

Article

경량항공기용 착수대 안전성 확보에 대한 연구

신대원*

The study on the safety of Sea Lane for LSA

Dai-Won Shin*

ABSTRACT

In this study, we surveyed the regulations of the Seaplane base and Sea Lane for the Light Sport Aircraft(LSA), and analyzed the water landing/takeoff roll distance of LSA in Korea. Based on the information, we presented the situation of the Sea Lane and the Sea Lane Protection Zone concept, to ensure the Rectangle type Sea Lane and the Omni direction type Sea Lane. We analyzed the availability elements of the safety of Sea Lane for LSA in Korea. A Rectangle type Sea Lane 350 meters long and 40 meters wide, the diameter 350 meters for the An Omni direction type Sea Lane.

Key words : Light Sport Aircraft(LSA, 경량항공기), Seaplane(수상비행기), Seaplane base(수상비행장), Sea Lane(착수대), Sea Lane Protection Zone(착수대보호구역)

I. 서론

우리나라 경량항공기 이착륙장에 대하여 2014년 7월 국토교통부 고시로 '이착륙장 설치 및 관리기준'이 제정되었다.[1] 고시 시행 후 기존 사용하던 28개의 경량항공기 이착륙장이 기준에 적합한 22개로 감소되어 항공레저 활동이 저하되었다. 경량항공기가 안전하게 비행 활동을 할 수 있는 새로운 육상이착륙장의 개발은 토지 및 비행 환경 등으로 인하여 적정 후보지를 확보하기에 어려움이 있어,[2] 항공레포츠 동호인들은 수상이착륙장으로 눈길을 돌리고 있으나, 이에 따른 적절한 기준이 마련되어 있지 않다.

국제적으로 수상비행 활동이 활발한 미국, 영국, 캐나다, 몰디브, 뉴질랜드 등에서는 수상비행장에 대한 기준들이 있으나, 경량항공기를 위한 수상이착륙장에 대한 기준은 마련되지 않아 수상비행장을 공동

으로 사용하고 있다. 우리나라는 '비행장시설 설치 기준'[3]에 수상비행장에 대하여 제시하고 있으나, 수상이착륙장에 대한 기준은 부재한 상태이다. 그러나 프랑스의 경우 수상비행장을 비롯하여 수상이착륙장 기준이 마련되어 있어 경량항공기의 수상비행 활동이 활발하게 이루어지고 있다.

우리나라 국토교통부 고시인 '이착륙장 설치 및 관리기준'과[1] 미국의 기준인 ASTM F2507 Airpark[4]에서는 육상이착륙장에 대한 기준만을 제시하고 있으며, 국제적으로 경량항공기를 위한 수상이착륙장에 대하여 인가를 하여준 국가로는 항공 선진국들 중에서 프랑스가 유일하다.

본 연구에서는 우리나라에서 수상이착륙장이 운영되었던 사례를 비롯하여, 프랑스에서 인가되어 운영되는 수상이착륙장사례와 국내에 도입된 경량항공기들의 이착수 성능 분석을 통하여, 우리나라에 적합한 경량항공기용 수상이착륙장의 착수대 및 착수대보호구역의 안전성 확보방안에 대하여 논의하기로 한다.

Received : 06. Mar. 2017. Revised : 10. Jun. 2017.

Accepted : 22. Jun. 2017

* 한서대학교 항공레저산업학과

연락처, E-mail dwshin3@naver.com

충남 태안군 남면 곰섬로 236-49 한서대학교 태안비행장

II. 본 론

2.1 우리나라 수상이착륙장 운영 사례

우리나라에는 현재 경량항공기가 이착수할 수 있는 장소로 인가 받은 곳은 국내에서 유일한 수상비행장인 충주호가 있으나, 경량항공기 운영자들은 자신이 거주하는 곳을 기반으로 하여 운영을 하고 있으므로 인하여 청풍 수상비행장을 사용하지 않아, 경량항공기만을 위한 수상이착륙장은 부재한 상태이다. 그러나 경기 가평 북한강, 경기 화성 시화호, 충북 청풍 충주호, 전남 고흥호, 전남 나주호, 경남 하동 섬진강에서 운영된바가 있으며, 현재 수륙양용 경량항공기는 3대(하동 1대 경량비행정, 나주 백운에어 2대 플로트 장착)가 있다.

경기도 가평군 금대리 증곡섬 인근 북한강의 수상스포츠 시설부근에서 2007년 불법으로 수상이착륙장이 운영되었으나, 이수하던 중 사고가 발생하여 대파된 사례가 있다. 당시 이착수면의 크기는 길이 2km이고 폭은 350m에 달하였다.

경기 화성 시화호에서, 2014년 경량항공기 관련법규 제정 이전에 수상이착륙장이 불법으로 운영되었으나 현재는 운영되고 있지 않다. 당시 시화호 이착수면의 크기는 길이 2.5km이고 폭은 230m에 달하였으며, 시화호 주변의 안산이착륙장, 신외리이착륙장, 삼촌리이착륙장, 어섬이착륙장 등에서 계류하면서 10여대의 경량항공기들이 수륙양용이 가능한 플로트를 장착하여 운영하였었다.

충북 청풍 충주호 청풍리조트 부근에서 2008년 일시적으로 수륙양용 경량항공기가 운영되었으나, 현재는 경량항공기가 운용되고 있지는 않지만, 수상비행장으로 인가 받아 수상비행기가 운영되고 있다. 당시 경량항공기가 사용하였던 이착수면의 크기는 길이 1.5km이고 폭은 400m에 달하였으며, 1대의 경량항공기가 제천이착륙장에 계류하면서 수륙양용이 가능한 플로트를 장착하여 운영하였었다.

전남 고흥군 고흥호에서 2012년 수륙양용복합 경량항공기 1대가 항공우주연구원의 고흥항공센터에 인접한 고흥호에서 운영되었으나, 현재는 운영되고 있지 않다. 해당 기체는 부식, 고장 등으로 등록이 말소된 상태에 있으며, 운영 당시 이착수면의 크기는 길이 2.5km이고 폭은 300m에 달하였다.

