

철도전용무선주파수 확보방안연구

Study on Radio Frequency to Secure Private Use in Railroad

전중화† 박덕규* 박기수** 류명선** 김재식** 최승갑**
Quan, Zhong-Hua Park, Duk-Kyu Park, Gie-Soo Ryou, Myung-Seon Kim, Jae-Sik Choi, Seung-Gap

ABSTRACT

In this paper, the study on the allocation of dedicated radio frequency for the radio communication based CBTC system is performed. The dedicated bandwidth for the the private use in railroad is figured out and the allocatable frequency band, which should be investigated hereafter, is proposed. The result of this study provides the basis to present the requirement of dedicated railroad radio frequency and can be used as an important material for the frequency allocation. Furthermore, it is expected that the result can be contributed to the development on railroad radio communication.

1. 서 론

1830년 영국에서 철도가 운행된 이후, 열차의 안전을 확보하기 위해 다양한 방법·장치가 개발되어 도입되었다. 지금까지의 장치는 지상설비에 의한 제어이기 때문에 비용감소, 안전성 향상, 새로운 서비스의 제공 등 측면에서 볼때 새롭고 안전한 철도제어시스템이 요구되고 있으며, 21세기의 열차시스템 발전에 알맞은 새로운 열차제어시스템을 검토할 필요성이 대두되고 있다.

최근 급속하게 발전하고 있는 무선기반 정보통신기술을 적용한 CBTC (CBTC: Communication Based Train Control)시스템은 지금까지 지상설비주체로 구성되었던 제어방식을 대체하고 지상·차상장치의 제어분담을 기능면으로부터 새롭게 구축하였다. CBTC시스템의 지상제어장치는 네트워크에 연결되어 있으며, 차상장치와 지상장치는 별도의 네트워크로 구성되어 있다. 따라서 지상·차상간에도 무선전송로에 의해 유기적으로 결합된 자율분산형 네트워크로 구성되어 있다. 현재 세계 각국에서 검토되고 있는 CBTC시스템은 일부 국가에서는 실용화 되고 있으며, 기술발전추세에 따라 CBTC 시스템은 현재보다 폭 넓게 철도신호시스템에 적용될 것으로 예상되고 있다.

CBTC시스템은 지상과 차상에 설치되며 상호간의 지속적인 통신을 통하여 열차운행의 안전성을 확보한다. 또한 현재 개발된 신호제어기술에서 가장 앞선 기술로서 전통적인 신호제어시스템에 비해 정밀열차위치결정으로 운전시격을 단축할 수 있으므로 수송용량의 증대를 기할 수 있고, 열차와 중앙제어시스템간의 데이터 통신이 가능하므로 열차의 운행효율을 높일 수 있으며 철도의 안전성 및 편의성을 최적화할 수 있다.

이러한 무선기반의 CBTC시스템은, 현재 유럽의 ERTMS/ETCS에서 GSM 대역에서 일부를 철도전용으로 할당받아 GSM-R을 사용하고 있으며, 미국을 중심으로 하는 많은 국가에서는 2.4 GHz대역 ISM(Industrial Scientific Medical)밴드의 IEEE 802.11.x 표준을 사용하고 있으며, 세부적으로는 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) 또는 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) 방식 중의 하

† 비회원, (주)포스콘 기술연구소, 철도시스템팀, 선임연구원,
E-mail : zhquan@poscon.co.kr

TEL : (02)3290-4446 FAX : (02)925-1812

* 비회원, 목원대학교, 정보통신공학과, 교수

** 비회원, (주)포스콘 기술연구소,

나를 사용하고 있다. 국내에서 사용하고 있는 모든 CBTC 시스템의 무선 통신은 2.4GHz의 ISM 대역을 이용하고 있으며 FHSS와 DSSS방식을 사용하는 철도 노선에 따라 다르게 적용하고 있다. 현재 분당선을 비롯하여 향후 설치될 예정인 김해 경전철, 신분당선, 용인 경전철에서도 2.4GHz의 ISM 대역을 이용한 CBTC시스템의 설치를 계획하고 있다.

