

RAM 데이터를 적용한 철도시스템 LCC 분석 SW 개발 연구 Development of Life Cycle Cost Software related to RAM data in the Railway System

*박준서, *김종운, *김재훈, *정우성

*Jun Seo Park(jspark@krii.re.kr), *Jong Woon Kim, *Jae Hoon Kim, *Woo Sung Jung
한국철도기술연구원

Key words : Reliability, Maintainability, Maintenance, Life Cycle Cost

1. 서론

철도시스템의 경우 LCC는 시스템 성능 인자로서 중요한 고려요소인 신뢰성(R), 가용성(A), 유지보수성(M) 즉 RAM 성능과 밀접하게 관련되어 있다. 그러나 RAM 성능과 LCC는 서로 Trade-off의 관계가 있어 RAM 성능이 높고, LCC가 적게 드는 최적의 성능 조합을 찾아 시스템 운영전략을 수립하는 것이 철도 운영자 입장에서는 무엇보다도 중요하다. 최근에 제시된 RAM관련 국제규격인 IEC/TR 62278-3(2010)에서도 수명주기기간 동안 RAM 활동과 관련된 세부수행지침을 제시하고 있고, LCC와 관련하여 RAM 파라미터와 연계된 LCC 모델을 수립하여 비용분석을 하도록 요구하고 있다. 여기서의 LCC 모델은 철도차량의 주요 특징을 비용으로 환산하여 표현된 단순화된 계산식으로, 특히 철도 유지보수비용과 관련하여 구체적으로 부품비, 작업인시, 인건비, 정비주기, 고장율 등을 고려한 LCC 분석을 수행하도록 요구하고 있다. 여기서는 유럽철도차량연합회인 UNIFE의 LCC 모델을 기초로 개발된 RAM 데이터를 적용한 LCC 분석 SW 개발내용을 소개한다.

2. 철도시스템 LCC 분석 SW

2.1 LCC 분석 절차

LCC 분석과 관련된 국제규격으로는 시스템 가용성(A) 향상 활동과 관련된 신인성(D) 규격인 IEC 60300 3-3에 언급되어 있으며, 개발된 LCC SW에서도 국제규격에 따른 LCC 절차에 따라 분석을 수행하도록 구성하였다. 그림 1은 개발된 LCC SW의 분석 절차를 보인 것으로 프로젝트와 관련된 목적 및 내용을 정의하고, 관련된 비용구조(CBS)를 구성한 후, 제품구조(PBS) 개개의 비용관련 데이터를

유지보수활동 최저단위인 LRU단위까지 수집하고, 개발된 LCC 모델을 적용하여 비용을 예측하고, 결과를 출력할 수 있도록 하였다.

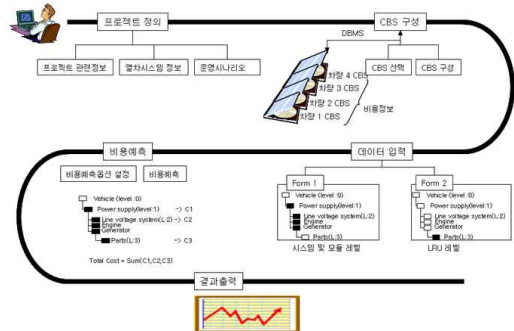


Fig. 1 Procedure of LCC Analysis

2.2 LCC 비용구조(CBS)

LCC 분석을 위해서는 프로젝트의 어떤 목적으로 LCC를 적용할 것인가를 고려하여 관련된 비용구조를 수립해야 한다. 본 연구에서는 시스템 유지보수 비용을 예측하기 위한 목적으로, 개발단계에서의 관련 참여업체로부터 RAM활동과 관련된 데이터 획득 가능성을 고려하여 그림 2와 같이 LCC 비용구조를 전개하였다. 따라서 총 LCC는 이들 도입비와 유지보수비의 총 합으로 나타내게 된다.

