

---

 論 文
 

---

大韓造船學會誌  
 第27卷 第3號 1990年 9月  
 Journal of the Society of  
 Naval Architects of Korea  
 Vol. 27, No. 3, September 1990

## 고속콘테이너선 선형개발

홍순익\*, 김철년\*, 공도성\*, 양승일\*\*, 강국진\*\*

### Hull Form Development for a High Speed Container Ship

by

S.I. Hong\*, C.Y. Kim\*, D.S. Gong\*, S.I. Yang\*\* and K.J. Kang\*\*

#### 요 약

본 논문에서는 얇은 배 이론, Hess & Smith방법, 유사실적선자료 및 모형시험결과를 이용하여 고속콘테이너선의 선형을 개발한 연구결과가 소개되어 있다. 양력면이론에 의해 설계된 고효율 프로펠러는 캐비테이션과 변동압력에서 좋은 성능을 보였으며, 유한요소법에 근거한 최적설계기법으로 선체구조설계와 선체진동해석을 수행하였다. 끝으로, 새로이 개발된 본 고속콘테이너선의 성능을 실선 시운전결과와 비교, 검토하였으며, 이로부터 속력, 진동 및 기타성능에 있어서의 우월성이 확인되었다.

#### Abstract

This paper represents the hull form development of a high speed container ship based on the thin ship theory, Hess & Smith method, the reference ship data and model test results. The high efficiency propeller designed by the lifting surface theory shows good performance in the cavitation and the pressure fluctuation force. Also, the optimum design technique based on the finite element method was adopted for the hull structure design and the hull vibration analysis. Finally, the performance of a newly developed container ship has been compared with the sea trial results and the excellent performance in speed, vibration, etc. was confirmed.

#### 1. 序 言

해상 물동량이 증가되고 유가가 안정됨에 따라 콘테이너선의 新造가 계속 늘어나고 있으며 신조선 형태도 80년대 초반에는 적당 평균 직체 깃수가 1,500TEU, 80년대 중반 이후에는 2,500~2,700TEU, 최근에는

4,000TEU級이고 설계속도도 24노트 이상으로 超大型化 및 高速化되는 추세에 있다. 이러한 콘테이너선의 대형화/고속화 추세에 부응하고 최근의 신기술을 조합하여 고부가 가치선을 개발하기 위한 기본단계로 본 선형개발을 추진하게 되었다.

본 선형 개발에서의 주요연구 내용은 다음과 같이 크게 나누어 행하였다.

발표: 1989년도 대한조선학회 추계연구발표회(1989.11.11)

접수일자: 1989년 11월 25일, 재접수일자: 1990년 4월 24일

\* 정희원, 삼성중공업(주)

\*\* 정희원, 한국해사기술연구소

- 1) 저항, 추진성능을 고려한 최적 선수미 선형 개발
  - 2) 양력면 이론에 의한 최적 프로펠러 개발
  - 3) 유한 요소법에 의한 최적 구조 해석 및 방진 설계
- 이 연구의 결과로 선진수준 이상의 성능확보, 운항 경비 절감 및 건조원가 절감이 이루어지게 되어 국내의 영업경쟁력을 높일 수 있게 되었다.

## 2. 最適船型 開發

### 2.1. 基本概念

- ① 컨테이너 적재능력을 최대화하고,
- ② 연료소비가 적은 선형을 개발하고,
- ③ 적정 복원성을 확보하고,
- ④ 선체 진동을 최소화하고,
- ⑤ Operation/Cargo handling 편의성을 확보하는 데

에 기본개념을 두었다.

### 2.2. 船型係數의 選定

#### 1) 주요치수 결정

컨테이너船의 船型 開發時 고려해야 할 조건은 Table 1과 같다.

본 開發船型的 초기검토용으로서 既存 類似艇의 자료를 이용하였으며 Table 2와 같이 參考 艇型들을 비교하였다.

參考船 "C"를 同型艇의 개념으로 출발하여, 선주의 요구사항을 기초로 아래와 같이 본 開發船의 主要치수를 결정하였다.

LBP; 선주의 화물 사양에 맞춰 20 feet 전용 hold, 3 bay를 추가하여 LBP를 1.2m 증가시킨 225.2m로 결정함.

B; 파나마 운하 통과 가능한 最大幅인 32.2m로 결

Table 1 Design parameter for containe ship

Item	Hull form parameter	Owner's requirement
No. of container	• Fore shape, LCB location	• Above 2,670 TEU
Stability	• Fore & aft shapes	• Above GoM 0.4m
Light weight	• Cb	• Above 35,800%
Trim/strength	• LCB location	• Panamax
Vibration	• Stern contour, aft shape	
Operation	• Bulb shape, fore & aft shapes	

Table 2 Comparison of reference and project ships

Item	Vessel	Reference ships			Project ship
		A	B	C	
1. Principal dimensions					
*LBP, L	(m)	215.72	260.0	224.0	225.2
*Beam, B	(m)	32.2	39.4	32.2	32.2
*Depth, D	(m)	18.8	23.68	19.0	19.0
*Design draft, Td	(m)	10.50	10.98	10.80	10.80
*Cb		0.633	0.567	0.637	0.624
*L/B		6.70	6.60	6.90	6.99
*B/Td		3.07	3.59	2.98	2.98
2. No. of container (TEU)					
		2,500	4,340	2,668	2,676
3. Service speed (knots)					
		20.5	24.0	22.0	22.4
4. Main engine					
* Type		Sulzer 7 RTA 84	Sulzer 12 RTA 84	Sulzer 7 RTA 84	Sulzer 7 RTA 84
*DMCR		28,500	54,000	30,100	31,500
BHP×RPM		HP×90	HP×90	HP×89	HP×90

정함.

