

**STM의 레벨전환 표준규격 및 STM 도입시
레벨전환 규격 정립을 위한 ERTMS 표준절차 고찰**
**To study the standard of Level Transition related to STM and
ERTMS Standard for establishing Level Transition in case of defining new STM**

변성환†, 김봉수*, 김대성*, 김경식*, 박성호*

S.H. BYUN†, B.S. Kim*, D.S. Kim*, K.S. Kim* S.H. Park*

Abstract Domestic National signaling system has introduced and applied the type of ERTMS(European Railway Traffic Management System) signaling system, this system gradually being expanded and applied in a wide range. In Republic of KOREA, the ERTMS/ETCS system are applied to the system is defined as ATP, the original signaling system are applied to an existing track is defined as STM(ATS,ATC). ERTMS system is to implement onboard/wayside interface and level transition according to ERTMS standard, level transition between ERTMS and STM is defined. So this paper is to review the standard of level transition related to STM and ERTMS standard for establishing level transition in case of defining new STM.

Keywords : ERTMS, ETCS, STM, Level Transition.

초 록 국내 간선 철도 신호 시스템은 ERTMS 방식의 차/지상 신호시스템이 도입 및 적용되어 열차를 운영하고 있으며, 점진적으로 더 넓은 구간으로 확대/적용되고 있는 추세이다. 국내에서는 ERTMS/ETCS 시스템이 적용된 시스템을 ATP, 기존선로에 적용된 고유의 신호 시스템을 STM(ATS, ATC)이라 정의한다. ERTMS 시스템의 경우에는 ERTMS 표준규격에 따라 차/지상 인터페이스 및 레벨전환이 구현되며, ERTMS와 STM 간의 레벨전환 절차가 정의된다. 본 논문에서 STM의 레벨전환 ERTMS 표준규격과, 신규 STM 도입시 레벨전환 규격 정립을 위한 표준 절차에 대해 고찰하고자 한다.

주요어 : ERTMS, ETCS, STM, 레벨전환

1. 서 론

국내 간선 철도 신호시스템은 ERTMS 방식의 차/지상 신호시스템이 도입되어 열차를 운영하고 있으며 확대되고 있는 추세이며, ERTMS와 STM 간의 자동 레벨전환은 열차 운행의 안전성과 호환성을 위해 매우 중요하다. 본 논문에서는 레벨전환의 정의, ERTMS와 STM간의 레벨전환 기능에 대한 요구사항 및 규격을 소개하고, 국내 레벨전환 절차와 레벨전환 규정을 준수하지 못하여 발생된 사례를 알아보고자 한다. 또한 해당 사례의 문제점을 해결하기 위해 필요한 ERTMS 표준절차를 고찰한다.

† 교신저자: 현대로템 기술연구소 신호통신팀 변성환 연구 (bsh9075@hyundai-rotem.co.kr)

* 현대로템 기술연구소 신호통신팀

2. 약 어

약 어	원 어
BG	Balise Group
ERA	EUROPEAN RAILWAY AGENCY
ERTMS	European Railway Traffic Manange
ETCS	Europeon Train Control System
FA	FAILURE
MA	MOVING AUTHORITY
SRS	System Requirement Specification
STM	Specific Transmission Module
TVM	Transmission Voie Machine

3. 본 론

3.1 레벨전환 정의

레벨전환은 열차 운행시 지상신호 시스템이 변경되는 영역을 진입 및 진출 할 경계에서 지상설비가 차상신호장치로 전송하는 데이터에 따라 차상신호장치의 레벨이 자동적으로 변경되는 것을 의미하며, ERTMS에서 규정한 LEVEL(LEVEL0, LEVEL1, LEVEL2, LEVEL3, LEVEL STM)간 지상신호 경계에서 상호 전환되는 기능이다. 국내에서는 LEVEL 1, LEVEL 0, LEVEL STM로 영업 열차에 적용하고 있으며, LEVEL 1과 LEVEL 0 간 자동적인 전환함으로 국내 주요 간선 열차가 운행된다.

3.2 레벨전환 요구사항 및 절차

LEVEL 1과 LEVEL STM간의 레벨전환 요구사항 및 절차는 ERTMS/ETCS SUBSET026(2.3.0) System Requirements Specification Chapter 5, Procedures, ERTMS/ETCS SUBSET035(2.1.1) Specific Transmission Module FFFIS 에서 아래와 같이 정의하였다.

