

MAN 2행정 디젤엔진 솔루션

Smart-Marine ADCS(Automatic Drain Cleaning System)

선박 엔진을 위한 환경 지속 가능한 솔루션

데이터플레어는 **Smart-Marine**사의 국내 공식 대리점입니다.

INDEX

01

문제점

- 선박 2행정 디젤엔진의 문제점 (3~4p)
- 문제점으로 인해 발생하는 손실 (5~6p)

02

소개

- Smart-Marine ApS (7p)
- ADCS 기능 및 특성 (8~12p)

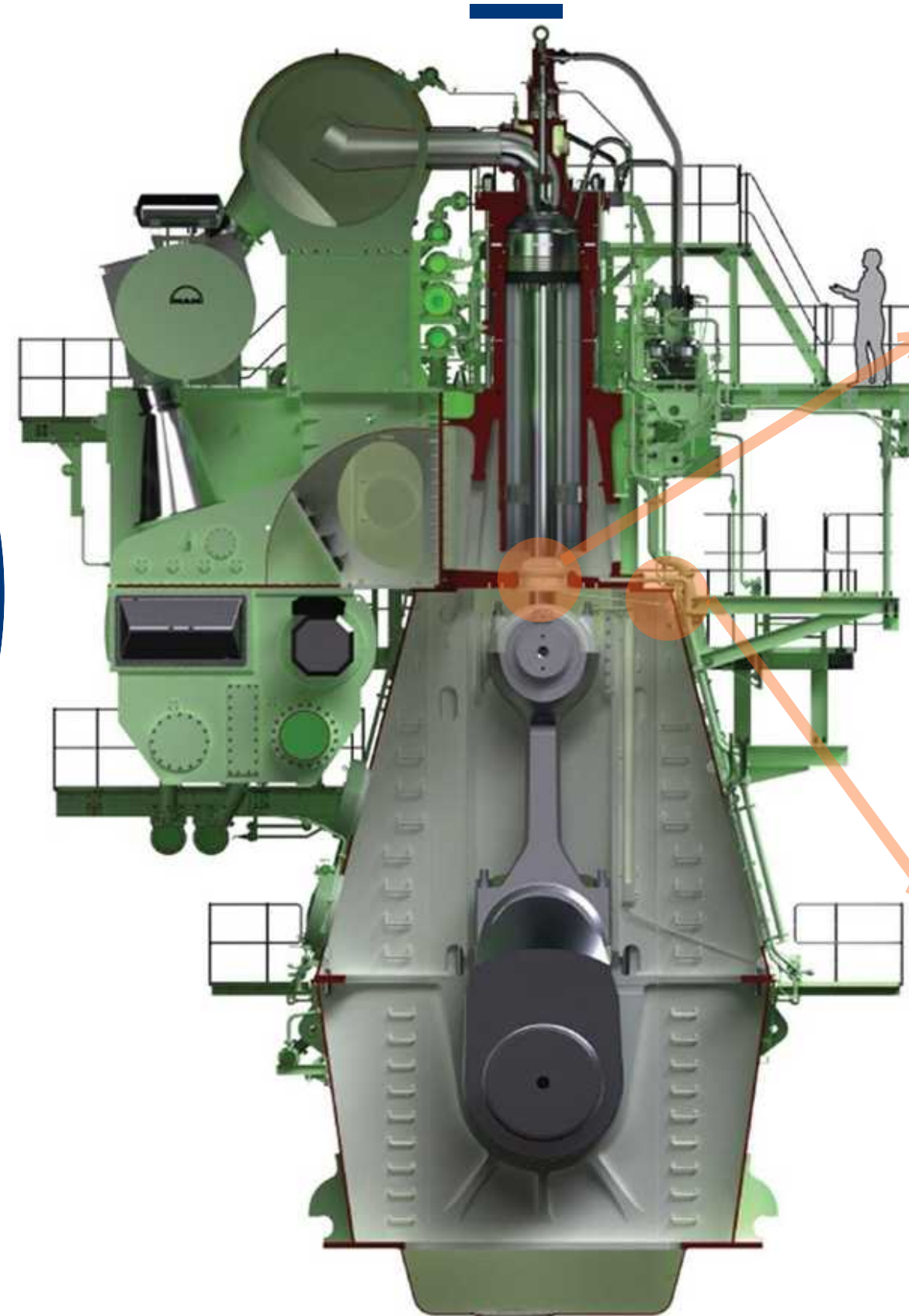
03

해결책

- ADCS 도입 사례 (13~21p)

