

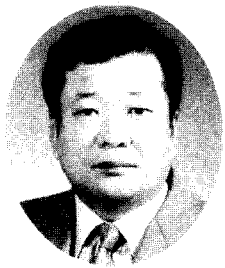
친환경 선박의 개념과 개발 동향

1. 서 언



김 상 현

1967년 7월 12일
2000년 일본 동경대 공학박사
현 재 : 한국해양연구원 해양시스
템안전연구소 선임연구원
관심분야 : 친환경 해양시스템, 해양환
경 및 지구환경 문제, 레저
선박
연 락 처 : (042)868-7232
E-mail : kimsh@kriso.re.kr



고 향 두

1957년 4월 2일
2000년 부산대학교 공학박사
현 재 : 한국해양연구원 해양시스
템안전연구소 책임연구원
관심분야 : 차세대 고부가가치 선박,
친환경 선박, 선박 NOx
모니터링
연 락 처 : (042)868-7212
E-mail : cdkoh@kriso.re.kr

지난 4월 9일 KBS(한국방송공사)에서 방영된 환경스페셜 “또 하나의 전쟁, 이산화탄소를 잡아라”라는 특집방송은 지구온난화 가스인 이산화탄소(CO₂) 배출문제로 대표되는 지구환경 문제가 향후 우리들에게 어떻게 다가올 것인가를 잘 보여주는 사례이다. 이 방송에서는 현재 CO₂가 톤 당 5~10달러의 가격으로 시험적으로 거래되고 있으며 2008년에는 국제 CO₂ 배출권 시장이 개장될 예정이며, 삼성전자와 현대자동차와 같은 수출 위주의 대기업의 경우 제품 및 제품 생산 과정에서의 CO₂ 배출 저감 문제가 상품 경쟁력 확보뿐만 아니라 10년 20년 후의 기업 생존에 직결되는 것으로 인식하고 있으며 더 나아가 앞으로 어떻게 CO₂ 배출 문제에 대응하는 가가 향후의 국가와 기업 경쟁력을 좌우하는 큰 요인이 될 것이라는 생소하며 충격적인 내용을 보여주면서 “21세기는 환경의 세기”임을 강조하였다.

선박 분야도 예외가 아니어서 지구환경 및 해양환경 보전을 위하여 국제해사기구(International Maritime Organization: IMO)에서는 “선박의 오수오염방지 협약”, “선박의 대기오염방지 협약”, “선박의 유해방오도로 사용규제 협약”, “선박의 밸러스트수 관리 및 배출규제에 대한 협약” 등과 같은 선박에 대한 각종 환경규제 협약을 잇따라 채택하여 발효하고 있으며 조선소, 선박용 엔진제조업체 및 해운선사들도 기업의 지속적인 경쟁력 확보를 위하여 이들 협약의 준수에 노력하고 있다. 또한 더 나아가 지구환경 및 해양환경 보전에 능동적으로 대처하며 육상운송보다 환경친화적인 해양운송을 적극적으로 확대하기 위한 노력으로 환경 위해가 적으며 에너지 효율이 높은 친환경형 선박의 개발을 진행하고 있다. 국내에서도 해양수산부를 중심으로 해양환경 보전과 IMO의 환경규제 협약에 대응하고 있으며 친환경 선박의 개발과 친환경 선박을 활용한 해상운송을 중심으로 한 물류 체계 구축에 대한 검토가 시작되고 있다.

본 특집원고에서는 먼저 친환경 선박 개발의 필요성에 대하여 환경 보전, 물류 체계 구축 및 신개념 선박 개발의 관점에서 고찰하고 친환경 선박이란 어떤 선박을 의미하는 가에 대하여 살펴본다. 또한 친환경 선박의 주요 필요 성능과 구성 요소에 대하여 고찰하고 유럽과 미국, 일본 및 국내에서 진행중인

Table 1. 교토의정서에 나타난 주요 대상국의 온실가스 감축량

감축율	국 가
-8 %	오스트리아, 벨기에, 불가리아, 체코, 덴마크, 에스토니아, EC, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 모나코, 룩셈부르크, 네덜란드, 포르투갈, 루마니아, 슬로바키아, 슬로베니아, 스페인, 스웨덴, 스위스, 영국, 북아일랜드 등
-7 %	미국
-6 %	일본, 캐나다, 헝가리, 폴란드
-5 %	크로아티아
0 %	뉴질랜드, 러시아, 우크라이나
+1 %	노르웨이
+8 %	호주
+10 %	아이슬란드

친환경 선박의 개발 현황을 간단히 소개한다. 특히 일본에서 진행중인 차세대 친환경 내항선 개발 프로젝트인 "Super Eco-Ship"에 대하여 그 개발 일정과 내용, 주요 기대성과 등에 대하여 자세히 살펴본다.