그러나 2.4GHz 주파수대역은 ISM장비를 위한 주파수대역으로 많은 산업, 과학, 의료용장비가 RF를 이용하여 사용되고 있는 주파수대역이다. 특히 이주파수 대역은 비허가 무선기기가 사용할 수 있도록 통신용으로 개방되어 무선 LAN을 포함한 무선데이터 통신시스템용 무선기기, 이동체 식별용 무선기기 등 다양한 통신장비가 혼용되어 사용되고 있다.

이러한 2.4GHz 대역의 국내 상황을 고려할 때 간섭 및 혼신에 의해 운영상의 불확실성이 발생할 수 있고, 안정적인 열차운행을 위해서는 주파수분배절차와 기간의 어려움이 발생하더라도 철도교통서비스의 안전하고 쾌적한 운영을 위한 철도전용주파수의 확보가 매우 필요한 상황이다. 향후 철도는 대부분의 철도운행이 무인운전시스템으로 바뀌게 될 것으로 예상되고 있으며, 이러한 시대적 흐름에 부응하기 위해서는 철도분야 선진국의 사례와 같이 미리 대응할 수 있는 철도안전시스템 및 RF-CBTC시스템 구축을 위한 주파수자원 확보에 힘써야 할 것이다.

본 논문에서는 철도 전용주파수대역폭산출을 위한 각종 파라미터를 도출하여 소요주파수대역폭을 산출하였으며, 이 주파수대역폭을 할당받을 수 있는 요구주파수대역을 제시하였다. 이 연구결과는 국내 철도전용주파수분배를 위한 기반자료로 활용하고, 열차의 운행효율을 높이고 철도의 안전성과 편의성을 최적화할 수 있을 것으로 예상된다.

2. 소요주파수대역폭산출 및 요구주파수 대역

2.1 소요주파수대역폭 산출

소요주파수대역폭 산출은 현재 새롭게 도입이 예상되는 철도뿐만 아니라, 기존에 운행되는 철도에 대하여도 향후 무선을 이용한 CBTC시스템을 도입한다는 등의 전제조건에서 전송용량을 계산하였다. 서울을 중심으로 기존의 철도노선에 대한 소요주파수대역을 산출하면, 새롭게 도입되는 철도노선에도 충분히 적용될 수 있을 것으로 판단된다. 소요주파수대역폭산출을 위한 중요 전제조건은 다음과 같다.

- 향후 기존의 철도에도 무선을 이용한 CBTC시스템을 도입;
- 대도시 선로와 전국선로로 구별하여 용량을 계산;
- 철도회사별 또는 선로구간(노선)별로 별도의 주파수를 사용한다고 가정;
- 통신방식이 아직 결정되지 않았으므로 일반적인 용량 산출방식을 기초로 함 (TDMA-TDD 방식 기준);
- 대도시철도와 전국철도에 관계없이 동일한 통신시스템(통신규격)을 사용한다고 가정 (단, 기지국의 송신출력은 노선의 상황에 따라 조정 될 수 있음.).

(1) 전송용량계산

전송용량은 철도전용주파수로써 사용하고자 하는 소요주파수대역폭을 결정하는데 있어서 가장 중요한 파라미터이다. 그러나 전송용량에 대한 설계는 사용되는 데이터의 용도, 특성 및 종류에 따라 크게 차이가 나타날 수 있기 때문에 각국에서 현재 사용하고 있는 CBTC관련 시스템의 전송용량을 중심으로 계산을 수행하였다.

