

해운선사의 SEEMP 개선안에 관한 연구

최보라* · 박충환** · 임남균***†

*, ***, ** 목포해양대학교, ** 중소조선연구원

A Study on the Improvements of SEEMP of Shipping Companies

Bo-Ra Choi* · Chung-Hwan Park** · Nam-Kyun Im***†

*, ***, ** Department of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo 503-729, Korea

** Marine Leisure Equipment Center, RIMS, Busan, Korea

요 약 : 국제해사기구는 선박기인 CO₂ 저감을 위해 SEEMP를 시행 하였다. 본 논문에서는 국제해사기구가 권고한 SEEMP 시행 방안과 세 해운선사의 SEEMP 적용 사례를 동일 기준으로 비교·분석 하였다. 이를 통해 적용상의 문제점을 파악하여 해운선사들이 SEEMP를 더욱 효율적으로 적용하기 위한 개선 방안을 제시하였다. 개선방안으로는 Company EEOI의 오류 수정, EEOI 데이터 획득 기간 통일, 에너지 효율 운항을 위한 조치사항 준수, 다양한 연료에 대한 CO₂ 환산 계수 제시, 국제해사기구의 공식적 기준을 통한 EEOI 목표값 설정이 있다.

핵심용어 : 온실가스, SEEMP, EEOI, 배출규제, 선박, CO₂

Abstract : The International Maritime Organization has conducted SEEMP for reducing CO₂ emission from ships. The study was carried out by comparing the real application of three shipping companies with IMO guideline about SEEMP on the same category. This paper suggests a method to improve implementation of SEEMP more efficiently through a grasp of the problem from its real application. Improvements are error correction of Company EEOI, unification of EEOI data acquisition period, compliance of measurements for fuel-efficient operation, suggestion of CO₂ mass conversion factors for various fuel and EEOI goal setting through formal standards of the International Maritime Organization.

Key Words : Greenhouse gas, SEEMP, EEOI, Regulation of exhaust gas, Ship, CO₂

1. 서 론

전 세계적으로 지구 환경보호에 대한 관심이 증대되면서 온실가스 규제에 대한 움직임이 활발해 지고 있다. 1997년에는 선진국의 온실가스 감축 목표치를 규정한 국제협약인 교토의정서가 채택되었으며 각 회원국은 2008년~2012년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 5.2%까지 감축할 것을 규정하였다(Im and Yi, 2010). 그러나 실효성 문제로 인해 만료 전 2012년 제18차 기후변화협약(UNFCCC) 당사국총회에서 교토의정서의 효력을 2020년까지 연장하는 데 합의했다. 이러한 국제적인 분위기 속에서 국제해사기구(IMO)는 날로 심각해지는 대기오염을 방지하기 위해 해양환경보호위원회(MEPC:

Marine Environment Protection Committee)를 중심으로 온실가스 감축을 위한 Green House Gas(GHG) Study 그룹을 결성하였고 2004년 IMO 회의에서 GHG 감축에 대한 정책과 실행에 관한 결의서 A.963(23)¹⁾을 채택하였다. 2009년 MEPC 59차 회의에서 신조선에 적용되는 에너지효율 설계지수(EEDI: Energy Efficiency Design Index) 및 선박에너지효율관리계획서(SEEMP: Ship Energy Efficiency Management Plan)의 자발적 참여를 위한 지침서를 제시하였다(Choi and Rho, 2011). 2011년 MEPC 62차 회의에서 MARPOL 협약 부속서 VI의 개정 및 추가를 통하여 SEEMP가 적용됨으로써 2013년 1월부터 국제항해에 종사하는 총톤수 400톤 이상의 모든 선박은 선박 운항 상 에너지 효율을 개선하기 위한 절차를 포함하는 SEEMP를 본선

* First Author : choi4919@mmu.ac.kr

† Corresponding Author : namkyun.im@mmu.ac.kr, 061-240-7177

1) 결의서 A.963(23)란 2003년 런던 IMO 본부에서 개최된 제23차 총회에서 채택된 선박 기인 온실가스 저감에 관련된 결의문이다.

에 비치하여야 한다(Resolution MEPC.203(62)).

