

저항성능을 고려한 연안 소형 고속선형의 개발

이영길/인하대학교 기계공학부선박해양공학전공 교수
이승희/인하대학교 기계공학부선박해양공학전공 교수

1. 서언

최근, 연안의 여객운송용 선박 및 어선선형에 있어서, 점차 고속화 되는 추세에 따라 소형 고속선박의 개발에 대한 요구가 증대되고 있다. 그러나, 이러한 소형 고속선박의 개발에 있어서, 일반 배수량형 단동선형의 고속화에는 배길이의 짧음에 따른 급격한 파고의 증가 및 저항증가로 인한 한계가 있다. 또한, 연안의 천수 상태에 있어서 일반적으로 단동형 선박의 저항 및 침하, 트림 등은 깊이의 제한에 의한 선저 압력의 저하로 인하여 증가하게 된다. 그러므로, 연안 고속선박으로 단동선형 보다는 쌍동선형, 삼동선형 등의 선형으로 개발하는 편이 저항성능 면에서 유리하다고 할 수 있다.

쌍동선은 일반적인 단동선과는 달리 두 단동체 사이의 간격비에 따른 선체주위 유동장의 간섭효과(interference effect)가 발생하게 된다. 이러한 간섭효과는 단동체 주위의 비대칭적인 유동변화 및 점성효과에 의한 선체간섭(body interference)과 단동체 사이의 생성된 파도의

접침에 의한 파간섭(wave interference)으로 나뉘어진다. 쌍동선형은 단동선형에 비하여 횡안정성의 우수함에 더하여, 단동체들의 낮은 비척도와 위에서의 같은 간섭효과들로 인하여 고속이면서도 저항성능이 우수한 선박의 개발에 가능성을 부여하게 된다.

한편, 삼동선도 매우 날씬한 주선체의 좌우에 보조선체를 부착한 형태의 선형으로, 고속구간에서는 단동체들의 낮은 비척도 및 주선체와 보조선체의 간섭효과로 인한 저항감소가 기대되는 선형이다. 이에 더하여, 삼동선은 보조선체로 인한 넓은 갑판면적을 확보할 수 있고, 보조선체가 주선체의 기관실과 같은 주요공간을 보호하며 추진기의 소음도 차단할 수 있어, 군사적인 목적에 있어서 손상시의 안전성과 작전능력의 향상도 기대할 수 있다.

본 연구에서는 기존의 쌍동선형 및 삼동선형의 검토를 통하여, 주로 저항성능을 고려한 G/T 7~8톤급의 연안 고속선형에 대한 선형설계를 몇가지 수행하여 보았다. 먼저, 인천-영종도 신공항간의 해상수송시스템 구축에 관한 자

료[1, 2] 및 기타 고속선에 대한 자료[3, 4, 5]를 바탕으로 파랑관통형(wave piercer type)의 쌍동선을 계획하여 선형설계를 수행하였다. 설계된 선형들(CATA I, CATA II)에 대하여는 우리나라 황해의 수심이 낮은 점을 고려하여 심수상태 뿐만 아니라 천수상태도 고려한 두가지 수심조건에 대하여 각각 단동체간의 간격비(s/L)를 바꿔가면서 수치계산 및 모형선 예인수조실험을 수행하였다[6, 7, 8]. 한편, 삼동선에 대하여도 연안용 소형 고속선형을 검토하여 보았다[9, 10]. 이에대한 준비단계로 우선 초기선형(Inha-tri)에 대한 설계 및 저항실험을 통하여 삼동선형에 대한 일반적인 저항특성 및 보조선체의 위치에 따른 저항특성 등을 파악하였고[11], 황해 연안형 소형 목표선형(Inha-tri I)에 대한 설계를 수행하였다. 설계된 G/T 7~8톤급 삼동선형에 대하여도 수치계산 및 모형시험을 통하여 설계선형의 저항특성을 검토하였다[12].

이와 같은 일련의 선형설계와 수치계산 및 모형시험을 통하여, 저항성능을 고려한 황해형 연안 소형 고속선형의 설계능력을 확보하고자 하였으며, 앞으로의 황해권 연안 해상수송시스템 구축을 위하여 활용되어질 수 있는 선형설계관계의 기초연구자료를 얻고자 하였다.

2. 선형개발

2.1 쌍동선 선형개발

1) 주요목의 결정

일반적인 쌍동선에 비해 내항성능이 우수한 파랑관통형의 쌍동선형을 설계할 목적으로, 기존의 국내외 유사한 여러 쌍동선형에 대한 조사를 토대로 선형설계가 수행되었다.

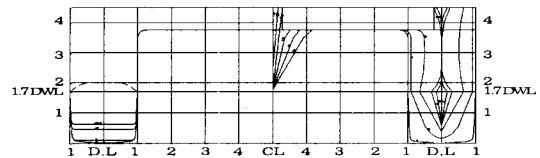
설계선의 주요목은 G/T 7~8톤급이 목표인 것을 감안하여 결정되었으며, 설계속력은 연안 선박의 점진적인 고속화를 목적으로 25knots($F_n=1.129$)로 하였으며, 이에 적절하다고 판단되는 추진기로는 물제트를 선택하였다. 결정된 설계선의 주요목은 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 쌍동 설계선형들의 주요목

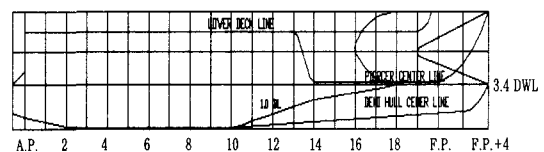
	Designed Ship		Model Ship			
L_{PP}	13.623m		1.90m			
B	4.3m		0.6m			
b	0.716m		0.1m			
d	0.61m		0.085m			
L/b	16.5		16.5			
s/L	0.30		0.14	0.20	0.30	0.45
Δ	7t		0.019t			
Designed speed	25knots		4.8%			

2) 선형의 결정

조사한 기존선형들의 자료를 바탕으로 각각의 특성을 파악한 후, 설계선의 개략적인 형상을 결정하여 설계를 수행하였다. <그림 1>과 <그림 2>에서는 이렇게 하여 설계된 첫번째 설계선형인 CATA I의 선도를 보여주고 있다. 그림들에서 알 수 있듯이, 선수부는 조파저항성능의 향상을 목표로 선체를 날씬하게 하는 한편, 선저의 경사면이 비교적 긴 형태를 취하도록 설계하였다.