경남 하동 섬진강항공에는 국내 유일의 수륙양용

경량항공기로 인가 받은 Super Petrel LS 1대가 현재 하동 육상이착륙장에서 운영되고 있다. 그러나 해당 기체는 2014년 경량항공기 관련법규 제정 이전에 섬진강에서 이착수비행을 하였으나, 수상이착륙에 대한 기준이나 비행허가 등으로 인하여 현재는 수상에서 운영하고 있지 않다. 섬진강항공이 사용하였던 이착수면의 크기는 길이 1.2km이고 폭은 140m이었다.

전남 나주 백운항공 육상이착륙장에는 경량항공기 SAVANNAH VG 2대가 수상에서 이착수가 가능한 수륙양용 플로트를 장착한 상태로 육상에서 운영 중에 있다. 백운항공 육상이착륙장에서 이륙한 플로트를 장착한 경량항공기들이 2014년 이전에 전남 나주호에서 이착수한 사례가 있으며, 당시 이착수면의 크기는 길이 2km이고 폭은 500m이었다.

현재 국내에는 수상이착륙장 관련 인가기준이 없는 상태에 있으나, 수상에서 이착수가 가능한 경량항공기는 3대로 선체형 경량항공기 1대(섬진강항공)와 플로트를 장착한 2대의 경량항공기가 있고, 이들은 경량항공기 안전성인증평가를 받아 육상이착륙장에서 운영되고 있다.

2014년 이전에 운영되었던 6곳의 이착수면의 크기는 길이 1.5~2.5km, 폭 140~400m이었다.

2.2 해외 수상이착륙장 운영 및 인가 사례 분석

2.2.1 해외 수상이착륙장 운영 사례

국제적으로 미국(FAA AC150/5395-1), 영국(CAP168), 캐나다(CAR306, CAR326), 몰디브(MAR C No.4), 뉴질랜드(AC139-7)에서는 수상비행장에 대한 기준들이 마련되어 수상항공기와 경량항공기가 공동으로 사용하고 있으나, 경량항공기만을 위한 수상이착륙장에 대한 기준은 특별하게 마련하지 않고 있다. 그러나 프랑스에서는 수상비행장[5]을 비롯하여 항공레저용으로 사용되는 2인승 경량항공기를 위한 수상이착륙장(Plateforme)에 대하여 기준을 분리하여 적용하고 있다.

육상비행장에는 항공기가 이착륙할 때 사용하는 활주로가 있으며, 항공기가 활주로를 이탈하는 경우 항공기와 탑승자의 피해를 줄이기 위하여 활주로 주변에 설치하는 안전지대인 착륙대가 있다. 그러나 수상비행장의 경우 활주로란 용어를 사용하지 않으며, 육상비행장의 활주로와 착륙대를 모두 포함하는

개념의 착수대란 용어를 사용하고 있다. ‘착수대(Sea Lane)’란 강, 호수, 항만 등의 자연적으로 주어진 수면에서 수상항공기가 이륙 및 착수하는데 사용되는 지역이라고 FAA AC150/5395-1(Seaplane Bases)에서 정의하고 있다.[6]

경량항공기용 수상이착륙장 기준이 마련되어 있는 프랑스는 수상비행기가 사용하는 제한(또는 임시)적으로 사용되는 수상비행장(Hydrosurface)과 지속적으로 사용되는 수상비행기지(Hydrobase)로 분리하고 있으며, 경량항공기가 사용하는 수상이착륙장(Plateforme)은 제한(또는 임시)적으로 사용되는 Plateforme occasionnelle과 지속적으로 사용되는 Plateforme permanente로 구분하고 있다.[7]

프랑스 수상비행기지(Hydrobase)에는 수상비행기 또는 수륙양용비행기 그리고 수상경량항공기 또는 수륙양용경량항공기가 사용할 수 있다. 수상비행장(Hydrosurface)의 경우 수상비행기 또는 수륙양용비행기 그리고 수상경량항공기 또는 수륙양용경량항공기가 임시적으로 허가를 받아 사용할 수 있다. 수상이착륙장(Plateforme permanente)은 수상경량항공기 또는 수륙양용경량항공기가 사용할 수 있고, 임시 수상이착륙장(Plateforme occasionnelle)의 경우 수상경량항공기 또는 수륙양용경량항공기가 임시적으로 허가를 받아 사용할 수 있다.

프랑스에서 수상용 경량항공기가 운영되었거나 또는 현재 운용되고 있는 장소를 279개로 수상비행기지(Hydrobase) 59곳, 수상비행장(Hydrosurface) 162곳, 수상이착륙장(Plateforme permanente) 15곳, 임시 수상이착륙장(Plateforme occasionnelle) 43곳이 있다.

수상비행기지, 수상비행장 및 수상이착륙장들은 주로 해안가 300m 밖의 바다 위의 지점, 내륙의 호수, 강, 저수지 등에 위치하고 있으며, 강의 경우 직선부분은 물론 완만한 곡선부분에서도 수상항공기들이 운영되고 있다.

2.2.2 프랑스 수상이착륙장 인가 사례 분석

1) Etang de Berre Hydrobase의 경량항공기 운영 인가 사례[8]

Etang de Berre Hydrobase는 12km × 14 km의 면적으로 지중해와 연결된 호수이며, 수상스키, 제트스키, 수영 등 수상스포츠 활동이 동시에 이루어지고 있다. 수상항공기를 수면에서 육지로 끌어 올리거나

육지에서 수면으로 내릴 수 있도록 하는 경사진 시설물인 경사대 램프(Ramps)가 설치되어 있으며, 경사대 전방에 길이 350m의 방파제시설이 있고 방파제 가장자리에 풍향지시기(Wind sock)가 설치되어 있다. Etang de Berre Hydrobase는 Marseille Provence 공항관제권 내부에 위치하고 있으며, 공항을 입출항하는 항공기 진입경로를 피하여 호수 가장자리를 경량항공 수상이착륙장으로 2015년 12월 17일 Toulon 지방해양청에서 아래와 같이 인가하였다.

- 사용기간 : 2016.1.1. ~ 2017.12.31.(2년)
- 위치 : Etang de Berre 호수가 300m 밖, 착수대는 43°26'29"N, 5°26'35"E지점을 중심으로 반경 200m 구역으로 한정
- 사용횟수 : 일일 10회를 초과 할 수 없으며 연간 최대 200회 이내에 사용하도록 제한
- 호수가 300m 내부로 진입할 경우에는 최대속도 5knots 이하로 운항.