SEEMP에 대한 기존연구의 경우 IMO의 CO₂ 배출규제 동향(Jung, 2011; Lee and Doo, 2011)이나 EEOI(Energy Efficiency Operational Indicator)에 관한 연구(Choi and Rho, 2011)는 진행됐으나 SEEMP에 대한 설명만 있을 뿐 SEEMP의 종합적인 사항 및 구체적인 연구는 없는 실정이다. 이에 본 논문은 SEEMP에 대해 구체적인 연구를 수행하였다. 이를 위해 초기 단계에 있는 SEEMP를 해운선사가 적용하는데 어려움이 따를 것으로 예상하여 SEEMP를 적용하고 있는 3개 해운선사를 선정하여 EEOI, 에너지운항효율을 위한 조치사항, 연료 환산 계수 및 목표설정의 동일한 기준으로 비교·분석해 보았다. 또한, 선박에서 발생하는 CO₂ 감축을 위해 IMO가 권고한 사항(MEPC.1/Circ.683, 2009)과 세 선사가 실제 적용하고 있는 사항을 비교·분석하여 SEEMP 적용의 문제점을 파악해 보았다. 이러한 분석을 통하여 앞으로 CO₂ 배출량을 줄이기 위하여 해운선사가 SEEMP를 운용하는 데 있어서 개선방향을 제시하고자 한다.

2. 선박에너지효율관리 계획서

SEEMP는 현존선에 대한 선박에너지효율 향상을 위한 관리 계획서로 2013년 1월 1일부터 총톤수 400톤 이상의 모든 선박은 선내에 SEEMP를 비치하여야 한다. IMO는 SEEMP의 강제화로 CO₂ 감소를 통한 선박의 연료 소모량 감소, 비용 절감, 환경오염 감소의 효과를 기대하고 있다. IMO가 제시한 SEEMP의 작성양식은 Fig. 1과 같고 선박에 대한 정보(선박명, 총톤수 등), 이행된 조치사항, 모니터링 수단에 대한 설명, 목표, 평가과정을 기재해야 한다.

2.1 SEEMP의 구성

SEEMP는 계획, 이행, 모니터링, 자체 평가 및 향상의 4가지 단계로 구성된다. 계획은 가장 중요한 단계로 충분한 시간을 투자하여 에너지효율 운항을 위한 조치사항을 계획하고 목표를 설정해야 한다. 이행단계는 계획에 따라 운항 조치가 이행되어야 하며 다음 평가단계를 위해 이행된 조치를 기록하여야 한다. 모니터링 단계는 운항 중 수집된 데이터를 통해 선박의 에너지 효율을 감시하는 단계로 IMO는 모니터링 수단으로 EEOI값을 사용하도록 권고하고 있다. 마지막으로 자체평가 및 향상 단계는 계획된 조치의 효율성을 평가하여 첫 단계로 가기 위한 피드백 절차이며 이 단계를 통해 더 발전된 계획을 세울 수 있다. SEEMP는 Fig. 2와 같이 4단계의 사이클을 반복적으로 진행함으로써 더욱 효율적인 선박 운항이 이루어지도록 구성되어 있다.

Name of Vessel:		GT:	
Vessel Type:		Capacity:	
Date of Development:		Developed by:	
Implementation Period:	From:	Implemented by:	
Planned Date of Next Evaluation:			

1 MEASURES

Energy Efficiency Measures	Implementation (including the starting date)	Responsible Personnel
Weather Routing	<Example> Contracted with [Service providers] to use their weather routing system and start using routing system and start using on-trial basis as of 1 July 2012.	<Example> The master is responsible for selecting the optimum route based on the information provided by [Service providers].
Speed Optimization	While the design speed (85% MCR) is 19.0 kt, the maximum speed is set at 17.0 kt as of 1 July 2012.	The master is responsible for keeping the ship's speed. The log-book entry should be checked every day.

2 MONITORING

- Description of monitoring tools

3 GOAL

- Measurable goals

4 EVALUATION

- Procedures of evaluation

Fig. 1. A sample form of SEEMP.

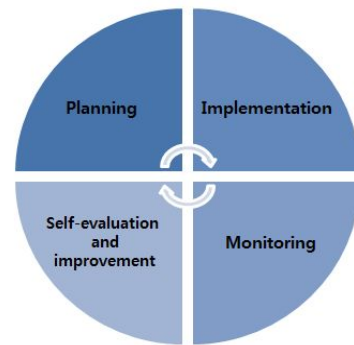


Fig. 2. The continuous process of SEEMP.

