

삼동선 개발의 타당성 연구

조 옹 진/한국해양연구소 해양시스템안전연구소
고 창 두/한국해양연구소 해양시스템안전연구소
강 국 진/한국해양연구소 해양시스템안전연구소

본 논문에서는 차세대 고속선에 적합한 선형의 하나로 거론되고 있는 삼동선의 개발 현황을 살펴보고, 실선으로의 가능성을 파악하기 위하여 적용 대상선을 2,500톤급 삼동형 함정으로 설정하여 개념설계를 수행한 결과를 보이고자 한다.

함정의 설계조건과 요구사항에 적합하도록 삼동선의 장점을 최대한 반영하여 초기 개념설계를 수행하였으며, 이로부터 도출된 삼동선형의 유체역학적인 성능검토를 위해 저항추진, 내항 및 조종성능에 대한 연구를 수행하고 그 결과를 유사 단동선과 비교·검토하였다.

연구결과의 가시화를 위하여 최종적으로 3차원 컴퓨터 그래픽 모델링하고, 실선의 1/100 축척모형을 제작하여 설계결과를 표현하였다.

1. 서 론

21세기에 들어 국제사회에서는 해양문제에 대하여 더욱 관심이 높아지고 있다. 특히 유엔 해양법의 발효로 바다영토의 확장과 관련한 국지적인 분쟁과 영해 다툼이 빈번히 일어나고 있어, 세계 유일의 분단국으로 주변 해양열강 국가들에 둘러싸인 우리나라는 자주권과 국익을 지키기 위하여 적절한 해군력의 유지와 보강이 필요하다.

따라서 중·대형의 고속선형과 수상전투함의 새로운 함정 개발이 꾸준히 이루어져야 하며, 이를 위해서 세계 각국에서 많은 노력을 기울이고 있다.

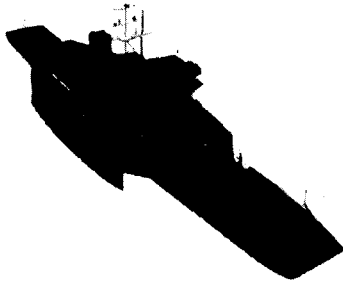
차세대 고속선에 적합한 선형의 하나로 거론되고 있는 삼동선은 기존의 단동선에 비하여 저항과 내항 성능이 우수하고 넓은 갑판면적을 확보할 수 있어서 화물의 적재와 하역이 편리하며

전투함인 경우에는 넓은 헬기 갑판의 확보와 상부구조물의 스텔스화 등에 유리한 장점을 지니고 있다. 한편, 단점으로는 구조적으로 불리하여 중량이 많이 늘어나며, 이접안시에 전용부두나 특수한 시설이 필요하다는 것이다.

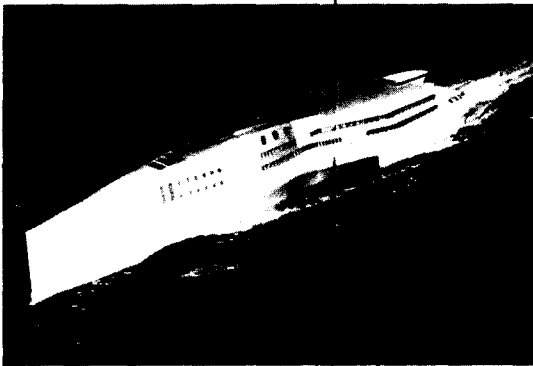
삼동선에 대해서는 영국 UCL대학의 Andrews교수 등이 많은 관심을 가지고 연구를 수행한 바가 있으며, 영국 해군에서는 "장래의 수상 전투함"의 계획 하에서 새로운 개념의 차세대 호위함으로 삼동선의 가능성을 타진해 보고자 하여 시험선인 'RV Triton'을 2000년 9월에 건조 완료하고 2002년까지의 1단계에서는 기본적인 성능과 특성을, 2004년까지의 2단계에서는 각종 새로운 추진시스템 등이 각각 시험될 예정이다[1,4].

그리고, 삼동선을 고속화물선 또는 여객선 등에 적용하기 위한 개념설계가 시도된 바가 있었

는데, 1995년도에 Finland의 Kvaener Masa-Yards의 Lindstrom 등에 의한 운항속도



〈그림 1〉 3D Model of 'RV Triton'



〈그림 2〉 Superslender mono-hull with "EuroExpress"

30~40노트인 5,000톤급, 1999년도에 미국의 Kvaener Masa Marine의 Mizine 등에 의한 payload 5,000톤급이고 설계속도가 50노트 이상에 적합한 삼동선형 VHSST등을 들 수 있다.

고속선을 활용한 대표적인 선박으로써 해군 함정의 현재 주력 전투함인 한국형 호위구축함(FFK)은 70년대 개발을 시작하여, 1981년 울산함을 작전세력으로 전력화한 이래 90년대 초까지 지속적으로 9척까지 해군의 주력 전력증강사업으로 수행하여 왔다.

