

전과정 틸팅열차의 정량적인 환경부하 산출을 위한 기초 연구

A Basic Study for the Calculation of Environmental Impacts on the Life Cycle of Tilting Train

이재영*, 김용기**, 이철규***, 전용삼****, 이종범*****
Jae-Young Lee, Yong-Ki Kim, Cheul-Kyu Lee, Yong-Sam Jeon, Jong-Beom Lee

ABSTRACT

Recently, the tilting train has been developed to increase speed in conventional line. Due to global environmental changes, it is necessary to investigate quantitatively the environment of tilting train. This study evaluated the environmental impacts of tilting train to grasp a key issue environmentally. The related data were collected from bill of material (BOM). The system boundary of tilting train was determined by its cumulative weight. In addition, the CO₂ emission in the operation phase of tilting train was calculated. Based on this basic study, the environment of tilting train will be assessed exactly through the establishment of life cycle inventory database for its main components.

1. 서론

기존선에서의 속도 향상을 위해 국내에서 개발되어진 틸팅열차는 현재까지의 철도차량과 구별되는 다양한 특성을 보유하고 있다[1]. 특히 복합소재를 사용하여 차체를 경량화 함으로써 틸팅열차의 에너지 비용을 효율적으로 절약할 수 있다[1]. 이러한 틸팅열차의 환경성에 대한 진단은 최근 국내외적으로 중요성이 강조되고 있는 친환경 교통수단으로써의 역할을 확대하기 위해 무엇보다도 필요한 연구이다. 본 연구에서는 틸팅열차의 전과정에 걸친 환경부하를 정량적으로 산출하고, 주요 환경이슈를 파악하기 위해 제조단계 및 사용단계의 정보를 기반으로 환경성에 대한 기초 연구를 수행하였다.

2. 연구방법

틸팅열차의 환경성을 진단하기 위해 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)를 틀로 사용하였다. Fig. 1과 같이 전과정평가는 원료취득에서부터 폐기까지(Cradle to Grave) 전과정에 사용되는 투입물(에너지 및 물질)과 배출물(대기 및 수질 오염물, 고체 폐기물)에 대한 정보를 기반으로 환경에 미치는 영향을 영향범주(Impact Category)에 따라 산출할 수 있다[2-3]. 본 연구에서는 틸팅열차의 BOM(Bill of Material) 정보를 기반으로 누적중량에 따른 시스템 경계(System Boundary)를 설정하였으며, 재질에 따른 중량분포를 확인하였다. 또한 현재 시운전되고 있는 틸팅열차의 운행 데이터를 이용하여 기존의 철도차량과 이산화탄소 배출량 측면에서 비교하였다. 향후 시스템 경계 내의 주요 물질 및 부품에 대한 전과정 목록(Life Cycle Inventory, LCI) DB의 확보를 통해 간략화된 전과정평가(Simplified LCA)를 수행할 계획이다.

* 한국철도기술연구원, 레도토목연구본부 환경화재연구팀, 정희원
E-mail : iyoung@krri.re.kr
TEL : (31)460-5388 FAX : (031)460-5319

** 한국철도기술연구원, 레도토목연구본부 환경화재연구팀

*** 한국철도기술연구원, 레도토목연구본부 환경화재연구팀

**** 한국철도기술연구원, 레도토목연구본부 환경화재연구팀

***** 한국철도공사, 수송안전실

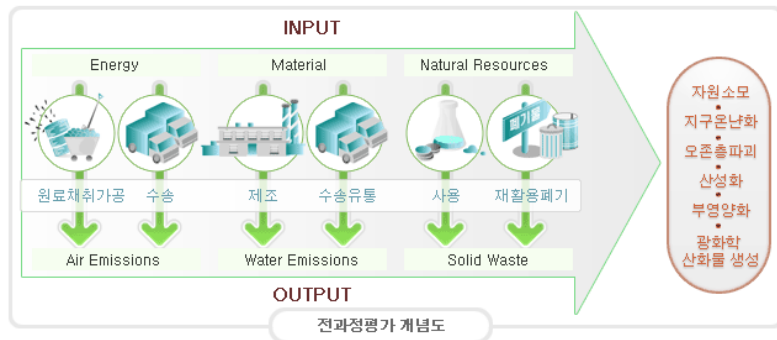


Fig. 1 Concept of LCA [3]

3. 연구결과

Table 1과 같이 틸팅열차의 부품에 대한 중량 분포 및 주요 재질 정보를 기반으로 누적중량에 따른 시스템 경계를 설정하였다. 시스템 경계 내에서 금속계통이 대부분 80 % 이상 사용되고 있으며, 각 물질의 재이용/재활용/폐기 여부를 판단하여 전과정평가에 반영한다. 특히 복합소재 차체의 주요 성분인 유리섬유의 재활용 기술 개발은 틸팅차량의 전과정에 대한 환경부하 저감에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 1. Example of data inventory for LCA of tilting train