2.2 주요 모니터링 수단 EEOI

EEOI는 에너지효율운항지표로 1톤의 화물을 1해리 운송할 때 선박으로부터 배출되는 CO₂양을 나타내며 식(1)과 같다(MEPC.1/Circ.684, 2009). 식(1)은 실제 운송하는 화물 당 발생하는 CO₂량을 계산함으로써 운송의 효율성을 평가하는 주요한 지표로 활용된다.

$$EEOI = \frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{m_{cargo} \times D} \quad (1)$$

단, j: 연료사양

FC_j: 연료소모량

C_{Fj}: 연료에 대한 CO₂환산계수

m_{cargo}: 운송 화물량(tonnes) 또는 작업량(TEU 또는 승객수)

D: 운송된 화물 또는 작업량에 대한 항해거리
(nautical mile)

각 항차의 EEOI는 당해 항차의 기상, 항로 등 항차 특성에 따라 변동 폭이 크므로 장기적 경향을 분석하는 데 문제가 있다. 이에 IMO는 각 항차의 EEOI를 합산하여 일정 기간(6항차 또는 10항차)을 정하여 식(2)와 같이 여러 개 항차의 EEOI 값의 평균값을 환산하는 Rolling average EEOI를 사용하길 권고 하고 있다(MEPC.1/Circ.684, 2009).

$$Rolling\ average\ EEOI = \frac{\sum_i \sum_j (FC_{ij} \times C_{Fj})}{\sum_i (m_{cargo,i} \times D_i)} \quad (2)$$

단, i: 항차 수

EEOI는 실제 운송하는 화물 당 발생하는 CO₂양을 계산함으로써 화물 운송의 효율성을 평가하는 주요한 지표로 활용된다.

Table 1. Guidance on best practices for fuel-efficient operation ships

1. Fuel efficient operations
- Improved voyage planning
- Weather routing
- Just in time
- Speed optimization
- Optimized shaft power
2. Optimized ship handling
- Optimum trim
- Optimum ballast
- Optimum propeller and propeller inflow consideration
- Optimum use of rudder and heading control system (autopilots)
3. Hull maintenance
4. Propulsion system
- Propulsion system maintenance
5. Waste heat recovery
6. Improved fleet management
7. Improved cargo handling
8. Energy management
9. Fuel type
10. Other measures
11. Compatibility of measures
12. Age and operational service life of a ship
13. Trade and sailing area

2.3 선박에너지효율 운항을 위한 지침

IMO는 연료효율 운용 등 선박의 에너지 효율 운항을 위한 조치방법 13가지를 Table 1과 같이 제시하고 있다. 연료효율 운용에는 최적의 항해계획 수립 등 5가지의 세부 조치사항이 있었으며 최적 선박 관리에도 5가지의 세부 조치사항이 포함되어 있다. 또한, 선체 관리, 추진 시스템, 폐열 활용 등의 사항에 관해서도 자세히 설명돼 있다. IMO는 Table 1에 따른 조치방법들을 권고하여 이러한 조치사항을 해운선사들이 에너지효율 운항을 위해 자발적으로 참여해줄 것을 요구하고 있다.

3. 해운선사가 적용한 SEEMP 분석

본 연구에서는 SEEMP에 대한 국내연구 수준이 아직 기초 연구 수준이기 때문에 해운선사가 SEEMP를 적용하는데 어려움 따를 것으로 예상하였다. 따라서 해운선사의 SEEMP의 효율적인 적용을 위해 SEEMP를 적용하고 있는 3개 해운선사를 대상으로 EEOI, 선박에너지효율 운항을 위한 조치사항, 연료 환산 계수 및 목표 설정을 기준으로 SEEMP의 실적용 사례에 대해 분석을 시행하였다.

3.1 대상 해운선사

초기 단계인 SEEMP의 데이터를 얻는데 다소 어려움이 따랐으며 그 중 다양한 선종을 운항하고 주 선종이 각기 다른 3개 해운선사를 선정하였다. A선사는 탱커선, 벌크선을 운항하며 주 선종은 탱커선이다. B선사는 벌크선, 컨테이너선, 탱커선을 운항하며 주 선종은 벌크선이며 C선사는 로로선, 컨테이너선, 탱커선을 운항하며 주 선종은 로로선 이다.

