

철도 통합무선망 구축 필요성에 관한 연구

A Study on the Necessity of Integrated Radio Networks for Domestic Railways

김철환* 김범곤* 이승철*
Cheol-Hwan Kim Bumgon Kim Seoung-Cheol Lee

ABSTRACT

According to opening the domestic existing lines and High-Speed Lines(HSL) depending on each section and phase-in, there were constructed in railway over state-of-the-art radio communication networks. Therefore, there have been 3 wireless communication networks in domestic railways in accordance with running sections as like VHF, TRS-ASTRO and TRS-TETRA. For instance, the VHF networks were constructed in existing lines and TRS-ASTRO were Kyungbu HSL phase-1 except Seoul-Kwangmyung section, downtown in Daejeon City and that of Daegu City. And it was constructed in DongDaegu-Busan section of Kyungbu HSL phase-2, Osong-Kwangju section of Honam HSL phase-1 and would be done in Kwangju-Mokpo of Hanam HSL phase-2 and Soosu-Pyungtaek of Metropolitan Area Line by TRS-TETRA.

In this paper, we described some important problems of radio communication management and investigated current state of radio communication for railways. Moreover, we presented the necessity of integrated radio networks for domestic railways.

1. 서론

현재 철도전용으로 운용되고 있는 무선통신망은 운행구간별로 3가지 통신방식이 혼용되고 있는데, 이와 같이 혼용되게 된 이유는 구간별 단계적으로 계통되었기 때문이다. 첫째로 사용된 VHF(Very High Frequency) 방식은 아날로그 통신방식으로서 150MHz 대역에서 1:1 음성통화를 위해 운용되고 있고, 둘째로 TRS-ASTRO(Trunked Radio System-ASTRO) 방식은 800MHz 대역을 점유하는 주파수공용 방식으로 FDMA(Frequency Division Multiple Access) 기반의 통신방식이며 음성 및 데이터통신방식이다. 마지막으로 TRS-TETRA방식은 800MHz 대역을 점유하며 주파수공용 통신방식으로 TDMA(Time Division Multiple Access)기반이며 음성 및 데이터통신방식이다.

VHF방식은 일반철도와 서울역~광명역, 대전도심구간, 대구도심구간에서 운용되고 있고, TRS-ASTRO방식은 미국형 통신방식으로서 광명역~대전역, 대전역~동대구역 고속철도구간에 운용되고 있다. 또한 TRS-TETRA방식은 유럽형 통신방식으로 경부고속철도 2단계 동대구역 ~ 부산역, 호남고속철도 1단계구간 오송역~광주역, 호남 2단계 광주역~목포역 및 수도권고속철도 수서역~평택역까지 구축예정이다. 이와 같이 여러 가지 방식이 구간별로 혼용되므로 기관사가 운행을 위해 3가지 무전기를 소지하고 운전하게 되는 경우가 발생하고 있고, 이 경우 열차안전운행의 강화와 철도운영서비스 고도화를 위해 철도전용 무선통신망의 구축이 요구된다.

† 교신저자, 한국철도공사 연구원, 기술연구처
E-mail : kch9890@korail.com

* 한국철도공사 연구원
* 한국철도공사 기술본부

표 1 국내 철도 통신망의 현황

구 분 \ 통 신 방 식			VHF	TRS-ASTRO (미국형)	TRS-TETRA (유럽형)	개량년도 (예정)
일 반 철 도			○			
경부고속철도	1단계	서울~광명	○			
		광명~대전		■		
		대전도심	○			2014년
		대전~동대구		■		
	대구도심	○			2014년	
	2단계	동대구~부산			◎	준 공
호남고속철도	1단계	오송~광주			◎	2014년
	2단계	광주~목포			◎	2017년
수도권고속철도	-	수서~평택			◎	2014년

본 논문에서는 현재 운용되는 철도무선통신망의 국내 운용상황 조사와 운용상의 문제점을 검토하였고, 향후 철도통합무선망의 필요성에 대해 설명한다. 또한 코레일이 수행하는 국가R&D사업 중에 철도무선통신망을 응용하여 열차제어시스템 개발과 관련된 기술의 개략을 소개하였다.

