
 論 文

大韓造船學會論文集
 제 30 卷 第 3 號 1993年 8月
 Transactions of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 30, No. 3, August 1993

장거리 고속 수중익 쌍동 여객선의 설계와 건조

민계식*, 김외현*

Design and Construction of Long-Range High-Speed Foil Catamaran Passenger Ship

by

Keh-Sik Min* and Oi-Hyun Kim*

요 약

국내외적인 여건 변화와 향후 초고속선 해상 수송시대에 대비한 세계 각국의 초고속선 개발에 대처하기 위하여 당사 선박해양연구소에서는 3단계 고속선 개발계획을 수립한 바 있다. 그 1단계 사업으로 300인 이상의 승객을 태우고 최고 속도 40노트 이상으로 왕복 800해리의 장거리를 운항할 수 있는 “장거리 고속 수중익 쌍동여객선”을 개발하여 건조하게 되었다.

본 장거리 고속 수중익 쌍동여객선의 설계과정을 통하여 국내에서는 최초로 기능별 최적화와 성능확인을 위한 방대한 양의 이론적 분석과 모형시험이 체계적으로 이루어졌다.

Abstract

In response to the growing domestic request and the change of the overseas environment, Hyundai Maritime Research Institute has recently established a three-stage development plan for the high speed marine transportation system. As the first stage plan, the long-range high-speed foil catamaran passenger ship has been designed and constructed for the open-sea service of 800 nautical miles round trip with top speed above 40 knots.

Extensive theoretical analyses and model tests were systematically carried out along the course of design for the system optimization and the verification.

In this paper, the brief summary of the design and the construction works shall be presented.

발 표 : 1992년도 대한조선학회 추계연구발표회('92. 11. 14.)

접수일자 : 1992년 12월 21일, 재접수일자 : 1993년 5월 15일

* 정회원, 현대중공업(주) 선박해양연구소

기호설명(Symbols)

- B : 단동선폭(Beam of the Demi-Hull)
 C_F : 점성저항계수
 (Frictional Resistance Coefficient)
 d : 단동선 중심면간의 거리
 (Distance between Demi-Hull Centerplanes)
 g : 중력가속도(Gravitational Acceleration)
 L : 일반적인 선박의 길이
 (Ship Length in General)
 L_F : 선수 수중익에 의한 양력
 (Lift by the Forward Foil)
 LOA: 전체길이(Length Over-All)
 L_R : 선미 수중익에 의한 양력
 (Lift by the Rear Foil)
 LWL: 흘수선장(Length on Waterline)
 R_F : 점성저항(Frictional Resistance)
 R_R : 잉여저항(Residual Resistance)
 R_T : 전체저항(Total Resistance)
 S : 단동선의 침수 표면적
 (Wetted Surface Area of the Demi-Hull)
 T : 흘수(Draft)
 v : 선박의 속도(Speed of Ship)
 ρ : 해수의 밀도(Density of the Sea Water)
 Δ : 선박의 총배수량
 (Total Displacement of the Ship)
 Δ_B : 부력에 의한 지지량
 (Amount of Support by Buoyancy)

1. 서 론

해상운송은 인류와 함께 시작하였다고 할 수 있을 만큼 오랜 역사를 가지고 있을 것이다. 특히 전통적인 배수량형 대형선박에 의한 해상운송은 대량의 화물을 저렴한 비용으로 운송할 수 있어 어느 교통수단보다도 운송 효율이 높다는 장점을 가지고 있다.

그러나 금세기에 들어 항공기의 출현 이후 그 신속성으로 인하여 많은 화물을 항공운송에 빼앗겨 왔으며 이러한 현상은 일반화물보다도 여객운송에 있어서 특히 현저함을 쉽게 알 수 있다. 따라서 항공운송과의 경쟁을 위해서나, 또는 일반 생활수준의 향상에 따라 오늘날 선박의 운항속도를 크게 증가시켜야 할 필요성이 점점증하고 있다. 이를 위하여 오래전부터 많은 조선공학자들이 선박의 속도를 증가시켜 보고자

지대한 노력을 경주해 오고 있으나 전통적인 배수량형 선형에 있어서는 저항 추진상의 특성상 어느 한계 이상으로 속도를 증가시킨다는 것이 실용적으로 의미가 없다는 사실을 인지하게 되었다.

따라서 선박의 속도를 획기적으로 증가시키기 위해서는 동역학적 효과에 의하여 저항을 감소시키는 선형을 채택하거나 아니면 배수량형 선박을 길이에 비해서 선체의 폭을 아주 작게, 즉 선형을 아주 날씬하게 하여 조파저항의 급격한 증가를 방지하여야 한다.

동역학적 효과에 의하여 고속화하는 선형으로는 급세기 초에 실용화된 전통적인 활주형 선형을 비롯하여 수중익선과 공기부양선을 대표적인 예로 들 수 있다. 그러나 이와 같은 형태의 선박들은 각각이 지닌 특성으로 인하여 일반적으로 경제성이 뒤떨어지고 약천후시 내항성능이 열악할 뿐만 아니라 특히 대형화하기가 극히 어렵다는 치명적인 단점을 가지고 있다.

반면 고속 쌍동선은 기본적으로 선체를 날씬하게 하여 속도에 따른 조파저항의 급격한 증가현상을 방지함으로써 고속화의 목적을 달성하자는 착상하에 개발되어온 배수량형 선형으로써 일반적으로 넓은 갑판면적, 높은 안정성, 뛰어난 조종성능과 같은 우수한 특성을 지니고 있을 뿐만 아니라 다른 선박형태에 비하여 고속성능이 우수하고 건조, 운영 및 보수 유지가 용이하다는 많은 실용적인 장점을 가지고 있다. 그러나 쌍동선의 많은 장점중에서도 가장 주목할 만한 장점은 다른 특성의 희생없이 선박의 크기를 쉽게 증가시킬 수 있다는, 즉 쉽게 대형화 할 수 있다는 점이라고 생각한다.

당사에서는 3단계로 구성된 고속선 개발사업을 수립한 바 있으며 개발사업의 각 단계마다 개발된 기술과 경험을 활용하고 발전시켜 제 3단계에서는 재화중량 12,000톤 이상의 대형 고속선을 개발하는 것을 궁극적인 목표로 하고 있다.

제 1단계 사업으로는 특정한 목적하에 약 300인의 승객을 태우고 왕복 800해리의 장거리를 운항할 수 있는 소형 고속 여객선의 개발과 건조로 결정되었다. 따라서 장거리, 장시간을 운항하여야 하므로 고속성능도 중요하지만 승객 및 선원의 안락성을 위한 내항성능의 향상이 보다 더 중요한 설계 주안점이라고 할 수 있으며 궁극적인 목표의 달성을 위하여 향후의 대형화도 심각히 고려하여야 하였다. 이러한 점을 감안하여 개발을 위한 그 첫번째 과정으로 내항성능과 고

속성능이 우수하고 대형화가 용이한 기본선형(Ship Type)을 선정하여야 하였다. 그 작업의 일환으로 여러가지 고속선종에 대한 기본특성 및 장단점을 정리, 분석, 비교하여 보았으며 종합적인 견지에서 배수량형 쌍동선을 기본 선형으로 선정하였다.

소형 고속 쌍동선에 있어서 파랑중 선체운동, 특히 선수의 상하운동은 타고난 특성이기 때문에 대형화하지 않는 한 어쩔 수 없는 성질의 것이기는 하지만 적절한 주요치수의 선정, 우수한 선형설계, 그리고 운동제어장치의 도입등 복합적인 방법에 의해서 이러한 운동특성을 필수록 향상시켜 보고자 많은 노력을 하였다.

두 단동선체를 연결하는 완전 침수 수중익(Fully Submerged Hydrofoil)은 운동제어를 주목적으로 하여 고안된 것이나 동시에 동역학적 양력을 발생하여 선체를 수면위로 어느 정도 부양함으로써 저항상에도 상당한 이점이 있을 것으로 기대되었으며 모형 시험에 의하여 이러한 예상이 기대이상으로 달성되고 있음을 확인하였다.

선체재질에 대해서도 상당한 조사와 검토가 있었다. 초기에는 강재, 알루미늄, 그리고 GRP와 같은 재료를 동일한 비중으로 검토하여 보았으나 구조강도(특히 피로강도), 경량화, 보수유지, 그리고 연료 경제성 등을 고려하여 주선체, 갑판 및 상부구조물 모두 알루미늄 재료를 쓰기로 결정하였다.

