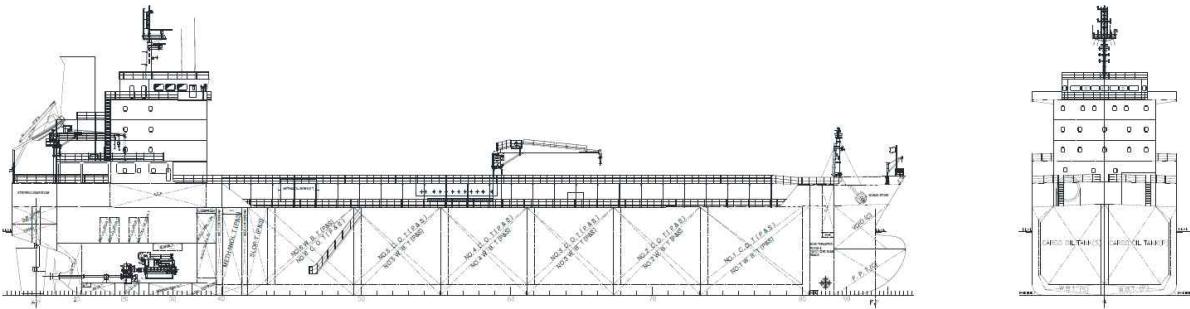


과제구분		친환경 선박 표준선형 신모델 개발																										
과제명	메탄을 연료추진 13K급 Product/Chemical Tanker 표준선 기술개발		과제책임자	김영표 책임																								
컨소시엄 기업			담당자																									
과제 수행기간	2023.01.02. ~ 2023.06.30.(6개월)		과제번호	AR2023-01																								
배경 및 현안		<ul style="list-style-type: none"> 친환경 대체 연료인 메탄을 추진선 발주 증가로 소형 탱커 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> 시장지배적이었던 LNG연료의 긍정적인 면 후퇴하고 차세대 연료 부각됨 차세대 연료의 불확실성 하에서도 메탄을 대세론 확산 중에 있음 노후 화학제품운반선의 친환경선박 교체 신조에 대비한 중소조선소 적합형 친환경 연료 표준선 개발로 영업 탄력성 확보가 필요 <ul style="list-style-type: none"> 기 개발된 동급 LNG연료 추진선과 동시 수주 영업 가능으로 시장 옵션 강화 																										
주요 목표		<ul style="list-style-type: none"> 중소 조선소 건조 적합형 13K급 메탄을 연료 추진 화학제품운반선 개발 <ul style="list-style-type: none"> DWT 13,000톤급으로 중형조선소 도크 내 아프라막스 탱커와 병렬 건조 가능한 선폭의 선박 저인화점 연료공급시스템 설계 및 소요마력 절감을 위한 에너지 저감장치 적용 친환경 연료추진 시스템 선박 설계로 선급 AIP 획득 																										
상세 목표 및 결과	<table border="1"> <thead> <tr> <th>항목</th> <th>지표</th> <th>결과</th> <th>달성</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 중소 조선소 건조 적합형 제원 산정 <ul style="list-style-type: none"> 소형조선소 건조적합성 중형조선소 Aframax tanker와 병렬건조 </td><td>선폭 21 m 이하</td><td>21.0 m</td><td>○</td></tr> <tr> <td>● 화물적재용량 (톤)</td><td>DWT ≥13,000</td><td>13,045</td><td>○</td></tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 소요마력 절감 <ul style="list-style-type: none"> 비교실적선 대비 소요마력 절감 </td><td>2 %</td><td>13 %</td><td>○</td></tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료추진 시스템 <ul style="list-style-type: none"> 연료 및 엔진 조합 등 비교분석 LFSS 건전성 평가 </td><td>검토 결과서</td><td>비교 결과서 건전성 확인</td><td>○</td></tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 선급 AIP <ul style="list-style-type: none"> 기본설계 도면 및 LFSS PFD 도면 인증 </td><td>AIP 가부</td><td>AIP 획득</td><td>○</td></tr> </tbody> </table>				항목	지표	결과	달성	<ul style="list-style-type: none"> 중소 조선소 건조 적합형 제원 산정 <ul style="list-style-type: none"> 소형조선소 건조적합성 중형조선소 Aframax tanker와 병렬건조 	선폭 21 m 이하	21.0 m	○	● 화물적재용량 (톤)	DWT ≥13,000	13,045	○	<ul style="list-style-type: none"> 소요마력 절감 <ul style="list-style-type: none"> 비교실적선 대비 소요마력 절감 	2 %	13 %	○	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료추진 시스템 <ul style="list-style-type: none"> 연료 및 엔진 조합 등 비교분석 LFSS 건전성 평가 	검토 결과서	비교 결과서 건전성 확인	○	<ul style="list-style-type: none"> 선급 AIP <ul style="list-style-type: none"> 기본설계 도면 및 LFSS PFD 도면 인증 	AIP 가부	AIP 획득	○
항목	지표	결과	달성																									
<ul style="list-style-type: none"> 중소 조선소 건조 적합형 제원 산정 <ul style="list-style-type: none"> 소형조선소 건조적합성 중형조선소 Aframax tanker와 병렬건조 	선폭 21 m 이하	21.0 m	○																									
● 화물적재용량 (톤)	DWT ≥13,000	13,045	○																									
<ul style="list-style-type: none"> 소요마력 절감 <ul style="list-style-type: none"> 비교실적선 대비 소요마력 절감 	2 %	13 %	○																									
<ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료추진 시스템 <ul style="list-style-type: none"> 연료 및 엔진 조합 등 비교분석 LFSS 건전성 평가 	검토 결과서	비교 결과서 건전성 확인	○																									
<ul style="list-style-type: none"> 선급 AIP <ul style="list-style-type: none"> 기본설계 도면 및 LFSS PFD 도면 인증 	AIP 가부	AIP 획득	○																									
표준선 시장조사		주요자료																										
<p>- 일시 : 2022년 12월</p> <p>- 주요내용 : 2023년 표준선 개발선 6종 확정</p> <ul style="list-style-type: none"> * Container carrier, Gas carrier 2종, Bulk carrier, Product tanker, 청항선 * 대체연료 (LNG, LPG, Methanol, Battery hybrid) 		<p>표준선 배탄을 연료수선 13K급 Product/Chemical Tanker</p> <p>배경 및 현안</p> <ul style="list-style-type: none"> 동남아 등 해외 프로젝트 영업/수주 지원을 위한 친환경 표준선형 개발 필요 *23년 중소형조선소 건조 적합형 및 성능우위 표준선 개발 및 보급 <p>개발목표</p> <ul style="list-style-type: none"> 최대 화물 적재형 제원을 연료추진 선박 개발 <Cargo Volume : 13,050 m³> 친환경 제원을 연료탱크 적재 배치 분석 성능격차를 우회 최적 선형 및 추진기 개발 유사 실적선 대비 소요마력 2% 개선 <p>추진일정</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>월</th> <th>주도내용</th> <th>일정</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>최초 제작설정 검증</td> <td>최초 계획 산정, 연료탱크배치 최적화, 선형/추진기 개발, 모형시험</td> <td>23. 1Q</td> <td>최적설계, 선정개발</td> </tr> <tr> <td>친환경 연료 추진 시스템</td> <td>제작 및 연료탱크 배치 및 7~8월 시험 분석</td> <td>23. 2Q</td> <td>친환경추진</td> </tr> <tr> <td>선급 AIP</td> <td>기본설계 승인증 도서 작성(만번체로 12종)</td> <td>23. 3Q</td> <td>선급</td> </tr> </tbody> </table>			월	주도내용	일정	비고	최초 제작설정 검증	최초 계획 산정, 연료탱크배치 최적화, 선형/추진기 개발, 모형시험	23. 1Q	최적설계, 선정개발	친환경 연료 추진 시스템	제작 및 연료탱크 배치 및 7~8월 시험 분석	23. 2Q	친환경추진	선급 AIP	기본설계 승인증 도서 작성(만번체로 12종)	23. 3Q	선급								
월	주도내용	일정	비고																									
최초 제작설정 검증	최초 계획 산정, 연료탱크배치 최적화, 선형/추진기 개발, 모형시험	23. 1Q	최적설계, 선정개발																									
친환경 연료 추진 시스템	제작 및 연료탱크 배치 및 7~8월 시험 분석	23. 2Q	친환경추진																									
선급 AIP	기본설계 승인증 도서 작성(만번체로 12종)	23. 3Q	선급																									
프로젝트 착수회의		주요자료																										
<p>- 일시 : 2023년 1월 6일</p> <p>- 장소 : 중회의실</p> <p>- 참석 : discipline별 담당자 16명</p> <p>- 주요내용 : 프로젝트 착수회의, 과제소개 및 방향설정, 엔진선택, 선형모선 결정, 모형시험 일정 조율</p>																												
일반배치도 검토회의		주요자료																										
<p>- 일시 : 2023년 4월 24일</p> <p>- 장소 : 중회의실</p> <p>- 참석 :</p> <p>- 주요내용 : 일반배치도 검토</p>																												

	기본설계 ABS AIP 계약체결	주요자료
	<ul style="list-style-type: none"> - 일시 : 2023년 5월 10일, 6월 20일 (kick-off) - 주요내용 : 개발선에 대한 선급 AIP 획득을 위한 계약 & kick-off meeting * AIP 대상 7종 도면 확정 	
과제 내용 및 결과	과제 주요내용	주요결과
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 최적설계(기본) <ul style="list-style-type: none"> - 메탄올 탱크 용량과 배치에 따른 case study 결과로 main dimension 결정 - 동급 병커유 선박을 대상선 참조 및 병렬건조 도크 폭 고려하여 주요 제원의 결정과 구획배치 최적화로 일반배지도 확정 - DWT 확보를 위해 연료탱크 홀드 내 배치로 인한 손실분/선속 회복을 위해 배 길이와 깊이, 폭 조정 (폭 0.6, 길이 1.6, 깊이 0.3 m 증가) - 순상·비순상 복원성 계산 및 에너지효율지수 phase III 만족 확인 * EEDI phase III 규정값 대비 12 % 상회 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 성능개발 <ul style="list-style-type: none"> - 최신경향 및 친환경 연료를 고려한 개선 선형 개발 - 추진 효율 향상용 rudder bulb 설계 - 반류 분포 개선을 통한 선체 진동 최소화 및 추진효율 향상을 위한 반류개선장치 (WED) 설계 - 모형 시험 결과 선형개선으로 비교 대상선 대비 13 % 유효 마력 개선 - 반류개선장치 및 rudder bulb로 인한 효과 추정 - 모형시험을 통한 속도 검증 	
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 친환경추진 <ul style="list-style-type: none"> - 추진시스템의 배기ガ스, 연료소비율, 초기투자비 및 운용비 케이스 스터디를 통한 비교 우위 엔진 선택 - 의장수, 계류/거주구/기관실/배치도 및 ECA 작성 - 엔진 선택 위한 케이스 스터디 - 저인화점 연료공급 시스템 PFD 및 연료공급실 배치도 작성 	
과제산출물 (도면/문서)	<ol style="list-style-type: none"> ① 일반배지도, 비순상·순상 복원성 계산서, EEDI계산서, 건현계산서 ② 직육면체형 독립형 탱크 구조설계 지침서 ③ 선형개발 보고서, 모형시험보고서 ④ 의장수, 계류/거주구/기관실배치도 ⑤ LFSS PFD, Fuel Preparation Room 배치도 	
수주영업 활용계획	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 사업화 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 13K급 탱커 영업자료 활용 - (벙커유, LNG, 메탄올) - 연료 선택 확대로 수주 영업 동시 대응 가능 - Aframax 탱커 병렬 건조에 의한 도크 생산성 향상 - 과제 개발 후 1척/년 수주 기대 ◇ 사업화의 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 연료 옵션 다양화로 소형 화학제품운반선 수주 경쟁력 강화 - 수주 시 300억원/년 매출 기대 (1척/년, 2,500만 USD/척 기준) 	
기술확산 가능분야	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 저인화점 연료공급시스템의 타 선종 확대 적용 ◇ 반류개선장치 및 러더밸브 장착 기술 타 선박 적용 	