도표 1. 패킷 당 프레임 수

구 분		9.6kbps(172비트)	4.8kbps(80비트)
지상→차상	소요 데이터 비트	80비트	
	1패킷 당 프레임 수	0.465	1
	1패킷 당 소요 시간	10.41ms	20ms
차상→지상 (고장 데이터 모드)	소요 데이터 비트	1937비트	
	1패킷 당 프레임 수	11.26	24.21
	1패킷 당 소요 시간	226.77ms	484.2ms
차상→지상 (노말 모드)	소요 데이터 비트	497비트	
	1패킷 당 프레임 수	2.889	6.21
	1패킷 당 소요 시간	57.73ms	124.2ms

우선 유럽의 ERTMS/ETCS의 경우에는 도표 1.에서 제시한바와 같이 차상에서 지상으로 데이터를 전송할 때 데이터 전송량이 많은 고장데이터모드를 적용하면, 1회 데이터전송에 약 1,937bit의 데이터양이 요구된다. ERTMS/ETCS 열차제어시스템은 열차의 상태정보를 0.5초마다 한번씩 수집하는 것을 고려할 때, 1초 동안에 1,937bit의 2배인 3,874bps정도의 데이터가 요구됨을 알 수 있다. 미국의 Alcatel에서 사용하는 IEEE802.11 FHSS방식에서는 철도 1개편성에서 요구되는 최대 전송률은 20Kbps로 설계되어 있으나, 실제적으로 ATP와 ATO사이에서 전송하는 전송률은 2.4Kbps(Max. 10Kbps)를 사용하고 있다. 또한 현재 우리 나라에서 설계되어 운용되고 있는 분당선의 경우에는 1개 열차편성당 56byte(448bps)정도의 용량이 필요하다. 그러나 이 용량은 순수한 데이터전송만을 고려하고 있는 내용으로 Ethernet통신을 위한 IEEE 802.3통신의 프로토콜과 무선통신을 위한 IEEE 802.11의 프로토콜을 고려 할 때, 계산된 용량의 2배(56byte×2=112byte, 896bps)를 초과하지 않을 것으로 예상된다. 이러한 결과를 기초로 용량을 분석할 때, 실질적인 최대용량으로 산출되었던 Alcatel의 경우에는 최대 10Kbps의 전송률을 사용하고 있으며 (일반적으로 2.4Kbps 사용), ERTMS/ETC의 경우에는 4,868bps, 분당선의 경우 896bps정도를 사용할 수 있다. 여기에서는 ERTMS/ETCS, Alcatel의 IEEE802.11 FHSS방식 및 분당선을 기준으로 전송용량을 계산하였으나, 도입되는 시스템에 따라 용량의 편차가 매우 심함을 알 수 있다. 이것은 CBTC시스템을 설계할 때 고려하는 제어신호의 구성에 따라 나타나는 현상으로 실제 시스템구성에서 더 많은 고려가 수행되어야 할 것으로 예상된다.

우리나라에서는 CBTC시스템에 대한 구체적인 통신시스템이 설계되지 않는 상황으로 가장 보편적으로 많이 사용되고 있는 ERTMS/ETCS시스템의 전송률(3,874bps)을 기초로 통신시스템을 설계하는 것이 바람직하다는 결론을 내리고 이 시스템을 기준으로 전송률을 계산하기로 하였다. 따라서 이 기준에 향후 추가되는 데이터의 양을 고려하여, 무선을 이용한 CBTC시스템도입에서 사용되는 전송용량을 1개 열차편성당 5Kbps로 가정하였다.

(2) 기지국 송수신 전송속도

CBTC시스템에서 1개의 기지국이 제어하는 기지국당 열차편성수는 IEEE 1474.1 -2004 규격에서 10~40개의 편성으로 규정하고 있다. 이러한 규정을 근거로 우리나라의 상황을 고려할 때 한 개의 기지국(1개의 철도회사별 또는 선로구간별)이 제어할 수 있는 철도의 편성수는 10개 정도로 가정하였으며 상/하향회선을 별도의 주파수로 설계한다. 이것은 대도시 철도의 경우, 상향·하향회선을 고려하여 1개 기지국제어 구간에서 존재할 수 있는 최대 열차편성수를 나타내고 있다. 여기에서 언급하는 기지국송수신 전송속도는 CBTC시스템의 제어를 위해 1개의 채널이 제어할 수 있는 전송률을 나타내고 있으며, 철도회사 또는 선로구간(노선)별로 할당되는 1개 채널의 전송률로 가정하였다. 따라서 기지국에서는 상/하향에 각각 서로 다른 주파수를 사용하며, 1개 열차편성당 5Kbps의 전송속도를 가정하였으므로 각각 10개의 상/하향회선을 고려할 때 1개의 채널당 50Kbps의 전송속도를 갖는다.

