전과정평가를 이용한 바이모달 저상굴절 차량의 환경성 진단에 관한 연구

A Study on the Environmental Evaluation of Bimodal Tram using Life Cycle Assessment (LCA)

이재영*, 김용기**, 윤희택***, 이철규****, 임노현*****

Jae-Young Lee, Yong-Ki Kim, Hee-Taek Yoon, Cheul-Kyu Lee, Noh-Hyun Lim

ABSTRACT

Bimodal tram is a new public transportation to improve the existing traffic system. The purpose of this study was to investigate the environmental characteristics of the developed bimodal tram through its life cycle. The used tool was life cycle assessment (LCA), which could evaluate environmental loads quantitatively for a product. Based on bill of material (BOM), the environmental impacts of bimodal tram was calculated from manufacturing to operating phase. Among impact categories, photochemical oxidant creation potential (POCP) was the highest, which was resulted from the manufacturing and the combustion of CNG used as a fuel of bimodal tram. In the future, the application of LCA results can enhance increasingly the environment of bimodal tram as an environmental-friendly transportation.

1. 서 론

국내의 대표적인 대중교통수단인 지하철과 시내버스만으로는 현재 늘어나고 있는 자가용 수요에 따른 도로교통 혼잡을 완화하기에는 어려운 실정이다[1]. 따라서 교통수단 사이에 존재하는 물리적, 정보적 장벽을 없애며, 기존 대중교통수단의 장점을 극대화할 수 있는 새로운 대중교통수단의 개발이 필요하다. 즉 운영의 유연성, 승차에 대한 편리성, 시스템 구축에 드는 비용의 최소화, 정시성 등을 모두 충족하는 대중교통수단의 등장이 요구된다[1]. 이에 국토해양부에서는 한국철도기술연구원 주관으로 2003년부터 바이모달 저상굴절 차량(bimodal tram)을 개발하고 있다. 바이모달 저상굴절 차량은 기존의 교통체계에서 발생되는 문제점을 개선할 수 있는 퓨전모드의 신교통수단이다[1]. 본 연구에서는 현재 개발되고 있는 바이모달 저상굴절 차량의 전과정에 걸친 환경 측면에서의 특성을 진단하였다.

2. 연구방법

본 연구에서 사용한 툴은 일반적으로 제품의 전과정에 대한 환경부하를 정량적으로 계산할 수 있는 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)이다[2]. 일반적으로 전과정평가는 목적 및 범위정의(Goal and Scope Definition), 목록분석(Inventory Analysis), 영향평가(Impact Assessment), 해석(Interpretation)의 4단계로 구성되어 있다[2]. 바이모달 저상굴절 차량의 전과정 범위는 원료취득에서부터 운행단계까지로 설정하였으며, 영향평가 단계에서 선정된 영향범주는 Table 1과 같다.

* 한국철도기술연구원, 궤도토목연구본부 환경화재연구팀, 정회원
E-mail : iyoung@krri.re.kr
TEL : (31)460-5388 FAX : (031)460-5319
** 한국철도기술연구원, 궤도토목연구본부 환경화재연구팀
*** 한국철도기술연구원, 바이모달수송시스템 연구단
**** 한국철도기술연구원, 궤도토목연구본부 환경화재연구팀
***** 에코시안 지속가능제품전략사업부

각 부품 및 물질에 대한 BOM(Bill of Material) 정보를 기반으로 목록분석 및 영향평가를 수행하였으며, 환경부의 영향평가방법론을 적용하였다.

Table 1. The impact category of impact assessment

환경영향범주	Formula	특성화 인자 기준물질 및 단위
자원소모 (Abiotic Resource Depletion Potentials)	ADP	in kg antimony equiv./kg-yr
지구 온난화 (Global Warming Potentials)	GWP	Kg CO_2 equiv./kg
오존층 영향 (Ozone Depletion Potentials)	ODP	Kg CFC_{11} equiv./kg
산성화 (Acidification Potentials)	AP	Kg SO_2 equiv./kg
부영양화 (Eutrophication Potentials)	EP	Kg Phosphate equiv./kg
광화학적 산화물 생성 (Photochemical Oxidant Creation Potentials)	POCP	Kg C_2H_4 equiv./kg

3. 연구결과

Fig.1은 환경영향범주에 따른 바이모달 저상굴절 차량의 전과정에 걸친 환경부하를 산출한 결과를 나타낸 것이다. 대부분의 환경부하는 바이모달 저상굴절 차량의 사용단계에서 발생하였으며, 주요 원인은 운행에 따른 CNG 연료소비에 기인하는 것으로 판단된다. 6개의 환경영향범주 중에는 광화학적 산화물 생성(Photochemical Oxidant Creation Potential, POCP) 범주가 가장 높게 나타났으며, 이는 바이모달 저상굴절 차량의 연료로 사용되는 CNG의 제조단계에서 발생하는 비금속계 휘발성 물질과 연소단계에서의 일산화탄소(CO)가 주요한 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

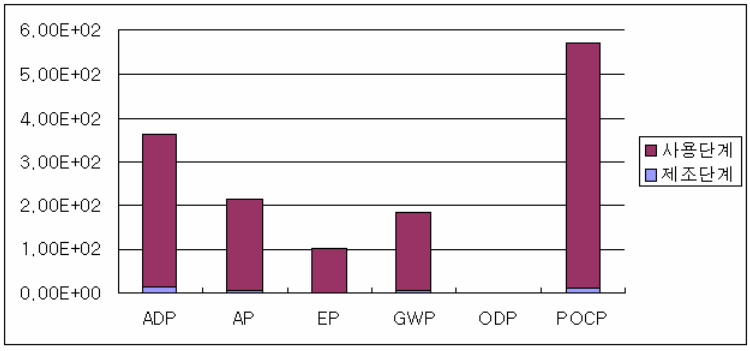

Fig. 1 The environmental loads of bimodal tram with impact category

4. 결론

도로교통 혼잡이 가중화되고 친환경성에 대한 요구가 급증하는 상황에서 새로운 교통수단인 바이모달 저상굴절 차량의 개발은 매우 중요하다. 특히 환경친화적인 특성을 파악하기 위해서는 단순히 운행단계만을 비교할 것이 아니라 원료의 취득부터 폐기까지 전과정을 고려함으로써 보다 정확한 환경성을 파악할 수 있다. 본 연구에서는 현재 한국철도기술연구원 주관으로 개발 중인 바이모달 저상굴절 차량의 제조 및 사용단계에 대한 전과정평가를 수행하였다. 그 결과 사용되는 연료소비가 대부분의 환경부하 발생에 영향을 미쳤으며, 광화학적 산화물 범주가 가장 높게 나타났다. 향후 타교통수단과의 비교를 통해 환경친화성에 대한 상대적인 평가가 필요하나, 이와 같은 전과정평가 결과의 활용은 친환경 교통수단으로써의 바이모달 저상굴절 차량의 환경성을 정량적으로 파악하고 효율적인 개선방안을 수립할 수 있다.

5. 감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2007년도 국가교통핵심기술개발사업(06교통핵심 B01)의 지원으로 이루어졌음에 이에 감사드립니다.

6. 참고문헌

(1) 신에너지 바이모달 저상굴절 차량 운영시스템 기반기술 개발, 1st report, 한국철도기술연구원, 2007
(2) 전동차 전과정평가 시스템 개발, final report, 한국철도기술연구원, 2007