

5,000ton급 해양실습선 개발

정석호* · 신영균* · 박명규** · 전호환***

*STX조선(주) 특수선사업실

**한국 해양대학교 해양시스템공학부 교수

***부산대학교 조선해양공학과 교수

Development of 5,000ton class Marine Training Ship

SEOK-HO JEONG*, YOUNG-KYUN SHIN*, MYOUNG-KYU PARK** AND HO-HWAN CHUN***

*Special & Naval Shipbuilding Division, STX Shipbuilding Company, Jirhae, Korea

**Div. of Ocean System Engineering, Korea Maritime University, Busan, Korea

***Dept. of Naval Architecture & Ocean engineering, Busan University, Busan, Korea

KEY WORDS: 해양 실습선, Hull Form Development(선형개발), General Arrangement(일반배치), Model Test(모형시험), Seakeeping(내항성)

ABSTRACT: STX Shipbuilding Company is under construction design the marine training ship of Korea Maritime University. Processing of this training ship development, model test results and design of general arrangement results are introduced in this paper.

1. 서 론

STX조선(주) 특수선 사업실은 2003년 7월 한국 해양대학교 해양실습선을 수주하여 현재 2005년 12월 인도 목표로 설계 및 건조를 하고 있다.

본 해양실습선은 일반 상선과 달리 사람이나 화물을 운반하는 선박의 본질적인 의미에 학교라는 개념이 추가된 선박이다. 그리고 해양 실습선의 설계특성은 상당수의 학생과 교수를 위한 주거공간과 강의실, 각종 편의시설을 수용해야 하기 때문에 일반여객선의 설계개념과 별 차이가 없다. 본 논문에서는 실습선의 설계 과정 및 주요성능, 주요 System에 대해서 고찰하였고, 이를 통하여 향후의 일반여객선에 적용 가능토록 방향을 제시하고자 한다.

2. 해양실습선 특징

해양실습선이 가지는 가장 큰 의미는 학생들이 일정기간 해상 생활을 실지로 체험하게 함으로써 교육효과를 높이고, 적응력을 배양함으로써, 실무에서 요구하는 기본적인 해상경험을 갖게는 것이다. 해양실습선은 승선실습을 위해 국내 주요 항구는 물론 미국, 하와이, 싱가포르, 필리핀, 중국, 러시아 등의 외국항

구에도 방문을 하기 때문에 다양한 규칙(Rule)이 적용된다.

현재 건조되어 운용 중인 실습선은 여러 척이 있는데, 대표적인 선박이 목포해양대학교의 “새누리호”이다. 이 실습선은 2003년 3월에 현대중공업으로부터 설계 및 건조가 완료되었다.

3. 주요 제원 설정

실습선의 주요 제원은 다음과 같은 사항들에 의해 결정되어진다.

- 승객수 (학생 및 교수)
- 속력
- 운항해역 및 항속거리
- 내항 및 조종성능
- 항만의 제한요소
- 선박의 미학요소
- 기타 선주 특별요구사항

Table 1은 상기 사항들의 고려와 유사선 들의 특성분석에 의해 결정된 실습선의 주요 특성이다.

제1저자 정석호 연락처: 경남 진해시 원포동 100 STX조선(주)

055-548-1008 shjeong@stxship.co.kr

Table 1 Main particulars

Dimensions	Length O. A	117.200 m
	Length B. P	104.000 m
	Breadth mid.	17.800 m
	Depth (upper.deck)	10.850 m
	Depth (main deck)	8.150 m
	Draft (mid.)	5.900 m
Full load Disp.		6422.5 ton
Complement		245 P
Service speed	Sea Trial Condition (85% MCR)	17.5 knots

4. 선형특성 및 모형시험

4.1 선형특성

본 실습선의 선수부 선형은 조파저항 감소효과 및 선수추진기(Bow Thruster)장착이 용이하도록 구상선수(Bulbous Bow)를 채택하였으며, 구상선수 형태는 실습선 운용특성을 고려하여 High nose type bulb로 하였다.

선미부 선형은 진동감소 효과 및 추진성능 개선목적으로 선미벌브(Stern Bulb)형상으로 설계하였으며, Fig. 3에서 볼 수 있는 바와 같이 상당히 양호한 반류분포를 보여주고 있다.

