

전동차 환경성 평가 S/W RACE의 개발

Development of RACE: Software for Environmental Assessment of Electric Motor Units

김용기* 이재영* 이철규* 은종환**
Kim, Yong-Ki Lee, Jae-Young Lee, Cheul-Kyu, Eun, Jong-Hwan

ABSTRACT

An electric motor unit (EMU) is manufactured from a large number of components and parts which are made of extensive raw materials. It emits much environmental load throughout its entire life cycle, having both complicated and elaborated system and long period of life time. Therefore, it is necessary to investigate the methodologies and tools to analyze the environmental performance of EMUs throughout their life cycle. RACE (Rail Assessment for Clean Environment) developed in this study is the software that can analyze the environmental impacts and eco-efficiency of EMUs, which are new concepts proposed for sustainable development. It has database for main components as well as principal materials contained in EMUs. Manufacturers and operators can use it to assess the life-cycle environmental impacts of EMU and support their decision making. RACE can also be used as a tool for environmental communication between manufacturers and operators.

1. 서 론

전 세계의 온실가스 배출량 중 교통부문 온실가스 배출량은 2000년 기준으로 약 24.1%에 해당하는 규모이며 향후에도 가장 증가율이 높을 것으로 추정된다. 우리나라의 경우 현재 온실가스 배출량 세계 10위, 경제협력개발기구(OECD) 국가 중에서 온실가스 배출 증가율 1위국이다. 다가오는 2013년부터 온실가스 2단계 의무감축 대상국에 포함될 경우 국내 기업의 경쟁력이 위기를 맞을 것으로 우려된다. 온실가스 배출량의 94%가 에너지 소비와 산업공정에서 발생하는 우리나라가 온실가스 감축의무를 받게 되면 기업의 경제적 부담은 적지 않기 때문에 전체 온실가스 배출량 저감대책에서도 교통부문은 중요한 비중을 차지할 것으로 예상된다. 따라서 산업부문별로 저감대책을 수립하고 대응을 위해서라도 교통부문에서 타 교통 수송수단 대신 많은 수송부담의 역할을 하게 될 친환경적인 철도수송에서도 이에 대한 대응책이 필요하다. 또한 국제시장의 변화에 따라 EU를 중심으로 에코디자인의 중요성이 크게 부각됨으로써 국가별 지침, 제품별 S/W 및 DB의 구축이 진행되고 있다. 이와 같은 국제환경 규제에 대응하는 대표적인 틀인 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA) 기법은 환경부하를 진단하기 위한 주요 수단으로 활용되고 있으며, 기후변화협약 등 국제적 환경변화에 능동적인 대처방안을 수립할 수 있다. 우리나라의 경우 친환경 수송수단과 정책에 필요한 정량적 정보가 부족하고 국가적으로 공인된 원단위 DB(LCI DB) 및 정량적 평가방법의 미비로 실제적인 친환경 교통수단의 평가와 육성에 상당한 제약이 따르고 있다.

전동차는 많은 원료와 재료를 사용하여 부품을 제작하고 조립하여 완성한다. 전동차는 내구연한이 길어 제작, 운행 및 폐기단계의 전과정에서 환경부하물질을 배출하게 된다. 따라서 전동차의 전과정에서 발생하는 환경부하물질을 파악하고 부하저감을 통해 제품이나 서비스 환경부하 상태를 파악할 수 있는

