

---

 論 文
 

---

大韓造船學會論文集  
 第 34 卷 第 4 號 1997年 11月  
 Journal of the Society of  
 Naval Architects of Korea  
 Vol. 34, No. 4, November 1997

## 200TEU급 연안-하천 연계 컨테이너선의 선형개발

이영길\*, 이승희\*, 이규열\*\*, 김성용\*\*\*

### Hull Form Development for 200TEU Class Sea-River Going Container Ship

by

Young-Gill Lee\*, Seung-Hee Lee\*, Kyu-Yeul Lee\*\* and Sung-Yong Kim\*\*\*

#### 요 약

본 연구에서는 연안 및 운하, 두 곳 모두에서 운항이 가능한 컨테이너선에 대한 선형설계를 수행하였다. 설계된 선형은 기존의 140TEU 컨테이너선을 기준선으로 하여 설계된 200TEU급 컨테이너 선형으로, 선수부에 대하여는 기존의 저항시험 자료들을 통한 선형의 재설계도 시도되었다. 모형시험은 선형시험수조에서 일반적인 저항시험을 통한 전저항, 침하와 트림(trim)이 저측되었으며, 선체주위 유동장의 해석을 위한 수치해석으로는 무한수심 뿐만 아니라 제한수로상태에 대하여도 MAC법을 기초로 한 유한차분법(Finite-Difference Method)에 의해 계산이 수행되었다. 이러한 일련의 모형시험 및 유동장의 수치해석을 통하여 설계된 선형의 저항 특성을 파악하였다.

#### Abstract

The purpose of present study is to find an appropriate hull shape of a container ship which can operate along the coast and through canals. A 200TEU class container ship is designed with dimensional modifications of an existing 140TEU container ship which is a domestic coastwise vessel. For the fore-body shape including bulbous bow, additional modification is done by changing the sectional area curve and frameline shape using the data of series

---

발 표: 1997년도 대한조선학회 춘계연구발표회('97. 4. 25)

접수일자: 1997년 7월 7일, 재접수일자: 1997년 11월 8일

\* 정회원, 인하대학교 선박해양공학과

\*\* 정회원, 서울대학교 조선해양공학과

\*\*\* 정회원, 인하대학교 대학원 선박공학과

resistance test. The model tests are performed in the towing tank to measure total resistance, sinkage and trim of the model. And a finite-difference method based on MAC method is utilized to analyze the flow field around the ships in deep and restricted water. From the result of model test and numerical analysis, the resistance characteristics of the designed hull form are predicted.

## 1. 서언

국내에서, 요즈음 육상에서의 물동량 증가로 원료 또는 제품수송에 따르는 물류비용의 증가가 가속되고 있는 가운데, 보다 효율적이고 비용절감을 가져 올 수 있는 수송체계의 필요성이 요구되고 있다. 이러한 물류 현황과 육상에서 수송체계의 커다란 개선을 기대하기 힘든 현재의 도로상황에서, 연안과 운하를 이용한 수송체계의 개발은 매우 관심을 가질 만한 분야라 할 수 있다. 선박을 이용한 수송체계의 경우 대용량의 화물을 보다 적은 비용으로 운송할 수 있다는 장점을 가지고 있고, 이러한 예는 유럽과 미국 등지에서는 많이 찾아 볼 수 있다. 미국의 미시시피, 테네시강 등과 유럽의 라인, 엘베, 도나우강 등에서는 강을 통하여 내륙화물을 수송하는 barge system을 도입하고 있으며[1, 2, 3], 최근에는 이를 보다 확장하여 연안수송에도 적용하는 방안을 연구하고 있다[4, 5]. 국내에서는 일반적인 연안 선박을 이용하여 인천-부산 및 인천-포항간의, pusher-barge를 이용하여 인천-광양간의 컨테이너를 다소 처리하고 있으나, 아직은 미약한 수준이다. 이와 같은 상황에서, 정부에서는 수송시스템 개선의 일환으로 경인 운하의 건설을 추진하고 있으며, 이 운하를 이용하여 수도권으로 수송되는 화물을 흡수, 처리하고자 하고 있다. 이에 따라, 앞으로 우리 나라 연안과 운하 및 강에서 동시에 운항이 가능한 선박의 개발이 하역시스템의 개발과 더불어 필요하게 될 것이다.

운하나 강에서 운항하는 배는 비교적 얇은 흘수의 일반적 선형, 또는 barge형이 유리할 것이고, 연안을 운항하는 배는 이에 비하여 좀 거친 해상 상태에서도 안전한 항해가 보장되는 선형이 되어

야 할 것이다. 따라서, 본 연구에서는 해상뿐만 아니라 수심과 폭이 제한된 내륙운하에서의 운항이 가능한 선형에 대한 설계기술 개발을 그 목적으로 한다. 즉, 운하를 운항하는 선박의 경우는 흘수와 운항 속도면에서 제한을 받게 되므로, 이러한 제약조건을 만족하면서도 저항성능이 우수한 선형의 개발을 목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 연안과 계획중인 경인운하를 동시에 운항할 수 있는 보다 경제성이 높고 저항성능이 우수한 컨테이너 선형을 설계하기 위하여, 실제로 현재 연안을 운항하고 있는 140TEU급 컨테이너 선을 기준선으로 하여, 보다 많은 컨테이너를 적재할 수 있으면서 위의 제약조건들을 만족시킬 수 있도록 200TEU급 연안-운하 연계 컨테이너선형을 계획하였다. 또한, 기준 및 설계된 선박에 대하여 모형선 저항시험 및 선체주위 유동장의 수치해석을 수행하였으며, 특히 선수형상에 대하여는 기존의 저항시험자료[6]를 바탕으로 이차적인 개선을 시도하고, 이에 대한 모형시험과 수치해석결과를 앞의 결과들과 함께 비교, 검토하였다. 모형선 저항시험은 인하대학교 선형시험수조에서 수행되었으며, 전저항, 침하와 트림 등이 계측되었다. 선체주위 유동장해석을 위한 수치해석의 경우는 MAC법을 기초로 한 유한차분법(Finite-Difference Method)[7, 8, 9]에 의하여 계산이 수행되었으며, 앞으로 건설하게 될 운하를 항해하는 조건에서도 계산을 수행하여 폭과 깊이가 제한된 제한수로에서의 선체주위 유동장의 특성도 파악할 수 있도록 하였다. 이러한 수치계산의 결과들은 모형시험의 결과들과 함께 비교, 검토되었다.