기지국에서 송신하는 송신전력에 따라 한 개의 기지국이 제어할 수 있는 차량의 편성 수가 달라 질수 있으나, 새롭게 국내 CBTC시스템을 도입하는 입장에서 통신방식을 통일하여 설계·보급할 필요가 있기 때문에 한 개의 채널이 제어할 수 있는 열차의 편성 수를 너무 많이 수용하는 것은 주파수 낭비를 초래할 수 있다. 예를 들면, 대도시철도의 경우 열차의 배차시간이 출퇴근 시간에는 매우 짧기 때문에, 1개의 기지국(1개의 채널)이 담당하는 차량 편성수를 많이 배치하여 설계하게 되면, 열차의 배차시간이 대도시철도보다 상대적으로 간격이 긴 전국철도의 경우에는 주파수 낭비를 초래하게 된다. 이것은 전국철도의 경우 열차배차시간이 길기 때문에, 같은 통신방식으로 설계된 1개의 채널(1개의 기지국)에서 사용되는 차량(50kbps의 경우 10개의 차량편성을 수용)의 편성수가 적어 주파수의 효율을 감소시키게 되는 것이다.

(3) 기지국의 서비스영역

기지국의 서비스영역은 대도시구간과 전국철도구간으로 나누어서 분류하였다. 대도시구간에서는 사용되는 지하철의 경우에는 지하로 열차가 운행되는 상황으로 전파가 전달되는 가시거리 확보가 어렵고 출퇴근시간에는 많은 열차들이 운행되며, 경우에 따라서는 짧은 구간에서 열차운행 시간조정에 따라 많은 열차가 정차되어 있는 경우가 많기 때문에 10개의 차량편성을 위해서는 2km정도의 서비스영역을 제어할 수 있는 기지국의 배치가 타당하다. 위에서 언급한바와 같이 기지국에서 송신되는 송신전력을 증가하여 넓은 영역에서 보다 많은 열차편성 수를 제어할 수 있지만, 1개의 기지국이 제어할 수 있는 대도시구간과 전국철도구간의 열차 편성상황을 고려할 때 주파수 효율을 향상시킨다는 관점에서 2Km의 기지국 서비스영역에 대한 차량편성은 10개가 적절하다.

전국철도의 경우 대도시철도와 비교할 때, 일반적으로 지상구간에 설치되어 철도구간 내의 가시거리 확보가 용이하고, 열차의 운행 횟수가 상대적으로 적기 때문에 보다 넓은 구간을 제어할 수 있다. 또한 동일 통신방식을 이용하여 송신출력을 조정함으로써 기지국의 서비스영역을 조정할 수 있기 때문에 2km~수km를 제어할 수 있을 것으로 생각된다.

(4) 1개 선로구간의 반복사용 주파수

1개 선로구간에서 반복사용할 수 있는 동일주파수의 주파수 재사용거리는 간섭이 발생되지 않도록 충분하게 이격되어야 한다. 일반적으로 TDMA방식을 사용하는 이동통신의 경우, 기지국이 제어하는 서비스영역을 2-3개 기지국의 서비스영역을 이격시켜 동일 주파수를 사용하고 있다. 그러나 CBTC시스템의 경우 인명과 안전에 관련되는 시스템으로 동일주파수의 간섭을 방지하기 위하여 충분한 이격거리를 확보하여야 하기 때문에, 4개의 기지국을 이격한 거리에서 동일주파수를 사용하는 것이 바람직하다고 생각된다. 이러한 이유에서 일본의 열차운전무선제어시스템(ATACS)에서도 4개의 기지국을 이격시켜 동일주파수를 사용하고 있다.