3.2 모니터링 수단 EEOI

1) 각 선사의 EEOI 적용

IMO는 선박으로부터 발생하는 CO₂ 배출량을 모니터링 하는 주요한 지표로 EEOI를 사용하도록 권고하고 있다. 이에 해운선사가 사용하고 있는 모니터링 수단을 조사하였으며 주요사항은 Table 2와 같다. Table 2에 의하면 모니터링 수단으로 A선사는 2가지, B선사는 1가지, C선사는 3가지를 사용하고 있다. 실제 운송되는 화물량(M_{cargo})을 기준으로 하는 IMO EEOI는 해운선사 모두 사용 하고 있었으며 A선사와 C선사는 IMO EEOI와 별개로 회사 자체에서 개발한 Capacity(Summer Deadweight)를 기준으로 하는 Company EEOI를 사용하고 있다. 추가로 C선사는 단순히 운송거리(D) 대비 총 연료사용량(FC_j)으로 운항효율을 판단할 수 있는 지표를 사용하고 있다. 이를 볼 때 해운선사는 IMO가 권고한 IMO EEOI를 잘 따르고 있었으며 추가적인 모니터링 수단을 적용하여 에너지효율 운항을 위해 노력

하고 있음을 알 수 있다. 그러나 Company EEOI는 항상 만재 상태의 배수량인 Capacity(Summer Deadweight)를 기준으로 EEOI를 계산하고 있다. 이는 운항선박이 운반하는 실제 화물량과 상관없이 항상 가상의 만재상태의 화물량을 사용하는 것을 의미한다. 따라서 실제 운송 화물량에 따른 배수량과 만재상태의 배수량 차이로 인해 실제 연료 소모량에 대한 오류가 발생할 것으로 추정된다.

Table 2. The summary of EEOI of three companies

Category	Company	Formula	Remark
IMO EEOI	A, B, C	$\frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{M_{cargo} \times D}$	Mcargo= actually amount of cargo loaded
Company EEOI	A, C	$\frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{Capacity \times D}$	Capacity= sdwt
FCj/D	C	$\frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{D}$	Fuel consumption/ Distance sailed

2) EEOI 계산을 위한 기간 설정

EEOI를 계산하기 위해서는 일정 기간(항차) 동안 식(1)에 따라 연료사양, 연료소모량, 운송 화물량, 항해 거리의 데이터를 획득해야 한다. 이에 IMO 가이드라인에 따른 데이터 획득 기간과 해운선사만의 기간설정 방법을 비교·분석해 보았다. Table 3은 EEOI 계산하기 위한 항차의 정의를 IMO가 명시한 것(MEPC.1/Circ.684, 2009)과 실제 해운선사가 적용하고 있는 항차의 정의를 보여준다. 또한, 해운선사의 수개항차 EEOI평균값인 Rolling average EEOI의 사용 여부 및 몇 항차의 평균을 계산하고 있는지를 알려 준다. SEEMP의 데이터는 Log-book에서 근거해야 하므로 각기 다르게 적용되고 있는 항차의 정의를 Abstract log book(이후 ‘Ab-log’ 이라 함)에 따라 Sea Voyage, Harbour Voyage, In port의 3개 기간으로 규정해 보았다.

Table 3. The definition of voyage for the calculation of EEOI

Category	Definition of voyage	Ab-log	Average EEOI
IMO	a departure from a port ~ the departure from next port	sea voyage, harbour voyage, in port	6 or 10
A	rung up ~ stand by engine	sea voyage	10
B	rung up ~ stand by engine	sea voyage	X
C	first line to pier ~ first line to pier	sea voyage, harbour voyage, in port	10

Table 3에 따르면 IMO 항차 정의는 Ab-log 상의 모든 기간 (Sea Voyage, Harbour Voyage, In port)을 포함하고 있었으며 C선사만 이를 따르고 있었다. 이에 반해 A선사와 B선사는 Sea Voyage의 기간만 EEOI 값을 구하고 있었다. 해운선사 따라서 해운선사는 IMO가 제시한 기간 동안의 데이터를 이용하여 EEOI를 계산해야 할 것이다. 또한 장기적 경향 분석을 위한 Rolling average EEOI에 관하여 IMO는 6항차 또는 10항차의 평균값을 구할 것을 권고하였다. A선사와 C선사는 IMO 가이드라인에 따라 10항차로 Rolling average EEOI값을 구했지만 B선사는 Rolling average EEOI를 적용하고 있지 않았다. 따라서 해운선사 간 EEOI를 구하기 위한 데이터 획득 기간은 IMO 가이드라인에 따라 통일이 필요할 것으로 보인다.