Part	Description	weight (kg)	Weight percent (%)	Cumulative weight percent (%)	하위부품	주요재질
대차	Boogie (Front)	9,400	17.6%	17.6%	body & Wheel s	ASS'Y
대차	Boogie (Rear)	9,300	17.6%	35.1%	body & Wheel s	ASS'Y
구체	Under frame	5,909	11.1%	46.2%	ront/Middle/R	STS
상하기기	MAIN TRANSFORMER	3,580	7.2%	53.4%	-	-
구체	Car Body Block (복합소재)	2,196	4.1%	57.5%	Side/Roof/End	Carbon
상하기기	Main Converter/Inverter	2,100	3.9%	61.5%	-	-
구체	Cab Structure ass'y	1,818	3.4%	64.8%	nderframe/Boo	-
구체	Car Body Block (Frame)	1,382	2.6%	67.5%	Side/Roof/End	STS
객실설비	Floor	-	0.0%	-	-	합판+재 놀리미 내이르
객실설비	Floor Covering	1,200	2.3%	69.8%	-	합성 고무
공기조화	Cooling Unit Assembly	1,200	2.3%	72.0%	-	ASS'Y
객실설비	Ruggage Rack	-	0.0%	-	-	유리섬유
객실설비	Rack Frame	763	1.4%	73.4%	-	STS

틸팅차량의 운행단계에서는 기존의 철도차량과 비교하여 복합소재를 사용함으로써 경량화에 따른 에너지 절감 효과를 나타내고 있다. 이를 환경적인 측면에서 이산화탄소 배출량으로 산출하여 비교하면 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 디젤기관차의 약 1/5, 전기기관차의 약 1/3 수준임을 확인하였다.

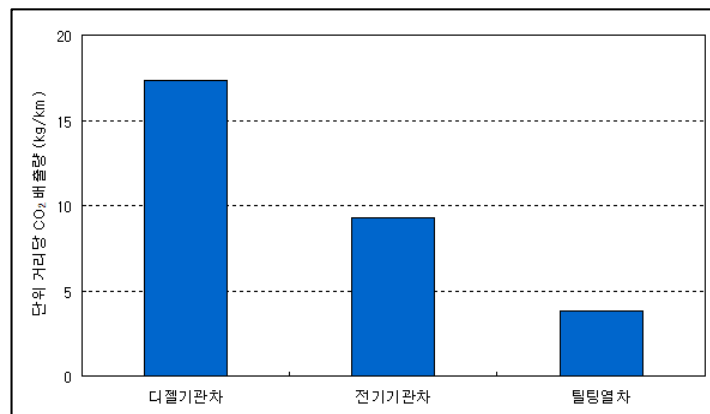


Fig. 2 Comparison of CO₂ emission per km

4. 결론

틸팅열차의 환경성에 대한 정량적인 진단은 기존의 철도차량을 대체하기 위한 근거로써 활용될 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 운행단계에서의 에너지 절감효과뿐만 아니라 틸팅열차의 제조단계에서부터 전과정에 걸친 환경부하를 평가함으로써 친환경 철도차량으로 위치를 확보하고자 한다. 먼저 전과정 평가를 적용하기 위하여 틸팅열차에 사용되는 물질 및 질량을 기반으로 시스템 경계를 설정하였다. 주요 물질에 대한 사용 비율 및 재활용 여부를 조사하였으며, 운행단계의 전력소비 데이터를 이용하여 이산화탄소 배출량을 산출하였다. 디젤기관차 및 전기기관차와 비교하여 매우 낮은 이산화탄소를 배출하고 있음을 확인하였다. 이를 기반으로 향후 틸팅차량의 원료취득-제조-운행-폐기 단계의 환경부하를 정량적으로 산출하여 효과적인 환경개선 방안을 수립하고, 틸팅열차의 환경친화성을 지속적으로 향상시켜 나갈 계획이다.

5. 감사의 글

본 연구는 국토해양부가 지원하는 ‘한국형 틸팅열차 신뢰성평가 및 운용기술개발사업’의 일환으로 수행되었음에 이에 감사드립니다.

6. 참고문헌

- (1) 철도기술연구개발사업, final report, 한국철도기술연구원, 2006
- (2) 전동차 전과정평가 시스템 개발, final report, 한국철도기술연구원, 2007
- (3) 김상용 외 공역, 환경 전과정평가, 시그마프레스, 1998