제5장 유인 무동력 초경량비행장치 운용 및 특성

㈜ '제5장 유인 무동력 초경량비행장치 운용 및 특성'부분은 초경량비행장치의 행글라이더, 패러글라이더, 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 안전하게 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 체중이동에 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 고성능기종은 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.

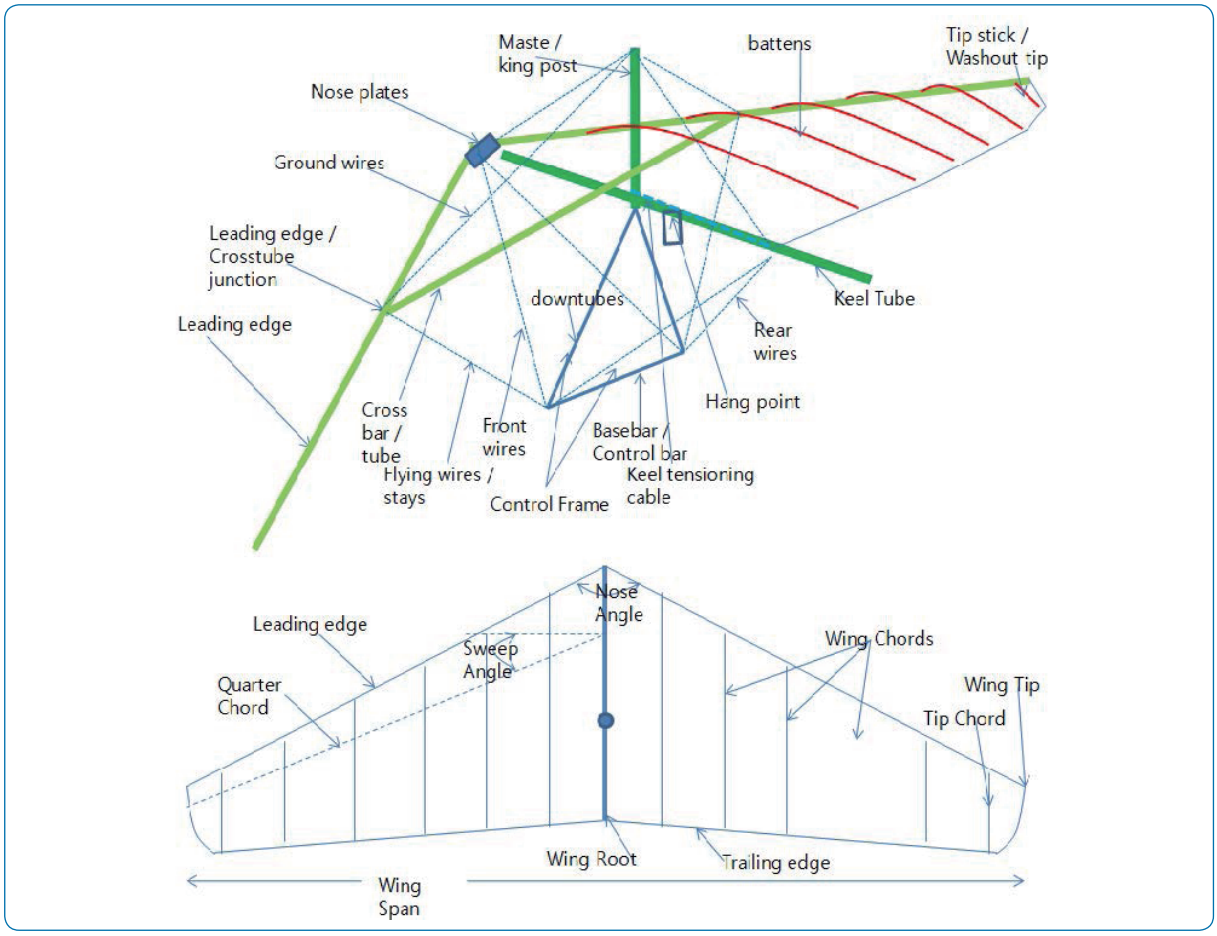
○ 킬 튜브(Keel Tube 또는 Wing Keel) : 날개 중간부분에 위치하며 리딩에지 튜브, 크로스 튜브와 함께 날개의 주 형상을 유지하고, 중간부분에 조종자가 매달리는 Hang point가 있으며, 또한 조종을 위한 Control Frame도 연결되는 매우 중요한 역할을 하는 단단한 Tube 이다.

