스로틀과 에일러론을

조종할 수 있도록 배열한 것을 말한다.

Mode II 방식의 조종기는 좌측 스틱에 쓰로틀과 러더, 우측 스틱에 엘리베이터와 에일러론을 조종할 수 있도록 배열한 것을 말한다. Mode II 방식의 조종기는 실제 비행기(조종간-엘리베이터/에일러론, 쓰로틀 레버, 러더 페달)에 따른 비행기의 조종 장치 배열을 적용한 방식이다.

6.1.1.2.2 용도별 분류

조종기는 사용 용도에 따라 무인비행기, 무인헬리콥터, 무인멀티콥터, 무인비행선 용으로 분류할 수 있다. 용도별 분류에 따른 가장 큰 특징은 기본적인 4개 채널에 대한 조종 스틱을 제외하고, 나머지 부분이 제각각 사용용도에 맞게 편리하게 조종장치(스위치, 노브 등)들의 기능들이 배열되어 있으며, 디지털 조종기의 경우 믹싱 등

의 프로그램 또한 각각의 특정용 도에 따라 설계되어 있다.

6.1.1.3 송수신 장비 관리

무인비행장치의 송수신 장비는 전자장비로 충격, 습도, 온도 등의 환경적 요소에 민감하므로 해당 장치의 매뉴얼에 기록된 취급 방법을 숙지하고 조심해서 다루어야 한다.

송신기는 떨어뜨리거나 물리적으로 큰 힘을 가하지 않도록 주의하여야 한다. 송신기는 안테나(antenna), 토글 스위치(toggle switch), 스틱(stick), 노브(knob) 등 외부로 돌출된 부위가 많아 떨어뜨리거나 힘을 가할 경우 돌출된 부품들이 부러지기 쉬우며 내부의 전자부품 또한 충격으로 손상될 수 있다.

조종할 때를 제외하고, 조종기를 잡을 때에



[그림 6-2] 무인비행장치 조종기 (좌)Mode 1 방식, (우)Mode 2 방식

는 항상 조종기의 핸들모양의 손잡이(carrying bar)를 잡고 움직일 수 있도록 하여야 하며, 가급적 조종기 전용 케이스나 상자에 넣어 보관 또는 이동할 수 있도록 하여야 한다.

조종기는 조종자에 의해 세팅한 정보를 담고 있으므로 차단된 공간에 보관하지 않을 경우 부주의에 의해 트림 스위치(trim switch), 믹싱스위치, 세팅 정보 등을 건드릴 수 있고, 이로 인하여 비행 중 예기치 못한 상황에 직면하여 안전사고로까지 이어질 수 있다.

송수신 장비는 외부 충격과 진동에 약하므로 취급에 주위가 필요하며, 특히 무인비행장치 내부에 탑재되는 송수신기와 서보 등은 장착 시에 충격흡수 재료 등으로 감싸서 충격에 대비하는 방안을 마련하여야 한다.

6.1.1.4 전파 장애(Radio Trouble)

무인비행장치 비행 시 발생할 수 있는 전파 장애(radio trouble)는 노이즈(noise)와 혼신(interference) 등이 있다. 노이즈와 혼신의 차이를 전화통화 상태로 예를 들면, 노이즈 (noise)는 통화 시 잡음이 생겨 통화에는 큰 지장이 없으나 통화 음질이 저하되는 경우로 볼 수 있으며, 혼신(interference)은 자신의 통화와 제3자의 통화가 섞여서 들리고 통화가 되지 않거나 통화가 어려운 현상으로 볼 수 있다.

노이즈(noise)란 통신장비의 목적과 기능을 방해하는 불필요한 모든 전자기파로 일상생활에 사용하는 모든 전자 및 전기 기기로 인하여 발생

할 수 있다. 무인비행장치에서 노이즈는 엔진, 주변의 송수신 장치, 송전탑, 공장, 전신 주 등 다양한 곳에서 발생할 수 있다. 노이즈가 발생할 경우 무인비행장치 조종에는 큰 지장이 없으나 조종신호의 왜곡으로 인하여 정확한 조종이 이루어지지 않는 경우가 많다. 혼신(interference)은 동일한 주파수가 겹칠 경우 발생하며, 이는 동일한 주파수를 동시에 사용하거나, 서로 다른 두 개 이상의 주파수들이 모여 상호변조(서로 중첩되어 새로운 주파수를 생성하는 것)되어 사용 중인 조종기 주파수와 동조(주파수가 일치)를 이루거나, 주변물체에 반사되어 시간차이를 두고 재수신 되었을 때 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 혼신은 무인비행장치의 조종불능 등 심각한 상황이 발생할 수 있다.

페어링(짝연결, Pairing)은 무인비행장치와 조종기의 무선통신송수신기를 서로 연결시키는 것을 말한다. 무인비행장치의 페어링(Pairing)과정에서 주변에 동일한 주파수를 사용하는 송수신기들이 존재하는 경우 하나의 조종기에 의해 여러 대의 무인비행장치가 '짝연결'되는 경우가 발생하기도 하는데 이러한 경우에는 다른 조종자가 조종하는 데로 자신의 무인비행장치가 작동되기도 한다. 따라서 페어링(Pairing)과정을 거친 후, 자신의 조종기와 자신이 조종하려는 무인비행장치가 정확히 1:1 로 '짝연결'되었는지 확인이 필요하다.

6.1.1.5 페일세이프(fail safe)

페일세이프(fail safe) 기능은 각 채널의 변위 값을 미리 입력해 두고 전파 혼신에 의한 노콘(no control), 배터리 이상 등과 같은 비상상황이 발생하였을 경우 미리 입력한 페일세이프 설정 값으로 초기화되도록 하는 기능이다.

PCM(펄스부호 변조방식 : Pulse Code Modulation) 방식의 송수신기는 혼신 발생시 hold 상태로 통신 자체가 단절되고, 페일세이프(fail safe)가 설정되었을 경우 페일세이프 모드로 전환된다.

노콘(no control)이 적용된 경우, 전파 혼신 이 사라지면 페일세이프 모드가 해제되고, 정상적인 조종을 할 수 있게 변환된다.

6.1.2 무인비행장치의 동력장치

무인비행장치의 동력장치들에는 크게 액체연료를 사용하는 엔진과 배터리를 사용하는 모터로 구분된다.

엔진을 사용하는 소형 무인비행장치의 경우, 주로 글로우 엔진으로 알코올 또는 경유가 사용된다. 중대형 무인비행장치의 경우 휘발유를 사용하는 불꽃점화엔진이 주로 사용된다. 이들 엔진들에는 로터리엔진, 2행정 또는 4행정 왕복엔진이 있다.

모터가 사용되는 경우 대부분 직류모터로 직류전원을 사용하지만 브러쉬(Brush)의 존재 유무에 따라 브러쉬(Brush) 모터와 브러쉬리스

(Brushless)모터로 분류된다.

- 브러쉬(Brush) 모터 : 일반적으로 특별한 속도 조절장치 없이 회전자에 전원을 제공하기 위한 브러쉬(Brush)가 달려있어 직류 전원을 받아 권선(Wire)이 감겨있는 회전자가 회전력을 얻게 되는 직류(DC Motor)모터를 말한다.
- 브러쉬리스직류(BLDC : Brushless Direct Current)모터 : 브러쉬리스직류모터는 3상전류를 사용하기 때문에 변속기 (ESC)가 필요하며, 영구자석인 중심부의 회전자(Rotor)와 권선(Wire)이 감겨있는 고정자(Stator, 스테이터)들로 구성되어 있다. 전류가 권선(Wire)으로부터 생성되는 자기장과 영구자석인 회전자 사이의 관계에 의해 전기에너지가 회전자를 회전시킴으로써 기계적인 에너지로 변환된다.
- 변속기(ESC : Electronic Speed Controller)는 무인비행장치에 탑재된 비행조종계통과 모터사이에 위치하여 모터의 속도를 조절하는 역할을 담당하며, 배터리 전원을 받아 3상전류를 발생하여 브러쉬리스직류(BLDC)모터에 전원을 전달하여 공급하는 역할을 한다.

6.1.3 배터리

(주) 무인동력비행장치의 자체중량에는 연료중량이 제외되지만 배터리 무게는 포함된다.

항공안전법 시행령 제24조(신고를 필요로

하지 아니하는 초경량비행장치의 범위)

무인비행장치에 사용되는 배터리는 다양한 종류가 사용되고 있으나, 현행 탑재용으로 리튬폴리머(Li-Po) 배터리가 주로 사용된다. 또한 조종기와 비행장치 내부에 탑재된 배터리가 부족할 경우 조종거리가 짧아지며 성능이 저하되는 등의 현상이 발생한다.

○ 리튬폴리머(Li-Po) 배터리 사용 및 보관 시 주의사항은 다음과 같다.

- 정격 용량 및 장비별 지정된 정품 배터리를 사용한다.
- 방전되거나 오래된 배터리는 부풀어 오른다.
- 충전시간과 사용시간은 사용 환경에 따라 차이가 있을 수 있다.
- 장시간 충전을 하지 말아야 한다. 과충전 시 충전 배터리의 과열, 파열 등의 위험을 초래할 수 있다.
- 배터리의 표면온도가 높을 때에는 충전을 하지 말아야 한다.
- 충전 시 무인비행장치로부터 배터리를 분리하여 건조하고 통풍이 잘되는 곳에서 충전을 시켜야 한다.
- 심한 충격이나 찍힘, 화기로 인한 사고에 주의하여야 한다.
- 회로의 오작동이 발생하지 않도록 눈, 비, 습기에 노출되지 않도록 주의하여야 하며, 습도가 높은 장소에서 사용하지 말

아야 한다.

- 배터리를 인위적으로 합선시키지 않아야 한다.
- 화로나 전열기 등 열원 주변처럼 뜨거운 장소에 보관하지 않는다.
- 배터리는 $-10\sim 40^{\circ}\text{C}$ 의 온도 범위에서 사용한다.
- 비행을 하지 않을 경우에는 전원을 OFF 상태로 놓아두어야 한다.
- 장시간 사용하지 않을 경우 배터리를 분리하여 보관한다.
- 배터리는 기온 $18\sim 25^{\circ}\text{C}$ 의 건조하고 환기가 잘되는 곳에 보관하여야 한다.

6.1.4 비정상 절차

무인비행장치의 비정상 절차에 대한 절대적 방법은 존재하지 않는다. 다만 철저한 관리 및 점검, 조종자의 판단력과 조치능력 만이 있을 뿐이다. 항상 무인비행장치의 비행 상태 경고 등을 모니터하면서 조종한다.

- 비행 중 송/수신 통신두절 상황 발생한 경우, 해당 무인비행장치의 매뉴얼에 따라 임무를 수행하여야 한다.
- 배터리 부족 경고 시 최대한 빨리 무인비행장치를 복귀 시키고, 착륙 후 무인비행장치의 전원을 먼저 분리한 다음, 조종기의 전원을 OFF 한다.
- 복귀 버튼을 사용하여야 할 경우 : 복귀 버

튼을 누르면 처음 작동을 시작했던 곳으로 무인비행장치가 되돌아온다. 중간에 장애물이 없는지 확인하고 이 기능을 사용하여 한다. 무인비행장치에 따라 복귀 중에 조종기를 사용해 비행할 수 있으며, 사용자가 수동 작업모드를 선택하여 복귀를 취소시킬 수 있는 기능을 갖춘 경우도 있다.

- 비행 중 GPS 경고등이 점등 되었을 경우, 자세제어 모드(Attitude Mode)로 전환하여 자세제어 상태에서 수동으로 조종하여 복귀시킨다.

6.1.5 조종 복장 및 기상조건 등

- 무인비행장치 조종 시에 적합한 복장은 다음과 같다.
 - 안전모 및 조종기 목걸이를 착용한다.
 - 선글라스를 착용한다.
 - 미끄럼 방지 기능이 있고 걷기 편한 신발을 착용한다.
 - 해충 등에 대비한 복장구비(안전화, 선글라스, 긴소매옷 등)
 - 조종 시 바람에 의해 시야를 방해할 수 있는 물건, 조종에 지장을 끼치는 물건을 가지고 있지 않아야 한다.
- 무인비행장치를 비행시켜서는 안 되는 기상 조건들은 다음과 같다.
 - 안개로 인하여 지상 목표물이 보이지 않는 경우

- 무인비행장치가 육안으로 식별되지 않는 경우
 - 천둥, 번개가 심한 경우
 - 강풍 및 강우가 심한 경우
- 무인비행장치 안전확보를 위한 주의사항 들은 다음과 같다.
 - 무인헬리콥터 및 무인멀티콥터는 충분한 안전거리를 확보하면서 조종을 하여야 한다.
 - 무인헬리콥터 및 무인멀티콥터의 로터 또는 프로펠러가 멈추기 전까지는 주변에 접근하지 않아야 한다.
 - 무인비행장치를 지상에서 이동할 경우 비행으로 이동하지 않아야 한다.
 - 강풍, 눈, 비, 안개 등과 같이 악천후 상황에서 비행하지 않아야 한다.
 - 송/수신기의 전파 간섭을 피할 수 있도록 고전압선, 통신 기지국, 건물 밀집지역에서 비행하지 않아야 한다.

6.2 무인비행기

6.2.1 무인비행기 및 조종기

일반적으로 무인비행기는 지상에서 운용자가 조종할 수 있는 조종기와 비행물체인 무인비행기 동체로 크게 구분된다.

무인비행기의 구조는 비행기 형태에 따라 차이

가 많으나, 일반적으로 비행기와 동일한 형식을 취하고 있어 동체(Fuselage), 날개(Wing), 꼬리 날개(Empennage), 그리고 착륙 장치(Landing Gear)와 동력장치(Power Plant)로 구성된다.

- 동체는 무인비행기의 기본이 되는 중요한 구조물로 날개, 엔진, 착륙장치 등을 지지하고 있다. 동체 내부는 수신기, 배터리, 서보모터, 연료탱크 등을 포함하고, 동체를 뜨게 하는 양력을 발생하는 날개, 추력을 발생하는 엔진, 조종안전성을 유지하는 꼬리날개, 이착륙의 충격을 받고 완화시켜 주는 착륙장치가 장착되므로 구조적으로 다방면의 힘에 충분히 견딜 수 있는 강도를 유지하여야 한다.
- 날개는 비행기가 공중에 뜨게 하는 힘(양력)을 발생시키는 구조물로 동체에 고정되어 있다. 날개 뒷전(Trailing Edges)에는 비행기의 좌우 균형을 유지하거나 기울임을 주는 에일러론(Ailerons)과 필요에 따라 양력과 항력을 증가시켜 주는 플랩(Flap)이 장착된다. 무인비행기의 에일러론(Ailerons)은 조종기의 에일러론 스틱에 의해 조종된다. 무인비행기의 플랩(Flap)은 조종기의 기본 4개 채널에 추가된 기능을 갖는 추가된 채널에 의해 조종된다.
- 꼬리 날개는 비행기에 비행안정 및 조종성에 크게 영향을 미치는 것으로 일반적으로 수직안정판(Vertical stabilizer)과 수평안정판(Horizontal stabilizer)이 있다. 수직

안정판의 뒷부분에는 방향타(Rudder)가 장착되고 조종기의 러더 스틱에 의해 조종되며, 수평안정판의 뒷부분에는 승강타(Elevator)가 장착되고 조종기의 엘리베이터 스틱에 의해 조종된다.

- 비행기의 지상 이동과 이/착륙시 활주를 위한 장치로 동체 또는 주익에 장착된 주 착륙 장치(Main Landing Gear)와 주 착륙장치 전방 또는 후방에 방향 전환을 하는 전륜형 착륙 장치(Nose Gear Type) 또는 미륜형 착륙 장치(Tail Gear Type)로, 비행기는 일반적으로 3개의 바퀴(Wheel)가 장착되어 있다. 전륜형 및 미륜형 모두 지상에서 이동하는 동안 러더 스틱을 움직임으로서 방향조종이 가능하다.
- 무인비행기의 동력장치(엔진 또는 모터 또는 팬 등)는 일반적으로 앞부분에 장착되어 있으나, 설계자의 의도에 따라 위치는 매우 가변적이다. 이러한 동력장치는 조종기의 쓰로틀(Throttle) 스틱조작을 통하여 출력을 조절할 수 있다.

6.2.2 무인비행기의 비행조종 모드

무인비행기의 비행조종 모드는 일반적으로 쓰로틀(Throttle) 스틱, 에일러론 스틱, 엘리베이터 스틱, 러더 스틱에 의해 구별된다.

- 쓰로틀(Throttle) : 조종기의 쓰로틀(Throttle) 스틱을 앞쪽으로 조작하면 비

행기 동력장치의 출력이 증가되며, 쓰로틀 (Throttle) 스틱을 뒤쪽으로 조작하면 비행기 동력장치의 출력이 감소하게 된다.

- 에일러론 : 조종기의 에일러론 스틱을 좌측으로 조작하면 비행기의 좌우 에일러론이 상하로 움직여 좌선회 동작을 하고, 조종기의 에일러론 스틱을 우측으로 조작하면 비행기의 우좌 에일러론이 상하로 움직여 우선회 동작을 한다.
- 엘리베이터 : 조종기의 엘리베이터 스틱을 UP으로 조작하면 비행기의 엘리베이터가 윗쪽으로 올라가면 비행기가 상승 동작을 하고, 조종기의 엘리베이터 스틱을 DOWN으로 조작하면 비행기의 엘리베이터가 아랫쪽으로 내려가면 비행기가 강하 동작을 한다. (조종자의 습관에 따라 엘리베이터 스틱의 UP과 DOWN을 반대로 사용하는 경우도 있다.)
- 러더 : 조종기의 러더 스틱을 좌로 조작하면 비행기의 러더가 좌로 움직여 비행기 기수가 좌로 움직이는 동작을 하고, 조종기의 러더 스틱을 우로 조작하면 비행기의 러더가 우로 움직여 비행기 기수가 우로 움직이는 동작을 한다. 또한 러더 스틱을 좌우로 조작하면 착륙장치의 바퀴가 움직여 비행기가 지상에서 좌우로 이동할 수 있도록 바퀴 방향이 움직인다.

6.2.3 무인비행기 비행 전 안전성 점검

- 무인비행기 비행 전 세부점검 내용들은 다음과 같다.
 - 내/외부 조종사의 상호 통신은 가능한지 점검
 - 날개 고정부분 상태는 양호한지 점검
 - 각 서보모터의 장착상태가 양호한지 점검
 - 날개 조종면의 힌지, 베어링의 작동상태 및 장착볼트, 핀 등의 상태가 양호한지 점검
 - 조종케이블, 로드 등이 제대로 조절되어 있는지 점검
 - 동체가 들뜨거나(delamination) 변형(deformation)된 부분, 부식은 없는지 점검
 - 동체와 날개의 결합부위 상태는 양호한지 점검
 - 전기배선 상태는 양호한지 점검
 - 수직안정판, 수평안정판의 장착상태는 양호한지 점검
 - 승강타 및 방향타의 장착상태는 양호한지 점검
 - 꼬리날개 외피의 손상이나 부식이 없는지 점검
 - 착륙장치 스트러트의 장착상태는 양호한지 점검
 - 바퀴의 장착은 상태는 양호한지 점검
 - 착륙장치와 동체 및/또는 날개의 연결부

- 분의 상태는 양호한지 점검
- 착륙장치에 부식, 균열, 변형 등 이상이 없는지 점검
- 접이식 착륙장치의 작동상태는 양호한지 점검
- 프로펠러의 균열 및 손상된 부분이 없는지 점검
- 스피너와 프로펠러 장착 상태는 양호한지 점검
- 프로펠러 궤도(Track) 및 균형(Balance) 상태는 정상인지 점검
- 연료관의 마찰, 마모, 누설, 고정상태는 이상이 없는지 점검
- 연료탱크 및 필터 상태는 양호한지 점검
- 연료 주입구 뚜껑(Cap)이 안전하게 잠기는지 점검
- 엔진 오일의 상태는 양호한지 점검
- 점화 케이블의 상태는 양호한지 점검
- 엔진(또는 모터) 장착 마운트와 부싱 등은 양호한지 점검
- 기어박스에서 오일누설은 없는지 점검
- 엔진(또는 모터) 카울링의 상태(장착고정)와 균열 등 이상이 없는지 점검
- 소음기의 부착상태는 양호한지 점검
- 송신기 안테나 및 전원 상태는 양호한지 점검
- 수신기 및 안테나 장착상태는 양호한지 점검
- 수신기 전원 및 배터리 장착 상태는 양호

한지 점검

- 외부 장착장비의 상태는 양호한지 점검
- 지상조종장비의 조종기는 내부조종사와 외부조종사가 동시 또는 분리하여 사용할 수 있는지 점검
- 내부조종사와 외부조종사의 조종기는 서로 간섭현상은 없는지 점검
- 틸팅(Tilting) 작동상태는 양호한지 점검
- 송신기 안테나를 접은 상태에서 10m 이상의 거리에서 작동상태가 양호한지 점검
- 전파방해 등의 이유로 통신이 불가능할 경우를 대비하여 안전대책이 마련되어 있는지 점검

6.3 무인헬리콥터

6.3.1 무인헬리콥터 및 조종기

일반적으로 무인헬리콥터는 지상에서 운용자가 조종할 수 있는 조종기와 비행물체인 무인헬리콥터 동체로 크게 구분된다. 무인헬리콥터의 세부적인 구조는 각 기종마다 다르지만 중요한 역할을 하는 부분은 메인로터(Main Rotor), 동체(Fuselage), 동력장치 (Powerplant), 착륙장치(Landing Gear) 및 테일로터(Tail Rotor)부분으로 나눌 수 있다.

- 메인로터(Main Rotor)는 무인헬리콥터가 상승과 전진을 하는데 필요한 공기력을 발

생시키며 무인헬리콥터의 핵심 부분이다. 메인로터(Main Rotor)는 두 개 이상의 블레이드(Blade)로 되어 있고, 블레이드의 단면은 에어포일(airfoil)로 되어 있으며, 대부분의 무인헬리콥터의 블레이드는 대칭 에어포일을 사용하여 곡예 기동성이 좋다.

- 동체는 무인헬리콥터의 기본이 되는 중요한 구조물로 동력장치, 테일 붐, 착륙장치 등을 지지하고 있다. 동체 내부는 수신기, 배터리, 서보모터, 연료탱크 등을 포함하고, 동체를 뜨게 하는 양력을 발생하는 메인로터, 추력을 발생하는 동력장치, 조종 안전성을 유지하는 테일로터, 이착륙의 충격을 받고 완화시켜주는 착륙장치가 장착되므로 구조적으로 다방면의 힘에 충분히 견딜 수 있는 강도를 유지하여야 한다. 전체적인 형태는 전진비행에서 최소항력을 받도록 설계되어 있다.
- 동력 장치는 엔진과 동력 전달 기어(gear)로 구성되어 있다. 엔진에서 얻어진 동력은 약 10 : 1 정도의 감속기어와 클러치를 통하여 로터허브와 연결된다. 엔진 동력의 일부는 별도의 감속 기어를 통하여 테일로터를 구동하기 위하여 뒤로 전달된다.
- 꼬리부분은 메인로터(Main Rotor)의 회전에 의한 토크의 반작용에 의하여 기체에 작용하는 토크를 감쇄하기 위한 테일로터(Tail Rotor)와 전진비행에서 피치 트림을 잡고 안정성을 확보하기 위한 수평안정판으

로 구성되어 있다. 테일로터(Tail Rotor)에서 발생시키는 힘과 무게중심에서 테일로터까지의 거리를 곱하면 메인로터에 의한 토크 값과 같아져야 한다.

- 헬리콥터를 위에서 보았을 때 메인로터의 회전이 반시계 방향인 경우는 테일로터의 힘이 오른쪽으로 향한다. 테일로터의 힘에 의한 모멘트와 메인로터 토크가 일치하지 않으면 요(yaw) 운동이 일어나며, 이를 이용하여 헬리콥터의 방향을 조종한다. 방향 조종은 조종기의 러더(rudder) 스틱을 조종하여 테일로터의 블레이드 각을 변화시켜서 원하는 방향으로 기수를 돌리게 된다.
- 메인로터(Main Rotor)의 로터 블레이드 각을 변경시키려면, 블레이드가 회전하고 있는 반면에 서보모터는 동체에 고정되어야 하므로 스위시 판(Swash Plate)이라는 기구를 통하여 서보모터의 변화를 회전하는 로터 블레이드에 전달하도록 되어 있다.
- 스위시 판(Swash Plate)은 두 개의 판과 그 사이에 베어링을 가지고 있는 형태이며, 윗 판은 허브와 연결되어 같이 회전하게 되어 있다. 로터 블레이드의 피치각 조절이 주목적으로 페더링 운동에 있어서의 피치각 조절과 수직비행(상승 및 하강), 전후좌우 비행 시에 회전면을 기울여 주는 역할을 한다.

6.3.2 무인헬리콥터의 비행조종 모드

무인헬리콥터의 비행조종 모드는 일반적으로 4종류 스틱기능에 따라 구분한다.

- 스로틀(Throttle)/컬렉티브 : 조종기의 스로틀(Throttle) 스틱을 앞쪽으로 조작하면 헬리콥터의 메인로터와 연결된 스위시 판(Swash Plate)이 위로 올라오는 동작을 하고, 스로틀(Throttle) 스틱을 뒤쪽으로 조작하면 헬리콥터의 스위시 판(Swash Plate)이 아래로 내려오는 동작을 한다. 메인로터의 피치변화로 인하여 헬리콥터는 상승 및 하강하게 된다.
- 에일러론/좌우 이동 : 조종기의 에일러론 스틱을 좌측으로 조작하면 헬리콥터의 스위시 판(Swash Plate)이 좌측로 기울어지는 동작을 하고, 조종기의 에일러론 스틱을 우측으로 조작하면 헬리콥터의 스위시 판(Swash Plate)이 우측으로 기울어지는 동작을 한다. 메인로터가 좌우로 기울어짐으로 인하여 헬리콥터는 좌로 또는 우로 이동하게 된다.
- 엘리베이터/전후진 이동 : 조종기의 엘리베이터 스틱을 앞쪽으로 조작하면 헬리콥터의 스위시 판(Swash Plate)이 앞쪽으로 기울어지는 동작을 하고, 조종기의 엘리베이터 스틱을 뒤쪽으로 조작하면 헬리콥터의 스위시 판(Swash Plate)이 뒤쪽으로 기울어지는 동작을 한다. 메인로터가 전후로 기울어

짐으로 인하여 헬리콥터는 전진 또는 후진으로 이동하게 된다.

- 러더/제자리 회전 : 조종기의 러더 스틱을 좌로 조작하면 헬리콥터의 테일 슬라이딩 블록이 좌로 움직이는 동작을 하고 조종기의 러더 스틱을 우로 조작하면 헬리콥터의 테일 슬라이딩 블록이 우로 움직이는 동작을 한다.

6.3.3 무인헬리콥터 비행 전 안전성 점검

- 무인헬리콥터 비행 전 세부점검 내용들은 다음과 같다.
 - 내/외부 조종사의 상호 통신은 가능한지 점검
 - 날개 고정부분 상태는 양호한지 점검
 - 각 서보모터의 장착상태가 양호한지 점검
 - 메인로터(Main rotor) 및 테일로터(Tail rotor)의 장착상태는 양호한지 점검
 - 힌지, 베어링의 작동상태는 양호한지 점검
 - 조종케이블, 로드 등이 제대로 조절되어 장착되어 있는지 점검
 - 동체가 들뜨거나(delamination) 변형(deformation)된 부분, 부식은 없는지 점검
 - 전기배선 상태는 양호한지 점검
 - 꼬리날개 외피의 손상이나 부식이 없는지 점검
 - 착륙장치의 장착상태는 양호한지 점검

- 메인로터(Main rotor) 및 테일로터(Tail rotor)의 균열 및 손상된 부분이 없는지 점검
- 연료관의 마찰, 마모, 누설, 고정 상태는 이상이 없는지 점검
- 연료탱크 및 필터 상태는 양호한지 점검
- 연료 주입구 뚜껑(Cap)이 안전하게 잠기는지 점검
- 엔진 오일의 상태는 양호한지 점검
- 점화 케이블의 상태는 양호한지 점검
- 엔진(또는 모터) 장착 마운트와 부싱 등은 양호한지 점검
- 기어박스에서 오일누설은 없는지 점검
- 엔진(또는 모터) 카울링의 상태(장착고정)와 균열 등 이상이 없는지 점검
- 소음기의 부착상태는 양호한지 점검
- 송신기 안테나 및 전원 상태는 양호한지 점검
- 수신기 및 안테나 장착상태는 양호한지 점검
- 수신기 전원 및 배터리 장착 상태는 양호한지 점검
- 외부 장착장비의 상태는 양호한지 점검
- 지상조종장비의 조종기는 내부조종사와 외부조종사가 동시 또는 분리하여 사용할 수 있는지 점검
- 내부조종사와 외부조종사의 조종기는 서로 간섭현상은 없는지 점검
- 송신기 안테나를 접은 상태에서 10m 이상의 거리에서 작동상태가 양호한지 점검
- 전파방해 등의 이유로 통신이 불가능할 경우를 대비하여 안전대책이 마련되어

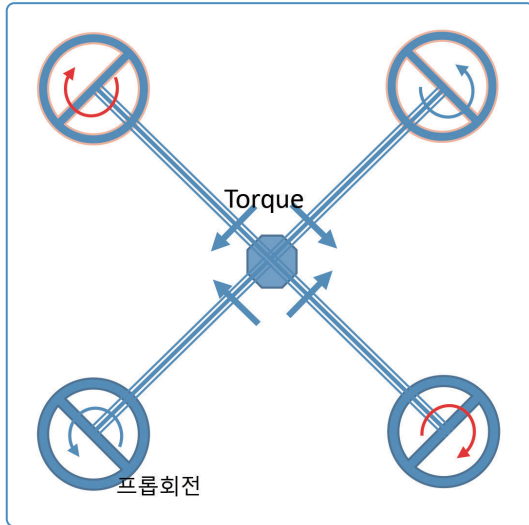
있는지 점검

6.4 무인멀티콥터

6.4.1 무인멀티콥터 및 조종기

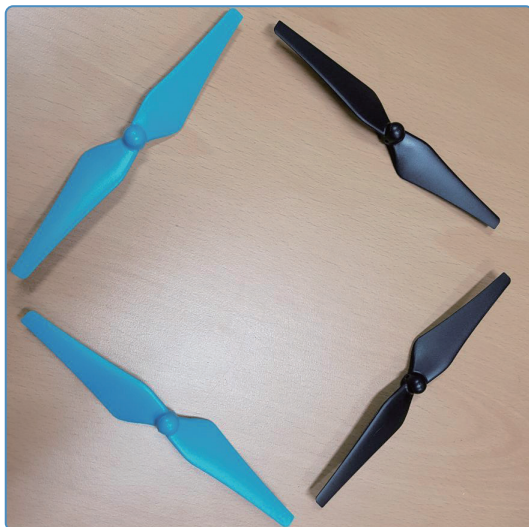
일반적으로 무인멀티콥터는 지상에서 운용자가 조종할 수 있는 조종기와 비행물체인 무인멀티콥터 동체로 크게 구분된다. 무인멀티콥터는 동체를 중심으로 대칭하여 프로펠러가 있어 균형을 맞춰 아랫방향으로 바람을 일으켜 양력을 발생시킨다. 멀티콥터는 프로펠러의 회전방향에 의해 발생하는 토크(Torque)를 막아주기 위하여, 반토크(Anti-torque)가 발생되도록 하여 비행안정성을 확보한다. 이러한 것들은 서로 쌍을 이루어 시계/반시계 방향으로 돌면서 토크를 상쇄시키게 된다.

멀티콥터는 마주보는 프로펠러끼리 쌍을 이루어 서로 회전방향을 반대로 하여 토크(Torque)와 반토크(Anti-torque)를 발생하도록 하여 안전성을 확보하므로, 프로펠러의 회전이 반대가 되더라도 아랫방향으로 바람을 내뿜는 추력을 발생하기 위해서는 프로펠러의 피치가 하나는 시계방향(역피치) 프로펠러(CW: Clockwise)이어야 하며, 마주보는 쪽은 반시계방향(정피치) 프로펠러(CCW : Counter-Clockwise)가 장착되어야 한다.