Td; 同級船 "C"와 동일한 값으로 결정함(화물량과 deadweight 상관관계).

Cb; 결정된 LBP, B, Td 및 D로부터 輕荷物量과 仕様要求 事項인 載貨重量을 기준으로 0.624로 결정함.

2) 最適 LBP 位置 및  $C_b$  曲線

\* 最適 LCB 位置 決定

LCB는 종방향의 중심 위치로서 水面下部 船首尾 排水量의 balance를 나타내며 船舶의 速度-馬力 性能에 큰 영향을 주는 船型要素이다.

最適 LCB 位置는 參考文獻에 따라 차이가 있으나, 實績船과 系列 模型試驗 資料에 의한 速度-마력性能, 트립狀態, 콘테이너 積載量 및 船體強度 側面을 고려하여 결정해야 한다. Fig. 1.1은 經驗으로 얻어진 最適 LCB의 資料이며, 이것으로부터 最適位置를 결정하였다.

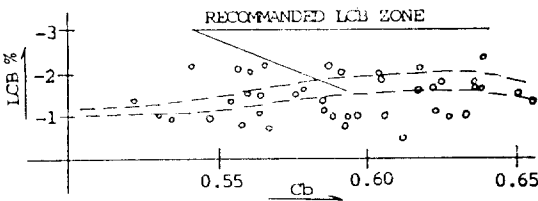
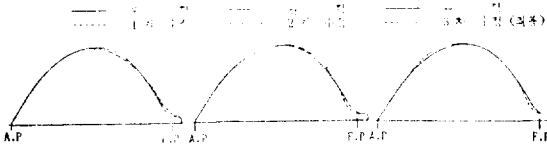


Fig. 1.1 Recommended LCB zone based on ship data

\* 最適  $C_b$  曲線

Table 2의 參考船들에 대한  $C_b$  曲線을 母型으로 하고 開發船의 排水量 및 LCB에 맞추어 variation시켜 初期  $C_b$  曲線을 구한 뒤 船水尾 shoulder部分을 系統的으로 변화시켜 造波抵抗 係數( $C_w$ )를 thin ship theory에 의해 理論的 計算과 評價로부터 最適  $C_b$  曲線을 결정하였다.



最終改善  $C_b$  曲線과 같이 高速船에서는 entrance部를 최대한 fine하게 하면서 감소된 排水量은 船尾 shoulder에 추가시키는 것이 最適임을 알 수 있었음.

2.3. 船首尾部 形狀

1) 船首部 形狀 決定

船首部 船型은 造波抵抗에 민감한 영향을 주는 부분이므로, 設計 吃水線에서의 流線入射角, shoulder부근의 늑골 단면형상(frame line shape) 및 bilge 곡면부

의 形狀等 船首 造波現狀에 큰 영향을 주는 요소들을 고려하여 主船首部(main part of fore body)를 설계하고 이 主船首部의 船首波를 효과적으로 상쇄시킬 수 있는 bulb船型을 결정한 후 이 두부분을 조화있게 연결시켜 船首形狀을 확정하였다.

參考船舶中 wave pattern이 가장 우수한 "A" ship의 bulb 길이 및 幅에 대한 비를 채택하였으며, bulb 길이의 제한에 대해서는 대신 幅을 키워 보상하였음.

2) 船尾部 形狀

船尾部는 粘性抵抗 및 推進係數가 相互複合되어 영향을 받기 때문에 理論的 評價를 통한 最適 形狀의 도출은 매우 어렵다. 그러므로 類似船에 대한 參考文獻이나 模型試驗 資料로부터 正성적 傾向에 의존하여 本開發船의 船尾形狀을 개발하였다.

\* 船尾 肋骨形狀

(1) 本開發船의 전체적인 船尾 肋骨形狀은 프로펠러 상부에 일반적으로 발생하는 separation zone(Fig. 1.2의 Shaded Area)을 최소화하기 위하여 Fig. 1.2의 Model No.5141D(2)의 船尾 형상 개념을 기초로 하여 설계하였다.

(2) 프로펠러 상부로 flow가 유연하게 흘러들어 갈 수 있도록 밑지부 반경을 키워 fairing하면서 아울러 프로펠러 0.7R에서의 前部 船體와의 간격을 최대한 증가시켜 추력감소계수를 감소시키고 축상부의 wake peak를 줄이고 축하부는 wake 증가를 위해 stern bulb를 채택하여 전체적으로 균일한 반류분포를 갖도록 하였다(Fig. 1.3 참조).

(3) 흡수선부근의 선미늑골 형상을 변화시켜 Fig. 1.4과 같이 KMT를 14.65M. (A1), 14.75M. (A2) 및 15.0M. (A3)까지 되도록 船尾形狀을 변화시키었다.

Barge type 船型과 같이 吃水線 부근의 船尾肋骨을 flat한 형상으로 하면 抵抗性能은 개선되나, 推進效率이 떨어지게 되므로 적절히 고려되어야 한다는 사실이 확인되었으며, 復原性에 대한 要素條件을 고찰하여 종합적으로 평가해야 한다는 것을 알 수 있었다.

Stern slamming에 대한 研究結果[3]에 의하면 船尾 frame line의 deadrise angle이 10°인 경우 hydrodynamic impact force가 0으로 계산된 결과로 보아 얼마간의 deadrise angle이 효과적인 수단으로서 추천할만함을 밝히고 있다.

Seakeeping에 대한 영향은 研究結果[4]에 의하면 flat한 船尾의 경우 海上狀態에 따라 수선선의 변화가 극심하여 性能低下 및 復原力 측면에서도 KMT의 변화가 크게 나타날 수 있음을 경고하고 있다.

