

# 지하철 및 철도 구간에서의 효율적인 지상파DMB 인프라 구축방안

## Efficient Solution for deployment of T-DMB Infra at Subway and Railroad

최광호, 김형원  
Choi, Kwang Ho, Kim, Hyoung Won

---

### 요 약

As we have understood the commonly launched T-DMB service from December 2005, we kindly recommend to apply LCX cable installing solution which can be covering underground subway and tunnel T-DMB signal shadow area with most efficient network implementation method. Subway passengers would be enjoyable continuous T-DMB services through LCX cable installing solution.

---

## 1. 서론

오늘날 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)이 각광받는 뉴미디어로 부상했지만, 많은 사람들은 DMB의 실체를 제대로 이해하지 못하고 있다. 이동전화로 TV방송을 볼 수 있다는 사실에 그저 신기해 할뿐이다, '손 안의 TV' '나만의 방송' 또는 '테크 아웃 TV'라고 불리는 DMB는 새로운 방송혁명이다. 과거 무선통신 기술이 라디오와 TV방송을 탄생시켰듯이, 이제 DMB 방송의 지평을 보다 넓힐 것이다. 언제 어디서나 볼 수 있는 휴대 이동 방송인 DMB는 집 안 거실 안에 불박이처럼 놓여 있던 TV 수상기의 존재와, 여럿이 함께 보던 TV 시청의 습관을 확 바꿔버릴 만큼 파괴적인 뉴미디어이다.

이에 따라 DMB는 위성DMB와 지상파DMB로 나뉘어서 탄생하게 되었다. 본고에서는 지상파DMB에 대한 기본개념과 원리에 대하여 이해를 하고, 하루 1000만 이상의 국민들이 이용하고 있는 지하철과 철도에서의 국민보편적인 서비스이며, 무료 서비스인 지상파DMB 서비스를 제공받을 수 있도록 하는 효율적인 지상파DMB 인프라 구축 방안을 제시한다.

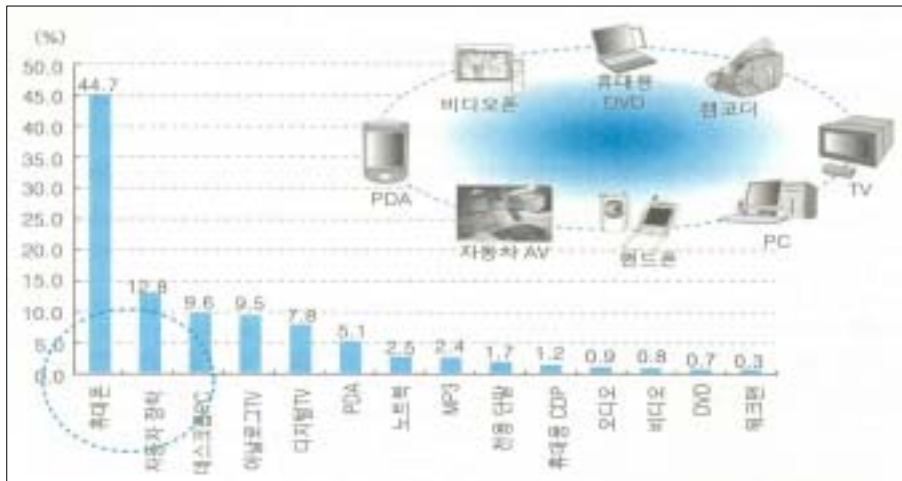
## 2. DMB란 무엇인가?

### 2.1 DMB의 정의

#### (Digital Multimedia Broadcasting)

DMB는 글자 그대로 3가지의 속성을 가진다. 첫째는 디지털 매체(Digital Media)이고, 둘째는 문자와 소리, 동영상을 결합시킨 멀티미디어(Multimedia)이며, 마지막으로 디지털 방송(Digital Broadcasting)이라는 사실이다. DMB의 유래를 독일의 '보쉬'라는 회사에서 찾기도 하지만, DAB기준을 근간으로하여 DMB를 새로운 방송 미디어로 정립시켜 세계적으로 확산시킨 나라는 한국이다.

다시 설명하면, DMB는 '디지털 멀티미디어 방송'이다. 장소와 시간에 구애받지 않고 맑은 소리와 끊기지 않는 동영상을 즐길 수 있다. 이동전화, PDA, 노트북, 차량장착용 수신기 등의 휴대형 또는 이동형 단말기로 보는 방송이어서 '이동 휴대방송'이라고 한다. 또 FM 라디오보다 뛰어난 CD수준의 고음질로 이뤄지는 오디오방송을 지원하며, 지상파 TV프로그램을 비롯하여 동영상자료등을 자유롭게 시청할 수 있도록 지원한다.