[그림 6-3] 멀티콥터의 프롭회전과 토크

멀티콥터의 피치 및 전진비행을 위해서는 진행방향의 서로 마주보는 프로펠러의 회전수를 서로 증/감함으로 인하여 양력의 합이 한쪽으로 기울어지게 함으로써, 멀티콥터 본체를 기울어지게 하여 비행하고자 하는 방향으로 추력을 발생하게 된다.

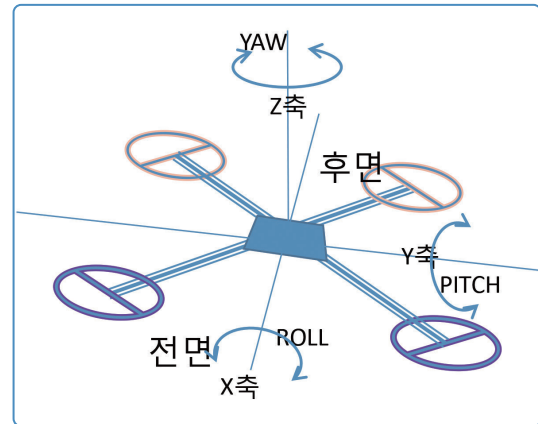


[그림 4-49] 동력패러글라이더의 운동 축

6.4.2 무인멀티콥터의 비행조종 모드

멀티콥터의 비행조종 모드는 일반적으로 다음의 4가지로 분류한다.

- 스로틀(Throttle), 상승/하강 이동 : 조종기의 스로틀(Throttle) 스틱
- 피치(Pitch), 전/후진 이동 : 조종기의 엘리베이터 스틱
- 롤(Roll), 좌/우 이동 : 조종기의 에일러론 스틱
- 요(Yaw), 제자리 회전 : 조종기의 러더 스틱

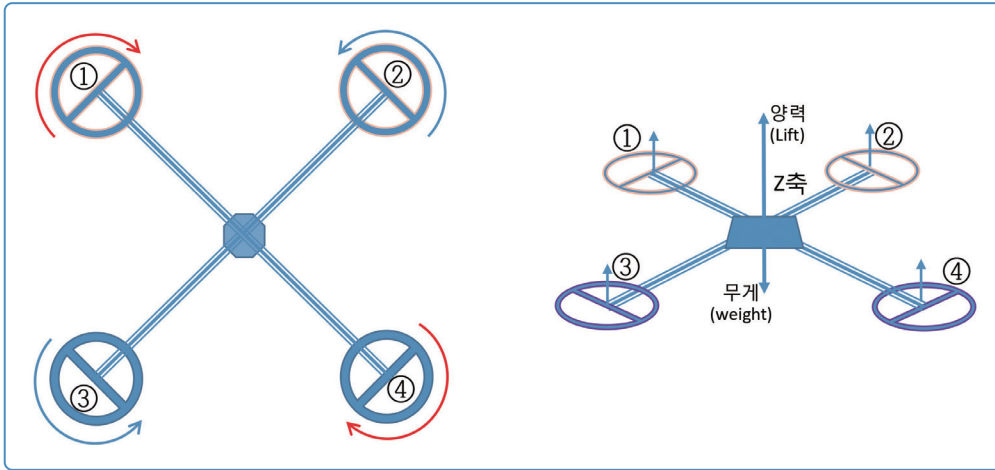


[그림 6-5] 멀티콥터의 비행조종 모드

6.4.2.1 상승/하강 이동 비행조종 모드, 스로틀(Throttle) 모드

멀티콥터의 본체를 Z축을 기준으로 상하로 이동시키는 비행조종 모드이다.

멀티콥터를 들어 올리는 양력은 프로펠러의 회전에 의해 발생하는 바람에 의해 얻어지게 되며, 이러한 프로펠러의 회전 방향과 반대로 작용하는 토크가 발생한다. 프로펠러의 회전수가 변하게



[그림 6-6] 상승/하강 이동 비행조종 모드의 회전방향 및 힘의 분포

되면 양력과 토크가 동시에 변하게 된다. 멀티콥터는 이러한 양력을 발생시키는 프로펠러들의 회전력 조절을 통하여 비행 조종을 하게 된다.

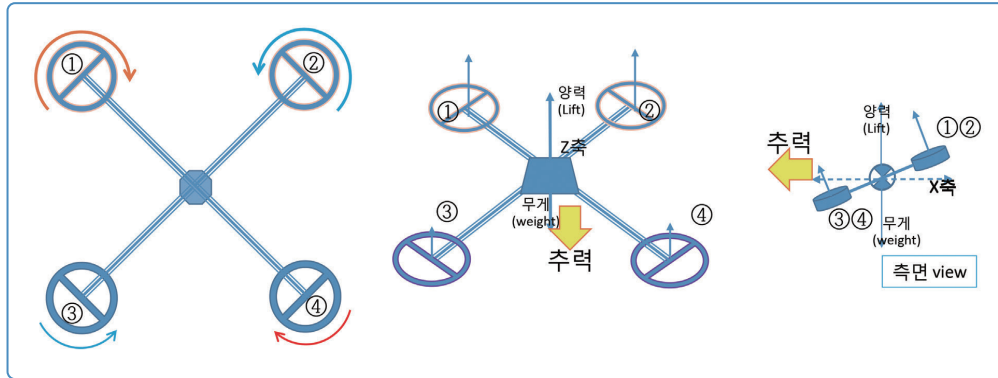
프로펠러가 동시에 동일한 속도로 회전하게 되면 수직으로 상승하게 되며, 회전속도가 빠를 경우 상승하는 속도도 향상된다. 이때 ①④ 프로펠러는 시계방향, ②③ 프로펠러는 반시계 방향으로 회전하면서 이로 인해 발생하는 토크(Torque)와 반토크(Antitorque)를 발생하도록 하여야 하여 안전성을 확보하게 된다. 네 개의 프로펠러가 동일한 속도로 회전하게 되며, 이러한 회전력 조절은 스로틀(Throttle)을 높임에 따라 회전력이 증가하여 상승하게 되고, 스로틀(Throttle)을 낮춤에 따라 회전력이 감소하여 하강하게 된다.

네 개 프로펠러의 동일한 회전수는 회전모멘트를 상쇄시키는 역할을 하여 제자리 비행이 가능하게 된다.

6.4.2.2 전/후진 이동 비행조종 모드, 피치(Pitch) 모드

멀티콥터의 전면부와 후면부의 위치를 상하로 피치(Pitch) 조절하여 멀티콥터의 전진/후진 추력을 발생하게 변화하여, 전/후로 멀티콥터를 이동시키는 비행조종 모드이다.

프로펠러 ①②가 동일하게 빠른 속도로 회전하면서 멀티콥터의 중심보다 높은 위치를 갖게 하여 멀티콥터가 후진(조종자 앞으로 다가오는 방향)으로 이동하게 하는 추력을 발생하게 하며, 반대로 전진 할 경우에는 프로펠러 ③④가 동일하게 빠른 속도로 회전하면서 멀티콥터의 중심보다 높은 위치를 갖게 하여 멀티콥터가 전면(조종자에서 멀어지는 방향)으로 이동하게 하는 추력을 발생하게 한다. ①② 또는 ③④ 프로펠러가 쌍으로 회전속도를 조절하면서 전체적인 토크(Torque) 균형을 맞춰 안전성을 갖게 한다.



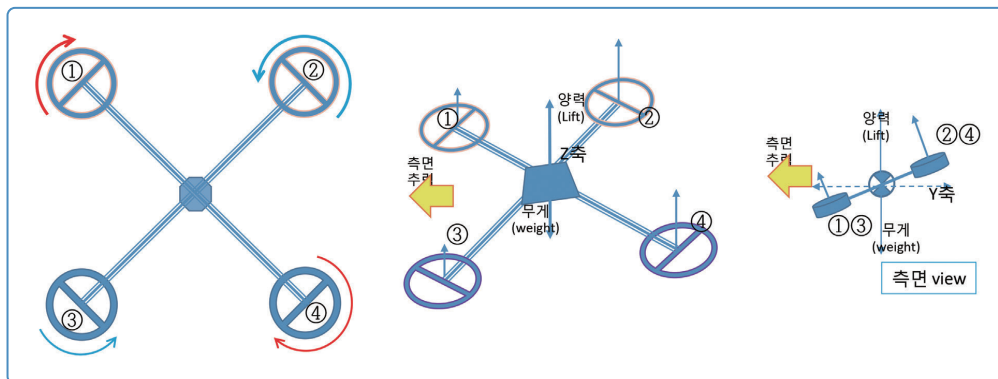
[그림 6-7] 피치(Pitch), 전진 이동 모드의 회전방향 및 힘의 분포

6.4.2.3 좌/우 이동 비행조종 모드, 롤(Roll) 모드

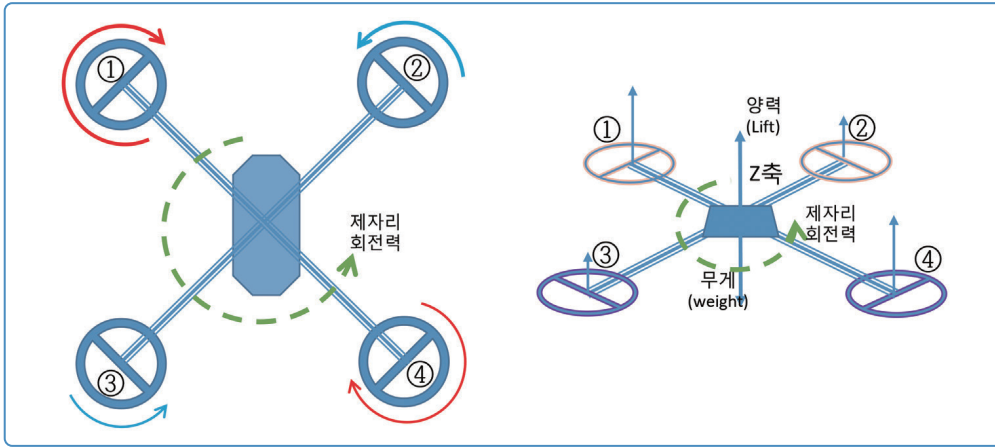
멀티콥터의 좌측부와 우측부의 위치를 상하로 롤(Roll) 조절하여 멀티콥터의 우측 추력 또는 좌측 추력을 발생하게 변화하여 좌/우로 이동시키는 비행조종 모드이다.

프로펠러 ②④가 동일하게 빠른 속도로 회전하면서 멀티콥터의 중심보다 높은 위치를 갖게 하여 멀티콥터가 좌측(조종자가 보았을 때 좌측 방향)면으로 이동하게 하는 좌측방향 추력을 발생하게 하며, 반대로 우측으로 이동하게 할 경우에는 프로펠러 ①③이 동일하게 빠른 속도로 회

전하면서 멀티콥터의 중심보다 높은 위치를 갖게 하여 멀티콥터가 우측(조종자가 보았을 때 우측 방향)으로 이동하게 하는 우측 방향 추력을 발생하게 한다. ①③ 또는 ②④ 프로펠러가 쌍으로 회전속도를 조절하면서 전체적인 토크(Torque) 균형을 맞춰 안전성을 갖게 한다.



[그림 6-8] 롤(Roll), 좌측 이동 비행조종 모드의 회전방향 및 힘의 분포



[그림 6-9] 요(Yaw), 제자리 회전 비행조종 모드의 회전방향 및 힘의 분포

6.4.2.4. 제자리 회전 비행조종 모드, 요(Yaw) 모드

멀티콥터의 제자리 회전 비행은 호버링(Hovering) 상태에서 멀티콥터의 본체를 수직축(Z축)을 기준으로 좌우로 회전시키는 것이다.

프로펠러 ①④가 동일하게 빠른 속도로 회전하면 멀티콥터의 토크(Torque)가 좌측으로 커지면서 좌회전(Yaw, Left)하게 되며, 반대로 우회전을 하게 하려면 프로펠러 ②③을 동일하게 빠른 속도로 회전시켜 멀티콥터의 토크(Torque)가 우측으로 커지게 하면 우회전 (Yaw, Right)을 하게 된다.

6.4.3 조종 방법

- 스로틀(Throttle) 스틱을 위아래로 움직이면 멀티콥터 본체의 고도가 위아래로 변경된다. 스로틀(Throttle) 스틱을 위로 밀면 상승하고, 아래로 내리면 하강한다. 스로틀(Throttle) 스틱을 적절한 위치에 놓게 되면

멀티콥터는 호버링(Hovering) 한다.

- 러더 스틱을 왼쪽 혹은 오른쪽으로 움직이면 멀티콥터 본체가 회전한다. 러더 스틱을 왼쪽으로 움직이면 멀티콥터 본체가 반시계 방향으로 회전하고 오른쪽으로 움직이면 시계 방향으로 회전한다. 러더 스틱이 중간에 위치할 경우, 멀티콥터 본체는 현재 방향을 향하여 유지된다. 유지가 되지 않을 경우에는 러더 트림을 조절하여 맞춰야 한다.
- 엘리베이터 스틱을 위아래로 움직이면 멀티콥터 본체가 전진/후진한다. 엘리베이터 스틱을 중간 위치에 놓으면 멀티콥터 본체는 호버링(Hovering)을 유지하게 된다. 유지가 되지 않을 경우에는 엘리베이터와 스로틀 트림을 조절하여 맞춰야 한다.
- 에일러론 스틱을 좌/우로 움직이면 멀티콥터 본체가 좌/우로 이동한다. 에일러론 스틱을 중간위치에 놓으면 멀티콥터 본체는 호버링(Hovering)을 유지하게 된다. 유지

가 되지 않을 경우에는 에일러론과 스로틀 트림을 조절하여 맞춰야 한다.

6.4.4 제자리 비행 특성

멀티콥터의 제자리(Hovering) 비행을 통한 조종간 트림을 맞출 때에는 멀티콥터 본체를 지면 효과가 없는 위치까지 상승시킨 후 트림을 세팅을 하여야 한다.

멀티콥터는 지면이 평평할 경우 낮은 고도에서도 안정된 상태로 비행을 하게 되지만, 지면에 요철이 심한 경우에는 낮은 고도에서 지면효과로 인하여 제자리 비행을 유지하기 어렵게 된다.

바람이 부는 경우에는 바람이 부는 방향으로 멀티콥터 본체를 바람속도에 적절하게 기울여 주어야 제자리 비행이 가능해진다.

6.4.5 무인멀티콥터 비행 전 안전성 점검

○ 무인멀티콥터 비행 전 세부점검 내용들은 다음과 같다.

- 내/외부 조종사의 상호 통신은 가능한지 점검
- 각 모터의 장착상태가 양호한지 점검
- 프로펠러의 장착상태는 양호한지 점검
- 전기배선 상태는 양호한지 점검
- 착륙장치 스트러트의 장착상태는 양호한지 점검
- 착륙장치에 부식, 균열, 변형 등 이상이

없는지 점검

- 프로펠러의 균열 및 손상된 부분이 없는지 점검
- 프로펠러 장착판의 상태는 양호한지 점검
- 프로펠러 궤도(Track) 및 균형(Balance) 상태는 정상인지 점검
- 송신기 안테나 및 전원 상태는 양호한지 점검
- 수신기 및 안테나 장착상태는 양호한지 점검
- 수신기 전원 및 배터리 장착 상태는 양호한지 점검
- 외부 장착장비의 상태는 양호한지 점검
- 지상조종장비의 조종기는 내부조종사와 외부조종사가 동시 또는 분리하여 사용할 수 있는지 점검
- 내부조종사와 외부조종사의 조종기는 서로 간섭현상은 없는지 점검
- 틸팅(Tilting) 작동상태는 양호한지 점검
- 송신기 안테나를 접은 상태에서 10m 이상의 거리에서 작동상태가 양호한지 점검
- 전파방해 등의 이유로 통신이 불가능할 경우를 대비하여 안전대책이 마련되어 있는지 점검

6.5 무인비행선

무인비행선은 가벼운 가스를 이용하여 자체적으로 양력을 갖고 추진부와 꼬리날개를 제어하여 원하는 곳으로 이동할 수 있다. 무인비행선의 기낭은 유선형으로 되어 있고 부피가 크기 때문에 무인비행선의 앞부분은 지상 계류 시에는 항상 바람이 불어오는 방향으로 무인비행선을 유지하여야 한다.

일반적으로 기낭의 가스는 주위의 온도가 상승하거나 압력이 낮아지면 팽창하고 온도가 낮아지거나 압력이 높으면 수축하므로 기낭의 형상이 주변의 기후환경에 따라 변화한다. 주변 환경 등으로 무인비행선 내부 기낭의 압력이 줄어들어 형상유지를 못할 상태가 되면 조종은 거의 불가능한 상태에 이르게 되므로, 이것을 막기 위해 대형비행선에는 보조기낭(공기낭)을 설치하여 내부압력을 조절하여 형상을 유지한다.

6.5.1 무인비행선 및 조종기

일반적으로 무인비행선은 지상에서 운용자가 조종할 수 있는 조종기와 비행물체인 무인비행선 동체로 크게 구분된다.

무인비행선의 구조는 주 동체 부분에 해당되는 기낭 그리고 조종면에 해당되는 수평 및 수직꼬리날개가 있으며, 추진력을 갖게 하는 엔진 또는 모터가 장착된 곤돌라로 구성된다.

- 기낭은 헬륨을 사용하여 양력을 발생시키며

또한 비행선의 형상을 유지하게 하며, 기낭의 후단부에는 꼬리날개들이 장착되고, 기낭의 하단부에는 곤돌라가 부착된다.

- 곤돌라는 일반적으로 기낭의 아랫부분에 매달려 있는 형상으로 장착되어 있으며, 곤돌라 내부에는 조종기의 신호를 받아 처리하는 수신기와 서보모터, 추진모터 또는 엔진, 배터리 및 연료 등의 있으며, 운용 용도에 따라 카메라 및 각종 장비들을 실을 수 있는 공간이 곤돌라이다. 또한 비행선의 부력이 한정되어 있는 만큼 곤돌라는 최대한 가볍게 제작되나, 구조적으로는 상당한 강도가 요구되어 복합재료를 사용하여 제작하고, 저항을 줄이기 위해 유선형으로 제작된다.
- 일반적으로 곤돌라에 장착된 추력장치는 비행선의 움직임을 용이하게 하며, 곤돌라 좌우에 한 개씩 2개의 엔진 또는 모터로 구성된다.
- 엔진마운트는 곤돌라를 가로지르는 스틸 파이프를 사용하며, 이 파이프는 회전이 가능하게 되어 있어 동력장치의 틸팅이 가능하게 되어있어, 추력을 상/하/전/후로 조정하여 비행선의 위치를 조종하게 된다.
- 무인비행선의 수직꼬리날개인 러더는 일반적으로 기낭 뒷부분에 위치하며 상/하 날개로 구성되어 있어 비행선을 좌우로 조종하는데 사용되며, 기낭과의 탈착이 용이하도록 되어있다. 수평꼬리날개인 엘리베이터

- 는 좌/우 날개로 구성되며 비행선의 상승강하 자세를 조종하는데 사용하며 러더와 함께 안정판과 조종면의 중요한 역할을 한다.
- 무인비행선의 조종기는 기본적으로 러더, 엘리베이터, 동력장치 추력, 동력장치 틸팅 조절을 위한 4개의 채널이 필요하며, 조종기의 구성 및 조종자에 따라 조종스틱의 기능을 정하여 사용하고 있다.

6.5.2 무인비행선의 비행조종 모드

무인비행선의 비행조종 모드는 일반적으로 조종스틱 종류에 따라 분류한다.

- 스로틀(Throttle) : 조종기의 스로틀(Throttle) 스틱을 앞쪽으로 조작하면 비행선 동력장치(엔진 또는 모터)의 출력이 증가되며, 스로틀(Throttle) 스틱을 뒤쪽으로 조작하면 비행선 동력장치의 출력이 감소하게 된다.
- 에일러론 스틱/틸팅 조작 : 조종기의 에일러론 스틱을 조작하면 비행선의 동력장치 마운트가 틸팅(Tilting)하여 동력장치의 추력방향이 틸팅된다. 조종기의 에일러론 스틱을 조작하면 비행선이 상하로 급격히 상승/강하할 수 있는 동력의 방향을 조정
- 엘리베이터 : 조종기의 엘리베이터 스틱을 앞쪽으로 조작하면 비행선의 엘리베이터가 윗쪽으로 올라가면 비행선이 상승 동작을 하고, 조종기의 엘리베이터 스틱을 뒤쪽으

로 조작하면 비행선의 엘리베이터가 아랫쪽으로 내려가면 비행선이 강하동작을 한다.

- 러더 : 조종기의 러더 스틱을 좌로 조작하면 비행선의 러더가 좌로 움직여 비행선 기수가 좌로 움직이는 동작을 하고, 조종기의 러더 스틱을 우로 조작하면 비행선의 러더가 우로 움직여 비행선 기수가 우로 움직이는 동작을 한다.

6.5.3 지상 핸들링

무인비행선의 경우 지상에서 특별히 무어링 장비까지 갖출 필요는 없으며, 사람이 직접 노즈콘에 이어진 견인줄을 잡고 이동시키는 것이 보편적이다.

무인비행선의 지상이동시에는 노즈콘과 꼬리부분의 견인줄을 이용하여 항상 비행선의 선두방향이 바람이 불어오는 방향으로 오게끔 한다. 지상에서 비행준비를 할 경우 바람방향이 항상 일정하지 아니하므로 계류 시에는 노즈콘의 견인줄만을 사용하여 풍향에 따라 비행선이 움직일 수 있도록 한다.

비행선을 계류시키는 Mast는 강한 바람에도 견딜 수 있게 Mast 하부를 고정하여야 한다.



[그림 6-10] Mast에 고정된 무인비행선

6.5.4 이륙 및 착륙

- 이륙 : 무인비행선 기수의 견인줄을 당겨 바람방향으로 맞추고 조종자는 조종스틱을 이용, 엔진(또는 모터)의 틸팅 각을 상승으로 하고, 추진장치 추력을 올리면서 가볍게 무인비행선을 상공으로 밀어준다.
- 무인비행선이 상승하면서 적정한 고도가 되었다고 판단되면, 전진비행으로 엔진(또는 모터)의 틸팅(Tilting) 각도를 바꾸고 추진장치 추력을 조절하고, 엘리베이터를 상승모드로 하여 목표고도로 올린다.
- 무인비행선 착륙 시에 주의하지 않으면 무인비행선이 손상되는 경우가 많은데, 대부분의 무인비행선 손상은 착륙 시에 일어날 수 있어 주의가 요구된다.
- 무인비행선을 착륙 목표지점에 접근시키면서 고도를 최대한 낮추고 10여 미터 높이에서 엔진(또는 모터)의 틸팅 각도를 하강모드로 하여 무인비행선을 끌어내린다.

- 무인비행선의 하강속도가 빠르면 속도를 감소시키고, 무인비행선의 기수 앞부분의 견인줄을 손으로 잡는 동시에 조종자는 엔진(또는 모터)을 끄고 아래쪽 러더가 지면에 부딪히지 않도록 잡아준다.

6.5.5 무인비행선 비행 전 안전성 점검

- 무인비행선 비행 전 세부점검 내용들은 다음과 같다.
 - 내/외부 조종사의 상호 통신은 가능한지 점검
 - 구피 및 보조구피(Ballonet)에 구멍, 파열된 곳은 없고, 보수 부분이 있는 경우 적절한 방법으로 보수가 되어 있는지 점검
 - 구피 천의 장력은 적당한지 점검
 - 구피 및 곤돌라 접촉부에 손상, 변형, 부식 등이 없는지 점검
 - 곤돌라, 조종면 등을 장착하기 위한 구조물의 상태는 양호한지 점검
 - 각 서보모터의 장착상태가 양호한지 점검
 - 토오크판의 장착상태는 양호한지 점검
 - 수직꼬리날개 안정판, 수평꼬리날개 안정판의 장착상태는 양호한지 점검
 - 승강타 및 방향타의 장착상태는 양호한지 점검
 - 꼬리날개 조종면의 힌지, 베어링의 작동

- 상태 및 장착볼트, 핀 등의 상태가 양호한지 점검
- 꼬리날개 작동 케이블과 힌지, 풀리 등의 장착 및 작동상태는 양호한지 점검
- 꼬리날개 외피의 손상이나 부식이 없는지 점검
- 착륙장치와 동체/곤돌라의 연결부분 상태는 양호한지 점검
- 착륙장치에 부식, 균열, 변형 등 이상이 없는지 점검
- 바퀴 및 타이어 혹은 스키드의 상태가 양호한지 점검
- 전기배선 상태는 양호한지 점검
- 프로펠러의 균열 및 손상된 부분이 없는지 점검
- 스피너와 프로펠러 장착판의 상태는 양호한지 점검
- 프로펠러 궤도(Track) 및 균형(Balance) 상태는 정상인지 점검
- 연료관의 마찰, 마모, 누설, 고정상태는 이상이 없는지 점검
- 연료탱크 및 필터 상태는 양호한지 점검
- 연료 주입구 뚜껑(Cap)이 안전하게 잠기는지 점검
- 엔진 오일의 상태는 양호한지 점검
- 점화 케이블의 상태는 양호한지 점검
- 엔진(또는 모터) 장착 마운트와 부싱 등은 양호한지 점검
- 기어박스에서 오일누설은 없는지 점검
- 엔진(또는 모터) 카울링의 상태(장착고정)와 균열 등 이상이 없는지 점검
- 소음기의 부착상태는 양호한지 점검
- 송신기 안테나 및 전원 상태는 양호한지 점검
- 수신기 및 안테나 장착상태는 양호한지 점검
- 수신기 전원 및 배터리 장착 상태는 양호한지 점검
- 외부 장착장비의 상태는 양호한지 점검
- 지상조종장비의 조종기는 내부조종사와 외부조종사가 동시 또는 분리하여 사용할 수 있는지 점검
- 내부조종사와 외부조종사의 조종기는 서로 간섭현상은 없는지 점검
- 틸팅(Tilting) 작동상태는 양호한지 점검
- 송신기 안테나를 접은 상태에서 10m 이상의 거리에서 작동상태가 양호한지 점검
- 전파방해 등의 이유로 통신이 불가능할 경우를 대비하여 안전대책이 마련되어 있는지 점검

제3부

항공기상 (Aviation Weather)

제1장 대기권의 구조 - 해당 : 모든 초경량비행장치

제2장 대류권의 기상현상 - 해당 : 모든 초경량비행장치

제3장 비행안전에 관련된 기상현상 - 해당 : 모든 초경량비행장치

제4장 일기도와 비행계획

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로),
동력패러글라이더, 유인자유기구

제5장 항공기상업무

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로),
동력패러글라이더, 유인자유기구

제6장 항공기상 예보

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로),
동력패러글라이더, 유인자유기구

제7장 비행 중 기상조언 및 정보

- 해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로),
동력패러글라이더, 유인자유기구

참고자료

- 비행안전 참고 매뉴얼, 서울지방항공청, 2014.1.
- 항공정보간행물(AIP : Aeronautical Information Publication), 2018. 9. 27.
- 항공정보업무 지침, 국토교통부예규 제191호, 2017.12. 7
- 항공기상업무 기본지침, 항공기상대, 2017. 8. 4.
- 항공기상업무 용어지침, 항공기상대, 2016.11.10.
- 공항경보 및 윈드시어경보 지침, 항공기상대, 2016.11.10.
- 공역예보 지침, 항공기상대, 2016.11.10.
- SIGMET 및 AIRMET 정보 지침, 항공기상대, 2016.11.10.
- Annex 3(Meteorological Service for International Air Navigation), ICAO, 2008.11.
- AC 00-6B Aviation Weather, FAA, 2016. 8 23
- AC 00-45H Aviation Weather Services, FAA, 2016. 11. 14.
- H-8083-25B Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA, 2016.
- H-8083-21 Rotorcraft Flying Handbook, FAA, 2000.
- H-8083-29 Powered Parachute Flying Handbook, FAA, 2007.
- H-8083-3B Airplane Flying Handbook, FAA, 2016.
- AIM(항공정보매뉴얼), 한국교통안전공단, 2017.
- 경량항공정보매뉴얼, 한국교통안전공단, 2016.
- 초경량비행장치 항법실무 참고서, 한국교통안전공단, 2010.
- 초경량비행장치 가이드, 한국교통안전공단, 2009.
- 무인비행기 및 무인비행선 조종자격 전환교육 교재, 한국교통안전공단, 2013.
- 경량항공기 비행경로, 한국교통안전공단, 2015.
- 경량항공기 비행안전가이드, 한국교통안전공단, 2016.
- 항공기상, 조종사표준교재, 국토교통부, 2018.

목 차

제1장 대기권의 구조

해당 : 모든 초경량비행장치

- 1.1 지구 대기권 구분
- 1.2 대기의 성분
- 1.3 국제표준대기

제2장 대류권의 기상현상

해당 : 모든 초경량비행장치

- 2.1 대기의 기온과 습도
- 2.2 기압
- 2.3 고기압과 저기압
- 2.4 바람
- 2.5 기단
- 2.6 전선
- 2.7 구름
- 2.8 안개

제3장 비행안전에 관련된 기상현상

해당 : 모든 초경량비행장치

- 3.1 난류
- 3.2 산악파
- 3.3 뇌우
- 3.4 다운버스트
- 3.5 우박
- 3.6 번개와 천둥
- 3.7 급변풍

3.8 마이크로버스트

3.9 착빙

3.10 해무

3.11 황사

제4장 일기도와 비행계획

해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

4.1 일기도

4.2 국제 일기 기호

4.3 시계비행계획을 위한 기상분석

제5장 항공기상업무

해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

5.1 항공기상 개요

5.2 항공기상 용어 정의

5.3 항공기상특보 및 정보

5.4. SIGMET

5.5 AIRMET

5.6 공항경보

5.7 급변풍 경보

5.8 공항기상정보

제6장 항공기상 예보

해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

6.1 항공예보개요

6.2 공항예보

6.3 이륙예보

6.4 착륙예보

6.5 저고도 중요기상예보

제7장 비행 중 기상조언 및 정보

해당 : 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기/자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구

7.1 비행 중 기상조언

7.2 비행 중 이용 가능한 기상정보

7.3 조종사 기상보고(PIREP)

제 1 장

대기권의 구조

1.1 지구 대기권 구분

지표면을 벗어난 비행체들의 활동영역인 공간은 여러 가지 특성을 가지고 있으며 일반적으로 물리적 특성에 따라 구분하고 있다. 지구를 둘러싸고 있는 공간(Space)은 지구표면으로부터 우주공간으로 펼쳐지며, 이를 지구 대기권(atmosphere)과 외계(outer space)로 분리한다.

지구를 둘러싸고 있는 지구 대기권은 일반적으로 물리적 특성에 따라 지표면에서부터 대류권(troposphere), 성층권(stratosphere), 중간권(mesosphere), 열권(thermosphere), 외기권(exosphere)으로 나누고 있다. 국제민간항공기구(ICAO)의 대기권 구분에서는 지표면으로부터 성층권까지 다루고 있으며, ICAO Annex 3(Meteorological Service for International Air Navigation)에서 특이기상 관련하여 지표면으로부터 FL(Flight Level)250, FL250과 FL450 사이의 층, FL450과 FL600 사이의 층으로 구분한다.

1.1.1 대류권

대류권의 범위는 지표면에서 시작하여 성층권 하단까지로 등온층이 존재하는 대류권계면 있으

며, 시간 및 지리적 위치 등에 따라 대류권의 범위는 다소 차이가 있다. 일반적으로 대류권의 범위는 지표면으로부터 평균고도 11km 정도로, 계절과 위도 그리고 대기요란에 따라 변하여, 극지방에는 6~10km 적도부근에는 15~18km 정도이며, 같은 장소에서도 여름철에는 높고 겨울철에는 낮게 나타나며, 중력과 원심력의 영향보다는 온도의 영향을 많이 받는다.

대류권의 대기 온도는 고도가 상승하면 온도가 감소하며, 공기밀도는 고도가 상승함에 따라 감소한다. 대기권의 전체 대기 질량의 75% 이상을 대류권에서 가지고 있고, 특히 수증기를 포함하고 있어 기상현상이 발생한다. 태양에 의해 지표면에 입사되는 태양 복사열과 지표면에서 방출되는 지구복사열로 인하여 고도 11km까지는 고도가 높아질수록 기온은 약 6.5℃/km의 비율로 감소하며, 풍속은 고도가 높아질수록 증가한다.

