

유럽의 ERTMS/ETCS Baseline 현황 분석 및 국내 적용방안에 대한 고찰

Analysis of European ERTMS/ETCS Baseline Status and Consideration on Domestic Application Plan

황경환*, 이기서*†, 우형남*, 성동일**

Kyung-Hwan, Hwang*, Key-Seo, Lee*†, Hyung-Nam, Woo*, Dong-Il, Sung**

초 록 유럽철도교통관리시스템(ERTMS) 개발은 1989년 유럽의 단일화된 철도노선 구축을 위해 유럽연합 정책의 일환으로 시작되었으며, 현재 철도신호시스템은 유럽의 ERTMS/ETCS가 국제적으로 표준화가 되어 가고 있는 추세이다. 이에 대한 해결책으로 국내 열차제어분야도 상호호환성을 고려한 열차제어시스템의 기술개발이 보다 더 필요한 시점이다. 최근 유럽철도국(ERA, European Railway Agency)에서는 2020.12.31 이후 신규 ETCS 장착열차에 대해서 B3R2(Baseline 3 Release 2)를 제시하고 있으며 우리나라는 경부선, 호남선, 전라선, 경춘선에서 Baseline 2.2.0부터 2.3.0까지 설치되어 운영 중이다. 계속되는 Baseline의 upgrade에 따라 기술적인 검토사항과 경제적인 고려사항이 발생하고 있는 추세이다. 이에 따라 현재 배포된 최신의 유럽 표준 ERTMS/ETCS Baseline 3에 대한 요구사항 및 주요기능을 분석하고, 향후 국내 KTCS-3 개발 Baseline 적용방안을 제시하고자 한다.

주요어: Baseline, ERTMS/ETCS, 철도신호시스템, 상호호환성, B3R2

1. 서론

ERTMS/ETCS(European Railway Traffic Management System /European Train Control System) 개발은 1989년 주요 철도 제조업체, 인프라 관리자, 열차운영자 및 유럽연합과 함께 시작되었다. 그때부터 유럽 전역에 여러 프로젝트가 ERTMS/ETCS로 배치되어 여러 개의 고속철도, 지역 및 화물 수송노선이 운영되고

있으며, ERTMS/ETCS로 운행되는 많은 열차가 상업적으로 운영되고 있다.

그동안 국내에서는 주로 Baseline 2에 초점을 맞춰 영업운행 및 여러 연구과제들을 수행했으나 Baseline 3에 관한 논의는 미흡하여 변경된 사항 및 적용방안에 대한 이해가 부족한 실정이다. 따라서 Baseline 3에 대한 요구사항 및 주요기능에 대한 연구 및 검토가 필요하며 향후 국내 철도신호시스템 Baseline 적용방안 검토가 필요하다.

† 교신저자: 철도신호사업연구조합 이사장
(kslee@kw.ac.kr)

* 철도신호사업연구조합 연구원

** 국가철도공단 KR 연구원

2. 본론

2.1 ERTMS/ETCS 시스템 사양(SRS)

2.1.1 시스템 사양(SRS) 버전

ERTMS/ETCS Baseline의 기준은 SUBSET-026(SRS)이며 수년 동안에 걸쳐 SRS(System Requirements Specification) 버전이 변경 되었다. 초기에는 ETCS 사양 제정 및 관리책임이 명확치 않았으나 2006년 이후 유럽 철도국(ERA)이 중심이 되어 ETCS 시스템 사양 관리가 진행되고 있다.

•UIC 1.0.0 → 3.0.2

- 확고한 ETCS 기술 플랫폼 정립

•EEIG 1.0.0 → 3.0.0 .4 .4A .4B .5A.