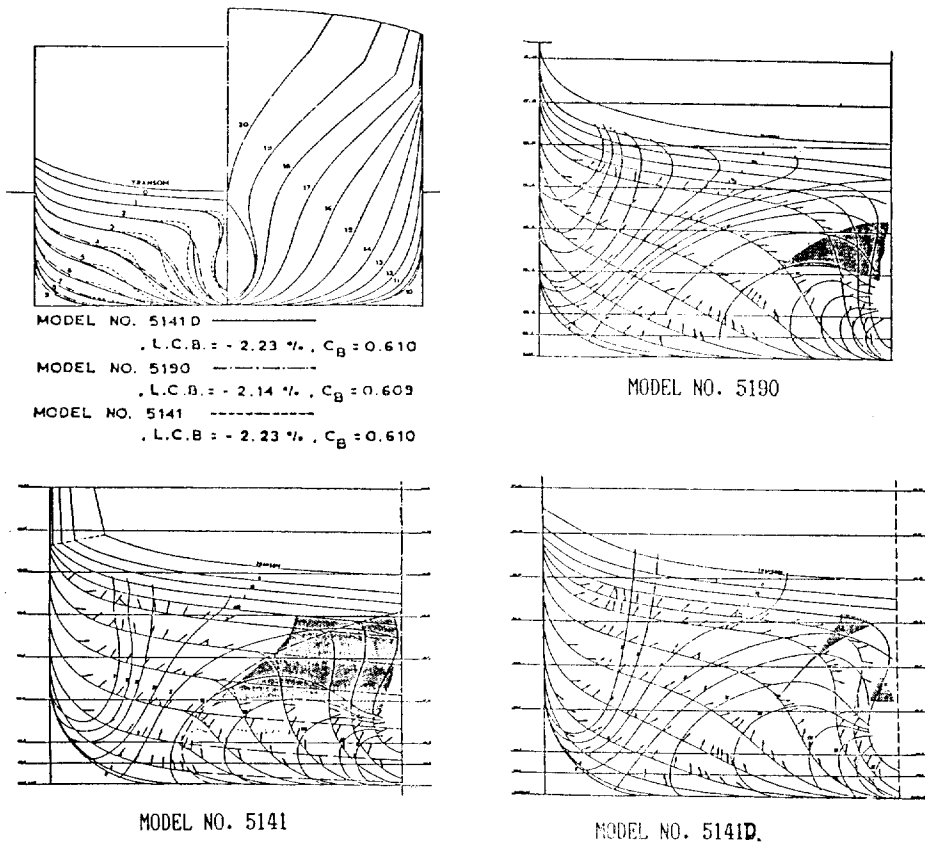


Fig. 1.2 Comparison of boundary layer flow around three ship afterbodies [2]

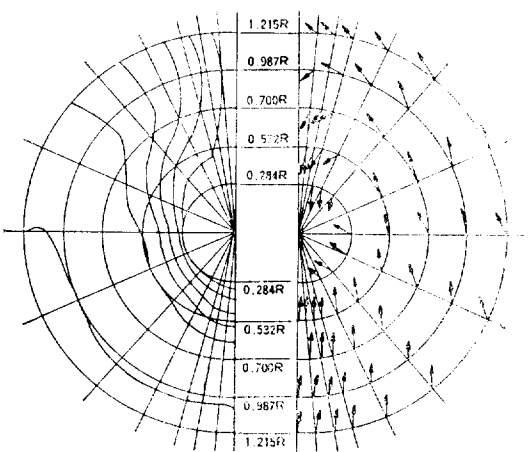


Fig. 1.3 Wake distribution of project ship

상기의 抵抗, 推進, 復原性, slamming 및 seakeeping의 특성을 고찰하여 본 開發船의 船尾形狀은 復原性を 만족시키는 내에서 가능한 한 줄인 A1 船尾를 채택하

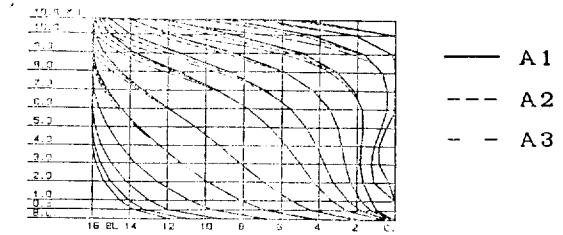


Fig. 1.4 Comparison of three aftbodies

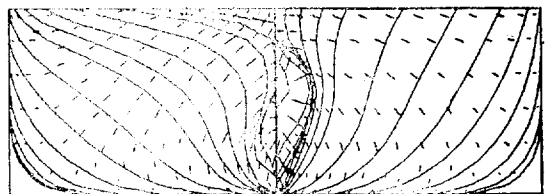


Fig. 1.5 Flow calculation by Hess & Smith method  
 이 推進性能과 seakeeping를 개선함과 동시에 物量節減 측면을 고려하여 결정하였다.