Pocket Plan



MAIN PARTICULARS

• Length overall	abt. 129.9 m
• Length between perpendiculars	122.0 m
• Breadth	21.0 m
• Depth	11.8 m
• Design draft (Td)	8.55m
• Scantling draft (Ts)	8.55m
• Complement	21+6 P

DEADWEIGHT

• Deadweight on Td/Ts	13,000 mt
-----------------------	-----------

SPEED

• Speed at 8.55 m (with 15% S.M.)	13.0 kts
-----------------------------------	----------

TANK CAPACITIES (100%)

• Cargo Capacity	abt. 14,000 m ³
• Ballast Water	abt. 5,300 m ³
• Marine Gas Oil	abt. 190 m ³
• Fresh Water	abt. 150 m ³
• Methanol (Tanks in hold)	abt. 490 m ³

MAIN PROPULSION SYSTEM

• Type	: Wartsila W6L32
• NMCR	: 3,480 kW x 750.0 rpm
• SMCR	: 3,000 kW x 125.9 rpm
• NCR	: 2,700 kW x 121.6 rpm
• NOx reduction device	: EGR

FUEL CONSUMPTION (Methanol)

• D.F.C. at NCR (L.C.V.= 19,900 kJ/kg)	abt. 21.9 mt/day
• Cruising range	abt. 5,400 N.M

FUEL CONSUMPTION (MGO)

• D.F.O.C. at NCR (L.C.V.= 42,700 kJ/kg)	abt. 11.8 mt/day
• Cruising range	abt. 4,100 N.M

WATER BALLAST SYSTEM

• Ballast pumps : 400 m ³ /h x 2 sets, Submerged type
• BWTS : 800 m ³ /h, UV + Filter type

CARGO SYSTEM

• Cargo segregation : Seven(7)
• Cargo pumps : 300 m ³ /h x 12 sets, Submerged type
• Slop pumps : 150 m ³ /h x 2 sets, Submerged type

DECK MACHINERY

• High pressure electro-hydraulic type
• 2 combined windlass / winch
• 2 mooring winches

POWER SUPPLY

• Main Generator	: 900 kW x 2 sets
• Emergency Generator	: 120 kW x 1 set

NAVIGATION AIDS

• Gyrocompass with auto pilot
• Radar
• Magnetic compass
• Navigator / VDR / AIS
• ECDIS with conning display

기술결과 평가위원회 종합의견서

사 업 명	친환경 중소형선박 기술역량 강화사업	
수 행 기 간	2023. 01. 02. ~ 2023. 06. 30.	
프로젝트 명	메탄올 연료추진 13K급 Product/Chemical Tanker	
프로젝트 구분	① 친환경 중소형선박 표준선형 개념 설계 및 보급 ② 수요기업 맞춤형 기본설계 기술개발 및 엔지니어링 지원 ③ 중대형조선 상상협력 설계-엔지니어링 기술지원 ④ 해외시장 발굴용 표준선형 설계폐기자 기술지원	
위원회 명	제23-3차 기술결과 평가위원회	평가 일자 2023. 08. 22.
종합점수	87.0	점
평가의견		

- 세부설계에서 호환방법에 따른 유동면적 계산 및 경량화 학보호
장치 등은 조선소에서 엄격한 기초 자료로 활용이 가능함.

- 제작은 해상 빠른 배수는 물론 부수 등을 고려해 외관으로
고려해 외관으로 빠른 경량화되는 설계가 되었으므로 합리적.

- AIS 사용 (ABS)에 대한 구조 기본설계 시도를 통해 추가하여 적용화.

- 최근 선박 분야가 빠른 속도으로 혁신을 활용한 중소조선
사업 분야에 도약을 주도할 것으로 예상됨.

- 화물함수 설계 바탕, 맨즈 구조 부재 재질 등 구조 하자화를 주제로
고려해 외관으로 빠른 경량화되는 설계가 되었으므로 합리적.

- 친환경 연료를 바탕으로 한 탄소화 가동성이 기여함.

평가위원장 이충성 (서명)
평가위원 이충성 (서명)
평가위원 이충성 (서명)
평가위원 이충성 (서명)

고병삼 (서명)
(서명)

기술평가 결과

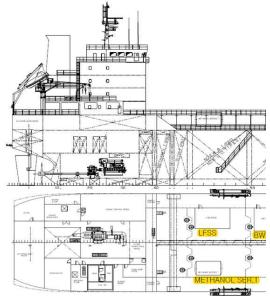
기술결과 평가표 (평가위원)			기술결과 평가표 (평가위원)		
사업명	친환경 중소형선박 기술역량 강화사업		사업명	친환경 중소형선박 기술역량 강화사업	
수행기간	2023. 01. 02. ~ 2023. 06. 30.		수행기간	2023. 01. 02. ~ 2023. 06. 30.	
프로젝트명	메탄을 연료추진 13K급 Product/Chemical Tanker		프로젝트명	메탄을 연료추진 13K급 Product/Chemical Tanker	
프로젝트구분	① 친환경 중소형선박 기본설계 개선 설계 및 보급 ② 수요기업 맞춤형 기본설계 기술개발 및 엔지니어링 지원 ③ 중대형조선 상생협력 설계엔지니어링 기술지원 ④ 해외시장 발굴용 표준선형 설계폐기지 기술지원		① 친환경 중소형선박 표준선형 개선 설계 및 보급 ② 수요기업 맞춤형 기본설계 기술개발 및 엔지니어링 지원 ③ 중대형조선 상생협력 설계엔지니어링 기술지원 ④ 해외시장 발굴용 표준선형 설계폐기지 기술지원		
평가항목	평가 내용	평가점수	평가항목	평가 내용	평가점수
결과물의 유용성(50점)	○ 사업의 목적과 취지에 부합 여부 (10점) - 프로젝트의 수행 목적에 사업 목적에 부합하는가?	9	결과물의 유용성(50점)	○ 사업의 목적과 취지에 부합 여부 (10점) - 프로젝트의 수행 목적에 사업 목적에 부합하는가?	9
	○ 프로젝트 성과 목표의 달성을 여부 (20점) - 프로젝트에서 제시된 정성/정량 목표를 달성하였는가?	16		○ 프로젝트 성과 목표의 달성을 여부 (20점) - 프로젝트에서 제시된 정성/정량 목표를 달성하였는가?	18
	○ 성과 목표의 구체적인 결과물 제시 여부 (20점) - 성과 목표의 달성을 확인할 수 있는 구체적인 결과물이 제시되었는가?	16		○ 성과 목표의 구체적인 결과물 제시 여부 (20점) - 성과 목표의 달성을 확인할 수 있는 구체적인 결과물이 제시되었는가?	16
수행과정의 적절성(30점)	○ 수요 기업의 기술수요 반영 여부 (10점) - 프로젝트 목표에 수요기업의 요구 사항이 반영 되었는가?	8	수행과정의 적절성(30점)	○ 수요 기업의 기술수요 반영 여부 (10점) - 프로젝트 목표에 수요기업의 요구 사항이 반영 되었는가?	8
	○ 수행 과정의 적절성 (20점) - 프로젝트 수행 과정이 적절하게 수행되었는가?	15		○ 수행 과정의 적절성 (20점) - 프로젝트 수행 과정이 적절하게 수행되었는가?	18
결과물의 활용성(20점)	○ 결과물의 향후 수주영업 활용 여부 (10점) - 수요기업의 프로젝트 수주영업 또는 발굴에 활용계획이 제시되었는가?	9	결과물의 활용성(20점)	○ 결과물의 향후 수주영업 활용 여부 (10점) - 수요기업의 프로젝트 수주영업 또는 발굴에 활용계획이 제시되었는가?	8
	○ 결과물의 기술 확산 가능성 여부 (10점) - 향후 수요기업의 설계, 개발 또는 문제해결 등에 활용 가능한가?	9		○ 결과물의 기술 확산 가능성 여부 (10점) - 향후 수요기업의 설계, 개발 또는 문제해결 등에 활용 가능한가?	9
합계			합계		
<평가의견>			<평가의견>		
<p>- 메탄을 연료추진 소형 탱커가 대한 물류 선박 개발 및 기관화를 활성화하는 데 - 향후 물류 분야에서 영향 기여로 활용 가능</p> <p>- 예전에는 엔진 자체에 따른 복원성능 문제가 있었지만, 향후 물류 시장 진입 가능성 확보.</p> <p>- 보통 시장을 통한 기관설계 선박은 적용하기 어렵지만, 기관 개선으로 가능.</p>			<p>- 친환경 개발로 인한 신호나역이 크게 향상됨.</p> <p>- 친환경 연료 대체율 적용으로 향후 시장 가능성↑↑↑.</p> <p>- 향후 영업 전선 확장 시 기관에 적용은 도움이 될 것 같음.</p>		
평가일	2023. 08. 22.	평가위원	평가일	2023. 08. 22.	평가위원
		성명: 장학수			성명: 이충성
사업명	친환경 중소형선박 기술역량 강화사업		사업명	친환경 중소형선박 기술역량 강화사업	
수행기간	2023. 01. 02. ~ 2023. 06. 30.		수행기간	2023. 01. 02. ~ 2023. 06. 30.	
프로젝트명	메탄을 연료추진 13K급 Product/Chemical Tanker		프로젝트명	메탄을 연료추진 13K급 Product/Chemical Tanker	
프로젝트구분	① 친환경 중소형선박 표준선형 개선 설계 및 보급 ② 수요기업 맞춤형 기본설계 기술개발 및 엔지니어링 지원 ③ 중대형조선 상생협력 설계엔지니어링 기술지원 ④ 해외시장 발굴용 표준선형 설계폐기지 기술지원		① 친환경 중소형선박 표준선형 개선 설계 및 보급 ② 수요기업 맞춤형 기본설계 기술개발 및 엔지니어링 지원 ③ 중대형조선 상생협력 설계엔지니어링 기술지원 ④ 해외시장 발굴용 표준선형 설계폐기지 기술지원		
평가항목	평가 내용	평가점수	평가항목	평가 내용	평가점수
결과물의 유용성(50점)	○ 사업의 목적과 취지에 부합 여부 (10점) - 프로젝트의 수행 목적에 사업 목적에 부합하는가?	9	결과물의 유용성(50점)	○ 사업의 목적과 취지에 부합 여부 (10점) - 프로젝트의 수행 목적에 사업 목적에 부합하는가?	9
	○ 프로젝트 성과 목표의 달성을 여부 (20점) - 프로젝트에서 제시된 정성/정량 목표를 달성하였는가?	18		○ 프로젝트 성과 목표의 달성을 여부 (20점) - 프로젝트에서 제시된 정성/정량 목표를 달성하였는가?	18
	○ 성과 목표의 구체적인 결과물 제시 여부 (20점) - 성과 목표의 달성을 확인할 수 있는 구체적인 결과물이 제시되었는가?	18		○ 성과 목표의 구체적인 결과물 제시 여부 (20점) - 성과 목표의 달성을 확인할 수 있는 구체적인 결과물이 제시되었는가?	18
수행과정의 적절성(30점)	○ 수요 기업의 기술수요 반영 여부 (10점) - 프로젝트 목표에 수요기업의 요구 사항이 반영 되었는가?	9	수행과정의 적절성(30점)	○ 수요 기업의 기술수요 반영 여부 (10점) - 프로젝트 목표에 수요기업의 요구 사항이 반영 되었는가?	9
	○ 수행 과정의 적절성 (20점) - 프로젝트 수행 과정이 적절하게 수행되었는가?	18		○ 수행 과정의 적절성 (20점) - 프로젝트 수행 과정이 적절하게 수행되었는가?	18
결과물의 활용성(20점)	○ 결과물의 향후 수주영업 활용 여부 (10점) - 수요기업의 프로젝트 수주영업 또는 발굴에 활용계획이 제시되었는가?	9	결과물의 활용성(20점)	○ 결과물의 향후 수주영업 활용 여부 (10점) - 수요기업의 프로젝트 수주영업 또는 발굴에 활용계획이 제시되었는가?	10
	○ 결과물의 기술 확산 가능성 여부 (10점) - 향후 수요기업의 설계, 개발 또는 문제해결 등에 활용 가능한가?	9		○ 결과물의 기술 확산 가능성 여부 (10점) - 향후 수요기업의 설계, 개발 또는 문제해결 등에 활용 가능한가?	9
합계			합계		
<평가의견>			<평가의견>		
<p>- AIP는 기관설계에 따른 복원성능 평가는 폭증 등을 고려한 보다 세밀한 검토 필요</p> <p>- AIP 인증에 대한 구조 기본설계 검토를 향후 추가 필요</p>			<p>- 최근 신고 및 기관설계에 따른 복원성능 평가는 폭증 등을 고려한 보다 세밀한 검토 필요</p> <p>- 기관설계에 따른 복원성능 평가는 폭증 등을 고려한 보다 세밀한 검토 필요</p>		
평가일	2023. 08. 22.	평가위원	평가일	2023. 08. 22.	평가위원
		성명: 정승규			성명: 조병삼
기술평가 결과 보완	평가의견	반영사항			
	① 메탄을 탱크 배치에 따른 복원성능 평가는 폭증 등을 고려한 보다 세밀한 검토 필요 ② AIP 인증에 대한 구조 기본설계 검토를 향후 추가 필요	① 아프라막스 탱커와 병렬건조 가능한 선폭 제약으로 인해 선폭 증가 불가함. 표준선과제라 특정 야드 지향이 힘듬 ② AIP는 종료되었으며, LNG이중연료 탱커와 동일 Midship dwg을 가짐. 프로젝트 가시화시 구조설계 부분 추가 예정임			

