차세대 전동차 BOM구성 방안연구

A Study of the organization BOM for the next generation train system

박수중* 김영규 ** 이성권*** 이 한 민****

Park soo-choong Kim young-gyu Lee seong-gwon Lee han-min

ABSTRACT

This study is about to constructing BOM for managing and integrating information, which is drawing, technical data, attribution, design, ordering, cost, weight, process, service ,etc. based on train's system, elements, substructure, assembly, components, parts during whole train's lifetime of the next generation. The BOM is the mostly basic structure information as hierarchical data what are parts consisted specific products. The BOM was utilized as essential elements for collectively managing through informing all of the business activity from ordering to suppling. The BOM in railroad is consist of two parts. One is Engineering BOM for design, the other is Production BOM for production, which are utilized in development calculating the quantity of materials. Also the Maintenance BOM is applied to suppling parts and managing malfunction in railroad corporation like the Seoul Metro. There are many kind of BOMs, because of the special character for each step. Therefore We have need to develop BOM which is able to integrate drawing, technical data for helping good circulation between RAMS applied maintenance using database and helpful know-how for development and production. Also the BOM of the next generation must be consisted regard to whole life-cycle.

1.서론

국내에서 도시철도가 개통된 지 벌써 34년이 흘렀다. 그동안 도시철도차량은 많은 기술의 발전을 가져왔다. 연강차체 저항제어 볼스터대차로 구성된 1세대 전동차를 시작으로, 연강 차체 쵸퍼제어 볼스터 대차로 구성된 2세대 전동차, 스테인리스 차체 GTO/IGBT제어 볼스터레스대차로 구성된 3세대 전동차, 알루미늄 차체IGBT제어 볼스터레스대차로 구성된 3.5세대 전동차로 발전해왔다. 하지만 수송량만을 고려한 기술개발 위주의 부분적인 서브시스템의 변경을 통하여 소기의 목적을 달성하는데 치중하여 왔다고 할 수 있다. 또한 급속히 발전해가고 있는 IT기술 및 경제성장의 에 따른 승객의 요구사항에 못 미치고 있다. 이에 따라 차세대 첨단 전동차는 IT기술과의 접목을 통한 대 승객 서비스 품질의 향상 등의 목표로 결정되어야 할 것이다.

본 논문은 차세대 전동차의 전 수명주기 동안의 전동차시스템, 요소, 하부시스템, 조립품, 구성품, 부품을 중심으로 한 도면, 기술자료, 속성구성, 설계변경, 수주, 원가, 중량, 공정, 서비스 등의 정보를 통합하여 관리하기위한 BOM구성방안에 관한 것이다.

*박 수 중: 정회원, 서울메트로 철도사업단
E-mail : hakusuing@hanmail.net
TEL : (02)6110-5832 FAX : (02) 6110-5839
**김 영 규: 정회원 , 서울메트로 기술연구소
***이 성 권: 정회원 , 서울메트로 기술연구소
****이 한 민: 정회원, 한국철도기술연구원 도시교통기술개발센터

2. BOM 개요

BOM 이론의 출발은 제품의 단계적 구성요소를 명세표 즉, 전산으로 구현하는 데서 출발점을 두고 있다. 그러나 물품의 구성 명세표가 빌링이라는 개념에서 코드로 전환이 되었고, 데이터베이스 코드로 전환되는 작업이 수반됨에 따라 기술이 진보되어 구성의 방법이 조금씩 진화하게 되었다. BOM은 특정 제품이 어떤 부품들로 구성되는가에 대한 계층 데이터로서 BOM의 가장 기본이 되는 정보는 제품의 구조정보이다. BOM은 생산업체에서 수주에서 납품에 이르기까지 모든 기업 활동을 정보화하여 일괄 관리하기 위한 필수요소로 활용 되고 있다.

철도차량의 BOM은 개발단계의 설계부문의 Engineering BOM과 생산부문의 Production BOM으로 제품의 기능 중심으로 구성되어 있고 이것들은 설계와 자재소요량 산정을 위해 사용되고 있다. 또한 서울메트로와 같은 유지보수기관의 자재 수급 및 고장관리를 위한 유지보수BOM이 활용되고 있다. 각 단계 마다특성이 존재하기 때문에 여러 가지 BOM이 존재하고 있다.