2) La Ciota Hydrosurface의 경량항공기 운영 인가 사례[9]

La Ciota Hydrosurface는 La Ciota시 주변의 지중해 해안 해수면, Class G 관제공역으로 2014년 5월 16일 Toulon 지방해양청에서 아래와 같이 인가하였다.

- 사용기간 : 2014.5.16.부터 계속
- 위치 : La Ciota시 앞바다 해안가 300m 밖, 43°10'25"N, 5°38'29"E 및 43°09'88"N, 5°39'68"E지점을 중심으로 반경 1500m 구역을 착수대로 한정

3) Toulon Saint Mandrier Hydrosurface의 경량항공기 운영 인가 사례[10]

Saint Mandrier Hydrosurface는 Toulon시 주변의 지중해 해안 해수면으로 2013년 9월 24일 Toulon 지방해양청에서 아래와 같이 인가하였다.

- 사용기간 : 2013.9.26. ~ 2013.9.27.(2일간)
- 운영시간 : 2013.9.26. 15:00 ~ 18:00, 2013.9.27. 09:00 ~ 13:00 (현지시간)
- 위치 : Toulon 앞바다 해안선 300m 밖의 A(43°04'88"N, 5°57'40"E), B(43°04'81"N, 5°57'31"E), C(43°05'22"N, 5°56'38"E), D(43°05'30"N, 6°56'45"E) 지점을 연결한 사각형내부의 반

경 450m의 원형 착수대

- 접근 시 주변 해군기지 상공 고도 500m 이하 비행금지
- 공역관련 : 주변 P62(비행금지구역), D54A1(위험지역), D64A1(위험지역) 주의 비행.

4) Bourcefranc Plateforme permanente의 경량항공기 운영 인가 사례[11]

Bourcefranc Plateforme permanente는 Bourcefranc시 주변의 대서양 해안 해수면, Class E 관제공역으로 2009년 2월 26일 Brest 지방해양청에서 아래와 같이 인가하였다.

- 사용기간 : 2009.2.26.부터 계속
- 위치 : 43°57'48"N, 1°05'60"E지점을 중심으로 반경 150m 구역을 착수대로 한정
- 공역관련 : 해당 지역은 Class E 관제공역으로 1,500ft 이하에서 비행, 주변에 위험공역 D18A가 있어 주의 비행 필요
- 해당 지역은 조수간만의 차이가 크며, 수상경량항공기는 해안가 300m 내부에서 이착수 할 수 없다.
- 해안가 300m 내부로 진입할 경우에는 최대속도 5knots 이하로 운항.

5) Lac Amance Plateforme occasionnelle의 경량항공기 운영 인가 사례[12]

Lac Amance Plateforme occasionnelle는 세느강 상류 길이 3km 폭 1km 호수로 수상스키, 제트스키 등 수상스포츠 활동이 동시에 이루어지는 곳으로, 2010년 2월 13일 Aube 지방청에서 아래와 같이 인가하였다.

- 사용기간 : 3월 3째주 주말부터 11월 1일 까지 (2010년부터 변경사항이 있을 때 까지)
- 위치 : 48°21'03"N, 4°30'18"E지점 주변(반경 600m)
- 착수대 크기 : 150m × 40m
- 착수대 방향 : 050°/230°
- 주거지역 상공 비행금지

6) Villefranche de Panat Plateforme permanente의 경량항공기 운영 인가 사례[13]

Villefranche de Panat Plateforme permanente는 길이 3km 폭 500m의 수력발전용

댐이 있는 호수로 수상스키, 제트스키 등 수상스포츠 활동이 동시에 이루어지는 곳으로, 2008년 4월 10일 Aveyron 지방청에서 아래와 같이 인가하였다.

- 사용기간 : 2008.04.10.부터 계속
- 위치 : Villefranche de Panat 호수, 44°06'17.34"N, 2°41'40.77"E지점과 44°06'03.61"N, 2°41'44.84"E지점을 연결한 연장선 좌우 50m 폭
- 착수대 크기 : 450m × 100m
- 착수대 방향 : 160°/340°
- 주거지역 및 캠핑지역 상공 비행금지
- 호수를 가로지르는 고압선에 주의

7) Golfe Juan Plateforme permanente의 경량항공기 운영 인가 사례[14]

Golfe Juan 수상이착륙장은 Golfe Juan시 주변의 지중해 해안 해수면의 4곳을 2011년 4월 11일 Toulon 지방해양청에서 아래와 같이 인가하였다.

- 사용기간 : 2011.4.11. ~ 2011.12.31. (주간 10:00 ~ 18:00, 현지시간)
- 위치 1 : A지점(43°33'54"N, 007°04'45"E)을 중심으로 반경 175m 구역을 착수대로 한정
- 위치 2 : B지점(43°33'75"N, 007°05'35"E)을 중심으로 반경 175m 구역을 착수대로 한정
- 위치 3 : C지점(43°33'80"N, 007°06'45"E)을 중심으로 반경 175m 구역을 착수대로 한정
- 위치 4 : D지점(43°33'25"N, 007°06'85"E)을 중심으로 반경 175m 구역을 착수대로 한정
- 개인 또는 영업용 수상경량항공기 이착수 비행에 사용
- 해안가 300m 내부로 진입할 경우에는 최대속도 5knots 이하로 운항.
- 사용 48시간 전에 지중해 해양관리소에 사전 연락 필요

8) Bellegarde Plateforme permanente의 경량항공기 운영 인가 사례[15]

Bellegarde Plateforme permanente는 개인소유의 길이 500m 폭 100m의 저수지로 제트스키 등

수상스포츠 활동이 동시에 이루어지는 곳으로, 2010년 3월 11일 Gard 도청에서 아래와 같이 인가하였다.

- 사용기간 : 2010.3.11. ~ 2012.3.10.(3년간)
- 위치 : 43°45'30"N, 4°28'28"E
- 장주고도 : 동쪽 패턴 500ft
- 착수대 크기 : 200m × 20m, 150m × 20m (갈수기)
- 착수대 방향 : 360° / 180°
- 착수대 보호구역 측면 경사도(기준 30% 이하) : 동남쪽방향 10%, 동남북방향 15%, 서남쪽방향 20%, 서북쪽방향 23%,
- 착수대 보호구역 진입표면 경사도(기준 6% 이하): 35방향 0%, 17방향 0%
- 특징 : NIMES-GARONS 관제권(반경 18.5km) 내부에 위치, 공항 동쪽 5km지점
- 공역관련 : NIMES-GARONS Class D 관제공역, MSL 1,500ft

수상비행장 3곳(Etang de Berre, La Ciota, Toulon Saint Mandrier) 및 수상이착륙장 5곳(Bourcefranc, Lac Amance, Villefranche de Panat, Golfe Juan, Bellegrade)에 대한 운영 인가 사례에서 주요 특성들은 다음과 같다.

