고속철도차량기술개발 표준 모니터링 절차에 대한 고찰

A Study on Standard Monitoring Process in Development of High Speed Railway Vehicle

박민흥* 김범진** 김철수*** 최덕호****

Park, Min-Heung Kim, Beom-Jin Kim, Chul-Su Choi, Deuck-Ho

ABSTRACT

According to railway safety regulations for securing the railway vehicle's quality and performance, it can be partly exempted that the performance tests and production inspections on the railway vehicles which are produced and assembled for the purpose of test and research. The reasons of this exemption are for ensuring maximum autonomy and for saving time considered the development period of railway vehicle. However, it was continuously demanded the necessity of supplementation on the confirmation about railway vehicle's quality & performance. Therefore, we added "The monitoring step" which is for securing the quality and performance in high speed railway vehicle's subsystem & compartment to supplement those tests & inspections in development. In this paper, based on a standard ABS(Activity Breakdown Structure) of railway vehicle and a WBS(Work Breakdown Structure) of the railway vehicle system, we investigate the necessity of monitoring in the High speed railway vehicle development. And by comparing and analyzing the essential requirements of international standard, IRIS(International Railway Industry Standard) & TSI(Technical Specification for Interoperability), we try to examine a standard monitoring procedure.

1. 서 론

우리나라에 고속철도차량이 도입 된지 8년이 경과하였다. 그 동안 KTX 제작과 G7 및 KTX 산천의 개발에 의해 고속철도차량에 대한 엔지니어링 기술도 많은 분야에서 자립을 이룰 수 있었다. 고속철도차량 개발과 운영 경험을 토대로 새로이 개발하고 있는 차세대 동력분산식 고속철도차량의 개발은 우리 기술에 의한 개발을 목표로 차량 시스템 부품 및 구성품에 대하여 품질 및 성능을 향상시킴으로서 우리나라를 세계적인 고속철도기술 보유국으로 변모시키고 있다.

고속철도차량의 개발에서 차량의 품질 및 성능 확보를 위한 성능시험과 제작검사 부분을 살펴보면, 현재 철도안전법은 시험과 연구 목적으로 제작 및 조립되는 철도차량의 성능시험과 제작검사는 면제될 수 있음을 명시하고 있다. 이는 철도차량 개발에서의 자율성을 최대한 보장하고 개발기간 등을 감안하여 일부 주요 영역이 면제된 것이다. 하지만 개발되는 고속철도차량의 품질 및 성능확인에 대한 보완의 필요성이 지속적으로 요구되었다. 따라서 이번 차세대고속철도기술개발에서는 개발차량에 대하여 일부 면제되어 있는 성능시험과 제작검사를 보완하고자 차량 시스템 제작 및 시험 모니터링 연구를 통해 고속철도차량의 서브시스템, 부품 및 구성품의 품질, 성능 확보를 위한 모니터링 단계를 추가하였다. 본 논문에서는 철도차량 표준 ABS(Activity Breakdown Structure) 및 철도차량 시스템 WBS(Work Breakdown

* 정회원, (사)한국철도차량엔지니어링, 기술연구소, 연구원
** 비회원, (사)한국철도차량엔지니어링, 기술연구소, 연구원
*** 정회원, 한국철도대학 차량기계과, 교수
**** 정회원, (사)한국철도차량엔지니어링, 기술연구소, 소장
E-mail : tokoch@naver.com
TEL : (031)269-2077 FAX : (031)269-2047

Structure)를 바탕으로 고속철도차량 개발에서의 모니터링의 필요성에 대하여 고찰하고, 철도산업에서 적용되고 있는 국제규격인 IRIS(International Railway Industry Standard)와 유럽에서 운용되고 있는 고속철도 상호운용성 사양인 TSI(Technical Specification for Interoperability)의 필수요구사항 등을 비교 분석하여 표준 모니터링 절차에 대하여 검토하고자 한다.

2. 본론

2.1 용어의 정의

현재 수행중인 차량 시스템 제작 및 시험 모니터링 연구에서 정의한 용어에 대하여 기술한다.