* 한국철도기술연구원, 환경화재연구팀, 정희원

E-mail : ykkim@krri.re.kr

TEL : (031)460-5382 FAX : (031)460-5319

** (주)에코시안, 비회원

전동차의 전과정 단계에서의 환경부하 진단을 위한 S/W개발이 시급하였다. 본 연구에서는 건교부 미래 철도기술개발사업의 프로그램을 통해서 전동차 전과정평가 시스템 개발과제를 수행하면서 전동차의 주요부품에 대한 간이 전과정평가를 수행한 결과를 DB화하여 물질중심의 국가 LCI DB와 부품의 LCI DB가 내장되어 있고, 전동차의 환경부하 진단에 대한 DB영향을 분석하고 환경에 대한 경제성 즉, 에코효율성을 평가할 수 있는 RACE S/W를 개발하였다. 본 RACE S/W는 전동차의 환경성 진단을 통한 현재의 수준과 현황과약을 통한 문제점과 개선방향, 신조차 제작시 기존의 개선점을 반영할 도구로서도 비교 활용이 가능하다. 철도차량 및 철도산업에서 폭 넓게 활용하기 위해서는 DB의 구축과 공유, 실시간 정보를 교환할 수 있는 웹기반평가시스템의 구축이 반듯이 이루어져야 한다. RACE S/W를 철도산업에 널리 보급하여 분야별 기후변화 대응 수단으로서 온실가스배출량 산정을 위한 기본 틀로서의 확장이 가능한 실시간 정보를 공유할 수 있는 네트워크시스템의 초석을 마련하였다. RACE S/W는 최근 지속가능개발이라는 패러다임의 개념과 전동차 경제적 측면을 고려한 환경성을 평가함으로써 내부의사결정을 지원할 수 있고, 제작사와 운영사간의 전동차 환경성에 대한 의사소통의 지원도구로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구방법

2.1. 전과정평가 S/W기본 및 상세설계

전과정 평가 수행을 S/W상에서 구현하는 과정은 LCA 수행에 사용할 DB를 생성 또는 구축, 수집한 물질 데이터와 DB를 연결하여 연산 수행, 사용자가 이해하기 쉽게 결과 값을 화면상으로 표현하는 단계로 진행되도록 주요기능을 구성하였다.

가. 데이터베이스 구축 (대차, 구체, 내장재 : 모듈별 총 27개)

- ① 철도차량 부품D/B : 기존에 구축되어 있는 철도차량의 부품 LCI 및 LCA D/B
- ② 물질 D/B : 물질별 LCI 및 LCA D/B
- ③ 연료 및 전력 LCA/LCI D/B : 특정연료 및 전력의 운송거리에 따른 LCI 및 LCA 결과 D/B

나. 전과정평가 S/W 설계

- ① 철도차량 부품 LCI DB, 물질 LCI DB, 연료 LCI DB를 기본으로 하여 변경되는 입력 조건에 따라 간략한 LCA 결과를 도출하는 S-LCA S/W의 기능
- ② 산출평가 결과의 종류 : 목록분석 결과, 특성화 결과, 가중화 결과, 선택한 물질 발생량
 - 가중화 결과 : 선택한 전체 영향범주를 합산한 환경부하
 - 특성화 영향범주별 결과 : 지구온난화, 산성화, 자원고갈 등
 - 지구온난화 영향 물질 : CO₂, SO_x, NO_x 등의 발생량
- ③ 영향범주의 종류는 사용자가 임의로 선택 가능
- ④ 영향평가의 종류(특성화 또는 가중화) 선택 가능
- ⑤ 특정물질을 선택하여 발생량의 파악 가능