- 수상경량항공기가 사용하는 착수대는 모든 방향을 사용할 수 있는 원형태의 경우 반경 150m에서 1,500m로 다양하며, 직사각형 형태의 경우 150m × 20m에서 455m × 100m 크기로 이착수 방향을 설정
- 수면과 지면과의 이격거리는 수상비행장의 경우 호숫가 300m 외곽(Etang de Berre), 그리고 바다에 설치된 경우 바닷가 해안선 300m 외곽에 설치
- 바닷가 300m 외곽에서 해안으로 진입 시 속도는 5knots 이하
- 경사대 램프가 설치된 곳은 4곳(Etang de Berre, Lac Amance, Villefranche de Panat, Bellegrade)이며, 나머지 4곳(La Ciota, Toulon Saint Mandrier, Bourcefranc, Golfe Juan)은 백사장 경사면을 이용
- 수상비행장과 수상이착륙장은 수상레포츠이용자들과 공동으로 사용
- 정박장 시설을 갖춘 곳은 수상비행장 1곳(Etang de Berre)만이 있으며, 대부분 육상으로 수상

항공기를 끌어올려서 계류

- Etang de Berre의 경우 수상경량항공기사용을 하루 10회, 연간 200회로 사용 제한
- 수력발전용 댐이 있는 호수(Villefranche de Panat) 를 경량항공 수상이착륙장으로 사용
- 경량항공 수상이착륙장의 경우 사용시간이 주간으로 한정되어 있으며, 결빙되지 않은 기간에는 연중 내내 사용할 수 있으나, 내륙 호수 유원지인 Lac Amance의 경우 사용기간을 3월에서 10월까지로 제한
- 착수대보호구역은 육상 이착륙장 기준인 ITAC 13-4 UA 등급의 활주로보호구역을 적용하여 수상이착륙장(Bellegrade)에 대한 인가를 하였으며, 대부분의 수상이착륙장의 경우 넓게 터진 수면으로 착수대보호구역에 대하여 특별하게 명시하지 않음
- 수상이착륙장을 이용하는 경량항공기들은 수상에 정박시키지 않고 육지면으로 이동하여 계류.

2.2.3 프랑스 수상이착륙장 기준 분석

프랑스 항공당국 DGAC에서는 수상이착륙장에 대한 규정[16]을 제시하고 있으며, 이에 따른 적합한 설계를 위한 지침서로써 프랑스 수상 비행 협회(France Hydravion Association)에서 제시한 수상비행장 설계(Conception Des Hydrobases Et Des Hydrosurfaces)[17]가 있고, 이들 세부 내용 중 수상이착륙장 관련되는 내용은 아래와 같다.

- 수상이착륙장 위치 선정 시 고려할 사항은 운영할 항공기 댓수, 수면과 지면 연계 방법, 지역의 공역 및 환경, 수상레저 활동, 인구밀집지역, 수질의 밀도, 지형이나 장애물 위치, 해양의 경우 조수간만의 차이, 호수 및 강의 경우 안정된 수심, 부유물의 존재 및 위치, 동계의 경우 결빙에 대한 영향 등이 있다.
- 착수대의 방향은 원형 착수대의 경우 모든 방향으로 이착수 할 수 있으며, 좁은 강이나 호수에서는 직선으로 이착수 방향을 설정하지만 강과 같이 곡선인 경우도 가능하다.
- 착수대의 최대 유속에 대한 허용 값은 9~13km/h(5~7kts)미만이다.
- 태양에 의한 물의 빛 반사로 인하여 동서 방향의 착수대는 하루 중 특정 시간(일몰 및 일출 전후)에

사용을 제한한다.

- 직사각형 착수대의 경우 측풍에 의한 제한이 있을 수 있으므로, 조종사가 이착수방향을 선택할 수 있는 원형 착수대를 권장하여 측풍요소를 완화한다.
- 착수대는 해안가로부터 300m 외곽으로 깊이 1m 이상이어야 한다.
- 수면의 부표는 수상항공기들에게 장애물로 작용하며, 바람으로 인하여 부표로부터 파도가 발생할 수 있으므로, 부표는 경계를 나타내기 위해 설치를 할 수 있으나 적어도 500m 밖에서 볼 수 있어야 하며, 적색과 흰색으로 도색이 필요하다.
- 착수대 길이는 항공기 매뉴얼의 이착수거리가 착수대 길이의 70% 이상이 되도록 하여야 한다.
- 착수대 폭은 좁은 구역(저수지, 호수, 강)의 경우 최소 40m 이상, 유속이 빠른 장소에서는 100m 이상 이어야 한다.
- 선회수역은 반경 60m로 주위장애물과의 거리는 15m 이상 이격되어야 한다.
- 유도수로 폭은 40m 이상이어야 한다.
- 경사대는 수면 -60cm로부터 육지면까지 경사는 15% 이하, 폭은 최소 1.5m 이상이어야 한다.

또한 수상비행기가 환경에 미치는 영향에 대하여 아래와 같이 기술하고 있다.

- 모터보트와 제트스키는 가솔린과 윤활유를 혼합하여 사용하므로 연료 유출시 수질 오염 피해가

있으나, 수상비행기 연료는 휘발성이 높아 즉시 증발되는 항공유를 사용하므로 수질에 영향을 미치지 아니하며, 가스 또는 폐수를 배출하지 않는다.

- 수상비행기의 프로펠러는 수면 위에 있으며, 수상비행기 선체가 독성이 없는 재질로 표면 처리가 되어 있어 수질에 영향을 미치지 않는다.
- 수상비행기 이착수시의 운영 기간은 4~45초 정도로 매우 짧다.
- 수상비행기의 배기가스는 공기 오염에 영향을 미치지 않는다.
- 수상비행기는 야생 동물과 수생 생물에 악영향을 미치지 않는다.
- 수상비행기가 사람에게 미치는 영향은 단지 소음만이 환경에 영향을 주게 되므로, 인구밀집 지역으로의 이륙 자체 또는 적은 수의 수상비행기가 이용하도록 제한이 필요하다.

