

전과정목록 분석을 이용한 전동차의 구체 재질에 따른  
CO<sub>2</sub> 배출량에 관한 연구

A Study on CO<sub>2</sub> Emissions with the Carbody Material of Electric  
Motor Unit (EMU) using Life Cycle Inventory Analysis (LCIA)

이재영\*, 김용기\*\*, 천윤영\*\*\*

Jae-Young Lee, Yong-Ki Kim, Yoon-Young Chun

ABSTRACT

As Kyoto protocol has been effective in 2005, the reduction of CO<sub>2</sub> emission is a global urgent problem. In Korea, the CO<sub>2</sub> emission of transportation increases continuously, which can be solved partially by the use of railroad. Therefore, it is necessary to calculate exactly the CO<sub>2</sub> emission of railroad through life cycle approach. In this study, the CO<sub>2</sub> emission of electric motor unit (EMU) was evaluated with its carbody material using life cycle inventory analysis (LCIA). Among the life cycles of EMU, CO<sub>2</sub> emission was the highest in the running phase. As the total weight of EMU was lowered, CO<sub>2</sub> emission was reduced. In conclusion, the light-weighting of EMU can reduce CO<sub>2</sub> emission efficiently.

1. 서론

각종 기상이변이 빈번하게 발생하고 있는 시점에서 교토의정서의 발효와 더불어 지구온난화는 국제사회의 주요 환경이슈로 부각되고 있다 [1-4]. 특히 지구온난화 주범인 이산화탄소의 배출 저감에 대한 직접적인 압력이 가해지면서 유럽을 중심으로 다양한 전략이 수립되고 있다. 또한 청정개발체제(Clean Development Mechanism, CDM)와 배출권 거래제(Emission Trading, ET) 등의 도입은 새로운 시장을 창출하고 있다. 우리나라는 OECD 가입국 중 멕시코와 함께 1차 감축대상국에서 제외되었다. 그러나 2013년 이후의 2차 감축대상국 선정에 있어서 1순위로 고려되고 있는 현재의 상황에서 이산화탄소 배출량 저감을 위한 적극적인 대책 수립이 요구된다 [2, 3]. Fig. 1과 같이 우리나라의 부문별 이산화탄소 배출량에서 수송 분야는 전체의 30 % 정도를 차지하고 있으며, 향후 지속적으로 증가될 것으로 예상된다 [3]. 따라서 수송 분야의 이산화탄소 배출량 저감을 위한 방안을 우선적으로 마련해야 한다. 철도는 타교통수단과 비교하여 매우 환경친화적으로 인식되고 있으며, 실제적으로 수송 분야의 이산화탄소 배출량 중 철도에 의한 부분은 1 % 내외이다 [2]. 그러므로 수송 분야의 이산화탄소 배출량을 줄이기 위한 주요 방법으로 물류시장에서 철도로의 이동을 고려할 수 있다. 철도의 이용 확대에 따른 수송 분야의 이산화탄소 배출 저감 효과를 정확하게 예측하고 효과적인 전략을 수립하기 위해서는 철도 분야의 이산화탄소 배출 특성을 파악하고, 저탄소 소비의 운송 수단으로써 철도의 환경 개선방안을 도출해야 한다.

\* 책임저자, 정회원, 한국철도기술연구원, 궤도토목연구본부 환경화재연구팀

E-mail : iyoung@krri.re.kr

TEL : (031)460-5388 FAX : (031)460-5319

\*\* 한국철도기술연구원, 궤도토목연구본부 환경화재연구팀

\*\*\* 아주대학교, 제품환경기술연구실

본 연구에서는 우리나라의 대표적인 대중교통수단으로써 이용되고 있는 전동차의 구체 재질에 따른 차량별 이산화탄소 배출 특성을 살펴보기 위하여 전과정 목록분석(Life Cycle Inventory Analysis, LCIA)을 사용하여 이산화탄소 배출량을 산출하였다. 국내의 폐전동차 처리에 대한 정보의 부족으로 폐기단계는 일단 연구에서 제외되었다.



Fig. 1 우리나라 부문별 이산화탄소 배출량 전망

## 2. 전과정 목록분석에 의한 이산화탄소 배출량 산출

전과정 목록분석은 Fig. 2와 같이 제품의 전과정 단계에 걸친 투입물과 배출물의 정보를 이용하여 각각의 항목에 대한 정량적인 값을 산출할 수 있다 [1, 4]. 본 연구에서는 다음과 같은 3가지 시나리오에 따라 전동차량별로 이산화탄소 배출량을 산출하기 위해 전과정 목록분석을 수행하였다.