2. 친환경 선박의 필요성

2.1 지구환경과 해양환경 보전

1997년 일본 교토에서 개최된 국제회의에서 지구온난화대책의 일환으로 선진 38개국에 이산화탄소(CO₂) 등의 지구온난화가스(GHG, Green House Gas)의 삭감 목표를 정한 "교토 의정서"가 채택되었다. 교토 의정서에 의하면 선진 공업국은 온실가스 배출량을 1990년 배출량 기준으로 2008~2012년까지 평균 5%이상 감축하여야 한다. Table 1에 주요 대상국의 의무 감축량을 나타낸다. 감축 대상국에서는 산업의 각 분야에서 에너지 효율의 향상, 청정 연료의 사용, 온실가스 처리 등을 통하여 온실가스 배출량 저감을 위한 노력을 하고 있다. 특히 운송부분에 있어서는 트럭 중심의 도로운송에서 대량 운송의 장점을 가지며 온실가스 배출량이 적은 선박 중심의 연안운송으로의 전환을 통

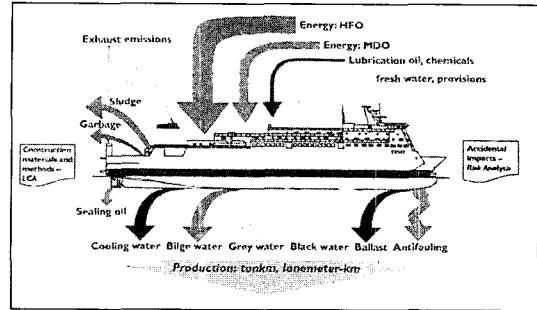


Fig. 1. 선박으로부터 발생하는 환경오염

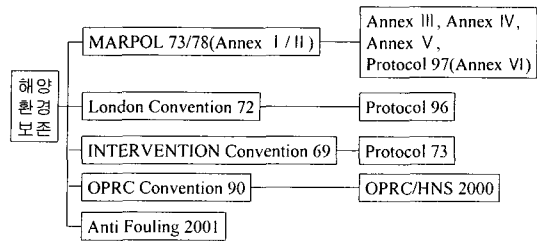


Fig. 2. 해양환경에 관련된 IMO의 주요 협약

하여 화물 운송분야에서 발생하는 전체 온실가스 배출량의 저감을 시도하고 있다.

지구환경과 해양환경의 보전 문제에 있어서 선박도 예외가 아니어서 Fig. 1에 나타난 것과 같이 선박의 운항에 따라 많은 종류의 환경 오염을 발생시키고 있다.

선박으로부터 발생하는 환경오염에 대한 대책으로서 국제해사기구(IMO)에서는 선박에서 발생하는 오염물질 등에 대한 규제를 강화하는 한편 새로운 해상 환경협약의 채택 및 발효를 강력히 추진하고 있다. 선박관련 국제환경협약은 "선박의 오수오염방지협약", "선박의 대기오염방지협약", "선박의 유해방오료 사용규제협약", "선박의 밸러스트수 관리협약" 등이 있다. 해양환경에 관련된 IMO의 주요 협약을 Fig. 2에 나타낸다.

1973년에 채택된 "선박의 오수오염방지협약"의 경우, 2003년 9월 27일부터 국제적으로 발효됨에 따라 총 톤수 200톤 이상이나 10인 이상이 승선하는 선박에서 발생하는 오수는 국제협약에 따라 정화하여 처

친환경 선박의 개념과 개발 동향

리해야 한다. 또한 질소산화물(NOx)과 황산화물(SOx), 오존파괴물질 등 선박으로부터 발생하는 대기오염물질의 배출을 규제하는 “선박의 대기오염방지협약”도 2004년도에 발효가 예상된다. 그리고 해양생태계에 악영향을 미치는 선박용 유기주석(TBT) 성분 방오도료에 대해서도 2003년 1월 1일 이후부터 TBT 방오도료의 사용을 전면적으로 금지하며 2008년 1월 1일 이후부터는 선체내 TBT 방오도료의 잔존을 금지시키는 내용의 “선박의 유해방오도료 사용규제 협약”이 채택되어 2005년부터 국제적으로 발효될 전망이다. 일부 선진국가에서는 이미 자국 국내법을 이용하여 유해방오도료에 대한 규제를 시작하고 있다. 또한 선박의 밸러스트수를 통한 수중미생물의 국가간 이동으로 타지역의 해양생태계 파괴문제가 발생함에 따라 국제적으로 선박의 밸러스트수 관리 필요성이 크게 대두되고 있으며, “선박의 밸러스트수 관리협약”의 제정을 추진하여 2004년 초에는 국제협약으로 채택될 것으로 예상된다.

이와 같이 전 세계적으로 지구환경과 해양환경 보전을 위하여 친환경적인 연안운송의 증대와 IMO의 선박에 대한 각종 환경 규제의 준수를 위하여 노력하고 있으며 또한 IMO의 환경 규제를 만족하면서 연안운송을 효율적으로 담당하는 친환경 선박에 대한 연구 개발도 증가하고 있는 추세이다.

2.2 국내 환경 보전

도로운송에 의해서 야기되는 환경오염은 대기질 악화, 소음, 자연경관 훼손, 생태계 파괴 등이며 연안운송에 의해서 야기되는 환경오염은 대기질 및 수질 악화, 해양생태계 파괴 등이다. 특히 두 운송수단에서 공통으로 배출하는 대기오염물질에 의한 대기질 악화는 운송수단에 의한 환경오염의 대표적인 사례이다.