프랑스 DGAC의 ITAC 13-4기준[7]과 인가된 수상이착륙장에 적용된 내용을 분석하면 수상이착륙장의 착수대와 착수대보호구역은 아래와 같이 구성된다.

- 착수대의 대표 풍향과 풍속을 잘 나타낼 수 있는 장소에 풍향지시기(Wind sock)를 설치하여야 하여야 한다.
- Class UA(양방향 이착수가 가능한 등급) 착수대는 착수대 중심선으로부터 좌우 20m이상의 폭과, 착수대 길이 150m이상을 연결한 직사각형

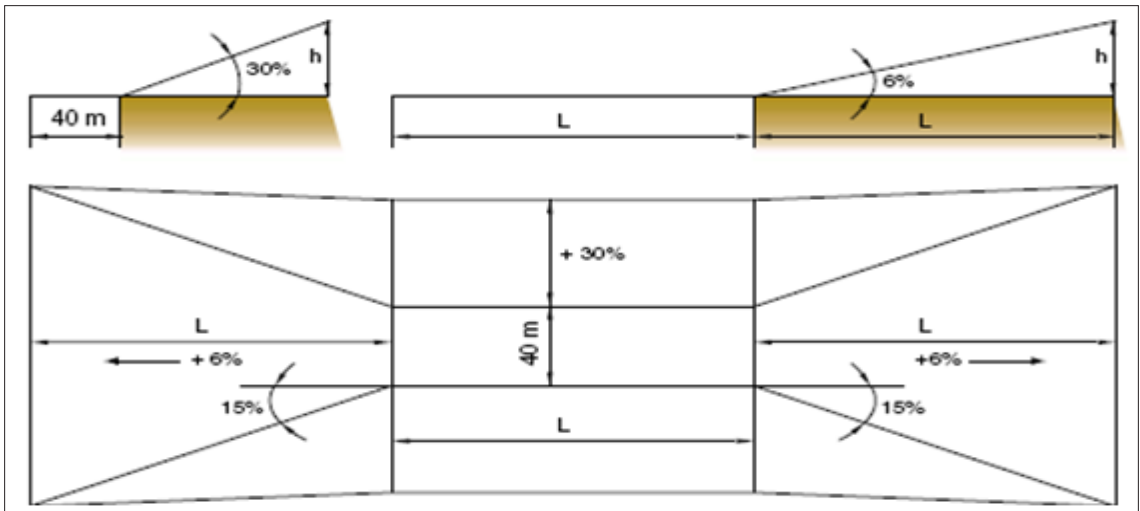


Fig 1. Class UA Sea Lane & Sea Lane Protection Zone

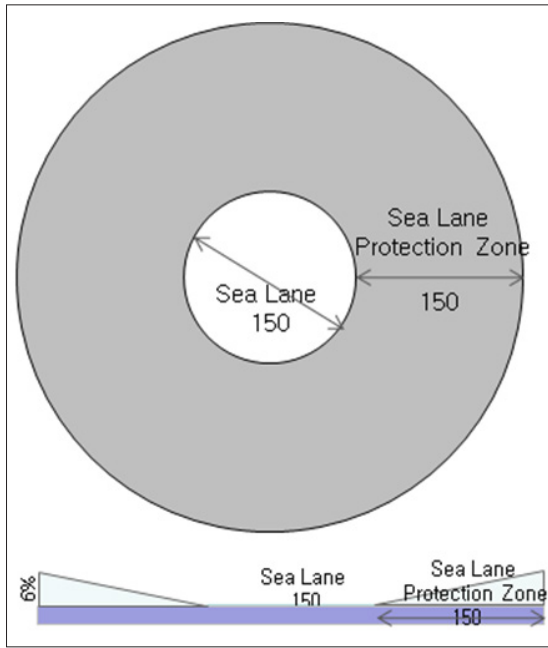


Fig 2. Class UB Sea Lane & Sea Lane Protection Zone

형태를 유지한다.

- Class UA 착수대보호구역은 착수대 길이방향 외곽으로 착수대 길이만큼의 거리까지 6%의 경사도를 갖으며, 폭은 착수대 측면 연장선상으로부터 외측방향으로 각각 15%의 각도로 착수대 길이만큼의 거리까지의 지점이며, 이지점은 착수대 각각의 측면으로 경사도 30%의 표면과 연결된다. (Fig. 1)
- Class UB(모든 방향 이착수가 가능한 등급) 착수대 형태는 어느 방향에서도 이착수가 가능한 원형태로 착수대 중심점으로부터 반경 75m 이상이며, 착수대보호구역은 원형태의 착수대 가장자리로부터 모든 외곽 방향으로 착수대 직경 길이까지 6%의 경사도를 갖는 구역이다.(Fig. 2)

2.3 경량항공기의 착수대

2.3.1 수상 운영 가능 경량항공기 분석

경량항공기는 타면조종형비행기, 체중이동형비행기, 자이로플레인, 경량헬리콥터, 동력패러슈트로 모두 5종류이다. 이들 중 수상에서 캐노피를 펼칠 수 없는 동력패러슈트와 중량제한에 따른 엔진 출력의

한계가 있는 경량헬리콥터를 제외한 3종류(타면조종형비행기, 체중이동형비행기, 자이로플레인)의 경량항공기들은 수상이착륙장 사용이 가능하다.

수상용 경량항공기의 이착수 접지 부분의 형태에 따라 보트형 선체를 갖는 선체형 경량비행정과 육상에서 운영되는 경량항공기 동체에 플로트를 장착한 플로트 수상경량항공기로 분류된다. 또한 보트형 선체를 갖는 것으로는 타면조종형과 체중이동형이 있으며, 플로트 장착이 가능한 것으로는 타면조종형(Bingo, CTSW, J230-D 등), 자이로플레인(ELA 07S., RSUKMT-3 등), 체중이동형(ARV TANARG., TANARG 912 등) 이 있다.

플로트를 장착할 수 있는 경량항공기들에는 최대 이륙중량 450kg에 적용되는 길이 14인치와 최대 이륙중량 600kg에 적용되는 길이 15인치의 플로트가 사용되고 있다. 플로트를 장착할 수 있는 기종들은 전륜형 착륙 장치(Nose Gear Type)를 보유한 경량항공기들이 대부분으로 플로트를 장착하게 될 경우 수륙양용이 모두 가능하다.