운항 예정항로의 해상상태를 조사해 본 결과 연간 80% 정도는 유의파고 2m(Sea State 4) 이하라는 자료를 입수하였으며 설계시 요구되는 운항 목표는 연간 280일 정도이므로 설계조건은 유의파고 3.5m(Sea State 5)로 하였다.

본 개발사업은 1990년 8월 중순 사업추진이 결정된 이래 선형설계 이론개발과 초기 모형시험 및 수중익 시스템 설계에 이르는 전 개념설계 과정을 4개월 내에 마쳐야만 했고 시작후 2년만에 선박의 건조가 완성되어야 하는 지극히 촉박한 일정을 따라야 했으며 실제 사업추진 일정은 다음과 같다.

- 개념설계 및 초기 모형시험 : 1990년 9월~12월
- 성능확인을 위한 모형시험 : 1991년 1월~6월
- 건조를 위한 상세설계 : 1991년 2월부터
(선급승인 및 제계산 포함)
- 선체 자재 발주 : 1991년 6월부터
- 건조 착수 : 1991년 12월
- 완 공 : 1992년 9월
- 시운전 : 1992년 10월

- 수중익 시스템 취부 : 1993년 9월말 예정
당사의 3단계 고속선 개발 계획중 제 1단계 사업인 “장거리 고속 수중의 쌍동여객선” 개발과정을 통하여 수행된 방대한 양의 이론적, 실험적 연구과정과 결과는 방대한 양의 보고서인 참고서적 1에 자세히 정리되어 있고 또한 이미 국내 및 국제 학술회의에 일부 발표된 바 있으며 [2, 3, 4]* 운항거리, 수중익의 형태 및 역할, 그리고 운동제어기능 및 방법등 종합적인 특성면에서 세계 최초로 개발된 특수 고속선임을 전세계가 인정하고 있다.

본 논문에서는 초기 개념 설계부터 건조 및 시운전에 이르기까지의 전체과정과 약간의 시운전 결과를 간략히 소개하고자 한다. Fig. 1.1은 수중익 시스템을 부착하지 않은 본 선박의 외형을 보여주고 있다.

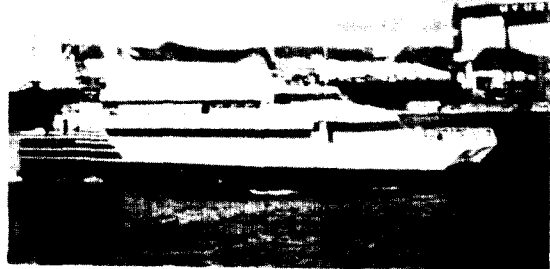


Fig. 1.1 General layout of the catamaran without the foil system

2. 주요치수의 선정 및 선형설계

선박설계의 초기에 있어서 가장 중요하고 어려운 과제가 주요치수의 선정이다. 주요치수의 선정에 대해서는 우선 주요치수의 변화가 저항, 추진, 운동, 조종, 진동, 소음 및 구조중량 등 선박의 주요 특성에 미치는 영향을 체계적으로 분석한 후 그 결과를 종합하여 전체적인 최적 경제성을 검토하여야 한다. 물론 이때에 특별히 강조되는 특성이 있을 수 있으나 어떠한 경우에도 기본 요구조건은 항상 만족되어야 한다. 본 개발선에 대한 기본 요구조건은 다음과 같다.

- 승 객 수 : 300 인 이상

* []안의 숫자는 참고문헌의 번호를 표시함.

- 항속거리 : 800해리 이상
- 순항속도 : 35노트 이상

본 개발선에 있어서는 장거리, 장시간을 운항하여야 한다는 특성상 선속도 중요하지만 승객 및 선원의 안락성을 위한 내항성능이 보다 중요한 설계조건이 된다고 할 수 있다.

1970년 중반부터 세계적으로 고속 배수량형 선형의 저항 및 운동특성에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으며 최근에 이르러 귀중한 결과들이 도출된 바 있다.

이러한 범세계적 연구결과를 참작하여 주요 치수에 대한 초기 선정을 하였으나 세계적으로 유명한 실적선을 시승해 본 후, 그리고 설계 업무가 진행됨에 따라 여러번의 수정이 이루어졌다. Table 2.1은 초기 선정으로부터 설계의 진행에 따른 몇가지 주요 치수의 변천을 보여주고 있다.

Table 2.1 Changes of main characteristics

안		I	IV	V(최종)
일자		90. 8.	90. 9.	91. 7.
전장(LOA)	(m)	35.0	45.0	45.5
흘수선장(LWL)	(m)	32.5	42.0	42.0
선폭	(m)	14.0	10.8	11.4
단동선 폭	(m)	3.6	3.2	3.2
단동선 중심간 거리	(m)	10.0	7.6	8.2
깊이(Depth)	(m)	5.5	5.5	5.1

주요치수의 선정후 선형설계 작업을 시작하였다. 선형설계는 저자가 개발한 "최소저항 이론에 의한 쌍동선의 선형설계 방법"을 활용하여 수행하였으며 본 이론과 방법은 참고서적 1, 2, 3에 비교적 자세히 논의되어 있으므로 여기서는 간략한 소개만 하려고 한다.

조선학의 전통적인 저항이론에 의하면 선박의 전체 저항은 점성저항과 잉여저항의 합으로 표시되며

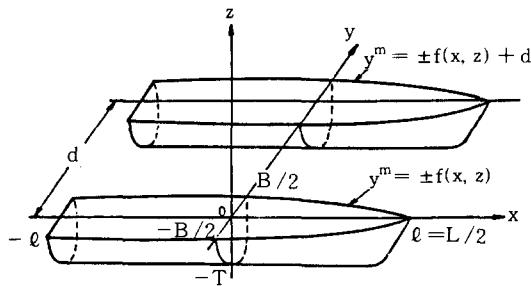


Fig. 2.1 General coordinate system

선형화된 각각의 저항식은 Fig. 2.1에 보이는 기본좌표계에 대해서 다음과 같이 표시된다 :

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_F + R_R \\
 R_F &= 2 \times \frac{1}{2} \rho S C_F v^2 \\
 &\approx 2 \rho C_F v^2 \int \int [1 + \frac{1}{2} (f_x)^2 + \frac{1}{2} (f_z)^2] dx dz \\
 R_R &= \frac{8 \rho g^2}{\pi v^2} \int \int_{S_0} f_x(x, z) dx dz \\
 &\quad \times \int \int_{S_0} f_z(\xi, \zeta) d\xi d\zeta \\
 &\quad \times \int_0^{\frac{\pi}{2}} d\theta \sec^3 \theta e^{-\frac{g}{v^2} (z+\xi) \sec^2 \theta} \cdot \cos \left[\frac{g}{v^2} \right. \\
 &\quad \left. (x-\zeta) \sec \theta \right] \left[1 + \cos \left(\frac{g}{v^2} \cdot d \sin \theta \sec^2 \theta \right) \right]
 \end{aligned}$$

이와 같은 저항식을 활용하여 최소저항이 되는 선형을 구하기 위한 다음 단계로서 선형을 수학적으로 나타내기 위한 적절한 수식을 고안하여야 한다. 이러한 선형식은 실제선형을 잘 표현할 수 있어야 할 뿐만 아니라 저항식에 대입하였을 때 수학적 취급이 가능하도록 될 수록 간단하여야 한다. 그러나 취급 가능한 간단한 식으로 복잡한 선형을 잘 표현하기란 결코 쉬운 일이 아니다. 이러한 목적을 위하여 저자는 오래전부터 다음과 같은 변수분리형 선형식을 사용하고 있다.

$$y = \pm f(x, z) = \pm X(x) \cdot Z(z)$$

여기서 X(x)와 Z(z)는 각각 수선면(Waterline Plan)과 종단면(Body Plan)을 나타낸다.

총체적으로 최적화된 선형을 구하기 위해서는 수선면과 종단면 모두를 미지계수들이 포함된 적절한 수식으로 나타내고 3차원 최적화 기법에 의하여 저항식을 풀어서 미지계수들을 구하여야 하지만 그러한 작업을 하기 위해서는 많은 시간이 필요하기 때문에 제한된 시간내에 본 과제를 수행하기 위하여 수선면에 대해서는 한가지 미지계수 다항식을 사용하였고 종단면에 대해서는 미리 몇가지 단면형상을 가정하여 2차원 최적화 기법을 적용하였다.