Fig. 1.6 Paint test results (Full load, 22.5 knots)

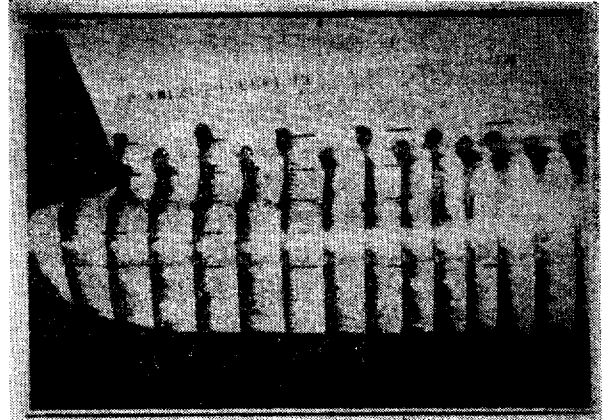


Fig. 1.7 Tufts test results (Full load, 22.5 knots)

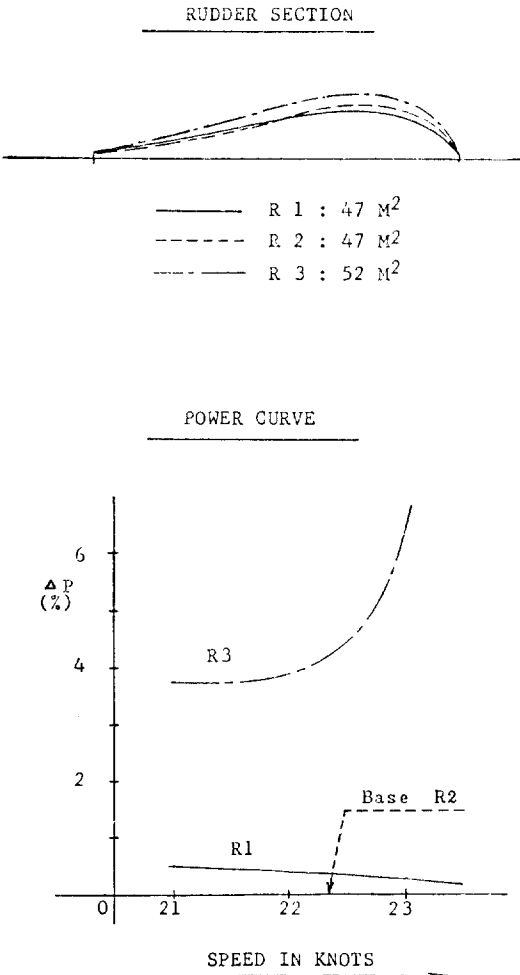


Fig. 1.8 Performance comparison for three rudder sections

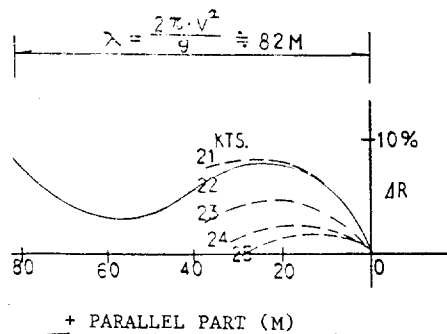
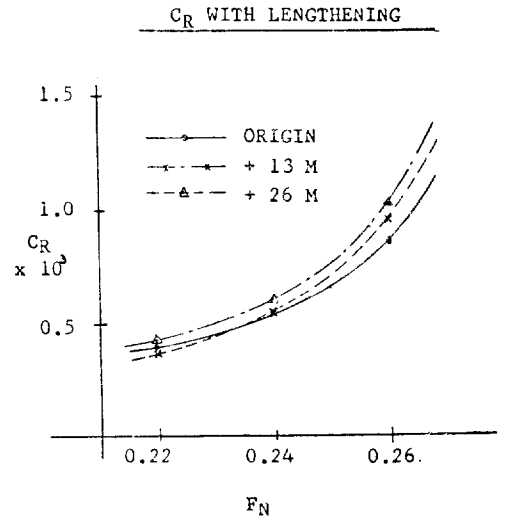


Fig. 1.9 Lengthening effect of parallel middlebody

(4) Stern clearance의 影響

프로펠러와 舵 및 船體間隔은 推進 性能에 影響을 미치며, 프로펠러 하중도 및 船速의 크기에 따라 最適 間隔으로 설계되어야 한다. 參考船(A, B)과 본 開發船의 模型實驗 結果를 토대로 프로펠러 및 舵와 船體 間隔이 推進性能을 最大化 하도록 설계되었다.

프로펠러와 船尾船體 間隔이 클수록 推力減少 계수는 감소하고, 프로펠러와 舵의 間隔이 最適에 가까울수록 프로펠러 상대회전 효율이 증가하는 경향이 있었다.

3) 船型設計 一般

앞에서 언급한 바와 같이 船首尾 形狀에 대한 基本 概念에서 각 船型要素에 대한 最適性 검토를 실시하였으며, 특히 船尾는 抵抗, 推進 性能이 복합적으로 작용하므로 Hess & Smith method에 근거한 Yang의 방법[7]을 이용하여 船尾周圍의 유선(Fig. 1.5) 및  $C_w$ 값을 계산하였다.

프로펠러로 유입되는 유선과 船體로 빠져 나가는 유선의 기울기가 완만하여 프로펠러 上部에서의 propeller generated separation이 매우 적을 것으로 예측되고, 推進 效率 측면에서도 양호할 것으로 판단 되었으며 실제로 船首 paint test結果(Fig. 1.6) 및 船尾 tuft test結果(Fig. 1.7)로 선형의 우수성이 입증되었다.

船型設計와는 별도로 rudder type(斷面形狀 및 面積) 및 프로펠러와의 상대위치에 따른 모형시험으로 부터 最適값을 도출하였고 콘테이너 船型開發의 기초자료 구축을 위해 模型船에 中央平行部를 증가시켜 각 길이별 船型要素의 변화를 확인하였다(Fig. 1.8, Fig. 1.9).

