

IMO 배출가스 규제 강화에 대비한 국내 해운산업 대응 전략

Development Strategy of Shipping Industry in Korea
to prepare for IMO Emission Regulations

2019. 6.

이호춘 | 류희영



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진	이호춘 해운해사연구본부 해운산업연구실 부연구위원 류희영 해운해사연구본부 해운산업연구실 연구원
-----	--

보고서 집필 내역	
연구책임자	이호춘 연구총괄, 제1장, 제3장, 제4장 제1절, 제5장

연구진	류희영 제2장, 제4장 제2절
-----	------------------

산·학·연·정 연구자문위원	이철중 한국선주협회 오용식 한국해양대학교
----------------	---------------------------

※ 순서는 산·학·연·정 순임

목차

❖ 요약 · i

제 1 장 서론 · 1

제1절 연구 배경 및 필요성	1
제2절 연구 목적	3
제3절 연구 내용 및 방법	3
1. 연구 범위 및 주요 내용	3
2. 연구 방법	4
제4절 선행연구 검토	6

제 2 장 IMO 배출규제 강화에 대한 국내외 대응 동향 · 9

제1절 IMO 배출규제 강화	9
1. 배출규제 강화 목적	9
2. 배출규제 논의 과정	11
제2절 국내외 선사 대응 동향	13
1. 국내 선사 대응 동향	13
2. 해외 선사 대응 동향	16
3. 국가별 대응 동향	19
제3절 시사점	22

제 3 장 IMO 배출규제 대응 방안별 장·단점 분석 · 25	
제1절 저유황유 사용	25
1. 장점	25
2. 단점	26
제2절 탈황장치 사용	28
1. 장점	28
2. 단점	31
제3절 대체연료 사용	32
1. 장점	32
2. 단점	33
제4절 시사점	35

제 4 장 국내 선사의 대응 실태 및 해운산업 대응 방향 · 37	
제1절 국내 선사의 대응 실태 분석	37
1. 설문조사 개요	37
2. 설문조사 결과분석	40
3. 시사점	55
제2절 국내 해운산업 대응 방향	56
1. SWOT 분석	56
2. 대응방향 설정	65

제 5 장 결론 및 정책제언 · 67	
제1절 요약 및 결론	67
제2절 정책제언	71
1. 저유황유의 안정적 공급방안 수립	71

	2. IMO 황산화물 규제에 관한 정부 대응체계 정비 73
	3. 민간 자율협업체계 구축 활성화 및 타 분야 진출 확대 75

표 목차



〈표 1-1〉 본 연구와 선행연구 간의 차별성 분석	7
〈표 2-1〉 선박 황산화물 배출 규제 관련 IMO 논의 경과	11
〈표 2-2〉 국내외 주요 선사들의 대응전략	23
〈표 3-1〉 적용기술별 배출가스 감소량	26
〈표 3-2〉 배출규제 대응방안별 장단점	36
〈표 4-1〉 설문조사의 세부 문항들	38
〈표 4-2〉 조사대상 선박의 선종별 분포 현황	40
〈표 4-3〉 조사대상 선박의 선령 분포 현황	40
〈표 4-4〉 스크러버 설치 유무(전체 선박)	41
〈표 4-5〉 대응방안 선택 현황(전체 선박)	41
〈표 4-6〉 스크러버 설치비용 부담주체(전체 선박)	42
〈표 4-7〉 저유황유 비용증가액 부담주체(전체 선박)	42
〈표 4-8〉 스크러버 설치 유무(벌크선)	43
〈표 4-9〉 대응방안 선택 현황(벌크선)	43
〈표 4-10〉 스크러버 설치비용 부담주체(벌크선)	44
〈표 4-11〉 저유황유 비용증가액 부담주체(벌크선)	44
〈표 4-12〉 스크러버 설치 유무(석유제품운반선)	45
〈표 4-13〉 대응방안 선택 현황(석유제품운반선)	45
〈표 4-14〉 스크러버 설치비용 부담주체(석유제품운반선)	46
〈표 4-15〉 저유황유 비용증가액 부담주체(석유제품운반선)	46
〈표 4-16〉 스크러버 설치 유무(자동차운반선)	47
〈표 4-17〉 대응방안 선택 현황(자동차운반선)	47
〈표 4-18〉 스크러버 설치비용 부담주체(자동차운반선)	48
〈표 4-19〉 저유황유 비용증가액 부담주체(자동차운반선)	48

〈표 4-20〉 스크러버 설치 유무(컨테이너선)	49
〈표 4-21〉 대응방안 선택 현황(컨테이너선)	49
〈표 4-22〉 스크러버 설치비용 부담주체(컨테이너선)	50
〈표 4-23〉 저유황유 비용증가액 부담주체(컨테이너선)	50
〈표 4-24〉 스크러버 설치 유무(가스운반선)	51
〈표 4-25〉 대응방안 선택 현황(가스운반선)	51
〈표 4-26〉 스크러버 설치비용 부담주체(가스운반선)	52
〈표 4-27〉 저유황유 비용증가액 부담주체(가스운반선)	52
〈표 4-28〉 스크러버 설치 유무(탱크선)	53
〈표 4-29〉 대응방안 선택 현황(탱크선)	53
〈표 4-30〉 스크러버 설치비용 부담주체(탱크선)	54
〈표 4-31〉 저유황유 비용증가액 부담주체(탱크선)	54
〈표 4-32〉 선종별 배출규제 대응방안별 장단점	55
〈표 4-33〉 IMO 황산화물 규제의 SWOT 분석	58
〈표 4-34〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합	59
〈표 4-35〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합(SO 전략)	60
〈표 4-36〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합(WO 전략)	61
〈표 4-37〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합(ST 전략)	62
〈표 4-38〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합(WT 전략)	63

그림 목차



〈그림 1-1〉 연구추진 프로세스	5
〈그림 2-1〉 선박에서 배출되는 대기오염물질	10
〈그림 2-2〉 스크러버 장착 선박 현황(EGCSA)	12
〈그림 2-3〉 ‘HMM Promise’ 호	14
〈그림 3-1〉 개방형 스크러버	29
〈그림 3-2〉 폐쇄형 스크러버	30
〈그림 3-3〉 하이브리드형 스크러버	30
〈그림 4-1〉 SWOT 분석의 단계별 절차	57
〈그림 4-2〉 국내 해운산업의 대응체계 및 대응 방향	66

요약

2020년 황산화물 규제 시행 대비, 해운분야 체계적 대응 체계 구축 필요

국제해사기구(IMO)는 지난 2016년 10월 영국 런던에서 개최된 제70차 해양환경위원회(MEPC)에서 오는 2020년 1월 1일부터 글로벌 차원에서 대양을 항해하는 모든 선박들을 대상으로 선박 연료에 허용되는 황 함유량을 기존의 3.5%에서 0.5%로 대폭 축소하는 황산화물 규제를 시행하기로 최종 확정하였다.

이는 해운 역사상 가장 강력한 환경 규제로, 국내외 해운선사들은 최적의 대응방안을 찾기 위해 현재까지도 다방면으로 대안을 검토 중에 있다.

본 연구는 IMO 배출규제 강화에 대한 국내외 대응동향을 정리하고 대응방안별 장단점 분석, 국내외 주요 선사 등의 규제 대응 실태 파악을 통해 IMO 배출규제 강화에 대비한 국내 해운산업의 대응전략을 수립하였다.

황산화물 배출규제에 대한 대응방안은 저유황유 사용 방안, 탈황장치인 스크러버를 설치하는 방안, LNG연료 선박을 도입하는 방법 등 크게 세 가지로 구분할 수 있다.

초기 비용투자가 없는 저유황유를 쓰는 것이 가장 쉬운 방법으로 평가되고 있지만 저유황유는 기존의 고유황유보다 가격이 비싸고 환경규제가 시작되는 2020년 이후 저유황유 사용이 집중되면 유가가 더욱 인상될 가능성이 있다.

스크러버를 설치하는 경우에는 고유황유를 계속 사용할 수 있지만, 초기 투자비가 소요되고 설치에 상당한 기간이 소요된다.

LNG연료 선박은 가장 친환경적인 방법으로 거론되고 있지만 선박을 신규로 건조해야하기 때문에 신조에 따른 대규모의 초기 투자비가 요구된다. 이 외에 LNG 충전설비 부족으로 인한 인프라 미비, LNG 가격전망의 불확실성, 메탄가스 배출 문제 등도 존재한다.

이처럼 저유황유 사용, 스크러버 설치, LNG연료 선박 건조 등 세 가지 대응방안들은 방안별로 장·단점이 뚜렷해 어느 것 하나를 정답으로 간주할 수 없는 상황이다. 선박 운항환경, 선사 재무환경, 선박의 특성 등 각 해운선사의 특징에 따라 운항 경제성을 확보할 수 있는 방법이 달라지기 때문이다. 배출 규제가 시행된 이후 저유황유, LNG 등 대체연료 가격이 어떻게 형성될 것인지도 중요한 변수가 될 수 있다.

2018년 10월에 국적선사를 대상으로 수행한 황산화물 규제 대응 현황에 관한 설문조사 결과를 살펴보면 국내 해운업계의 약 70%가 저유황유를 선택하겠다고 응답했다. 이처럼 비중이 높은 저유황유의 선택은 자칫 저유황유 가격이 급등할 경우 국적선사 전반에 걸쳐 경영환경 악화를 초래할 가능성이 매우 높다. 따라서 국내 해운업계의 대응방향에 대한 사전 검토 및 대비책 마련이 시급히 요구되고 있는 상황이다.

따라서 IMO 배출규제 강화에 대비해 국내 해운산업의 대응전략을 마련하는 일은 정부 차원에서도 매우 시급한 과제이며, 이를 통해 국적선사들의 국제경쟁력 유지 및 해운산업의 지속가능한 해운산업의

성장 동력원을 확보하는 것은 매우 중요하다.

본 보고서를 기초로 하여 IMO 황산화물 규제 시행에 대비하기 위해서는 정부와 민간 부문에서의 지속적인 노력과 추진 의지가 요구된다.

IMO 배출규제 강화에 대비한 국내 해운산업 대응전략 수립을 위한 다음의 정책을 제안하였다.

첫째, 저유황유의 안정적 공급방안이 수립되어야 한다.

- 2020년 이후 저유황유에 대한 수요가 급증할 경우 일부지역에서는 공급부족으로 사용에 문제가 발생할 수 있다. 이 경우, 저유황유의 가격이 급등하면 가격 급등에 의한 손실과 스크러버 전환을 위한 비용 증가로 선사들은 이중고를 겪을 수 있다.
- 따라서 저유황유 수급과 가격 전망에 대한 연구를 포함해 안정적인 공급방안을 마련하여 국적선사들이 저유황유 선택 시 부담할 수 있는 위험을 미리 차단할 수 있는 정책방안의 수립이 필요하다.

둘째, IMO 황산화물 규제에 관한 정부차원의 기술적·정책적 대응체계 정비가 시급하다.

- IMO 황산화물 규제에 대한 대응 방안은 현재의 선박 연료인 벙커유의 사용 여부에 따라 탈황장치 설치 방식과 저유황유 사용 방식으로 구분이 가능하다. 탈황장치 설치와 저유황유 사용 모두 실제 선박에 사용되기 위해서는 기술적으로 풀어야 할 문제점들이 아직까지 상당 수 존재한다.
- 이러한 부분에 대한 세부적인 기술적 해결 방안이 지원된다면

국내 해운업계가 보다 효율적으로 규제에 대응해 나갈 수 있는 원동력이 될 것으로 예상된다.

셋째, 민간 부문의 자율적인 협업체계가 구축되어야 한다.

- 국내 해운업계가 IMO 황산화물 규제를 현명하게 대처하기 위해서는 정부의 지원에 앞서 업계 스스로가 자발적으로 극복 방안을 마련해 나가는 모습을 보일 필요가 있다.
 - 최근 해외 20개의 선주, 선사 등이 참여하는 민간의 자율적 조직체인 ‘클린쉬핑얼라이언스 2020(CSA 2020)’를 조직하여 스크러버 정보를 공유하고 설치 효과를 공동 연구하기로 한 것은 매우 모범적인 사례이다.
 - 국내의 경우에도 2017년 8월 동남아 항로를 운항하는 14개 국적 컨테이너 선사들이 자발적으로 구성해 출범한 한국해운연합(Korea Shipping Partnership, KSP)이 상생협력 모델의 좋은 선례가 될 수 있다.

마지막으로, 선사의 설비·제조분야 진출이 확대되어야 한다.

- 국외선사들은 IMO 환경규제 강화에 보다 적극적으로 대응하기 위하여 스크러버 제조업체까지 진출하는 전략을 시도하고 있으며 이를 통해서 스크러버의 안정적 설치와 비용 최소화를 달성하고 있다.
- 국내 해운업계 또한 IMO 황산화물 규제에 적극적으로 대응하기 위해서는 국내 탈황장치 제조업체들과의 다양한 전략적 제휴 방안을 검토하고 실행 가능한 단계부터 본격적인 추진을 서둘러야 할 필요가 있다.

제 1 장

서 론

제1절 연구 배경 및 필요성

국제해사기구(IMO)는 지난 2016년 10월 영국 런던에서 개최된 제 70차 해양환경위원회(MEPC)¹⁾에서 오는 2020년 1월 1일부터 글로벌 차원에서 대양을 항해하는 모든 선박들을 대상으로 선박 연료에 허용되는 황 함유량을 기존의 3.5%에서 0.5%로 대폭 축소하는 황산화물 규제를 시행하기로 최종 확정하였다.

이후 머스크, MSC, CMA-CGM 등 글로벌 선사들은 각자 자신들의 현재 상황을 고려해 서로 다른 방식으로 IMO의 황산화물 규제에 대응하기 위한 준비를 진행해 왔다. 머스크는 저유황유 사용에 우선순위를 두었으며, MSC는 스크러버(탈황장치) 사용에 초점을 맞추었고,

1) 2016년 10월 24일부터 28일까지 총 5일간 IMO 본부가 있는 영국 런던에서 개최되었으며, 2020년 1월 1일부터 황 함유량 0.5% 이하의 선박연료 사용 강제화, 질소산화물(NOx) Tier III 적용 구역을 발틱해, 북해로까지 확대, 선박평형수처리장치 설치시기를 2019년 9월 8일 이후로 2년 연장하는 사항 등을 의결했다.

CMA-CGM은 LNG연료 추진선박에 상대적으로 더 집중하는 행보를 보여 왔다.

하지만 국내 해운선사들은 최근의 어려운 해운시장 상황으로 인한 투자 여력 부족 등의 이유로 스크러버 설치나 LNG연료 추진 선박에 대한 건조에 소극적인 자세를 취하고 있다.²⁾ 그나마 다행스러운 것은 작년에 현대상선이 국내 대형조선소 3사³⁾와 체결한 20척의 신조 컨테이너선의 경우 스크러버 설치와 LNG 레디디자인을 적용해서 건조를 추진할 예정이라 황산화물 규제를 피해 갈 수 있을 것으로 예상되는 점이다.

국제해사기구(IMO)의 배출규제 강화는 자연환경을 보호하고 인간의 건강을 증진시키고자 하는 분명한 목적을 갖고 있다. 하지만 해운산업의 주체들에게는 그러한 규제 강화가 대부분 비용을 인상시키는 요인으로 작용한다. 따라서 이에 대한 능동적이고 체계적인 대응이 미흡할 경우 경영상의 어려움을 초래할 수도 있다. 따라서 관련 주체들은 이에 대한 사전적인 대응책을 마련하고 비용을 최소화 할 수 있는 방안을 고민할 필요가 있으며, 이는 국내 해운산업의 경쟁력 확보와도 직결될 수 있을 것이다.

따라서 국제해사기구(IMO)의 배출규제 강화에 대비한 국내 해운산업의 대응전략을 마련하는 일은 매우 시급한 과제이며, 이를 통해서 국적선사들의 국제경쟁력 유지와 지속가능한 성장 동력원을 확보하는 것은 매우 중요한 업무가 될 것이다.

2) 일부 선주들은 IMO 황산화물 규제가 지연될 수도 있다는 생각으로 대응에 소극적인 경우도 있다.

3) 현대중공업, 대우조선해양, 삼성중공업

제2절 연구 목적

본 연구의 목적은 국제해사기구(IMO)의 배출규제 강화에 따른 국내외 대응 동향 및 IMO 배출규제 대응 방안별 장·단점 분석을 통해서 국내 해운산업의 대응전략을 마련하고 정부와 민간 부문을 포괄하는 통합적인 정책방향을 제시하기 위함이다.

국내 해운산업의 대응전략 마련은 저유황유 사용, 탈황장치 장착, LNG연료 추진선박 등 다양한 기술적 대안들에 대한 장·단점 분석과 국내 선사들의 운영 여건을 감안한 최적 대응방안 도출에 초점을 맞추고 있다.

또한 본 연구는 국내 해운선사들의 경쟁력 강화와도 밀접한 관계를 갖고 있다. 해운시장 상황이 어려운 가운데 추가적으로 규제 비용이 증가할 경우 임계 상황에 처한 국적선사들의 경우 시장에서 퇴출될 가능성이 증가할 수도 있기 때문이다.

따라서 규제 대응 차원에서 국적선사들의 국제경쟁력 유지와 지속 가능한 성장 체계를 마련하는 방안을 제공하는 것이 본 연구의 추가적인 목적이다.

제3절 연구 내용 및 방법

1. 연구 범위 및 주요 내용

본 연구는 전체 5개의 장으로 구성되며, 제1장 서론에 이어 제2장

에서는 IMO 배출규제 강화에 대한 국내외 대응 동향을 파악하였다. IMO 배출규제 강화 흐름을 살펴보고 국내외 주요 선사 등의 황산화물 규제 대응 실태를 정리하였으며, 이를 통해서 시사점을 도출하였다.

제3장에서는 IMO 황산화물 규제에 대한 대응 방안별 장·단점 분석을 수행하였다. 저유황유 사용, 스크러버 사용, LNG연료 추진선박 등 세 가지 주요 대응 기술별 장·단점 분석을 수행하였고, 이를 바탕으로 세 가지 방안에 대한 비교 평가를 진행하였다. 이를 바탕으로 대응 방안별 검토에 대한 시사점을 도출하였다.

제4장에서는 국내 선사의 대응실태 현황과 국내 해운산업의 대응 방향 및 전략을 도출하였다. 설문조사를 통해서 국내 선사들의 황산화물 규제 대응 실태를 파악하였으며, IMO 황산화물 규제에 대한 SWOT 분석을 통해서 대응 방향을 설정하였다.

제5장 결론 및 정책제언에서는 본 연구의 결과를 요약하고, 국내 해운산업의 대응전략 마련을 위한 정책제언과 향후 연구과제 등을 제시하였다.

2. 연구 방법

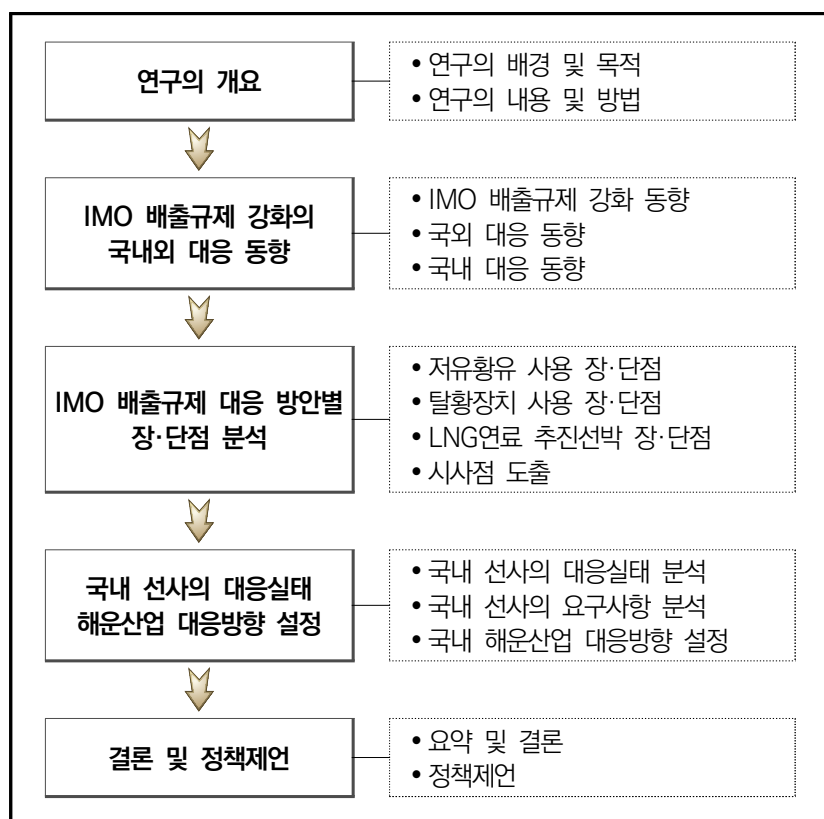
본 연구에서는 국제해사기구(IMO), DNV GL 등 해외 선급, 유럽 환경청, 미국 환경부(EPA) 등 외국 기관의 홈페이지에서 관련 자료를 수집하였으며, 한국선주협회, 한국선급, 조선소, 기자재업체 등의 전문가 등을 대상으로 기술적 검토와 자문 등을 진행하였다.

