

철도차량을 위한 에코디자인 프로세스 연구

The study ecodesign process for EMU(Electrical Moto Unit)

백춘열*
Baek, Chun-youl

최요한*
Choi, Yo-Han

김용기**
Kim, Young-Ki

이건모*
Lee, Kun-Mo

ABSTRACT

Ecodesign is specific process integrating environmental aspect as a cost, quality, function into the stage of product development. Ecodesign is one of importance elements for sustainable development, a lot of company and institute have been tried to integrate environmental aspect into the stage of product development. But there's almost no endeavor to improve environmental aspects of electrical moto unit in korea. In this research, LCA was conducted for identifying environmental key issue of EMU. Also EQFD was conducted for analysis of stakeholder requirements. Combining each results from LCA and EQFD by using environmental strategy. Advancing to measure, task from environmental strategy. Finally, EMU was redesigned and we took ecology profile of redesigned EMU including eco-efficiency.

1.서론

제품 설계시 제품의 가격, 성능 및 품질과 함께 환경 인자를 고려하는 에코디자인은 지속가능발전을 위해 필요한 가장 중요한 요소 중의 하나이며, 전세계 수많은 기업이나 연구소에서 이러한 개념을 제품개발 단계에 접목시키기 위해 노력하고 있다. 그러나 국내에서는 철도차량의 환경성 향상을 위한 노력은 전무한 상태이다. 이 연구에서는 철도 차량의 환경성을 규명하고 규명된 환경성을 실제적으로 철도차량 설계 시 고려할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다.

철도차량에 대한 전과정평가(Life Cycle Assessment; 이하 LCA)을 통하여 주요 환경 이슈를 파악한다. 또한 EQFD를 이용하여 이해관계자(Stakeholder)의 요구사항을 분석한 후, LCA결과와 EQFD의 결과를 전략(strategy)으로 통합한다. 전략으로부터 에코디자인 과업을 도출하는 과정에 관한 절차를 세부화 한다. 또한 설계 과정에서 설계자가 고려해야 하는 환경적인 측면을 전략과 연결시켜 제시한다. 에코디자인 절차를 따라 재설계된 철도차량의 환경성은 LCA를 통하여 도출하게 된다.

에코디자인 절차를 따라 재설계된 철도차량에 대한 환경성 프로파일(ecology profile)을 도출이 이 연구에서 핵심이다. 이 환경성 프로파일은 LCA 결과를 이용한 환경성 효율성(eco-efficiency)까지 포함 한다. 이 환경성 프로파일은 운영처, 제작사가 철도차량에 대한 환경성을 홍보할 수 있는 도구로 이용하게 된다.

2.본론

2-1. 제품 모델링

* 아주대학교, 환경공학과, 비회원

E-mail :chunyoul@ajou.ac.kr

TEL : (031)219-2409 FAX : (031)215-5145

** 한국철도기술연구원

제품의 환경성을 평가하기 위해서는, 체계적인 방식으로 구조화된 정량적인 제품 데이터를 이용하여 환경성 파라미터로 나타내어야 한다. 이 파라미터는 환경성품질기능전개(Environmental Quality Function Deployment; EQFD)에서 쓰이고, 최종적으로 도출된 주요 환경성 파라미터를 이용하여 에코디자인의 최종 결과인 목표사양을 만들기 때문이다.

선정한 각 환경성 파라미터별로 제품의 정량적인 데이터를 이용하여 대상 제품을 표현한다. 제품의 환경성을 평가하기 위해서는, 체계적인 방식으로 구조화된 정량적인 제품 데이터가 필요하다. 또 이 데이터는 제품의 전과정을 모두 포괄하는 것이어야 한다.

2-2. 주요 환경성 측면 분석

철도차량에 대한 환경성을 개선하기 위해서는 대상 철도차량에 대한 환경성 평가를 수행하는 것이 필요하다. 환경성을 평가하는 도구는 지금까지 물질흐름분석(MFA), 생태학적족적(Ecological Footprint) 등 여러 가지 도구가 제시되어 왔다. 철도차량의 에코디자인 시스템에서는 전과정평가와 환경성품질기능전개(Environmental Quality Function Deployment: EQFD)를 환경성 평가도구로 채택하였다. 전과정평가는 국제표준화기구(ISO)에 의해서 ISO 14044라는 제품 기반 환경성 평가 표준으로 제정되었다. 또한 아직 철도차량에 대한 환경성 평가를 위한 국제 표준이나 국내 표준이 설정되지 않은 상태이며, UIC CODE 345와 Bombardier 및 Simense와 같은 철도 관련사들이 전과정평가를 이용하여 철도차량에 대한 환경성을 평가하고 있다. 따라서 국제표준으로 받아들여진 환경성 평가 방법론을 철도차량의 환경성 평가 방법으로 채택했다. 또한 철도 차량의 이해관계자의 요구사항을 고려하여 철도 차량의 환경적 취약점을 파악하는 도구인 EQFD를 채택하였다.