21세기에 접어들며 주변 해양환경의 변화에 따른 전략목표의 변화와 기존 전력화된 호위구축함이 10년에서 20년 이상 경과로 최대 함정의 수명이 30년임을 감안하면 교체시기가 도래

하여 새로운 개념의 한국형 호위구축함 개발의 필요성이 대두되고 있다. 특히 대양해군으로서 해양세력의 보호와 국익수호를 위한 해군 전력증강사업의 초석이 될 수 있도록 함정규모의 대형화와 함수명기간(Life Cycle) 동안의 경제성 향상은 관심의 대상이 되고 있다.

이에 본 연구에서는 한국형 호위구축함의 교체개발을 예상하여 새로운 삼동형 개념의 함정 개발을 위해 기존함정의 주요임무분석과 최근 선진 해양강국에서 개발중인 삼동형 시험함정의 검토를 통해 새로운 한국형 호위구축함의 개발가능성을 검토하기 위하여 초기 개념설계를 수행하였다. 이렇게 개념 설계된 삼동형 선박의 유체성능 검토를 위해 저항추진성능, 내항성능 및 조종성능의 수치계산과 모형시험을 수행하고 유사 단동선형과 성능을 비교 정리하였다.

그리고 삼동선의 개발타당성 검토결과로서 3차원 컴퓨터 그래픽 모델링을 통한 표현과 1/100축적의 모형(scale model)을 제작하여 검토결과를 보였다.

2. 초기 개념설계

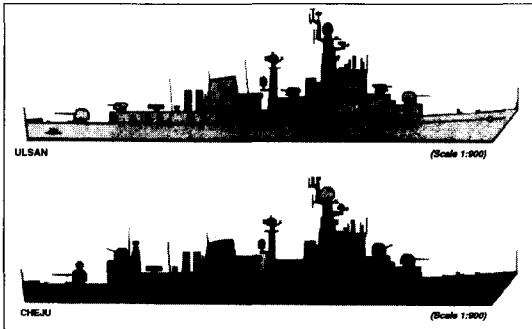
2.1 요구성능 검토

새로운 한국형 호위구축함 개발을 위한 개념 설정을 위해서는 기존의 한국 해군이 운용중인 호위구축함(FFK)의 임무분석이 필요하며 이를 토대로 새로운 요구조건을 반영한 설계요구조건이 필요하다.

1970년대 중반 해군의 전력증강사업으로 시작된 한국형 호위구축함사업은 개발가능성 검토, 개념설계, 기본설계, 상세설계 및 건조과정을 거쳐 80년 초에 진수를 하였고, 81년에 해군에 인도되어 전력화 하였다. 그 후 순차적인 중장기계획에 따라 90년대까지 총9척이 인도되어 취역중에 있다.

본 연구에서 차기에 교체될 새로운 한국형 호위구축함의 형태는 선체형상을 과감하게 바

은 삼동형 선체로서 유사한 함정을 건조중인 영국해군의 삼동형 시험선(RV Triton)을 참조하여 개념을 정립하였다.



〈그림 3〉 Top side arrangement of FFK

개발중인 영국의 삼동형 시험선(RV Triton)은 길이 90m급으로 배수량을 기준으로 2/3으로 축소된 모형으로, 각종 선형특성을 시험하여 단동선과 삼동선이 갖는 장단점을 비교함으로써 추후 삼동형 함정개발에 예상되는 문제점의 파악과 개발핵심기술을 확보하기 위해 연구개발을 진행중인 것으로 조사되었다.

삼동형 차세대 한국형 호위구축함의 개념설정을 위해 선정된 유사선으로 영국해군의 삼동형 시험선 “RV Triton”의 주요특성은 다음 그림과 같다.



〈그림 4〉 The trimaran demonstrator “RV Triton”

한국형 호위구축함 개발을 위한 개념설정은 단동선과 비교하여 삼동선이 가지는 장점은 다음과 같이 요약될 수 있고 새로운 선형으로 삼동선을 검토하게 된 배경이 되었다.

- hull resistance, narrow centre hull reduces hull resistance and therefore power required (typically 18% less installed power for same top speed in an escort sized vessel required to achieve 28 knots)
- improved seakeeping performance at higher speeds, operational in higher sea states greater fuel economy
- helicopter operation, larger deck and hangers, improved stability and reduced motion increased directional stability
- top weight growth margins are greater wide range of propulsion options potential for reductions in radar cross section and infrared signatures

이상의 검토를 토대로 삼동형 차세대 호위구축함의 개발을 위해서 개발대상의 한국형 삼동호위함이 갖추어야 할 요구능력을 분류하면 다음과 같이 요약된다.

- 해상통제 능력
- 해군함대의 보호
- 해상세력으로서 시위

해상전력으로서의 호위구축함의 요구능력을 원활히 수행하기 위해 갖추어야 할 호위구축함의 주요임무는 적대 수상, 수중, 항공세력의 부분적 제어, 아군 함정세력의 보호와 지원 그리고 해상세력으로서 작전과 통제의 지원이다.

주요임무는 해상에서의 주권을 수호하기 위해 소요되는 함정세력의 임무이며, 이외의 부차적 임무는 평화유지의 임무로 후방 전투세력의 방어, 해상시위, 수색구조(SAR) 및 국제안보협력력이다.

2.2 선형설계

일반적으로 주요목과 선형계수는 일반구획배치 및 선형과 밀접하다.