중양 횡단면부의 형상은 약 3°의 선저경사각(Deadrise)을 갖고 있으며, 빌지부에는 횡동요 감소 목적으로 빌지킬(Bilge Keel)을 부착하였다.

4.2 모형시험

모형시험은 KRISO(해양시스템안전연구소)에서 실시되었으며, 수행된 시험항목은 다음과 같다.

4.2.1 선형추진시험

- 1) 저항시험 - 시험횟수 : 2개(계획횟수, 시운전횟수)
계측속도 : 10속도
- 2) 저항시험 - 시험횟수 : 2개
계측속도 : 8속도
- 3) 반류분포조사시험 - 시험횟수 : 1개(계획횟수)
계측속도 : 1속도(17.0knots)
- 4) 유선조사시험 - 시험횟수 : 1개(계획횟수)
계측속도 : 1개(17.0knots)

축적비 1:16의 모형선을 이용하였으며, 저항추진시험에 사용된 프로펠러는 연구소의 재고프로펠러를 이용하였고 모형선에는 bow thruster가 없는 상태이다. 모형시험 시 Appendage는 Rudder만 부착되었으며, Bilge keel은 부착하지 않은 상태에서 실시하고, 계산 시에만 침수표면적을 44m²로 적용하였다.

Fig. 1은 실습선의 모형선이며, Fig. 2는 저항시험의 결과, Fig. 3은 반류속도 분포를 나타낸 것이다.

본 모형시험을 통하여 실선의 저항추진성능을 추정하여 엔진의 마력과 비교하여 충분히 요구속력을 충족시킬 수 있을 것으로 판단이 되고, 반류분포조사시험을 통해서 선미의 반류비가 매우 우수한 것으로 추정할 수 있으며, 선체표면의 유선 조사를 위해 Paint시험을 수행하고, 이로부터 Bilge keel의 취부할 위치를 결정하였다.

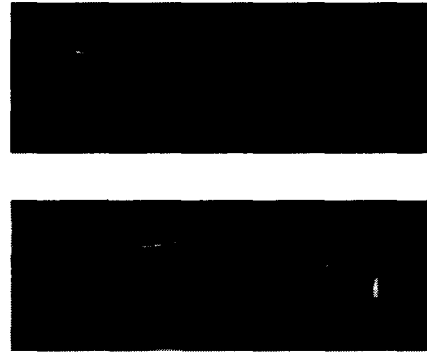


Fig. 1 Model Photographs

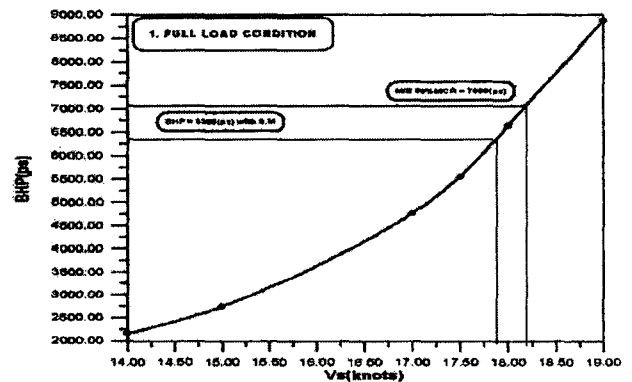


Fig. 2 BHP at Full load condition

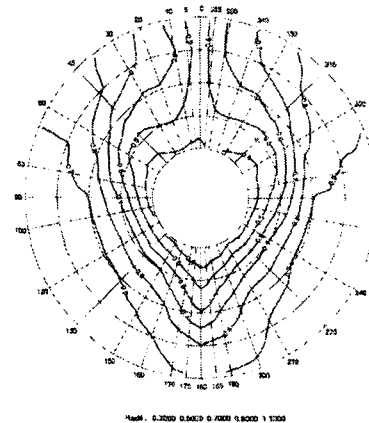


Fig. 3 Wake Velocity Contours (17.0 knots)

4.2.2 운동성능시험

운동성능시험은 Table 2에 정의된 해상상태에 대해서 불규칙 선수파와 불규칙 횡파에서 수행되었으며, 계측항목은 상하운동(Heave), 횡운동(Roll), 수직가속도(Vertical Acc.), 수평가속도(Lateral Acc.), 갑판침수(Deck wetness), 슬래밍(slamming) 등이 다.