또한 국내 선사들의 대응 실태 파악을 위하여 한국선주협회와 공동으로 설문조사를 수행하였다. 설문조사 결과의 실효성 확보를 위

해서, 설문조사 기획 단계에서 선사와 조선소 등을 대상으로 사전 테스트를 수행하였으며, 이때 예상 가능한 답안을 최대한 선택 항목에 포함시켜 설문지의 효용성을 증대시켰다.

마지막으로 국내 해운업계의 대응방향 설정을 위하여 전문가 자문단을 구성하고 이들을 대상으로 심층 인터뷰를 수행하였다. 이후 심층 인터뷰 결과를 바탕으로 연구진들 간의 상호 브레인스토밍을 통해서 최종적인 정부와 민간의 대응 방향을 도출하였다.

〈그림 1-1〉 연구추진 프로세스



자료: 저자 작성

제4절 선행연구 검토

수송부문의 배출규제 관련 선행연구를 살펴보면 우선 『수송부문의 대기오염물질 배출규제와 사회적 손실』(2003) 연구가 있다. 이 연구는 육상교통 분야에서 문헌조사와 전문가 면담 그리고 모형 및 시나리오 분석을 통해 질소산화물(NO_x)에 대한 총량규제, 연료규제, 신형자동차도입 등의 효과를 분석했다. 그러나 분석 대상을 선박이 아닌 자동차를 대상으로 했으며, 연구 목적도 환경목표 달성을 위한 시장메커니즘 방식과 규제 강화 방식의 차이점을 비교·분석하는 것에 집중을 하였다.

다음으로 해상교통 분야에서는 선박배출 대기오염물질의 체계적 관리방안을 마련한 『우리나라 선박배출 대기오염물질의 체계적 관리방안 연구』(2016)가 있다. 이 연구는 킨조인트 분석을 통해서 선박배출 대기오염물질 배출량 감소의 경제적 효과를 분석했으며, 선박배출 대기오염물질의 관리체계 개선방안을 기술적 차원과 법제도적 차원에서 대책을 제시한다. 또한 이 연구는 선박배출 대기오염물질 배출량 감소 효과를 화폐 단위로 제시해 정책입안자들이 정책의 편익비용(B/C) 효과를 쉽게 파악할 수 있게 했다는 점에서 의의가 있다.

마지막으로 『강화된 Global SO_x 규제 대응을 위한 선주지침서 I, II, III』(2018) 연구가 있다. 이 연구는 선박의 검사 업무를 직접 수행하는 한국선급에서 발행하여 기술적인 측면이 강조됐다는 점에서 기존 보고서들과 차이가 있다. 특히 IMO 황산화물 규제에 대응할 수 있는 세 가지 기술적 옵션인 저유황유 사용, 탈황장치 설치, LNG연료 추진선박에 대해 대안별 장점과 단점에 대해서 매우 상세한 설명을 제공하고 있다. 그런 측면에서 본 연구는 기술적인 해설서에 가깝

다고 할 수 있다. 그러나 세 가지 대응방안에 대한 기술적 검토와 경제성 분석에 집중한 반면 선사들의 대응전략과 정부의 정책방안 제시가 빠져 있다는 것이 다소 아쉬운 점이다.

이와 같이 기존의 연구들은 자동차를 대상으로 하거나 선박을 대상으로 하더라도 선박배출 대기오염물질의 배출량 감소에 대한 경제적 효과나 기술적 검토 위주의 연구가 대부분이었다. 하지만 본 연구에서는 IMO 황산화물 규제에 대한 국내 대응실태에 대한 현황 분석과 기술적으로 가능한 세 가지 대응방안에 대한 장·단점 분석을 통해서 구체적인 대응전략과 정책방안을 제시하고 있다. 문헌연구, 국내 전문가 면담조사, 선사별·선박별 대응실태 조사 등 다양한 방법을 통해 IMO 황산화물 규제 대응에 따른 주요 쟁점사항 및 대응 방향을 분석하고, 민·관·연 차원에서 종합적인 정책방안들을 제시하였다.

〈표 1-1〉 본 연구와 선행연구 간의 차별성 분석

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	- 과제명: 수송부문의 대기오염 물질 배출규제와 사회적 손실 - 연구자(연도): 김영덕·조경엽 (2003) - 연구목적: 환경목표를 달성하는 방식에 있어서 시장메커니즘 방식과 규제 강화 방식의 차이점을 비교 분석하여 합리적인 정책방안 마련	- 문헌연구, 전문가 면담 - 모형분석 - 시나리오 분석 (NOx에 대한 총량 규제, 연료규제, 신형자동차도입 등)	- 수송부문의 에너지소비, 배출 및 규제현황 - 관련 문헌조사 - 분석모형 - 분석결과

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
2	• 과제명: 우리나라 선박 배출 대기오염물질의 체계적 관리 방안 연구 • 연구자(연도): 이호춘 외(2016) • 연구목적: 선박에서 배출되는 대기오염물질을 관리할 수 있는 기술적/법제도적 관리 방안 마련	• 문헌조사 • 설문조사 (컨조인트 분석) • 해외 항만 출장조사 • 전문가 자문	• 선박배출 대기오염물질의 국제적 관리 동향 • 우리나라 선박배출 대기오염물질의 관리현황 및 개선 방향 • 선박배출 대기오염물질 배출량 감소의 경제적 효과 분석 • 선박배출 대기오염물질의 관리체계 개선방안
3	• 과제명: 강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주지침서 I, II, III • 연구자(연도): 한국선급 기술 개발팀(2018) • 연구목적: IMO 선박연료유 황 함유량 규제 강화에 대한 선주들의 3가지 대응방안(저유황유, 스크러버, LNG연료선)에 대한 기술적 검토와 경제성분석을 통한 장단점 제시	• 문헌연구 • 기술자료 분석 • 경제성 분석	• Global SOx 규제 대응기술 (저유황유의 사용, 배기가스 세정설비의 사용, LNG 연료 사용) • SOx 대응방안별 경제성 분석(현재 연료가격 기준, 저유황 연료가격 변동, LNG를 제외한 전체 연료유 가격 상승, LNG 연료공급 설비 가격 변동) • Exhaust Gas Cleaning System(EGCS) • Scheme A and B, 배출기준, 구비서류 • EGCS 고려사항 • 저유황유 사용 시 고려사항 (연료탱크, 연료공급시스템, 실린더윤활유 등) • 저유황유 사용에 따른 선박 운영상의 안전성 확보 방안
본 연 구	• 본 연구는 IMO 선박연료유 황 함유량 규제 강화에 대한 3가지 대응방안들(저유황유 사용, 스크러버 장착, LNG연료추진선 전환)에 대한 기술적/경제적 분석 결과와 함께 정책적 대응방안을 제시	• 문헌연구 • 전문가 면담 및 자문 • 설문조사(선사 등)	• IMO 선박배기가스 배출 규제 강화 및 국가별 대응 현황 • 대응 전략별 기술 분석 및 경제성 분석 • 국내 해운산업의 대응 전략 로드맵 작성

제 2 장

IMO 배출규제 강화에 대한 국내외 대응 동향

제1절 IMO 배출규제 강화

1. 배출규제 강화 목적

국제해사기구(IMO)는 2020년 1월 1일부터 전 세계 모든 해역을 항해하는 선박을 대상으로 연료유의 황 함유량을 현행 3.5%에서 0.5%로 강화하는 규제를 시행하기로 결정했다.

해상에서의 황산화물 배출 규제는 육상 규제와 비교해서는 상당히 낮은 측면이 있다. 현재의 선박연료유의 황 함량 기준은 35,000ppm (3.5%)인 데 비하여 육상에서 경유의 황 함량 기준은 10~50ppm 수준이다. 항공 및 해운산업은 태생적으로 국제적인 측면이 강하기 때문에 지역 단위의 대기오염 배출기준을 적용하는 데 한계가 존재하기 때문이다.

이러한 측면에서 국가별로 육상의 수송용 연료유에는 특정한 기준 적용이 용이한 데 반하여 해운업의 경우는 전 세계 배출기준을 설정하는 과정에 있어서 글로벌 합의에 도달하는 데 많은 시간이 소요된다.

Liu 외(2016) 연구⁴⁾에 따르면 선박 배출가스로 인한 초미세먼지(PM2.5) 및 오존(O3)이 호흡기 질환, 심혈관 질환 및 폐암 등을 야기하여 동아시아 지역에서 약 14,500~37,500명의 조기 사망을 유발했다는 사실을 알 수 있다.

이처럼 IMO의 황산화물 배출 규제는 선박에서 배출되는 대기오염물질⁵⁾을 줄여서 국민 보건을 예방하고 지구 환경을 보호하고자 하는데 일차적인 목적을 두고 있다.

〈그림 2-1〉 선박에서 배출되는 대기오염물질



자료: 쉬퍼스 저널(검색일: 2018. 6. 15.)

4) Liu 외(2016), "Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia", Nature Climate Change, 6, p.1037-1041, 2016

5) 기존 선박 연료유로 사용되고 있는 벙커유는 점성이 높고 다량의 황 성분을 포함하고 있어 연소 시 CO₂, SO_x, NO_x, PM_{2.5} 등 유해물질을 다량 배출하고 있다.

2. 배출규제 논의 과정

IMO는 해양환경보호위원회(MEPC)를 통해서 선박에 의한 해양 대기오염 방지를 위한 다각적인 조치를 시행해 왔다. 이러한 조치들에 는 황산화물 배출 규제 강화, 선박 연료사용량 수집시스템 개발·적용, 해운분야 온실가스 감축전략 개발 로드맵 수립 등이 포함된다.

IMO의 MARPOL 73/78 부속서 VI의 규약(Regulation 14)에 따르면, 황산화물 배출 규제의 경우 2011년까지는 일반해역에서 운항하는 선박의 연료유 황 함유량이 4.5% m/m(Percent by mass) 이하였으나, 2012년부터는 3.5% m/m 이하로 하고 2020년부터는 0.5% m/m 이하여야 한다고 명시되어 있다.

〈표 2-1〉 선박 황산화물 배출 규제 관련 IMO 논의 경과

IMO 회의	주요 쟁점사항	결정사항
MEPC 70 (2016. 10)	2020 또는 2025년 결정	2020년으로 결정
PPR 4 (2017. 2)	규제이행을 위한 논의 주제 선정	7가지 항목 선정 ⁶⁾
MEPC 71 (2017. 7)	7가지 항목 선정	PPR에서 향후 2년간 논의 지시
PPR 5 (2018. 2)	7가지 항목별 제안사항	고유황 연료 적재 금지 7가지 항목 포함 지침서 개발 합의
MEPC 73 (2018. 4)	고유황 연료유 적재 금지 협약 개정안 검토	협약 개정안 승인
ISWG (2018. 7)	통합 지침서 초안 마련 MEPC 73에 보고	통합 지침서 초안 논의

자료: 조성철 『배출가스 규제 요약 및 동향소개』, 한국선급(2018)

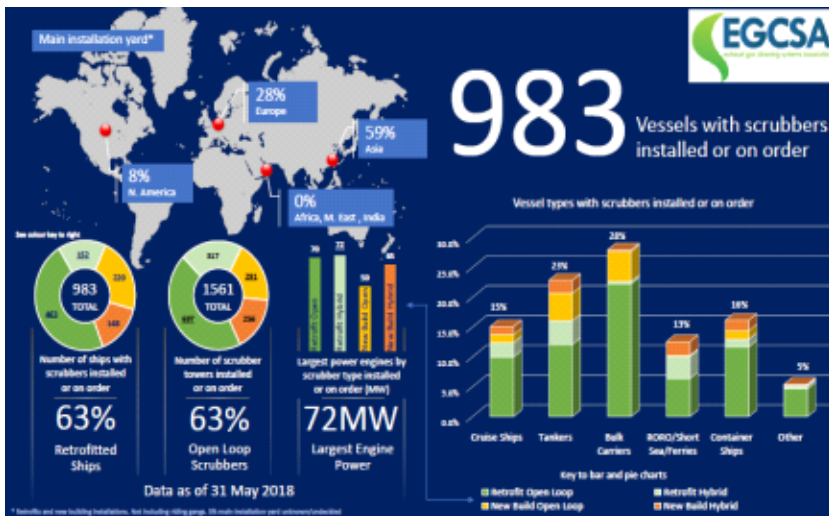
6) ① 과도기적 이슈 ② 연료 및 기기시스템 영향 ③ 검증 및 통제방안 ④ 연료유 이용불가 표준 보고체계 개발 ⑤ 기국과 이해당사자를 위한 지침 개발 ⑥ ISO 8217 체계의 검토, ISO에 요청 ⑦ 관련 규칙 및 지침서 개정

이처럼 강화 추세에 있는 황산화물 배출규제에 대하여 선사들은 각기 다른 대응방식을 선택하고 있으며 이러한 대응방식의 차이가 향후 선사들의 국제경쟁력과도 연계될 가능성이 높기 때문에 이러한 차이점을 분석하고 대응전략을 마련하는 것은 의미 있는 작업이 될 것이다.

선박배기가스 저감장치 협회(EGCSA)의 조사 결과를 보면 IMO의 환경규제 시행이 1년 반 정도 남은 시점에서 스크러버 장착 선박이 1000척을 돌파한 것으로 나타났다.⁷⁾

EGCSA가 글로벌 선사들을 대상으로 설문조사를 진행한 결과, 2018년 5월 31일 기준으로 스크러버 장착 선박은 총 983척으로 집계되었으나, 이후 MSC가 자사 선박에 스크러버를 장착하기로 결정하면서 스크러버 장착 선박이 1000척을 넘어서게 된 것이다.

〈그림 2-2〉 스크러버 장착 선박 현황(EGCSA)



자료: EGCSA 홈페이지 자료(검색일: 2018. 7. 23.)

7) World maritime news(검색일: 2018. 7. 23.)

선종별로는 벌크선(28%)에 스크리버를 가장 많이 장착하는 것으로 나타났으며 순차적으로 유조선(23%) 컨테이너선(16%), 로로페리선(13%), 크루즈선(15%), 일반선(5%) 등으로 이어졌다.

국가별로는 우리나라를 포함한 아시아 국가(59%)의 장착비율이 가장 높았으며 유럽(28%), 북아메리카(8%) 순으로 집계되었다. 중동·인도·아프리카의 경우에는 아직까지 수요가 없는 것으로 나타났다.

2020년 환경규제 시행일이 점점 더 다가오면서 스크리버 장착을 통해 배출규제에 대응하려는 움직임이 국제적으로 점차 확산되고 있다. 기존 선박에 스크리버를 장착하는 것은 물론 신조선에 스크리버를 장착하려는 선사들도 점차 증가하는 추세이다.

해운선사들의 이와 같은 선택은 기존선박에 스크리버를 장착하거나 저유황유를 사용하는 등 어떠한 대응방안을 택하더라도 비용 증가는 불가피하며, 불확실성의 회피 측면에서 초기 비용 발생에도 불구하고 스크리버 장착이 보다 나은 대안이라고 판단하고 있기 때문인 것으로 파악된다.

제2절 국내외 선사 대응 동향

1. 국내 선사 대응 동향

1) 현대상선

우리나라 국적선사인 현대상선은 IMO의 대기오염 배출규제에 대응하기 위해 선박에 스크리버를 장착하는 방안을 우선적으로 추진하

고 있다. 현대상선은 2018년 7월 스크러버를 장착한 1만1000TEU급 컨테이너선 ‘HMM Promise’호의 취항으로 친환경 선박의 운항을 시작했다. 2018년 7월 취항한 ‘HMM Promise’호는 현재 전 세계 운항 중인 1만1000TEU급 이상의 메가 컨테이너선박 중 유일하게 최대 규모의 스크러버를 장착해 2020년부터 시행되는 IMO 배출규제에 대비한 선박이다.⁸⁾

현대상선은 최근 정부 지원을 기반으로 20척의 초대형 컨테이너선박을 발주하였으며, 해당 선박들에 ‘LNG READY’ 디자인을 적용하고 스크러버를 장착하기로 결정했다.

‘LNG READY’는 기존 전통 선박연료유인 병커유를 사용하면서도 향후 LNG 추진선박으로 개조할 수 있도록 선박 내 LNG 연료탱크 등의 설치를 위한 여유 공간을 만든 선박을 말한다.

이와 같은 형태의 발주는 당장은 스크러버 장착을 통해 선박을 운항한다는 방침이지만, 향후 유가변동 상황에 따라서는 LNG 추진선박으로 전환할 수 있는 기회를 확보해 둔 것으로 파악된다.

〈그림 2-3〉 ‘HMM Promise’호



자료: 이투데이(검색일: 2018. 7. 5.)

8) 이투데이(검색일: 2018. 7. 5.)

현대상선은 이 외에도 용선을 제외하고 자사가 직접 운항하고 있는 19척의 일부 기존 선박 중 경제성이 있다고 판단되는 선박에 스크러버를 장착할 계획을 밝혔다.

현대상선의 경우, 머스크라인, MSC 등 타 글로벌 선사와 비교하면 보유중인 선박 수가 적은 관계로 비교적 환경 규제에 유연하게 대응할 수 있는 장점이 있다. 따라서 준비 상황에 따라서는 IMO 배출 규제를 해운시장에서의 우위를 선점할 수 있는 유리한 발판으로 만들 수도 있다.

현대상선은 2M(머스크, MSC)과의 전략적 협력이 종료되고 IMO 황산화물 배출 규제가 시작되는 2020년을 재기의 기회로 여기고 환경규제에 적극 대응해 글로벌 선사들과의 경쟁에서 우위를 점하겠다는 전략을 밝혔다.

이와 같은 움직임에 발맞추어 친환경 초대형 선박 확보 등을 통해 새로운 환경규제 변화에 선제적으로 대응하고 중장기적으로 글로벌 경쟁력을 강화해 나가는 전략을 펼치고 있다.

2) SM상선

SM상선은 저유황유 사용을 통해 IMO 환경규제에 대응하는 전략을 추진해 가고 있다.⁹⁾

현재 SM상선은 8000TEU급 4척, 6500TEU급 8척, 5900TEU급 2척, 4000TEU급 3척, 1000TEU급 4척 등 총 21척의 선박을 보유하고 있다. SM상선은 보유하고 있는 선박의 척수가 적고, 용선 비중이 높아 선박의 개조에 적극 투자하지 않는 전략을 채택하고 있다. 이는

9) MDN(검색일: 2018. 8. 1.)

선사 차원에서 스크러버 설치 등 투자비를 확대하는 것보다는 저유황유를 사용하여 대응하는 것이 현실성이 있다고 판단한 것으로 분석된다.

SM상선 측은 저유황유 사용 외에도 향후 경제성을 확보할 수 있는 방안이 마련된다면 대응방안은 바뀔 수 있을 것이라는 유연한 입장을 유지하고 있다.

3) 중소형 선사

이 외에도 국내의 중소형 선사들인 폴라리스쉬핑, 대한해운, 에이치라인해운, 팬오션 등도 일부 선박에 스크러버를 장착하기로 결정했다.¹⁰⁾

해당 선사들은 현재 포스코와 장기운송계약(COA)을 맺고 철강, 석탄 등의 연료를 수송 중인 선사들이다. 이들 선박의 스크러버 장착비용은 산업은행이 개조비용을 선사에 우선 지원하고, 포스코의 운임인상을 통해 비용을 보전해주는 협력체제로 진행하고 있다.

2. 해외 선사 대응 동향

1) 머스크라인(Maersk Line)

세계 최대 해운선사인 덴마크의 머스크라인(Maersk Line)은 국제해사기구(IMO)의 황산화물 규제에 대응하는 수단으로 지금까지 저유황유 사용을 우선적으로 검토해 왔으나 최근 들어 자사 일부 선박에

10) 아시아타임즈(검색일: 2018. 6. 28.)

스크리버를 설치하겠다는 계획도 추가적으로 발표하고 있다. 2018년 9월에 머스크라인은 현재 운영 중인 컨테이너선단 750척 중 일부 선박에 스크리버를 장착한다는 내용의 기술 투자 보고서를 공식적으로 발표했다.¹¹⁾

머스크라인은 IMO 환경규제에 대한 대응 방침으로 지금까지 저유황유를 선박 연료유로 사용하는 방식을 고수해 왔다. 그러나 최근 발표를 통해 저유황유를 사용해 대기오염 물질 배출 규제에 대응하겠다는 기존의 입장에서 일부 선회하여 황산화물 저감 방안으로 스크리버 장착을 선택한 것이다.

