

# 소형 위그선의 실용화를 위한 고찰

신 명 수/한국해양연구원 해양운송시스템연구소

## 1. 서 론

본고는 소형 위그선의 실용화에 대하여 논의한다. 10여년 전부터 위그선의 효용성에 대하여 많은 논의가 있었으며, 많은 개념설계 및 가능성 연구가 수행되어 왔지만, 이렇다할 실용화된 제품은 출현하고 있지 않다.

그러나, 최근 급격히 수요가 제기되고 있으며 상용화의 가능성이 높아지고 있다. 소형 여객선, 관광용, 레저용 선박이 그 대상이다. 수요가 제기되고 있는 곳의 공통적인 특징은 육지로부터 중장거리이며 수송 여객 및 물량 규모가 크지 않아 지정학적, 경제적으로 선박 또는 항공기의 투입이 어려운 지점이라는 것이다.

본고는 위그선의 기본적인 사항에 대하여 논하고, 용도 및 앞으로의 활용방안에 대하여 논의한다. 또한, 국내외 개발현황 및 최근 개발된 4인승급 위그선의 성능에 대하여 소개한다.

### 1.1 위그선(WIG선 : Wing-In-Ground Ship)이란?

1976년 카스피해에서 물위에 떠서 시속 550Km/h로 항주하는 괴물체가 스파이 위성

에 의하여 발견되었다. 이 위성에 찍힌 사진을 그림 1에 보인다(1). 당시의 상식으로는 배가 아무리 빨라도 550Km/h로 항주할 수는 없었기 때문이다. 서방의 군사전문가는 이 물체를 SEA MONSTER로 명명하고, 이 괴물체의 정체를 파악하기 위해 분주하였다. 이 괴물체가 미래형 해상수단으로 각광을 받고 있는 위그선이다.



그림 1 미국의 스파이 위성에 찍힌 Sea Monster 사진(1)

지면 효과(Ground Effect)를 이용한 위그선은 러시아에서 최초로 군사 목적으로 개발되어 서방세계에 알려지게 되었다. 러시아에

서는 1960년대부터 군용으로 독자적인 개발을 시작하였으며 2인승의 소형으로부터 배수량 550톤급의 대형 위그선까지 10척의 위그선을 시리즈로 제작하여 연구를 수행하였다. 1970년대에는 배수량 550톤, 최고속도 550Km/h, 850명의 군병력 수송이 가능한 위그선을 개발하는데 성공하였으며 이것이 전술한 SEA MONSTER이다.

## 1.2 지면효과(Ground Effect)

지면효과는 물속을 달리는 수중익이 수면에 근접할수록 효율이 떨어지는 반면, 공기중을 항행하고 있는 날개는 수면에 가까워질수록 효율이 향상된다는 원리이다. 즉, 양력은 증가하지만 저항은 그다지 증가하지 않는다. 원인은 다음과 같다.

첫째는, 양력이 크게 증가한다. 익면이 지면에 근접하면, 날개 밑부분에 공기가 갇히는 현상이 발생하여 양력이 증가한다. 그림 2는 장폭비 1이며, 코드길이 10% 높이의 익단판이 부착된 NACA단면의 계산결과를 보여주고

있다[2]. 지면으로부터의 높이(h)를 코드길이(c)로 무차원화 한 양인 h/c가 점점 작아지면, 날개 밑면의 압력이 높아져 양력이 증가한다. h/c가 0.1(높이가 코드길이의 10%)이면 양력이 두배 이상 증가되어 있음을 알 수 있다.

둘째는, 저항의 증가량이 양력의 증가량에 크게 못미친다. 그림 2의 우측 상단이 저항곡선인데, 높이가 낮아짐에 따라 저항은 10% 정도의 증가량을 보이고 있다. 지면효과를 받으면 양력은 2배이상 증가하고, 저항은 10%정도 증가한다. 즉, 양항력비가 두배 가까이 좋아진다.

장폭비(Ar:Aspect Ratio = s/c, s:span, c:chord) 변화에 따른 지면효과와 변화를 살펴보면 다음과 같다[3]. 그림 3은 높이 변화에 따른 장폭비 3과 6 익면 양항력비(L/D)의 변화량이다. 그림에서 알 수 있듯이 장폭비가 커지면 양항력비 면에서 유리하다. h/c 0.1에서 양항력비(L/D)는 장폭비 3인 경우 2, 6인 경우 2.5정도 인 것을 알 수 있다. 그러나, h/c가 코드길이로 무차원화 되어 있음에 유의해야

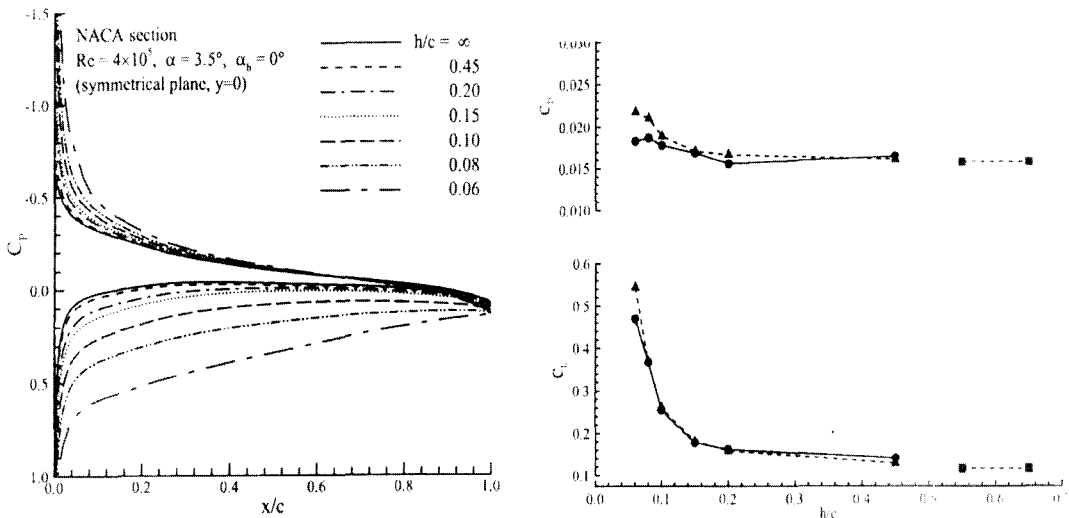


그림 2 장폭비 1인 NACA단면 주위 유장계산결과[2]  
(좌: 높이변화에 따른 압력분포, 우: 높이변화에 따른 양력, 항력계수 변화)