수상에서 운영되는 항공기와 육상에서 운영되는 항공기의 커다란 차이점은 브레이크 기능의 유무이다. 수상항공기는 브레이크가 없어 항공기의 피치 자세 및 출력 조종으로 브레이크를 대체하고 있으며, 바람방향과 물의 흐름을 고려하여 속도를 조정하여야 한다. 또한 수면에서 저속 운항할 경우 측풍에 매우 민감하여 항공기의 타면으로 수평 자세유지가 어려우며, 강한 측풍의 경우 바람의 반대방향으로 항공기가 기울어져 날개가 수면에 잠기는 경우가 발생하기도 한다.

수면에서 항공기를 움직일 경우에는 물의 흐름, 파도의 높이와 너울의 길이, 바람의 방향 등을 고려하여야 하며, 수면에서 방향을 바꿀 경우에는 지상에서 보다 회전반경이 커지므로 이를 고려하여 조종하여야 한다.

수상항공기들은 수면에 잠긴 선체(또는 플로트)부분과의 수면효과에 의해 가속이 어려워 날개가 바람에 의한 충분한 양력을 얻으려면 육상항공기에 비하여 활주거리가 더 길어지며, 선체(또는 플로트)가 잔잔한 수면에 달라붙어 이수가 힘든 경우도 발생하여 긴 이수거리가 필요하다. 또한 착수할 경우 잔잔한 수면 때문에 거리를 측정하는 것이 어려워 질 뿐 아니라 수면에 반사된 빛에 의해 착시현상이 생기기도 하지만, 수면효과에 의하여 착수거리는 짧아진다.

2.3.2 경량항공기 이착수 거리 분석

수륙양용으로 제작된 선체형 경량항공기들 중 국내에 도입된 기종은 1대 Super Petrel LS이며, Super Petrel LS의 조종사운항매뉴얼(POH)에서 이륙활주거리(80m), 이수활주거리(120m), 착륙활주거리(120m), 착수활주거리(100m)가 명시되어 있다.[18] 이수활주거리는 이륙활주거리의 150%, 착수활주거리는 착륙활주거리의 84%에 해당된다.

프랑스 수상비행장 설계 기준에서 제시하고 있는 착수대 길이는 항공기 매뉴얼의 이륙활주거리가 착수대 길이의 70% 이상이 되도록 하고 있어 적정 착수대 길이는 이륙활주거리의 143% 이상이다.

이를 기반으로 국내에 등록된 경량항공기들의 표준해면고도에서 이수활주거리(이륙활주거리의 150%) 및 착수활주거리(착륙활주거리의 84%)를 적용하면 아래와 같다.

- 타면조종형비행기 이수활주거리 : 53~339m
- 타면조종형비행기 착수활주거리 : 43~247m
- 체중이동형비행기 이수활주거리 : 98m
- 체중이동형비행기 착수활주거리 : 55m
- 자이로플레인 이수활주거리 : 150~250m
- 자이로플레인 착수활주거리 : 17~26m

2.3.3 착수대의 안전 확보 방안

수상이착륙장의 착수대는 경량항공기가 이착수하는데

사용되는 공간으로 수상레포츠가 운영되는 수면을 공유하여 사용하므로 기본적인 안전 확보가 필요하다. 육상이착륙장의 경우 활주로의 바람정보를 조종사에게 알려주는 풍향지시기를 기본적으로 설치하게 되어있으나, 수상비행장의 경우 착수대의 위치에 따라 바람정보를 제공하여 주는 풍향지시기의 설치가 오히려 이착수하는 항공기에 장애물로 작용하는 경우가 발생하기도 한다. 따라서 미국, 영국, 캐나다 등의 항공선진국들의 수상비행장 기준에는 풍향지시기를 필수시설로 분류하고 있지는 않지만, 프랑스에서는 육지에 인접한 경우나 내륙 수역에 한하여 설치를 의무화 하고 있다. 수상이착륙장의 착수대가 육지에 인접한 경우 또는 내륙 수역에 위치한 경우에 한하여 풍향지시기를 설치할 필요가 있다.

수상경량항공기의 최대이륙중량은 650kg 이하로 경사대 또는 이동형 경사대를 사용하여 자체추력으로 지면으로 진입할 수 있으며, 또한 수상경량항공기는 대부분 트레일러에 탑재하여 육상운송이 가능하고, 대부분 수륙양용으로 제작되어 수면위에서 정박을 필요로 하지 않으므로 수상레포츠와의 안전 확보를 위하여 경량항공기를 수면에서 정박하지 않고 지면에서 탑승하는 무정박 개념을 적용 할 필요가 있다.

수상항공기의 경우 이착수시 바람, 파도, 유속, 너울 등을 고려하여 조종사가 방향을 선택하여야 하므로 360° 모든 방향에서 사용이 가능한 원형착수대가 권장되며, 이에 대한 설치가 어려운 경우 충분한

Table 1. Compare with estimate water landing & takeoff roll distance of Light sport aircraft

기종	이륙활주거리(m)	착륙활주거리(m)	*이수(m)	**착수(m)
† Bingo	35	50	52.5	42.5
† CTLS HL Advanced	165	290	247.5	246.5
† CTSW	200	185	300	157.25
† Harmony LSA	210	180	315	153
† J-200	200	200	300	170
† J230-D	226	141	339	119.85
† Savannah VG	35	50	52.5	42.5
†† ARV TANARG	65	65	97.5	54.6
†† TANARG 912	65	65	97.5	54.6
††† ELA 07S	100	30	150	25.2
††† RSUKMT-3	170	20	255	16.8