## 2. 선형설계

실제로 연안을 운항하고 있는 140TEU급 컨테

Table 1 Principal characteristics of referred and designed hull forms

대상선형	140TEU Container		200TEU Container			
			F1*A1		F2*A1	
	실선	모형선	실선	모형선	실선	모형선
수선간장(Lpp)	77.3m	0.966m	85m	1.466m	85m	1.466m
선폭(Breadth)	14.8m	0.185m	17.4m	0.3m	17.4m	0.3m
흘수(Draft)	4.7m	0.059m	4.81m	0.083m	4.81m	0.083m
Design Speed	14.5 Knots	0.834m/s	14.5 Knots	0.980m/s	14.5 Knots	0.980m/s
실험벌비(Fn)	0.1-0.28		0.1-0.28		0.1-0.28	
Ca	0.704		0.69		0.69	

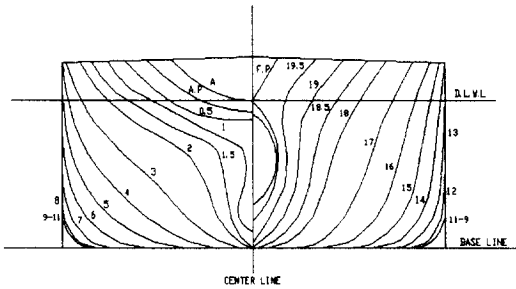


Fig. 1 Body plan of 140TEU class container ship

이너선의 선형으로부터, 연안과 운하에서의 운항이 가능하며 저항성능을 개선한 200TEU급 컨테이너선형을 계획하였다. 140TEU급 컨테이너선은 현재 인천-부산간을 운항하고 있는 연안항해선박으로, 그 주요요목과 선형은 Table 1과 Fig.1에 보인 바와 같다. 계획선형은, 운하중에서의 제약조건을 만족하고 경제적 향상을 얻기 위하여, 보다 많은 컨테이너를 운송하면서 저항성능이 개선된 선형으로 계획되었다. 이러한 목적에 부합한 선형을 얻기 위하여 컨테이너 적재용량을 늘리고 흘수를 얇게 만든 '광폭천흘수'의 선형을 택하게 되었다. 즉, 기존의 140TEU급 선형으로부터 폭방향으로 컨테이너 1개, 길이방향으로도 1개 늘린 200TEU급 선형을 설계하였다. 깊이와 흘수는 거의 변화가 없이, 길이를 8.2m, 폭을 2.6m 만큼 늘렸으며, 기타의 제원과 선형은 Table 1과 Fig.2에 각각 나타내었다. 그림에서 보면, 설계선형은 기존선에 비하여 폭이 늘어난 관계로 단면형상이 선수미 모두 U형상에서 V형상으로 변화되었음을 알 수 있으며, 선수벌브의 중심은 선수 입사각의 증가를

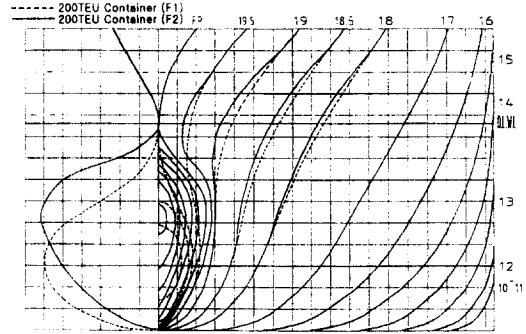


Fig.2 Body plan and bow profile of 200TEU class container ships

피하기 위하여 기존선보다 밑으로 이동되었음을 볼 수 있다. 그 밖의 벌브 파라미터들은 기존선의 그것들에서 크게 벗어나지 않도록 하였다.

본 연구에서는 위에서와 같이 설계된 선형에 대하여 모형시험과 수치계산을 거친 후, 다시 한번 더 선형설계를 실시하여 선수부분을 개선함으로써 설계선형의 조파저항성능을 보다 더 높이고자 하였다. 먼저 설계된 200TEU급 컨테이너선형의 선수미부를 각각 F1, A1선형이라 하였으며, F1선형으로부터 선수부분을 개선한 선형을 F2선형이라고 하였다. F1선형의 벌브로부터 F2선형의 벌브를 설계함에 있어서는 Kracht chart[6]를 이용하였다. Kracht chart에서, 먼저  $C_B=0.68$ ,  $Fn=0.26$ 의 경우 잉여추력감소계수가 최대가 되는 Volumetric parameter를 찾아내었다. 그러나, 실제의 설계과정에서 잉여추력감소계수가 최대가 되는 경우 주선체와의 선체표면 순정이 가능한 벌브의 형상이 도출되지 않았으므로, Fig.3에서와 같이 보다 순정성

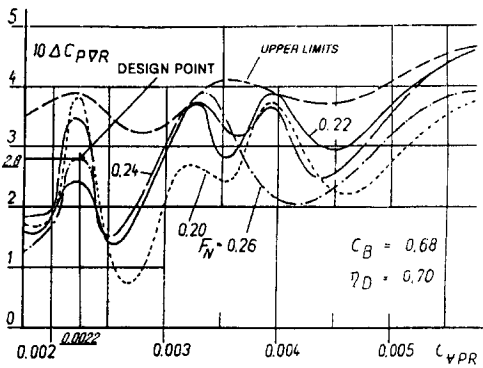


Fig.3 Determination of bulb parameter  $C_{vPR}$  on kracht chart(6)