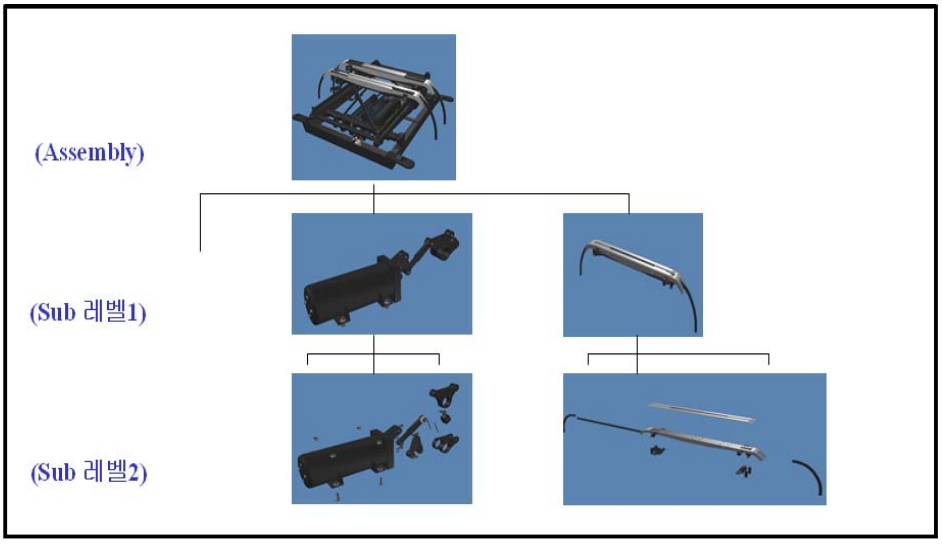

그림 1. BOM의 개념

그러나, 생산자 BOM은 기획에서 판매까지는 유용하게 사용될 수 있으나 도시철도차량의 유지 보수에 사용하는 데에는 문제점이 있다. 즉 생산자 입장에서는 “A 계전기(Relay)”를 단일 부품으로 생산하지만 “A 계전기(Relay)”가 쓰이는 위치에 따라 다수의 기능이 있다. 따라서 전혀 다른 기능을 가진 부품으로 사용되고 있는 현실에서 장치별 부품단위의 부품명으로 구성된 물리적 BOM만으로는 유지보수 및 고장관리를 위한 전문가시스템에 적용하는 데에는 다음과 같은 문제가 있다. 단순한 부품명에 의한 물리적 BOM은 이름은 동일한데 수행하는 기능이 다른 “동명이기능(同名異機能)”의 부품에 관한 문제점을 해결할 수 없다는 점이다. 또한 기초단의 한 원인에 의해 발생한 고장을 단순히 눈으로 보이는 말단의 고장으로 인식하기 쉬운 오류를 범하지 않기 위한 시스템 즉, 기능용어가 추가된 BOM과 전문가시스템을 연계하여 전기와 공기의 흐름을 고려할 수 있는 BOM의 구축이 필요하게 되었다.

따라서 차세대전동차 의 BOM은 유지보수 까지 고려한 BOM이 되어야할 것이다. 또한 유지보수를 수행하는 동안 축척된 데이터를 RAMS관리를 통해 유지보수 기관의 경험과 노하우가 개발 및 생산에 도움이 되는 선순환이 이루기 위해 형상관리 측면의 도면, 기술자료 등의 관리를 통합관리 할 수 있는 BOM이 되어야한다. 즉 차세대전동차 BOM(의 구성)은 전 수명 주기를 고려하여 설계되어야 한다는 것이다.

3. 전수명주기를 통합관리의 필요성

차세대 전동차는 현재 운행되고 있는 전동차 보다 수송능력, 유지보수성, 승객서비스, 차량신뢰성, 에너지 절감, 환경친화성을 더욱더 향상시킬 수 있는 전동차로써 향후 선보이게 될 것이다. 차세대 전동차는 승객서비스가 기존보다 20%이상 향상되고 특히 차세대 핵심기술로 인해 유지보수비, 소음, 에너지절약이 획기적으로 개선되어 운영효율을 향상시킬 수 있는 미래형 전동차가 될 것이다. 따라서 차세대전동차 시스템은 이를 고루 감안한 시스템으로 기존시스템과 차별성을 갖도록 개발이 요구된다. 이를 위해서는 전체 시스템의 기본설계로부터 사양결정, 성능해석, 제작과 시험평가에 이르는 전 과정을 일괄된 체계 하에 유지되어야 한다.

