

水陸兩用 Hovercraft 의 開發現況

李 彩 雨

1. 序 言

空氣浮揚船을 최초로 創案한 英國의 Cockerell 은 船體와 水面, 또는 地面 사이로 空氣가 계속 공급되어 船體가 空氣위로 미끄러져 高速으로 滑走하여 「날으는 배」란 뜻으로 Hovercraft 라는 이름을 지었으며, 水陸兩用型(Amphibious type: Hovercraft)과 水上專用型(Non-amphibious Type Hovermarine, Sidewall Hovercraft, Bottom Air Lubricating Ship, Surface Skimmer, SES= Surface Effect Ship)으로 大別할 수 있다.

近來 英國에서는 水陸兩用 및 水上專用船을 중

〈표 1〉 水上專用船과 水陸兩船의 비교

區分 項目	水上專用船 SES	水陸兩用船 Hovercraft
Air Sealing	Sidewall 構造 + Flexible Seal	Flexible Seal Only
推進器	水中 Propeller	空中 Propeller
推進馬力	少 (Less)	多 (More)
浮揚馬力	少 (Less)	多 (More)
操縱性	簡 單	複 雜
騒 音	少 (Less)	多 (More)
運航區域	水上專用	水上 + 制限된 陸上
上架施設	一般船과 同一	特殊施設
建造船價	小 (Low)	大 (High)
運 航 費	小 (Low)	大 (High)

칭하여 ACV(Air Cushion Vehicle), 美國에서는 水陸兩用船을 ACV, 水上專用船을 SES 로 通用하고 있다. 表 1 에는 水上專用 SES 와 水陸兩用 Hovercraft 의 특징을 간단히 비교하였다.

Hovercraft 는 商業用, 軍事用, Sports 用, Leisure 用 등에 광범위하게 彩用되고 있으며 各國에서 開發을 계속하고 있다. Korea Tacoma 造船工業(株)에서는 먼저 水上專用船을 開發, 90人乘 SES 旅客船 5척, 56人乘 內水用 SES 觀光船(春川 昭陽湖) 1척, 158人乘 SES 旅客船 2척, 200人乘 大型 SES 旅客船 1척 등 9척을 운항하고 있다.

그동안 空氣浮揚船에 대한 축적된 技術과 經驗을 토대로 1981年 2月, 5人乘 水陸兩用 Hovercraft 의 有人試驗船을 건조하였으며, 1984年 12月, 50노트(시속 93km)를 돌파한 Hovercraft 實船을 國內最初로 自體技術로 開發 건조하여 海上 및 陸上試運轉에 성공 超高速船開發에 개가를 올렸다.

2. 開發現況

가. 海外現況

1903年 Wright 兄弟가 人類最初의 飛行機를 발명한 이래 1935年 DC 3型의 飛行機가 개발되었으며, 이보다는 훨씬 늦게 일반적으로 호버크라프트(Hovercraft)로 널리 알려진 船舶과 航空機의 混合型 水陸兩用 空氣浮揚船은 오늘날 가

장 진보된 船舶의 일종이다.

이를 개발한 創始者는 英國의 British Hovercraft Industry 를 創立한 Christopher Cockerell 로써 그는 Hovercraft의 발명으로 1969年 Knight 爵位와 아울러 Sir 稱號를 받게 되었다.

Sailing Vehicle 의 設計에 관심이 많았던 그는 배가 물에서 推進할때 불가피하게 발생하는 파도로 인한 抵抗과 摩擦抵抗을 감소시키기 위하여 苦心하던중 眞空掃除機를 逆利用하는 아이디어에서 힌트를 얻어 船體를 물에서 분리시키고 그 사이를 空氣로 潤滑시켜 미끄러지게 함으로써 문제를 해결할 수 있는 기발한 着想을 하게 되었다.

1953年 배의 밑바닥에 空氣를 供給할 수 있는 送風機를 船內에 설치하여 실험한 결과 배를 空氣로 완전히 浮揚시키는 原理를 개발, 1955년에 世界最初의 Hovercraft 를 만들었으며, 그해 12月 英國政府로부터 特許를 얻었고, 이의 軍事的 應用的 가능성으로 保安을 지키며 自國의 航空機製作會社 및 造船所를 통하여 개발을 촉진하였다.