3.2.1 LEVEL STM에서 LEVEL 1으로의 전환

(1) 요구사항

1) LEVEL STM에서 LEVEL 1 구간으로의 레벨전환을 위해서는 레벨 경계지점 또는 이전 지역에서 LEVEL 1의 이동권한(MA) 정보와 궤도정보를 수신해야 한다. 그러지 못할 경우에는 열차는 정차하게 된다. LEVEL 1으로 전환 후, 이동권한이 없을 경우에는 열차가 이동하지 못한다.

2) 기관사 책임하에 LEVEL 1 구간으로 진입할 경우에는 LEVEL STM 구간에서 설정된 최고속도를 초과할 수 없다.

3) 레벨전환 구간을 통과 후에는 활성화된 STM은 대기상태가 되어야 한다.

(2) 레벨전환 절차

1) LEVEL STM에서 LEVEL 1으로의 레벨전환 절차

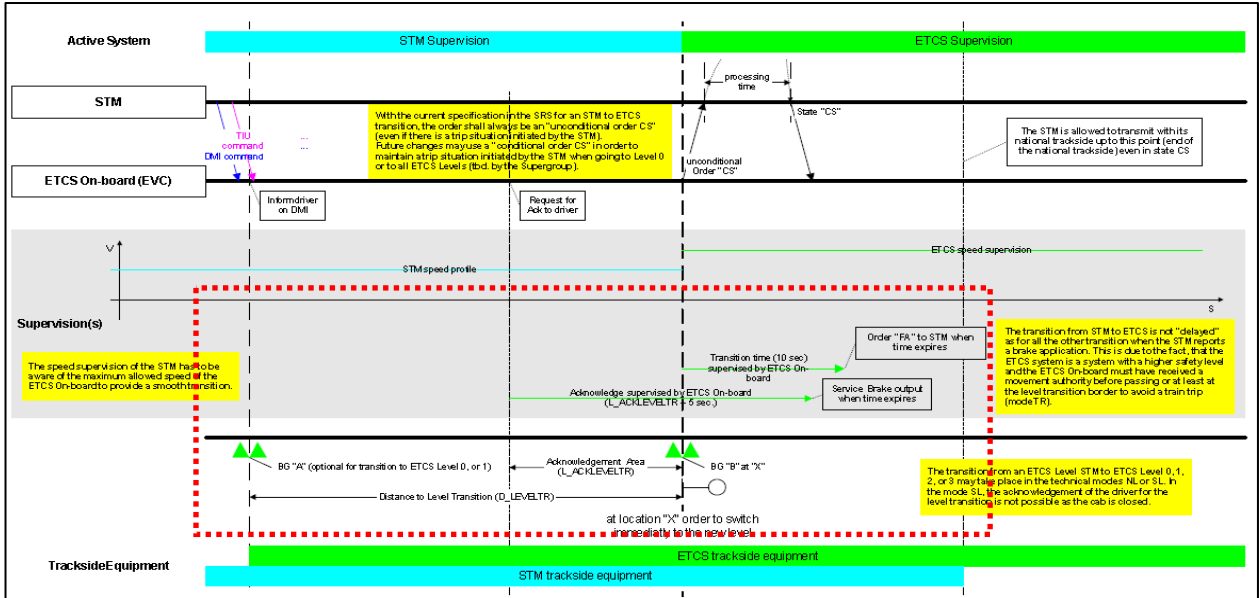


그림1. LEVEL STM에서 LEVEL 1으로의 레벨전환 다이어그램

SUBSET035(2.1.1) Specific Transmission Module FFFIS에 발췌한 다이어그램으로 LEVEL STM에서 LEVEL 1 레벨전환을 도식화한 그림이다. 붉은색 점선 박스에서 레벨전환 절차를 알아보기로 한다.