한다. 같은 익면적인 경우 장폭비를 키우면 상대적으로 코드길이가 작아지고, 무차원량인  $h/c$ 가 커져 양항력비 증가분을 상쇄시킨다. 다만, 장폭비가 큰 날개는 상대적으로 높은  $h/c$ 에서도 지면효과를 받는다는 점이 중요하다.

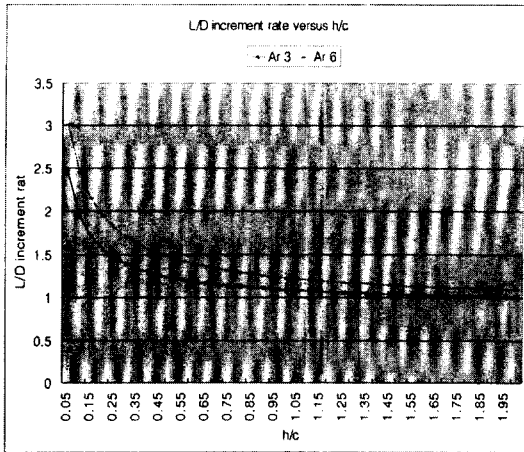


그림 3 높이변화에 따른 장폭비 3, 6익면의 양항력비 변화(3)

### 1.3 수송효율

위그선이 차세대 초고속 해상수송수단으로 각광을 받고 있는 이유는 수송효율 때문이다. 그림 4는 Karman-Gabrelli의 수송효율 도표이다(1). 이 도표는 지금까지 개발된 수송수단의 속도-양항력비를 나타낸 것으로서, 현재까지 개발된 수송수단은 모두 Karman-Gabrelli선(이하 K-G선) 밑에 위치한다. 이 선이 공학적인 수송 효율의 한계선이며, 이 선에 근접하면 효율이 좋다고 할 수 있다. 저속에서는 300이상의 양항력비를 가진 대형선박(도표에서는 ship)이 효율이 우수하며, 100km/h부근에서는 기차가 양항력비 100정도로, 500km/h이상에서는 항공기가 양항력비 10~20의 범위로 효율이 우수함을 알 수 있다.

배수량선(도표에서는 ship)은 30km/h이하의 속도에서 효율이 우수하나, 그이상의 속도

에서는 효율이 저하된다. 최근 인기가 있었던 초고속선(도표에서는 hovercraft, hydrofoil)은 50~100km/h범위에서 양항력비 10이하이다. 같은 속도에서 기차가 100이상, 자동차가 30부근임을 감안하면 매우 적은 수치이다. 즉, 수송효율이 기차나 자동차에 비해 3배 이상 낮으며, 이것이 초고속선의 치명적 약점이다. 이 약점을 극복하기 위해 초고속선의 대형화가 중요하며 이를 위해 최근 많은 연구개발이 진행되고 있다.

이 도표를 자세히 보면 K-G선을 따라 고효율의 수송수단이 개발되어 있지만, Delta Zone 영역의 수송수단이 없음을 알 수 있다. 속도 100~500km/h, 양항력비 10~40의 영역이다. 이 도표는 이 영역의 수송수단의 출현을 예고하고 있다. 국내외에서 개발에 몰두하

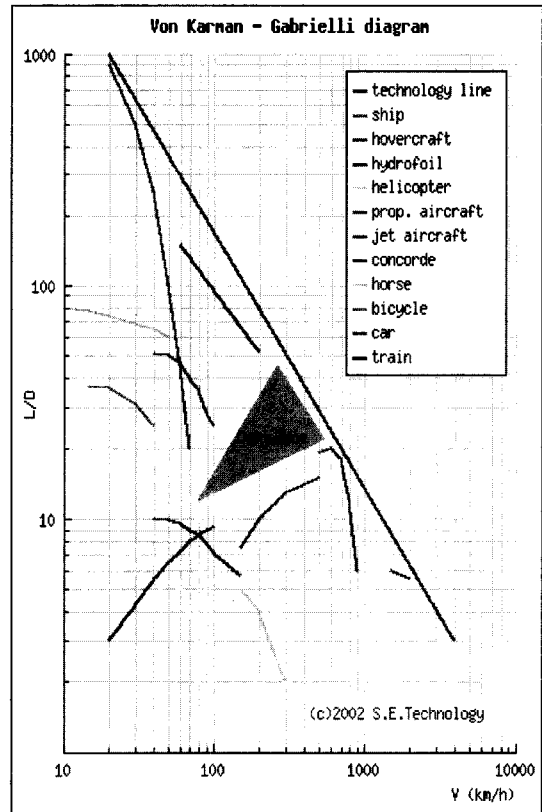


그림 4 Karman-Gabrelli 수송효율 곡선(1)

고 있는 내륙수송수단인 자기부상 초고속 열차가 그 일례이다. 항공분야의 저속화, 고효율화가 달성된 수송수단의 출현도 기대된다. 해상에서 이 속도의 영역으로 항주할 수 있는 선박은 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에 의하여 선박으로 분류된 위그선이 유일하며, 이것이 조선인이 관심을 갖고 개발해야 할 자명한 이유이다.