또한, 연구결과가 운영기관에 곧바로 활용되도록 현장의견 반영 및 시운전 시험의 업무협조가 원활히 수행되어야 한다. 이와 더불어 초기단계부터 운영기관에서 적극 참여하여 유지보수 Know-how와 신기술을 접목시켜 전동차 설계 및 부품 등이 제작되게 하여 운영관리에 효율적인 유지관리 편리성과 보수비용 절감, 고장방지, 이용승객의 서비스를 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 차세대전동차개발에 있어 계획조사부터 시작, 설계, 조달, 제작, 시운전에 이르기까지의 모든 업무에 있어서 각종 전문지식을 유기적으로 집결하고, 그것을 통합하여 통일된 사상에 의해 예산, 공정, 품질 등을 합리적, 능률적, 조직적, 경제적으로 계획하여 관리하고 조정되어야한다. 이를 위해서는 사업전체를 통합관리 하기위한 정보화 시스템이 구축되어야 하며, 정보화시스템에서의 통합관리의 핵심인 BOM시스템이 구축되어야한다.

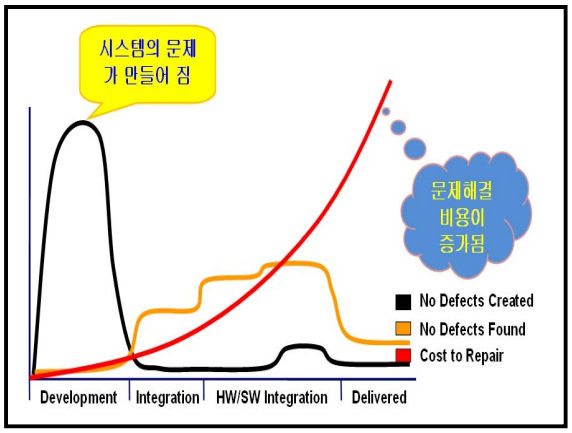

그림 2. 프로젝트 수명주기에 따른 비용

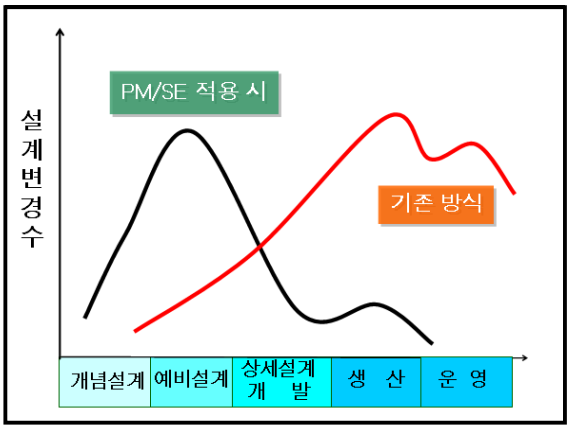

그림 3. PM/SE 적용시 수명주기에 따른 비용

그림2,와 그림3,은 사업추진단계에서 수명주기 동안의 비용과의 상관관계를 보여주고 있다, 시스템의 문제가 만들어지는 것은 모든 사업초기이며 그 비용은 사업기간이 진행됨에 따라 문제해결을 위해 비용이 증가하게 되고 전체사업비 증가요인으로 작용하게 된다. 차세대전동차 개발사업 또한 단일 부문만으로는 얻을 수없는 다분야 시스템으로 성공적인 사업을 위해서는 초기단계부터 고객의 요구사항을 각 단계별로 기능분석 및 할당, 설계 조합 등을 체계적으로 관리해야 한다. 또한 모든 이해 관계자들을 전 공기 동안 관리하여 사후관리보다는 사전관리에 중점을 둔 활동이 함께 필요하다. 프로젝트 실행에 있어 사람 중심이 아닌 프로젝트중심, 시스템 중심으로 관리 되어야 한다. 또한 절차와 수행 업무에 대한 많은 설계도면 및 문서들이 요구자, 연구 개발자, 설계자, 제작자, 유지보수기관 등 모든 참여자가 공유할 수 있어야한다. 이를 위해서는 전체를 통합관리 하기위한 정보화 시스템이 필요하다.