한국의 CO₂ 배출량은 2000년 세계 9위로 세계 전체의 약 2%를 차지하고 있으며 1980년 이후의 CO₂ 배출량과 에너지 사용량 증가율은 30개 경제협력개발기구(OECD) 회원국 중에서 가장 높은 수준이며 2020

년에는 1인당 CO₂ 배출량이 세계 1위가 될 것으로 예상되고 있다. 또한 국내의 운송부분에서 발생하는 대기오염물질 배출량은 1998년 기준으로 191만톤으로 총 배출량 377만톤의 약 51%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있다. 도로운송을 포함한 육상운송에서 발생하는 대기오염물질 배출량은 전체 운송부분 배출량의 약 81%인 155만톤이며, 연안운송의 대기오염물질 배출량은 전체 운송부분 배출량의 약 19%인 36만톤인 것으로 추정되고 있다. 도로운송의 경우는 대형트럭이 전체 자동차 대기오염물질 배출량의 약 35%를 차지하고 있어 국내 대기오염의 주요 원인으로 추정된다.

도로운송에 의하여 발생하고 있는 국내 대기오염을 줄이기 위해서는 Table 2에서 같이 화물에 운송에 있어서 대기오염 물질의 배출이 적은 선박을 이용한 친환경적인 연안운송의 운송 분담율을 증대시키는 것이 필요하다. 그러나 연안운송의 경우, 씨프린스호 해난 사고와 같은 충돌 및 좌초에 의한 해상오염의 방지와 밸러스트수 교체에 따른 해양 생태계 파괴의 방지 등 해양환경 보전을 함께 고려하는 것이 필요하다. 따라서 해양환경에 위해를 주지 않으면서 연안운송의 분담율 증대를 효과적으로 담당하는 친환경 선박에 대한 연구 개발이 필요하다.

2.3 연안운송 중심의 국내 물류체계 구축

2001년 통계에 의하면 국내화물의 74.2%인 5억 3,572.5만톤이 도로운송을, 19.5%인 1억 4,054.4만톤이 연안운송을, 6.25%인 4,512.2만톤이 철도운송을 이용하고 있으며 전체 수출입 화물의 80%이상을 처리하고 있

Table 2. 트럭과 선박의 톤-km당 대기오염 배출량 (1998년 기준)

단위: g/톤-km

구분	SO ₂	NOx	TSP	CO	HC
트럭	0.5	31.5	5.8	34.6	4.4
선박	8.6	1.4	0.3	0.4	0.2

자료: 환경부의 “환경백서 2000”와 건설교통부의 “건설교통통계연보 2000”에 의거하여 KMI가 작성

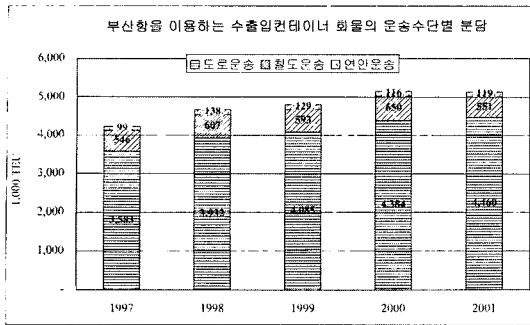


Fig. 3. 부산항을 이용하는 수출입컨테이너 화물의 운송 수단별 분담

는 부산항을 이용하는 수출입컨테이너 화물의 경우도 Fig. 3에서 알 수 있듯이 2001년 기준으로 도로운송 분담율이 86.9%, 철도운송 분담율이 10.8%, 연안운송 분담율이 2.3%으로 국내 화물의 도로운송 의존도는 매우 높은 실정이다. 따라서 지난 5월에 발생한 화물 연대 파업으로 발생한 물류대란과 수출입 화물 수송의 차질에서 알 수 있듯이 대형 트럭을 이용한 도로 운송 중심의 국내 화물 운송을 여러 운송수단을 활용하여 다양화하는 것이 필요하다.

한편 해양수산부에서는 2011년의 수출입컨테이너 물동량을 1999년 물동량(575만TEU)의 약 2.2배인 1,265만TEU, 2020년의 수출입컨테이너 물동량은 약 3.8배인 2,160만TEU를 예상하고 있어 획기적인 도로확충 등이 시행되지 않는 한 도로운송에 의한 수출입컨테이너 화물의 수송에는 한계가 올 것으로 추측되어 연안운송이나 철도운송의 분담율을 증대시키는 것이 필요할 것으로 예상된다.

이상의 국내화물 운송 현황을 고찰하면 국내 화물의 운송 경로 다양화가 필요하며 인프라 시설이 제한적인 철도운송보다는 연안운송의 분담율을 증대시키는 것이 현실적이며 효율적일 것으로 추측된다. 그러나 기존의 내항선은 저속이며 소형으로 향후의 연안운송을 주도적으로 담당하기 어렵다. 따라서 기존의 내항선보다 고속이며 대형이며 운송효율이 높은 선박, 해양환경 및 지구환경에 친화적인 선박인 차세대 내항선의 개발이 요구된다.