Table 2 Comparison of the principal parameters of designed bulbs

	F1 Bulb	F2 Bulb
$C_{BB}$	0.1047	0.1450
$C_{LPR}$	0.0353	0.0365
$C_{ZB}$	0.3222	0.5249
$C_{ABT}$	0.0533	0.0875
$C_{ABL}$	0.0976	0.1120
$C_{VPR}$	0.0011	0.0022

$$C_{BB} = \frac{B_B}{B_{MS}} = \frac{\text{Maximum Breadth of Bulb}}{\text{Breadth of Midship}}$$

$$C_{LPR} = \frac{L_{PR}}{L_{PP}} = \frac{\text{Protruding Length of Bulb}}{\text{Length Between Perpendiculars}}$$

$$C_{ZB} = \frac{Z_B}{T_{FP}} = \frac{\text{Height of the Foremost Bulb Point over Baseline}}{\text{Draft at FP}}$$

$$C_{ABT} = \frac{A_{BT}}{A_{MS}} = \frac{\text{Cross-Sectional Area at FP}}{\text{Midship Section Area}}$$

$$C_{ABL} = \frac{A_{BL}}{A_{MS}} = \frac{\text{Area of Ram Bow in Longitudinal Plane}}{\text{Midship Section Area}}$$

$$C_{VPR} = \frac{V_{PR}}{V_{DL}} = \frac{\text{Volume of Protruding Bulb Part}}{\text{Displacement Volume}}$$

이 좋은 벌브의 형태가 도출될 수 있는 한도 내에서 최대의 값으로 수정하였다. 이렇게 하여 얻은 잉여추력감소계수를 가지고, 각 그래프의 종축상에서 그것을 기준점으로 하여 수평으로 그은 선이

$F_n=0.26$ 과 만나는 점의 횡축상 값들을 F2선형의 각 벌브파라미터로 결정하였다. F1, F2선형의 벌브파라미터들의 비교는 Table 2에서 보는 바와 같다. 결정된 각 벌브파라미터를 이용하여 선수선형을 설계하였으며, 그 결과는 Fig.2의 정면도와 Fig.4의 횡단면적곡선의 비교에 의하여 보였다. 이들 그림에서 알 수 있는 바와 같이, F2선형의 경우 F1선형에 비하여 벌브의 체적분포를 위로 올린 역삼각형 모양으로 선수벌브가 변화하였다. 또한, 벌브의 최대폭도 약 0.7m 증가하였고, 이에 따라 설계수선면 부근의 선수부에 있어서 입사각을 줄여 주는 방향으로 늑골선들이 수정되었다.

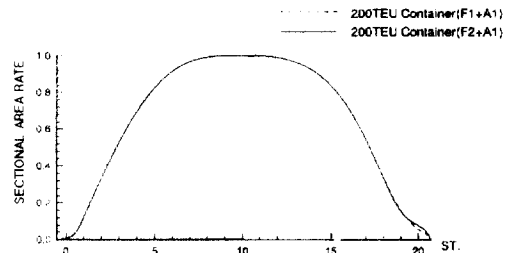


Fig.4 Comparison of the sectional area curves of 200TEU container ship (F1+A1, F2+A1)

### 3. 모형시험

모형시험은 인하대학교 선형시험수조에서 실시되었으며, 수조의 주요제원들은 다음과 같다.

- 길이 : 76.0 m
- 폭 : 5.0 m
- 수심 : 2.7 m
- 예인전차 최고속력 : 2.4 m/s

모형시험은 3가지 경우에 대하여 수행되었다. 첫 번째는 200TEU 컨테이너선의 기준선인 실제의 140TEU 컨테이너선에 대한 모형을 제작하여 실험을 수행하였으며, 두 번째는 200TEU 컨테이너선형 (F1+A1)에 관한 실험, 세 번째는 F1선형으

로부터 선수의 형상을 개선한 200TEU 컨테이너 선형 (F2+A1)에 관한 실험이 수행되었다. 140TEU 컨테이너선 모형의 경우에는 실선을 기준으로 1/80 축척으로 제작되었으며, 200TEU 컨테이너선 모형들의 경우에는 1/58 축척으로 각각 제작되었다. 각각의 실험은 일반적인 저항시험과 침하와 트림의 계산을 위한 FP, AP에서의 침하량 측정이 수행되었다. 모형선 예인시의 예인점은 선체의 부력중심에 위치하도록 하였으며, 난류촉진 장치로 사용된 스테드(studs)로는 모형선의 19station 표면에 1.5mm지름과 2.0mm의 높이를 가지는 못이 약 10mm 간격으로 위치하도록 하였다.

#### 4. 수치계산

수치계산의 경우는, 자유수면의 시뮬레이션이 주요목적임을 감안하여 MAC법을 기초로 한 직사각형 격자계를 사용하는 유한차분법이 이용되었다. MAC법은 비선형성이 강한 자유표면문제에 있어서 효과적인 해석방법의 하나임이 여러 논문들에 의하여 확인된 바 있다[7, 8, 9]. 직사각형격자계는 물체적합 격자계에 비하여 계산정도는 떨어지나 복잡한 3차원의 물체에 대한 격자구성에 있어서 공학상 그 적용성이 우수하다. 본 계산에서는 계산정도의 향상을 위하여 교차격자계와 가변격자계를 채용하였다. 계산영역은 선박의 좌우 대칭성을 고려하여 선체의 반쪽만이 포함된 유동장으로 구성되었으며, 선체의 중심면에는 대칭조건이 주어졌다. 지배방정식으로는, 유체를 비압축성, 비점성으로 가정하여, 보존형의 3차원 Euler's equations와 연속방정식을 채용하였다. 좌표계로는, 자유수면과 FP가 만나는 점을 원점으로 하는 직교좌표계를 사용하였으며, x, y 그리고 z방향은 각각 유입속도방향, 선체의 폭방향 및 수직상방향이다. 운동량방정식의 대류항을 제외한 나머지 항들은 시간에 대하여 전진차분, 공간에 대하여 2차 중심차분으로 차분화되었다[7, 8]. 대류항에는 2차 중심차분과 2차의 상류차분을 조합한 혼합기법(hybrid scheme)이 적용되었다. 계산내용에 대한 자세한