<그림 1> 쌍동 설계선형 CATA I의 body plan



<그림 2> 쌍동 설계선형 CATA I의 선도

이와 더불어, 선미부는 추진기관을 설치하기 위한 공간을 확보하기 위하여 중앙횡단면에서

부터 선미까지는 박스타입의 형태로 설계하였으므로 선미부에서는 빌지반경(bilge radius)이 매우 작은 형태로 설계되었다.

파랑관통형 선형에 있어서 중앙선수(center bow)의 설치 목적은 파랑 중 피칭이 심하여 선수가 잠길 경우, 중앙선수가 자체의 부력으로 선수부를 떠오르게 하여 승선감의 저하나 피칭에 의한 중동요를 줄이기 위함이다. 또한, 파도를 헤치면서 나아갈 때 파를 가르는 역할도 하게 되므로, 앞쪽은 날씬해야 하며 뒤로 갈수록 어느 정도 체적을 갖고 있어야 한다. 중앙선수는 LOA의 약 40%정도의 길이를 차지하며, 자유수면과 적절한 간격을 가지면서 lower deck에 매달린 형태로 설계되었다.

CATA I 선형주위의 유동장에 대한 수치시물레이션 및 모형선 수조시험으로부터, 배수량의 분포에 있어서 선체 어깨부분과 중앙부와의 연결이 매끄럽지 못해 저항성능에 좋지 못한 영향을 미치고 있다고 판단되었다. 따라서, 선체 어깨부분에서 중앙부로 매끄러운 연결로 유체흐름을 원활하게 하는 것에 중점을 두어, CATA I의 수선면 이하의 늑골선을 수정하여 수정선형 CATA II를 설계하였다. <그림 3> 및 <그림 4>에서는 설계한 CATA I과 CATA II의 단면적곡선과 정면도를 각각 보여주고 있다 [13, 14, 15].

3) 선체주위 유동장의 수치계산

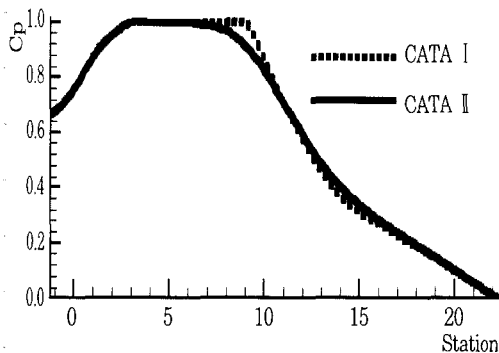
실제 모형시험에 앞서서, CATA I과 CATA II에 대한 선체주위 유동장의 수치시물레이션을 통하여 선형설계 및 개선에 의한 유동장 특성 및 저항성능의 향상 여부에 대하여 평가하여 보았다.

① 지배방정식

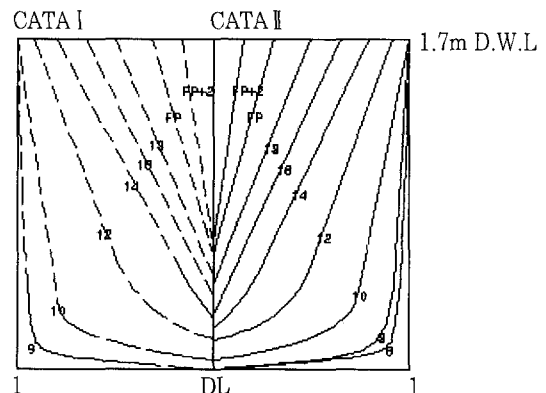
본 연구에서는 유동장을 비압축성, 비점성유동이라고 가정하여, 지배방정식들로 보존형의 3차원 Euler's equations와 연속방정식을 사용하였다.

② 수치계산기법

수치계산은 MAC(Marker And Cell)법을 기초로 한 유한차분법으로 직사각형격자계상에서 수행되었다. 격자계의 형태에 있어서는 교차격자계(staggered mesh system)와 가변격자계(variable mesh system)를 적용하였다. 계산영역은 우현측의 단동체만을 포함하는 반쪽의 유동장만으로 구성되었으며, 이로 인하여 중앙중단면에 대칭적 경계조건을 부가하여 유동장의 대칭성을 고려하였다. 지배방정식의 차분화에 있어서는, 대류항을 제외한 나머지 항들은 시간에 대하여 전진차분, 공간에 대하여 2차중심차분을 적용하였다. 비선형성이 큰 대류항의 차분기법에 있어서는 해의 안정성을 위하여 2차중심차분과 donor cell법을 조합한 hybrid



<그림 3> 쌍동 설계선형 CATA I과 CATA II의 단면적곡선



<그림 4> 쌍동 설계선형 CATA I과 CATA II의 body plan

scheme을 적용하였다.

③ 계산조건

수치계산은 CATA I과 CATA II 모두 단동체 간의 간격비 $s/L(s/L_{pp})=0.30$ 에 대하여 심수와 천수조건에서 수행되었으며, <표 2>는 자세한 계산조건에 대하여 나타내고 있다. 본 연구에서의 수치계산은 선형개선에 의한 조파저항성능의 개선정도 파악에 그 주요한 목적이 있으므로, 선수에서 18st.까지 선체주위의 유동장에 대하여 수행되었다.