2.1.1 모니터링

모니터링은 시험과 연구목적으로 제작 및 조립되는 철도차량의 면제된 성능시험과 제작검사 항목에 대하여 시험/검사의 입회를 통해 철도차량의 서브시스템, 부품 및 구성품의 성능과 품질을 향상시켜 철도차량 시스템 전체의 신뢰성을 높이는 일련의 절차가 포함된 활동으로 정의 할 수 있다.

2.1.2 시스템엔지니어링연구기관

시스템엔지니어링연구기관은 철도차량기술개발 총괄기관을 의미하며, 본 연구에서는 한국철도기술연구원 차세대고속철도기술개발 사업단이다.

2.1.3 시스템사양연구기관

시스템사양연구기관은 철도운영기관을 의미하며, 본 연구에서는 한국철도공사이다.

2.1.4 모니터링연구기관

모니터링연구기관은 철도차량 성능시험 및 제작검사 입회/확인 기관을 의미하며, 본 연구에서는 (사)한국철도차량엔지니어링이다.

2.1.5 차량핵심개발기관 및 차량세부개발기관

차량핵심개발기관은 철도제작기관을 의미하며, 본 연구에서는 현대로템이다. 또한, 차량세부개발기관은 부품 및 구성품을 개발하고 있는 제작기관을 의미하며, 본 연구에서는 현대로템을 포함한 세부과제 연구기관이다.

2.1.6 통합제품개발팀회의

통합제품개발팀회의는 시스템엔지니어링연구기관, 시스템사양연구기관, 모니터링연구기관 및 차량핵심개발기관이 참석하는 회의체를 의미한다.

2.2 모니터링의 필요성

2.2.1 철도안전법에서의 성능시험 및 제작검사

현재 철도안전법은 시험과 연구 목적으로 제작 및 조립되는 철도차량의 성능시험과 제작검사는 면제될 수 있음을 명시하고 있다. 일반적으로 철도차량 개발에서의 자율성을 최대한 보장하고 개발기간 등을 감안하여 일부 주요 영역을 면제하여 개발이 추진되어왔다. 하지만 개발되는 고속철도차량의 품질 및 성능확인에 대한 보완의 필요성이 지속적으로 요구됨에 따라 이번 차세대고속철도기술개발에서는 개발차량에 대하여 일부 면제되어 있는 성능시험과 제작검사를 보완하여 고속철도차량의 서브시스템, 부품 및 구성품의 품질, 성능을 확보하고자 모니터링 단계를 추가하여 차량 시스템 제작 및 시험 모니터링 연구를 추진 중이다.

2.2.2 모니터링의 범위 선정

철도안전법의 철도차량 성능시험 시행지침 및 철도차량 제작검사 시행지침을 기준으로 모니터링의 대상영역 및 범위를 선정하였다. 표 1은 모니터링 대상영역 및 범위를 나타낸다. 성능시험은 부품시험, 구성품 시험, 완성차 시험, 철도차량 운행선로 시운전으로 나뉜다. 이중 모니터링 대상영역으로 부품 및 구성품 시험을 선정하였으며, 완성차 시험 및 철도차량 운행선로 시운전은 필요시 협의조정 가능 모니터링 대상영역으로 제안하였다. 제작검사는 입고검사, 공정검사, 최종검사로 구성되는데, 이

중 모니터링 대상영역으로 입고검사, 공정검사를 선정하였으며, 최종검사는 필요시 협의조정 가능 모니터링 대상영역으로 제안하였다.

