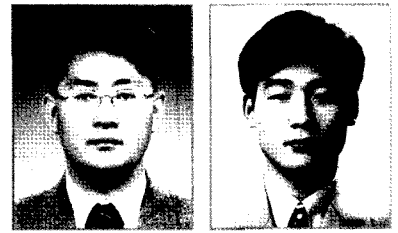


21세기 유럽의 열차제어 시스템



김용규

변윤섭

1. 서론

지상 신호에 의해 주어진 열차 제어 시스템이 열차 속도의 증가 및 안전성의 향상을 위해 차상 신호로 변화됨에 따라 안전도 및 신뢰도의 개발이 더욱 중요하게 취급됨으로서 실시간 열차 제어를 필요로 한다. 그 결과, 궤도회로는 첨단 기술의 접목이 점점 더 어려워짐에 따라 열차의 폐색 구간 점유 및 선로 파손 검출 등의 역할로 주 기능이 분리되고 있으며, 차상신호를 사용한 기존선의 경우에는 선로 파손의 검출이 일부 구간에만 궤도회로를 사용하여 실행될 전망이다. 본 논고에서는 이와 같은 열차 제어 시스템의 변환 과정에 따라 주어진 유럽의 차상 신호 시스템 개발 동향에 대해 중점적으로 취급한다.

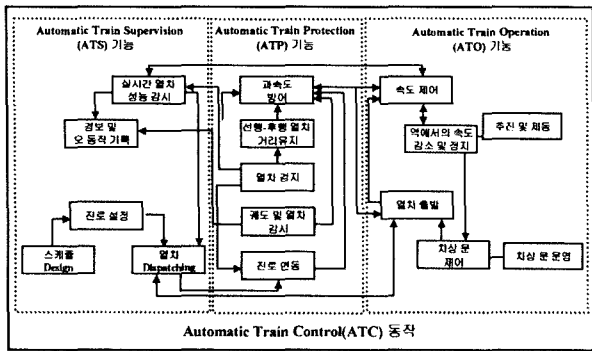
2. 열차 제어 시스템 (TCS : Train Control System)

열차 제어 시스템은 크게 열차 이동 제어, 열차 안전성과 열차 운영 명령을 자동으로 실행하는 자동열차제어장치(ATC : Automatic Train Control), 열차 검지, 선행 열차와 후행 열차 사이의 안전 거리 유지, 진로 연동 및 속도 제한 등을 통해 안전 열차 운영을 유지하는 자동열차방호장치(ATP : Automatic Train Protection), 미리 설정된 프로그램에 따라 역에서의 열차 속도 감소 및 정지, 관련 열차 제어 기능을 실행하는 자동열차운영장치(ATO : Automatic Train Operation), 및 열차 상태 감시 및 열차 운영 패턴을 유지하기 위해 열차 운영 명령에 대한 적절한 통제를 실행하는 자동열차감시장치(ATS : Automatic Train Supervision)로 분류된다. 이들 열차 제어 시스템의 주요 기능은 그림 1과 같다.

3. ERTMS/ETCS

3.1 개발 배경

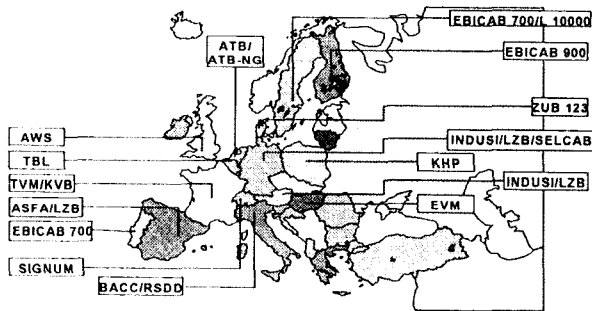
프랑스의 경우, 1985년부터 ASTREE(실시간 열차 추적 자동화)라는 연구 프로젝트를 개발하였다. ASTREE 개발 목적은 모든 선로에 동일한 안전 개념을 제공하기 위한 새로운 열차 제어 시스템의 실현 가능성을 모색하기 위해 통신, 정보처리, 인공지능형 센서 등의 첨단 기술 및 이동 폐색과 유지보수면에 있어서 경제 적이며 사용상 유동성이 있는 설비요소를 열차제어시스템에 도입하는 차세대 열차제어시스템을 구성하는 것이었다. 연구의 첫 번째 단계는 시스템 설계 개념을 이해하고, 취급할 정보량 증가에 따라 원하는 목적 실현 가능성을 갖는 시뮬레이션 시스템을 구성함으로써, 혁신적인 모듈 실현의 시제품을 실현하는 것이며, 두 번째 단계는 이의 적응성을 완전하게 보장함은 물론 차상에 적재된 운행거리측정기, 열차종합제어, 전철기 제어명령, 및 이동 폐색 순환을 발생시키는 계산기를 포함하여 안전도를 보장하는 모듈을 기술적인 면에서 완전하게 구현할 목적으로 추진되었다. 이러한 새로운 형태의 시제품은 현재의 첨단기술을 열차운행시 요구하는 사양에 부합하여 사용할 수 있다는 것을 증명하는 것도 포함되어 있다.



