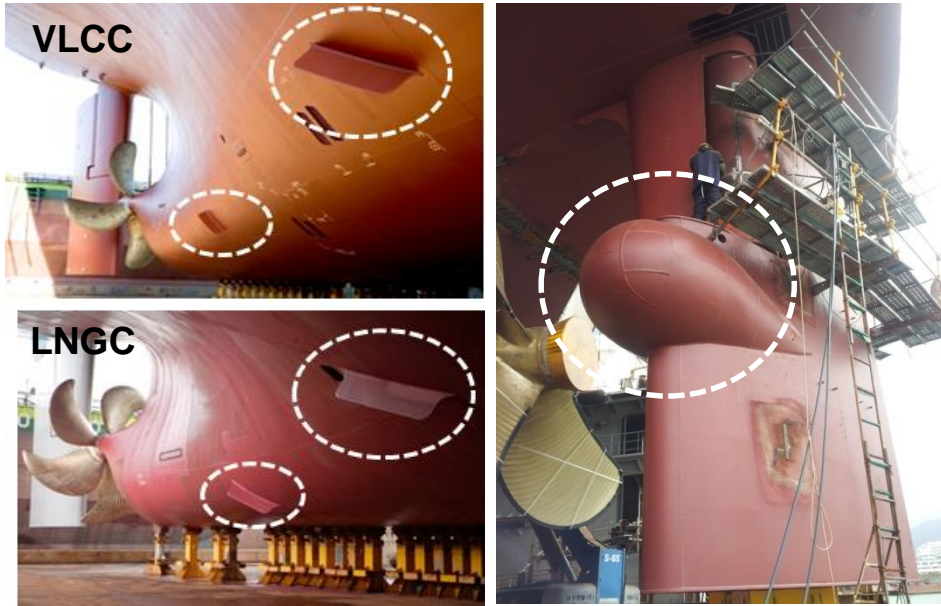


저속 비대 선형 선박 에너지 절감 Solution

ESF (Energy Saving Fins)

ESF (Energy Saving Fin) 원리 및 연비 개선 효과



ESF는 선박 선미에 유선 제어용 Fin을 설치하여 선미 압력을 회복시키고 저항을 감소시킴으로써, **선박 추진 효율, 연비 향상과 Propeller 발생 진동 30~80% 감소** 시키는 친환경 장비

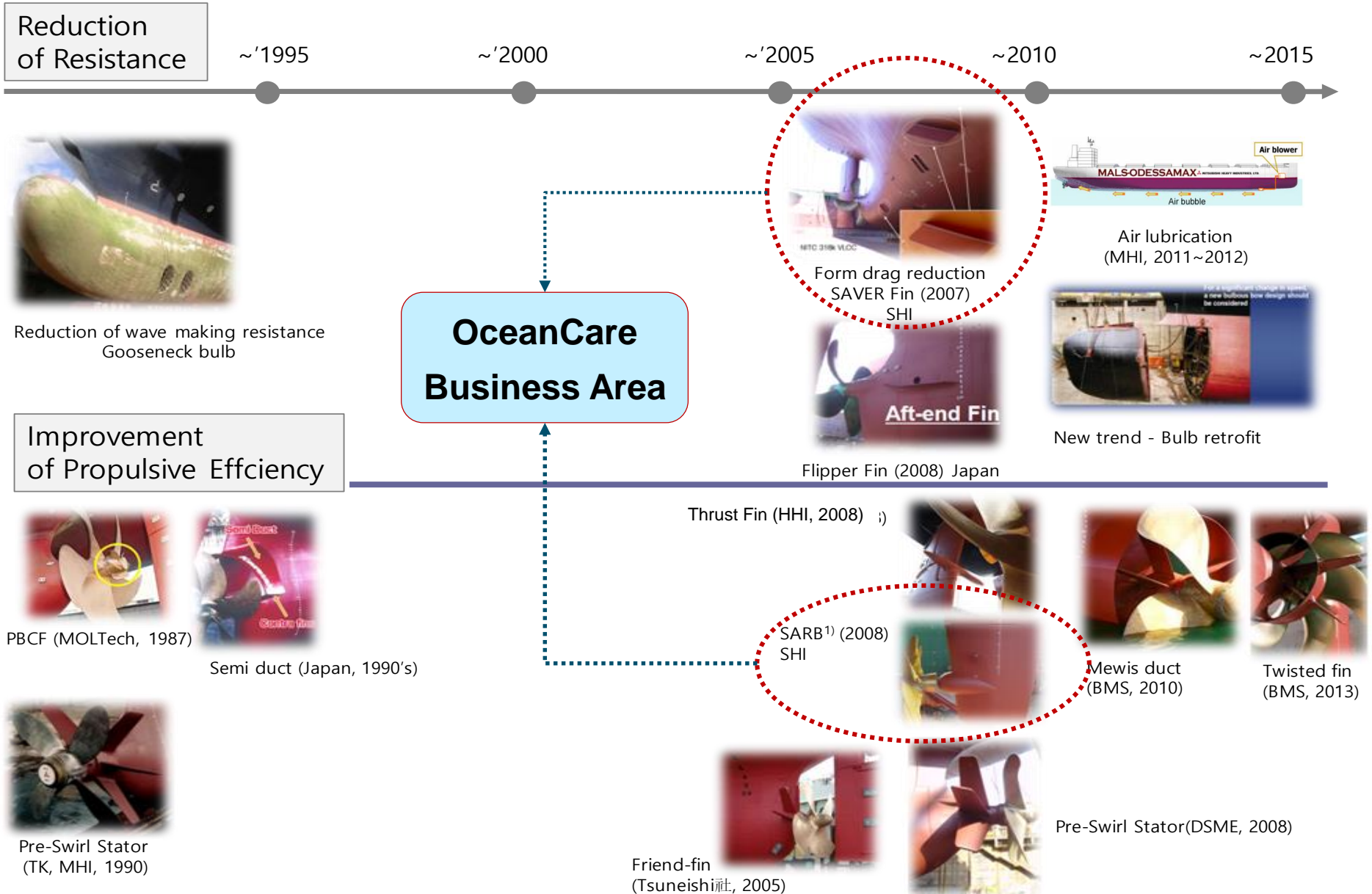
Expected Power Saving (연비 개선)

Vessel	Item	Saving Rate
180K Bulk Carrier	Energy Saving Fin	3~4%
	Rudder Bulb	1~2%
320K COT	Energy Saving Fin	3~4%
	Rudder Bulb	1~2%

Expected Payback Time

Daily FOC (450 USD 기준)	Payback Time
30ton/DFOC	abt. 0.9 year
70ton/DFOC	abt. 0.4 year
110ton/DFOC	abt. 0.2 year

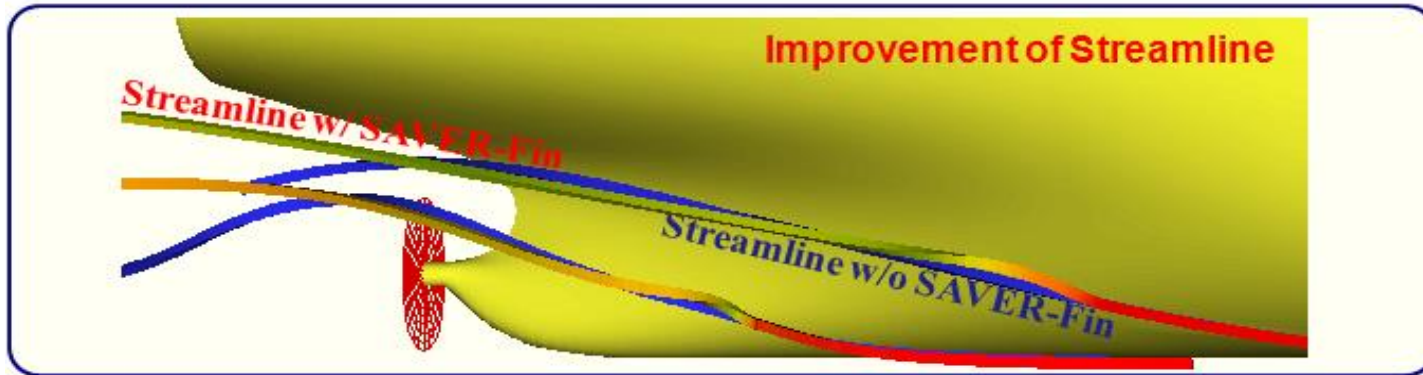
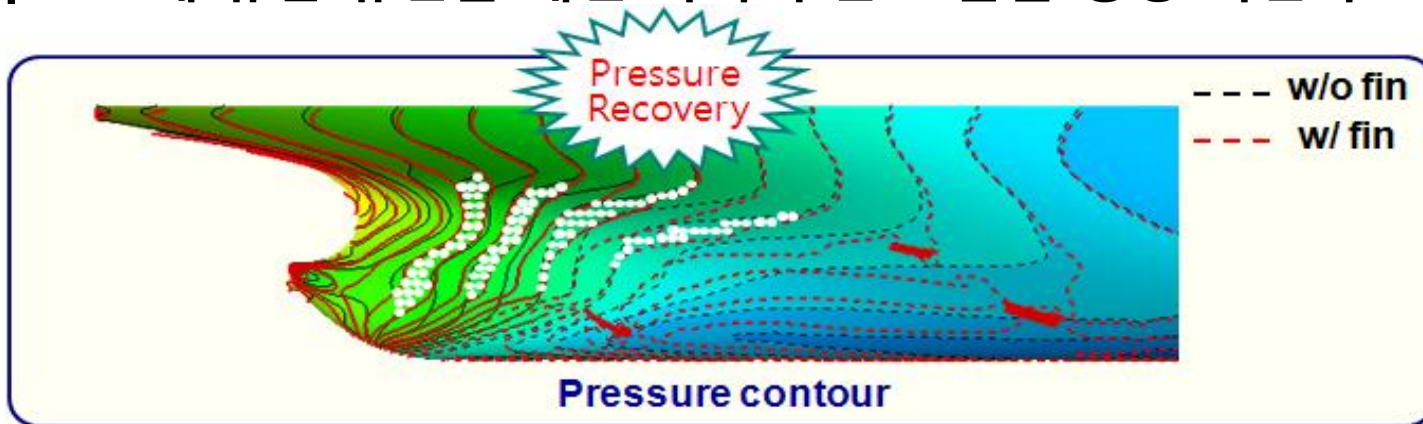
Energy Saving Device & Our Energy Saving Fin



ESF (Energy Saving Fin) 원리 및 연비 개선 효과

What is ES-Fins?

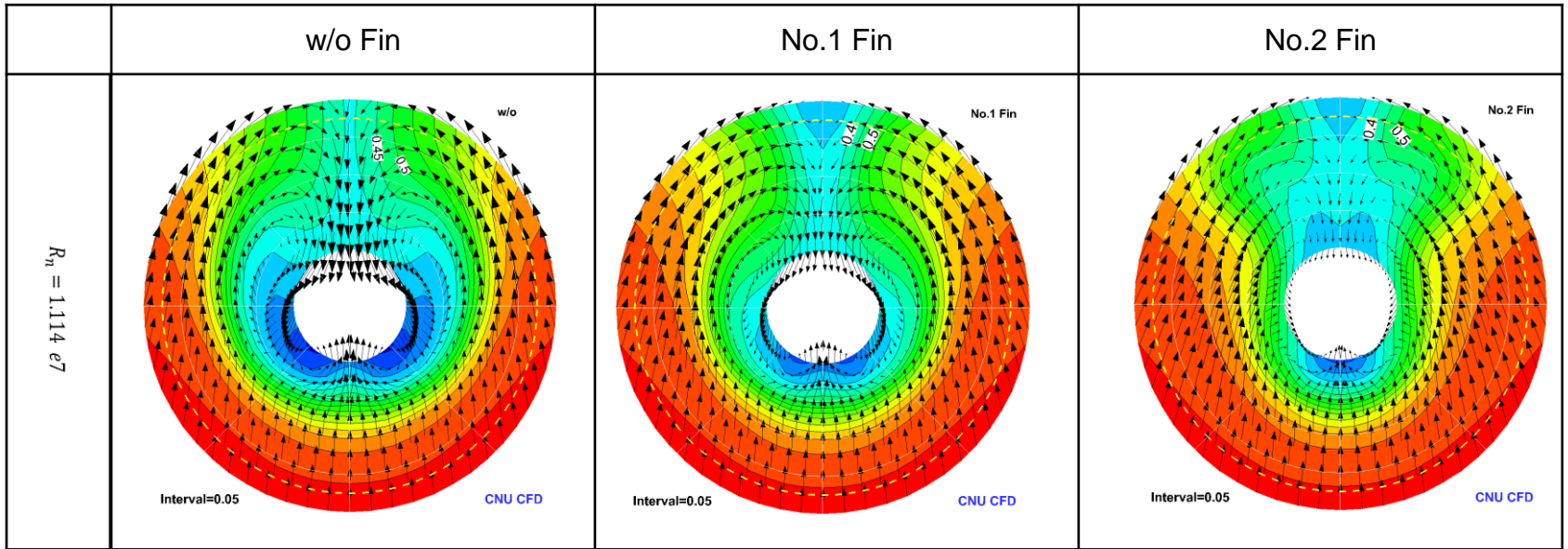
- ◆ 선폭이 큰 비대 선형 선박의 경우 형상 저항이 큼. 이러한 저항 증가에 대해 유선을 제어 함으로써 압력을 형성하여 저항을 감소 시킨다.
- ◆ Propeller에 유입 유선을 개선 시켜 추진 효율을 향상 시킨다.