#### 1.4 위그선의 장단점

위그선은 지면효과를 이용할 수 있으면, 초원, 설원, 육지위에서도 주행이 가능하다. 실제로 위그선은 육지에서 출발하여 바다로 이동한후 바다위에서 이착륙하기 때문에 항공기에 필요한 활주로 시설과 배와 같은 항만시설의 대단위 투자가 필요없게 되며 기존 설비의 사용도 가능하다.

또한, 위그선은 항공기와 비교하여 대형 사고 발생 가능성이 거의 없이 안전하다는 것도 큰 장점이다. 항공기의 경우 운항중 또는 이착륙시 발생한 사고는 대형의 재난으로 연결되나, 위그선의 경우는 항주중 장애를 일으키더라도 해면에서 5미터 이내로 낮게 떠서 항주하기 때문에 대형 재난의 가능성이 거의 없다.

항공기는 엔진의 출력, 활주로의 길이 등 대형화에 따른 제약을 갖고 있으나 위그선은 해상에서 이착륙하기 때문에 활주로의 길이에 따른 제약이 없어 기존의 항공기보다 대형화가 유리하다. 또한, 위그선은 항공기보다 제작이 용이하고 무게의 제한이 적기 때문에 기존의 선박용 자재를 사용하여 제작이 가능하며 고가의 항공기 소재를 사용하지 않아도 건조가 가능하며 선가가 항공기에 비해 저렴하다는 장점이 있다.

전술한 바에 의하면 위그선이 항공기와 선박의 장점을 갖고 있는 것처럼 보이지만 실제적으로 양쪽의 단점도 모두 갖고 있다. 이착

수시의 자세 안전성 확보는 항공기와 같은 수준으로 요구되며 항주시, 지면효과를 받는 영역에서의 안정성 확보는 항공기에 비하여 오히려 어려운 것으로 판단된다.

또한, 이수시의 속도는 선박으로는 상상이 어려운 Fn(Froude Number)수 2이상의 영역으로서 파랑에 의한 부가저항이 크고 내항 성능의 확보가 매우 어려운 속도영역이다. 이를 극복하기 위해서는 최첨단의 초고속선 설계 기술이 확보되어야 한다.

결론적으로 위그선의 개발을 위해서는 조선 항공분야의 요소기술을 결합하여 단점을 극복하고, 장점을 유지시키는 시스템 인테그레이션 기술이 중요하다.

## 2. 해외 개발현황

### 2.1 러시아[4]

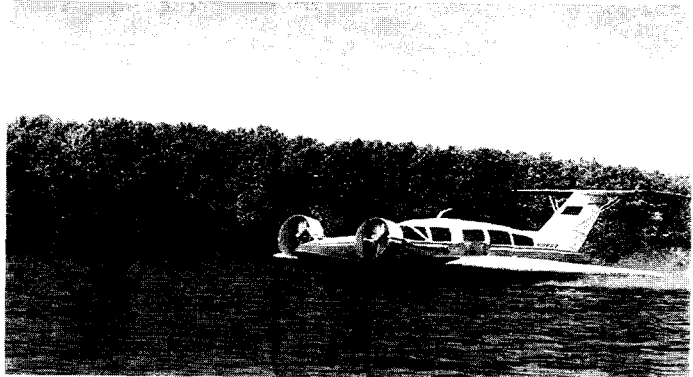
러시아는 1960년대부터 군사목적으로 위그선을 개발한 결과, 초고속으로 항해할 수 있고, 활주로 없이 수면에 직접 이착륙하여 적의 레이더에 노출되지 않는 특성을 보이는 위그선을 확보하여 군수물자 수송용, 대 잠수함 작전용, 상륙지원용, 해상구난용으로 사용하였다[4].

러시아에서 1960년대에 개발된 수중익선(Hydrofoil)은 일반 배수량 선박보다 2~3배 빠른 속력을 얻을 수 있었으나, 수중익에 발생하는 공동현상(cavitation)에 대한 기술적 문제로 최고속력이 55~65노트 수준이다. 공기부양선(Air Cushion Vehicle)을 개발하여 수중익선의 기술적 한계를 극복해 80~100Kts의 최고속력을 얻을 수 있었으나, 고속에서 운동자세 불안정이라는 기술적 한계를 극복하지 못하고 있다.

공기부양선의 정적인 공기부양 대신에 속도에 의해 발생하는 동적인 공기부양을 이용하는 발상에서 위그선이 개발되기 시작하였다. 1960년 이전에 개념연구 단계에 착수하여

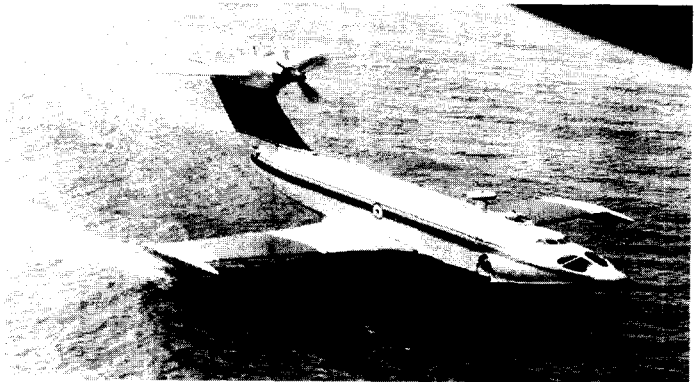
Volga-2	
Length	11.43m
Width(span)	7.63m
Height	3.32m
Payload	800kg (8명)
Range	500km
Cruise speed	120km/h
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶1985년 건조</li> <li>▶눈위나 늪지대에 강함</li> <li>▶뛰어난 안정성으로 현재 상용화</li> </ul>	

Volga-2



Orlyonok	
Length	58m
Width(span)	31.5m
Height	16m
Take-off Weight	110ton
Payload	30ton이상
Range	2000km
Cruise speed	400km/h
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶1973년 첫 건조</li> <li>▶해군 상륙함으로 사용</li> <li>▶현재 퇴역후 여객선, 수송선으로 사용 계획</li> </ul>	

Orlyonok



KM Series	
Length	92~106m
Width(span)	32~40m
Height	22m
Take-off Weight	495~540ton
Payload	1개대대병력 수송가능(80톤)
Range	1500km
Cruise speed	430km/h
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶1966년 군사용으로 건조</li> <li>▶미국의 인공위성에 의해 발견 (당시 Caspian Monster로 유명)</li> <li>▶1980년 저출력 이륙중 파손</li> </ul>	

KM Series



Lun	
Length	73m
Width(span)	45m
Height	20m
Take-off Weight	380ton
Payload	60톤이상
Range	2500km
Cruise speed	500km/h
▶1983년 건조	
▶미사일 발사용 함정으로 사용	
▶구 소련 붕괴후 퇴역	
▶현재 북극해에서 구난정으로 사용.	