지금으로부터 26年前인 1959年 5月 28日 世界最初의 3·4톤級 有人試驗船 SR. N1 을 건조하여 그해 7月 英國의 도버(Dover)港과 프랑스의 칼레(Calais)港間의 도버海峽을 40노트로 2時間만에 횡단하였으며, 그후 10년도 안된 1968年 All-Up-Weight 168톤, 最大速力 65노트(시속 120km), 運航速力 40~50노트(74~93km), 乘客 254명과 車輛 30臺(旅客專用일 경우 609명)를 搭載하고 英國 海峽에 운항한 SR, N4가 BHC (British Hovercraft Corporation Ltd.)에 의해서 건조되었고, 그후 AUV 300톤, 全長 56.4m (SR. N4+17m), 幅 28m, 65노트, 3,800 SHP 가스터빈 4臺, 6.4m의 CPP 4臺, 直徑 3.5m의 Lifting Fan 4臺가 설치되어 乘客 416명과 車輛 55臺를 탑재할 수 있는 Super-4 는 SR. N4 를 개선한 세계에서 가장 큰 Hovercraft 로서 역시 BHC 에서 건조하였다.

소聯과 프랑스도 이와 類似한 研究를 진행해 오다가 英國에서 開發 및 實船化에 성공한데 刺戟을 받아 各各 1960年 및 1965年頃부터 독자적

인 개발에 本格的으로 착수하여 소聯은 主로 艦艇과 旅客船을, 프랑스는 大型 Ferry 를 英國과 거의 대등한 수준으로 건조하였다.

1962年과 1963년에 英國의 Westland Aircraft Ltd. — HDL(Hovercraft Development Ltd.) 美國의 Bell Aerospace Corporation, Westland Aircraft Ltd. — HDL — 日本의 Mitsubishi 造船所, 英國의 Vickers-Armstrongs Ltd. — HDL — 美國의 Republic Aerospace Corporation, Vickers-Armstrongs Ltd. — HDL — 日本의 Mitsui 造船所間에 英國의 航空機製作會社나 HDL에 Hovercraft 의 特許使用에 대한 Royalty 를 支拂하는 조건으로 License 契約을 체결하였으며, 1967年 이후에는 美國, 캐나다等과 技術提携契約을 확대함으로써 Hovercraft 의 關聯技術이 擴散되기 시작하였다.

日本의 Mitsubishi 및 Mitsui 造船所에서는 1963年 이후에 英國의 Hovercraft 에 관한 技術을 도입하여 현재는 20餘척의 14톤級(最大速力 55노트, 乘客 42名) 및 50톤級(65노트, 155名) 水陸兩用 Hovercraft 를 自國內 沿岸航路에 就航시키고 있다.

軍事的인 경우 販賣量과 價格은 알수 없으며 民需用的인 경우도 製作會社나 購買者가 價格을 밝히지 않는 경우가 많으므로 確실한 市場規模의 算定은 어려운 實情이다.

그러나 概略적으로 推算해 보면 英國에서 約 200척, 美國, 캐나다, 프랑스, 日本을 합쳐서 約 90척 정도이며, 이중의 절반정도는 美國의 販賣量으로 Sidewall Type 이 아닌 水陸兩用型이다.

英國海軍에서는 Mine Counter-Measure(MCM) Duty 로, 美陸軍에서는 24척의 LACV-30 (AUV 52톤, 23.3m, 48노트 Payload 25톤)을 美海軍에서는 上陸艇으로 LCAC(Landing Craft Air Cushion)를 向後 5年동안 90척을 發注할 계획이며, 美海岸警備隊에서는 SES-Type 을 麻藥團束 및 巡察用으로 활용하고 있다.

韓國과 네덜란드에서 이미 實船을 건조했고 極東과 東南亞國家에서는 旅客船, 海洋巡視船 및 Anti-Submarine Warfare(ASW)를 시작할 기미를 보이고 있다. 상당수의 國家에서 Hover-

craft의 潜在的 需要를 갖고 있으며 유럽의 各 造船所가 거의 休業狀態에 있을때에도 Hovercraft 産業은 계속 유지되어 왔고, 世界的으로 Hovercraft 産業 従事員은 3,000~3,500名 정도 이다.

새로운 市場領域으로서는 Ferry, 海上補給船, 人力輸送船, 港內巡視艇, 消防艇, 地震 및 海洋觀測船 등이 전망되고 있으며, 法規上의 문제 점을 海上關係機關과 航空關係機關中 어디서 취급해야 할것인가가 爭點으로 대두되고 있고, 그동안 看過되어 왔으나 중요한 부분으로 등장하게 되것은 Hovercraft 運轉者(Operator)의 訓練, 運轉能力, 資格證 등에 관한 사항이다.