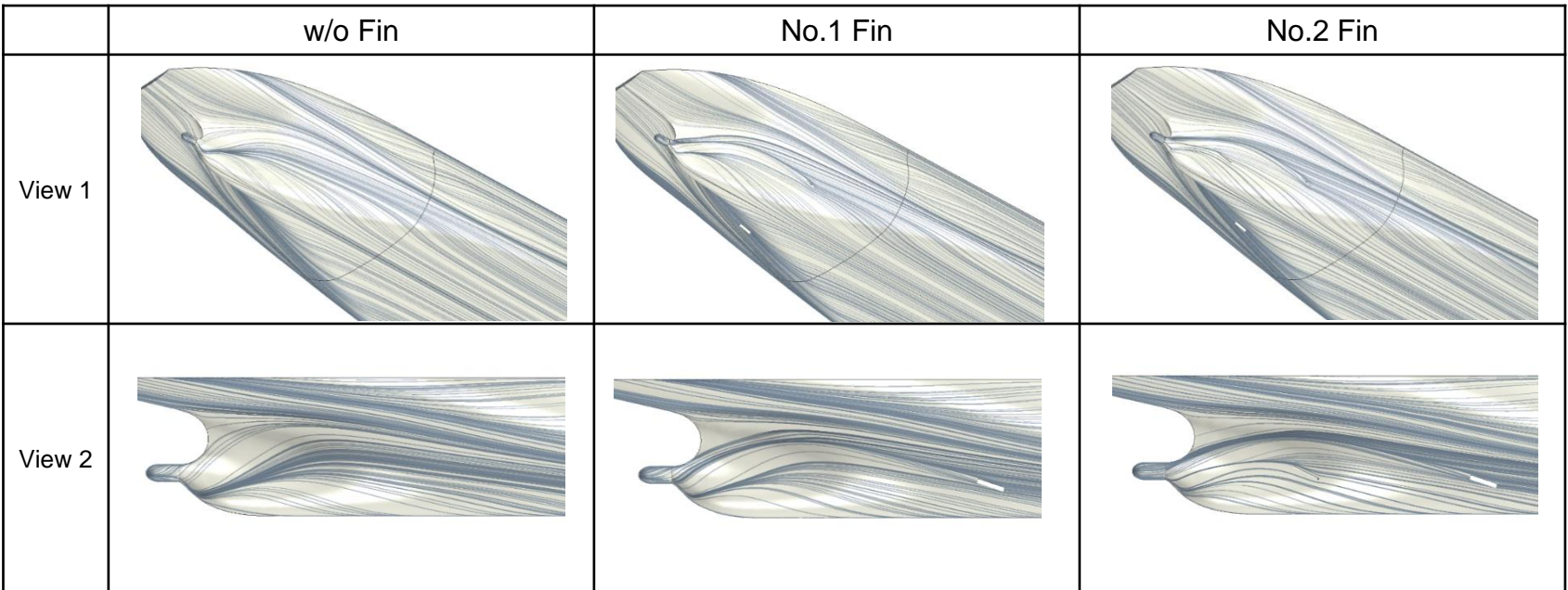
→ 유선(streamline) 제어 / 선미 압력 회복 → 저항 감소 → 추진효율향상

ESF (Energy Saving Fin) 원리 및 연비 개선 효과

반류 (Wake)
비교 분석



유선 제어
시뮬레이션



Is this technology reliable?

각 연구기관 및 학회에서 인정한 기술임

Quote from KOSHIPA

(Korea Offshore & Shipbuilding Association)

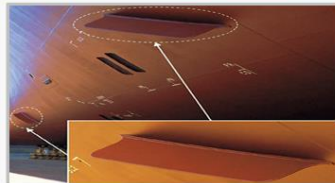
Eco-Friendly ship

Technology for Eco-friendly ship

- Post treatment Technology
- Engine Technology
- Hull Form & Propulsion Technology
- Fuel Technology
- Electric Propulsion Technology
- Material Technology

Saver Fin

- To control water flow and vibration around hull
- Reduction of 2~3% ship fuel,
- Reduction hull vibration max 70%



Research of green technologies is being continued

Quote from GCRC SOP

(Global Core Research Center for Ships and Offshore Plants)

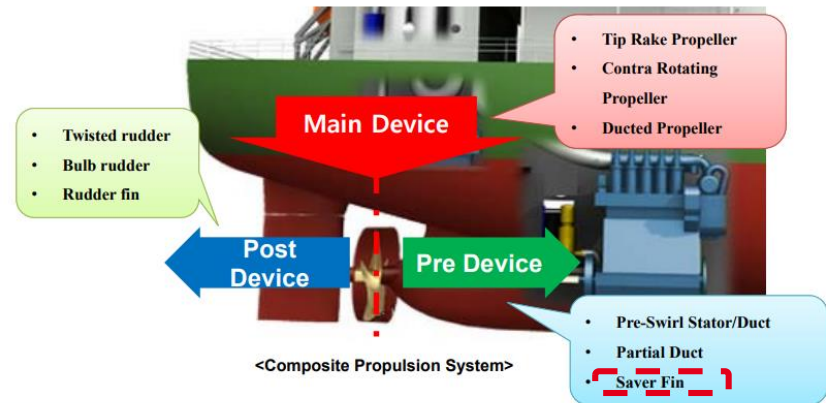
Research Background



➤ Necessity

✓ Hybrid Propulsion System

- Pre Device : Pre-Swirl Stator/Duct, Partial Duct, Saver Fin
- Main Device : CRP(Contra Rotating Propeller), Tip Rake Propeller, Ducted Propeller
- Post Device : Twisted Rudder (Wavy Type), Bulb Rudder, Rudder Fin

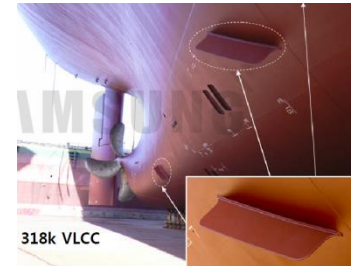


#1-2: Technology for new concept energy-saving propulsion system

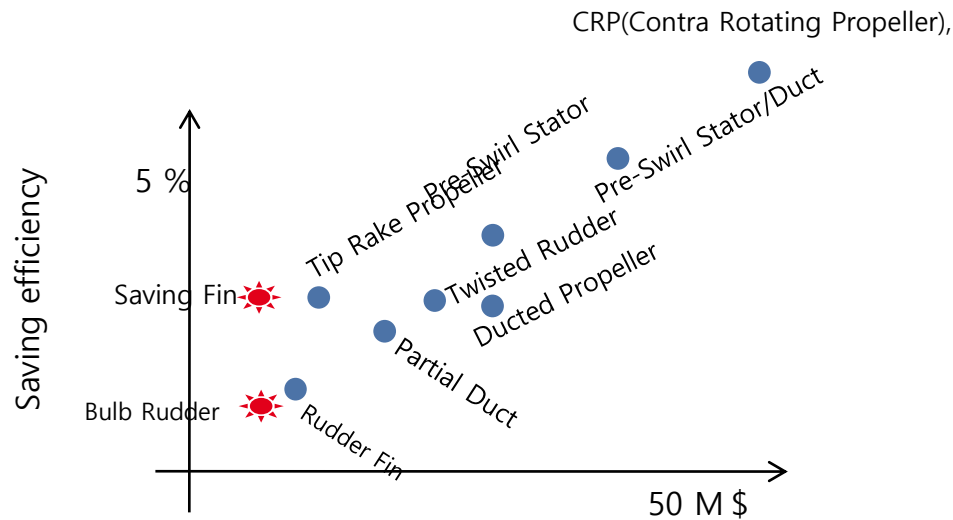
Why do need ESF (Energy Saving Fin) ?

설치가 용이하다

다른 ESD(Energy Saving Device)의 과다 작업 공기가 요구되나,
"ESF" 는 입거 중 5~7 일 내 작업이 가능하다.



가격대비 효과 우수



Hull vibration 감소

Propeller로 부터 발생하는 Hull 진동에
대해 감소 효과 최소 30 ~ 80% 까지 감소 가능

내구성

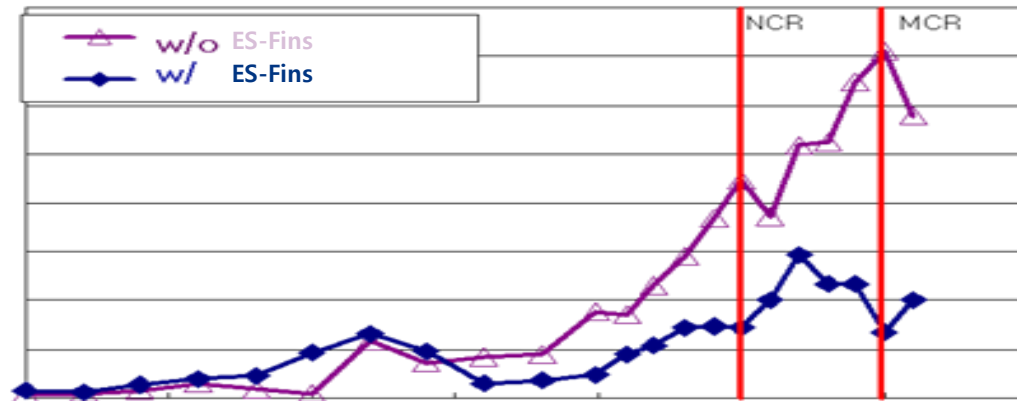
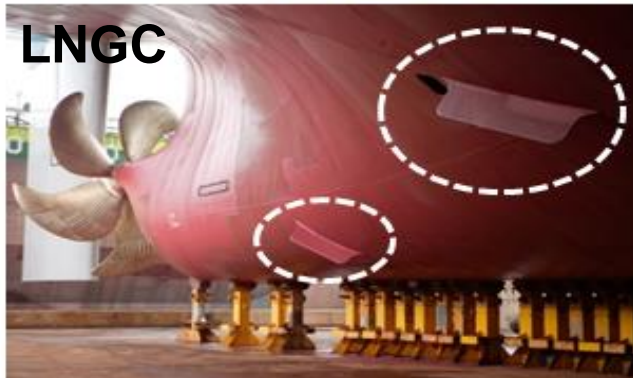
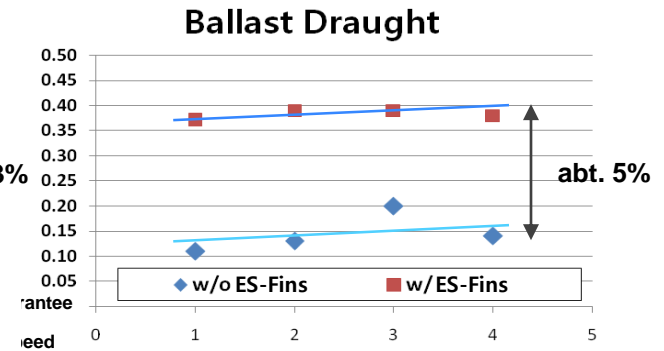
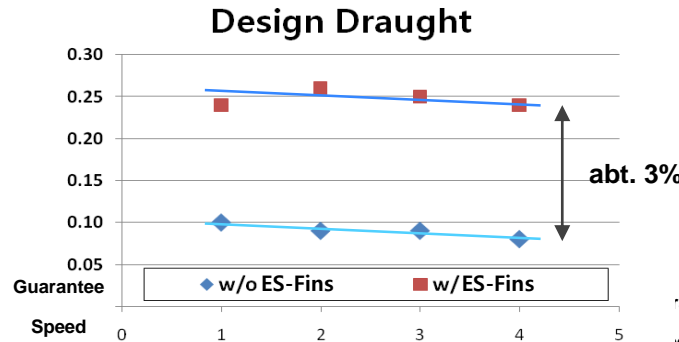
설치 후 영구적으로 정비가 필요 없다.