(5) 철도회사별·선로구간수

주파수 할당에 있어서 몇개의 채널이 필요한가에 대한 문제는 동일 지역내에 철도회사 또는 선로구간(노선) 수에 따라 결정된다. 서울역의 경우 지상에서 전국철도로 KTX경부선, 일반열차 경부선, 경의선, 광역전철이 운행되어 4개의 노선이 서로 교차하고 있으며, 지하에서는 대도시선로인 지하철 1호선과 4호선이 교차하여 운행되고 있다(단, 지하철 1호선은 광역전철의 지상구간과 지하구간으로 나누어짐). 서울역 근처 2km의 반경내에서 지하철 2호선과 6호선이 서로 교차하여 운행되고 있기에 서울역근처를 고려할 때 4개의 지상구간과 4개의 지하구간이 서로 다른 노선으로 운행되고 있다. 지하철 1호선의 경우 광역철도와 지하철을 같은 철도 노선으로 취급하여도 서울역근처에서는 3개의 지상구간(전국철도)과 4개의 지하구간(대도시철도)이 설치되어 있다. 용산역의 경우에는 지상구간의 전국철도는 KTX 호남선, 장항선, 전라선, 광역전철의 1호선과 중앙선 5개 노선이 운행되고 있다.

지하철 2호선인 순환노선의 경우, 자신을 포함하여 9개노선(지하철 1호선 ~ 지하철 8호선, 분당선)이

서로 교차하고 있음을 알 수 있다. 노선이 교차하는 역에서는 동일 주파수를 사용할 수 없기 때문에 최소한 대도시 철도의 경우 9개의 노선에 대한 주파수가 필요하지만, 지하철 8호선과 분당선의 경우에는 교차하는 노선이 지하철 2호선이외에 지하철 3호선과 지하철 5호선으로 제한되기 때문에 다른 지하철 노선에서 사용 하는 주파수를 사용할 수 있다. 따라서 대도시 철도에는 7개구간의 주파수가 필요하다. 이러한 상황을 고려 할 때 대도시철도의 7개구간, 전국선로의 4개구간에 대한 주파수를 별도로 할당할 필요가 있다. 기존의 철도노선을 고려할 때 여유 주파수의 할당이 필요할 수 있으나, 전국 철도가 설치되어있지 않은 서울의 중심지역에서는 대도시철도의 대부분이 지하에서 사용되기 때문에 전국선로의 주파수를 여유주파수로 설정하여 공유하여 사용할 수 있을 것으로 예상된다. 그 반대의 경우에도 같이 적용될 수가 있다. 이러한 내용을 바탕으로 대도시철도의 7개구간, 전국선로의 4개구간을 수용할 수 있는 11개노선에 대한 주파수할당이 필요하다고 생각된다.

(6) 소요주파수 용량 산출

소요주파수 용량산출을 위한 기본사항은 아래 표에 표시한바와 같다. 통신방식에 따라 차이는 있으나, 일반적으로 1bit의 데이터 전송을 위하여 1Hz의 대역폭이 필요하다고 가정할 때, 1개의 채널에 대한 전송속도 50Kbps는 50KHz의 대역폭(주파수간격)이 필요하다고 가정하였다. 이와 같은 가정으로부터 다음과 같이 계산되는 소요주파수대역폭은 약 4.4MHz이다.

도표 2. CBTC 소요주파수 산출 기본사항

항목	대도시선로	전국선로
1개 열차당 소요 bit수	5Kbps	5Kbps
기지국송수신전송속도	50Kbps	50Kbps
지지국 서비스영역	~ 2km	2~수km
1개선로구간 반복사용주파수	4개 주파수(상/하향 8개)	4개 주파수(상/하향 8개)
철도회사별 · 선로구간(노선) 수	7개 구간 선로	4개 구간 선로

- 1개 선로구간의 4개 쌍 주파수(상 · 하향, 8파) × 대도시 7구간 × 주파수간격(50KHz)
= 2.8MHz
- 1개 선로구간의 4개 쌍 주파수(상 · 하향, 8파) × 전국선로 4구간 × 주파수간격(50KHz)
= 1.6MHz
- 소요주파수대역폭 : 대도시선로(2.8MHz) + 전국선로(1.6MHz) = 4.4 MHz