2.4 신개념의 고부가가치 선박 개발

미국, 유럽 등과 같은 해양 선진국에서는 선박 및 해양 구조물에 관련되는 환경 보존 기술의 중요성을 오래 전부터 인식하고 독자적인 기술을 개발하고 이들 기술을 바탕으로 IMO 등의 국제기구를 통하여 환경 규제를 강화하여 선박 건조 및 선박 운항에 있어 이들 환경기술을 지닐 것을 요구하고 있다. 따라서 국내에서 선박을 건조하는 경우, IMO 등에서 요구하는 선박의 환경 보존 기술을 반드시 만족하는 것이 필요하며 국내에서 확보 가능한 환경 관련 기술을 중심으로 적극적으로 개발하는 것도 필요하다.

향후 지구환경과 해양환경 보전에 관련된 국제적인 규제는 더욱 더 강화될 것으로 예상되므로 한국이 세계 1위의 조선공업국 지위를 지속적으로 유지하며 우수한 선박을 제공하기 위해서는 환경보전에 관련된 기술들을 능동적으로 개발하여 선박에 적용하고 이를 전략 상품화하여 조선산업의 국제경쟁력을 더욱 더 향상시키는 것이 필요하다. 따라서 환경보전 관련 기술을 선박 분야에 적극적으로 적용시킨 친환경 고부가가치 기술을 독자적으로 확보하기 위해서도 친환경 선박의 개발이 필요하다.

3. 친환경 선박과 필요 성능

3.1 친환경 선박이란?

세계 각국에서 진행되고 있는 친환경 선박 개발 프로젝트의 궁극적인 목표는 지구환경과 해양환경의 보전이나 개발 대상으로 하고 있는 환경친화적인 선박에 대한 명칭이 Environmental-friendly ship, Green ship, Eco ship, Super eco-ship, Clean ship 등과 같이 수행되는 프로젝트에 따라 다양하게 표기되어지는 것으로부터 알 수 있듯이 국제적으로 친환경 선박에 대한 통일된 기준이나 정의는 아직 확립되어 있지 않은 상태이다.

본 원고에서 저자들은 친환경 선박(Environmental-friendly ship)을 “지구환경과 해양환경 보전을 위한 국제협약을 만족하면서 기존 선박에 비하여 환경 위해

친환경 선박의 개념과 개발 동향

물질의 배출이 적으며 에너지 효율 및 운송 효율이 우수하고 쾌적한 선내 거주환경을 가지는 선박”으로 정의한다.

3.2 친환경 선박의 필요 성능

해양환경 보전과 지구온난화 방지를 위한 지구환경 보전에 관한 선박의 대응 분야는 Fig. 4와 같이 정리할 수 있다. 지구환경 보전에 대한 선박의 주요 대응 분야로는 친환경형 디젤기관의 사용, 유황성분의 적은 연료 사용 등을 통한 NOx, SOx 배출 저감과 선수, 선미, 프로펠러의 개선, 선체중량 경감 등을 통한 연비 및 운송 효율 향상과 CO₂ 배출 저감 등이 있다. 또한 해양환경 보전에 대한 선박의 주요 대응 분야로는 선박의 밸러스트 수, 선내에서 발생하는 폐유 및 생활쓰레기 등에 대한 해양에서의 배출 규제와 탱커 이중구조화, 안전운항 지원시스템 활용 등을 통한 선박의 좌초, 충돌 등의 해양사고 방지와 해양환경 오염 방지 등이 있다.

지구환경과 해양환경 보전에 대한 선박의 대응을 고려하면 친환경 선박에 요구되는 주요 필요 성능으로 다음과 같은 것이 있다.

- ① IMO 해양환경방지협약(MARPOL 73/78)의 각종 규제를 만족할 것
- ② NOx, SOx, CO₂ 등의 대기오염 물질의 배출이 적을 것

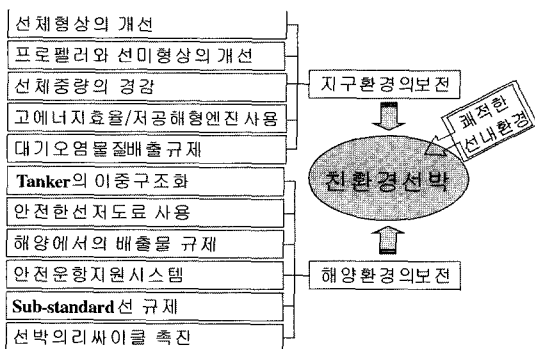


Fig. 4. 지구환경과 해양환경 보전을 위한 선박의 대응 분야

- ③ 가스터빈을 이용한 전기추진시스템 등과 같은 친환경 추진 시스템을 가질 것
- ④ 기존선에 비하여 에너지 효율 및 운송 효율이 높을 것
- ⑤ 선박내에서 발생하는 각종 환경오염 물질을 친환경적으로 처리할 것
- ⑥ 승무원의 거주 환경 및 근무 환경이 ISO 등의 규제를 만족하며 기존선에 비하여 쾌적할 것

4. 친환경 선박의 주요 핵심 요소기술

4.1 친환경 추진시스템

추진시스템은 기존의 선박용 디젤 기관에 비하여 에너지 효율이 높으면서 NOx, SOx 등의 대기오염배출이 극단히 적으며 주기관으로부터의 진동이나 소음 등도 적은 것이 요구된다. 친환경 추진시스템으로 가스터빈엔진과 선회식 전기추진시스템(POD 추진시스템)을 이용하는 것이 유력하다.