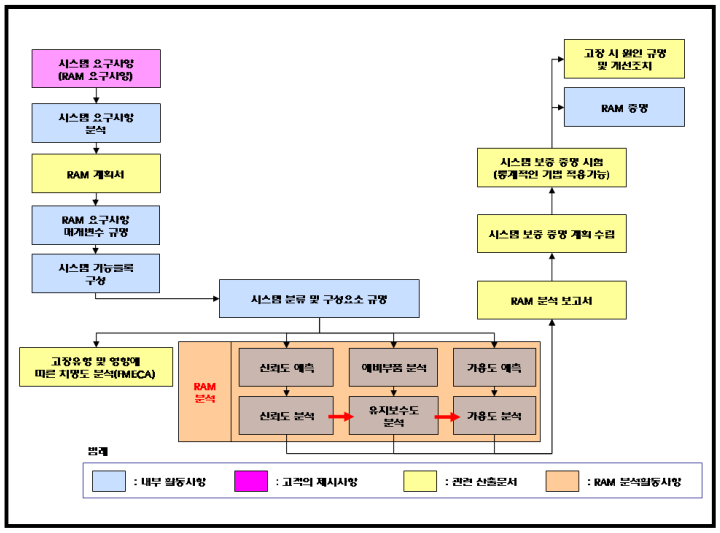

그림 4. 전수명주기동안 RAMS관리

차세대전동차 개발사업의 정보화 시스템은 성능, 기능 및 안전관리의 확보를 위하여 요구사항 정의, 분석, 할당, 형상관리 및 시험을 통한 검증업무를 체계적으로 관리하는 도구들이 포함 되어야한다. 도구 안에는 시스템간 원활한 인테페이스를 식별, 협의, 정의, 관리 및 검증의 체계적 관리와 신뢰성향상을 위한 RAMS 요구사항 정의, 목표치 설정 및 할당, 예측 및 평가를 위한 체계적 관리. 전자기장치로부터 발생하는 전자기 장애에 대한 승객 및 인접 시설의 보호를 위한 EMI/EMC 환경조사, 예측, 관리기준 설정 및 검증을 체계적 관리. 건설 단계 및 운영단계에서 발생될 수 있는 소음 및 진동에 대한 발생원인 규명 및 분석, 대책검토, 기준치 설정 및 검증관리 등이 포함되어야 한다.

4. 전수명주기를 고려한 BOM구성 방안

전수명주기를 고려한 BOM구성에 있어 키포인트는 여러 종류의 BOM의 통합에 관한 문제이다. 설계부문의 Engineering BOM과 생산부문의 Production BOM 유지보수 BOM의 통합은 그리 쉬운 문제가 아니다. 특히 유지보수 BOM은 여러 가지 제약 사항을 가지고 있다. 설계부문의 E-BOM과 생산부문의 P-BOM은 기능중심으로 구성되어 설계와 자재소요량 산정을 위해 사용되고 있다. 생산자 BOM은 기획에서 판매까지 유용하게 사용될 수 있으나 도시 철도차량의 주문자 생산방식과 다품종 소량생산이라는 특성 때문에 생산자 BOM은 유지보수에 활용에 제약이 따른다. 즉 BOM의 통합의 열쇄는 유지보수BOM이 가지게 된다.

도시철도차량의 유지보수 예방정비와 신뢰성을 확보를 위해서는 BOM 시스템이 필수적으로 구성되어야 한다. 그러나 도시철도차량 특성상 주문자 생산방식과 유지보수 작업을 통한 잦은 설계변경과 구조변경이 이루어져 엄청난 양의 데이터와 이에 대한 변경 이력관리 등의 어려움으로 BOM 구축과 활용에 제한을 가지고 있었다. 유지보수 BOM 시스템은 이러한 어려움은 물론 현장에서 더해지는 차량의 조성, 편성변경 등의 난제들과, 이에 더해 각종 기술 자료와 자재정보, 응급조치 및 고장분석 등의 활용적인 측면까지 고려 되어야한다.

이를 극복하기 위해 도시철도 유지보수 BOM을 어떻게 구성해야할지 대하여 여러 방안이 강구 되어왔다. 가장 고전적인 방법은 하나하나의 물품마다 BOM을 구축하는 방식의 객체지향 형태의 BOM으로 전체적인 제품의 구조를 정확히 나타내는 장점이 있는 반면, BOM 관리의 중복을 피할 수 없어 비효율적인 측면이 있다. Modular BOM 은 중복되는 품목・성질・기능 등을 묶어 분류함으로써 중복문제를 해결되었으나 제품의 구조를 정확히 나타내지 못함에 따라 조립・설계・판매 등의 목적에 따른 구조를 그대로 유지할 수 없다는 단점을 지니고 있다. 따라서 품목의 중복문제와 제품 구조문제를 해

결하기 위해 전체적인 제품의 구조 및 정보를 가지고 있는 Source BOM과 이를 근간으로 원하는 제품의 BOM을 구성한 Result BOM으로 구성된 Generic BOM 등이 제안되어 왔다.