3. 最適 프로펠러의 開發

3.1. 基本概念

船尾의 推進 裝備인 프로펠러의 設計法으로서는 종래의 系統的 模型試驗 資料를 이용하는 方法 및 流體力學의 理論에 입각한 方法의 두가지로 구분된다. 특히 두차례의 油類波動後 에너지 節約型 船尾設計에 대한 要素는 저속 박용기관 및 저회전 대지경 프로펠러의 채택을 가속화 시켰으나, 船舶의 振動 및 騒音에 커다란 影響을 미치게 되어 종래의 系統的 模型試驗 資料에 의한 推進器 設計法이 아닌 流體力學의 理論에 의한 設計法의 요구가 점차 심화되기에 이르렀다. 流體力學의 理論에 의한 設計法은 1952년 Lerbs[8]가 揚力線 理論에 의한 設計法을 발표하였다.

동상 揚力面 理論에 의한 設計法은 系統的 模型試驗

홍순익, 김철년, 공도성, 양승일, 강국진

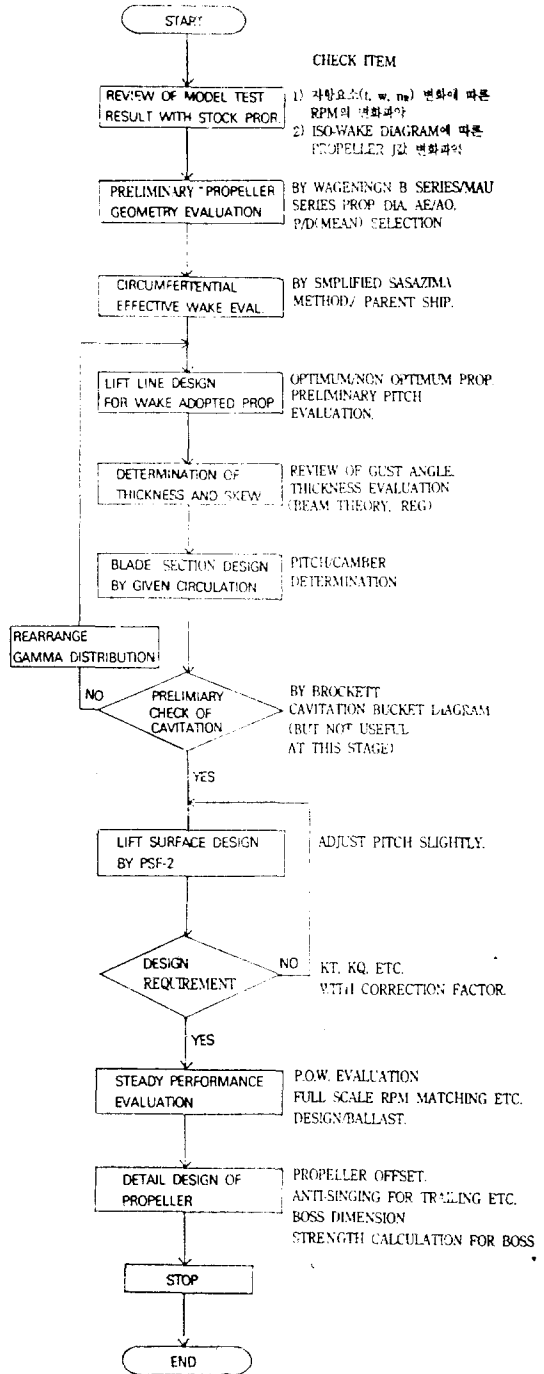


Fig. 2.1 Propeller design flow chart

資料에 의한 設計法과 대비하여 추진효율이 우수하더라도 cavitation 및 vibration 특성이 양호한 프로펠러를 설계할 수 있는 것으로 알려져 있다.

이 基準技術을 應用하여 本 開發船의 프로펠러를 기존의 결과와 비교할 때 高效率로 아래와 같은 과정으로 개발하였다.

① 동형 콘테이너船 用으로 日本에서 設計한 프로펠러 對比 약 2% 효율향상을 목표로 하되,

② 當社 최초 設計임을 감안하여 두가지 프로펠러를 設計하여 模型試驗을 實施하며 性能 評價後 우수한 것을 實船用 프로펠러로 결정하기로 함.

상기 概念으로부터 Fig. 2.1과 같은 propeller design flow chart를 구성하였다.

3.2. 프로펠러의 性能檢討 및 評價

프로펠러의 性能檢討는 추진 效率의 비교, 프로펠러 및 主機關과의 matching 狀態, 캐비테이션 性能의 비교 및 變動壓力의 비교 등에 의하여 수행되며 특히 本 開發船과 같은 高速, 大馬力의 船舶에 있어서는 프로펠러의 캐비테이션 性能이 高效率 프로펠러의 設計와 함께 매우 중요한 設計要素가 된다.

設計된 두 프로펠러의 模型實驗 結果는 Table 3에 비교되어 있다. 이 表에서 보는 바와 같이 design propeller I이 캐비테이션, 變動壓力 및 RPM margin 면에서 유리한 결과를 나타내므로 Fig. 2.2의 design

DIA(CM)	790.00	SKEW( DEG )	24.00
NO.OF BLADES	4	RAKE(CM)	0.00
AE/AO	0.60	RH/RD	0.18
P/D AT 0.7R	1.088	MAU SECTION	

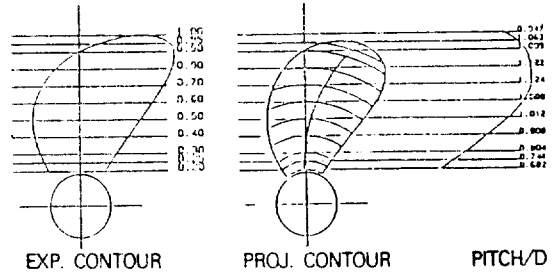


Fig. 2.3 Design propeller II

propeller이 최종적으로 선택되었으며, 自體 設計能力의 가능성을 확립하고 自體設計의 중요도를 인식 시켜 주는 계기가 되었다.