가스터빈엔진은 디젤엔진에 비하여 소형/경량이며 NOx, SOx 등의 배기가스 배출량이 적으며 저소음/저진동이며 선내 보수관리의 저감 등의 장점을 가지고 있으나 연료소비율이 낮으며 저질연료의 사용이 불가능한 단점이 있다. 선회식 전기추진시스템은 추력의 방향을 제어 가능하여 우수한 조종성과 이접안 성능을 가지며 연료소비량이 적은 특징이 있다. 또한 이중반전프로펠러의 사용을 통하여 추진 효율을 더 증가시킬 수 있다.

4.2 친환경 선형 설계

친환경 선형은 기존 선형에 비하여 추진 및 운송 효율이 높은 선형을 의미한다. 선회식 전기 추진시스템의 이용에 따라 프로펠러 축계가 선내에 없어 선형설계의 자유도가 증가하므로 추진 효율이 좋은 선형을 개발하는 것이 가능하다. 선형 개발에서는 CAD 작업, CFD 계산 및 모형선 시험을 통한 저항추진 성능 해석 등을 수행하여 최적의 저항추진성과 적재 용적을 확보하는 운송효율이 높은 선형을 개발하는 것이 필요하다.

4.3 배기가스 저감 기술

선박이 배출하는 NOx, SOx에 대한 IMO의 규제가 채택되어져 있으며 향후 CO₂와 미세입자(PM) 등도 배출규제 대상으로 추가될 전망이다. 따라서 친환경 선박의 배기가스 배출량은 IMO의 배출규제를 만족함과 동시에 향후의 배출규제에도 대응하는 것도 필요하다. 특히 친환경 추진시스템이 아닌 기존의 대형 저속 디젤엔진을 사용하는 경우에는 배출되는 배기가스에 대한 획기적인 저감 대책이 필요하다.

NOx저감대책은 Fig. 5와 같이 크게 Exhaust Gas After Treatment와 Primary Measures로 나누어진다. 특히 기관으로부터 배출된 배기가스를 처리하는 방법인 SCR(Selective Catalytic Reduction)이 저감율이 가장 좋으나 대단히 큰 장치이며 고비용인 것이 단점이다. 따라서 소형이며 저비용으로 저감율이 높은 NOx 저감 장치의 개발이 필요하다. 또한 NOx모니터링 시스템과 같은 선박의 배기가스 배출량을 지속적으로 계측 및 감시하는 시스템이 친환경 선박에 장착되는 것도 필요하다.

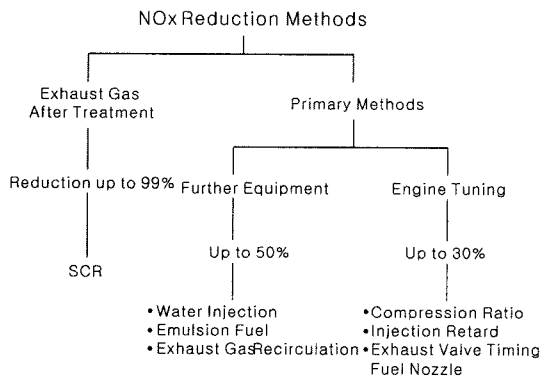


Fig. 5. NOx 저감 기술

4.4 밸러스트수 처리 기술

선박 밸러스트수의 이동에 의해서 다른 지역의 생물들에 의한 지역 생태계의 파괴문제가 심각하다는 조사 결과를 토대로 IMO는 밸러스트수의 교체를 제한

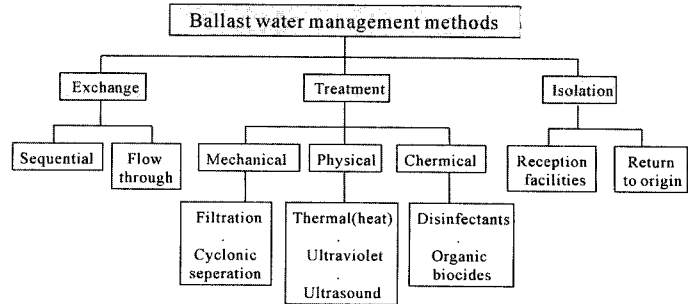


Fig. 6. 밸러스트수 처리 기술

하는 것을 추진하고 있으며 2004년초에 밸러스트수 관련 협약이 채택될 예정이다. 이 협약에서는

- ① 밸러스트수 교환시의 선박의 안전성 확보와 trim에 의한 visibility
- ② 밸러스트수에 의한 축적된 침전물의 처리
- ③ 밸러스트수에 포함된 미생물의 제거 문제가 다루어지고 있으나 ③의 밸러스트수 처리 장비의 개발이 매우 어려운 상태여서 협약의 발효가 늦어지고 있는 상황이다. 그러나 초보적인 처리 장비의 개발이 예상되는 협약 발효 후 4년 또는 2008년 이후에는 모든 선박에 밸러스트수 처리 규정을 적용할 예정이다. 밸러스트 처리 기술은 크게 Exchange, Treatment, Isolation의 세 분야로 나누어지며 각 분야의 세부기술은 Fig.6과 같다. 밸러스트수 처리 기술도 향후 친환경 선박에 반드시 필요한 핵심기술이다.