아울러 설계조건과 경제성을 고려하여 적절히 조화시켜야 한다. 개발선의 주요목과 선형계수는 앞서 검토한 요구조건을 충족시킬 수 있는 선형이 되도록 고려하고 유사선의 주요목을 참조하여 도출하였다.

설계의 목표로 하는 단동선의 주요제원은 수선간장 110m, 선폭 12m, 설계흘수 4m, 경하배수량 2,000톤 그리고 만재배수량을 2,500톤으로 각각 설정하였다. 그리고 추진에는 직경 3m인 쌍추진기를 사용하여 순항속도 18노트($F_n=0.27$), 최대속도 30노트($F_n=0.45$)를 목표로 하였다.

이에 대응하는 삼동선형을 도출하기 위하여 영국의 RV Triton을 참고선으로 하였다.

선형설계에 있어서 중요한 것은 주어진 주요치수를 만족하며 설계속도에서 유체성능을 전체적으로 만족시키는 것이다. 특히 삼동선은 주선체뿐만 아니라 보조선체의 주요목도 최적화하여야 하며 선체간의 파도생성에 따른 상쇄효과를 최대화하기 위하여 주선체에 대한 보조선체의 길이, 폭, 높이 방향의 상대적인 최적위치 선정이 필요하다.

주선체와 보조선체는 주어진 배수량을 확보하며 자체 조파저항과 점성저항이 작아지도록 하며, 보조선체는 주선체와 조화되어 조파저항의 감소효과가 크도록 계획하고 일반배치가 효율적으로 이루어지도록 수행하였다.

2.3 기본계산

개발된 선형의 특성을 검토하기 위해 당 연구소에서 보유한 SIKOB프로그램을 이용하여 삼동형 호위구축함의 유체정력학적 제계산을 수행하였다.

수행된 삼동선의 제계산 결과는 다음의 표와 같으며 계산결과 횡메타센터의 높이가 약 15.98m로 단동선과 비교하여 중량배치의 여유가 충분히 있는 것으로 나타났다.

유체정역학적(Hydrostatic) 제계산을 위해 새로이 생성한 다중선체의 선형에 대한 유체정력학적 제계산 결과는 다음 표와 같다.

〈표 1〉 Principal Dimension of Trimaran Frigate

계	원	주선체	보조선체
주요 제원	LWL	120.0 m	45.0 m
	B mid	9.0 m	1.84 m
	B max	30.0 m	-
	D	12.0 m	-
	T(full load)	4.2 m	2.5 m
배수량	경하	abt. 2,000 ton	
	만재	abt. 2,500 ton	
속력	최대	30 knots	
	순항	18 knots	
항속거리(순항시)		abt. 7,500 n.m.	
항속 일수		60 days	
회전의 항공기		이착함 설비(격납고)	
선체 재질		강	
함정 수명		30년	

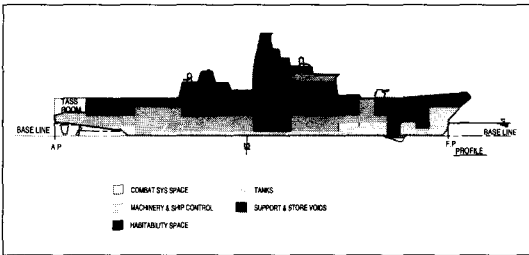
〈표 2〉 Hydrostatic Table of the trimaran

주요특성	경하상태	만재상태
배수량	2,099	2,555
흘수	3.75	4.21
C_B	0.1481	0.1618
C_P	0.5342	0.5525
C_M	0.2772	0.2929
K_{MT}	15.64	15.98
W.S.A	1591.1	1824.6
LCB	-1.97	-2.825
LCF	-6.089	-6.561
T.P.I	9.4	10.1

2.4 초기 일반배치 설계

선형의 개발과 동시에 수행되는 개략 일반배치는 선박의 목적에 따라 일반배치 작성기준 및 배치개념이 확연히 분리된다. 본 연구에서 개발된 삼동선형은 활용가치를 높이기 위해 해군의 한국형 호위구축함으로서의 가능성과 가치를 검토하여 보았다.

특히 개발예정인 한국형 호위구축함은 최근 해군함정의 중무장, 고정밀무기 탑재, 생존성 및 신뢰성 향상, 안락한 거주성능의 공간 확보 등의 경향을 충분히 반영하여 계획 설계하였으며 일반적인 삼동선의 장점을 충분히 지니도록 계획하였다.



〈그림 5〉 Space arrangement of the trimaran

2.5 중량추정 및 안정성

선박의 제계산에 필요한 경하중량은 한국해군의 주력함종으로 운용되고 있는 호위구축함의 중량자료를 참조하여 개발대상선(삼동형 호위구축함)의 중량추정 기초자료를 이용하여 추정하였다.

각 세부 중량은 추정 실적선박과 대상선박의 차이를 고려하기 위하여 작성된 일반배치를 기준으로 재계산을 수행하였으며 계산방법은 미해군(US Navy)의 중량추정방법에 기초하였다.

초기복원성능을 검토하여 개발선박의 안정성을 검토하였다. 대부분의 함정과 같이 삼동형 호위구축함의 경우 화물의 변동이 매우 적으므로 적하상태를 따로 계산하지 아니하고, 단지 경하상태와 설계 계획만재홀수 상태에 대해서

구 분	Light Weight Condition	Full Load Condition
배수량(톤)	2,099	2,555
KM (m)	15.487	15.951
GM (m)	9.297	10.258
홀수 (m)	4.139	4.216
트림 (m)	0.796(선미)	0.055(선미)
요구GM (m)	1.173	1.683
만족 여부	만족	만족

만 검토하였다.