(가) 메탄올 연료추진 13K급 Product/Chemical Tanker

□ 과제개요

- 차세대 친환경 연료 메탄올 추진선박에 대한 시장이 확대되고 있어 중소형 조선소 건조 적합형 화학제품운반선 개발이 필요함. 이중연료 투자가 없던 탱커 시장이 회복되고 있어 화학제품운반선 시장으로 확대가 기대됨에 따라 DWT 13,000톤급 메탄올 연료 추진 화학제품표준선 개발 수요가 발생함
- 드라이도크 설비가 있는 중형조선소를 기준으로 아프라막스 탱커와 병렬 건조가 가능한 선폭을 갖는 표준선 개발이 바람직하여, 과거 실적선 참조하여 주요치수를 결정하고 메탄올 연료탱크 용량과 배치를 결정함
- 기존 비교 대상선에 대한 성능을 우선 검토하여 기준 목표값을 설정하고 개발선에 대한 성능평가를 수행함. 에너지 절감 및 선미 유효반류의 추가적인 개선을 위해 rudder bulb, WED (Wake Equalizing Devide) 최적화 설계를 수행함
- 저인화점 연료의 공급시스템 설계를 위한 연료계통도를 작성하고, 주요 장비 용량에 대한 검증을 수행함. 연료준비실은 장비 설치공간 및 유지 · 보수를 고려하여 상갑판 위 cargo manifold 후방에 설치함
- 일반배치도, 계류/기관실/선실배치도, 관련 계산서가 작성되고 메탄올 연료공급을 위한 LFSS Process Flow Diagram와 장비배치도가 작성됨
- 생성도면에 대해 선급 기본설계승인(AIP)을 획득함으로써 기술적인 신뢰를 확보함

□ 상세 추진경과

협약체결 및 개발일정 협의	주요자료
<ul style="list-style-type: none">- 일시 : 2023년 1월 6일- 내용 : 프로젝트 설명회 및 Kick-off meeting- 내용 : 표준선 선정 배경 및 일정, 시장조사 결과, 선급 AIP 진행 절차	
주요제원 확정	주요자료
<ul style="list-style-type: none">- 일시 : 2023년 2월 15일- 주요내용 : 실적선 및 개발선 기본제원 비교	
일반배치도 및 제 계산	주요자료
<ul style="list-style-type: none">- 동급 실적선 기본 제원 검토하여 주요 치수 결정- 메탄올 탱크 홀드 내 배치로 선박의 길이, 폭, 높이 변경- 운항 거리에 따른 메탄올 연료탱크의 용량 선정 (4,700 NM)- 연료탱크 배치 관련 규정에 의거하여 탱크 주위 모든 면에 코퍼댐을 설치함- 연료공급장치와 메탄올 서비스 탱크는 상갑판에 위치- 비순상/손상복원성, 건현, 에너지효율지수 계산서 작성	

선형개발 & Model Test	주요자료
<ul style="list-style-type: none"> - 비교선 대비 개선된 선형 개발 (12.12 → 13.0 노트) - CFD를 통해 선수 wave와 선미 선체 표면의 압력 및 반류 분포를 평가함 - 최신경향 및 친환경 연료를 고려한 개선 선형 개발 - 추진 효율 향상용 rudder bulb 설계 & WED 설계 - 모형시험 결과 bare hull 기준으로 비교대상선 유효마력 대비 13% 개선효과 있음을 확인 	
의장설계 & LFSS 설계	주요자료
<ul style="list-style-type: none"> - 의장수계산서, 계류/거주구/기관실배치도, ELA 작성 - 추진 엔진 선택을 위한 케이스 스터디 – 연료소모율, 오염물질 배출규제, 설치 및 유지보수 공간, 경제성 비교 - 저인화점 연료인 메탄올을 엔진에 공급하기 위한 시스템을 결정하기 위해 최적의 연료계통도와 연료준비실을 설계함 - LFSS 검증을 위해 HYSYS로 장비용량 검토 	
선급 AIP 획득	주요자료
<ul style="list-style-type: none"> - ABS "Approval in Principle" 획득 - 2023년 8월 4일 	

□ 추진내용 및 결과

1. 최적설계

(1) 수행 목적

중소조선소 건조 적합형 선박 제원을 결정하고, 저인화점 연료공급시스템 및 메탄올 연료탱크 용량 및 배치관점에서 최적의 배치도 작성을 위함

(2) 과제 개요

- 선박 주요치수는 실적선 제원과 업계 피드백을 참조하여 초기 설계변수로 설정함
- 재화중량 13,000톤 확보를 위해 비교 실적선 대비 길이 1.6 m, 폭 0.6 m, 높이 0.3 m 증가함
- 메탄올 연료탱크 용량과 위치가 선박 주요치수에 직접 영향을 주기 때문에 운항거리에 따른 용량과 stability 만족하는 탱크 배치를 고려하여 길이, 폭, 높이를 결정함
- 중소조선소 건조 적합성을 확인하기 위해 개발선의 선폭에 대한 검토가 이루어짐
- EEDI 성능을 향상시킬 수 있도록 화물적재량을 최대화하고 메탄올이 주연료가 되도록 운항거리 별로 MGO와 용량을 배분함
- 메탄올 연료탱크는 화물창 구역내 기관실 전방에 배치하고 법규에 따라 기관실, 화물구역, 평형 수 탱크와의 접촉을 회피하도록 코퍼댐을 설치함
- 상갑판 상에 연료공급시스템실과 연료탱크와 서비스 탱크를 인접 배치함

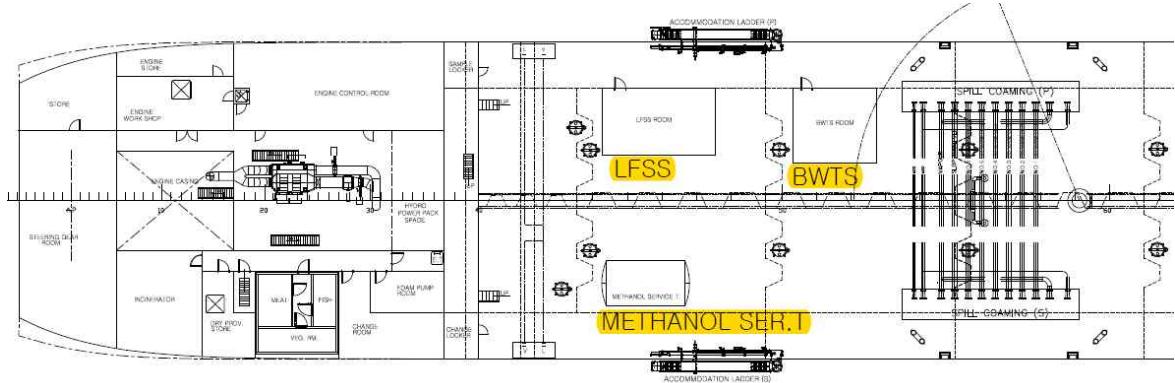


그림 1 LFSS, BWTS 및 Methanol service tank 배치

- 적용 가능한 추진 엔진에 대한 비교분석을 통해 Wartsila 6L32M을 선택함
- 구획을 아래 그림 2와 같이 배치하였으며, 비손상 복원성계산 결과 최소 요구값 GM 0.15 대비 0.415m로 복원성 만족함
- 손상복원성 계산은 만재상태에서 GM excess 가 0.579 m로 설계목표치 0.5 이상을 상회하여 손상 복원성이 충분함
- 그림 3과 같이 EEDI 예상 요구치 8.58 대비 본 선 획득치는 7.66으로 10.7 % 마진이 있음. EEDI phase 0 대비 CO₂ 50 % 저감 기준을 예상 요구치로 가정 하였으며, phase 3 적용 시 요구치 9.93 임)

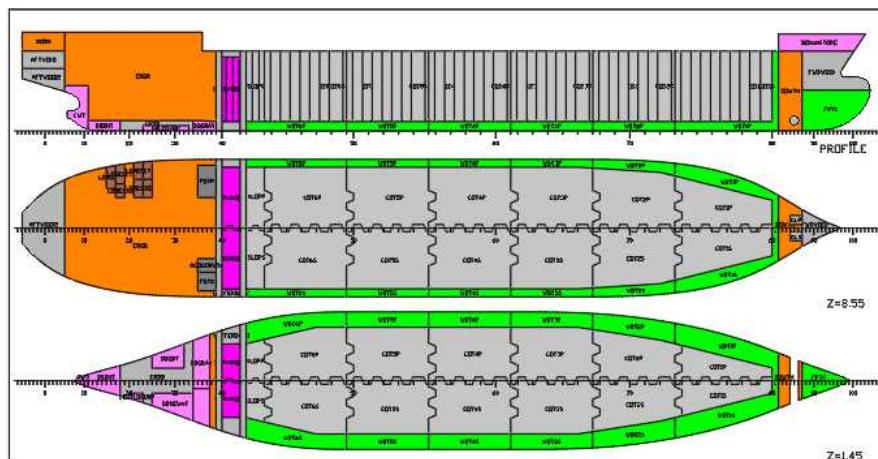


그림 2 초기 Compartment 설계 및 정의

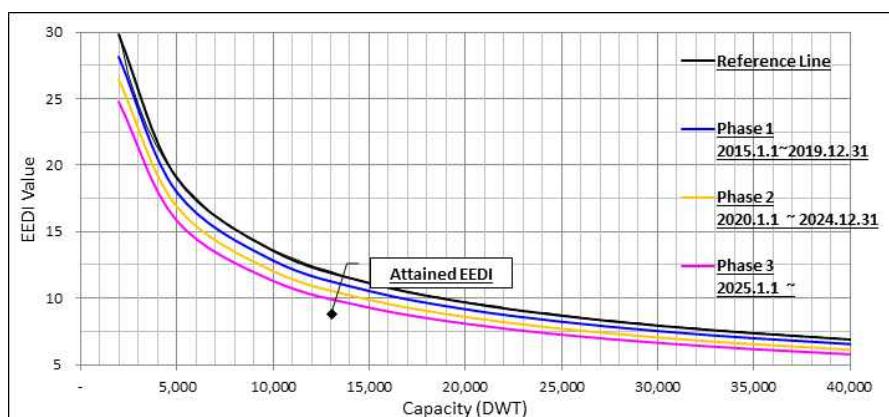


그림 3 친환경 소형 Chemical Tanker Attained EEDI

2. 성능개발

(1) 수행 목적

생성된 선형의 속도 성능을 확인하여 목표선속 만족 여부와 목표선속에서의 소요마력 을 확인하기 위함

(2) 과제 개요

- ① 생성된 선형에 대해서 CFD를 통해 선측 wave profile, 자유수면 및 선체 표면에서의 유선형상 및 압력구배 등을 확인함
- ② 에너지 절감 및 선미 유효 반류의 추가적인 개선을 위해 에너지 절감 장치 중 rudder bulb, WED (Wake Equalizing Device) 최적화 설계를 수행함
- ③ CFD 해석 결과를 이용하여 ITTC 모형선-실선 확장법을 이용, 실선 속도를 추정함
- ④ 모형 시험을 통하여 선형의 유효 마력을 확인하고, 목표선속 만족 여부 및 소요마력을 확인함

