

철도차량 연구개발을 통합관리하기 위한 공학 DB 구축에 관한 연구

Development of an EDMS for R&D projects to develop new rolling stocks

구정서*, 노규석*, 황우정**

J. S. Koo, K. S. Rho, W. J. Whoang

ABSTRACT

In this paper, an engineering database management system(EDMS) has been developed to support the system engineering for design of the high speed titling train to be put into the conventional lines. The developed system can be operated on client-server or web circumstances. To accomplish the concurrent engineering in design of the rolling stocks, this system has been fully equipped with a powerful viewer and a postprocessor for 3D CAD data or FE results. The system was tested using the engineering data produced during carrying out the G7 project to design KHST(Korean High Speed Train) in a crashworthy viewpoint. Through this example, it is shown that the system should be powerfully applied to improving the performance of the system engineering.

1.서론

최근 급속히 이루어진 정보통신 분야의 기술발전과 인프라 구축은 전통적으로 off-line 영역으로 치부되던 제품 설계분야에서도 컴퓨터를 이용한 가상공학(virtual engineering) 기술을 실용화 하도록 촉진하는 계기[1-5]가 되었다. 수년 전만 하여도 상상하기 어려웠던 수준으로 컴퓨터 H/W가 발전되고, 이에 상응하여 초고속 통신망 보급 및 네트워크 기술 발전, 대용량 Data Storage 개발, 데이터 및 영상 처리기술 발전, 공학용 S/W의 발전 등이 이루어지고 있으므로 수년 안에 가상공학 기술은 제품 설계기술의 핵심 기술로 확실히 자리 매김 할 것으로 예견된다.

국내에서도 이미 우주항공 산업 분야, 자동차 산업 분야, 조선 산업 분야 등에서는 가상공학 기술을 이용하여 동시공학적 협업설계, 가상시제(VPD), 가상제조(VM) 기술 등을 제품개발에 본격적으로 활용하고 있다. 물론 선진국의 경우 철도 산업 분야[1,6,7]에서도 가상공학 기술을 적극 개발하여 제품 개발 원가 절감 및 기간 단축, 유지보수 경비의 절감, 안전성 및 신뢰성의 향상 등을 꾀하고 있다. 그러나 국내 철도산업의 경우, 그 동안의 철도 분야의 침체로 인하여 대내외적인 환경 변화에 적절히 대응하지 못하여 왔다.

본 연구에서 개발하려는 기술은 가상공학 기술을 이용한 동시공학적 협업설계를 통하여 가상시제(디지털 철도차량 및 부품 제작)를 할 수 있는 통합설계 시스템적 환경을 구축하는 것이다. 이러한 시스템은 3차원 형상정보 기반의 제품 설계 시스템으로 구축되어야 하는데, 이러한 목적으로 제공되는 상용 프로그램들(Metaphase, IManM, ENOVIA 등 상용 PDM S/W)의 가격이 매우 고가이므로 철도차량업체/부품업체/연구소/운영청 등이 모두 이러한 시스템을 구입하여 운용하는데 무리가 따른다. 따라서 본 연구에서는 철도차량업체가 CAD의 기반으로 하고 있는 CATIA 3D와 부품업체들이 주로 사용하고 있는 AUTO-CAD 및 Solidworks 데이터와 호환 가능한 EDM 시스템을 개발하려고 한다.