선박 2행정 디젤엔진의 문제점

오늘날의 항해용 2행정
선박엔진의 최대 70%는
배출 시스템의 숨겨진 문제
에 직면해 있습니다



실린더 내부 슬러지 발생 (스터핑 박스 실링 부분)

실린더 오일 및 연료 연소 후
카본(탄소) 생성되며, LPG 및
디젤 연료유 모두 연소 후 슬
러지가 생성

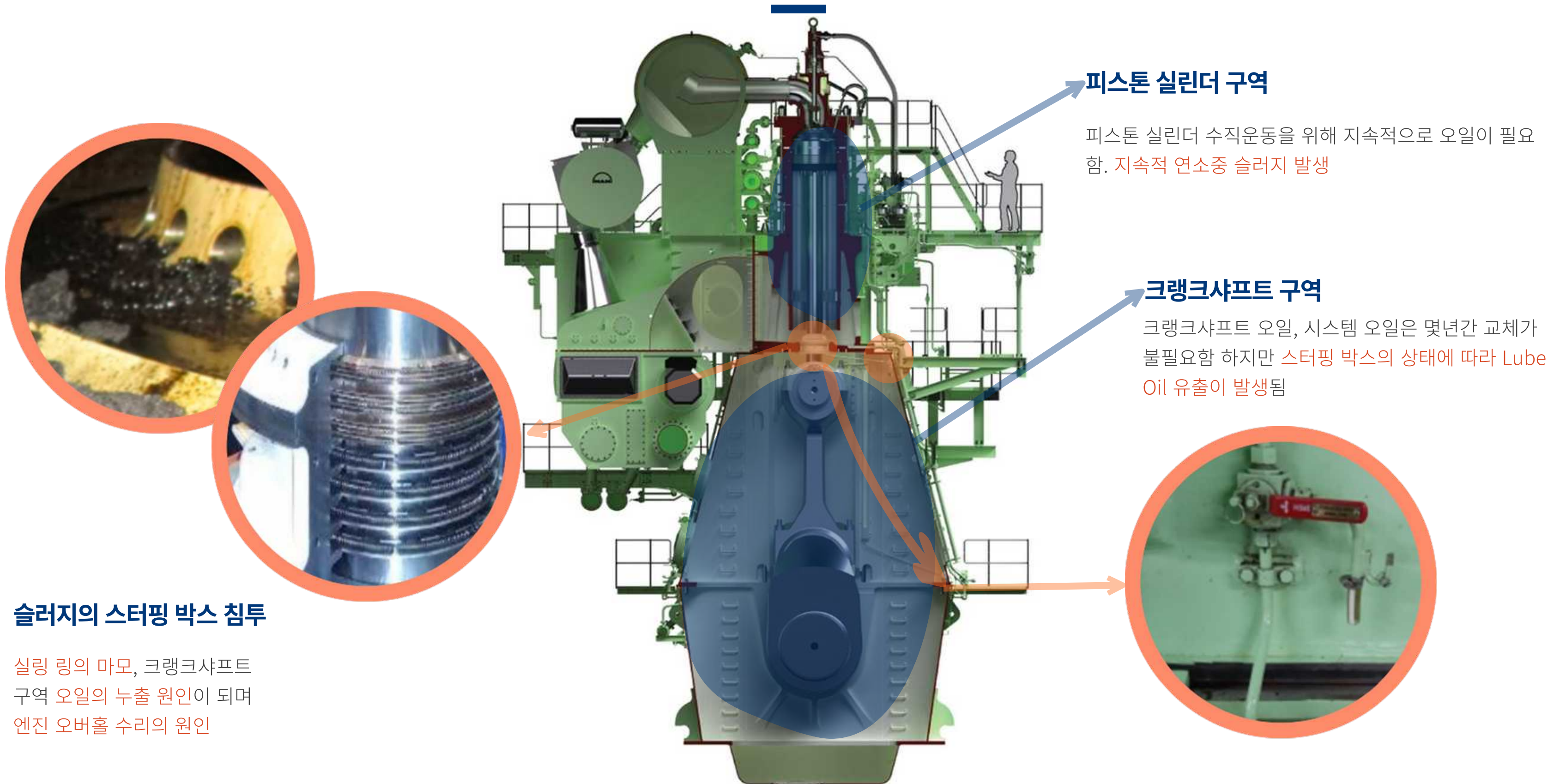


실린더 파이프 슬러지 발생

실린더 오일 배출시 실린더 내
부 슬러지로 인한 파이프라인
막힘 현상 발생



선박 2행정 디젤엔진의 문제점



문제점으로 인해 발생하는 손실



낮은 Pmax, 엔진 효율

낮아진 효율로 인한 SFOC(연료소비) 증가



승무원에게 안전하지 않은 작업 환경

유독성 물질 접촉으로 인한 피부암 발생 가능
친환경 연료인 암모니아, 메탄올 사용의 경우
극도로 위험한 유독물질 환경에 노출



파이프 청소를 위해 소비되는 인력

승무원은 파이프 청소를 위해 연간 1000시간
을 소모



청소를 위한 화학적 용액의 사용

파이프 청소를 위해 추가적인 화학적 용액을
사용함으로 2차 환경오염 발생

문제점으로 인해 발생하는 손실



SDA 시간의 증가

파이프 막힘으로 인한 Scavenging Drain Analysis (오일 배출 샘플)은 최대 24시간까지 소요



스커핑 사고의 위험

슬러지로 인한 실린더 라이너 및 피스톤링의 마모로 발생하는 스커핑 사고



엔진 오일의 누출

스터핑 박스의 슬러지 침투 문제로 인한 엔진 오일 누출량 증가

[1개 실린더 24시간 기준]

선령 1년 : 평균 2.3 Liter (24시간)

선령 3년 : 평균 10.3 Liter(24시간)



스터핑 박스 링의 마모

침투된 슬러지로 인한 스터핑 박스 링의 마모로 교체를 위해 엔진 오버홀 수리 필요

Smart-Marine ApS