○ 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.

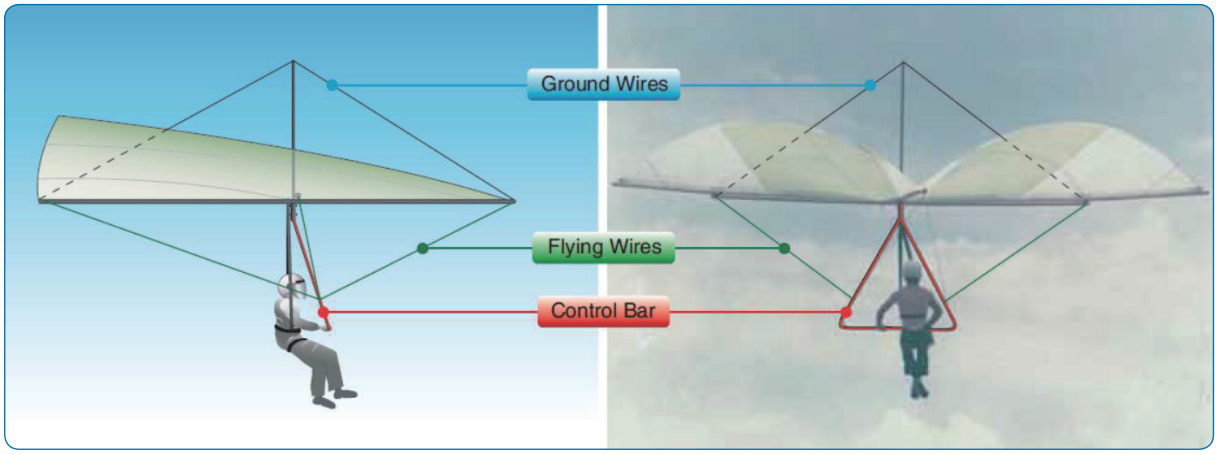
○ 세일(sail) : 세일은 특수 처리된 내구성이 강한 천으로서 날개의 기본 형태를 유지해주는 리딩에지 튜브와 바텐(Battens)을 둘러쌓아 날개 형상을 만들어 준다. 이러한 날개 형태는 날개 전반부에서 후반부로 연결되는 바텐들과 함께 날개 후반부에서 팽팽하게 세일을 당겨 양력이 발생할 수 있는 구조를 형성하게 해준다.

5.1.3 행글라이더 조종자 안전장비

행글라이더 조종자의 안전장비로는 헬멧(Helmet), 장갑(Glove), 비행화(Flying



[그림 5–1] 행글라이더 구조 및 명칭



[그림 5–2] 단엽 행글라이더의 와이어 및 조종간

Shoes), 비행복(Flying Suit), 예비낙하산 등이 있다.

○ 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 보호 할 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 체감온도는 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 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 덤불이나 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.