머스크라인은 선체에 스크리버를 장착할 경우 컨테이너 적재가능 공간이 감소되기 때문에 주로 공간 활용성이 용이한 대형 선박을 중심으로 스크리버를 우선 장착할 것이라고 밝혔다.

또한 머스크라인은 스크리버 장착이 저유황유 사용, LNG 추진선박 도입과 더불어 규제 충족을 위한 노력의 일환일 뿐, 최적의 대안으로 판단한 것은 아니라고도 언급했다.

머스크라인은 향후에도 규제를 효율적으로 준수할 수 있는 방안을 지속적으로 모색하겠다는 입장을 유지하고 있다.

2) MSC

해운 얼라이언스 2M에 소속되어 있는 세계 2위 해운선사 스위스 MSC는 배출규제에 대응하기 위한 방안으로 처음부터 스크리버 설치 방식을 채택했다. MSC는 이미 120여 척의 자사 선대에 스크리버 설치를 하기로 방침을 정한 것으로 알려졌다.¹²⁾

11) Reuters(검색일: 2018. 9. 12.)

MSC는 2018년 9월 삼성중공업에 컨테이너선 6척을 LNG 연료추진선박으로 발주했다가 같은 해 11월, 기존 벙커C유를 사용하는 엔진에 스크러버를 설치하는 방안으로 계약 내용을 변경한 바 있다.

이는 향후 저유황유의 단가 상승 등 적합한 연료유의 공급능력이 확보되기 어려울 수 있는 상황에서 스크러버 장착 선박을 증대시킴으로써 미리 자사 선대의 경쟁력을 확보하려는 전략으로 분석할 수 있다.

3) CMA CGM

프랑스의 CMA CGM은 기본적으로는 저유황유를 채택하여 배출규제에 대응하겠다는 입장을 천명하고 있다. 그러나 현재 20여 척 이상의 기존 선박에 스크러버 설치를 추진하고 있으며 15여 척의 LNG 연료 추진선박 도입계획도 갖고 있다.¹³⁾

지난 8월 CMA CGM이 중국 조선소에 발주한 세계 최초 LNG 연료 추진선박인 2만2000TEU급 컨테이너선 또한 벙커C유와 함께 LNG 연료를 사용하는 이중연료(Dual Fuel) 시스템을 적용하기로 하였다.

CMA CGM은 이와 같이 선박의 특성에 맞는 다양한 방식의 기술 적용을 통해 배출규제에 대응하기 위한 최적의 방안을 도출하고 운항 경제성을 확보하려는 노력을 기울이고 있다. 또한 CMA CGM은 배출규제 대응을 위한 투자로 발생하는 추가 비용은 유류 할증료의 부과를 통해 충족하겠다는 계획도 밝힌 바 있다.

12) CONTAINERST(검색일: 2018. 11. 7.)

13) S&P GLOBAL(검색일: 2018. 9. 25.)

3. 국가별 대응 동향

1) 싱가포르¹⁴⁾

2018년 12월에 싱가포르 해운항만청(MPA)은 2020년 1월부터 ‘오픈루프 방식(Open-loop Type)’의 스크러버를 금지하는 방침을 발표했다.

싱가포르 해운항만청은 이와 같은 결정을 “해양환경 보호와 항구의 수질을 깨끗하게 지속적으로 유지하기 위한 방침”이라고 설명했다. 오픈루프 방식 스크러버가 해수로 배기가스를 세척한 뒤 다시 선박 외부로 배출하는 방식을 취하기 때문에 이로 인해 해수가 오염된다는 논란이 있기 때문이다.

이에 따라 오픈루프 방식의 스크러버를 장착해 황산화물 규제를 준수하는 선박이라 할지라도 싱가포르 해역에 기항하기 위해서는 2020년부터 저유황유를 사용해야 한다.

싱가포르 정부의 이와 같은 방침은 향후 다른 국가들에서도 오픈루프 방식의 스크러버 사용이 제한되는 지역들이 더욱 증가할 수도 있다는 위험 요소로 인식되고 있다.

이로 인해 스크러버 장착의 선호도가 반감될 수도 있다는 우려와 동시에 이로 인한 반사효과로 LNG연료선박의 장점이 부각될 수 있다는 전망도 함께 제기되고 있다.

14) TRADEWINDS(검색일: 2018. 12. 3.)

2) 일본¹⁵⁾

일본 또한 2020년 1월부터 시행되는 황산화물 규제 시행을 앞두고 대응방안을 요구하는 일본 해운업계의 목소리가 높다.

이에 대해 일본 국토교통성은 저유황유 사용 시에도 안전운항이 가능하며 엔진 등 선박의 주요 기관에 고장을 야기하지 않는 적합한 저유황유를 제대로 공급할 수 있는 체제를 구축하는 것이 급선무라고 밝혔다.

일본 국토교통성은 선사가 필요로 하는 저유황유가 충분히 공급될 수 있는 체제를 만들기 위한 노력을 지속적으로 하고 있다. 보다 구체적으로 일본 정부는 원유 정제를 통해 석유 제조회사들이 손쉽게 제조할 수 있는 저유황유의 생산 공정을 구축하는 데 민간과 협력체계를 구축하여 적극적으로 참여하고 있다.

이는 제조사의 설비 제약이 존재하는 가운데 선사가 사용하기 용이하고 저렴한 저유황유가 적시에 충분한 공급이 가능해야 하기 때문에 일본은 정부 차원에서 최대한 적합한 방안을 도출하기 위한 노력을 지속하고 있다.

2019년 1월 기준으로 일본 내에는 선박 엔진에 무리가 가지 않게 제조된 저유황유를 공급할 수 있는 업체가 3개 회사에 불과하기 때문에 저유황유의 공급에 불확실성이 제기되고 있다.

또한 외항선박의 경우 대부분 온도 조정설비를 갖고 있지만 일부 내항선박은 온도를 섬세하게 조정할 수 있는 기능을 갖추지 못한 경우가 다수 있어 이에 대한 호환성 또한 확보되어야 하는 실정이다.

15) 일본해사신문(검색일: 2019. 1. 9.)

이러한 점을 감안하여 일본 국토교통성은 선사 등과의 협조를 통한 검증실험 등을 통해 엔진 등 선박 주요 기관과의 호환성에 문제가 없는 저유황유의 생산에 노력을 기울이고 있으며 적합한 저유황유 제조 규정을 준수한 공급업체를 지속적으로 늘려 공급에 차질이 없도록 준비하고 있다.

일본 국토교통성은 검증실험이 완료되는 2019년 상반기 경에 저유황유 제조 체계가 일본 내에 안정적으로 구축이 될 것으로 예상하고 있으며, 개발된 저유황유로 외항운항을 실시하는 실증실험을 준비하고 있다. 이와 더불어 2019년 5월에는 보다 대규모의 제2차 운항 실증실험을 실시할 계획으로, 외항선 등 현장과의 호흡을 통해 저유황유의 안정성을 지속적으로 검증해 나갈 계획이다. 이러한 과정을 거쳐 2019년 가을부터는 새로 개발된 저유황유의 공급을 본격적으로 시작할 예정이다.

현재 일본 국토교통성은 저유황유의 가격 상승으로 인해 해운사업자의 경제적 부담이 증가할 수 있다는 판단 아래, 2019년 여름을 목표로 사업자가 운임에 전가하기 쉬운 추가운임(surcharge) 개념으로 작성되는 운임 가이드라인 공표안을 수립 중에 있다. 이와 더불어 추가운임 부과 시에 화주들이 부담을 느끼지 않도록 공급 측과 수요 측 모두 합의할 수 있는 수준의 운임을 찾아내고자 노력하고 있다. 상호간 입장을 고려하여 가격 상승 리스크를 최소화할 수 있는 수준의 운임을 책정하는 것을 목표로 하고 있다.

제3절 시사점

전 세계적으로 해양 대기 오염물질의 배출을 저감하기 위한 노력은 지속될 것이며, 이는 각 관련 산업과 연계되어 각 국가에 미치는 영향이 확대될 것으로 예상된다.

우리나라는 이러한 국제적인 흐름을 위기로 인식하기보다는 기회로 삼아 국내 관련 업계 육성의 계기로 활용하는 대책의 수립이 필요한 시기이다.

해운업계는 황산화물 배출 규제 준수를 위한 대응방안의 장·단점을 검토하여 가장 경제적이고 효율적인 방안을 선택해야 할 것이다. 조선업계는 배출 규제 대응을 위한 친환경선박 건조 경쟁력을 제고하고 수주물량을 확보하여 우리나라 조선 산업 재도약의 발판으로 삼아야 할 것이다.

이와 함께 친환경으로의 규제혁신의 수혜자가 될 수 있는 정유업계도 향후 배출규제에 적합한 저유황 선박용 연료의 수급을 면밀하게 분석하여 생산·공급 계획을 수립해야 할 것이다. 기자재 업체 또한 스크러버 장착으로 향후 미래 시장을 주도해 나가기 위해서는 설비 기술과 가격 경쟁력이 확보되어야 한다.

우리나라 정부는 이러한 국제적 동향을 지속적으로 주시하고 국내 관련 업계의 대응상황을 지속적으로 관리하고 지원해야 할 것이다.

앞서 설명한 바와 같이 일부 글로벌 대형 선사들은 저유황유 사용, 스크러버, LNG 추진선 도입 등의 방안 중 주력 대응방안을 결정하고 나머지 대안들 또한 선별하여 시험적으로 추진하는 방향을 취하고 있다. 그러나 대부분의 국내 중소형 선사들은 규제 시행일이 약 1년

앞으로 다가왔음에도 불구하고 아직도 관망하는 자세를 보이고 있다.

일부에서 IMO의 SO_x 규제 연기 요청의 움직임이 있으나 연기 가능성이 점차 희박해고 있으므로 약 6만여 척에 달하는 선박들은 1년 남짓 남은 기간 동안 황산화물 배출 규제 대응방안을 수립하고 시행해야 한다.

국내 선사 및 관련분야 종사자들은 더 이상 황산화물 규제를 관망해서는 안 되며 자사의 재무상황과 보유선박 규모 및 특성, 운항환경 등을 고려해 대응책을 조속히 마련해야 할 것이다.

〈표 2-2〉 국내외 주요 선사들의 대응전략

선사명	시장비중 (TEU 기준)	대응 방안	대응 전략
MAERSK	17.9%	저유황유	- 저유황유 사용이 주된 방침 - 일부 컨테이너선 스크러버 장착
MSC	14.5%	스크러버	- 스크러버 장착이 주된 방침 2019년부터 global fuel charge 신규 부과 예정
CMA CGM	11.9%	저유황유	- 저유황유 사용이 주된 방침 - LNG 추진선박 추가 발주 및 일부 선박 스크러버 설치 추진
현대상선	1.9%	스크러버	- 스크러버 장착이 주된 방침 - 신조선박 'LNG Ready' 설계발주
SM상선	0.3%	저유황유	- 저유황유 사용이 주된 방침 - 용선 비중이 높아 선박 개조에 다소 소극적

자료: 시장비중은 알파라이너(검색일: 2018. 11. 28.) 참조, 대응 방안과 전략은 저자 정리

제 3 장

IMO 배출규제 대응 방안별 장·단점 분석

제1절 저유황유 사용

1. 장점

저유황유(low-sulphur fuel)를 선박의 주 연료로 사용하는 방법은 기존 선박에 추가적인 장비의 설치가 요구되지 않아 초기 투자비용이 소요되지 않는 장점이 있다. 저유황유의 사용은 이미 ECA 해역에서 황 함유량 규제를 준수하기 위해 시행되고 있는 방안이다.

이러한 저유황유의 사용은 전통적인 선박연료인 고유황유 병커C유와 대비하여 황산화물의 배출을 상당 부분 감소시킬 수 있으며, 엔진의 개조가 별도로 필요하지 않아 큰 비용부담 없이 바로 주 연료로 적용할 수 있게 된다.

이러한 황산화물 배출 규제 상황에서는 국내 정유업계의 대응전략도 중요하다. 국내 정유업계가 저유황유를 충분히 생산할 수 있는 환

경이 조성되어야 해운선사들이 안정적으로 저유황유를 사용할 수 있기 때문이다.

정유업계에서는 배출규제로 인한 저유황유 소비 증가에 따른 생산 시설에 대한 신규투자로 인해 저유황유 가격이 동반 상승할 수 있다. 따라서 해운선사 입장에서는 기존 연료유 대비 고가인 저유황유 소모 확대에 따른 구매전략 수립이 필요하다.

〈표 3-1〉 적용기술별 배출가스 감소량

구분	NOx 감소	SOx 감소	GHG 감소	PM 감소
저유황유 사용	-	약 80%	-	약 20%
스크러버 설치	-	약 90-95%	1~2%	80~85%
LNG 연료 사용	4행정: 90% 2행정: 40%	90~100%	15%	90%

자료: DNV Korea, 『동남권 LNG 벙커링 기본계획수립 연구』, 한국가스공사경남에너지, 2013, p. 45

2. 단점

저유황유는 기존 연료유를 탈황 및 분해하여 생산되는 과정을 거치게 되며 기존 고유황유 대비 4~50%의 가격을 형성하여 연료비가 증가한다. 또한 정유사별로 연료유 제조방법에 따라 유황 함량이 상이하므로 사용상의 주의가 요구된다.

규제 시행 초기에는 수요가 증가하여 공급 부족에 따라 가격이 급등할 수 있는 가능성이 있으며, 추후에도 가격이 지속적으로 상승할

수 있는 리스크가 예상된다.

표 <2-1>에서 알 수 있듯이 CO₂의 저감 효과가 없고 질소산화물의 처리가 필요하기 때문에 추가적인 설비가 요구될 수 있다. MGO (Marine Gas Oil)와 HFO(High sulfur Fuel oil) 블렌딩(Blending)의 품질문제에 따른 슬러지 등 엔진 부품의 마모와 부작용의 가능성도 존재하기 때문에 경제적 손실도 검토해야 한다.

탈황으로 인한 연료유 점도 문제로 윤활성 저하 및 연료유 계통 기기의 이상과 마모를 줄이기 위한 추가 첨가제 사용 또한 대두될 수 있는 문제점이다.

고유황유 사용에 최적화된 선박용 디젤엔진과 관련 시스템을 장착한 기존 선박에 저유황유를 선박용 주 연료로 사용하게 되는 경우에는 연료유 펌프의 플런저와 배럴 등 연료 공급 장치의 과다 마모를 비롯하여 실린더 라이너와 피스톤링 온도의 상승, 실린더 오일 산화, 유막파괴 촉진, 피스톤 링 운동 저하 등 윤활에 있어 심각한 문제가 발생할 수 있다.

따라서 해운선사는 자사 선박이 선박용 주 연료로 저유황유를 사용함에 따라 예상되는 문제점을 파악하고, 이에 대한 적절한 대응 방안을 수립하여 선박의 운항 경쟁력과 경제성을 확보할 수 있어야 한다.

제2절 탈황장치 사용

1. 장점

탈황장치(scrubber)는 기존의 고유황유를 지속적으로 사용하면서도 배출규제를 충족할 수 있는 장점이 있다. 저유황유 대비 상대적으로 가격이 저렴한 기존 고유황유의 사용이 가능하기 때문에 저유황유의 가격 급등 발생에도 유연하게 대처할 수 있다. 이처럼 초과 유류비용이 들지 않기 때문에 초기 투자비용이 낮은 편이며 운영비용 절감이 가능하다.

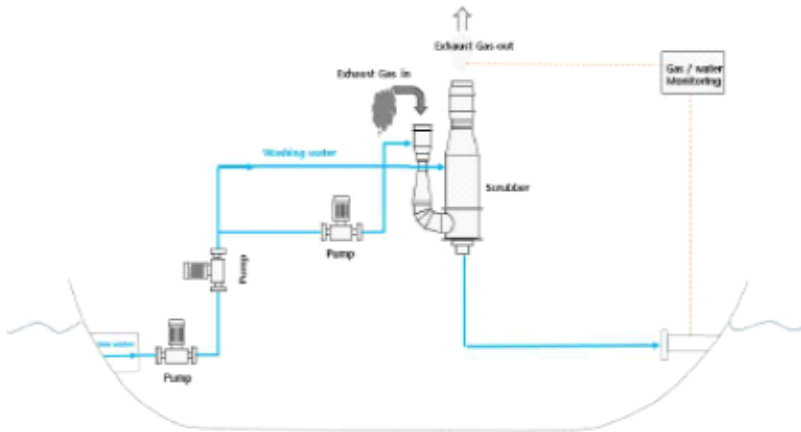
현재 탈황장치 설비의 기술적 완성도는 높은 편이며, <표2-1>에서 확인할 수 있듯이 황산화물, 미세먼지의 저감도 가능하다.

탈황장치의 장작을 위해서는 선박 구조 보강이 필요하다. 현존선의 경우에는 선박의 잔존가치와 더불어 장비가격, 설치비, 개조비용 등 선박 개조에 소비되는 가격 및 선체의 복원성, 배관, 전기 등의 개조가 함께 검토되어야 한다.

탈황장치로는 스크러버 기술이 대표적으로 적용되고 있으며 스크러버의 종류는 개방형 스크러버(Open loop system), 폐쇄형 스크러버(Closed loop system), 하이브리드형(Hybrid system)이 있다.

이 중 개방형 스크러버는 자연적으로 알칼리성을 지니는 해수를 이용하여 화학작용을 통해 배기가스 중의 황산화물, 입자성 물질을 저감시켜 세정한 후 바다에 배출하는 시스템이다. 스크러버를 통과한 해수는 해양오염 방지를 위해 PH 레벨의 조정단계를 거친 후 다시 선외로 배출하게 된다.

〈그림 3-1〉 개방형 스크러버

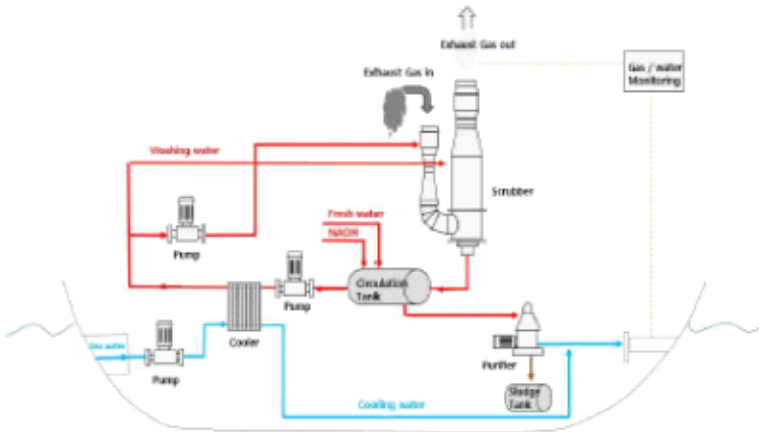


자료: 한국선급, 『강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주지침서 I』, 2018, p.5

폐쇄형 스크러버는 세정수(청수, 해수)에서 수산화나트륨(NaOH)이 공급되어 내부에서 순환되는 시스템이다. 세정수를 이용하여 화학작용을 통해 배기가스 중의 황산화물과 입자성 물질을 저감시키고, 세정수에 수산화나트륨을 첨가하여 청수의 중성화를 유도한다. 이 과정에서 해수를 이용하여 배기가스 세정에 사용된 청수를 냉각시킨다. 냉각된 청수는 대부분 배기가스 세정을 위해 순환하지만, 일부는 원심분리 및 PH 레벨의 조정단계를 거친 후 선외로 배출하게 된다.

하이브리드 방식은 개방형 스크러버와 오픈형 스크러버의 장점들을 선택하여 운전조건 및 운항노선을 고려하여 사용이 가능한 시스템이다. 이는 대양 항해 시에는 개방형으로 사용하다가 연안 항해나 세정수 배출물의 규제가 강화된 지역을 항해할 경우에는 폐쇄형으로 전환하는 방식을 취할 수 있다. 하이브리드 방식의 경우 운항 환경에 따라 스크러버의 운전에 유연성을 부여할 수 있다. 현재 하이브리드 방식의 스크러버는 전 세계적으로 7~8개 업체에서 제작되어 공급되고 있다.