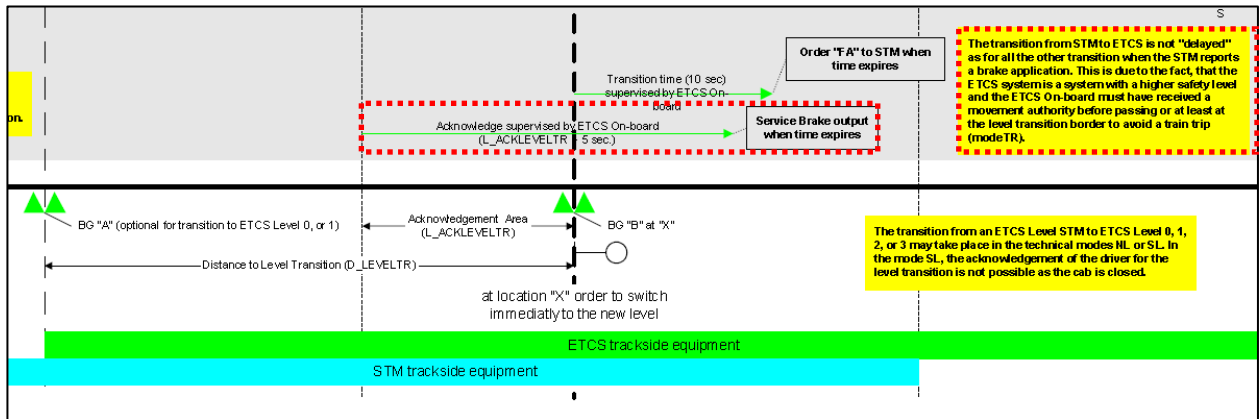


그림2. LEVEL STM에서 LEVEL 1으로의 레벨전환 절차

열차가 LEVEL STM 모드 운행중에 ERTMS 예고 발리스(BG “A”)로부터 ERTMS LEVEL1 정보를 수신한 후 D_LEVELTR 거리를 주행하거나 ERTMS 실행 발리스(BG “B”)를 검지하게 되면 LEVEL 1 모드로 레벨전환 되어 정상적으로 운행된다. 단, ERTMS 실행 발리스로부터 지상에서 설정한 L_ACKLEVELTR 거리 전에 기관사 확인 요청을 하게 되고 5초 동안 취급이 없을 시 상용제동을 체결한다. 또한, 열차가 트립모드로 전환되는 것을 방지하기 위해서 ERTMS 실행 발리스나 이전 발리스에서 반드시 이동권한 정보를 수신해야 한다.

3.2.2 LEVEL 1에서 LEVEL STM으로의 전환

(1) 요구사항

- 1) LEVEL 1에서 LEVEL STM(ATS 또는 ATC)으로의 레벨전환을 위해서는 적어도 새로운 구간의 첫번째 궤도에 대한 정보를 이전 구간이 처리를 해야 하며, 차상신호장치는 지상으로 부터 이동권한 정보/새로운 구간에 대한 정보 또는 경계지점에서의 목표속도를 수신 해야 한다.
- 2) ERTMS/ETCS 차상신호장치는 레벨전환 예고신호를 수신하면 레벨전환 구간을 통과시 지정된 STM(ATS 또는 ATC)로 레벨전환 활성화 할 수 있도록 준비해야 한다.
- 3) ERTMS/ETCS 차상신호장치는 레벨전환 구간을 통과시 지정된 STM(ATS 또는 ATC)로 레벨전환을 활성화한다.