세계 최초 혁신적 시스템의 개발

Maersk 선박 수석 엔진 엔지니어 20년 이상의 경험을 바탕으로 2018년 Smart-Marine ApS 설립 후 2021년 ADCS 선박용 엔진을 위한 친환경 솔루션 개발을 완료



ISO 9001

ISO 14001

ADCS (Automatic Drain Cleaning System)

- 2행정 선박용 엔진에 엔진오일 사용의 절감
- 엔진 부품의 마모를 줄이며, 실시간 오일 샘플링 제공 가능

ADCS 적용에 따른 비용적 절감

- 높은 Pmax와 기계 효율로 SFOC(연료소비) 최대 1.5% 감소
- 실시간 SDA 샘플을 기반으로 최적화 실린더 오일 주입을 통해 실린더 오일 사용량 최대 5~16% 감소
- 실린더 라이너 및 피스톤 링의 마모 감소

ADCS 적용에 따른 환경 혜택

- CO2 풋프린트 대폭 감소
- 청소 화학물질 또는 디젤오일의 화학적 연료 소비의 감소
- 실린더 슬러지 청소를 위해 유독물질에 접촉되는 위협의 감소 (친환경 연료인 암모니아, 메탄올의 경우 극도로 위험한 유독물질)

ADCS 기능 및 특성

IDC (Individual Drain Cleaner)

각 실린더에서 고형 슬러지와
오일을 제거



CDC (Common Drain Cleaner)

IDC에서 내려오는 엔진 슬러
지와 오일을 배출 탱크까지 고
형 슬러지와 오일을 효과적으
로 제거



SCU (Sludge Collection Unit)

엔진 슬러지의 분리 및 포집
기능



SBC (Stuffing Box Drain Cleaner)

스터핑 박스 배구관을 효과적으
로 청소하고 침전 팬에서 고형
슬러지를 분리



ADCS 기능 및 특성

IDC (Individual Drain Cleaner)



"오거스크류 회전운동을 통해
실린더별 파이프 내부 슬러지를
자동적으로 제거"