Reference List (Energy Saving Fin)

	KIND	CAPACITY	OWNER	척수
NEW BUILDING	LNG	155 K	GASLOG	1
		160 K	GOAIR, THENAMARIS, CHEVRON	17
		165 K	APM	14
		170 K	BG, GOAIR	7
		174 K	GASLOG	4
	CNTR	4250 TEU	DANAOS	14
		4300 TEU	HANJIN SHIPPING	7
		13100 TEU	UASC	5
		8000 TEU	CSAV	7
		4500 TEU	SEASPAN	5
		4600 TEU	HANJIN SHIPPING	3
	COT	158 K	CERES	4
		158 K	EURONAV	5
		158 K	CARDIFF	4
		158 K	NAT	1
		158 K	STENA	4
		158 K	DIAMOND	2
		158 K	NS LEMOS	3
		158 K	CHEVRON	2
		317 K	NITC	3
105 K		AET	4	
105 K		CHEVRON	1	
154 K		BG	4	
150 K		SK SHIPPING	2	
150 K		H-LINE	3	
OPERATING	VLCC	300 K	SK SHIPPING	13
	VLOC	300 K	POLRAIS SHIPPING	4
	COT	150 K	HANJIN SHIPPING	2
	MR	35 K	DESUN SHIPYARD	1
	Tanker	35 K	CS SHIPPING	1

Performance Verification (시운전 검증 보고서)

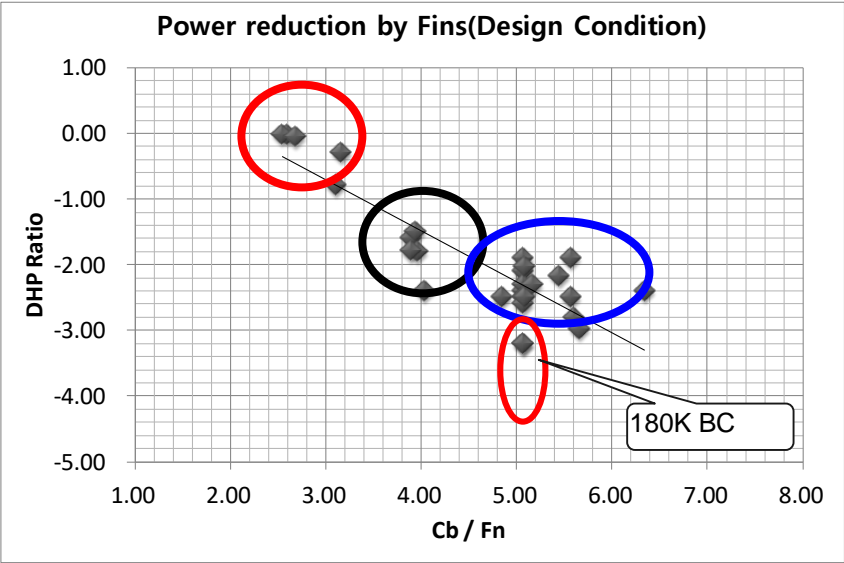
- ◆ Power Reduction for Tanker : 3~5%
- ◆ Reduction of pressure fluctuation force for TK/BC : abt. 30%



→ 선체 외판에 Plate 설치 → 입거중 단기/간편 설치 → 비용 최소화

Performance Verification (시운전 검증 보고서, 180K BC)

□ 180K Bulk Carrier : 3.2 % Saving



■ Main dimensions

Item	Bulk Carrier
Capacity	180K
LBP	292/283.5
Breadth	45.0
Depth	24.7
Draft	16.5/18.2

■ Expected of Power Saving

Item	Saving Rate
Energy Fins	3~4%
Rudder Bulb	1~2%

Performance Verification (시운전 검증 보고서, VLCC)

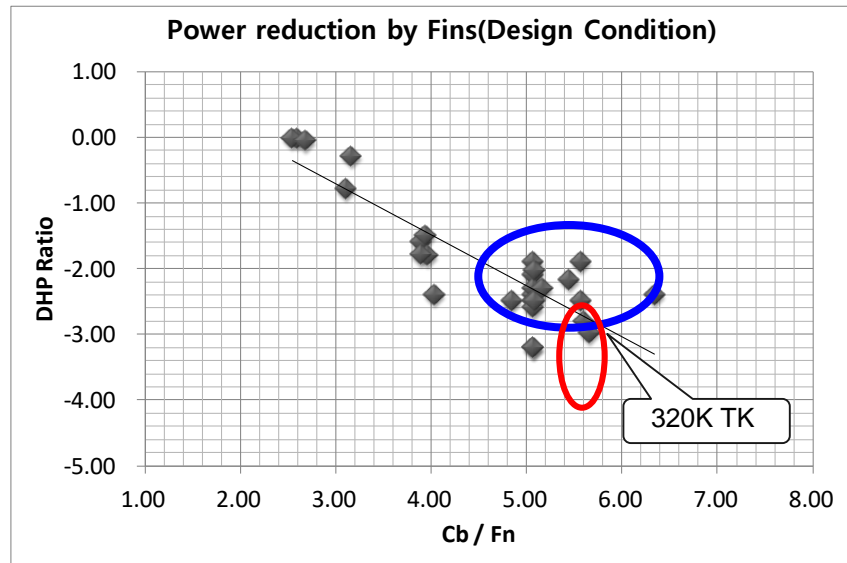
□ 320K COT(NITC, 'Marbat') : 3 % Saving

※ Delivered in 2008



■ Main dimensions

Item	Dimension
Capacity	320K
LBP/LOA	319/330
Breadth	60.0
Depth	30.5
Draft	21/22.5



■ Expected of Power Saving

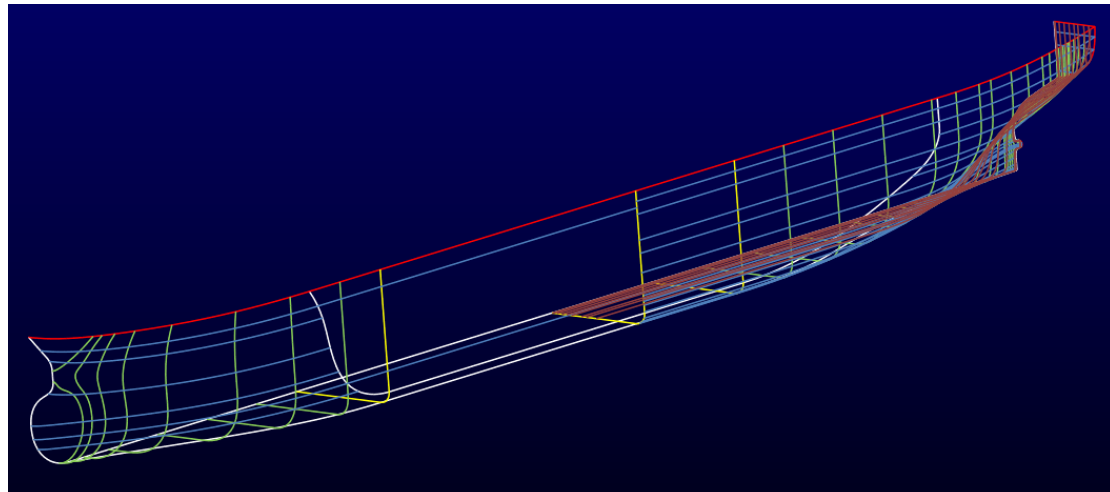
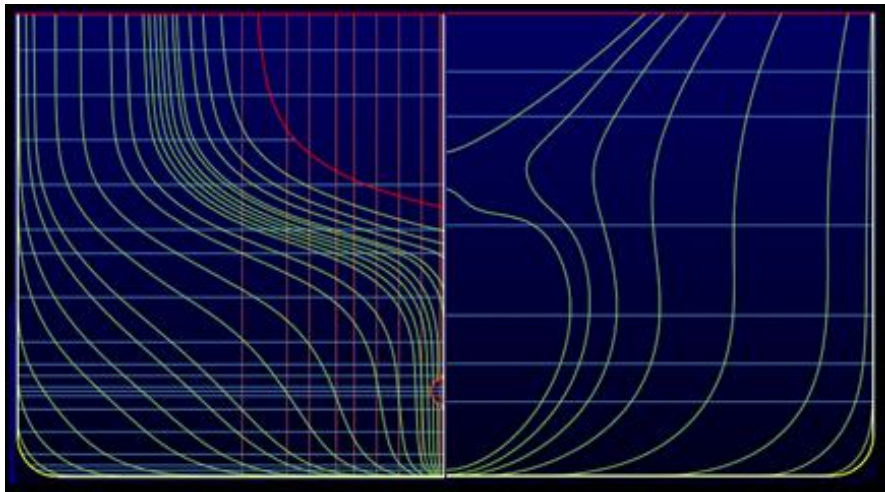
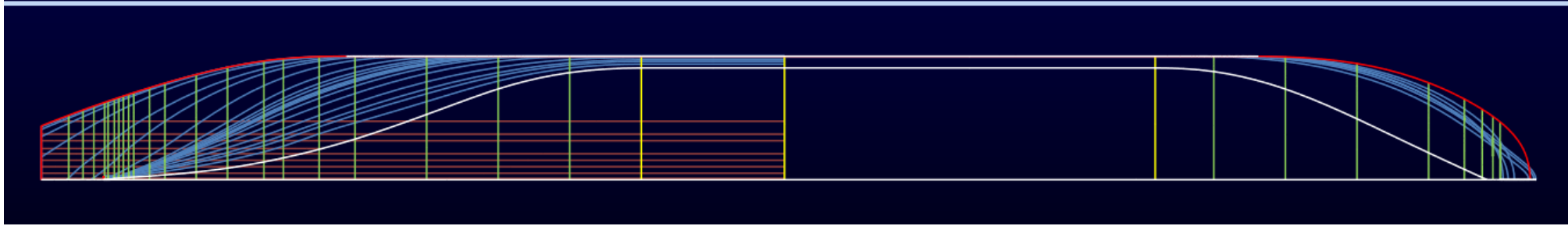
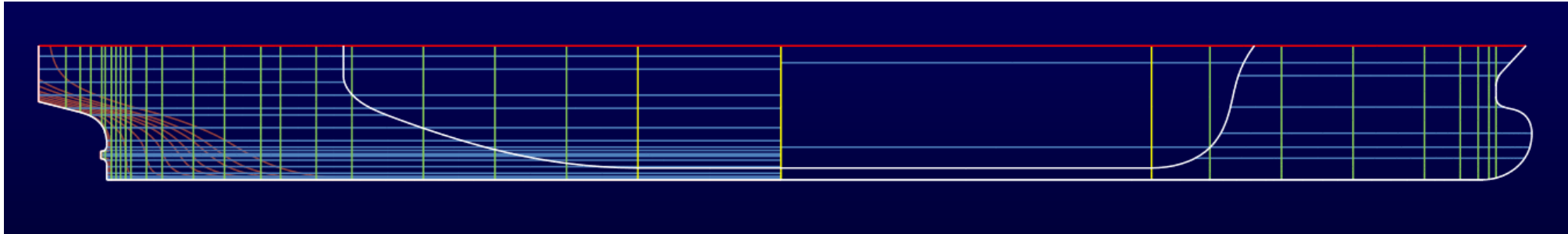
Item	Saving Rate
Energy Fins	3~4%
Rudder Bulb	1~2%

■ 주요 제원



Item	Unit	대상선
Ship builder		IMABARI SHIPBUILDING
Ship name		Oriental Enterprise
Hull No.		1396
DWT	MT	88,125
LBP/B/Td	M	220 / 38 / 13.819
Cb at Td	-	0.7977
LCB at Td	%	
MCR / RPM	kW / -	12,240 / 105.0
NCR / RPM	kW / -	10,405 / 99.5
Service speed	Knot	14.7
Prop. D/ No. Blade	M / EA	6.960 / 4B

Ship lines 복원



ESF 최적화 설계 (진행중)