본 연구에서 사용된 선형식은 다음과 같다 :

수선면

$$X(x) = a_0 + a_1|x| + a_2x^2 + a_3|x^3| + a_4x^4$$

중단면

$$\begin{aligned} Z(z) &= (1 + z/T)^2 && : \text{오목형} \\ &= 1 + z/T && : \text{직선형} \\ &= 1 - (z/T)^2 && : \text{포물선형} \\ &= \sqrt{1 - (z/T)^2} && : \text{타원형} \end{aligned}$$

최적 선형을 구하기 위한 남은 과정은 미지계수가 포함된 선형식을 전체저항식에 대입하고 전체저항이 최소가 되도록 미지계수를 구하는 것이며 이를 위하여 저자는 적절한 구속 조건과 함께 Lagrange 승수(Lagrangian Multiplier) 방법을 사용하였다.

이와 같은 과정을 통하여 총 38개의 수학적 선형을 준비하고 실용성을 검토한 후 31개의 초기 선형을 선정하였으며 이어서 31개의 초기 선형에 대한 단동선 모형시험을 수행하였다. 초기선형에 대한 모형시험 결과를 기반으로 하여 8개의 제 1중간 선형을 선정하고 제 1중간 선형의 모형시험 결과로부터 2개의 제 2중간 선형을, 그리고 제 2중간 선형의 모형시험을 통하여 1개의 준 최종 선형을 선정한 후 설계가 진행됨에 따른 주요 특성의 변화를 반영하여 최종 선형을 설계하였다.

Fig. 2.2와 2.3은 최종 수중의 시스템을 부착한 최종 선형 쌍동모형선의 선수와 선미를 보여주고 있다.

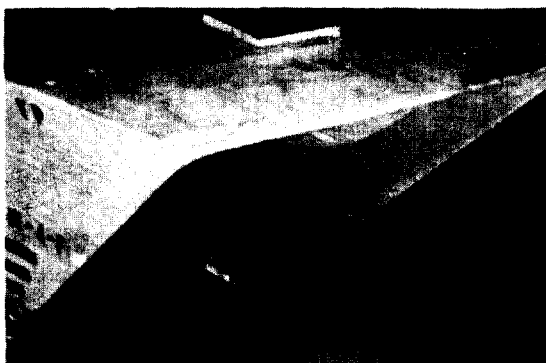


Fig. 2.2 Catamaran ship model of the final hull form with the final foil system(Fore-Body)



Fig. 2.3 Catamaran ship model of the final hull form with the final foil system(Aft-Body)

3. 운동제어 장치

소형선에 있어서 파랑중 선체운동, 특히 선수의 상하운동은 대형화하지 않는 한 어쩔 수 없는 성질의 것이므로 적절한 주요치수의 선정과 선형설계 만에 의한 운동성능의 향상에는 한계가 있다. 따라서 내항성능을 현저히 향상시키기 위해서는 우수한 선형설계와 함께 운동제어 장치의 도입이 필요하게 된다.

운동제어 장치로는 수동적 제어장치(Passive Control Device)로 핏치 제어판(Anti-Pitch Plate)과 핏치 제어통(Anti-Pitch Tank)을, 그리고 능동적 제어장치로 운동제어 수중의 시스템을 개별적으로, 그리고 경우에 따라 복합적으로 적용해 보기로 하였다.

3.1 수동적 운동 제어장치

핏치 제어판은 Fig. 3.1에 보이는 바와 같이 간단한 모양으로 된 평판으로써 본연구에서는 크기와 모양이 서로 다른 6가지의 제어판을 단동선체 각각에 하나씩 부착하고 저항 및 운동시험을 실시하였다. 핏치 제어통은 Fig. 3.2에 보이는 바와 같은 모양을 한 통으로써 크기와 치수가 서로 다른 9가지의 제어통을 설계하여 단동선체 각각에 하나씩 부착하고 저항 및 운동시험을 수행하였다. Fig. 3.3과 3.4는 핏치 제어

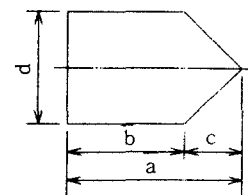


Fig. 3.1 Sketch of an anti-pitch plate

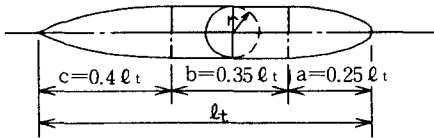


Fig. 3.2 Sketch of an anti-pitch tank



Fig. 3.3 Catamaran ship model with anti-pitch plates

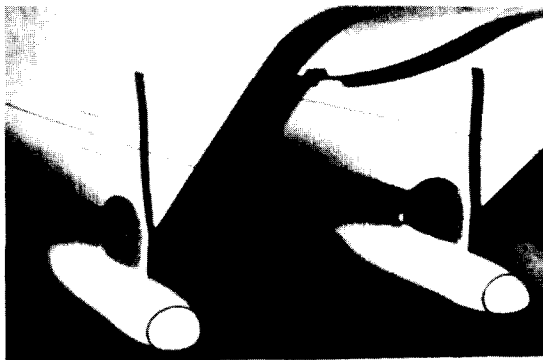


Fig. 3.4 Catamaran ship model with anti-pitch tanks

판과 핏치 제어통을 부착한 제2중간 선형의 쌍둥선 모형을 보여주고 있다.

3.2 능동적 운동제어장치

수중익 시스템, 즉 두 단동 선체를 연결하는 선수 수중익과 선미 수중익은 운동제어를 주 목적으로 하는 능동적 제어 장치로 고안된 것이나 동시에 동역학적 양력을 발생하여 선체를 수면위로 어느 정도 부양함으로써 저항상에도 상당한 이점이 있도록 설계를 하였다. 수중익 시스템은 모두 9가지가 설계되었으며 그중에서 5가지는 실제로 모형을 제작하여 모형시험을 실시하였다.

3.3 운동제어장치에 대한 결론

모형시험 결과로 부터 알수 있는 바와 같이 운동제어 장치를 설치함으로써 운동특성이 현저히 향상되는 것은 사실이지만 수동적 제어장치로는 설계 목표를 달성할 수 없다는 것이 판명되었다.

여기서 한가지 언급할 것은 수중익 시스템도 모형시험에 있어서는 커다란 핏치 제어판과 같은 수동적 제어장치의 역할 밖에는 할 수 없다는 사실이다. 왜냐하면 실선과 달리 모형시험에 있어서는 수중익의 꼬리 제어판(Tail Flap)을 조종하는 것이 일반적으로 가능하지 않기 때문이다. 이러한 연구결과로부터 제어판(Flap)의 적절한 조종에 의하여 해상조건에 능동적으로 대처할 수 있을 뿐만 아니라 저항성능도 현저히 향상시킬 수 있는 수중익 시스템을 운동제어 장치로 선정하게 되었다.

4. 수중익 시스템

4.1 개요

수중익 시스템은 1차적으로 운동제어 장치로써 도입되었으나 고속화에도 크게 기여하고 있다. 이러한 목적아래 설정된 설계목표를 달성하기 위하여 선수 미 수중익 모두 능동적 제어기능을 갖도록 하였다.

능동적 제어는 수중익 꼬리 제어판(Tail Flap)의 신속한 조종에 의하여 이루어지며 적절한 제어에 의하여 악천후시 선체운동을 크게 감소시킬 수 있고 급선회시 과도한 횡경사(Heel)를 방지할 수 있을 뿐만 아니라 날씨가 좋을 때에는 선체를 좀더 부양시켜 저항을 감소시킴으로써 선속을 증가시킬 수 있다.

4.2 기본설계 개념

수중익 시스템의 설계초기에 어려웠던 점은 선박 중량을 지지하기 위하여 부력과 기본 양력*의 비율을 얼마정도로 하는 것이 저항성능과 내항성능의 종합적인 면에서 최적절충이 되겠느냐 하는 것이었다. 이에 대한 해답을 구해보기 위하여 몇가지 조합의 수중익 시스템에 대한 모형시험과 이론적 분석을 수행하여 보았다. 그러나 쉽게 인지할 수 있는바와 같이 수동적 제어인 경우에 있어서도 모형시험에 대한 실제적 문제점과 이론정립의 불충분, 그리고 다른 여러가

* 기본 양력이란 제어판(Flap)이 중립위치에 있을때 수중익이 발생하는 양력을 의미함.