표 1. 모니터링 대상영역 및 범위

철도안전법 상 구분			모니터링 대상영역	비 고
구분	시험/검사의 종류	시험/검사의 구분		
성능시험	1. 부품시험	• 형식시험 • 전수시험	●	
	2. 구성품 시험		●	
	3. 완성차 시험		▲	협의 조정 가능
	4. 철도차량 운행선로 시운전		▲	협의 조정 가능
제작검사	1. 입고검사	• 시제품검사(초도품검사) • 전수검사	●	
	2. 공정검사	• 입회점 • 정지점	●	
	3. 최종검사		▲	협의 조정 가능

2.2.3 모니터링 업무

모니터링 업무는 차량핵심개발기관의 개발일정을 기준으로 개발제품별 모니터링 계획을 수립하는 것에서부터 시작된다. 차량 핵심/세부 개발기관에서 작성하여 시스템사양연구기관의 검토와 시스템엔지니어링연구기관의 최종 확인 완료된 구성품 설명서 및 시험/검사 절차서 등의 기술문서는 모니터링에서 필수적이다. 이는 시험/검사의 계획 수립 시 기술문서의 적확한 작성과 시스템사양연구기관 및 시스템엔지니어링연구기관의 면밀한 검토가 선행되어야 모니터링의 정밀성을 높일 수 있기 때문이다. 모니터링연구기관은 시험/검사 전에 시험/검사 계획뿐 아니라, 적용 규격, 각종 기술계산서, 작업 기준, 시험장비투입계획 및 인력의 적정성 여부에 대하여 검토하며, 차량핵심개발기관이 시험/검사 계획에 의거 시행하는 시험/검사에 대한 모니터링을 실시한다. 이를 통해 개발제품의 시험 및 검사가 절차대로 문제없이 진행되고 있는지 여부와 시스템엔지니어링연구기관 및 시스템사양연구기관에서 요구하는 기술적 사항의 이행 등에 대하여 확인한다. 모니터링 완료 후 시험/검사에 대한 모니터링 결과(시험,검사 성적서, 제작내용 변경에 관한 사항, 요구사항에 대한 이행결과 등의 특이사항 등)와 모니터링 소견 등을 정리하여 시스템사양연구기관 및 시스템엔지니어링연구기관으로 정기/수시 보고한다.

2.2.4 모니터링 절차

그림 1에 모니터링 절차에 대하여 나타냈다. 차량핵심/세부개발기관은 계획된 시험/검사 1주일 전에 시험/검사 모니터링입회 요청서를 모니터링연구기관으로 송부해야하며, 동시에 시스템사양연구기관 및 시스템엔지니어링연구기관으로 일정을 통보해야 한다. 모니터링연구기관은 시험/검사 모니터링 입회 요청서를 접수받아 차량핵심/세부개발기관의 시험/검사에 대하여 모니터링을 시행 후 결과를 시스템사양연구기관 및 시스템엔지니어링연구기관으로 정기/수시 보고한다.

모니터링과정 중 부적합사항 발생 시, 모니터링연구기관은 차량핵심개발기관에게 시정조치를 요구하거나, 필요시 차량핵심개발기관이 시스템사양연구기관에 기술변경 검토를 득하도록 하여야 하며 모니터링연구기관 스스로도 문제점의 해결방안 도출 및 제시를 통하여 부품/구성품의 유용성 및 안전성 확보에 노력해야 한다. 만약 시험/검사 도중 중대한 문제가 발생하였을 경우, 모니터링연구기관은 즉시 시험/검사를 중지하고 그 사실을 시스템사양연구기관에 통보하여야 하며 차량핵심개발기관에게는 시스템사양연구기관의 기술변경검토와 같은 소정의 절차에 따라 시정조치토록 한 후, 재 실

시되는 시험/검사에 대하여 다시 모니터링을 수행해야 한다. 개발품의 공정지연 또는 품질문제 우려 시 통합제품개발팀회의에 상정하여 적절한 조치가 취해지도록 해야 한다. 그림 2는 모니터링 결과 보완사항 처리절차이다.