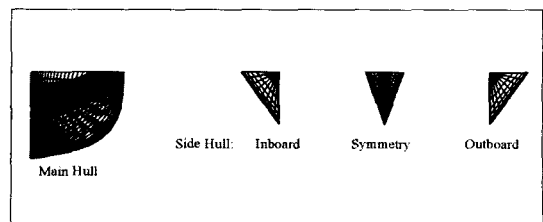
경하상태와 만재상태의 복원력 계산을 수행한 결과 다음과 같으며 각 상태별 요구 GM값을 모두 만족시키고 있으며 기준의 차이는 있으나 충분한 설계여유가 있는 것으로 검토됐다. 계산된 GM값이 크므로 롤링주기가 짧아져서 승조원의 거주성이 좋지 않을 것으로 예측되며 이에대한 대책이 필요할 것으로 검토되었다.

3. 유체성능 검토

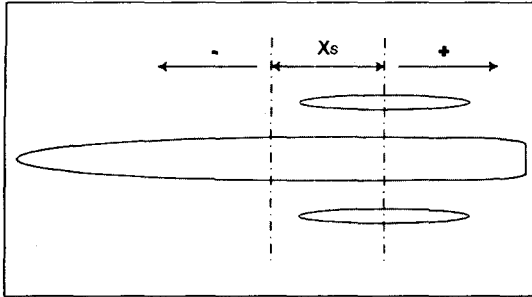
3.1 저항추진 특성

보조선체의 단면형상이 저항성능에 미치는 영향을 파악하고자 〈그림 6〉에 보이는 바와 같이 단순한 inboard형, 대칭형, outboard형의 3가지 썸기형에 대한 저항특성을 검토하였다.

〈그림 7〉에는 삼동선의 좌표계를 보인다.

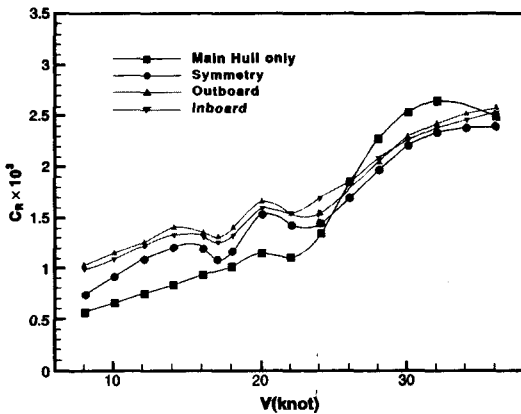


〈그림 6〉 Lines of the trimaran(main hull and 3 different side hull forms)



〈그림 7〉 Definition of side hull position X_s

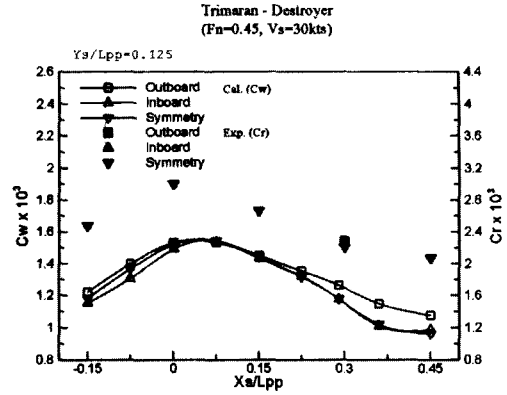
3개의 보조선체에 대한 저항시험과 수치계산을 $X_s/L_{pp}=0.3$ 의 위치에서 수행하였으며, 저항시험 결과로부터 구한 잉여저항계수 C_r 를 그림 8에 비교하여 보이는데, 형상의 차이에 따른 큰 차이는 보이지 않으며, 대칭형이 가장 양호한 것으로 나타났다.



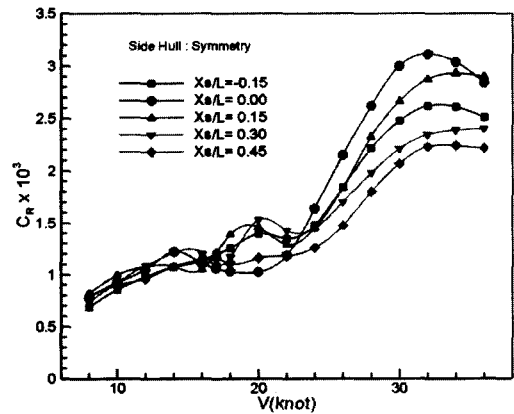
〈그림 8〉 C_r curves for 3 different side-hulls ($Y_s/L_{pp}=0.125$, $X_s/L_{pp}=0.3$)

보조선체의 종방향 위치에 대한 검토를 위하여 대칭형 보조선체에 대하여 $X_s/L_{pp}=-0.15$, 0.0 , 0.15 , 0.30 , 0.45 의 5개 위치에서 저항시험과 수치계산을 수행하였다.