고도 상승에 따라 기온이 낮아지고, 대륙과 바다의 비열 차이, 지형의 영향, 아래쪽에 있는 온도가 높은 공기의 열역학적 불안정한 상태 등으로 인한 바람의 불규칙한 변화, 상승 및 하강기류와 같은 수직적인 공기의 흐름 등에 의한 난류현상(turbulence)이 발생하며, 또한 지표면에서의 대류작용에 의한 수직운동으로 비, 눈, 구름과 같은 기상현상을 비롯해서 저기압, 고기압,

전선, 태풍 등 거의 모든 대기운동이 일어난다.

대류권의 상한인 대류권계면 부근에서는 대기가 안정되어 구름이 없고, 기온이 낮으며, 공기가 희박하여 공기압축기를 사용하고 있는 제트기의 운항에 적합한 조건을 갖추고 있다. 반면 대기활동이 왕성하게 일어나는 대류권의 하부는 경량항공기 및 초경량비행장치가 비행 활동을 하는 공간으로 기상에 의한 영향을 많이 받게 된다.

1.1.2 성층권

성층권(Stratosphere)은 아래로는 대류권을 접하며, 위쪽으로는 중간권을 접하고 있다. 성층권은 대류권의 위층으로 지표면으로부터 11~50km 범위이며, 고속의 바람이 불어도 와류가 생기지 않는 층으로 지구 대기권의 한 부분이고, 위쪽으로 올라갈수록 따뜻해지고, 성층권 하부에 가까워질수록 온도가 내려가는 특성을 지니고 있다. 이 현상은 지표면에 가까울수록 온도가 상승하는 대류권과는 정반대이다. 지표면으로부터 20~30km지점은 오존층이 두텁게 존재하지만, 오존이 검출되는 범위는 성층권 전체에서 검출되며, 성층권 상부에서는 고도가 높아질수록 오존의 농도가 희박해진다. 성층권의 하부는 대기가 안정되어 구름이 적고, 기온이 낮으며, 공기가 희박하여 공기 압축기를 보유한 제트여객기들이 순항하기 좋은 여건을 갖추고 있어 9~15km 고도 범위에서 비행을 한다.

1.1.3 중간권

중간권(Mesosphere)은 지구 대기권의 하나로 성층권과 열권 사이의 지표면으로부터 50~80km 부근에 존재하고, 고도가 높아짐에 따라 온도가 감소하여, 중간권 최상부에는 대기권에서 온도가 가장 낮은 중간권계면이 있다. 중간권에 포함된 공기 분자는 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지를 흡수할 공기 분자가 적어 지구 복사 에너지와 태양 복사 에너지의 영향이 가장 적다. 중간권은 고도가 상승함에 따라 온도가 감소하므로 대기가 불안정하여 대류현상이 일어나지만 기상현상은 일어나지 않는다.

1.1.4 열권

열권(Thermosphere)은 지구 대기권의 하나로 중간권과 외기권 사이 존재하며, 지표면으로부터 대략 80km 정도에서 시작하여 일반적으로 500km까지이다. 이 권역은 고도가 높아 대기 가스의 분자 질량에 따라 층을 이루어 배열하게 되며, 또한 태양 에너지에 의해 공기 분자가 이온화되어 자유전자가 밀집되어 전리층이라고 불린다.

전리층은 아래에서부터 D, E, F, G층으로 구분하며, F층은 고도 180km에서 300km까지로, 55~95m 파장의 전파를 반사한다. 이러한 특징으로 인하여 항공분야에서 HF(High Frequency)주파수를 사용하여 장거리 통신을 한다.

HF(High Frequency)는 10~100m파장 범위를 갖고 있는 주파수 2.8~22MHz인 단파이다.

1.1.5 외기권

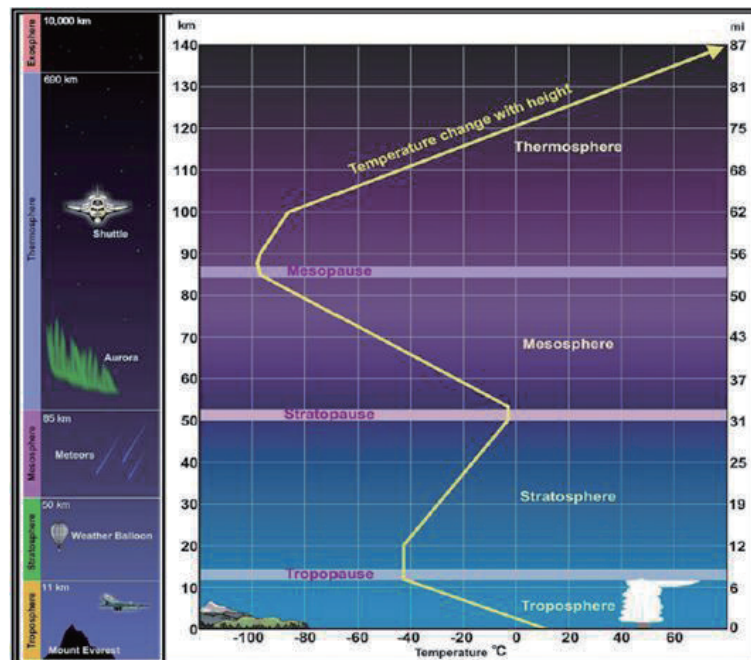
외기권(Exosphere)은 지구 대기권의 마지막 대기층이다. 아래로는 열권이 있으며, 태양의 활동에 따라 많은 차이가 있어, 지표면으로부터 500~1,000km 정도에서 시작하며, 대략 10,000km 정도까지이다.

외기권의 주된 기체는 산소나 질소와 같은 무거운 원소는 거의 존재하지 않고 수소와 헬륨과 같은 가벼운 원소가 존재한다.

1.2 대기의 성분

지구 대기권의 대기 구성 물질은 부피로 보아 99%가 질소(N₂) 78% 및 산소(O₂) 21%로 구성되어 있으며, 기타 1%는 아르곤(Ar), 이산화 탄소(CO₂), 헬륨(He), 메탄(CH₄), 수소(H₂), 수증기(H₂O), 일산화질소(NO), 오존(O₃), 일산화 탄소(CO) 등이 차지하고 있다. 이들은 일반적으로 고도 80km까지 균일한 구성분포를 유지하고 있어 균질권(homosphere)이라고 하며, 고도가 높아짐에 따라 공기 밀도는 감소한다.

고도 80km 이상에서는 대기의 성분비는 고도가 높아짐에 따라 중력의 영향이 작아지므로 가벼운 기체의 성분비율이 증가하여 성분비가 일정하지 않아 비균질권이라 한다.



[그림 1-1] 대기의 연직 온도 분포에 의한 구분

1.3 국제표준대기

우리주변의 대기는 계속적으로 특성을 변화시키고 있다. 특히 대기의 기압은 같은 장소라 하더라도 시간에 따라 수시로 변한다. 비행체는 지구 대기권을 비행하기 때문에 이를 구성하고 있는 대기의 영향에 매우 민감할 수밖에 없다.

항공기들이 공간을 비행하면서 항공관제를 받아 항공기간의 거리 및 고도에 따른 안전거리 확보, 그리고 항공기의 비행성능 및 엔진의 출력 등에 대한 비교, 항공기를 설계하고 운용하기 위해서는 어떠한 기준이 되는 표준 대기의 상태를 설정할 필요가 있다. 표준대기는 국제적으로 통일시킬 필요가 있으므로 ICAO에서는 1964년 국제표준대기(ISA: International Standard Atmosphere)를 국제협약(International Agreements)으로 규정하였다. ICAO에서 정한 국제표준대기 조건으로, 공기는 건조공기(지표면으로부터 80km까지의 균질권 : 질소 78%, 산소 21%, 기타 1%인 부피비균일)로서 이상기체상태방정식을 고도, 온도, 시간에 관계없이 만족하여야 한다. 또한 표준대기(Standard Atmosphere)는 기압이나 기온 등의 고도분포를 실제대기의 평균상태에 근사하도록 단순한 형태로 표시한 기준대기를 말하며, 다음과 같은 물리적 상수를 사용한다.

- 중력가속도 : $9.80665m/s^2$
- 음속 340.43m/s
- 해면상 기온 : $15^{\circ}C$, 288.15K
- 결빙 온도 : 273.15K
- 고도별 온도 변화율 : 11.0km까지 $-6.5^{\circ}C/km$
- 고도별 온도 변화율 : 11.0~20.0km는 $0.0^{\circ}C/km$ (등온층)

- 해면상 표준기압 : 1,013.25mb,
29.921in-Hg
- 해면상 공기밀도 : $1.225kg/m^3$

[표 1-1] 표준대기표(Standard Atmosphere Table)

기하학적 고도 (ft)	온도 (°C) [-6.5°C/km]	기압	
		(in-Hg)	(mb)(hPa)
0	15.0	29.920	1013.2
1000	13.0	28.854	977.1
2000	11.0	27.820	942.1
3000	9.1	26.816	908.1
4000	7.1	24,841	875.1
5000	5.1	24,895	843.0
6000	3.1	23,977	812.0
7000	1.1	23,087	781.8
8000	-0.8	22,224	752.6(≒3/4기압)
9000	-2.8	21,387	724.2
10000	-4.8	20,576	696.8
11000	-6.8	19,790	670.2
12000	-8.8	19,029	644.4
13000	-10.8	18,291	619.4
14000	-12.7	17,577	595.2
15000	-14.7	16,885	571.8
16000	-16.7	16,216	549.1
17000	-18.7	15,568	527.2
18000	-20.7	14,941	506.0(≒1/2기압)
19000	-22.6	14,335	485.5
20000	-24.6	13,750	465.6
25000	-34.5	11,103	376.0
30000	-44.4	8,885	300.9
34000	-52.4	7,382	250.0(≒1/4 기압)
35000	-54.3	7,040	238.4
40000	-56.5	5,538	187.5

주) 제트여객기가 고공비행시 여압된 객실의 기압은 해면상 표준대기압의 3/4에 해당하는 고도 8,000ft 아래로 설정된다. 반면 왕복엔진을 장착한 항공기들의 최대 운용고도 상한은 일반적으로 18,000ft 정도로 해면상 표준대기압의 1/2에 해당된다.

제2장

대류권의 기상현상

2.1 대기의 기온과 습도

2.1.1 대기의 열전달

열은 복사(Radiation), 전도(Conduction) 그리고 대류(Convection)라는 세 가지 방법으로 전달되며, 실제로는 둘 또는 세 가지 현상이 동시에 일어난다.

- 복사(Radiation) : 물체로부터 방출되는 전자파를 총칭하여 복사라고 한다. 전자기파에 의한 에너지 전달 방법으로써, 에너지가 이동하는데 매체를 필요로 하지 않는다. 때문에 우주공간을 지나오는 태양에너지의 이동은 주로 복사 형태로 이루어진다.
- 전도(Conduction) : 분자운동을 통한 에너지 전달 방법으로서, 물질의 이동 없이 열이 물체의 고온부에서 저온부로 이동하는 현상을 말한다. 열전도는 온도차이가 있을 때에만 일어난다.
- 대류(Convection) : 유체(기체나 액체)의 일부분이 가열 또는 냉각으로 인하여 분자운동이 발생하며, 이로 인하여 유체 내부의 밀도 차이가 생기면서, 밀도가 작은 부분은 상승하고 밀도가 큰 부분은 하강하게 되는데, 이러한 이동현상을 말한다.

- 이류(Advection) : 연직방향으로의 유체 (기체나 액체) 운동에 의한 수송이 우세한 경우를 대류라 하고, 수평방향으로의 유체 운동에 의한 수송이 우세한 경우를 이류라고 한다. 공간적으로 널리 퍼져 있는 대기는 가지고 있는 온도, 성분 등의 물리량 분포가 일정하지 않다. 어떤 지점에서의 특정 물리량의 시간적 변화에는 다른 장소로부터 유체가 이동되어 오는데 따른 변화가 포함되어 있다. 이와 같은 수평적 이동 현상을 이류라고 한다.

(주) 유체(fluid)는 일정한 상태를 유지하는 고체와는 달리 자신의 상태를 유지하지 않고 흐를 수 있는 액체나 기체를 유체라고 한다.

2.1.2 기온

온도는 물체의 차갑고 뜨거운 정도를 수량적으로 표시한 것이며, 공기의 차고 더운 정도를 수량으로 나타낸 것이 기온이다. 온도 단위는 섭씨 온도, 화씨온도 그리고 절대온도가 있다.

- 섭씨온도(Celsius, °C)

1기압에서 물의 어는점을 0°C, 끓는점을 100°C로 하여, 그 사이를 100등분한 온도이며, 단위

기호는 °C로 표기한다.

○ 화씨온도(Fahrenheit, °F)

소금, 암모니아 등을 만들 수 있는 가장 낮은 온도를 0°F(≒-18°C)로 정의하고, 물의 어는 점을 32°F, 끓는점을 212°F로 하여, 그 사이를 180등분한 온도이며, 단위 기호는 °F를 사용한다.

○ 절대온도(Kelvin, K)

열역학 제2법칙에 따라 이론적으로 정해진 온도로서, 이론상 생각할 수 있는 최저 온도를 기준으로 하는 온도 단위이다. 즉, 그 기준점인 0K는 이상기체의 부피가 0이 되는 극한 온도 -273.15°C와 일치한다. 절대온도를 기준으로 한 온도눈금을 절대온도(absolute temperature) 또는 켈빈 온도(Kelvin temperature) 눈금이라 부른다. 이 눈금의 기호로 °(도) 표시가 없는 K를 쓰고, 켈빈(Kelvin)이라 읽는다.

○ 온도 환산법

• 섭씨와 화씨온도의 관계

$$: ^\circ\text{C} = (^\circ\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$$

• 섭씨와 절대온도의 관계 : $^\circ\text{C} = \text{K} - 273.15$

• 화씨와 섭씨온도의 관계 : $^\circ\text{F} = 1.8^\circ\text{C} + 32$

• 화씨와 절대온도의 관계

$$: ^\circ\text{F} = (\text{K} \times \frac{5}{9}) - 459.67$$

• 절대온도와 섭씨온도의 관계

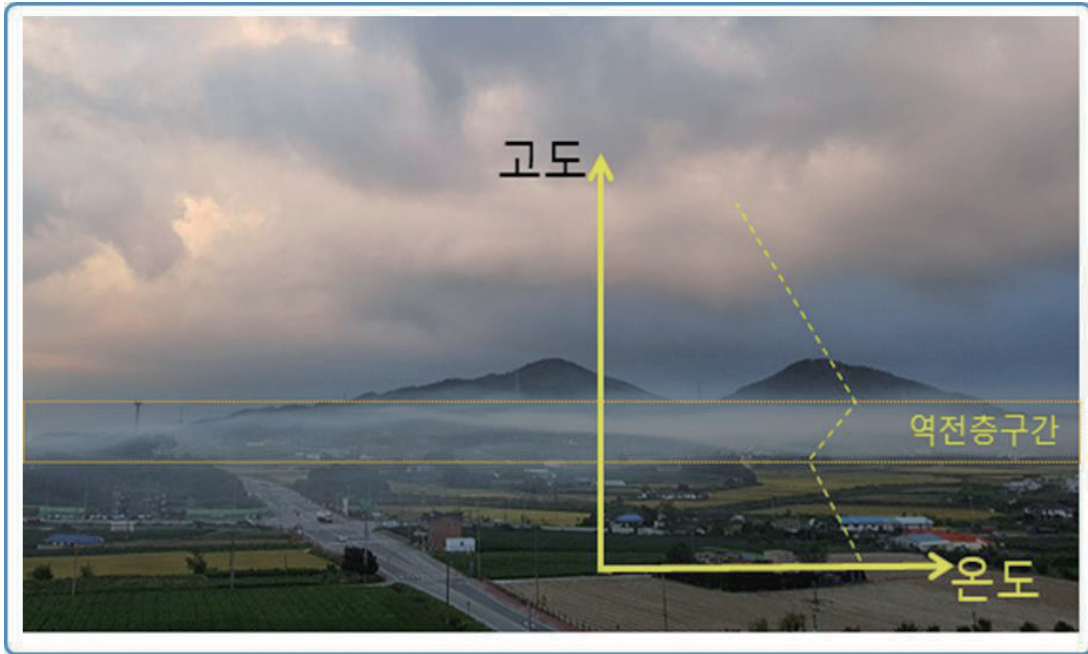
$$: \text{K} = ^\circ\text{C} + 273.15$$

• 절대온도와 화씨온도의 관계

$$: \text{K} = (^\circ\text{F} + 459.67) \times \frac{5}{9}$$

2.1.3 기온의 일변화

- 일사량 변화 : 태양으로부터 받는 지면에서의 일사량은 일출과 더불어 차츰 증가되다가 일몰이 되면 없어진다. 일출과 더불어 지면의 온도가 상승함에 따라 복사열에 의하여 대기가 데워져 기온이 상승한다. 일사량은 정오에 최대가 되지만 지표에 흡수된 에너지가 축적되어 일 최고 기온은 다소 지연되어 오후 1~3시 사이에 나타난다. 일몰 후 일사량은 없어지지만 이후에도 지면 복사의 방출은 계속되기 때문에 최저 기온은 일출 직후에 나타난다.
- 역전층 : 비열이 작은 육지는 바다보다 쉽게 뜨거워지고, 쉽게 식는다. 이러한 특징 때문에 고도에 따라 온도가 상승하는 역전층이 지표 가까이에 생성되게 된다. 일 최고 기온에 도달한 후, 일사량이 감소하기 시작하면서 지면의 기온도 감소하는데, 비열이 작은 지표는 대기보다 더 빠르게 온도가 떨어지게 된다. 따라서 지표 가까이에 있는 곳의 기온이 지표에서 어느 정도 떨어져 있는 상층보다 더 낮아지게 된다. 결과적으로 지면에서 상층으로 올라갈수록 기온이 높아지는 지면 역전층이 발생하고 복사냉각에 의해 발생하므로 복사역전층으로 불리기도하며, 이런 날은 안개가 발생할 확률이 높다.



[그림 2-1] 기온역전층 구역에 정체된 연기

대류권에서 대기의 온도는 고도가 상승하면서 약 $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 의 비율로 감소한다. 그러나 어떤 상층구역에서는 고도가 상승함에도 기온이 감소되지 않는 기온 역전이 나타나며 상층역전으로 불리고, 이러한 현상은 지상에서 발생한 연기가 위로 올라가지 않고 역전층 구간에서 얇고 평탄한 구름형태로 정체되어 잔류한다.

2.1.4 습도

습도는 공기 중에 수증기가 포함되어 있는 정도 또는 그 양을 나타내는 것이다.

- 수증기압 : 수증기압은 혼합기체 중의 하나로 기체에 관련된 압력을 부분압력이라 하며, 이 중 수증기의 부분압력을 수증기압이

라 한다. 단위는 hPa 또는 mb로 표시한다. 어떠한 상태의 온도와 기압 조건에서 공기덩어리가 보유할 수 있는 최대 수증기양이 같을 때를 포화라고 하며, 이때의 수증기압을 포화 수증기압이라 한다. 포화 수증기압(saturated vapor pressure)은 온도가 증가할수록 커진다.

- 절대 습도 : 절대 습도는 1m^3 공기 중에 포함되어 있는 수증기의 g수. 공기덩어리에 수증기량의 변화가 없어도 기온이 변하면 공기가 팽창 또는 수축하여 절대습도가 변하며, 단위는 kg/m^3 를 사용한다.
- 이슬점 온도(dew point) : 이슬점 온도는 공기 중에 수증기가 포화되기 위하여 냉각되어야 하는 온도인데, 이 온도에 도달하면

공기가 포화되고 이슬이 맺히기 시작한다.

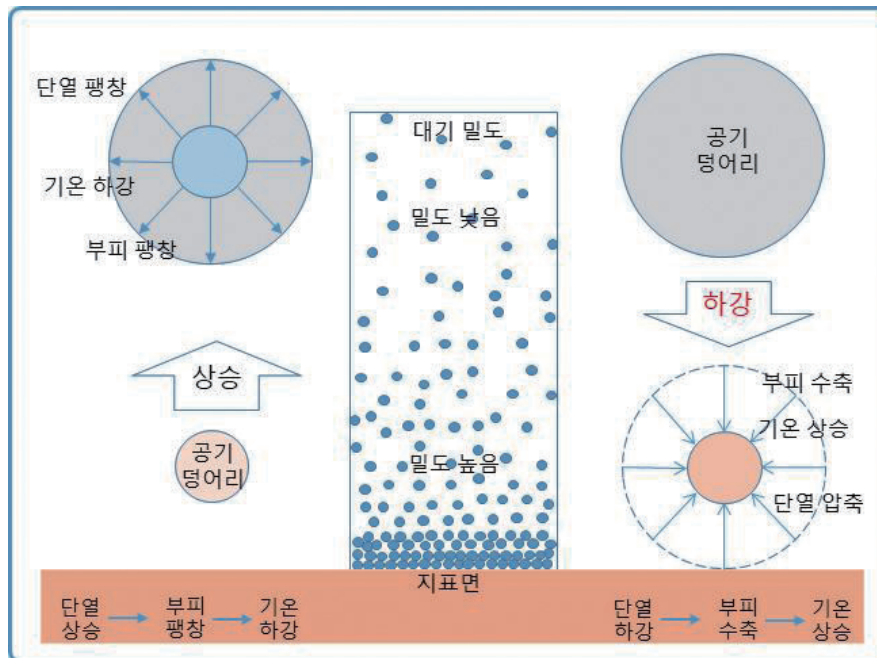
- 상대습도(RH, Relative Humidity) : 상대 습도는 현재 공기 중에 포함되어 있는 수증기의 양과 그 온도에서의 포화 수증기량을 백분율로 표현한 것. 또는 포화 수증기압에 대한 현재 수증기압의 비를 나타내기도 한다. 상대습도는 수증기량 외에도 온도의 영향을 받는다. 상대습도의 일변화는 기온의 일변화에 따라 달라지며 일반적으로 기온이 높을 때 습도가 낮고, 기온이 낮으면 습도가 높다. 일반적으로 습도라고 하면 상대습도를 말한다.

$$\text{상대습도 (RH)} = \frac{(\text{현재 수증기압})}{(\text{포화 수증기압})} \times 100(\%)$$

2.1.5 단열과정

기체가 외부로부터 열을 얻거나 빼앗기지 않고 온도가 변하는 현상을 단열변화라고 한다.

- 단열팽창 : 공기가 상승하면 주위의 기압이 낮아지면서 공기 덩어리가 팽창하게 되는데, 이러한 현상을 단열팽창이라 한다.
- 단열압축 : 공기의 하강으로 인해 주위의 기압이 높아지면 공기 덩어리가 압축하게 되는데, 이것을 단열압축이라 한다.
- 건조단열변화 : 포화되지 않은 건조한 공기가 상승 또는 하강하면서 주위의 기압 변화에 따라 온도가 단열적으로 변화하는 것을 말하며, 건조한 공기 덩어리가 1km 상승할 때마다 약 10℃ 정도의 온도가 감소하는데,



[그림 2-2] 공기덩어리의 단열 변화

이를 건조단열감률(-10℃/km)이라 한다.

- 습윤단열변화 : 수증기로 포화된 습윤한 공기가 상승 또는 하강하면서 주위의 기압 변화에 따라 온도가 단열적으로 변화하는 것을 말하며, 습윤한 공기 덩어리가 1km 상승할 때마다 약 4~6℃ 정도의 온도가 감소하게 된다. 이를 습윤단열감률(-4~-6℃/km)이라 한다.

2.2 기압

대기의 압력을 기압이라 한다. 유체 내의 어떤 점의 압력은 모든 방향으로 균일하게 작용하지만, 어떤 점의 기압이란 그 점을 중심으로 한 단위면적 위에서 연직으로 취한 공기 기둥 안의 공기 무게를 말한다.

2.2.1 기압의 측정단위

- 공식적인 기압의 단위는 hPa이며, 소수 첫째자리까지 측정한다.
- 수은주 760mm의 높이에 해당하는 기압을 표준기압이라 하고, 이것을 1기압(atm)이라고 하며, 큰 압력을 측정하는 단위로 사용한다.
- 국제단위계(SI)의 압력단위 1파스칼(Pa)은 1m²당 1N의 힘으로 정의된다.

(*) 1mb=1hPa=0.750062mmHg

=0.0295300inHg

- 해면기압 : 평균해수면 높이에서의 기압이다. 높이가 다른 여러 관측소의 기압을 해면에서 측정한 값으로 환산한 값이며, 일기도에는 해면기압을 기록한다.

(*) 1표준기압(atm)=760mmHg=1,013.25hPa
a=29.92inHg

2.2.2 기압고도계 설정방식

항공기의 기압고도계는 국제표준대기를 근거로 하여 고도를 정의하고 있으며, 관제에 사용되는 전이고도(Transition Altitude, Transition Level)는 나라마다 다르게 설정(우리나라 및 일본 14,000ft, 미국 18,000ft)되어 있고, 항공기 운영에 따라 기압고도계 설정방식도 다르게 다음과 같이 운영하고 있다.

2.2.2.1 QNH

관제탑에서 제공하는 고도 압력으로 조종사가 항공기의 기압고도계를 맞추는 방식으로 해당 활주로로부터의 해면고도가 고도계에 표시된다.

우리나라에서 QNH는 전이고도 14,000ft 이하에서 운항할 때 사용되며, 장거리 비행을 하는 경우 가까운 비행장에서 제공하는 고도 압력을 세팅하면서 비행을 하여야 한다.

2.2.2.2 QNE

조종사가 항공기의 고도계를 표준대기압

29.92 in-Hg 또는 1013.25mb에 맞추는 방식으로, 우리나라는 전이고도 14,000ft 이상에서 사용한다. 일반적으로 이것을 기압고도라고도 한다.

2.2.2.3 QFE

항공기가 활주로의 표고 또는 착지지점으로부터의 고도를 표시하도록 기압고도계를 현지 기압으로 맞추는 방식으로, 활주로 출발 시에 기압고도계가 0ft를 나타내도록 한다. 이러한 방식을 Zero Setting이라고 한다.

관제탑이 없는 비행장 또는 이착륙장에서, 주로 장주비행 또는 Local(한정된 지역) 비행을 할 경우 주로 사용한다.

2.3 고기압과 저기압

2.3.1 고기압 : 고기압은 중심 기압이 주변보다 높은 곳을 말한다.

2.3.1.1 고기압의 특성

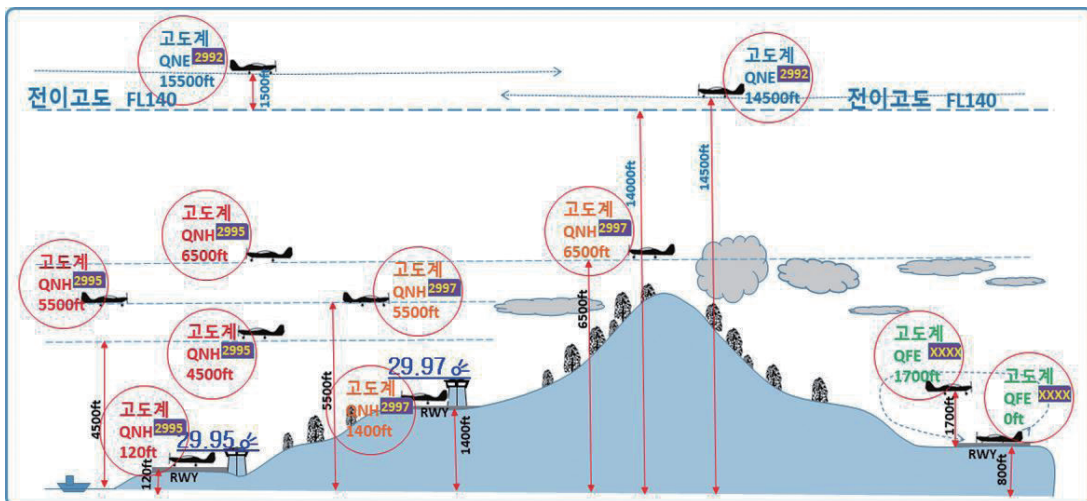
고기압권 내의 바람은 북반구에서는 고기압 중심 주위를 시계방향으로 회전하고, 남반구에서는 반시계방향으로 회전하면서 바람이 불어나간다.

등압선과 풍향이 이루는 각은 해상에서는 약 15° 정도이고, 육상에서는 지형이나 풍속에 의해 약 25~35°로 해상보다 크게 나타난다.

2.3.1.2 고기압의 분류

○ 온난고기압

온난고기압은 대기대순환에 의해 역학적으로 생기는 고기압으로 키가 크며 중심이 주위보다 온난하여 상공으로 갈수록 더욱 고기압이 현저하고 거의 이동하지 않는다.



[그림 2-3] 시계비행방식에서 기압고도계 설정방식 예

- 상층에서 기압능(Ridge)이 발달하면 저지(blocking) 현상을 일으키기도 한다. 공기의 침강으로 온난 건조하므로 맑은 날씨가 특징이 있다.

(주) 기압능(Ridge) : 대기 중의 같은 고도면에서 주위보다 기압이 상대적으로 높은 지역을 말한다.

○ 한랭고기압

겨울철 고위도 지방의 대륙에서 지표의 복사냉각에 의해 공기의 밀도가 커짐으로써 발생하는 고기압으로, 매우 한랭하여 한랭고기압이라고 한다.

3km 정도의 상공에서는 고기압 성질이 없어질 정도로 키가 작아서 키 작은 고기압이라고도 한다. 한랭고기압은 온난고기압과 달리 상층에 저기압이 있기 때문에 일기가 좋지 않다.

2.3.2 저기압 : 저기압은 중심 기압이 주변보다 기압이 낮은 곳을 말한다.

2.3.2.1 저기압의 특성

지상에서의 바람은 북반구에서 저기압 중심을 향하여 반시계 방향으로 불어 들어온다. 저기압에 동반된 한랭전선은 저기압 중심에서 남서쪽으로, 온난전선은 저기압 중심에서 남동쪽으로 향하게 된다.

강수는 공기의 상승과 관련되어 나타나는데, 공기가 수렴하는 저기압 중심 부근에서 발생하기도 하며, 또한 따뜻한 공기가 차갑고 밀도가

큰 공기를 타고 상승하는 전선을 따라 발생한다.

2.3.2.2 저기압의 분류

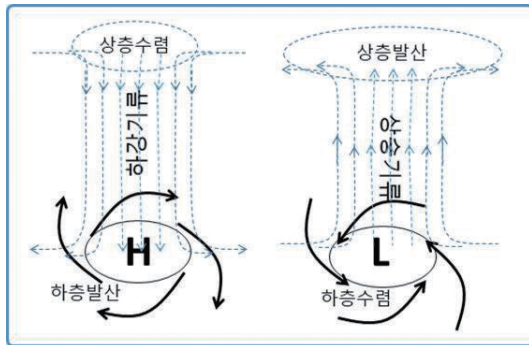
저기압은 전선의 유무에 따라 전선저기압과 비전선저기압으로 분류하며, 구조에 따라 한랭 저기압과 온난저기압으로 분류된다. 또한, 발생 지역에 따라 온대저기압과 열대저기압으로 분류할 수 있다.

○ 한랭저기압(Cold Low) : 동일한 고도에서 저기압 중심 부근의 기온이 주위보다 한랭하고 기온감률이 급하여 상층으로 갈수록 저기압성 순환이 증가하고 서서히 이동하는 저기압이다. 온난저기압에 비해 키가 크고 저기압 주변의 대기안정도는 일반적으로 불안정하다.

○ 온난저기압(Warm Low) : 동일한 고도에서 저기압 중심 부근의 기온이 주위보다 온난하다. 기온감률이 완만하여 상층으로 갈수록 저기압성 순환이 약화·소멸되어 오히려 고기압성 순환이 생기며, 키가 작고 이동 속도도 빠르다.

2.3.2.3 저기압의 바람 구조

저기압에서의 기류는 저기압 주변의 공기가 저기압 중심을 향해 반시계 방향으로 회전하면서 수렴하여 생기는 상승기류이다. 공기의 수렴수렴은 지표면 근처에서 일어나고, 상층대기에서는 수평발산에 의한 공기의 유출이 일어난다.



[그림 2-4] 고기압과 저기압의 바람구조

2.4 바람

2.4.1 바람

바람은 공기의 지표면에 대한 상대적 운동으로, 온도와 습도의 변화를 가져온다. 풍속의 수평성분이 수직성분보다 매우 크므로 일반적인 기상관측에서는 수평성분만을 대상으로 한다.