내항성능의 판단기준은 Table 3과 같으며, 시험결과는 Table 4, 5에서 보여주고 있다.

Table 2 Irregular Waves for Model Test

Spectrum ID	Sea state	Significant Wave Height	Model Period	Ship Speed (knots)
SP1	4	1.88	8.8	8,10,15
SP2	5	3.25	9.7	8,10,15
SP3	6	5.00	12.4	8,10,15

Table 3 Seakeeping Criteria

Item	Definitions	Seakeeping Criteria	
		Operational	Survival
Roll	Significant Single Amplitude in meters	8.0	30.0
Pitch	Significant Single Amplitude in meters	4.8	8.
Deck wetness	No./hr	30	50
Slamming	No./hr	20	50
Vertical Acc.	Significant Single Amplitude in G	0.4	0.8
Lateral Acc.	Significant Single Amplitude in G	0.2	0.4

Table 4 Test Results in Irregular Head Waves

speed (knots)	wave	Heave	Pitch	ΔF_x^{**}	Acc.1 [*]	Acc.3 [*]	Acc.4 [*]	Deck Wetness	Slamming
8	SP1	0.956	2.998	2.963	0.054	0.027	0.013	0/0.	0/0.
10	SP1	1.080	3.017	2.294	0.060	0.031	0.016	0/0.	0/0.
15	SP1	1.151	2.663	5.567	0.068	0.039	0.024	0/0.	0/0.
8	SP2	1.778	4.971	9.012	0.084	0.043	0.023	0.01/0.	0/0.
10	SP2	1.914	4.963	10.195	0.095	0.050	0.026	0.02/0.	0.49/0.
15	SP2	2.190	4.617	16.017	0.112	0.065	0.040	0.02/0.	2.40/0.
8	SP3	3.350	7.681	12.397	0.105	0.056	0.036	2.0/3.7	0.35/0.
10	SP3	3.576	7.240	15.465	0.114	0.064	0.041	1.3/4.7	1.73/0.
15	SP3	3.911	7.118	25.058	0.142	0.086	0.058	0.7/3.0	9.7/0.

Remark
^{*} : Significant Double Amplitude ^{**}: Mean Value ^{***}: RMS Value
 Deck-wet. : from RBM/from Capacitance Type Wave Gauge
 Slamming : from RBM/from Eye Measurement

Table 5 Test Results in Irregular Beam Waves

Speed (knots)	Wave	Heave [*]	Roll [*]	Acc.1 ^{**}	Acc.2 ^{**}	Acc.3 ^{**}	Acc.4 ^{**}
0	SP1	1.665	14.994	0.032	0.129	0.027	0.031
0	SP2	3.129	20.881	0.056	0.176	0.044	0.053
0	SP3	4.723	25.278	0.067	0.199	0.052	0.062

Remark
^{*} : Significant Double Amplitude
^{**}: RMS Value

불규칙파 중 운동시험 결과를 고찰해보면, 횡파중 횡운동(Roll)은 유의파고가 증가함에 따라 증가를 하며, 해상상태5에서 유의2배진폭은 20.8°로서 작업가능 기준인 16°를 약간 상회함으로써 적절한 침로유지가 필요하며 종운동(Pitch)은 해상상태5에서 유의2배진폭은 5°, 해상상태6에서 유의2배진폭이 7.7°이하의 결과를 보여주며, 작업가능 기준을 만족한다. 이밖에 수직가속도, 갑판침수, 슬래밍 성능도 시험조건에서 작업가능조건을 만족할 수 있음을 확인하였다.