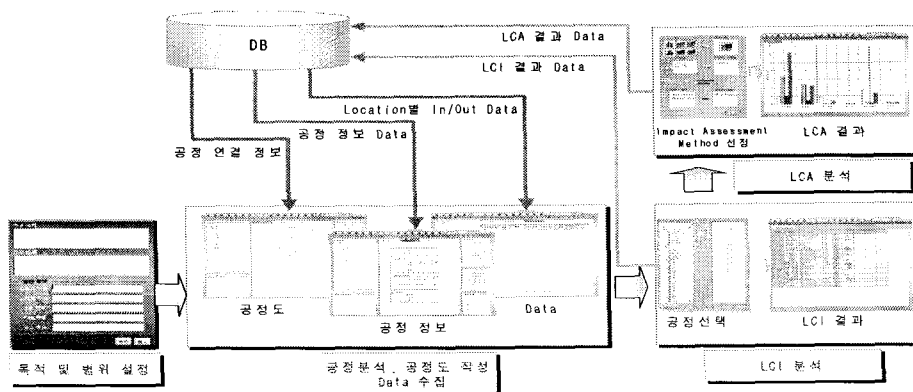


그림 1. 전과정 평가 S/W 기본 구조

2.2. 에코효율성 평가 S/W 기본 설계

에코효율성 평가 절차에 따른 에코효율성 평가 소프트웨어의 수행 로직은 아래그림과 같이 크게 에코효율성의 평가, 수행 결과의 조회 및 비교, 데이터베이스 편집 및 조회 등의 기능을 제공을 통하여 이루어진다. 평가기능은 실제 신규 대상 제품 및 서비스에 대해 에코효율성 평가를 수행하는 기능이며, 데이터베이스 편집은 기 구축된 데이터베이스의 입력 및 조회가 가능하도록 한 기능이다. 이 때 데이터베이스는 전동차의 전과정에 걸친 환경영향을 정량적으로 파악한 환경영향 평가 결과와 본래의 목적기능인 서비스 제공 수준 및 연간 매출액을 포함한 개념의 전동차 부품 지속가능성 평가가 가능토록 한다. 비교기능은 신규 수행한 에코효율성 평가결과와 기 평가된 에코효율성 평가 결과의 비교를 통하여, 에코디자인의 툴로써 활용이 가능하다. 에코효율성 평가기능은 아래의 그림과 같은 흐름에 의해 수행된다. 홍보용 및 설계자용 에코효율성 평가 기능 선택 후 평가 에코효율성 평가 대상을 선정하여 에코효율성 평가를 수행하며, 에코효율성 평가 지수 DB 및 전과정평가 수행 결과 DB와 연계되어 에코효율성 평가가 수행된다. 전동차의 에코효율성을 평가하기 위한 방법론으로 소비자 및 내부 이해관계자를 위한 홍보용 에코효율성 평가기법과 전동차 설계자를 위한 설계자용 에코효율성 평가기법이 내장되어 있다.

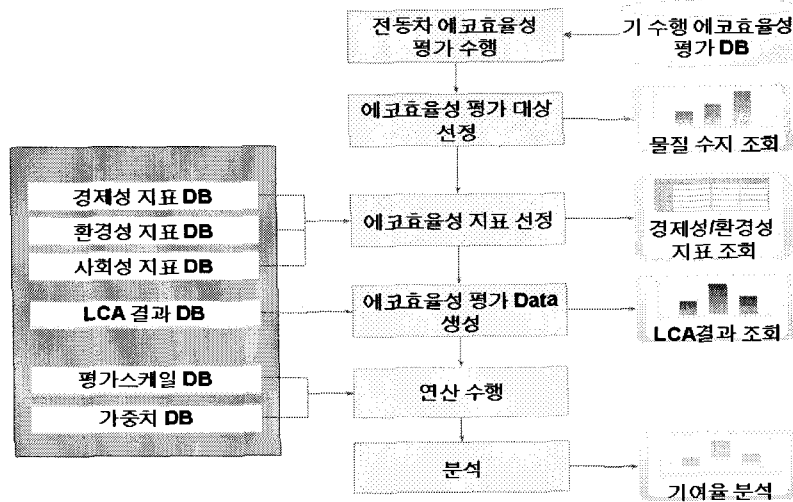


그림 2. 에코효율성 평가 기본 구조

2.3 개발 소프트웨어 주요 특징

가. 전과정 단계별 평가결과 도출

현재 상세 설계된 전과정평가 모듈의 경우, 초기값 입력 시부터 제조단계, 사용단계, 폐기단계로 구분된 결과를 산출할 수 있도록 설계되어 있다. 에코효율성 평가 수행에서도 각 단계별 에코효율성 평가 결과뿐 아니라 전체 통합 결과를 도출할 수 있도록 하였다.