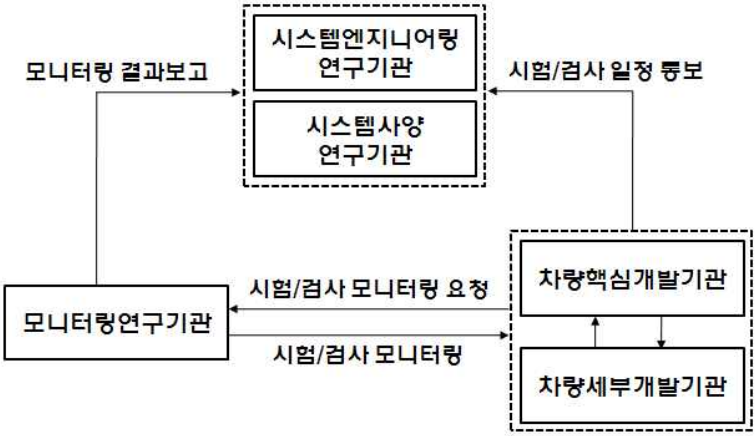

그림 1. 모니터링 절차

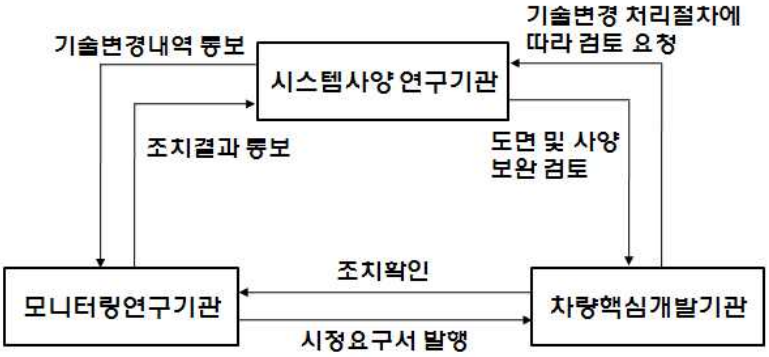

그림 2. 모니터링 결과 보완사항 처리 절차

2.2.5 모니터링 대상품목 선정

모니터링 대상품목은 관련 철도안전법령에서 정한 항목과 기준을 바탕으로, 차량핵심개발기관이 시스템사양연구기관에 제출하고 시스템엔지니어링기관의 최종 확인된 성능시험계획서(차량개발 문서 작성 대상목록)의 품목을 비교 검토하여 선정하며, 통합제품개발팀회의를 통해 최종 결정된다.

2.3 철도차량 제작에서의 모니터링 필요성 검토

철도차량 제작에서의 철도차량 표준 ABS 및 철도차량시스템 WBS를 살펴보고 철도차량 제작 공정에서의 모니터링의 필요성을 검토하고자 한다.

2.3.1 철도차량 표준 ABS 검토

철도차량 표준 ABS에 명시되어 있는 세부사항을 살펴보면 프로젝트관리, 설계, 제작, 공급자체인관리, 생산, 시험, 시운전 등 총 12개의 영역으로 구분되어 있다. 이중 모니터링이 필요하다고 판단되는 단계를 살펴보면, 설계, 제작, 생산, 시험, 시운전 등 대부분의 영역에서 품질목표 및 요구사항에 대한 검증 및 유효성 확인을 위한 측정 검사, 시험활동 관련 모니터링이 필요함을 알 수 있다. 표 2는 철도차량 표준 ABS에서 검토된 모니터링 시점을 나타낸 것으로 철도차량 표준 ABS에서의 모니터링 필요 시점에 대한 충분한 검토를 통해 모니터링 절차의 기준정립 마련 시 활용할 것을 제안한다.