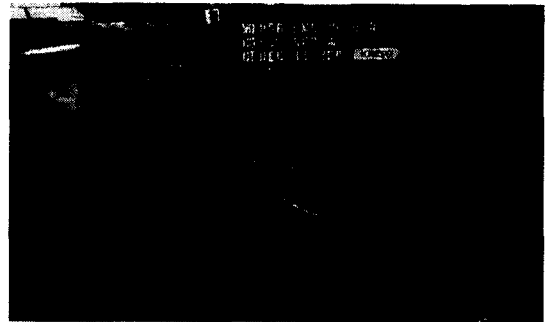


Fig. 4 Scene of Model Test in SP2 (Vs=0knots, Beam Sea)

5. 설계 특성

실습선은 정보화시대에 걸맞게 첨단 기술을 도입하여 항해학, 선박기관학, 항해실습, 통신실습 및 기관실습이 가능하도록 설비와 구획을 고려하고 한국해양대학교의 교육 이념과 여객선 형태의 외형을 고려하였다. 특히 승선자의 안전, 교육훈련생의 쾌적한 선내 생활, 교육훈련공간으로의 효율적인 이동과 운전자, 훈련생, 및 교관 GROUP별 승선 목적과 개인사생활의 보호를 고려하였으며, 설계시 고려사항으로는 다음과 같다.

- 복원성, 생존성 향상
- 효율적인 운항 훈련공간과 회의 공간
- 안락한 거주구역 및 편의구역
- 운용의 편의성 및 이동성
- 교육실습효과의 극대화

5.1 복원성, 생존성 향상

손상 시 승선자의 생존성 향상을 위해 SOLAS의 여객선 손상복원성 기준을 적용하였고, 손상 시 탈출설비로 구명정 및 구명뗏목은 승선인원의 100%수용이 가능토록 배치하였다.

5.2 일반배치

5.2.1 교육훈련 및 회의 공간

본선의 교육 훈련 및 실습의 범위는 항해학, 선박기관학, 항해실습, 통신실습 및 기관실습이 가능하도록 설계되었고 아래와 같은 교육훈련 공간을 배치하였다.

Table 6 교육훈련 공간배치

공간명		좌석배치	주요설비
강의실	제1강의실	100석	- 교육용 방송장치
	제2강의실	200석	- Beam Projector
Training Bridge			Training NAV. Bridge
Training Control RM		23석	Training Control Console
Seminar RM		97석	- 교육용 방송장치 및 Beam Projector
Multimedia RM		37석	- 화상회의 system - 동시통역 설비
회의실	사관회의실	27석	- 사관식당 겸용
	부원회의실	6석	
	실습생 회의실	11석	
독서실	제1독서실	20석	
	제2독서실	40석	
선외 집합 및 행사장		84석	- 야회 행사장 활용 시

5.2.2 기관구역

기관공간은 기관실과 발전기실을 구분하여 배치하였으며, 현재 일반적으로 채택하고 있는 MC(CAM ENGINE) TYPE과 향후 건조되는 선박에 탑재 예상되는 ME 기능을 추가하여 2가지 형태의 주기관에 대해 훈련이 가능토록 ME/MC DUAL MODE의 8130마력급 주기관을 탑재하고, 발전기실은 기관실 후부에 배치하여 960 KW 급 디젤발전기 3대를 배치하였다. 특히 기관실과 발전기실 배치는 실습생과 운용자의 혼잡을 고려하여 최적의 배치를 고려하였다.

5.2.3 거주구역

승선인원은 승무원, 훈련생, 및 교관 GROUP으로 분류되며, 각각의 승선 목적과 개인사생활의 보호를 고려되었다. 본선의 승선인원 표 1과 같다.

본 실습선의 거주구역은 기존의 실습선에 비해 거주성향상을 위해 모든 거주구역에 ROPAX급 인테리어 개념을 적용하였다.

Table 7 거주 및 편의 구역 특징

구분	인원	침실배치	화장실	배치갑판	
승무원	선장실	1명	개인 화장실	Captain ~ F'cle DECK	
	기관장실	1명			
	1등 항해사	각			
	1등 기관사	1명			
	2등 항해사	각			
	2등 기관사	1명			
	3등 항해사	각			
	3등 기관사	1명			
	직장실	1			1인실×1실
	의사실	1			1인실×1실
교수 및 실습교관	부원	21	1인실×17 2인실×2	공용화장실	F'cle DECK
	교수	3	1인실×3	개인화장실	Captain DK
실습생	교관	6	1인실×6	개인화장실	F'cle DECK
	남자	172	4인실×43실	공용화장실	Main ~ 2ND DK
기타	여자	32	4인실×8	공용화장실	Upper DK
	귀빈실	1	1인실, 침실 및 집무실 별도배치	개인화장실	Captain DK
	예비실	4	2인실×2	공용화장실	Upper DK

5.2.4 공기조화시스템(HVAC)

냉,난방구역의 공기조화시스템은 냉,난방구역의 처리가 가능한 각각 50%의 용량을 가진 스크류식 냉수기(Chilling Plant)3대를 배치, 5대의 AHU(Air Handling Unit)냉,난방기를 중앙집중식을 채택하였고, 냉매는 R404A를 사용하였다. 또한 장기간의 원양항해에 따른 환경변화와 국제회의 등 단체 방문객 방문 시에도 선내 일정한도를 유지하기 위해 충분한 풍량을 고려하여 Package A/C를 추가로 배치하였다.