그러나 어떤 한 모델을 선택하여 BOM을 구성하는 것은 위에서 언급한 단점들이 따르게 된다. 즉 객체지향 형태의 BOM, Modular BOM, Generic BOM의 장점만을 통합한 새로운 형태의 BOM모델이 필요하다. 서울메트로의 RIMS 에서는 지금까지 제안된 BOM 구성방법을 참고로 현장기반의 도시철도 유지보수 BOM을 만들었다. 현장기반의 BOM의 특징은 장치와 위치 그리고 기능을 통합한 개념이다. 유지보수의 특징인 이미 만들어진 물건의 경우 가장 제한적인 요소는 3차원의 위치 즉 공간과 크기 그리고 이것에 더해 기능에 제한을 받는다는 것이다. 예를 들자면 현재 구성품의 성능과 개선된 물품 성능이 요구 성능을 만족시키지 못할 때 개조라는 작업이 이루어지고, 개조작업이 이루어지더라도 기존의 위치와 공간에서 더 우수한 기능을 수행해야만 한다는 것이다.

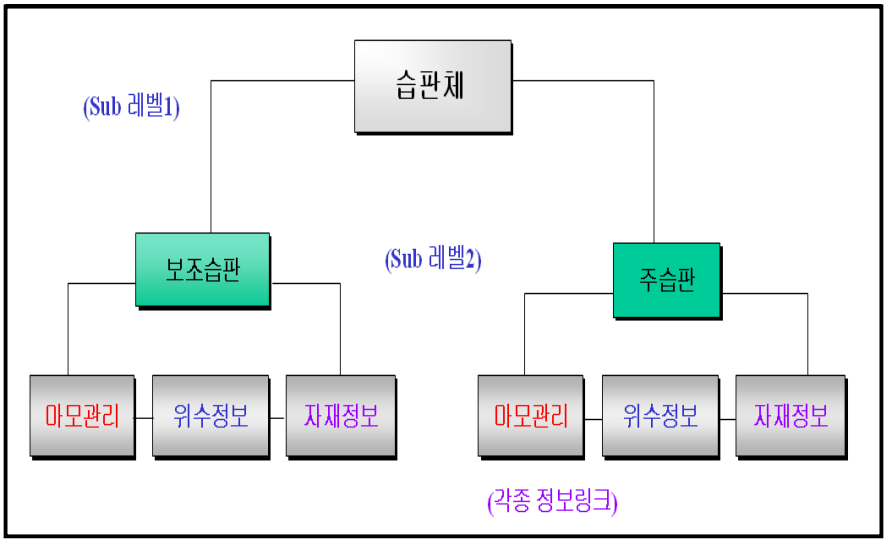

그림 5. 현장기반 유지보수 BOM의 개념

BOM의 실질적인 구축에 있어서도 두 마리 토끼 즉, 물품의 정확한 구조정보와 부품의 기능정보에 의한 중복문제 해결의 난제가 기다리고 있는 것이다. 두 가지 모두 만족할 방법 중의 하나는 BOM 윗단에는 구조정보를 우선시하는 위치별 BOM을 구현하고, 하부단은 장치별 BOM을 구성하여 각각의 장치에 기능정보를 링크하는 방법을 모색하였다. 또한 BOM 설계 착안점은 Web기반의 기술적 진보에 발맞추어 모든 숫자가 의미를 가지는 코드 아닌 데이터베이스 코드에 의해 의미를 가지고 있지 않는 코드가 무한히 발생하지만 Web에 올리기 전에 프로그램을 이용하여 그 코드들이 의미를 가질 수 있도록 설계하였다. 다시 말하자면 물은 정해진 형태가 없지만 각각의 다른 항아리에 담겨져 가공될 경우 고유한 하나의 형태를 지닌 다른 물체가 되는 것과 같은 이치이다. 코드가 의미를 가지는 각각의 숫자로 구성될 경우 유지보수 작업을 통한 잦은 설계변경과 구조변경으로 인해 엄청난 양의 데이터가 발생하게 된다. 또한 이에 대한 변경과 차량의 폐차 및 신조차 도입에 따른 차량의 조성 및 편성변경 등과 같은 변화에 미처 대처 하지 못하게 된다. Web기반의 BOM 코드는 물과 같기 때문에 유동성을 가지고 있어 어떠한 변화에도 유연한 대처가 가능하다.