Lun

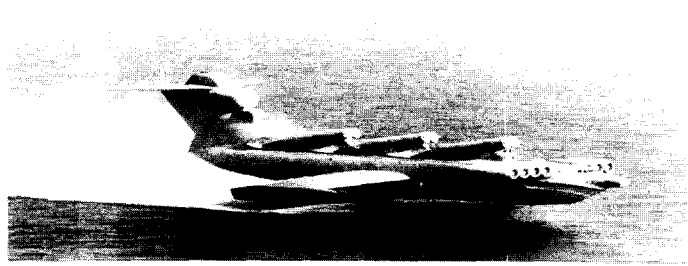


그림 5 대표적인 러시아 위그선

1970년대 중반에는 위그선의 실용적인 응용설계 단계로 접어들었으며 1963년에서 1965년까지 제1세대 최초의 시험선인 KM(Caspian Sea Monster)은 540톤급 대형 위그선으로 선수에 출발용 터보제트엔진 8대와 선미 수직익에 순항용 터보제트엔진 2대가 장착되어 약 15년간 운용되었다.

1972년에 건조된 Orlyonok는 140톤급 중형 위그선으로 가장 성공적인 작품으로 평가되고 있으며 1985년에 시운전된 Lun은 400톤급으로서 전술한 KM을 개량 발전시킨 것으로서 1987년 유도탄 함정으로 실전 배치되었다. 크기별 대표적인 러시아의 위그선을 그림 5에 보인다.

## 2.2 독 일

1960년에서 1970년대에 A. Lippisch가 연구한 Lippisch-Wing 형태의 X-112, 113, 114형 위그선을 개발하였다. 그중, X-114형은 1977년 RFB사가 서독 정부의 지원하에 개발한 6인승 순시 및 인명구조용 위그선이다.

이후, 80인승의 위그 여객선의 상품화를 목표로 국가의 지원을 받아 2개의 각각 독립된

기관에서 연구 개발중이다. Fischer Flugmechanik사에서는 Proto type으로서 HW-2VT를 개발하였고, Techno Trans E.V. 사에서는 VT-01모델을 제안하였다. 모두 2인승 급으로서 시운전을 성공적으로 수행하였다.

가장 성공적인 모델로 평가되는 것이 HW-2VT Hoverwing이다. 추진기의 후류를 포획하여 표면효과선과 같은 구조를 갖는 선체에 공기를 공급한다. 이수시 표면효과선과 같은 성능을 갖기 때문에 정수에서의 이수에는 효과적이라고 판단되나, 파랑중의 성능에는 의심의 여지가 많다.

## 2.3 중 국

해양설계연구소(MARIC)에서 1985년 PAR-Wing(Power Augmented Ram-Wing) 형태의 Type-751을 개발하였으며 최근 20인승급 위그선을 건조하여 관광용으로 호수에서 운항중이다. 이 선박은 기본적으로 러시아의 Volga-II(그림 5)와 같은 형상을 지녔으며 내항성능이 취약하여 해상용으로는 사용이 어렵다.

또한, 중국 선박과학센터(CSSRC)에서는 1992년 4인승 XTW-1과 1995년 14인승 XTW-2를 개발하였으며, 현재 20인승급 실용화를 목표로 연구개발 중에 있다.



그림 6 HW-2VT Hoverwing

### 3. 위그선의 용도

#### 3.1 물류 수송

위그선의 개발과 실용화가 이루어지면 해상 물류체계의 혁신으로 물류비용을 절감할 수 있고, 조선·항공산업의 발전에 기여할 수 있다. 개발된 위그선의 많은 수요가 예상되는 지역으로는 Sea-Air-Land가 인접한 지역 또는 Sea-Air-Land의 복합운송지역으로 극동아시아지역, 지중해지역, 카리브해지역 등을 들 수 있다. 특히 극동아시아 물류의 중심지인 우리나라의 경우 영종도 신공항의 건설로 hub port가 될 영종도 신공항을 중심으로 새로운 물류수송체계가 정립되어야 하며, 위그선의 새로운 역할이 기대된다 [5].

예를 들면 인천→중국의 경우 위그선의 소요시간은 그림 7에서 보는 바와 같이 2~4 시간으로 기존의 선박과는 차별화되며 항공기와도 대등한 조건을 가지므로 신공항과의 연계수단으로 매우 적합하다. 특히 공항설비가 없는 중국의 위해, 연태, 청도, 대련 등지와 의 여객 및 항공화물의 연계수단으로는 매우 적합하다.

또한 국내의 경우(통일후) 신의주, 평양,

해주, 군산, 목포 등 서해안지역의 승객 및 항공화물은 김포공항(국내선)을 경유하여 신공항으로 이동하는 것보다는 위그선을 이용하여 직접 신공항으로 접근하는 것이 효율적이며 또한 시간을 많이 절약할 수 있다.