2.2 요구 주파수 대역

전파를 이용하여 공공의 목적으로 사용하는 주파수는 무선표정, 항공무선 운항, 해양무선 운항, 전파천문, 우주연구, 고정통신, 이동통신, 위성통신 및 방송 등 다양한 용도로 할당되어 사용되고 있다. 이러한 국내 주파수할당은 국제전파규칙에서 규정하고 있는 주파수분배표를 기준으로 작성된 대한민국 주파수분배표에 따라 할당되고 있다. 각 주파수대역별로 전파의 특성과 서비스의 특성에 맞게 용도가 정해져 있으며, 철도전용주파수대역에서 무선을 이용한 CBTC시스템을 구축하기 위해서는 이동통신용으로 분배되어 있는 주파수 대역의 주파수를 할당받아야 한다.

이동통신용으로 지정되어 있는 주파수대역은 대한민국 주파수분배표를 검토할 때 다양한 대역에서 존

제하고 있으나, 철도에서 사용되는 CBTC시스템을 고려할 때 다음과 같은 특성을 고려한 주파수대역을 할당하여야 한다.

- 3GHz 이하의 주파수대역을 사용하여야 한다.

3GHz 이상의 30GHz 대역은 마이크로파대역으로 SHF(Super High Frequency)이라고 한다. 이 주파수 대역은 안테나의 크기가 작기 때문에 최근 많이 사용되고 있는 주파수 대역이지만, 전파의 감쇄량이 매우 크기 때문에 전국철도와 같이 수km의 기지국배치를 사용할 경우에는 매우 큰 송신출력이 필요하여 CBTC시스템으로 사용하기에는 부적절한 주파수 대역이다. 또한 이 주파수 대역은 강우에 의한 전파의 감쇄량이 매우 크다는 단점을 갖고 있어 인명과 안전에 관계되는 철도CBTC시스템의 적용주파수 대역으로 사용하기에는 문제점이 있다.

- 30MHz 이상의 주파수대역을 사용하여야 한다.

30MHz대역이하의 주파수대역은 송·수신에 사용되는 안테나의 길이가 매우 길다는 단점을 갖고 있기 때문에, 일반적으로 이동용으로는 긴 안테나의 장착이 가능한 선박 등에서 사용하고 있으나, 자동차와 열차와 같이 긴 안테나의 설치가 어려운 경우에는 거의 사용되지 않는 주파수 대역이다.

- VHF/UHF대역을 할당주파수대역으로 고려한다.

VHF(Very High Frequency, 30~300MHz)와 UHF(Ultra High Frequency, 300MHz ~3GHz)대역은 이동통신은 물론 고정통신, 방송, 무선표정, 무선항행 등으로 사용되는 주파수대역으로 매우 다양하고 많은 용도의 무선통신장비들이 사용하고 있는 주파수대역이다. 또한 안테나의 길이, 송신전력에 대한 전파의 전파거리 등을 고려 할 때 이동통신용으로 사용하기 매우 적절한 대역이라고 할 수 있다. 미국을 비롯한 유럽과 일본에서 철도주파수용으로 사용하고 있는 주파수대역은 LCX를 이용하는 주파수대역이외에는 대부분의 대역이 VHF/UHF대역을 중심으로 사용되고 있다(그림1~2, 및 도표 3 참조). 특히, 800-900MHz 대역을 고려할 때, 유럽의 경우에는 휴대전화로 사용하는 이동통신 주파수대역(GSM-R)을 철도CBTC시스템으로 사용되고 있으며 그 대역폭은 8MHz으로 상·하향 각각 4MHz을 사용하고 있다. 미국의 경우에도 같은 주파수대역에서 ATCS (Advanced Train Control System)시스템을 도입하여 사용하고 있다.