지 주요문제점으로 인하여 뚜렷한 결론이나 지침을 도출할 수가 없었다. 그리고 능동적인 제어인 경우에는 문제가 훨씬 더 복잡해진다.

그렇다고 위의 연구가 전연 무의미 한것은 아니다. 비록 제한된 연구이기는 하지만 어느정도의 일반적 경향을 파악할 수 있었으며 이러한 설계 경험자로서의 대체적인 감각에 따라 부력대 양력의 비율을 30 : 70으로 결정하였다.

그 다음에 결정해야 할 사항은 선박을 지지하기 위하여 필요한 70%의 기본 양력중 선수·미 수중의 부담율에 대한 것이었다. 이에 대해서는 선박이 설계 순항속도로 항진중 선체가 대체적으로 수평(Even Keel)이 되도록 한다는 방침을 세웠다. 이 부담율은 선박의 중심과 부심의 위치 및 선수·미 수중의 위치로부터 쉽게 구할 수 있으며 따라서 선수·미 수중의 부담율은 대략 40 : 60으로 하였다. 이 부담율은 약간 틀리더라도 수중의 꼬리 제어판(Tail Flap)의 미소한 조정에 의하여 쉽게 수정이 되므로 별로 문제 될 것이 없다.

이와 같은 수중의 시스템의 기본설계 개념을 정리해 보면 대략 다음과 같다 :

선박의 총중량(즉 총배수량)에 대하여 설계순항속도에서,

- 부력에 의한 지지가 30%
- 제어판(Flap)이 중립위치에 있을 때 수중의 시스템이 발생하는 기본양력에 의한 지지가 약 70%
- 수중의 시스템의 기본양력 발생시 선체가 대체적으로 수평(Even Keel)을 유지하도록 선수·미 수중의 양력부담율을 대략 40 : 60으로 한다.

Fig. 4.1은 이러한 기본설계 개념의 요약을 보여주고 있다.

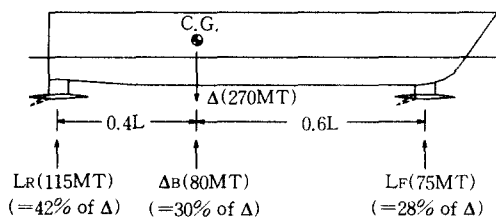


Fig. 4.1 Basic design concept of the hydrofoil system

4.3 연결방법

수중의 시스템과 선체와의 연결을 위하여 몇가지

방안을 마련하고 유체역학적, 구조역학적 검토와 분석을 통하여 최종적으로 Fig. 4.2에 보이는 바와 같은 방안을 채택하였다. 즉 선수·미 수중의 모두 중앙에 하나의 튼튼한 중앙기둥(Center Strut)을 설치하기로 하였으며 또 선수 수중에 있어서는 양 연결조직이 어느정도의 횡변형을 수용할 수 있도록 양단 연결구조는 힌지연결(Hinge Connection) 방식으로 하였다. 따라서 중앙기둥은 대부분의 하중을 지탱하게 되고 두개의 옆 기둥은 얼마간의 수직하중을 흡수하면서 동시에 횡변형을 수용할 수 있도록 하였다. 그리고 단동선체 각각에 있어서 옆 연결기둥(Side Strut)의 전후에는 수밀격벽을 설치하여 연결구조의 파손시에도 수밀이 되어 안전하도록 하였다. 그러나 선미 수중에 대해서는 선미부분의 선체 변형이 무시할만 하므로 모든 연결기둥의 연결구조로써 고정 연결시키는 방법을 채택할 수도 있었으나 수중의 설치 및 향후 보수유지 등을 고려하여 선수 수중의과 동일한 방식을 채택하였다.

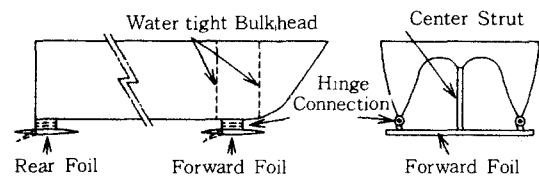


Fig. 4.2 The final concept for the installation of the foil system

또한 선수·미 수중의 중앙연결기둥(Center Strut)을 수중의 부분과 선체쪽 부분의 두 부분으로 분리하고 플랜지(Flange) 방식으로 연결하도록 하였다. 따라서 선수 수중에 있어서 중앙기둥은 플랜지 연결(Flange Connection)방식, 양 옆기둥

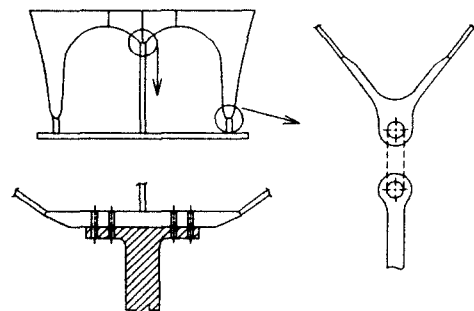


Fig. 4.3 Connection mechanism of the forward foil

(Side Strut)은 힌지연결(Hinge Connection) 방식으로 되어 있고 선미 수중익에 대해서도 동일한 연결 방식으로 되어 있으므로 단시간내에 수중익 시스템을 선체에 부착 및 제거할 수 있도록 하였다. 당사 건조팀의 추정에 의하면 수중익 시스템을 선체에 부착하거나 제거하는데 약 3시간 정도 소요되리라고 한다. Fig. 4.3은 선수 수중익에 있어서 중앙기둥(Center Strut)의 플랜지 연결(Flange Connection)과 양옆 기둥(Side Strut)의 힌지연결(Hinge Connection) 구조를 보여주고 있다.

4.4 수중익 시스템의 재질

수중익 시스템의 재질로는 비록 최종적으로 스테인레스강(Stainless Steel)이 선정되기는 하였지만 가능한 한 대상 재질을 폭넓게 조사 연구해 보려고 하였다. 우선 수중익 시스템의 재질은 “비 부식성 재질(Non-Corrosive Material)” 이어야 한다.

본 연구에서는 일반 선박의 프로펠러 재질과 비슷한 Ni-Al-Bronze 합금, 스테인레스강(Stainless Steel), 그리고 탄소섬유(Carbon Fiber)의 세가지를 대상 재질로 선정하였다. 특히 Ni-Al-Bronze 계통의 재질은 경제성을 고려하여, 그리고 탄소섬유는 경량화와 향후 적용 가능성 조사를 위하여 선정하였으며 세가지 재질의 화학적 조성(Chemical Composition) 및 역학적 특성에 대한 조사, 분석을 실시하였다. 그러나 종합적인 면으로 보아 현단계에서는 스테인레스강이 최적이라는 결론에 도달하였으며 따라서 수중익 시스템의 재질로 선정하게 되었다.

4.5 수중익 시스템의 실제설계

앞에서 논의한 설계개념에 따라 모두 9가지의 수중익 시스템을 설계하였다. 공동현상(Cavitation)의 발생 가능성과 유기항력(Induced Drag)을 최소화 하기 위하여 양력은 캠버(Camber)와 받음각(Angle of Attack)의 최적 결합에 의하여 발생하도록 수중익 단면을 설계하였다. 또한 각각의 수중익이 요구되는 양의 양력을 발생하도록 하기 위한 캠버분포와 받음각의 크기는 자유 표면효과를 고려치 않은채 두가지 대표적인 방법, 즉 양력선이론과 볼텍스격자방법(Vortex Lattice Method)에 의하여 따로 따로 구한 후 서로 비교 검토함으로써 최종값을 결정하도록 하였다. 사실 두가지 방법에 의한 결과가 크게 틀리지 아니하였으며 이렇게 하여 구한 최종결과는 대체적으로 설계목표를 잘 만족하고 있음이 모형시험을 통

하여 증명되었다.

수중익의 단면형상은 우선 선수·미 수중익이 요구되는 구조강도를 만족시킬 수 있도록 NACA 66 두께형상(Thickness Form)의 두께를 결정한 후 요구되는 양의 양력이 발생하도록 조정된 NACA 0.8-a 캠버형상(Meanline)과 받음각을 서로 결합함으로써 구하였고 모든 연결기둥에 있어서는 요구되는 만큼의 구조강도를 갖도록 두께를 조정된 NACA 66 두께형상을 활용하였다.

Fig. 4.4는 최종 수중익의 개략적인 투영형상(Planform)을 보여주고 있다.