설명에는 참고문헌 [7, 8, 9]등에 실려 있다. 본 연구에서 수행한 수치계산의 자세한 조건들은 Table 3과 같다. 계산은 세가지 선형에 관하여 모두 수행되었으며, 140TEU 컨테이너선의 경우에는 심해상태. 설계속도에서, 200TEU 컨테이너선들의 경우에는 심해를 운항하는 상태와 모형시험이 불가능한 운하중을 운항하는 상태에 관하여도 수행되었다. 운하상태에 관한 계산의 경우, 계산에 사용된 계산영역은 Fig.5에서와 같이 현재 추진중인 경인 운하에 맞추어 폭 100m, 수심 10m인 운하를 가정하여 계산이 수행되었다. 계산에 사용된 격자는 Fig.5과 같으며, 유동이 복잡한 선체주위, 특히 선수와 선미부분에 격자를 집중시켜 계산의 정도를 높이도록 하였다.

Table 3 Computational conditions

Ship Model Ship Condition	Ship Model				
	140TEU	200TEU (F1+A1, DEEP)	200TEU (F2+A1, DEEP)	200TEU (F1+A1, Canal)	200TEU (F2+A1, Canal)
number of cell	X	130(66)	130(66)	130(66)	130(66)
	Y	46	46	46	53
	Z	35	35	35	28
computational domain	X	2.246m	3.4m	3.4m	3.4m
	Y	0.436m	0.7m	0.7m	0.86m
	Z	0.242m	0.345m	0.345m	0.218m
the minimum cell	dx/L	0.0059	0.0092	0.0092	0.0092
	dy/B	0.0222	0.0222	0.0222	0.023
	dz/d	0.0222	0.052	0.052	0.055
Prode numbers	0.271	0.258	0.258	0.124	0.124
Time steps for acceleration	700	700	900	900	900
Time increment	0.006	0.006	0.01	0.011	0.007
relaxation factor	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Total time step of computation	3800	2900	1800	1600	2600

#### 5. 결과 및 고찰

##### 5.1 모형시험

모형시험은 Table 1에서와 같이 140TEU 컨테이너 선과 200TEU 컨테이너선의 모형들에 관하여 저속에서부터  $Fn=0.28$ 까지 수행되었다. 먼저, Fig. 6의 잉여저항계수를 비교한 그림을 보면, 저속구간에서는 조파저항이 매우 적음을 볼 수 있으며, 설계속도( $Fn=0.257$ )를 전후한 구간에서는 140TEU 컨테이너선을 기준으로 (F1+A1)선형의 경우 약 11%, (F2+A1)선형의 경우 30%정도

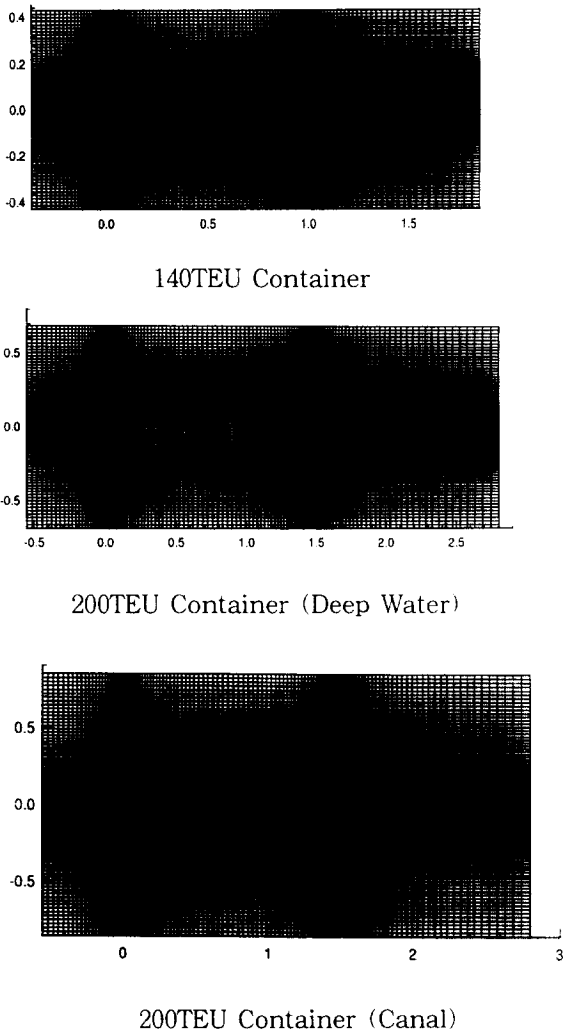


Fig.5 Grid system for numerical simulations

조파저항이 감소한 것을 볼 수 있다. 이러한 감소의 주된 원인은 그림에서 알 수 있는 바와 같이 형상저항의 감소라 할 수 있다. 따라서, 기준선인 140TEU 컨테이너선으로부터 벌브의 주요제원을 도입한 (F1+A1)선형의 경우는 선수부의 형태가 그리 적절하지 않다는 것을 보여 주고 있으며, 이것으로부터 벌브의 형태를 개선한 (F2+A1)선형의 경우는 (F1+A1)선형에 비하여 조파저항 감소의 효과를 가져 왔다고 볼 수 있다. 다음으로,