3.3 에너지효율운항을 위한 조치사항

IMO는 SEEMP 적용으로 선박에서 배출되는 CO₂ 감소, 에너지의 효율 향상, 비용절감 및 환경보호를 목적으로 하고 있다. 이를 위해 IMO는 선박에서 이행할 수 있는 조치사항을 Table 1과 같이 제시하고 있다. 따라서 해운선사가 에너지효율 향상을 위해 IMO가 제시한 에너지효율운항을 위한 지침을 어느 정도 준수하고 있는지를 파악해 보았다.

Table 4는 IMO의 가이드라인과 각 해운선사 Checklist의 에너지효율 운항조치 사항을 요약·분석한 것이다. Table 4에 의하면 분석된 선사 모두 IMO가 제시한 에너지효율 운항 지침을 참고로 작성된 Checklist를 이용하여 에너지효율 운항을 위해 노력하고 있었으나 이행하고 있는 조치사항은 50% 미만임을 알 수 있다.

3.4 연료 환산 계수 및 목표 설정

선박의 EEOI를 계산하기 위해서는 식(1)에 따라 연료에 따른 CO₂ 환산계수(C_{Fj})가 적용된다. IMO는 연료유형별 CO₂ 환산 계수(C_{Fj})를 Table 5과 같이 제시하였다(MEPC.1/Circ.684, 2009). 이에 해운선사가 CO₂ 환산계수를 어떻게 적용하고 있는지 살펴보았으며 이와 더불어 IMO가 중요시하는 목표설정 에 관한 사항도 분석해 보았다.

A선사가 사용하는 연료는 HFO, LFO, MDO, LNG이고 B선사는 FO, DO를 사용했다. C선사는 HFO, LSFO, DO의 연료를 사용했다. 분석된 해운선사가 사용한 연료의 유형이 Table 6에서 제시한 연료보다 많았으며 해운선사가 사용하고 있는 다양한 FO, DO에 대한 CO₂ 환산계수는 적용되지 않고 있다. 이로 인해 EEOI를 계산하기 위한 데이터의 오류가 발생할 소지가 있으며 연료에 따른 정확한 EEOI값이 추정되지 않을 것으로 보인다.

Table 4. The status of complying with the IMO guidance

IMO Guideline	Company		
	A	B	C
1. Fuel efficient operations			
- Improved voyage planning	O	O	O
- Weather routing	O	O	O
- Just in time	O	O	X
- Speed optimization	O	O	O
- Optimized shaft power	X	X	X
2. Optimized ship handling			
- Optimum trim	O	O	O
- Optimum ballast	O	O	O
- Optimum propeller and propeller inflow consideration	X	X	X
- Optimum use of rudder and heading control system (autopilots)	O	X	O
3. Hull maintenance	O	O	O
4. Propulsion system			
- Propulsion system maintenance	O	O	O
5. Waste heat recovery	X	X	X
6. Improved fleet management	X	X	X
7. Improved cargo handling	O	X	O
8. Energy management	X	X	X
9. Fuel type	O	X	O
10. Other measures	X	X	X
11. Compatibility of measures	X	X	X
12. Age and operational service life of a ship	X	X	X
13. Trade and sailing area	X	X	X

Table 5. Fuel mass to CO₂ mass conversion factors(C_F)

Type of fuel	Reference	Carbon content	C _F (t-CO ₂ /t-Fuel)
1.Diesel/ Gas oil	ISO 8217 Grades DMX through DMC	0.875	3.206000
2.Light Fuel Oil(LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0.86	3.151040
3.Heavy Fuel Oil(HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0.85	3.114400
4.Liquified Petroleum Gas(LPG)	Propane Butane	0.819	3.000000
		0.827	3.030000
5.Liquified Natural Gas(LNG)		0.75	2.75000

IMO는 SEEMP의 계획 단계에서 에너지효율 운항의 향상된 조치를 위해 EEOI값으로 목표를 설정하도록 권고하고 있다(MEPC.1/Circ.684, 2009). 조사된 해운선사 모두 EEOI에 대한 정확한 목표 값이 존재하지 않는 상태이다. 목표 EEOI값의 부재로 인해 에너지 효율적 운항이었던지 평가할 수 없으며 적절한 피드백이 이루어지지 않을 것으로 보인다.