4. 最適 構造設計 및 船體 振動解析

4.1. 構造設計의 基本概念

船舶構造는 板과 補强材로 구성된 補强板 構造로 이루어진다. 補强板에 있어서 板은 重量의 대부분을 차지하고 있으며, 결국 船舶構造 設計의 핵심은 補强材를 有效하게 배치하여 板의 두께치수를 최소화 하는데 달려있다고 할 수 있다.

즉 船舶主要 부재(primary member)를 構造技能에 맞도록 有效적결히 배치하여야 하는데 이때 구조적으로 균형이 이루어져야 한다. 특히 콘테이너船에서의 構造配置는 콘테이너 적재시 hold內 콘테이너 荷重이 集中荷重으로 작용하고 아울러 船底에는 부력이 작용하므로 double bottom은 다른 船種에 비해 견고하게 설계되어야 한다.

그리고 side wing構造는 側面에서부터 받는 水壓(경수압 및 파랑하중)과 艀요시 콘테이너 荷重을 지탱해

DIA(CM)	790.00	SKEW( DEG )	24.00
NO. OF BLADES	4	RAKE(CM)	0.00
AE/AO	0.60	RH/RD	0.18
P/D AT .7R	1.069	NACA 66 MOD. SECTION	

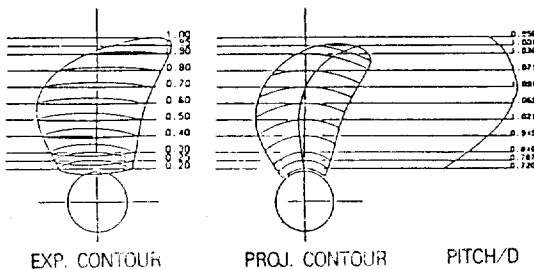


Fig. 2.2 Design propeller I

Table 3 Performance comparison for design propellers

Item	Prop.	Design propeller		Comparison Prop. I / Prop. II
		Prop. I	Prop. II	
Prop. eff.		0.7190	0.7065	+1.84%
Prop.-M/E matching (RPM margin)		89.7 RPM(3.23%)	88.3 RPM(1.63%)	-
Cavitation area		30%	45%	-15%
Pres. fluct. (KPA)		3.4	4.5	-1.1 KPA

주어야 하나, 船底構造에 비해 비교적 강성이 크므로 輕量化시킬 수 있는 소지가 많다.

본 開發船의 構造形態 결정에는 다음과 같은 基本概念이 적용되었다.

① Double bottom ; D/B의 height 감소는 復原性 면에서 좋으나, 콘테이너船은 통상 形狀이 fine하므로 hold 內的 container 積載個數가 감소할 우려가 있다.

② Duct keel ; Duct keel은 貨物艙 配管의 조작 및 수리면에서 있으면 좋으나 girder가 불필요하게 늘어나고 제작상 빈거로우므로 ballast pipe를 hold 내부로 변경하여 duct keel을 제거하였다.

③ Hoppet tank 形狀 ; 콘테이너 積載個數 면에서는 step을 주지 않는 것이 좋으나 그 수량이 미미하고 (max. 8 TEU) 그것 때문에 구조가 복잡해지고, 또 증가하는 製作工數를 고려하여 step을 두는 것이 훨씬 유리하므로 배치하였다.

④ Deck girder ; 船主 選擇仕樣으로서 2個와 1個, 모두 가능하나, 2가지 모두 대동소이하다. 단지 組立을 용이하게 하기 위하여 “I”型 보다는 “C”型이 유리하므로 “C”型을 적용하였다.

⑤ Hatch coaming ; 종래에는 non-continuous type 이 유행했으나, torsion box가 다소 복잡해지더라도 continuous type으로 하면 重量上의 큰 이점이 있는 관계로 이것을 채용하고 강성을 최대화하기 위해 hatch coaming 치수를 upper deck와 동일한 치수로 채용하였다.

⑥ D/B girder 및 long-spacing ; 積載되는 콘테이너 shoe하부마다 girder를 설치하고, longi-space는 외판 두께 치수에 직접영향을 미치므로 trial & error를 거쳐 scantling을 최소화 할 수 있는 space로 결정하였다.

⑦ Trans. BHD. ; 매 콘테이너에 사람이 접근하여야 하므로 W.T. BHD.는 수평방향의 primary member로 배치하였으며, support BHD.는 deck 상부의 container 荷重을 지지해 주는 동시에 下部構造를 보강하는 역할을 하므로, vertical system을 채용하여 D/B의 매 girder 위치에 pillar를 배열하였다.

또한 D/B를 충분히 보강하기 위하여 container 2단 높이까지 wall을 설치하였다.

⑧ Steel material ; 重量輕減을 위하여 고장력강(HT 32)을 최대한 채택하였으나, 費用上의 문제로 hatch coaming部位는 제외되었다.

4.2. 船體 振動解析의 基本概念

본 船은 高速 콘테이너船으로서, 大馬力 推進機關의 設置 그리고 大型開口(opening)을 지닌 上甲板의 船體

構造의 特性에 기인하여 船殼거더와 上部構造에 과도한 振動이 유발될 수 있다. 한편, 日本 造船所와 國內 同種社에서 設計 建造된 바 있는 유사선의 實船 試運轉 結果에 의하면, 上部構造의 5次 振動과 7次 振動成分이 문제된 경우가 있는데, 이는 上部構造가 프로펠러 날개치수 또는 主機關의 실린더 차수와 공진하기 때문이거나, 이들의 強制振動에 의한 現狀이라 判斷된다. 그리하여 본 船에서는 3차원 有限要素法에 의한 船體 振動解析을 수행하고 본 船의 振動特性을 검토하였다.