* : 예상되는 이수활주거리로 이륙활주거리의 150% 해당

** : 예상되는 착수활주거리로 착륙활주거리의 84% 해당

† : 타면조종형비행기

†† : 체중이동형비행기

††† : 자이로플레인

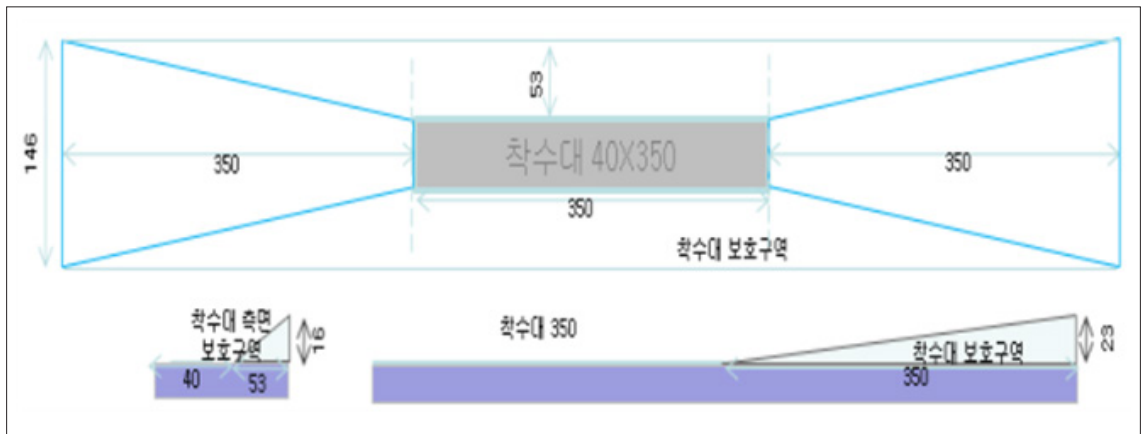


Fig 3. Rectangle type Sea Lane & Sea Lane Protection Zone

착수대 길이를 확보하여야 하므로, 직사각형 형태의 착수대를 설치할 경우 국내 도입된 경량항공기의 특성을 고려하여 표준해면고도에서 착수대의 길이는 350m 이상이 되어야 한다. 또한 수상이착륙장에 대한 프랑스 기준에서는 고도 1,000ft 증가에 따른 착수대의 길이는 7%의 증가분을 적용하도록 하고 있다. 즉 고도 1,000ft의 호수위에 착수대를 설치할 경우, 착수대의 길이는 350m에 고도에 따른 증가분 7%를 적용하면 375m 이상이어야 한다.

착수대의 위치는 수영을 즐기는 사람 또는 선박의 입출항으로 부더의 안전성확보를 위하여 바다 또는 강의 선착장으로부터 300m 내에 설치를 제한하여야 한다.

착수대의 수심은 운영되는 항공기의 종류에 따라서 차이가 있으나, 프랑스 기준에서는 단발항공기의 경우 1m 이상으로 정하고 있고, 일반적으로 경량항공기가 수면에 잠기는 최대 깊이가 수평상태에서 0.2 ~ 0.5m이며, 착수하여 피치를 들어 속도를 줄일 경우에도 0.8m 미만으로 국내에 착수대를 설치할 경우 수심은 1m 이상이어야 한다.

착수대의 길이에 대한 안전성 확보는 운영되는 항공기 중 이착수거리가 가장 긴 항공기에 적합하여야 한다. 국내 도입된 경량항공기의 경우 최대이착수거리가 350m 이하이므로, 직사각형 착수대의 경우 길이 350m 이상 폭은 육상비행장의 착륙대 개념을 포함한 40m 이상이어야 하며, 모든 방향에서 사용이 가능한 원형 착수대의 경우 중심으로부터 반경 175m 이상으로 설치하여야 한다.

육상이착륙장의 경우 국토교통부 고시인 ‘이착륙장 설치 및 관리 기준’과 ASTM F2507에서는 경량

항공기의 진출입지역의 장애물들로부터 안전성을 확보하기 위해 활주로보호구역이 설치되어 있다.[19, 20] 그러나 프랑스 수상이착륙장 기준에서는 바람 및 물결에 대한 안전성을 고려하여 착수대 전후방을 비롯하여 좌우 측면까지 착수대보호구역으로 정하고 있으므로 이를 적용할 필요가 있다. 착수대를 350m로 적용할 경우 착수대보호구역의 길이는 350m 이상으로 착수면 시단으로부터 외곽 350m 거리까지 6%의 경사도로 외측은 23m의 높이를 갖으며, 착수대보호구역의 폭은 착수대 측면 연장선상으로 부터 외측방향으로 각각 15%의 각도로 350m까지의 지점으로 폭이 146m이고, 이지점은 착수대 좌우 측면으로 30%의 경사도를 갖는 측면 착수대보호구역으로 외측은 16m의 높이를 갖고 연결되도록 하여야 한다(Fig. 3). 원형 착수대의 착수대보호구역은 착수대 가장자리로부터 외곽으로 350m까지 연장되므로 중심으로부터 반경 525m이며, 경사도는 착수대 가장자리에서 시작하여 외곽으로 15(수평) : 1(수직)로 구성된다(Fig. 4).

국내에 도입된 이착수가 가능한 모든 경량항공기들이 사용할 수 있는 착수대의 안전성확보를 위해서는 최소한 아래와 같은 조건들을 충족하여야 한다.

- 착수대가 육지에 인접한 경우 또는 내륙 수역에 위치한 경우 지면에 풍향지시기 설치(원형 착수대 설치가 가능한 바다나 호수의 경우는 예외)
- 수면에서 정박하지 않고 지면에서 탑승하는 무정박 개념 적용
- 착수대 위치는 바다 또는 강의 선착장으로부터 300m 외곽에 설치

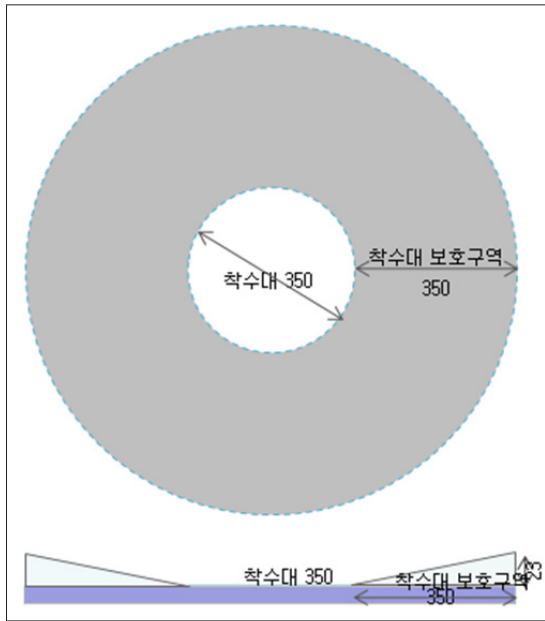


Fig 4. Omni direction type Sea Lane & Sea Lane Protection Zone

- 착수대 형태가 직사각형의 경우 길이는 350m 이상 폭은 40m 이상(Fig. 3)
- 원형 착수대의 경우 반경 175m 이상(Fig. 4)
- 착수대 수심은 1m 이상
- 직사각형 착수대의 경우 착수대보호구역은 착수대 전후방(경사도 6%) 350m 이상, 착수대 좌우 측면(경사도 30%) 53m 이상(Fig. 3)
- 원형 착수대의 경우 착수대보호구역은 외곽(경사도 1/15)으로 350m이상(Fig. 4)