표 2. 철도차량 표준 ABS에서의 모니터링 시점

철도차량 표준 ABS 검토(* : 모니터링 시점)			
단계	세부 내용	단계	세부 내용
1. 프로젝트 관리	1.1 통합/일정/비용 및 재무 관리 1.2 품질/인력/위기/계약관리	*6. 시험	*6.1 시험관리(시험계획) *6.2 종합/평가시험 - 종합시험/평가시험 계획 및 절차서 - 종합시험/평가시험 및 보고서 작성 - 구체시험 및 시험중 검사 - 중량측정 - 정차시 차량한계 - 초도품 검사(FAI) - 초도설비품 검사(FEI) - 고객 공장인수 시험 *6.3 설계입증 시험 - 계약/설계입증시험(형식시험) - 추진동력종합시험 - 동력분산 시험 - 선로에서 설계입증시험 - 의무사항 시험
*2. 설계	2.1 설계관리/시스템 설계 *2.2 예비설계(구매품 모니터링) 2.3 상세설계/내부인터페이스 관리 2.4 목업/기술성능평가 2.5 안전관리 및 인증		
*3. 제작	*3.1 제작관리 - 제작일정, 제작 생산계획 *3.2 방법 및 준비 - 생산기술/공정시트/BOM *3.3 생산공정평가 - 공정품질평가/공정검사		
*4. 공급자 체인관리	4.1 공급자체인관리 4.2 공급자 구매요청 및 선정 *4.3 공급자 관리 및 수용 - 공급자 장소에서 시험 및 검사 - 입고검사 - 공급자 부적합품의 관리 - 공급자 문서관리	7.현장설치	7.1 현장설치관리 및 수행 7.2 현장 안전 및 건강관리
*5. 생산	5.1 생산관리 5.2 제작 및 구매 5.3 조립 및 편성 *5.4 생산공정관리 - 검사계획 및 검사 - 검사시트의 구체화 - 공정검사 - 중간단계 품질보증 *5.5 생산공장시험 - 공장시험계획 - 절차서 - 시험수행 및 보고서 작성 - 정적시험(구내 시운전) - 시험선에서 동적시험 - 선적전 사용자 검사	8.최종인도	8.1 인도관리 및 인도/인수 8.2 인도/선적
		*9.시운전	*9.1 시운전 관리 - 시운전 계획 및 일정 *9.2 시스템 준비 - 고객입회하의 설계입증시험 *9.3 고객장소에서 자체인수시험 - 예비시험 및 보고서 *9.4 고객장소에서 고객인수시험
		10. 보수품지원	10.1 보수품지원관리 및 특수활동
		11. 하자보증	11.1 하자보증관리 및 특수활동 11.2 하자보증이행
		12. 기술이전	12.1 기술이전 관리 12.2 엔지니어링/기술이전문서 12.3 기술지원 및 이전

2.3.2 철도차량 시스템 WBS 검토

표 3은 철도차량 시스템 WBS의 일부를 검토하여 모니터링 대상품목 선정을 위한 시스템의 구조 분석을 나타낸 것으로 차량시스템은 부품, 구성품이 및 하위시스템으로 구성되기 때문에, 각 부품, 구성품 및 하위시스템의 단계별 구조 분석은 필수적이며 이를 통해 모니터링 대상품목의 선정이 이루어져야 한다. 철도차량 시스템 WBS에 대한 검토 및 분석을 통해 모니터링 대상품목의 선정기준으로 활용할 것을 제안한다.

2.4 IRIS 요구사항 및 프로세스에서의 모니터링 필요성 검토

IRIS(International Railway Industry Standard)는 ISO 9001의 원칙을 기본으로 한 하나의 품질시스템 국제규격으로 철도산업에서 품질, 프로젝트관리, System Engineering의 내용을 만족시키면서 품질경영 관리의 평가를 위한 국제적 공동시스템을 수행함을 목적으로 한다. IRIS에 명시되어 있는 요구사항을 살펴보면 품질경영시스템, 경영책임, 자원관리, 제품실현, 측정/분석 및 개선 등 총 8개의 영역으로

구분되어 있다. 이중 제품 실현과 측정/분석 및 개선의 영역에서 제품을 위한 품질목표 및 요구사항에 대하여 제품에 대한 검증, 유효성 확인, 모니터링, 측정 검사, 시험활동 및 고객만족과 관련된 주요 프로세스의 규정/실행/관리를 통한 모니터링의 필요성을 언급하고 있으며, 표 4는 IRIS 요구사항에서 검토된 모니터링 시점을 나타낸 것이다. IRIS 요구사항에서의 프로세스에 대한 충분한 검토를 통해 IRIS의 프로세스를 모니터링 절차의 기준정립 시 활용할 것을 제안한다.