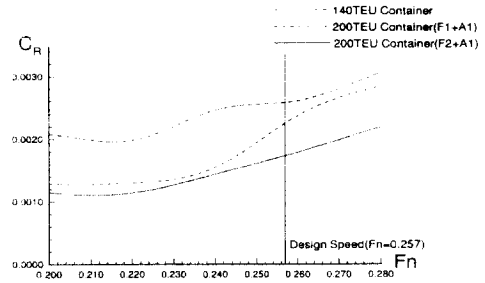


Fig.6 Residual resistance coefficient in resistance tests

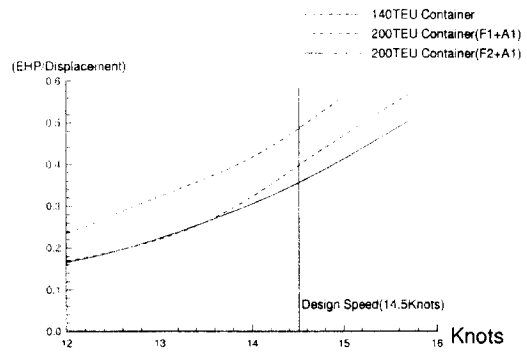


Fig.7 Predictions of Effective Horsepower per Unit Displacement

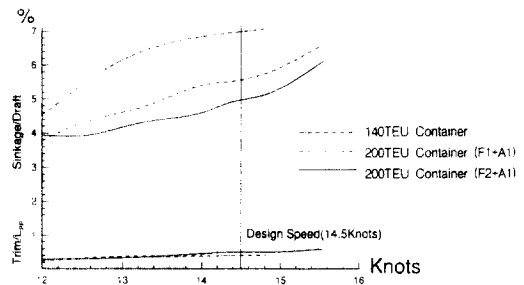


Fig.8 Sinkage and trim in resistance tests

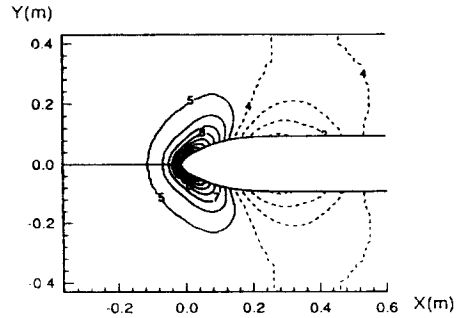
Fig.7에서 EHP/배수량 곡선을 보면, 140TEU 컨테이너선을 기준으로 설계속도(14.5 knots)에서 (F1+A1)선형의 경우가 18%, (F2+A1)선형의 경우가 23%정도 각각 감소한 것을 볼 수 있다. 모형시

험의 결과로부터 보면, 설계된 선형들은 형상의 변화와 적절한 밸브의 도입으로 잉여저항이 감소하는 효과와, 침하량의 감소로 항주시 침수표면적이 감소하게 되어 EHP/배수량이 감소하게 되었음을 알 수 있다. Fig. 7에서 침하와 트림의 속도에 따른 변화를 보면, 설계속도 부근에서 (F2+A1)선형의 경우가 침하량이 제일 적은 것을 보여 주고 있어 항주자세면에서도 가장 안정적인 것을 볼 수 있다.

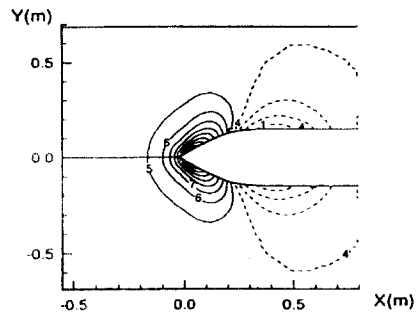
5.2 수치계산

수치계산은 각각의 선형에 관하여 심해상태의 설계속도에서, 그리고 (F1+A1), (F2+A1)선형에 관하여는 운하상태에서 수행되었다. 운하상태의 경우는, 천수역에서의 임계  $F_n$ 을 고려하여 결정된 설계속도 7knots에서 계산이 수행되었다.

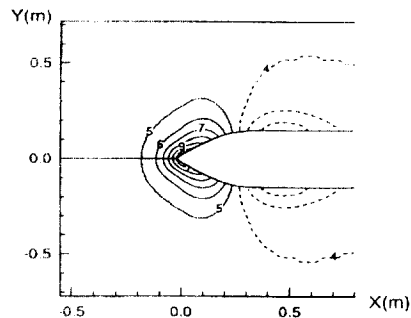
먼저, Fig. 9에서 심해상태에서의 선수부 등파고 선도들을 보면, 140TEU 컨테이너선과 200TEU 컨테이너선 (F1+A1)선형의 경우에 선수부 파형의 큰 변화가 없음을 볼 수 있으나, (F2+A1)선형의 경우는 선수부의 파고가 감소하고 선체 측면을 따라서도 전체적으로 파고가 감소한 것을 볼 수 있다. 이것은 실험에서의 결과와 정성적으로 잘 일치하는 경향을 보여 주고 있고, 선수부의 형태를 개선한 (F2+A1)선형의 경우가 적절한 밸브의 형태를 취하고 있음도 보여 주고 있다. 이와 같은 결과들은 Fig. 10의 선수주위 3차원 조감도에서도 잘 보여 주고 있다. Fig.11에서는 선체표면을 따른 선측파형들을 비교하고 있다. 각각의 값들은 배의 속도와 중력가속도로 무차원화 되었다. 그림에서 일점쇄선으로 표현되어진 140TEU 컨테이너선을 기준으로 (F1+A1)선형의 경우 선수파고 형태에 있어서 거의 변화가 없음을 보여 주고 있으나, 실선으로 표시되어진 (F2+A1)선형의 경우는 선수부의 파고가 많이 감소되어진 것을 볼 수 있다. 한편, Fig. 12에서는 140TEU 컨테이너선과 200TEU 컨테이너선들의 선체표면 압력분포를 보여 주고 있다. 그림에서 보면, 선수부에 분포된 압력 값이 F2선형의 경우가 제일 적은 것을 볼 수 있다. 이것은 역시 2차로 설계되어진 선수부의 형상이 조