〈그림 9〉에는 최대속도 30노트에서 수치계산(16)으로 구한 조파저항계수 C_w 를 실험치인 C_r 값과 함께 비교하여 보이는데 좋은 일치율을 보인다.



〈그림 9〉 C_r & C_w at 30 knots ($Fn=0.45$)



〈그림 10〉 Residual resistance coefficients for 5 different longitudinal positions of side hull

〈그림 10〉은 저항시험 결과로부터 구한 잉여저항계수를 비교하여 보이는데, 20노트 근처에서는 보조선체의 위치에 따라서 주선체와의 파간섭으로 인한 저항의 변화가 있으며, 22노트 이상의 속도구간에서는 급격한 저항증가가 생겨서 보조선체의 위치에 따라서 많은 저항차이가 있음을 알 수 있다.

이상의 결과를 보면 대칭형 보조선체로서 순항속도 18노트에서는 $X_s/L_{pp}=0.0$, 최대속도 30노트에서는 $X_s/L_{pp}=0.45$ 가 저항성능이 좋은 위치임을 알 수 있다. 그런데 $X_s/L_{pp}=0.45$ 인 경우는 보조선체의 일부가 주선체 선미

후방에 나오는 상태가 되어서 실제의 배에서는 적용되기 어려우며, 속도에 따라서 보조선체의 최적위치가 다르므로 설계목적에 적합한 배치, 연간 운항계획 등을 바탕으로 하여 적절한 위치가 선정되어야 한다.

다음으로 삼동선의 추진성능에 대한 검토를 하고자 한다. 추진시험으로부터 구한 삼동선의 추진효율을 순항속도인 18노트($F_n=0.27$)와 최대속도인 30노트($F_n=0.45$)에서 유사 단동선들의 것과 비교하여 <표 3>에 보인다.

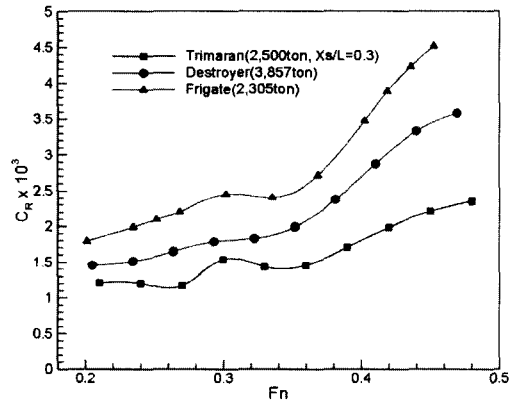
그리고 삼동선의 추력감소계수(t)와 반류계수(w)가 유사 단동선에 비하여 작으며 음의 값을 보이고 있는데, 이것은 보조선체로 인하여 선미에서의 흐름이 가속되었기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 상대회전효율(η_R)과 프로펠러 단독효율(η_0)도 다소 차이를 보이며, 삼동선의 준추진효율(η_D)이 유사 단동선에 비하여 약간 우수하게 나타났다.

<표 3> Comparison on Propulsion Efficiency

$F_n=0.27$	t	w	η_R	η_0	η_D
2,500톤급 삼동선	-0.02	-0.02	0.941	0.687	0.646
3,857톤급 Destroyer	0.008	0.026	0.874	0.697	0.620
2,305톤급 Frigate	0.035	0.015	0.947	0.688	0.638

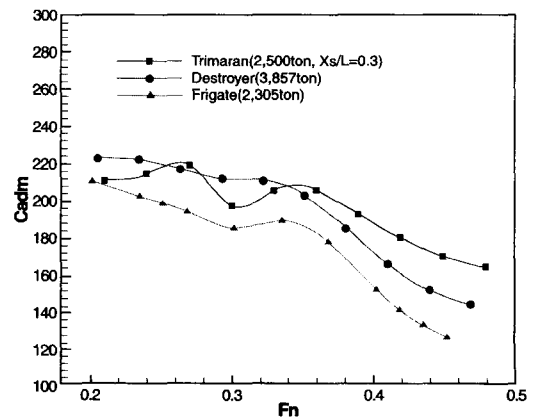
$F_n=0.45$	t	w	η_R	η_0	η_D
2,500톤급 삼동선	-0.02	-0.02	0.957	0.688	0.659
3,857톤급 Destroyer	0.003	0.015	0.877	0.719	0.638
2,305톤급 Frigate	0.035	0.015	0.957	0.676	0.634

<그림 11>에는 삼동선과 유사 단동선들과의 잉여저항계수 C_R 를 비교하여 보인다. 삼동선의 잉여저항 계수가 유사 단동선에 비하여 매우 좋은 것으로 나타났다. 그러나, 삼동선은 단동선에 비하여 길이가 긴 주선체와 두개의 보조선체로 인하여 침수표면적이 증가하므로 유효마력을 계산하면 그 차이가 적어진다. 참고로 배수톤당 침수표면적을 비교하면 삼동선은 0.744, 3,857톤급 구축함은 0.56 그리고 2,305톤급 호위함은 0.61로서 삼동선이 평균 28% 정도 크다



<그림 11> Comparison of C_R curves

<그림 12>에는 삼동선과 유사 단동선들에 대한 Admiralty($C_{adm} = \Delta^{2/3} \cdot V^3 / DHP$)계수를



<그림 12> Comparison of Admiralty coefficients

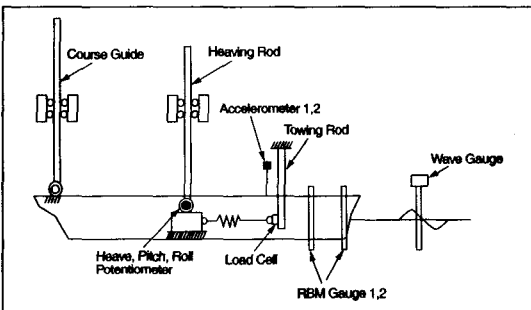
비교하였는데, 마찰저항이 큰 저속구역의 일부 분을 제외하고는 삼동선의 저항추진성능이 유사 단동선에 비하여 전반적으로 우수하다.