(그림 1. 열차제어시스템의 상호 관계)

(표 1. TVM의 운전 시격 비교)

	TVM 300 TGV 동남선	TVM 300 TGV 북대서양선	TVM 430 북유럽선TGV	TVM 430 차세대 TGV
최대 속도 (km/h)	270	300	300	360
폐색 구간 길이(m)	2100	2000	1500	1500
제동 profile	4 폐색 구간	5 폐색 구간	5 폐색 구간	6 폐색 구간
최소운전 시격(분)	5	4	3	3



(그림 2. 유럽의 차상 신호 설치 현황)

현재 유럽에서 사용중인 차상신호는 ATC 시스템의 경우, 프랑스의 TVM과 독일의 LZB가, 그리고 ATP 시스템은 독일의 ZUB, 프랑스의 KVB, 스웨덴의 EBICAB 등이 주류를 이루며, 약 15개의 상이한 시스템이 적용되고 있다. 참고로 경부고속전철에서 사용하는 차상신호는 프랑스의 고속전철(TGV : Train a Grande Vitesse)에서 사용중인 TVM (Transmission Voie Machine) 430을 사용하며, 관련 TVM 계열의 특성은 표 1과 같다.

프랑스가 ASTREE라는 연구 프로그램을 개발하는 동안, 독일에서는 이와 유사한 특성을 가지며, 정확성에 기본을 둔 연속적인 지상-차상간의 상호 인터페이스에 대한 독특한 방향을 제시하는 DIBMOF라는 프로그램을 수행하였다. 그 결과, 이들 두 프로젝트의 해결 목표가 상호 일치함에 따라 프랑스와 독일은 DEUFRAKO(고속열차에 대한 프랑스-독일 공동연구 일반 프로토콜)라는 연구 프로그램을 개발하기로 동의 하였다. 또한 유럽 전반에 대해 국경없는 열차 운행을 위한 열차제어시스템의 필요성이 제시됨으로서

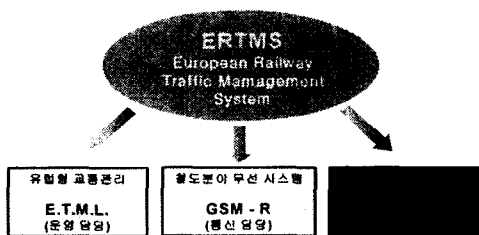
ASTREE 프로젝트의 범주 내에서 추진된 검토 항목과 유사한 내용의 연구 필요성이 요구됨에 따라 UIC(국제철도연맹)의 지지 하에 프랑스와 독일은 DEUFRAKO라는 이름을 가지고 차상모듈설계, 정보전송방식, 차상에서의 주행거리 측정장치 및 각 국가 간의 개별 시스템에 대해 상호 호환성을 허용하는 표준화된 설비 개발에 중점을 둔 상호 협력을 시작하였다. 이에 따라 DEUFRAKO 프로젝트는 유럽철도망 통합이라는 명제 하에 급속도로 전개되고 그 결과 DEUFRAKO-M이라는 이름 하에 EUROBALISE, EUROCRAB 및 EURO-RADIO 연구 그룹을 구성함으로써 프랑스와 독일은 ARTEMIS라는 이름 하에 이들 두 나라가 공통적으로 사용할 가능한 철도시스템에 대한 연구와 병행하여 유럽 연합과 국제철도연맹의 후원 아래 유럽 27개 국가는 ERTMS에 대한 개발을 시작하였다. 개발의 주요 목적은 기술적, 경제적, 상업적인 면에 있어서 철도 수송량 취급을 개량하기 위해 각각의 국가에서 사용하는 열차 제어 및 안전 관련 설비 운영 방법을 통합하는 데에 있다. 따라서, ERTMS의 개발은 기본적으로 모든 현존하는 유럽 각국의 신호시스템의 통합, 신호 시스템 관련 기술 사양의 표준화에 의한 단일 시장화, 열차 운행 안전성, 그리고 에너지 효율성에 중점을 두고 개발하였다. 여기서 ERTMS는 European Railway Traffic Management System의 약자로 크게 열차 운행의 안전성을 필수조건으로 하는 ETCS(European Train Control System), ERTMS에서 중점적으로 사용할 예정인 무선 정보 전송 방식인 GSM-R(Global System Mobile for Railway), 그리고 운영을 주요 목적으로 하는 ETML(European

Traffic Management Layer)로 분류된다.

