

ETCS L3급 열차제어시스템 종합성능시험을 위한 요구사항 분석에 대한 연구

Study on the Requirement Analysis for Comprehensive Performance Test of the ETCS Level 3 class Train Control System

이재홍*, 김창훈*, 지정근*[†], 박주훈**, 성동일***

Jae-hong Lee*, Chang-hun Kim*, Jeong-kun Ji*[†], Ju-hun Park**, Dong-il Sung***

초 록 무궤도회로 열차 검지 기술에 기반을 둔 ERTMS/ETCS 레벨3 운행 방식은 현재 유럽에서 공식적으로 상용화 운영 중인 ERTMS/ETCS 레벨1,2 방식의 상위 개념으로서 지속적인 기술 연구가 진행되고 있다. 이에 준하여 국내에서는 ERTMS/ETCS 베이스라인2에 기반을 둔 ETCS 레벨3급 열차제어시스템의 개발이 진행되고 있으며 이에 대한 종합성능시험을 수행하므로 장비의 적합성을 검증해야 한다. 따라서 본 논문에서는 ERTMS/ECTS 베이스라인2 기반 레벨3에 대한 차상장치와 지상장치의 종합성능시험 요구사항에 대한 분석 및 적용 방안을 제안하기 위하여 ERTMS/ETCS 베이스라인2 시스템요구사항과 레벨3에 대한 단독 요구사항을 분석하였으며 도출된 레벨3 요구사항을 반영하여 종합성능시험 설계에 대한 필요성을 제시하였다.

주요어 : ETCS, 종합성능시험, 레벨3, 이동폐색, 차상장치, 지상장치

1. 서론

열차자동방호 방식에 기반을 둔 ERTMS/ETCS는 점 제어 방식의 레벨1 시스템과 무선 네트워크를 사용한 연속 제어 방식의 레벨2 및 레벨3 시스템에 대해 규정한다.[1] 레벨1과 2 방식의 운영이 시작된 이후 지금까지 레벨3 방식의 열차제어시스템을 위한 표준화 및 규격화를 위한 연구가 지속되어 왔다.[2] 따라서 본 기능을 구현한 ETCS L3급 핵심 차상장치 KVC(Korean Vital Computer)와 핵심 지상장치 RBC(Radio Block Center)의 기능 적합성을 검증을 위하여 종합성능시험 요구사항에 대한 분석 및 적용 방안 수립이 필수적이다.

2. 본론

2.1 ERTMS/ETCS 베이스라인2 주요 요구사항

2.1.1 시스템요구사항

ERTMS/ETCS 베이스라인2 시스템요구사항은 총 3916개 항목으로 구성되어 있다. 이 중 시험으로 구현하여 검증 가능한 항목은 1,848개 항목이며 각 항목은 기능모음(Feature) 632개로 분류되어 있다.

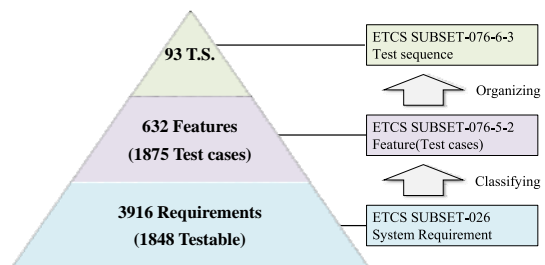


Fig. 1 Test requirements structure for ERTMS/ETCS baseline2 system requirements

† 교신저자: 유경제어(주) 기술연구소 (jkji@daum.net)

* 유경제어(주) 기술연구소

** 한국철도공사 연구원 기술연구처

*** 한국철도시설공단 KR연구원 기술연구처

이러한 기능모음은 시스템요구사항을 시험하기 위한 특정 레벨, 모드, 열차 운행 조건 등이 기술된 총 1,875개의 테스트케이스로 구성된다.

ERTMS/ETCS Subset-076-6-3 테스트시퀀스는 Fig. 1과 같이 테스트케이스 전체를 시험하기 위해 설계된 93가지 시나리오로서 현재 EU에서는 ERTMS/ETCS 베이스라인2 기반 차상장치의 경우 유럽 내 NoBo(Notified Body)에서 인증된 공인 시험소(Accredited Laboratory)에서 전체 테스트시퀀스를 사용한 기능시험을 통해 전체 시스템요구사항에 대한 적합성을 검증해야 함을 규정하고 있다.[3-4]

2.1.2 ERTMS/ETCS 레벨3 요구사항

베이스라인2 기준 ERTMS/ETCS 시스템 요구사항에서 명시한 레벨3 요구사항은 대부분 레벨2의 요구사항과 교집합의 상태로 분류되어 있다. 레벨2와 중복되는 공통 요구사항을 제외하면 레벨3 단독 요구사항은 총 9개의 항목으로 분류되며 각 항목은 지상장치, 차상장치 대한 요구사항으로 구분된다.[3]

Table 1에서와 같이 지상장치의 레벨3 단독 요구사항은 레벨3 이동권한 메시지 구조(Structure of level 3 movement authority)와 긴급 메시지(Emergency Message)에 대한 항목이며 차상장치와 기관사의 레벨3 단독 요구사항은 레벨3 열차의 후방 끝 위치보고(Level 3 train rear end position reporting)에 대한 항목으로서 열차의 레벨3 운행에 따른 열차 무결성(Train integrity)을 감독하고 이동폐색 방식에 적합한 이동권한 메시지와 관련이 있다.