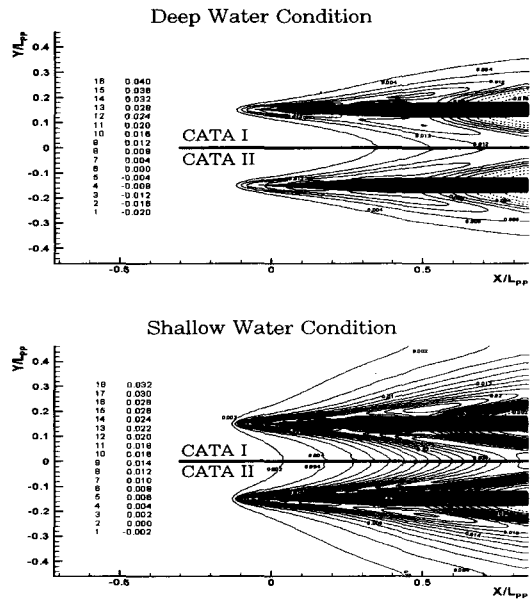
<표 2> 쌍동선형의 계산조건

Number of Cell	X	130
	Y	171
	Z	38
Computational domain	X	2.58m
	Y	1.54m
	Z	0.43m
Minimum Cell	X	0.0200m
	Y	0.0050m
	Z	0.0046m
Fn		0.800
Time steps for acceleration		3700
Time increment		0.000178
Total time step of computation		5000

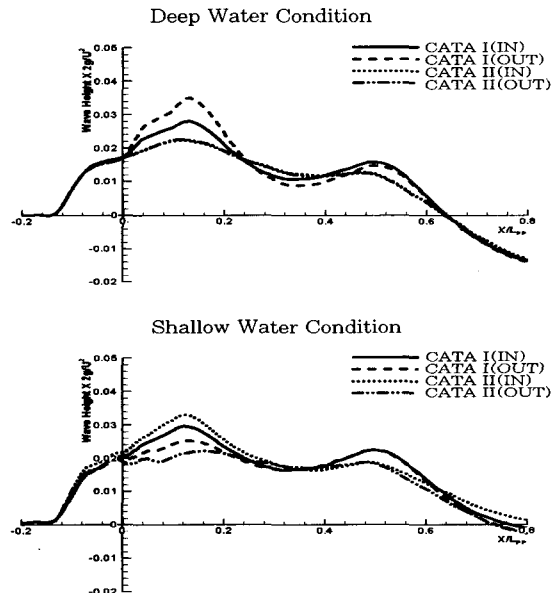
④ 계산결과

<그림 5>는 계산된 등파고선도들로, 심수와 천수조건에 대하여 CATA I과 CATA II 선형에 대한 결과를 함께 보여주고 있다. <그림 6>은 원래선형과 개선된 선형에 대하여 심수 및 천수조건에서 계산된 선측파형을 나타낸 것이다. 계산 결과에서 알 수 있듯이, CATA II 선형이 선수파 뿐만 아니라 어깨파도 더 줄어든 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 수치계산 결과로 볼 때, 선형개

선을 통하여 어깨파의 감소를 비롯한 조파성능의 향상이 예상되었다.



<그림 5> $Fn=1.129$ 에서 쌍동 설계 선형 CATA I과 CATA II에 대한 등파고선도



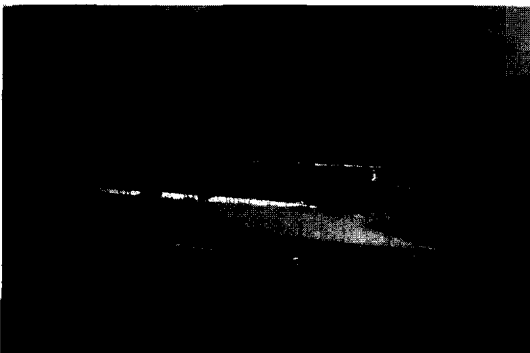
<그림 6> $Fn=1.129$ 에서 CATA I과 CATA II에 대한 심수 및 천수조건에서 계산된 선측파형

4) 모형시험

모형시험은 길이가 79m, 폭이 5m, 깊이가 2.7m이고, 예인전차의 최고 실험가능속력이 4.2m/sec인 인하대학교 선형시험수조에서 수행되었다.

먼저, CATA I은 축적비가 1/7.17인 목재 모형선으로, 만재홀수에서 0.14, 0.2, 0.30, 0.45의 4가지 단동체간의 간격비에 대하여 심수조건과 천수조건으로 나누어 $Fn=0.20\sim 1.40$ 에 걸쳐서 수행되었다. 천수조건은 모형선의 축적비에 비례하여 항구내의 수심을 가정한 깊이인 40cm로, 수조의 바닥에 설치된 천수판을 올려서 실험하였다. 침하(sinkage)의 계측을 위하여 선수의 경우 18st., 선미의 경우 A.P. 전방 1cm에서 수직방향 선체위치의 변화를 측정하였으며, 각각 비례식을 통하여 F.P.와 A.P.에서의 침하량을 구하였다. 예인점은 길이방향으로는 단동체의 부력중심에 위치하며, 높이방향으로는 자유수면 위 16cm되는 위치이다. 난류측진장치로 사용된 스타드(stud)들은 지름 1.5mm, 높이 2mm로 F.P.에 10mm간격으로 위치한다. 제작된 모형선의 형상은 <그림 7>과 같다.