2. 본 론

2.1 철도 무선통신망의 문제점

국내의 철도 무선통신망의 문제점으로 운용상의 문제점과 유지보수상의 문제점으로 나누어 생각할 수 있다. 먼저 운용상의 문제점으로는 VHF 운용구간의 통화적체와 열차안전운전을 저해하는 것을 문제로 들 수 있다. 특히 열차의 운행횟수가 높고 무선통신 가입자의 분포도가 높은 구간에서는 통화적체가 심화되는 문제가 심각하게 발생한다. 또한 열차와 관제사, 역, 작업자 간의 상호통화가 원활하게 되지 않는 문제가 발생하며 안전운행에 저해하는 요인이 발생하게 된다. 그리고 철도 교통관제센터에서는 전국적인 관제가 불가능하므로 이의 해소가 필요하다. 즉, 터널과 산악지형 등에서는 열차의 무선통신망 음영지역의 해소가 필요하다.

둘째로 일반철도와 경부고속 1, 2단계, 호남고속 1, 2단계 및 수도권 고속철도 등이 단계적으로 개통되었고, 공사구간과 개통시기에 따라 VHF와 TRS-ASTRO, TRS-TETRA 방식이 적용되어 운용되고 있다. 이와 같이 열차의 무선시스템이 구간별로 상이하여 고속철도 구간에는 3종류의 무전기를 교체해 가며 운용하고 있다.

셋째로 현재의 3원화된 철도 무선통신망으로는 핸드폰과 스마트폰 등 개인용 무선통신기기의 보급으로 인해 급증하는 무선통신 수요에 대응이 곤란하다는 점이다. 구체적으로 설명하면 스마트폰을 이용한 여러 가지 어플리케이션이 개발되고 있으나 전용주파수가 확보되지 않은 상황에서는 열차 내에 원활한 고객센터서비스가 곤란하게 된다. 뿐만 아니라 차량운행과 상태정보의 전송이나 열차운행과 유지관리를 위한 음성과 데이터 및 영상 전송서비스의 통합적인 지원이 불가능하다.

또 다른 문제점은 유지보수상의 문제점이다. 이전에 VHF협대역화 사업 및 국가통합무선망 사업이 중단되어 무선통신망의 개량이 중단된 상태이다. 따라서 무선통신설비가 노후화가 심해지고 있다. 또 다른 유지보수상의 문제점은 통신방식이 혼용되어 운용하고 있는데 따른 문제이다. 즉 유지보수 관련업무가 증가하고 있으며 이에 따른 비용이 과다하게 발생하며, 만약의 경우 장애가 발생한 경우 장애처리의 대처가 신속히 이루어지기가 곤란한 상황이다.

2.2 철도전용 통합무선망의 필요성

구상하고 있는 철도전용 통합무선망의 구성도가 아래 그림2와 같다. 유선통신망을 통해 지상의 열차 제어시스템과 연계되어 열차의 안전간격제어에 활용될 것이며, 철도교통관제실과 연계 및 열차의 진로 제어를 위해 전자연동장치와 연동될 것이다. 또한 무선통신망을 통해서 영상정보 전송을 통해 열차승객을 감시 및 승객의 안전수송에 활용될 것이고 열차의 비상인터폰과 연계시켜서 영상과 음성정보의 전송이 가능하게 될 것이다. 또한 차상의 열차제어시스템과 데이터 통신하여 제어정보를 송수신하여 열차의 무인운전 및 열차위치제어, 안전간격 제어 등에 활용될 것이다. 열차내의 역무원과 철도역무원과 음성통신이 이루어지게 되면 실시간 상황에 대처하기 유리하며, 유지보수 및 시설보수와 관련하여 철도 유지보수자 및 감독자와 열차운전요원 및 관제센터와 직접 통화하여 주행하는 열차로부터 유지보수자의 안전을 위해 실시간적인 보호막의 의미를 갖게 될 것이다.

2.2.1 ETCS 열차제어시스템 개발

현재 철도공사에서는 미래철도기술개발사업으로서 ETCS¹⁾-레벨2의 열차제어시스템 핵심기술 개발의 국가R&D사업에 참여하고 있다. 유럽 철도선진국의 기술에 의존도가 높은 국내 철도기술에서 한 단계 올라가는 기회가 될 것이며, 열차제어기술에서 핵심기술의 국산화를 이룩하게 될 것이다. 해당 국가 R&D사업의 개발목적은 유럽표준 차세대 열차제어 핵심기술의 확보를 통해 국내 고속철도의 속도향상에 대비하고, 해외 고속철도 시장에 진출할 수 있는 원천기술을 확보하는데 있다.