3.2 ETCS 프로젝트

ASTREE 프로젝트는 1995년에 종결되고, 이의 개념은 유럽 전반에 걸친 열차제어시스템의 효율적인 운용에 적용하기 위해 1995년 7월 프랑스, 독일, 이탈리아 간에 GEIE(유럽 경제 이익 단체)가 창설되는 계기를 제공하였다. GEIE는 국제철도연맹, 유럽 연합과 함께 유럽의 서로 다른 철도망 전반과의 인터페이스를 위해 봉사하는 것은 물론 상호운용성의 문제점을 실제로 실현하는데 있어서 여러 개의 철도 관련 전문 산업체를 적절하게 배열하는 업무를 추진하였다. 그 결과, ERTMS라는 이름 하에 유럽의 열차제어시스템을 개발하도록 주어진 프로젝트는 ETCS(European Train Control System)로 정의되었고, 이에 대한 사양은 UIC의 ERRI A200(유럽철도연구원 소위원회)에 의뢰되었으며, 이의 개발을 위해 유럽 철도망이 하나로 통합되었다. 이들 사양에 대한 개념설계는 DGVII(유럽연합 운송위원회)에 의해 선택된 EUROSIG에 의해 실행되고, 이를 위해 Alstom, CSEE Transport, Siemens, Alcatel, Inversys, Bombardier 등 유럽 주요 열차 신호 제작사들이 연합하였다. DGVII은 프로그램별로 EURET(설계의 일반개념), EURORADIO(무선전송시의 안전도), EUROBALISE(정확한 정보 전송), EUROCRAB(차상 정보 처리)등으로 분류되며 이들 프로그램은 GSM의 기초 위에 EIRENE(무선 지상-차상 다중서비스에 따른 유럽 시스템의 개발) 프로젝트를 보완, 적용하였다.

유럽의 차세대 열차 제어시스템으로 불리우는 ETCS는 유럽 철도망에서의 국경없는 열차 운행을 위해 현재 유럽에 존재하는 약 15개의 상이한 신호 시스템을 열차 운행 안전에 기본을 두고 통합하는데 주 목적을 둔다. 또한 ETCS는 유럽 신호 관련 시장의 단일화는



〈그림 3. ERTMS의 기본 구조〉

물론 현존하는 신호 시스템의 성능에서 요구하는 기본 기술 사양을 표준화함으로써 관련 철도 산업체간에 이들 표준화한 기술 사양을 공유함으로써 통합된 철도 신호 시장 형성 목적을 부수적으로 동반한다. 그 결과, ETCS의 실현은 현재의 기술 한계와 미래의 가능한 기술 개발 능력(특히 무선 통신 시스템)을 고려하여 기능적인 면에 있어서 Level 1, Level 2, Level 3로 분류하여 취급한다.

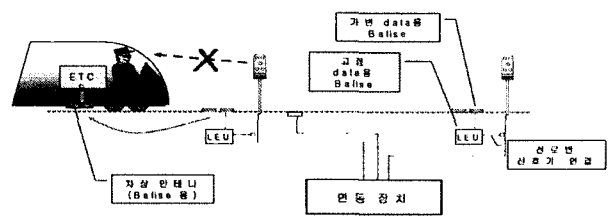
〈표 2. ETCS Level 특성〉

Level 1	Level 2	Level 3
고정 폐색	고정 폐색	이동 폐색
Balise에 의한	Radio에 의한	Radio에 의한
정보 전송	정보 전송	정보 전송
궤도회로/차축 계수기	궤도회로/차축 계수기	X
지상 신호기 사용	지상 신호기 사용	X