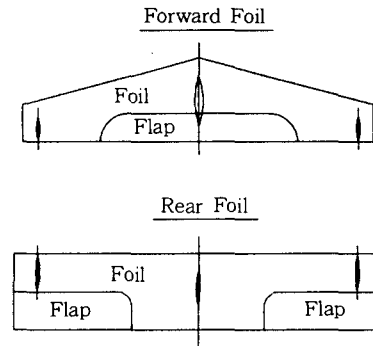


Fig. 4.4 Planform of the final foil system

5. 운동제어시스템

앞에서 논의한 바와 같이 적절한 주요치수의 선정 및 우수한 선형설계만으로는 운동성능을 향상시키는데 한계가 있으므로 좀 더 근본적인 향상을 위하여 운동제어장치를 도입하기로 결정하고 2가지 수동적 제어장치와 1가지 능동적 제어장치를 고안하여 모형시험을 실시하여 보았다. 그리고 모형시험에 있어서는 전술한 이유로 인하여 3가지 모두 수동적 제어장치의 역할 밖에는 할 수 없다는 것을 언급한 바 있다.

모형시험 결과에 의하면 이러한 운동제어장치의 도입으로 인하여 선박의 운동 특성, 특히 선수의 상하운동특성이 현저히 향상되는 것이 사실이지만 수동적 제어장치로는 운동특성에 대한 설계목표를 달성할 수 없음이 판명되었다. 따라서 꼬리 제어판(Tail Flap)의 적절한 조종에 의하여 해상조건에 능동적으로 대처할 수 있을 뿐만 아니라 동시에 저항성능도 현저히 향상시킬 수 있는 수중익 시스템을 운동제어장치로 선정하게 되었다.

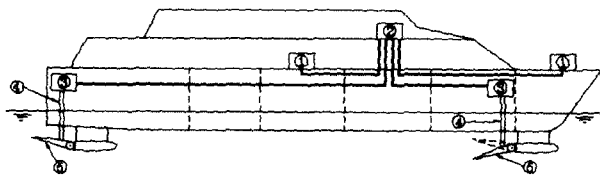
운동제어장치가 선정된 후에 다음으로 하여야 할 일은 채택된 제어장치에 어떠한 제어기능을 부여할 것인가를 결정하는 것이었다. 처음에는 선체의 수직 운동, 특히 선수의 상하운동특성을 향상시키는데 주력하기로 하고 이에 따라 수중의 시스템을 설계하였으나 설계가 진행됨에 따라 좀더 많은 기능을 부여하여 세계적으로 최첨단 수중의 시스템을 설계하기로 방향을 바꾸었다.

새로 선정된 수중의 시스템의 기능으로는 다음을 들 수 있다.

- 파랑으로 인한 운동제어
 - 히브(Heave)
 - 핏치(Pitch)
 - 횡요(Roll)
- 급 회전시 횡경사(Heel) 제어
- 후진시 선미 수중의 꼬리 제어판(Tail Flap) 조종

즉 운동특성에 있어서는 선수의 상하운동이 제일 문제가 되므로 선수 수중익은 주로 선수의 상하운동 특성을 향상시키는 역할을 하도록 중앙에 1개의 제어판(Flap)을 설치하였고 선미 수중익에는 우현과 좌현쪽으로 분리된 2개의 제어판(Flap)을 설치하여 필요시 횡 모우먼트(Transverse Moment)를 발생시킴으로써 횡요(Roll)와 횡경사(Heel)를 제어하도록 하였다.

운동제어 시스템에 대한 전체적인 윤곽은 Fig. 5.1에 보이는 제어계통도에 요약되어 있다.



- ① Motion Sensor(Accelerometer or Gyro)
- ② Micro-Computer
- ③ Control Unit(Hydro Power Pack or Servo Actuator)
- ④ Control Bar
- ⑤ Flap

Fig. 5.1 Diagram of the overall motion control system

* Hamburgische Schiffbau Versuchs Anstalt
(Hamburg Ship Model Basin)

6. 모형시험

이론적 연구나 시험적 연구에는 크게 두가지 측면이 있는 바 한가지는 대체적인 특성을 알아보고자 하는 정성적인(Qualitative)면이고 다른 한가지는 특성뿐만 아니라 수치까지 구해보고자 하는 정량적인(Quantitative)면이다.

초기선형과 제 1중간선형에 대한 모형시험은 우수한 선형을 선정하기 위한 정성적 시험이라고 할 수 있으며 당사 선박해양연구소에서 단동선에 대해서만 모형시험을 수행하였다. 그러나 제 2중간선형에서부터 최종 선형까지의 모형시험은 당사 선박해양연구소의 예인수조와 독일 HSVA*의 예인수조에서 각각 수행하였다.

당사 선박해양연구소에서 사용한 모형선의 길이는 예인전차의 제한된 속도로 인하여 단동선인 경우에는 2.5m, 쌍동선인 경우에는 2.8m로 하였고 HSVA에서 사용한 모형선의 길이는 4.5m로 하였다. 따라서 본 연구소에서 수행한 모든 모형시험은 정성적 시험으로, 그리고 HSVA에서 행한 시험은 정량적 시험으로 간주하기로 하였다. 시험 종류로는 저항시험, 운동시험, 운동제어장치시험 및 최적 트림(Trim)시험을 실시하였다.

Fig. 6.1은 31개 초기선형중의 하나인 단동모형선에 대한 저항시험 광경을 보여주고 있으며 Fig. 6.2는 2개의 제 2중간선형중의 하나인 쌍동모형선에 대하여 당사 선박해양연구소에서의 저항시험 광경을 보여주고 있다. Fig. 6.3은 최종수중의 시스템이 부착된 최종 쌍동모형선에 대한 HSVA에서의 저항시험 장면을 보여주고 있으며 선체가 수면위로 현저히 부상되고 있는 모습을 볼 수 있다.

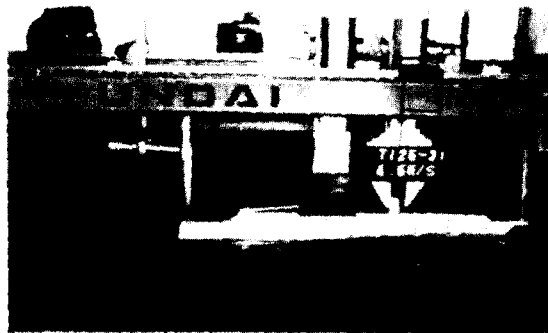


Fig. 6.1 Mono hull resistance test for the initial hull form

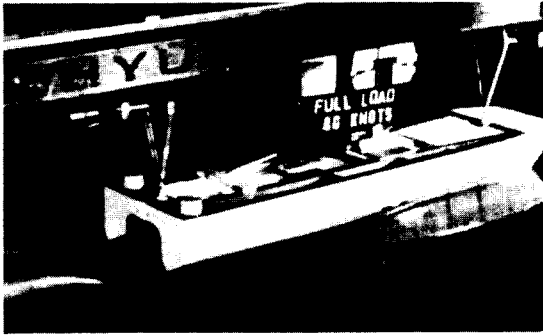


Fig. 6.2 Catamaran bare hull resistance test for the second intermediate hull form



Fig. 6.3 Resistance test for the final catamaran hull form with the final foil system(HSVA)

Fig. 6.4와 6.5는 나선(Bare Hull)과 운동제어장치를 부착한 모형선 각각의 경우에 대해서 저항시험과 운동시험 결과를 비교적으로 보여주고 있다. 그리고 최종선형에 대한 저항시험 및 운동 시험 결과는 Fig. 6.6과 Table 6.1에 정리되어 있다.