(2) 레벨전환 절차

1) LEVEL 1에서 LEVEL STM으로의 레벨전환 절차

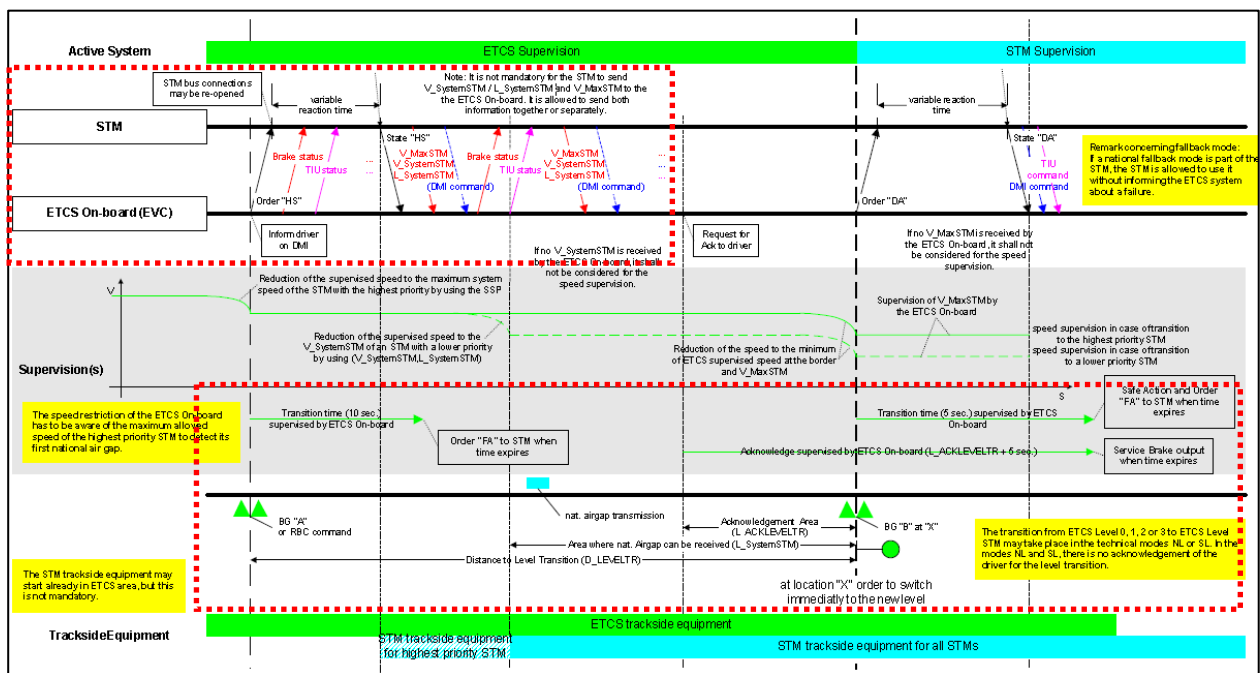


그림3. LEVEL1 에서 LEVEL STM으로의 레벨전환 다이어그램

SUBSET035(2.1.1) Specific Transmission Module FFFIS에 발췌한 다이어그램으로 LEVEL 1에서 LEVEL STM 레벨전환을 도식화한 그림이다. 붉은색 점선 박스에서 레벨전환 절차를 알아보기로 한다.

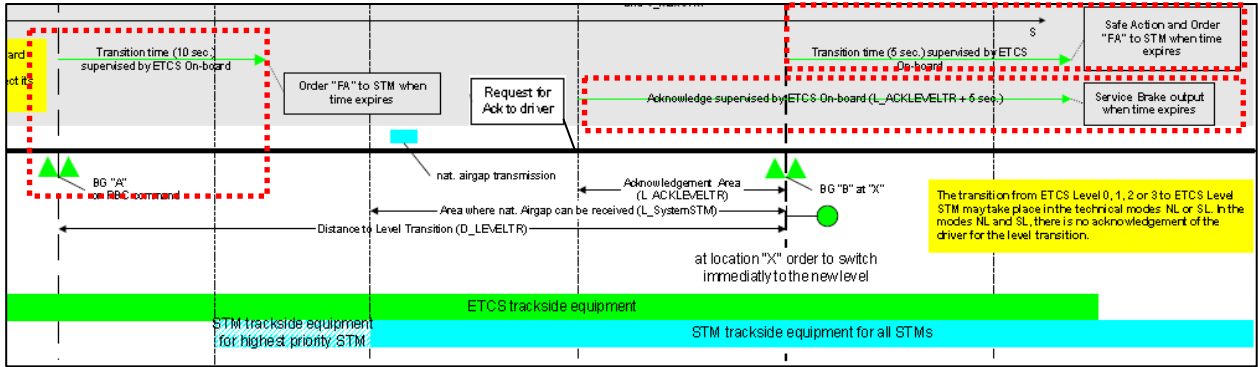


그림4. LEVEL1 에서 LEVEL STM으로의 레벨전환 절차

열차가 LEVEL 1 모드 운행 중에 예고 발리스(BG “A”)를 수신하게 되면 차상신호(ETCS On-board)에 의해 LEVEL STM으로로의 레벨전환을 준비한다. 하지만, 10초 이내로 STM의 레벨전환 준비가 되지 않으면 “FA(Failure 상태로 STM 내/외부적인 이유로 동작할 수 없음)”상태로 전환된다. 예고 발리스 수신 후 레벨전환 준비 상태에서 D_LEVELTR 거리를 주행하거나 실행 발리스(BG “B”)를 검지하게 되면 LEVEL STM 모드로 레벨전환 되어 정상적으로 운행된다. 단, 실행 발리스로부터 지상에서 설정한 L_ACKLEVELTR 거리 전에 기관사 확인 요청을 하게 되고 5초 동안 취급이 없을 시 상용제동을 체결한다. 또한, 실행 발리스를 검지한 후에 차상신호장치에 전환시간은 5초로 규정되어 있으며, 이는 속도가 있는 차상신호장치가 해당속도로 5초간의 거리를 움직일 수 있는 거리를 확보하는 5초 간의 이동권한을 의미한다. 만약 5초를 초과하게 되면 “FA(Failure)” 상태로 전환된다.