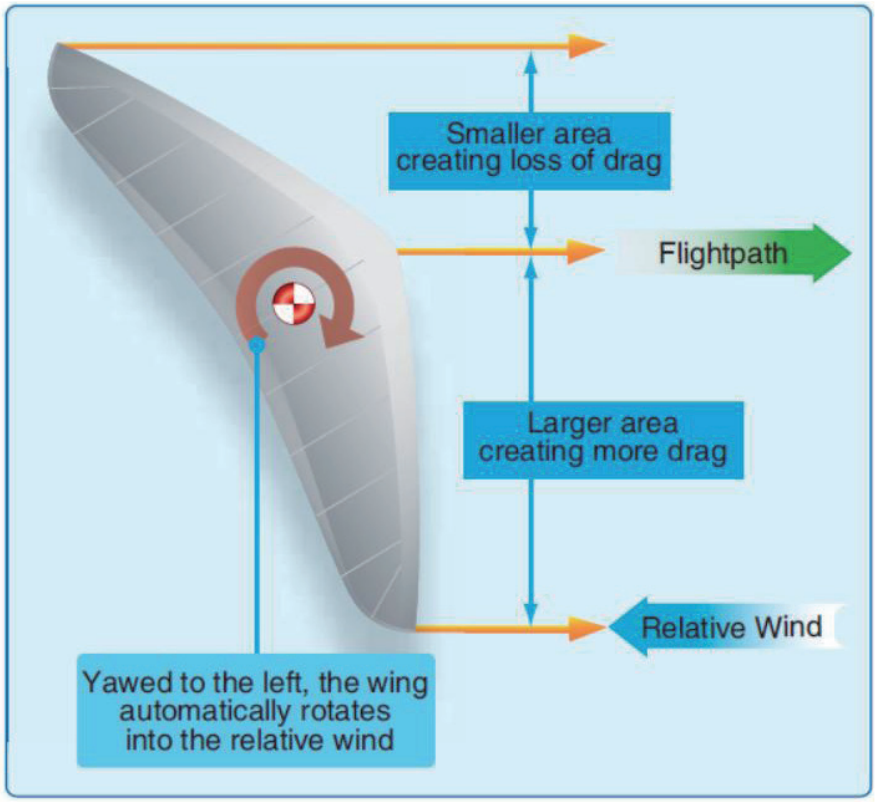
행글라이더는 비행기에서 전형적으로 사용되는 러더(Rudder)와 엘리베이터(Elevator)처럼 조종면을 사용하지 않고, 유연하게 변형되는 날개와 삼각 조종간을 이용하여 조종사의 체중을 좌우상하로 이동함으로써 상승, 하강 및 선회를 할 수 있게 된다.

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.

