

SE관리기법(PDM)을 이용한 틸팅차량(TTX) 설계기술 연구

한 성호, 송 용수

Design Techniques of Tilting Train(TTX) using the system engineering (PDM)

Seong-ho Han, Yong-su, Song

Abstract

Tilting train has been developed to increase the operational speed of the trains on conventional lines which have many curves. This train are tilted at curves to compensate for unbalanced carbody centrifugal acceleration to a greater extent than compensation produced by the track cant, so that passengers do not feel centrifugal acceleration and thus trains can run at higher speed at curves. This paper developed PDM(product data managemnet) to make a system engineering of TTX(tilting train express) wiht maximum operation speed 180 km/h.

Key Words: TTX(Tilting Train Express), PDM(Product data management)

1. 서 론

본 연구는 국내 기존선로에서의 열차의 주행속도향상에 주요 문제점으로 대두되고 있는 열차의 곡선부 주행시 원심력에 의한 차량탈선방지과 승차감 감소대책으로서 틸팅기술을 적용하는 180km/h급 틸팅전기차량(TTX: Titing Train Express)의 개발에 관한 것이다.

틸팅차량의 개발에 중요한 것은 궤도의 부담력을 최소화 할 수 있도록 차체의 경량화와 기기배치의 최적화가 중요하며 일반차량에 없는 대차에 틸팅메카니즘과 틸팅판도그래프 메카니즘, 틸팅전기장치등이 추가로 설계된다. 틸팅기술은 차량내에서도 대차, 차체, 전기장치, 판도그래프 등과 긴밀하게 인터페이스가 이루어 져야 성능을 만족할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 체계적인 시스템공학기술을 기반으로 사업의 일정관리체계, 문서관리체계, 도면관리체계, 부품관리체계를 구축하여 이를 토대로 틸팅차량개발을 위한 시스템엔지니어링기법을 도입하고 PDM을 시범적으로 운영, 개발하였다.

틸팅방식은 기존 노선에서 선로의 곡선부를 지날 때 차체를 기울여 승객이 받는 원심력을 최소화하고 승차감과 안전성을 확보하는 범위에서 속도를 향상하는 기술이다. 외국의 사례를 보면 틸팅방식 적용시 비틸팅차량에 비해 속도향상의 효과를 15[%]~30[%]를 얻을 수 있음이 입증되고 있다. 이탈리아의 경우 틸팅방식의 연구에 집중 투자한 결과 현재 자체기술로 프랑스 TGV나 독일 ICE에 못지 않은 시속 250[km/h]급의 고속철도를 운행하고 있다. 산악지대가 많은 지역의 경우 신선 건설비용이 높은 고속철도 보다 기존선을 이용하는 틸팅차량의 투입 효과가 상대적으로 크다.

틸팅방식은 곡선주행 시 차체를 일정 경사각으로 강제제어하는 강제틸팅제어식과 곡선 주행시 발생하는 경사각에 의거 자연적으로 제어되는 자연틸팅제어식으로 구분된다. 현재 틸팅방식은 대부분이 강제식이 많이 사용되고 있으며 주요 해외 국가의 대표적인 틸팅시스템 사양을 표 1에 비교 분석하였다.

2. 해외틸팅차량시스템 기술사양

표 1. 각국 티팅차량 시스템 비교

국가	차종	최고속도	운영시간 단축효과
대한민국	ETP470	200km/h	15~25%
스위스	ICN	200km/h	15~17%
스웨덴	X-2000	200km/h	25%
독일	VI 611	180km/h	17~24%
스페인	Tigo	180km/h	15%
노르웨이	Stentur	210km/h	25%
중국	DMU type	160km/h	사람전사람중
일본	281계	130km/h	14%

3. 티팅차량 시스템엔지니어링 모델

기존선 고속화를 위한 티팅차량개발의 시스템 엔지니어링 관리계획모델을 설계하였다. 관리계획모델의 개발은 시스템엔지니어링 관리계획서 작성지침을 따랐으며 크게 3개의 부분으로 나누어 구축하고자 한다. 첫째 문서관리체계와 둘째 도면관리체계와 셋째 일정관리체계이다.

그림 1, 그림 2는 티팅차량 시스템엔지니어링을 위한 추진체계를 나타낸 것으로 각 기관별 역할 및 데이터 공유, 인터페이스 개념을 나타낸 것이다.