본 計算은 當社의 振動解析 프로그램을 사용하였으며, 두개의 荷重條件에 대하여 固有振動解析과 強制振動解析을 각각 수행하였다.

4.3. 모델링(Modeling)

본 計算에서는 上部構造와 機關室/船尾構造의 動的 舉動 豫測을 주안점으로 하여 이들 構造는 3次元 有限要素로 이상화하였고, 船體 中央部로부터 船首部까지의 舉動은 보의 舉動과 유사하므로 이 부분은 計算上 효율을 고려하여 등가의 보 要素로 이상화하였다.

한편 본 計算에 적용된 境界條件은 다음과 같다.

- 船體 中心線에 대한 對稱 境界條件
- 船體 中心線에 대한 非對稱 境界條件
- 垂直方向 및 縱方向에 대한 任意 拘束條件
- 水平 橫方向에 대한 任意 拘束條件

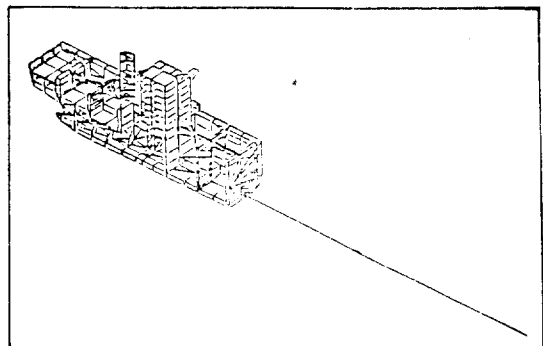


Fig. 4.1 An isometric view of finite element model

Table 4 Modeling

No.	Boundary cond.	Symmetric	Asymm.
1	Nodes	599	599
2	Elements	73	73
3	Membrane	1,006	1,006
4	Beam	28	28
5	D.O.F.	17	17



본 船의 이상화한 構造 모델은 Fig. 4.1에 도시한 바와 같고, 모델의 構造內譯은 Table 4에 나타내었다.

5. 船型開發 內容의 評價

본 선형개발을 완료하고, 최근 일본에서 건조된 동형선박과 Table 5 및 Fig. 5.1과 같이 주요성능을 비교, 평가해 보았다.

Table 5 Comparison for main performance

Item	Project ship	Ref. ship	Comparison
No. of container (TEU)	2,678	2,668	+10
Power at 22 KTS	26,300	29,140	-9.7%
Service speed (knots)	22.4	22.0	+0.4
Fuel consumption (t/day)	81.6	91.4	-9.8
Prof. eff. (ETAO×ETAR)	0.717	0.676	+6.0%
Hull weight (t)	9,078	9,785	-707
Vibration level (mm/sec)	4.3	8.0	—

POWER COEFF (  $C_{AD} = \frac{\nabla^{2/3} \cdot V^3}{DHP}$  )

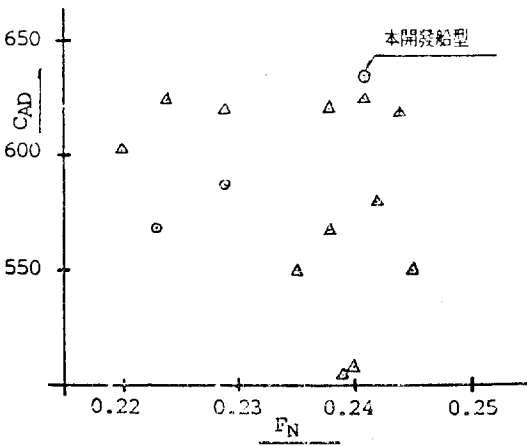


Fig. 5.1 Performance evaluation by power coefficient

6. 試運轉 結果

1) 速力 試運轉 結果(Fig. 6.1)

\*模型 대비 0.1노트 향상된 22.5노트( $C_P=0.97$ )

\*Propeller RPM margin 4%( $C_N=1.005$ )