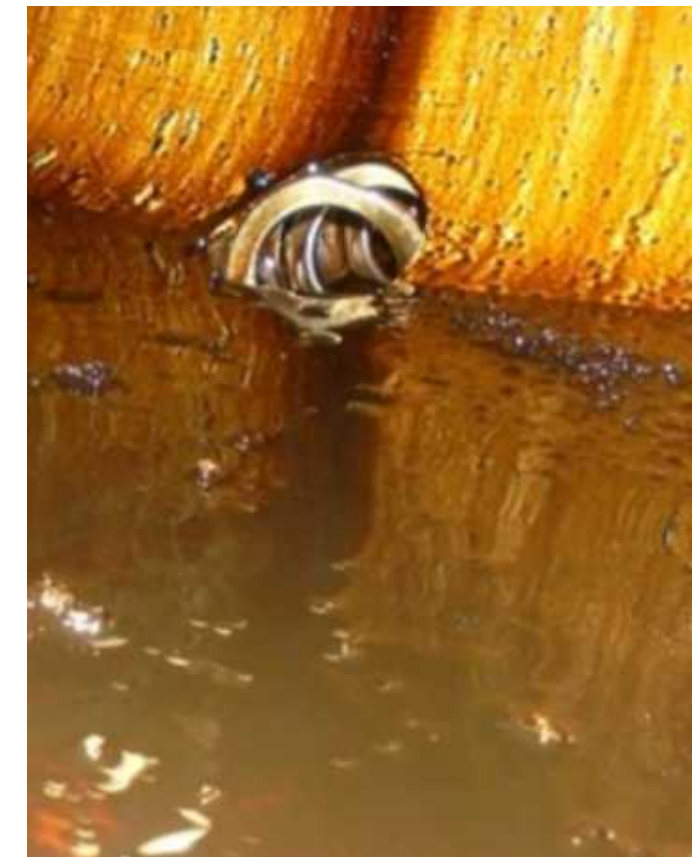
IDC 설치 전

Manual 청소 4주 후 실린더 파이프 라인 내부



IDC 설치

IDC 내부 오거스크류 회전을 통해 고형화된 실린더 파이프라인 슬러지를 자동으로 제거



IDC 설치 후 (2년 경과)

실린더 내부에서 확인한 사진으로 오거스크류가 슬러지를 제거한 모습, 파이프의 마모가 없음

ADCS 기능 및 특성

CDC (Common Drain Cleaner)



"오거스크류 회전운동을 통해 IDC에서 전달된 파이프 내부 슬러지를 SCU로 전달"



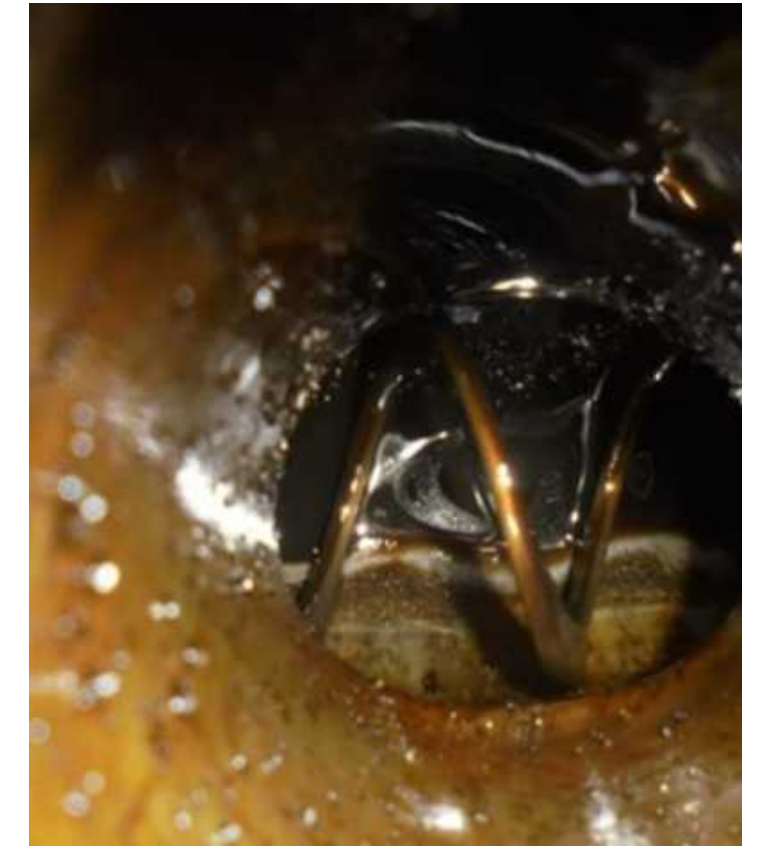
CDC 설치 전

Manual 청소 4주 후 실린더 파이프 라인 내부



CDC 설치

공용 파이프 라인에 설치되는 CDC의 오거스크류 회전운동을 통해 각각의 IDC에서 수집되는 슬러지를 수거



CDC 설치 후 (2년 경과)

IDC에서 확인한 사진으로 공용 파이프 라인 내부 슬러지를 CDC가 제거한 모습, 파이프 마모가 없음

ADCS 기능 및 특성

SCU (Sludge Collection Unit)



"IDC에서 수집된 슬러지를 자동적으로 포집"



CDC와 연결

CDC와 연결되어 슬러지를 포집 가능



SCU 장점

유독성 물질 청소를 위한 인체 접촉 불필요 (암모니아, 메탄올 적용시 효과적)