- 환경이나 운영측면에서 SRS 이외의 이슈사항이나 사용자 요구사항에 대해 반영 및 정립

•UNISIG Class P → 1.0.0 → 2.2.2 → 2.3.0 → 3.0.0 → 3.3.0 → 3.4.0 → 3.6.0

- 다중 공급자 프로젝트에 처음으로 적용
- 시스템 설계나 시험 관점에서 정립됨
- 전체 유럽에서 사용 중

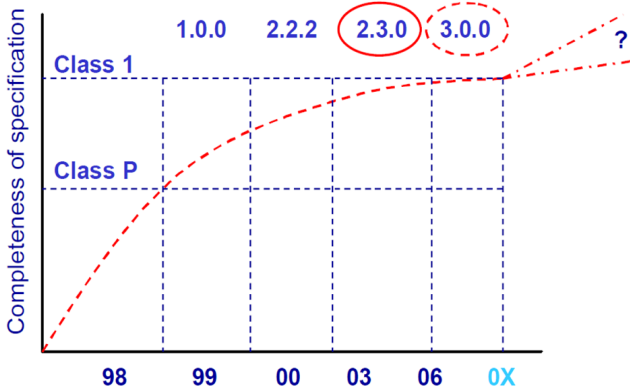


Fig. 1 UNISIG Specifications 버전 변천

2.1.2 Baseline 2

안정적이고 완전한 ETCS 시스템사양의 첫번째 세트는 “2.3.0 d” 버전의 Subset-026을 기반으로 하며 Baseline 2 라고 한다.

•많은 다중 공급자(Multi-Supplier) 프로젝트가

Baseline 2.2.2를 기본으로 수행중임.

•대부분의 프로젝트에서 서로 다른 공급자 간에 사소한(Minor) 차이점만 나타남.

•이러한 차이점(Gap)을 조화로운 방향으로 개선한 버전이 Baseline 2.3.0 d임.

•Baseline 2.3.0 d는 안정된 핵심을 유지하고 있으며 최초의 국가간 간선 프로젝트에 적용 중.

Table 1 유럽의 Baseline 2 운영 현황

년도	국가	노선	운영속도
2005	Italy	Roma-Napoli	300 km/h
2006	Italy	Torino-Milano	300 km/h
2008	Italy	Milano-Bologna	300 km/h
2009	Italy	Bologna-Firenze	300 km/h
2007	Belgium	L3	260 km/h
2009	Belgium	L4	300 km/h
2011	Spain	Madrid Lleida	350 km/h
2012	Spain	Madrid Valencia	350 km/h
2014	Spain	Albacete Alicante	300 km/h
2009	The Netherland	HSL Zuid	300 km/h
2012	The Netherland	Hanzelijn	200 km/h
2006	Switzerland	Maastesten	200 km/h
2007	Switzerland	Rothris Loetschberg tunnel	250 km/h

2.1.3 현 Baseline 3

Baseline 2의 다음 버전인 Baseline 3 은 다음사항을 포함하고 있다.

- Baseline 2.3.0 d에서 제외됐던 주제들의 정립
- 오픈 이슈들을 종결하기 위한 많은 새로운 기술이론과 절차 적용
- 폭넓게 협의된 기능 향상 추가

2.2 Baseline 3 주요 개선 사항

ETCS 시스템 사양은 발견된 결함이나 오류를 개선하고 인프라 관리자 및 운영자가 요청한

새로운 기능을 구현하도록 발전하였다. 릴리스 2.3.0 d는 버전 3.0.0, 3.1.0, 3.2.0 및 3.3.0으로 발전했으며, 버전 변화는 Fig. 2 와 같다.

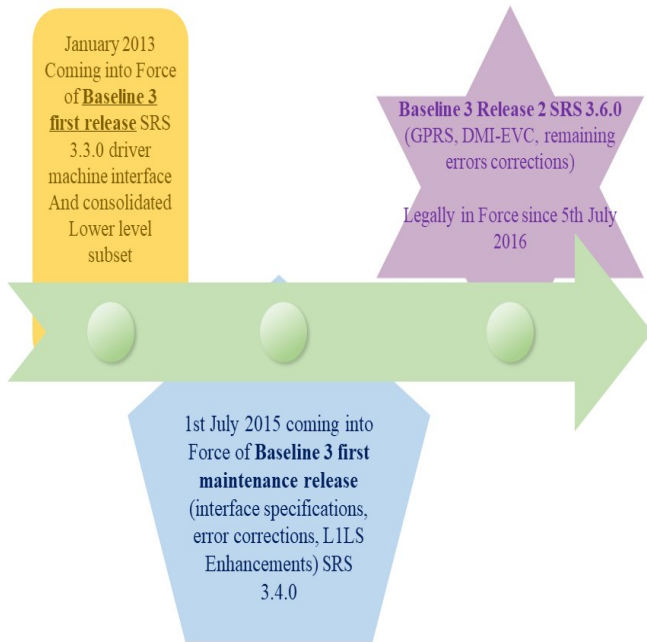


Fig. 2 Baseline 3 의 버전 진화

버전 2.3.0 d와 비교 한 Baseline 3에는 다음의 주요 기능이 포함된다:

