

국내 디젤철도차량의 온실가스 배출계수 개발방향 연구

A Basic Study on the Development of GHG Emission Factor from Diesel-Powered Railcars in Korea

이재영† 김용기* 이철규** 이영호*** 이철***
 Jae-Young Lee, Yong-Ki Kim, Cheul-Gyu Lee, Young-Ho Rhee, Cheol Lee

ABSTRACT

Since national mid-term target for GHG reduction was determined in 2009, various efforts in transportations have been prepared. Generally, the GHG emission of transportation is calculated using the emission factor published from IPCC guideline(2006). However, it is necessary to develop new emission factors considering the properties of transportation as well as fuel. In Korean railroad, main emission sources are the consumption of diesel and electricity from railcar operation. The GHG emission of electric-powered railcars can be estimated using national electric emission factor, but diesel-powered railcars show different trends. The purpose of this study was to establish the development plans of emission factors for diesel-powered railcars. As a result, the emission factors of diesel-powered railcars were classified into railcar type, engine type and life cycle, notch, load, and traffic volume. In future, several emission factors with this category will be presented quantitatively through field tests with the order of priority .

1. 서론

최근 들어 국제사회에서 기후변화대응 노력이 가시화되면서 국내외적으로 철도부문의 온실가스 배출 저감을 위해 배출원 파악뿐만 아니라 인벤토리 구축 등을 통해 배출량 산정 연구가 우선적으로 진행되고 있다⁽¹⁾. 현재까지 철도차량의 온실가스 배출계수는 IPCC 가이드라인(2006)에서 발표된 수치가 유일한 것으로, <도표 1>에서 볼 수 있듯이 Tier 1 수준의 연료별(디젤, 아역청탄) CH₄, CO₂, N₂O 배출계수가 제시되어 있다⁽²⁾. 그러나 보다 정확한 온실가스 배출량 산정을 위해서는 철도차량의 특성을 고려한 Tier 2, 3 수준의 배출계수 개발이 필요하다. 이에 본 연구에서는 향후 국내 철도부문의 온실가스 배출량을 체계적으로 관리할 수 있도록 디젤철도차량의 배출계수 개발방향을 설정하기 위한 분류체계(안)를 작성하고자 한다.

도표 1. 디젤철도차량의 연료별 온실가스 배출계수(IPCC)

구분	디젤(kg/TJ)			아역청탄(kg/TJ)		
	기본값	하한	상한	기본값	하한	상한
CO ₂	74,100	72,600	74,800	96,100	72,800	100,000
CH ₄	4.15	1.67	10.4	2	0.6	6
N ₂ O	28.6	14.3	85.8	1.5	0.5	5

* 400HP 기관차의 평균 연료소비량 0.35L/bhp-hr(제동마력, break horse power-hour) 가정

† 정회원, 한국철도기술연구원, 철도환경, 선임연구원
 E-mail : iyoung@krri.re.kr
 TEL : (031)460-5388 FAX : (031)460-5279
 * 정회원, 한국철도기술연구원, 책임연구원
 ** 정회원, 한국철도기술연구원, 선임연구원
 *** 비회원, 한국철도기술연구원, 연구원

2. 철도부문 온실가스 배출량 산정방법론⁽²⁾

철도부문의 온실가스 배출량은 CO₂, CH₄, N₂O 3종을 대상으로 산정한다. IPCC 가이드라인(2006)에 따르면 Tier 1 수준의 온실가스 배출량은 모든 연료가 단일 기관차 종류에 의해 소비된다는 가정 하에 연료특성 기본 배출계수를 사용한다. 반면에 CO₂에 관한 Tier 2는 연료의 탄소함량에 대한 국가특성 자료를 이용하여 Tier 1 계산식을 다시 사용하며, CH₄와 N₂O의 Tier 2에 대한 배출량은 국가 및 연료특성 배출계수를 사용하여 산정한다. Tier 3 방법은 부하량에 따라 배출계수가 좌우됨으로 배출량에 영향을 미칠 수 있는 엔진과 기차의 각 종류별로 더 세부적인 모델링을 사용한다. 필요한 자료로는 여정(예를 들면, 화물, 도시 간, 지방), 차종, 이동거리(km)에 따른 연료소비량 등이 포함된다. 이에 다양한 모델링 도구들을 기반으로 Tier 3 방법론을 사용하여 철도차량의 온실가스 배출량 산정이 가능하다. 다음 식은 주로 비도로(off-road) 배출량 산정을 위한 US EPA 방법에 기초한 Tier 3의 한 예를 나타낸 것이다.