#### 3.2 해양 레저, 관광

20인승급의 소형 위그선은 관광용으로 적합하다. 세계적으로 도서군도의 관광은 선박 또는 소형항공기에 의지하고 있다. 선박은 속도가 느리다는 단점이 있고, 항공기는 고가이며 일반인이 마음놓고 이용하기에는 위험하다는 인식을 갖고 있다. 이러한 지역은 고속이며 안전한 위그선에 의한 관광상품이 개발될 가능성이 매우 높다. 100km/h를 상회하는 고속으로 도서지역을 관광하면서 낮은 고도에서의 운항은 항공기 또는 선박이 줄 수 없는 새로운 묘미를 제공할 것이다.

12인승급 이하의 위그선은 레저용으로 용도가 다양하다. IMO규정에 의하여 13인승급 이상은 여객선으로 규정되어 있으나, 12인승 이하의 위그선은 동급의 레저용 모터보트에 대응하는 자격요건 및 등록조건을 갖추고 초경량 항공기의 조종기술만 갖추면 된다. 4인승급 이상이면 중형항공기로 취급되어 고가의 가격과 면허, 정비, 등록을 요하는 항공기에 비하면 이것은 위그선의 새로운 장점이다. 이 급의 위그선은 많은 레저산업을 창출할 것이다. 최근 관심이 있는 수요자와 논의한 결과 낚시, 체험비행, 관광, 레저등 항공기로 상상할 수 없는 중저가의 레저상품 개발이 가능한 것으로 확인되었다.

#### 3.3 도서지방의 공공복지

도서지방의 고속여객 수송으로 낙도 1일 생활권화를 꾀한다. 우리나라는 연안으로부터 100km이내에 많은 섬이 위치하고 있다. 이 섬들의 교통 또한 열악하다. 육지로부터 운항

구 간	거 리	소 요 시 간 (200km/hr 기준)
인 천 - 위 해	290 Mile	2.3 hr
인 천 - 청 도	330 Mile	2.7 hr
인 천 - 대 련	288 Mile	2.3 hr
인 천 - 천 진	460 Mile	3.7 hr
인 천 - 상 해	506 Mile	4.1 hr

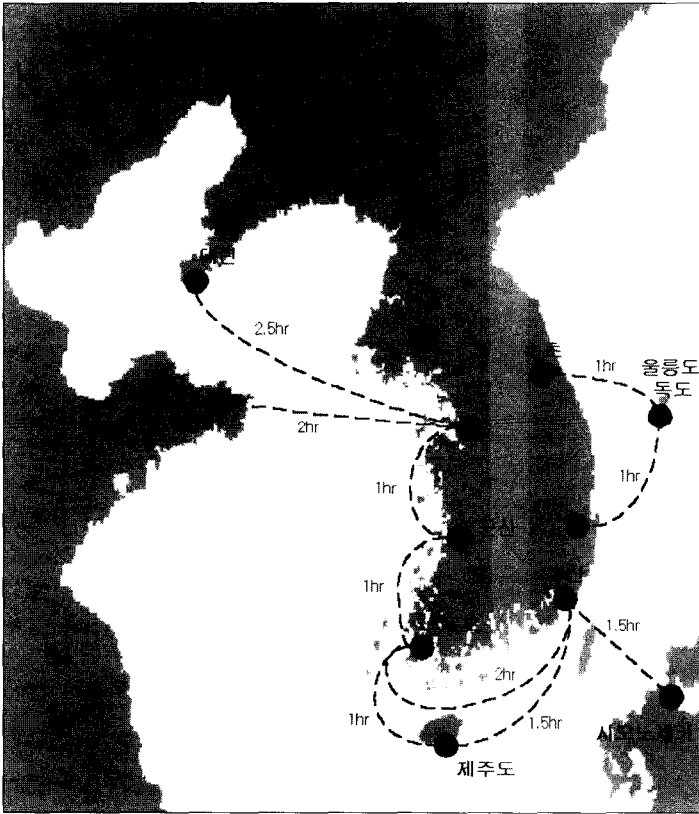


그림 7 국내 연근해 위그선 운행시간

되는 여객선의 속도가 통상 7노트, 시속 10km/h 안팎이다. 또한 접안시설이 빈약하여 대형선박의 접안이 어려워 소형선박으로 매일 또는 격일제로 선박이 운항되고 있다. 이런 지역은 시속 100km/h급 위그선으로 편도 한시간 이내의 거리로서, 위그선이 보급될 경우 수많은 섬과 육지를 일일생활권으로 묶을 것이다. 이것은 새로운 레저, 관광상품의 창출로 연결될 것이며, 소형 위그선이 투입될 경우

1~4미터 정도로 유지하지만 조난해역 도착 시에는 고도를 300미터 이상으로 상승시켜 탐색활동을 할 수 있기 때문에 일반 구조용 항공기의 임무를 수행할 수 있게 된다. 이후, 생존자를 발견하게 되면, 해상에 착수하여 생존자를 직접 구조할 수 있다. 이처럼 위그선은 탐색 및 구조에서 항공기와 구조함이 할 수 있는 우수한 기능을 한꺼번에 지니기 때문에 해양에서의 탐색 및 구조에 매우 적합하다.

에는 영업용 택시 개념의 운항도 가능하다.

또한, 위그선이 관광선으로 사용될 경우 응급환자 수송, 긴급 화물운송, 해난사고에 대한 신속한 대응과 해양순찰 강화로 낙도민을 보호하고 공공복지에도 기여할 수 있다.

### 3.4 탐색 및 구조[6]

항공기는 신속하게 조난 사고 위치에 도착하여 광범위한 구역을 신속히 탐색할 수 있는 능력 때문에 위치확인을 위해 가장 좋은 수단이 되고 있다. 위치 확인 후, 항공기는 생존자가 생명을 유지할 수 있도록 보급품이나 생존장비를 투하한다. 이후, 대부분의 경우에는 헬리콥터 또는 구조함이 생존자를 구조하게 된다. 구조함은 항공기 만큼 신속히 광범위한 구역을 탐색할 수가 없고 효과적인 시각탐색을 할 수 있는 범위가 제한된다. 따라서 탐색 및 구조시 구조함과 항공기가 협동으로 구조를 수행하게 된다.