140TEU Container



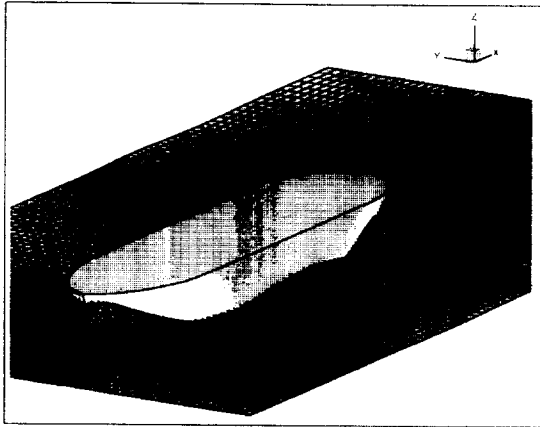
200TEU Container  
(F1+A1, Deep Water)



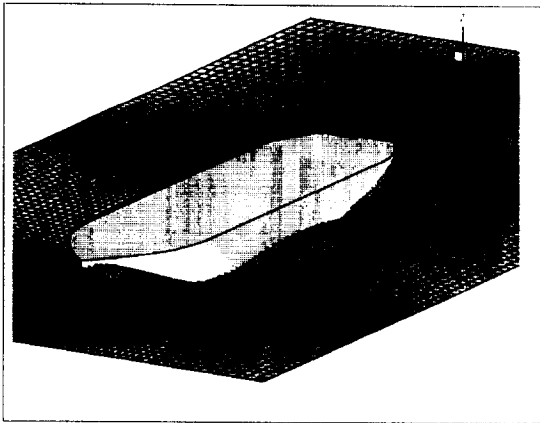
200TEU Container  
(F2+A1, Deep Water)

Level	Z
F	0.540
E	0.490
D	0.440
C	0.390
B	0.340
A	0.290
9	0.240
8	0.190
7	0.140
6	0.090
5	0.040
4	-0.010
3	-0.060
2	-0.110
1	-0.160

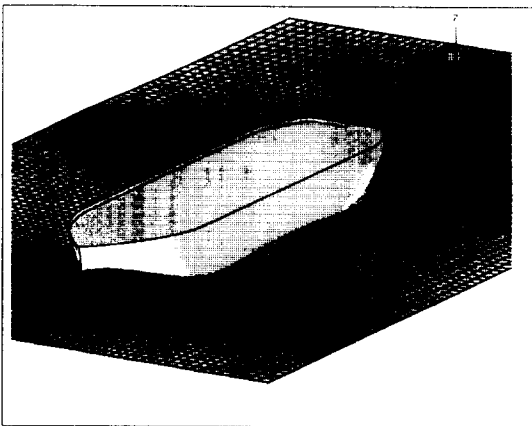
Fig.9 Wave height contours in deep water condition



140TEU



200TEU (F1+A1)



200TEU (F2+A1)

Fig.10 Perspective views of disturbed free surface in deep water condition

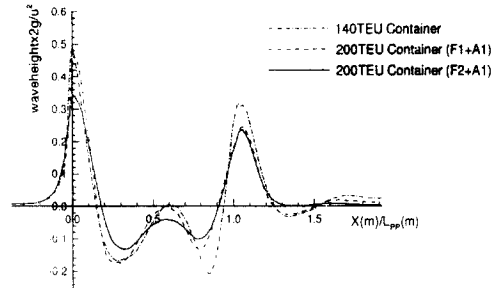
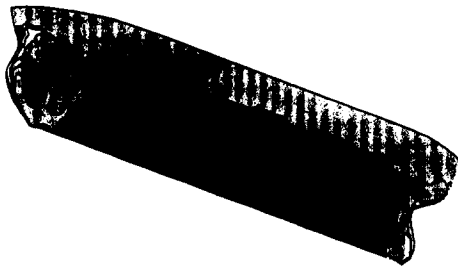


Fig.11 Wave height profiles along hull surface in deep water condition

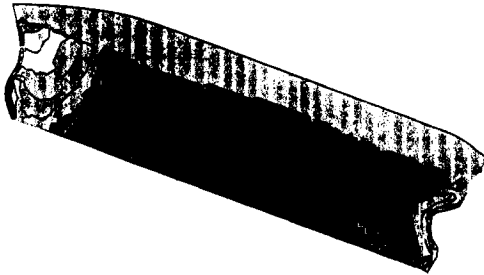
파저항을 감소시키는 효과가 있음을 보여 주고 있다. Fig. 13에서는 무차원시간 1.5정도까지의 계산된 압력저항계수의 변화들을 보여 주고 있다. 무차원 시간 1.0정도에 이르면 거의 정상상태에 도달됨을 볼 수 있으며, 기존선에 비하여 설계선들의 압력저항계수가 적음을 볼 수 있다. (F2+A1)선형이 (F1+A1)선형에 비하여 선수 파형이 많이 감소되었으나, 압력저항에 있어서는 그리 큰 감소를 보여 주지 못하고 있다. 이것은 선미부와의 간섭 효과로 인한 결과로 생각되어진다. 모형시험에 의한 잉여저항계수와 계산에 의한 압력저항계수를 비교하여 보면, 선형에 따라 정성적인 변화는 일치하고 있으나, 정량적으로는 압력저항계수가 큰 값으로 나타나 있다. 이것은, 컨테이너선형과 같이 트랜섬(transom)선미형상을 갖는 선형에 대한 선미부 계산에 좀 더 정도의 향상을 위한 연구가 있어야 함을 보여 주고 있다.