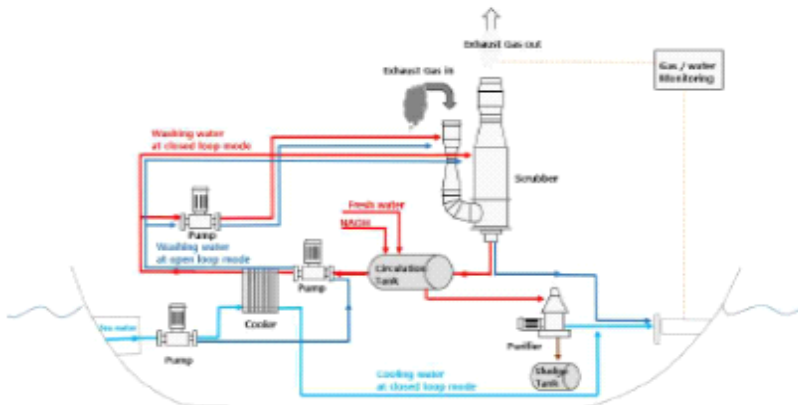
〈그림 3-2〉 폐쇄형 스크러버



자료: 한국선급, 『강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주지침서 I』, 2018, p. 5

초기에 스크러버 장착과 같은 설비 투자를 하더라도 장기적인 관점에서 저유황유 가격 상승에 대한 비용 증가의 부담을 고려할 때 저유황유 대비 저렴한 기존 연료유의 지속적인 사용으로 투자비용을 회수할 수 있다.

〈그림 3-3〉 하이브리드형 스크러버



자료: 한국선급, 『강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주지침서 I』, 2018, p. 5

2. 단점

스크러버 장치를 설치하기 위해서는 초기 투자비용이 발생하게 되며 설치에 상당한 기간이 소요되기 때문에 개조기간 동안의 미운항 손실이 발생하게 된다.

별도의 설치공간이 필요하며 이로 인해 화물 선적 공간이 감소하게 되어 화물 처리 능력이 저하될 수 있다. 운영에 따른 추가 전력도 소비되어 운영비용 및 운용 중 에너지 수요도 증가하게 된다.

또한 스크러버를 설치하게 되는 경우에는 추가 규제의 가능성을 배제할 수 없다. 질소산화물의 감축 정도를 판별하는 것이 불가능하며 개방형 스크러버는 앞서 언급한 바와 같이 해수로 정화시킨 후 해당 물질을 다시 바다로 배출시키기 때문이다. 실제로 중국에서는 이러한 문제점을 인식하여 자국 해역에서 개방형 스크러버의 사용 금지를 검토 중에 있으며, 앞서 기술한 바와 같이 이미 싱가포르는 2020년부터 개방형 스크러버 사용 선박의 입항을 금지하는 방침을 발표했다. 하이브리드 타입 스크러버의 경우에도 운용상의 유연함이 존재하지만 장비가 고가이기 때문에 선박의 적용이 쉽지 않다.

이처럼 스크러버를 이용하는 방법은 저유황유를 선박 주 연료로 사용하는 방법에 비해서 엔진 출력에 따라 척당 100~1,000만 달러에 상응하는 설비 투자비용과 50~700kW에 달하는 추가전력을 소모하게 된다.

또한 배기관 상에 설치된 스크러버에 의해서 배압(back pressure)이 증가하여 엔진 성능이 저하될 수 있고 이로 인해 연료소모량이 증가할 우려가 있다.

따라서 배압을 낮추기 위해서 배기가스 배출이 용이하도록 배기관

을 적절히 배열하거나, 설비 후단에 강제 통풍팬을 설치하여야 한다.

스크러버의 오작동 또는 고장에도 엔진 성능 저하 및 환경규제 미준수 등의 문제가 발생하지 않도록 배기가스 및 처리수는 지속적으로 모니터링되도록 해야 하며, 배기관 상에 바이패스 댐퍼가 설치되도록 배기관을 설계하고, 연료공급 라인에 저유황유가 공급될 수 있도록 시스템이 구성되어야 한다.

해양환경 오염을 방지하고 지속적으로 스크러버 성능을 유지하기 위해서는 배기가스 세정에 이용된 해수 또는 청수를 중성화 처리를 해야 하므로 지속적인 수산화나트륨 공급에 따른 운영비용이 상승한다. 또한 스크러버 운영 시에 발생하는 다량의 슬러지에 대한 처리 문제와 배관 라인의 부식에 대한 우려가 있어 장비 작동에 대한 감시가 필요하고 운영상의 신중한 주의가 요구된다.

제3절 대체연료 사용¹⁶⁾

1. 장점

LNG를 대체연료로 사용하는 LNG연료 선박의 도입은 환경 규제를 충족시킬 수 있는 최적의 대안이자 기존 선박연료 대비 가장 이상적인 방안으로 평가되는 방법이다.

〈표 2-1〉을 살펴보면 LNG는 기존 선박 연료유 대비 황산화물 배출량을 거의 100% 제거할 수 있음을 확인할 수 있다. 엔진이 4행정

16) 본 연구에서 대체연료는 LNG연료를 의미함

사이클(four stroke cycle)인 경우에는 질소산화물(NOx)도 최대 90%까지 감소시킬 수 있다.

이 외에 미세먼지(Particulate Matter; PM) 90%, 이산화탄소(CO2)도 15%까지 감소시키는 등 황 성분 이외 다른 환경 오염물질도 대폭 저감할 수 있는 친환경적인 연료이다.

LNG는 벙커C유에 비해 발열량이 20% 이상 높아 연료소모량이 적어 선박 운영비를 절감할 수 있고, 단위 열량당 비용이 11달러 수준으로 18달러 수준인 벙커C유에 비해 저렴하다. 또한 연료유를 정화할 추가적인 청정기도 불필요하여 유지비가 감소될 수 있다.

향후 유가상승과 LNG 공급 확대에 의한 경쟁력이 담보되면 초기 높은 투자비용에도 불구하고 경제성이 확보될 것으로 예상되며, 선박의 잔존가치가 비교적 높은 편이다.

2. 단점

LNG 연료를 선박 연료유로 사용하기 위해서는 선박을 신규로 건조 시 신조 비용이 커서 초기 자본 투자의 부담이 발생한다.

기존 선박 또한 엔진에 LNG를 공급하기 위해서는 LNG 연료 저장 탱크, 연료공급설비(FGSS), 이중관 시설 등을 추가로 설치해야 한다. 이로 인해 선가의 최대 20~30%에 해당되는 설비의 투자비용이 추가적으로 소요될 수 있다.

LNG 저장탱크를 화물창 내에 설치하게 되는 경우에는 연료 탱크 거치로 인해 화물 적재 공간이 감소되어 화물량 손실(Cargo Loss)이

야기될 수 있으며 현재의 기반 시설이 제한되는 단점이 발생한다.

LNG 연료 추진 시스템을 운영하기 위해서는 추가 전력이 소비될 수 있고 극저온, 인화성 물질인 LNG의 특성으로 인해 취급 인력에게는 전문적인 훈련이 필요하다. 또한 지역별로 LNG 단가의 격차가 발생할 수 있어 가격을 예측하기 어려운 단점이 존재한다.

LNG는 벙커C유에 비해서는 이산화탄소를 20% 감축시키는 효과가 있으나, 메탄슬립¹⁷⁾의 발생으로 메탄 배출량은 850배에 달하여 온실가스 규제에는 오히려 역행할 수 있는 메탄가스 배출문제도 야기할 수 있다.

충전 설비 등의 LNG 벙커링 인프라 시설 부족도 LNG 연료선택 도입의 문제점으로 제기되고 있다. LNG를 연료유로 이용하는 선박의 경우 LNG 공급이 가능한 항만으로만 기항이 가능하기 때문에 항로 설계 시 운항 범위가 제한될 수밖에 없게 된다. LNG를 안전하고 손쉽게 선박연료유로 사용하기 위해서는 주요 항만별 공급 인프라 구축이 선결되어야 한다.

현재 전 세계 800여 개의 해상 벙커링 시설 중 LNG의 보급이 가능한 곳은 55개에 불과하다. 최근 건조된 5,000 및 6,500m³ 규모의 LNG 벙커링 선박들은 벨기에 제브뤼헤(Zeebrugge) 항과 네덜란드 로테르담 항에서 각각 운용되고 있다. 이처럼 LNG 벙커링 설비가 주로 유럽 위주로 형성되어 있어 LNG 수급에 어려움이 발생할 수 있다.

최근에는 우리나라 부산, 중국 상하이, 싱가포르 등에서 LNG 벙커링 시설 구축 방안이 검토되고 있으며, 향후 추세에 따라 LNG 공급 인프라는 전 세계적으로 확장될 것으로 예상된다.

17) 연료가 불연소되어 메탄이 배기가스에 섞여 배출되는 현상

제4절 시사점

현재 IMO의 대기오염물질 배출규제를 충족시키기 위해 제시된 저유황유 사용, 스크러버 설치, LNG 연료 선박 도입 등은 적용방안별로 장·단점이 명확하기 때문에 해운선사 입장에서는 우열을 비교하기가 어렵다.

운항 일정, 항해 구역, 취급화물, 선령 등 각 해운선사의 운항 환경과 선종의 특징에 따라 경제성을 확보할 수 있는 방안이 달라질 수 있기 때문이다. 대기오염물질 배출규제 시행 이후 저유황유, LNG 등 대체연료 가격이 어떻게 달라질 것인지도 중요한 변수가 될 수 있다.

또한 실제 선박에 적용하기까지 저유황유 시장 파악, 기술 동향 분석, 설비 적합성, 신조선 건조 및 현존선 개조 등의 경제성 분석 등 아직도 많은 현안 문제들이 당면해 있다.

해운산업의 환경규제 강화는 해운·조선 산업의 기존 패러다임을 변화시키고 있으며 신규시장을 창출하는 계기로 작용되고 있다.

선사는 배출규제가 합리적으로 시행될 수 있도록 선박의 운항 경제성과 안전성을 충분히 확보할 수 있는 방안을 검토하여 적용해야 한다.

해운·조선 관련 업계는 친환경 선박 신조·개조 시장 진출, 친환경 선박 기술개발 등을 통한 신시장 선점을 추진하여 국내 선박 외에 외국 선박 확보를 위한 글로벌 시장 진출에도 주력해야 할 것이다.

정부 또한 이러한 글로벌 환경규제 강화를 국내 해운·조선 산업 육성의 기회로 활용하기 위해 중·장기 전략을 수립하여 단계적으로 정책적 노력을 지속할 필요가 있다.

〈표 3-2〉 배출규제 대응방안별 장단점

대응방안	장점	단점
저유황유 사용	• 대부분 기관에 사용가능 • 엔진개조 불필요 • 초기 비용투자 없음	• 연료비 상승 리스크 • 연료 전환 및 품질 보증 문제 발생
탈황장치 장착	• 기존 고유황유 사용 가능 • 현존선 설치 가능 • SOx, PM 저감 가능	• 초기투자비용 발생 • 설치공간 확보로 이용 공간 축소 • 추가 전력 소비 등 운영비 및 운용 에너지 증가
LNG 연료추진 선박 도입	• 저렴한 연료비 • SOx, NOx, PM, CO2 감소 • 운영비 감소	• 초기투자비용 발생 • 현존선 설치 시 고비용 • 지역별 가격 격차 발생 • 연료탱크 공간 확보 문제 • 벙커링 인프라 부족

자료: 저자 정리

제 4 장

국내 선사의 대응 실태 및 해운산업 대응 방향

제1절 국내 선사의 대응 실태 분석

1. 설문조사 개요

IMO 황산화물 규제에 대한 국내 선사의 대응 실태 설문조사는 한국선주협회의 도움을 받아서 한국해양수산개발원이 지난 10월 15일부터 약 2주 기간 동안 선사 담당자들을 대상으로 전화 연락과 이메일을 통해서 수행하였다.

설문의 주된 목적은 선사별로 보유하고 선박에 대하여 2020년 황산화물 규제 시행 이전에 준비 상태를 확인하기 위한 것으로, 저유황유 사용, 스크러버 설치, LNG연료 추진선박 등 세 가지 대안들 가운데 하나를 선택하도록 설문을 설계하였다. 보다 구체적으로는 저유황유 사용의 경우 연간 예상비용(연료비 증가액)과 비용 부담주체에 대하여 응답을 받았으며, 스크러버 설치의 경우에는 설치시점, 예상

비용, 비용 부담주체에 대하여 응답을 받았다. LNG연료 추진선박에 대해서도 착수시점(인도시점), 예상비용(건조비 증가액), 건조 조선소에 대한 질문을 수행했다. 그 외에 추가 질문으로 정부 지원 요청 사항을 함께 받았다.

설문조사의 대상은 국내 선사 142개 업체와 업체에서 보유하고 있는 선박 998척을 대상으로 하였다. 설문조사 진행 방식은 설문협조 공문을 먼저 업체에 발송한 후, 엑셀파일로 작성된 설문문항과 설문 안내서를 이메일로 선사 담당자에게 개별 전송하고 응답사항을 이메일로 회신하는 방식으로 진행하였다. 설문조사 수행 기간 동안 설문조사 진행요원이 회신이 없는 업체 담당자에게 직접 전화 연락을 수시로 진행하여 설문의 응답률을 제고하였다. 최종적으로 회수된 선박 척수는 432척(선사 수는 총 61개 업체)이었으며, 최종 회수율은 43.3%(43.0%)를 달성하였다.

〈표 4-1〉 설문조사의 세부 문항들

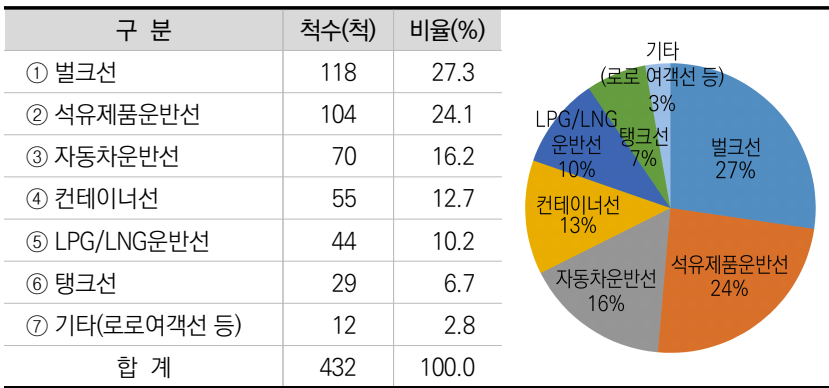
구 분	세부 문항
스크러버 설치 유무	• 현재 운항하는 선박에서 스크러버가 설치되어 있는지를 확인하는 질문 • 스크러버가 설치된 경우는 설치, 스크러버가 설치되어 있지 않는 경우는 미설치, 레디인 상태는 레디 상태
SOx 규제 대응방식 (개조 or 신조대체)	• 현재 운항하는 선박이 2020년 황산화물 규제(SOx)를 어떤 방식으로 대응할 것인지를 상위 수준에서 묻는 질문 • 현존선을 개조할 경우에는 개조, 현존선을 폐선 처리하고 신조할 경우에는 신조로 대체 (※ 스크러버 장착, 저유황유 사용, LNG연료추진선박으로 대체 등 3가지 방식으로 구분함)

구 분		세부 문항
스크러버 장착	설치시점 (개조) 인도시점 (신조)	• 개조의 경우 스크러버 설치하는 시점을 의미하며, 신조의 경우는 선박이 인도되는 시점을 의미
	예상 비용 (설치비용)	• 개조와 신조 모두 스크러버 설치에 추가로 소요되는 금액, 즉 스크러버 장비의 설치비용을 의미 • 선박의 종류와 규모에 따라서 설치비용은 차이가 날 것으로 예상
	비용 부담주체	• 개조와 신조 모두 스크러버 장비의 설치비용을 부담하는 주체를 말함 • 선주, 선사(자사), 하주, 기타 등에서 선택 바람
저유황유 사용	예상 비용 (연료비 증가액/ 연간)	• 개조와 신조 모두 저유황유를 사용하는 방식을 채택하는 경우에 예상되는 연간 연료비 증가액(추정액)을 의미 • 연료유 가격변동에 따라서 차이가 발생할 가능성이 높을 것이 예상되는 부분 • 본 설문에서는 자사에서 저유황유 선택을 결정할 당시에 가정한 연료비 증가액을 감안해서 선택 바람
	비용 부담주체	• 개조와 신조 모두 저유황유 사용으로 인해 발생하는 연료비 증가 비용을 부담하는 주체를 말합니다. • 선사(자사), 하주, 기타 등에서 선택 바람
LNG 연료 추진 선박으로 대체	착수시점 (개조) 인도시점 (신조)	• 개조의 경우 LNG연료추진선박으로 개조 작업을 착수하는 시점을 의미 • 신조의 경우는 LNG연료추진선박이 인도되는 시점을 의미
	예상 비용 (개조비/ 신조 건조 증가액)	• 개조의 경우는 LNG연료추진선박 개조에 소요되는 총 금액을 의미 • 신조의 경우는 LNG연료추진선박신조로 인해 추가로 소요되는 건조비(LNG연료추진선박 건조비-기존 선박 건조비)를 의미 • 선박의 종류와 규모에 따라서 설치비용은 차이가 날 것으로 예상
	개조/건조 조선소	• 개조할 경우에는 개조하는 조선소를 의미하며, 신조할 경우에는 신조 건조를 하는 조선소를 의미 • 크게 국내와 해외로 구분하고, 해외의 경우는 중국과 중국 외 지역으로 구분
정부 지원		• 황산화물 규제에 대한 민간(선사 등)의 대응 관련정부가 우선적으로 지원해 주어야 할 사항이라 생각하는 것을 선택 바람 • 예를 들어, 스크러버설치, LNG연료추진선박건조 등에 대한 보조금 지급이 가장 시급하다고 생각하면 보조금 지급을 선택 바람

2. 설문조사 결과분석

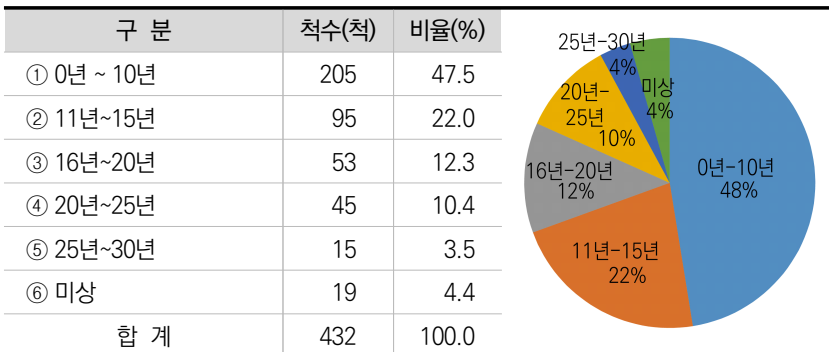
설문에 응답한 선박(432척)의 선종 분포를 보면 벌크선이 전체의 27.3%(118척)로 가장 많았으며, 다음으로 석유제품운반선(104척), 자동차운반선(70척), 컨테이너선(55척)의 순서이다.

〈표 4-2〉 조사대상 선박의 선종별 분포 현황



설문에 응답한 선박(432척)의 선령 분포를 보면 선령 10년 미만이 절반에 해당하는 49.6%를 차지했으며, 선령 20년 이상의 선박도 응답 건수의 14.5%에 달했다.

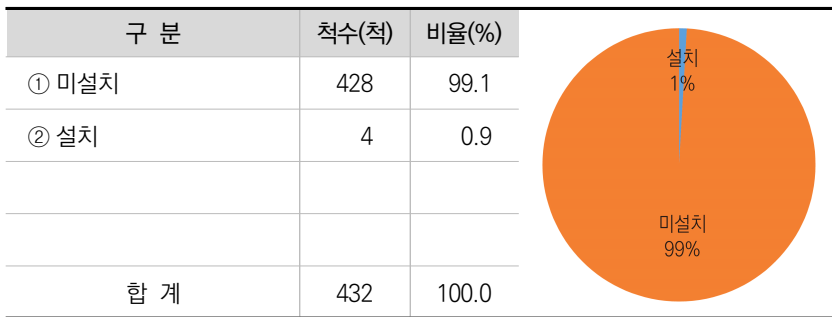
〈표 4-3〉 조사대상 선박의 선령 분포 현황



1) 전체 선박

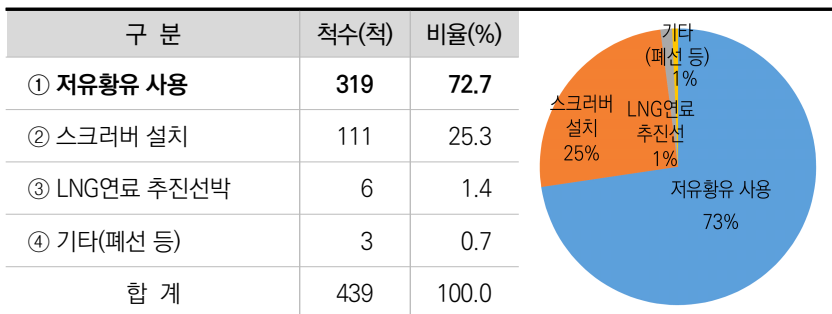
현재 운항 중인 선박에 스크러버가 설치되어 있는가를 묻는 설문에서 전체 응답 선박의 99.1%(428척)가 설치되어 있지 않다고 응답했다. 국적선사들의 경우 현재 운항 중인 선박에 스크러버를 설치한 경우는 거의 없는 것으로 조사되었다.