* 한국기계연구원 첨단산업기술연구부

** Ci-Technology systems

2. EDMS를 이용한 SE 관리체계 구성

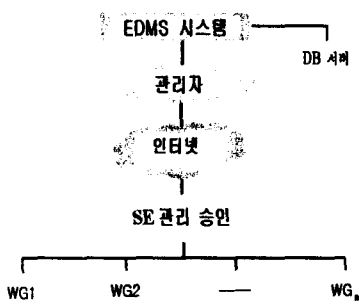


Fig. 1 EDM 시스템 구성의 개요

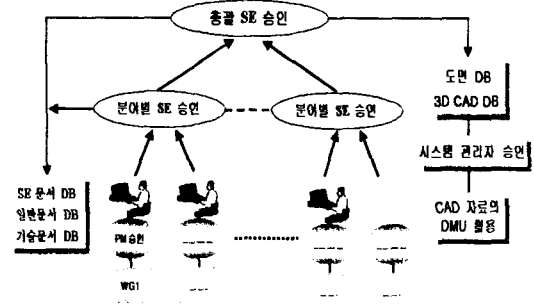


Fig. 2 EDM 시스템의 자료 관리 체계

Fig. 1은 EDM 시스템의 구성에 대한 개요를 나타낸 것이다. 지역별로 분산되어 있는 세부 과제 별 working group에서 도출된 연구결과는 PM이나 SE 책임자의 승인을 거쳐서 게시자료, 공정관리 관련 자료, 연구진행과 관련된 일반 문서 자료, 각 연구 결과로 생성되는 기술자료, 설계 결과로 얻어지는 도면 및 3D CAD 자료 등을 DB에 저장하여 공동 활용할 수 있게 구성되어 있다. 본 EDM 시스템 개발에서 고려한 주요 기능들은 다음과 같다.

- SE를 원활하게 지원할 수 있는 DB 체계 구축: 업무연락, 회의록, 각종양식 등 일반 문서와 working group 별로 생성되는 각종 기술 자료 등은 업무분해구조(Work Break-down Structure)에 의하여 DB 구조를 구성하고, 연구결과로 확정된 도면 및 3D CAD 자료는 제품분해구조(Product Break-down Structure)에 의하여 구성하였다. 이것은 연구업무가 WBS 체계에 의하여 수행되지만 그 결과물은 PBS 체계로 제출되어야 하는 제품개발연구의 특성을 반영하여 정보 시스템 기반으로 SE를 효율적으로 지원할 수 있도록 한 것이다.
- EDM 시스템의 효율적인 자료 관리 체계 확립: 데이터 관리 체계는 Fig. 2와 같으며 각종 자료의 수정 및 up-loading과 down-loading은 SE 관리자 또는 시스템 관리자의 승인을 받아서 할 수 있도록 하였다.
- Viewing 기능 제공: 각종 기술자료들의 3D image를 display 하기 위하여 그래픽 데이터들의 호환 및 표준을 설정하여야 하며, 아울러 강력한 3D viewer와 Post-processor를 탑재하는 것이 필수적이다. 본 연구에서는 IGES와 STEP 기반으로 자체 개발한 Ci-Viewer(3D CAD 자료 viewing 및 DMU 기능 제공)와 각종 CAE 해석결과를 3차원적 viewing 할 수 있는 Syncpost 모듈을 이용하여 자체 viewing 기능을 구축하였다.
- DMU 기능: IGES와 STEP 기반으로 자체 개발한 Ci-Viewer를 사용하여 3D CAD 자료로부터 DMU를 제작할 수 있도록 하였다. Ci-Viewer에는 가상 조립과 간섭을 check할 수 있는 기능이 제공될 뿐만 아니라, 협업을 위한 conference 기능, mark-up 기능, navigation 기능, transparent 기능 등 다양한 사용자 편의 기능을 부여하였다.
- 보안 기능: 본 정보 시스템에서는 연구 결과물들의 보안을 위하여 Fig. 3과 같이 EDMS DB의 제한적 개방, Firewall의 이용, 프로그램의 자체 보안 기능을 이용한 ID 관리(관리자) 및 PW 관리(사용자), 사용자별 permission 설정에 따른 파일접근 권한 제한, 접근 권한이 없는 사용자에게는 문서 목록을 hidden 처리하는 기능 등을 구비하였다. 또한 시스템 개방 시간 동안, data down-loading에 대한 on-line monitoring 기능을 마련하여 승인을 받은 자가 데이터를 받는 지를 체크하여 해킹에 의한 데이터 유출을 감시할 수 있도록 하였다.