4.5 쾌적한 선내 환경의 확보

연안을 운항하는 선박의 경우 선내 근무환경 및 생활환경이 육상에 비하여 열악하여 선원 노령화와 선상근무 기피의 주 원인이 되고 있다. 따라서 친환경 선박을 이용한 해양운송의 활성화를 위해서는 선체 진동과 소음의 저감, 공기오염을 고려한 충분한 주거공간 확보와 공기청정 관리시스템, 전자기파의 발생이 적은 장비 선택 등을 통한 쾌적한 선내 근무환경과 생활환경을 확보하여 선상근무 피로도를 경감시키는 것이 필요하다. 또한 Fleet Support System 등과 같은 육상에서의 선박운항 지원시스템의 구축을 통하여 선내

친환경 선박의 개념과 개발 동향

에서의 보수관리 작업을 최소화하여 선원의 근무부담을 경감시키는 것도 필요하다.

4.6 기타 핵심요소 기술

친환경 선박에 필요한 기타 핵심요소 기술로는 해양 생태계에 악영향을 미치는 선박용 유기주석(TBT) 성분 방오 도료의 사용금지를 위한 국제협약에 대응한 TBT free 방오도료 기술, 선박내에서 발생한 오폐수 및 각종 쓰레기 등의 친환경 처리 기술, 선상에서 배출되는 냉각제의 회수 기술 등이 있다.

친환경 선박은 선박 자체의 친환경성 확보뿐만이 선박의 건조, 운항 및 해체에 이르는 전 과정 속에서 친환경성을 확보하는 것이 필요하다. 따라서 선박의 건조 계획 단계에서부터 해체에 이르는 선박 전 일생에 대하여 친환경성을 확보하기 위한 LCA(Life cycle assessment)도 친환경 선박에 요구되어지는 기술이다.

또한 선박의 좌초, 충돌 등의 해난사고와 이로 인한 해양오염의 방지를 위한 선박의 안전운항 지원 시스템도 친환경 선박에 요구되어지는 기술이다.

5. 국내외 연구개발 동향

5.1 유럽 및 미국의 연구개발 동향

유럽연합(EU)은 환경문제, 산업의 활성화 등의 이유로 친환경 선박 관련 기술 개발을 정책적으로 추진하고 있다. 주요 연구 사례로는 환경부하 저감을 목적으로 한 "ECOSHIP 프로젝트", POD 형 추진기의 성능평가와 POD 탑재선박의 모니터링을 목적으로 한 "PODs in Service 프로젝트", "OPTIPOD 프로젝트"가 있다. 이러한 연구는 유럽 연합의 여러 나라가 참여하는 협동 연구로 진행되고 있다.

"ECOSHIP 프로젝트"에서는 디젤발전기 10대를 탑재하고 운항모드에 맞추어 필요한 대수만을 운전시키는 것으로 고효율의 필요출력을 효과적으로 발생시키고 있다. 또한 전기추진시스템의 특징을 활용하여 기관배치를 자유롭게함으로써 화물적재량의 증대를 시도하고 있으며 선회식 전기추진시스템과 이중반전 프

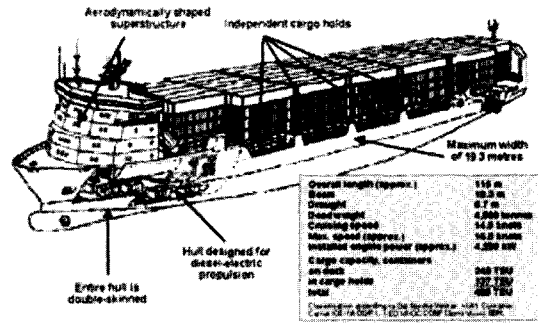


Fig. 7. ECOSHIP의 시설계 사례 (컨테이너선)

로펠러를 이용한 추진효율의 향상도 시도하고 있다. 이와 같이 "ECOSHIP 프로젝트"에서는 디젤발전기의 운전방법, 선회식 전기추진시스템, 이중반전 프로펠러 등을 조합하여 환경친화적인 친환경 선박의 개발을 진행하고 있다. Fig. 7에 ECOSHIP의 시설계 사례를 나타낸다.

또한 선급의 사례로는 노르웨이 선급(DNV)이 배기 가스 배출, 오염물질 배출 그리고 선박으로부터 연안 환경에 미치는 피해를 감소시키기 위하여 설계와 장비에 대한 요구 사항을 규칙으로 정하고 있으며 독일 선급(Germanischer Lloyd)에서는 GLESS(Germanischer Lloyd's Environmental Service System) guidelines을 따라서 건조된 선박에게 "Green Passport"를 발행하고 있다. "Green Passport"에서는 환경보호를 위해서 기항하는 나라와 국제 기준에 맞는 선박의 환경특성을 기록하며 또한 독일 선급의 환경서비스 시스템(GLESS)지침에 서술된 기본사항을 따르도록 하고 있다. 여기에는 MARPOL Annex VI에 따른 배기가스의 배출 저감, TBT-free 방오도료 적용 그리고 밸러스트수의 처리 등이 포함된다.