〈표 4-4〉 스크러버 설치 유무(전체 선박)



IMO 황산화물 규제의 대응 방안을 묻는 설문에서 응답 선박의 72.7%(319척)가 저유황유 사용을 고려 중인 것으로 나왔다. 스크러버 설치는 25.3%(111척), LNG연료 추진선박 건조는 1.4%(6척)에 불과한 것으로 조사되었다.

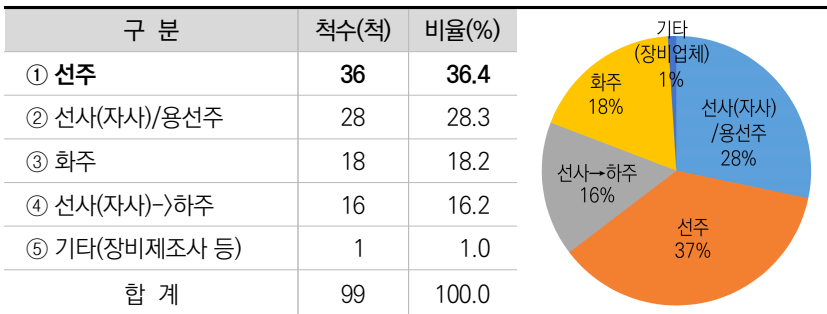
〈표 4-5〉 대응방안 선택 현황(전체 선박)



주: 7건의 중복응답 포함함

스크러버 설치비용의 부담주체를 묻는 설문에서 선주가 전체 응답 선박의 36.4%(36척)로 가장 높았으며, 다음으로 선사28.3%(28척), 화주 18.2%(18척), 선사→화주 16.2%(16척)의 순서로 나왔다.

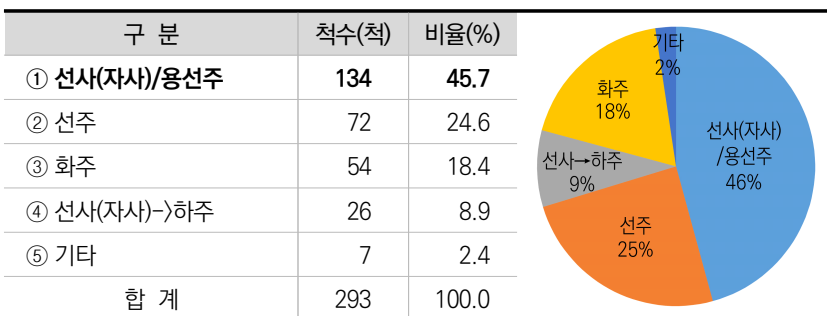
〈표 4-6〉 스크러버 설치비용 부담주체(전체 선박)



주: 스크러버 설치(111척) 가운데 12척의 미응답 제외

저유황유 비용증가액의 부담주체를 묻는 설문에서 선사가 전체 응답 선박의 45.7%(134척)로 가장 높았으며, 다음으로 선주24.6%(72척), 화주 18.4%(54척), 선사 → 화주 8.9%(26척), 기타2.4%(7척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-7〉 저유황유 비용증가액 부담주체(전체 선박)



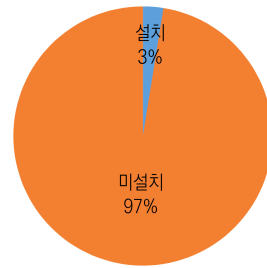
주: 저유황유 사용(319척) 가운데 26척의 미응답 제외

2) 벌크선

벌크선을 대상으로 스크러버가 설치되어 있는가를 묻는 설문에서 전체 벌크선의 97.5%(115척)가 설치되어 있지 않다고 응답했으며, 설치된 선박은 3척(2.5%)에 불과했다. 현재 운항 중인 대부분의 벌크선들은 스크러버를 설치하지 않고 있는 것으로 조사되었다.

〈표 4-8〉 스크러버 설치 유무(벌크선)

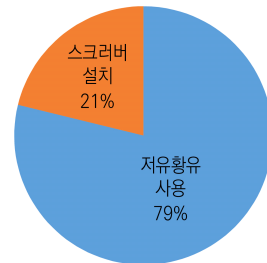
구 분	척수(척)	비율(%)
① 미설치	115	97.5
② 설치	3	2.5
합 계	118	100.0



IMO 황산화물 규제에 대한 벌크선의 대응방안을 보면, 응답 선박(벌크선)의 78.8%(93척)가 저유황유 사용을 고려 중인 것으로 나타났다. 스크러버 설치는 21.2%(25척), LNG연료 추진선박 건조는 고려하지 않는 것으로 조사되었다.

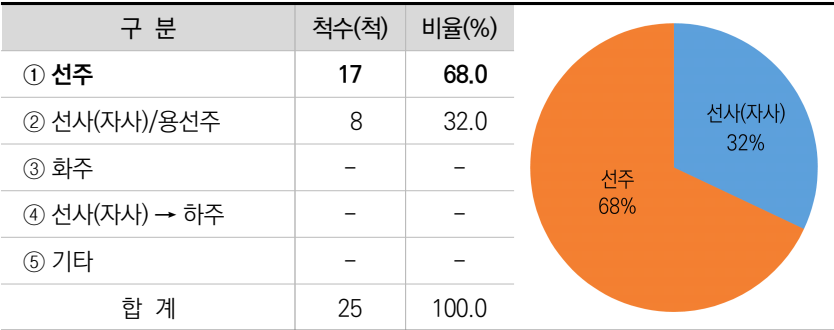
〈표 4-9〉 대응방안 선택 현황(벌크선)

구 분	척수(척)	비율(%)
① 저유황유 사용	93	78.8
② 스크러버 설치	25	21.2
③ LNG연료 추진선박	0	0.0
합 계	118	100.0



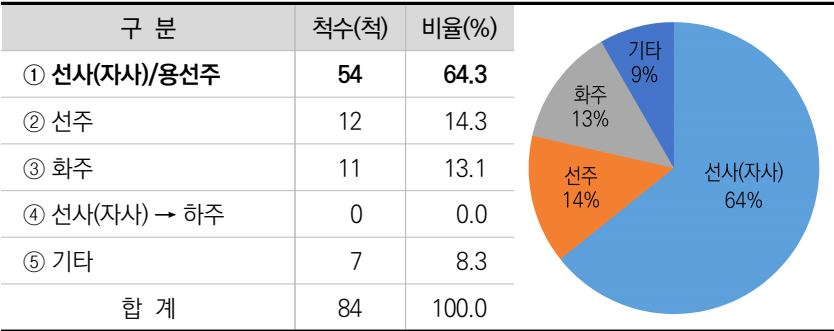
스크러버 설치비용의 부담주체를 묻는 설문에서 선주가 전체 응답의 68.0%(17척)로 가장 높았으며, 다음으로 선사32.0%(8척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-10〉 스크러버 설치비용 부담주체(벌크선)



저유황유 비용증가액의 부담주체를 묻는 설문에서 선사가 전체 응답의 64.3%(54척)로 가장 높았으며, 다음으로 선주14.3%(12척), 화주 13.1%(11척), 기타 8.3%(7척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-11〉 저유황유 비용증가액 부담주체(벌크선)



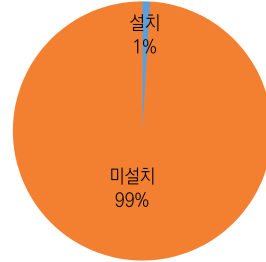
주: 저유황유 사용(93척) 가운데 9척의 미응답 제외

3) 석유제품운반선

석유제품운반선 가운데 스크러버가 설치되어 있는가를 묻는 설문에서 전체의 99.0%(103척)가 설치되어 있지 않다고 응답했다. 석유제품운반선의 경우 역시 선박에 스크러버를 설치한 경우는 거의 없는 것으로 조사되었다.

〈표 4-12〉 스크러버 설치 유무(석유제품운반선)

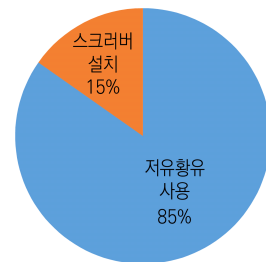
구 분	척수(척)	비율(%)
① 미설치	103	99.0
② 설치	1	1.0
합 계	104	100.0



IMO 황산화물 규제의 대응 방안을 보면, 응답 선박(석유제품운반선)의 84.8%(89척)가 저유황유 사용을 고려 중인 것으로 나왔으며, 나머지는 스크러버 설치 15.2%(16척)를 고려 중인 것으로 조사되었다.

〈표 4-13〉 대응방안 선택 현황(석유제품운반선)

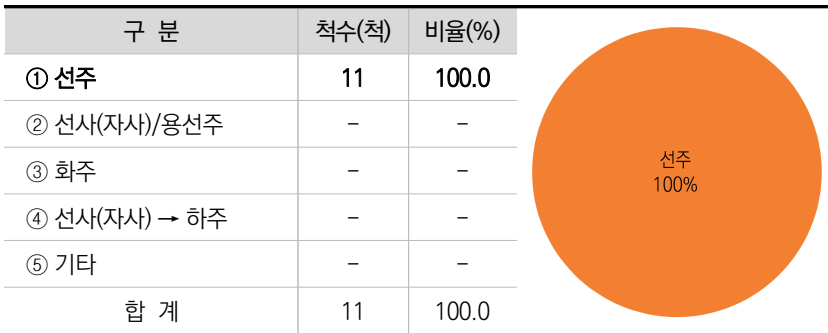
구 분	척수(척)	비율(%)
① 저유황유 사용	89	84.8
② 스크러버 설치	16	15.2
③ LNG연료 추진선박	0	0.0
합 계	105	100.0



주: 중복응답 1척 포함

스크러버 설치비용의 부담주체를 묻는 설문에서 석유제품운반선의 특성상 선주가 전적으로 부담하는 것으로 조사되었다.

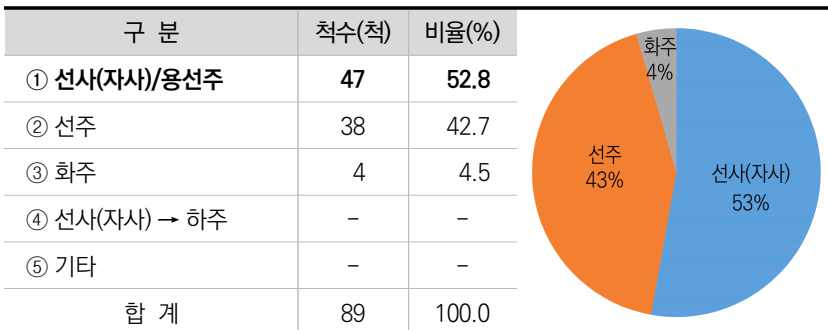
〈표 4-14〉 스크러버 설치비용 부담주체(석유제품운반선)



주: 스크러버 설치(16척) 가운데 5척의 미응답 제외

저유황유 비용증가액의 부담주체를 묻는 설문에서 선사가 전체 응답의 52.8%(47척)로 가장 높았으며, 다음으로 선주42.7%(38척), 화주 4.5%(4척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-15〉 저유황유 비용증가액 부담주체(석유제품운반선)

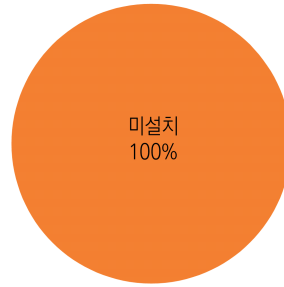


4) 자동차운반선

현재 운항 중인 자동차운반선 가운데 스크러버가 설치되어 있는가를 묻는 설문에서 모든 선박에서 스크러버가 설치되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

〈표 4-16〉 스크러버 설치 유무(자동차운반선)

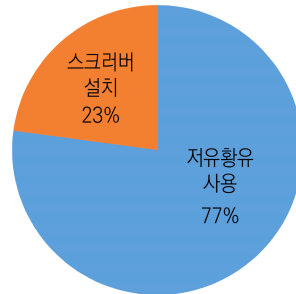
구 분	척수(척)	비율(%)
① 미설치	70	100.0
② 설치	0	0.0
합 계	70	100.0



IMO 황산화물 규제의 대응 방안을 보면, 응답 선박(자동차운반선)의 77.1%(54척)가 저유황유 사용을 고려 중인 것으로 나왔다. 스크러버 설치는 22.9%(16척)에 불과한 것으로 조사되었다.

〈표 4-17〉 대응방안 선택 현황(자동차운반선)

구 분	척수(척)	비율(%)
① 저유황유 사용	54	77.1
② 스크러버 설치	16	22.9
③ LNG연료 추진선박	0	0.0
합 계	70	100.0



스크러버 설치비용의 부담주체를 묻는 설문에서 자동차운반선의 특성상 모든 선박이 선사가 설치비용을 하주에 청구하는 방식을 선택한 것으로 조사되었다.

〈표 4-18〉 스크러버 설치비용 부담주체(자동차운반선)

구 분	척수(척)	비율(%)
① 선주	-	-
② 선사(자사)/용선주	-	-
③ 화주	-	-
④ 선사(자사) → 하주	16	100.0
⑤ 기타	-	-
합 계	16	100.0



저유황유 비용증가액의 부담주체를 묻는 설문 역시 스크러버 설치비용과 동일하게 모든 선박이 선사가 연료유 증가액을 하주에 청구하는 방식을 선택한 것으로 조사되었다.

〈표 4-19〉 저유황유 비용증가액 부담주체(자동차운반선)

구 분	척수(척)	비율(%)
① 선사(자사)/용선주	-	-
② 선주	-	-
③ 화주	-	-
④ 선사(자사) → 하주	54	100.0
⑤ 기타	-	-
합 계	54	100.0

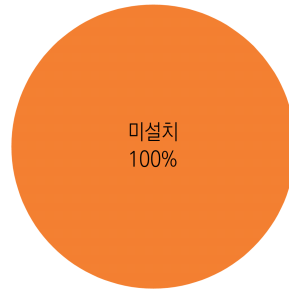


5) 컨테이너선

현재 운항 중인 컨테이너선 가운데 스크러버가 설치되어 있는가를 묻는 설문에서 모든 응답 컨테이너선에서 스크러버가 설치되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

〈표 4-20〉 스크러버 설치 유무(컨테이너선)

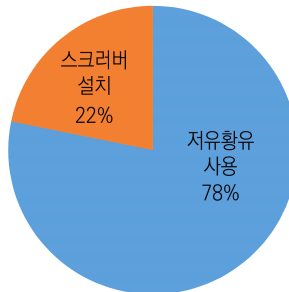
구 분	척수(척)	비율(%)
① 미설치	55	100.0
② 설치	0	0.0
합 계	55	100.0



IMO 황산화물 규제의 대응 방안을 보면, 응답 선박(컨테이너선)의 78.2%(43척)가 저유황유 사용을 고려 중인 것으로 나왔으며, 스크러버 설치는 21.8%(12척)에 불과한 것으로 조사되었다.

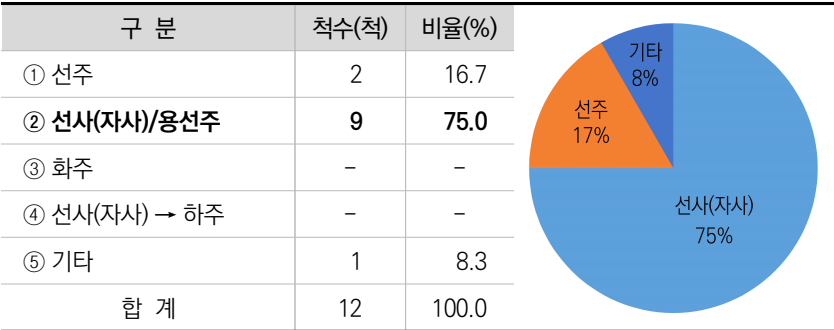
〈표 4-21〉 대응방안 선택 현황(컨테이너선)

구 분	건수(개)	비율(%)
① 저유황유 사용	43	78.2
② 스크러버 설치	12	21.8
③ LNG연료 추진선박	0	0.0
합 계	55	100.0



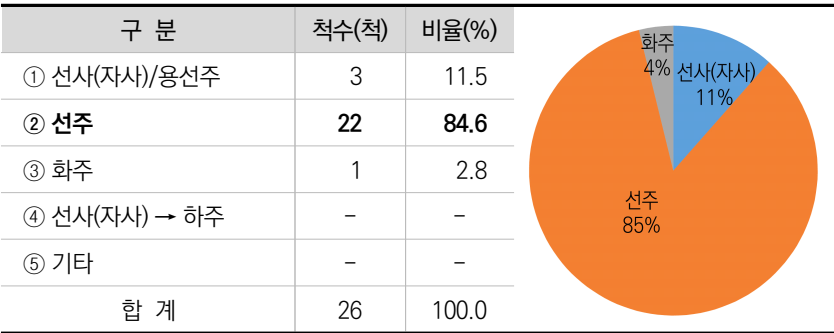
스크러버 설치비용의 부담주체를 묻는 설문에서 선사가 전체 응답 선박의 75.0%(9척)로 가장 높았으며, 다음으로 선주 16.7%(2척), 기타 8.3%(1척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-22〉 스크러버 설치비용 부담주체(컨테이너선)



저유황유 비용증가액의 부담주체를 묻는 설문에서 선주가 전체 응답 선박의 84.6%(22척)로 가장 높았으며, 다음으로 선사11.5%(3척), 화주 2.8%(1척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-23〉 저유황유 비용증가액 부담주체(컨테이너선)



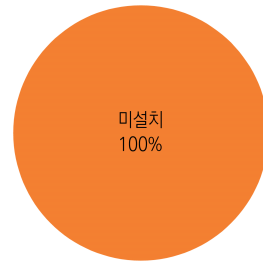
주: 저유황유 사용(43척) 가운데 17척의 미응답 제외

6) LPG/LNG운반선

현재 운항 중인 가스운반선(LPG/LNG운반선) 가운데 스크러버가 설치되어 있는가를 묻는 설문에서 응답한 가스운반선 모두에서 스크러버가 설치되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

〈표 4-24〉 스크러버 설치 유무(가스운반선)

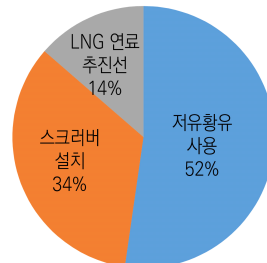
구 분	척수(척)	비율(%)
① 미설치	44	100.0
② 설치	0	0.0
합 계	44	100.0



IMO 황산화물 규제의 대응 방안을 보면, 응답 선박의 52.3%(23척)가 저유황유 사용을 고려 중인 것으로 나왔으며, 스크러버 설치 34.1%(15척), LNG연료 추진선박 건조는 13.6%(6척)인 것으로 조사되었다. 가스운반선의 경우 타 선종에 비해서 LNG연료 추진선박 건조 검토 비율이 높은 것으로 조사되었다.

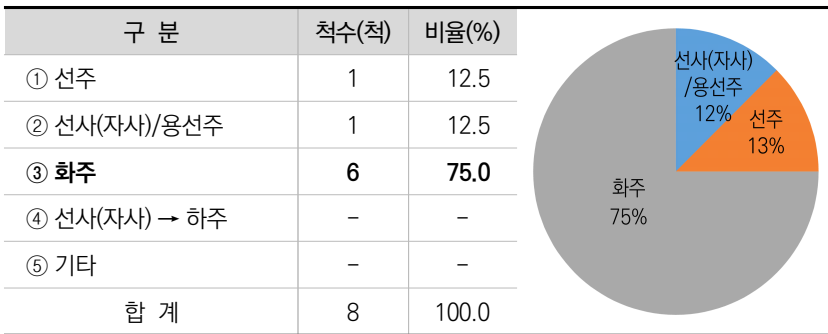
〈표 4-25〉 대응방안 선택 현황(가스운반선)

구 분	척수(척)	비율(%)
① 저유황유 사용	23	52.3
② 스크러버 설치	15	34.1
③ LNG연료 추진선박	6	13.6
합 계	44	100.0



스크러버 설치비용의 부담주체를 묻는 설문에서 화주가 전체 응답 선택의 75.0%(6척)로 가장 높았으며, 다음으로 선주12.5%(1척), 산사 12.5%(1척)의 순서로 나왔다.