4. SEEMP 적용 문제점 및 개선안

이 장에서는 앞에서 분석한 해운선사의 SEEMP 적용 사례 분석을 토대로 더욱 효율적인 SEEMP 운용을 위한 개선안을 제시하고자 한다.

4.1 모니터링 수단 EEOI

1) 각 선사의 EEOI 적용

일부 선사에서는 Table 2와 같이 모니터링 수단으로 IMO EEOI와 추가로 Company EEOI를 사용하고 있다. Company EEOI는 실제 운송 화물량이 아닌 고정된 수치인 Capacity(Summer Deadweight)를 기준으로 선박에서 발생하는 CO₂ 배출량을 계산함으로써 선박의 에너지효율을 평가하는 지표로 사용되고 있다. 하지만 Company EEOI는 실제 운송 화물량에 따른 배수량 대신 항상 만재상태의 가상 배수량인 Capacity(Summer Deadweight)를 기준으로 계산되기 때문에 오류가 발생할 소지가 있다. 이는 실제 운송 화물량에 따른 연료소모량과 Capacity(Summer Deadweight)를 기준으로 계산된 연료소모량의 차이가 발생하기 때문이다.

선박의 연료소모량은 배수량의 2/3승에 비례하며 식(3)과 같고(Kishimoto, 2013) 식(3)에 따른 연료소모량(Q)와 배수량(D)의 관계 그래프를 Fig. 3에 나타내었다.

$$Q \propto D^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

단, Q: 연료소모량, D: 배수량

Fig. 3에 따르면 실제 운송 화물량의 배수량(D1)에 의한 연료소모량(Q1)과 Capacity(Summer Deadweight)의 배수량에 의한 연료소모량(Q2) 사이의 차이가 발생한 것을 확인할 수 있다. 결국, Company EEOI는 실제 운송 화물량의 변화에 따른 배수량을 고려하지 않고 항상 고정된 수치인 가상의 만재상태의 배수량을 고려하고 있기 때문에 실제 연료소모량(Q1)과 가상의 연료소모량(Q2)의 차이로 인한 오류(Q1~Q2)가 발생했다. 이를 고려할 때 해운선사는 Company EEOI를 계산식을 개선하기 위한 방안을 마련해야 할 것이다.

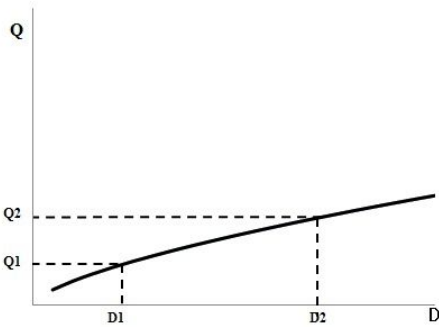


Fig. 3. A characteristic curve of the relationship the mass of consumed fuel and displacement.

2) EEOI 계산을 위한 기간 설정

IMO는 EEOI 계산을 위해 「선박의 안전과 인명 구조를 목적으로 하는 항차를 제외한 공선상태의 항차도 고려해야 한다.」고 명시하고 있다(MEPC.1/Circ.684, 2009). 여기서 항차는 항구 출항으로부터 차 항구에서의 출항까지의 기간을 의미한다. Table 1에 의하면 IMO의 정의에 따라 EEOI는 항해(Sea voyage), 항내 항해(Harbour voyage), 정박(In port)의 기간 동안 계산되어야 한다. 하지만 해운선사들은 회사 규칙에 따른 항차의 정의를 적용하였다. 그 결과 A선사와 C선사는 Sea voyage의 EEOI만 구할 수 있었으며 C선사만 모든 기간의 EEOI를 구할 수 있었다. 이처럼 통일되지 않은 기간으로 계산된 EEOI 값으로 해운 선사 간 비교·평가한다면 정확성이 떨어지기 때문에 공식적인 기준인 IMO가 제시하는 항차의 정의를 준수하여야 할 것이다. 또한, 장기적 경향을 분석하기 위한 각 항차의 평균값인 Rolling average EEOI는 IMO가 권고한 10항차를 기준으로 정하여 해운선사 간 동일한 기준으로 계산된 EEOI값을 비교·분석한다면 에너지효율 운항에 관해 더 효율적인 모니터링 수단이 될 것으로 보인다.

