

# 특집

## WTS(Water Treatment System) 기술 개발에 관한 고찰

전보현, 박재현, 김정환(한국조선해양기자재연구원)

### 1. 서론

지구 환경 보존 문제가 범세계적인 중대 현안으로 대두됨에 따라 선박 관련 산업에도 국제해사기구(IMO)의 동참 필요성이 제기되면서 황산화물(SOx)과 질소산화물(NOx), 이산화탄소(CO2) 등의 대기오염 물질은 배출 국가의 영역에서 오염을 야기하는 것에 그치지 않고 전 세계적인 대기오염을 유발시키며 이에 따라 각 국가 간 분쟁의 소지가 있기 때문에 이를 강력한 규제를 통한 해양 환경오염 저감 정책을 추진하고 있다.

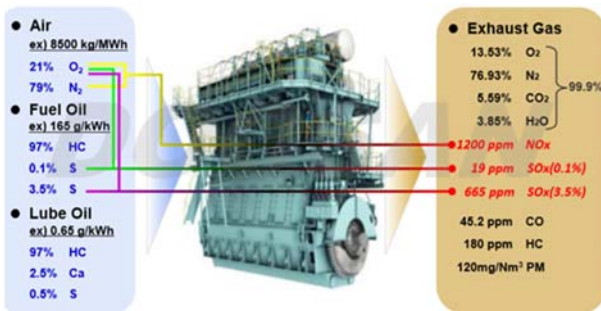


그림 1 저속 디젤 엔진에서 배출되는 배기가스 (출처 두산엔진 Main engine basic)

그 중 질소산화물(NOx) 배출 규제를 위해 2016년 1월 1일 이후 대기오염방지 3차 규제(Tier III)를 발효하였고 질소산화물(NOx) 저감 기술로 EGR(Exhaust Gas Recirculation), SCR(Selective Catalyst Reduction), SAM(Scavenge Air moistening)이 대두되었다.

배기가스재순환(exhaust gas recirculation, EGR)은 디젤엔진에서 질소산화물(NOx) 배출을 제어하는 효과적인 방법이다. EGR은 재순환된 배기가스에 의한 열흡수(heat absorption) 뿐만 아니라, 연소실 내의 산소농도의 저감을 통하여 질소산화물(NOx)을 감소시킨다. EGR을 채용하기 위하여 고압 EGR (high-pressure loop EGR), 저압EGR (low-pressure loop EGR) 및 혼합 EGR (hybrid EGR) 등 여러가지 방법들이 제안되고 있다. 냉각(cooled) EGR을 사용함으로써 질소산화물(NOx)을 더욱 저감시킬 수 있는데, 이는 EGR 냉각기(cooler)에 엔진냉각수를 흘려보냄으로써 재순환된 배기가스를 냉각시키는 방법이다.

배기가스를 연소실 안으로 재공급하기 위해 온도를 감소시

키고 이를 식히는 과정에서 생성되는 산성 물질은 장치를 손상시키며 유지관리 비용을 증가시키는 원인이 된다. 또한, 배기가스 내의 미립자는 연소효율을 감소시키기 때문에 배기가스를 재사용하기 위한 세정장치가 필요하다.

배기가스 성분이 용해된 세정수를 별도의 처리 없이 그대로 배출하게 되면 해양오염의 원인이 되기 때문에 배기가스 정화를 위한 EGR에는 세정수를 처리할 수 있는 세정수 처리 시스템(Water treatment system)이 반드시 설치되어야 한다.

조선산업의 불황과 각종 배출 규제에 대응하기 위하여 국내 기술 발전을 도모해야 한다.

### 2. WTS 기술

선박 내부 적용 시스템이라는 특수성에 기인하여 수처리 시스템에는 공간적 제약과 연속성 그리고 재처리의 효율성 등을 충족시켜야 한다. 특히, 폐쇄적 공간이라는 특성 하에 선박 내 여러 시스템에서 재처리 공정을 고려하여야 한다.

수처리의 개방성, 폐쇄성과 wash water로 사용되는 물의 상태에 따른 분류로 세정수 처리 시스템(Water treatment system)은 Open loop와 Close loop로 분류되는데, Open loop는 pH 10 이상의 염기성을 띠는 바닷물 확보를 전제한 환경에서 사용이 가능하며 배출 조건이 비교적 까다롭지 않은 지역에서만 사용 가능하다. Closed loop의 경우 Open loop의 환경이 아닌 지역에서 적용 가능한 system이며 사용한 물을 재처리하여 사용하는 특성이 있다.