一般船에서는 배의 무게를 排水量 톤으로 표시하는 반면 Hovercraft에서는 AUW(All-Up-Weight)로 표시하고 있으며, 현재의 技術로는 水陸兩用 大型 Hovercraft의 AUW는 100~300 톤 범위로 制限되고 있으나¹⁾ 2000年代에는 AUW 1,000톤級이 등장할 것으로 예상되고 있다.²⁾

나. 國內現況

國內에서 空氣浮揚船開發에 구체적인 관심을 갖기 시작한 것은 1976年 Korea Tacoma 造船所에서 空氣浮揚船 開發計劃을 수립, 준비단계에 들어갔으며 이와는 별도로 1978~79年間에 國內 2個大學의 航空科에서 各各 試驗用 小型 Hovercraft를 製作, 試驗한 것으로 전해지고 있으나 試驗內容 및 結果에 대해서는 잘 알려지지 않고 있다.

Korea Tacoma 造船所에서는 1978年 3月 3.5 톤級 8m 7人乘, 43.5 노트(時速 80.5km) 有人水上專用 SES 試驗船 거북 2호(Turt-2)의 設計 및 製作에 착수하여 同年 9月 海上試運轉에 성공하였으며, 同年 10月 海運港灣廳의 沿岸旅客船 高速化政策에 의거 第5次計劃 造船資金으로 水上專用 SES 旅客船을 國內에서 최초로 實船化하기로 결정을 보게 되었다.

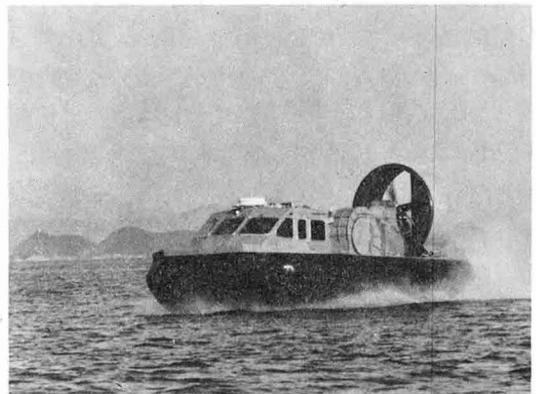
1979年 4月과 5月 KTMI에서는 釜山의 沿岸旅客會社로부터 G/T 78톤級 18m 90人乘 35 노트(時速 64.8km)의 SES 旅客船 2척을 주문 받아 1980年 5月과 6月 2척(Air Ferry 호,

Cosmos 호)을 船主에게 引渡, 釜山과 巨濟島의 杜母와 高峴間을 運航, 南海岸에 첫선을 보인 이후 同型船이 1981年 7월에 2척(Tacoma 2 호, Phenix 호), 1982年 7월에 1척(Golden Star 호)이 引渡되어 역시 南海岸에서 運航되고 있다.

한편, 1982年 4月 G/T 24톤級 12m, 56人乘, 27노트(時速)의 湖水 및 河川專用 SES 觀光船 1척(快龍號)의 建造契約을 체결, 同年 9월에 船主에게 引渡되어 東洋最大의 人工湖水인 昭陽湖에서 同年 10月 5日 就航, 昭陽湖과 麟蹄間을 70分만에 走破하고 있다. 快龍號의 후속으로 1985年 초에 16m, 70人乘, 30노트(時速)의 SES 觀光船을 건조할 예정으로 現在 設計를 進行하고 있다.

KTMI에서는 SES 旅客船의 大型化를 위하여 연구개발을 계속해 오던중 第7次 및 8次計劃 造船資金으로 大型 SES 旅客船 3척을 發注받아 그중 G/T 106톤級 26m, 158人乘, 35노트(時速 64.8km)의 2척(Tacoma 3호, 榮光 1호)은 1983年 8月初에 G/T 113톤級 27.5m, 200人乘 32 노트(時速 約 60km) 1척(榮光 2호)은 1983年 12월에 引渡되어 釜山—長承浦, 忠武 등 南海岸에서 沿岸旅客 高速輸送의 일익을 담당하고 있다.

水陸兩用 Hovercraft를 개발하기로 결정한 KTMI 附設 技術開發研究所에서는 1979年 1月 연구개발에 착수, 科學技術處의 技術開發融資金으로 1981年 2月 AUW 2.2톤, 7.6m, 5人乘, 50노트(時速)의 有人試驗船 거북 3호(Turt-3)를 건조하였으며 그동안의 空氣浮揚船에 대한 축적된 技



〈그림 1〉 水陸兩用 Hovercraft(독수리 2호)

術과 實船建造經驗을 토대로 1984年 12月 AUV 9.35톤級 50노트를 돌파한 Hovercraft의 實船化에 성공하여 國內造船史上 가장 빠른 超高速船의 建造記錄을 세우게 되었다.