전수명주기를 고려한 BOM구성에 있어 키포인트는 여러 종류의 BOM의 통합에 관한 문제이며, BOM의 통합의 열쇄는 유지보수BOM이 가지고 있어 그 구성이 매우중요하다. 서울메트로의 RIMS 에서 제안된 현장기반의 도시철도 유지보수 BOM의 활용한 다면 전수명주기 동안을 통합한 BOM의 완성도 그리 멀지 만은 않다고 본다.

그림 6,는 현 서울메트로 및 인천공항철도에서 사용 중인 도시철도차량 유지보수 정보화 시스템(RIMS)의 개념도이다. 현재 RIMS는 유지보수기관 만이 사용하고 있으나 타 유지보수 기관 및 차량제작업체 그리고 부품업체까지도 확대 한다면, 전수명주기동안의 차량관리가 가능 하리고 본다. 특히 형상관리 차원의 설계도면 및 기술자료 등은 BOM에의해 관리되고 통합되어 공유할 수 있는 기반이 마련되어야 할 것이다.

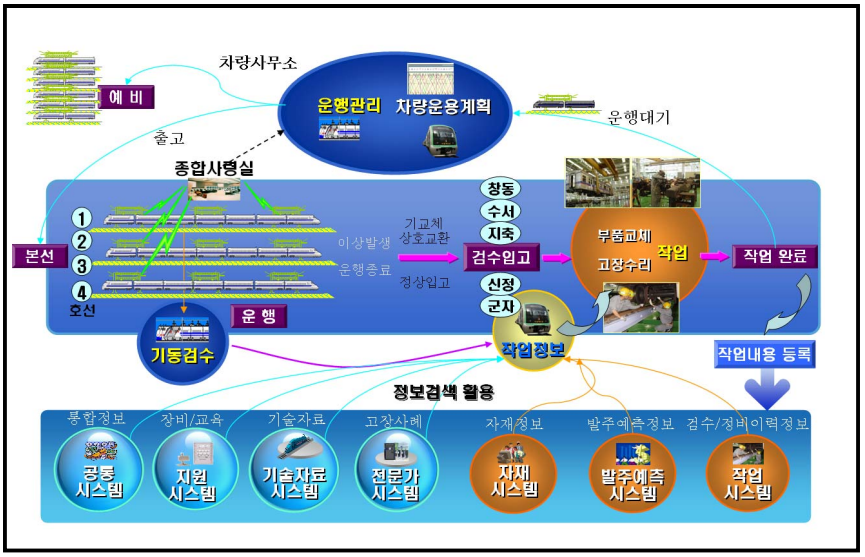

그림 6. 도시철도차량 유지보수 정보화 시스템 개념도

5. 결론

차세대전동차 의 BOM은 유지보수 까지 고려한 BOM이 되어야할 것이다. 또한 유지보수를 수행하는 동안 축척된 데이터를 RAMS관리를 통해 유지보수 기관의 경험과 노하우가 개발 및 생산에 도움이 되는 선순환이 이루기 위해 형상관리 측면의 도면, 기술자료 등의 관리를 통합관리 할 수 있는 BOM이 되어야한다. 즉 차세대전동차 BOM(의 구성)은 전 수명 주기를 고려하여 설계되어야 한다.

* 참고자료

1) 이호용, 한석윤, 박기준, 서명원 (2004) “도시철도 CBD기반의 유지보수BOM시스템개발” 한국철도학회 7(4),pp.406~411
2) 이한표, 이춘영, 이국철(1995) “Family BOM데이타베이스 구조에 대한 대안: 목적별 BOM 연결구조의 간접 표현 방법” 추계 IE 학술대회 발표논문집, 대한산업공학회, pp195~202
3) 김정기, 김영호, 강석호(1997) “Wed-based BOM" 춘계 IE/MS 고동학술대회 논문집, 대한산업공학회, pp.401~404
4) 안태기, 박기준, 정종덕(2005) “확장된 Gener BOM을 이용한 도시철도차량 BOM구성" 하계철도학회논문집 8권 제6호 pp.539~543
5) 김명규,2007,“도시철도 유지보수체계 BOM시스템”(주)다인데이터시스템.
6) 이재규 (2002) “전문가시스템” 범영사
7) 이호용 (2005) “신로성기반의 도시철도예방정비기법 및 전문가시스템에 관한논문” 성균관대학교