4.2 에너지효율운항을 위한 조치사항

에너지효율운항을 위해 분석된 해운선사 모두 IMO가 제시한 지침을 참조하여 작성된 Checklist를 사용하고 있지만 IMO가 제시한 사항의 절반 수준만 고려되고 있다. 또한 speed, trim, ballast의 최적화와 같은 항목에 대하여는 명확하게 제시되어 있지 않기 때문에 경험에 의존하여 운항되어지고 있다. 이러한 점을 개선하기 위해서는 해운선사는 Table 1에서 권고한 항목을 모두 이행하도록 노력해야 하며 선종별, 항로별 각 특성에 따라 조치사항도 다르게 적용해야 할 것이다. 또한, 이러한 조치사항에 따른 데이터를 분석하여 해운선사 간 일정한 기간(월별 또는 분기별)을 정해 회의를 통하여 서로 정보를 교환한다면 더 빠른 시간 내에 이행된 조치에 대한 데이터가 분석되며 에너지효율 운항을 위한 최

적의 조치사항을 도출해 낼 수 있을 것이다. 더 나아가 이러한 조치사항들이 EEOI 값에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 EEOI 값을 낮추기 위한 가이드라인을 제시한다면 선박에서 배출된 CO₂를 감축시키는데 크게 기여 할 것으로 보인다.

4.3 연료 환산 계수 및 목표설정

IMO는 Table 6과 같이 연료유형 5종류의 CO₂ 환산계수를 제시하였다. 분석된 해운선사 모두 Table 6의 환산계수를 이용하여 EEOI 값을 구하고 있다. 하지만 실제로 선박에 사용하는 선박용 HFO를 살펴보다라도 동점 도에 따라 MF 30, MF80, MF180, MF380 등으로 그 종류는 매우 다양하다. 따라서 세분화된 선박 연료에 대한 CO₂ 환산계수를 IMO로부터 제공 받아 적용한다면 더 정확한 EEOI를 계산할 수 있을 것이다.

해운선사가 시행하는 모니터링 수단인 EEOI 값의 목표설정 에 대하여 해운선사를 분석한 결과 모든 해운선사가 아직 목표설정을 하고 있지 않은 것으로 판명되었다. 목표설정이 이루어지지 않으면 자체평가를 통해 더 향상된 계획을 세울 수 없고 실제로 에너지효율 운항을 하였는지 판단하기 어려울 것이다. 하지만 EEOI에 대해 공식적인 기준이 없기 때문에 어느 정도의 EEOI값이 에너지효율운항을 나타내는 알 수 없는 상태이다. 따라서 해운선사들이 준수할 수 있는 EEOI 값의 가이드라인이 필요하며 이를 위하여 해운선사는 IMO가 SEEMP의 가이드라인(MEPC.1/Circ.623, 2009)에 자발적 참여를 요구하고 있는 SEEMP의 적용에 따른 평가 보고서를 제공해야 한다. 이러한 데이터 공유를 통해 IMO는 해운선사가 준수 할 수 있는 선종별, 항로별 등의 각 특성에 따른 EEOI의 기준값을 제시해야 할 것이며 추후 해운선사는 명확한 목표설정으로 에너지효율 운항이 될 수 있도록 해야 할 것이다.

5. 결 론

선박의 에너지효율 운항을 위해 시행된 규정인 SEEMP의 효율적 적용방안을 모색하기 위해 해운선사가 적용한 사례를 분석해 보았으며 분석을 통해 초기 단계의 SEEMP를 더 효율적으로 시행하기 위한 개선방안을 제시하였다.