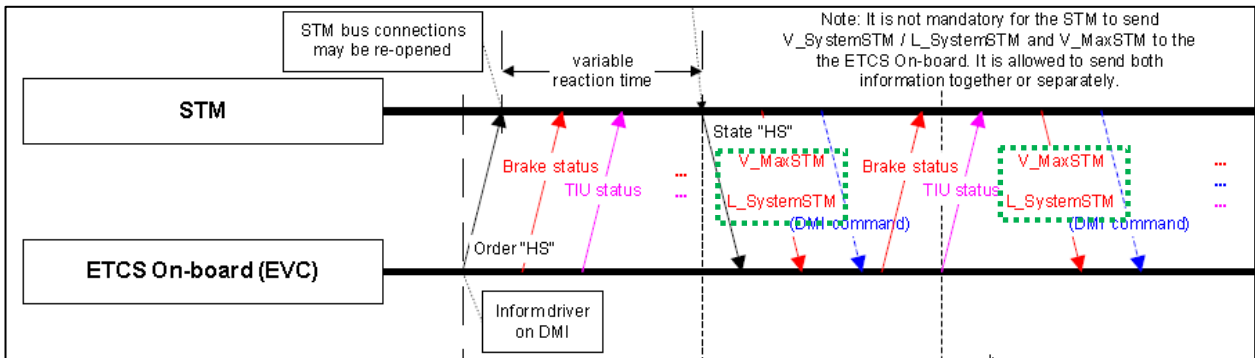


그림5. LEVEL1에서 LEVEL STM 전환시 지상 STM으로부터 수신값

열차가 예고 발리스 검지부터 실행 발리스 또는 검지 전까지 발리스로부터 경계지점에서의 목표속도(V_MaxSTM)와 변환할 STM의 궤도정보(L_SystemSTM)을 수신해야 한다. 이 L_SystemSTM의 경우에는 변환할 STM의 식별정보로 정의할 수 있으며, NID_STM(NID_NTC)로 지칭한다.

※주) NID_NTC : NID_STM을 새로 변경한 명칭

3.3 국내 레벨전환 절차

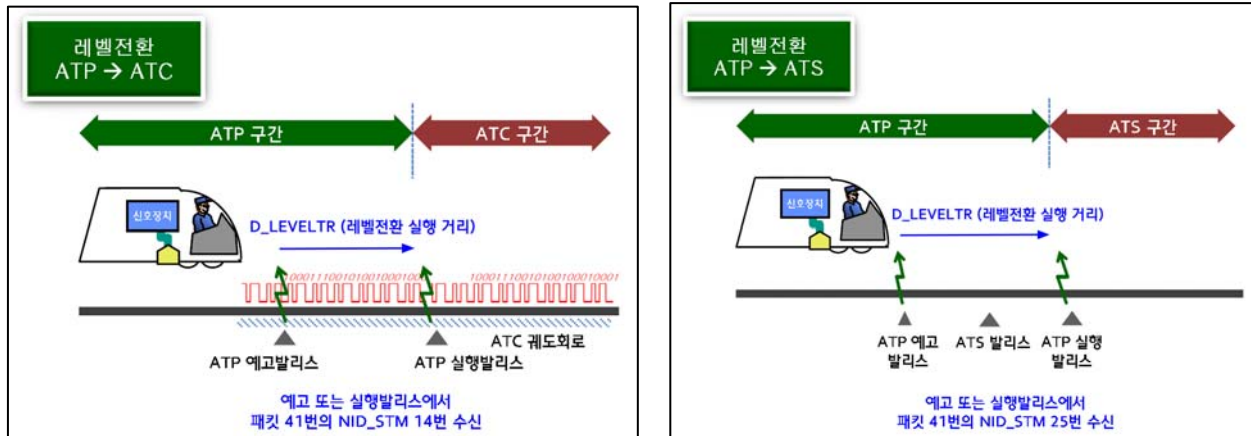


그림6. LEVEL1에서 LEVEL STM 레벨전환 개략도

열차가 LEVEL1(ATP 모드)로 운행중에 ERTMS(ATP) 예고 발리스로부터 PACKET 41번(레벨전환 정보) 내의 NID_STM(ATC:14번, ATS:25번)을 수신한 후 D_LEVELTR 거리를 주행하거나, ERTMS(ATP) 실행발리스로부터 패킷 41번의 NID_STM(ATC:14번, ATS:25번)을 수신하게 되면 각각의 해당하는 STM으로 자동 전환되어 정상 운행하게 된다.