표준 210L 폐기물 드럼 적용

슬러지 상륙을 위해 작업비용 감소 및 슬러지 탱크 수동 세척 불필요

ADCS 기능 및 특성

SBC (Stuffing Box drain Cleaner) / ECC(Electrical Control Cabinet)



"스터핑 박스 배수관 청소 및
고형 슬러지 분리"



SBC 설치 사진

스터핑 박스에서 나오는 배수관을 별도로 청소하여 고형 슬러지 생성을 예방



스터핑 박스 드레인 전용

오거스크류의 회전운동을 통해 고형 슬러지 생성 예방



ADCS 전용 컨트롤 박스 ECC

ADCS의 모든 모터 운동을 제어

ADCS 도입 사례

트윈엔진 환경을 통한 비교 테스트



- 선사 : Maersk Line (호선 정보 공개 불가)
- 엔진 타입 : 2 x 7-cylinder MAN 7G80 ME-C
- 선령 : 선박 인도 후 1년
- ADCS 설치 후 테스트 기간 : 2년



스터핑 박스 상태

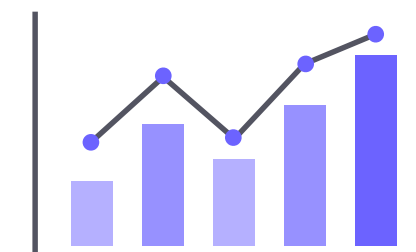


스터핑 박스 오일 측정 장소

"시리즈 호선이라도 운항 조건에 따라 다른 테스트 결과,

트윈엔진을 대상으로 하나의 엔진에만 ADCS를 설치

데이터 비교를 통해 신뢰성 높은 결과를 도출"



ADCS 도입 사례

트윈엔진 환경을 통한 비교 테스트 / 수집 데이터 원본

2020년 3월~6월 수집 데이터

PORT 엔진 데이터 (Liter / 24h)

ADCS 설치 전

mm-yy	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	Avg
Mar-20	1.2	1.0	3.6	2.9	2.4	3.4	3.1	2.5
Apr-20	1.3	1.0	2.8	2.4	1.9	3.3	3.1	2.3
May-20	1.2	1.0	2.4	2.7	2.2	3.3	3.2	2.3
Jun-20	1.4	1.4	2.2	4.3	1.8	2.2	3.6	2.4
Avg	1.3	1.1	2.8	3.1	2.1	3.1	3.3	2.4

STBD 엔진 데이터 (Liter / 24h)

ADCS 미설치

mm-yy	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	Avg
Mar-20	1.1	2.9	0.5	1.2	2.9	2.9	3.1	2.1
Apr-20	1.2	2.6	0.5	0.9	2.7	2.2	2.9	1.9
May-20	1.1	2.8	0.6	1.2	2.8	2.8	3.1	2.1
Jun-20	2.9	3.5	2.2	2.9	2.8	5.4	3.7	3.3
Avg	1.6	3.0	1.0	1.6	2.8	3.3	3.2	2.3

mm-yy	Engine Load Kw	M/E RPM	M/E running hours
Mar-20	3,150	37	6,005
Apr-20	17,542	60	6,501
May-20	20,926	63	7,114
Jun-20	7,546	40	7,546

2022년 3월~6월 수집 데이터

PORT 엔진 데이터 (Liter / 24h)

ADCS 설치 후

mm-yy	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	Avg
Mar-22	3.6	5.3	3.1	7.4	5.0	4.8	4.3	4.8
Apr-22	3.8	6.0	7.2	5.8	5.5	10.1	10.3	7.0
May-22	4.3	2.4	4.3	2.9	4.6	2.4	4.8	3.7
Jun-22	4.3	2.5	4.4	3.3	4.4	3.2	4.7	3.8
Avg	4.0	4.1	4.8	4.9	4.9	5.1	6.0	4.8

STBD 엔진 데이터 (Liter / 24h)

ADCS 미설치

mm-yy	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	Avg
Mar-22	17.0	6.7	10.8	5.0	12.0	9.6	14.4	10.8
Apr-22	13.2	11.0	7.9	10.8	7.2	12.0	15.8	11.1
May-22	13.2	9.6	13.2	3.4	8.4	5.5	14.4	9.7
Jun-22	13.3	9.2	12.8	3.5	8.1	5.7	14.1	9.5
Avg	14.2	9.1	11.2	5.7	8.9	8.2	14.7	10.3

mm-yy	Engine Load Kw	M/E RPM	M/E running hours
Mar-22	17,202	58	17,886
Apr-22	22,940	64	18,206
May-22	15,500	56	19,009
Jun-22	14,840	57	19,331