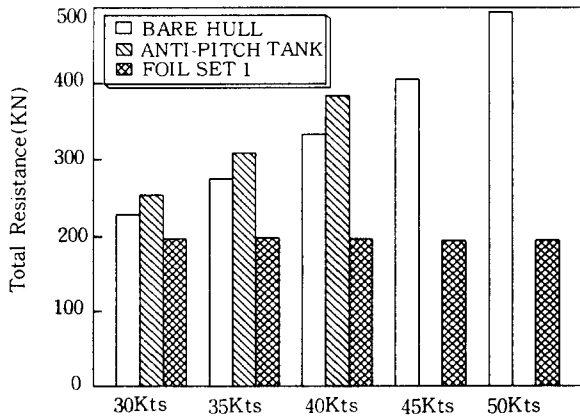


Fig. 6.4 Typical resistance test results for the bare hull and for the ship with motion control devices

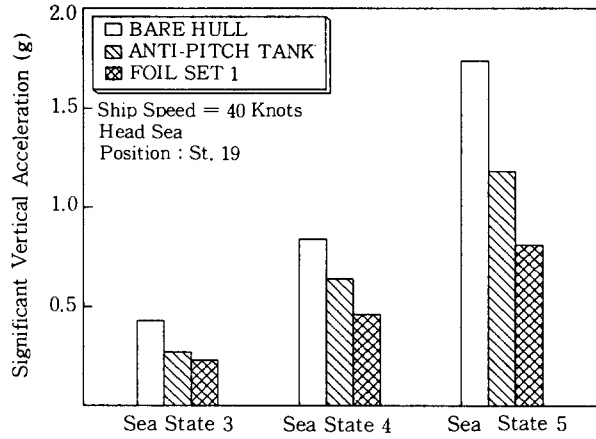


Fig. 6.5 Typical seakeeping test results for the bare hull and for the ship with motion control devices

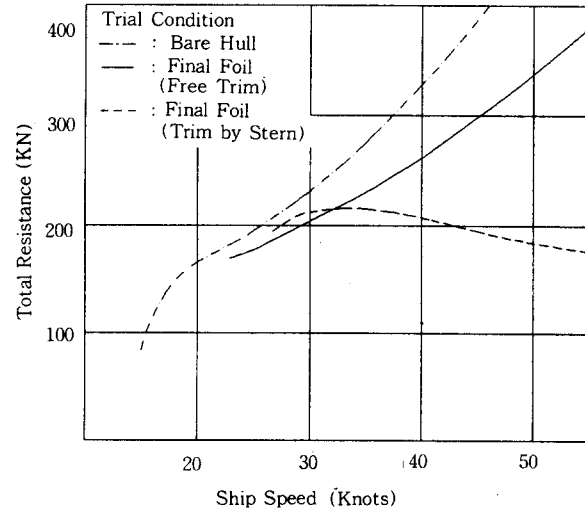


Fig. 6.6 Resistance characteristics for the final hull form

Table 6.1 Seakeeping test results for the final catamaran hull form

Approx. Sea State (Hs)	Hull Condition	Significant Heave Amplitude (m)	Significant Pitch Amplitude (deg)	Significant Vertical Acceleration at	
				St. 10 (in g)	St. 19 (in g)
4 (1.9m)	Bare Hull	1.26	2.56	0.43	0.74
	W/W the Final Foil Set	0.74	1.4	0.27	0.35
5 (2.8m)	Bare Hull	2.21	4.7	0.65	1.08
	W/W the Final Foil Set	1.67	3.7	0.54	0.81

나선(Bare Hull)과 각종 수동적 운동제어장치를 부착한 경우(수중의 시스템 제외)의 저항시험과 운동시험결과를 검토해 볼때 초기에 예견한대로 운동제어 장치를 부착함으로써 얼마간의 저항증가에 비해 운동특성이 크게 향상되는 것은 사실이나 종합적인 면에서 살펴볼 때 설계목표를 만족시킬 수 있을 만큼 향상될 수는 없다는 것을 알 수 있다. 그러나 비록 설계목표는 만족되지 않더라도 이처럼 간단한 수동적 운동제어 장치를 부착함으로써 약간의 저항증가에 비해 운동성능, 특히 선수의 상하운동특성이 크게 향상된다는 사실은 향후 30 노트급 연안여객선에 있어서 이러한 운동제어 장치의 활용 가능성을 제시해 준다고 할 수 있다.

나선(Bare Hull)과 수중의 시스템을 부착한 경우의 모형시험 결과를 살펴보면 수중의 시스템에 의하여(비록 수동적일 경우이라도) 운동특성과 저항특성에 모두 큰 향상이 있음을 알 수 있다. 그러나 운동특성에 대한 설계목표의 달성은 꼬리제어판의 조정이 가능한 능동적 제어장치의 도입없이 불가능하다는 결론을 내릴 수 있다.

Fig. 6.6으로 부터 저항특성은 수중의 시스템에 의하여 현저히 향상된다는 사실을 쉽게 알 수 있다. 특히 주어진 선속에 대하여 최적트림상태(Optimum Trim Condition)가 있어 해상상태가 좋을 경우 제어판 조종에 의하여 적절한 선미트림을 유지한다면 어떤 선속 이후에는 선속이 증가하더라도 저항은 계속 감소하는 현상이 발생하며 이러한 현상은 실선운항시 대단히 중요한 역할을 하게 될 것이다.

비록 본 논문에서는 간략히 요약하였으나 선체와 수중의 시스템의 복합체인 고속쌍동선에 대하여 방대한 양의 모형시험이 수행되었다. 이러한 방대하고 체계적인 모형시험은 우리나라는 물론 전 세계적으로도 처음 있는 일이라고 사료된다.

또한 본 개발선의 수중의 시스템과 같이 선저부가 물이 있는 고속선의 경우 전세계적으로 공인된 모형시험 및 실선 변환기법(Model Test and Extrapolation Technique)이 아직 확립되어 있지 못한 관계로 저자 나름대로의 독자적인 기법을 개발하여 사용하였다. 저자는 본 연구에서 사용된 기법이 이론적인 면이나 실용적인면에 있어서 세계적으로 사용되고 있는 어떠한 방법보다도 우수한 것이라고 자부하고 있으나 얼마나 정확한지는 수중익을 부착한 실선 시운전이 끝나야 알 수 있을 것이다.

7. 구조설계

7.1 선체 및 수중의 재질

소형 고속선의 건조를 위한 선체재료 선택은 운항성능, 경제성, 중량, 요구강도등 여러가지 특성의 종합적 평가에 의하여 이루어져야 한다. 따라서 최종적인 선체 재료는 종합적인 검토 결과에 따라서 알루미늄으로 결정되었고 수중익의 재질은 항복응력 뿐 아니라 피로특성, 충격 에너지 흡수도, 부식특성, 제작 및 보수의 용이성 등의 검토를 통하여 고강도 스테인레스강으로 최종 결정되었다.

7.2 중앙단면 설계 및 구조해석

초기 선형결정을 위한 중량추정 단계에서부터 중앙단면도 설계는 동시에 진행되었다. 구조설계는 DnV 및 LR의 설계지침에 따라서 수행되었고 초기설계 단계에서 각 선급별 주요 구조부재 치수 비교 결과에 의하면 DnV 규정이 LR에 비하여 약간 작은 치수를 요구하고 있으나 전체적으로 큰 차이는 없으며 선체 중앙면에서는 DnV 규정에 따른 설계가 LR 규정에 의한 경우보다 약 3% 정도 적었다.

주요부재에 대한 강도확인 과 선체 전체구조에 대한 구조적 안정성을 확인하기 위해서 구조해석이 반드시 수행되어야 하며 따라서 다음과 같은 수순에 따라 해석을 수행하였다.

- (1) 선급 설계지침에 따른 하중계산
- (2) 중앙부 횡단면 해석
- (3) 선체 전체 3차원 구조해석
- (4) 수중익과 선체 연결부 상세해석
- (5) 허용응력에 따른 안전성 평가
- (6) 피로강도 해석 및 평가

일반적으로 쌍동선(Twin-Hull Ship)은 갑판(Deck)의 연결구조가 상대적으로 취약한 것으로 알려져 있다. 게다가 본 쌍동여객선은 선수·미에 수중익이 각각 전폭으로 하나씩 부착되어 있다. 그러므로 복잡한 구조 형태를 지니고 있는 본 선박의 구조응답을 조사하기 위하여 Fig. 7.1에 보인바와 같은 선체 전체 3차원 구조해석을 하게 되었다[5]. 선체 전체를 모델링 하기 위하여 약 5,840개의 절점(Grid)과 10,430개의 요소(Element)가 사용되었고 구조해석 프로그램으로 MSC/NASTRAN이 사용되었다.

7.3 수중익과 선체 연결부 상세해석

수중익과 선체 연결부는 상당히 큰 집중하중이 걸

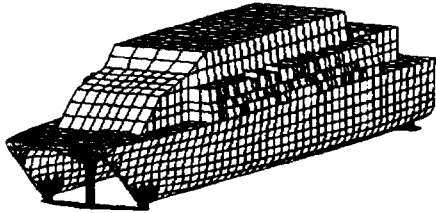


Fig. 7.1 Modeling for the overall 3-dimensional structural analysis

리기 때문에 본 선박에 있어서 가장 구조적으로 취약하다고 예상되어 상세해석을 수행하기로 하였다. 수중익은 솔리드요소로 모델링하였는데 선체와의 연결부는 강체보요소(Rigid Beam Element)를 사용하여 핀연결(Pin Joint) 및 플랜지 연결(Flange Joint)을 모델링하였다. Fig. 7.2는 비대칭 하중상태에 대해서 선수 수중익에 걸리는 응력분포를 보여주고 있다.