■ Position & Size 검토

2-1. 1st Fin - Size : 3,000 x 500,600,700mm

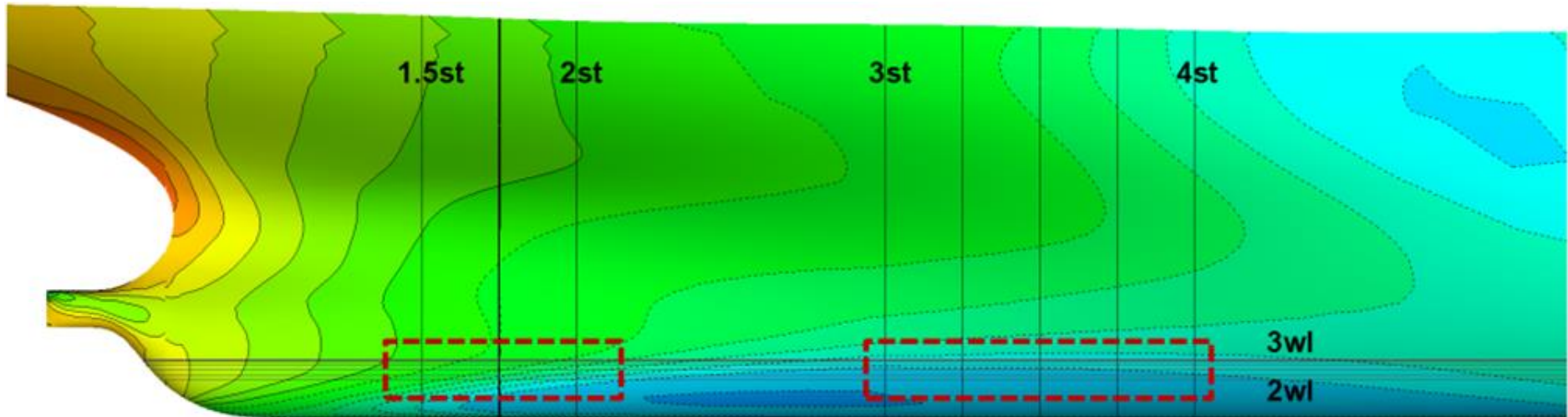
- Position

- Longitudinal Dir. 5Points : 3.0, 3.25, 3.50,3.75,4.00station
- Depth Dir. 5Points : 2.0, 2.25, 2.5,2.75,3.0 waterline

2-2. 2 nd Fin - Size : 3,000 x 400mm

- Position

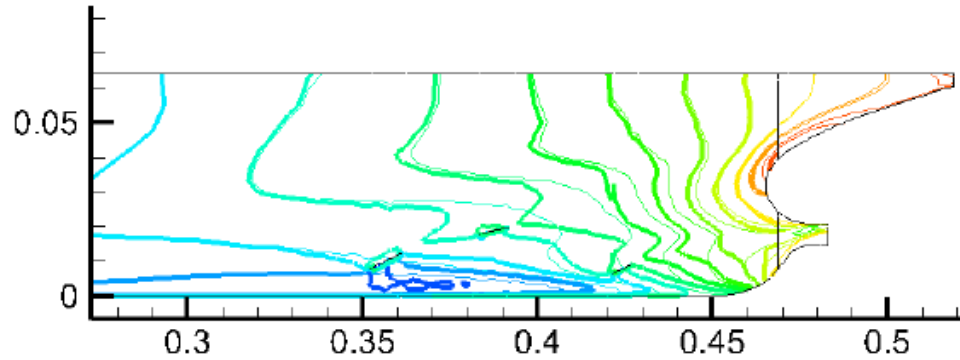
- Longitudinal Dir. 3Points : 1.50, 1.75, 2.0station
- Depth Dir. 5Points : 2.0, 2.25, 2.5,2.75,3.0 waterline



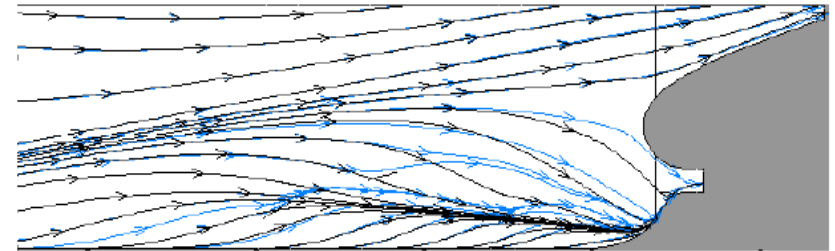
성능 분석 및 최적화

■ 압력 분포 전, 후 분석

압력 비교 (bold : w/ESD, thin : w/o ESD)

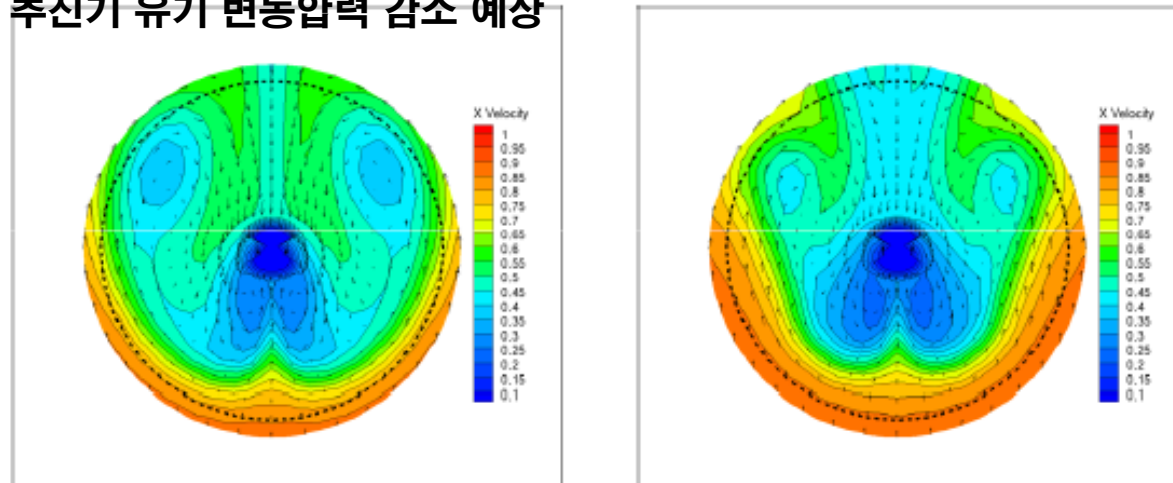


유선 비교 (blue : w/ESD, black : w/o ESD)



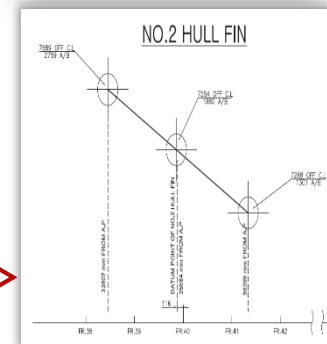
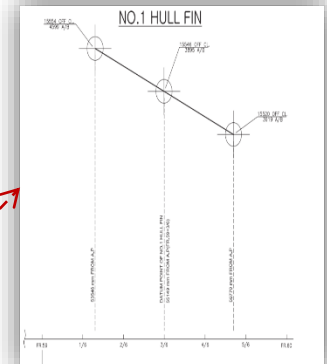
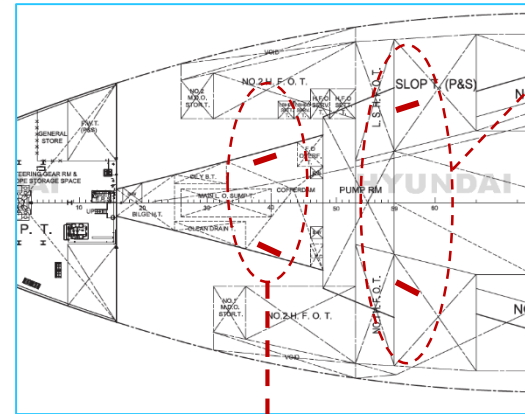
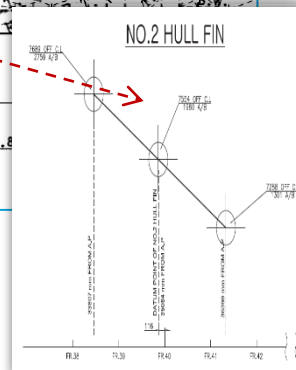
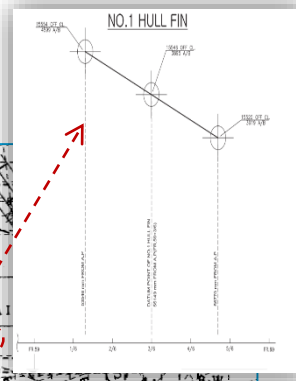
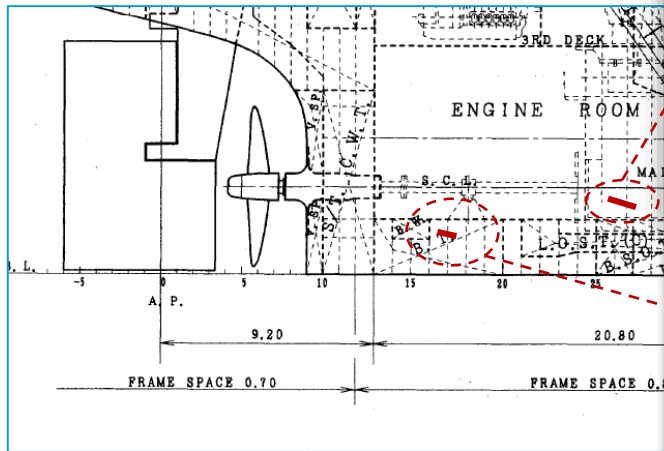
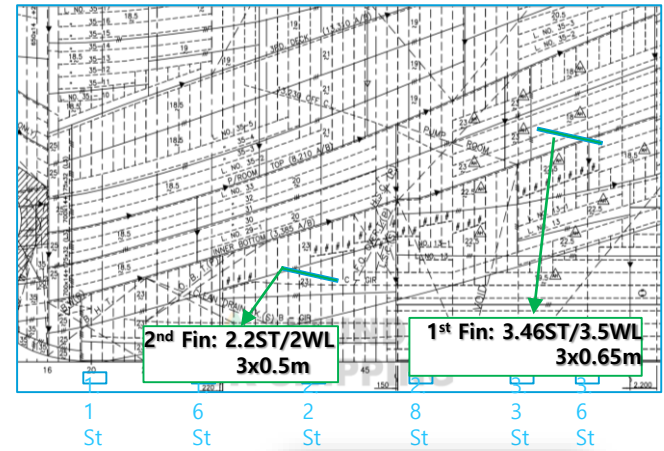
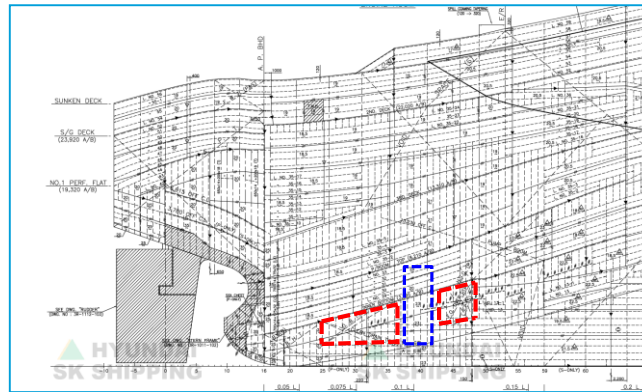
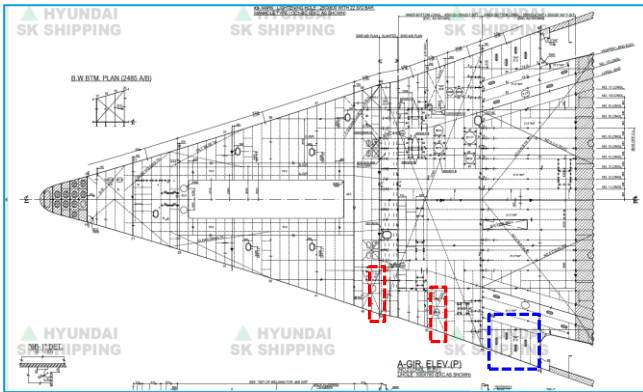
반류 비교 (left : w/o ESD, right : w/ ESD)