- 두 엔진 모두 건조시 설치한 스테핑 박스에서 수리가 없는 상태
- 스테핑 박스 드레인 오일 리터/24시간

ADCS 도입 사례

트윈엔진 환경을 통한 비교 테스트 / 데이터 분석 (실린더별 엔진오일 손실 평균)

ADCS 설치 전 PORT/STBD
엔진오일 손실 평균 (24시간)

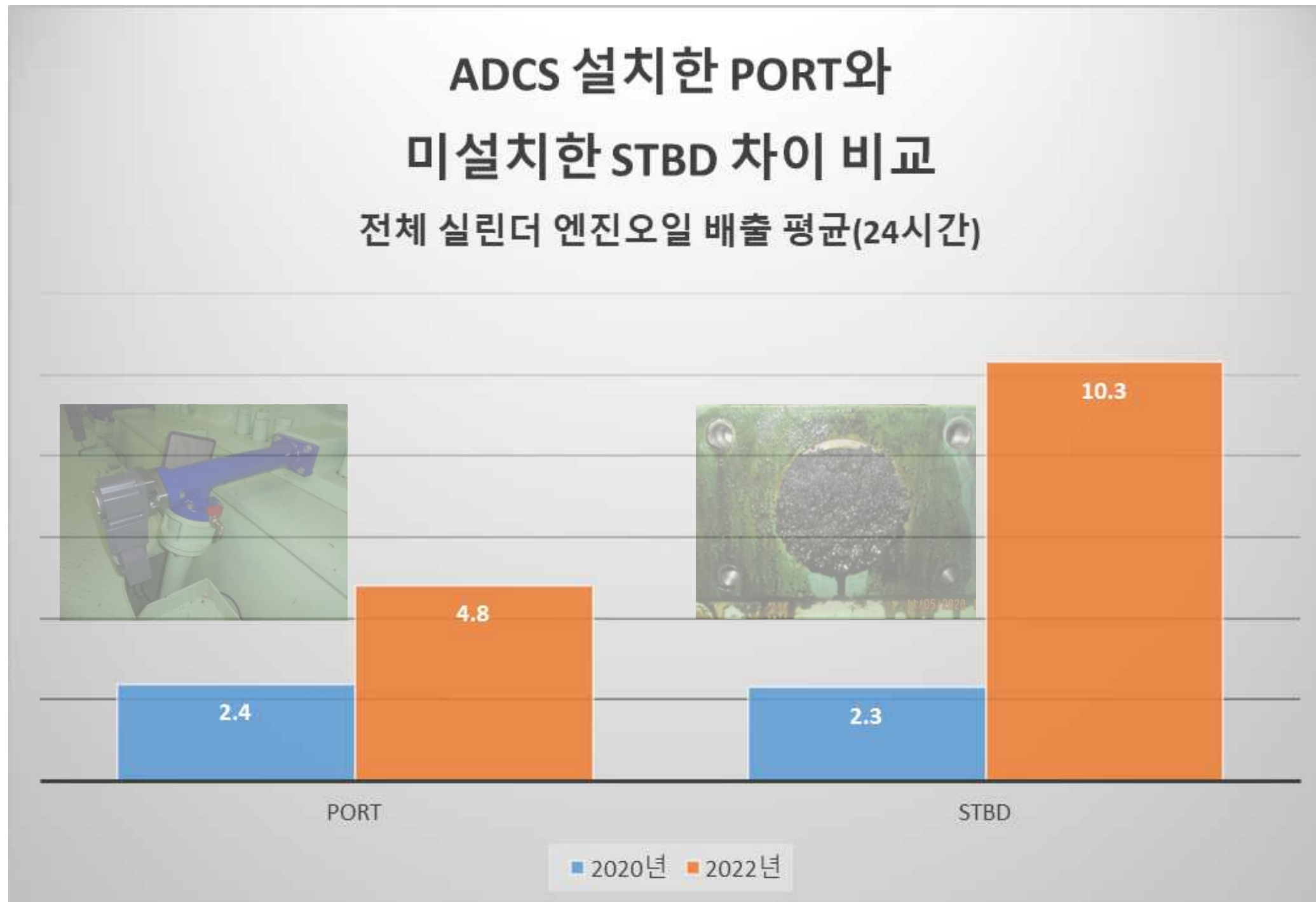


ADCS 설치 후 PORT/STBD
엔진오일 손실 평균 (24시간)