(3) 해석결과

- ① 기존 비교 대상선의 선형성능을 우선적으로 검토하고, 그에 따른 목표값을 설정함.
- ② 선수 선형 설계 시, 조파 성능이 우수하도록 저항 성능을 개선하는 방향으로 선수 선형 개발을 완료하였고, 선미 선형은 profile의 형상 개선 여지가 있을 것으로 판단함. 또한, M/E의 변경에 따른 추진기가 가변 피치 프로펠러 (Controllable Pitch Propeller)로 변경이 되어 선미 형상에 대한 최적화가 가능하도록 그림 4와 같이 선형 개발을 완료하였음
- ③ CFD를 통하여 확인한 기존 실적 선형과 최종 개발 선형의 선형 비교결과 기존 비교 대상선의 속도성능은 target NCR에서 약 12.12 knots의 선속이 확인되었으며, 최종 개발된 선형은 target NCR에서 약 13.00 knots로 확인되었음 (NCR : 2,700kW)
- ④ 본 선박에는 표 1과 같이 두 쌍 이상의 반류개선장치(WED)를 부착하여 저항성능 및 추진효율을 개선하고자 하였으며, 그림 5와 같이 1st 및 2nd device에 대해서 위치 및 크기 그리고 각도에 대해서 최적화를 수행하였음
- ⑤ 모형 시험을 통하여 선형 비교 결과 bare hull 기준으로 기존 비교 대상선 선형의 유효 마력(EHP)는 13 knots에서 1,870 kW로 확인 되었고, 개발 선형은 1,625 kW로 도출되어 약 13%의 개선 효과가 있는 것으로 확인되었음

Ship name	LineType	LBP	Breadth	Draft	U/B	B/T	CB	LCB(%)	Fn	LWL	Vol	WSA	KMT
Compare Hull Form	———	122.00	21.00	8.55	5.810	2.456	0.782	0.991	0.201	125.50	17.135	3,974	8.897
Final Hull Form	———	120.40	20.40	8.70	5.902	2.345	0.796	0.731	0.000	123.59	17.005	3,892	8.743

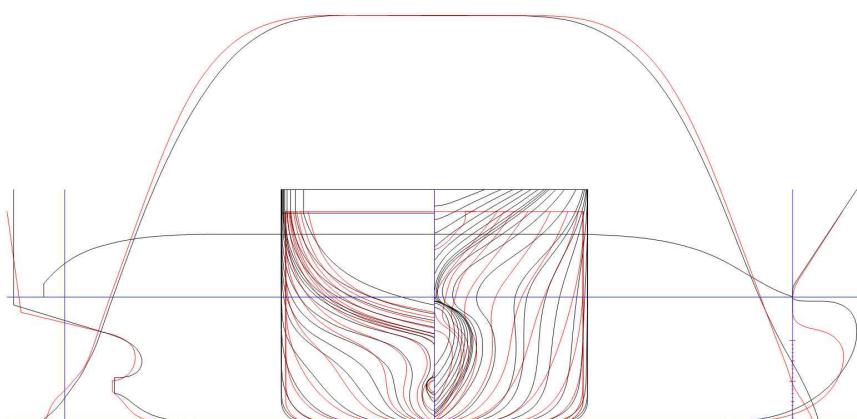


그림 4 초기 및 최종 Line Plan

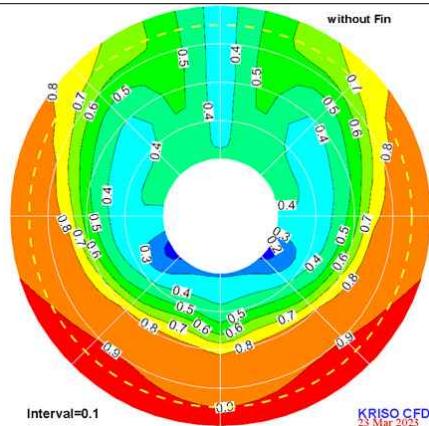
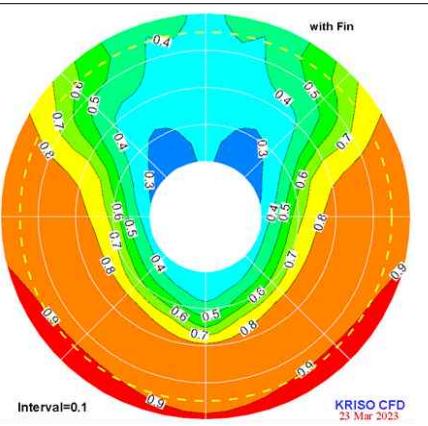
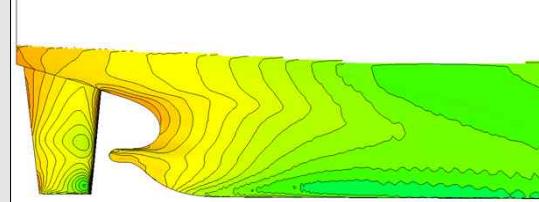
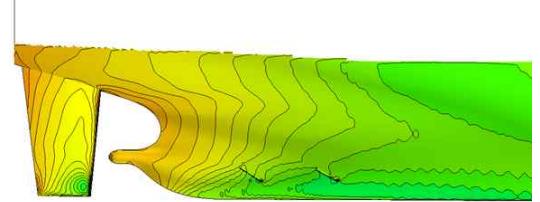
	w/o Device	w/ Device(1 st + 2 nd)
위치(ST-WL)	-	1 st : 2.5ST-1.50WL 2 nd : 1.750ST-1.50WL
크기(L×H)	-	1 st : 1.50×0.20m 2 nd : 1.50×0.20m
PE(%)	-	abt. -2.4%
Wn(%)	0.389	0.372(93.06%)
반류 분포		
압력 분포		

표 1 1st 및 2nd W.E.D. 최적화 결과 및 형상 정보

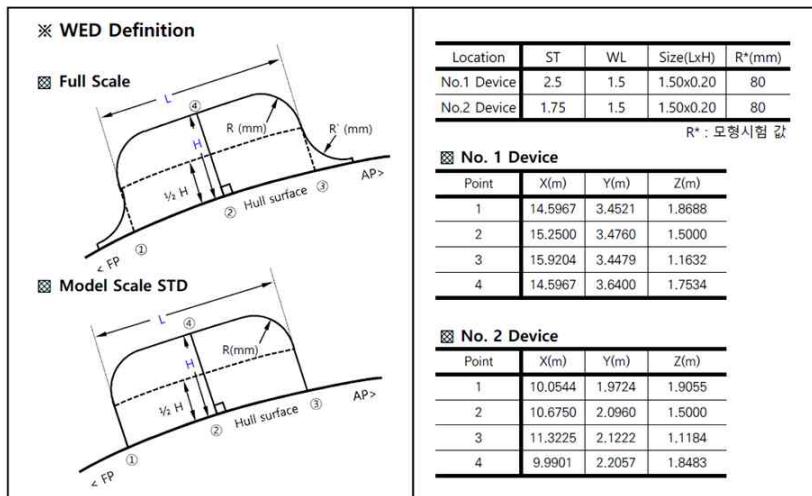


그림 5 W.E.D Definition

⑥ 개발된 선형에 대하여 아래 그림과 같이 수치계산을 통하여 wave contour, 선체 표면에 나타는 압력 분포, 유선의 흐름 및 프로펠러 면에서의 유속 분포 등을 비교하였으며, 초기 선형 대비 모든 부분에서 개선되었음을 확인하였다.