다음으로, Fig.14에서 18까지는 운하상태에서의 계산결과들을 보여 준다. Fig.14는 선수부 주위의 파등고선도들을 보여 주고 있다. 그림에서 천수상태에서의 배에 의한 조파특성을 잘 나타내 주고 있으며, F2선형의 경우에 천수역에서는 F1선형에 비하여 오히려 조파특성이 좋지 못함을 보여 준다. 이것은 선수밸브 체적의 상승에 따른 결과로 생각되며, Fig.15의 조감도에서도 볼 수 있다. Fig.16에서는 선측파형들을 비교하고 있다. 이 그림에서도 역시 F2선형의 경우에 운하중을 항주할 때 조파면에서 좋은 효과를 얻지 못하고 있다는 것을 알 수 있다. Fig.17의 선체표면 압력분포를 보면,

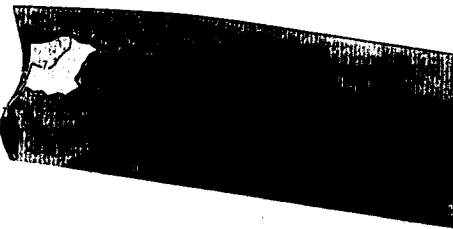




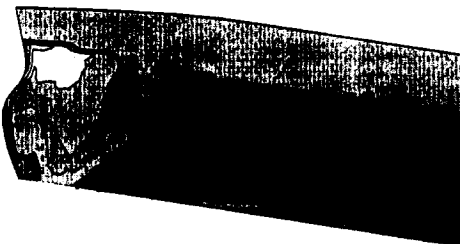
140TEU Container (Deep Water)



200TEU Container (F1+A1, Deep Water)



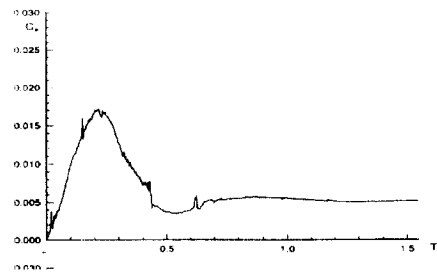
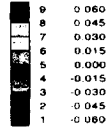
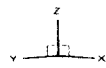
200TEU Container (F1, Deep Water)



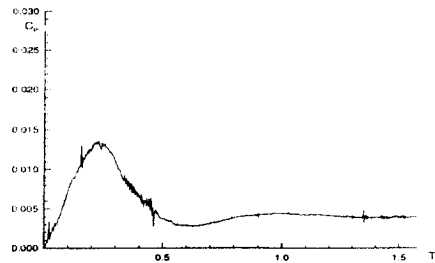
200TEU Container (F2, Deep Water)

Fig.12 Pressure distributions on hull surface in deep water condition

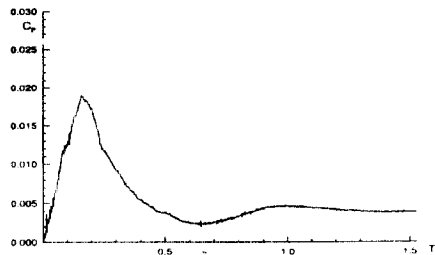
F2선형의 경우가 오히려 운하중을 항주할 때는 선수부의 압력분포에 있어 큰 값들을 보이고 있는 것을 볼 수 있다. Fig.18에서는 무차원시간 3.0까지의 계산된 압력저항계수의 변화들을 보여 주고 있다. 무차원시 2.5정도에 이르면 거의 정상상태에 도달됨을 볼 수 있으며, (F2+A1)선형이 (F1+A1)선형에 비하여 큰 압력저항계수를 보여 주고 있다. 그러므로, 운하중을 항주하는 경우에 이와 같은 조파특성의 개선이 필요하다면, 이에 따른 선형의 개선이 한번 더 이루어져야 할 것이다.



140TEU Container (Deep Water)

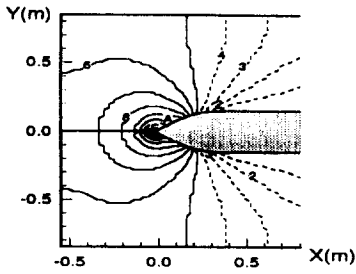


200TEU Container (F1+A1, Deep Water)

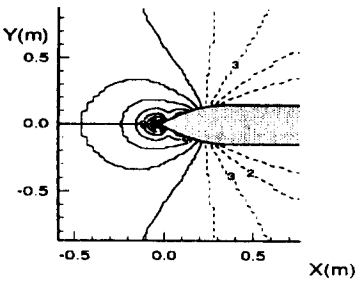


200TEU Container (F2+A1, Deep Water)

Fig.13 Time histories of pressure resistance coefficient in deep water condition



200TEU Container (F1+A1, Canal)



200TEU Container (F2+A1, Canal)

Fig.14 Wave height contours in canal condition

Level	Z
F	0.540
E	0.490
D	0.440
C	0.390
B	0.340
A	0.290
9	0.240
8	0.190
7	0.140
6	0.090
5	0.040
4	-0.010
3	-0.060
2	-0.110
1	-0.160

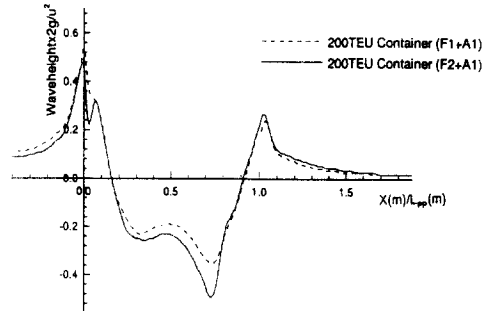
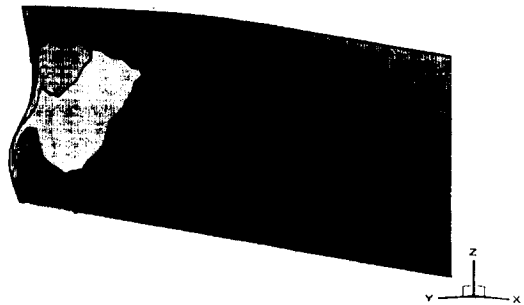
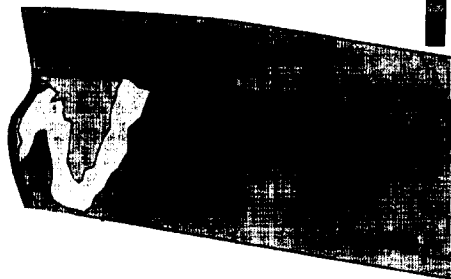