한편, CATA II의 경우도, 축적비가 1/7.17인 모형선을 이용하여 최대만재홀수에서 단동체간의 간격비 0.2, 0.30에 대하여, 심수조건과 천수조건으로 나누어 $Fn=0.20\sim 1.40$ 에 걸쳐서 일반적인 저항시험이 수행되었다. 천수실험



<그림 7> 쌍동 설계선형 CATA I의 모형선 사진

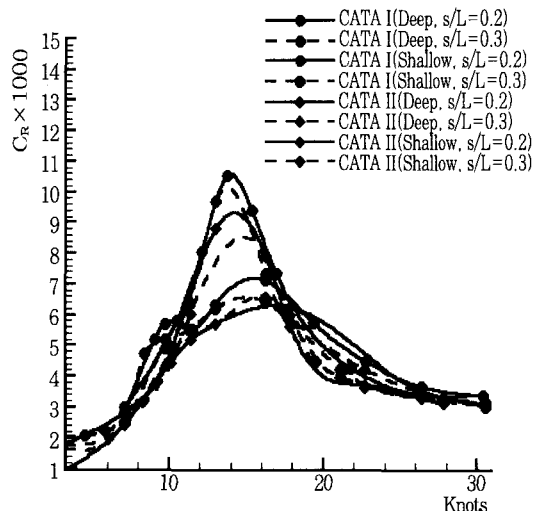
은 CATA I 선형과 마찬가지로 천수판이 수심 40cm로 올리워져 실험되었다. 계측은 전저항, 선수미 침하량에 대하여 수행되었으며, 계측위치 및 예인점은 CATA I 선형의 경우와 모두 동일하다.

5) 모형시험 결과 및 고찰

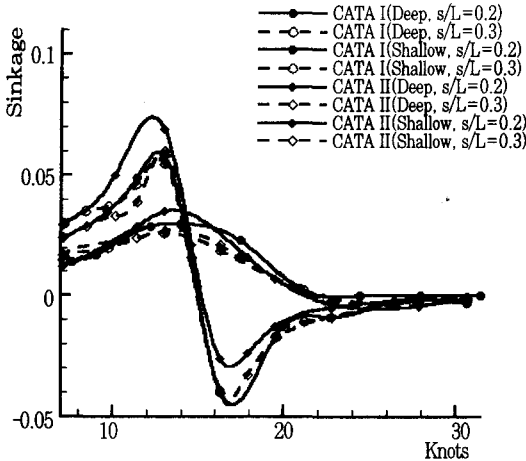
<그림 8>은 심수와 천수조건에서 실험한 CATA I과 CATA II 선형의 단동체간 간격비 0.2와 0.30에 대하여 잉여저항계수(C_R)를 나타내고 있다. 전체적으로 CATA I에 비해서 CATA II 선형의 잉여저항계수가 적은 것을 알 수 있다. 특히, $Fn=0.5$ (약 10knots) 근처에서는 약 10% 정도씩 감소한 것을 볼 수가 있다. 그렇지만, 설계속도인 $Fn=1.129$ (25 knots) 근처의 높은 Fn 에서는 그 효과가 비교적 적은 것을 알 수 있다.

한편, 설계속도에서 CATA II 선형은 CATA I 선형과 비슷한 항주자세를 갖는 것을 <그림 9>와 <그림 10>에서 각각 볼 수 있다.

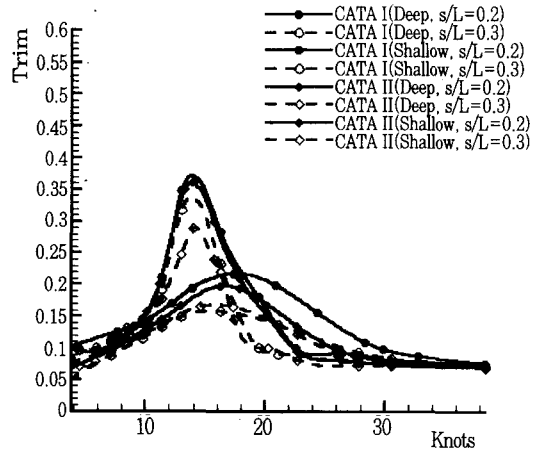
저항시험의 해석결과, 운항속도 25knots의 경우 선형개선에 의한 심수 및 천수조건에서의 유효마력은 약 3% 정도 개선되었다. 전 속도구



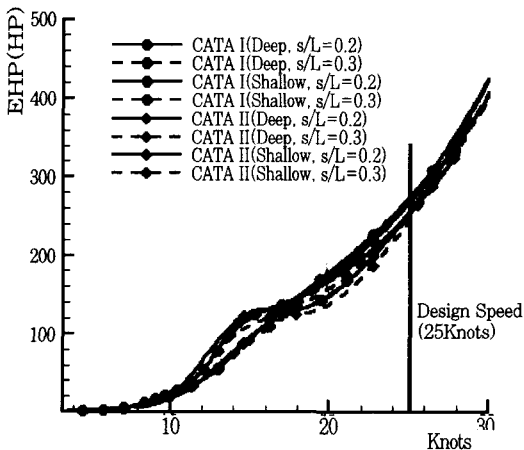
<그림 8> 쌍동 설계선형 CATA I과 CATA II의 잉여저항계수곡선



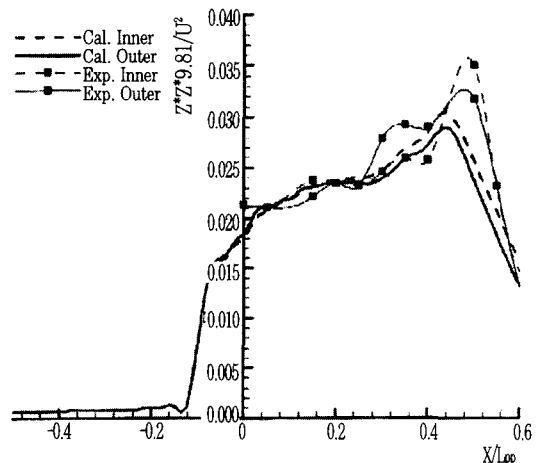
〈그림 9〉 쌍동 설계선형 CATA I 과 CATA II 의 침하곡선



〈그림 10〉 쌍동 설계선형 CATA I 과 CATA II 의 트림곡선



〈그림 11〉 쌍동 설계선형 CATA I 과 CATA II 의 유효마력곡선



〈그림 12〉 천수에서의 실험과 계산에 의한 선측파형의 대한 비교(CATA II)

간에서 유효마력의 추정결과는 〈그림 11〉에 나타나 있으며, 추정된 유효마력으로부터 설계속도에서 전달효율(η_D)을 0.6으로 볼때 전달마력으로 433HP정도가 필요함을 알 수 있다.