추진기 유기 변동압력 감소 예상

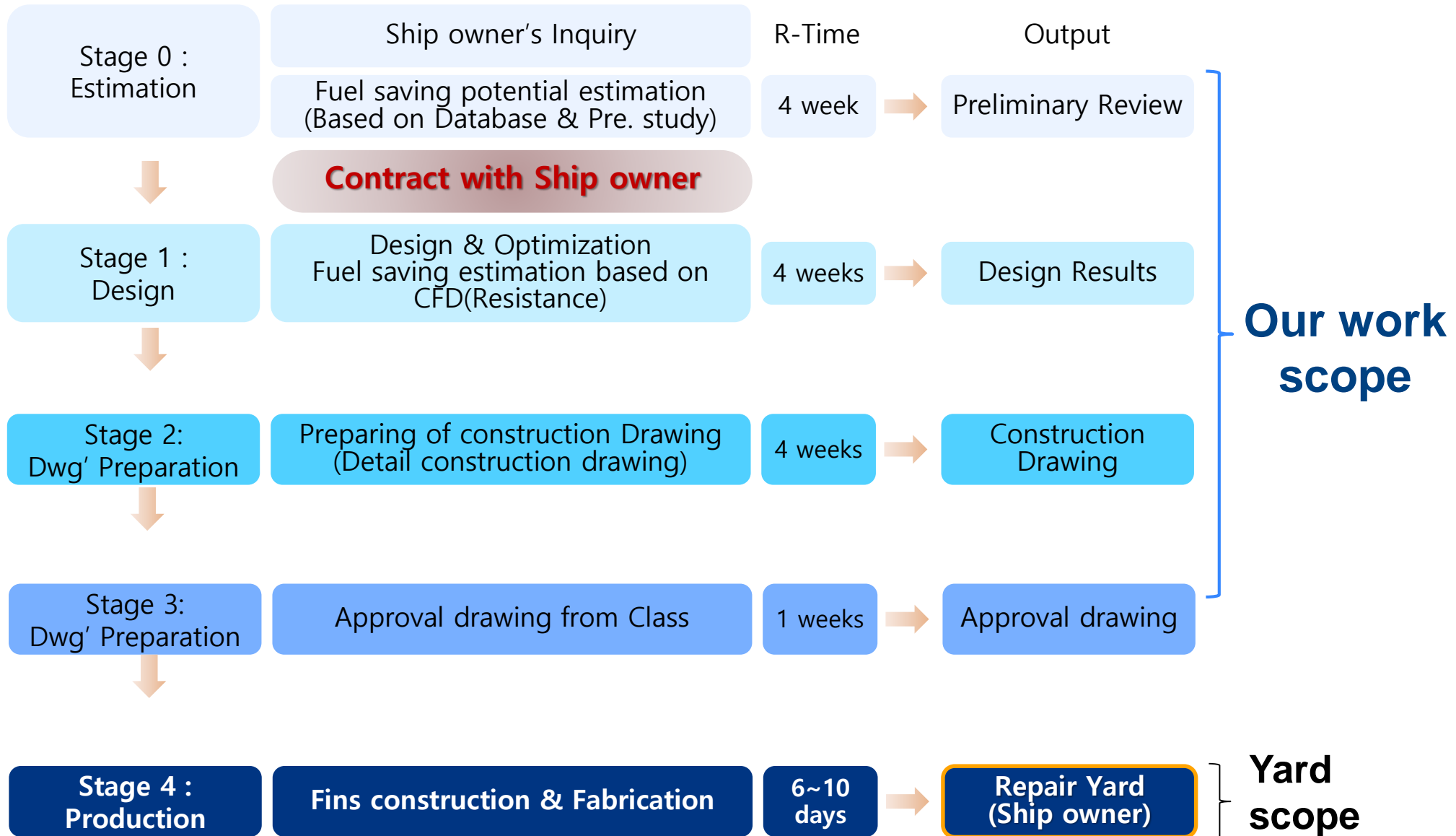


ESF 사양 검토, 성능 분석, 최적화 설계

선체 및 내부 구조물 검토 후 최적 설치 위치 검토 (Sea chest 회피)



ESF 장비 설치 Scheme (입거 중 Retrofit)



■ 현장 사진

Day. 01

선박 입거 및 외판 클리닝



족장 설치



■ 현장 사진

Day. 02

광파기 세팅작업



좌표값 확인 및 선체 외판 마킹작업



■ 현장 사진

Day. 03

Hull Fin 부재 확인



족장 설치



내부재 용접부 위치 확인



내부재 용접부 위치 확인



■ 현장 사진

Day. 04

Double plate 취부



Double plate 취부



Fin 개선작업



Double plate 그라인딩



■ 현장 사진

Day. 05, Day. 06

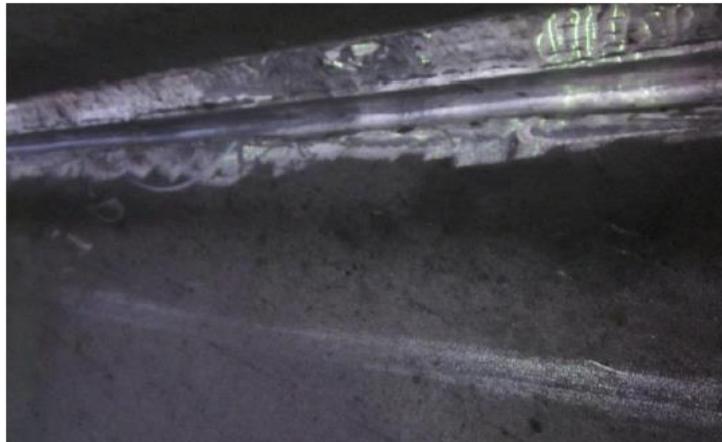
Double plate 용접



Hull Fin 취부



Hull Fin 가우징



Hull Fin 및 Double plate 용접 & 그라인딩



■ 현장 사진

Day. 07

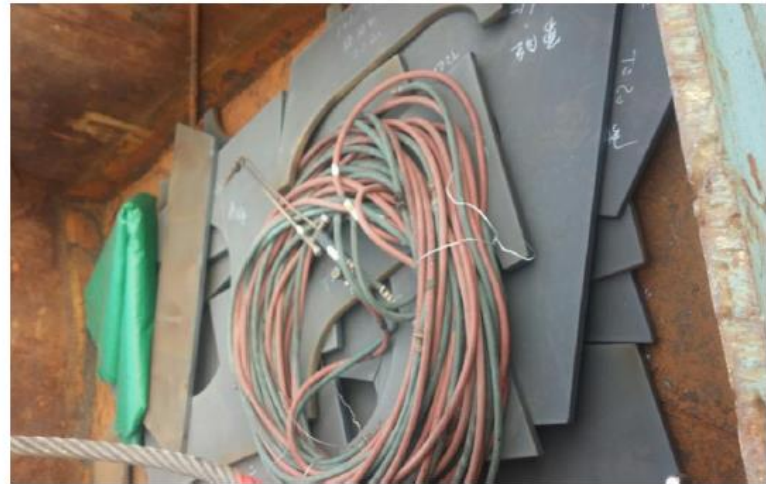
용접 및 그라인딩 검사









내부재 용접부 최종 확인



내부재 자재 검사



ESF 입거 중 설치 Procedure 및 사진

< Day. 01 > 주요작업 사항 : 입거 및 마킹작업		< Day. 02 > 주요작업 사항 : 포지션 확인 및 Pad 취부		< Day. 03 > 주요작업 사항 : 내부재 체크	
	 	 	 		
1. 작업부위 워싱 및 측정설치	2. 외판 취외 & 마킹작업.	1. 선재 외판 블라스팅 및 취부	2. 취부 검사	1. 내부재 위치 체크 (Burn Damage) (No. 5 W.B.T)	2. 내부재 취부
< Day. 04 > 주요작업 사항 : Hull Fin 용접 & 사상 / 내부재 용접		< Day. 05 > 주요작업 사항 : 내부재 사상. / 외판 용접 (작업용)			
 	 		 		
1. Hull Fin 용접 & 사상	2. 내부재 용접	1. 내부재 사상	2. 외판 용접		

★입거 전 자재, 설치 상세, 선급 승인용 도면 제공


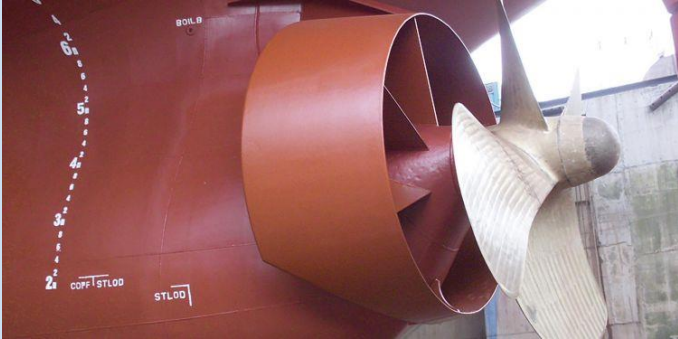
★입거 시 설치 공사를 위한 현장 감리, 감독 수행 - 실선 설치 시 우려되는 간섭물 등 현장

특성에 맞는 도면 수정, 보강재 추가, 용접 검사 수행 등

★입거 전후 본선 Data 제공 시 성능 검증 Report 제공 등 Technical Service

ESF 및 Duct with Fin 비교

ESD (Energy Saving Device) 중 실적이 가장 많은 MEWIS DUCT와 비교함.

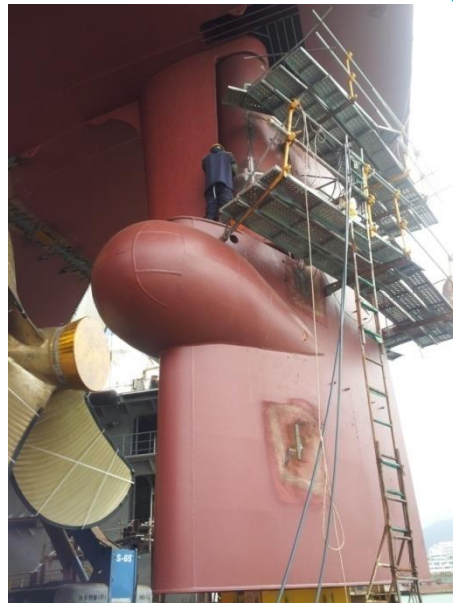
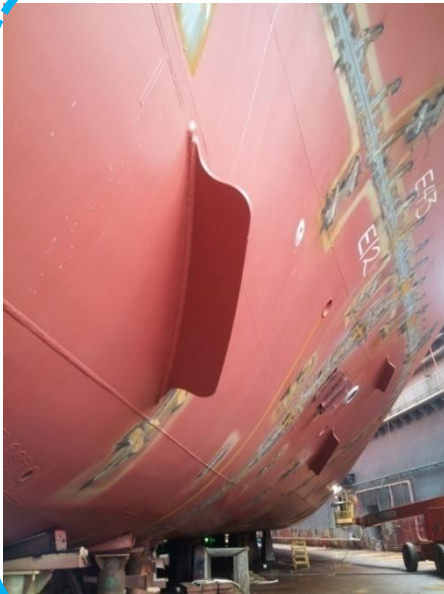
	ESF (Energy Saving Fin)	Duct with Fin 기술 (MEWIS DUCT)
구조	<p>선미측 4 개 또는 6개의 Plate (약 30 x 500mm)를 설치</p> 	<p>Propeller 전단 둥근 Duct와 내부에 Fin을 설치 (각종 ESD 장비의 복합 기술 Duct + Fin)</p> 
기능 개요	<p>Hull form 개선 및 선체로 부터의 유선 개선함으로써 선체저항 감소 및 추진효율 향상</p>	<p>Propeller 전단에서 Duct를 통한 압력형성과 Fin의 유로 제어함으로써 추진효율 향상</p>
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 비용이 낮아 투자회수율이 짧음. (1년 미만) - 작업용이성이 좋음 (작업공기 7일) - 영구적이며 정비가 필요 없다 (안전성 높음) - 운항선에 적합한 ESD 장비 - 선속, 흘수 변화에 균일한 절감율을 가짐. (평균 Design draft 3%, Ballast draft 5%) 	<ul style="list-style-type: none"> - 특정 Point (선속, 흘수 조건)에 좋은 효과
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 일부 경험 및 실적이 없는 조선소 또는 업체에서 적용하여 오히려 저항으로 작용하는 사례 있음.(중국) - 특정 Point에서의 절감율 비교시 Duct with Fin 기술 대비 1~2% 절감율이 낮음. 	<ul style="list-style-type: none"> - 비용이 높고 투자회수율이 길다. (5년이상) - 중량 구조물로 구조설계가 까다롭고 손상으로 인한 2차 위험이 커 운항선 적용의 위험이 있다. - 운항조건 변화에 따른 절감율 변동이 심함.