표 3. 철도차량시스템 WBS 검토를 통한 모니터링 대상품목 선정

철도차량시스템 WBS 검토(* : 모니터링 대상품목 선정)							
	1	2	3	4	5	항목	비고
레벨	1					차량시스템	
		1.1				여객열차시스템	동력차(여객열차시스템과 동일한 WBS)
			1.1.1			대차시스템	*하위시스템
				1.1.1.1		대차후레임	*구성품
					1.1.1.1.1	사이드빔	*부품
					1.1.1.1.2	크로스빔	*부품
					1.1.1.1.3	주강품 부품	*부품
					1.1.1.1.4	페인팅	*부품
					1.1.1.1.5	지지대 및 브라켓트	*부품
				1.1.1.2		대차장비(제동장치 포함)	*구성품
					1.1.1.2.1	차축 차륜 셋트 *차륜/차축	*부품
					1.1.2.2	차축 및 베어링 액슬박스-대차연결/베어링/접지연결	*부품

표 4. IRIS 요구사항에서의 모니터링 시점 검토

IRIS 요구사항 (* : 모니터링 시점)			
요구 사항	세부 내용	요구 사항	세부 내용
7. 제품실현	*7.1 제품실현의 기획 - 주요 프로세스 규정/실행/관리	7. 제품실현	*7.10 시운전 /고객 서비스 - 시운전/고객 서비스가 계약 요구사항인 경우 프로세스를 갖추어야 함
	7.2 고객관련 프로세스 - 제품관련 요구사항의 결정 및 검토 - 입찰관리		*7.11 RAMS/수명주기비용 - 계산 및 문서화 - 데이터 수집/분석/개선활동 계획수립 - 실행계획의 규정된 업무 수행
	*7.3 설계 및 개발 - 설계 및 개발 기획/입력/출력 - 설계 및 개발 검토/검증 유효성확인/변경관리		7.12 기타관리
	7.4 구매 * - 구매품의 검증	8. 측정, 분석 및 개선	*8.1 일반 - 제품요구사항에 대한 적합성 실증
	7.5 생산 및 서비스 제공 * - 생산 및 서비스 제공을 위한 프로세스의 유효성확인		*8.2 모니터링 및 측정 - 적절한 모니터링/측정의 유형, 범위 고려 - 제품의 특성을 모니터링하고 측정
	*7.6 모니터링 및 측정 장비의 관리		*8.3 부적합품 관리 - 부적합 프로세스의 관리 - 고객면제
	7.7 프로젝트경영 - 통합, 범위 관리 - 비용, 품질 관리		*8.4 데이터의 분석 - 모니터링/측정의 결과 분석 - 제품 요구사항의 적합성검토
	7.8 형상관리		8.5 개선 - 지속적 개선 및 시정/예방 조치
	*7.9 초도품 검사 (FAI) - 생상프로세스의 검증 - FAI : 조직 생산 프로세스의 주요 시점임		

2.5 TSI 요구사항에서의 모니터링 필요성 검토

TSI(Technical Specification for Interoperability)는 유럽연합 지침서 문서인 지침서 96/48/EC를 통해 유럽지역에서 범 유럽 고속철도시스템의 상호 연계 운영을 위한 기술조건을 정립한 문서이다. 기술적인 요구조건을 하위시스템(철도 하부구조, 전력공급, 신호, 차량, 유지보수 등)에 대한 기술적인 사양으로 규정하고 있으며 고속전철에 대해 유일하게 기술적 요구사항을 표시하고 있다. 5개의 필수요구사항, 그 밖의 특수요구사항 및 기타요구사항과 평가항목 등을 포함하고 있는 TSI는 차세대 고속전철개발뿐 아니라 향후 고속전철기술개발에 적용기준이 될 수 있는 중요한 기술사양으로 판단되며, 차량 및 하위시스템 평가 요구항목에 대한 충분한 검토를 통해 TSI를 표준 모니터링 절차의 기준정립과 모니터링 대상 품목 선정기준으로 활용할 것을 제안한다. TSI의 5개의 필수 요구사항과 관련 항목들을 살펴보면, 다음과 같다.