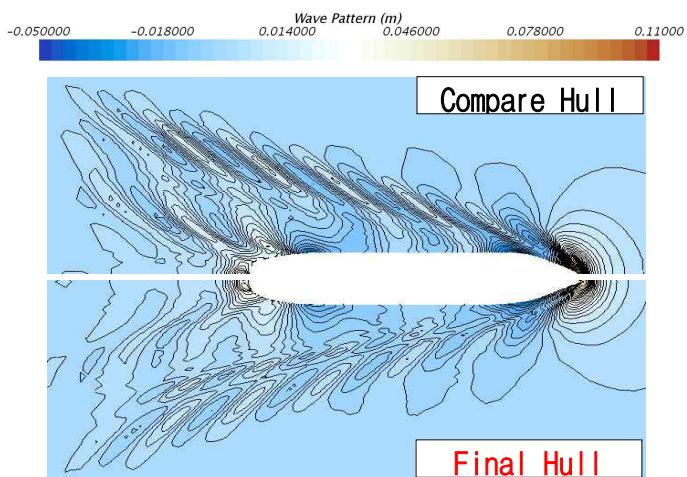


그림 6 Wave Pattern 비교

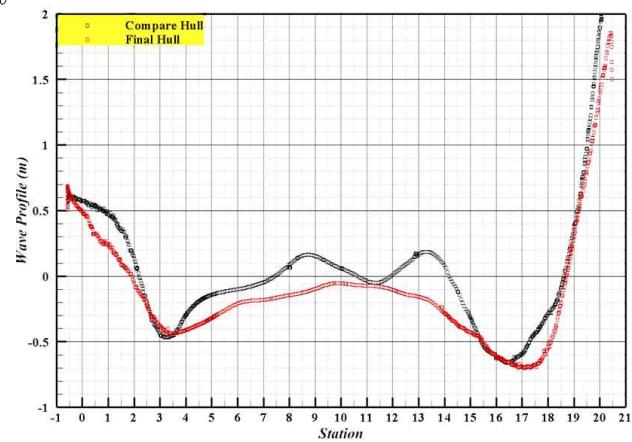


그림 7 Wave Profile 비교

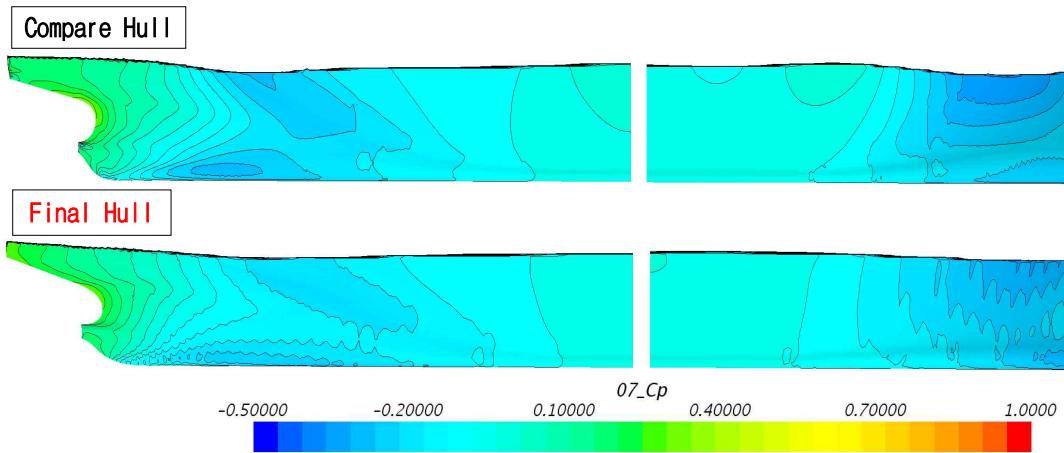


그림 8 Pressure Distribution

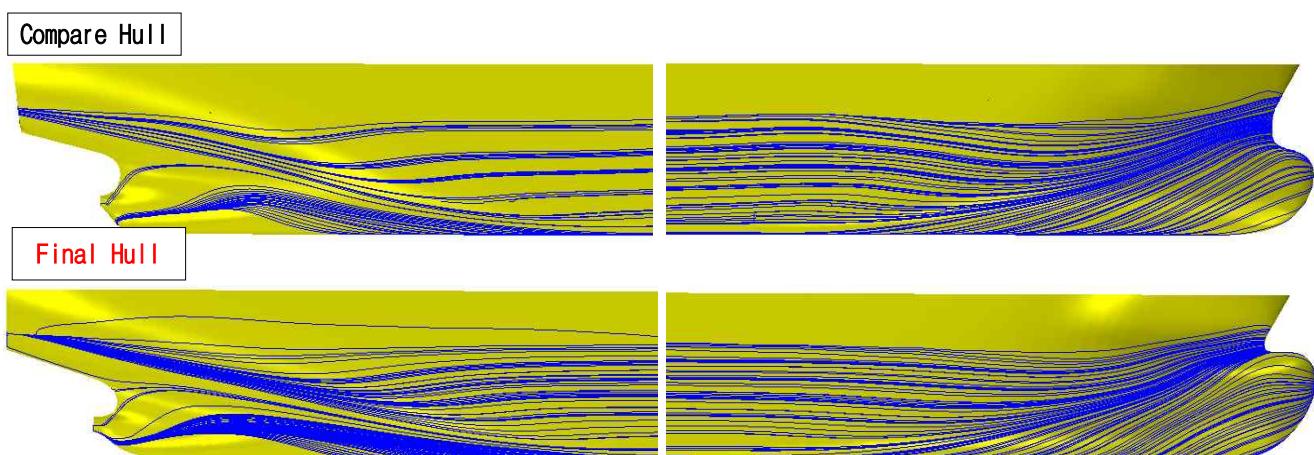


그림 9 Streamline

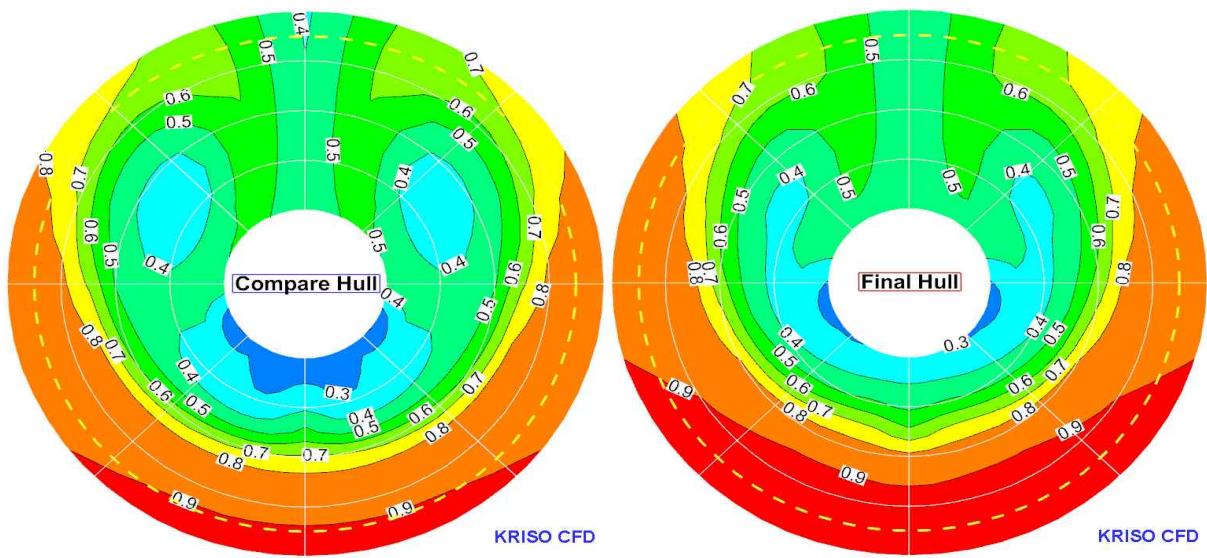


그림 10 Wake분포 비교

⑦ 성능 개선을 위하여 rudder bulb 부착을 검토하였으며, 수치계산을 통하여 아래 그림과 같이 프로펠러 hub vortex가 개선됨을 확인함. 회전 에너지를 회수함으로써 동일한 추력을 발생시킬 때 요구되는 회전수와 토크가 감소하게 됨. 이로 인해 전달동력 기준으로 약 0.45 %의 연료절감 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단됨

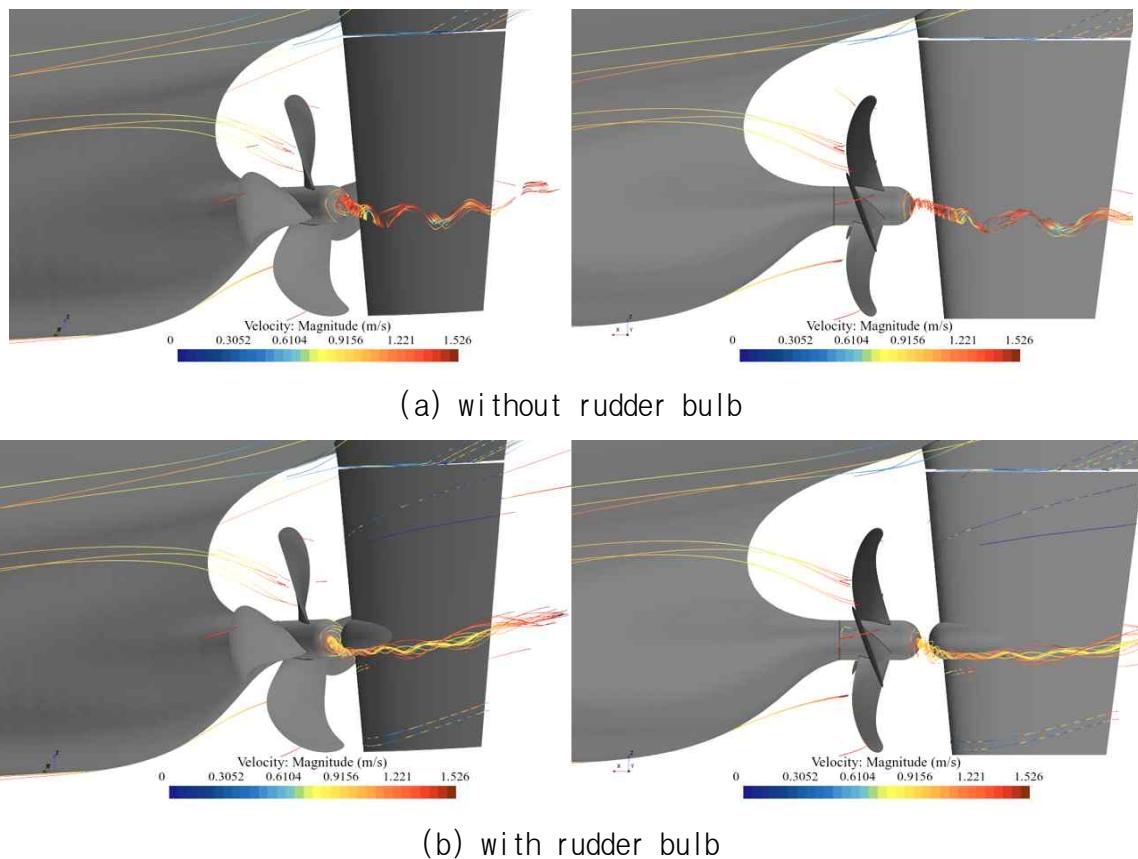


그림 11 Comparison of streamline

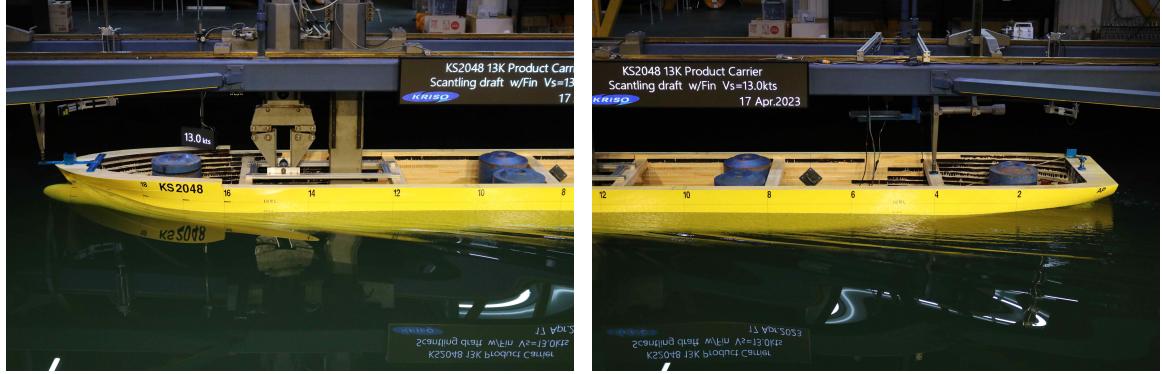


그림 12 Model Test at Design Draft

Vs [kts]	Fn	Rtm [N]	Cr e+03	PE [kW]	EtaD	PB [kW]	RPM
11.0	0.161	35.23	0.697	964	0.734	1355	92.92
12.0	0.176	41.49	0.706	1247	0.733	1753	101.40
13.0	0.191	48.22	0.712	1579	0.733	2222	109.77
13.5	0.198	52.07	0.738	1781	0.731	2511	114.23
14.0	0.205	56.56	0.795	2025	0.728	2869	119.12
15.0	0.220	69.03	1.074	2742	0.714	3961	131.29

표 2 모형시험 결과(Design Draft, With WED)

- ⑧ 모형시험은 M/E 특성상 가변 피치 프로펠러로 고려되었음. Stock Propeller의 제한적 선택 여건에 따라 Boss End에서의 단차로 인한 영향을 최소화 하고자 Stern Boss의 Diameter만 변경되어 모형시험을 수행함. (Propeller Hub 0.22 → 0.17)
- ⑨ 모형 시험의 결과는 가변피치 프로펠러의 EtaT는 0.97로 적용하였으며, 추후 가변 피치로 적용할 경우의 EtaD의 감소가 우려되지만 선속 기준 0.2 knots의 여유가 있어 충분히 만족 할 것으로 판단됨
- ⑩ W.E.D의 효과는 약 2.24 %로 확인 되었으며, 이는 저항 감소로 인한 에너지 저감에 효과적일 것으로 판단됨

3. 친환경추진설계

(1) 추진 개요

본 선박의 의장수계산서 항목으로 의장수계산서, 계류배치도, 거주구배치도, 기관실배치도, 전력분석표가 작성됨. 메탄올 연료 엔진 중 환경오염물질 배출, 연료소비량 및 초기투자비용과 운용비를 고려하여 최적의 엔진을 권장함. 저인화점 연료인 메탄올을 엔진에 공급하기 위한 시스템을 결정하기 위해 최적의 연료계통도를 작성하고 해당 연료준비실을 설계하고, 장비용량 검증을 위해 HYSYS로 확인함

(2) 추진 내용

1) 의장수 계산서 (Equipment Number Calculation)

① 선박의 주요 제원 및 계산

본 계산서는 선박의 주요제원 및 형상에 따라 선급에서 정한 묘박장치, 계류장치 (Anchor , Anchor Chain, Mooring Rope, Towing Rope) 및 의장품의 용량 및 크기를 결정하기 위함

[선박의 주요 제원]

■ LOA/ LBP:	Abt 129.90 / 122.00 m
■ B / D:	21.00 / 11.80 m
■ Scantling Draft (ds):	8.55 m
■ Displacement @ ds:	17,600 ton

[의장수 계산]

$$\begin{aligned} EN &= \Delta^{2/3} + 2(Bh + S_{fun}) + 0.1A \\ &= 17,600^{2/3} + 2 \times (21.00 \times 20.00 + 0) + 0.1 \times 754.65 \\ &= 1,592 \end{aligned}$$