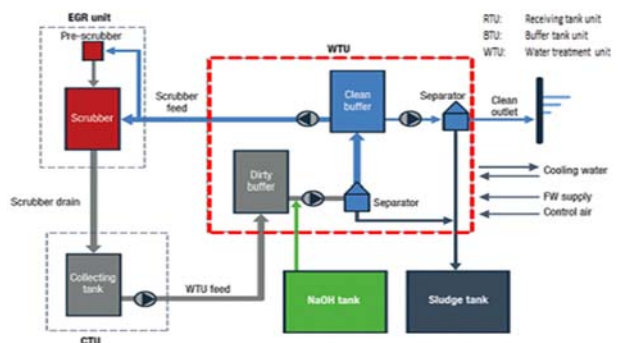


그림 2 EGR시스템에 적용된 closed loop의 WTS (출처 MAN Diesel & Turbo)

특히, Closed system은 scale과 부식을 야기시킬 수 있는 해수를 사용할 수 없어 시스템을 구동하기 위해서는 청수 사용이 필요하며 시스템의 compact화 및 연속성 그리고 세정수 처리의 효율성 증대 등이 요구되고 있다.

## 2.1 WTS 종류

### - Disc type 원심분리장치

Disc type 원심분리기는 높은 원심력을 이용하여 비중이 다른 두 액체 혹은 액체 내부의 침전물을 분리하는 방식이다. 낮은 비중의 물질이 원심분리기의 가운데로 모이는 동시에 높은 비중의 액상 혹은 고상의 물질이 bowl에 연속적으로 일어나 상분리가 진행된다. 한정적인 면적 내에서 많은 양의 유체를 처리할 수 있게 되나, Disc 적층 구조로 인하여 큰 floc이 존재하는 유체에는 적용이 제한적이다.

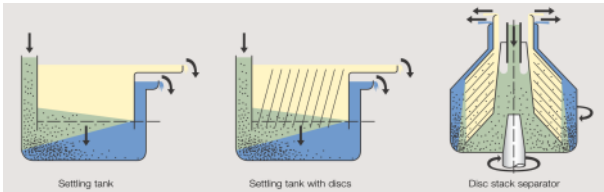


그림 3 Disc type 원심분리기

### - Decanter type 원심분리장치

Decanter type 원심분리기 또한 원심력을 이용하여 서로 다른 비중의 두 물질을 분리하기 위한 장치로서 액체 내부에 존재하는 고형물질들을 분리하기 위해 특화된 방식이다. Decanter type의 centrifuge를 적용한 사례는 없으나 disc type의 문제점들을 보완하기 위한 연구는 지속적으로 이루어지고 있다.

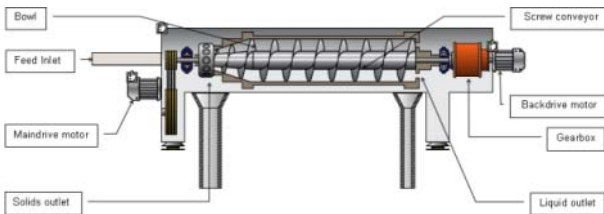


그림 4 Decanter type 원심분리기

### - Cyclone Type 원심분리장치

Cyclone Type 원심분리기는 형상에 의해 원심력을 확보하는 방법으로 Disc type과 달리 Particle을 분리하는 데 많은 동력이 들지 않고 Particle이 적체되는 현상 발생이 없다.

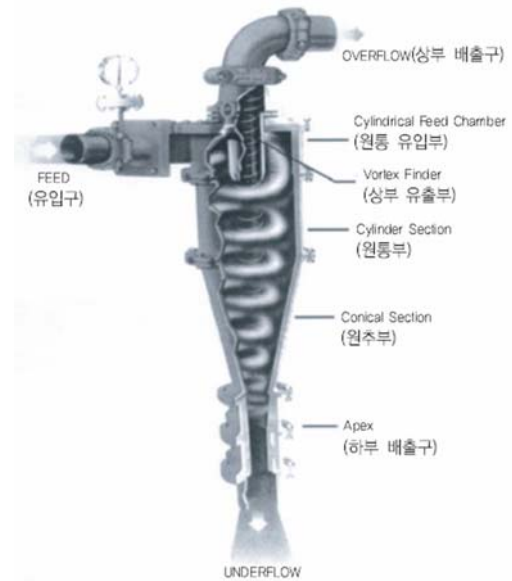


그림 5 Cyclone type 원심분리기

높은 효율을 확보하기 위해 형상 설계에 대한 지속적인 연구 개발이 필요하다.