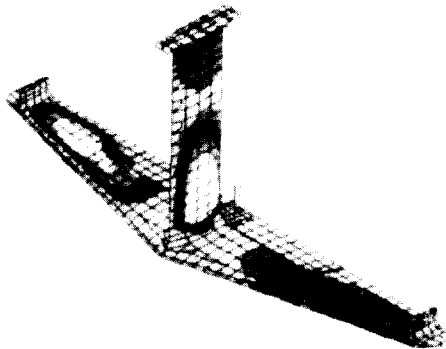


Fig. 7.2 Stress distribution in the forward foil

수중익 구조는 발생 양력에 대해서 적절한 강도를 유지해야 할 뿐만 아니라 해상 부유물과 예상치 못한 충돌등으로 인해서 선수·미 수중익이 부분적으로 손상된 극한 상황에서도 수중익이 완전히 파손되는 일이 없어야 한다. 이를 위하여 최종강도 해석을 별도로 수행하였으며 해석 결과에 의하면 손상부위를 제외한 나머지 부분에서 항복응력을 초과하지 않고 있다. 그리고 수중익의 용접부위와 같은 주요 위치나 고응력 부위에 대해서는 별도의 피로강도 해석이 수행되었다. 피로강도 평가는 일반적으로 널리 사용되는 두가지 방법, 즉 응력-발생회수(S-N)방법과 파괴역학적 방법에 의하여 수행되었다.

8. 건 조

선체의 효율적인 건조를 위하여 전체 선박을 총 4개의 블록으로 분할조립키로 결정하였다. 특히 하부 선체는 선수부, 중앙부, 그리고 선미부의 3개 블록으로 분할되었고 선실구조는 1개 블록으로 조립키로 하였다. 선실 블록을 제외한 하부 선체의 3개 블록은 제작의 편의상 상감판축이 아래로 놓이는 상하가 뒤집어진 상태에서 조립작업이 수행되었고 최종 블록이 완성된 후 60톤 크레인을 이용하여 정상상태로 회전(Turn Over)시켰다. 최종적으로 하부선체의 3개 블록 조합후 선실블록을 탑재함으로써 전체 선박이 완성되었다. Fig. 8.1은 이러한 건조개념을 보여주고 있으며 Fig. 8.2는 중앙부 블록의 회전(Turn Over)장면을 보여주고 있다.

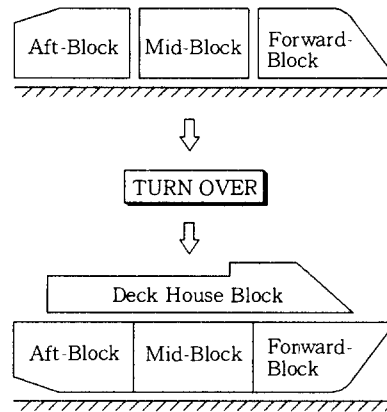


Fig. 8.1 Hull construction concept

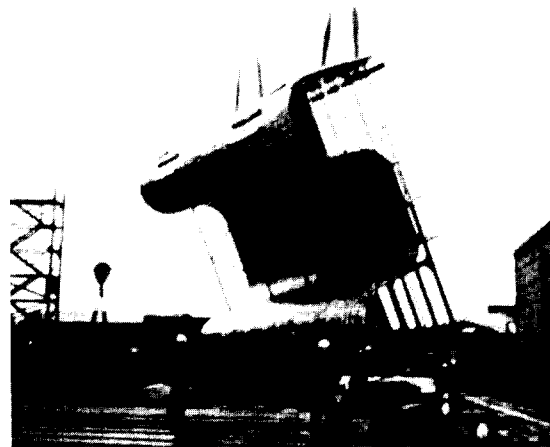


Fig. 8.2 Turn-over of the mid-block

건조공수 절감과 알루미늄재의 용접 열변형을 줄이는 한편, 용접부위에서의 균열발생을 피하기 위하여 압출재(Extruded Profile) 사용을 극대화 하였다. 그리고 알루미늄 용접은 반자동 MIG 용접기법에 따라 수행되었다. 모든 선체조립 작업은 선각 공장내에서 수행되었으며 주기관, 물분사장치, 의장공사, 선실 내부공사 및 외부 도장작업이 완료된 후에 Fig. 8.3과 같이 진수대를 이용하여 선박이 진수되었다.

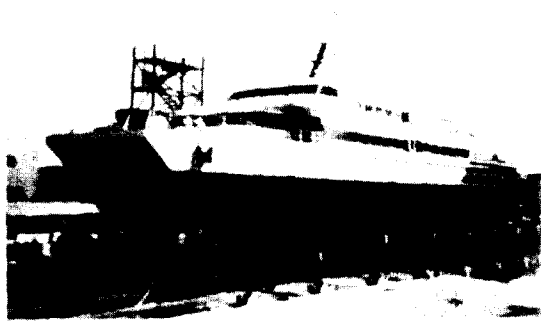


Fig. 8.3 The Catamaran on the floating dock before launching

9. 시운전

진수후 최종 의장공사를 끝냄으로서 실선건조를 완공하였으며 이어서 해상 시운전이 실시되었다. 시운전은 설계조건과 비슷한 여러가지 해상상태(Sea State)를 맞추기 위하여 여러번 실시되었으며 당사의 시운전 안벽으로 부터 부산간의 항로에서 주로 수행되었으나 멀리 대마도 근해에까지 시운전 항해를 하기도 하였다. 시운전중에는 선박의 성능평가 및 모형시험 결과와의 비교를 위하여 선속, 마력, 운동, 조종, 진동, 소음 및 구조강도등 광범위한 분야에 걸쳐 실선계측이 수행되었다.

아직 수중의 시스템을 부착하지 못하여 완전한 실선 시운전을 수행한 것은 아니지만 나선(Bare Hull)에 대한 시운전 결과중 대표적인 것을 간략히 소개하고자 한다. 시운전중 선박의 평균 배수량은 235톤이었고 평균 트림이 40cm 정도였다. 우선 실선의 속도는 유의파고 약 1.5m의 해상상태에서 약 31노트로 계측되었으며 이것은 평온한 해상상태에 대한 모형시험 결과로부터 추정해 볼때 약 2노트 정도 빠른 것이다. 그러므로 수중의 시스템을 부착하면 해상상태 4(유의파고 약 2.0m)에서 35노트 이상의 선속이 날 것

이 확실시 된다.

운동특성에 대해서는 시운전마다 히브(Heave), 핏치(Pitch) 및 수직가속도 등을 2시간 이상씩 장시간 연속 기록하여 통계적인 분석을 하였다. Table 9.1은 시운전시 계측한 수직가속도와 모형시험 결과와의 비교를 보여주고 있는 바 모형시험과 실선 시운전의 결과가 극히 근접할 뿐만 아니라 공교롭게도 선수부에서의 수직가속도 값은 완전히 일치하고 있다.

Table 9.1 Comparison of seakeeping characteristics of bare hull

- 해상상태 4(유의파고 2.0m)
- 선수파(Head Sea)
- 선 속 : 모형시험시 35노트
실선 시운전시 약 31노트

	수직 가속도(유의값) (단위 : g)	
	중양부 (ST.10)	선수부 (ST.19)
모형 시험	0.50	0.84
시운전시 계측	0.41	0.84

또한 조종성능, 진동과 소음등도 극히 양호하였다. 그러나 정량적인 측정결과에 대해서는 추후 수중의 시스템을 부착하고 최종 시운전을 수행한 후 자세히 발표하려고 한다.