(2) 의장수 계산 결과에 따른 의장품 선정

■ Bower Anchor:	High Holding Power, 2 개, 3,667.5 kg/each
■ Anchor Chain:	Grade 3, Dia. 54 mm, 총길이 550 m
■ Mooring Line:	8작, MBL 362 kN, 190 m/each
■ Towing Line:	MBL 941 kN, 220 m

Equipment Number (EN) = 1592 [Equipment Letter: U30 (1570 < EN ≤ 1,670)]		
Stockless bower anchors	Number	2
	Mass per anchor [kg]	4,890 kg
	Mass per HHP anchor [kg]	3,667.5 kg
Stud link chain cables for bower anchors	Total Length [m]	550 m
	Diameter [mm]	Grade 1 Ø 70 mm
		Grade 2 Ø 62 mm
		Grade 3 Ø 54 mm
Tow line	Min. Length per line [m]	220 m
	MBL _{SD} [kN]	941 kN
Mooring line	Number	5
	Min. Length per line [m]	190 m
	MBL _{SD} [kN]	362 kN
Actual Equipment [Reference]:		
Stockless bower anchor	Type	High Holding Power
	Number X Mass per anchor	2 x 3,667.5 kg
Stud link chain cables for bower anchor	Total Length [m]	550 m
	Grade X Diameter [mm]	3 X Ø 54 mm
Tow line	Type	IWRC (6x37)
	MBL X Length per line	941 kN X 220 m
Mooring line	Type	UHMPE, Ø 40 mm
	Number X MBL X Length per line	8 X 362 kN X 190 m
Note:		
1. Specifications of Actual Equipment described above are for reference only, but shall be decided at the detailed design stage.		
2. MBL : Minimum Breaking Load		
3. MBL _{SD} : Ship Design Minimum Breaking Load		

표 3 의장수 계산에 따른 의장품 요약

2) 계류배치도 (Mooring Arrangement)

① 관련 규정 및 주요 장비

본 도면은 관련 규정 및 사양을 기준으로 효율적인 배치, 선박의 안전한 계류, 선원의 안전한 통행 및 작업 환경을 고려하여 작성함

[관련 주요 규정, 서류 및 도면]

- 개략 사양서 (Outline Specification)
- IACS 및 미국 선급 (ABS) 규정
- 파나마 운하 / OCIMF Recommendations (MEG 4 등)
- 의장수 계산서(Equipment Number Calculation)

② 주요 장비 사양

- Deck Machinery: 고유압 방식 (Elec.-hydraulic, High pressure type)
 - Windlass Combined Mooring winch (Double drum): 2 sets, 14.2/10.0 ton x 9/15 m/min
 - Mooring winch (Double drum): 2 sets, 10.0 ton x 15 m/min
- Mooring Rope: 8 쪽, MBL 362 kN, 190 m
- Towing Rope: 1 쪽, MBL 941 kN, 220 m

IN CASE OF ST'BD ALONGSIDE

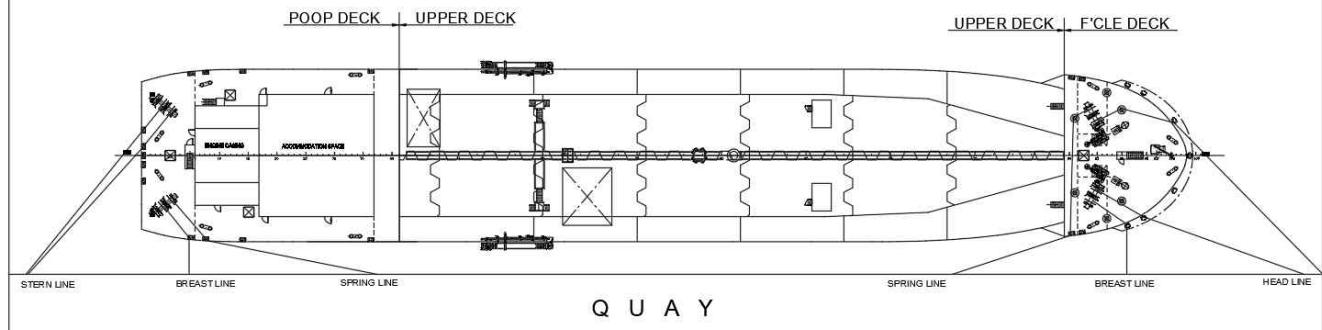


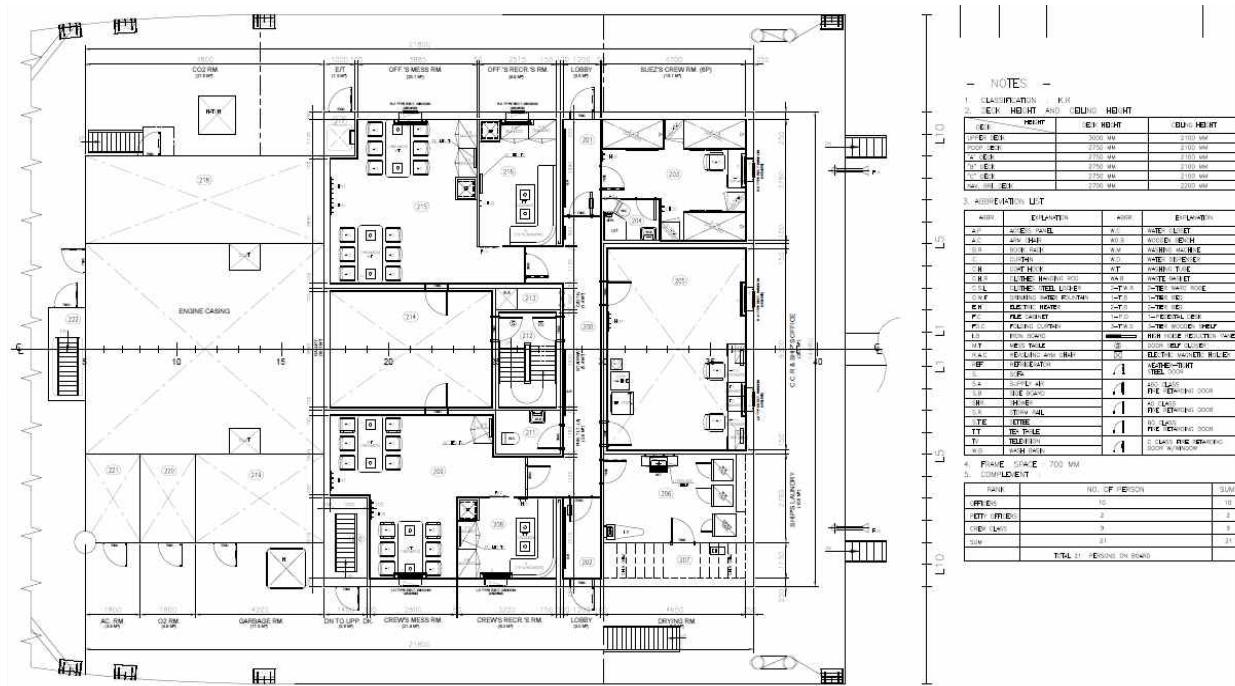
그림 13 계류배치 예시도

3) 거주구배치도 (Accommodation Arrangement)

일반배치도 상의 각 Deck별, 각 실에 대한 관련 법규 및 규정 (Rule & regulation)에 맞도록 거주구 배치도를 작성하였으며, 그 내용은 아래와 같음

- ① 선원 침실은 ”MLC 2006/TITLE 3/Regulation 3.1/Standard A 3.1 “에 따라서 배치함
- ② 침실 면적은 관련법규에 명기된 선원 및 직원의 1인당 소요면적을 만족하도록 배치함
- ③ 위생 설비는 관련 법규에 명기된 선원 6인마다 1개의 욕실과 세면기가 설치되도록 배치하였으며, 본선은 선원들의 거주성 편의를 제공하기 위하여 개인 침실에 개인 화장실을 제공함
- ④ 식당 바닥 면적은 관련 법규에 명기된 선원 정원 1인당 1제곱미터 이상이 되도록 배치하였으며, 승조원들이 1번의 배식으로 식사가 가능하도록 탁자 및 의자를 설치함
- ⑤ 식료품 저장구역은 조선설계편람에서 요구하고 있는 최소면적 이상으로 충분한 크기의 공간을 배치함
- ⑥ HVAC system은 거주구역, 공용 구역 및 제어구역에 고속형 중앙집중식 공조시스템을 설치하여 각 구역을 냉 · 난방 하도록 함

⑦ 거주구 배치도는 개략 사양서에 준하여 작성함



5) 기관실배치도(Machinery Arrangement)

- ① 기관실 내 선박 추진용 주요 장비 및 보조 장비 배치도면으로 최적의 탱크 용량 산정 및 배치, 선원의 접근성과 유지 및 보수 공간 확보를 목표로 작성
- ② 초기 선박 개발 단계에서 일반배치도 작성을 위한 기관실 구역 확정과 선형 개발을 위한 주기관 배치 검토가 주요 업무임
- ③ 기관실 데크 높이는 축계중심선, 주기관의 배치 및 중앙횡단면도를 참고하여 결정함

장비명	항목	기술 사양
주기관	모델	WÄRTSILÄ W6L32
	개수	1대
	유형	4행정기관
	SMCR	3,000 kW x 130.0 rpm (RG + CPP)
	NCR	2,700 kW x 125.5 rpm (RG + CPP)
발전기	모델	HiMSEN 8H17/28
	개수	2대
	유형	4행정기관, 트렁크피스톤, 직렬형
	출력	2 x 800 kW x 900 rpm
프로펠러	1대	Controllable Pitch Propeller (CPP)

표 5 기관실 주요 장비 기술사양

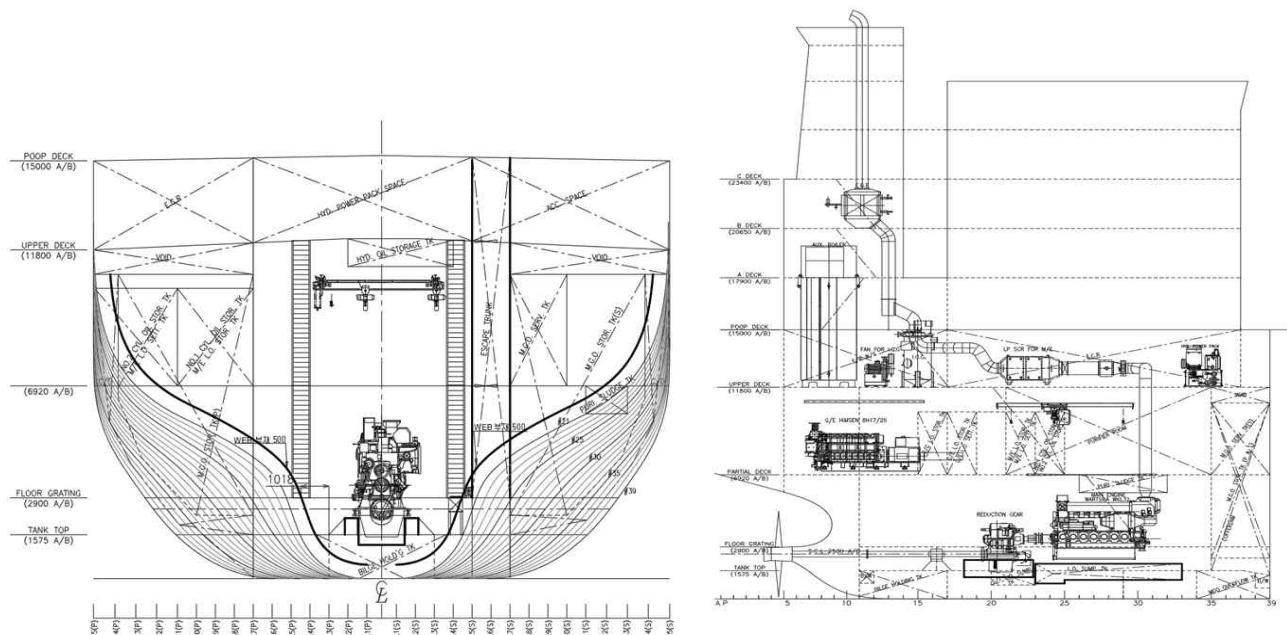


그림 15 기관실 배치도

6) 전력조사표(Electric Load Analysis)