Tier3 기관차에서 발생한 CH₄와 N₂O 산정을 위한 방법의 예

$$Emissions = \sum_i (N_i \times H_i \times P_i \times LF_i \times EF_i)$$

Emissions = CH₄ 또는 N₂O 배출량(kg)

N_i = 종류 *i*별 기관차 수

H_i = 기관차 *i*의 연간 사용시간(h)

P_i = 기관차 *i*의 평균 정격동력(kW)

LF_i = 기관차 *i*의 전형적인 부하계수(0 과 1 사이의 소수)

EF_i = 기관차 *i*에서 사용하는 평균 배출계수(kg/kWh)

i = 기관차 종류와 여행 종류

3. 국내 디젤철도차량 온실가스 배출계수 분류체계(안)

국내 철도부문의 온실가스 주요 배출원은 철도차량의 운행 시 발생하는 연료소비로 대표적인 에너지 원으로는 디젤 및 전력이 있다. 특히, 온실가스 배출계수 개발대상인 디젤철도차량은 <도표 2>와 같이 2008년 현재 디젤기관차 396대 및 디젤동차 500대를 보유하고 있다. 최근 들어 내구연한이 경과한 디젤 철도차량을 폐차하고 전기철도차량으로 전환하고 있는 추세에 있으나, 기본적인 디젤철도차량의 보유대수를 확보하고 있어야 하는 상황에서 배출계수 개발은 중요하다.

도표 2. 연도별 국내 철도차량 보유 현황(철도통계연보, 2009)

차종 연월	고속철도 차량	디젤 기관차	디젤 동차	전기 기관차	전기 동차	증기 기관차	객차	화차	기중기
2006	920	438	576	151	2,086	1	1,439	13,178	18
2007	920	422	566	151	2,086	1	1,411	13,183	19
2008	920	396	500	151	2,086	1	1,390	13,105	19

디젤철도차량은 형태에 따라 약 30여 종의 차량이 존재하며, 이를 재분류하여 중요도에 따라 배출계수 개발 우선순위를 선정할 계획이다. <도표 3>에서 볼 수 있듯이 1차적으로 차종, 차형, 노치, 부하량, 엔진수명, 수송실적에 따른 분류체계(안)를 작성하였다. 특히 철도차량의 내구연한보다는 주요 부품인 엔진의 교체주기에 따른 연료소비량 영향이 큰 것으로 조사되어 엔진수명을 분류체계 내 기준으로 선정하

였다. 향후 분류체계에 따른 배출계수를 단계적으로 개발하기 위해 대상차량의 연료연소에 따른 배출가스 농도 측정에 대한 현장실험을 통해 구분 기준은 수정·보완해 나갈 계획이다.

도표 3. 국내 디젤철도차량 온실가스 배출계수 분류체계(안)

부문	구분		배출계수(kg/TJ)	
철도	차종별	디젤기관차		
		디젤동차		
		입환차		
		발전차		
	차형별	4000대		
		7000대		
		7,100~7,400대		
		7,500대		
	노치별	유전		
		1 notch		
		2 notch		
		4 notch		
		6 notch		
		8 notch		
	부하량별	화물적재율		
		승객승차율		
	엔진수명별	신형		
		1년		
		2년		
		3년		
		4년		
		5년		
		6년		
	수송실적별	여객	인-km	
			통행(trip)	
		화물	톤-km	
통행(trip)				

4. 결론

2009년 말 국가 온실가스 중기 감축목표가 확정됨에 따라 수송부문에서도 감축량 할당에 대한 논의가 본격화되고 있다. 이에 수송수단별 온실가스 배출실태를 파악하기 위해 현재 IPCC 가이드라인(2006)에 따라 전체 에너지소비량을 기반으로 Tier 1 수준의 배출량을 산정하고 있다. 그러나 소비연료뿐만 아니라 수송수단의 특성을 고려한 온실가스 배출계수를 사용함으로써 보다 상세한 실태조사가 요구된다. 일반적으로 철도부문에서는 디젤 및 전력이 주요 온실가스 배출원으로 전력의 경우에는 국가전력 배출계수를 이용하여 배출량을 산정한다. 반면에 디젤은 운행패턴을 포함한 철도차량의 특성에 따라 발생하는 온실가스 종류별 배출량이 달라지므로 이를 고려한 배출계수의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 국내 보유한 디젤철도차량의 현황을 파악하여 운영기관과의 지속적인 협의를 통해 온실가스 배출계수에 대한 개발방향을 설정하였다. 그 결과, 차종별·차형별·노치별·엔진수명별·부하량별·수송실적별 등의 분

류체계 기준을 마련하여 국내 디젤철도차량의 온실가스 배출계수를 구분하였다. 향후 이를 기반으로 디젤철도차량에 대한 실차실험을 통해 국내 고유의 온실가스 배출계수를 개발하여 제시할 계획이다.

5. 감사의 글

본 연구는 한국건설교통기술평가원의 ‘교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발’ 과제의 일환으로 진행되었음에 감사드립니다.

6. 참고문헌

- (1) 한국철도기술연구원, 기후변화대응 철도분야 온실가스 저감방안 연구 최종보고서, 2010.
- (2) 환경부·환경관리공단, 국가 온실가스 인벤토리 작성을 위한 2006 IPCC 가이드라인, 2008.
- (3) 한국철도공사·한국철도시설공단, 철도통계연보, 2009.