- 주어진 허용 제동 거리를 보장하기 위한 속도제한
- 레벨 2 또는 3의 발리스에서 취소 가능한 TSR 억제
- 국제 열차 카테고리 재 정의
- 안전한 무선 연결 감독
- Non-Leading 입력신호
- Cold 이동 감지
- 도어 제어 감시
- 발리스그룹 메시지 일관성 반응 억제
- 패시브 선팅 모드

2.2.1 B3MR1

2015년 릴리스 3.3.0으로부터 Baseline 3

Maintenance Release 1 (B3MR1)이라고 하는 3.4.0으로 발전했다. 이 B3MR1에는 다음이 포함된다:

- 26 개 CR(Change Request)
- 영향을 받는 사양: SUBSETS 25 개
- 주요 변경: L1 Limited Supervision (CR 1223), 일부 DMI 기능에 대한 SIL 요구 사항 증가

2.2.2 B3R2

1 년 후인 2016년에는 사양이 3.6.0 Baseline 3 Release 2 (B3R2)로 발전했다. 이 B3R2에는 다음이 포함된다:

- 55 개 CR, 39 개 오류 수정 및 16 개 개선
- 영향을 받는 사양: SUBSETS 25 개
- 주요 변경 : GPRS, Key Management, ATO 등

2.2.3 Baseline 진화 요약

ERTMS/ETCS Baseline 진화를 요약 정리하면 Table 2와 같다.

Table 2 Baseline 진화 요약표

Baseline	SUBSET 버전	반영된 CR	법적 유효일
B2	SRS 2.3.0 d		2008.4
B3	SRS 3.3.0	410 개	2013.1
B3 MR1	SRS 3.4.0	26 개	2015.7
B3 R2	SRS 3.6.0	55 개	2016.7

2.3 Baseline 3 호환성 분석

Baseline 3 사양에는 시스템 버전 관리가 포함되어 모든 Baseline 3 열차가 최소 2 가지 버전의 라인(예. B3R2는 Baseline 2,3)에서 호환해서 동작 할 수 있다. Baseline 3 상호호환성에 대한 전체 그림은 Fig. 3과 같다.

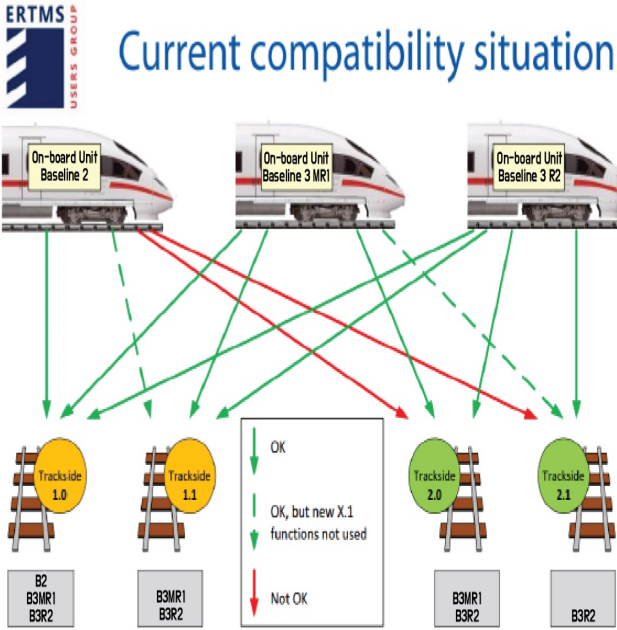


Fig. 3 현재 Baseline 3 상호호환성

Baseline 3를 장착한 열차(차상장치)는 Baseline 2,3를 갖춘 지상설비 구간을 자유롭게 운행 가능하나 Baseline 2를 장착한 열차는 Baseline 3를 갖춘 지상설비 구간을 운행할 수 없다(하위호환성, Downward Compatibility).

Baseline 3 상호호환성을 요약하면 다음과 같다.

- Baseline 3 열차에서 Baseline 2 지상 인프라에서 대한 하위 호환성을 제공한다.
- 기존 발리스의 대부분을 그대로 유지하면서 Baseline 2 지상장치를 업그레이드할 수 있다.
- 추가된 지상 Baseline 3 정보는 Baseline 2 열차에서 무시되지만 Baseline 3 열차에서는 고려된다.

2.4 국내 KTCS의 Baseline 적용현황

국내 철도신호시스템의 Baseline 적용현황은 Table 3와 같다.