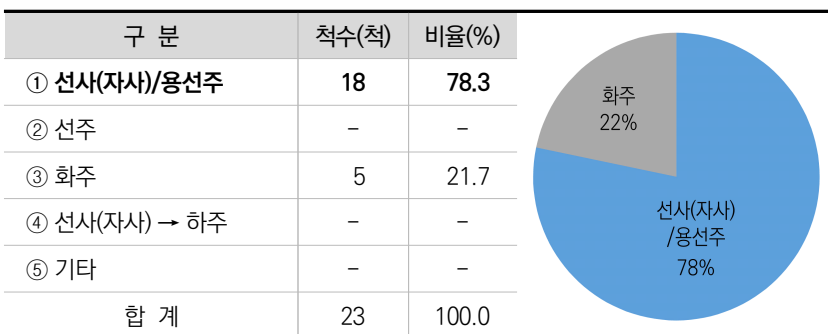
〈표 4-26〉 스크러버 설치비용 부담주체(가스운반선)



주: 스크러버 설치(15척) 가운데 7척의 미응답 제외

저유황유 비용증가액의 부담주체를 묻는 설문에서 선사가 전체 응답 선택의 78.3%(18척)로 가장 높았으며, 다음으로 화주 21.7%(5척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-27〉 저유황유 비용증가액 부담주체(가스운반선)

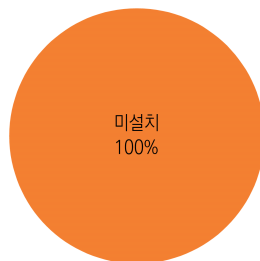


7) 탱크선

현재 운항 중인 탱크선 가운데 스크러버가 설치되어 있는가를 묻는 설문에서 응답한 탱크선 전부에서 스크러버가 설치되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

〈표 4-28〉 스크러버 설치 유무(탱크선)

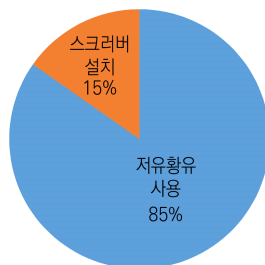
구 분	척수(척)	비율(%)
① 미설치	29	100.0
② 설치	0	0.0
합 계	29	100.0



IMO 황산화물 규제의 대응 방안을 보면, 응답 선박의 71.9%(23척)가 스크러버 설치를 고려 중인 것으로 나왔으며, 다음으로 저유황유 사용은 28.1%(9척)인 것으로 조사되었다. 다른 선종과 달리 탱크선은 스크러버 설치 비중이 높게 나왔다.

〈표 4-29〉 대응방안 선택 현황(탱크선)

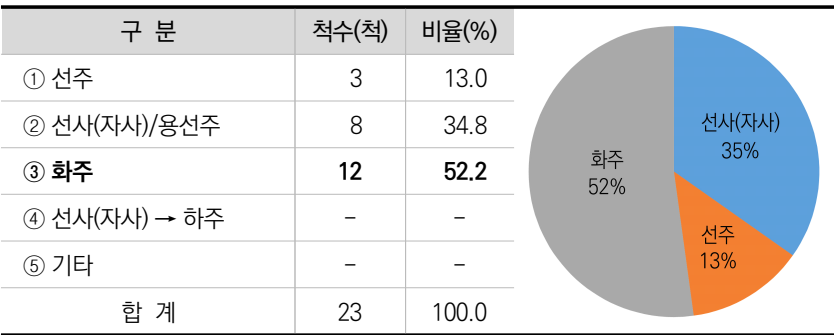
구 분	척수(척)	비율(%)
① 저유황유 사용	9	28.1
② 스크러버 설치	23	71.9
③ LNG연료 추진선박	0	0.0
합 계	32	100.0



주: 중복응답 3척 포함

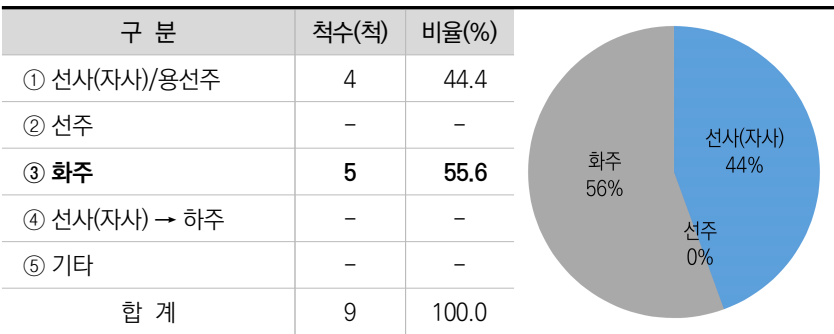
스크러버 설치비용의 부담주체를 묻는 설문에서 화주가 전체 응답 선택의 52.2%(12척)로 가장 높았으며, 다음으로 선사34.8%(8척), 선주 13.0%(3척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-30〉 스크러버 설치비용 부담주체(탱크선)



저유황유 비용증가액의 부담주체를 묻는 설문에서 화주가 전체 응답 선택의 55.6%(5척)로 가장 높았으며, 다음으로 선사44.4%(4척)의 순서로 나왔다.

〈표 4-31〉 저유황유 비용증가액 부담주체(탱크선)



3. 시사점

이번 설문을 통해서 국내 해운업계의 경우 황산화물 규제에 대응하는 방식에서 있어서 저유황유 선택이 약 73%에 달할 정도로 높다는 점을 재확인할 수 있었다. 또한 선종별로 보면 모든 선종들에서 저유황유 사용 비중이 높았으나 탱크선의 경우에는 스크러버 설치 비중이 더 높게 나왔다.

스크러버 설치나 저유황유 사용에 따른 비용 증가분에 대한 부담 주체에 대해서는 벌크선과 석유제품운반선의 경우에는 스크러버 설치하는 선주, 저유황유 사용 비용은 선사가 부담하는 비중이 높은 것으로 조사되었다. 반면 컨테이너선의 경우는 스크러버 설치하는 선사, 저유황유 사용 비용은 선주가 부담하는 비중이 높았다. 가스운반선과 탱크선의 경우에는 스크러버 설치하는 모두 화주 부담이 높게 나왔다. 마지막으로 자동차운반선의 경우에는 모든 선박에서 선사가 모든 비용을 하주에 전가하는 방식을 채택하였다.

전체 선박을 대상으로 볼 때 저유황유 사용 선택 비중이 높은 것으로 조사되었는데, 만약 저유황유 가격이 급등할 경우 이것은 국적선사 전반에 걸쳐서 경영환경 악화를 초래할 가능성이 매우 높다. 따라서 이에 대한 사전 검토 및 대비책 마련이 매우 시급하게 요구된다.

〈표 4-32〉 선종별 배출규제 대응방안별 장단점

선종	대응방안 선택	비용 부담주체
벌크선	저유황유 사용 일부 스크러버 설치	저유황유: 선사 부담 스크러버: 선주 부담
석유제품운반선	저유황유 사용 일부 스크러버 설치	저유황유: 선사 부담 스크러버: 선주 부담

선종	대응방안 선택	비용 부담주체
자동차운반선	저유황유 사용 일부 스크러버 설치	저유황유: 선사→하주 부담(100%) 스크러버: 선사→하주 부담(100%)
컨테이너선	저유황유 사용 일부 스크러버 설치	저유황유: 선주 부담 스크러버: 선사 부담
LPG/LNG운반선	저유황유 사용 일부 스크러버 설치	저유황유: 선사 부담 스크러버: 화주 부담
탱크선	스크러버 설치 일부 저유황유 사용	저유황유: 화주 부담 스크러버: 화주 부담

자료: 저자 정리

제2절 국내 해운산업 대응 방향

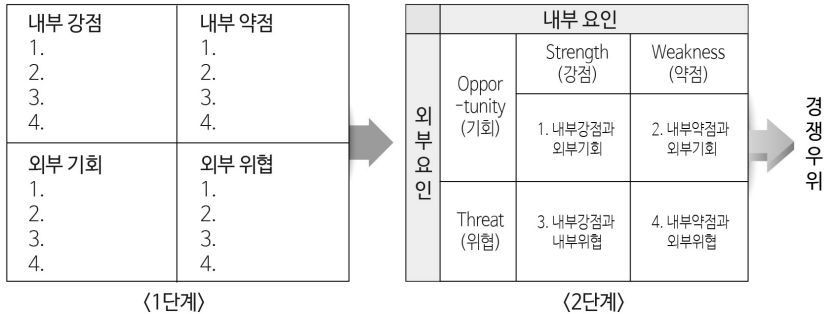
1. SWOT 분석

SWOT 분석은 1960~70년대 미국 스탠포드 대학의 ‘알버트 험프리’에 의해 고안된 전략개발 도구이다. 주로 기업의 내·외부 환경 분석을 통해 정리한 결과들을 토대로 강점, 약점, 기회, 위협 요인으로 분류하고, 마케팅 전략의 방향을 도출하는 수단으로 활용되고 있다.

SWOT은 Strength(강점) / Weakness(약점) / Opportunity(기회) / Threat(위협)로 구성되며, 강점과 약점은 내부환경 분석을 통해 도출된 결과(내부 요인)이고, 기회와 위협은 외부환경 분석을 통해 얻어진 결과들(외부 환경요인)로 구성된다.

분석 절차로는 먼저 전략 환경이슈에 대한 정의, 분석 그리고 우선순위를 결정하고 SWOT 변인에 대한 명시, 각 해당 분면별로 전략을 개발한다.

〈그림 4-1〉 SWOT 분석의 단계별 절차



본 절에서는 IMO 황산화물 규제에 대한 강점요인(S), 약점요인(W), 기회요인(O), 위협요인(T)을 식별한 후 향후 규제 대응방안에 관한 전략들(SO 전략, WO 전략, ST 전략, WT 전략)을 도출하고자 한다.

1) 환경 분석 결과

IMO 황산화물 규제의 시행이 해당 산업과 시장에 미치는 환경에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

강점요인으로는 우리나라는 세계 최고 수준의 조선소(업체)와 우수한 조선기자재 업체를 보유하고 있다는 점을 들 수 있다. 뛰어난 선박 수리 기술과 인력으로 조선 고부가가치 시장에서 독점적인 경쟁력을 지니고 있으며 전문성을 가진 해운·조선산업 인력 또한 풍부하다. 또한 해운 측면에서는 글로벌 영업력을 가진 국적선사를 보유하고 있다.

약점요인으로는 국적선사와 국내 조선소 등의 재무환경이 취약하여 현재 투자여력이 부족하다는 점을 들 수 있다. 국내 선박 금융시장과 내수시장이 취약하고 중소조선 기자재 산업 기반이 취약한 점도 약점요인으로 식별할 수 있다. 또한 해운조선 전문인력의 이탈이 가속화되고 있으며 R&D 투자 감소로 인해 해운조선분야 기술경쟁력

도 약화되고 있는 실정이다.

기회 요인으로는 이러한 글로벌 시장 변화를 계기로 해운 산업구조 개편 및 혁신을 도모할 수 있다는 점을 들 수 있다. 글로벌 해운·조선 시장 내 저유황유 병커링 사업, 스크러버 장비시장, LNG연료 추진선 신조 등 관련된 신규 비즈니스 창출 기회를 마련할 수 있다. 또한 스크러버 장비 관리기술, 저유황유 캣파인즈 처리기술 개발 등으로 인한 선진국과의 기술 격차 해소가 가능하다. 스크러버 장비 관리기술, 저유황유 캣파인즈 처리기술 등 친환경 선박관련 기술 개발을 적극 추진할 수 있다.

위협요인으로는 글로벌 차원의 조선업 경기 침체를 들 수 있다. 이는 내부적으로는 선진국 대비 장비 등의 신규투자와 관련 연구가 약하며 외부적으로는 중국 조선소 저가 공세에 따른 시장 교란이 가속화되고 있기 때문이다. 또한 글로벌 해운시장 침체현상은 지속되고 있어 산업의 매력도가 저하되고 있으며 세계 시장 특허권 및 지적재산권 강화로 해운선진국과의 기술 격차 또한 확대되고 있는 실정이다.

〈표 4-33〉 IMO 황산화물 규제의 SWOT 분석

(S)내부 강점(Strength)	(W)내부 약점(Weakness)
• 세계 최고 수준의 조선소(업체) 보유 • 세계 최고 수준의 석유정제시설(업체) 보유 • 조선 고부가가치 시장 독점적 경쟁력 보유 • 글로벌 영업력을 가진 국적선사 보유 • 경쟁력 있는 조선 기자재 업체 보유 • 우수한 기술을 가진 해운·조선 인력 보유 • 뛰어난 선박 수리 기술 및 인력 보유	• 국내 선사 및 조선소 재무환경 취약 • 국내 선박 금융시장 및 내수시장 취약 • 중소 조선·기자재 산업 기반 취약 • 해운·조선 전문 인력 이탈 가속화 • 해운·조선 분야 기술경쟁력 약화
(O)외부 기회(Opportunity)	(T)외부 위협(Threats)
• 해운 산업구조 개편 및 혁신 기회 • 글로벌 해운·조선 시장 내 신규 비즈니스 창출 기회 • 친환경 선박관련 기술 개발 기회	• 글로벌 차원의 조선업 경기 침체 • 글로벌 해운시장 침체 지속 • 세계 해운·조선시장 특허권 및 지적재산권 강화

2) 전략방향 설정

위에서 작성한 환경 분석 결과를 바탕으로 내 외부 요인들의 조합에 의해서 도출 가능한 전략 조합들은 강점+기회(SO 전략), 약점+기회(WO 전략), 강점+위기(ST 전략), 약점+위기(WT 전략)와 같다.

〈표 4-34〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합

구분	강점(Strength)	약점(Weakness)
기회(Opportunity)	SO 전략	WO 전략
위기(Threats)	ST 전략	WT 전략

(1) 강점-기회 전략(SO 전략)

내부의 강점과 외부의 기회를 잘 활용하는 전략으로 상대적으로 다양한 전략 마련이 가능할 뿐만 아니라 최선의 결과를 도출할 수 있는 가능성이 가장 높은 전략이다.

우리나라가 보유하고 있는 세계 최고 수준의 조선소와 조선 고부가가치 시장에서 차지하고 있는 독점적인 경쟁력을 기반으로 글로벌 해운 조선 시장 내에서 창출될 수 있는 신규 비즈니스를 선도할 수 있다. 따라서 스크러버 장비 시장이, LNG 연료추진선 시장, 저유황유 병커링 시장을 선제적으로 점유하는 전략을 도출할 수 있다.

또한 글로벌 시장 변화로 인한 산업구조 개편과 혁신의 기회를 맞이하여 점차 강화되고 있는 각종 규제에 선제적으로 대응할 수 있도록 우리나라만의 독자적인 핵심 기술능력 개발을 추진할 수 있다. 우수한 기술력을 가진 해운·조선 전문 인력을 바탕으로 스크러버 장비 관리 기술, 저유황유 캣파인즈 처리기술 등 친환경 선박 관련 핵심기술 개발을 선도하는 전략을 수립할 수 있다.

〈표 4-35〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합(SO 전략)

(S)내부 강점(Strength) (산업) 세계 최고 수준의 조선소(업체) 보유 (산업) 세계 최고 수준의 석유정제시설(업체) 보유 (시장) 조선 고부가가치 시장 독점적 경쟁력 보유 (산업) 글로벌 영업력을 가진 국적선사 보유 (산업) 경쟁력 있는 조선 기자재 업체 보유 (산업) 우수한 기술력을 가진 해운·조선 인력 보유 (기술) 뛰어난 선박 수리 기술 및 인력 보유	(SO 전략) 1. 스크러버 장비시장 선점 2. LNG 연료추진선 시장 선점 3. 저유황유 벙커링 시장 선점 2. 친환경 선박관련 핵심기술 개발
(O)외부 기회(Opportunity) • (산업) 글로벌 시장 변화로 인한 해운 산업구조 개편 및 혁신 기회 • (시장) 글로벌 해운·조선 시장 내 신규 비즈니스 창출 기회(저유황유 벙커링 사업 및 스크러버 장비시장, LNG연료 추진선 신조 등) • (기술) 친환경 선박관련 기술 개발 기회(스크러버 장비 관리기술, 저유황유 캣파인즈 처리기술 등)	

(2) 약점-기회 전략(WO 전략)

내부의 약점을 최대한 보완하고 외부의 기회를 잘 활용하는 전략으로 기회를 최대로 이용하여 약점을 최소화시키는 전략이다.

글로벌 시장 변화에 선제적으로 대응하기 위해서는 핵심기술 개발 인력을 육성하기 위한 친환경 선박기술 전문 인력 양성 방안을 마련하는 전략을 수립할 수 있다.

또한 새로운 해운·조선 변혁기를 맞이하여 지금까지 국내 기반이 취약했던 중소 조선·기자재 산업의 기반을 강화시켜 경쟁력 있는 글로벌 중소 조선·기자재 업체를 육성하는 전략을 수립할 수 있다.

〈표 4-36〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합(WO 전략)

(W)내부 약점(Weakness) (산업) 국적선사 및 국내 조선소 재무환경 취약 (투자여력 부족)(←신규 투자 감소) (시장) 국내 선박 금융시장 및 내수시장 취약 (산업) 중소 조선·기자재 산업 기반 취약 (산업) 해운·조선 전문 인력 이탈 가속화 (기술) 해운·조선 분야 기술경쟁력 약화 (←R&D 투자 감소로 인해)	(WO 전략) 1. 친환경 선박기술 전문인력 양성 2. 중소 조선·기자재 업체 육성
(O)외부 기회(Opportunity) • (산업) 글로벌 시장 변화로 인한 해운 산업구조 개편 및 혁신 기회 • (시장) 글로벌 해운·조선 시장 내 신규 비즈니스 창출 기회(저유황유 벙커링 사업 및 스크러버 장비시장, LNG연료 추진선 신조 등) • (기술) 스크러버 장비 관리기술 및 저유황유 컷파인즈 처리기술 개발 등으로 인한 선진국과의 기술격차 해소 • (기술) 친환경 선박관련 기술 개발(스크러버 장비 관리기술, 저유황유 컷파인즈 처리기술 등)	

(3) 강점-위기 전략(ST 전략)

내부의 강점을 최대한 활용해서 외부의 위협을 제거하는 전략으로 기회를 최대한 이용하여 약점을 최소화시키는 전략이다.

글로벌 시장 차원에서 부진이 지속되고 있는 조선산업 내에서 우리나라의 경쟁력을 강화하기 위해서는 해운산업과 조선산업, 그 외 관련된 기자재 산업 등 간의 자율적인 파트너십 체계를 구축하여 상생이 가능한 협업 비즈니스 모델을 개발하는 전략을 수립할 수 있다. 또한 그간 해운산업과 조선산업의 부진으로 인해 선진국 대비 신규 투자 자본이 부족하여 관련 연구가 부족했던 점을 보완하고 향후 시

장에 선제적으로 대응하기 위해서는 주요 해운선진국과의 국제협력 체계를 확대하는 전략을 수립할 수 있다.

〈표 4-37〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합(ST 전략)

(S)내부 강점(Strength) (산업) 세계 최고 수준의 조선소(업체) 보유 (산업) 세계 최고 수준의 석유정제시설(업체) 보유 (시장) 조선 고부가가치 시장 독점적 경쟁력 보유 (산업) 글로벌 영업력을 가진 국적선사 보유 (산업) 경쟁력 있는 조선 기자재 업체 보유 (산업) 우수한 기술력을 가진 해운·조선 인력 보유 (기술) 뛰어난 선박 수리 기술 및 인력 보유	(ST 전략) 1. 해운·조선업 간 자율적 파트너십 구축 2. 해운 선진국들과 해운·조선 관련 국제협력 체계 확대
(T)외부 위협(Threats) • (산업/시장) 글로벌 차원의 조선업 경기 침체 (→ [내부]선진국 대비 신규(장비)투자 및 관련 연구 약화, [외부] 중국 조선소 저가 공세에 따른 시장 교란 가속화) • (산업/시장) 글로벌 해운시장 침체 지속 (→ 해운시장 경쟁 가속화) • (기술) 세계 시장 특허권 및 지적재산권 강화 (→ 해운 선진국과의 기술격차 확대)	

(4) 약점-위기 전략(WT 전략)

내부의 약점을 보완하고 외부의 위협에 적극적으로 대응하는 전략으로 전략 마련이 가장 용이하지 않은 경우에 해당한다.

현재 국내 해운·조선업계는 국적선사 및 국내 조선소의 재무환경이 취약한 상황으로 투자 여력 부족으로 인한 신규 투자 감소로 산업의 진입 매력도 또한 하락하고 있는 실정이다.

국내뿐만 아니라 글로벌 해운시장의 부진이 지속되면서 관련 사업의 불안정성도 상존하는 상태다. 이러한 현실을 극복하기 위해서는 정부 차원에서 국내 해운·조선업계를 대상으로 하는 정책지원, 금융지원, 기술지원 등 지원책을 개발하는 전략을 수립·시행함으로써 산업 경쟁력을 강화할 수 있을 것이다.