- 풍향 : 풍향은 바람이 불어오는 방향을 말하며, 일반적으로 일정 시간 내의 평균풍향을 의미한다. 8방위, 16방위 또는 32방위로 나타내며 지리학상의 진북을 기준으로 한다. 항공에서는 일반적으로 바람이 불어오는 방향에 따라 36방위를 사용한다. 또한 관제사가 제공하는 바람정보는 자북을 기준으로 3자리 수를 사용한다.
- 풍속 : 풍속은 공기가 이동한 거리와 이에 소요된 시간의 비로써, 일정 시간에 대한 경우를 평균풍속이라 한다. 순간적인 값을

순간풍속이라고 표현하기도 하지만, 단지 풍속이라고 할 때에는 평균풍속을 의미한다. 풍속의 단위는 일반적으로 m/s를 이용하나, km/hr, mile/hr, knot를 사용할 때도 있다. 기상전문에서는 노트(knot)가 주로 사용하는데 m/s의 2배를 하면 대략 노트 값과 일치한다.

(*) 풍속이 0.5m/s(1 knot) 이하일 때를 정온(calm)이라 하며, 바람이 약해서 풍향을 확실하게 결정할 수 없는 경우이다. 따라서 풍향이 없는 것으로 하여 기록할 때에는 '00'으로 표기한다.

- 바람속도(Wind Velocity) : 바람속도는 바람의 벡터 성분을 표현하는 것으로서, 스칼라 양인 풍속(Wind Speed)과는 다르다. 바람속도의 크기가 풍속이며, 풍속에 바람 방향 성분이 포함된 것이 바람속도(Wind Velocity)이다.
- 급변풍(Wind Shear) : 급변풍은 바람 진행방향에 대해 수직 또는 수평 방향의 풍속 변화로서, 풍속 및 풍향이 갑자기 바뀌는 돌풍 현상을 가리킨다. 수평으로 급변풍이 발생하면 기압불안정이 생겨서 소용돌이가 형성되고, 연직으로 급변풍이 발생되면 기류가 흩어져서 청천난류 등이 발생한다.

2.4.2 바람을 일으키는 힘

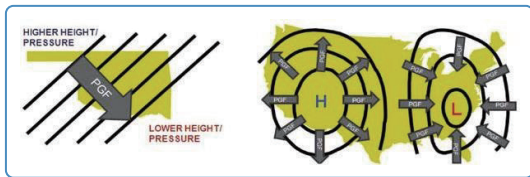
2.4.2.1 기압경도력

두 지점 사이에 압력이 다르면 압력이 큰 쪽에서 작은 쪽으로 힘이 작용하게 되는데, 이를 기압경도력이라 한다. 기압경도력은 두 지점간의 기압차에 비례하고 거리에 반비례한다. 바람은 기압이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 힘이 작용하고 등압선의 간격이 좁으면 좁을수록 바람 이 더욱 세다.

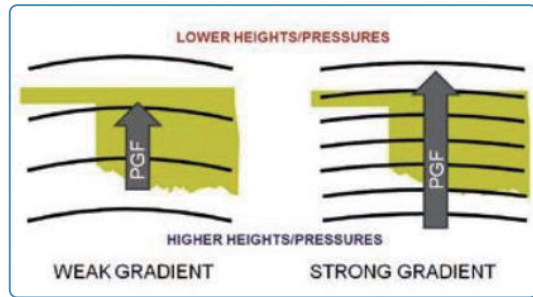
$$\text{기압경도력}(f) \propto \Delta P/L$$

(ΔP : 두 지점간의 기압차,

L : 두 지점간의 거리)



[그림 2-5] 기압경도력의 방향



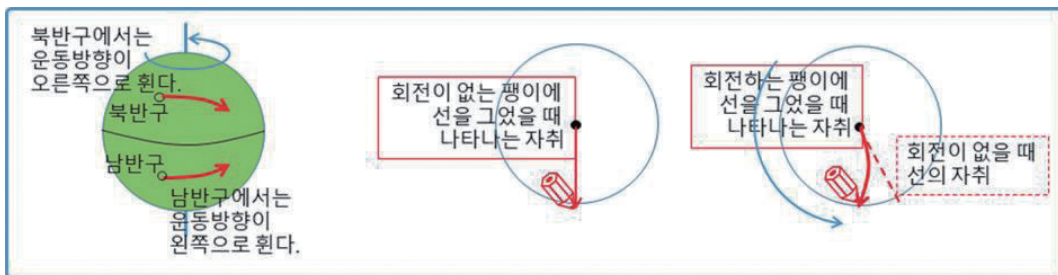
[그림 2-6] 기압경도력의 크기

2.4.2.2 전향력(Coriolis Force, 코리올리 힘)

자전하는 지구의 표면을 따라 운동하는 질량을 가진 물체는 각운동량 보존을 위해 힘을 받게 되는데 이를 전향력 또는 코리올리 힘이라 한다. 코리올리 효과는 회전하는 원판 위의 내부 어느 지점에서 가장자리 쪽으로 직선을 그었을 때 원판에는 곡선으로 그려지게 된다. 지구상에서 운동하는 모든 물체는 북반구에서는 오른쪽으로 편향되고, 남반구에서는 왼쪽으로 편향되며 고위도로 갈수록 크게 작용한다. 전향력은 적도에서는 0이며, 위도가 증가함에 따라 전향력이 증가하여 극에서 최대가 된다.

2.4.2.3 지표마찰력

대기의 분자는 서로 충돌하면서 마찰을 일으키



[그림 2-7] 지구가 자전할 때의 전향력

고 지면과도 마찰을 일으키는데, 이때 발생하는 마찰열은 대개 열에너지로 전환되며 대기의 운동을 복잡하게 만드는 원인이 된다.

지표면이 거친 지형일수록 마찰효과도 커지며, 또한 풍속이 강하면 마찰도 커지게 된다. 마찰은 바람 방향과 반대로 작용하기 때문에 직접적으로 바람에 영향을 미친다.

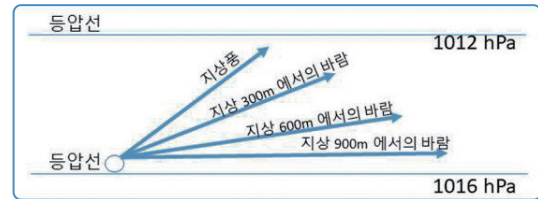
지표면에서 바람의 방향과 속도는 지형의 영향을 받게 되어 등압선과 일치하지 않으며, 이러한 현상은 지형 형태에 따라 바람의 변화정도가 달라진다.

2.4.3 지상마찰에 의한 바람

2.4.3.1 지상풍

등압선에 의한 바람은 고기압에서 저기압으로 가로질러 흐르지만, 지면이 거칠 경우 45° 이상까지 다양하게 틀어지며, 북반구에서 전향력의 영향으로 우측으로 휘게 된다. 공기에 미치는 마찰 효과는 지면 근처에서 가장 크고 고도가 높아지면서 마찰의 영향은 빠르게 감소하고 무시할 수 있다. 지면이 사막이나 평야 지역처럼 평탄할 경우 지면 마찰 효과는 산악지형이나 대형고층건물이 많은 도심 지역보다 효과가 약하게 나타난다.

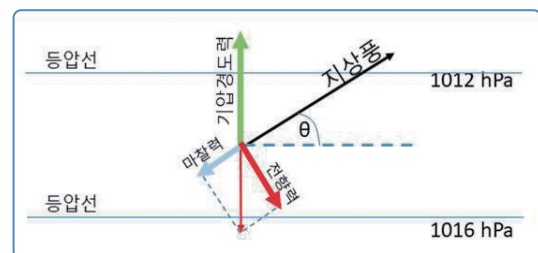
거친 지면은 바람의 속도와 방향을 변화시키지만 고도가 높아짐에 따라 그 영향은 감소되어 일반적으로 지면으로부터 600m 이상에서는 지표 마찰력의 영향을 거의 받지 않게 된다.



[그림 2-8] 지상마찰에 의한 고도별 바람의 변화

○ 등압선이 직선인 경우

- 지상풍은 전향력과 마찰력의 합력이 기압경도력과 평형을 이루어 등압선과 각(θ)을 이루며 저기압 쪽으로 분다.
- 등압선과 이루는 각(θ)은 마찰력에 비례하고 고도에 반비례한다.
- 해양은 대륙보다 마찰력이 작아 등압선과 이루는 각(θ)이 작다.(등압선과 이루는 각이 대륙은 45° , 해양은 10° 정도이다.)
- 전향력의 영향으로 북반구는 오른쪽(남반구는 왼쪽)으로 치우쳐 분다.



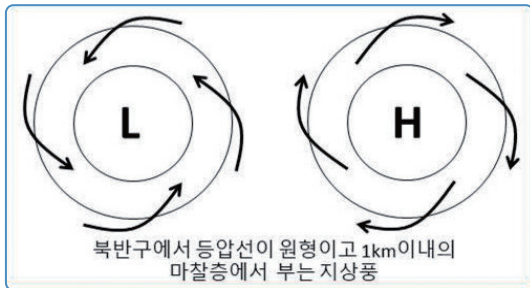
[그림 2-9] 지상풍(등압선이 직선인 경우)

○ 등압선이 원형인 경우

- 지상풍은 바람에 작용하는 모든 힘, 즉 기압경도력, 전향력, 원심력, 마찰력의 합력이 균형을 이루어 분다.

○ 등압선 원형의 중심이 고기압인 경우

- 북반구(남반구)에서 시계 방향(반시계 방향)으로 불어 나간다.
- 등압선 원형의 중심이 저기압인 경우
 - 북반구(남반구)에서 반시계 방향(시계 방향)으로 불어 들어간다.



[그림 2-10] 지상풍(등압선이 원형인 경우)

- 이 · 착륙할 때의 지상풍 영향 : 일반적으로 바람은 불어오는 방향에 따라 명칭이 붙는다. 그러나 항공기에서는 항공기를 중심으로 다음과 같이 방향을 구분한다.
 - 정풍(Head Wind) : 항공기 전면에서 뒤쪽으로 부는 바람
 - 배풍(Tail Wind) : 항공기 뒤쪽에서 앞으로 부는 바람
 - 측풍(Cross Wind) : 측면에서 부는 바람
 - 상승기류(Up-Draft) : 지상에서 하늘 쪽으로 부는 상승풍
 - 하강기류(Down-Draft) : 하늘에서 지상 쪽으로 부는 하강풍

2.4.3.2 거스트(gust, 돌풍)

일정 시간 내(일반적으로 10분간)에 평균 풍속

보다 10knot 이상의 차이가 있으며, 순간 최대 풍속이 17knot이상의 강풍일 경우 지속시간이 초단위 일 때를 말한다. 돌풍이 불 때는 풍향도 급변하며, 때로는 천둥을 동반하기도 하고, 수분에서 1시간 정도 계속되기도 한다.

일기도상으로는 보통 발달하기 시작한 저기압에 따르는 한랭전선에 동반되며, 돌풍이 커지느냐의 여부는 기온의 수직방향의 체감률과 풍속의 차이에 의해서 정해진다.

2.4.3.3 스콜(squall, 국지성호우)

스콜은 풍속의 증가가 매초 8m 이상, 풍속이 매초 11m 이상에 달하고 적어도 1분 이상 그 상태가 지속되는 경우의 바람을 말하며, 갑자기 불기 시작하여 몇 분 동안 계속된 후 갑자기 멈추는 바람으로 풍향이 급변할 때가 많다.

흔히 강수와 뇌우 등의 변화도 가리키는데, 이 경우에도 바람의 돌연한 변화를 동반하는 경우에 한한다. 스콜은 특징 있는 모양의 구름이 나타나지만, 구름이 전혀 나타나지 않을 때도 있다.

2.4.3.4 태풍(열대성 저기압)

- 열대성 저기압 중심부의 최대 풍속이 17m/s 이상일 때를 말하며, 폭풍우를 동반한다. 열대성 저기압의 종류는 다음과 같다.

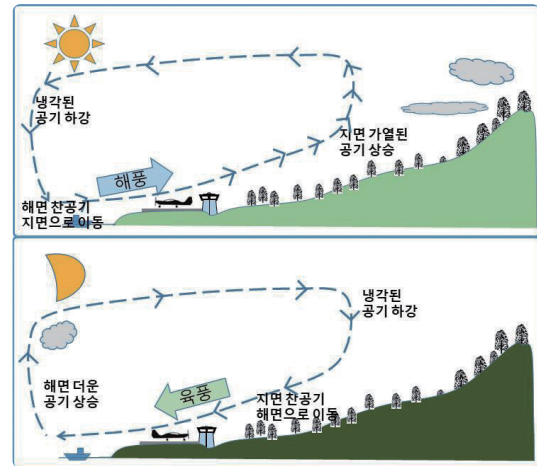
- 태풍(typhoon) : 북태평양 남서부인 필리핀 부근 해역에서 발생하여 동북아시아를 내습하는 열대성 저기압

- 허리케인(hurricane) : 서인도 제도에서 발생하여 플로리다를 포함한 미국 동남부를 피해를 주는 열대성 저기압
 - 사이클론(cyclone) : 인도양에서 발생하여 그 주변에 피해를 주는 열대성 저기압
 - 윌리윌리(willy-willy) : 남태평양 해상에서 발생하는 열대성 저기압
- 태풍의 눈 : 태풍의 중심부를 말하며 중심부근에서는 기압경도력과 원심력이 커지므로 전향력과 마찰력도 따라서 커지게 되어 5m/s이하의 미풍이 불게 되고 비도 내리지 않고 날씨도 부분적으로 맑은 날씨를 보이게 된다.
- 태풍의 발생장소 : 태풍의 발생장소는 태풍의 에너지원인 따뜻한 수분(잠열)과 회전력을 뒷받침할 수 있는 기압경도력이 존재하는 북위 5°~25°와 동경 120°~170°사이의 범위 내에서 발생한다.

2.4.4 국지풍

2.4.4.1 해륙풍

해안 지역에서 낮과 밤에 풍향이 변하는 현상도 기온의 일변화 영향이다. 육지와 바다의 비열차이로 밤낮의 해상과 육상의 기온경도가 바뀌게 되어, 밤에는 육풍, 낮에는 해풍이 부는 해륙풍이 불게 된다.



[그림 2-11] 해륙풍(낮 : 바다 → 육지, 밤 : 육지 → 바다)

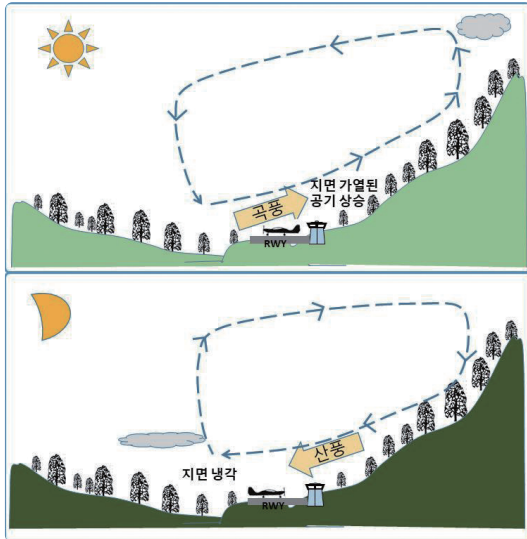
낮에 육지가 바다보다 빨리 가열되어 육지에 상승 기류와 함께 저기압이 발생되어 부는 바람을 말한다.(밤에 육지가 바다보다 빨리 냉각되어 육지에 하강기류와 함께 고기압 발생)

- 낮 : 바다 → 육지로 공기 이동(해풍)
- 밤 : 육지 → 바다로 공기 이동(육풍)

2.4.4.2 산곡풍(Mountain and Valley Breeze)

산악풍과 곡풍은 산악지역에서는 주간에는 대기가 뜨거워지면 상승기류가 산맥을 따라 경사를 이루어 위로 올라간다. 반대로 야간에는 대기가 냉각되면서 하강기류가 발생하여 산 정상에서 아래로 경사를 따라 내려온다. 이런 현상을 전자는 곡풍이라 부르고 후자는 산악풍이라 한다.

- 낮 : 골짜기 → 산 정상으로 공기 이동(곡풍)
- 밤 : 산 정상 → 산 아래로 공기 이동(산풍)



[그림 2-12] 산곡풍(낮 : 골짜기 → 산, 밤 : 산 정상 → 산 아래)

2.4.4.3 활강풍(Kabatic Wind)

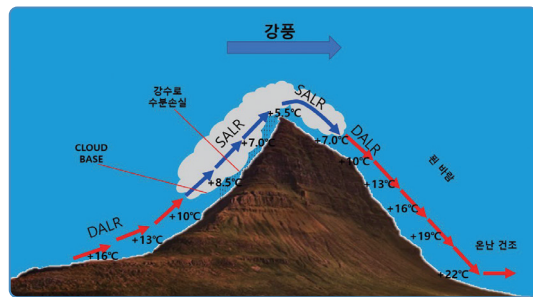
산 위에서 계곡으로 하강하는 바람 중 산풍보다 훨씬 강한 바람에 한해 활강풍(kabatic wind)이라 한다. 활강풍은 태풍바람의 속도에 맞먹는 속도로 비탈길을 빠르게 불어 내려올 수도 있지만 대부분은 그만큼 강하지 않고 10 Knots 이하인 경우가 많은 편이다. 활강풍을 일으키기 위한 이상적인 환경은 산으로 둘러싸인 높은 고원으로, 급속하게 내리막이 있는 고원지대이다. 이 고원에 겨울눈이 쌓이면 그 위를 지나가는 공기는 냉각되어 밀도가 높아져 고원의 틈새와 가장자리를 따라 내려오기 시작하여 찬바람을 발생시킨다.

2.4.4.4 편바람(Foehn wind)

공기가 뜨거워지고 건조하면 단열성 압축현상 때문에 대기의 기류가 경사를 따라 내려간다. 이

런 현상은 우리나라 동해 지역에서 흔히 나타난다. 즉, 태백산맥을 기점으로 하여, 서쪽에서 건조하고 습한 차가운 바람이 산을 올라가면서 구름을 형성하고 산 정상 부근에서 비를 내린 후, 건조한 공기가 동쪽으로 산을 내려가면서 온도가 높아지는 현상이 발생한다.

산 정상을 오르는 습윤한 공기 덩어리는 습윤 단열변화가 발생하여 1km 상승할 때마다 약 5℃ 정도의 온도가 감소하게 되고, 산 정상에서 건조한 공기 덩어리로 변화되어 산을 내려오면서 건조단열변화가 발생하여 1km 하강할 때마다 약 10℃ 정도의 온도가 상승하게 된다.



[그림 2-13] 편바람

2.5 기단

기단은 주어진 고도에서, 온도와 습도 등 수평적으로 그 성질이 비슷한 대규모의 공기덩어리이다.

2.5.1 기단의 분류

기단은 발원지의 위도에 따른 온도분포로 크게

열대기단(T), 한대기단(P), 극기단(A)으로 분류한다. 또한 습도 조건에 따라, 대륙에서 발생한 건조한 것을 대륙성기단(c), 해상에서 발생한 습한 것은 해양성기단(m)으로 세분한다.

2.5.2 기단 성질의 분류

- 열대해양성(mT, maritime Tropical) : 온난, 다습, 불안정
- 열대대륙성(cT, continental Tropical) : 고온, 건조, 안정(상공)/불안정(지상)
- 한대해양성(mP, maritime Polar) : 서늘, 다습, 불안정
- 한대대륙성(cP, continental Polar) : 한랭, 건조, 안정
- 극해양성(mA, maritime Arctic) : 한랭, 다습
- 극대륙성(cA, continental Arctic) : 한랭, 건조

2.5.3 기단의 특성

우리나라 부근에 위치하며 영향을 미치는 기단은 시베리아, 오호츠크해, 북태평양, 양쯔강 기단 등이 있다.

[표 2-1] 우리나라에 영향을 미치는 기단의 특성

명칭	기호	발달 시기	특성
시베리아 기단	cP (대륙성 한대)	주로 겨울	한랭 건조하다. 겨울의 혹한을 일으키고 겨울 계절풍과 더불어 삼한사온 현상을 유발한다.
오호츠크해 기단	mP (해양성 한대)	주로 장마기	한랭 다습하다. 동해안 지역을 흐리게 하고, 비를 내리게 한다.
북태평양 기단	mT (해양성 열대)	주로 여름	고온 다습하다. 여름철 더위, 폭염을 가져온다.
양쯔강 기단	cT (대륙성 열대)	봄과 가을	온난 건조하다. 이동성 고기압과 함께 동진해 와서 따뜻하고 건조한 일기를 나타낸다.

2.6 전선

2.6.1 전선

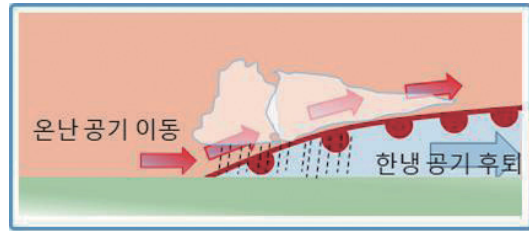
물리적 성질이 다른 두 기단이 부딪쳐 경계를 이루는 것이 전선이다. 찬기단과 더운 기단은 밀도 차이 때문에, 찬 기단은 더운 기단 아래로 썩기 모양으로 파고 들어가게 되고, 더운 기단은 찬 기단 위로 올라가게 되어 안정한 상태로 물고 가게 된다. 이러한 상태에서는 위치 에너지가 최소가 되기 때문에 처음보다 위치에너지가 감소된다. 이 위치에너지의 감소부분은 운동에너지로 바뀌어 바람이 불게 된다.

또한, 더운 기단의 상승에 의한 단열냉각으로 수증기가 응결되어 강수현상이 나타나며, 이때

방출된 잠열로 상승한 공기는 부력을 얻어 상승이 촉진되고 방출된 열의 일부는 운동 에너지, 즉 바람으로 변환된다.

이와 같이 기상 요소가 어떠한 면을 경계로 하여 급격히 변화하고 있을 때, 이러한 면을 불연속면 또는 전선면이라고 한다. 그리고 이 면이 지면과 만나는 선을 불연속선 혹은 전선이라고 한다. 또 경계층이 지면과 만나는 대역을 전선대라고 한다.

- 온난전선 이동에 따른 지상 일기의 변화 (surface weather changes) : 표 2-2
- 온난전선의 구조



[그림 2-14] 온난전선 단면

2.6.2 전선의 종류와 특성

2.6.2.1 온난전선(Warm front)

온난전선(Warm front)은 온난한 공기가 한랭한 공기 쪽으로 이동해 가는 전선을 말한다. 더운 공기가 찬 공기 위를 타고 오르기 때문에, 이동속도가 느리고 기울기가 적고, 넓은 지역에 걸쳐 강수가 나타나며 강수강도는 약하다.

- 온난전선에서 나타나는 항공기 운항에 위험한 기상
 - 온난전선 전면의 광범위한 강수대는 자주 하층에 층운이나 안개를 발생시킨다. 이 경우, 강수는 한랭공기에 수증기를 공급하여 포화상태에 이르게 하므로, 수천 km²의 넓은 지역에 걸쳐 낮은 실링(ceiling)과 악시정을 일으키기도 한다. 만일

[표 2-2] 온난전선에 동반되는 전형적인 기상상태

	통과 전	통과 시	통과 후
기압	점차 하강	하강 멈춤	약간 상승 후 하강
풍향	남풍 또는 남동풍	계속 변함	남풍 또는 남서풍
풍속	증가	감소	거의 일정
온도	서늘하다 서서히 따뜻해짐	서서히 상승	따뜻하게된 후 일정
노점온도	일정 (강수 중 증가)	증가	일정
구름	권운, 권층운, 고층운, 난층운, 층운 순으로 나타남	낮은 난층운, 층운	맑으나 가끔 층적운 또는 적란운 (여름)
날씨	계속적 비 또는 눈	이슬비	보통 강수 없음
시정	좋음 (강수 중 악화)	나쁨 (실안개, 안개)	대체로 나쁨 (실안개, 안개)

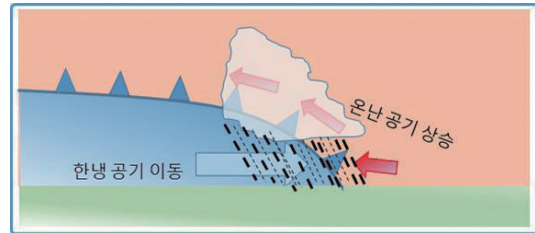
(주) 잠열이란 물체가 고체에서 액체로, 액체에서 기체로 상태가 변할 때 에너지 변화가 생기며, 이러한 상태변화에 필요한 에너지 또는 열량을 잠열(latent heat)이라 한다.

한랭 공기의 온도가 어는 점 이하일 때, 강수는 어는 비(freezing rain)나 얼음싸라기(ice pellets)의 형태로 나타난다.

- 온난전선이 통과할 때, 하절기에는 뇌우가, 동절기에는 심한 착빙 등 매우 위험한 기상을 초래하기도 한다. 하층 바람 시어는 온난전선의 전방에서 6시간 이상 지속되기도 하므로 매우 심각한 문제를 일으킬 수도 있다.

속도가 빠르고 경사가 온난전선보다 기울기가 크다. 또한 좁은 지역에서 강수가 나타나며 강수 강도가 강하다.

○ 한랭전선의 구조



[그림 2-15] 한랭전선 단면

2.6.2.2 한랭전선(Cold front)

한랭전선(Cold front)은 인접한 두 기단 중 한랭기단의 찬 공기가 온난기단의 따뜻한 공기 쪽으로 파고들 때 형성되는 전선을 말한다. 찬 공기가 따뜻한 공기 속을 썬기모양으로 파고들기 때문에 따뜻한 공기는 찬 공기 위를 차고 오르게 된다. 이때 전선 부근에서는 소나기나 뇌우·우박 등 굵은 날씨를 동반하는 경우가 많다. 찬 공기가 따뜻한 공기 속으로 파고들기 때문에 이동

○ 한랭전선 이동에 따른 지상 일기의 변화 : 표 2-3

○ 한랭전선에서 나타나는 항공기 운항에 위험한 기상

- 조종사가 한랭전선 부근을 비행할 때, 만나는 위험한 기상현상은 전선 앞 스퀴얼선(Squall Line)이나 전선을 따라 나타나는 적운형 구름이다. 이러한 위험 기상현상

[표 2-3] 한랭전선에 동반되는 전형적인 기상상태

	통과 전	통과 시	통과 후
기압	서서히 하강	갑자기 상승	서서히 계속 상승
풍향	남풍 또는 남서풍	돌풍	서풍 또는 북서풍
풍속	증가, 돌풍화	돌풍화	돌풍 후 일정
온도	온난(일정)	갑자기 하강	낮은 상태로 거의 일정
노점 온도	거의 일정	갑자기 하강	낮은 상태로 거의 일정
구름	권운, 권층운 증가 후 층적운, 고적운, 고층운 → 적란운	적란운 또는 낮은 난층운(Ns)	소나기 강도 약화 후 곧 개입
날씨	단기간 소나기(가끔 뇌우)	호우(가끔 뇌우, 우박)	단기간 호우 후 개입
시정	중~악화(안개)	일시 나빠지나 곧 회복	좋음

은 심한 요란, 바람시어, 뇌우, 번개, 심한 소나기, 우박, 착빙, 토네이도 등을 동반한다.

- 뇌우 주변이나 뇌우 하부와 지표면 부근에는 강하고 변화가 심한 돌풍이 나타난다.

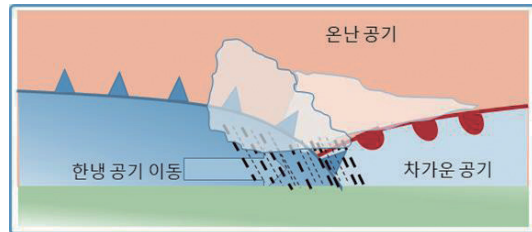
2.6.2.3 폐색전선(Occluded front)

폐색전선(Occluded front)은 온대성 저기압이 발달하는 과정의 마지막 단계로 저기압에 동반된 한랭전선과 온난전선이 합쳐져 폐색상태가 된 전선을 말한다. 이때 한랭전선 후면의 찬 공기가 온난전선 전면의 찬 공기보다 차 때에는 한랭형 폐색전선이, 반대일 경우에는 온난형 폐색전선이 발생한다. 우리나라 부근(대륙의 동안과 해양)에서는 겨울철에는 한랭형이, 여름철에는 중립형이나 온난형 폐색전선이 많이 발생한다.

○ 폐색전선의 종류

- 한랭형 폐색전선 : 한랭전선의 이동 속도가 온난전선의 이동속도보다 빨라 온난전선을 따라 붙으면서 찬 공기는 위로 올라가고 한랭전선 후면의 더 찬 공기가 온난전선 전면의 찬 공기와 만나서 형성되는 전선을 말한다.
- 온난형 폐색전선 : 한랭형 폐색전선과 반대로, 한랭전선 후면의 찬 공기보다 온난전선의 찬 공기가 더 차가울 때 발생한다.

○ 폐색전선의 구조



[그림 2-16] 폐색전선 단면

[표 2-4] 폐색전선에 동반되는 전형적인 기상상태

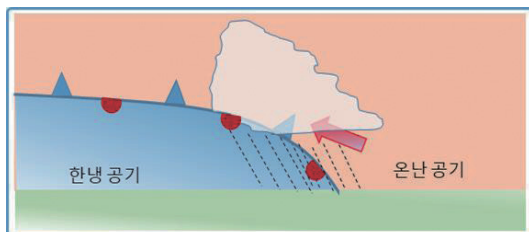
요소	통과 전	통과 시	통과 후
기압	하강	저압점	보통 상승
풍향	동풍, 남동풍 또는 남풍	계속 변함	서풍 또는 북서풍
풍속	증가, 돌풍화	돌풍화	돌풍 후 일정
온도	한랭형	차거나 서늘	하강
	온난형	한랭	상승
노점온도	일정	한랭형이면 약간 하강	약간 하강, 온난형이면 상승
구름	권운, 권층운, 고층운, 난층운 순으로 나타남	낮은 난층운, 층운	맑으나 가끔 층적운 또는 적란운(여름)
날씨	약한, 보통 또는 강한 비	약한, 보통 강한 연속 강수 또는 소나기	약~보통 강수 후 갬
시정	강수로 악화	강수로 악화	회복

- 폐색전선 이동에 따른 지상 일기 변화
- 폐색전선에서 나타나는 항공기 운항에 위험한 기상
 - 광범위하게 한랭전선과 온난전선의 기상 현상이 혼합되어 나타난다. 한랭전선의 특징인 스콜선, 뇌우와 온난전선의 특징인 낮은 실링(ceiling)이 겹쳐서 나타난다. 또한 폐색전선의 북쪽 끝에 있는 강한 저기압 주위에서 강한 바람이 나타난다.
 - 따라서 조종사는 폐색전선에서 기상상태가 급격히 변하고, 폐색전선의 발달 초기에 가장 악화된다는 사실에 유의해야 한다.

2.6.2.4 정체전선(Stationary front)

정체전선(Stationary front)은 움직이지 않거나 움직여도 매우 느리게(10km/hr 미만) 움직이는 전선을 말한다. 상공의 풍향과 전선이 뻗어 있는 방향이 평행을 이루고 있을 때 형성된다.

- 정체전선의 구조



[그림 2-17] 정체전선 단면

- 정체전선에서 나타나는 항공기 운항에 위험한 기상 : 일반적으로 정체전선에 동반된

날씨는 온난전선과 비슷하여 한랭기단쪽이 나쁘고 대체로 그 강도는 약하다. 정체전선에 동반된 기상현상 중 가장 뚜렷한 점은 그 기상이 지속적이므로 비행에 위험한 기상조건이 한 지역 내에서 여러 날 동안 계속된다는 것이다.

2.7 구름

하늘에 떠 있는 구름은 대기 중의 수증기가 응결하거나 빙결해서 형성되는 수적 또는 빙정의 집합체라고 할 수 있다.

2.7.1 구름의 구성 및 형성

2.7.1.1 구름의 구성 요소

구름은 어느점보다 높은 온도를 가진 물방울, 어느점보다 낮은 온도를 가진 물방울(과냉각 물방울), 빙정들로 이루어져 있다.

- 과냉각 물방울은 어느점보다 높은 온도에서 수증기가 물방울로 응결된 후, 구름 속의 더 차가운 구역으로 운반될 경우 만들어진다.
- 빙정은 기온이 어느점보다 낮을 때 수증기의 승화과정을 통해 형성된다. 대류권 상층에서 형성된 구름은 대기가 거의 어느점 아래에 있으므로, 대부분 빙정으로 구성되어 있다.