지난 KTX-산천 프로젝트시 PACKET 41번의 NID_STM이 25번(ATS)의 하나의 값으로만 설정되어 LEVEL STM(ATS)과 LEVEL STM(ATC) 구분되어 있지 않는 문제가 있었으며(현재는 ATC의 경우에는 NID_STM 14번 설정), 전동차용 ATS 및 분당선 ATC의 NID_STM 식별 값이 별도로 지정되지 않아 향후 ERTMS와의 레벨전환 인터페이스 시 NID_STM 값을 할당할 필요가 있다.

3.4 NID_STM(NID_NTC) 설명

상기에서 언급한 바와 같이 LEVEL 1에서 LEVEL STM으로의 전환을 위해서는 발리스로부터 NID_STM(STM 식별값)이 포함된 PACKET 41번(레벨전환 정보)를 수신하여야 한다. NID_STM 정보는 ERTMS/ETCS Subset026(2.3.0) System Requirements Specification Chapter 7 Packet List에서 아래와 같이 규정되어 있다.

7.5.1.98 NID_STM (Values to be assigned according to 7.3.1.3)

Name	STM identity		
Description	One value of this variable represents the identity of an STM reflecting each composition of national infrastructure.		
Length of variable	Minimum Value	Maximum Value	Resolution/formula
8 bits	0	255	
Special/Reserved Values			

그림7. NID_STM 규정

NID_STM 값은 STM을 정의하기 위한 식별자이며, ERTMS와 레벨전환을 위해 ERTMS/ETCS 신호시스템을 사용하는 각 나라마다 고유한 NID_STM(NID_NTC) 값을 가지고 있다.

Values	Country	System	Comments	Confirmed by
0	Spain	ASFA	Used in Zaragoza-Huesca ERTMS TRK-L1	Alstom
1	Netherlands	ATB	(The two versions of ATB (EG and NG) can be seen as a group, not to be activated individually. But this number shall also be used by an STM with the EG function only)	Alstom, Siemens, Ansaldo, CER, Bombardier
2	Spain	ASFA AVE		Unisig
3	Spain	LZB Spain (C)	Including ASFA AVE function for conventional lines	Unisig
5	Belgium	TBL 1	Includes Crocodile	Alstom, Siemens, Ansaldo, CER
6	Germany, Austria	INDUSI		Siemens, CER, Thales, Bombardier
7	Belgium	TBL 2/3	Including crocodile and TBL 1	Alstom, Siemens, Ansaldo, CER
8	France	KVB		Alstom, Ansaldo, CER
9	Germany, Austria	LZB	PZB/LZB Classic and LZB CE (national group)	Ansaldo, CER
10	Spain	LZB	Includes AFSA, AVE for high speed lines	Siemens, CER, Thales, Bombardier
11	Italy	SCMT	Used to manage level transitions	Alstom, Ansaldo, CER
12	Luxembourg	MEMOR II+	crocodile based system for Luxembourg	Unisig
14	France, Belgium, UK, China, Korea	TVM		Ansaldo, CER
15	Italy	BACC		Unisig
16	Italy	RSDD		Unisig
17	Hungary	EVM		Thales
18	Belgium	Crocodile		Ansaldo, Siemens, Unisig
19	Spain	EBICAB 900 TBS	TBS includes ASFA function	Invensys

Values	Country	System	Comments	Confirmed by
20	UK	TPWS/AWS	Assumed that both names used for identical systems or can be seen as a group, not to be activated individually	Unisig
22	Norway, Sweden	ATC2	Ebicab 700 (N+S), L10000 (N+S)	Ansaldo, Unisig
23	Finland	EBICAB 900		Unisig
24	Poland	EBICAB 900 (PL)		Unisig
25	Korea	KNR ATS		Bombardier
26	Poland	SHP		Unisig
27	Croatia and others	INDUS I 60		Ministry of Sea, Transport and Infrastructure
28	Belgium	TBL1+		Service public fédéral Mobilité et Transports
30	Denmark	ZUB 123		Unisig
31	Switzerland	ZUB 121 / Signum		Ansaldo
32	France	RPS	French version of Crocodile	Unisig
33	Czech Republic / Slovakia	LS		Ansaldo, Unisig, CER
34	Portugal	EBICAB 700 (P)	not same system as e.g. Spain and Portugal	Unisig
35	UK	SELCAB	for conventional lines	Unisig
36	Romania and others	INDUS I 60		Unisig
37	UK	TBL		Unisig
39	Baltic	ALSN	It is also installed in Russian federation and Belarus	Unisig
40	Bulgaria	EBICAB		Unisig
45	China	CTCS-2	Used for the line between cities Wuhan and Guangzhou	Bombardier
46	Malaysia	EBICAB 700	KTMB/Malaysia specific	Bombardier
255	Reserved for multicast	All	Unisig Subset 035, time and odometer multicast	Alstom, Ansaldo, Unisig