본 절에서는 건교부의 G7과제인 한국형 +고속전철 개발사업에서 기계연이 참여하여 직접 수행한 연구결과들을 이용하여 EDM 시스템의 적용성을 평가할 수 있는 데모 시스템을 구성하였다. Fig. 5는 데모 시스템 구성에 사용된 공학 데이터 시스템의 구조이다. 이 데이터 구조의 특징은 일반문서와 기술자료에 대해서는 WBS를 사용하여 각 working group에서 이루어지는 단위 업무별 공정을 협업적 관점에서 통합관리하기가 용이하게 구성하였고, 각 working group에서 확정된 설계 자료들이 저장되는 도면자료 DB와 3D CAD 자료 DB는 PBS를 사용하여 DMU의 운용과 제품 설계의 공정관리를 용이하게 할 수 있도록 구성한 것이다. 게시판에서는 과제 참여자 모두에게 알릴 필요가 있는 공지사항을 공시하고, 공정관리 자료방에서는 공정표, 공정관리, 총괄 인터페이스 관리를 할 수 있도록 한다. 또 일반 문서방에서는 프로젝트별로 제안서, 회의자료, 보고자료, 발송공문, 예산 및 정산자료, 연락처 자료 등을 WBS 체계로 공유하고 관리한다. 각 working group에서 설계된 도면 자료 및 3D CAD 자료들은 SE 관리자의 승인을 거친 후, PBS 체계로 구성된 도면 자료방과 3D CAD 자료방에 저장된다. Level 1인 도면 자료방과 3D CAD 자료방 하부의 level 2 자료방들은 PBS 체계로 이루어지는데, 크게 차량시스템 자료방, 전력시스템 자료방, 신호 시스템 자료방, 선로구축물 자료방 등으로 구성되어 있다.

Fig. 5 (c)는 G7 고속전철의 충돌안전도 설계 과제에서 생성된 공학 데이터를 본 연구의 EDM 시스템에 적용한 DB 목록을 나타낸 것이다. 이 데이터 구조는 Fig. 5 (a)에 표시된 기술자료(level 1)>차체구조물(level 2)의 하부 자료방(level 3)인 충돌안전도 설계 자료방을 나타낸 것이다. 주요 항목들로서는 설계요구조건, 사례조사, 설계사양, 인터페이스, 기본설계 및 평가, 상세설계 및 평가, 시험 및 검증, 보고서, 설계결과물 등을 들 수 있다. 이러한 항목 목록은 각 working group에 참여하는 연구자들이 협의하여 연구의 특성에 알맞도록 변경하여 사용할 수 있다.

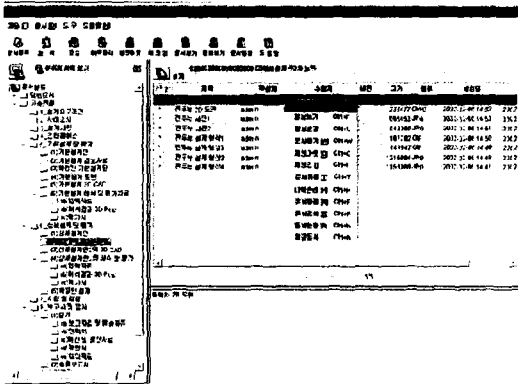


Fig. 7 상세 설계안 2의 도면의 세부목록

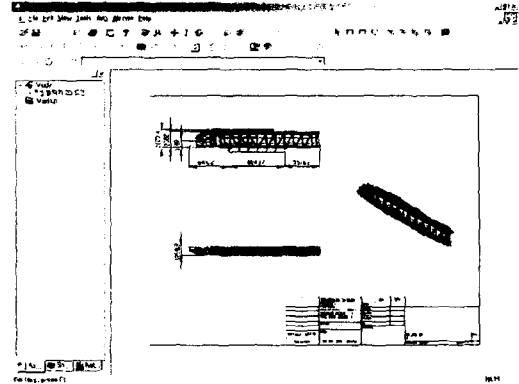


Fig. 8 Ci-Viewer로 본 상세 설계안 2의 도면

Fig. 7은 상세 설계안에 관련된 도면의 목록을 나타낸 것이고, Fig. 8은 동력차 도면을 Ci-Viewer로 디스플레이 한 것을 보여준 것이다. 이러한 일련의 작업들은 본 EDM 시스템이 실 설계과정에서 협업을 위하여 유용하게 활용될 수 있음을 보여주고 있다.