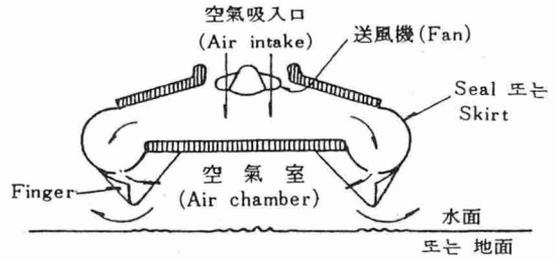
本船의 길이는 12.65m, 幅 7.04m, 높이 4.7m의 特殊耐蝕性 알루미늄 輕構造의 船體周圍에는 一體로 구성된 Loop와 142個의 Segment로 구성된 Skirt가 부착되어 있고, 400馬力の 浮揚用 디젤엔진 1臺와 Tooth Belt로 연결된 約 1.07m의 特殊送風機 2臺가 甲板室 中央部 兩舷에 설치되어 있어 이곳으로부터 船體下部와 Skirt에 空氣를 계속 공급하면 船體가 水面이나 地上에서 約 5cm 정도 完全 浮揚되어 그 사이에서 空氣가 계속 새어나와 形成되는 Air Film 위로 미끄러지게 되며 525馬力の 空冷式 디젤엔진 1臺와 연결된 後部の 2.75m 航空機用 Propeller를 1,250 RPM으로 회전시키면 54노트(시속 100km)의 超高速으로 滑走하게 되며, 항속거리는 200海里(370km)이고 경사가 심하지 않은 7度 정도의 海邊에 上陸할 수 있는 登板能力을 가지고 있다.

船體의 後進과 船首의 左右舷 旋回를 돕기 위한 Bow Thruster가 船首部の 甲板兩舷에 설치되어 있어 一般船舶보다 조종이 훨씬 어려운 本船의 운전을 수월하게 해주고 있으며, Propeller의 주위에 설치된 3.2m의 圓筒型 Duct를 當社에서 自體設計製作하여 推力를 증가시키고 소음을 대폭 감소시켰고, Propeller와 Duct 後部에는 本船의 方向操縱과 Trim 調整을 위한 流線型의 垂直舵와 水平舵가 설치되어 있다.

1950年代 이후 개발된 가장 進歩된 水陸兩用 Hovercraft는 軍事的 利用도가 높아 先進國에서 이미 실용화된 非公開技術인바 80年代 國內의 高速水上運送手段 및 軍用으로의 實船化가 기대된다.

3. 特性

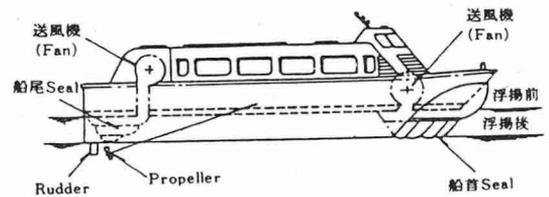
在來의 排水量型 船舶은 물을 밀면서 추진하기 때문에 많은 抵抗을 받게되어 速力이 빠를수록 相乘比例의으로 요구되는 推進機關의 馬力



〈그림 2〉 Hovercraft의 浮揚原理

과 技術的인 문제, 經濟的인 측면에서는 速力의 限界度를 인정치 않을 수 없다.

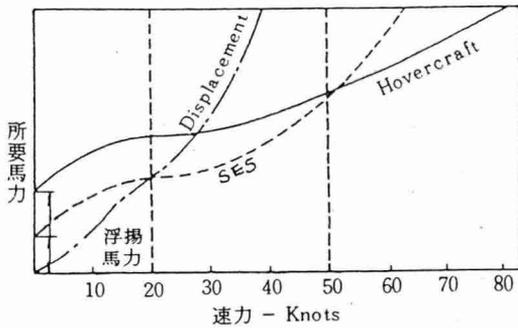
空氣浮揚船은 종래의 排水量型 船舶과는 달리 船內에 설치된 送風機로 船體下部에 空氣를 계속 공급하면 船體의 바닥이 거의 水面까지 떠올라 浸水 表面積이 줄어 물의 造波抵抗과 摩擦抵抗이 대폭 감소되며 船體와 水面 혹은 船體와 地面 사이에 空氣가 계속 새어나와 그 사이를 遊離시키므로 船體는 空氣위로 미끄러져 滑走하게 되어 작은 馬力으로도 빠른 速力을 낼 수 있으므로 Energy 節約型 船舶이다.