- 시나리오 1: mild steel 구체 차량
- 시나리오 2: stainless steel 구체 차량
- 시나리오 3: aluminium 구체 차량

3가지 시나리오에서 대차는 동일한 것으로 간주하였으며, 전장품을 제외한 주요 내장재 일부를 분석 대상에 포함하였다. 시나리오 1의 mild steel 구체 차량의 경우에 데이터 수집 시점에서 운행되는 차량이 없었기 때문에 시나리오 2의 stainless steel 구체 차량의 운행 중 전력소비량(지하철 2호선 기준)에 대한 정보를 서울메트로로부터 받아 간접 산출하였다. 반면에 시나리오 3의 aluminum 구체 차량은 시나리오 1과 2가 서울특별시 노선에서 운행되었던 것과 달리 현재 광주광역시 노선에 도입되어 운행되고 있기 때문에 광주광역시 도시철도공사로부터 운행 정보를 얻어 전과정 목록분석을 수행하였다.

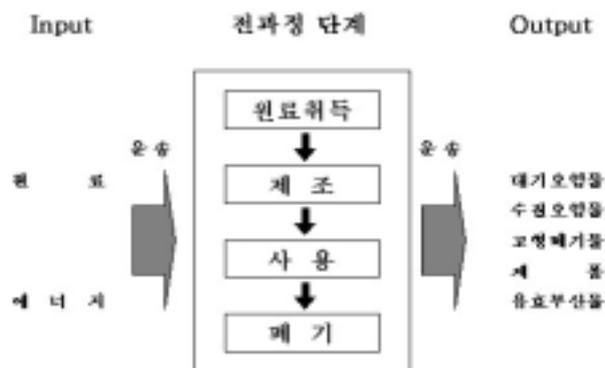


Fig. 2 전과정 목록분석 대상 시스템의 모식도

그 결과, Fig. 3과 같이 전동차량의 중량이 가벼울수록 전동차의 전체 이산화탄소 배출량은 감소하였다. 또한 전동차에 의한 이산화탄소 배출은 대부분이 운행단계에서 소비되는 전력으로부터 발생함을 확인할 수 있었다. 제작 단계에서도 aluminum 구체 차량이 가장 낮은 이산화탄소 배출량을 나타내었다.

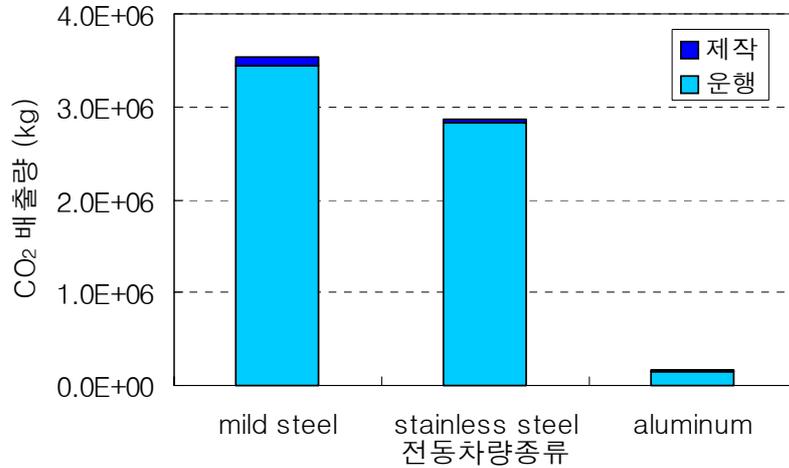


Fig. 3 전동차량의 종류에 따른 CO<sub>2</sub> 배출량

### 3. 결론

우리나라 이산화탄소 배출량의 상당 부분을 차지하고 있는 수송 분야의 효과적인 개선을 위해서 저탄소 소비 운송수단인 철도의 비중을 확대해 나가야 할 것으로 판단된다. 철도분야의 정확한 이산화탄소 배출 특성을 살펴보고 개선방안을 도출함으로써 철도의 환경성을 향상시킬 수 있다. 전과정 목록분석을 통해 전동차량별 이산화탄소 배출량을 비교해 본 결과, 대표적인 대중교통수단인 전동차로부터 배출되는 이산화탄소 양을 줄이기 위해서는 운행단계에서 소비되는 에너지양과 효율을 개선해야 함을 확인하였다. 또한 제작단계에서부터 전동차량을 경량화 함으로써 이산화탄소 배출량을 저감할 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 건교부 국가교통핵심기술개발사업의 일환으로 수행되었음에 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- (1) 한국철도기술연구원, 전동차 전과정평가 시스템 개발, 1차년도 보고서, 2005.
- (2) 한국철도기술연구원, 철도환경 발전방안에 관한 연구, 최종보고서, 2005.
- (3) 산업자원부 · 에너지 관리공단, 기후변화협약과 우리의 대응, 2004.
- (4) Yong-Ki Kim · Jae-Young Lee · Jai Kyun Mok · Hee Taek Yoon, Investigations for Life Cycle Assessment (LCA) of Electric Motor Unit (EMU) in Korea, 7<sup>th</sup> World Congress on Railway Research (WCRR), Montreal Canada, 2006.