설계 과정에서 도면, 3D CAD 자료, CAE 해석 자료 등이 생성되어 EDM 시스템에 저장되면, 이들을 viewing하고 DMU를 제작할 수 있는 기능이 필요하게 되는데 이를 위하여 상용 소프트웨어를 구입하려면 비용이 큰 문제가 된다. 그래서, 본 연구에서는 자체 개발한 Ci-Viewer를 사용하여 viewing 기능과 DUM 기능을 구축하였다. Fig. 9는 3차원 CAD 자료를 Ci-Viewer로 디스플레이 한 것이다. 통합설계 시스템을 구축할 때 문제가 되는 부분 중의 하나가 3D 기반의 CAD 설계와 그 자료들의 호환이다. 본 연구에서는 철도차량 산업의 특성을 고려하여 대기업의 경우, 이미 구축되어 있는 CATIA 시스템을 기반으로 운용하고, 중소기업의 경우 CATIA 시스템과 호환이 잘되면서 증거자료로 운용할 수 있는 Solidworks나 Autocad 3차원 시스템을 기본 CAD 시스템으로 운용할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 위 그림에서 알 수 있듯이 Ci-Viewer는 CATIA 데이터

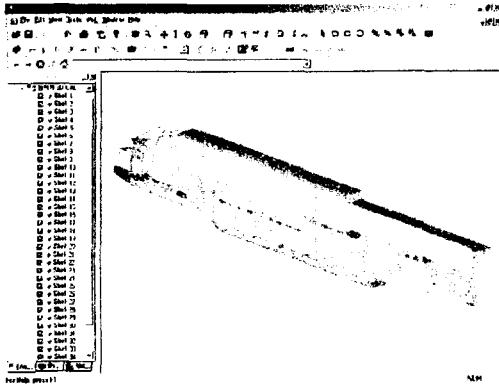


Fig. 9 Ci-Viewer로 본 상세 설계안 2의 3D CAD

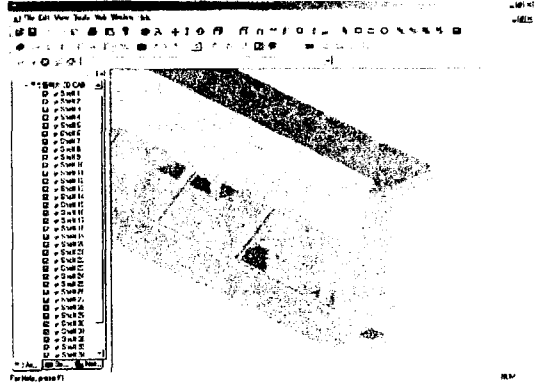


Fig. 10 Ci-Viewer로 확대한 3D CAD 자료

뿐만 아니라 Solidworks, Autocad 3차원 데이터와도 잘 호환될 수 있다. Fig. 10은 Fig. 9의 3차원 동력차 3D CAD를 Ci-Viewer로 확대하여 디스플레이 한 것인데, 회전, 확대, 축소가 가능하고 디스플레이 하는 속도가 빠르다. 위의 사례들에서 알 수 있듯이 자체 개발된 Ci-Viewer는 2D 도면, 3D CAD와 호환이 잘 되고, 실제 치수 등 상세 부분까지 볼 수 있다.