2.5.1 안전(Safety)

- 안전 임계 부품 및 열차의 운동과 관계되는 부품의 설계, 제작, 조립, 유지보수 및 모니터링은 고장 시 상황을 포함하여 네트워크를 다운시키는 목적에 해당하는 수준의 안전을 보장하여야 한다.
- 차륜/레일의 접촉매개변수는 최대속도에서 안전한 거동을 입증하기 위하여 필요한 안정성 요구사항을 만족시켜야 한다.
- 사용된 부품은 사용기간 동안 정해진 정상응력이나 예외응력을 견뎌야 한다. 사고의 안전 영향력이 적절한 수단에 의해 제한되어야 한다.
- 고정물 및 차량의 설계와 사용된 재료의 선정은 화재 사고시 화염과 유동가스의 생성, 전파 및 영향을 제한하도록 목적을 두어야 한다.
- 사용자에 의해 취급되어질 어떤 장치도 안전에 해를 미치지 않도록 설계되어야 하며 수동으로 예측되어 사용되어야 한다.

차체의 강도, 제동, 연결기의 배열, 커플링 배열, 차축베어링 건전성 모니터링, 화재안전, 출입구, 운전실, 열차의 전면창 및 전두부, 외부 EMI, 시스템 보호장치 등 차량시스템, 부품, 구성품의 안전에 대한 필수 요구사항은 기능과 기술사양에 의해 만족되어야 한다.

2.5.2 신뢰성과 유용성(Reliability & Availability)

- 고정물 혹은 열차의 운동에 포함되는 동적 부품의 모니터링과 유지보수는 어떤 지향 조건하에서 운영을 유지하기 위하여 조직되고, 수행되고 정량화 되어야 한다.

차체의 강도, 제동, 연결기의 배열, 차축베어링 건전성 모니터링, 출입구, 현가장치 등 차량시스템, 부품, 구성품의 신뢰성과 유용성에 대한 필수 요구사항은 기능과 기술사양에 의해 만족되어야 한다.

2.5.3 건강(Health)

- 그 재료를 사용함으로서 또한 거기에 접근함으로서 건강을 해치는 재료는 열차나 철도의 설치물에 사용되지 말아야 한다.
- 화재발생시 특별히 해롭고 위험스러운 화염이나 가스의 전파가 진행되지 않도록 하는 물질을 선택하고 사용하여야 한다.

화재안전, 유지보수 등 차량시스템, 부품, 구성품의 건강에 대한 필수 요구사항은 기능과 기술사양에 의해 만족되어야 한다.

2.5.4 환경보호(Environment Protection)

- 고속철도시스템의 운영과 수립이 환경에 악영향을 미치는지 지역공동체의 강제조항에 부합되게 시스템의 설계단계에서 평가하고 고려되어야 한다.
- 열차에 사용된 재료는 특히 화재 발생 시 환경에 해롭고 위험한 화염이나 가스의 발생을 막아야 한다.
- 차량과 전력공급 시스템은 그들이 전자파 장애를 일으킬 수 있는 설치, 장비 및 공중 또는 개인의 네트워크 등에 전기/전자파에 대응할 수 있도록 설계 제작되어야 한다.

외부소음, 외부 EMI, 열차공기역학 하중, 자갈비상, 화재안전, 유지보수 등 차량시스템, 부품, 구성품의 환경보호에 대한 필수 요구사항은 기능과 기술사양에 의해 만족되어야 한다.

2.5.5 기술호환성(Technical Compatibility)

- 하부구조와 고정설치물의 기술적 특성은 고속철도시스템에 사용될 열차의 기술 특성과 호환성이 있어야 한다. 만약 이러한 기술특성의 고유성이 네트워크의 어떤 구간에 어려움이 입증된다면 미래에 호환성을 보증하는 임시적 해결책이 수행되어야 한다.