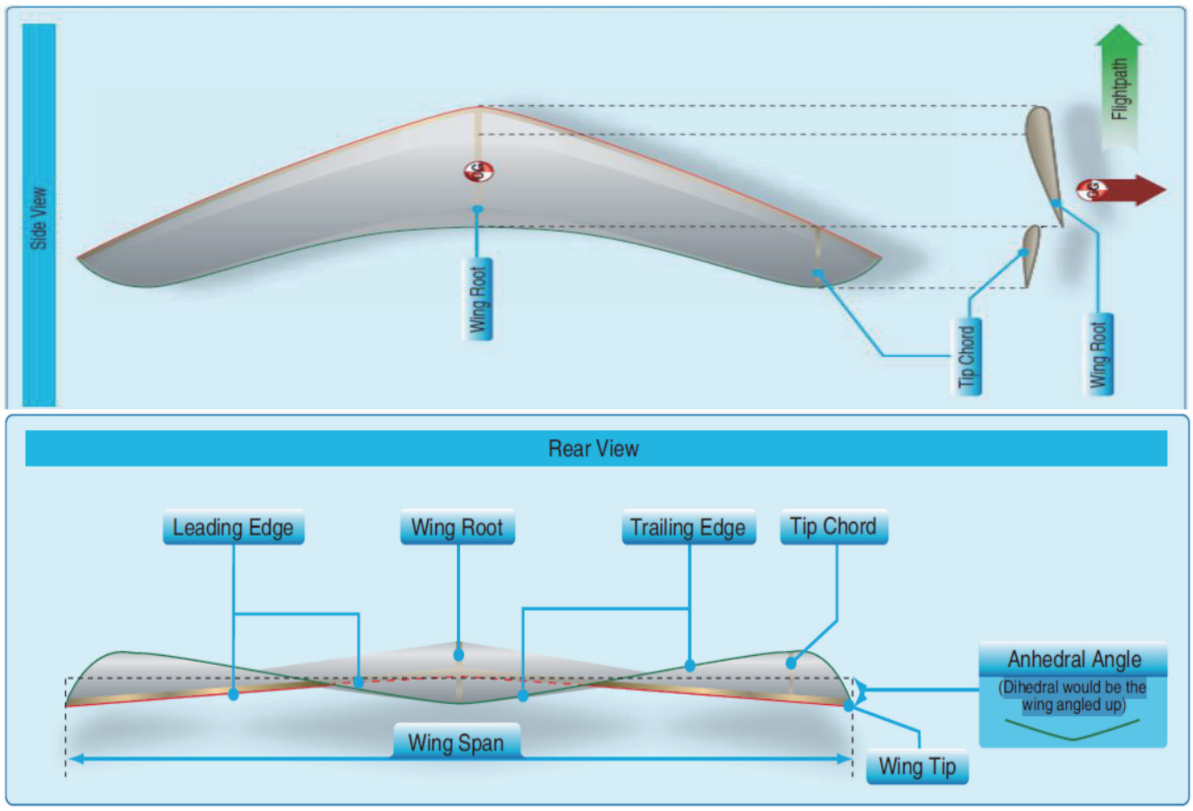
조종성과 안정성은 상호 배타적으로 안정성

이 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 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 급강하 하려는 성질이 있으며, 높은 받음각에서는 무게 중심점이 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 이용하여 날개 중심에서 보다 익단부분이 낮은 받음각을 유지하도록 하게 한다.



[그림 5-3] 상대풍에 의한 Yaw



[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), 비상낙하산(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 조작이 제한되는 조작의 종류(견인 등), 또는 설치된 장비(예를 들면 견인봉, 플로트 등)에 의해 금지된 조작에 대하여 확인
- 플래카드(placard)에 기록된 곡예 기동 목록, 조종사 중량 범위, 행글라이더 등급 확인
- 플래카드(placard)에 기록된 및 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 조종자의 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 발생할 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 동력장치 없이 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

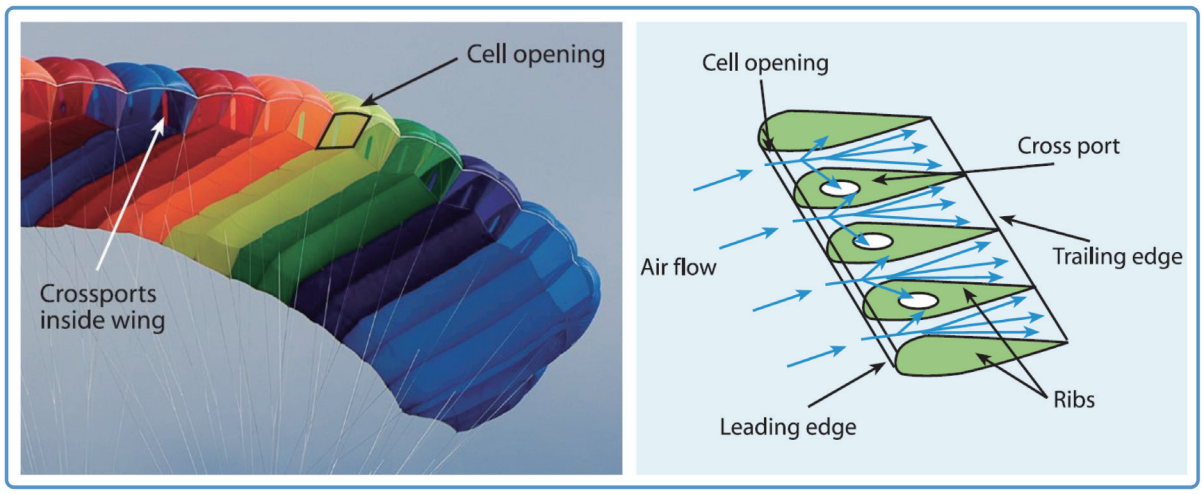
[그림 5-5] 패러글라이더의 구조 및 명칭

편이성과 행글라이더의 비행성과 속도를 증감할 수 있는 특성을 갖는 무동력 글라이더이다.

패러글라이더는 크게 캐노피(canopy), 산줄(suspension lines), 라이저(riser), 하네스(harness) 등으로 구성된다.