〈그림 3〉 水上專用 SES의 概略圖

水上專用 SES는 船體 兩側에 작은 排水量을 갖는 側壁(Sidewall)構造의 雙胴型 船體(Catamaran Hull Type)와 船首의 씰(Bow Seal 또는 Skirt, 特殊合成 고무천), 船尾 씰(Stern Seal 또는 Stern Bag)로 구성된 空氣室(Plenum Chamber 또는 Air Cushion Chamber)에 特殊送風機를 통하여 空氣를 계속 공급하면 空氣의 압력 으로 船體가 浮揚될 수 있는 揚力을 얻게 된다. 推進器 및 舵(Rudder)는 一般船과 마찬가지로이며 雙胴船尾의 兩舷에 설치된 水中 Propeller에 의하여 추진하게 된다.

그림 4에는 船種別 速力에 대한 所要馬力を 개념적으로 비교하였으며 20노트 이하에서는 一



〈그림 4〉 船種別 勵力對 所要馬력이 比較⁶⁾

般排水量型 船舶이, 20~40노트 정도까지는 水上專用 SES가, 40노트 以上에서는 水陸兩用 Hovercraft가 抵抗 및 推進性能上 유리한 것으로 나타나 있다.

水陸兩用 Hovercraft는 水上專用 SES와 원리는 같으나 雙胴型 船體가 이닌 箱子型 格子 Platform의 船首尾 左右舷 四方이 空氣層을 형성할 수 있도록 特殊合成 고무 피복천으로 둘러싸여져 있으며 浮揚送風機에 의해 浮揚된 船體를 추진시키기 위한 推進器는 航空機用 Propeller로서 船體의 甲板上部에 설치되어 陸地帶나 陸上에서도 운항할 수 있을 뿐만아니라 水上運航時에는 물의 깊이에 영향을 받지않고 超高速으로 달릴 수 있다. 현재 高速船舶의 尖端技術인 水陸兩用 Hovercraft는 Sea State 4(波高 1.4~2.1m)에서 85노트(시속 157.4km)까지 設計建造가 가능한 것으로 알려지고 있다.⁷⁾

가. 浮揚 및 推進系統

Hovercraft의 船體는 우선 가볍고 튼튼한 資材를 사용하는 것이 유리하므로 航空機에서와 마찬가지로 알루미늄합금을 채용한다. 材質은 海水에 강한 耐蝕性을 가져야하며 單 1kg의 무게라도 더 감소시키기 위한 研究努力이 요구된다.

空氣浮揚船은 空氣로 선체를 浮揚시키므로 一般船과는 달리 별도의 浮揚系統이 요구된다. 浮揚系統은 外氣를 흡입하여 空氣를 공급하는 浮揚送風機(Lifting Fan), 空氣通路(Air Duct), 空氣室(Air Cushion Chamber) 및 加壓된 空氣를 효과적으로 막아주는 Seal(또는 Skirt)로 이루어진다.

Seal의 形狀은 壓縮空氣의 氣體力學的 特性을 민감하게 변화시켜 주므로 船體의 運動性能에 중요한 영향을 미치고 있으며 여러가지 形狀의 Seal이 연구되고 있다. 최근의 小型 Hovercraft에는 主로 Loop & Segment Type을, 大型 Hovercraft에는 Bag & Finger Type을 採用하는 경향이다.

Seal은 耐波性, 耐摩耗性, 柔軟性 및 충분한 強度를 유지하여야 하며 空氣浮揚船의 신뢰성, 補修維持, 乗船感 등을 향상시키고 運動性能을 개선하기 위하여 各國에서 Flexible Seal의 개발에 많은 노력을 경주하고 있다.

현재까지 개발된 Seal의 수명은 Loop(혹은 Bag)의 경우 2,000時間 이상이며 Finger는 約 700時間이나 부분적인 修理가 가능하므로 局部的인 損傷은 수명에 큰 지장이 없다.¹⁾

1983년에 國內에서도 良質의 Seal이 개발되었으며 接着劑는 개발도중에 있다. 水上專用 SES의 推進機關은 主로 船舶用 高速 Diesel Engine을 채용하고 있으며 推進器는 船舶用 Screw Propeller가 사용된다. 水陸兩用 Hovercraft에는 主로 重量이 가볍고 出力이 큰 가스터빈(Gas Turbine)을 사용해 왔으나 최근에는 價格 및 補修維持面에서 유리한 Diesel Engine이 空冷式으로 개발되어 채용되고 있으며 推進器는 航空機用 프로펠러를 甲板上部에 설치하여 水陸兩用으로 추진할 수 있게 한다.