나. 차량의 구조를 이미지로 표현하여 직관성을 높임

부품 또는 차체를 이미지로 표시한 사용자 인터페이스를 채택하여 평가하고자 하는 부품의 신속한 선택 등의 사용 편의성을 높여, 처음 에코효율성 평가 소프트웨어를 접한 사용자의 이해를 돕고자 하였다.

다. 내장 데이터베이스

공용부품, 물질, 에너지 및 운송으로 구분된 데이터베이스를 내장하고, 공용부품 데이터베이스는 평가스케일과 가중치가 설정되어 있어 추가적인 데이터의 입력 없이 에코효율성 평가가 가능토록 한다.

라. 비교, 주요이슈 도출 및 보고서 작성 기능

에코효율성 평가결과의 비교, 주요이슈(Key Issue) 도출 및 전체 평가결과 보고서 작성기능으로 사용 편의성을 증대하고자 하였다.

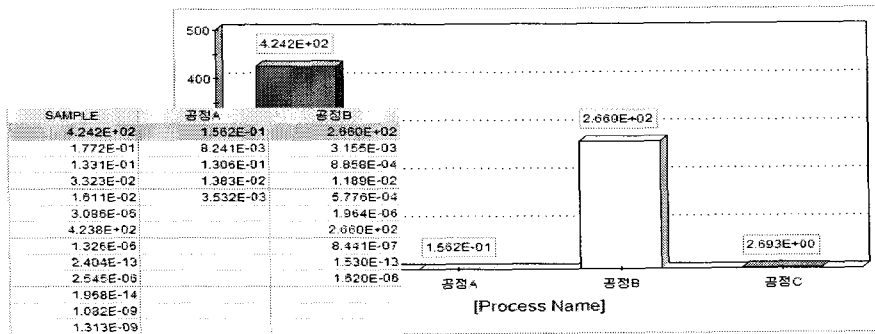


그림 3. 비교 및 주요 이슈 도출 가능 예시

마. 데이터 내보내기 및 불러오기 기능

기존 외부 데이터 파일에서 일부분 및 전체 내용을 가져와 현재 편집 중인 프로젝트에 추가하는 기능으로 신속한 편집 및 평가결과의 도출이 가능하도록 하였다. 또한 기존 데이터베이스 또는 데이터 파일의 내용을 일정한 형식을 가진 파일 형태로 내보내는 기능을 부가하였다.

2.4 전동차 환경성 및 에코효율성 평가 소프트웨어 통합

대차, 구체 및 내장재 등에 대하여 간이 전과정평가 수행을 토대로 데이터베이스를 추가적으로 구축하여 소프트웨어의 활용성을 강화하였다. 향후 추가적인 평가 결과가 축적되어 데이터베이스가 지속적으로 업데이트 된다면 더욱 신뢰도 높고 정밀한 평가 결과를 획득할 수 있을 것으로 기대된다.