模型 試驗결과로부터 예측된 실선 속력 및 power-RPM matching이 實船 試運轉 結果와 근사하게 일치

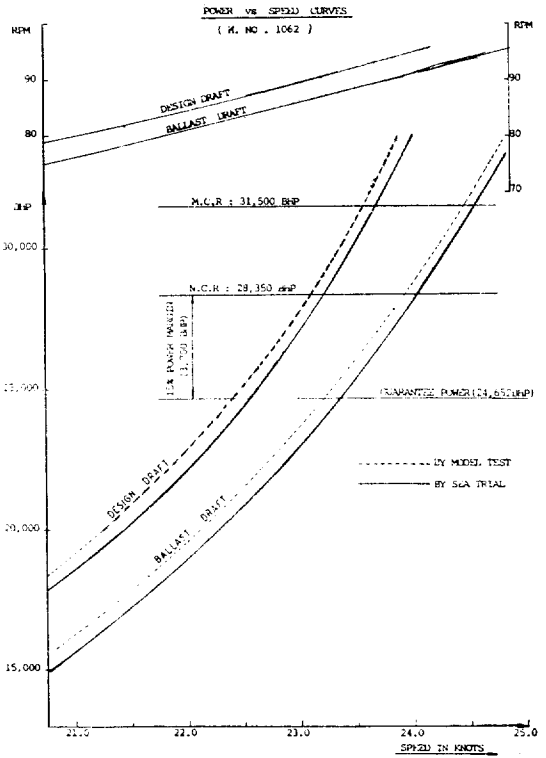


Fig. 6.1 Sea trial results

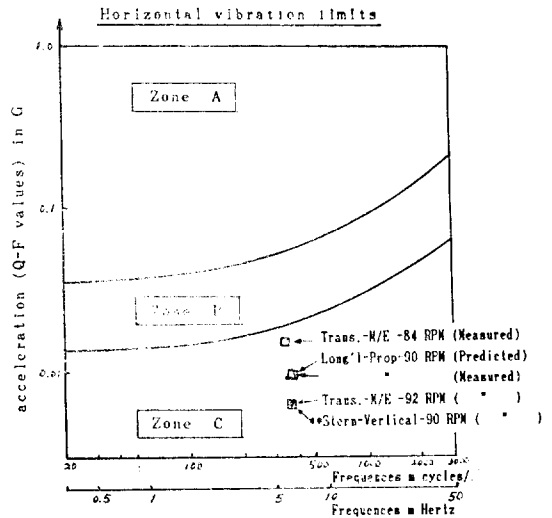


Fig. 6.2 Vibration levels at nav. bridge deck

되어 海事技術研究所(KRISO)의 模型試驗에 대한 信頼度를 향상시켜 준 계기가 되었음.

2) 振動 水準(Fig. 6.2)

振動에 대한 要求條件이 가장 엄격한 B.V의 diagram 基準에서 振動値가 가장 적은 zone "C"內에 계속된.

### 3) 實船 運航 結果

同型船의 實船 運航시 발생했던 과도한 振動, 船尾 slamming, 항천시 速力底下 等の 문제점을 완전히 해결함.

## 7. 結 論

본 設計를 통해 高速 full container船을 當社의 自體技術로 개발하였고, 그 性能을 既存 實績船과 比較 평가하므로써 본 開發船의 優秀성을 입증하였다.

그 開發效果는 다음과 같이 要約할 수 있다.

① 船首尾 流線과 관련, bulbous bow形狀, entrance angle, stern clearance, stern bulb 및 프로펠러 設計를 流體力學的으로 最適化하여 抵抗, 推進性能을 향상 시키므로써 設計速力 22노트 기준으로 9.7% 馬力節減을 이룩하였다.

② 甲板面積, 機關室 체적, 수면하부 침수표면 등을 最小化하여 所要鋼材, CO<sub>2</sub> bottle 및 SPC 塗裝等の 物量을 減감할 수 있는 船型으로 개발하였다.

③ 船尾件流 分布의 개선 및 最適 프로펠러의 설계로서, 프로펠러에 의해 유기되는 變動 壓力 즉 船尾振動의 起振力을 最小化 하였다.

④ Hold部 構造解析, 비틀림 強度解析, 振動解析 및 프로펠러 設計를 순수 自體技術로 수행하므로써 設計用役費 節減 및 設計 技術力 向上의 계기가 되었다.

⑤ 最適 構造設計로부터 所要鋼材를 初期計劃 對比, 總 鋼材重量 1,047MT, 그리고 既存實績船 對比, 船體 鋼材重量 707MT를 減감시켜, 資材費 原價節減에도 크게 기여하였다.

⑥ F.E. Modeling에 의한 振動解析으로부터 船型開發 段階에서 上部構造振動을 면밀히 검토하여 振動脆弱部分을 사전보강을 시키므로써, 試運轉 및 實船 運航時 振動發生을 最小化 하였다.

상기 研究結果로부터 본 開發船의 특징으로서,

첫째; 物量減少設計 및 最適化에 의한 原價節減 達成 둘째; 輕量化 및 燃料 節減化로부터 運航費를 節減할 수 있는 經濟船型開發

세째; 순수 自體技術力에 의한 개발로서 自體技術力 提高 및 對外信賴度 確保를 들 수 있다.

## 參 考 文 獻

- [1] Kract, A.M., "Design of Bulbous Bows", *Trans. of SNAME*, Vol. 86, 1978.
- [2] Raven, H.C., "Calculation of Boundary Layer flow Around Three Ship Aftbodies", *ISP*, 1980. 2.
- [3] Othsubo, H., "Analysis of Structural Response of Ships due to Stern Flare Slamming", *J. of SNA*, Vol. 160, 1986.12.
- [4] Soholm, U., "Ro-Ro Ship Hull Form; Stability and Seakeeping Properties", RO-RO 84 CONFERENCE.
- [5] "Hull Form Development for a SHI's 2,670 TEU Container Ship", *KIMM*, 1988.2.
- [6] Odabasi, A.Y., "Alternative Methods for Wake Quality Assessment", *ISP*, Vol. 25, No. 282, 1978.2.
- [7] Yang, S.I., "Development of a Method to Analyze Powering Performance of a Ship and its Application to Optimum Hull Form Design", 대한조선학회지 제22권 제2호, 1985년 6월
- [8] Lerbs, H.W., "Moderately Loaded Propeller with Finite Number of Blades and an Arbitrary Distribution of Circulation", *Trans. of SNAME*, Vol. 60, 1952.
- [9] Morgan, W.B., Silovic, V. & Denny, S.B., "Propeller Lifting-Surface Correction", *Trans. of SNAME*, Vol. 76, 1968.
- [10] Kerwin, J.E., "Computer Techniques for Propeller Blade Section Design", 2nd Lips Propeller Symposium, 1973.
- [11] 공도성, "Propeller 設計法 研究" 1987.
- [12] Lee, J.T. & Lee, C.S., "On the Preliminary Design of Marine Propellers by Lifting-Line Theory", *J. of SNAK*, Vol. 17, No. 3, 1980.