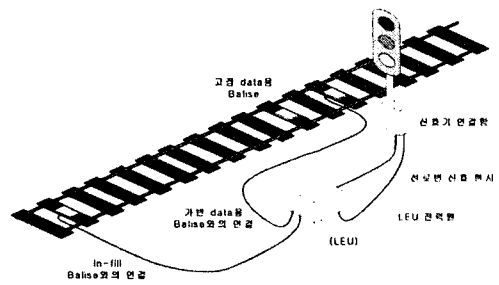
ETCS Level 1은 그림 4와 같이 주로 고정 폐색 시스템과 선로변 신호기에 의존한다. 이는 현존하는 ATP(Automatic Train Protection) 시스템과 동일한 형태로 특성이 주어짐에 따라, 불연속(Intermittent) 정보를 전송하는 Balise 또는 반 연속(Semi-continuous) 정보를 전송하는 Loop가 열차의 속도 제어를 위해 궤도에서 차량으로 정보를 전송한다. Balise 정보전송 시스템의 지상 정보 전송 기능은 LEU(Lineside Electronic Unit)로부터 차상 ATC/ATP 시스템으로 안전하게 정보를 전송하는 것으로, 데이터는 크게 고정 데이터와 가변 데이터로 분류된다. 고정 데이터는 선로변 환경과 연관된 정보를, 가변 데이터는 열차 운행이나 진로 상태 등과 관련된 정보를 취급한다. 이들 정보는 341bits와 1,023bits로 구성되며, 고정 데이터는 Balise 내에, 가변 데이터는 LEU에 저장된다.

그러나, Level 2는 Balise 또는 Loop 등과 같은 선로변 신호기가 아닌 무선에 의해 열차의 속도가 제어된다(그림 5). 즉 Level 2는 지상과 차량간의 연속적인 양방향 무선 통신과 열차 검지를 위한 불연속 정보 전송을 이용하여 연속적인 열차의 속도 제어 기능을 실행

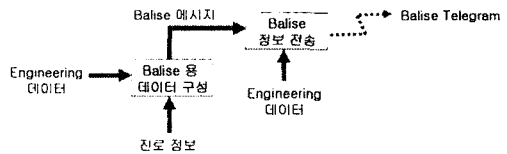
(a) Level 1 구성도



(a) Level 1 구성도



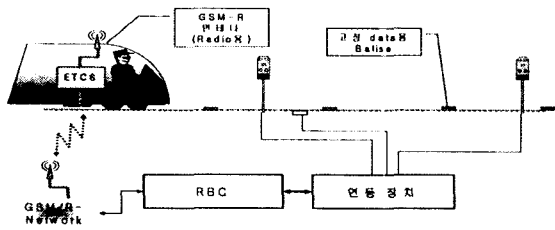
(b) Level 1 지상설비 설치도



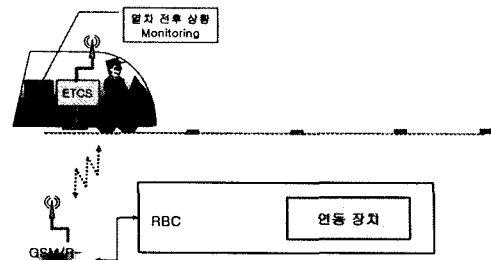
(c) Balise 정보 전송(지상 -> 차상)

〈그림 4. ETCS Level 1〉

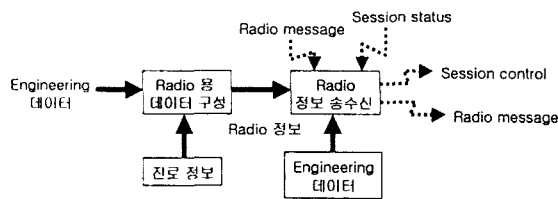
하는 것이 Level 1과의 주요 차이점으로 주어진다. 단지 기존 신호 시스템과의 이중화시에는 지상 신호기의 사용을 필요로 하지만, 단독적으로 Level 2만을 사용할 경우에는 지상 신호기를 필요로 하지 않는다. 여기서, 열차의 안전 운행에 필요한 정보와 이동 권한, 구배, 허용 속도, 열차의 상태, 위치 등의 열차와 지상 설비 사이의 정보는 RBC(Radio Block Center)에 의해 GSM-R 통신망을 경유하여 전송된다. Level 2에 있어서 이동 권한은 고정 폐색 원리에 근거하여 부여되며, 쇄정된 진로의 중단, 또는 선행 열차가 있는 경우 선행 열차에 의해 점유된 고정 폐색의 중단까지 이동 권한이 부여된다.