이와 더불어 IMO 환경규제에 대응하는 능력을 강화하기 위해서는 국제 규제동향 등 각종 정보의 체계적 수집, 민관학연 협동 차원의 대응 조직 등을 구성하여 향후에도 도래할 수 있는 잠재적 규제에 대비하고 체계적으로 대응 방안을 마련하는 전략의 수립도 가능하다.

〈표 4-38〉 IMO 황산화물 규제의 전략 조합(WT 전략)

(W)내부 약점(Weakness) • (산업) 국적선사 및 국내 조선소 재무환경 취약 (투자여력 부족)(←신규 투자 감소) • (시장) 국내 선박 금융시장 및 내수시장 취약 • (산업) 중소 조선·기자재 산업 기반 취약 • (산업) 해운·조선 전문 인력 이탈 가속화 • (기술) 해운·조선 분야 기술경쟁력 약화 (←R&D 투자 감소로 인해)	(WT 전략) 1. 해운·조선에 대한 정부 지원책 강화 2. IMO 환경규제 대응 능력 강화 (→국제 규제동향 수집, 민관학연 대응조직 구성 등)
(T)외부 위협(Threats) • (산업/시장) 글로벌 차원의 조선업 경기 침체 (→ [내부]선진국 대비 신규(장비)투자 및 관련 연구 약화, [외부] 중국 조선소 저가 공세에 따른 시장 교란 가속화) • (산업/시장) 글로벌 해운시장 침체 지속 (→ 해운시장 경쟁 가속화) • (기술) 세계 시장 특허권 및 지적재산권 강화 (→ 해운 선진국과의 기술격차 확대)	

4) 시사점

앞서 언급된 전략들을 토대로 시장 분야, 산업 분야, 기술 분야 등으로 분류하여 시사점을 도출해 낼 수 있다.

산업 분야의 발전을 위해서는 규제 충족을 위해 선사들이 가장 많이 선택할 것으로 예상되는 대응방안인 저유황유의 안정적 수급 체계가 마련되어야 한다. 또한 국내 해운업계를 대상으로 하는 패키지형 지원 정책이 수립·시행되어야 하며 IMO 민관학연 협의체를 구성하여 각종 규제를 선제적으로 대응하고 이에 따라 향후 글로벌 시장 내에서도 대응이 가능한 자생력을 배양해야 한다.

시장 분야의 발전을 위해서는 민간 차원의 자율적 협력체계 구축이 필요하다. 현재까지는 해운·조선산업의 지속적인 부진으로 인한 신규 투자 자본과 관련 연구가 부족하여 양 산업 간 시너지 효과가 미미한 실정이다. 향후 조선기자재 산업, 정유산업 등까지 포함한 관련 산업 간 협동 생태계 조성을 위한 파트너십 체결, 비즈니스 모델 창출 등을 지원하기 위한 관계부처 협력체계 구축, 정부의 적극적인 육성정책 등이 바탕이 된다면 관련 산업의 성장에 보다 다양한 기회가 창출될 수 있을 것으로 기대된다.

기술 분야의 발전을 위해서는 우리나라가 보유하고 있는 우수한 조선 기술력을 기반으로 IMO 환경 규제에 대응할 수 있는 핵심요소 기술을 개발하고 국제 협력 체계를 확대하여 글로벌 전문가 양성 체계를 강화해야 한다. 또한 국제 규정 및 표준을 선도하기 위해 체계적인 규제 대응시스템과 인프라를 마련하여 적극적으로 대응한다면 핵심기술 선점과 기술 경쟁력 확보가 가능할 것으로 판단된다.

2. 대응방향 설정

본 연구에서는 국내외 동향 분석과 국내 선사들을 대상으로 한 설문조사 그리고 SWOT 분석 등을 바탕으로 IMO 황산화물 규제 강화에 대한 국내 해운산업의 대응 방향을 설정했다.

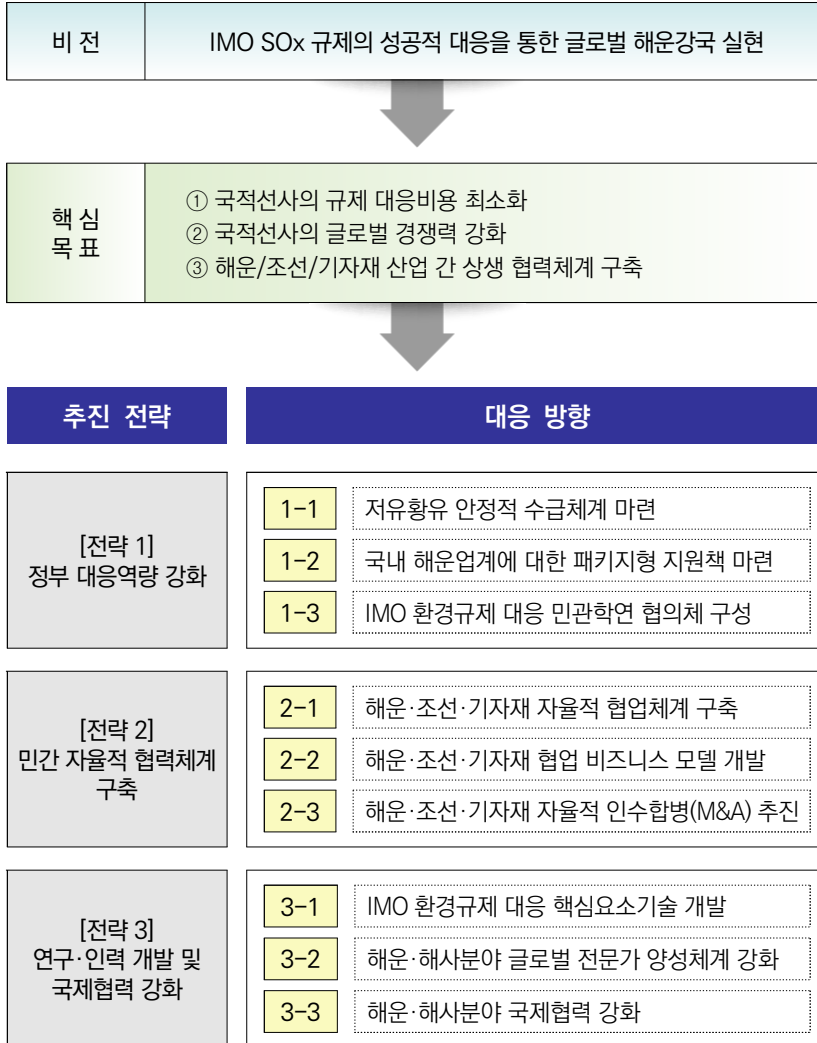
먼저 비전은 국내 해운산업의 재도약을 의미하는 ‘IMO SO_x 규제의 성공적 대응을 통한 글로벌 해운강국 실현’으로 정하였고, 이러한 비전을 실현하기 위한 3대 추진 전략으로는 정부의 대응역량 강화, 민간의 자율적 협력체계 구축, 연구개발 및 국제협력 강화를 설정하였다. 3대 추진전략을 통해서 달성하고자 하는 세 가지 목표들은 ‘국적선사의 규제 대응비용 최소화, 국적선사의 글로벌 경쟁력 강화, 해운·조선·기자재 산업 간 상생 협력체계 구축’으로 두었다.

정부의 대응역량 강화 전략을 본격적으로 추진하기 위한 대응 방향에는 저유황유의 안정적 공급체계 마련, 국내 해운업계에 대한 패키지형 지원책 마련, IMO 환경규제 대응 민관학연 협의체 구성 등을 설정하였다.

민간의 자율적 협력체계 구축 전략에서는 해운·조선·기자재 자율적 파트너십 구축, 해운·조선·기자재 협업 비즈니스 모델 개발, 해운·조선·기자재 산업내 자율적 인수합병(M&A) 추진 등을 대응방향으로 정하였다.

마지막으로 연구·인력 개발 및 국제협력 강화 전략에서는 대응 방향을 IMO 환경규제 대응 핵심요소기술 개발, 해운·해사분야 글로벌 전문가 양성체계 강화, 해운·해사분야 국제협력 강화로 맞추었다.

〈그림 4-2〉 국내 해운산업의 대응체계 및 대응 방향



제 5 장

결론 및 정책제언

제1절 요약 및 결론

본 연구에서는 국제해사기구(IMO)의 배출규제 강화에 대비하여 대응기술별 장·단점 분석 및 선사 요구사항 분석을 통해서 국내 해운산업의 대응전략을 마련하고, 민·관·학·연 등 전 분야를 포괄하는 통합적인 정책방향을 제시하였다.

기존 연구의 경우 자동차를 대상으로 하거나 선박을 대상으로 하더라도 선박배출 대기오염물질의 배출량 감소에 대한 화폐적 효과나 기술적 검토 위주의 연구가 대부분이었으나, 해당 연구에서는 IMO 황산화물 규제에 대한 세 가지 대응방안에 대한 현황과 실태조사를 통해서 명시적인 정책방안을 제시하였다.

IMO는 오는 2020년 1월 1일부터 전 세계 모든 해역을 지나는 선박 연료유의 황 함유량을 현행 3.5%에서 0.5%로 강화하는 규제를 시행하기로 결정했다. 이는 해운 역사상 가장 강력한 환경 규제로 황산

화물 배출 규제 시행이 2년 앞으로 다가오면서 국내외 해운업계는 여러 대응방안을 두고 검토 중이다.

국내동향 분석 결과, 우리나라 현대상선의 경우 2018년 7월 스크러버를 장착한 1만1000TEU급 컨테이너선 'HMM Promise'호의 취항하며 친환경 선박의 운항을 시작했다. 향후 발주 예정인 신조선에도 'LNG READY' 디자인을 적용하여 친환경 선박의 확보를 통해 배출 규제 시행을 대응하고 있다.

SM상선의 경우, 저유황유 사용을 통해 IMO 환경규제에 대응하는 것으로 결정하였으며 이는 용선 비중이 높은 선사의 입장을 고려하여 선박의 개조에 적극 투자하지 않기로 방침을 수립한 것이다.

국외동향 분석 결과, 세계 최대 해운선사인 덴마크 머스크라인은 저유황유를 사용해 대기오염 물질 배출 규제에 대응하겠다는 기존의 입장을 선회하여 황산화물(SOx) 저감 방안으로 스크러버 장착을 선택하였다. 머스크라인은 스크러버의 장착뿐만 아니라 향후에도 규제를 효율적으로 준수할 수 있는 방안을 지속적으로 모색하겠다는 입장을 유지하고 있다.

해운 얼라이언스 2M에 소속되어 있는 세계 2위 해운선사 스위스 MSC는 배출규제에 대응하기 위한 방안으로 스크러버 설치 방식을 택했다. 이는 향후 저유황유의 단가 상승 등 적합한 연료유의 공급능력이 확보되기 어려울 수 있는 상황에서 스크러버 장착 선박을 증대 시킴으로써 미리 자사 선대의 경쟁력을 확보하려는 전략으로 볼 수 있다.

프랑스의 CMA CGM은 기본적으로는 저유황유를 채택하여 배출규제에 대응하겠다는 입장을 표명했다. 그러나 현재 20여 척 이상의 일

부 기존 선박에 스크러버 설치를 추진하고 있으며 15여 척의 LNG 연료 추진선박의 도입계획도 밝혔다. CMA CGM은 이와 같이 선박의 특성에 맞는 다양한 방식의 적용을 통해 배출규제에 대응하기 위한 최적의 방안을 도출하고 운항 경제성을 확보하고자 노력을 기울이고 있다.

싱가포르는 최근 2020년 1월부터 ‘오픈루프 방식(Open-loop Type)’의 스크러버를 금지하는 방침을 발표했다. 이는 오픈루프 방식 스크러버가 해수로 배기가스를 세척한 뒤 다시 선박 외부로 배출하는 방식을 취하기 때문에 이로 인해 해수가 오염된다는 논란에 따른 것이다. 이에 따라 스크러버를 장착하여 황산화물 규제를 준수하는 선박이라 할지라도 싱가포르 해역에 기항하기 위해서는 2020년부터 저유황유를 사용해야 한다. 싱가포르 정부의 이와 같은 방침은 향후 다른 국가들의 스크러버 사용제한 지역들이 더욱 증가할 수도 있다는 리스크로 인식되고 있다.

일본 또한 2020년 1월부터 시행되는 황산화물 규제 시행을 앞두고 저유황유가 충분히 공급될 수 있는 체제를 만들기 위한 노력을 지속적으로 기울이고 있다. 일본 국토교통성은 원유 정제를 통해 석유 제조회사들이 손쉽게 제조할 수 있는 저유황유의 생산 공정을 구축하는 데 민간과 협력체계를 구축하여 적극적으로 참여하고 있다.

선사 등과의 협조를 통한 검증실험 등을 통해 엔진 등 선박 주요 기관과의 호환성에 문제가 없는 저유황유의 생산에 노력을 기울이고 있으며 적합한 저유황유 제조 규정을 준수한 공급업체를 지속적으로 늘려 공급에 차질이 없도록 준비하고 있다.

또한 일본 국토교통성은 저유황유의 가격 상승으로 인해 해운사업자의 경제적 부담이 증가할 수 있다는 판단 아래, 2019년 여름을 목

표로 사업자가 운임에 전가하기 쉬운 추가운임(surcharge) 개념으로 작성되는 운임 가이드라인 공표안을 수립 중에 있다. 사업자와 화주 상호 간 입장을 고려하여 가격 상승 리스크를 최소화할 수 있는 수준의 운임을 책정하는 것을 목표로 하고 있다.

앞서 설명한 바와 같이 일부 글로벌 대형 선사들은 저유황유 사용, 스크러버, LNG 추진선 도입 등의 방안 중 주력 대응방안을 이미 결정하고 나머지 대안들 또한 선별하여 시험적으로 추진하는 방향을 취하고 있다. 그러나 대부분의 중소형 선사들은 규제 시행일이 약 1년 앞으로 다가왔음에도 불구하고 아직도 관망하는 자세를 보이고 있다. 해운선사 및 관련 업계들은 더 이상 배출규제를 관망해서는 안 되며 재무상황과 보유선박 규모 및 특성, 운항환경 등을 고려해 대응책을 조속히 마련해야 한다.

황산화물 배출 규제에 대한 대응방안은 현재 사용하고 있는 고유황유보다 50%가량 비싼 저유황유를 쓰는 방안, 고유황유를 계속 사용하면서 탈황장치인 스크러버(Scrubber)를 설치하는 방안, LNG(액화 천연가스)추진 선박을 도입하는 방법 등 크게 세 가지로 분류할 수 있다.

초기 비용 투자가 없는 저유황유를 쓰는 것이 가장 쉬운 방법으로 평가되고 있지만 고유황유보다 비싸기 때문에 향후 선사에 큰 부담이 될 수 있다. 황산화물 배출 규제가 시작되는 2020년 이후 저유황유 사용이 집중되면서 유가는 더욱 비싸질 가능성도 있다. 스크러버는 고유황유를 계속 사용할 수 있지만, 초기 투자비가 소요될 뿐 아니라 설치하는 데 상당한 기간이 소요된다.

LNG연료선박은 가장 친환경적인 방법으로 거론되고 있지만 선박을 새로 건조해야 하기 때문에 거액의 초기 투자비가 소요된다. 가장

큰 단점으로는 LNG 충전설비 부족으로 인한 인프라 미비를 들 수 있다. 또한 지역마다 가격 격차가 발생 할 수 있어 LNG 가격을 예측하기 어려울 뿐 아니라 메탄가스 배출 문제도 남아 있다.

이처럼 저유황유 사용, 스크러버 설치, LNG연료선박 건조 등은 방 안별로 장·단점이 뚜렷해 어느 것 하나를 정답으로 간주할 수는 없는 상황이다. 선박 운항환경, 선사재무환경, 선박의 특성 등 각 해운선사의 특징에 따라 운항 경제성을 확보할 수 있는 방법이 달라지기 때문이다. 배출 규제가 시행된 이후 저유황유, LNG 등 대체연료의 가격이 어떻게 형성될 것인지도 중요한 변수가 될 수 있다.

또한 설문을 통해서 국내 해운업계의 경우 저유황유 선택이 약 73%에 달할 정도로 여전히 높다는 점을 재확인할 수 있었다. 이처럼 높은 저유황유 선택은 자칫 저유황유 가격이 급등할 경우 국적선사 전반에 걸쳐서 경영환경 악화를 초래할 가능성이 매우 높다. 따라서 이에 대한 사전 검토 및 대비책 마련이 매우 시급하게 요구된다.

제2절 정책제언

1. 저유황유의 안정적 공급방안 수립

IMO 황산화물 규제에 대응하는 방안들 가운데 국내외 선사들이 가장 많이 선택하고 있는 대안이 저유황유 사용이다. 이것의 가장 큰 장점은 현재 운항 중인 선박에 추가적인 투자를 할 필요가 없다는 점이다. 현재 사용하고 있는 선박 연료인 병커유 대신에 가격이 비싼 저유황유(LSHFO 또는 MGO)를 사용하는 것으로 황산화물 허용치인

0.5%를 달성할 수 있다.

하지만 문제는 고급유인 저유황유의 가격이 급등할 수 있고, 일부 지역에서는 공급 부족으로 인해 저유황유 사용에 문제가 발생할 수 있다는 점이다. 가장 큰 리스크는 가격이 급등할 가능성이 높은 점이다. 작년 10월 이후 한달 사이에 국제 유가가 30% 급락한 사실을 보더라도 국제 유가가 단기간에 급등할 가능성은 항상 존재한다. 더욱이 글로벌 차원에서 전체 선박의 절반 이상이 저유황유 사용을 준비하고 있는 상황에서 이러한 저유황유에 대한 초과 수요가 일시에 해결될 가능성은 희박해 보인다. 이 경우 초과 수요와 공급 부족으로 인한 저유황유의 가격 급등은 충분히 예견 가능한 일이다.

2020년 이후에 저유황유의 가격이 급등할 경우, 글로벌 선사들은 대안으로 탈황장치인 스크러버 설치를 서둘러 진행할 수 있다. 하지만 이러한 경우에도 스크러버 설치 작업에 제한이 있기 때문에 선사들은 그들의 선박에 스크러버 설치를 완료하기까지는 상당한 기간 동안 기다리면서 저유황유를 사용할 수밖에 없다. 이처럼 저유황유를 선택할 경우 가격 급등에 의한 손실과 스크러버 전환을 위한 기회비용 증가로 인해 선사들은 이중고를 겪을 가능성이 크다.

국내 해운업계도 일부 선사들이 기존 선박과 신규 발주한 선박에 대해서 스크러버 장치를 설치한 경우를 제외하면 대부분의 선사들은 저유황유 사용을 가장 큰 옵션으로 간주하고 있다. 이러한 선택으로 인해 대부분의 국적선사들이 저유황유의 가격 급등과 스크러버 장치 전환을 위한 기회비용의 증가를 겪게 된다면 경영상태의 악화로 인한 기업 파산의 위험이 증가할 수 있다.

최근 일본 국토교통성 해사국이 저유황유의 안정적 공급을 위해서 정유사, 선사 등 이해관계자들과 저유황유의 안정적 공급방안과 운

임 가이드라인을 마련해 나가기로 한 것은 저유황유 사용이 가져올 위험이 크다는 것을 모두가 함께 인식했기 때문이다.

따라서 우리 역시 저유황유 수급과 가격 전망에 대한 연구를 포함해 안정적인 공급 방안을 마련하는 것은 국적선사들이 저유황유 사용을 통해서 부담하게 될 위험을 미리 차단할 수 있는 현명한 정책 방안이 될 수 있다.

2. IMO 황산화물 규제에 관한 정부 대응체계 정비

1) 기술적 지원체계 정비

IMO 황산화물 규제에 대한 대응 방안은 현재의 선박 연료인 벙커유의 사용 여부에 따라 탈황장치 설치 방식과 저유황유 사용 방식으로 구분이 가능하다. 여기에 새로운 선박 연료인 액화천연가스(LNG)를 사용하는 방식을 보태어 세 가지 대응 방식으로 구분도 가능하다. 하지만 대부분의 선사들이 LNG 연료를 사용하는 방식은 새로운 선박을 신조할 경우 고려 가능한 옵션으로 여기고 있기 때문에 현존선을 대상으로 한 선택에서는 탈황장치 설치와 저유황유 사용이 서로 양립하는 형국을 보이고 있다.

탈황장치 설치와 저유황유 사용의 선택에서 선사는 선박의 사이즈와 선종뿐만 아니라, 운항 거리와 패턴 등 다양한 요인들을 두고 손익을 검토할 수 있다. 일반적으로 탈황장치 설치의 공간적 손실이 크게 발생하고 초기 투자비용이 클 뿐만 아니라 매년 유지보수 비용이 발생하는 문제점이 있다. 반면 저유황유 사용은 국제 유가 변동에 민감할 뿐만 아니라 2020년에 수요가 일시에 집중될 경우 공급 부족으

로 인한 가격의 급등이 발생할 수 있는 위험 요소가 존재한다.