Fig.16 Wave height profiles along hull surface in canal condition



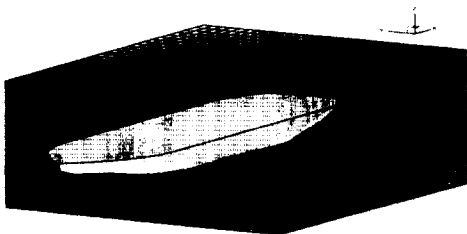
200TEU (F1, Canal)

9	0.060
8	0.045
7	0.030
6	0.015
5	0.000
4	-0.015
3	-0.030
2	-0.045
1	-0.060

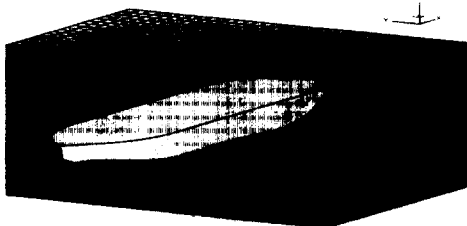


200TEU (F2, Canal)

Fig.17 Pressure distributions on hull surface in canal

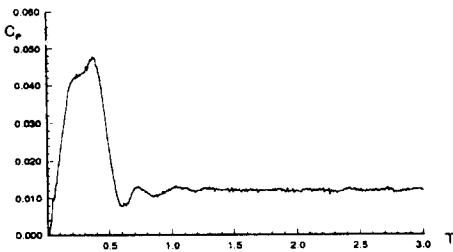


200TEU (F1+A1, Canal)

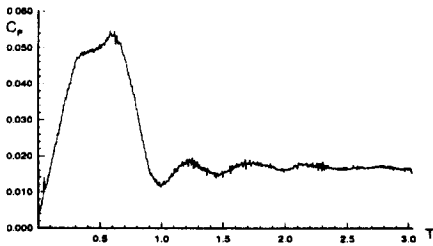


200TEU (F2+A1, Canal)

Fig.15 Perspective views of disturbed free surface in canal condition



200TEU Container (F1+A1.Canal)



200TEU Container (F2+A1.Canal)

Fig.18 Time histories of pressure resistance coefficient in canal condition

## 6. 결론

연안-운하 연계용 200TEU 컨테이너선형의 개발을 통하여 아래와 같이 결론을 맺는다.

(1) 140TEU 컨테이너선형을 기준선으로 한 서해연안과 경인운하를 동시에 운항할 수 있는 200TEU 컨테이너선형의 설계를 통하여, 앞으로 이러한 분야의 선형설계능력에 한가지 방법을 제시하였다.

(2) 기준선인 140TEU 컨테이너선과 설계선인 200TEU 컨테이너 선들에 대하여 모형시험과 선체주위 유동장에 대한 수치계산을 수행하였으며, 이에 따라 설계선의 저항성능이 기준선의 그것보다 우수함을 보였다.

(3) 수치계산을 통한 기준선과 설계선들의 저항 특성은 모형시험 결과들과 정성적으로 잘 일치함을 보였다. 또한, 운하를 운항할 때의 선체주위 유동장도 계산하여 선형에 따른 제한수로에서의 조파 특성도 비교가 가능함을 보여 주었다. 따라서, 수치계산조직을 선형설계에 응용함에 있어서, 설계 결과의 검증과 선형을 설계하는데 자료로 사용할 수 있음을 확인 하였다.

(4) 앞으로 운하중을 항주하는 배의 선형설계를 위하여는 저항성능에 대한 자료가 설계시에 활용될 수 있도록 작성, 정리됨이 필요할 것이며, 또한 모형시험기법과 수치계산법도 이에 맞추어서 보다 더 연구, 발전되어야 할 것이다.

## 후기

본 연구는 1995년도 한국학술진흥재단 대학부설 연구소 과제 및 인하대학교의 황해권 수송시스템 연구센터의 연구비 지원에 의하여 수행되었다. 연구비 지원을 하여준 각기관에 감사드립니다.

## 참고 문헌

- [1] Pfenningstorf, "Pusher-Barge Shipping", Handbuch der Werft (HDW), 1985, in German.
- [2] W. Kruse, "Rationalization by Standardization of Barge type", HANSA 105, 1988 in German.
- [3] J. Osterhorz, "Ro-Ro Ship for the Donau Shipping", Jahabuch der Schiff bautechnischer Gesellschaft 87, 1993, in German.
- [4] G.Marshall, "Tug-barges for Short Sea Routes with Special Reference to the North East Coal Trade, Trans. NECIES, Vol.101, No.3, 1985.
- [5] "The Ship in River-Sea through Traffic", 15th Duisburg Colloquium on Shipping and Ocean Technology, The Shipping Technology Faculty of Duisburg University, Germany.

- [6] Alfred M. Kracht, "Design of Bulbous Bows", SNAME Trans., Vol. 86, 1978, pp.197-217.
- [7] Nishimura S., and Miyata H, "Finite Difference of Nonlinear Ship Waves by the TUMMAC\_IV Method and Its Application to Hull-Form Design" , J. soc. Nav Archit. Jpn Vol 157, 1985.
- [8] Lee Y.-G., Miyata H and Kajitani H, "Some Application of the TUMMAC Method to 3D Water-Wave Problem", J. Soc. Naval Archit. Korea, Vol.25, No.4, Dec., 1988.
- [9] 정승규, 이승희, 이영길, 홍성완, "유한차분법을 이용한 쌍동선 선형주위의 유동장 해석", 대한조선학회 1995년도 춘계연구발표회 논문집, 1995, pp.53-57.