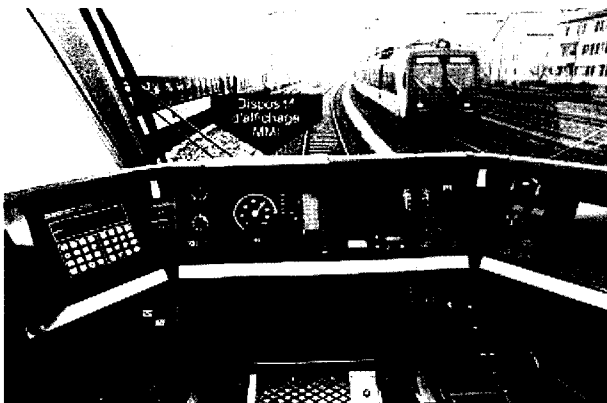
(a) Level 2 구성도



(그림 6. ERTMS Level 3)



(b) Radio 정보 전송(지상 → 차량)



(c) MMI 설치 예

(그림 5. ETCS Level 2)

Level 3은 기능면에 있어서 완전한 ATC(Automatic Train Control) 기능을 수행함으로써 연속적인 속도 제어를 실행한다. 열차 검지 및 선행 열차와 후행 열차의 열차 간격을 조정하는 기능이 Level 1과 Level 2에서는 고정 폐색 시스템을 이용하는데 비해, Level 3에서는 이동 폐색(MBS : Moving Block system) 시스템을 사용한다는 것이 주요 특성으로 주어짐에 따라, Level 3은 열차 운행에 연관된 신호 시스템이 완전한 무선 방식에 의해 구현됨을 알 수 있다.

ETCS는 기존선 및 고속선 철도망에 있어서, 최적의 열차 운행 성능 및 안전성을 제공할 수 있음은 물론, 기존 시스템과의 호환성, 국가간의 열차 제어 시스템 호환성, 국경없는 철도 시스템의 건설, 선로 용량의 증대, 그리고 가장 적은 비용의 운영 및 유지보수를 실행할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 ETCS 시스템이 하위 Level에서 상위 Level로 Up-grade 됨에 따라, 선로 변 설비는 새로운 무선 시스템 관련 설비로 대부분 교체되며, 선로 변 설비의 운영 및 유지보수가 급격히 감소하게 된다.

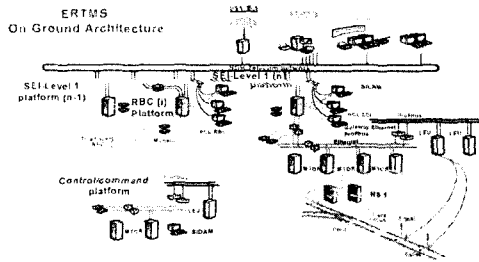
3.3 GSM-R(Global System Mobile for Railway)

1992년 UIC는 새로운 디지털 무선 표준화를 위한 요구 조건을 도출하기 위해 EIRENE (European Integrated Radio Enhanced Network) 프로젝트를 구성하였다. 그 결과, 열차 제어는 물론 철도의 일반적인 요구조건 설정을 위해 GSM 기술을 바탕으로 UIC에 의해 정의된 사양에 따라 주어진 새로운 무선 시스템 프로토콜의 상세 기술, 개발, 시험 및 유효화를 목적으로 하는 MORANE(Mobile radio for RAILway Networks in Europe) 프로그램이 유럽 연합에 의해 1996년 시작되었다. 이에 따라, 1997년 6월, 상호호환 가능한 열차 제어 시스템에서 GSM-R의 설치를 주 내용으로 하는 MoU 공약에 32개 철도 관련 기관이 서명하였다. GSM-R의 실행에 대한 협의는 MoU 공약 후, 3년이 지

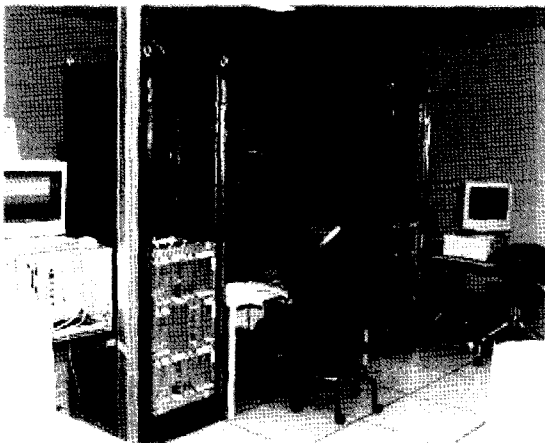
난 2000년 6월에 채택되었으며, 현재까지 17개 철도 관련 기관이 이에 서명하였다. 특히 GSM-R의 상업 운전 프로젝트는 스웨덴, 독일, 네델란드, 영국, 이탈리아, 스페인을 중심으로 실행중이며, 핀란드, 벨기에, 스위스, 프랑스, 이태리, 노르웨이, 영국은 GSM-R의 RFI/Q를 준비중에 있다. 나머지 유럽 국가 중 덴마크,