ESF 검증 자료

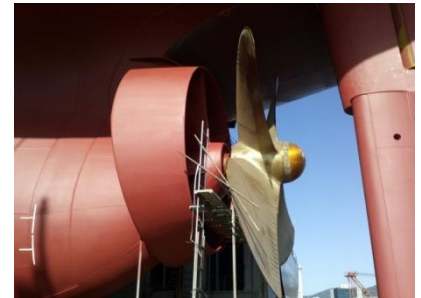
구분	선형	Condition	ESF with Bulb	MEWIS DUCT	비고
	Cost		About \$ 90,000 (VLCC 실적가)	About \$ 600,000 (150K 신조 실적가)	
신조	35 K Case 1	Model	4.0 %	3.8 %	조선소 내부 검증 보고 자료
		Sea trial	7.5 %	1.0 %	
		At Design	4.0 %	3.8 %	Model test 기준
	150 K Case 2	Model	4.0 %	3.3 %	한전전용선 - 성동Project -. "S"사 1차선 MEWIS 장착 이후 ESF with RB 설치 -. "H"사- ESF with RB
		Sea trial	5.3 %	2.2 %	
		At Design	4.2 %	3.4 %	
운항선 (Rudder bulb 제외)	150 K Case 3	유사 선형 비교	4.5 %	-	입거 후 동일구간운항선 비교
		(참조)	-. 한국 호주 구간 150K 전용선 3척 입거 후 항해 데이터 비교 -. 2척은 입거 후 효과 9.2% 나타났고 ESF 설치선박 13.9% 성능 향상됨.		
	VLOC Case 4	입거 효과 내부 분석	4.9 %	-	"P"사 내부 보고자료 인용
	VLCC Case 5	국내 건조 선박	평균 3 %	-	"S"사
		중국 건조 선박	평균 7 %	-	

- Energy Saving Devices for MR Tanker
 - Hull Form & Propeller designed by SHI

■ Saving Fins & Rudder Bulb



■ Mewis Duct(BMS)



▪ Speed Performance

Speed		Saving Fin + Rudder Bulb	Mewis duct(BMS)
Model Test	w/o ESD	Base	←
	w/ ESD	4% Power Saving	3.8% Power Saving
	수행기관	SSMB	SVA(Potsdam Model Basin)
Sea Trial [Daesun]	w/ ESD	7.5 % Power Saving	1.0% Power Saving

▪ Results of RPM Margin

RPM	Saving Fin + Rudder Bulb	Mewis duct (BMS)
Main engine at NCR	Base	Base
Sea Trial [Daesun]	5.0% margin	1.2% margin

35 K Case 1 (3/3)

Verification – Case 1 (35K MR TKer)

Speed		SAVER Fin+RB (SP554)	Mewis Duct (SP584)
Guarantee	w/o ESD	14.0kts	NO Guarantee
Model Test	w/ ESD	14.0kts(Bare), 14.2kts(w/ ESD)	14.0kts(Bare), 14.18kts(w/ ESD) * SSMB speed-power performance 기준
	수행기관	SSMB	SVA(Potsdam Model Basin)
Official Report	w/ ESD	14.31kts (Mewis Duct 대비, +6.5%)	14.05kts
	비고	- Displacement correction : 0.5% ↑ - Roughness & Temp. & etc : 0.5% ↑	- Displacement correction : 1.0% ↑ + 추가 조정 2% ↑ - POWER 조정 → 2% ↑ - Roughness & Temp. & etc : 0.5% ↑

RPM	SAVER Fin+RB (SP554)	Mewis duct (SP584)
Main engine at NCR	95.6RPM	←
Official Report	100.38RPM (5.0% margin)	96.79RPM (1.2% margin)

시운전 승선	시운전 조건		
	LBP	B	T (Heavy Ballast)
선형연구 [redacted] 선임	177m	30m	FP : 6.1m, Mid: 6.83m, AP : 7.6m

Model Test

< MEWIS Duct >

KRISO	Sungdong 151K Bulk Carrier (MEWIS Duct®)	Preliminary
	KSI610-KPI146	2014/07/03

Summary

For the project "Sungdong 151K Bulk Carrier" comparative model tests without and with a Becker Mewis Duct® were carried out. Due to the Becker Mewis Duct® a power saving of -3.4% for design draft and design speed (14.0 knots) was achieved. The following diagram shows the possible power saving in design, ballast and scantling (EEDI) draft.



Maritime and Ocean Engineering Research Institute, MOST ©Pagemo

	-5.0%	11.0 kts	12.0 kts	13.0 kts	14.0 kts	15.0 kts	16.0 kts
Design		-4.2%	-3.1%	-3.0%	-3.4%	-2.4%	-
Ballast			-2.2%	-3.7%	-4.2%	-4.5%	-3.0%
Scantling		-0.6%	-0.8%	-1.6%	-1.9%	-0.4%	-

< Saver Fin with Rudder bulb >

Subject : Hull Nos. 1208/10, 151K BC

Submission of Preliminary Model Test Result with Saver Fin & SARB for Reference

Dear Sirs,

With regard to the subject, we carried out the model test with Saver Fin & SARB between April 1~2, 2104 in SSMB.

The model test results are shown as below.

Condition		KRISO	SSMB		Power Saving
		Bare Hull	Bare Hull	Saver Fin & SARB	
Design	Speed (kts)	14.04	14.06	14.28	abt. 4.2%
	rpm	65.3 rpm (4.3% margin)	65.3 rpm (4.3% margin)	65.6 rpm (4.8% margin)	
Ballast	Speed (kts)	14.71	14.75	14.95	abt. 4.5%
	rpm	64.7 rpm (3.4% margin)	64.6 rpm (3.2% margin)	65.0 rpm (3.8% margin)	
Scantling	Speed (kts)	13.93	13.85	14.01	abt. 3.3%
	rpm	65.4 rpm (4.5% margin)	65.2 rpm (4.2% margin)	65.4 rpm (4.5% margin)	

(Speed : at NCR with 15% Sea margin / rpm : at NCR)

For the details, please refer to the attachment(Preliminary 151K BC model test result with Saver Fin & SARB).

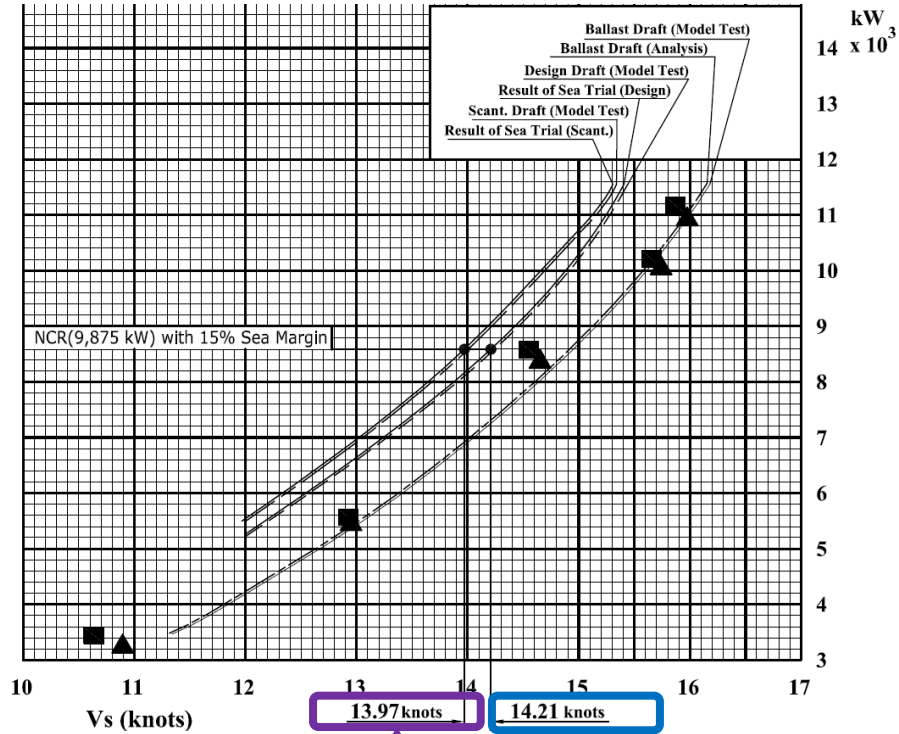
The difference of the model test result between KRISO and SSMB is due to basin's characteristic and it's within the acceptable range.

150 K 신조 Case 2 (1/2)

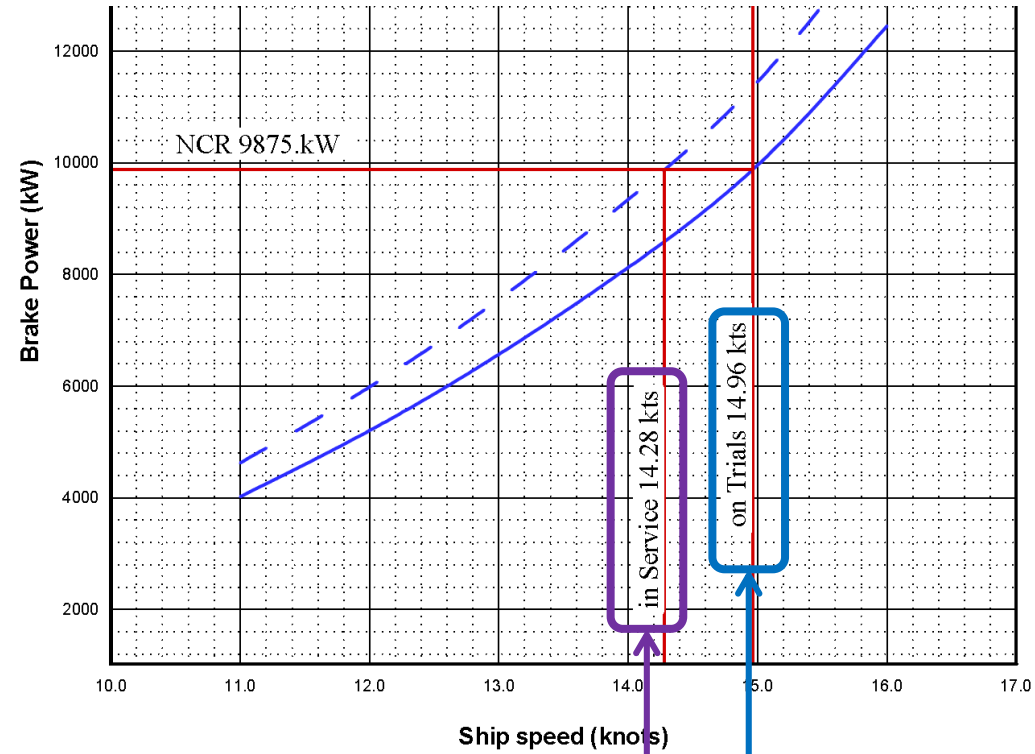
Verification -150 K

■ Sea trial

< MEWIS Duct >



< Saver Fin with Rudder bulb >



	ESF with RB	MEWIS Duct
Service speed	14.21	13.97
NCR Speed	14.96	14.28
	-5.3%	-2.2%

150 K 운항개조 Case 3

- Company "H" installation 149K Bulk 2 vessels, 2012.06
- Installation at JESCO Ship Yard, China

SAVER FIN 적용 효과성 검토

MTM
2012.10.11

1. SAVER FIN 연료 절감 효과성

○ SAVER FIN 연료 절감 효과 분석

◆ SAVER FIN 효과성 : Laden 상태에서 약 3~4.5% 연료절감

- ▶ HJRC/HJOR 호(HHI-150K) : 외판 수선하부 Full Blasting 시행 (입거 후 DFOC 9.2% 절감 효과)
- ▶ HJCH 호(SHI-150K) : 외판 수선하부 Full Blasting + SAVER Fin 장착 (입거 후 DFOC 13.7% 절감 효과)
- ▶ Full Blasting 효과 고려시, SAVER FIN은 약 3~4.5% 연료절감 효과가 있는 것으로 추정됨

선박	동일 SPD 조건, 입거전 대비 입거후 성능				입거 전후 SLIP 변화				항로
	실데이터*1)	계산데이터*2)	계산데이터	실데이터*3)	실데이터 평균(%)				
	RPM 증감률	BHP 증감률	DFOC 증감률	DFOC 증감률	입거전	입거후	SLIP 증감	SLIP 증감률	
HJRC*4)	-3.0%	-9.0%	-9.2%	-10.0%	10.94	8.37	-2.57	-23.5%	호주-한국
HJOR	-3.1%	-9.1%	-9.2%	-8.5%	10.02	6.80	-3.22	-32.1%	호주-한국
HJCH	-4.4%	-12.5%	-13.7%	-26.0%*5)	16.98	12.91	-4.06	-23.9%	호주-한국