3.1 내항성능 검토

내항성능의 시험과정에서 보조선체의 길이방향 설치위치는 저항시험으로부터 그 중심선이 주선체의 중심선에서 선미측으로 배 길이의 30% 이동시킨 $Xs/Lpp=0.3$ 이 적합한 것으로 판단되었으나, 일반배치 등을 검토하는 단계에서 보조선체가 선미에 치우치면 과도한 트림이 예상되므로 저항성능이 다소 불리하지만 $Xs/Lpp=0.05$ 로 변경하였다. 실선에 대한 모형선의 축척비는 1/32이며 부가물로 추진축, 스트럿 및 타를 부착하였다. 견원은 주선체 및 보조선체 모두 실선에서 7.8미터가 되도록 제작하였다. 보조선체와 주선체 사이의 접수갑판(wet deck)은 투명 아크릴로 제작하여 유체흐름을 관찰하도록 하였다. 참고로 정수면에서 wet deck 하부까지의 높이는 실선기준으로 4미터이다. 관성반경은 일반배치에 따른 중량분포를 이용하여 추정된 값을 사용하였다.

모형시험은 불규칙 선수와 및 횡파중에서 수행되었으며 자세한 모형시험 조건은 Table 2에 보이는데, 횡파중에서는 선속이 0이다. 모형시험에서 각 해상상태에 해당하는 불규칙파는 ITTC 파랑스펙트럼[8]에 근거하여 재현되었다.

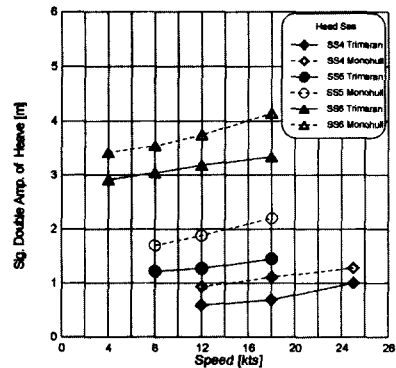
〈그림 13〉에는 계측시스템 구성 및 모형시험 장치도를 개략적으로 보인다.



〈그림 13〉 Seakeeping test arrangement

개발된 삼동선의 내항성능을 파악하기 위하여 유사 단동선과 비교 분석하였다. 유사 단동선은 배수량이 2,150톤급인 실적선으로서 이론적인 해석 결과를 사용하였다.

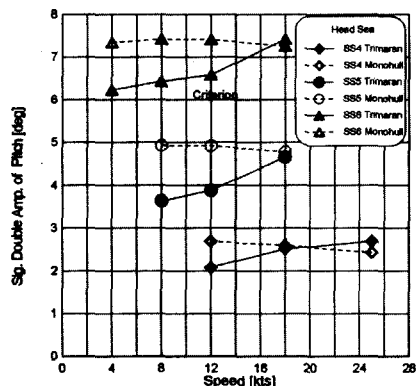
내항성능을 객관적으로 평가하기 위해 전투함에 통상적으로 적용되는 내항성능 기준값(criterion)을 사용하였으며, 작전수행가능을 위한 기준값을 적용하였다.



〈그림 14〉 Significant double amplitude of heave(head sea)

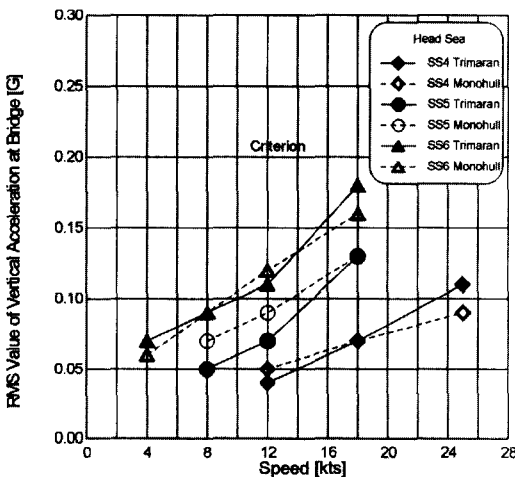
〈그림 14〉는 상하운동 해석결과를 비교하여 보이는데, 선속이 증가함에 따라 응답이 전반적으로 증가하고 있으며, 유사 단동선에 비하여 우수한 결과를 보인다.

아래 〈그림 15〉에 종운동 응답을 비교하여



〈그림 15〉 Significant double amplitude of pitch(head sea)

보이는데, 삼동선은 선속이 증가함에 따라 운동 응답이 증가하나 단동선은 속도의 영향이 크지 않다. 그러나 운동응답의 절대치를 비교해 볼 때 삼동선이 우수함을 알 수 있다.