○ 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) 라인이 있으며, 비행기의 양쪽 날개 끝인 윙팁(wing tip)에 해당되는 스테빌라이저(Stabilisers) 라인으로 구성되어 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.

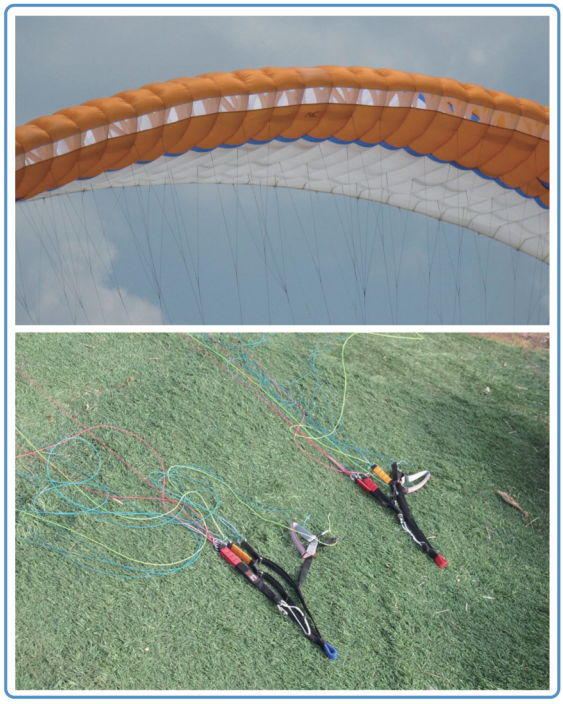


[그림 5-6] 캐노피(canopy)의 단면 및 공기의 흐름

○ 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.



[그림 5-7] 캐노피 산줄의 위치 및 라이저

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 발생할 수 있을 정도의 상태풍이 필요 하므로, 조종자는 맞바람을 받으면서 캐노피가 머리위로 올라오게 하여 바람을 향하여 달리면 이륙에 필요한 양력을 얻게 된다.

패러글라이더의 착륙 시에는 착륙장에 있는 windsock을 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 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 상하의 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 낙하산(Emergency Parachute Canopy)이다.

○ 보안경 : 비행 중 마주치는 곤충 및 먼지, 자외선으로부터 눈의 보호, 이착륙 시 덤불이나 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), 비상낙하산(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 안

전성은 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 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
- 하네스의 시트 판에는 갈라진 홈 같은 손상은 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 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

5.2.6 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 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.

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(Skydiving) 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±2,000ft이며, 자유낙하 후 안전한 낙하산 산개 지점은 AGL(Above Ground Level) 2,500ft 정도이다.

패러글라이딩용 낙하산은 낙하산이 펴지면서 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 대비

하여 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 펴지면 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 펴진 후의 최저고도는 다음과 같으며 장애물이 있는 지역에서는 안전고도를 상향 조절할 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(riser), 산줄, 하네스(harness) 등이 있으며, 램에어 낙하산(Ram Air Canopy)의 경우 캐노피(canopy), 산줄(suspension lines), 스티어링라인(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(예비산개개시장치, 산개제어장치, 캐노피, 라이저, 컨테이너, 하네스, 작동장치 포

함)이다.

○ 파일럿 슈트(pilot chute) : 주낙하산(Main Parachute)을 개방하기 위한 산개 개시장치로 드로그(drogue) 낙하산 또는 기능이 동일한 것을 말한다.