또한, 선측파형에 대하여 실험과 계산에 대한 비교를 수행하였다. 계산은 실험과 동일한 조건을 주기 위하여 계측된 선수선미 침하량을 이용하여 수행되었다. 〈그림 12〉는 그 결과중 한 예로, 천수에서의 실험과 계산에 의한 선측

파형의 비교를 보여주고 있으며, 두 결과와 매우 근접하는 것을 볼때 계산의 유용성과 정도를 확인할 수 있다.

2.2 삼동선 선형개발

1) 초기선형

초기선형(Inha-tri)은 기존의 황해권 연안도 서운항용 고속 쌍동여객선(6)에서 연구한 쌍동선의 단동체를 주선체로 하고, 변화된 Wigley

선형을 양쪽 보조선체로 하여 선형을 설계하였으며, 그 주요목과 선형을 <표 3>과 <그림 13>에 나타내었다. 초기선형의 계획은 보조선체의 위치변화에 따른 저항성능의 파악에 그 목적이 있다.

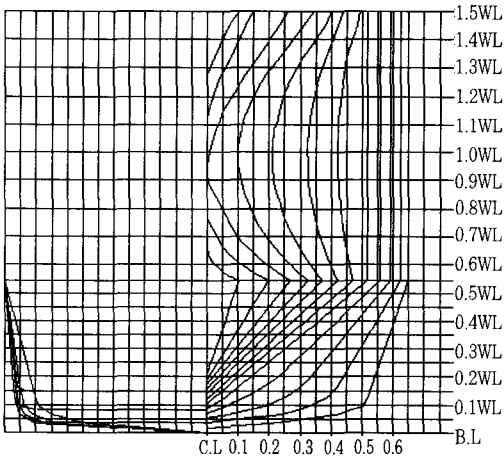
① 보조선체의 위치

보조선체의 위치는 <그림 14>에서와 같으며, 기본위치로는 그림과 같이 종방향으로 주선체의 종방향 중심위치가 보조선체의 종방향 중심위치와 일치하는 $X_s/L(X_s/L_{pp})=0.0$ 과 횡방향의 $Y_s/L=0.1$ 로 하였다. 그리고 종방향으로

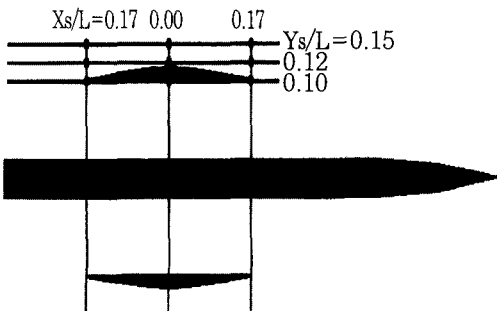
$X_s/L=-0.17, 0.17$ 과 횡방향으로 $Y_s/L=0.12, 0.15$ 로 각각 길이와 폭방향으로 변화를 주어 모두 9가지에 대한 위치에 대하여 실험을 실시하였다.

② 선체주위 유동장의 수치계산

수치 계산으로는 쌍동선의 경우와 마찬가지로 MAC법을 기초로 한 직사각형격자계를 사용하는 유한차분법이 이용되었으며, 계획된 모형선 시험조건에 맞추어 9가지 조건에 대하여 수행되었다. 계산은 격자계의 상이함에 따른 영향을 배제하기 위하여, 전 조건에 같은 격자계를



<그림 13> 삼동 초기선형 Inha-tri의 body plan

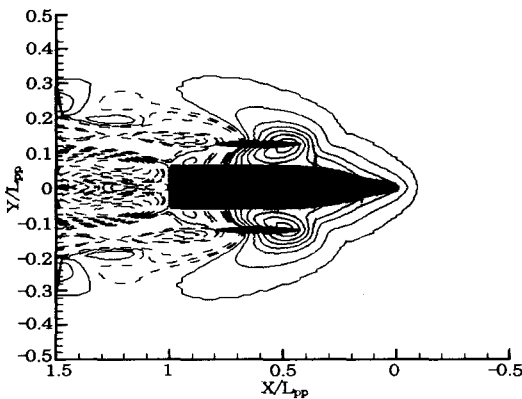


<그림 14> 삼동선 보조선체 위치의 변화

<표 3> 기존 및 계획된 삼동선형들의 주요목

구분	OPV	Canadian ferry	Corvette	ASW Frigate	Inha-tri	Inha-tri I	
L_{OA} (m)	mainhull	78.8	120.0	112.0	154.7	19.0	17.0
	sidehull	28.0	30.0	50.0	36.0	7.0	5.3
L_{WL} (m)	mainhull	76.8	115.0	106.7	148.7	18.0	16.0
	sidehull	28.0	30.0	50.0	36.0	7.0	5.3
Beam (m)	mainhull	4.2	6.5	8.5	10.4	1.3	1.9
	sidehull	0.74	2.0	2.7	3.0	0.25	0.25
Depth (m)	trimaran	13.7	8.0	8.85	10.23	1.4	1.5
Draft (m)	mainhull	3.4	3.2	4.25	5.2	0.542	0.5
	sidehull	2.1	1.5	1.35	3.6	0.542	0.5
Displacement (Ton)	trimaran	514	1,350	1,777	4,200	7.0	7
	mainhull	482.13	1,247.4	1,629.51	3,738	6.3	6.3
Speed (Knot)	sidehull	31.87	102.6	147.49	462	0.7	0.7
	trimaran (Fn)	25 (0.469)	36 (0.552)	30 (0.477)	28 (0.377)	25.0 (0.968)	25.0 (1.02)
L/B	mainhull	18.28	17.69	12.55	14.30	13.8	8.42
	sidehull	37.84	15.00	18.52	12	28.0	28.0
B/T	mainhull	1.235	2.03	2.0	2.0	2.4	3.8
	sidehull	0.352	1.33	2.0	0.83	0.46	0.46
Slenderness	mainhull	9.79	10.68	9.06	9.58	9.75	8.66
	sidehull	11.13	8.074	11.92	5.87	9.90	7.52

사용하였다. <그림 15>는 9가지 보조선체 위치 조건 중에서 기본위치인 종방향으로 $X_s/L = 0.0$ 이며, 횡방향으로 $Y_s/L = 0.10$ 에 대한 계산결과와 예로, 초기선형의 등파고선도를 보여 주고 있다. 그림으로부터 주선체와 보조선체의 파간섭현상을 확인할 수 있다.