III. 결론

경량항공기 이착륙장은 육상과 수상으로 항공법규에서 분류하고 있다. 2014년 7월 국토교통부 고시로 '이착륙장 설치 및 관리기준'이 제정되었으나 육상이 착륙장에 국한되어 있으며, 다양한 항공활동을 위하여 수상이착륙장에 대한 기준이 요구되고 있다.

본 연구에서는 우리나라에서 운영되었던 수상이착륙장의 사례, 해외 수상이착륙장 운영 및 인가 사례, 해외 수상이착륙장 기준, 수상 운영 가능 경량항공기 종류 및 이착수 거리 등에 대한 분석을 통하여, 우리나라에 적합한 수상이착륙장의 핵심요소인 착수대

및 착수대보호구역의 안전성 확보 방안에 대하여 제시하였다.

경량항공기 5종류 중 수상이착륙장을 사용할 수 있는 경량항공기는 타면조종형비행기, 체중이동형비행기, 자이로플레인으로 3종류인 것으로 분석되었고, 착수대의 안전성확보를 위해서는 풍향지시기 설치, 수면에서의 무정박, 선착장과 300m 이격, 착수대 길이 350m 이상, Fig. 3과 Fig. 4에서 제시한 착수대 및 착수대보호구역이 필요한 것으로 분석되었다.

우리나라 항공레저 활성화를 위하여 국내 지형 특성 및 운용 현실 등을 고려한 경량항공기 운용조건에 대한 지속적인 연구가 필요하며, 또한 항공 산업 육성을 위한 정부 주도의 수상이착륙장 기준마련 등의 정책이 진행되어야 할 것이다.

Reference

- 1) Regulations of the Airpark installation and management, in the Korean, 2014. 7. 15.
- 2) D.W.Shin, G.M.Lee, The study of the possibility Emergency Landing for LSA in Marado, Journal of korean society for aviation and aeronautics, Vol. 24, No.3, 2016, pp.17-23
- 3) Standard for Aerodrome Physical Characteristics and Markings, 2016. 12. 30.
- 4) ASTM F2507-05, Standard Specification for Recreational Airpark Design, 2005. 12. 5.
- 5) DGAC, Arrêté du JO(Journal Officiel de la Republique Francaise) du 13 mars 1986 Conditions dans lesquels un hydravion peuvent atterriret et décoller sur un plan d'eau autre qu'une hydrobase, Journal Officiel de la Republique Francaise, p.4839, 1986. 3. 19.
- 6) FAA, Advisory Circular 150/5395-1 Seaplane Bases, 1994. 6. 29.
- 7) DGAC, ITAC(Instructions techniques sur les aérodromes civiles), Chapitre 13. Aerodromes à caractéristiques spéciales. 2001. 10.
- 8) ARRETE PREFECTORAL №304/2015, PORTANT CREATION D'UNE HYDROSURFACE TEMPORALRE SUR L'ETANG DE BERRE AU DRIOT DU LITTORAL DE LA COMMUNE DE

- MARTIGUES, Toulon, 2015. 12. 17.
- 9) ARRETE PREFECTORAL №79/2014, PORTANT CREATION D'UNE HYDROSURFACE EN MER EN BAIE DE LA CIOTAT, Toulon, 2014. 5. 16.
 - 10) ARRETE PREFECTORAL №192/2013, PORTANT CREATION D'UNE HYDROSURFACE TEMPORALRES EN GRANDE ET PETITE RADE DE TOULON, Toulon, 2013. 9. 24.
 - 11) ARRETE №2009/05, PREFECTURE MARITIME DE L'ATLANTIQUE, Brest, 2009. 2. 26.
 - 12) ARRETE №2014213/0013, REGLEMENT PARTICULIER DE POLICE DE LA NAVIGATION DE PLAISANCE ET DES ACTIVITES SPORTIVES ET TOURISTIQUES SUR LE LAC AMANCE DANS LE DEPARTMENT DE L'AUBE, 2014. 2. 13.
 - 13) ARRETE №2009-43-47, DIRECTION DES LIBERYES PUBLIQUES ET DES COLLECTIVITES LOCALES BUREAU DES ELECTIONS DES ASSOCIATIONS ET DE LA REGLEMENTTATION GENARALE, PREFECTURE DE L'AVEYRON, 2009. 2. 12.
 - 14) ARRETE PREFECTORAL №022/2011, PORTANT CREATION A TITRE PERMANENT DE QUATRE PLATES-FORMES ULM DANS LE GOLFE JUAN, Toulon, 2011. 4. 11.
 - 15) ARRETE №2010-70-5, PORTANT AUTORISATION DE CREATION D'UNE HYDROBASE ULM SUR LA COMMUNE DE BELLEGARDE, NIMES, 2011. 3. 11.
 - 16) DGAC, Arrêté du 13 mars 1986 fixant les conditions dans lesquelles les aérodynes ultralégers motorisés, ou U.L.M., peuvent atterrir et décoller ailleurs que sur un aérodrome, Journal Officiel de la Republique Francaise, p.4840, 1986. 3. 19.
 - 17) Pasccal PARPAITTE, Conception Des Hydrobases et Des Hydrosurfaces, 2012.
 - 18) EDRA aeroautica, Super Petrel LS, Pilot Operating Handbook, 2010. 4. 16.
 - 19) D.W.Shin, W.Y.Kim, The Study on the Runway Safety Area for the Light Sport Aircraft, Journal of korean society for aviation and aeronautics, Vol. 21 No.3, 2013, pp.41-45
 - 20) D.W.Shin, H.C.Shin, The Study on the Minimum Requirements for the Design of an Airpark used in Light Sport Aircraft Operations, Journal of korean society for aviation and aeronautics, Vol. 17 No.2, 2009, pp.18-22