탐색 및 구조용으로 위그선을 사용하면, 이동시에는 해면효과를 이용하기 위하여 고도를



#### 4. 위그선 개발을 위한 에어기술

위그선의 개발을 위해서는 시스템종합 설계 기술, 저항추진기술, 조종 내향성능기술, 구조기술, 엔진 및 기자재분야의 기술확보가 필요하다. 각 분야의 필요 요소기술을 종합한 Technology Tree를 그림 8에 보인다.

위그선의 개발을 위해서는 시스템 종합기술이 무엇보다 중요하다. 저항추진분야와 조종 내향성능은 조선과 항공의 요소기술을 접목하여 확보하여야 한다. 전술한 바와 같이 위그선은 선박으로 취급되며, 이의 장점을 살리기 위해서는 선박 및 기계분야의 구조기술, 엔진

기자재 기술을 사용하여야 한다.

위그선 역시 경량화의 어려움을 안고 있으므로 각분야의 요소기술을 유기적으로 결합하여 최종적인 선택 또는 개발방향을 설정하는 것이 무엇보다도 중요하다. 경량화를 위해 항공분야의 기술 및 장비를 사용하고, 해상에서 꼭 필요한 안전장구, 앵커 등의 설비를 갖추면 개발 또는 건조비용이 오히려 항공기보다 비싸지게 된다. 위그선의 운항고도가 낮아 항공기에 비해 승객의 안전은 어느 정도 자연적으로 확보되어 있다는 이점을 최대한 이용하고 비교적 중저가의 조선, 기계분야의 기자재를 사용하며 이로 인한 중량 증가분을 각분야

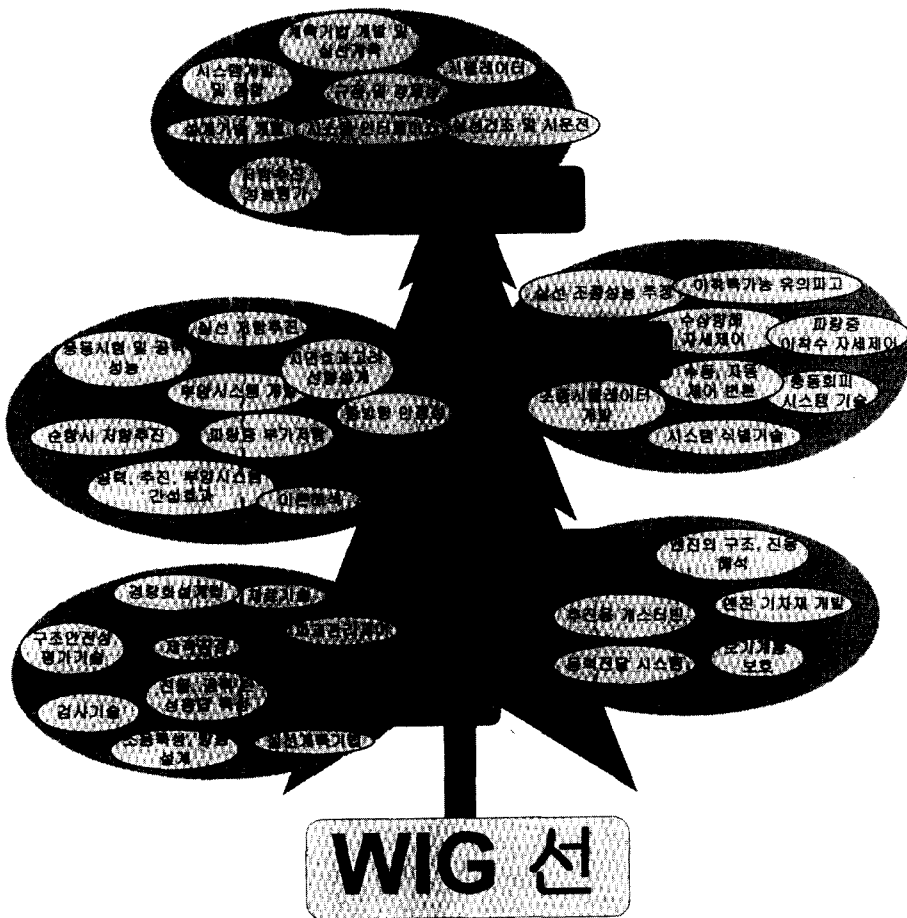


그림 8 위그선 개발을 위한 Technology Tree

의 요소기술이 결합된 시스템 종합기술이 전담해야 한다. 즉, 항공기 수준의 경량화를 위한 고가의 장비 사용보다는, 중저가의 장비 및 재질을 사용하여 위그선을 개발하는 것이 경제성의 확보를 위해 매우 중요하다.

이를 위해서는 애로기술의 조기확보가 매우 중요하다. 예상되는 애로기술은 다음과 같다.

#### 4.1 시스템 종합 및 설계기술

- 해수 이착륙 성능이 높은 방식과 선형개발기술
- 위험물 충돌회피 시스템 및 운용알고리즘
- 시스템 배치 설계기술
- 실선 건조 및 운항기술, 성능평가, 설계 최적화 기술
- MILS(Man In the Loop Simulator) 구축기술
- HILS(Hardware In the Loop Simulator) 구축기술

#### 4.2 유체성능

- 해면효과를 최적화한 선형설계 기술
- 풍동, 수조모형시험 및 해석기법
- 지면효과를 고려한 익형/날개 선형설계 최적화 기술
- 운항을 향상을 위한 파랑중 내항성능 향상기술
- 안정성을 위한 자세 제어기술
- 공력에 의한 날개부의 동적 응답특성 파악 및 제어 설계 대책 수립
- 이착수, 급선회, 도약 제어기술