프로펠러 주위에는 水中 Propeller의 Kort Nozzle과 비슷한 Duct(혹은 Shroud)를 설치하여 소음을 감소시키고 Thrust를 증가시켜 推進效率의 향상을 도모하고 있으나 Duct의 제작에는 1/1,500 以上の 精密度가 요구된다.

나. 抵抗

Planing Hull, Hydrofoil 및 空氣浮揚船의 抵抗特性에서 空氣浮揚船은 高速을 내는데 가장 유리한 船種임을 알수 있으며³⁾, 一般船과는 달리 低速에서는 造波抵抗(Wave Making Resistance)이, 高速에서는 船體가 浮揚된 상태에서 航走하므로 摩擦抵抗(Friction Resistance)이 대부분을 차지하게 된다.⁸⁾

특히 배의 길이(L)에 대한 幅(B)의 比 L/B 가 造波抵抗에 미치는 영향이 크므로 基本計劃 및 設計時 30~50 노트의 中速에서는 높은 L/B, 60노트 이상의 高速에서는 낮은 L/B를 채택하는 것이 유리하다.⁸⁾

運航速力 決定時에는 正面波(Head Sea)나 正面에서 불어오는 바람에 의해 速力低下가 발생하므로 이들의 영향을 고려해야 한다.⁵⁾ 空氣浮揚船의 基本設計時에는 運航區域에 대한 정확한 海上狀態를 파악해야 하며, 重量에 민감하므로 輕量化하여 初期設計重量을 필수적으로 준수해야 한다.

空氣浮揚船에는 과도한 船首 Seal의 抵抗 및 高速運航으로 動力學的 壓力中心(Hydrodynamic Pressure Center)이 後部로 이동하면 Bow-down Trim이 발생하여 船首가 급격히 잠기게 되며 이러한 Plow-in 現狀은 速度가 증가할수록 심하게 되어 船體損傷의 원인이 되므로 船首 Seal의 適節한 設計 또는 船首部에 浮揚送風機의 出口를 두어 개선시킬 수 있다.

다. 安全性 및 乘船感

空氣浮揚船은 배의 길이에 비하여 船幅이 넓고 船底의 형상이 平平하여 靜水나 波浪中에서도 一般船에 비하여 우수한 耐波性和 安全性을 가지고 있으며, 浮揚送風機系統과 推進系統이 분리되어 있으므로 파도가 높고 거센 바람이 불 때는 海上狀態에 따라 速力을 약간 감소시키고 船體의 浮揚을 임의로 조정하여 安全航海를 할 수 있다.

船首나 船尾의 Seal이 일부 損傷될 경우 浮揚效果가 약간 떨어져 速力이 다소 감소될 뿐 安全航海에는 지장이 없다. 空氣浮揚船에는 船體構造上 客室 甲板下部에 밀폐된 큰 浮力空間(Buoyancy Box, Space)이 있기 때문에 豫備浮力이 커서 일반적인 海上事故의 경우, 損傷時 復原性(Damaged Stability)이 良好하여 沈沒의 가능성이 거의 없어 안전하다.

100피트(33m) 길이의 Planing Hull과 水上專用 SES의 乘船感을 비교한 資料에 의하면 Planing Hull은 4피트(1.2m)의 波高로부터 乘

客이 불쾌감을 느끼게 되나 SES는 7피트(2.1m)로부터 불쾌감을 느끼게 되는 것으로 나타나 있다.⁹⁾

空氣浮揚船은 水上專用이나 水陸兩用을 막론하고 船體와 水面사이에 空氣層(Air Cushion Film)이 형성되어 파도의 충격을 吸收, 緩衝役을 하므로 在來船에 비하여 乘船感이 良好하며 船幅이 一般船에 비하여 2~3배 넓어 거친 海上에서도 轉覆의 위험이 없는 월등한 復原性和 安全性을 유지하므로 배멀미를 거의 느끼지 않게 된다.

라. 空間配置

空氣浮揚船은 유사한 길이의 一般船에 비하여 甲板面積이 3배 이상 넓고, 直四角形에 가까워 貨物積載나 乘客의 搭乘面積이 一般船보다 상대적으로 더 크며 空間을 효율적으로 다양하게 배치할 수 있기 때문에 旅客船, 觀光船, 消防艇, 病院船, 警備艇, 監視船, 行政連絡艇, 特殊船등에 적합한 設計建造가 가능하다.

內部容積도 동일 길이의 一般船의 3배정도 이므로 豫備浮力이 커서 損傷時 復原性이 良好한 것은 물론이다.

마. 運用

水陸兩用 Hovercraft의 경우에는 甲板上的 Propeller 後部に 설치되어 있는 垂直 및 水平 Air Rudder와 Bow Thruster에 의하여 조종되며 대체로 平坦하고 傾斜가 심하지 않은 地面上에도 운항할 수 있다.