2-2-1. 전과정평가

전과정평가 단계에서는 대상 철도 차량의 환경성을 평가한다. 이는 철도 차량 자체가 가지고 있는 환경적 취약점을 밝혀내는 것을 의미한다. 제품을 이루고 있는 물질의 취득에서부터 제조, 운송, 사용을 거쳐 폐기될 때까지의 전과정 중 어떤 단계에서 가장 심각한 환경 문제를 야기하며, 그때 야기되는 환경 문제는 무엇이며, 이러한 환경 문제를 일으키는 주요 이슈는 무엇인지를 밝혀낸다. 환경적 주요 이슈는 기여도분석(Contribution Analysis)을 통해 파악되며 기여도 분석 결과는 환경적으로 가장 큰 영향을 차지하는 전과정단계, 영향범주, 공정, 원료물질 등을 알아낼 수 있다.

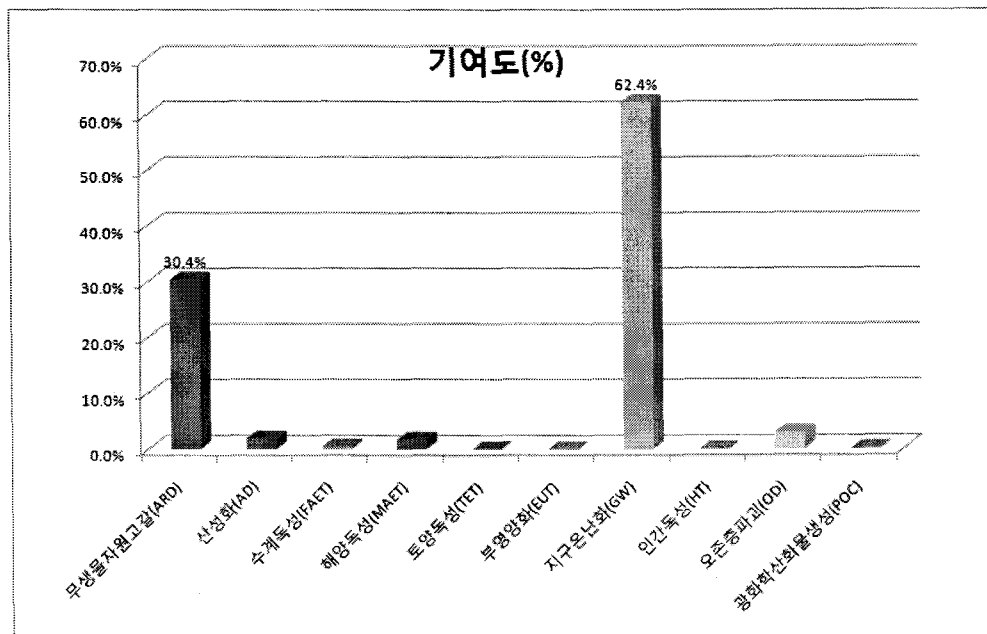


그림 1-1. AI구체 전동차(T-car)(운행포함)의 영향범주별 기여도

2-2-1. 이해관계자 요구사항 파악

철도차량의 최종 수요자, 환경 관련 법 및 규제, 표준, 환경 마크 그리고 경쟁 회사, 설계자 등의 이해관계자의 요구사항을 환경성 파라미터로써 도출시키는 방법이다. 철도차량의 환경성을 개선하기 위해서는 제품을 둘러싼 이해관계자들이 철도차량에 대해 어떤 사항들을 요구하고 있는지 먼저 분석해야 하며, 이런 요구 사항들을 환경성 파라미터로 나타내어야 한다. 이 연구에서는 대상 제품의 이해관계자 요구사항을 분석하고, 환경성품질기능전개(Environmental Quality Function Deployment; EQFD)를 이용해 중요도가 높은 환경성 파라미터들을 도출 한다.

환경성품질기능전개(Environmental Quality Function Deployment; EQFD)

환경성품질기능전개는 환경과 관련된 이해관계자의 요구사항을 만족시키기 위해 어떠한 디자인 파라미터로 체계적으로 주요 파라미터를 파악할 수 있게 만들어주는 도구이다. EQFD는 두 단계에 걸쳐 진행된다.

첫 단계는 이해관계자 요구사항을 파악하여 중요도를 결정하는 과정이다. 중요도를 결정하는 방법은 여러 가지가 있으나 가장 일반적인 방법은 이해관계자들 간의 의견조율을 통해 산정하는 방법이며 중요도의 차이에 의해 0에서 10점까지의 점수를 부여하게 된다.

두 번째 단계는 이해관계자의 요구사항과 환경성 파라미터간의 관련 정도를 파악하는 것이다. 이때 관련 정도는 서로간의 비교를 통해 0, 1, 3, 9,점을 부여하게 된다.