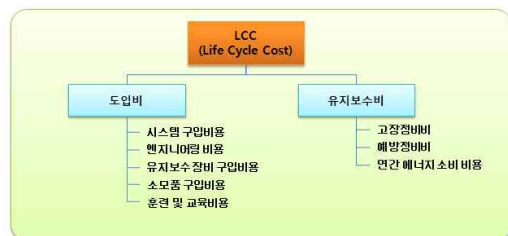


Fig.2 LCC Cost Structure

2.3 LCC 계산 모델

상기 LCC 각 비용항목을 계산하기 위해서는 유지 보수 활동을 비용을 환산하기 위한 계산 모델이 필요하다. 도입비의 경우 초기년도에 발생하는 비용을 기준으로 계산되며, 철도시스템 구조(PBS)에 따라 등록된 시스템 별로 발생하는 비용을 전체적으로 합산하여 계산되도록 하였다. 그러나 유지보수비의 고장정비비의 경우에는 RAM 활동의 결과물인 FMEA (Failure Mode Effective Analysis) 분석 결과에 따른 LRU의 고장모드와 고장율을 기초로 수리가능여부를 판단하고, 고장정비와 관련된 재료비와 인건비의 합으로 산출하며, 예방정비비의 경우에는 각 고장에 대한 예방정비 업무의 고유코드(IN, SV, RP, NDT, OV 등)를 부여하고 예방정비 횟수와 정비주기의 단위(Y, M, D, KM 등)를 시간으로 환산하여 관련 재료비와 인건비의 합으로 산출되도록 하였다. 에너지 소비비용은 연간 소모되는 에너지 비용을 시스템 단위로 합산하여 산출하도록 하였다. 또한 차량시스템의 수명을 고려한 미래가치를 현재가치로 환산할 수 있도록 연간 물가상승률과 이자율을 고려한 계산이 가능하도록 하였다.

2.4 LCC 데이터 DB

국제규격인 IEC 62278에서는 RAM 활동을 14단계로 구분하여 전수명주기간에 걸쳐 생성된 데이터의 검증을 통해 다음 단계로 진행할 수 있도록 하고 있다. 이러한 엔지니어링 활동을 통해 생성된 데이터는 DB로 구축되게 되며, 추후 유사 활동이 이루어지면 앞서 구축된 검증 데이터를 활용함으로써 손쉬운 기술 향상이 이루어지게 된다. 상기 LCC 계산 모델을 통한 LCC 계산을 위해서는 참여 업체로부터의 데이터 수집을 위한 LCC 데이터 DB가 필요하다. 그림 3은 엑셀 형식으로 개발된 LCC 데이터 DB를 보인 것으로 시스템 전반에 관련된 시스템 Global DB, 예방정비비와 관련된 PM DB, 고장정비비와 관련된 CM DB로 구분하여 데이터 수집이 가능하도록 하였다.

2.5 LCC 계산

LCC 계산 결과는 철도시스템 각 PBS별 비용분포 파악이 가능하며, 이를 모두 합산하면 대상 차량시스템의 총 LCC 계산이 되고, 결과를 수치 및 차트를

통해 보여지도록 하였다. 또한 LCC 주요 지배인자에 대한 한번 입력으로 LCC 비용이 일괄적으로 계산될 수 있도록 함으로써 주요인자에 대한 민감도를 파악하여 다양한 대안 분석이 가능하도록 하였다. 그림 4에 LCC 분석 결과의 한 예를 보인다.

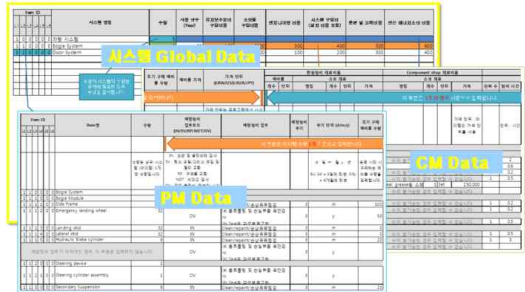


Fig. 3 Example of LCC data DB

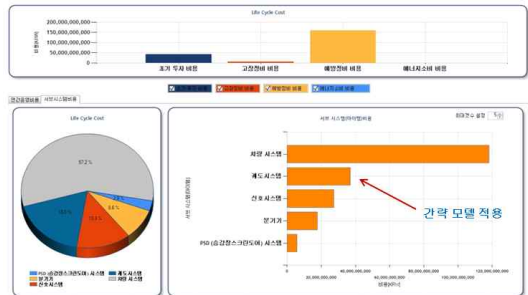


Fig. 4 Example of LCC Analysis

3. 결론

개발된 LCC SW는 철도시스템의 RAM 성능과 LCC 비용의 대안분석, Trade-off 분석을 통해 철도 관계자의 체계적인 시스템 운용전략, 정비 전략 등 수립에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 “자기부상열차실용화사업”의 지원으로 수행되었습니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. UNIFE LCC Group, “Guidelines for Life Cycle Cost Volumn I~IV“, 1997.
2. IEC/TR 62278-3, “Railway applications - Specification and demonstration of RAMS - Part 3: Guide to the application of IEC 62278 for rolling stock RAM”, 2010-04.