#### 4.3 구조특성

- 이착륙시 유체충격 하중 및 비행하중 산정 기술
- 주동체 진동응답특성 해석 및 방진 설계 대책 기술

- 공력에 의한 날개부의 동적 응답특성 파악 및 제어 설계 기술
- 실선의 진동 및 공력 탄성 응답특성 예측 평가 기술
- 구조실험 평가 기술
- 외부 환경소음 및 내부 실내소음 예측/제어

#### 4.4 엔진 및 기자재의 개발

- system compact, 경량화 설계기술
- 기자재 부식방지 및 경량화 적용기술
- 고효율 추진기 및 duct 설계기술
- 모래등 FOD(Foreign Object Damage)를 고려한 intake system설계기술
- spray, 염분제거를 위한 air filtration system설계기술
- 경량 및 내식성 기자재 개발

### 5. 소형 위그선 개발

#### 5.1 개발 경과

우리나라에서의 위그선 개발 역사는 비교적 짧다. 1990년대초 러시아의 위그선이 국내에 알려지기 시작했으며 1993년 한국해양연구원 해양시스템안전연구소(당시 기계연구원)가 과학기술부의 한·러 과학기술 교류사업으로 위그선의 기술자료를 축적하였다.

이후 1996년 국내 4대 조선소와 컨소시엄으로 “여객수송용 해면효과익선 개념설계 기술개발” 과제를 수행하여 20인승급 위그선의 개발을 수행하였다. 결과로서, PAR(Power Augmented Ram)방식을 갖는 최고속도 120km/h급 소형 위그선의 개념을 도출하였으며, 설계개념의 타당성을 검증하기 위해 유인 시험선의 건조하여 실험역 시운전을 수행한 바 있다(그림 9).

비교적 중저가의 재료를 사용하여, 건조의 어려움 없이 실험역 시운전을 성공적으로 수

행하였다. 그러나, 개발된 위그선은 부상높이가 0.2미터 정도이며, 유의파고 0.3미터 이하에서 운항이 가능하다. 이 위그선은 바다에서는 운항이 어렵고 강, 호수 등의 내해에서는 운항이 가능하다고 판단되었고 수요가 없어 개발이 중단되었다.

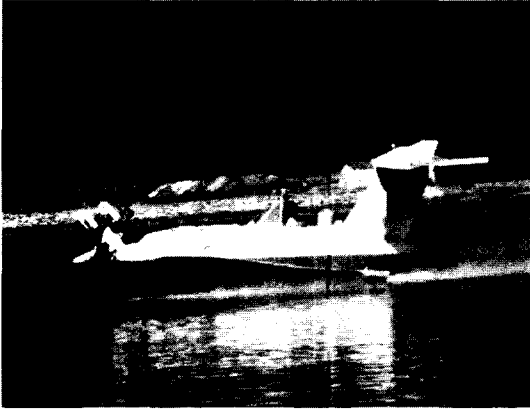


그림 9 유인시험선 '갈매기호' 실향역 시운전 사진

## 5.2 4인승급 위그선 개발

최근 20인승급 이하의 소형 위그선의 꾸준

한 수요가 제기되어, 약 2년전부터 개발을 추진하여 왔다. 대상의 위그선은 첫 번째 단계로 4인승급 레저용 위그선이다. 이 급의 위그선은 적은 개발비로 실선개발이 가능하며, 초경량 항공기용 엔진, 부품의 사용이 가능하다. 또한, 초경량 항공기의 경험을 갖고 있는 파일럿이 많아 실향역 시운전이 용이하며 시운전후 초경량 항공기와의 성능비교도 용이하다는 장점이 있다. 또한, 개발 완료후 축적비 2.4정도이면 20인승급 여객선으로의 확장도 가능하다. 개발을 위한 초기 요구조건을 다음과 같이 설정하였다.

- 고도 0.8미터에서 100km/h로 순항 (BL기준)
- 유의파고 0.4미터에서 85km/h로 이륙 가능
- 파일럿 1인, 여객 3인승
- 100마력 피스톤엔진 1기
- PAR사용 안함.

제한된 개발비용으로 인하여 충분한 실험은 수행하지 못하였으며, 그간의 경험을 바탕으로 성능추정 및 설계를 수행하였다. 선체의 재질은 Carbon Composite로 하였으며 선형은 활

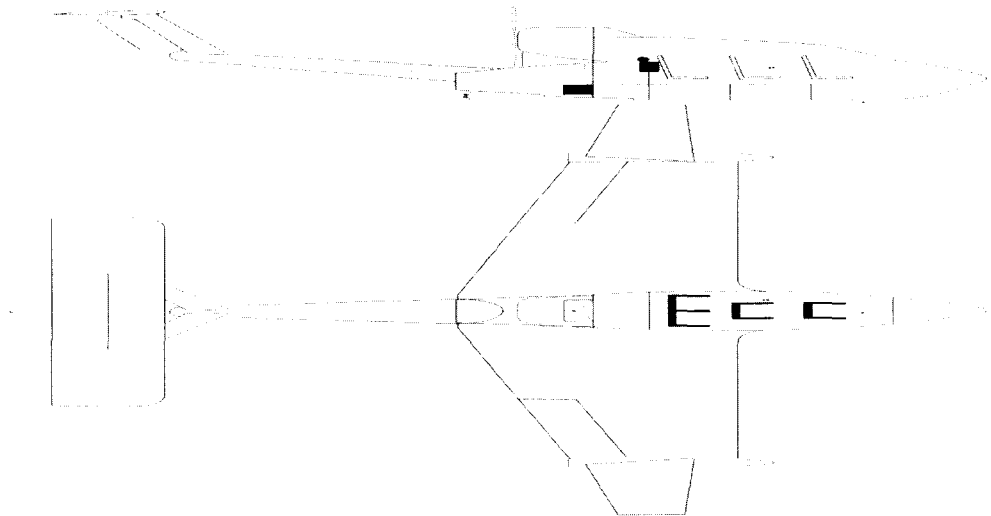


그림 10 4인승급 위그선 선형도

주형으로 하여 선체가 많은 활주 부양력을 받도록 하였으며 저항의 감소를 위하여 트랜섬 선미를 채용하였다. 개발된 위그선의 개략 선형을 그림 10에 보인다.