Electric Load Analysis는 선박에서 전력이 필요한 모든 선내 장비들의 부하를 집계하고, 선박의 운항 모드에 따라 장비의 적절한 운전대수 및 부하율을 적용하여 전체 합계전력 용량을 산출하여 적합한 선박의 발전기 용량을 결정하기 위하여 작성함

Ship's Condition		Generator In Service
At Sea	Normal Sea-going	1 - D/G
Maneuvering	Used Bow thruster	2 - D/G
	Not Used Bow thruster	1 - D/G
Cargo Handling		2 - D/G
Rest In Port		1 - D/G

표 6 발전기 운전 상태

7) Low-flashed point Fuel Supply System, LFSS room arrangement & Heat & Mass Balance

① 추진개요

본 선박은 선박 온실가스 배출 규제가 강화되면서 탄소 함량이 낮은 메탄올 저인화점 연료를 엔진에 공급하기 위한 최적의 연료 공급 시스템을 설계하기 위하여 이에 따른 주요 장비의 용량, 파이프 및 밸브의 사양 등을 결정하여 최적의 연료 계통도를 작성하며, 최적의 연료 공급 시스템의 주요 장비의 설치를 위한 공간 확보 및 선원의 접근성 및 유지, 보수 공간을 고려하여 최적의 연료 준비실을 설계함. 또한 HYSYS Program을 이용하여 주요 장비의 용량이 system에 만족하는 결과치를 도출하는지를 검증하는 것을 목표로 함. 아래의 작업을 수행하여 최적의 연료계통도를 작성함

- Methanol service tank 용량 및 사양 검토
- LFSS 주요 장비 용량 및 사양 결정
- LFSS process flow diagram 작성
- LFSS room arrangement
- Heat & Mass Balance 해석에 따른 LFSS 장비별 용량 검토

② 추진 내용

i) Methanol service tank 용량 및 사양 검토

종류	사양
Capacity (m³)	37
Material & coating	Steel with inorganic zinc
Design pressure (bar)	0.45
P/V valve setting (pressure/vacuum)	0.2 barG / 0.035 barG

표 7 Methanol fuel service tank 주요제원

- Main engine이 24시간 작동할 때 필요한 연료를 저장하는 용량으로 정하며 upper deck상 cargo manifold 우현 후방에 배치함
- ii) LFSS 주요 장비 용량 및 사양 결정
 - 메인엔진에만 메탄올 연료를 사용하는 기준으로 설계되었으며, 상갑판 상에 있는 연료준비실에 설치되는 LFSS 주요 장비 사양은 아래 표 8과 같음

Equipment	Type	Capacity	Q' ty (sets)
Methanol Fuel transfer pump	Submerged, Hyd-motor	Abt. 15 m3/hr x 26 mTH	2
LP methanol fuel supply pump	Centrifugal , El-motor (VFD control)	Abt. 1.63 m3/hr x 20 mTH	1
HP methanol fuel supply pump	Centrifugal , El-motor (VFD control)	Abt. 1.63 m3/hr x 188 mTH	1
Heat Exchanger	Shell & plate or equivalent	Maker's recommendation	1
Duplex filter	Metal mesh	10 μ	1
Flow meter	Coriolis	-	1

표 8 LFSS 주요 장비 사양

iii) LFSS process flow diagram 작성

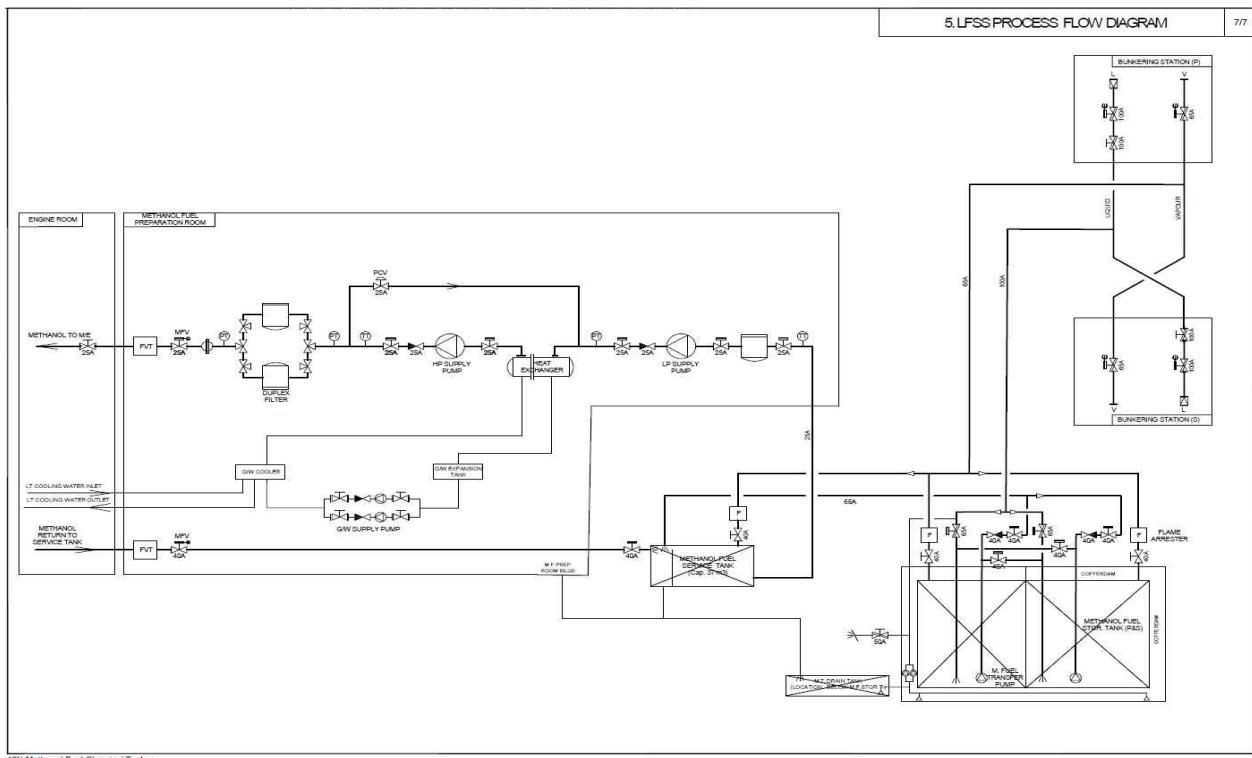


그림 16 LFSS process flow diagram

iv) LFSS room arrangement

General Arrangement 기준으로 fuel preparation room은 upper deck 상부 cargo manifold 후방(Port side)에 위치하고 있으며 아래 구성으로 배치 설계됨

- Methanol LFSS supply system skid
- G/W supply system skid
- Heat exchanger skid
- Filter
- FVT (Fuel Valve Train) skid

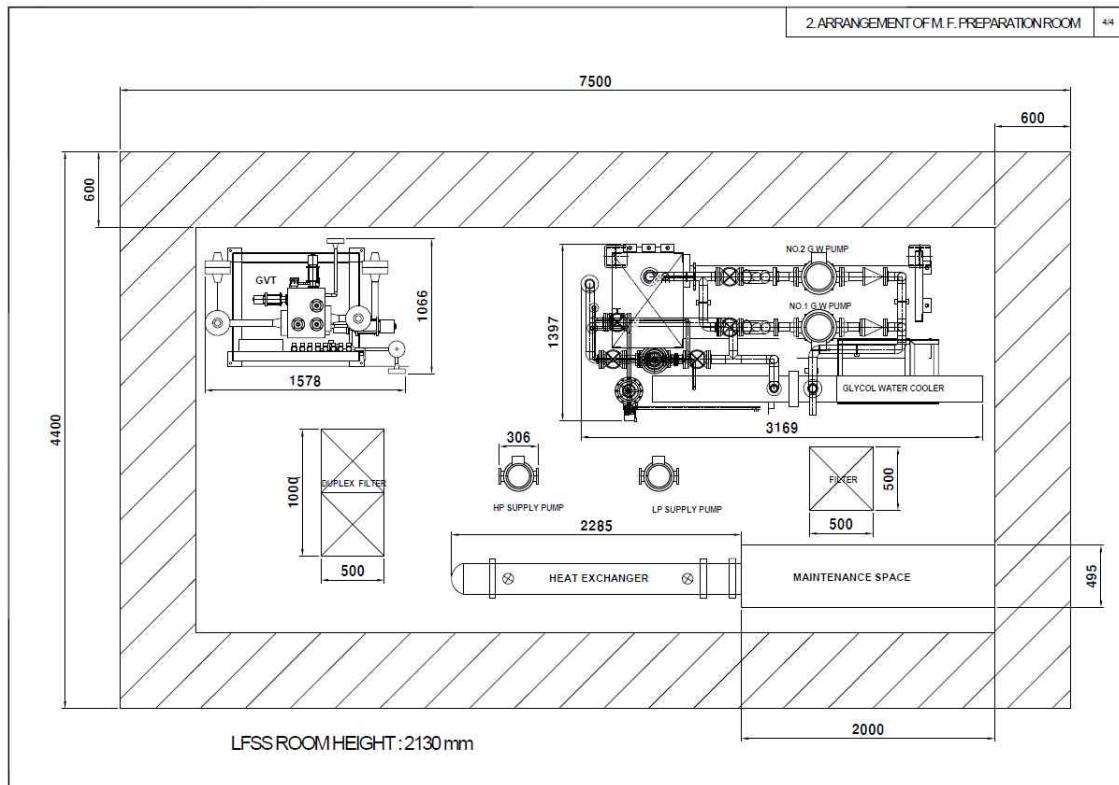


그림 17 Arrangement of Methanol Fuel Preparation room

v) Heat & Mass Balance 해석에 따른 LFSS 장비 용량 검토

HYSYS Program으로 서비스탱크에서 메인엔진까지 공급한 메탄올 연료의 용량이 시스템에 만족하는지 확인하고, 기존 수계산 계산치와 부합하는지를 검증하기 위함.