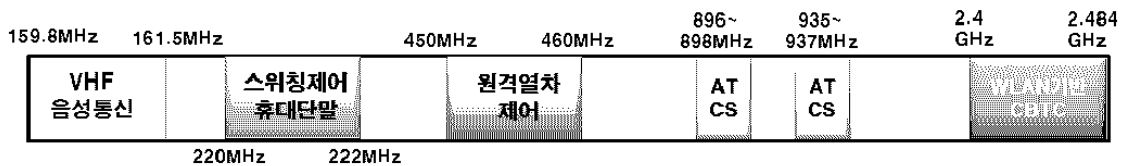


그림 1. 미국에서 사용되는 철도주파수 대역

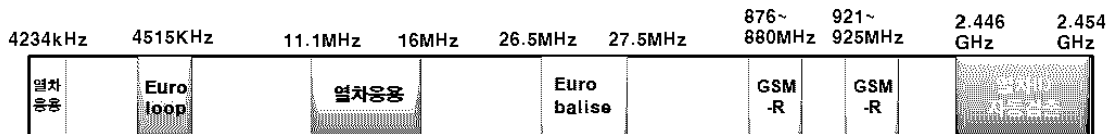


그림 2. 유럽에서 사용되는 철도주파수 대역

도표 3. 일본에서 사용되는 철도주파수대역

종류	주파수대역	비고
신간선열차무선	412.025~414.475MHz	신간선전화, 운전지령, 여객지령에 사용
열차무선	352.5375~352.6250MHz	A/B타입, 기존JR선의 열차무선에 사용, 1981년ATC와 함께 배치, 2007년 신A타입을 디지털무선으로 사용
	336.0375~336.1250MHz	
입환무선	365MHz, 150.970MHz	365MHz(12ch), 150.970MHz신간선에 이용
Audio서비스	76~90MHz	FM방송주파수이용, 열차내 미약전파서비스
지하철무선	150~200KHz, 400MHz	유도무선(LCX이용)
무선화상감시	2.4, 15, 18, 43.52GHz	2.4GHz대역이외에는 면허필요, 고화질 전송

위에서 알수 있다싶이 철도신호전용 무선주파수대역으로 가장 적절한 전용주파수대역은 VHF/UHF대역이다. 그러나 이대역은 이동용으로 사용할 수 있는 가장 적절한 대역인 만큼 많은 용도의 무선통신장비들이 사용하고 있어, 4.4MHz대역의 넓은 주파수 대역폭을 할당받기 매우 어려운 대역이다. 특히 국제전기통신연합(ITU)은 1992년 세계적으로 사용하는 IMT-2000 서비스용으로 230MHz를 분배하였고 이후 2000년에 기존의 2세대 이동통신용 주파수를 포함하여 추가 IMT-2000 주파수를 분배하고 2007년에는 IMT-Advanced용으로 주파수를 분배하였다. 대부분의 주파수대역이 698MHz~3.6GHz 대역에 분배되어 있어 UHF대역(300MHz~3GHz)의 모든 부분을 휴대전화를 위한 이동통신용 주파수로 분배되었다고 할 수 있다. 이러한 국제적인 흐름에 따라 국내에서도 같은 주파수대역을 이동통신용으로 분배하려는 움직임이 나타나고 있으며, 이대역을 다른 무선서비스의 용도로 할당하는 것은 현재로는 어려운 상황이다. 이러한 국제 및 국내 UHF대역의 동향을 고려할 때 다음과 같은 3가지 방향으로 철도신호전용 무선주파수대역으로 할당받을 수 있도록 검토하여야 할 것이다.

■ 휴대전화용 이동통신주파수대역의 할당

유럽의 경우와 같이 휴대전화용으로 사용하는 GSM의 이동통신주파수 대역을 철도 전용주파수대역(GSM-R)으로 할당받는 것이다. 우리나라의 경우에는 휴대전화용 이동통신으로 사용되는 CDMA, IMT-2000 서비스대역에서 추가할당이 가능한 주파수대역을 철도전용주파수 대역으로 할당받는 것이다. 이 경우 새로운 통신시스템을 개발하기 위한 별도의 투자가 필요하지 않으며, 기존의 이동통신서비스사업자와 협조하여 이동통신기술을 그대로 이용함으로써 철도전용시스템에 적용할 수 있다는 장점을 갖게 된다. 따라서 새롭게 건설되는 철도시스템에 신속하게 적용할 수 있어 개발기간을 단축할 수 있다는 장점도 갖게 된다.