국내에 구축된 신호시스템은 300km/h의 고속구간에 ATC(자동열차제어장치)시스템, 분당선에 시범사업으로 구축되었던 MBS(Moving Block System), 호남선에 시범운영되고 있는 ATP(자동열차방호장치) 시스템, 경부선과 중앙선, 태백선에 구축된 CTC(열차집중제어장치) 및 현재 경부선과 호남선, 고속선



그림 2 철도공사에서 구상하는 철도전용 통합무선망의 구성도

1) European Train Control System

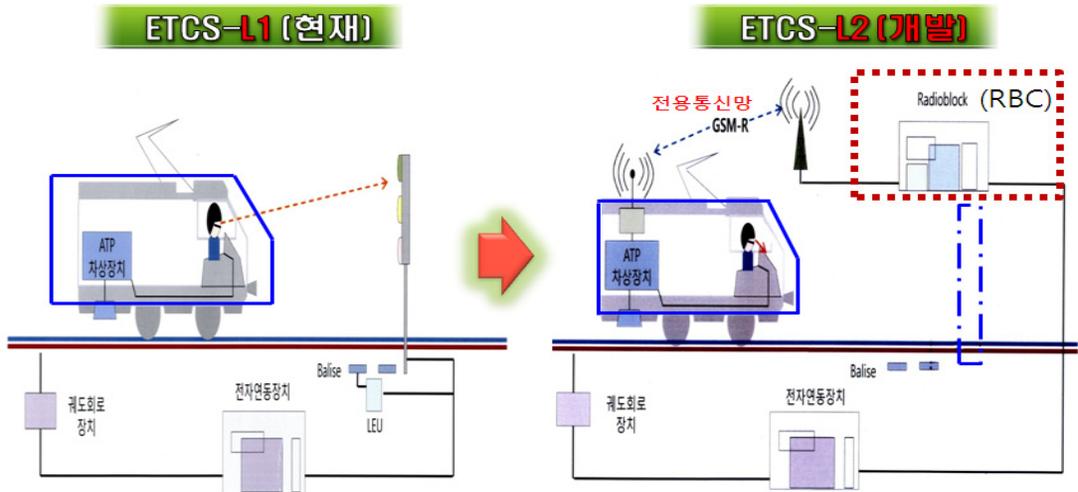


그림 3 ETCS 레벨 1과 레벨2의 차이 설명도

ATC 등의 시스템에 구축된 ETCS-레벨1이 국내 신호시스템으로 구축되어 있다.

위 그림 3에서 보인 바와 같이 현재의 ETCS-레벨1 시스템은 ATP 차상장치가 MMI에 표시하는 정보와 선로변의 신호기를 보고 기관사가 운전하여 정해진 경로를 진행한다. 선로변에 설치된 신호기에 신호를 표시하기 위해서는 궤도회로와 전자연동장치 및 발리스와 LEU(Line-side Electronic Unit; 선로변 전자장치)가 연동되어 정보를 표시한다.

그러나 ETCS-레벨2가 개발되면 발리스와 LEU에 의해 신호기의 신호를 표시하는 것이 아니라 궤도회로장치와 전자연동장치가 RBC와 직접 연동하여 무선통신으로 열차의 ATP 차상장치와 무선통신하여 MMI에 속도프로파일을 표시하게 된다. 기관사는 제공되는 속도프로파일에 따라 운전하게 된다.