LFSS에 포함된 주요 장비의 용량 검정을 위해 methanol fuel supply 시나리오에 대해서 해석 실시 (HYSYS)

장비명	해석							열량 및 유량 (설계 적용)					
	온도(deg C)		압력(bar.g)		열량 및 유량								
	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	kW	kg/h	m3/h						
LP Pump	64.00	64.04	1	2.5	-	1272	1.625	-	1272	1.78			
Heat Exchanger	64.04	25.00	2.5	2.3	49.42	1272	-	51.40	1272	-			
HP Pump for M/E	25.00	25.25	2.3	17.3	-	1272	1.618	-	1272	1.68			
Glycol Water Pump (E.Glycol Water)	31.00	31.02	0	3	-	37940	35.32	-	37940	36.73			
Glycol Water Cooler (E.Glycol Water)	31.02	28.00	3	2.9	102.5	37940	-	106.6	37940	-			

표 9 Heat & Mass Balance해석에 따른 장비용량 검토 결과

장비	수계산	HYSYS 해석	Ratio
LP Methanol supply pump	1.63 m3/hr	1.625 m3/hr	99.7 %
HP Methanol supply pump	1.63 m3/hr	1.618 m3/hr	99.3 %

표 10 Excel sheet 계산 vs HYSYS 결과 비교

7) Heat Balance Calculation

해수냉각시스템은 열원인 주 엔진, 보조 엔진, 보조 기기류를 냉각시키기 위하여 SEA CHEST로부터 해수를 흡입하여 순환시키는 시스템으로 기기를 냉각시킨 후 해수는 선측 연결부를 통해서 배출됨. 일반적으로 해수냉각시스템은 주 해수냉각시스템, 보조 해수 냉각시스템 및 해수서비스시스템으로 나누어지며 선박의 운항 조건에 따른 기기들의 냉각수 요구량을 계산한 Heat Balance에 따라 냉각펌프 및 냉각기 용량을 결정함

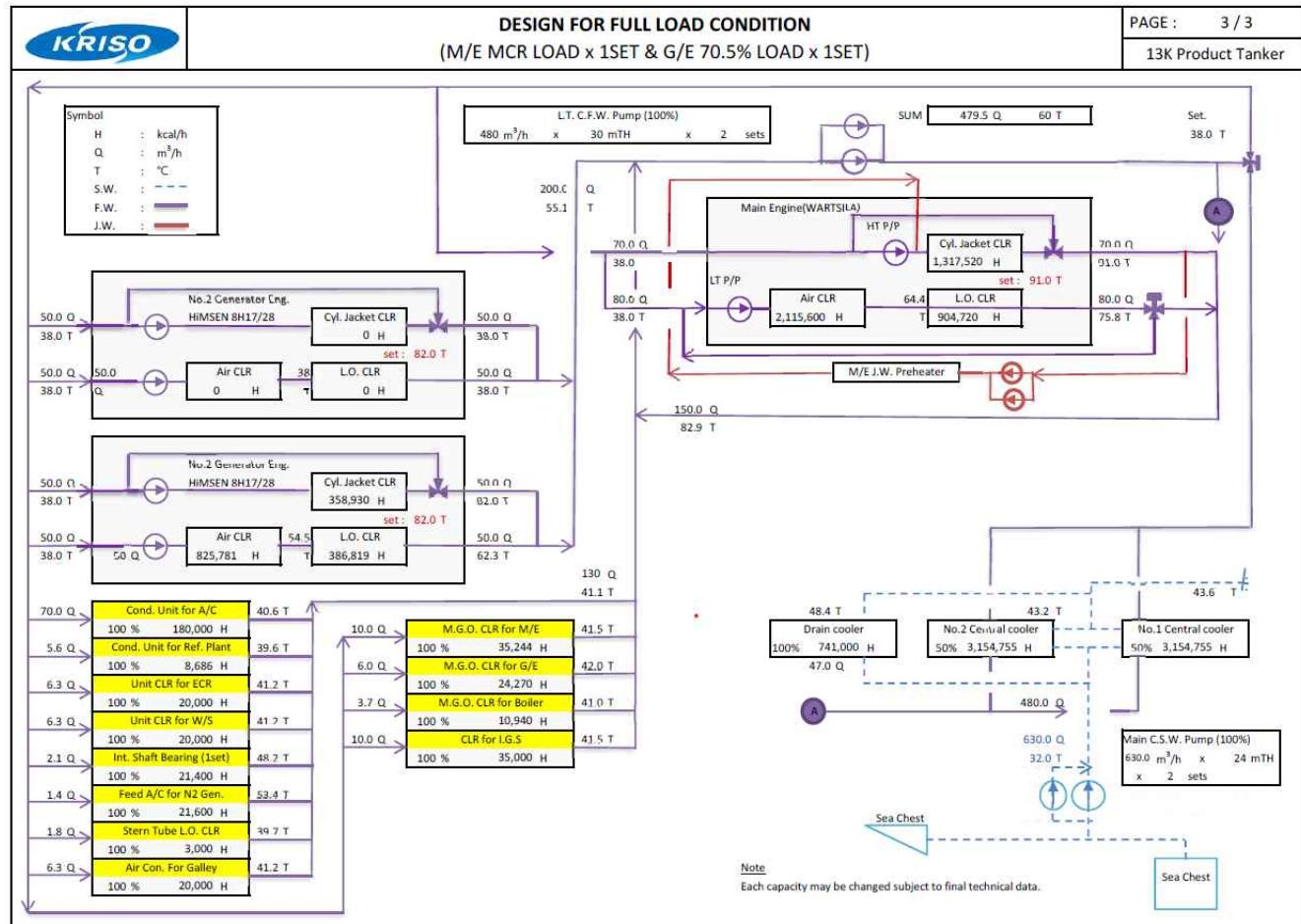


그림 18 Heat Balance Calculation

4. 직육면체형 독립형 탱크 설계

(1) 수행 목적

메탄올 연료탱크를 상갑판상에 독립형 탱크로 설치할 경우 간이화된 계산 쉬트를 제공하여 부재 치수 계산을 용이하게 하기 위함

(2) 과제 개요

- 국제 선급협회의 규정(CSR(2018))의 외압을 받는 판 부재 설계식과 보강재의 강도 계산 이론을 인용하고 개량하여 새로운 보강재 설계식을 정립함. 선급규정의 부식 여유와 설계하중 계산, 재료의 선택, 안전율 등을 고려한 탱크의 치수 계산용 엑셀 시트를 개발함
- 개발한 엑셀시트 활용 시, 독립형 탱크의 구조 경량화와 보다 정확한 강도 평가가 가능함
- 치수 계산용 엑셀시트를 이용하여 메탄올 연료탱크와 엔진사이에 메탄올을 준비하여 공급하는 독립형 서비스 탱크를 설계함
- 메탄올은 일반적인 대기압과 상온에서도 액체 상태를 유지하기 때문에 고압력 또는 극저온 압력 용기가 아닌 부피 측면에서 유리한 직사각형 형태의 독립형 탱크로 설계가 가능함. 설치 공간상의 제약을 극복할 수 있도록 탱크의 사이즈를 조절하여 설계할 수 있으며 선체 내 화물창에 탱크를 설치하는 것 뿐만 아니라 데크 위에도 설치가 가능함
- 개발한 엑셀시트는 version 0.1로 수정 예정에 있음. 향후 중소형 조선소의 다양한 Potable 탱크에 적용하여 검토 후 경량화를 추구할 예정임.

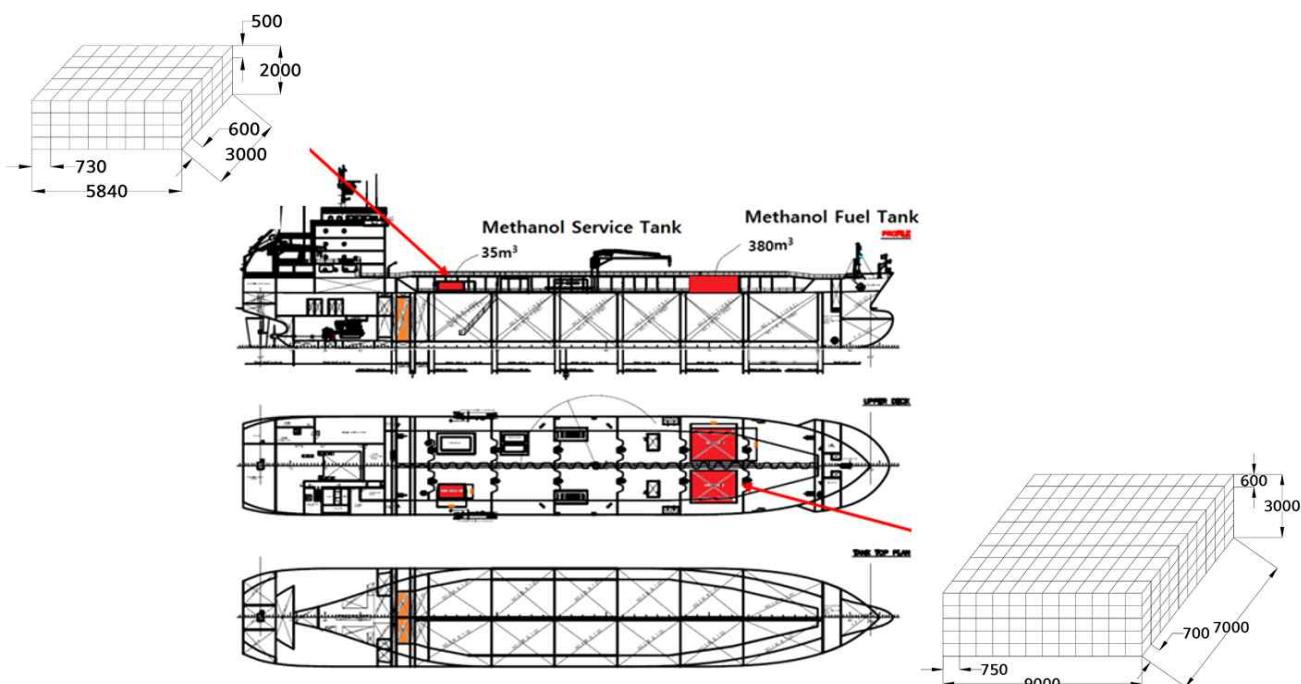


그림 19 일반배치도상의 독립형 메탄올 서비스 탱크 및 연료 탱크 배치

○ 기술개발 결과 요약

항목	요구조건	결과
중소형 조선소 건조 적합 제원 산정 (3사 이상 적합 제원 비교)		
- 소형조선소 건조적합성 검토	검토 결과서	○
- 중형조선소 Aframax Tanker 병렬 건조 검토	선폭 21.0m 이하	선폭 21.0
화물 적재용량		
- DWT	$\geq 13,000 \text{ ton}$	13,045
연료탱크 용량 및 배치		
- EEDI Phase III 만족 Cruising Range 별 연료탱크 용량 비교	검토 결과서	○
- 연료탱크 용량별 탱크 배치 및 적합성 비교	검토 결과서	○
소요마력 절감		
- 추진효율 향상을 위한 선형개발 (비교선 대비)	반류개선	○
- 비교 실적선 대비 소요마력 절감	2 % 절감	13 % 절감
친환경 연료 추진 시스템		
- 연료 및 엔진조합 등 비교분석	검토 결과서	○
- LFSS 건전성 평가	검토 결과서	○
기본설계 선급 기본승인 (AIP)인증		
- 기본설계 도면 및 LFSS PFD 도면 인증	선급 AIP 획득	○

Summary

○ 과제목표 및 결과

주요 목표	<ul style="list-style-type: none"> 중소 조선소 건조 적합형 13K급 메탄올 연료 추진 화학제품운반선 개발 <ul style="list-style-type: none"> DWT 13,000톤급으로 중형조선소 도크 내 아프라막스 탱커와 병렬 건조 가능한 선폭의 선박 저인화점 연료공급시스템 설계 및 소요마력 절감을 위한 에너지 저감장치 적용 친환경 연료추진 시스템 선박 설계로 선급 AIP 획득 			
상세 목표 및 결과	항목	지표	결과	달성
	<ul style="list-style-type: none"> 중소 조선호 건조 적합형 제원 산정 (3사 이상 적합) <ul style="list-style-type: none"> 소형조선소 건조적합성 중형조선소 Aframax tanker와 병렬건조 	선폭 21 m 이하	21.0 m	○
	<ul style="list-style-type: none"> 화물적재용량 (톤) 	DWT \geq 13,000	13,045	○
	<ul style="list-style-type: none"> 소요마력 절감 <ul style="list-style-type: none"> 비교실적선 대비 소요마력 절감 	2 %	13 %	○
	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료추진 시스템 <ul style="list-style-type: none"> 연료 및 엔진 조합 등 비교분석 LFSS 건전성 평가 	검토 결과서	비교 결과서 건전성 확인	○
	<ul style="list-style-type: none"> 선급 AIP <ul style="list-style-type: none"> 기본설계 도면 및 LFSS PFD 도면 인증 	AIP 가부	AIP 획득	○

○ 사업화 및 기술확산 계획

수주영업 활용계획	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 사업화 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 13K급 탱커 영업자료 활용 – (벙커유, LNG, 메탄올) - 연료 선택 확대로 수주 영업 동시 대응 가능 - Aframax 탱커 병렬 건조에 의한 도크 생산성 향상 - 과제 개발 후 1척/년 수주 기대 ◇ 사업화의 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 연료 옵션 다양화로 소형 화학제품운반선 수주 경쟁력 강화 - 수주 시 300억원/년 매출 기대 (1척/년, 2,500만 USD/척 기준)
기술확산 가능분야	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 저인화점 연료공급시스템의 타 선종 확대 적용 ◇ 반류개선장치 및 러더밸브 장착 기술의 타 선박 적용