출입문, 정적하중, 차량동적 거동, 최대구배, 최소곡선반경, 열차공기역학 하중, 터널내 최대 압력 변화, 전력공급과 관련된 기능 및 기술사양, 서비스, 유지보수 등 차량시스템, 부품, 구성품의 기술호환성에 대한 필수 요구사항은 기능과 기술사양에 의해 만족되어야 한다.

3. 결론

차량이나 열차의 전체 성능이나 품질이 단지 검사나 시험에 의한 모니터링에 의한 방법 에서 결정되는 것이 아니라 기본설계, 상세설계, 구매, 제작, 시험/검사 및 시운전을 통해 프로젝트의 전 단계에 걸쳐 관리가 이루어져야 목적하는 차량을 개발할 수 있다. 본 연구에서는 우리나라 실정에 맞는 고속철도 차량기술개발에서의 표준 모니터링 절차(안) 연구의 일환으로 철도안전법의 철도차량 성능시험 시행지침 및 철도차량 제작검사 시행지침을 기준으로 모니터링 절차를 검토하였고, 철도차량 제작에서의 철도차량 표준 ABS(Activity Breakdown Structure) 및 철도차량시스템 WBS(Work Breakdown Structure)를 살펴보고 철도차량 제작 공정에서의 모니터링의 필요성에 대하여 고찰하였다. 이와 함께 철도산업에서 적용되고 있는 국제규격인 IRIS(International Railway Industry Standard)와 유럽에서 운용되고 있는 고속철도 상호운용성 사양인 TSI(Technical Specification for Interoperability)의 필수요구사항 등을 분석하여 표준 모니터링 절차에 대하여 검토하였다. 이로부터 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 고속철도차량기술개발 표준 모니터링 절차는 철도안전법의 철도차량 성능시험 시행지침 및 철도차량 제작검사 시행지침을 기준으로 한다.

2. 철도차량 제작에서의 철도차량 표준 ABS 및 철도차량시스템 WBS에 대한 분석을 통해 표준 모니터링 절차를 위한 철도차량 제작 공정에서의 모니터링 시점 및 모니터링 대상품목의 선정 기준 정립이 필요하다.

3. 국제규격인 IRIS 요구사항에 대한 충분한 검토 및 프로세스 고찰을 바탕으로 표준 모니터링 절차의 기준정립이 필요하며, 유럽의 고속철도 분야에서 사용되고 있는 안전, 신뢰성 및 유용성, 건강, 환경보호, 철도 전반 시스템과의 기술호환성을 이용하여 차량, 신호, 철도시설물에 대한 평가를 할 수 있는 TSI 규정을 적극적으로 적용하여 표준 모니터링 절차의 기준정립과 모니터링 대상품목 선정기준으로 활용할 것을 제안한다.

감사의 글

본 연구는 분산형 고속철도 시스템엔지니어링 기술개발의 일환으로 국토해양부의 연구지원에 의해 이루어진 것으로서, 이에 관계자 여러분들께 감사드립니다.

참고문헌

1. 철도안전법 시행규칙 (2009. 2.27 국토해양부 령 제103호)
2. 철도차량 성능시험 시행지침 (2009.8.21 국토해양부 고시 제 2009-633호)
3. 철도차량 제작검사 시행지침 (2009.8.21 국토해양부 고시 제 2009-634호)
4. "차세대고속철도기술개발사업 1단계 보고서", 한국철도기술연구원, 2009
5. "차세대고속철도 시스템요구사항", 한국철도기술연구원, 2011
6. "기술검토자료 문서작성 대상목록 Rev.C", 현대로템, 2011
7. "요구서(기본설계) 차량시스템 기술요구서", 현대로템, 2009
8. IRIS Rev 2.0-2009
9. TSI (Technical Specification For Inter Operabilty)
10. 안상형,이관석,이명호,"21세기 품질경영", 박영사, 2008