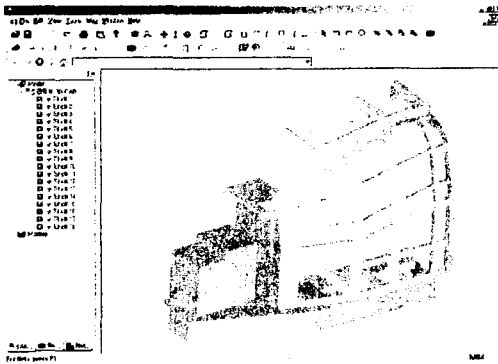


Fig. 11 확장 설계된 고속전철 전두부 형상

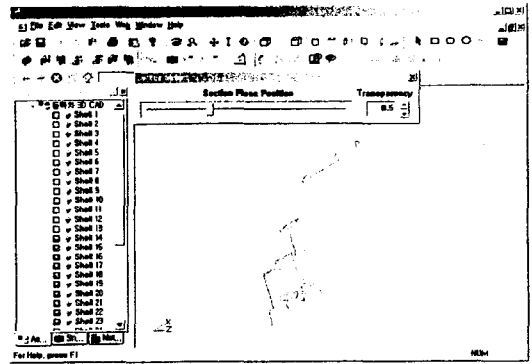


Fig. 12 Ci-Viewer로 전두부의 간섭 체크

Fig. 11은 확정된 설계와 관련된 목록들 중 전두부의 3D 형상 자료를 Ci-Viewer로 디스플레이 한 것이다. Ci-Viewer 화면상에서는 conferencing 기능, pointing 기능, mark-up 기능, navigation 기능, cut-off 기능, transparent, remote control 기능 등이 있으므로 동시공학적으로 협업 설계를 수행할 수 있다. 또한 Fig. 12는 확정 설계된 전두부를 대상으로 DMU를 제작하여 간섭을 체크하고 조립에 대한 미세 수정을 하는 과정을 나타낸다.

상세 설계가 확정되면 구조 해석을 통하여 구조강도 및 내구성을 평가해야 되는데, Fig. 13, 14은 ANSYS를 이용하여 수직 부하조건하에서 동력차 차체의 구조 해석을 수행한 결과를 Syncpost를 사용하여 displacement와 von Mises 응력분포를 후처리한 것이다.

이상과 같이 전교부 G7 과제로 수행한 “충돌안전도 해석기술 개발” 과제에서 생성된 기술자료들을 중심으로 EDMS를 구축하여 타당성을 평가하여 보았다. 본 시스템을 이용할 경우 생성된 도면, 3D CAD, 각종 CAE 해석 결과, 인터페이스, 회의자료 및 공문 등이 체계적으로 관리하고 공유할 수 있을 뿐만 아니라 시스템 내부에서 viewing과 DMU 제작하여 동시공학적으로 협업까지도 수행할 수 있다. 이렇게 하면 기술정보 교환이 신속·정확하게 이루어져서 연구기간을 준수할 수 있을 뿐만 아니라 차량설계의 신뢰도도 높일 수 있다.

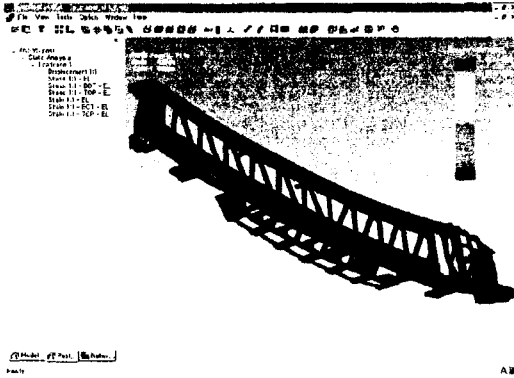


Fig. 13 Syncpost로 후처리한 구조해석 결과(변위)

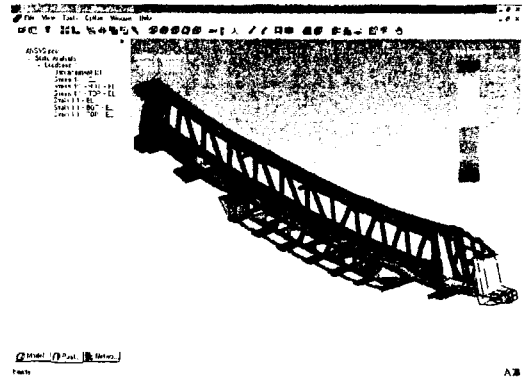


Fig. 14 Syncpost로 후처리한 구조해석 결과(응력)

4. 결론

본 연구는 가상공학(virtual engineering) 기술을 이용하여 기존선 고속화 탈팅 열차 개발을 지원하기 위하여 동시 공학적 협업설계가 가능한 웹 기반의 설계정보 시스템(EDMS)을 구축하는데 목적을 두었다. 본 연구에서 얻어진 주요 연구 결과는 다음과 같다.