Table 1 Classification of ERTMS/ETCS Level 3 exclusive requirement

Category	Relevant clause in Subset-026	Requirement
Trackside	3.8.3.5	Structure of level 3 movement authority
	3.8.3.11	
	3.10.1.2	Emergency message
Onboard	3.6.5.2.1	Level 3 train rear end position reporting (Train integrity)
	3.6.5.2.2	
	3.6.5.2.3	
	3.6.5.2.4	
	3.6.5.2.5	

2.1.3 ERTMS/ETCS 레벨3 테스트케이스

ERTMS/ETCS 레벨3 단독 요구사항에 상응하는 테스트케이스는 ERTMS/ETCS Subset-076-5-2에 일부 설계되어 있으며 Table 2와 같다.[5]

Table 2 Test Case coverage matrix of ERTMS/ETCS Level 3 exclusive requirements

Category	L3 exclusive requirements	Test Case	Description of Test Case	
Trackside	Structure of level 3 movement authority	338	Route locking by ERTMS/ETCS track-side	
		12	Monitoring of priority data	
Onboard	Emergency message	236	Unconditional emergency stop message is accepted (Transition[20])	
		Level 3 train rear end position reporting (Train integrity)	167	Supervision of train integrity entered by driver
			168	Supervision of train integrity evaluated by train integrity device
			184	Transmission of position report
			188	Inform trackside about loss of train integrity
			189	Inform trackside about train integrity entered by driver
			338	Route locking by ERTMS/ETCS track-side
339	Route releasing by ERTMS/ETCS track-side			

지상장치의 레벨3 단독 요구사항에 대한 테스트케이스에는 ERTMS/ETCS 지상장치에 의한 진로 채정(Route locking by ERTMS/ETCS track-side), 우선순위 데이터 감시(Monitoring of priority data), 무조건적인 비상정지 메시지 수락(Unconditional emergency stop message is accepted)에 대한 시험을 제시하고 있다.

차상장치의 레벨3 단독 요구사항에 대한 테스트케이스에는 기관사에 의해 입력된 열차 무결성 감시(Supervision of train integrity entered by driver), 열차 무결성 장치에 의해 평가된 열차 무결성 감시(Supervision of train

integrity evaluated by train integrity device), 위치 보고 전송(Transmission of position report), 지상장치로 열차 무결성 상실에 대한 알림(Inform trackside about loss of train integrity), 지상장치로 기관사에 의해 입력된 열차 무결성에 대한 알림(Inform trackside about train integrity entered by driver), 지상장치에 의한 진로 채정(Route locking by ERTMS/ETCS track-side) 및 해정에 대한 시험을 제시하고 있다.[5]

2.2 레벨3 종합성능시험 설계 요구사항

Table 3에 명시된 것처럼 베이스라인2 기반 Subset-076-6-3 93가지 테스트시퀀스에는 레벨3에 해당하는 테스트케이스 일부 항목이 포함되어 있지 않다.

따라서 ERTMS/ETCS 레벨3급 열차제어시스템에 대한 종합성능시험에는 Table 3에 명시된 것처럼 Subset-076-6-3 93가지 테스트시퀀스에 미포함된 레벨3 테스트케이스를 반영하여 별도의 설계된 테스트시퀀스를 사용해야 한다.[4]

Table 3 Summary of ERTMS/ETCS Level 3 relevant Test cases covered by 93 Test sequences

Category	Level 3 Test Cases	
	Covered	Not Covered
Trackside	12.6, 12.7, 12.8, 236.9	12.1, 12.2, 12.4, 12.5, 236.1, 236.5, 236.6, 236.7, 338.1
Onboard	184.1, 184.2, 184.3, 184.4	167.1, 167.2, 168.1, 168.2, 189.1, 188.1, 188.2, 338.1, 339.2

3. 결론

본 논문에서는 ETCS 레벨3급 열차제어시스템의 종합성능검증에 필요한 요구사항을 분석하였다. 현재 국내에서는 ETCS 레벨3의 구현과 관련하여 이동폐색, 레일 결손검지, 레벨 전환 기능 등에 대한 요구사항 수립 및 개발을 활발히 진행 중에 있다. 향후 본 논문에서 고려한 레벨3 관련 테스트케이스에 더하여 추가적으로 수립된 기능 요구사항에 대한 테스트케이스 설계가 필요하며 종합성

능시험을 통해 이에 대한 정량적인 수치 및 결과를 수집하기 위하여 최적화된 별도의 테스트시퀀스 설계 방안을 수립해야 할 것이다.

후 기

본 논문은 국토교통부에서 지원한 「자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발」 사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] ERA (2016) ERTMS/ETCS Subset-026 System Requirements Specification, chapter 2, 18-24p
- [2] EEIG ERTMS Users Group (2017) Hybrid ERTMS/ETCS Level 3
- [3] ERA (2012) ERTMS/ETCS Subset-076-5-4 SRS v2.3.3 Traceability
- [4] ERA (2012) ERTMS/ETCS Subset-076-6-4 Test Cases Coverage
- [5] ERA (2012) ERTMS/ETCS Subset-076-5-2 Test Cases