〈그림 16〉 RMS value of vertical acceleration at bridge(head sea)

〈그림 16〉에는 조타실 수직가속도를 보이는데, 중저속에서는 삼동선이 약간 우수하나 고속에서는 단동선이 우수하다. 이는 〈그림 15〉의 종운동 결과로서도 유추해 볼 수 있는데, 종운동 응답에서 선속이 따른 조우진동수의 영향이 고려된 결과이다. 두 선형 모두 해상상태 6까지는 기준값을 초과하지 않는다.

삼동선은 세장비가 커서 파랑의 산란에 의한 부가저항보다 상대운동에 의한 영향이 큰 것으로 판단된다.

선수부 상대파고는 해상상태 4와 5에서는 삼동선과 단동선의 응답이 거의 동일하나 해상상태 6에서는 삼동선이 단동선보다 약 0.3미터 정도 크다.

선수로부터 배 길이의 15% 후방에서의 상대파고는 삼동선의 운동응답이 단동선보다 크다. 이 지점에서의 상대파고는 선저 슬래밍과 관련이 깊은데[10] 삼동선의 선저는 단동선에 비해 평저면이 적으므로 상대파고가 크더라도 선저

슬래밍에 의한 위험성은 그리 크지 않을 것으로 판단된다.

상하운동에서 유사 단동선은 유의파고와 상하운동 2배수의 진폭이 거의 같은 값을 가지며, 대체적으로 가속도 운동은 단동선에 비해 삼동선이 유사하거나 좋은 결과를 보인다.

해상상태 4와 5에서는 선속 18노트 이상에서 갑판하부에 약한 유체충격이 나타나나 설계된 wet deck과 수면사이의 거리가 4미터 정도면 적절한 것으로 판단된다. 그리고 보조선체에 서 갑판침수가 발생하였으나 이 또한 빈도가 많지 않았다.

3.3 조종성능 검토

삼동선에 대한 조종성능을 파악하기 위하여 HPMM (Horizontal Planar Motion Mechanism) 시험을 수행하였고, 이 실험결과를 해석하여 구한 조종성 계수들을 사용하여 조종운동 방정식을 풀었다. 그리고 선회시험, Zig-zag시험 및 나선형 조종시험 대한 simulation 결과를 바탕으로 설계선형의 조종성능을 추정하였다. 모형시험은 설계흘수 17노트에서 수행되었다.

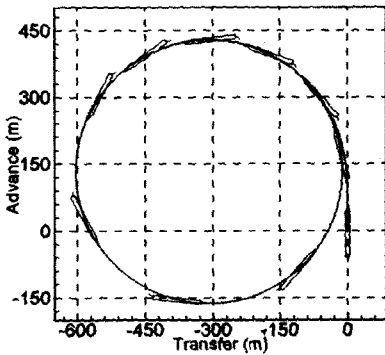
모형시험과 해석결과로부터 구해진 조종계수들을 이용하여 조종 시뮬레이션을 수행하였다. 이에 사용된 자세한 조종운동방정식은 참고문헌[7]에 실려 있다. 조종운동 방정식에 필요한 일부 계수는 경험식[12]을 이용하여 추정하였으며, 이 추정결과는 전체 시뮬레이션 결과에는 큰 영향을 미치지 않는다.

조종 시뮬레이션은 순항속도 18노트에 대하여 수행하였으며 결과를 정리하여 〈표 3〉에 보인다.

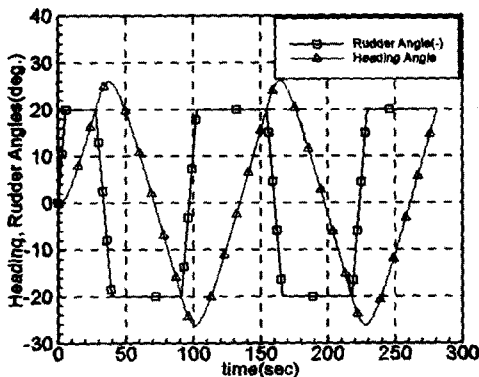
〈그림 17〉과 〈그림 18〉에 타각 35°에 대하여 선회시 선박의 궤적 및 20°/20° zig-zag 시뮬레이션 결과를 각각 보인다. 실험과 시뮬레이션 결과로부터 선회성능은 다소 떨어지나 변침성능 및 직진 안정성은 매우 우수한 것으로 나타났다.

〈표 4〉 Simulation Results with HPMM Test

Turing Circle Test	35° rudder angle Advance Tactical Diameter	3.56 L 5.01 L
Zig-Zag Test	10°/10° 1st overshoot angle 2nd overshoot angle 20°/20° 1st overshoot angle	2.1° 2.3° 6.0°
Initial Turning Test	10° rudder angle Path Length	1.93 L
Spiral Test	Width of Loop Height of Loop	0.0° 0.0°/sec