- 연구개발 사업의 특성과 제품설계 프로세스를 충실히 수용할 수 있도록 WBS(Work Break-down Structure)와 PBS(Product Break-down Structure)를 혼합하여 사용하였으며, 프로젝트 관리자의 통제하에서 연구개발 업무 자료와 설계된 제품/부품 도면 및 3D CAD 자료가 유기적으로 연계될 수 있도록 EDMS 아키텍처를 구축하였다. 즉 각 working group에서 생성한 기술자료들은 해당 group 책임자의 승인을 얻은 후에 상위 working group 책임자에게 제출하게 되며, 최종적으로 시스템 총괄 책임자의 승인을 거쳐서 PBS 체계로 분류되어 있는 도면자료 및 3D CAD 자료의 DB에 저장되도록 구성되어 있다. 자료의 삭제나 수정 시에도 동일한 절차를 거쳐야 한다.
- 개발된 EDMS는 기본적인 시스템 엔지니어링과 공정관리가 가능한 체제로 구성되어 있다.
- 자체 개발한 Zendocs(웹기반의 협업 환경 구현), Ci-viewer(3D CAD 자료 viewing 및 DMU 기능 제공), Syncpost(CAE 해석 결과의 3차원적 viewing 및 협업설계 기능) 모듈을 이용하여 동시공학적 협업설계 환경을 제공하는 웹기반의 EDM 시스템을 개발하였다. 한편, 연구 결과물들의 보안을 위하여 네트워크 보안, 시스템 보안, 하드웨어 보안, 소프트웨어 보안 측면에서 대책을 마련하였다.
- 3차원 CAD 모델의 공동 사용을 위하여 Rotem에서 운용하는 CATIA를 기반으로 데이터 표준을 정의하였다. 이것은 CATIA 데이터에 translator를 사용하면 부품업체에서 주로 사용하는 AutoCAD와 Solidworks와 데이터 호환을 자유롭게 할 수 있기 때문이다. 또 개발된 EDMS에서 사용하는 Ci-viewer는 AutoCAD, Solidworks, CATIA의 데이터를 IGES 포맷으로 직접 읽을 수 있고, 기타 다른 CAD 솔루션에서 만들어진 데이터들도 IGES 포맷이나 STEP을 이용하면 호환성을 유지할 수 있다. CAE 해석결과를 viewing 하는 Syncpost는 ANSYS, Nastran 등 상용 CAE S/W의 해석 결과를 직접 읽을 수 있도록 개발하였다.
- 개발된 EDM 시스템의 적용성을 평가하기 위하여 G7 과제로 수행한 고속전철 차체의 충돌안전도 설계 연구 자료를 이용하여 데모 시스템을 구성하여 부분적으로 발생하는 문제점을 해결하였다.

본 연구에서 구축된 EDM 시스템을 시험 운용해 본 결과, 실제 프로젝트에 적용할 때 해당 연구 개발 체계를 고려하여 약간의 수정/보완과 커스터마이징(customize)을 하면, 시스템 엔지니어링 지원, 연구자료의 DB화, 동시공학적 협업설계 기능 활용 등에 큰 효과가 있을 것으로 기대된다.

후기: 본 연구결과는 철도청이 지원하고 철도연구원에서 주관한 '기존선 고속화 탈팅차량 기술개발

과제'의 일환으로 이루어졌습니다. 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Bobby Gilbert, 'Virtual test Trains - Application to a Virtual Track Recording Vehicle', WCRR 2001, 2001
2. 최성규, 황우정, 구정서 외, '철도차량 산업의 CALS ISP 수립 결과 보고서', 정통부 기획 보고서, 2000. 7
3. 민성기, V-CALS 디지털 혁명이 몰고 올 자동차산업의 제품정보통합 시스템, 문원출판사, 1999
4. 한국과학기술원 외 7개기관, 신차개발 기간단축을 위한 자동차개발 기술 기반 연구, 산업자원부/과학기술부, 1998. 10
5. 신병천 외, 사이버 엔지니어링 기술개발 기획 보고서, 한국기계연구원, 2001
6. J. M. Martin, "Virtual engineering on the right track", Mechanical Engineering, November, pp. 64-67, 1996
7. K. Muraki, "Development of the computerized system for the realization of concurrent engineering at design and manufacturing process of rolling stock", WCRR'97, 1997