

PB16) 국내 항만하역장비에서의 대기오염물질 배출량 산정

Estimation of Air Pollutant Emissions from Cargo Handling Equipments in Korea's Ports

윤종상 · 한세현 · 정용원
인하대학교 환경공학과

1. 서 론

우리나라는 자원이 부족하고 무역의존도가 높은 나라로 수출입화물의 99.7%가 항만을 통해 수송되고 있다. 아시아 교역의 교두보 역할과 아시아권의 주요 항만들로서 지속적으로 물동량 수요가 증가하고 있다. 그러나 항만시설 관리의 전문화가 완전히 이루어지지 않고, 대기오염방지시설 역시 미흡하며 항만 내 도로에서 먼지 재비산도 심각한 실정이다. 현재 CAPSS(대기정책지원시스템)에서는 선박과 건설기계로 등록되어 있는 항만 내 중장비에 대한 배출량만을 산정하고 있는데, 항만 주변의 지역 대기질을 개선·관리하기 위해서는 항만하역장비를 비롯한 항만시설 전체에 대한 배출원 목록을 구축하고 배출량을 산정·평가하는 과정이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 선행연구인 인천항을 대상으로 한 연구결과(인하대학교, 2008)를 기초로 하여 2005년도의 전국 항만하역장비에서 배출된 대기오염물질 배출량을 시범적으로 산정하였다. 또한 인천항에 대해서는 2005년을 대상으로 선박, 비산먼지, 항만 내 차량이동, 항만하역장비 등 항만시설 전반에 대한 배출량을 산정하였다.

2. 연구 방법

2.1 국내 항만의 하역장비에서의 대기오염물질 배출량 산정

본 연구에서는 항만하역장비의 대기오염물질 배출량 산정을 위해 미국 EPA(2006)보고서의 방법론을 참고하여 하역장비를 청소차량을 제외한 7종으로 분류하고 Nonroad Model (EPA, 2004)의 Tier-2 규제에 대한 배출계수를 적용하였다. 배출계수 및 배출량 산정을 위해서는 하역장비별 대수, 엔진출력, 출력 비율, 가동시간, 장비제작년도 등의 입력자료가 필요하다. 하역장비대수 이외의 입력자료는 인천항을 대상으로 한 기존 연구(인하대학교, 2008)의 조사결과를 적용하였으며, 전국항만의 하역장비대수는 국내 통계자료(항만물류협회, 2006)를 이용하였다. 이를 통해 국내 항만들의 하역장비 별, 항만 별 대기오염물질 배출량 등을 시범적으로 산정하였는데, 대상물질은 HC, CO, NO_x, SO₂, PM₁₀으로 선정하였다.

2.2 인천항의 배출원별 대기오염물질 배출량 산정

항만내에서 항만하역장비의 대기오염물질 배출량 기여도를 파악하기 위해 인천항을 대상으로 각 배출원별 대기오염물질 배출량을 산정·조사하고 이를 비교하였다. 항만 내 대기오염물질 배출원으로는 선박, 하역장비, 차량, 철도, 비산먼지 등으로 분류할 수 있다. 이중 인천항의 선박 배출량은 CAPSS (2007) 자료를 사용하였으며, 철도 배출량자료는 기초자료가 부족하고, 배출량이 미미하여 자료에 포함하지 않았다. 또한 인천항의 하역장비 및 비산먼지 배출량은 기존 연구결과(인하대학교, 2008)를 활용하였다.

한편 인천항내 차량에 의한 배출량을 산정하기 위해 인천항의 출입차량대수 자료를 이용하였다. 자료분석 결과 화물차, 승용차, 기타차량으로 분류되며, 기타차량의 90%이상은 소형화물차량이다. 차량 배출계수는 CAPSS (2007)의 식을 적용하였으며, 주행속도는 인천항 제한속도인 40km/hr를 적용하였다. 주행거리는 기존 연구에서 추정된 연간 주행거리를 적용하였으며, 황산화물 배출량 산정 시 황함량은 연료별 2005년 황함량 기준치를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

전국항만의 하역장비 배출량을 산정한 결과 장비의 종류에서는 고무타이어식 갠트리 트레인(RTG

Crane)과 로우더에 의한 배출량 기여가 높은 것으로 나타났다. 전체하역장비 대수는 부산항이 가장 많은 것으로 파악되었다. 표 1은 2005년 전국항만 대기오염물질 배출량을 제시한 결과이다. 부산의 배출량이 각각의 오염물질에 대해서 전체 항만의 약 50% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 또한 모든 항만에서 배출되는 대기오염물질 중 NOx의 배출량이 가장 높은 것으로 평가되었다. 한편, 배출량 산정에 사용한 배출계수 입력자료는 인천항 하역회사에 국한되어 있어 추후 보완되어 평가되어야 할 것으로 사료된다.

Table 1. 2005 Air Pollutant Emissions of Cargo Handling Equipment(CHE) in Korea's Ports. (unit: ton/year)

	HC	CO	NOx	PM ₁₀	SO ₂
Busan	100	454	1,262	45	51
Incheon	30	123	391	12	16
Yeosu · Gwangyang	20	85	253	9	10
Ulsan	10	38	123	4	5
Gunsan	8	30	113	3	5
Masan	6	27	106	2	4
Mokpo	6	23	89	2	4
Pohang	4	16	68	1	3
Donghae	4	14	52	1	2
Jeju	2	9	36	1	1
Total	190	819	2,493	80	101

표 2는 인천항 항만시설에서의 2005년 대기오염물질 배출량 산정 결과를 보여주는데 NOx와 CO의 배출량이 HC, PM₁₀, SO_x에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 각 오염원의 배출량 기여도는 대체적으로 선박부문이 가장 큰 것으로 나타났는데, PM₁₀에 대해서 선박과 비산먼지(하역 시 비산먼지+도로재비산먼지)가 가장 큰 기여를 하는 배출원으로 판명 되었다. 인천항에서 항만 하역장비의 배출량 기여는 HC, CO, NOx, PM₁₀, SO₂에 대해 각각 약 14%, 20%, 8%, 4%, 0.4%인 것으로 추정된다.

Table 2. 2005 Air Pollutant Emissions by Category in Incheon Port. (unit: ton/year)

Source		HC	CO	NOx	PM ₁₀	SO ₂
Cargo Handling Equipment(CHE)		30	123	391	12	16
Fugitive dust	Cargo handling and storage	-	-	-	12	-
	Resuspended dust(inner port)	-	-	-	159	-
Vehicle		5	22	48	3	55
Ocean Going Vessel		185	470	4235	157	4045
Total		220	615	4,674	343	4,116

사 사

이 연구는 환경부의 「폐기물에너지화 특성화대학원사업」으로 지원되었습니다.

참 고 문 헌

- 국립환경과학원 (2007) 대기오염물질 배출량 산정방법 편람.
- 인하대학교 (2009) 인천지역 항만시설, 선박, 항공기, 공항시설에서의 배출량 산정과 영향 분석 및 저감대책 마련 연구.
- 한국항만물류협회 (2006) 2005년 항만하역요람.
- U.S. EPA (2004) Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling: Compression-Ignition, EPA 420-P-04-009, NR-009C.
- U.S. EPA (2006) Current Methodologies and Best Practices in Preparing Port Emission Inventories.