■ 디지털 TV 방송전환에 따라 사용하지 않는 TV방송주파수 대역의 할당

일본에서는 2011년 지상 TV방송의 디지털화를 시작으로 기존의 아날로그 TV 주파수를 디지털 TV 주파수로 재편성하면서, 일부 주파수대역을 새로운 무선서비스로 재할당하기 위한 정책이 수행되었다. 2006년 3월 27일부터 4월 27일 동안 새로운 무선서비스에 대한 제안을 받았으며, 국내 CBTC시스템과 유사한 열차운전무선제어시스템(ATACS)을 제안받아 현재 170~222MHz대역에서 주파수할당을 위한 검토가 수행되고 있다. 우리나라에서도 일본과 동일한 상황으로 2012년 지상파 아날로그 TV방송이 종료될 예정이며, 디지털 TV방송전환 후 비어있는 주파수대역에 대한 주파수재편성을 수행하고 있다. 따라서 주파수재편성시 이 대역에 대한 철도신호전용 무선주파수를 할당받는 것이다.

■ VHF/UHF대역에서 비어있는 주파수 대역의 할당

위에서 언급한 2가지의 경우에 대한 철도신호전용 무선주파수할당이 어려운 경우, 국내주파수분배표를 면밀히 검토하여 비어있는 주파수대역을 확보하는 것이다. 이를 위해 방송통신위원회에서 보유하고 있는 국내주파수분배에 대한 데이터베이스를 분석하여야 하며, 향후 방송통신위원회에서 주관하여 개최

하는 철도신호전용 무선주파수 연구반을 통해서 수행되어야 할 것이다. 이와 동시에 특정 용도로 할당받아 향후 단기간내에 무선통신서비스가 종료되는 주파수대역에 대한 검토와 산간지역이나 도서지역에서 사용되는 주파수대역에 대한 공유사용가능여부 등을 판단하여 전용주파수로 할당받을 수 있을 것이다.

3. 결 론

본 논문에서는 국내 CBTC시스템 도입에 필요한 1개 편성 열차에 대한 전송률, 기지국에서 제어하는 1개 채널의 전송속도, 서비스영역, 반복사용주파수 및 철도회사 및 선로노선 수를 제안하였다. 제안된 내용을 바탕으로 상·하향 4.4MHz의 철도 전용 요구주파수 대역폭을 산출하였고, 향후 검토되어야할 할당 가능 주파수대역을 제안하였다. 여기에서 도출된 결과는 방송통신위원회에서 보유하고 있는 국내주파수 분배 데이터베이스의 각종 자료와 방송통신위원회의 주파수증장기 계획과 주파수 재분배를 위한 각종 계획과 연동하여 검토되어야 할 것이다.

본 연구 결과는 철도전용주파수 할당을 위해 주파수의 분배 및 할당을 담당하는 방송통신위원회에 주파수 수요제기를 위한 기반데이터를 마련하였으며, 방송통신위원회에서 검토되는 철도 전용주파수 할당을 위한 중요한 자료로 활용 될 것이며 차세대 철도무선통신의 발전에 기여 할 것으로 예상된다.

참고문헌

1. Michael Fitzmaurice, "Use of 2.4GHz frequency band for communications based train control data communication systems," Proceedings of JRC2006, April 4-6, 2006, Atlanta, GA, USA
2. <http://www.tsd.org>
3. Per Enge, Dennis Akos, Juyong Do, Joel B. Simoneau, L. Wilson Pearson, and Venkatesh Seetharam, Measurements of Man-Made Spectrum Noise Floor, Funded by NASA, Nov. 2004.
4. <http://www.konta.or.kr/>