2.7.1.2 구름의 형성

대기 중에서는 공기가 냉각되면 쉽게 포화에 이르게 된다. 비교적 따뜻한 공기가 차가운 지면 또는 수면 위에 머무르게 되면, 접촉에 의하여 접촉면 위의 공기가 냉각된다. 이 때 포화상태에 이르게 되면 안개 또는 층운이 발생되기도 한다.

따뜻한 공기와 찬 공기가 혼합하여 이슬점이 하로 되면 포화상태에 이르게 되어 응결이 일어나게 된다. 이때 주변과 열 교환 없이 공기가 상승하게 되면 단열팽창 되어 외부에 일을 하게 됨에 따라 상승공기는 냉각되게 된다.

구름은 공기가 상승하여 단열냉각에 의해 포화에 이르러 수증기가 응결 또는 빙결됨에 따라 형성된다.

공기를 상승시키는 원인은 다음의 네 가지로 볼 수 있다.

- 대류상승 : 지표면이 국지적으로 가열되면 대류가 일어나 공기가 상승하게 된다. 대류에 의하여 지표면에서 상승한 공기가 상승응결고도에 이르게 되면 응결이 시작되어 구름이 발생한다. 상승응결고도 아래에서 상승 중인 공기덩이를 열기포(상승온난 기류, thermal)라고 하는데, 열기포(상승 온난기류, thermal)가 부력을 받아 계속 상승하게 되어 응결고도에 도달되면 구름의 모습 나타나기 시작한다.
- 지형적인 상승 : 풍상측(wind side)에서 온난 다습한 공기가 산의 경사면을 따라 상승하게 되면 단열팽창 냉각되어 응결고도

에 이르게 되면 구름이 나타나기 시작하여 산의 정상부에 비를 뿌리고 계속 상승 하여 산의 정상부를 지나 풍하측(lee side)으로 이동하면 비는 거의 내리지 않게 되어 풍하측에 강수량이 적은 비그늘(rain shadow)이 형성된다.

- 전선에 의한 상승 : 밀도가 서로 다른 두 개의 공기덩어리(기단)가 만나게 되면 경계면이 생기게 된다. 이 경계면을 전선이라고 부르며, 따뜻하고 습윤한 공기가 상대적으로 찬 공기 위를 올라갈 때 생기는 전선을 온난전선, 상대적으로 찬 공기가 따뜻한 공기 밑으로 썩기모양으로 파고들어 따뜻한 공기가 상승하게 되어 형성되는 전선을 한랭전선이라고 부른다. 온난전선 상에서의 공기의 상승이 자발적이라면 한랭전선 상에서의 상승은 강제상승이라고 볼 수 있다. 이렇게 상승한 공기가 응결고도에 이르게 되면 응결이 시작되어 구름이 발생하게 된다.
- 공기의 수렴에 의한 상승 : 지표면 부근에서 공기가 수렴하게 됨에 따라 공기가 상승하여 구름이 형성된다.

2.7.2 구름의 분류

구름입자의 상(phase)과 수직 발달 정도에 따라 여러 가지 형태로 나타난다. 수적으로 된 구름과 빙정으로 된 구름은 형성고도도 다르고 모

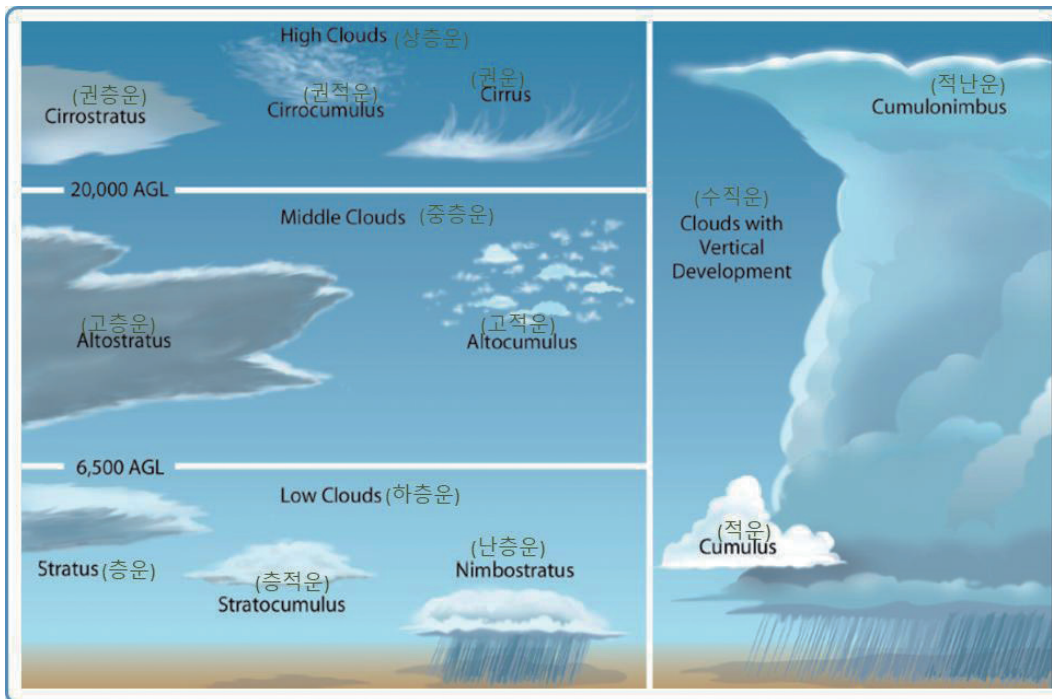
양이나 색깔도 다르다.

구름의 수직 발달 정도는 기층의 안정도에 따라 다른데, 불안정한 기층에서는 구름의 두께가 수직으로 두꺼운 적운형, 안정한 기층에서는 수직발달이 제한되어 비교적 얇은 층운형의 구름이 발달한다.

2.7.2.1 상층운(high-level clouds) : 상층운은 운저고도가 보통 6km 이상이어서 주위의 온도가 매우 낮고 건조하다. 이 때문에 상층운은 거의 빙정으로 이루어져 있으며, 그 두께도 아주 얇다. 상층운에는 권운(Cirrus), 권적운(Cirrocumulus), 권층운(Cirrostratus)이 있다.

2.7.2.2 중층운(medium-level clouds) : 중층운은 중위도지방에서는 구름 저면의 높이가 2~6km이어서 수직으로 되어 있는 경우가 많지만 기온이 충분히 낮아지면 그 일부는 빙정이 되기도 한다. 중층운에는 고적운(Alto cumulus), 고층운(Altostratus)이 있다.

2.7.2.3. 하층운(low-level clouds) : 하층운은 중위도 지방에서는 운저고도가 2km이하이며, 거의 수직으로 되어 있으나 추운 날씨에는 빙편과 눈을 포함하기도 한다. 하층운에는 층운(Stratus), 난층운(Nimbostratus), 층적운(Stratocumulus), 적운(Cumulus), 적난운(Cumulonimbus)이 있다.



[그림 2-18] 기본 운형 10종류

(Stratocumulus)이 있다.

2.7.2.4 수직운(convective clouds) : 수직운은 보통 하층운의 고도로부터 상층운의 고도에까지 확장하는 수직으로 발달하는 구름이며, 불안정한 공기와 아주 밀접하게 관련되어 있다. 수직운에는 적운(Cumulus), 적란운(Cumulonimbus)이 있다.

2.7.3 기본운형 10종

2.7.3.1 권운(Cirrus, CI) : 흰색의 가느다란 선이나 흰색의 반점 좁은 띠 모양의 흩어져 있는 구름으로 미세한 얼음으로 구성되어 있다. 권적운 고적운 꼬리를 늘려서 형성 되었거나 적란운 꼭대기 부근에서 생성 된 것. 새털 모양의 흰구름

2.7.3.2 권적운(cirrocumulus, CC) : 조약돌을 배열하여 놓은 것 같은 구름조각들이 모인 것으로 가느다란 물결과 같은 모양과 얇고 흰 구름 모양으로 미세한 얼음으로 되어 있고 고공에서 기층이 서서히 상승할 때 발생한다. 털썩구름

2.7.3.3 권층운(Cirrocumulus, CS) : 베일 모양의 얇은 구름 섬유모양 유백색 베일

형태로 미세한 얼음으로 되어 있으며 햇무리, 달무리 현상이 일어나는 구름. 털층구름

2.7.3.4 고적운(alto cumulus, AC) : 엷은 판자나 덩그스름한 덩어리 구름 조각들이 모여서 된 백색이나 회색 구름 보통 음영이 나타난다. 빗방울로 되어 있으나 저온일 때 일부는 미세한 얼음으로 형성되어 있고 대기권 중층에서 요란이나 대류현상으로 발생 고적운의 엷은 부분에는 코로나 또는 채운현상도 있다. 양떼 구름

2.7.3.5 고층운(altostratus, AS) : 무늬가 있거나 줄무늬로 된 회색 또는 엷은 검정색의 구름으로 물방울 또는 미세한 얼음으로 되어 있으며 빗방울 또는 눈송이로 형성 된 경우도 있다. 고층운은 광범위하게 퍼져 있으며 두께도 두껍다. 강수현상을 동반하지만 중간에서 증발되는 경우가 많다. 높층구름

2.7.3.6 난층운(Nimbostratus, NS) : 짙은 회색의 구름층으로 되어 있으며 연속적인 비 또는 눈을 내리게 한다. 난층운은 물방울 빗방울 미세한 얼은 눈송이가 혼합되어 형성되어 있다. 비층구름

2.7.3.7 층적운(stratocumulus, SC) : 엷은 판 모양의 둥글둥글한 구름조각들이 모여서 형성된 구름 회색과 엷은 검정색을 띤 구름이 보통이며 물방울로 대부분 형성되어 있으나 가끔 빗방울 싸락눈 또는 미세한 얼음 눈송이까지도 형성되어 있다. 층적운에도 코로나 또는 무지개 현상이 생긴다. 회색 두루마리 모양의 구름, 층썩구름

2.7.3.8 층운(Stratus, ST) : 비교적 일정한 운저를 가진 회색의 구름으로 통상 물방울로 되어 있으며 아주 저온일 때는 미세한 얼음 가루눈이 내재되어 있고 지면이 가열 되거나 풍속이 증가하여 안개층이 서서히 상승되면서 형성된다. 안개와 비슷한 층 구름

2.7.3.9 적운(cumulus, CU) : 윤곽이 뚜렷하고 농밀한 구름이 수직으로 솟아올라 둥근 산봉우리나 탑 모양 또는 지붕 모양을 이루는 구름, 주로 물방울로 되어 있고 기온 이 낮은 곳은 미세한 얼음으로 형성되어 있다. 대기 하층 부근에 기온 체감률이 격심할 때 공기의 대류현상에서 발생한다. 썩구름

2.7.3.10 적란운(Cumulonimbus, CB) : 수직 방향으로 크게 발달한 짙은 검은색 또는 회색구름 거대한 탑 모양이나 산봉우리모양으로 형성 되어 있고 꼭대기 부근에는 Anvil(쇠모루)형태나 새의 날개모양처럼 퍼져 있는 경우도 있다. 물방울 또는 미세한 얼음으로 되어 있고 구름 정상에는 과냉각된 눈송

[표 2-5] 기본 운형 10종류

층별분류/ 운저고도	명칭	국제 기호	국제명칭	특징
상층운 6-12km	권운	CI	Cirrus	새털 모양의 흰구름
	권적운	CC	Cirro Cumulus	털썩구름
	권층운	CS	Cirro Stratus	달무리/햇무리, 털층구름
중층운 2-6km	고적운	AC	Alto Cumulus	양떼구름
	고층운	AS	Alto Stratus	회색 차일 같은 구름, 높층구름
하층운 2km미만	난층운	NS	Nimbo Stratus	진한 회색으로 지속적인 비나 눈이 옴, 비층구름
	층적운	SC	Strato Cumulus	회색 두루마리 모양의 구름, 층썩구름
	층운	ST	Stratus	안개와 비슷한 구름, 층구름
수직운 2-20km이내	적운	CU	Cumulus	여름 오후의 뭉게구름, 썩구름
	적란운	CB	Cumulonimbus	아주 높게 솟은 구름, 번개가 치며 소나기나 우박이 내림, 썩비구름

이 싸락우박, 싸락눈이 뇌우, 뇌전, 소나기, 우박, 돌풍 등을 동반한다. 아주 높게 솟은 구름, 번개가 치며 소나기나 우박이 내린다. 썬비구름

2.8 안개(Fog)

대기 중의 수증기가 응결핵을 중심으로 응결해서 성장하게 되면 구름이나 안개가 된다. 구름과 안개의 차이는 지면과 접해 있는지 아니면 하늘에 떠 있는지에 따라 결정되며, 지형에 따라 관측자의 위치가 변함에 따라 구름이 되기도 하고 안개가 되기도 한다. 일반적으로 구성입자가 수적으로 되어 있으면서 시정이 1km 미만일 때를 안개라고 한다.

2.8.1 냉각에 의해 형성된 안개

지면과 접해 있는 공기층의 온도가 이슬점 이하가 되면 안개가 발생한다. 이렇게 형성된 안개에는 복사안개, 이류안개, 활승안개가 있다.

- 복사안개(radiation fog) : 육상에서 관측되는 안개의 대부분은 야간의 지표면 복사냉각으로 인하여 발생한다. 맑은 날 밤바람이 약한 경우 공기의 복사냉각은 지표면 근처에서 가장 심하며 때로는 기온역전층이 형성된다. 따라서 지면에 접한 공기가 이슬점에 달하여 수증기가 지상의 물체 위에 응

결하여 이슬이나 서리가 되고 지면 근처 얽은 기층에 안개가 형성된다. 이렇게 형성된 안개를 복사안개라고 하며 또는 땅안개(ground fog)라고도 한다.

- 이류안개(advection fog) : 온난 다습한 공기가 찬 지면으로 이류하여 발생한 안개를 말하며, 해상에서 형성된 안개는 대부분 이류안개로 해무(sea fog, 海霧)라고 부른다. 해무는 복사안개보다 두께가 두꺼우며 발생하는 범위가 아주 넓다. 또한 지속성이 커서 한번 발생되면 수일 또는 한 달 동안 지속되기도 한다.
- 활승안개(upslope fog) : 습윤한 공기가 완만한 경사면을 따라 올라갈 때 단열팽창 냉각됨에 따라 형성된다. 산안개(Mountain fog)는 대부분이 활승안개이며 바람이 강해도 형성된다.

2.8.2 증발에 의해 형성된 안개

증발은 수면이나 낙하하는 우적에서 일어나며, 증발안개와 전선안개가 있다.

- 증발안개 : 온난한 수면에서 찬 공기로 수증기가 증발할 때 안개가 발생하며, 이때 발생한 안개를 증발안개라고 한다.
- 전선안개 : 우적에서 증발된 수증기가 찬 공기 내에서 안개를 발생시키고 전선의 위치에 따라 전선 앞 안개, 전선 뒤 안개, 전선 통과 안개로 세분된다.

3.1 난류

난류(Turbulence)는 지표면의 불등균한 가열과 기복, 수목, 건물 등에 의하여 생긴 회전기류와 바람 급변의 결과로 불규칙한 변동을 하는 대기의 흐름을 뜻한다. 난류는 시간적 및 공간적으로 여러 규모의 것이 있는데, 바람이 강한 날 운동장에서 맴도는 조그만 소용돌이부터 대기 상층 십여 km에 달하는 난류가 있으며, 시간적으로도 수 초에서 수 시간까지 분포한다. 지상에는 난류가 스콜(squall)이나 돌풍 (gust) 등에서 나타난다.

(주) 난류(Turbulence)는 일반적으로 난기류(Turbulence)라고도 한다. 본 교재에서는 항공기상대의 기준들에서 사용하고 있는 난류 (Turbulence)라는 용어로 통일하여 사용한다.

○ 조종사는 이륙 후부터 착륙 시까지의 비행 중에 다양한 형태의 난류와 조우할 수 있다. 이러한 난류는 일반적으로 다음과 같은 기상 상황에서 발생한다.

- CB(적란운, Cumulonimbus)구름이 형성될 때 발생하는 난류
- 산악파에서 기인한 난류
- 청천 난류(CAT : clear air turbulence,

晴天亂流)

- 지표면 전선에 의해 발생하는 난류
 - 항공기 후류에 의해 발생하는 난류
 - 저고도 급변풍에 의해 발생하는 난류
- 난류의 강도 : 난류의 강도는 객관적으로 결정하기 곤란하나, 비행 중 항공기가 조우하는 난류에 대하여 수직방향의 가속도의 정도를 중력가속도 g를 사용하여 표시한다. 항공기가 받는 난류에 대한 충격은 항공기의 속도와 크기, 중량, 안정도 등의 특성에 좌우된다.
- 기상조건에 따른 난류의 정도
- 약정도(light) 난류조건
 - 구름이나 산악지역에서 바람이 약할 때
 - 소규모 적은 내부와 그 부근
 - 국지 가열된 지면 위의 청천대류 지역
 - 상층 기압골, 상층 저기압, 제트기류, 권계면 지역 부근에 약한 급변풍이 있을 때
 - 대기 하층 5,000ft 범위 내에 15kt 정도의 바람이 불거나, 지표보다 공기가 한랭할 때
 - 중정도(moderate) 난류조건
 - 산의 능선에 수직방향의 풍속성분이

- 25~50kt에 달하는 산악지역에서는 풍하측 150mile 까지, 50kt 이상이면 300mile 까지 중정도 난류구역
- 탑상적인 내부 혹은 소멸기의 뇌운 내부나 부근
- 5,000ft 아래의 하층에서 지상풍속이 25kt를 넘거나, 지표의 가열이 심할 때
- 상층의 한랭 기압골
- 연직 바람시어 6kt/1,000ft 또는 수평 바람시어 18kt/150mile을 초과할 때
- 심한정도(severe) 난류조건
 - 산의 능선에 수직방향의 풍속성분이 50kt를 초과하는 산악지역에서 풍하측 150mile 까지, 25~50kt 일 때는 풍하측 50mile 까지 심한정도 난류구역
 - 능선고도에서나 그 이하 층의 말린 구름이나 회전기류 내부, 권계면, 권계면 아래의 안정층 하부에서도 종종 발생한다.

- 발달기나 성숙기의 뇌운 내부나 부근 및 탑상적인 내부
- 제트기류, 상층전선, 상층 저기압의 중심으로부터 한냉쪽으로 80~160km 지역에서 연 직바람시어가 10kt/1,000ft, 또는 수평 바람시어가 50kt/90mile을 초과할 때

3.2 산악파

산악파(Mountain Wave)는 역전층 기류가 있거나 대기가 안정되어 있는 산 정상에 강한 바람이 산등성이를 가로질러 불 때 발생한다. 산 정상에 습윤한 공기와 회전성 구름대가 일정한 부근에 정체하여 형성된다. 겨울철에는 한랭전선의 이동과 함께 850hPa 고도(약 5,000ft)에서 역전층이 자주 발생한다. 한랭전선이 확장하고 북서풍이 뚜렷하게 불 때 산악파는 산맥의 하부에서 발생하여 북동쪽으로 창출한다. 산악파는 봉우리가 하나

[표 3-1] 난류의 강도 및 체감정도

강도	항목	수직 가속도(g)	풍속의 변동폭	체감정도
약정도(light)		0.1-0.3	15kt 이하	약간의 흔들림
중중도(moderate)		0.4-0.8	15~25kt	상당한 흔들림을 느끼나 조종통제력을 상실하지는 않음
심한정도(severe)		0.9-1.2	25~50kt 이상	흔들림이 크고 고도변화가 있으며 순간적으로 조종통제력을 잃음
극심한 정도 (extreme)		1.2이상	50kt 이상	항공기 손상, 심하게 흔들리며 조종불능

(주) severe 난류는 heavy 난류라고도 한다. extreme 난류는 뇌우를 제외하고는 드문 현상이다.

있는 지역보다는 여러 개 연달아 있는 산맥지역에서 자주 발생하며, 이때 형성되는 구름은 모자구름(cap cloud), 말린구름(rotor cloud), 렌즈구름(lenticular cloud) 등의 형태로 나타난다.

- 모자구름(cap cloud) : 산맥 바로 정상에서 형성되는 구름으로 대부분 풍상측에 몰려있다. 이는 기류가 상승하면서 응결되어 생긴다. 모자구름은 산마루를 차폐하기 때문에 비행 중 항상 피해야 하며 산맥의 풍하면은 매우 위험한 지역이다.
- 말린구름(rotor cloud) : 풍하측에 일렬로 늘어선 적운처럼 보이며 난류를 가장 잘 보여준다. 이 구름은 거의 정체하며 상승기류로 형성되고 하강기류로 소산되는 과정을 반복한다. 말린구름 내부 및 그 하층이나 말린구름의 풍하측의 하강기류 지역은 산악파에서 가장 위험한 지역이다.
- 렌즈구름(lenticular cloud) : 렌즈모양의 구름으로서 말린구름과 같이 정체성이며 계속적으로 형성된다. 렌즈구름은 말린구름보다 고고도인 20,000ft 이상에서 형성되며 윤곽은 부드럽지만 그 층의 기류에 요란이 있을 때는 거칠게 보이기도 한다.

3.3 뇌우

- 뇌우(Thunderstorm)
 - 뇌우는 천둥과 번개를 동반하는 적란운

또는 적란운의 집합체이다.

- 강한 대류 활동을 가진 뇌우는 폭우, 우박, 돌풍, 번개 등을 동반함으로써 짧은 시간 동안에 큰 항공 재해를 가져올 수 있는 기상 현상이다.
- 열대지방에서는 연중 뇌우가 발생하며, 우리나라와 같은 중위도 지방에서는 봄과 여름을 거쳐 가을까지 뇌우의 가능성이 존재한다.
- 한랭전선이 빠르게 통과하는 경우, 겨울에도 드물게 뇌우가 발생할 수 있다.
- 뇌우 발달 과정은 세포 내에 오직 상승 기류만 있는 적운 단계, 상승기류와 하강 기류가 공존하는 성숙 단계, 그리고 하강 기류가 우세하고 결국에는 약해져서 사라지는 소멸 단계로 구성되어 있다.
- 뇌우의 형성조건 : 뇌우가 형성되기 위한 기본적인 조건은 아래의 3가지 조건을 모두 만족할 때 뇌우는 그 일생을 시작된다.
 - ① 불안정 대기 : 잠재 불안정한 공기가 주위보다 따뜻해지는 고도까지 상승되면, 그때부터 자유롭게 상승하게 된다. 이러한 고도까지 공기를 상승시켜 주기 위해서는 대기가 불안정한 상태, 즉 조건부 불안정이나 대류 불안정이 요구된다.
 - ② 상승운동 : 상승작용이 일어나야 지표 부근의 따뜻한 공기가 자유롭게 상승하는 고도(자유대류고도 : LFC)에 도달할 수 있다. 상승작용은 대류에 의한 일사,

[표 3-2] 기단성 뇌우의 단계별 특성과 형태

	적운단계	성숙단계	소멸단계
현상	활발한 결집성	구름 꼭대기 심한 난류 쇠모루 형태(Anvil)	약해지는 난류
강수 현상 여부	거의 없음	강수현상을 동반한 강한 하강기류	약해지는 강수
방전	결집 및 성숙단계에는 구름의 꼭대기 온도가 -20°C 될 때 방전이 시작되고 아주 심한 방전은 쇠퇴단계에 발생한다.		
TURB(난류)	Light TURB	Light-Moderate/Severe TURB	Light TURB
결빙	moderate-severe 결빙	moderate-severe 결빙	결빙 없음

지형에 의한 강제상승, 전선상에서의 온난공기의 상승, 저기압성 수렴, 상층냉각에 의한 대기 불안정으로 상승, 이류 등의 여러 요인이 있다.

- ③ 높은 습도 : 따뜻한 공기가 상승한다고 해서 자유로운 대류가 일어나는 것은 아니다. 공기가 상승해 수증기가 응결하면서 구름이 형성되는데, 자유대류고도가

지 도달하지 못하면 구름이 크게 성장하지 못한다. 공기덩어리는 대기 중의 수증기량이 많을수록 더 쉽게 자유대류고도에 도달할 수 있다. 왜냐하면 수증기가 물방울이 되어 구름이 형성되면 잠열이 방출되기 때문에 공기는 더욱 불안정해져 상승작용이 촉진된다.

3.4 다운버스트

뇌우 발달 과정에서 성숙 단계의 하강 기류는 지표면에 도달하자마자 빠르게 퍼져 유출 기류를 만들며, 유출 기류의 직경은 유출된 후에 경과된 시간에 따라 거의 선형적으로 증가하여 10~15분 안에 최대로 유출되고 발산된다. 이를 다운버스트(downburst)이라 한다.

3.5 우박(hail) : 적운과 적란운 속에 강한 상승 운동에 의해 빙정 입자가 직경 2 cm 이상의 강수 입자로 성장하여 떨어지는 얼음 덩어리가 우박이다.

○ 우박의 형성

- 빙정 과정으로 형성된 작은 빙정 입자는 적란운 속의 강한 상승기류에 의해 더 높은 고도로 이동한다. 이 과정에서 얼음 입자가 과냉각 수적과 충돌하면서 얼게 되는데, 이러한 흡착 과정으로 빙정 입자는 성장한다. 이 때 적란운 속의 상승 기류가 구름 속에 떠있는 빙정 입자를 지탱하기에 충분히 강하면 이 빙정 입자는 상당한 크기로 성장하여 우박이 된다.
- 만약 상승기류가 충분히 강하다면 우박은 다시 적란운을 통하여 위쪽으로 옮겨지며, 지상으로 떨어질 정도로 충분히 커질 때까지 계속해서 성장한다.

- 우박은 매우 강한 상승기류가 있는 적란운의 정상 부근에서 적란운 밖으로 떨어질 수 있다.

3.6 번개와 천둥

뇌우는 천둥(thunder)이 동반된 폭풍우 현상이다. 천둥은 번개(lightning)에 의해 만들어지기 때문에 두 개의 현상은 같이 발생한다.

3.6.1 번개(lightning)

번개는 적란운이 발달하면서 구름 내부에 축적된 음 전하와 양 전하 사이에서 또는 구름 하부의 음 전하와 지면의 양 전하사이에서 발생하는 불꽃 방전이다. 번개는 구름 내부, 구름과 구름 사이, 구름과 주위 공기 사이, 구름과 지면 사이의 방전을 포함하여 다양한 형태로 발생한다.

○ 번개의 발생

- 번개는 여러 가지 과정으로 일정한 공간 내에서 전하가 분리되고 큰 전하차가 있을 때 발생한다. 관측에 의하면 적란운 상부에는 양 전하가, 하부에는 음 전하가 축적되며, 지면에는 양 전하가 유도된다.
- 적란운 속의 전하 분리에 의해 구름 하부에 음 전하가 모이면 이 음전하의 밀어내는 힘과 당기는 힘에 의해 지면에 양 전하가 모이게 된다.

- 지면의 양 전하와 구름 하부의 음 전하 사이에 전하차가 증가하면 구름 하부와 지면 사이에서 전기 방전, 즉 낙뢰 또는 벼락이 발생한다.

○ 번개의 방전

- 구름 하부에서 방출된 음 전하는 전기력이 가장 큰 경로를 따라 조금씩 이동하면서 이온화된 통로인 계단 선도를 만든다. 계단 선도가 지표의 돌출부에 있는 양 전하와 만나 불꽃 방전을 발생시킨다.
- 계단 선도에 의해 만들어진 구불구불한 도전로(Electrical Conductive Path)를 따라 지면의 양 전하가 위로 올라가면서 방전이 일어나고 이로 인하여 밝은 빛과 격렬한 소리가 발생한다.
- 번개 방전은 지표면까지 최소 저항의 통로를 선호하기 때문에 산 정상, 높은 빌딩, 나무꼭대기, 안테나 및 뾰족한 탑 등과 같이 높은 지점이 번개 맞기가 쉽다.
- 또한 양으로 전리된 물체에 가까우면 가까울수록 구름으로부터 벼락 맞기가 더욱 쉬우며, 물체가 양 전하의 구름에 가까우면 가까울수록 벼락 맞기가 쉬워진다.

3.6.2 천둥(thunder)

번개가 지나가는 경로를 따라 발생된 방전은 수 cm에 해당하는 방전 통로의 공기를 순식간에 15,000~20,000℃까지 가열시킨다. 이러한 갑

작스러운 가열로 공기는 폭발적으로 팽창되고, 이 팽창에 의해 만들어진 충격파가 그 중심에서 멀리 퍼져 나가면서 도중에 음파로 바뀌어 우리에게 천둥소리로 들려온다.

번개는 발생순간 우리가 눈으로 보게 되나, 음파의 속도는 빛의 속도보다 느리기 때문에 번개가 친 후 얼마 지나서 듣게 된다. 번개 치는 곳의 위치는 번개를 관측한 후 천둥소리가 들릴 때까지의 시간 차이를 확인함으로써 대략적인 거리를 알아낼 수 있다.

3.7 급변풍(Wind shear)

급변풍은 항공기의 이·착륙 과정에서 매우 큰 영향을 준다. 일반적으로 조종사는 비행경로를 따라 정풍 또는 배풍이 얼마나 변할 것인가와 바람 정도로 바람이 얼마나 변할 것인가에 관심을 갖는다.

항공기가 이·착륙할 때 활주로 근처에서 급변풍은 정풍이나 배풍의 급격한 증가 또는 감소를 초래하여 항공기의 실속이나 비정상적인 고도 상승을 초래하고, 측풍에 의해 활주로 이탈을 초래한다.

이와 같이 최종 접근로나 이륙로 또는 초기 이륙 직후의 고도 상승로를 따라 발생하는 지상 2,000ft이하의 급변풍을 저고도 급변풍(low level wind shear)라고 한다. 보통 저고도 급변풍의 강도는 연직 급변풍의 강도로 나타낸다.

[표 3-3] 저고도 급변풍 강도

저고도 급변풍 강도	연직 급변풍 강도 (kt/100ft)
약함	<4.0
보통	4.0 ~ 7.9
강함	8.0 ~ 11.9
아주 강함	≥ 12

3.8 마이크로버스트

마이크로버스트(microburst)는 대류활동에 연 관되어 나타나는 특수한 바람시어이다. 이것은 비교적 단순한 형태의 난류로 뇌우뿐만 아니라, 여름철에 천둥과 번개를 동반하지 않는 소규모의 대류운과 관련되어 나타나는 강한 하강기류(downdraft)이다.

이 하강기류는 일반적으로 가시적인 강수를 동반하지만, 때로는 지표에 도달하기 전에 강수가 증발되어 하강기류가 눈에 보이지 않게 되는 경우가 있기 때문에, 위험이 없어 보이는 지역에서 항공기 사고를 유발하기도 한다.

하강기류는 지표에 도달하면서 수평적으로 바깥쪽으로 퍼지게 된다. 마이크로버스트는 하강기류가 지상에 처음 도달한 후 5분 내외의 시간에 강화된다. 그 수평적 규모는 1~3km 정도이고 지속시간은 5~15분 정도인데, 2~4 분 정도에 강한 바람시어가 나타난다.

3.9 착빙

3.9.1 착빙(icing)

빙결온도 이하의 상태에서 대기에 노출된 물체에 과냉각 물방울(과냉각 수적) 혹은 구름 입자가 충돌하여 얼음의 피막을 형성하는 것을 착빙현상이라고 하며, 항공기에 발생하는 착빙은 비행안전에 있어서의 중요한 장애요소 중의 하나이다.

착빙 형성의 조건으로 첫째, 항공기가 비 또는 구름 속을 비행해야 하는데 대기 중에 과냉각 물방울이 존재해야 하며, 두 번째 조건은 항공기 표면의 자유대기온도가 0℃ 미만이어야 발생한다.

청명한 대기 속에서는 심한 착빙이 생기지 않으나, 상대습도가 높고 영하의 기온일 때는 프로펠러나 날개 위를 통과하는 공기의 팽창으로 약간의 수분이 응결하여 착빙이 생기기도 한다.

과냉각 물방울은 0~-20℃에서 자주 관측되므로, 이 온도 범위 내에 있는 구름은 착빙의 가능성이 있다고 보아야 하며, 심한 착빙은 보통 0~-10℃에서 발생한다. 드물게 -40℃인 저온에서도 착빙이 나타날 수 있다. 그러나 운중 온도가 -20℃ 미만이 되면 실제로 착빙은 잘 일어나지 않는다. 왜냐하면 물방울은 이미 결정형태로 빙결되어 있기 때문이다.