2-3. 주요 환경성 측면의 일반 설계단계의 통합

ISO/TR14062는 에코디자인 국제 표준으로서 그 목적은 제품의 설계 및 개발 단계에 환경성 측면 통합이다. 철도차량 설계는 환경성만을 고려해서 설계할 수 없다. 오히려, 기존의 설계 사양에 환경측면을 반영하되 기능의 저하를 최소화 하고, 경제성을 최대화 하는 방향으로 설계를 통합하는 것이 필요하다. 환경성 평가 결과를 철도차량에 반영하기 위해서는 철도차량의 에코디자인 프로세스 개발 및 적용이 필요하다. ISO/TR 14062는 범 제품에 대한 일반적인 방법론이며, 전기전자 제품이나 컴퓨터 제품의 경우 IEC Guide 114, IEC 62430(CD)(이상 전기전자 제품)과 ECMA 341(전기전자제품)과 같은 국제 표준 및 업계 표준등을 제정하여 제품생산자들이 이를 활용하도록 하고 있다. 철도산업에서 본다면, 특히 EU의 경우 RAVEL, REPID, PROSPER과 같은 프로젝트를 통해서 알 수 있듯이 에코디자인 방법론을 구축하고 실제 철도차량 설계 단계에 적용이 가능한 설계안을 도출해야 한다. 이 연구를 통하여 설계안을 도출하는 과정에서 참고 할수 있는 사항들을 정리하여 ‘철도차량의 에코디자인 가이드라인’을 제시한다.

2-4. 철도차량 제작

환경성 측면을 통합한 설계안을 바탕으로 실제 설계를 실시한다.

2-5. 환경성 개선에 대한 평가

설계 초기에서 수행한 환경성 평가를 다시 수행하여 설계전과 후의 환경성을 비교한다.

2-6. 차후 철도차량 설계에 반영 및 문서화

이상의 결과에 대해서, 초기 설정 목적에 부합하는 지 여부에 대한 평가를 실시하며, 미흡한 부분은 다음 차량 설계나 양산시에 철도차량의 환경성 개선에 반영하도록 하며, 이를 문서화하여 지속적인 철도차량 환경성 개선의 자료로 활용한다.

2-7. 환경성 개선 정보 공개

철도차량 환경성 개선 시스템을 통해 도출된 환경성과는 초기 설정 목적에 따라 다양한 형태로 정보를 공개하고 흥

보하는데에 활용한다. 예를 들어, 대상 이해관계자는 투자자, 주주, 고객(승객, 시행청), 정부관계자 등으로 다양할 수 있으며, 각 이해 관계자에 대해서 환경보고서, EPD, E/E와 같은 형태로 정보를 전달할 수 있다. 이를 통해서 기업 이미지 개선, 환경 보호와 같은 효과들을 얻을 수 있다.

3. 결론

이 연구에서는 철도차량을 위한 에코디자인 프로세스의 제안을 목적으로 수행하였다. 전반적인 방법론은 전기전자 제품의 국제 표준을 따른다. LCA, EQFD를 통하여 주요 환경 이슈를 도출하고 주요 환경 이슈로부터 철도차량의 설계안을 얻는 과정을 세부적으로 제안 하였다. 또한 설계안을 얻는 과정에서 참고할 수 있는 “철도 차량 에코디자인 가이드”를 제안한다.

4.1 설계 전문가에게 세부 적인사항에 대한 가이드를 줄 수 있다.

제품 환경 전문가가 가이드 형식의 일반적인 전략을 설계 전문가에게 제시하던 기존 에코디자인 방법론과 달리 주요 환경 이슈별 설계안을 제안하여 철도 차량 설계자가 쉽게 설계변경이 가능하다.

4.2. 효과적인 철도차량의 환경성 홍보

에코 효율성을 통하여 운영처와 제작사가 초기에 설정에 목적에 맞게 철도 차량의 환경성과를 홍보할 수 있다.

5. 향후 연구 과제

에코 효율성을 이용하여 환경성과를 홍보하기 위해서는 동일한 시점의 데이터 습득이 필요하다. 또한 철도차량의 환경성 파라미터별 데이터를 정리하고 분석하여 좀 더 세부적인 사항에 대한 데이터를 구축할 필요가 있다.

4. 참고 문헌

- [1] Kun-Mo Lee, Wolfgang Wimmer(2004), “ECODESIGN Implementation - A Systematic Guidance on Integrating Environmental Considerations into Product Development” Springer
- [2] Kun-Mo Lee(2004). Atsushi Inaba, Life Cycle Assessment - Best Practice of ISO 14040 Series, APEC
- [3] Kun-Mo Lee, Pil-Ju Park(2005), Ecodesign Best Practice of ISO/TR 14062
- [4] UIC(2006), UIC CODE 345 Environmental specifications for new rolling stock
- [5] Leuven Univesity Press(2001), Integrating Eco-Efficiency in Rail Vehicle Design
- [6] Toyota Motor Corporation (2004), Environmental & Social Report
- [7] Fujitsu Group(2004), Fujitsu Group Sustainability Report,
- [8] 박필주(2003), 전자 제품의 에코디자인 방법론 연구, 박사학위 논문
- [9] IEC(2007), IEC63420 Ed. 1 Environmentally Conscious Design for electrical and electronic products and systems(Committee Draft)
- [10] IEC(2003), IEC Guide 109: 2003 Environmental Aspect - Inclusion in electrotechnical product standards