※ 데이터 필터링 조건 : 입거 직전 1년간 과 입거 직후 4개월간 noon report 자료 비교

매일 23 ~ 25 시간 운전 조건 / 기상은 Beaufort Scale 5 이하 만 고려

*1) 각각의 동일 SPD 조건에서(10~15 kts 구간) 입거 전,후의 RPM 평균값으로 증감률 비교

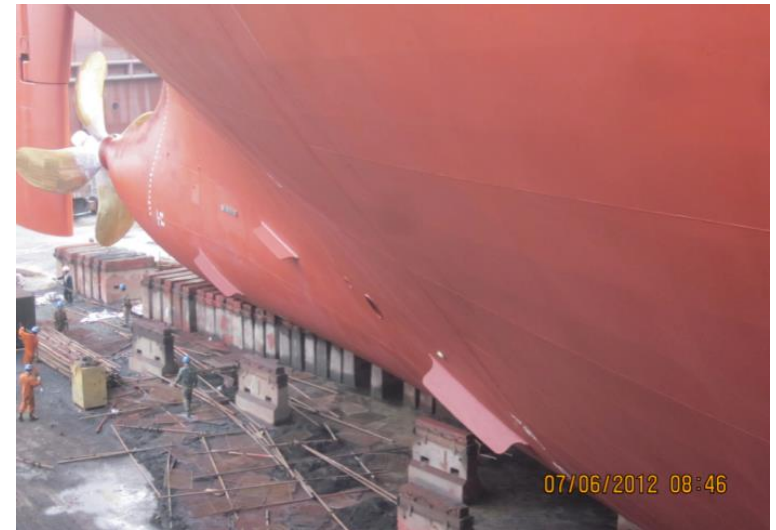
*2) 실제 SPD-RPM에서 얻어진 RPM값을 기준으로 Model Test 조건의 RPM-BHP-DFOC 값으로 계산

*3) 선박 Flow-Meter Counter로 산출된 평균값으로 계산(15년 이상 사용된 Flow-Meter error 포함)

*4) HJRC호 2005.4월 Propeller 손상되어 2007.4.10 입거시 신품 교환 (HJOR과 propeller 성능이 상이함)

*5) HJCH호 Flow-Meter Error 심하여 입거시 신품으로 교환함 (교환전의 DFOC값이 오차가 많음)

★ Hull Condition에 따라 효과성은 달라짐으로 주기적 검증 필요함



입거 후 미설치 선박 2척의 입거 효과 : **9.2 %**

입거 후 ESF 설치 선박 입거 효과 : **13.7 %**

ESF 절감 효과 **4.5 %**

VLCC 운항개조 Case 5 (중국 건조 선박)

Company "S" installation VLCC 4 vessels, 2017

2012년 중국 건조 선박으로 Hull design이 매우 좋지 않은 선박으로 신조 이후 보다 더 연료소모량이 낮아 지는 고무적인 결과를 얻어 냄

(검증 조건)

- Operation time : 23,24,25 hrs (Daily Full running)
- 대상 년도 : 2013, 2014년 신조 이후 2년, 2018, 2019년 ESF 설치 후 2년
- Beaufort : 4 이하

Vessel CCA
Cond. L
Beaufort (다중 항목)

Laden 항차 : 신조 상태보다 평균 3 % 감소

합계 : Oper.hr	일 레이블															총합계			
일 레이블	6.5	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	
2013					24.0	24.0				24.0	96.0	330.5	401.5	166.0	191.0	309.5	189.5	23.0	1,779.0
2014		24.0	48.0	24.0	167.0	236.0	190.0	71.5	239.0	142.0	332.0	474.0	191.0	118.5	48.0	71.0	24.0	24.0	2,424.0
2015							24.0		47.0	332.0	141.0	189.0	358.0	616.0	352.0	144.0	166.0		2,392.0
2016					48.0	71.0	96.0	119.0	214.0	237.0	498.0	331.0	427.0	236.0	238.0	24.0	23.0	24.0	2,657.0
2017						144.0	48.0	48.0	119.0	404.5	525.0	762.0	239.0						2,289.5
2018	24.0			165.0	24.0	72.0	72.0	166.0	215.0	286.0	404.0	168.0	163.0	118.0				24.0	1,901.0
2019						24.0			47.0	96.0	71.0	24.0	24.0						
총합계	24.0	24.0	48.0	213.0	239.0	331.0	525.0	287.5	643.0	1,165.0	1,827.0	2,562.5	2,000.0	1,778.5	1,087.5	642.5	237.0	23.0	95.0

Vessel CCA
YYYY (다중 항목)
Cond. L
Oper.hr (다중 항목)
Beaufort (다중 항목)

평균 : 24H_MFOC

일 레이블	6.5	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	총합계	
W/F	15.4			20.3	33.8	48.5	48.1	44.7	48.2	53.8	54.9	63.6	68.9	65.6			62.3	52.1	
WO/F		27.2	21.3	27.0	28.8	31.6	32.6	36.7	48.1	53.0	52.9	58.7	64.2	65.8	70.4	71.9	75.4	47.8	54.0
총합계	15.4	27.2	21.3	21.8	28.8	31.8	37.9	43.5	46.8	50.5	53.2	57.3	64.0	67.1	68.8	71.9	75.4	55.0	53.3

Vessel CCA
Cond. B
Beaufort (다중 항목)

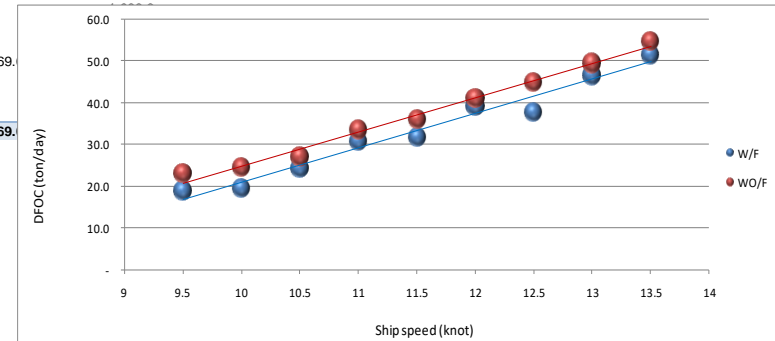
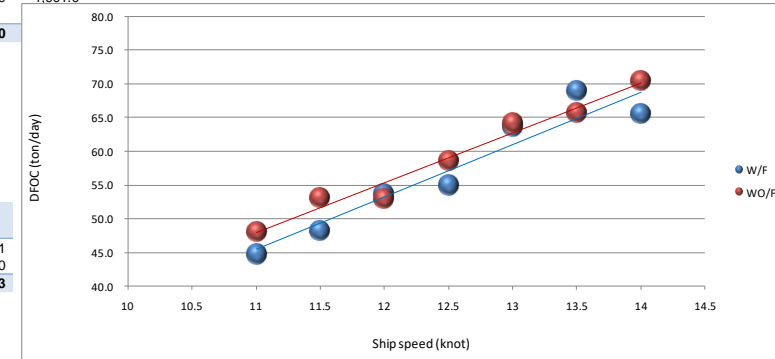
Ballast 항차 : 신조 상태보다 평균 11% 감소

합계 : Oper.hr	일 레이블																총합계				
일 레이블	6	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5	16	16.5	
2013					145.0	147.0	290.3	172.0	72.0	96.0	73.0	96.0	241.0	267.0	194.0	122.0	73.0				
2014		24.0	98.0		265.0	292.0	580.0	434.0	388.0	269.0	145.0	195.0	49.0	72.0	97.0	24.0					
2015			24.0		72.0	145.0	389.0	242.0	194.0	169.0	73.0	194.0	75.0	122.0	72.0	172.0	122.0	145.0	146.0		
2016			48.0		48.0	194.5	363.5	97.0	49.0		73.0	48.0	170.0	120.0	120.7	49.0	49.0	217.5	220.0	169.0	
2017						25.0	24.0	194.0	72.0	73.0	217.0	270.0	24.0	267.0	73.0	244.0	121.0	24.0			
2018	24.0	24.0			49.0	48.0	584.0	460.0	290.0	24.0	72.0	193.0	24.0	385.0	146.0	74.0	97.0				
2019					49.0	24.0	24.0		96.0	145.0	219.0	24.0	49.0	24.0	24.0	24.0	24.0				
총합계	24.0	48.0	170.0	49.0	627.0	1,411.5	2,130.8	1,525.0	944.0	898.0	798.0	876.0	803.0	1,257.0	726.7	709.0	486.0	386.5	366.0	169.0	

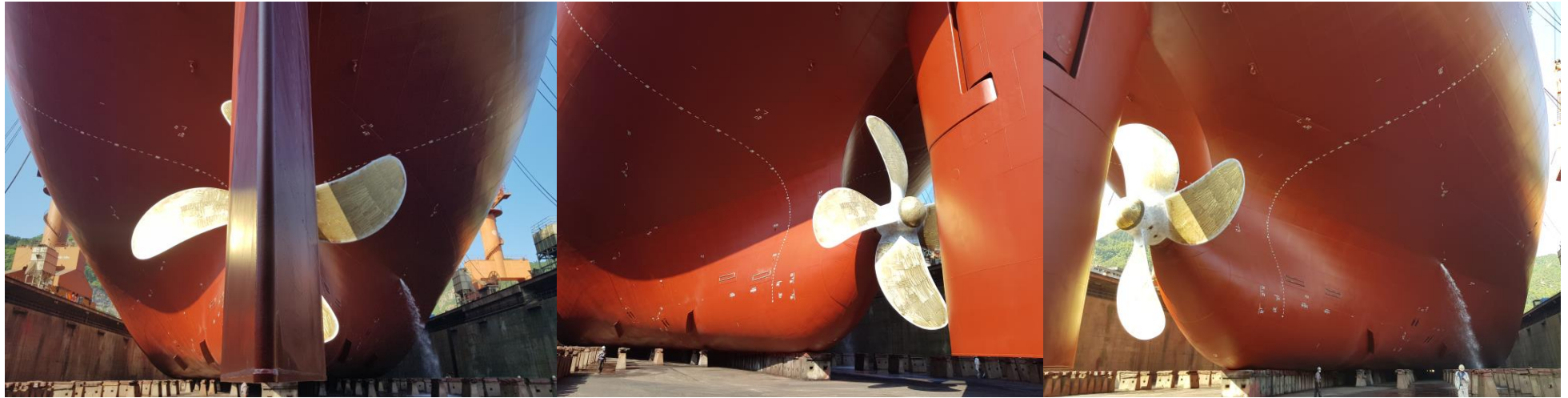
Vessel CCA
YYYY (다중 항목)
Cond. B
Oper.hr (다중 항목)
Beaufort (다중 항목)

평균 : 24H_MFOC

일 레이블	6	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	총합계	
W/F	21.5	21.2		18.1	23.8	19.1	19.4	24.3	30.7	31.8	39.3	37.9	46.6	51.5	52.5	52.4	61.9	45.9	33.3
WO/F		22.9	23.7		22.9	23.0	24.6	27.0	33.5	36.0	41.1	45.0	49.5	54.6	53.1	61.0	61.4		35.1
총합계	21.5	22.1	23.7	18.1	23.0	20.7	22.7	26.0	32.8	34.2	40.2	43.6	48.2	52.9	52.9	57.6	61.7	45.9	34.3



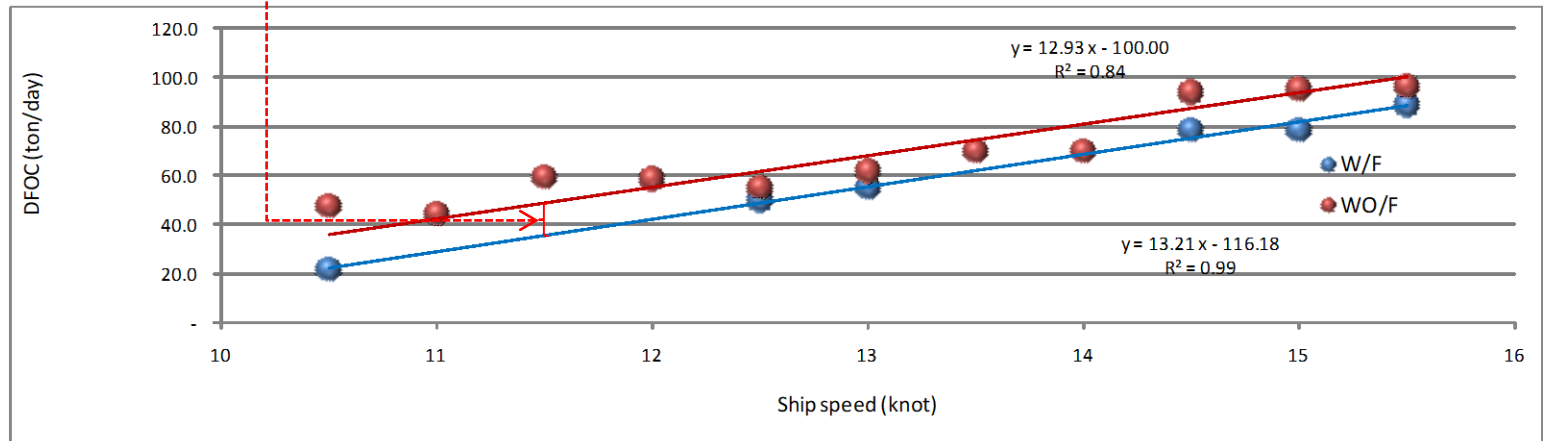
VLCC 운항개조 Case 6 (한국 HHI 건조 선박)