이러한 경제적 비용의 문제뿐만 아니라 기술적 문제점들 또한 동시에 존재한다. 탈황장치의 경우 설치 공간이 부족한 소형 선박의 경우에는 설치에 기술적 어려움이 발생할 뿐만 아니라 운영에 대한 노하우 역시 부족한 실정이다. 저유황유 경우 역시 연료의 낮은 점도, 낮은 인화점, 캣파인즈(cat fines)¹⁸⁾ 함유량 증가 등으로 인해 기존 엔진 사용에 있어서 기술적인 문제점들을 발생시킬 가능성이 매우 높다.

따라서 탈황장치 설치와 저유황유 사용 모두 실제 선박에 사용되기 위해서는 기술적으로 풀어야 할 문제점들이 상당 수 존재한다. 이러한 부분을 정부가 선제적으로 대응하여 기술적 해결 방안을 개별 선사들에게 맞춤형으로 제공할 수 있다면 국내 해운업계가 보다 빠르게 IMO 황산화물 규제에 대응해 나갈 수 있는 원동력이 될 것이다.

2) 정책적 지원체계 정비

IMO 황산화물 규제 시행일이 얼마 남지 않은 지금 시점까지도 국내 해운업계의 대부분 선사들은 여전히 규제 시행의 연기를 기대하면서 관망하는 태도를 보이고 있다. 국내 해운업계가 이러한 태도를 보이는 것은 해운시장 불황으로 인한 경영환경 악화와 이로 인한 투자 여력 부족이 가장 큰 이유이다. 물론 이 외에 최근 10월 이후에 급락한 국제유가가 지속될 지도 모른다는 일말의 기대감도 존재한다. 하지만 국내 해운업계가 저유황유 사용에 대한 의존도를 높일 경

18) 연료정제 과정 중에 고급유(가솔린 등)를 추가로 더 뽑아내기 위해서 촉매(catalyst)를 사용하여 크래킹(cracking)하는 과정이 있는데 이때 사용된 촉매를 제거하지 못하고 남은 미세한 분말가루를 말함

우 자칫 저유황유 가격의 급등으로 인한 해운기업의 연쇄 도산 가능성도 증가할 수 있다.

따라서 정부는 국내 해운업계가 자신들이 운영하는 선대들을 대상으로 IMO 황산화물 규제에 대응한 최적의 포트폴리오를 구성할 수 있도록 최대한의 정책적 지원을 제공해야 할 필요가 있다. 여기에는 탈황장치 설치에 대한 저리의 대출 제공, 저유황유 가격 급등에 대비한 선박용 저유황유의 안정적 공급 방안 등이 포함되어야 한다. 이를 위해 정부와 국내 해운업계는 가칭 ‘IMO 환경규제 대응 협의회’를 구축해 관련된 정책 현안들을 검토하고 실행방안을 만들어 나갈 필요가 있다.

3. 민간 자율협업체계 구축 활성화 및 타 분야 진출 확대

1) 민간 부문 자율협업체계 구축 활성화

국내 해운업계가 IMO 황산화물 규제를 현명하게 대처하기 위해서는 정부의 지원에 앞서 업계 스스로가 자발적으로 극복 방안을 마련해 나가는 모습을 보일 필요가 있다. 최근 해외에서 20여개의 선주, 선사 등이 참여하는 민간의 자율적인 조직체인 ‘클린쉬핑얼라이언스 2020(CSA 2020)’¹⁹⁾를 조직하여 탈황장치인 스크러버 정보를 공유하고 설치 효과를 공동 연구하기로 한 것은 매우 고무적인 사건이다.

19) 2018년 9월 말 기준으로 참여하고 있는 업체들의 명칭은 아래와 같으며 지속적으로 참여업체 수가 증가하고 있음.(MFAME(검색일: 2018.10.1.) 참조)

Blystad Group, Cargill Inc., Carnival Corporation, DHT Holdings, Eagle Bulk Shipping, Eastern Pacific Shipping, Frontline Ltd., Golden Ocean Group Limited, Grimaldi Group, Hunter Group ASA, Navig8 Group, Okeanis Eco Tankers, Oldendorff Carriers, Safe Bulkers, Inc., Spliethoff, Star Bulk Carriers Corp., Torm, Trafigura

국내의 경우 작년 8월에 동남아 항로를 운항하는 14개 국적 컨테이너 선사들이 자발적으로 구성해 출범한 한국해운연합(Korea Shipping Partnership, KSP)이 좋은 선례가 될 수 있다. 현재 한국해운연합은 동남아 항로를 대상으로 항로 합리화, 선복교환 확대, 신규 항로 공동개설 등의 상호협력을 확대해 나가고 있다. 한국해운연합의 가장 큰 특징은 국적선사들의 자발적인 모임이자 상생협력 모델이라는 점이다.

IMO 황산화물 규제 대응을 위한 국내 해운업계의 자율 기구는 IMO 규제가 전 세계 모든 바다를 대상으로 하기 때문에 대부분의 국적선사들을 대상으로 해야 할 것이다. 지금이야말로 IMO 환경규제 강화에 대응하는 상생방안을 도모할 수 있도록 국적선사들의 자발적인 참여가 절실하게 요구되는 시점이다.

2) 선사의 설비·제조분야 진출 확대

2018년 6월에 노르웨이 선사인 프론트라인(Frontline)은 탈황장치(스크러버)를 생산하는 제조업체인 펜마린스크러버(Fenn Marine Scrubbers Inc)의 주식 20%를 취득하는 양해각서(MOA, Memorandum of Agreement)를 체결하였다.²⁰⁾ 본 양해 각서에는 주식 취득과 함께 프론트라인의 지주회사인 프레드릭헤만홀딩스(Fredriksen's Heman Holdings)의 계열사들이 펜마린스크러버의 장치를 14척의 선박에 장착하고 향후 현재 가격으로 추가 8척의 선박에 장착하는 내용도 함께 포함되어 있다.

20) World maritime news(검색일: 2018. 12. 3.) 참조

이처럼 외국의 선사들은 IMO 환경규제 강화에 보다 적극적으로 대응하기 위하여 스크러버 제조업체까지 진출하는 전략을 시도하고 있다. 이를 통해서 스크러버의 안정적 설치와 비용 최소화를 달성하고 있다.

국적선사들도 외국의 이런 사례를 눈여겨볼 필요가 있다. 2020년이 다가올수록 스크러버 장착 수요가 증가할 것이지만 스크러버 장비업체가 제공할 수 있는 물량은 제한적일 수밖에 없다. 이 경우 스크러버 장착을 늦게 시작하는 선사들은 높은 가격과 함께 장착을 위해서 일정 기간 대기해야 하는 기회비용을 지불해야 할 것이다. 이러한 비용 증가는 결국 선사의 경영 악화를 초래할 것이며 도산의 위험을 가중시킬 것이다.

따라서 국내 해운업체가 지금보다 더 적극적으로 IMO 황산화물 규제에 대응하기 위해서는 국내 스크러버 제조업체들과의 다양한 전략적 제휴 방안들을 검토하고 실행 가능한 단계부터 본격적인 추진을 서둘러야 할 필요가 있다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

김영덕·조경엽, 『수송부문의 대기오염물질 배출규제와 사회적 손실』, 에너지경제 연구원, 2003.

이호춘, 『우리나라 선박 배출 대기오염물질의 체계적 관리방안』, 한국해양수산개발원, 2016.

조성철, 『환경 규제 요약 및 동향 소개』, 한국선급, 2018.

한국선급, 『강화된 Global SOx 규제 대응을 위한 선주지침서 I, II, III』, 2018.

DNV Korea, 『동남권 LNG 병커링 기본계획수립 연구』, 한국가스공사·경남에너지, 2013.

〈국외 문헌〉

Liu, Huan, et al., “Health and climate impacts of ocean-going vessels in East Asia,” *Nature Climate Change*, 6(11), 2016.

〈인터넷 자료〉

쉽퍼스 저널, <http://www.shippersjournal.com/news/article.html?no=1134>
(검색일: 2018. 6. 15.)

아시아타임즈, 선박규제 '발등의 불', 해운선사 '스크러버' 탑재 가속도,
<http://www.asiatime.co.kr/news/articleView.html?idxno=185512/>
(검색일: 2018. 6. 28.)

알파라이너, <https://alphaliner.axsmarine.com>(검색일: 2018. 11. 28.)

- 이투데이, 현대상선, 1만1000TEU급 세계 첫 스크러버 장착 운항, <http://www.etoday.co.kr/news/section/newsview.php?idxno=1638615#/>
(검색일: 2018. 7. 5.)
- MDN, 현대·SM상선, IMO 환경규제 대응 엇갈려, <http://www.wolyo.co.kr/news/articleView.html?idxno=65441/>(검색일: 2018. 8. 1.)
- CONTAINERST, Top carriers reveal 'very different' approaches to 2020 compliance, https://www.containerst.com/news/view,top-carriers-reveal-very-different-approaches-to-2020-compliance_55815.htm/
(검색일: 2018. 11. 7.)
- EGCSA 홈페이지 자료, <https://www.egcsa.com/scrubber-orders-full-ahead/>
(검색일: 2018. 7. 23.)
- Reuters, Maersk to invest in exhaust scrubbers ahead of 2020 fuel quality changes, <https://www.reuters.com/article/shipping-maersk-imo-fueloil/maersk-to-invest-in-exhaust-scrubbers-ahead-of-2020-fuel-quality-changes-idUSL3N1VY522/>(검색일: 2018. 6. 28.)
- S&P GLOBAL, Container line CMA CGM to order several scrubbers for IMO 2020 compliance, <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/shipping/092518-container-line-cma-cgm-to-order-several-scrubbers-for-imo-2020-compliance/>(검색일: 2018. 9. 25.)
- TRADEWINDS, Ship services sectors find opportunity and challenges in IMO 2020, <https://www.tradewindsnews.com/casualties/1665673/ship-services-sectors-find-opportunity-and-challenges-in-imo-2020>
(검색일: 2018. 12. 3.)
- World maritime news, <https://worldmaritimenews.com/archives/257490/egcsa-983-ships-opt-for-scrubbers/>(검색일: 2018. 7. 23.)
- _____, <https://worldmaritimenews.com/archives/255817/frontline-takes-20-pct-stake-in-feen-marine-scrubbers/>(검색일: 2018. 12. 3.)
- 일본해사신문, <https://secure.marinavi.com/news/file/FileName/105454/>
(검색일: 2019. 1. 9.)

기본연구보고서 발간목록

2018년

01	해양환경영향평가제도의 실효성 확보를 위한 개선 연구	박수진
02	공유수면매립 정책의 개선과 전환에 관한 연구	윤성순
03	도서지역 해양관광 발전전략 연구 : 관광행태 분석을 통한 수요 대응을 중심으로	홍장원
04	양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구	김경신
05	수산업 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축연구 - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이현동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	국내 가두리 양식장 여장환경개선 방안	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해 어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적 해양사고조사체계 도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 구축방안 연구	고병욱
12	해운기업의 경영성과에 미치는 영향분석 연구	황진희
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로 -	이연경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용 함수 추정 및 효율성 연구	최석우
17	신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안	박한선
18	환동해권 물류 및 지역개발 기업진출 사례 분석 및 추진전략	이기열

2017년

01	미래 수산업·어촌 발전을 위한 정책방향 연구	김대영
02	연안침식 대응정책의 개선방안 연구	윤성순
03	해양준조세 산정체계 개선방안	장정인
04	해역의 효과적 관리를 위한 도서 활용 방안 연구	최지연
05	반려동물산업 성장에 따른 수산분야 펫푸드 산업 활성화 방안	장홍석

06	강마을 지역경제 활성화를 위한 전략	박상우
07	Post-2020 국제기후변화 규범체계에 대응한 해양정책 개선방안 연구	박수진
08	한국 수산식품 세계화 전략 수립 연구 -수산물 수출을 중심으로-	임경희
09	양식산업 재난 위기관리에 관한 연구	마창모
10	해운기업의 선박투자 행태 분석과 대응방안	김태일
11	IMO 지속발전 전략계획(SP) 대응방안 연구	박한선
12	컨테이너 해운산업 구조개선을 통한 경쟁력 제고 방안 연구	고병욱
13	동북아 전자상거래 해상운송 전환수요 분석	이기열
14	컨테이너 해운기업의 환적 패턴 분석과 항만의 대응방안	김은수
15	현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구	전형모
16	지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안	김우선

수시연구보고서 발간목록

2018년

01	선화주 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선방안 연구	엄선희
03	낚시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
04	해양생태도의 정책 활용도 제고방안 연구	박수진
05	국내 항만 대기오염물질 배출 저감조치의 운영실태 조사 및 개선방안연구	안용성
06	농축산물 등의 관세행정 제도개선을 통한 항만배후단지내 FTZ활성화 방안연구	조지성
07	최저임금상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
08	수산업·어촌분야 공익적 가치 평가체계 수립 및 사회적 경제 도입방안 연구	류정곤

2017년

01	파나마운하 확장에 따른 해운물류환경변화와 정책대응 방안	박용안
02	해양문화정책 방향에 관한 연구	홍장원
03	4차 산업혁명과 해운산업 정책방향	황진희
04	제주도 항만거버넌스 개선방안 연구	김근섭

05	수산물 산지경매사 직무 및 시험체계 개발	장홍석
06	한·중·일 신선물류산업 활성화 방안	장홍석
07	연안항 지정기준 개선방안 연구	김근섭
08	지속가능한 갯벌어업을 위한 로드맵 마련 연구 - 갯벌어업 패류양식을 중심으로 -	마창모
09	해양수산 공공부문 인재육성 정책 방향	홍현표

현안연구보고서 발간목록

2018년

01	미안마 국립수산물대학 설립 추진 방안 연구	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 -ASC인증을 중심으로-	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구 - 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송계약 개선방안 연구	윤재웅
06	청년 물류인력 해외진출 정주 지원사업 구상 연구	김은수
07	자율운행선박 도입 관련 대응정책 방향 연구	박혜리
08	연안토지매입 동향과 도입 가능성 검토	윤성순
09	강릉선 KTX 개통에 따른 해양관광 수용태세 개선방안 연구	최일선
10	선박관리산업 육성을 통한 청년 일자리 창출 방안 연구	최영석
11	시민 참여형 연안·해양정보 생산·활용방안	정지호
12	부산항 배후지 부가가치활동 확대를 통한 일자리 창출 연구	하태영
13	해양바이오 산업화를 위한 국가연구개발사업 추진 방향 연구	한기원
14	근로시간 단축제도 시행에 따른 해양수산업 고용영향 분석	장정인
15	어린물고기 남획실태 및 보호정책 연구	이정삼
16	남북관계 개선에 따른 항만물류 부문의 협력사업 발굴	이기열
17	한국 제조기업의 SCM 역량 강화 방안에 관한 연구	신수용
18	제3자 물류산업 발전방향 연구- 대기업 물류자회사의 역할을 중심으로	고병욱
19	신남방정책 이행을 위한 한-베트남 수산식품 가공분야 개발협력 방안 연구	정명화

20	신 해양도시 조성 필요성 연구	최지연
21	지역 해양수산 혁신사업 발굴과 추진방향	최지연
22	학교급식의 수산물 이용 활성화 방안	문석란
23	주민주도의 에너지 자립형 어촌마을 모델 연구	박상우
24	페루 수산업 실태 및 수산 협력 방향	엄선희
25	경제총조사 마이크로데이터를 이용한 어촌지역 고용지표 통계생산	한광석
26	서해평화수역 조성을 위한 정책방향 연구	남정호
27	해양치유산업 육성을 통한 해양휴양복지서비스 도입방안	홍장원
28	어촌지역재생을 통한 청년일자리 창출방안 연구	박상우
29	해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용방안 연구	이종필

2017년

01	우리나라 해운금융의 한계 및 발전방향	전형진
02	한투발루 협력 증진을 위한 참다랑어 외해양식 투자의 타당성 분석	마창모
03	AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구	이연경
04	해외 진출 무역업체의 한국인 포워더 수요 추정 연구	신수용
05	선박교통관제(VTS) 운영효율화 방안 연구	박한선
06	부산 영도구·중구 도시재생사업 추진방안 -한진중공업·자갈치시장 사례 중심-	최나영환
07	수산시장의 소비자 신뢰 제고를 위한 정책 지원방안 연구	이현동
08	산업정책적 관점에서의 주요국 해운정책 분석 및 정책방향 연구	고병욱
09	연안형 도시재생 기본부상 -부산 원도심 및 영도지역 사례 분석-	최지연
10	갯벌 복원 수요 확대에 따른 복원 표준모형 개발 방향	육근형
11	항만보안 관리체계 효율화 방안 연구	김찬호
12	전자상거래 기반 상업항 개발전략	최상희
13	항만 내 어항구 개발과 관리제도 개선방안에 관한 연구	한광석
14	해운 얼라이언스 개편과 부산항 신항 환적 운영 개선 방향 연구	김은수
15	PA관할 항만 항계 확장에 따른 어업피해보상비 부담기준 마련	김근섭
16	페루 수산시장 현황 및 진출방안	정명화
17	러·일 간 남쿠릴 열도 분쟁의 최근 동향	현대송
18	부산항 신항 혼합형 전용터미널(Hybrid liner terminal) 시스템 도입방안 연구	김근섭

19	해양경비 여건 분석과 역량 강화 방안	윤성순
20	바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향	윤성순
21	우리나라 구조조정 정책사례 및 시사점 -한진해운을 중심으로-	황진희
22	한국 컨테이너선대 육성의 필요성	김태일
23	어촌지역 고용지표 통계생산을 위한 기초연구	한광석
24	우리나라 항만산업 고용통계 조사 연구	하태영
25	뉴질랜드·노르웨이의 양식 수산물 수출 전략	임경희
26	빅데이터 적용 해운항만산업 연구분석 우선순위 연구	최종희
27	해양수산 생명자원정책의 개선방향에 관한 연구	박수진
28	미·중 수산물 수출 비관세장벽 동향 및 대응 방안	임경희
29	도시-어촌 상생협력 인식도 조사	이상철
30	크루즈산업의 일자리 창출 규모와 정책과제	황진희
31	내항여객운송사업 운영체계 개선방안	김태일
32	우리나라의 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구	이기열
33	친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안	심기섭
34	해양수산 일자리 창출분야 및 고용효과 분석	박광서
35	선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안	안용성
36	해양휴양복지 활성화 정책방안 연구	홍장원
37	G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안	김경신
38	물류기업 해외진출 지원사업 평가 및 실효성 제고 방안	신수용
39	2018 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
40	도시청년 일자리 창출을 위한 도시형 어촌 개발 콘텐츠 발굴 연구	박상우
41	4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구	이연경
42	원양어선 승무 선원의 스트레스 분석에 관한 연구	이승우
43	일자리 창출을 위한 우리나라 항만 경제특구 발전 방향	박성준
44	해양주권 강화를 위한 무인도서 기초정보 개선 연구	정지호
45	세계경영을 위한 해외 터미널 및 물류시설 투자방안	박주동
46	연안 소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향	장원근
47	거대선사의 시장지배력 확대에 대한 국적선사의 대응 방향	전형진
48	해양법 관련 최근 판례 및 동향 분석 - 남중국해 분쟁 등 해양법 판례 중심 -	최지현
49	화주 관점의 항만배후단지 역할 제고 방향	김은수

일반연구보고서 발간목록

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안- 소규모 항·포구 개선사업 -	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 ARCTIC LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수
04	물류기술 R&D 추진동향 분석 연구	강무홍
05	우리나라 기업의 일대일로 물류분야 협력방안 연구	김형근
06	북한 동해 해양관광 활성화 방안	윤인주
07	해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석연구	김민수
08	경상북도 논 생태양식 육성 방안	이상철
09	남북관계 변화에 따른 해운협력 기반 구축 방안	황진희
10	영토 권원 이론의 현대적 발전과 한계	김원희
11	동해표기 문제 연구 - 동해 지명의 국제적 인지도 확산 방안	현대송
12	우리나라 기업의 창장물류 활용방안 연구	김형근
13	태국의 수산물 소비 트렌드 분석 및 수출전략 연구	임경희
14	제주 해상풍력발전지구 제도 개선 연구	육근형
15	해양수산 분야 「9 브릿지」 구축 방안 연구	박성준
16	강원도 어촌 신활력 제고방안	박상우

IMO 배출가스 규제 강화에 대비한
국내 해운산업 대응 전략

인 쇄 | 2019년 6월 28일 인쇄

발 행 | 2019년 6월 31일 발행

발 행 인 | 양 창 호

발 행 처 | 한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 | 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 | 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | 효민디앤피

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337
정가 6,000원