<그림 15> 삼동 초기선형 Inha-tri 주위의 등파고선도($Fn=0.968$)

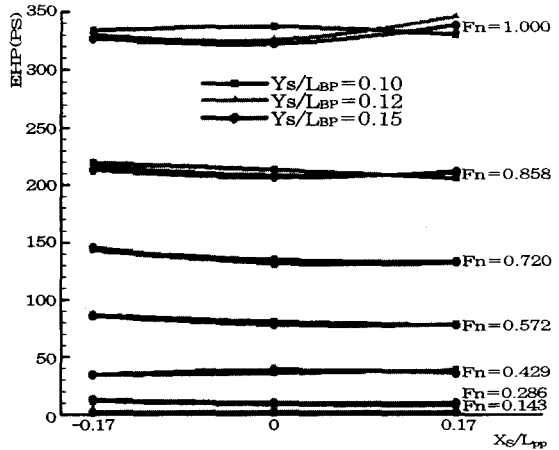
③ 모형선시험 및 결과

초기선형은 축척비 1/10인 목재 모형선으로 제작되었으며, 실험은 계획된 보조선체의 위치에 대하여, $Fn=0.143, 0.286, 0.429, 0.572, 0.720, 0.858, 1.000$ 의 7가지 속도조건에 대하여 수행되었다.

<그림 16>에서는 Fn 에 따른 유효마력을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 보조선체의 길이 및 폭 방향 위치변화, 그리고 속도에 따라 유효마력의 변화가 있음을 알 수 있다. 따라서, 보조선체의 적절한 위치는 설계속도에 따라 다르게 되며, 위치에 따라 적절한 일반배치도 가능하도록 선정하여야 할 것이다.

2) 목표선형

목표선형(Inha-tri I)은 G/T 7~8톤급 연안 운항용 선박으로 설계되었으며, 목표선형의 속력은 쌍동선과 마찬가지로 25knots로 계획되



<그림 16> $Fn, X_s/L_{pp}$ 및 Y_s/L_{BP} 에 따른 유효마력의 변화

었다. 선형설계에 있어서 초기선형의 보조선체의 위치에 따른 모형선시험 결과를 이용하였으며, 수치해석과 모형시험도 수행하였다.

① 주요제원의 결정

주선체 및 보조선체의 주요제원을 결정하기 위한 참고자료로서 실적 삼동선형들에 대한 비교, 검토를 수행하였다[9, 10]. <표 3>에서와 같이 기존 삼동선형에 대한 주요치수 및 선형계수, 길이/배수용적비, 주선체/보조선체 배수량비 등에 대한 검토가 이루어졌다.

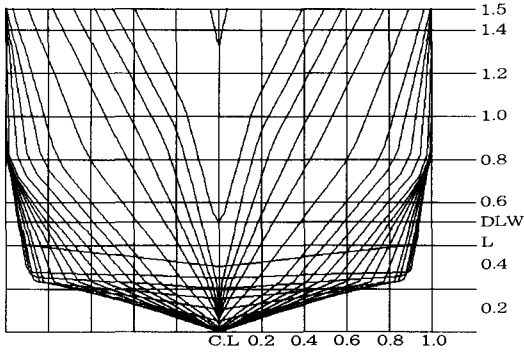
② 선형 설계

주선체의 설계에 있어서, 선수형상은 조파저항과 쇄파저항을 줄이기 위한 방향으로 설계가 이루어졌다. 선수부는 저항저감측면에서 가능한 한 입사각을 작게 하기 위해 매우 뾰족한 형상을 가지게 하였고, 선미부는 엔진탑재공간 및 재화중량 확보를 위해 박스형태가 되도록 하였다. 목표선형의 주요계수는 <표 3>과 같으며, <그림 17>에서는 정면도를 보여주고 있다.

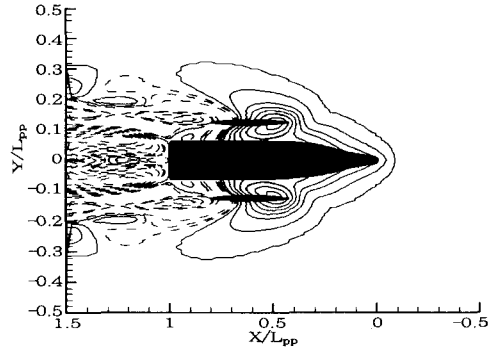
보조선체의 설계는 삼동선의 안정성능을 향상시키고, 보조선체로 인한 저항증가의 최소화를 염두에 두고 수행되었다. 보조선체의 선형으로는 변화된 Wigley선형이 채택되었다.