3.9.2 착빙의 형태와 원인

얼음이 형성되기 위해서는 물이나 습한 공기

가 있어야하며 대기가 찬 표면과 접촉, 단열 팽창, 증발 등으로 영하 이하로 냉각되어야 한다. 이러한 조건에서 만들어지는 착빙은 구조착빙(structural icing)과 유도착빙(induction icing)의 형태로 나누어진다.

일정한 대기 환경에서 착빙 가능성은 항공기의 형태와 속도에 영향을 받는다. 보통 제트 항공기에서 착빙 형성이 가장 적다. 이것은 제트 항공기가 강한 추력으로 착빙의 임계 온도 영역을 벗어나는 높은 고도를 빠르게 비행하기 때문이다.

반면에, 작은 왕복 기관의 항공기에서 착빙 형성이 가장 많다. 이것은 착빙 방지 장치가 없거나 주로 습하고 낮은 고도를 비행하기 때문이다.

헬리콥터에서는 추력과 양력을 동시에 발생시키는 회전 날개에서 착빙 가능성이 가장 높다.

3.9.2.1 구조 착빙(structural icing)

구조 착빙 또는 기체 착빙은 항공기의 날개 끝, 프로펠러, 무선 안테나, 앞 유리, 피토관 및 방향타(static port) 등과 같은 기체 표면에 얼음이 쌓이거나 덮이는 착빙이다. 이 착빙은 주로 항공기의 공기역학적인 흐름에 영향을 주어 운항 효율을 감소시키거나 항공기 실속을 유발한다.

구조 착빙의 주요 원인은 항공기가 구름을 통과할 때 기체 표면에 수적이 결빙되는 것이다. 이러한 결빙은 항공기 표면이 0℃ 이하로 냉각되어 있는 항공기가 과냉각 수적을 포함한 구름 속을 비행하여 수적과 충돌할 때 발생한다.

구조 착빙은 구름 속의 수적 크기, 개수 및

온도에 따라 세 가지 유형의 착빙, 맑은 착빙(clear icing), 거친 착빙(rime icing), 혼합 착빙(mixed icing)이 형성된다.

- 맑은 착빙(clear icing) : 수적이 크고 주위 기온이 0~10℃인 경우에 항공기 표면을 따라 고르게 흘러지면서 천천히 결빙된다. 맑은 착빙에 의한 얼음은 그 표면에서 윤이 나며 투명 또는 반투명하다. 맑은 착빙은 무겁고 단단하며 항공기 표면에 단단하게 붙어 있어 항공기 날개의 형태를 크게 변형시키므로 구조 착빙 중에서 가장 위험한 형태이다.
- 거친 착빙(rime icing) : 수적이 작고 주위 기온이 -10~-20℃인 경우에 작은 수적이 공기를 포함한 상태로 신속히 결빙하여 부서지기 쉬운 거친 착빙이 형성된다. 거친 착빙은 항공기의 주날개 가장자리나 버팀목 부분에서 발생하며, 구멍이 많고 불투명하고 우유 빛을 띤다. 거친 착빙도 항공기 날개의 공기 역학에 심각한 영향을 줄 수 있다.
- 혼합 착빙(mixed icing) : 맑은 착빙과 거친 착빙의 결합으로서, 눈 또는 얼음입자가 맑은 착빙 속에 묻혀서 울퉁불퉁하게 쌓여 형성된다.

3.9.2.2 서리 착빙(frost icing)

서리는 일반적으로 빙정 구조를 나타내는 백색의 깃털모양이다. 포화 공기가 이슬점 온도까지 냉각되고 그 이슬점 온도가 0℃ 이하일 때 수증기가 직접 빙결 축적되어 서리가 발생한다. 서리

는 다른 물체에 형성될 때와 같은 방법으로 항공기에 형성된다. 일반적으로 맑은 날 저녁에 지표 복사냉각으로 세워 둔 항공기 표면의 온도는 영하의 이슬점온도 이하로 떨어진다.

항공기 표면에 부착된 서리는 항공기 표면을 거칠게 하고 항력을 증가시켜 양력을 약화시킨다. 따라서 단단한 서리는 실속을 5~10% 증가시킬 수 있으며, 항공기가 이륙할 때 횡전(roll)을 크게 하여 이륙을 어렵게 하거나 불가능하게 할 수도 있다. 서리가 부착된 항공기는 저고도에서 난류나 윈드시어를 만날 때, 특히 저속 운항이나 선회를 할 때 위험하다. 따라서 이륙전에 모든 서리는 항공기로부터 제거되어야 한다.

항공기 운항 중에도 서리는 형성될 수가 있다. 이러한 서리는 주로 외부 기온에 의해 냉각된 항공기가 구름은 없고 상대 습도가 높은 온난한 지역으로 상승 또는 하강할 때 발생한다. 이 서리는 항공기의 표면이 따뜻해지면 사라지기도 한다.

3.9.2.3 유도착빙(induction icing)

유도착빙은 항공기 엔진으로 공기가 유입되는 공기흡입구와 기화기에서 생기는 착빙으로서, 공기흡입구 착빙과 기화기 착빙으로 나누어진다.

공기흡입구 착빙은 주로 엔진으로 들어가는 공기를 차단시켜 동력을 감소시키며, 구조 착빙의 발생 조건과 같은 조건에서 공기흡입구에서 얼음이 누적되어 발생한다.

기화기 착빙은 외부 온도에 관계없이 기화기 안으로 유입된 습윤 공기가 단열 팽창과 연료의 기화로 인한 냉각으로 인해 기화기 내부가 영하의 온도로 냉각되어 발생한다. 이 착빙은 22℃ ~ -10℃의 넓은 기온 영역에서 관측된다.

기화기 안의 얼음은 공기와 연료 혼합의 흐름을 부분적으로 또는 완전히 차단하여 엔진을 완전히 정지시킬 수도 있다.

3.9.3 착빙의 강도 및 얼음 침적율에 대한 조종사의 대처 : 표 3-4

[표 3-4] 착빙의 강도 및 얼음 침적율에 대한 조종사의 대처

강도	얼음의 침적 정도	조종사의 대처
미약함 (TRACE)	착빙이 형성되기 시작하며, 얼음 침적율이 승화에 의한 얼음 감소율 보다 큼.	한 시간 이상 지속되지 않는 한 방빙 또는 제빙 장치를 가동할 필요가 없으며, 비행 방향이나 고도변경이 필요하지 않음.
약함 (LGT)	한 시간 이상 비행할 경우에 얼음의 누적에 의한 문제가 발생할 수 있음.	방빙 또는 제빙 장치를 가끔 가동할 필요가 있으며, 비행 방향이나 고도변경이 필요함.
보통 (MOD)	얼음 침적율이 크지 않더라도 잠재적으로 위험에 직면할 수 있음.	방빙 또는 제빙 장치의 가동이 필요하며, 비행 방향이나 고도변경이 필요함.
심함 (SEV)	방빙 또는 제빙 장치를 가동해도 계속해서 얼음의 누적이 발생함.	신속한 비행 방향이나 고도변경이 필요함.

3.10 해무

해무(Sea Fog)는 초여름부터 중순까지 해안 지역에서 자주 발생한다. 해무는 다음과 같은 기상조건일 때 발생한다.

- 광범위한 고기압권에 위치할 때
- 저기압이나 전선 영향이 없을 때
- 해수면의 온도가 20℃ 보다 낮을 때
- 온도와 노점온도차가 0~2℃ 정도일 때
- 해수면 온도와 노점온도차가 0~1℃일 때
- 바람이 거의 없을 때
- 지상 역전층 현상이 관찰될 때
- 4,000~5,000ft 대기에서 역전층 현상이 관찰 시

3.11 황사

황사(Yellow Sand)는 중국 고비사막과 몽골 사막에 발생하여 강한 편서풍을 타고 수십 미터 상공까지 올라가 수백 킬로 평방미터 지역까지 그 영향을 미치고 있다. 우리나라는 2월~4월에 자주 나타나며 시정장애를 가져온다.

제4장

일기도와 비행계획

(주) '제4장 일기도와 비행계획'부분은 초경량 비행장치의 동력비행장치(타면/체중), 회전비행장치(헬기 / 자이로), 동력패러글라이더, 유인자유기구에 해당된다.

입하고, 기압이 같은 지점을 연결하여 작성한다.

1,000hPa을 기준으로 하여 4hPa 간격으로 그리며, 선 간격이 넓은 곳에서는 2hPa의 점선을 표시하기도 한다.

등압선은 도중에 없어지거나 서로 교차하지 않으며, 등압선의 간격이 좁을수록 기압의 차가 크므로 바람의 세기가 강함을 알 수 있다.

4.1 일기도

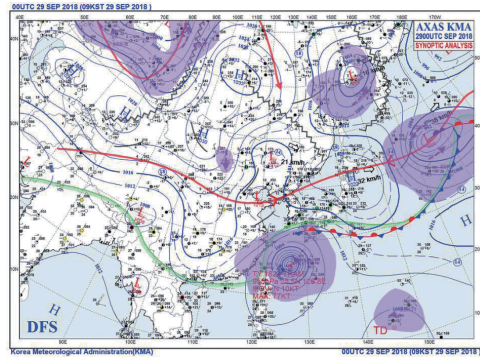
4.1.1 지상일기도

지상일기도는 해면기압의 분포, 지상기온, 풍향 및 풍속, 날씨, 구름의 종류와 높이 등의 기상 상태를 분석하는 일기도를 말한다. 지상일기도는 날씨분석을 위한 기본 일기도로 사용되고 있으며 일정한 시간 간격으로 작성하여 날씨의 분포를 파악하고 앞으로의 변화를 예측하는데 사용하고 있다.

지상 일기도는 등압선, 등온선, 구름 자료를 분석하고 등압선은 1,000hPa을 기준으로 하여 4hPa간격으로 그린다.

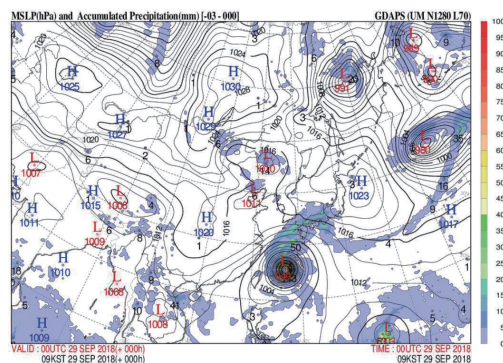
4.1.1.1 등압선(isobar)

기압이 같은 지점을 연결해 놓은 선이다. 지표면의 여러 관측소에서 측정한 기압 값을 해면기압 값으로 보정하여 지도상의 각 관측소의 위치에 기



[그림 4-1] 지상일기도

(출처 : 날씨누리 기상청 국가기상종합정보)

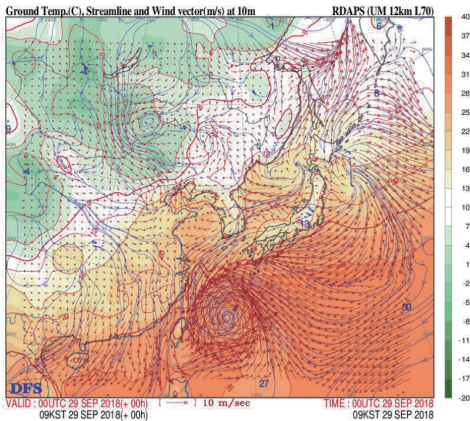


[그림 4-2] 육상예상일기도

(출처 : 날씨누리 기상청 국가기상종합정보)

4.1.1.2 지상기온 및 풍향/풍속 일기도

지상 10m에서의 풍향 및 풍속을 나타내는 일기도이다. 지상 10m에서의 기온을 색상으로 표시하고, 풍향 및 풍속은 화살표로 표시한다.



[그림 4-3] 풍향/풍속 일기도

(출처 : 날씨누리 기상청 국가기상종합정보)

4.2 국제 일기 기호(international weather symbols)

기상관측소로부터 관측된 내용을 기록하는데 사용되는 표준화된 기호

4.2.1 바람

[표 4-1] 바람 기호

기호	내용
	고요, 바람이 없는 상태를 나타내는 기호.
	깃, 5m/s(10kts)의 속도로 부는 바람을 나타내는 기호.
	반깃, 2m/s(5kts)의 속도로 부는 바람을 나타내는 기호.
	깃발, 25m/s(50kts) 속도로 부는 바람을 나타내는 기호.
예)	

4.2.2 전선

[표 4-2] 전선 기호

기호	내용
	지상 한랭전선 차가운 기단으로 이루어진 전선. 지상에 닿아 따뜻한 기단을 밀어낸다.
	폐색전선 한랭전선이 온난전선을 앞질러 갈 때 두 전선이 겹쳐진 전선. 또 다른 한랭전선을 만나기 전에 온난전선을 더 높은 고도로 밀어 올린다.
	상층 온난전선 따뜻한 기단으로 이루어진 전선. 지상에 닿지 않고 더 차가운 기단을 타고 올라간다.
	지상 온난전선 따뜻한 기단으로 이루어진 전선. 지상에 닿아 찬 기단을 밀어낸다.
	상층 한랭전선 차가운 기단으로 이루어진 전선이며, 지표에 닿지는 않고 더 차가운 기단을 타고 올라간다.
	정체전선 / 정상전선 더운 기단과 찬 기단이 나란히 이동하면서 매우 천천히 이동하는 전선.

4.2.3 구름의 양

[표 4-3] 구름 양 기호

기호	내용	기호	내용
	구름 많음		관측 못함
	갸		구름 없이 맑음
	구름 조금		잔뜩 흐림
	맑음		

4.2.4 구름 유형

[표 4-4] 구름 유형 기호

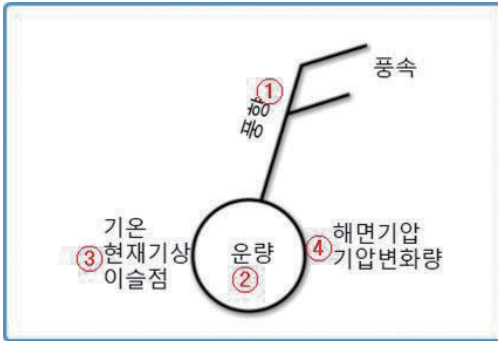
기호	내용	기호	내용
	층운 (Stratus) ST		고층운 (altostratus) AS
	권운 (Cirrus) CI		적란운 (Cumulonimbus) CB
	난층운 (Nimbostratus) NS		권층운 (Cirrocumulus) CS
	적운 (cumulus) CU		고적운 (altocumulus) AC
	권적운 (cirrocumulus) CC		층적운 (stratocumulus) SC

4.2.5 현재 날씨 : 구름을 제외하고 관찰되는 모든 대기현상, 광학 현상과 전기 현상뿐만 아니라 온갖 형태의 강우가 포함된다.

[표 4-5] 현재 날씨 기호

기호	내용	기호	내용
	모래 또는 먼지 바람		진눈깨비
	열대폭풍		눈날림
	허리케인		땅날림
	뇌우		어는 비 / 얼어붙는 비
	강한 뇌우		가끔 내리는 약한 이슬비
	가끔 내리는 약한 비		가끔 내리는 보통 이슬비
	가끔 내리는 보통 비		가끔 내리는 강한 이슬비
	가끔 내리는 폭우		계속 내리는 약한 이슬비
	연속성 비		계속 내리는 보통 이슬비
	연속성 폭우		계속 내리는 강한 이슬비
	얇은 안개		짙은 안개
	연기		번개
	소낙눈		우박소나기
	소나기 / 소낙비		스콜
	가끔 내리는 약한 눈		가끔 내리는 보통 눈
	가끔 내리는 폭설		계속 내리는 약한 눈
	계속 내리는 보통 눈		계속 내리는 폭설
	연무		토네이도

4.2.6 일기 기호 읽기



[그림 4-4] 일기 기호 읽기

- ① 관측 지점을 기준으로 풍향 선과 풍속 선의 사이 각은 120°가 되게 그리도록 하며, 풍속 선은 풍향과 관계없이 관측 지점(원)에서 보았을 때 항상 풍향 선의 오른쪽에 그린다. 긴 풍속 선은 5m/s(10kts), 짧은 선은 2m/s(5kts), 깃발은 25m/s(50kts)를 나타낸다. (2m/s 5m/s 25m/s, 바람 기호 참조)
- ② 구름의 양은 맑음일 때 빈 원으로, 흐림일 때는 전체 원을 채워서 표시한다.(구름 양 기호 참조)
- ③ 현재기상은 비, 소나기, 눈, 태풍, 안개, 뇌우 등 각각 관측 지점(원)의 왼쪽 중간에, 윗 부분은 기온, 아래 부분에는 이슬점온도를 표시한다. (현재 날씨 기호 참조)
- ④ 해면기압을 윗부분에, 아래 부분에 기압 변화량을 표시한다. 해면기압은 10분의 1 hpa로 표시되며, 첫 번째 두 자리(일반적으로 10 또는 9)가 생략된다. 기압변화량은 지난 3시간 동안 해면기압이 얼마나 변했는

지에 대하여 밀리바의 10분의 1에 대한 숫자로 나타낸다.

예) 해면기압 표시가 410인 경우 1041.0hpa, 103인 경우 1010.3hpa, 987인 경우 998.7hpa, 872인 경우 987.2hpa를 의미한다.

예) 해면기압이 3시간 동안 1041.0hpa에서 1038.3hpa로 변화한 경우 기압변화량은 -270이 되며, 1038.3hpa에서 1041.0hpa로 변화한 경우 기압변화량은 +270이 된다.

4.3 시계비행계획을 위한 기상분석

4.3.1 시계비행계획을 위한 기상분석(Weather Analysis for VFR Flight Plan)

4.3.1.1 지상 일기도(Surface Weather Chart)

고기압, 저기압, 전선, 기타 중요한 기상현상의 분포를 점검할 수 있다.

- 고기압 : 고기압권 내에서 주요한 기상현상은 시정 장애를 일으키는 안개, 연무, 박무 등이 자주 발생한다, 여름철에는 적운이 형성되어 발달하므로 조종사는 경계하여야 한다. 특히 오후시간 산악지역에는 급속도로 발달할 수 있음을 유념하여야 한다.
- 저기압 : 저기압권 내에서나 저기압이 접근할 때는 저기압의 이동속도, 강수지역 등을

파악하여 시정장애와 낮은 구름대가 형성되므로 조종사는 이에 대처하여야 한다.

- 전선 : 지표면 기상도에서 전선의 위치가 명시되어 있고, 구름의 상태, 풍향, 풍속, 온도강하, 상승률 등에 따라 전선의 강도를 예측할 수 있다.

4.3.1.2 등압면 일기도(Constant Pressure Chart)

등압면 일기도는 대기압이 동일한 표면을 나타내며, 850hPa, 700hPa 차트는 저기압, 고기압 발달과정을 분석하여 묘사되어 있기 때문에 비행계획을 위한 기상분석에 중요한 자료이다.

4.3.1.3 상승곡선(Ascent Curve)

상승곡선을 분석함으로써 운형 운고 구름의 형성, 발달, 시정 장애 요인 등을 예측할 수 있다. 상승곡선의 경향에 따라 대기 안정성 여부도 예측된다. 습윤한 기압 경도율이 상승곡선 보다 더 가파르게 나타날 때는 대기는 불안전하고 반대로 습윤한 기압 경도율이 상승곡선 보다 덜 가파르면 대기는 안전하다.

4.3.1.4 상층풍(Wind Aloft)

조종사는 저고도 국지 비행 시 상층풍을 무시하는 경향이 있다. Turbulence는 각 상층마다 풍향 풍속이 현저하게 차이가 날 때 발생한다. 그러므로 비행계획 시 상층풍 분석은 필수적이다.

4.3.2 시계비행에 영향을 미치는 구름 (Clouds Affecting VFR Operations)

4.3.2.1 운량

운량은 지상에서 쉽게 측정 가능하지만 공중에 서 3/8이나 5/8 이런 식으로 정확하게 수치화하는 것은 어렵다. 왜냐하면 운량은 때때로 운형에 따라 갑자기 특성이 변화되고 이동상황에 따라 운량이 증가되어 운 중 비행 가능성이 있으므로 조종사는 항상 운량변화에 극히 주의를 해야 한다.

저고도에서 운량은 국지비행에 관련이 있으며, 하층운은 층운(ST), 층적운(SC), 난층운(NS), 적운(CU)과 적란운(CB)의 하층부로 구성되어 있다.

4.3.2.2 운고(Cloud Base)

시계 비행을 할 경우 운량뿐만 아니라 운저 고도도 매우 중요한 요소이다. 운량이 1/8 ~ 4/8 일 경우 구름을 피해 낮은 구름층 아래에서 시계 비행을 수행할 수 있다.

운량이 5/8이상일 경우는 VMC(시계비행기상상태)인가 IMC(계기비행기상상태)인가 판단하는 것이 중요하다. 일반적으로 장주고도가 1,000ft인 공항에서 실링이 1,500ft일 때 VMC 하에서 Touch and Go 훈련 비행이 가능할 수도 있다.

4.3.2.3 운형

여러 운형 중에서 국지 비행에 영향을 미치는

구름은 다음과 같으며, 조종사는 이들 구름을 회피하기 위하여 준비해야 한다.

- 층운(ST, Stratus) : 진한 회색으로 지속적인 비나 눈이 옵니다. 비층구름
- 층적운(SC, Strato Cumulus) : 회색 두루마리 모양의 구름, 층쌈구름
- 난층운(NS, Nimbo Stratus) : 안개와 비슷한 구름, 층구름
- 적운(CU, Cumulus) : 여름 오후의 뭉게구름, 쌈구름
- 적난운(CB, Cumulonimbus) : 아주 높게 솟은 구름, 번개가 치며 소나기나 우박이 내림, 썩비구름

(주) '제5장 항공기상업무'부분은 초경량비행장치의 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기 / 자이로), 동력패러글라이더, 유인자유 기구에 해당된다.

5.1 항공기상 개요

5.1.1 항공기상청

비행 전 필수적으로 확인하여야 될 사항중의 하나는 비행하고자 하는 지역에 해당하는 기상 정보(Weather Information)를 확인하는 것이다. 민간항공에 대한 기상지원 책임기관은 기상청 소속 항공기상청이다.

(주) 항공기상청, (우)22382 인천광역시 중구 공항로 272, 전화 : 032-740-2800, 팩스 : 032-740-2817, Website : <http://ama.kma.go.kr>

○ 항공기상청의 기상감시 및 정보제공

- 항공교통의 안전을 위하여 항공기상청은 인천비행정보구역 내에서 비행에 영향을 끼칠 수 있는 기상현상에 대한 지속적인 감시를 수행하고, 필요한 경우 SIGMET 정보, AIRMET 정보, 공항경보(aero-

drome warnings), 급변풍(windshear warnings)정보를 발표한다.

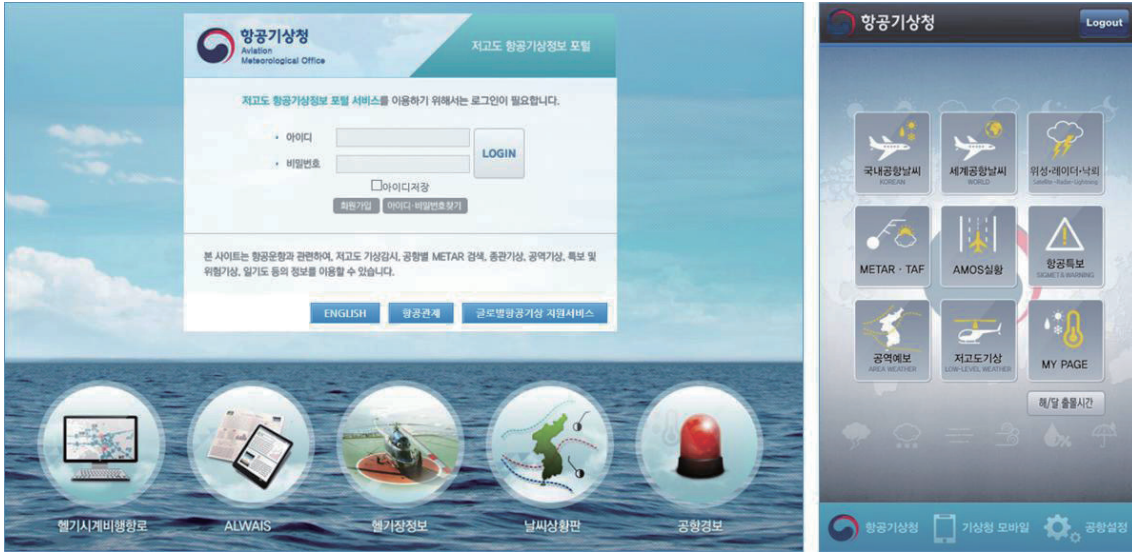
○ 항공기상청의 지원업무

- 국내선 항공기와 헬리콥터에 대해서는 국내 및 국제 공항과 관심 지역에 대한 최근 공항관측, 공항예보, 공항경보 및 급변풍 경보, 저고도 공역예보, SIGMET/AIRMET 정보가 제공된다.
- 기상정보는 항공고정통신망, FAX 및 인터넷을 통하여 제공된다. 공역예보는 항공기상청에서 발표하며, 국내 비행 시 사용을 위해 항공기상청 홈페이지를 통하여 게시된다.
- 경량항공기 및 초경량비행장치의 비행 운용범위에 해당되는 기상공역예보에 대하여 항공기상청의 인터넷 홈페이지에서 '저고도 항공기상정보 포털'을 통하여 게시되며, 또한 스마트폰 앱을 이용하여 항공기상을 확인할 수 있도록 제공한다.

5.1.2 항공기상청의 스마트폰 앱의 항공기상 정보

- 스마트폰의 항공기상청 앱을 통하여 국내 공항날씨, 세계공항날씨, 위성·레이더·낙뢰, METAR·TAF, AMOS(Au-

제3부 항공기상

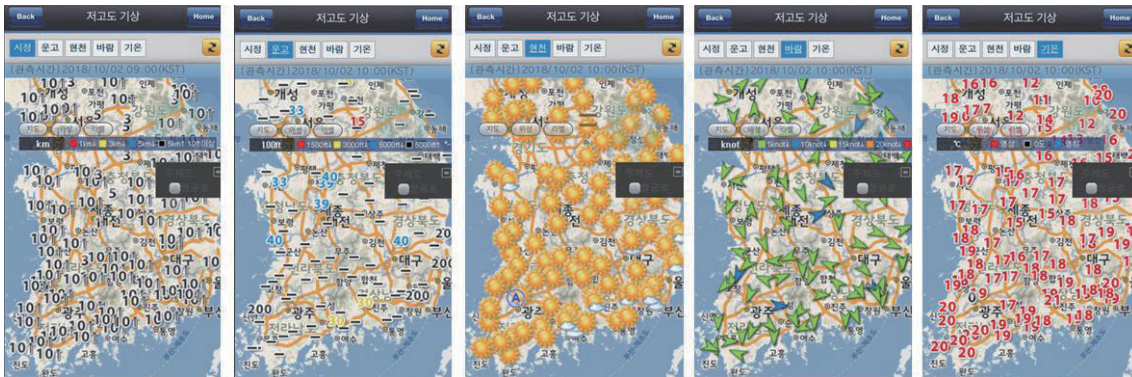


[그림 5-1] 항공기상청의 저고도 항공기상정보 포탈 및 스마트폰 앱 화면

Automatic Meteorological Observation System 실행, 항공특보, 공역예보, 저고도기상 등의 항목이 있다.

- 저고도 기상의 경우 시정, 운고, 현천, 바람, 기온에 대한 정보들이 있다.
- 공역예보의 경우 지표면부터 10,000ft고도, 10,000-25,000ft, 25,000-63,000ft

까지의 중요 기상 정보 (SIGWX)들이 있으며, 한반도 WINTEM(상층바람기온자료) 그리고 저고도 한반도 WINTEM 자료가 있다. 저고도 한반도 WINTEM에서는 2,000ft, 5,000ft, 10,000ft 고도가 별로로 정보가 제공되고, 한반도 WINTEM에서는 기압이 200hPa, 300hPa, 500hPa,



[그림 5-2] 스마트폰 앱의 저고도 기상 ; 시정, 운고, 현천, 바람, 기온



[그림 5-3] 항공기상청 스마트폰 앱의 저고도 관련 공역예보

700hPa, 850hPa(약 1,500m/5,000ft), 925hPa(약800m/2,500ft)에 해당되는 자료들이 제공된다.

5.2 항공기상 용어 정의 (출처 : 항공기상업무 용어지침)

- 공항 표고(Aerodrome elevation) : 착륙 지역의 가장 높은 지점의 표고
- 공항기상관서(Aerodrome meteorological office) : 국제항공항행을 지원하는 공항에 기상업무를 제공하도록 지정된 관서
- 항공고정통신망(Aeronautical fixed telecommunication network, AFTN) : 항공 고정업무의 일부분으로, 동일한 또는 호환

되는 통신 특성을 가지고 있는 항공고정업무소간 메시지와(또는) 디지털 데이터의 교환을 위해 제공되는 항공고정회선의 세계 공용 시스템

- 항공기상관측소 (Aeronautical meteorological station) : 국제항공항행에 사용을 위한 관측과 기상통보를 하도록 지정된 곳.
- AIRMET 정보(AIRMET information) : 저고도 항공기 운항의 안전에 영향을 미칠 수 있는 그리고 관할 비행정정보구역 또는 그 하부구역(sub-area) 내에서 저고도비행을 위해 이미 발표된 예보에 포함되지 않은, 특정 항로상 날씨현상의 발생 또는 예상되는 발생에 대해 기상 감시소가 발표하는 정보.
- 브리핑(Briefing) : 현재 날씨 또는 예상되는 날씨 현상에 관한 구두 해설.

- 예보(Forecast) : 명시된 시간 또는 기간에 대해, 그리고 공역의 특정한 지역 또는 부분에 대해 예상되는 기상상태에 대한 기술.
- 운항 상 중요한 구름(Cloud of operational significance) : 운저고도가 1,500m (5,000ft)미만 또는 가장 높은 최저구역 고도 중 더 높은 고도보다 낮은 고도의 구름 또는 운저고도에 관계없이 적란운(CB : cumulonimbus cloud) 또는 탑 상적운(towering cumulus cloud).
- GAMET 공역 예보(GAMET area forecast) : 비행정보구역 또는 그 하위공역에서의 저고도비행을 위해 약어를 사용하고 평이한 언어로 된 공역예보는 관련 기상당국에 의해 지정된 기상관서로부터 준비되고 관련 기상당국 간 합의를 통해 인접한 비행정보구역 내 기상관서와 교환 된다.
- 고도(Level) : 비행 중인 항공기의 연직 위치와 관련된 그리고 높이(height), 고도(altitude) 및 비행고도(flight level) 등 여럿을 의미하는 포괄적인 용어.
- 고도(Altitude) : 평균 해수면 높이로부터 측정된 높이. 한 점 또는 한 점으로 간주되는 어느 층까지의 연직거리
- 비행고도(Flight level, FL) : 특정 기압 1013.2hPa을 기준으로 하여 특정한 기압 간격으로 분리된 일정한 기압면
(주) ICAO Annex 3에서 표준 대기에 따라 조정된 기압고도계는 :
 - a) QNH 고도계 설정으로 맞추었을 때, 고도를 가리킬 것이다.
 - b) QFE 고도계 설정으로 맞추었을 때, QFE 기준면으로부터의 높이를 가리킬 것이다.
 - c) 1013.2 hPa 기압에 맞추었을 때, 비행고도를 가리키는데 사용될 수 있다.
(주) ICAO Annex 3에서 사용되는 “높이(height)”와 “고도(altitude)”는 기하학적인 ‘높이’와 ‘고도’가 아닌 “고도계에 의한 값”을 가리킨다.
- 높이(Height) : 특정한 기준으로부터 측정된 고도. 한 점 또는 한 점으로 간주되는 물체까지의 연직거리
- 표고(Elevation) : 평균 해면고도로부터 지표면 위 또는 지표면에 붙어있는 한 점 또는 고도까지 측정된 연직거리
- 우세시정(Prevailing visibility) : 적어도 수평 원 또는 공항 지면의 절반에 도달하여 ‘시정’의 정의에 따라 관측된 최대 시정 값. 이 지역은 인접한 또는 인접하지 않은 구역을 포함할 수 있다.
- 시정(Visibility) : 항공분야에서 사용하는 시정은 다음보다 크다:
 - 지면 근처에 놓인 적당한 크기의 검은 물체를 밝은 배경에서 관측했을 때 볼 수 있고 인식할 수 있는 최대 거리;
 - 불빛이 없는 배경에서 1,000 칸델라의 불빛을 볼 수 있고 식별할 수 있는 최대 거리.