## 2.2 배출가스 저감장치 시장현황

해외 선진사에서는 관련 기술개발을 활발히 진행 중에 있으며, Aalborg에서는 배출가스 SOx 처리 장치인 Scrubber에 대한 기술개발을 완료하여 시장에 판매 중에 있다. Wärtsilä는 선박 엔진 제조기업으로 자사 제작 엔진에 장착 할 Scrubber 및 관련 세정수 처리 장치에 대한 개발을 완료하였으며, Alfa Laval에서는 NOx를 저감시키는 시스템을 개발하여 시장을 선도하고 있는 상황이다. Alfalaval과 Westfalia 제품 모두 부유 물질과 해수와의 비중 차이를 이용하여 제거하는 원심분리 방식을 사용하고 있다. 그러나, 국내 세정수 처리장치에 대한 국내 기술은 전무한 상태이다.

EGR에 사용되는 세정수는 재사용 및 외부로 배출하기 위해서는 별도의 처리가 필요한데, 해양으로의 배출은 환경오염을 방지하기 위하여 MEPC.259(68)에 의해 규제되고 있다. 환경규제, 공간적 제약, 기술적 어려움을 모두 만족시킬 수 있어야 하며 제품의 경제성을 위하여 가격적인 측면에서도 만족스러워야 한다. 특히, EGCSA (Exhaust Gas Cleaning Systems Association)에 의하면 현재 300건의 배출가스 처리 시스템이 설치가 되었거나 진행 중이기 때문에 경제적인 면과 환경 규제를 모두 만족시키는 대응기술이 필요할 것으로 예상된다.

### 3. 결론

현재 국내 질소산화물(NOx) 저감기술은 외국 선진사로부터 기술협조를 받고 있으나, 향후 환경규제에 대응하기 위해서 지속적인 국산화 개발이 필요할 것으로 사료된다.

IMO 등 국제 기구의 가스배출 규제는 점점 엄격해질 것으로 예상되므로 관련 제작사는 친환경 선박 엔진의 핵심 기자재를 개발하고, 환경 규제에 대한 국제적인 정책동향을 잘 파악해야 할 것이다.

또한, 세척수 배출 규정 강화로 인한 기존 시스템의 부적합으로 성능 업그레이드 및 새로운 시스템 적용에 대한 대응기술 개발이 필요할 것이다.

선박용 EGR의 수처리 모듈 기술은 신조선은 물론 기존 운항중인 선박에도 적용이 가능하기 때문에 향후 지속적인 매출 발생이 기대되는 고부가 가치 산업이다. 이런 요구사항들에 대하여 보다 더 고도화된 배출수 처리 시스템 기술을 연구 개발해야 한다.

### 참고 문헌

金萬永, 崔圭勳 [Exhaust Gas Recirculation] (2000)

강국진, 김상현, 김은찬 [국내 선박엔진의 NOx 배출현황 및 저감기술 개발에 관한 고찰] (2004)



전 보 현

- 1982년생
- 2010년 동아대학교 기계공학과 석사
- 현 재 : 한국조선해양기자재연구원 선임연구원
- 관심분야 : 열 유체 분야 CFD
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*-\*\*\*\*
- E-mail : jeonbo@komeri.re.kr



박 재 현

- 1973년생
- 2007년 동아대학교 기계공학과 박사
- 현 재 : 한국조선해양기자재연구원 책임, 열유체연구센터 센터장
- 관심분야 : 극한 환경 유체기계, 위험성 분석
- 연 락 처 : 051-400-5062
- E-mail : parkjh@komeri.re.kr



김 정 환

- 1968년생
- 2003년 한국해양대학교 기계공학과 박사
- 현 재 : 한국조선해양기자재연구원 수석, 에너지해양연구본부 본부장
- 관심분야 : 에너지, 열유체 및 구조, 대기환경
- 연 락 처 : 051-400-5061
- E-mail : jhkim@komeri.re.kr

## 회원 정보 변경 안내

이메일, 핸드폰 번호등 신상변동이 있으시면 분은 학회 홈페이지(www.snak.or.kr)에 방문하시어 개인 정보를 수정하여 주시기 바랍니다.

### 문의처

전화 : 02-3452-2370, E-mail : [general@snak.or.kr](mailto:general@snak.or.kr)