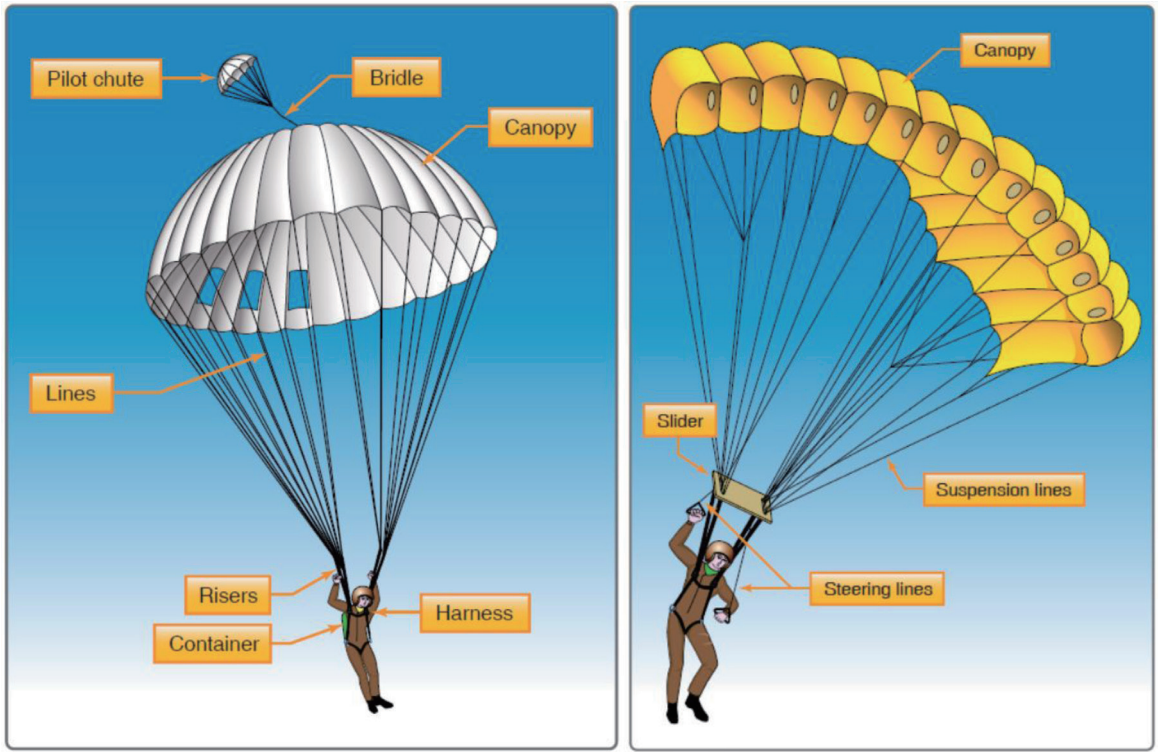
○ 캐노피(canopy) : 스카이다이빙용 낙하산의 활공비는 2~4정도로 원형 낙하산(Round canopy)과 램에어 낙하산(Ram Air Canopy)이 사용되고 있음.

○ 라이저(riser) : 라이저는 각 그룹별로 산줄들을 하나로 묶어서 하네스에 연결해 주는 끈으로 하네스에 연결하는 역할을 한다.

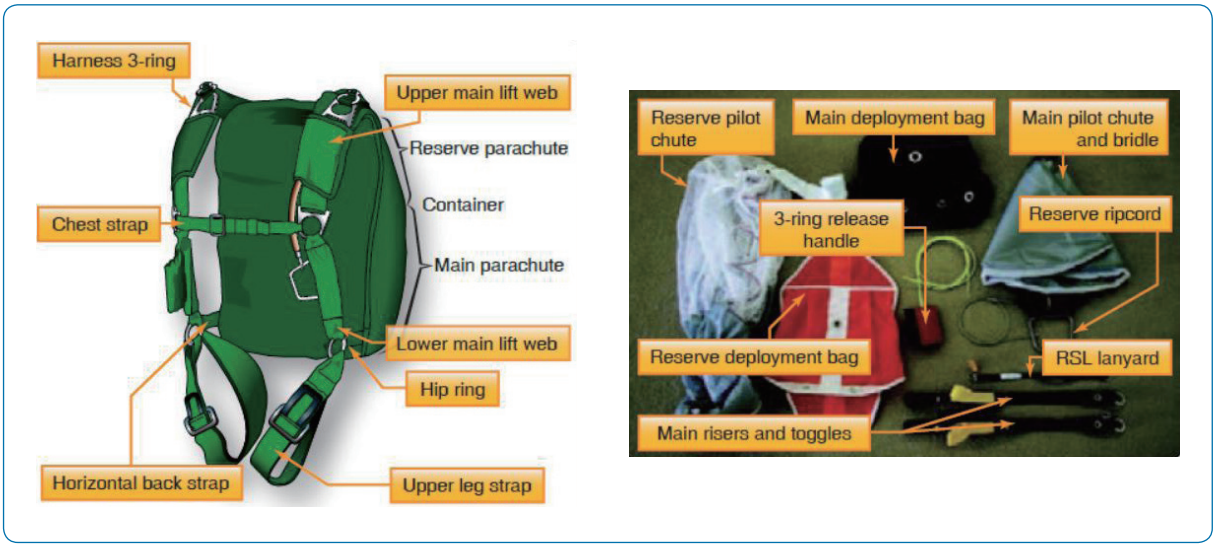
○ 하네스(harness)는 조종자를 끈 또는 배낭으로 묶어 라이저(riser)에 부착하게 하는 장치이다.