- 활주로가시거리(Runway visual range, RVR) : 활주로의 중심선상에 있는 항공기의 조종사가 활주로 표면 표시 또는 활주로의 윤곽을 나타내거나 활주로 중심선을 확인할 수 있는 불빛을 볼 수 있는 거리
- 기상관측(Observation(meteorological)) : 하나 또는 그 이상의 기상요소의 수치를 구함.
- 기상 회보(Meteorological bulletin) : 적절한 제목(headings)으로 시작되는 기상 정보를 포함하고 있는 본문.
- 기상 정보(Meteorological information) : 현재 기상 상태와 예상되는 기상 상태와 관련한 기상의 보고, 분석, 예보, 기타 서술.
- 예상도(Prognostic chart) : 특정 시각 또는 기간 그리고 특정 지표면 또는 공역의 일부를 위한 특정 기상요소에 대한 예보를 도식화한 차트.
- 최저섹터고도(Minimum sector altitude) : 항행무선시설의 중심으로부터 반경 46km(25NM)내 위치한 모든 물체들 상공으로 300m(1,000ft)의 최소 간격을 제공하는데 사용되는 가장 낮은 고도.
- SIGMET 정보(SIGMET information) : 항공기 운항의 안전에 영향을 미칠 수 있는 특정 항로상 날씨와 다른 기상현상의 발생 또는 예상되는 발생에 관해 기상감시 소(MWO)에 의해 발표 되는 정보.
- 열대저기압(Tropical cyclone) : 조직화된 대류와 뚜렷한 저기압성 지상바람 순환이 있는

열대 또는 아열대 바다에서 발생하는 비전선성 종관규모 저기압에 대한 포괄적인 용어

5.3 항공기상특보 및 정보

5.3.1 항공기상 특보(Aeronautical Meteorological Warnings)

항공기상 특보는 공항 내에 계류 중인 항공기를 포함한 지상의 모든 항공기, 공항시설 및 공항업무와 항공로 상에서 항공기 안전운항에 영향을 미칠 수 있는 기상현상을 국제적으로 합의된 약어를 사용하여 서술하는 것이다. 항공기상 특보는 국제민간항공협약 부속서 3에 따라 다음과 같이 분류한다.

- SIGMET정보(SIGMET information)
- AIRMET정보(AIRMET information)
- 공항경보(Aerodrome Warning)
- 급변풍경보(Wind Shear Warning)

5.3.2 항공기상정보(Aeronautical Meteorological information)

항공기상정보는 현재 및 예상되는 기상상황과 항공기 운항에 영향을 미치는 요인에 대해 관제 또는 운항관련 기관에 알려주어야 할 필요가 있을 때 제공하는 정보를 말하며, 공항기상정보와 화산재정보로 분류한다.

5.4 SIGMET

5.4.1 SIGMET 정보

- SIGMET 정보는 항공기 안전운항에 영향을 미칠 수 있는 기상현상과 대기 중 다른 현상의 시간적 및 공간적인 변화에 대하여, 발생하거나 발생이 예상될 때, 국제적으로 합의된 약어를 사용하여 제공하는 항공기상 특보이다.
- SIGMET의 발표관서(Met office issuing SIGMET) : SIGMET은 기상감시소 (Meteorological Watch Office)역할을 수행하는 항공기상청에서 발표한다.
- SIGMET의 발표시각(Issuing time of SIGMET) : SIGMET은 기상현상의 발생이 예상되는 시각으로부터 4시간 이내에 발표한다. 다만 화산재와 태풍에 대한 SIGMET은 사전에 경고하기 위해서 발생 예상시각으로부터 12시간 이내에 발표한다.
- SIGMET의 유효시간(The Period of validity of SIGMET) : SIGMET의 유효시간은 4시간을 초과하지 않아야 하며, 화산재 구름과 태풍과 같은 특별한 경우의 유효시간은 6시간을 초과하지 않아야 한다.

5.4.2 SIGMET의 내용 및 형식(Contents and format of SIGMET)

SIGMET 전문은 승인된 ICAO의 약어와 명확한 의미를 가진 수치를 사용하여 간략하게 작성한다. SIGMET의 일련번호는 0001UTC 이후부터 새롭게 갱신된다.

SIGMET은 불필요한 설명 자료를 포함시키지 않으며, 뇌전 또는 태풍의 경우에는 난류 및 착빙에 관련된 사항을 포함시키지 않는다.

SIGMET에서 항공기 안전운항에 영향을 미칠 수 있는 기상현상들은 다음과 같다.

- 뇌전/우박을 동반한 뇌전(thunderstorm / thunderstorm with hail)
- 태풍(tropical cyclone)
- 심한 난류(severe turbulence)
- 심한 착빙(severe icing)
- 심한 산악파(severe mountain wave)
- 강한 먼지폭풍 또는 모래폭풍(heavy duststorm or heavy sandstorm)
- 화산재(volcanic ash)
- 방사성 구름(Radioactive Cloud)

5.4.3 SIGMET 전문(Message of SIGMET)

5.4.3.1 SIGMET 전문 식별군

- 식별군은 ICAO 지명 약어, 보고형태 지시자, 유효시간 및 SIGMET 발표기상관서 지시자 순으로 작성한다.
- 전문 형식 :

①CCCC ②SIGMET [n]m ③VALID YGIGlg1/YG2G2g1 ④CICICI
--
- ① 지명 약어(CCCC) : ICAO에 의해 규정된 네자리 부호로서 항공고정국의 지명

을 나타냄

② 보고형태 지시자 및 일련번호 : SIG-MET 발표번호

③ 유효시간(YYG1G1g1g1/YYG2G-2g1g1) : SIGMET의 유효시간으로 YYG1G1g1g1부터 YYG2G2g1g1까지이다.

④ 기상감시소 지명 약어(C1C1C1C1) 및 연자부호(-) : SIGMET를 작성 발표하는 기상감시소의 ICAO 지명약어와 본문을 구별하기 위한 연자부호

○ SIGMET 전문 식별군 예시

- 전문 예 : RKRR SIGMET A05 VALID 221215/221600 RKS
- 해석 예 : 22일 0000UTC 이후 항공기상청(기상감시소 : RKS)이 인천비행정보구역(항공교통센터 : RKRR)에 대하여 5번째로 발표하는 SIGMET 전문으로 22일 1215UTC에서 22일 1600UTC까지 유효함

5.4.3.2 SIGMET 본문

본문의 맨 앞에는 발표하는 SIGMET에 관련된 비행정보구역(FIR) 또는 그 명칭을 표시한다. 발생 또는 발생이 예상되는 기상현상과 상태는 그에 따른 약어를 사용하여 표현한다.

기상현상과 그에 따른 약어 표현

5.4.3.2.1 뇌전(TS : Thunderstorm)

① OBSC(obsured) : 뇌전(필요할 경우 뇌전

을 동반하지 않는 CB 포함)이 연무 또는 연기에 의해 모호하거나 어둡으로 쉽게 볼 수 없을 때 사용한다. 예) OBSC TS

② EMBD(embedded) 뇌전(필요할 경우 뇌전을 동반하지 않는 CB 포함)이 구름층 내에 끼어 있거나 쉽게 인식할 수 없을 때 사용한다. 예) EMBD TS

③ FRQ(frequent) : 현상에 의해 영향을 받거나 받을 것으로 예상하는 구역에 대하여 최대 75% 이상의 공간을 차지할 때 사용하며, 인접한 뇌전 사이의 간격이 거의 없는 뇌전구역(고정시간 또는 유효기간)을 표현한다. 예) FRQ TS

④ SQL(squall line) : 각각의 구름사이에 간격이 거의 없는 선 상태의 뇌전을 표현한다. 예) SQL TS

⑤ GR(hail) : GR이 동반되는 경우에는 뇌전과 함께 표현한다. 예) OBSC TSGR, EMBD TSGR, FRQ TSGR, SQL TSGR

5.4.3.2.2 태풍(TC Tropical Cyclone) 10분간의

지상풍 평균풍속 17m/s(34kt) 이상인 태풍을 표현한다. 예) TC (+ 태풍이름 + 위치 CB), TC GLORIA PSN N3500 W12800 CB

5.4.3.2.3 난류(TIRB : Turbulence) 지상바람

과 연관된 저층난류, 두루마리흐름 또는 제트기류 부근의 운중 난류 또는 청천난류

(CAT)의 EDR(Eddy Dissipation Rate: 와도 소실률)의 최고값이 0.7 초과면 심한난류, 0.4~0.7인 경우 보통난류로 표현한다. 또한 난류는 대류운과 연관되어 사용되지 않는다. 예) SEV TURB

5.4.3.2.4 착빙(ICE : Icing) 대류운 이외의 심한 착빙과 어는 비에 의해 야기되는 심한 착빙을 표현한다. 예) SEV ICE; SEV ICE (FZRA)

5.4.3.2.5 먼지폭풍 또는 모래폭풍(DS 또는 SS : Duststorm 또는 Sandstorm) 강한 먼지폭풍 또는 강한 모래폭풍을 표현한다. 예) HVY DS, HVY SS

5.4.3.2.6 심한 산악파(MTW : Mountain wave) 예) SEV MTW

5.4.3.2.7 화산재(VA : Volcanic ash) 화산재에 대해 표현하며, 화산의 이름을 알고 있는 경우 그 이름을 표현한다. 예) VA

5.4.3.2.8 방사성 구름(RDOACT CLD : Radioactive Cloud) 방사성 구름에 대한 정보가 있을 경우 표현한다. 예) RDOACT CLD

5.4.3.3 화산재 SIGMET 전문 예시

○ 전문 예 :

```
①RKRR ②SIGMET A02 ③VALID 211100/211700 ④
RKSI
⑤INCHEON FIR ⑥VA ⑦ERUPTION MT
SAKURAJIMA
⑧PSN N3135 E13040 ⑨VA CLD OBS AT 1100Z
⑩N3400 E12730 - N3400 E12835 - N3230 E12730
- N3230 E12710 - N3230 E12700 - N3400 E12730
⑪FL250/400
⑫INTSF ⑬FCST AT 1700Z VA CLD N3400 E12625
- N3400 E12800 - N3310 E12800 - N3230 E12730
- N3230 E12650 - N3100 E12600 - N3230 E12600
=
```

○ 해석 예 :

- ① 지명 약어 : 항공교통센터의 ICAO 지명 약어
- ② SIGMET 발표번호 : 0001UTC 이후 발표된 2번째 SIGMET
- ③ 유효시간 : 21일 1100UTC부터 1700UTC까지 / SIGMET 정보의 유효시간은 보통 4시간, 최대 6시간 이내
- ④ 기상감시소 지명 약어 및 연자부호 : 항공기상청의 ICAO 지명 약어
- ⑤ 관련 비행정보구역 : INCHEON FIR
- ⑥ 기상현상 : VA(화산재)
- ⑦ 화산정보 : SAKURAJIMA 화산(화산분출에 대해 이미 알려져 있는 경우 ERUPTION 표시, 이미 화산의 이름이 알려져 있는 경우 약어 MT <화산 명칭>으로 표시)
- ⑧ 화산의 위치 : N31°35' E130°40'
- ⑨ 관측 시간 : 1100UTC에 화산재구름이 관측

- ⑩ 화산재 구름의 범위 : 비행고도 25000ft 에서 40000ft사이에 N34°00' E127°30' - N34°00' E128°35' - N32° 30' E127°30' - N32°30' E127°10' - N32°30' E127°00'범위에 화산재 구름 분포
- ⑪ 강도 : 강해짐 / INTSF(intensify) : 강도 증가 / WKN(weaken) : 강도 약화 / NC(no change): 강도 불변
- ⑫ 유효시간의 종료시각에 대한 예상 : 1700UTC에 화산재구름은 대략적으로 N34°00' E126°25' - N34°00' E128°00' - N33°10' E128°00' - N32°30' E127°30' - N32°30' E126°50' - N31°00' E126°00' - N32°30' E126°00'사이에 예상됨/ 관측되었을 때 : OBS / 계속될 것으로 예상될 때 : FCST

- 1600UTC까지 / SIGMET 정보의 유효 시간은 보통 4시간, 최대 6시간 이내
- ④ 기상감시소 지시자 및 연자부호 : 항공기상청의 ICAO 지명 약어
- ⑤ 관련 비행정보구역 : INCHEON FIR
- ⑥ 기상현상 : 심한 난류
- ⑦ 관측 시간 : 1210UTC / 관측되었을 때 : OBS / 계속될 것으로 예상될 때 : FCST
- ⑧ 난류의 범위 : 비행고도 25,000ft, N35°40' E126°40'에서 난류가 관측됨
- ⑨ 강도 : 강도는 약화 / INTSF(intensify) : 강도 증가 / WKN(weaken) : 강도 약화 / NC(no change): 강도 불변
- ⑩ 유효시간의 종료시각에 대한 예상 : 1600UTC의 난류의 예상위치는 N35°40' E128°00'

5.4.3.4 심한 난류 SIGMET 전문 예시

○ 전문 예 :

①RKRR ②SIGMET C05 ③VALID 2215/221600 ④
RKSI
⑤INCHEON FIR ⑥SEV TURB ⑦OBS AT 1210Z
⑧N3540 E12640 FL250
⑨ WKN FCST AT 1600Z N3540 E12800 =

○ 해석 예 :

- ① 지명 약어 : 항공교통센터의 ICAO 지명 약어
- ② SIGMET 발표번호 : 0001UTC 이후 발표된 5번째 SIGMET
- ③ 유효시간 : 22일 1215UTC부터

5.4.3.5 태풍 SIGMET 전문 예시

○ 전문 예 :

①RKRR ②SIGMET B03 ③VALID 251600/252200
④RKSI ⑤INCHEON FIR ⑥ TC ⑦GLORIA
⑧PSN N3230 E12430 CB OBS AT 1600Z
⑨WI 150km OF TC CENTRE TOP FL500
⑩NC ⑪FCST AT 2200Z TC CENTRE PSN N3440
E12440=

○ 해석 예 :

- ① 지명 약어 : 항공교통센터의 ICAO 지명 약어
- ② SIGMET 발표번호 : 0001UTC 이후 발표된 3번째 SIGMET

- ③ 유효시간 : 25일 1600UTC부터 2200UTC까지 / SIGMET 정보의 유효시간은 보통 4시간, 최대 6시간 이내
- ④ 기상감시소 지명 약어 및 연자부호 : 항공기상청의 ICAO 지명 약어
- ⑤ 관련 비행정보구역 : INCHEON FIR
- ⑥ 기상현상 : 태풍
- ⑦ 태풍이름 : GLORIA
- ⑧ 관측 위치 및 시간 : N32°30' E124°30', 1600UTC / 관측되었을 때 : OBS / 계속될 것으로 예상될 때 : FCST
- ⑨ 적란운의 범위 : 태풍중심으로부터 150km 반경안에 적란운이 관측되었으며 운저고도는 FL500
- ⑩ 강도 : 강도는 변화없음 / INTSF(intensify) : 강도 증가 / WKN(weaken) : 강도 약화 / NC(no change) : 강도 불변
- ⑪ 유효시간의 종료시각에 대한 예상 : 2200UTC에 태풍 중심의 예상위치는 N34°40' E124°40'

이 예상될 때 국제적으로 합의된 부호를 사용하여 서술하며, 저고도공역예보에 포함된 기상현상을 포함하여 발표하는 항공기상 특보이다.

- AIRMET의 발표관서(Met office issuing AIRMET) : AIRMET은 기상감시소 (Meteorological Watch Office) 역할을 수행하는 항공기상청에서 발표한다.
- AIRMET의 발표시각(Issuing time of AIRMET) : AIRMET은 그 현상의 발생이 예상되는 시각으로부터 4시간 이내에 발표한다.
- AIRMET의 유효시간(Period of validity of AIRMET) : AIRMET의 유효시간은 4시간을 초과하지 않아야 한다.
(주) AIRMET은 10,000ft 이하를 운항하는 항공 교통량의 밀도를 고려하여 지역항공항행 협정에 따라 기상감시소에서 발표한다.

5.5.2 AIRMET 내용 및 형식(Contents and format of AIRMET)

- AIRMET은 승인된 ICAO의 약어와 명확한 의미를 가진 수치를 사용하여 간략하게 약어로 작성한다.
- AIRMET은 불필요한 설명 자료를 포함시키지 않으며, 뇌전 또는 적란운과 관련된 AIRMET은 난류와 착빙에 관련된 사항을 포함시키지 않는다.

5.5 AIRMET

5.5.1 AIRMET 정보(AIRMET information)

AIRMET는 10,000ft 이하의 저고도를 운항하는 항공기에 영향을 미칠 수 있는 기상현상이 시간적 및 공간적 변화에 의해서 발생하거나 발생

- 10,000ft t(산악지형에서 비행고도 15,000ft) 이하의 저고도 운항 항공기에 영향을 미칠 수 있는 기상현상들은 다음과 같다.
 - 지상풍속 (surface wind speed)
 - 지상시정 (surface visibility)
 - 뇌전 (thunderstorms)
 - 산악차폐 (mountain obscuration)
 - 구름(적란운 또는 탑상적운) (cumulo-nimbus or towering cumulus)
 - 보통착빙 (moderate icing)
 - 보통난류 (turbulence)
 - 보통산악파 (moderate mountain wave)

5.5.3 AIRMET 전문(Message of AIRMET)

5.5.3.1 AIRMET 전문 식별군

- 식별군은 ICAO 지명 약어, 보고형태 지시자, 유효시간 및 AIRMET 발표하는 기상감시소의 지명 약어 순으로 작성한다.
- 전문 형식 :

①CCCC ②AIRMET [n]nn ③VALID YYG1g1g1/YYG2g1g1 ④CICICIC1

 - ① 지명 약어(CCCC) : ICAO에 의해 규정된 네자리 부호로서 항공고정국의 지명을 나타냄
 - ② 보고형태 지시자 및 일련번호 : AIRMET 발표번호
 - ③ 유효시간(YYG1G1g1g1/YYG2G-2g1g1) : AIRMET의 유효시간으로 YYG1G1g1g1부터 YYG2G2g1g1까지이다.

- ④ 기상감시소 지명 약어(C1C1C1C1) 및 연자부호(-) : AIRMET를 작성 발표하는 기상감시 소의 ICAO 지명약어와 본문을 구별하기 위한 연자부호

- 전문 예 :

RKRR AIRMET A05 VALID 221215/221600 RKSI
--
- 해석 예 : 22일 0000UTC 이후 항공기상청(기상감시소 : RKSI)가 인천비행정보구역(항공관제소 : RKRR)에 대하여 5번째로 발표하는 AIRMET 전문으로 22일 1215UTC에서 22일 1600UTC까지 유효함

5.5.3.2 AIRMET 본문

본문의 맨 앞에는 발표하는 AIRMET에 관련된 비행정보구역(FIR) 또는 그 명칭을 표시한다. 발생 또는 발생이 예상되는 기상현상은 다음의 약어를 사용하여 표현한다.

기상현상과 그에 따른 약어 표현

5.5.3.2.1 지상풍(SFC WIND : Surface Wind Speed) : 평균풍속이 30kt(15m/s) 이상 예상되는 지역에 대하여 사용단위와 함께 표현한다. 예) SFC WIND 35KT

5.5.3.2.2 지상시정(SFC VIS : Surface Visibility) : 5,000m 이하의 시정장애를 야기하는 하나의 기상현상 또는 복합현상 중 하나를 표현한다. 예) SFC VIS 0800 FG

5.5.3.2.3 뇌전(TS : Thunderstorm)

- OBSC(obscured) : 뇌전(필요할 경우 뇌전을 동반하지 않는 CB 포함)이 연무 또는 연기에 의해 모호하거나 어둡으로 쉽게 볼 수 없을 때 사용한다. 예) OBSC TS
- EMBD(embedded) 뇌전(필요할 경우 뇌전을 동반하지 않는 CB 포함)이 구름층 내에 끼어 있거나 쉽게 인식할 수 없을 때 사용한다. 예) EMBD TS
- ISOL(isolated) : 우박을 동반하고, 현상에 의해 영향을 받거나 받을 것으로 예상하는 구역에 대해, 최대 50% 미만의 공간을 차지할 것으로 예상될 때 ISOL(isolated)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) ISOL TSGR
- OCNL(occasional) : 우박을 동반하고, 현상에 의해 영향을 받거나 받을 것으로 예상하는 구역의 최대 50~75%이상의 공간을 차지할 것으로 예상될 때 OCNL(occasional)을 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) OCNL TSGR

5.5.3.2.4 산악차폐 : 산악지대가 연무 또는 연기에 의해 차폐되거나 어둡으로 쉽게 볼 수 없을 때 OBSC(obscured)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) MT OBSC

5.5.3.2.5 구름 : 지상 위 1,000ft(300m) 미만의 운저고도를 갖는 BKN 또는 OVC의 구름

구역을 운저고도, 운정고도 및 단위와 함께 표현한다. 예) BKN CLD 400/3,000FT

- 예상되는 구역에 최대 50% 미만의 공간을 차지할 정도의 적란운 또는 탑상적운이 끼었거나 낄 것으로 판단될 때는 ISOL(isolated)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) ISOL CB(또는 TCU)
- 예상되는 구역에 최대 50~75%이상의 공간을 차지할 정도의 적란운 또는 탑상적운이 끼었거나 낄 것으로 판단될 때는 OCNL(occasional)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) OCNL CB(또는 TCU)
- 예상되는 구역에 최대 75%이상의 공간을 차지할 정도의 적란운 또는 탑상적운이 끼었거나 낄 것으로 판단될 때는 FRQ(frequent)를 사용하며, 다음과 같이 표현한다. 예) FRQ CB(또는 TCU)

5.5.3.2.6 착빙(ICE Icing) : 대류운 이외의 보통 착빙을 표현한다. 예) MOD ICE

5.5.3.2.7 난류(TURB : Turbulence) : 강한 지상바람과 연관된 저층난류, 두루마리흐름 또는 제트기류 부근의 운중 난류 또는 청천난류(CAT)의 EDR의 절정기 값이 0.7 초과면 심한난류, 0.4~0.7인 경우 보통난류로 표현한다. 예) MOD TURB

5.5.3.2.8 산악파(MTW : Mountain Wave) :
대류운 이외의 보통산악파를 표현한다. 예)
MOD MTW

5.5.3.2.9 관측 또는 예측되는 정보 및 지속시간
은 다음의 약어를 사용하여 표현한다. 약어
“OBS” 또는 “FCST”는 기상현상의 관측 또
는 예상되는 기상현상을 UTC 기준의 시간
과 함께 표현한다.

- 전문형식 : OBS(AT nnnnZ)또는 FCST
- 전문 예 : OBS AT 1210Z
- 해석 예 : 12시 10분에 관측됨

5.5.3.2.10 위치는 위도/경도 또는 국제적으로
잘 알려진 위치로 표시

- 전문형식 : WI Nnn[nn] Ennn[nn] -
Nnn[nn] Ennn[nn]
- 전문 예 : WI N3400 E12625 - N3400
E12800 - N3310 E12800 - N3230
E12730 - N3230 E12650 - N3100
E12600 - N3230 E12600 - N3400
E12625
- 해석 예 : N34°00' E126°25' - N34°00'
E128°00' - N33°10' E128°00' - N32°30'
E127°30' - N32°30' E126°50' - N31°00'
E126°00' - N32°30' E126°00'사이

5.5.3.2.11 기상현상의 발생 또는 예상되는 고
도를 표현한다.

- 전문형식 : TOP FLnnn 또는 FLnnn/
nnn 또는 SFC/FLnnn
- 전문 예 : FL350/400
- 해석 예 : 비행고도 35,000ft에서
40,000ft 사이

5.5.3.2.12 이동 또는 예상이동, 정체 정보를
16방위와 kt 또는 km/h의 속도단위중의 하
나로 표시하며 기상현상의 예상되는 강도
변화를 표현한다.

- 전문형식 : MOV NW(nnKT)또는 STNR/
INTSF
- 전문 예 : MOV E 20KT WKN
- 해석 예 : 20kt의 속도로 동쪽으로 이동 중
이며 강도는 약화되고 있음 / INTSF(in-
tensify) : 강도 증가 / WKN(weaken)
: 강도 약화 / NC(no change): 강도 불변

5.6 공항경보

5.6.1 공항경보(Aerodrome warnings)

공항경보는 계류중인 항공기를 포함하여 지상
에 있는 항공기, 공항시설 및 업무에 영향을 미
칠 수 있는 기상현상에 대한 간결한 정보를 제공
하는 것이다. 항공기상청 또는 각 공항기상관서
는 아래에 열거한 현상 중 한 가지 이상이 발생
할 것으로 예상될 경우 공항경보를 발표한다.

5.6.2 공항경보의 종류와 발표기준(Type and standard Aerodrome warnings)

- ①nnnn ②AD WRNG n ③VALID nnnnnn/nnnnnn
- ④FREE TEXT, 기상현상
- ⑤OBS [AT nnnnZ] or FCST
- ⑥INTSF or WKN or NC =

5.6.2.1 공항경보의 종류

공항경보는 태풍, 황사, 운고, 저시정, 강풍, 호우, 대설, 뇌전, 어는강수, 서리, 지진해일, 화산재 침전물, 유독화학물질, 기타 국제민간항공협약 부속서 3 부록 6에서 언급된 기상현상(Other phenomena listed in ICAO Annex 3 Appendix 6)이 발생했거나 발생할 것이 예상되는 경우 발표한다.

- ① nnnn : 공항의 지명 약어
- ② AD WRNG n : 공항경보 지시자 No. 경보 번호
- ③ VALID nnnnnn/nnnnnn : 공항특보의 유효시간으로 nnnnnn부터 nnnnnn까지(UTC)
- ④ 기상현상에 대한 내용
- ⑤ OBS [AT nnnnZ] or FCST : 관측(OBS) 또는 예상(FCST) 기상현상

5.6.2.2 공항경보의 발표기준 : 표 5-1

5.6.2.3 공항경보 전문 형식 : 공항경보 전문(Message of Aerodrome warnings)은 지명약어, 공항경보 지시자 및 경보 번호, 유효시간 등의 순서로 작성한다.

(주) 관측 또는 예상 기상현상 약어 : 태풍(TC), 뇌전(TS), 대설(HVY SN), 강풍(SFC WSPD), 운고(CIG), 저시정(SFC VIS), 호우(HVY RA), 황사(ASIAN DUST), 어는강수(FZRA), 우박(GR), 서리(FROST), 날아오른 모래(SS), 먼지(DS), 모래(SA), 먼지

[표 5-1] 공항경보의 발표기준

구분	교육시간
태풍	태풍으로 인하여 강풍 및 호우 등이 경보 기준에 도달 할 것으로 예상될 때
뇌전	해당 공항에 뇌전이 발생 또는 예상될 때
대설	24시간 신적설이 3cm 이상 발생 또는 예상될 때
강풍	10분간 평균풍속이 25KT 이상 또는 최대순간풍속이 35KT 이상인 현상이 발생 또는 예상될 때
운고	해당 공항의 기상관서, 항공교통업무기관 및 운항자간 협의에 의한 기준치 이하로 발생 또는 예상될 때
저시정	해당 공항의 기상관서, 항공교통업무기관 및 운항자간 협의에 의한 기준치 이하로 발생 또는 예상될 때
호우	강우량이 30mm/h, 50mm/3h 이상 발생 또는 예상될 때
황사	황사로 인해 1시간 평균 미세먼지(PM10) 농도가 400 μ g/m ³ 이상이 2시간 이상 지속될 것으로 예상되고 시정 5,000m 이하가 예상될 때

다음 각 호의 현상이 발생 또는 예상될 때

- 1. 우박 2. 어는강수 3. 서리 4. 날아오른 모래 또는 먼지 5. 모래 또는 먼지폭풍
- 6. 스콜 7. 화산재 8. 지진해일 9. 화산재 침전물 10. 유독화학물질

폭풍(SQ), 스콜(VA), 지진해일(TSUNAMI), 화산재(VA DEPO), 유독성 화학물(TOX CHEM)

- ⑥ INTSF or WKN or NC : 예상되는 강도의 변화가 필요한 경우 사용

5.6.2.4 공항경보 전문 예시

- 전문 예 :

RKSI AD WRNG 6 VALID 082150/082400 ASIAN DUST FCST=

- 해석 예 : 6번째로 발표하는 인천공항경보. 유효시간은 08일 2150UTC부터 09일 0000UTC까지 황사 예상됨

5.7 급변풍 경보

5.7.1 급변풍 경보(Wind shear warnings)

급변풍 경보는 활주로 표면으로부터 고도 1,600ft(500m) 사이의 접근/이륙로 또는 선회 접근중인 항공기 그리고 착륙 또는 이륙을 위해 주행 중인 항공기에 영향을 미칠 수 있는 급변풍이 관측되거나 예상 되는 경우, 급변풍 경보를 발표한다.

5.7.2 급변풍 경보는 다음에 해당 될 때 발표한다.

- 급변풍 측정장비(LLWAS, Doppler radar, Sodar등)를 활용하여 바람의 변화 경향

- (Loss 또는 Gain)이 15kt 이상으로 관측되거나, 지속될 것으로 예상될 때 발표하며,
- 바람의 변화 경향이 30kt 이상일 경우에는 마이크로버스트에 대한 정보를 포함하여 발표한다.
- 접근 및 이륙항공기 조종사로부터 급변풍 정보를 받는 경우 항공기 기종이 포함된 급변풍 경보를 발표한다.

5.7.3 급변풍 경보 전문 형식

①nnnn ②WS WRNG n
③ddhhmm VALID TLddhhmm or VALID ddhhmm/ddhhmm
④Free text - 기상현상표시
⑤REP AT / OBS / FCST - 관측/보고되는 기상현상의 식별
⑥SFC WIND 등

- ① 지역 지시자(nnnn) : nnnn 급변풍경보를 발표하는 공항
- ② 보고형태 지시자 및 일련번호 : WS WRNG n(번호)
- ③ 발표시간 및 유효시간 : ddhhmm(발표시간) VALID TLddhhmm(유효시간) or ddhhmm(발표시간) VALID ddhhmm/ddhhmm(유효시간)
(주) 발표시간과 유효시간 시작이 같을 경우 유효시간을 TLddhhmm로 표현할 수 있음
- ④ 기상현상 표시 : 급변풍(WS), 마이크로버스트(MBST)
- ⑤ 기상현상관측 및 예측 보고 : REP AT / OBS / FCST

- ⑥ Wind Shear 경보를 야기하는 기상현상 항목 : SFC WIND 등

5.7.4 급변풍이 명시된 경우 전문 예시

- 전문 예 :

```
RKSI WS WRNG 1
211230 VALID 211230/211530
WS APCH RWY05
OBS AT 1220=
```
- 해석 예 : 21일 1230UTC에 발표된 인천 국제공항의 첫 번째 급변풍 경보, 21일 1220UTC에 급변풍이 관측됨. 유효기간은 211230UTC부터 211530UTC까지임. 05번 방향 활주로의 착륙지역에 급변풍 발생이 예상

5.7.5 마이크로버스트가 명시된 경우 전문 예시

- 전문 예 :

```
RKSI WS WRNG 2
211230 VALID 211230/211530
MBST APCH RWY26
OBS AT 1220=
```
- 해석 예 : 21일 1230UTC에 발표된 인천 국제공항의 두 번째 급변풍경보, 21일 1220UTC에 마이크로버스트가 관측됨. 유효기간은 211230UTC부터 211530UTC까지임. 26번 방향 활주로의 착륙지역에 마이크로버스트 발생이 예상

5.8 공항기상정보

5.8.1 공항기상정보(Aeronautical climatological information)

공항기상정보란 현재 및 예상되는 공항기상 상황에 대하여 관제 및 운항관련 기관 등에 알려주는 정보를 말한다.

5.8.2 공항기상정보에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다

- 기상상황 및 전망
- 특이 기상현상, 기상상황변화 등 관제 및 운항관련 기관에 알려야 할 기상관련 내용

5.8.3 공항기상정보는 일 2회 제공하며 필요에 따라 수시로 제공할 수 있다.