③ 수치계산

수치계산은 초기선형의 계산에서와 마찬가지로



〈그림 17〉 삼동 설계선형 Inha-tri I의 주선체 body plan



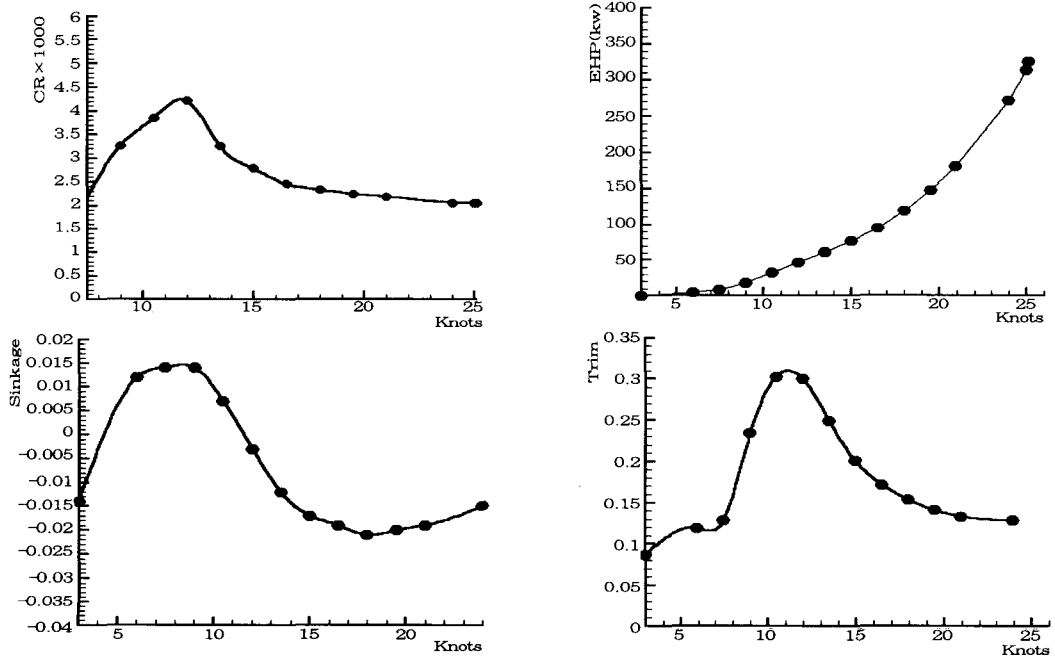
〈그림 18〉 삼동 설계선형 Inha-tri I에 대한 등파고선도(Fn=1.02)

유한차분법이 이용되었으며, 목표선형의 25knots에 해당되는 $Fn=1.02$ 에 대하여 수행되었다. 〈그림 18〉에서는 설계선형에 대한 등파고선들을 보여주고 있으며, 초기선형과 마찬가지로 주선체와 보조선체의 파간섭 현상을 확인할 수 있다.

④ 모형선 시험 및 결과

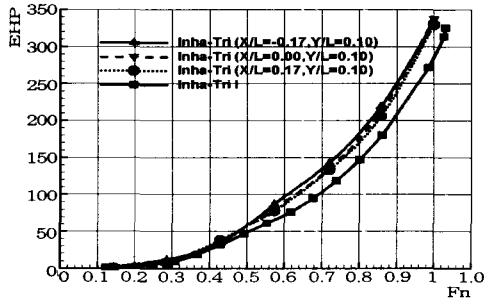
목표선형도 축척비가 1/10인 목재모형선으로 제작되었다. 〈그림 19〉에서는 목표선형에 대한

잉여저항계수, 침하와 트림 및 유효마력곡선을 나타내고 있으며, 〈그림 20〉에서는 목표선형의 유효마력곡선을 초기선형의 유효마력곡선과 비교하고 있다. 그림에서 $Fn=0.45$ 이상의 높은 속력에서 초기선형보다 목표선형의 유효마력이 적은 것을 볼 수 있으며, Fn 이 증가할수록 그 차이는 더 커지고 있다. 그 결과, 목표선형의 설계속력인 25knots에 해당하는 $Fn=1.02$ 에서는 약



〈그림 19〉 삼동목표선형에 대한 잉여저항계수, 침하와 트림 및 유효마력곡선

12%정도 유효마력이 줄어드는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 초기선형에 대한 선형개선의 유효성을 입증하고 있다. 또한, 추정된 유효마력으로부터 설계속력에서의 전달효율(η_D)을 0.6이하 할 때 필요로 하는 전달마력은 466HP가 된다.



〈그림 20〉 삼동선형 Inha-tri와 Inha-tri I에 대한 유효마력의 비교

3. 결론

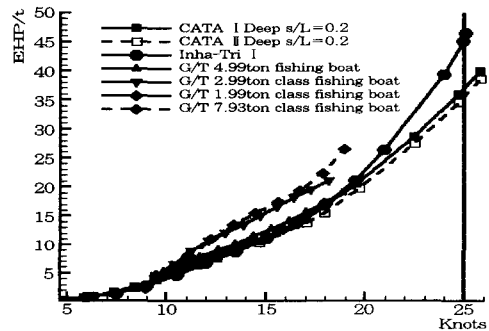
우리나라 연안 중 황해의 자연환경과 교통 환경에 대한 조사와 경제성평가를 바탕으로, 황해권의 연안해상수송시스템에 적합한 소형 고속선형으로 쌍동선과 삼동선에 대하여 저항성능을 고려한 선형설계를 수행하였다. 쌍동선으로는 CATA I과 II를, 삼동선으로는 초기선형(Inha-tri)에 대한 저항실험을 바탕으로 배수량 7톤, 속력 25Knots급 목표선형(Inha-tri I)에 대하여 선형설계를 수행하였다.

(1) 파랑관통형 쌍동선형인 CATA I 및 삼동선형 Inha-tri의 선형설계에 있어서, 실적선에 대한 자료조사와 자연환경에 대한 조사 및 경제성 평가를 바탕으로 기본설계를 수행하였으며, 이러한 과정을 통하여 연안 운항용 소형 쌍동선 및 삼동선의 기본설계기술을 습득할 수 있었다.

(2) 쌍동선 및 삼동선 주위의 유동장 해석을 위한 수치계산조직을 개발하였고, 개발된 계산조직을 이용하여 각각 선형개선에 활용할 수 있었다. 선측파형에 대한 CATA II의 계산결과와 실험결과와의 정성적인 비교를 통하여 계산조직의 정도가 비교적 높음을 확인할 수 있었다.