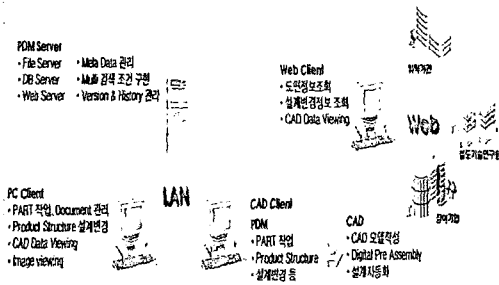


그림 1. SE 운영관리의 개념도

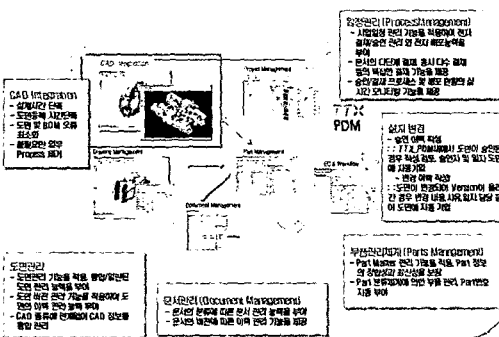


그림 2. SE 운영구성도

3.2 시스템엔지니어링(PDM) 기능정의

① 부품관리체계(Parts Management)

Part Master 관리 기능을 적용하여 Part와 관련된 모든 정보를 관리하여 Part 정보의 정확성과 최신성을 보장하며, Part 분류체계에 의한 부품 관리, Part번호 자동 부여등을 제공한다. 또한, Part Number를 중심으로 관련 데이터의 통합관리 능력을 부여하며,공용 Part 관리 기능과 표준 Part 관리 기능을 적용하여 모든 공용품과 표준품을 관리한다.

② 부품구조관리(Product Structure Management)

부품구조관리 기능을 적용하여 CAD와 연계한 제품 구조 (Part Structure) 의 직관적 관리 능력과 제품 구조에 따라 자동으로 E-BOM 관리하는 능력을 부여하며, E-BOM의 버전별 이력 관리 능력을 제공한다. 트리구조를 통한 직관적인 다계층 제품 구성 기능을 제공하며, 제품 구성트리 상에서 부품의 생성/검색/수정 작업 및 CAD 모델링 작업, 문서 작업 등을 모두 가능케 하는 통합 관리기능이다.

③ 도면관리

도면관리 기능을 적용하여 업무 프로세스에 유기적으로 결합되며, 통합/일관된 도면 관리 능력을 부여한다. 도면 버전 관리 기능을 적용하여 도면의 이력 관리 능력을 부여하며, 도면의 속성 정보를 파트와 연계되어 관리하고, CAD Data 자체는 파일서버에 저장되어 관리 한다. 또한, CAD 종류에 관계없이 CAD 정보를 통합 관리한다.

④ 문서관리(Document Management)

문서 관리 기능을 적용하여 문서의 분류에 따른 문서 관리 능력을 부여 한다. 문서의 버전에 따른 이력 관리 기능을 제공하며, 각각의 문서에 대해 관련된 부품등과 연계하여 관리할 수 있는 기능을 제공한다. 또한, 다양하고 복잡한 조건에 의한 검색 기능을 제공하여 사용자가 필요한 시점에 정확한 문서를 신속히 검색할 수 있는 능력을 부여 한다.

⑤ 프로세스일정관리(Process/Workflow Management)

사업일정 관리 기능을 적용하여 전자 결재/승인 관리 능력과 전자 배포능력을 부여한다. 문서의 다단계 결재, 동시 다수 결재 등의 복잡한 결재 과정을 모두 수용할 수 있는 기능을 제공하며, 승인/결재 프로세스 및 배포 현황의 실시간 모니터링 기능을 제공한다.

4. 티팅차량 SE PDM 구축

4.1 틸팅차량 도면 및 파트 관리체계

4.1.1 도면 관리 체계

도면관리에서는 도면 분류체계 사용으로 설계도, 승인도, 참조도등을 각각 관리 할 수 있다. 또한 부품 연계가 가능 할 뿐만 아니라 일 부품 다 도면관리도 할 수 있고 다양한 도면 종류 및 작성 Tool지원도 가능하다.

다음 그림 3은 TTX_PDM 의 도면 관리 부분이다. 또한 TTX-PDM은 도면 검색을 지원 하며 도면 정보를 데이터베이스에서 얻고자 할 경우에 사용되는 기능으로써 검색된 도면 정보를 보고 도면을 Check-out/ Check-in을 통해서 도면관리를 할 수 있다.

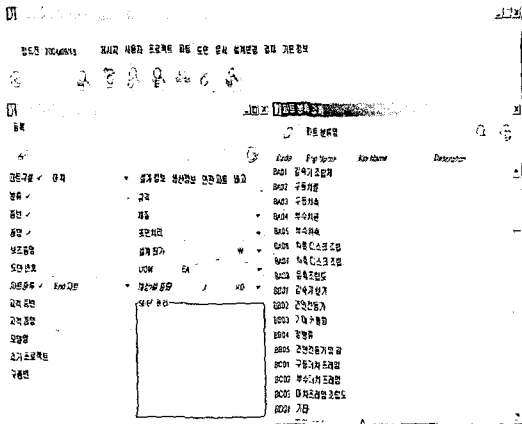


그림 3. TTX-PDM 도면관리 개념도

4.1.2 파트관리체계

TTX_PDM에서는 파트를 기준으로 파트와 관련된 도면, 문서, 데이터 등이 파트와 연관관계를 가지고 구성되며, 제품, 조립품, 일반부품, Assembly 파트, End 파트로 구성되어 Tree 형태로 파트 구조를 형성할 수 있다.