5.2.5 운용의 편의성 및 이동성

실습선의 특성상 운용자와 실습생의 이동이 빈번하고 인원의 통행 또한 집중되는 곳이 많은 것이 특징이다. 실습선의 통로는 2개의 주수직통행로와 수평통행로를 배치하여 이동성, 혼

잡성 및 각 구획으로의 접근성이 용이하도록 고려하였다. 특히 제2 강의실의 경우 강의실을 실습생 식당으로 사용 시 많은 인원이 통행하는 혼잡구역으로 원활 한 식당운용과 혼잡성피하기 좌. 우현에 1.3m 이상의 양현 통로를 배치하였다.

실습선의 일반배치는 기능별 요소의 위치와 면적, 용적을 조화를 고려하였고, 또한 제한된 공간을 설계목적에 필요한 각 구역별로 할당하고 할당된 구역의 위치, 크기, 통로 등을 적절히 조정함으로써 최적의 교육효과를 발휘할 수 있도록 배치시켜 실습능력향상, 생존성 향상, 인간 공학적인 측면과 조선 공학적인 설계 측면의 각종 제한사항 및 고려사항을 복합적으로 수용 가능하도록 배치하여야 한다.

특히 정보화시대에 적합토록 최첨단 과학기술을 도입한 운항장비 및 실습 장비를 구비하여 교육 및 훈련을 효과적이고 경제적으로 수행하고, 교육훈련생의 쾌적한 선내 생활, 교육훈련공간으로의 효율적인 이동성과 운전자, 훈련생, 및 교관 GROUP별 승선 목적과 개인사생활의 보호를 고려하여 효율적이고 쾌적한 실습이 가능하도록 각각의 구획이 구성되어진다.

5.3 기관실습

○ MAIN ENGINE TYPE : 6L42MC/ME DUAL TYPE

5.3.1 DUAL TYPE배경

현재 전 세계적으로 운항되고 있는 선박의 Main Engine Type은 MC(CAM ENGINE) TYPE이나 현재 및 향후 건조되어 운항될 선박의 Main Engine은 연료비 절감, NOx 등의 유해가스를 감소시키는 장점 때문에 ME TYPE으로 추세가 변경됨에 따라 MC 및 ME 기능까지 터득시키고자 하는 해양대의 교육의 지로 선정되었다.

5.3.2 최초의 DUAL TYPE ENGINE

선주사 : 노르웨이 올피엘
 선명 : BOW CECIL (23K TANKER)
 ENGINE MODEL : (6L60MC)
 * MC Engine 으로 운전하다 후에 ME엔진으로 개조 (처음부터 Dual Type은 아님)

5.3.3 MC/ME DUAL TYPE의 특징

- 1) MC(CAM) Engine으로 Engine 제작한 후 ME 운항 시 필요한 구성품 설치
- 2) ME 운전 시 HYD. Cylinder Unit Operation용 HYD. Pump가 Engine Driven으로 설치가 불가(CAM ENGINE용 CHAIN설치)하므로 Motor Driven Type 2대가 설치됨
- 3) ME운전 시에는 CAM SHAFT만 회전(MC용 FUEL PUMP 및 EXH. Actuator의 Roller와 CAM은 분리시킴)

5.3.4 MC에서 ME로 교체 시 수행될 작업

- 1) MC용 Fuel Pump 및 EXH. Actuator의 Roller와 CAM은 분리시킴
- 2) MC용 Fuel Pump Injection Line 및 EXH. Actuator와 EXH. Value에 연결된 HYD. High Pressure Pipe 분리하고 ME용 Fuel Pump Injection Line연결 및 EXH. Actuator와 EXH. Value에 HYD. High Pressure Pipe를 연결한다.