이 과정에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 일부 해운선사에서 에너지효율 운항 지표인 EEOI를 IMO EEOI와 별개로 회사 자체에서 개발한 Company EEOI를 사용하고 있었다. Company EEOI는 만재상태의 가상 배수량을 기준으로 에너지 효율을 평가하기 때문에 실제 운송 화물량에 따른 배수량의 차이로 인한 오류가 발생할 소지가 있다. 따라서 해운선사는 Company EEOI 사용 시 이를 개선

할 수 있는 계산 방법을 모색해야 할 것이다.

둘째, 일정 기간 동안 수집된 데이터를 이용하여 EEOI를 계산해야 하지만 해운 선사별로 EEOI를 계산하기 위한 기간이 통일되지 않아 에너지효율 운항에 대해 비교·평가할 수 없는 상황이다. 이에 해운선사는 IMO가 제시하고 있는 가이드라인을 준수하여 EEOI 계산을 위한 데이터 획득 기간 설정으로 해운선사별 통일된 기간을 사용해야 한다.

셋째, IMO는 에너지효율 운항을 위한 조치사항을 제시하고 있으며 해운선사는 이를 Checklist를 활용하여 일부만 준수하고 있다. 해운선사는 SEEMP의 목적인 선박 기인 CO₂ 감축과, 에너지효율 운항, 연료비용 절감, 환경보호를 위해 IMO가 제시한 에너지효율 운항 지침은 모두 준수해야 한다.

넷째, EEOI 계산식에 따르면 사용연료 유형별로 CO₂ 환산 계수가 필요하지만, 일부 해운선사는 IMO가 제시한 연료유형보다 더 많은 연료를 사용하고 있다. 이에 정확한 EEOI값을 계산하기 위해서 IMO는 더 다양한 연료에 대한 CO₂ 환산 계수를 제시해야 할 것이다.

다섯째, IMO는 목표 EEOI 값 설정으로 더 향상된 에너지 효율 운항을 하도록 권고하고 있지만, 해운선사는 아직 목표설정을 하고 있지 않다. 현재 EEOI값에 대한 공식적인 기준이 없기 때문에 목표 EEOI값 설정 시 어려움이 따를 것으로 보인다. 이를 위하여 해운선사들은 IMO에 SEEMP 적용 후 수집된 에너지효율운항에 대한 데이터를 공유하여 빠른 시일 내에 EEOI에 대한 공식적인 기준이 설정될 수 있도록 해야 한다.

이 논문에서는 국내 3개 해운선사의 데이터만 분석하였지만 추후 더 많은 해운선사를 분석할 것이며 전문가의 의견을 통해 더욱 발전된 연구가 필요할 것으로 보인다.

References

- [1] Im, N. K. and S. Y. Yi(2010), An inventory analysis on greenhouse gas emissions from bulk carrier and oil tanker, The Journal of Navigation and Port Research, Vol. 34, No. 3, pp. 189-194.
- [2] Resolution MEPC.203(62)(2011), Amendment to the annex of the protocol of 1990 to amend the international convention for the prevention of pollution from ships 1973, as modified by the protocol of 1978 relating thereto
- [3] Jung, R. T.(2011), Recent International Development on the Technical and International Measures of IMO's CO₂ Emission Control From Ships, Journal of the Korean Society of Marine Environmental Engineering, Vol. 14, No. 1, pp. 65-71.
- [4] Kishimoto, M.(2013), Green ship Technology in Japan, Conference on Control Application in Marine Systems, p. 23.
- [5] Lee, Y. C. and H. W. Doo(2011), A Study on IMO Regulations regarding GHG Emission from ships and its Implementation, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 35, No. 5, pp. 371-380.
- [6] MEPC.1/Circ.683(2009), Guidance for the development of a ship energy efficiency management plan(SEEMP), 17 Aug 2009.
- [7] MEPC.1/Circ.684(2009), Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator(EEOI), 17 Aug 2009.
- [8] Choi, J. S. and B. S. Rho(2011), A Study on the Energy Efficiency Operational Indicator for CO₂ reduction from ships, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 35, No. 8, pp. 1035-1040.

Received : 2015. 01. 15.

Revised : 2015. 03. 23. (1st)

: 2015. 04. 11. (2nd)

Accepted : 2015. 04. 27.