〈그림 17〉 Turning Trajectory of 35° Rudder Turn

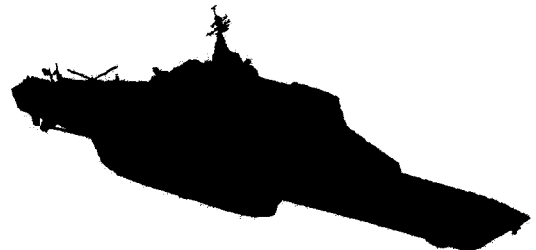


〈그림 18〉 Time History of 20°/20° Zig-Zag Test

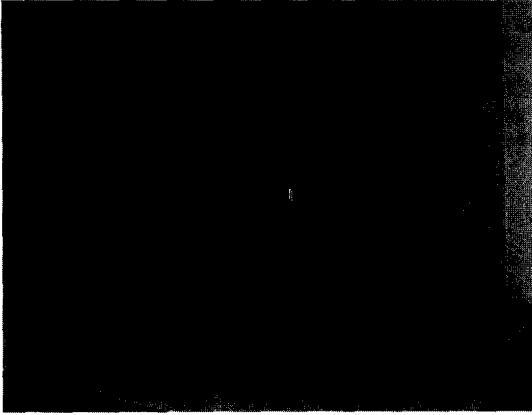
4. 결 론

본 논문에서는 삼동선 개발의 타당성을 검토하기 위하여 2,500톤급 삼동형 함정에 대한 개념설계를 수행하고, 실험과 계산을 통하여 그 유체성능을 검토하였으며, 그 결과를 정리하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

- (1) 삼동선의 개념설계 결과를 〈그림 19〉와 〈그림 20〉에 컴퓨터 그래픽 3차원 모형과 실선의 1/100 축척모형으로 보인다.
- (2) 삼동선은 날씬한 주선체와 보조선체로 결합되어 유사 단동선들에 비하여 유체성능이 종합적으로 우수하여 함정, 고속화물선 및 고속여객선 등으로 충분한 응용 가능성이 있는 것으로 판단된다.
- (3) 삼동선의 내항성능은 유사 단동선에 비하여 대체적으로 우수하며, 복원안정성 또한 보조선체로 인하여 매우 양호한 결과를 보였다.
- (4) 선회성능이 유사 단동선에 비하여 약간 불리하지만, 침로 유지 및 변경능력이 유사 단동선에 비하여 우수한 것으로 평가되었다.
- (5) 삼동선의 특징인 넓은 갑판면적은 거주환경의 향상과 화물의 적재와 배치에 매우 유리하다.
- (6) 다중선체로 인해 구조적으로 다소 복잡하여 단순한 형태의 선체들간의 형상설계가 필요하며, 구조강도 측면에서 세심한 설계가 필요하다.
- (7) 높은 초기 GM값으로 인해 예상되는 횡동요를 억제하기 위한 횡동요 감쇄장치가 필요하다.



〈그림 19〉 3-D graphic modelling of the trimaran



〈그림 20〉 1/100 scale model of trimaran frigate

5. 후 기

본 연구내용은 해양시스템안전연구소 (KRISO) 해양운송시스템개발단에서 기관 고유사업으로 수행한 “대형 고속 특수선 유체성능 핵심기술 개발(4/4)” 과제의 연구내용중의 일부이다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] RINA, “RV ‘TRITON’ : Trimaran Demonstrator Project”, International conference proceeding, 18-19 April 2000
- [2] Jane’s Information Group, “Jane’s Fighting Ships”, 1997-98
- [3] SEASAFE, “SIKOB Package for Naval Architecture Calculation”, User’s Guide, 1996
- [4] 영국해군 삼동선 관련 사이트, “<http://www.trimaran.dera.gov.uk/>”
- [5] 조용진 외, “삼동형 대형 고속함정의 개념 개발”, 한국군사과학기술학회 학술발표논문집, 1999
- [6] 강국진 외, “대형 고속화물선의 선형 개발”, 대한조선학회 ’98 춘계학술대회 논문집.
- [7] 강국진 외, “대형 고속 특수선 유체성능 핵심기술 개발(4/4)”, KRISO report UCE00918-2296, 2000. 12.
- [8] “Report of the Seakeeping Committee”, Proceedings of ITTC, 1981
- [9] Yang, S.I. et al., “Development of a Computer Program for Ship Motion Analysis”, KRISO Report UCE37-55.79, March, 1979.
- [10] Ochi, M.K. and Mottor, L.E., “Prediction of Extreme Ship Responses in Rough Seas on the North Atlantic”, Sym. on the Dynamics of Marine Vehicles and Structures in Waves, London, April, 1974.
- [11] Kim, S.Y., “Development of Maneuverability Prediction Technique(in Korean)”, KIMM Report No. UCE. 337-1082.D, March 1988.
- [12] 김선영 외, “선박의 조종성능 추정 정도 향상을 위한 연구 I”, 한국조선기술연구조합 보고서, BSG216-2120M, 1999. 1.
- [13] “UK trimaran warship demonstrator ordered”, Warship Technology, Oct. 1998.
- [14] Jussi Lindstrom et al., “Superslender Monohull with Outriggers”, FAST’95, Travemunde
- [15] Igor Mizine and Eduard Amromin, “Large High Speed Trimaran-Concept Optimization”, FAST’99,
- [16] 김도현 외, “Estimation of the Optimum Position for the Side Hulls of a Trimaran by Panel Method,” 4th J-K Joint Workshop on Ship & Marine Hydrodynamics, Fukuoka, Japan, 1999.