제6장

항공기상 예보

(주) '제6장 항공기상 예보'부분은 초경량비행장치의 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기 / 자이로), 동력패러글라이더, 유인자유 기구에 해당된다.

6.1 항공예보개요

6.1.1 항공예보의 분류

항공예보는 항공기 안전과 경제적인 운항을 위하여 공항, 공역, 항공로 등에서 비행에 영향을 주는 기상현상을 입체적이고 광범위하게 서술하는 것으로, 아래와 같이 분류한다.

- 공항예보(Terminal Aerodrome forecasts)
- 이륙예보(Take-off Forecast)
- 착륙예보(Landing Forecast)
- 중요기상예보(Significant weather forecast)
 - 고고도 중요기상예보(High-level Significant weather forecast)
 - 중고도 중요기상예보(Medium-level Significant weather forecast)
 - 저고도 중요기상예보(Low-level Significant weather forecast)

6.1.2 항공예보의 사용

6~30시간의 유효시간을 갖는 공항예보는 비행계획 작성과 운항승무원에 대한 브리핑에 사용 되고, 2~3시간의 유효시간을 갖는 이착륙 예보는 항공기의 이/착륙에 사용된다.

새롭게 발표한 예보는 이전에 발표된 동일 지역, 동일 유효시간에 대한 예보를 대체한다.

6.2 공항예보

6.2.1 공항예보(Terminal Aerodrome forecasts/ TAF)

공항예보는 일정기간(보통 6시간에서 30시간) 동안 공항에서 예상되는 항공기 운항에 영향을 줄 수 있는 지상풍, 수평 시정, 일기, 구름 등의 중요 기상현상에 대하여 국제적으로 합의된 부호를 사용하여 서술하는 것이다.

6.2.2 공항예보는 항공기상청의 항공기상관서에 서 발표하며, 공항예보의 발표시간은 국제 공항에 대한 공항예보는 일 4회(05, 11, 17, 23UTC) 발표하며, 국내공항에 대한

공항예보는 일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 발표한다. 다만 항공기 운항 상황을 고려하여 필요한 경우에는 공항 예보의 발표시각 및 유효시간을 조정할 수 있다. 기상관서는 한 공항에 대하여 주어진 발표시간에 하나의 예보만을 발표한다.

(주) 12시간미만의 유효시간을 가지는 공항예보는 3시간 간격으로, 12시간이상 30시간까지의 유효시간을 가지는 공항예보는 6시간 간격으로 발표하며 수정예보는 필요에 따라 발표한다.

6.2.3 공항예보의 유효시간(Period of validity for TAF)

공항예보의 유효시간은 각각의 발표시각 1시간 이후부터 30시간 이내로 하며, 새로 발표되는 공항예보는 이전에 발표된 공항예보를 대체한다.

6.2.4 공항예보의 내용 및 형식(Contents and format of TAF)

6.2.4.1 공항예보의 내용 서술 순서는 식별 군/지상풍/시정/일기현상/구름/기온/예상되는 중요 변화군 이다.

6.2.4.2 공항예보의 형식

(가) ①TAF ②CCCC ③YYGGggZ ④YYG1G1G2G2
 (나) ①ddfff②GimfKT 또는 MPS
 (다) VVVV or CAVOK
 (라) W'W' or NSW
 (마) NsNsNshshshs or VV'hshshs or SKC or NSC
 (바) TTFTF/GFGFZ
 (사) TTTTGGGeGe or TTGG

(가) 식별군은 보고형태 지시자, 지명 약어, 발표시각 및 유효시간 순으로 작성한다. 전문 형식 : TAF CCCC YYGGggZ Y1Y1G1G1/Y2Y2G2G2

- ① 보고형태 지시자(TAF) : TAF(Terminal Aerodrome Forecasts)
- ② 지명 약어(CCCC) : 공항의 ICAO 지명 약어
- ③ 발표시각(YYGGggZ) : 발표시각으로, 날짜/시각/분으로 구성(UTC 기준)
- ④ 유효시간(Y1Y1G1G1/Y2Y2G2G2) : 유효시간으로, Y1Y1G1G1부터 Y2Y2G2G2까지이다.

(나) 지상풍 : 지상풍의 풍향과 풍속은 dddff로 공백 없이 표시하고, 풍속은 측정단위(KT 또는 MPS)를 붙인다.

- ① 최대 풍속(돌풍)이 평균 풍속보다 10kt(5m/s) 이상 지속될 것으로 예상되면 평균풍속 뒤에 문자 G를 붙이고 최대 풍속 을 표현한다. 풍속이 100kt(50m/s) 이상으로 예상될 때는 문자 P 뒤에 99KT(49m/s)를 사용하여 표현한다.
- ② VRB는 평균풍속이 3kt(1.5m/s) 미만

일 때 또는 평균풍속이 3kt(1.5m/s) 이상이지만 우세한 풍향을 예상할 수 없는 경우에 사용한다. 바람이 1kt(0.5m/s) 미만일 것으로 예상 되면 풍향 / 풍속은 00000(calm)으로 표현한다.

(다) 시정 : VVVV는 시정을 의미하며 예상되는 우세시정을 4자리 숫자로 표시하고, 우세시정으로 예보할 수 없을 때는 최단 시정으로 표현한다.

- 시정이 800m 미만으로 예상될 때는 “0350” 등과 같이 50m 단위로 표현한다.
- 시정이 800~5,000m 미만으로 예상될 때는 100m 단위로 표현한다.
- 시정이 5~10km 미만으로 예상될 때는 “7000” 등과 같이 1,000m 단위로 표현한다.
- 시정이 10km 이상으로 예보될 때는 CAVOK가 적용되는 예보를 제외하고는 “9999”로 표현한다.
- 시정 10km 이상 또는 운항 상 중요한 구름이 없을 때 “CAVOK” 사용한다.

(㉞) CAVOK” 사용시 운항 상 중요한 구름이란 : 운저고도가 1,500m(5,000ft) 미만 또는 최저구역 고도 중 높은쪽 아래의 구름, 운저고도에 관계없이 적란운 또는 탑상적운

(라) 일기현상

- w'w'는 유효시간동안 예상되는 일기현상을

의미한다.

- 공항 내에서 다음의 각 일기현상의 특성과 강도가 단일 또는 복합 일기현상에 의해 발생 이 예상되는 경우, 하나 또는 그 이상, 최대 3개까지 예보한다. 이러한 일기 현상이 끝날 것으로 예상될 때에는 “NSW”로 표현한다.

- 어는 강수
- 어는 안개
- 보통 또는 강한 비(소낙성 포함)
- 낮게 날린 먼지, 모래 또는 눈
- 높게 날린 먼지, 모래 또는 눈(눈폭풍 포함)
- 먼지 폭풍
- 모래 폭풍
- 뇌전(강수 유무 무관)
- 스콜
- 깔때기 구름(토네이도 또는 용오름)
- 기상당국과 ATS 당국 그리고 관련 운항자와의 협의에 따른 WMO No 306 Manual on codes의 code table 4678에 포함된 일기현상

(마) 구름

- 운량은 전체 하늘에 대해 구름이 차지하고 있는 부분을 okta(8분위)로 표현하며 운량에 따라 FEW(1~2 oktas), SCT(3~4 oktas), BKN(5~7 oktas) 또는 OVC(8 oktas)를 사용하며 운고는 100ft 단위로 표현한다.

- 구름이 전혀 없고, 약어 “CAVOK”가 적절치 않을 경우에는 ”NSC”를 사용한다.
- 하늘이 차폐될 것으로 예상될 때는 구름군 대신 수직시정(VVhshshs)으로 표현한다. 이때 뒤의 3자리 숫자는 100ft단위의 수직시정을 의미한다.
- 여러 운층 또는 운고를 예보할 때는 그것의 운량과 운저고도를 다음 순서로 표현한다.
 - 운량에 관계없이 적절하게 FEW, SCT, BKN 또는 OVC를 사용하여 최저운층 또는 운고를 예보
 - 3/8이상을 가리고 있는 그 다음 운층 또는 운고를 SCT, BKN 또는 OVC를 사용하여 예보
 - 5/8이상을 가리고 있는 그 다음 운층 또는 운고를 BKN 또는 OVC를 사용하여 예보
 - 적란운(CB)또는 탑상적운은 예상될 때마다 운형을 표시하여 예보
- 구름정보는 예를 들어 5,000ft(1,500m)나 가장 높은 최저구역고도 중 높은 쪽 고도 아래에 있는 구름과 적란운이 예상되는 경우로 운향 상 중요한 구름으로 제한한다. 이러한 표현을 적용함에 있어, 적란운이 없을 것으로 예상되고 5,000ft(1,500m)나 가장 높은 최저구역고도 중 높은 쪽 고도 아래에 구름이 없을 것으로 예상되고 “CAVOK”의 사용이 적절하지 않을 때는 약어 “NSC”를 사용하여 표현한다.

(주) 최저섹터고도(MSA: Minimum Sector

Altitude)란 공항부근의 무선험공보안시설을 중심으로 반경 46km(25해리)의 원내에 위치한 모든 물체의 높이로부터 긴급사태에 대비해서 최소한 1,000ft(300m)의 여유를 두고 설정한 비행안전최저 고도이며 각 공항별 MSA는 다음과 같다. 인천 3,900(ft), 김해 5,200(ft), 광주 5,000(ft), 김포 4,000(ft), 청주 4,600(ft), 포항 4,800(ft), 제주 8,500(ft), 대구 5,800(ft), 사천 8,400(ft), 울산 5,200(ft), 여수 8,400(ft), 무안 3,800(ft), 양양 7,700(ft)

- (바) 기온 : 공항예보의 유효시간동안의 최고 기온과 최저기온에 대한 발생일과 발생시각을 표현할 수 있다. (단 지역항공행협 정에 의해 기온예보를 포함할 경우)
- (사) 변화군 : 변화군은 기상당국이 항공교통 업무기관, 운항자 등과 협의하여 정한 특정 기준값 및 ICAO Annex 3 Appendix 2에서 정한 특정 기준값 이상으로 변화될 것으로 예상될 때 사용한다.

6.2.4.3 공항예보 전문 예시

○ 전문 예 :

TAF RKSJ 130500Z
1306/1412 31015KT 8000 SHRA
FEW005 FEW010CB SCT018 BKN025
TEMPO 1311/1316 4000 +SHRA
PROB30 TEMPO 1314/1316 TSRA SCT005
BKN010CB

- 해석 예 :
 - 13일 0500UTC에 발표한 인천국제공항의 13일 0600UTC부터 14일 1200UTC까지의 공항예보.

- 지상풍은 풍향 310°, 풍속 15kt, 시정은 8,000m에 보통 강도의 소낙성 비가 내리고, 500ft 고도에 운량 1~2 oktas 구름, 1,000ft 고도에 운량 1~2 oktas의 적란운, 1,800ft고도에 운량 3~4 oktas 구름 및 2,500ft 고도에 운량 5~7 oktas 구름이 낄 것으로 예상된다.
- 13일 1100UTC에서 1600UTC사이에 일시적으로 강한 소낙성 비가 내리면서 시정이 4,000m가 될 것으로 예상하며
- 13일 1400UTC에서 1600UTC사이에 일시적으로 보통강도의 비를 동반한 뇌전 현상이 예상되고 500ft고도에 운량 3~4 oktas인 구름과 1,000ft고도에 운량 5~7 oktas인 적란운 발생 가능성이 있으나 예상확률은 30%임

6.3 이륙예보

6.3.1 이륙예보(Forecasts for take-off) : 이륙예보는 항공기의 안전한 이륙을 지원하기 위하여 국제적으로 합의된 부호를 사용하여 간결하게 서술한다.

6.3.2 이륙예보는 항공기상청의 항공기상관서에 발표하며, 이륙예보의 발표시각은 이륙예보 요청에 따라 출발예정시간 전 3시간 이내에 운항자 및 운항승무원에게 제공될

수 있도록 발표한다.

6.3.3 이륙예보의 내용 및 형식(Contents and format of forecasts for take-off)

이륙예보는 매 정시로부터 3시간 이내에 예상되는 활주로 상에서의 지상풍과 기온, 기압(QNH) 및 국지적으로 합의된 기타 요소의 상태에 관한 정보를 표현한다.

이륙예보에서 사용되는 기상요소, 용어, 단위 및 척도는 해당 공항의 정시관측보고 또는 특별관측보고에서 사용하는 것과 같다.

[표 6-1] 이륙 예보의 형식

TIME (UTC)	WIND (deg/kt)	TEMP (°C)	QNH (inch)	REMAR KS
00	24005	21	2995	
01	24008	21	2996	
03	26010	20	2998	-RA
:	:	:	:	:
23	30015	16	3010	

6.4 착륙예보

6.4.1 착륙예보(Landing forecasts) : 착륙예보는 이용자와 공항으로부터 1시간 이내의 비행 거리에 있는 항공기에 필요한 기상정보를 제공하는 것으로, 해당 공항에 예상되는 기상현상을 국제적으로 합의된 부호를 사용하여 간결하게 서술한다.

6.4.2 착륙예보는 항공기상청의 항공기상관서에 서 발표하며, 착륙예보의 발표시각(Issuing time of landing forecasts)에 국지정 시관측보고 및 국지특별관측보고 또는 정 시관측보고 및 특별관측보고를 실시할 때, 관측전문에 착륙예보를 포함하여 발표한다.

6.4.3 착륙예보의 유효시간(Period of validity for landing forecasts) 착륙예보의 유효시간은 관측보고 시간으로부터 2시간 이내이다.

6.4.4 착륙예보의 내용 및 형식(Contents and format of landing forecasts)

착륙예보는 공항에 예상되는 기상현상의 중요한 변화에 대해 간결하게 표현하며, 국지정시관측보고(METAR) 또는 국지특별관측보고 (SPECI)로 구성한다.

착륙예보는 지상풍, 시정, 일기 및 구름 중 1개 이상의 요소에 대한 중요변화를 표현한다. 구름의 경우 중요변화는 변화가 예상되지 않는 구름층을 포함한 모든 구름층을 표현한다. 착륙예보에서 사용되는 기상요소 및 용어, 단위 및 척도는 착륙예보를 포함하여 보고하는 정시관측보고 또는 특별관측보고에서 사용하는 것과 같다.

6.4.5 착륙예보 전문(Message of landing forecasts)

6.4.5.1 착륙예보 전문작성 : 지상풍, 시정, 일기 및 구름 등의 요소 중에서 1개 이상의 요소에서 중요 변화가 예상될 때 관측 보고에 경향 예보가 포함되며, 어떠한 변화도 예상되지 않을 때는 관측 보고에 NOSIG가 포함된다. 기상 상태의 변화는 변화군 지시자 BECMG(becoming), TEMPO(temporary)와 시간군 지시자 FM(from), TL(till), AT(at)으로 표현된다.

6.4.5.2 착륙예보 전문 예시

6.4.5.2.1 BECMG이 적용되는 변화 : 기상 상태가 예보 기간 내에서 규칙적 또는 불규칙적으로 변화할 것이 예상될 때 사용한다.

○ 전문 예 :

MEATR RKSJ 250500Z 12005KT 6000 SCT030 12/02 Q1024 BECMG FM0530 TL0600 3000 BR=

○ 해석 예 : 25일 0500UTC에 발표한 인천 국제공항의 지상풍은 풍향 120°, 풍속 5kt, 시정은 6,000m, 구름 1,800ft고도에 운량 3~4 oktas, 기온 12℃, 이슬점 온도 2℃, 기압 1024, 시정 6,000m가 0530UTC에 변화가 시작되어 0600UTC 이후부터는 시정 3,000m가 예상됨

6.4.5.2.2 TEMPO가 적용되는 변화 : 기상 상태가 착륙 예보 기간 내의 불특정 시간에 일

시적으로 변동하며, 일시적 변동의 각 지속 시간이 1시간 미만이고, 총 변동 시간이 전체 기간의 1/2 미만으로 예상될 때 사용한다.

○ 전문 예 :

MEATR RKSJ 250500Z 12005KT 6000 SCT030 12/02 Q1024 TEMPO FM0530 TL0600 3000 BR=

○ 해석 예 : 25일 0500UTC에 발표한 인천 국제공항의 지상풍은 풍향 120°, 풍속 5kt, 시정은 6,000m, 구름 1,800ft고도에 운량 3~4 oktas, 기온 12°C, 이슬점 온도 2°C, 기압 1024, 시정 6,000m에서 0530UTC 부터 0600UTC까지 일시적으로 시정 3,000m가 예상된다.

6.4.6 착륙예보에 표현해야할 중요한 기상현상의 변화 기준 : 착륙예보에 변화 지시자를 사용하여 예상되는 기상현상을 표현하는 변화기준은 다음과 같다.

6.4.6.1 지상풍

평균풍향이 60° 이상 변화하고 변화 전 또는 이후의 평균풍속이 10kt 이상 예상될 때, 평균 풍속이 10kt 이상 변화할 것으로 예상될 때, 운향 상 중요한 바람 변화의 임계값은 항공교통 업무기관 및 운항자의 자문을 받아 기상당국이 다음과 같은 바람의 변화를 고려하여 설정한다.

- 사용 중인 활주로에서의 변화 요구
- 활주로 배풍과 측풍성분이 공항에서 운항하는 주종 항공기의 운항 한계값을 경과하는 변화

6.4.6.2 시정 : 시정이 다음기준에 도달하거나 경과할 것으로 예상될 경우

- 150, 350, 600, 800, 1,500 또는 3,000m
- 5,000m (단, 시계비행규칙에 따라 운항하는 항공기가 많을 경우)

6.4.6.3 일기현상

○ 다음 일기현상(최대 3개까지)의 시작, 종료 또는 강도의 변화가 예상될 경우

- 어는 강수
- 보통 또는 강한 강수 (소낙성 포함)
- 뇌전(강수동반)
- 먼지폭풍
- 모래폭풍

• 기상당국에 의해 ATS 당국과 관련 운항 자들과의 협의에 따른 ICAO 부속서 3(부록 3, 4.4.2.3)에 수록된 기타 일기현상

○ 다음 일기현상(최대 3개까지)의 시작, 종료 가 예상될 경우

- 어는 안개
- 낮게 날린 먼지, 모래 또는 눈
- 높게 날린 먼지, 모래 또는 눈 (눈폭풍 포함)
- 뇌전 (강수 유무 무관)
- 스콜
- 깔때기구름(토네이도 또는 용오름)

○ 발생된 일기현상의 종료가 예상될 때는 NSW를 사용하여 표현한다.

6.4.6.4 **운고** : 운량 5 oktas 이상 되는 최저층 구름의 운고가 다음 기준에 도달하거나 경과될 것으로 예상될 경우

- 100, 200, 500 또는 1,000ft(30, 60, 150 또는 300m)
- 1,500ft(450m)(단, 시계비행규칙에 따라 운항하는 항공기가 많을 경우)

6.4.6.5 **운량** : 1,500ft 이하에 있는 구름의 운량이 다음 기준으로 변화될 것으로 예상될 경우

- NSC, FEW 또는 SCT에서 BKN 또는 OVC로 증가
- BKN 또는 OVC에서 NSC, FEW 또는 SCT로 감소

6.4.6.6 **수직시정** : 수직시정이 100ft, 200ft, 500 또는 1,000ft에 도달하거나 경과될 것으로 예상될 경우

6.5 저고도 중요기상예보(Low-level Significant weather(SIGWX) forecasts)

6.5.1 중요기상 예보는 항로상에 영향을 미칠 수 있는 기상현상을 고고도(25,000ft ~ 63,000ft), 중고도 (10,000ft ~ 25,000ft), 저고도(10,000ft 이하)로 각각 나뉘어 중요기상예상도(SIGWX)로 발표한다. 본 교재에서는 경량항공기 및 초경량비행장치에 해당하는 저고도 중요기상예보(Low-level Significant weather forecast)에 대하여 기술한다.

6.5.2 중요기상 예보는 항공기상청에서 발표하며, 발표시각은 일 4회로 저고도 중요기상예보의 유효시간은 발표시각 1시간 이후부터 6시 후(12, 18, 00, 06UTC) 이다.

6.5.3 저고도 중요기상 예보 발표요소 : 저고도 중요기상 예보는 비행고도 10,000ft 이하를 (산악지역은 15,000ft 또는 필요에 따라 그 이상) 비행하는 항공기 운항용으로 발표하는 AIRMET을 지원하기 위해서 국제적으로 합의된 기호를 사용하여 표현한다.

- 기압중심과 전선의 예상이동경로
- 적란운 또는 탑상적인 및 1,000ft 미만에 5 oktas 이상의 운량의 구름
- 빙결고도

- 화산분출(이름표시)
- 뇌전
- 태풍
- 보통 또는 심한 난류
- 보통 또는 심한 착빙
- 보통 또는 심한 산악파
- 먼지폭풍
- 모래폭풍
- 화산재
- 방사성 구름
- 30kt(15m/s) 이상의 지상풍
- 시정감소를 야기하는 지상시정 5,000m 미만의 구역(기상현상 포함)
- 지역항공행협정에 의거한 해수면온도와 바다상태

6.5.4 중요기상예보의 그림 기호(Symbol of SIG-WX forecasts)

6.5.4.1 중요 일기현상 표시방법

- 구름과 태풍, 전선, 중요 일기현상, 중요 기상 구역 등 모든 기상현상 표시는 유효시간이 종료되는 시간대(FIXED TIME)를 기준으로 표시한다.
- 중요 일기현상은 중요기상 구역 안에 해당 그림기호를 넣어 표시하되 여백이 없을 때에는 구역밖에 빈 여백을 활용한다.
- 빙결고도는 중부지방을 지나는 대표적인 고도를 그린 후 고도를 표기한다. 필요시 남

부 지방을 지나는 빙결고도를 표시할 수 있다.

- 난류는 항공예보모델 등을 참고하여 작성한다.

6.5.4.2 현상기호 표시 및 설명

6.5.4.2.1 태풍/열대저기압, 고기압, 저기압, 이동방향 및 속도

[표 6-2] 태풍/열대저기압, 고기압, 저기압, 이동방향 및 속도 현상기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명
	태풍/열대저기압		저기압
	고기압		이동방향 및 속도

6.5.4.2.2 전선

[표 6-3] 전선 기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명
	지상 한랭전선의 위치, 예상 이동 방향 및 속도		지상 폐색전선의 위치, 예상 이동 방향 및 속도
	지상 온난전선의 위치, 예상 이동 방향 및 속도		지상 준 정체전선의 위치

제3부 항공기상

6.5.4.2.3 난류, 착빙

[표 6-4] 난류 및 착빙 기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명
	보통 난류		보통 착빙
	심한 난류		심한 착빙
	난류 발생 예상최저 및 최대고도		착빙 발생 예상최저 및 최대고도

6.5.4.2.4 강수현상

[표 6-5] 강수현상 기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명
	비		어는 비
	소낙성 비		소낙성 눈
	안개 비		눈
	우박		

6.5.4.2.5 기타 현상기호

[표 6-6] 기타 현상 기호

기호 표시	설명	기호 표시	설명	기호 표시	설명
	뇌전		화산분출		심한모래 또는 먼지
	심한 스킨라인		산악차폐		광범위한 연무
	광범위한 모래 또는 먼지폭풍		청천 중요기상구역		권계면고도
	광범위한 연기		중요기상구역 (구름속)		빙결고도
	광범위한 안개		화산재		권계면 최고고도
	광범위한 박무		강풍		권계면 최저고도
	방사능 오염		광범위하게 날린 눈		해수면 온도
	산악파		최대풍 풍속 및 고도		최대풍 풍속 및 고도
	제트 기류 깊이 : 최대풍속 120KT 이상의 구역에서 연직방향의 80KT 이상의 최하고도 및 최고고도를 표시				해수면 상태

6.5.4.3 운량, 운형, 운저 및 운정 고도

6.5.4.3.1 CB구름 표시방법 아래용어를 복합적으로 적절히 사용하여 운저 및 운정 고도를 표시한다.

- ISOL(isolated) : 동떨어져 있는 상태를 의미한다. (중요기상 예상구역의 50% 미만을 차할 것으로 예상될 때)
- OCNL(occasional) : 듄성듄성한 상태를 의미한다. (중요기상 예상구역의 50~75% 이하 차지할 것으로 예상될 때)
- FRQ(frequent) : 뻑뻑한 상태를 의미한다. (중요기상 예상구역의 75% 이상을 차지할 것으로 예상될 때)
- EMBD(embedded) : 다른 구름층 사이에 끼여 있어 쉽게 인식할 수 없는 것을 의미한다.

예 : ISOL EMBD CB

6.5.4.3.2 CB를 제외한 기타 구름 표시방법

- 운량 : FEW(1/8 ~ 2/8), SCT(3/8 ~ 4/8), BKN(5/8 ~ 7/8), OVC(8/8)
- 운저고도 : 표준해면고도를 기준으로 100ft 단위로 표시

제7장

비행 중 기상조언 및 정보

(주) '제7장 비행 중 기상조언 및 정보'부분은 초경량비행장치의 동력비행장치(타면/체중), 회전익비행장치(헬기 / 자이로), 동력 패러글라이더, 유인자유기구에 해당된다.

7.1 비행 중 기상조언(In-Flight Weather Advisories)

공항기상대는 관제기관을 통하여 비행중인 조종사에게 비행 전 브리핑 시 예보되지 않았던 위험한 위험기상 상황에 조우 가능성이 있는 다음 사항에 대하여 조언한다.

- 위험기상 정보(SIGMET) : 인천공항 기상 대는 인천 비행정보구역(FIR) 비행고도 24,000ft 이상에서 아래 기상현상이 관측되거나 예상될 시 위험기상 정보를 발표한다. 유효기간은 6시간을 초과하지 않아야 하며 4시간 이내가 바람직하다.
 - 뇌전(THUNDERSTORM)
 - 태풍(TYPHOON)
 - 난류(TURBULENCE), CAT
 - 착빙(ICING)
 - 화산재(VOLCANIC ASH)
 - 먼지폭풍과 황사폭풍(DUST/SAND

STORM)

- 산악파(MOUNTAIN WAVE)
- 극심한 우박(SEVERE HAIL)
- AIRMET : 국내 공역 비행고도 10,000ft 이하 저고도 운항에 영향을 미치는 아래 주요 기상현상 시 또는 예상될 때 발표하며 유효기간은 6시간 초과하지 않는 범위 내 4시간 이내가 바람직하다.
 - 중급 이상 착빙/난기류
 - 30KT 이상 강풍
 - 시정 3마일 미만과 실링 300ft 이하 시
 - 광범위한 산악 차폐

7.2 비행 중 이용 가능한 기상정보 (Weather Information Available During Flight)

관제기관에서 지원 받은 기상정보 : 관제탑이나 관제기관에서 조종사가 요청 시 공항기상과 예보를 제공한다. 제공하는 정보는 공항기상대에서 발표한 METAR/SPECI, TAF, TREND, TAKE OFF FORECAST, SIGMET, ROFOR 등이며 관제탑에서 직접 관찰한 Tower Wind Data나 Pilot Report Radar영상 정보 등 이다.

- ATIS (Automatic Terminal Information Service) : 기상 정보, 공항상황, 항법 보조 시설 작동 여부 등을 녹음하여 방송하는 것. 특히 기상 정보는 매시간 관측정보나 특별 관측정보, PIREP등을 포함하여 발표한다.
- AEIS(Aeronautical En-route Information Service) : 전국 각 VHF station이 설치되어있는 곳에서는 SIGMET, ROROR, METAR, SPECI, TAF, PIREP 등의 정보를 받아볼 수 있다.
- VOLMET : HF/VHF 주파수로 METAR 또는 TAF(공항예보) 그리고 기타 항공정보를

방송으로 얻을 수 있는 시스템이다. 한국은 태평양지역 그룹에 속하고 주요 공항의 예보를 매시 10분, 40분에 5분 간격으로 방송한다. 배당 받은 주파수는 J3E HF이다.

7.3 조종사 기상보고(PIREP)

관제기관에서는 다음과 같은 조건이 보고되거나 예보되었을 때, PIREP을 요구한다. 실링(ceiling) 5,000ft 이하 시정 5마일 이하, 지표나 상층 뇌전과 그와 관련된 현상, Light 정도의 착

[표 7-1] PIREP 구성요소와 Code 설명

PIREP 구성요소	CODE	내용설명
1. IATA 3 Letter	XXX	가장 가까운 위치
2. 보고형태	UA 혹은 UUA	정기 혹은 긴급 PIREP
3. 위치	/OV	관련 VOR/OV
4. 시간	/TM	UTC
5. 고도	/FL	난기류나 결빙 시 필수 항목
6. 항공기 형식	/TP	난기류나 결빙 시 필수 항목
7. SKY Cover	/SK	구름 높이나 두께(BKN, OVC)
8. Weather	/WX	비행시정, 강수 시정장애 요인 등
9. Temperature	/TA	섭씨온도
10. 바람	/VV	자북 기준 풍향/풍속(KT)
11. 난기류	/TB	난기류보고 기준 표 참고
12. 착빙	/TC	
13. 비고	/RM	

(주) 상기 PIREP 구성 요소 중 1항에서 6항까지는 반드시 포함되어야 하며, 7항부터 13항까지는 해당 기상현상을 명시해야 한다. PIREP은 간단명료해야 하지만, 언어나 양식에 구애받을 필요는 없다. 중요한 것은 PIREP 정보가 다른 조종사에게 도움이 되어야 하기 때문에 신속하게 기상 정보만을 통해 전파하여야 한다.

빙, Moderate 이상의 난기류와 전단풍, 화산이 폭발했거나 예상되는 화산재.

조종사는 이와 같은 기상상태와 기상자료 즉, 구름의 두께, 운고, 운저, 비행시정, 강수, 연무, 상층온도 등을 즉시 보고하고 협조하여야 한다.

○ PIREP은 관제기관 즉, Tower나 ACC에 무선(HF, VHF)으로 보고하거나 SATCOM 또는 ACARS로 운항 통제실로 보고하여야 한다.

○ PIREP 구성요소와 Code 설명

○ PIREP 예문 :

```
RKSI SEL 23010/TM1516/FL085/TPB 738
/SK BKN065/WX FV03kmHZ/TA 20/TB
LGT
```

해석) 안양 VOR 남서쪽(230) 10마일 지역
시간 1516UTC 고도 8500ft 항공기 기
종 Boeing 737-800 하늘 상태(SK)는
Broken 구름상층 6,500ft 비행시정은
연무로 3km 기온 섭씨 20°C 약한 난
기류 현상.

○ 조종사가 무선 통신으로 PIREP을 보고하지 않았다면 착륙 즉시 비행 중에 조우했던 기상상태를 비행정보실 또는 항공기상대, 운항 관리사에게 보고하는 것이 매우 바람직하다. 보고된 정보는 다음과 같이 활용된다.

- 관제탑은 비행장 근처의 공항교통 흐름을 신속히 처리하고 위험지역 회피 절차를 조언한다.
- ACC는 비행 중 조언을 통하여 다른 조종

사에게 정보를 통보하고 항로상에서 적절한 고도와 교통 흐름을 신속하게하기 위하여 회피정보로 활용한다.

- 공항기상대는 항공기상 예보와 조언에 포함되어 있는 기상상태를 확인하고 위험기상 정보를 수정 발표한다.
- 항공교통 관련기관이나 항공사 운항담당자는 위험기상 상태에 대하여 연구하고 분석하여 대책을 강구한다.

▶ 집필(개정)위원

최연철(한서대학교)

조영진(한서대학교)

임세훈(한서대학교)

남현우(한서대학교)

이동호(한서대학교)

▶ 연구 및 감수위원

류종현(경운대학교)

유태정(극동대학교)

허의정(버티컬플라이트센터)

▶ 기획 및 관리

국토교통부

장동철(항공안전정책과장)

강이원(항공안전정책과)

소지섭(항공안전정책과)

이상일(항공안전정책과)

▶ 편집 및 디자인

발행일 2023년 10월 25일 1판 1쇄

발행처 도서출판 공간아트

등 록 제 2-3863호

주 소 서울특별시 중구 퇴계로 195, 1동 801호(필동1가, 하니빌딩)

전 화 02-2263-9348

팩 스 02-2263-5584

E-mail kong9348@hanmail.net

ISBN 978-89-85682-43-5

초경량비행장치 조종자 표준교재

발행일 | 초판 2023년 12월

발행처 | 도서출판 공간아트

초경량비행장치 조종자 표준교재
Standard Ultra-Light-Vehicle Pilot's Handbook