地上의 車輛이나 一般水上船 보다는 操縱性이 떨어지나 高速旅客船, 運搬艇, 消防艇, 病院船, 救難艇, 海底試推支援艇, 巡察艇, 機雷敷設艇, 上陸攻擊 및 兵站支援艇 등의 용도에 적합하며 이는 船體가 水面上에 浮上되고 上陸 및 陸上航行가 가능한 특성 때문에 海岸奇襲攻擊이나 兵站支援任務가 가능한 것이다.

水上專用 SES의 경우 舷側에 Hydrofoil과 같은 突出物이 없어 一般船과 마찬가지로 別途의 埠頭施設이 필요없으며 推進軸間의 간격이 커서 Yawing Control이 잘 되므로 船首나 船尾쪽의

埠頭接岸繫留가 용이하다.

一般船과 달리 空氣浮揚船은 고속에서도 船尾波가 거의 발생하지 않으므로 周圍의 다른 船船에 피해를 끼칠 염려가 없어 港內 또는 狹水路에서도 高速航行이 가능하고 高速運航中 浮揚壓力을 임의로 조절할 수 있으므로 急停止性能이 극히 우수하며, 또한 정지상태에서 짧은 時間內에 전속력을 낼수 있어 機動性이 良好하다.

水上專用 SES의 推進系統에 Water-jet System을 採用할 경우 淺水航海能力은 더욱 증대되고 航海吃水가 낮아 航海時 浮遊物에 의한 損傷率은 훨씬 감소된다.

그러나 空氣浮揚船은 船體浮揚을 위한 浮揚機關, 浮揚用 送風機, Seal 등이 추가되므로 一般船에 비해 補修維持面에서 신뢰성은 약간 낮으며, 旋回時 Sid Slip 現狀이 발생하여 미끄러지는 경우도 있다.

空氣浮揚船의 運轉者(Operator)는 運航時 操縱特性을 살려 風向, 風速, 推進機關과 浮揚機關의 出力/RPM 등을 잘 調合하여 운전하여야 한다.

4. 經濟性

가. 初期 投資費

空氣浮揚船은 一般船에 없는 浮揚用 Engine, 浮揚用 送風機, Duct, Seal 등이 추가되며 船體의 輕量化를 위하여 主로 高價의 耐蝕性 알루미늄 合金板材를 사용하므로 初期에 投資되는 建造費는 다소 상회하나 一般船에 비하면 浮揚馬力을 포함하여 推進機關의 所要馬力이 훨씬 작고 船體의 형상이 단순하여 工作이 용이하고 燃料費가 在來船에 비하여 대폭 감소되므로 長期的인 측면에서의 經濟性은 훨씬 유리하다.

空氣浮揚船의 建造費를 낮추기 위하여 推進 및 浮揚用 機關으로 Diesel Engin 을 채용하고 장비는 注文生産品이 아닌 既存製品을 사용하는 방법을 고려할 수 있으나 軍用的 경우, 高馬力의 空冷式 Diesel Engine 이 아직 개발되지 않은 상태이므로 機動性을 위하여는 高出力의 Gas Turbine 을 主推進機關으로 사용하는 것이 무난할

것으로 생각된다.

初期投資費는 船船의 종류나 크기에 따라 차이가 많아 다른 종류의 高速船과의 직접적인 經濟性 比較는 어려우므로 Specific Cost 로 間接比較해 볼수 있다.

$$\text{Specific Cost} = \frac{\text{First Cost(US\$)}}{\text{Pay Load(tons)} \times \text{Speed(knots)}}$$

나. 運用費

船船의 運用費中에서도 燃料費가 차지하는 比重이 상당히 크므로 國內에서 새로 개발된 空氣浮揚船은 推進機關의 馬力이 작은 Energy 節約型 船船으로서 安全도가 높아 高速海上運送手段에 대한 기여도가 클것으로 기대된다.

各 自動車 Maker 에서는 燃料節約型 車輛을 개발하기 위하여 車體를 輕量化하거나 完全燃燒 혹은 空氣力學(Aero-dynamics)의 理論에 의거 流線型 車體의 모형으로 風筒試驗(Wind Tunnel Test)을 실시하여 空氣의 저항을 감소시키기 위한 노력을 경주하고 있다.