2.2.2 CBTC 열차제어시스템 개발

□ CBTC구성도

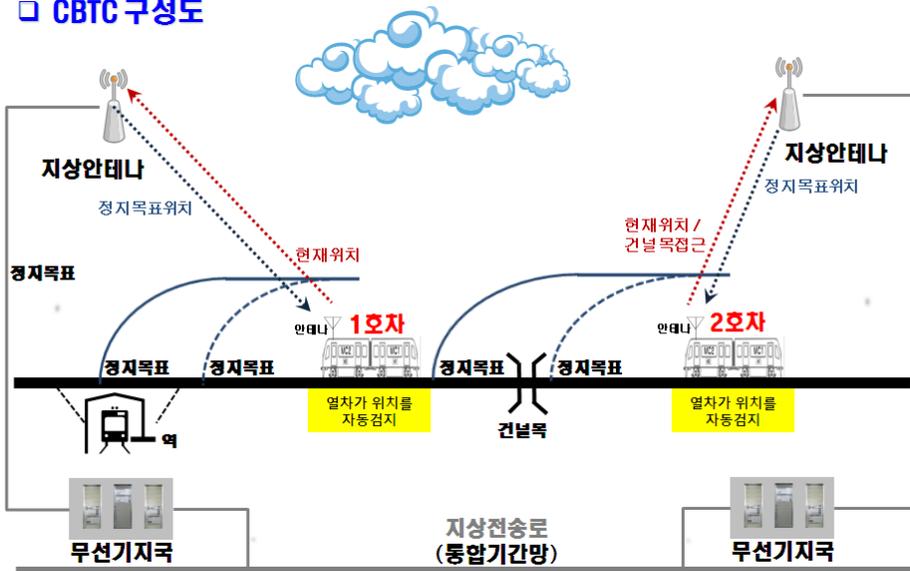


그림 4 CBTC 시스템 구성도

ETCS-레벨2로의 신호시스템 업그레이드와 관련된 국가R&D사업 외에 CBTC²⁾ 기술을 활용하여 도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계 구축 과제를 수행하고 있다. 해당 과제는 도시철도용으로서 150km/h이하의 속도를 목표로 하고 있으며 향후에 증속이 계획되어 있다. 무선통신을 이용하여 열차의 제어정보를 송수신하기 때문에 분당선에서 Wi-Fi를 이용하여 MBS 시범사업을 시험하던 경우와는 달리 철도전용 무선주파수를 확보하는 것을 큰 과업중에 하나로 하고 있다.

개발방향 및 목표는 다음과 같다. 도시철도용 CBTC로서 열차제어시스템의 표준체계 구축과 열차제어 시스템 기능 및 성능평가 인프라 구축과 철도전용 주파수 확보 및 열차제어용 무선통신설비 개발을 목표로 하고 있다.

그림 4에 CBTC 시스템의 구성도를 보였다. 1호차는 차상장치가 자신의 위치를 위치결정 알고리즘을 통하여 파악하고 위치정보를 무선으로 지상의 무선기지국에 전송하면 무선기지국은 차상으로부터 수신된 열차의 위치정보와 해당 선로 주변의 구조물과 위치정보 예를 들면 전방 1km에 역이 존재하니 1차 정지목표는 A지점이고 최종 정지목표는 B 이라고 속도프로파일을 송부해 준다. 또한 후속열차 2호차는 전방에 건물목이 있음을 지상의 무선기지국으로부터 정보를 수신하고 제공되는 속도프로파일에 따라 정지위치에 정지하도록 가이드한다. 또한 무선기지국과 무선기지국 간에는 지상전송로를 통해 통합망으로 연계되어 있다. 기본적으로 CBTC는 무선통신을 기반으로 열차를 제어하여 무인운전을 가능하도록 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

2.3 철도전용 통합무선망의 기대효과

위의 2.2절에서 기술한 바와 같이 철도전용 무선통합망이 구축되면 주행중인 열차의 실시간 감시 및 진단이 가능해져서 장애를 예방할 수 있고, 통신방식의 일원화를 통해 정보교환이 원활하게 이루어져 열차의 안전운행을 한 단계 강화하는 효과가 있다. 또한 노선간의 연계운행이 가능해지며 고속화를 통한 열차운행 횟수를 증가시킬 수 있게 되며, 결과적으로 선로용량의 상승효과를 기대할 수 있다. 그리고 다양한 정보통신 서비스를 제공하게 되어 고객서비스가 향상될 수 있는 기회가 될 수 있다.

통합무선망의 기술개발을 통해 경쟁력이 확보되면 해외수출의 기회를 얻을 수 있으며 외산장비 수입 대체 효과로 예산절감과 철도산업의 선진화에 기여할 수 있을 것을 기대한다. 또한 철도 선진국에서 개발 중인 차세대 열차제어시스템은 전용 무선통신망을 기반으로 개발되고 있으므로 철도전용 통합무선망의 구축으로 차세대 시스템에 대비할 수 있게 된다.