오스트리아, 발틱 공화국은 GSM-R의 사용을 계류 중이며, 폴란드, 체코, 루마니, 헝가리, 아일랜드, 미국, 중국, 러시아, 슬로베니아 등은 GSM-R에 대해 많은 관심을 가지고 있다.

일반적으로 GSM-R은 876MHz~960MHz로 주어지는 GSM 주파수 대역 중, 876MHz~925MHz의 주파수 대역을 사용한다. 따라서, GSM이 전 세계적인 이동 무선 통신 시스템용 광역 표준 시스템으로 부각됨에 따라, 열차 통신 전문가들은 GSM-R이 열차 통신 시스템을 위한 세계 표준이 될 수 있음은 물론 향후 승차권 발매, Dispatching, 신호 시스템, 승객 정보 표시, 차상 무선 시스템 등에서도 응용될 수 있을 것으로 기대한다. 현재는 GSM-R의 안전성 및 신뢰성의 향상을 위해 악천후 환경 조건(기후, 온도, 진동, 충격, 방수처리...)에 대한 시험을 열차 속도 500km/h까지 향상하기 위한 연구와 병행하여 실행 중에 있다. 또한 방향성 모드 통신과 Group 통화의 가용성 등에 대해서도 지속적으로 연구, 개발이 진행 중에 있다.



(a). RBC 구성 예



(b). RBC 관련 실험실

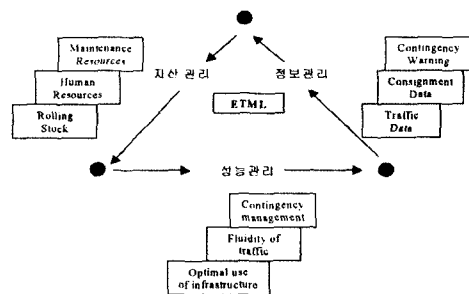


(c). GSM-R의 응용

<그림 7. GSM-R의 개발>

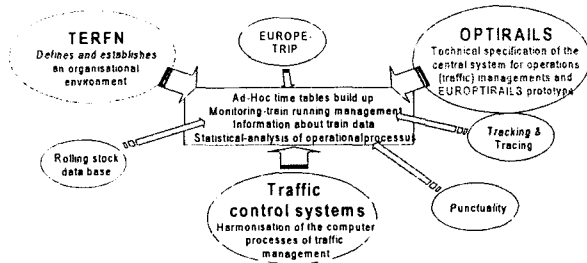
3.4 ETML(European Traffic Management Layer)

ETML은 주로 고 레벨의 철도 교통 운영 시스템에 의해 유럽 통과 열차의 운영 효율 증가를 목적으로, 각각의 국가에서 사용하는 열차 운영 데이터(철도 시설물 정보, 운영자 정보, 운송 시스템 사용자 정보...)의 일부를 종합 운영권을 갖는 ETML로 통신망을 통해 전송



(그림 8). ETML의 특징

함으로서 열차 운행의 효율성 향상에 중점을 두고 개발을 추진 중에 있다.



〈그림 9. OPTIRAILS의 역할〉

ETML을 실현하기 위한 도구로서 현재 유럽 연합과 국제철도연맹의 지원 아래 추진중인 주요 프로젝트는 OPTIRAILS(OPTImisation of traffic through the european Rail traffic management System layer)로, 이러한 프로젝트의 개념이 유럽 각국의 교통 운영을 위한 새로운 개념으로 등장함에 따라, 국제 열차의 출발역에서 도착역까지에 연관된 모든 동작을 더욱 확실하게 인지할 수 있는 인지 시스템, 더욱 개량된 통신 시스템, 더욱 진보된 열차 운영 시스템, 더욱 양호한 최적의 운영 Tool 및 최상의 운영 절차 등에 의해 열차의 교차시에 유발되는 시간 지연의 감소는 물론 국경 통과 국제 열차에 의해 발생 가능한 열차 지연까지도 최소한으로 감소시킬 수 있을 것으로 기대한다. 그 결과, 평균 상업 운행 속도 개량, Corridor 선로용량 증대, 열차 승무원 및 차량 운영 요원의 감소, 승객 및 화물 관련 사용자 정보 개량, 국가 간의 상호호환성 증가 등이 부수적으로 수반될 것으로 예상된다.