○ 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, 다음으로 위치한 산줄을 C라인, 뒷부분의 산줄은 D라인, 맨 끝부분은 비행기의 보조익과 같은 위치에 있는 브레이크(Brake) 라인이 있다.

○ "V" 라이저 : 굴레(고삐)의 부착 꼭대기부



[그림 5-8] 원형 및 램에어 낙하산의 구조 및 명칭



[그림 5-9] 낙하산류 하네스 및 세부 부품의 명칭

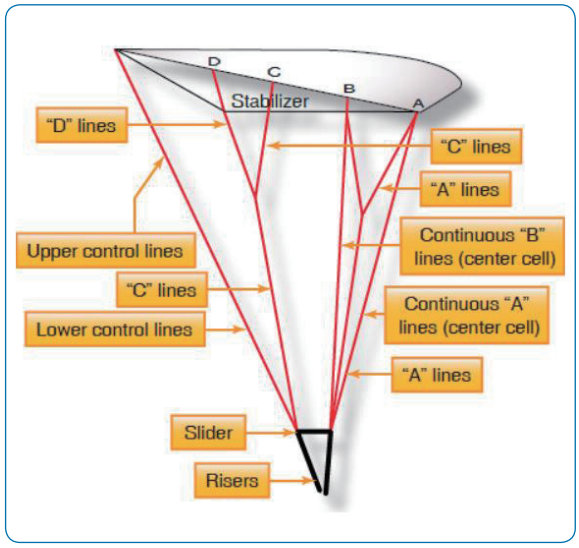
분의 고정된 루프 또는 직접적인 서스펜션 라인에 의한 두 개의 라이저를 말한다.

○ 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 낙하산 조립품 : 인증된 낙하산 조립품(예비산개개시장치, 산개제어장치, 캐노피 라이저, 적재컨테이너(Stowage container),



[그림 5-10] Ram-air canopy 단면과 명칭

하네스, 작동장치 포함), 즉 계획적인 점프에 사용되는 주 낙하산 조립품과 함께 결합된 것을 말한다.

○ 2인용 하네스 예비낙하산(Reserve parachute) 조립품 : 2인용 계획된 점프

에 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 작동 할 수 있게 하는 예비낙하산 조립품을 말한다.

○ 최대운용속도 : 최대운용속도는 KEAS (nm/h)로 표시된 최대 팩(pack)개방 속도와 동일하다.

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 windsock을 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 불안전하게 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 묶음줄을 칼로 잘라서 낙하산이 배낭에서 튀어나오도록 하는 방식이 있다.

○ 방풍안경(Goggle) : 비행 중 마주치는 곤충 및 먼지, 자외선으로부터 눈의 보호, 이착륙 시 덤불이나 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 산개 할 수 있는지 확인
- 비상낙하산의 산개 시스템 부품의 손상여부, 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 이상 하며, 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

㈜ '제6장 무인비행장치 운용 및 특성'부분은 초경량비행장치의 무인비행장치들에 해당된다.