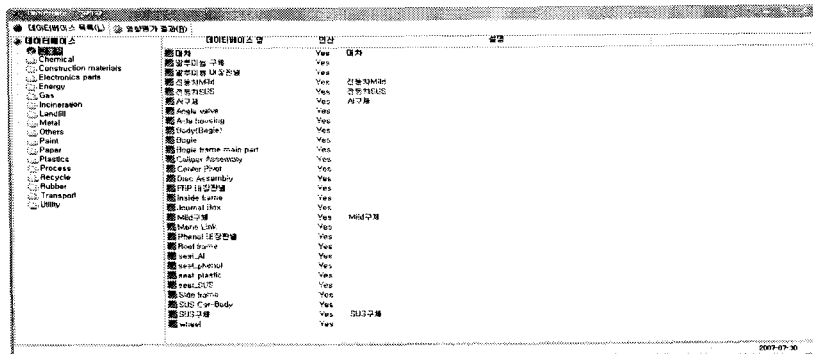


그림 4. 전동차 주요부품 데이터베이스

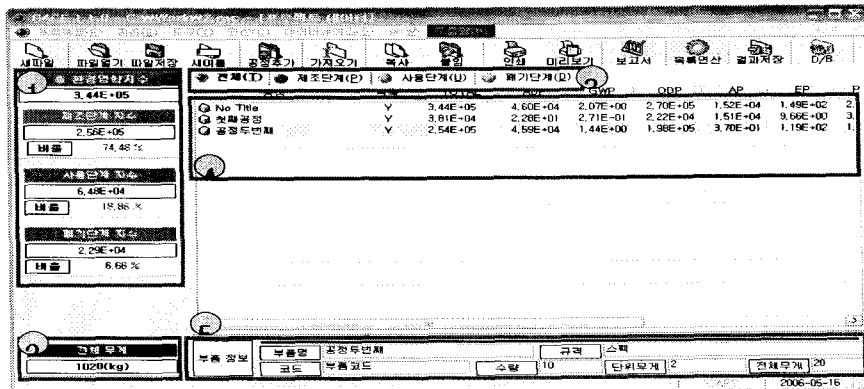


그림 5. RACE S/W의 초기화면

3. 맺은말

2005년 교토의정서 발효 이후 기후변화를 방지하는 노력이 범국가적으로 확대되고 있으며 2007년 8월 말 비엔나에서 158개국이 2020년까지 지구온실가스를 25~40%감축합의한바 있고, 우리나라는 2013년 이후 2차 의무공약기간이 시작될 때 감축의무를 부담할 것이 현재로서 거의 확실시되고 있으므로 온실가스에 대한 체계적인 대응이 무엇보다 필요한 시점이다. 유엔기후변화포럼('07.09)에서도 지구온난화에 대한 대응은 국제적 이슈 중에서도 가장 중요한 사항으로 대두되었다. 본 연구에서 개발한 RACE S/W에서는 전동차의 전과정에 걸친 환경영향을 분석하는 본래의 기능에 덧붙여 전과정에 걸친 온실가스 발생량을 계산할 수 있는 기능이 추가되어 있다. RACE는 전동차에 국한되어 있지만, 철도차량 및 산업전분야에서도 응용 활용할 수 있는 초석을 마련하였다. RACE S/W의 핵심적 데이터베이스는 국가 LCI 데이터베이스에서 제공하는 기초물질뿐만 아니라 연구과제의 성과물인 부품 단위 LCI 데이터베이스라고 볼 수 있다. 또 하나의 특징은 환경성 및 에코효율성 평가 소프트웨어는 공정 중심에서 제품 중심으로 변화하고 있는 환경성 관리 동향을 반영하여 전동차 1량(이상도 가능) 및 각 부품의 경제적/환경적 측면을 분석하고 에코효율성을 정량적으로 산출해 낼 수 있도록 설계되어 있다. 전과정평가 모듈은 전동차의 환경성을 평가해보고자 하는 전동차 운영사 및 제작사의 실무자 및 의사결정권자, 국가 교통정책 의사결정자, 일반 소비자 등 매우 다양한 계층에서 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 철도산업별 전과정 환경성 정량적 평가 및 지구온실가스배출량 산출 및 저감 대응책 마련을 위한 철도차량 및 철도산업에서 폭 넓게 활용하기 위해서는 분야별 DB의 구축과 확장은 물론 DB의 공유, 실시간 정보를 교환할 수 있는 웹기반평가시스템의 구축에 대한 후속 연구를 통해 반드시 DB의 추가 및 보완과 업그레이드가 이루어져야 한다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 미래철도기술개발사업의 일환으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김용기, 이재영, 서민석, 은종환, “전동차 에코효율성 평가를 위한 S/W 기본설계”, 2006추계철도학회논문집
2. 김용기, 이재영, 서민석, 최요한, “전동차 환경성 진단용 RACE프로그램의 주요기능”, 2007춘계철도학회논문집
3. 김용기, 이재영, 서민석, 최요한, “전동차 환경성 진단용 RACE프로그램 개발 방향”, 2007추계철도학회논문집
4. 한국철도기술연구원(2007), 전동차 전과정평가 시스템 개발, 3차년도 최종보고서