5.2 일본의 연구 개발 동향

일본의 친환경 선박 개발 프로젝트인 차세대 내항선(Super Eco-Ship)의 연구개발은 해운분야에서 지구 환경 보전과 Modal shift의 활성화를 실현하기 위하여 환경부하 저감뿐만이 아니라 기존 선박보다 경제성 및 운항성능이 높으며 우수한 선상 근무환경을 가지는 내

특 집

2001	2002	2003	2004	2005	2006
기초조사	차세대내향선 설계/제조	SMGT개발(SMGT연구회) 내구시험	SMGT탑재기 설계	SMGT탑재기 제조	시 驗 회
이중반전 POD요소	프로펠러형 기술개발	모델 설계/제조/시험	POD실용기 설계/제조		
기초조사	차세대내향선 설계/제조	SMGT개발(SMGT연구회) 내구시험	SMGT탑재기 설계	SMGT탑재기 제조	
기초조사	차세대내향선 설계/제조	SMGT개발(SMGT연구회) 내구시험	SMGT탑재기 설계	SMGT탑재기 제조	
기초조사	차세대내향선 설계/제조	SMGT개발(SMGT연구회) 내구시험	SMGT탑재기 설계	SMGT탑재기 제조	

Fig. 8. Super Eco-Ship연구개발의 연구 내용과 일정

향선을 개발하는 것을 목적으로 일본 국토교통성과 해상기술안전연구소(구 선박기술연구소)가 2001년~2005년의 연구기간에 걸쳐 추진하고 있는 사업이다. 차세대 내향선(Super Eco-Ship)의 연구개발의 주요 연구 내용과 일정을 Fig. 8에 나타낸다.

Super Eco-Ship는 가스터빈, 이중반전형프로펠러, POD형 전기추진시스템, 첨단CFD기술을 이용한 최적선형 등의 기술을 최대한 활용하여 개발되고 있다. Super Eco-Ship의 가장 큰 특징은 기존의 디젤기관 대신 차세대형 선박용 가스터빈으로 개발중인 Super Marine Gas Turbine(SMGT)을 이용하여 발전기를 구동하는 전기추진시스템을 채용하고 있는 것이다. SMGT는 Super Eco-Ship 프로젝트와는 별개로 차세대내향선용 SMGT 개발 프로젝트를 통하여 개발되고 있다. SMGT는 배기가스의 에너지를 열교환기로 다시 회수하고 연료를 예열하는 방법 등으로 기존의 가스터빈보다 연료소비가 20%이상 개선된 특징을 갖고 있다. SMGT의 사용에 통하여 NOx, SOx 배출량의 대폭 저감, 육상에서의 보수관리를 통한 선상에서의 보수작업 부담 경감, 진동 및 소음 저감 등을 Super Eco-Ship에서 실현하고 있다. 또한 Super Eco-Ship에서는 소형경량인 SMGT의 탑재를 통하여 기관실 용적 및 기관중량을 경감시키고 탑재 가능한 화물량의 증대를 실현하고 있다.

Super Eco-Ship 프로젝트를 통하여 기대되는 성과는 다음과 같다.

- ① 화물 적재량의 20% 증가 및 종합적인 운송 효율의 10% 향상
- ② 화물의 ton-km 운송에 따른 배기가스 배출량이 재래선에 비해서 CO₂가 25%감소, NOx 90%삭감, SOx 60% 감소
- ③ 선내의 진동 및 소음 감소, 선상 보수관리의 감소 등에 의한 선상 근무부담 감소
- ④ 친환경성 및 경제성을 갖춘 내향선을 제공함으로써 Modal shift를 촉진하여 내항운송 분야에서의 지구온난화 대책에 기여

Super Eco-Ship의 기본개념을 Fig. 9에 나타낸다. 또한 Super Eco-Ship에 의한 화물량 증대 효과를 탱크선와 카페리선의 시설계를 통하여 검증하였다. Fig. 10에 Super Eco-Ship(탱크선)의 시설계 결과를 Fig. 11에 Super Eco-Ship(카페리선)의 시설계 결과를 각각 나타낸다. Super Eco-Ship의 시설계 결과에 의하면 기존 탱크선(전장 104m, 선속 13.5노트, 재회중량 4,999톤)의 기본 제원을 변화시키지 않고 기름 적재량이 6,500m³에서 7,000m³으로 증가하였으며 카페리선의 경우도 기본 제원의 변화없이 승용차 탑재대수가 22% 증가하였다.