Table 3 국내 철도시스템의 Baseline 적용현황

노선	구간	SRS 버전	ETCS 레벨
경부선, 호남선	서울-부산, 서대전-목포	2.2.2 (Baseline 2)	ETCS L1 (KTCS-1)
전라선, 경춘선	익산-여수, 용산-춘천	2.3.0 (Baseline 2)	ETCS L1 (KTCS-1)

2.5 향후 국내 철도시스템 Baseline 적용 방안

현재 국내에서는 ERTMS/ETCS를 기반으로 하여 상호호환성을 갖는 KTCS-1,2,3를 운영 또는 연구개발 중에 있다. KTCS-1은 영업 운행 중이며 KTCS-2는 전라선 구간 시범사업을 구축 중이다. 또한 KTCS-3는 1단계를 연구개발을 완료하고 2021년 4월부터 2단계 현차 시험 및 시범사업을 계획 중이다. 이러한 국내환경에서 KTCS-1,2,3의 효율적인 상호호환성을 고려한 Baseline 적용방안은 Table 4 와 같다.

Table 4 국내 ERTMS/ETCS Baseline 적용방안

추진 단계	장치 구분	내용(Baseline 적용방안)	비고
1단계	차상	모든 ETCS 장착 차량의 B3R2 업그레이드	하위 호환성 확보
2단계	지상	2.2.2/2.3.0 -> 2.3.0 d	
3단계	지상	2.3.0 d -> Baseline 3	B3R2 권고

결론

유럽 국가간 상호호환성을 갖는 단일화된 철도노선을 구축하기 위해 유럽철도국(ERA)을 중심으로 여러가지 프로젝트 및 표준사양을

개발하고 있으며 ERTMS/ETCS는 상호호환성 향상을 위해 시스템사양(SRS) 버전을 업그레이드하고 있다. 또한 유럽에서는 전자연동장치 인터페이스 표준화를 위한 EULYNX 프로젝트 수행과 지상설비와 차상설비간 인터페이스 표준화를 위한 RCA (Reference CCS Architecture) 및 OCORA(Open CCS On-board Reference Architecture) 프로젝트를 수행하고 있다.

ERA에서 주도하는 ERTMS/ETCS 시스템사양은 현재 B3R2(SRS 3.6.0)가 유효한 상태이다. 또한 최근 ERA에서는 2020.12.31 이후 신규 ETCS 열차에 대해서 B3R2를 권고하고 있다. 이러한 상황에서 ERTMS/ETCS를 추구하는 국내 KTCS의 Baseline 단계별 적용방안은

1단계로 모든 ETCS 차량의 B3R2(3.6.0) 업그레이드,

- 2단계로 지상설비 2.2.2/2.3.0 구간의 2.3.0

d 업그레이드,

- 3단계로 지상설비 2.3.0 d 구간의 Baseline

3 업그레이드

로 적용하는 것이 효율적인 상호호환성을 갖춘 KTCS 시스템을 구축할 수 있다고 판단된다.

후 기

본 논문은 국토교통부에서 지원하고 국토교통과학기술진흥원이 전문기관인 “ETCS L3(이동폐쇄) 급 열차제어시스템 기술 및 성능검증” 과제(21 KTCS - C 163166 - 01)의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Fernández Suárez, Enrique Rodríguez, Antonio (2018.5) “ATLAS: The road to Baseline3” , *360 revista de alta velocidad*, pp. 106-114
- [2] ERA (2016.5) “ERTMS/ETCS -System Requirements Specification” Chapter 2 Basic System Description, REF SUBSET-026-2, ISSUE 3.6.0, pp. 12-25
- [3] ERA (2016.5) ERTMS/ETCS “Baseline Compatibility Assessment Final Report” , EUG UNISIG BCA, Issue 1.1.0, pp. 7-32
- [4] ERA (2014.7) ERTMS/ETCS “ETCS Baseline3 Release 2 Project Plan” , pp. 7-12
- [5] 정경장 외 (2013.4) “ETCS Baseline 3 개선사항과 레벨전환에 대한 연구” , *2013년도 한국철도학회 춘계학술대회*
- [6] 강성원 외 (2016.4) “ERTMS/ETCS Baseline 3 요구사항 및 기능분석” , *2016년도 한국철도학회 춘계학술대회*
- [7] 김용규 외 (2021.4) “무인자동화 KRTCS의 상호운영성 성능 적합성 분석” , *2021년도 한국철도학회 춘계학술대회*
- [8] <http://www.era.europa.eu/coreactivities/ERTMS/pages/set-of-specification.3.aspx>