

항만구역 내 선박 배기가스 산출량 연구

- 서산 대산항 컨테이너 부두를 중심으로 -

† 김화영

† 목포해양대학교 국제해사수송과학부

요 약 : 국제해사기구(IMO)에서는 황산화물(SOx)에 대한 배출 규제를 강화하고 있다. 2020년 1월 1일부터는 황함유량 0.5% 이하 선박연료유 사용을 의무화하고 있다. 그리고 온실가스 배출량 모니터링을 2019년 1월 1일부터 시행하여 총톤수 5천톤 이상 선박은 연료유 사용량을 의무적으로 보고해야 한다. 또한 배출통제구역(Emission Control Area, ECA)이 확대되고 있으며 지역별로도 저유황유 사용 의무화를 도입하는 항만이 증가하고 있다. 이와 같이 항만구역에서 선박 배기가스 배출 규제를 강화하고 있다. 본 연구에서는 컨테이너 물동량이 증가하고 있는 서산 대산항 컨테이너 부두를 중심으로 항만구역에서 배출되는 배기가스를 산출하였다.

핵심용어 : 선박 배기가스, 컨테이너, 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx)

연구배경 및 목적

황산화물(Sox) 배출 규제 : 2020. 1. 1 시행
- 2020년부터 모든 선박 : 황함유량 0.5% m/m이하 선박연료유 사용 의무

온실가스 배출량 모니터링 : 2019. 1. 1 시행
- 2019년부터 총톤수 5천톤이상 선박, 연료유 사용량 보고 의무화(연간 연료사용량, 운항거리, 운항시간 등)
- 2023년, IMO 국제해운 온실가스 감축전략 결정 예정

배출통제지역(Emission Control Area, ECA) 확대
- 황산화물(Sox), 질소산화물(NOx) 규제 지역으로 구분
- NOx Tier3 기준 : 북미지역 → 빌트해, 북해 확대 지정(NOx-ECA), 2021. 1월 시행

지역별 저유황유 사용 의무화 확대 시행
- 중국, '16. 4월 양쯔강 유역 주요 항만 시작 → '19.12월부터 3개 해역(Pearl River Delta, Yangtze Delta, Bohai) 0.1% m/m이하 저유황유 사용 규정

EEDI 적용 의무화 및 강화
- 2013년 이후 건조선박, EEDI(Energy Efficiency Design Index) 적용 의무화
- 2025년 이후 건조선박, 기준선 대비 30% 이상 에너지 효율 향상 요구

→ 서산 대산항 항만구역(컨테이너부두) 선박 배기가스 산출(NOx, Sox, HC, PM, CO2) 산정

서산 대산항 선박 입출항 및 물동량 처리량

2017년도 전국 무역항 기준 : 전처화물 전국 6위, 유류화물 전국 3위 규모 (단위 : 천RT, TEU)

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
선박입출항수 (척)	7,049	7,171	7,560	7,989	7,270
총물동량	68,979	72,900	78,514	85,890	90,287
원유	17,427	15,759	15,120	16,940	26,484
석유정제품	27,733	32,838	38,915	43,497	38,551
케미컬	8,018	9,070	7,872	8,621	7,951
PTA	1,489	1,314	1,255	1,115	1,178
유연탄	13,032	12,241	12,937	12,912	13,930
컨테이너	63,739	81,678	104,636	112,473	110,199

서산 대산항 항만시설 현황

구분	부두규모(선석)	운영기간	적안능력(DWT)	비고
합계	31		2,066,200	
서산 대산항 1부두	1(여객)	2006 ~ 현재	20,000	국가
서산 대산항 2부두	1(잡화)	2011 ~ 현재	20,000	
서산 대산항 3부두	1(잡화)	2011 ~ 현재	30,000	
서산 대산항 4부두	1(컨테이너)	2011 ~ 현재	30,000(2,000TEU)	
한국석유공사	1	2007 ~ 현재	325,000	민간
한화중합화학(주)	1	1991 ~ 현재	7,200	
현대오일뱅크(주)	9	1991 ~ 현재	519,000	
한화토탈(주)	7	1991 ~ 현재	405,000	
(주)세텍	6	1991 ~ 현재	190,000	
당진화학본부	2	1998 ~ 현재	320,000	
	1	2016 ~ 현재	200,000	

선박배기가스 산출 결과

(Unit : tons/year)

구분	Cruising	Maneuvering	Hoteling	Total
NOx	58.3	40.6	37.9	136.8
SO ₂	36.4	35.3	34.6	106.3
HC	1.9	3.5	1.4	6.8
PM ₁₀	5.3	5.1	2.5	12.9
CO ₂	2140.3	2072.3	2024.1	6,236.7

Remark : 컨테이너선 609척을 기준으로 산정

(Unit : tons/year, 1000won)

구분	NOx	SO ₂	HC	PM ₁₀	CO ₂	Total
원단위(원/kg)	10,196	8,475	79	33,289	11,452	-
2017	1,395,082	1,216,817	67,217	428,542	492,700	3,600,358
부산항(2012)	314,580,824	415,493,011	42,204,821	228,239,419	168,136,509	1,168,654,584
비율(%)	0.44%	0.29%	0.16%	0.19%	0.29%	0.31%

Source : 이민우, 이형숙, "선박 배기가스 산출량 및 환경비용 산출에 관한 연구", 한국항만경제학회지, 2016.