4. ETCS 시험선 및 상업 운행 계획

프랑스는 이미 파리 동쪽 외곽 25Km 지점의 TGV 선로 교차점에 Level 2와 3을, 파리 동쪽 외곽의 기존 교외 선로(Tourman/Marles-en-Brie)에 Level 1을 시험하기 위한 시험 선로를 운영 중이며, 2006년부터 운행

속도 320km/h로 운행 예정인 프랑스-독일 연결 TGV 동선에 Level 2를 적용할 계획으로, 이에 따라 주어진 차상장치는 TVM과 ERTMS가 함께 장착된 TVM ERTMS에 의해 구현될 예정이다. 이에 따라 프랑스 고속선 구간에서는 TVM 시스템에 의해, 그 이외의 구간에서는 ERTMS에 의해 열차를 운행할 계획이다.

독일의 경우, Ludwigsfelde-Jüterbog간의 시험선을 통해 Level 2의 시험이 Berlin-Halle /Leipzig의 40km 구간에서 실행중이며, Jüterbog-Halle/Leipzig line의 120km 구간의 상업 운전이 시범적으로 적용될 예정이다.

오스트리아-헝가리는 Level 1 관련 시험선을 Vienna-Budapest 구간에 설치하여 시험을 실행한 후, Plovdiv-Burgas line (Bulgaria) 구간에 Level 1의 상업운행을 실행하였다.

이탈리아는 Florence-Arezzo(66km) 구간에서 Level 1, 2, 3에 대한 시험을 실행하고 있으며, Rome-Napoli 간의 고속 열차 운영 선로에 Level 1과 Level 2를 적용할 예정이다.

스페인에서는 Madrid-Seville간의 고속 열차 운영 선로에서 ERTMS 차상 서브 시스템들의 기능적 타당성 검사(EMSET 프로젝트)를 실행한 후, 선로 길이 700km, 운행 속도 350km/h의 Madrid-Barcelone 신규 노선에서 Level 1과 Level 2의 상업운행을 위한 준비중에 있다.

스위스는 스위스의 모든 주요 선로 상에 ERTMS를 적용하기 위해 Otem-Luzern 구간에서 Level 2 시험을 종결하였다. 그러나, 초기의 이들 기능 시험은 성공적으로 실행되었지만, 최근에는 차상의 인터페이스, 지상의 인터페이스, 지상-차상간의 인터페이스 문제를 유발함으로써 Level 2에 대한 추가 시험을 실행 중에 있다.

네델란드는 Betuwe 노선, Amsterdam-Utrecht 구간, Amsterdam과 벨기에의 경계 구간, Amsterdam과 독일의 경계구간에 대해 Level 2를 적용할 예정이다.

기타, ETCS 관련 프로젝트에 대한 현재 및 미래의

〈표 3. ETCS 시험선 구간〉

국명	시험 예정 일자	ETCS level	시험 구간
Austria/ Hungary	1999,11	1	lebenymiklos-pamdorf
Britain	2002,03	1 & 2	old dalby test track
Germany	2001,03	1, 2 & 3	ludwigsfelde-juterborg
France	2001,07	2 & 3	junction TGV
France	2003,07	-	touman-marles
Italy	2000,10	1, 2 & 3	Florence-arezzo, arezzo-rigutino
Netherlands	2001,03 2001,08	1, 2 & 3	heelen-maastricht meppel-leeuwarden
Spain	2000,07	Eurocab	la sagra-mora
Spain	2001,10	1	albacete-villa de chinchilla
Switzerland	mid-2001	2	olten-luceme

〈표 4. ETCS 주요 선로 설치 계획〉

국명	상업 운영 예정 구간	ETCS level	상업운영 시작
Austria/Hungary	vienna-budapest	1	2003
Britain	west coast main line	2	mid-2005
Bulgaria	plovdiv-burgas	1	mid-2001
France	nime-montpellier	2	2006
France	TGV est	2	2006
Germany	berlin-halle/leipzig	2	mid-2003
Italy	rome-naples HSL	2	2004
Netherlands	betuwe freight line	2	2005
Netherlands	amsterdam-utrecht	2	2006
Netherlands	amsterdam-belgian border HSL	2	2006
Netherlands	amsterdam-german border HSL	2	2006
spain	zaragoza-lerida HSL	2	mid-2003
Switzerland	entire SBB mainline network	1 & 2	2010

시험 및 상업 운영을 위한 건설 계획은 표 3과 표 4로 주어진다.