그림8. 국가별 NID_STM 값 정보(“ASSIGNMENT OF VALUES TO ETCS VARIABLES”발취)

현재까지 ERA(EUROPEAN RAILWAY AGENCY)에 등록된 국가별 NID_STM값은 상기와 같으며(NID_STM값은 0에서 255까지 가질 수 있음), 국내에서는 고속선 구간 TVM 신호방식의 NID_STM(ATC): 14번, 기존선 구간 ATS 신호 방식의 NID_STM(ATS) : 25번의 두가지 식별값이 존재한다. 상기와 같이 NID_STM값은 ERA에 해당값을 등록 및 승인하면 사용할 수 있으며, ERTMS 와 인터페이스되는 신규 STM 도입시 NID_STM 등록 표준절차에 따라 진행해야 한다.

3.5 NID_STM 등록 표준절차

신규 STM 등록에 대한 표준 업무절차는 ERTMS UNIT의 ASSIGNMENT OF VALUES TO ETCS VAREIABLES, ANNEXES에 아래와 같이 규정되어 있다. 신규 NID_STM 을 등록하고자 할 때신규 NID_STM 값을 지정된 등록 양식에 작성하여 ERA ERTMS UNIT 기관에 제출한다.

3.5.1 업무 절차

신규 NID_STM 등록 승인은 ERA 기관에서 진행하며, 등록/승인 절차는 아래와 같다.