〈표 4〉 기존의 어선선형들에 대한 주요목

	G/T 7.93톤급 연안어선	G/T 4.99톤급 남해안 연안연승 어선	G/T 2.99톤급 동해안 연안채취기 어선	G/T 1.99톤급 서해안 연안유지망 어선
L_{pp}	12.40m	11.50m	9.40m	9.20m
B	3.20m	2.80m	2.40m	2.20m
d	0.93m	0.7m	0.65m	0.50m
Δ	23.575t	12t	9.8t	6.4t
Designed speed	15knots	15knots	15knots	15knots



〈그림 21〉 설계선형인 Inha-tri I, CATA I, II와 기존의 어선선형들에 대한 매턴당 유효마력의 비교

(3) 쌍동선 선형설계에 있어서 어깨파를 줄임으로 인한 저항감소가 단동체간의 좁은 간격비에서는 확인 가능하였지만, 좀 넓은 간격비에서는 별다른 영향이 없음을 발견하였다. 이는 특정 간격비 이상에서는 저항값에 어깨파등에 따른 파간섭에 의한 영향이 적음을 알 수 있었다.

(4) 삼동선의 저항성능면에서 보조선체의 길이 방향 및 폭방향 최적위치가 선체의 속도에 따라 영향을 받는 특성을 확인할 수 있었으며, 기본설계 단계에서는 운항속도, 일반배치 등을 고려하여 적절한 보조선체의 위치 결정에 유의해야 할 것이다.

(5) 삼동선의 수치계산과 저항실험을 통하여, 설계된 목표선형이 설계속력인 25knots에서 초기선형에 비하여 약 12%정도 유효마력이

줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

(6) <그림 21>에서와 같이 설계선형들인 쌍동선과 삼동선, 그리고 기존의 어선선형들(주요목들은 <표 4> 참조[16])에 있어서 매턴당 유효마력에 대한 비교를 통하여, 저속역에서는 서로 비슷하나 고속역에서는 설계된 쌍동선이 삼동선보다 적은 마력이 소요됨을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 <그림 8>, <그림 9>, <그림 10>, <그림 19> 등으로 미루어 타당성이 있다고 판단된다.

(7) 앞으로 공기공동 등을 적용하여 저항저감효과를 얻을 수 있는 연구가 기대되며, 이를 실선화 하는 연구도 필요하다고 본다. 또한, 설계된 선형들에 대하여 내항성능에 대한 구체적인 연구도 이루어져야 할 것이다.

후기

본 연구는 한국과학재단지정 인하대학교 황해권 수송시스템 연구센터의 후원을 받아 이루어진 것으로, 센터 및 관계하신 여러분께 감사드립니다. 또한, 원고준비에 조력하여 준 대학원생 권수연의 노고에 감사한다.

참고문헌

- [1] 황해권 수송시스템 연구센터, "인천-영종간 해상수송용 선박시스템 구축을 위한 연구", 황해권수송시스템연구센터, 1999. 1.
- [2] 이영길, 이승희, "황해권 해상수송시스템 구축을 위한 선형개발", Global Logistics System 구축전략-인천광역시를 중심으로-세미나 발표자료집, 황해권수송시스템연구센터, 2000.2, pp.109~148.
- [3] "선의 과학", Vol. 15, 1998.
- [4] 전재우, "(초) 고속선의 개발현황과 발전전망 및 당 연구실의 연구방향", Oct. 1998.
- [5] S. J. Phillips, "Jane's High-Speed Marine Craft 27/E 1994~95", Jane's information group, 1994.
- [6] 나영인, 정승규, 김성용, 이영길, 이승희,

"고속 쌍동선의 저항성능에 대한 실험 및 수치해석", 초고속선 Workshop, Aug 1996, pp.175~192.

- [7] J. E. Rovera, "Catamaran Resistance from Tests on a Single Demihull", Fast. '97 papers, pp.737~742.
- [8] 정승규, 이승희, 이영길, 홍성완, "유한차분법을 이용한 쌍동선 선형주 위의 유동장 해석", 대한조선학회 1995년도 춘계 연구발표회 논문집, 1995, pp.53-57.
- [9] David Andrews, Jun Wu Zhang, "Trimaran ships", Naval Engineers Journal, May, 1995, pp. 77~93.
- [10] 이춘주, 강국진, 윤현세, 김도현, "삼동선의 저항특성에 관하여", 대한조선학회 춘계 학술대회, April, 1999, pp. 83~86.
- [11] 최동섭, 이영길, 이승희, "고속삼동선형의 설계에 관한 기초적 연구", 대한조선학회 2000년도 춘계연구발표회 논문집, 대한조선학회, 2000. 4, pp.98~101.
- [12] 김호은, 최동섭, 이영길, 이승희, "연안 운항용 고속 삼동선", 2000 Workshop on Hull Form Development 발표논문집 한국해양연구소 선박해양공학분소, 2000. 10, pp.27~32.
- [13] 김호은, 서성호, 이영길, 이승희, "황해형 연안도서 운항용 고속쌍동선의 선형설계에 관한 연구 (1)", 대한조선학회 추계학술대회 논문집, Nov, 1999, pp 117-120.
- [14] 김호은, 이영길, 이승희, "황해형 연안도서 운항용 고속 쌍동선의 선형설계에 관한 연구 (2)", 대한조선학회 선박설계연구회 논문집, Feb., 2000, pp. 4-1~4-12.
- [15] 최동섭, 서성호, 이영길, 이승희, "황해형 고속 쌍동선의 기본설계", 대한조선학회 선박설계연구회 1999년도 하계 연구발표회 논문집, 대한조선학회, 1999.8, pp.5-1~5-14.
- [16] 한국어선협회, "표준어선형 연구개발(III) - FRP 연안어선 5종 개념 및 기본설계", 표준어선형 개발에 관한 최종보고서, 수산청, 1995. 3.