10. 선박 특성 요약

10.1 주요 요약

- 전 장 : 45.50M
- 흘수선장 : 42.00M
- 선 폭 : 11.40M
- 형 깊 이 : 5.10M
- 선 급 : KR 및 DnV
- 법 규 : IMO Resolution A373(X)
"Code of safety for dynamically supported craft" 및 기타 관련 법규에 따른 국제항해
- 정 원 : 승무원 12명
여 객 300명 이상
- 순항속도 : 35노트 이상
- 항속거리 : 800해리 이상

10.2 선실 설비

Fig. 10.1의 일반배치도에서 보인바와 같이 여객실은 208명이 탑승하는 주갑판의 제 1 여객실과 92명이 탑승하는 2층 갑판의 제 2 여객실로 구성되어 있다. 제 1 여객실은 3-4-4-3열의 좌석 배치로 되어 폭 1m의 통로가 종방향으로 3개 배치되어 있으며, 제 2 여객실은 3-4-3열의 좌석배치로 폭 1m의 통로가 종방향으로 2개 배치되어 있다. 제 1 및 제 2 여객실에는 장거리 탑승객의 수화물 보관을 위하여 좌·우현 상부에 항공기에서 사용하는 형태의 여닫이식 화물 보관함 과 선수·미의 수화물 보관용 선반을 설치하였다.

승객용 의자는 폭 및 의자간 간격을 0.5m와 1.0m로 배치하여 안락도 향상에 중점을 두었으며, 오락시설로는 Multi-Vision, 대형 텔레비전 및 각 의자에 독립된 이어폰을 설치하여 영화와 음악 등을 즐길 수 있도록 하였다. 매점 및 주방시설이 제 1 여객실 후부에 위치하여 제 1 여객실 승객은 물론 제 2 여객실 승객도 후부 계단을 통하여 손쉽게 이용 가능토록 하였다.

또한 장거리 탑승시 승객들에게 공급할 냉/온 음식물을 보관할 수 있는 시설을 갖추어 식사시간에 맞추어 음식을 항공기에서와 같이 이동용 수레를 이용 공급 가능토록 하였다. 모든 여객실은 냉/온방 시설을 완비하였으며, 기준 외기 온도는 한국의 기온을 기준으로 설계되었으므로 쾌적한 승객실 환경의 유지가 가능토록 하였다.

승무원 구역은 조타실 후부의 승무원 휴게실과 제 1 여객실 전부의 승무원 침실 구역으로 구성되어 있다. 승무원 휴게실에는 각종 편의시설이 갖추어져 있고 승무원 침실구역에는 정박시에 승무원들의 숙박 시설로 사용하기 위하여 도합 12명용의 침대가 배치되어 있다. 그리고 승무원용 화장실, 세탁실 및 샤워실은 별도로 배치하여 본 구역내에서의 생활에 불편이 없도록 설계하였다.

10.3 기관부 설비

- 주기관 : 현대-PAXMAN VALENTA 18 RP
200CM × 2대
(2 × 4,105 PS × 1,540 RPM)
- 추진기 : KAMEWA 80S II 물분사 추진기
× 2대
- 감속기 : NIIGATA RGC 200K-1

11. 결 론

당사의 3단계 고속선 개발계획의 제 1단계 사업인 “장거리 고속 수중익 쌍동여객선” 개발이 완료되었으며 개발과정을 통하여 방대한 양의 이론적, 실험적 연구가 체계적으로 수행되었다.

소형 고속선의 성능은 중량에 대하여 극히 민감하게 반응하며 따라서 소형 고속선에 있어서 경량화는 필수불가결의 작업이라고 할 수 있다. 그러나 본 개발선은 여러가지 요구조건으로 인하여 기존 유사선과 비교하여 볼 때 중량이 거의 2배나 더 나간다는 불리한 조건과 장거리, 장시간의 원해운항에 대비하여 저항성능보다도 내항성능 향상에 보다 큰 역점을 두어야 한다는 많은 설계상의 어려움이 있었다.

이와같이 매우 불리한 여건에도 불구하고 설계업무는 성공적으로 수행되었으며 건조 역시 순조롭게 완료되었다. 그리고 시운전 결과에 의하여 기존 유사선과 거의 동일한 엔진출력으로 유사선의 속도를 능가하는 속도를 달성 하리라는 것이 증명되었다. 이것은 본 개발선의 배수량이 기존 유사선의 배수량에 비하여 거의 두배가 된다는 점을 생각할 때 본 개발선의 저항성능, 즉 속도성능의 우수성을 증명하는 것이라고 할 수 있다.

본 개발선에는 세계 최초로 고안된 새로운 개념 및 장치들이 적용된 바 있으며 따라서 운항여건, 설계개념, 그리고 몇가지 기능 및 장치에서 볼 때 이러한 크기와 종류의 선박에 있어서 세계 최초로 개발된 소형 특수 고속선임을 전세계 조선계가 인정하고 있다.

끝으로 본 연구결과를 토대로 제2단계 및 제3단계 고속선 개발에 대한 연구를 수행하려고 한다. 제2단계 사업인 배수량 1,200톤급 초고속 수중익 쌍동 체리개발사업은 이미 1992년 초에 시작하여 현재 개념설계를 거의 끝낸 상태이며 1993년 말까지는 종합적 설계기술 개발을 완료할 예정이다. 제3단계 사업인 재화중량 12,000톤급 초고속 대형선 개발사업은 1994년 초에 착수하여 1996년 말까지 모든 설계를 완료할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 민계식, 김외현, 김정환 “장거리 고속 수중익 쌍동여객선 개발에 대한 최종 보고서”, 현대중공업 선박해양연구소 연구보고서 HMRI-92-08-S120, 1992년 8월.

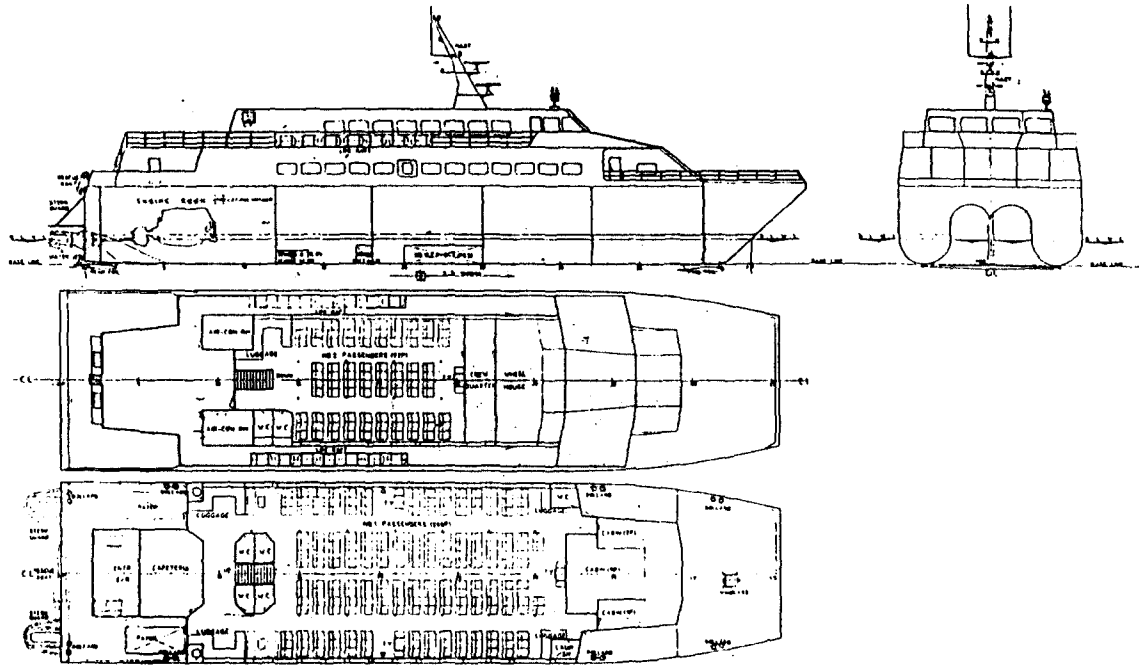


Fig. 10.1 General arrangement of the catamaran

- [2] Min, K-S., "Long-Range High-Speed Catamaran Ship Design", Proceedings from the First International Conference on Fast Sea Transportation (FAST '91), Trondheim, Norway, June 1991.
- [3] Min, K-S., "Design and Construction of the Long-Range High-Speed Foil-Catamaran Passenger Ship", Proceedings from the 19th Symposium on Naval Hydrodynamics, Seoul, Korea, August 1992.
- [4] 김정환, 정효식, "45.5M 장거리 고속 수중의 쌍동여객선 개발현황", '92 초고속선 WORK-SHOP, 해사기술연구소, 1992년 5월.
- [5] Park, J-S. and Kim, O-H, "A Structural Analysis of Long-Rang High-Speed Catamatan Passenger Ship - 2nd Report", Research Report HMRI-92-02-S015, Hyundai Maritime Research Institute, February 1992.