5.4 항해실습

5.4.1 항해장비 2중화

일반선박의 경우 항해 및 기관 조정장치는 NAV. Bridge와 Engine Control RM에 주로 설치되나 실습선의 경우 실습 목적을 극대화, 효율적으로 수행하기 위해 Training Bridge, Cadet Control RM등의 별도구획을 할당하며, 또한 아래의 장비들을 2중으로 추가 설치하여 운용할 수 있도록 설계, 건조하였다.

- RADAR
- ECDIS (전자해도 표시장치)
- BRIDGE CONTROL CONSOLE
- ENGINE CONTROL CONSOLE
- CONNING SYSTEM (항해정보 전시장치)

5.4.2 선내종합 정보 통신망(LAN SYSTEM)

항해 중 감시, 정보의 저장이 필요한 기관 및 선박관리 정보 등의 실시간 공유 및 실습생들의 교육에 있어 편리성과 효율성 제고를 위한 시스템으로 안정성과 확장성을 토대로 Master/Slave System의 이중화 System으로 설계하였다. LAN SYSTEM의 장비체계는 다음과 같다.

- 선박항해정보 시스템
- 레이다 원격재생 시스템
- 기관정보 시스템
- 선박관리 시스템
- 디지털 영상정보 시스템
- 선박조종성능계측 시스템
- 데이터베이스 관리 시스템
- 운항종합정보 표시 시스템
- 무선 통신망 시스템
- M/E CADET PROGRAM
- 교육용 방송장치 및 BEAM PROJECTOR
- 화상통신 학습시스템
- 위성통신 시스템

5.4.3 주요계측 및 감시시스템

실습선의 감시시스템으로는 주간의 감시 및 통제 시스템인

TV감시계통(CCTV), 그리고 야간 항해 시 감시기능인 Night Vision System이 설치되었다.

그리고 계측장비로는 파도의 높이/주기/방향과 해류의 속도 및 방향측정을 측정하는 Wave Monitoring System과 운항 중 선체의 글로벌 스트레스 상태를 실시간으로 측정하는 Hull Stress Monitoring System이 설치된다. 또한 선박안전 실시간 적하계산 Program인 Loading Computer가 설치되며, 여기에는 컨테이너, B/C, RO-RO, Passenger선형에 대한 Stability, 적하상태 전시등 필요한 Software가 설치되었다.

6. 결 론

본 해양실습선은 기존의 실습선에 비해 실습효과를 극대화 하고, 장기간 원양항해를 대비한 쾌적한 거주환경을 제공하는데 중점을 두고 설계를 하였다.

특히 항해, 기관 실습을 위해 주요 장비 또는 시스템을 첨단 화, 2중화 하였으며, 또한 선박안전성을 고려한 파(wave) 및 선체응력을 계측, 감시 할 수 있는 시스템을 적용시켰다.

또한 공기조화장치를 한층 강화하여 어떤 외기조건하에서도 일정한 실내온도를 유지 가능하도록 하였으며, 좋은 거주환경에 대한 욕구가 커짐으로써 이에 부응하기 위하여 내장의 고급화를 이루어 지금까지의 실습선의 개념에 차별화를 줌으로써 향후 일반여객선에도 적용 가능한 선박으로 설계하고자 하였다.

후 기

본 연구의 실습선은 한국 해양대학교 해양실습선으로써 (주)KMS에서 기본 설계가 수행되었으며, 현재 STX조선(주) 특수선 사업실에서 상세설계 및 건조가 수행되고 있다. 이러한 특수 목적을 가진 해양실습선의 설계 및 건조의 기회를 준 한국 해양대학교 측에 진심으로 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 이춘주 (2002). "해양 실습선 선형연구", 해양시스템안전연구소 보고서, 선형추진시험, 운동성능시험
- 이춘주 (2000). "체계적인 선형개념 정립과 선형설계 프로그램 개발, 석사학위논문, 충남대학교 선박해양공학과 대학원
- 류한구 (2002). "GT5,900 ton 해양실습선 General Arrangement STX조선(주) 특수선 사업실
- KMS (2002), "해양실습선 설계보고서", 한국 해양대학교

2004년 5월 4일 원고 접수