ADCS 도입 사례

트윈엔진 환경을 통한 비교 테스트 / 데이터 분석 (실린더별 엔진오일 손실)



ADCS 설치 후 실린더별 엔진오일 손실 5.47 liter 감소 (53%)

- 5.47 liter x 7 cyl = 38.29 liter per day

ADCS 설치에 따른 엔진오일 손실 절감 금액 USD 17,331 (연간)

- 38.29 liter per day x 276 days = 10,568.04 liter (엔진 미가동 89일)
- 10,568.04 liter x USD 1.64 per liter = USD 17,331

[Calculation condition]

Lube oil price per liter	1.64 USD
Engine running hours per year	4,624 hours
kWh CO2 equivalent	0.62
Powergeneration SFOC	220.00 g/h Wh
Lube oil CO2 equivalent	2.93

- 4개월 평균 표본 데이터

ADCS 도입 사례

트윈엔진 환경을 통한 비교 테스트 / 데이터 분석 (전체 절감 비용 분석)



엔진 윤활유 손실 절감액 \$17,331

- 윤활유 리터당 \$1.64 x 하루 38.29 liter x 276일

유지보수 비용 절감액 \$15,000

- 균열 및 주철 보수, 베어링 가공, 라이너 랜딩 보수

높은 Pmax로 연간 0.35%(최소) 연비 절감액 \$19,320

- 저황유 톤당 \$500 x 하루 40톤 소모(엔진 1set) x 276일 x 0.0035%

실린더 청소 인건비 연간 1000시간 절감액 \$18,750

- 62.5일 (500시간 (엔진 1set) / 1일 8시간) x \$300(1일 인건비)

Total USD 70,401

- 트윈엔진 2set 모두 설치시 절감비용 USD 140,000 (연간)

- 4개월 평균 표본 데이터

ADCS 도입 사례

LNG 추진 컨테이너 적용



- 선사 : Hapag-Lloyd
- 선명 : Brussels Express
엔진 타입 : 1 x 9-cylinder MAN S90ME-C10 -> MAN ME-GI (이중연료)
- 특이사항 : 15,000 TEU급 세계 최초 LNG 전환형 대형 컨테이너선

ADCS 도입 사례

2024년 예정 LNG 신조 적용



- 선사 : Celsius
- 선명 : 미정 x 2 ships
- 엔진 타입 : MAN B&W ME-GI 엔진
- 특이사항 : LNG 추진 Dual Fuel 신조선에 적용

ADCS 도입 사례

제품 공급 실적 - 2023.01 기준

ADCS 설치 완료 선박 : 24척

진행 과정

- 2018년 ADCS 설치 테스트 진행
- 2021년 제품개발 완료 후 상업적 설치 시작

설치된 엔진 타입

- MAN 7S 80ME - C9
- MAN 7G 80ME - C9
- MAN 10S 90ME

설치된 선박 타입

- Oil Tankers (VLCC) - Major oil companies
- Ultra large container ships (ULCS) - Major container companies

현재 생산 진행중인 ADCS 엔진 타입

- MAN 8G 95 ME - C9
- MAN 7G 80ME - C9
- MAN 9K 80 MC - S
- MAN 10K 80 MC - S
- MAN 12K 50 MC -S

ADCS 도입 사례

결론

높은 PMAX로 및 향상된 엔진 효율로 인한 연료 사용량 절감 1.5%(최대)

- 기존 엔진 공급사 성능에 따라 좌우되는 연비를 선주 주도하에 향상할 수 있는 대안의 마련

친환경 연료 적용 가능 (LNG, 메탄올, 암모니아)