### 5.3 시제선 건조 및 실험역 시운전

건조된 시제선의 사양은 표 1과 같다. 선체의 재질은 Carbon Composite이며 양력판은 부분적으로 알루미늄을 사용하였다. 엔진은 100마력 급이며 Pusher type으로 선체 윗쪽에 취부하여 해수로부터 엔진 및 추진기를 보호할 수 있도록 하였다. 또한, 선실은 현행의 선박법에 기준하여 해수면 위로 배치하였다.

시제선은 금년(2002년) 4월부터 현재까지 실험역 시운전을 수행하고 있다. 시운전 결과

시제선은 만족할 만한 성능을 보여주고 있어 설계의 타당성이 검증되었다. 특히, 파랑중의 이수성능은 초기 추정보다 우수하여 유의파고 0.8미터 정도에서도 이수가 가능 하였다. 또한, 항공기에서 중요시되는 Stick free상태에서도 우수한 주행성능을 보여주고 있으며 조종이 간편하여 초경량 항공기 정도의 조종술로 조종이 가능하다.

이수는 속도 75km/h이상이면 조종사의 의지대로 이수가 가능하며, 글라이딩(Gliding) 성능이 우수하여 파랑 중에도 아무런 충격없이 착수할 수 있다고 조종사는 말하고 있다. 부분으로만 보완하면 시제품화에는 아무런 문제가 없다는 것이 최종 결론이었다. 개발된 위그선의 항주 중 사진을 그림 11에 보인다.

현재, 이 위그선은 제품화를 위한 마무리 작업을 수행중이며 레저용으로의 상용화를 추

표 1 4인승급 위그선 사양

전고(Overall Height)	1.97 m
전장(Overall Length)	9.74 m
전폭(Overall Breadth)	10.89 m
선체 재질(Material)	Carbon Composite
흘수(Draft)	0.3 m
배수량(Displacement)	750 kg
순항속도(Cruise Speed)	100 km/hr
최고 속도(Max. Speed)	120 km/hr
이착/수 속도(Take-Off/Landing Speed)	90 km/hr
항속 거리(Range)	200 Km
이착/수거리(Takeoff/Landing Distance)	200 m
운항 고도(지면효과 운항고도)	3m 이하
최대 고도	30 m
탑승인원(Pilot 포함)	4 명
엔진(Engine)	Hirth F-30ES
형식(Type)	2 Cycle 4 Cylinder
최대출력(Max Power)	105 HP @6200 rpm
연료(Fuel)	Gasoline

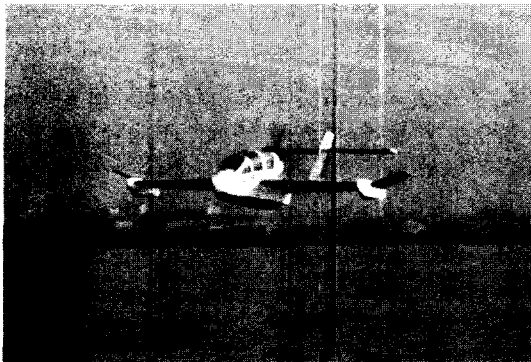


그림 11 항주중의 4인승급 위그선 사진

진하고 있다.

4인승급 위그선의 조종, 등록요건을 살펴보면 다음과 같다. 법적으로는 수상레저안전법에서 정하는 제2급 조정면허를 보유한자이면 운용이 가능하다. 그러나, 법적으로 강제하지 않지만 조종계통이 항공기의 특성을 갖고 있으므로 초경량항공기정도의 조종능력 보유가 필요하다. 참고적으로, 초경량 항공기의 조종은 일정규정시간 이상(20시간) 교육을 이수하면 가능하다.

또한, 위그선은 국제법상으로 선박으로 규정되어 있어 해양수산부 지방해운항만청에 등록하면 운용이 가능하며 선박관련법(4인승급 WIG선의 경우 레저용 모타보트)이 적용된다.

## 6. 결 론

위그선의 개념 및 기본적인 사항에 대하여 조사하고, 용도 및 앞으로의 활용방안에 대하여 논의하였다. 또한, 국내외 개발현황 및 최근 개발된 4인승급 위그선의 성능에 대하여 소개하였다.

차세대 수송수단으로서 위그선은 많은 가능성을 갖고 있지만, 이의 실현을 위해서는 해결해야 할 난제도 많다. 그러나, 위그선이 이미 선박으로 분류된 이상 이는 조선인의 몫이다. 머지 않은 장래의 위그선 출현은 필연적이라고 판단되며, 조선인의 활약을 기대하는 바이다.

## [후기]

본 원고를 작성함에 있어 범규검토 및 시운전 자료를 제공해 주신 선박검사기술협회 나형진님과 (주)인피니티기술의 이재국대표에게 사의를 표하는 바이다.

## [참고문헌]

- [1] The Wig Page, "http://www.se-technology.com/wig/"
- [2] Myung-Soo Shin et. al., "Numerical Simulation of Viscous Flow Around Three-Dimensional Wing-in-Ground Effect with Endplates", Proceedings of FAST '99, pp. 593-604, 1999.
- [3] C. Wieselsberger, 1922, "Wing Resistance Near the Ground", NACA TM 77, USA.
- [4] 이진태외, "표면효과익선 관련 러시아 보유기술 조사사업", 한국기계연구원 선박·해양공학연구센터, Rep. No. BSN355-1887·D, 1995.
- [5] 최항순 외, "중소형 해면효과익선의 개발 타당성에 대한 조사연구", 서울대학교, 1999.
- [6] 고영택, "해면효과익선의 전술적 가치에 관한 고찰", 전투발전연구, No. 3, 1998.