6.1 무인비행장치 일반

㈜ '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 송수신장

[그림 6-1] 무인비행장치
좌상) 무인비행기, 우상) 무인헬리콥터, 좌하)무인멀티콥터, 우하)무인비행선

치는 탑재용 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 조종방식에도 많은 차이가 있으며, 이러한 장치나 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 역할을 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 통달거리도 매우 다양하다. 일반적으로 운용범위는 무인비행장치를 조종자가 육안으로 직접 확인할 수 있는 지점까지이다. 항공법규에서 "무인비행장치 조종자는 해당 무인비행장치를 육안으로 확인할 수 있는 범

위에서 조종하여야 한다."라고 명시하고 있다.

○ 배터리 정압정류기(BEC, Battery Eliminator 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 쓰로틀, 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 토오크판에 링키지(푸쉬/풀 로드, 와이어 등)와 혼(horn) 등을 연결하여 엔진 쓰로틀, 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 자이로와 방위각을 측정할 수 있는 자계(磁界)로 이우러진 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 배치위치에 따라 쓰로틀(Throttle)이 오른쪽 위치한 Mode I 방식과 쓰로틀(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 쓰로틀과 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 등의 프로그램 또한 각각의 특정 용도에 따라 설계되어 있다.

6.1.1.3 송수신 장비 관리

무인비행장치의 송수신 장비는 전자장비로 충격, 습도, 온도 등의 환경적 요소에 민감하므

[그림 6-2] 무인비행장치 조종기 좌)Mode 1 방식, 우)Mode 2 방식

로 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 때에는 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 발생할 수 있다. 무인비행장치에서 노이즈는 엔진, 주변의 송수신 장치, 송전탑, 공장, 전신주 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 발생될 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 1:1로 '짝연결'되었는지 확인이 필요하다.

6.1.1.5 페일세이프(fail safe)

페일세이프(fail safe) 기능은 각 채널의 변위값을 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 혼신이 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 직류전원을 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 모터

의 속도를 조절하는 역할을 담당하며, 배터리 전원을 받아 3상전류를 발생하여 브러쉬리스직류(BLDC)모터에 전원을 전달하여 공급하는 역할을 한다.

6.1.3 배터리

㈜ 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 무인비행장치로 부터 배터리를 분리하여 건조하고 통풍이 잘되는 곳에서 충전을 시켜야한다.
- 심한 충격이나 찍힘, 화기로 인한 사고에 주의 하여야 한다.
- 회로의 오작동이 발생하지 않도록 눈, 비, 습기에 노출되지 않도록 주의하여야 하며, 습도가 높은 장소에서 사용하지 말아야 한다.
- 배터리를 인위적으로 합선시키지 않아야 한다.
- 화로나 전열기 등 열원 주변처럼 뜨거운 장소에 보관하지 않는다.
- 배터리는 −10~40℃ 의 온도 범위에서 사용한다.
- 비행을 하지 않을 경우에는 전원을 OFF 상태로 놓아두어야 한다.
- 장시간 사용하지 않을 경우 배터리를 분리하여 보관한다.
- 배터리는 기온 18~25℃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 버튼을 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 갖은 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 주의사항들은 다음과 같다.

- 무인헬리콥터 및 무인멀티콥터는 충분한 안전거리를 확보하면서 조종을 하여야 한다.
- 무인헬리콥터 및 무인멀티콥터의 로터 또는 프로펠러가 멈추기 전 까지는 주변에 접근하지 않아야 한다.
- 무인비행장치를 지상에서 이동할 경우 비행으로 이동하지 않아야 한다.
- 강풍, 눈, 비, 안개 등과 같이 악천후 상황에서는 비행을 하지 않아야 한다.
- 송/수신기의 전파 간섭을 피할 수 있도록 고전압선, 통신 기지국, 건물 밀집지역에서 비행을 하지 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 차이가 많으나, 일반적으로 비행기와 동일한 형식을 취하고 있어 동체(Fuselage), 날개(Wing), 꼬리날개(Empennage), 그리고 착륙장치(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. 수직안정판의 뒷부분에는 방향타(Rudder)가 장착되고 조종기의 러더 스틱에 의해 조종되며, 수평안전판의 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 착륙 장치 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 비행기 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 스틱 의 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