5. 결론

고속전철의 개발은 안전성 및 유지보수성의 이유로 레도변 신호시스템을 감소하고 이를 차상 신호시스템으로 전환하는 경향이 있으며 주어진 선로 하부구조조건에 있어서 열차운행 기능의 향상을 위해 속도감시장치의 개발 및 이동 폐색 구간의 개발 등이 요구됨에 따라 열차제어시스템은 안전과 신뢰성에 기본을 둔 차상 신호(ATP)로의 연구 방향을 설정하였다. 이는 운영정보 통합시스템의 관점에서 볼 때, 운영자 측에서 본 향

후 운송시스템은 운행속도 향상, 운행회수 증가 및 정확한 운행시간 엄수 등을 요구하며, 사용자 측에서 본 미래의 운송시스템은 사용자에 대한 서비스 즉 전화, 팩스, 데이터 전송, 영상 전송 등과 같은 편의 시설 및 공항, 버스, 전철, 개인 승용차 등과 같은 다른 교통수단과의 연계 등을 요구하는 한편 열차 시스템 전반에 대한 기술적인 관점에 있어서, 미래의 운송시스템 요구조건은 건설비용의 최소화 및 주변환경으로부터의 전송 정보 보호 등으로 구분된다. 그 결과 이러한 사항들을 차상신호에 의한 열차제어 시스템의 주요 검토 항목으로서 차상에 고정 설치된 무선통신을 위한 이동통신의 개발, 신호 및 무선통신 시스템 통화부재영역의 최소화 및 신호시스템 운영 방식 등을 포함한 정보 체계의 호환성 및 상호이용 가능성 등으로 분류하여 연구를 추진중에 있다.

폐색 시스템이 열차의 통신 시스템과 함께 개발됨에 따라 Level 1에서 사용하는 LEU와 같은 신호함에 의해 제어되는 영역이 점점 감소하고 있다. 그 결과, 선로변에서 절대적으로 필요한 표지, 선로변 신호와 같은 요소는 Level 2의 경우, 중앙연동장치실과 열차사이의 정보 교환을 허용하는 RBC에 의해 대체된다. 특히 통신에 대한 가장 심원한 개발 목표는 철도망에 미래지향적인 오토메이션을 위해 요구되는 종합정보시스템과의 결합을 허용할 채널의 공급에 따른 통신의 역할로, 이는 인간과 연관된 다양한 일들이 정보 통신망의 공급에 의해 대체될 수 있음을 암시한다. 이는 현재 Level 3에 의해 지속적인 연구 개발을 진행 중에 있다.

참고 자료

1. 김용규, "기존선 고속화를 위한 유럽의 열차 제어 시스템", 한국철도기술, 제38호, pp23-26, 2002.
2. 김종기, "스위스 SBB의 ERTMS/ETCS Level 2 시험선 프로젝트 추진 현황", 제35호, pp57-60,

- 2002,
3. Yuji Hirao, “유럽의 열차 제어 시스템 (ERTMS/ETCS) 동향”, 철도와 전기기술, Vol 12, No 9, 2001.
 4. 김용규, “유럽의 신호 방식 정의 및 기술 동향 분석”, 제24호, pp36-45, 2000.
 5. 김용규, 정홍채, “21세기를 향한 유럽 통합 고속 철도”, 제19호, pp 52-59, 1999.
 6. 김용규, “유럽의 열차 제어 시스템 개발 동향”, 제 17호, pp97-106, 1998.
 7. "Transport ferroviaire : ASTREE ou revolution dans la gestion du trafic ferroviaire" Technologie France, No 8, 1997, ADIT , France
 8. "European Railway signalling", Project Group under the auspices of the Institution of Railway signal Engineers, Colin Bailey, A&C Black, London, 1995
 9. J.PELLEGRIN, P.BERNARD, D.LANCIEN, "D'ASTREE a ETCS ou dix ans de recherche sur la future signalization ferroviaire europeenne", Revue generale des chemins de fer, No 11, Novembre, 1995, DUNOD,
 10. " | 'Evolution du control-commande des lignes a grande vitesse de la SNCF", Revue generale des chemins de fer, No 5, Mai, 1995, DUNOD