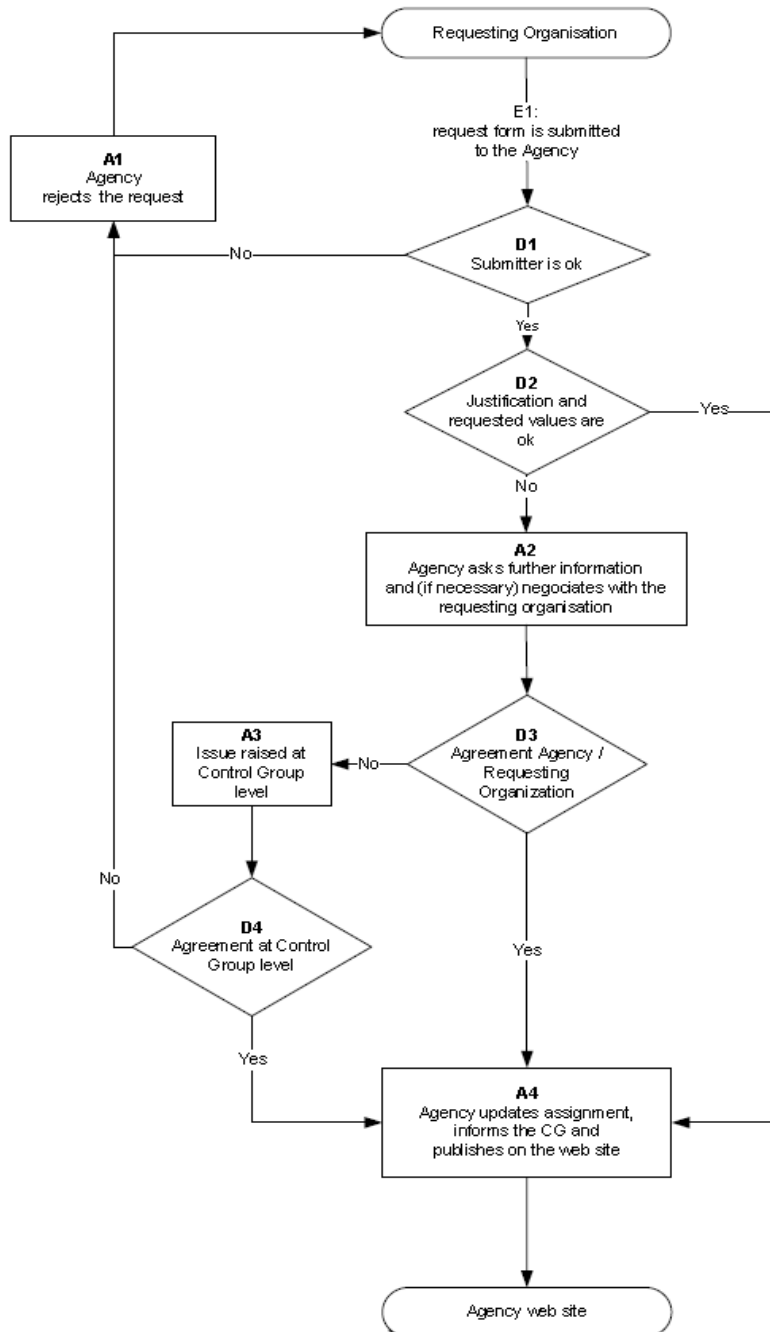


그림9. 신규 NID_STM 등록/승인 절차

ERA 기관은 제출된 NID_STM 등록 자료가 지정된 양식으로 제출되었는지 확인하고 해당 NID_STM 값의 등록 타당성 여부에 대해 평가한다. NID_STM 등록 제출 양식 및 등록 타당성 여부가 적절할 경우에는 신규 NID_STM을 등록 승인한다. 하지만 본 내용이 적절하지 않다고 판단될 경우에는 신규 NID_STM 등록 요청자와 협의를 진행하게 된다. 협의시 적절한 결과가 도출되면 신규 NID_STM을 등록 승인하게 되나, 협의시 적절하지 않다고 판단될 경우에는 ERA 협의체에 의뢰하여 최종 신규 NID_STM 등록 여부에 대해 판단을 하게 된다. ERA 협의체에서는 NID_STM 값의 타당성 여부에 대해 검토를 하게 되며, 본 검토결과에 따라 해당 NID_STM 값의 최종 등록 승인 또는 기각이 결정된다. 최종적으로 요청을 의뢰한 NID_STM 값이 웹사이트에 등재되고, 본 값을 PACKET 41번(레벨전환 정보)의 NID_STM 값을 사용할 수 있게 된다.

4. 결 론

앞서 살펴본 바와 같이 ERTMS 표준규격에서 기술한 ERTMS와 STM의 레벨전환 요구사항과 정의를 설명하였으며, 국내 LEVEL 1과 STM간의 레벨전환 절차에 대해 확인해보았다. 주요내용은 표준규격의 정의에 따라 LEVEL 1에서 LEVEL STM으로 전환시 STM 고유 값(NID_STM)이 STM을 식별하는 중요한 변수인 것을 확인하였으며, 국내에서는 ATC(TVM)의 경우 14번으로 정의하고 ATS의 경우 25번으로 정의된 것을 확인하였다. 또한 향후 신규 STM 을 도입하여 ERTMS와 레벨전환 기능을 구현할 경우에는 NID_STM을 표준 절차에 따라 신규로 등록 할 수 있는 표준절차를 정립하고 절차에 따라 레벨전환 인터페이스를 수행한다면 발생 가능한 오류를 최소화 할 수 있다는 것이 예측 가능하다. 이러한 관점에서 신규 STM 등록 표준절차를 검토해보는 것은 매우 중요한 의의가 있다. 그러므로 아직까지 국내에는 레벨전환을 위한 STM 등록절차가 정립되어 있지 않으므로 표준규격에 맞도록 적용 가능한 규격을 정립하고, 정립된 규격을 통해 차상설비와 지상설비가 원활하게 인터페이스가 될 수 있도록 표준 절차를 확립할 필요성이 있다.

참고문헌

- [1] ERTMS/ETCS Subset026(2.3.0) SRS Chapter2, Basic System Description
- [2] ERTMS/ETCS Subset026(2.3.0) SRS Chapter3, Principles
- [3] ERTMS/ETCS Subset026(2.3.0) SRS Chapter5, Procedure
- [4] ERTMS/ETCS Subset026(2.3.0) SRS Chapter7, ERTMS/ETCS Language
- [5] ERTMS/ETCS Subset035(2.1.1) Specific Transmission Module FFFIS
- [6] ERTMS UNIT, ASSIGNMENT OF VALUES TO ETCS VARIABLES_Version 1.9