國內에서 생산되는 Pony 乘用車의 走行距離는 燃料 1 리터當 10~12 km 인 것은 周知의 사실이나 英國에서는 燃料 2.8 리터當 100km(1 리터當 約 37.5 km)를 走行할 수 있는 車를 개발하고 있다고 하며, 이것이 성공되면 燃料費는 Pony의 30%에 불과하게 될것이다. 國內에서도 이러한 노력을 계속하고 있으며 車輛뿐만 아니라 船船에서도 運用費節減을 위하여 多角的인 노력을 경주하고 있는 실정이다.

運用費는 배의 종류나 運用概念에 따라 差異가 많을 뿐만 아니라 燃料費, 人件費, 補修維持費, 保險料, 減價償却費 등의 관련 요소들이 많아 이것도 역시 直接比較하기는 어려우므로 運送效率을 나타내는 Specific Power 를 사용하여 간접적으로 비교해 볼수 있다.

$$\text{Specific Power} = \frac{\text{Installed Power(HP)}}{\text{Gross Weight(tons)} \times \text{Speed(knots)}}$$

表 2 에는 100톤級 35~45 노트의 Planing Hull, Hydrofoil, 水陸兩用 Hovercraft 및 水上專用 SES 의 Specific Cost 와 Specific Power 를

〈표 2〉 船種別 비용특성 비교³⁾

船 種	乘 船 感	Specific Cost (USD)	HP
			ton × knot
Planing Hull	Poor	1,800-2,000	1.2-1.5
Hydrofoil	Very Good	8,000-10,000	1.25
Hovercraft	Good	2,000-3,000	*1.3-2.0
水上專用 SES	Good	1,700-1,900	*0.8-1.0

* 浮揚馬力 包含

比較整理한 값을 표시하였다.

5. 結 論

在來의 排水量型 船과는 개념이 다른 空氣浮揚船은 작은 推進馬力으로 高速을 낼수 있어 高速化에 기여할 수 있으며, 安全도가 높고 乘船感이 良好하며 얕은 水深이나 陸上에서도 航走가 가능하여 先進國에서는 이미 觀光船, 沿岸旅客船, 消防艇, 病院船, 行政連絡船, 特殊船 뿐만 아니라 整備艇, 高速上陸艇, 機雷敷設船 등 軍用船의 용도에 空氣浮揚船을 擴大開發 大型化시키고 있으며, 既存의 일반 排水量이나 Hydrofoil 보다 우수한 성능을 보유하고 있음은 물론 燃料가 현저하게 절약되어 經濟성이 제고되므로 水上專用 SES의 경우에는 國內에서 이미 高速沿岸旅客輸送의 수단으로서 各광을 받고 있다.

한편, 英國등 先進造船國에서 韓國의 空氣浮揚船建造技術을 경제할 정도로 상당한 수준까지 技術이 축적되고 발전되었으므로 바다의 Taxi나 高速 Bus로서 디젤엔진이나 Gas Turbine으로 超高速으로 달리는 水陸兩用 Hovercraft를 歐美先進國에서만 보던것도 지난날의 일로서 이제

는 우리앞에 現實로 등장하게 되었으며, 특히 86 아시안 Game 및 88올림픽 期間中 觀光客輸送에도 기대되는 바가 크다.

國內 高速運送手段 및 特殊船으로의 실용화와 大型化를 위하여는 船社들의 호응과 造船海運港灣關係者들의 인식은 물론 이 분야의 關係技術者들이 研究開發을 계속할 수 있는 與件의 造成을 위하여 政府의 積極적인 支援이 뒷받침 되어야 할것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- (1) Ian Cross and Coleman O'Flaherty, "Introduction to Hovercraft and Hoverorts", 1975.
- (2) Roy McLeavy, "Jane's Surface Skimmers" Jane's Annual Book 17th Edition, 1984-85.
- (3) John J. Kelly, "The SES as an Offshore Boat" Bell-Halter, 1978.
- (4) John J. Kelly, "Efficient, Practical, Higher Speed Boats Based on SES Technology" Bell-Halter.
- (5) "Captured Air Bubble-Computer Transport Craft, CAB-1250" Surface Effect Ships Divisions of Aerojet General.
- (6) "호-바 마린의 展望" Journal of the Japan Society for Aeronautical and Space Science, Feb 1979(日本航空宇宙學會誌 Vol 27, No. 301).
- (7) The Forty-Second Thomas Lowe Gray Lecture "Development in High-Speed Marine Craft" A. Silverleaf, BSC.
- (8) R. A. Wilson, S.M. Wels and C.E. Hever, "Powering Prediction for Surface Effect Ships Basedon Model Results", AIAA/SNAME, No.78-744.
- (9) "High-Speed Surface Craft" Incorporating Hovering Craft & Hydrofoil, Journal of the UK, Oct 1984 Vol 23, No.5.