또한, 파트는 파트번호, 품명, 도면 번호 등 파트가 갖는 일반적인 정보와 재질, 중량 등의 설계 정보, 공정정보 및 구매 / 공급 업체 등의 생산 정보, 부가적으로 연관 파트 정보 등으로 설정된다. 파트의 표현은 Master 정보와 Usage 정보로 구분된다. 파트의 일반 정보, 설계 정보, 생산 정보 등 등록 시에 정의되는 정보와 같이 파트가 어떠한 Product Structure에 사용되는 불변의 기본 속성 정보를 Master 정보로 규정하고, 수량, Assembly Sequence, 적용 조건 등과 같이 파트

가 적용되는 Product Structure에 따라 변경되어지는 정보를 Usage 정보로 규정한다.

TTX_PDM에서 파트는 분류, 입력, 수정, 삭제, 조회 등이 가능하고, 파트의 버전, 이력 및 상태 관리가 제공된다.

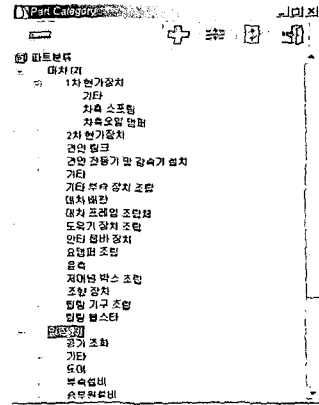


그림 4 TTX_PDM 파트관리

4.3 틸팅차량 프로젝트 일정관리체계

TTX_PDM에서는 다음과 같은 프로젝트 관리를 통해 한 제품(Product)에 대한 Life Cycle을 관리 할 수 있다. 프로젝트는 해당 제품에 요구되는 파트들을 등록하고 승인 받는 과정들을 정의해 주고 이 정의된 일정에 따라 Product을 관리해 준다. 또한 기초정보에서 작성된 템플릿을 이용하여 손쉽게 프로젝트를 관리해 줄 수 있는 기능도 제공된다

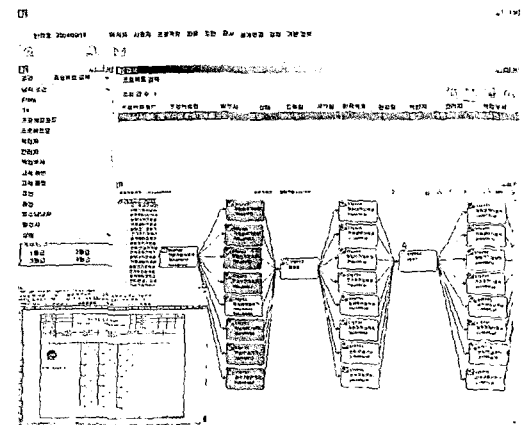


그림 5. TTX-PDM 일정관리 기능

5. 결론

본 연구는 기존선 속도향상을 위한 방안으로 틸팅차량의 개발을 효율적으로 추진하기위해 필

요한 시스템엔지니어링 관리체계를 구축 운영하는 방법에 대하여 소개하였다. 철도차량기술은 다양한 구성품과 광범위한 데이터의 관리 및 처리가 중요하므로 시스템의 신뢰성과 안전성을 확보하기 위해서는 본 연구와 같은 관리체계가 필요하다.

향후, 시스템 엔지니어링기술을 이용하여 구축된 PDM을 지속적으로 업그레이드하여 차량 및 부품 설계/제작, 시험평가 등의 연구개발을 추진할 계획이며 이를 통하여 국내 기존선의 속도 향상에 관한 연구를 수행할 계획이다.

참고문헌

- [1] 한국철도기술연구원, 철도청 기존선 고속화 실용기술개발사업, "시스템 엔지니어링 및 시스템 통합 과제", 3차년도 연차보고서, 2004, 7
- [2] 한국철도기술연구원, 철도기술정보지 논문집, 1997. 4
- [3] 한국철도청, "21세기 철도기술의 비전", 1999. 9. 16
- [4] 한국철도청, 팽정광, 1990. 10. 7, "한국 철도차량 수여전망과 철도산업 육성 전략"
- [6] 한국철도기술연구원, 철도기술정보지 논문집, 2000. 6,
- [7] 한국철도기술연구원, 철도기술정보지: 21호(1999. 11), 23호(2000. 4)
- [8] 철도학회, 춘계논문발표집, "기존선 고속전철 연계 운용으로 고속화 방안", 2001. 5