입거 효과를 제외 3% 절감 효과 연료절감 효과

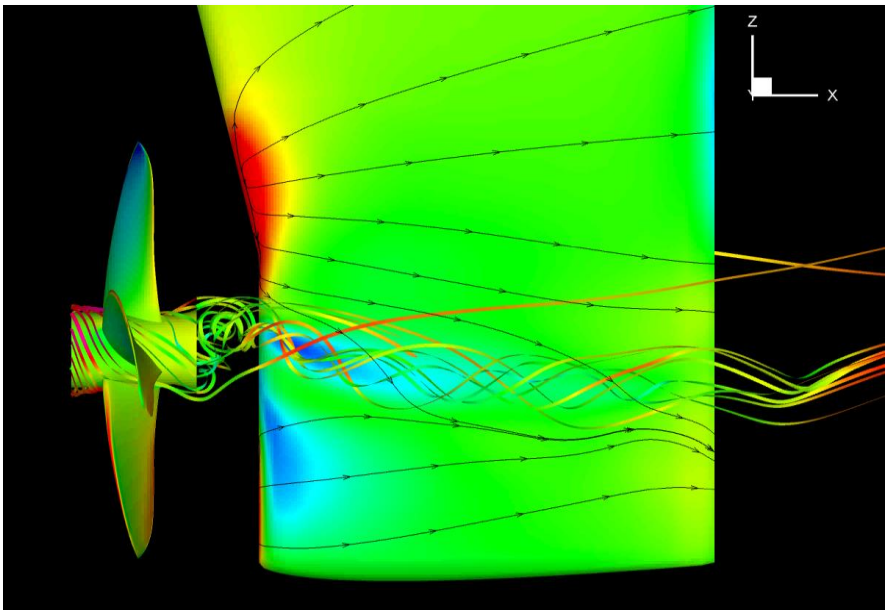
	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	15.5
W/F	21.8				50.0	55.2			78.7	78.6	88.8
WO/F	47.9	44.6	59.5	58.4	55.3	61.6	70.0	69.9	93.8	95.5	96.5
	26.0	44.6	59.5	58.4	5.3	6.4	70.0	69.9	15.1	16.9	7.7
	54%				10%	10%			16%	18%	8%
	22.6	29.2	35.8	42.4	49.0	55.6	62.2	68.8	75.4	82.0	88.6
	35.7	42.2	48.6	55.1	61.6	68.0	74.5	81.0	87.4	93.9	100.3
	13.2	13.0	12.9	12.7	12.6	12.4	12.3	12.1	12.0	11.9	11.7
	37%	31%	26%	23%	20%	18%	16%	15%	14%	13%	12%

추세 경향에 따른 연료절감 효과

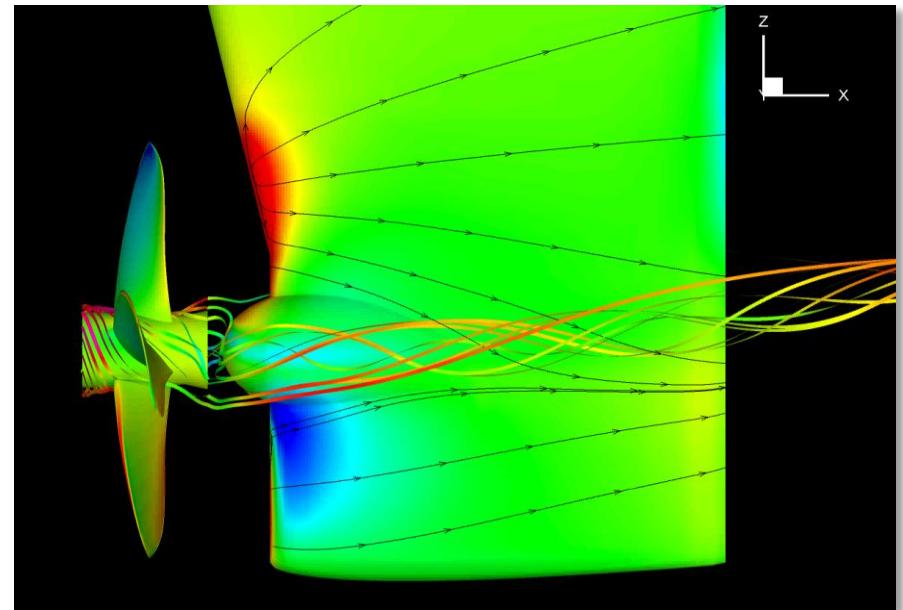


(참조) Basic principles of Rudder bulb

- ❑ Increase of propulsive efficiency by the change of inflow velocity for propeller and the reduction of hub vortex
- ❑ Asymmetric rudder bulb optimized to flow streamline
- ✓ Lower resistance and better cavitation performance



☞ w/o Rudder Bulb



☞ w/ Rudder Bulb

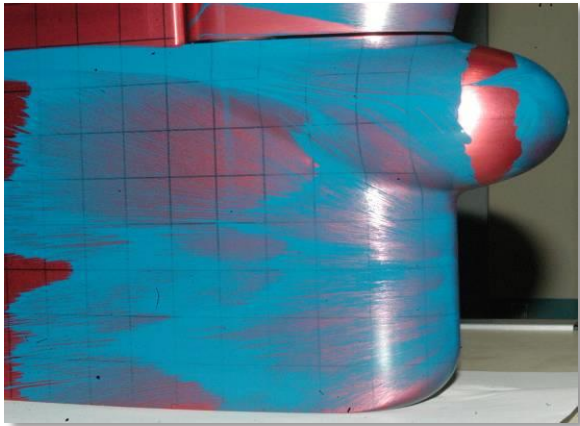
(참조) Flow visualization test



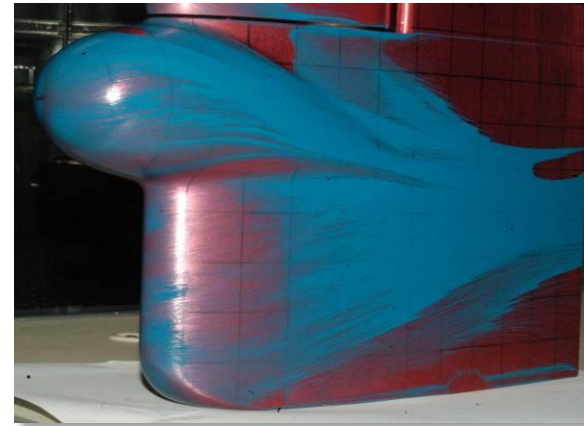
Full Spade Rudder



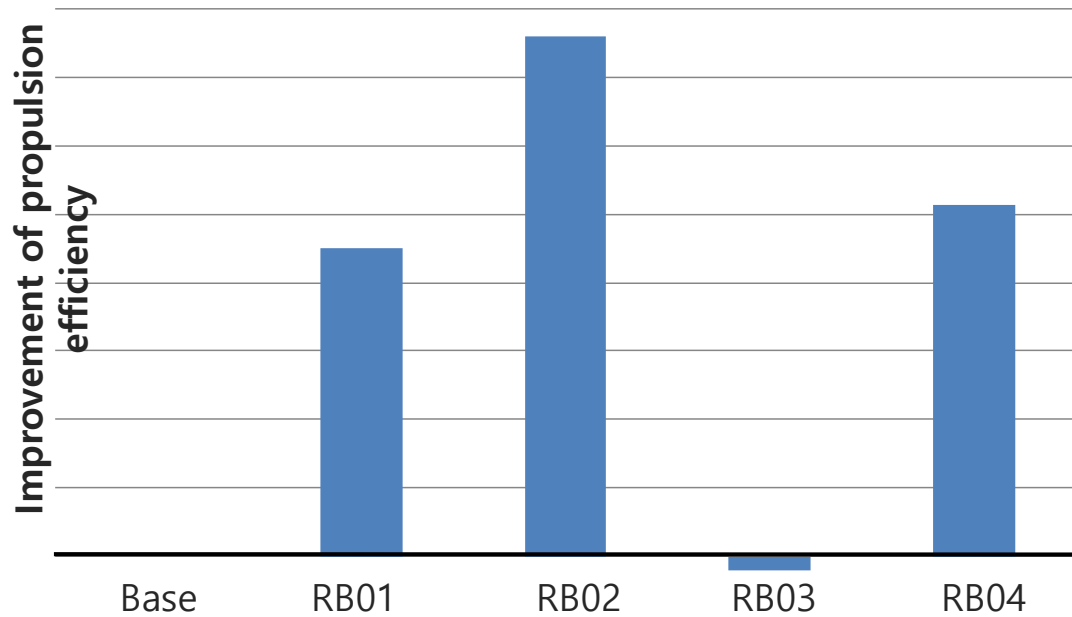
Flow Adapted



Semi Spade Rudder



(참조) Bulb design



Base : Normal rudder

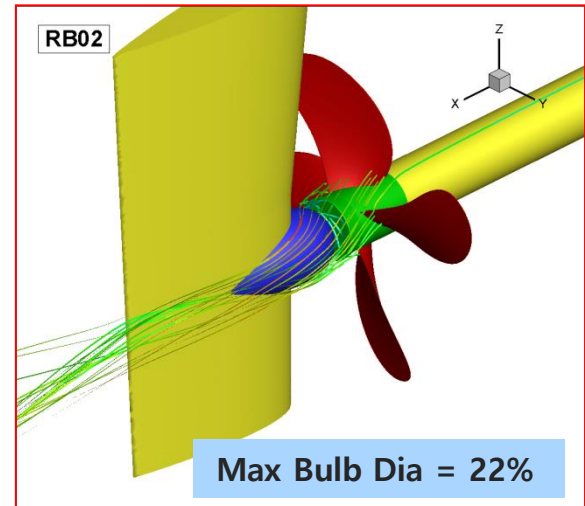
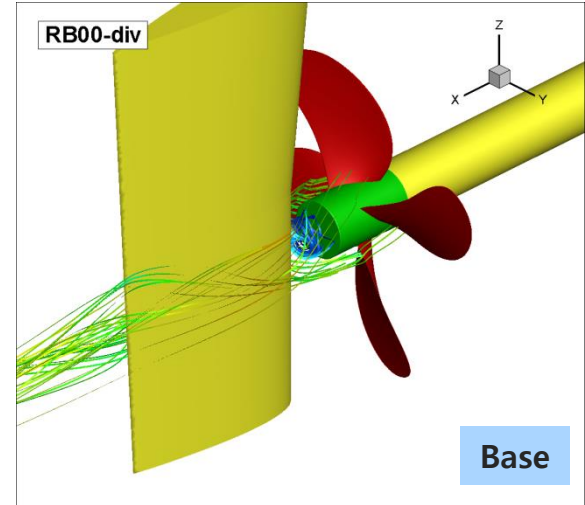
RB01 : RB with Max Bulb Dia of 24%

Select → **RB02** : RB with Max Bulb Dia of 22%

RB03 : RB with Max Bulb Dia of 26%

RB04 : RB with Max Bulb Dia of 24%

(different chord length)



Final design of rudder bulb

결언

- 운항선에 적합한 간단하고 효율적인 연료 절감 장비임. 페사가 제공하는 ESF 장치는 **작업공기, 가격대비 효과성, 손상위험 없는 최적화 기술**로 적극 제안을 드립니다.
- 유선을 제어함으로써 저항 감소과 추진효율 향상을 도모하는 기술로써 **6년 이상의 개발 기간과 더불어 수십차례 모델 테스트 및 다수의 실선 검증**을 완료하였습니다.
- 특정 선속 및 흘수에 효과를 발휘하는 기존 ESD 장비와 달리 효과에 대한 변동이 적고 **꾸준한 성능을 유지** 합니다.
- 간단한 구조로 시각적으로 단순하나, 정확한 평가 및 경력이 뒷받침되지 않으면 오히려 저항으로 작용됨에 따라 **유사 기술에 대하여 신중**해야 합니다.

당사는 원천 개발 연구진과 더불어 수십차례 PM을 담당한 박사급 인적 구성을 보유하고 있고, 선박의 연료, 에너지 효과성 증대를 통한 고객의 이익 창출을 위한 전문 회사로 발돋움 하고 있습니다.

감사합니다.