친환경 선박의 개념과 개발 동향

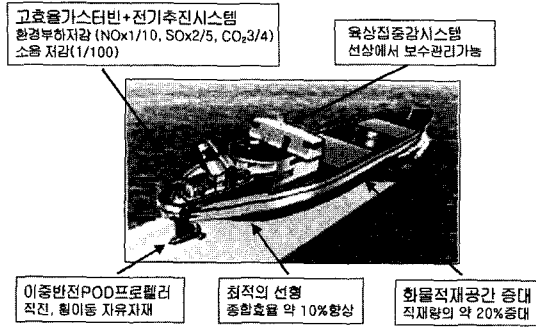


Fig. 9. Super Eco-Ship의 기본개념

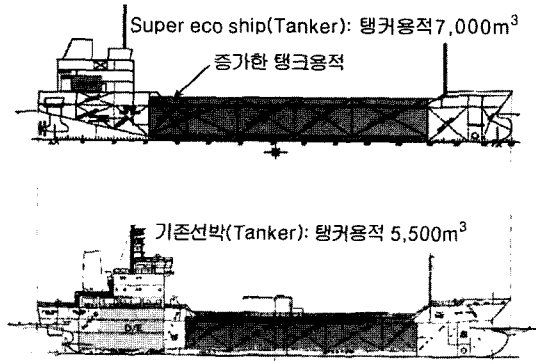


Fig. 10. Super Eco-Ship(탱크선)의 시설계

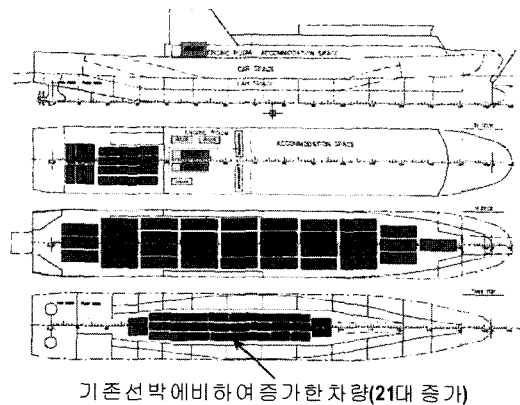


Fig. 11. Super Eco-Ship(카페리선)의 시설계

5.3 국내의 연구개발 동향

해양환경에 대한 연구는 여러 분야에서 진행되고 있으나 지난 5월 28일에 열린 제 8회 바다의 날 기념

2003년도 한국해양과학기술협의회 워크샵에서 “Cleanship(청정선) 기준 및 개발 방안 연구”라는 주제가 발표된 것에서 알 수 있듯이 친환경 선박에 관련된 국내 연구개발은 아직 초기 단계이다. 그러나 최근 한국해양연구원 해양시스템안전연구소(KRISO)에서는 연구원의 기본연구사업인 “차세대 친환경 해양 운송시스템 기반기술 개발(2003년~2005년)”, 공공기술이사회의 정책연구사업인 “선박 운항중 환경위해 물질 저감기술 개발(2002년~2005년)”, 해양수산부의 수탁연구사업인 “선박의 NOx 배출량 저감운전 방법 개발(2003년)” 등과 같은 친환경 선박 및 선박의 친환경성 확보에 관한 연구과제를 수행하기 시작하였다.

“차세대 친환경 해양운송시스템 기반기술 개발”에서는 친환경 해양운송체계 핵심기술과 차세대 해양운송체계 기반기술의 개발을 목표로 하고있으며 “선박 운항중 환경위해 물질 저감기술 개발”에서는 선박용 방오도료 특성조사, 밸러스트수 교체 및 처리시스템 개발, 대기오염 저감 기술 조사 및 동시제거장치 개발 등을 수행하고 있으며 “선박의 NOx 배출량 저감운전 방법 개발”에서는 국내 선박용 엔진의 NOx 배출량 현황과 NOx 배출 저감기술 조사, 국내 연안 선박의 NOx 배출 규제(안) 검토 등을 수행하고 있다.

6. 결 언

본 원고에서는 전 세계적인 지구환경과 해양환경의 보존 운동에 대한 조선과 해운산업의 적극적인 대응책의 하나인 친환경 선박 개발에 대하여 그 개발의 배경과 필요성, 친환경 선박의 개념과 주요 핵심요소 기술, 국내외 연구개발 동향 등에 관하여 고찰하였다. 또한 세계 1위 조선국 지위의 지속적인 유지와 경쟁력 확보, 환경보전 및 환경친화에 관련된 선박분야의 핵심 기술의 확보, 선박을 둘러싼 국제적인 환경변화에 대한 적극적인 대응의 관점에서 친환경 선박의 개발이 필요한 것을 확인하였다.

향후 국내에서도 지구온난화와 대기오염 문제에 적

극적으로 대처하기 위하여 환경 친화적인 해상운송을 활성화시키는 노력이 대두될 것으로 예상된다. 따라서 내항선을 중심으로 한 국내 연안운송체계 구축의 필수적인 요소인 기존 선박보다 환경친화적인 선박, 친환경 선박을 중심으로 하는 친환경 해양운송체계 등에 대한 연구개발이 시급히 요구된다. 또한 친환경 선박을 중심으로 한 친환경 해양운송체계 구축이 선박, 환경, 운항 및 물류 분야 등의 핵심기술의 통합체인 점을 고려하면 정부 해당부처와 조선업계 및 해운업

계, 연구소 및 대학 등이 참여하는 공동 연구개발 체계를 구축하고 중장기적이며 체계적인 연구개발을 수행하는 것이 필요하다고 생각된다.

저자들은 본 특집원고가 향후 국내에서 활발히 진행될 것으로 예상되는 친환경 선박의 연구 개발에 대한 이해를 돕는 기초 자료로 활용되기를 기대하며 부족한 지식과 여러 문헌 조사 결과를 모아 정리하였다. 끝으로 저자들에게 특집원고의 지면을 할애해 주신 대한조선학회에 감사드린다. ♪