2.4 도시철도 구간의 무선통신망 구축사례

국내에 도시철도구간에 CBTC 시스템이 구축된 사례가 여러 건이 있지만 대표적으로 분당선의 MBS 사업과 용인경전철 구축사례를 들어 설명한다.

분당선 MBS 시범구축사업은 '02. 12월 ~ '08. 3월까지 사업기간이었고, 시스템의 특징은 궤도회로를 사용하지 않고 열차의 위치인식과 위치추정을 하여 이동권한 등의 제어정보를 양방향 무선통신으로 수집하여 열차의 시스템을 제어한다. 제어핵심장치는 탈레스제이며 통신방식은 2.4GHz WLAN을 이용하여 열차와 지상과의 통신이 이루어진다. 즉, Wi-Fi방식으로 무선통신하기 때문에 정보의 보안이 취약하

2) Communication Based Train Control

여 보완책이 요구되는 사업이다.

용인경전철 사업은 '04 7월 ~ '11. 9월(?)까지를 사업기간으로 하며 아직 실용화되지 못하고 있다. 시스템의 특징은 궤도회로를 사용하지 않은 시스템으로서 CBTC와 CTCS 방식을 사용하고 ATP, ATO, ATS, TWC 를 포함하는 ATC 시스템을 사용한다. 핵심제어장치는 봄바르디어 CITYFLO650 이며, 통신방식으로 분당선 MBS사업에서 사용한 방식과 동일한 2.4GHz 대역의 WLAN 방식을 사용하고 있다. 용인경전철 역시 무선통신방식에서 보안과 관련하여 보완책이 요구되고 있다. 악의적 공격이 있을 경우 비면허 대역을 사용하므로 자체적인 보안정책을 적용하기 위해 별도의 전용채널의 확보가 필요하다.

2. 결 론

본 논문에서 현재 철도용으로 사용되는 무선통신방식이 3가지이며 이를 운용하기 위한 현장의 애로사항과 무선통신시스템의 통합에 대한 필요성을 기술하였다. 즉, VHF, TRS-ASTRO, TRS-TETRA 방식이 단계적이고 구간구간 개통됨에 따라 적용되는 시스템이 차이가 있고 성능에서도 차이가 있으며 이를 통합하면 유지보수차원의 비용과 중복되는 업무의 감소가 예상되며 보다 편리하고 신속한 고객서비스도 지원하게 될 것을 기대한다. 또한 무선통합망의 필요성으로서 차세대 철도기술의 개발을 예로 들었으며 국내에 도입되어 설치된 무선통신기반의 열차제어시스템과 ETCS-레벨2업그레이드 사업을 설명하였다.

향후에 CBTC기술의 국내기술이 개발되고 ETCS-L2의 핵심기술 국산화되어 현장에 적용되면 철도전용 무선통신망의 구축을 전제로 할 것이며, 이를 대비하기 위하여 철도전용 주파수가 확보되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 미래도시철도기술개발사업 연구비지원(10PURT-B056851-01)에 의해 수행되었습니다.

Acknowledgement

This research was supported by a grant(10PURT-B056851-01) from Future Urban Railway Development Program funded by Minister of Land, Transport and Maritime Affairs of Korean government.

참고문헌

1. 윤용기 외 6명, "안전성과 신뢰성을 고려한 무선통신기반 열차제어시스템 구조 및 핸드오프 방법", 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp.594-601, 2000
2. G. L. Mayhez, J. A. Kivett, et al., "Application of Radio Navigation Technology to Advanced Automatic Train Control", *IEEE Position Location and Navigation Symposium*, pp.217-224, Apr. 1994
3. J.A. Pierce, "An Introduction to Loran", *Proc. of the I.R.E and Waves and Electrons*, pp. 216-234, May, 1946
4. "철도용 주파수 연구" 연구개발 결과보고서, 한국전파진흥협회, 2009.12.
5. 김윤배, "ETCS-L2 설명", 한국철도공사 열차제어시스템 선진화 심포지엄 자료집, 2010. 11.