- 기존 디젤유 이외에 LNG, 메탄올, 암모니아 추진선에 적용하여 친환경 선박의 효율 극대화

엔진 스터핑박스 윤활유 누출량 53% 절감

- 7실린더 엔진 기준 연간 10,568 liter 절감

실시간 SDA 샘플링을 통해 실린더 오일 사용량 5~16% 절감

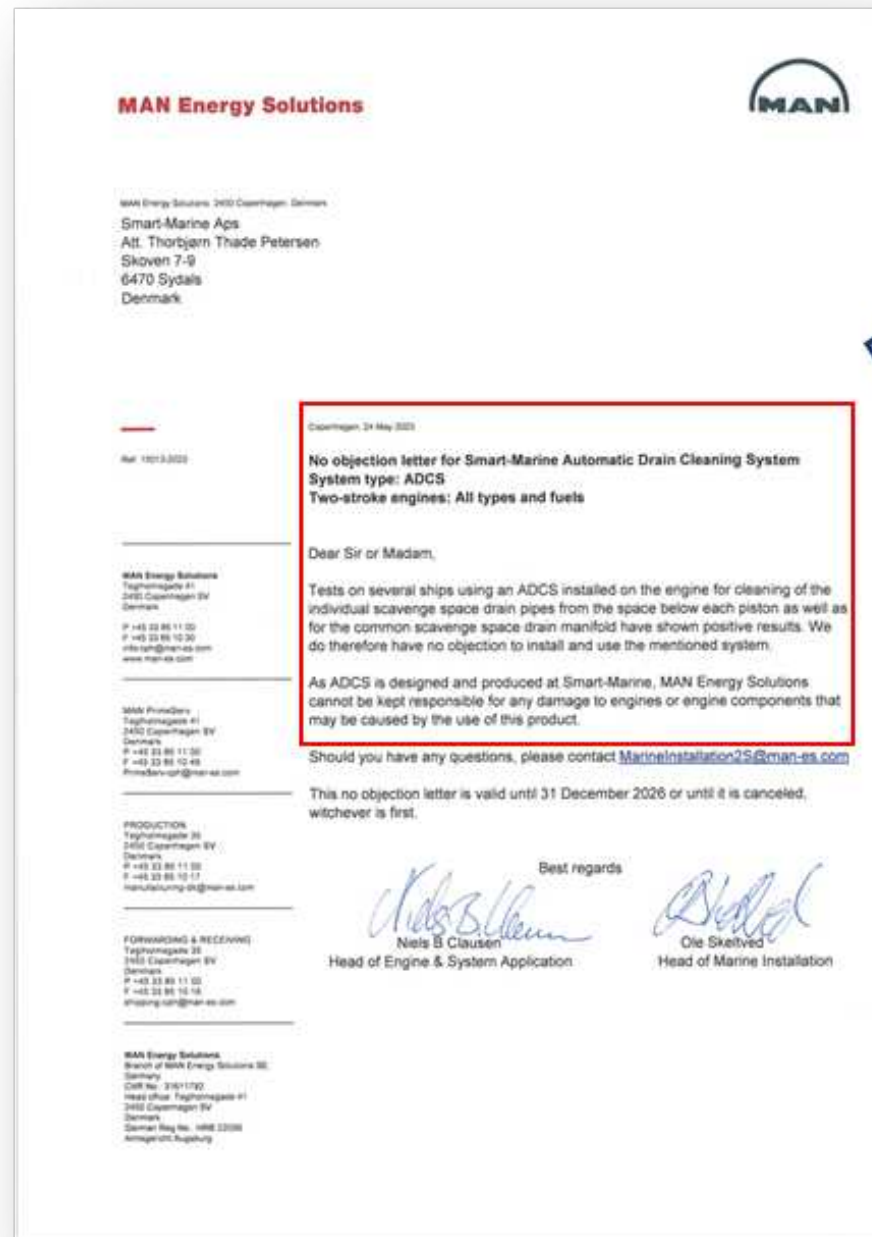
- 최대 24시간 걸리던 SDA 샘플링 시간에서 실시간 샘플링을 통해 오일 사용량 감소

승무원의 안전한 작업 환경 및 기존 작업 시간 1,000시간 (연간) 절감

- 친환경 연료 사용시 메탄올, 암모니아에서 발생하는 유독성 물질을 자동화된 폐기 가능
- 기존에 소모 되는 연간 1,000시간의 파아프 슬러지 청소 작업시간 불필요

ADCS 도입 사례

MAN ES의 Test 결과에 대한 의견



No objection letter for Smart-Marine Automatic Drain Cleaning System
System type: ADCS
Two-stroke engines: All types and fuels

Dear Sir or Madam,

Tests on several ships using an ADCS installed on the engine for cleaning of the individual scavenge space drain pipes from the space below each piston as well as for the common scavenge space drain manifold have shown positive results. We do therefore have no objection to install and use the mentioned system.

As ADCS is designed and produced at Smart-Marine, MAN Energy Solutions cannot be kept responsible for any damage to engines or engine components that may be caused by the use of this product.

"MAN ES 는 Test 결과에 대해 인지하고 있으며 성능을 인정, 설치에 문제가 없음을 확인함"

"조선소 및 선주가 사용에 동의 한다면 설치에 문제가 없음"

감사합니다 Q & A