(그림 2.1) DMB단말기 결합선호도

## 2.2 DMB 서비스

- 차를 타고 가든, 걷고 있던 언제 어디서나 방송을 즐길 수 있다.
- 지금 들리는 음악의 제목이나 가사 같은 것을 자막이나 사진으로 보여주기도 한다.
- 뉴스, 날씨, 주식, 교통상황 같은 정보를 언제든지 받아볼 수 있다.
- 이동통신망과 연결하면 물품 구매나 식당 예약도 가능하다.
- 마음에 드는 방송 프로그램을 내 수신기에 저장하고, 원하는 방송 프로그램을 예약해 시청할 수도 있다.
- 타인의 간섭을 받지 않고 혼자 볼 수 있다.

## 2.3 DMB를 방송 통합 융합 미디어라고 하는 이유?

여러 가지 형태의 DMB 수신기 가운데 이동전화 겸용 단말기가 가장 많이 보급될 것이다. 이동전화 겸용은 ‘전화도 걸고 방송도 즐기는’ 복합 단말기여서 그 자체로 방송 통신 융합형 단말기라고 할 수 있다. 앞으로는 방송사에서 시청자까지는 DMB 방송망을 통해 프로그램이 송출되고, 반대로 시청자로부터 방송사까지는 통신망으로 연결됨으로써 방송과 통신이 결합된 양방향 서비스도 가능해질 것이다. DMB는 MP3플레이어, 카메라, 이동전화, PDA 등과도 결합함으로써 하나의 복합 단말기로 다양한 기능을 구현하고 있다.

아래 (그림 2.1)에서 보듯이 DMB를 휴대폰으로 보고자하는 선호도가 44.7%로서 가장 높은 것을 보여주고 있다.

## 2.4 DMB의 종류

방송은 방송망의 구성과 기술방식에 따라 ‘지상파 방송’ ‘케이블 방송’ ‘위성방송’이 있다. 지상파 방송은 땅위에 설치된 송신탑에서 방송전파를 발사해 수신토록 하는 것이고, 위성방송은 하늘에 떠 있는 인공위성에서 방송 수신기를 향해 전파를 발사하는 방식이다. 케이블 방송은 유선의 케이블 통해 방송 프로그램을 실어 보내는 것이다.

DMB의 경우 지상의 송신탑을 이용하는 ‘지상파DMB’와 인공위성을 사용하는 ‘위성DMB’의 두 가지가 있다.

### 3. 지상파 DMB란 무엇인가?

#### 3.1 지상파DMB 서비스의 개념

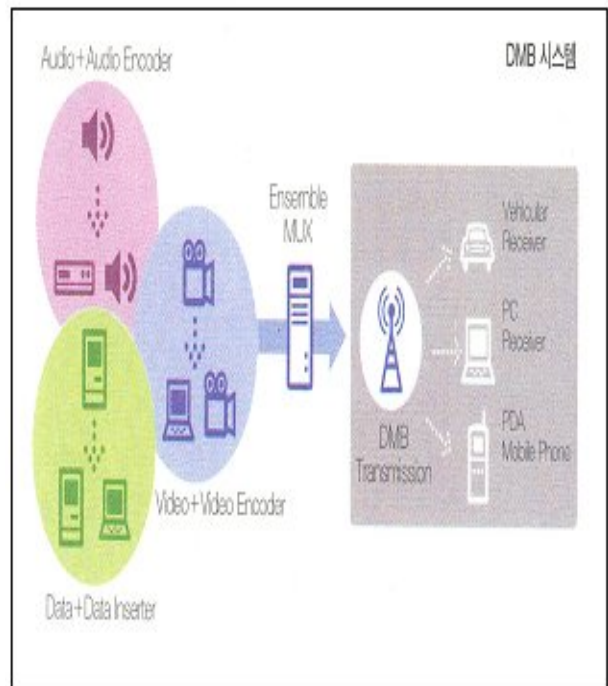
위성DMB는 음성전화와 제한된 데이터 서비스 이외에 TV같은 대용량 멀티미디어 서비스를 이동전화를 통해서도 구현하려는 시도에서 비롯됐다.

말하자면 위성DMB는 이동전화 위에 방송을 얹는 ‘이동통신의 확장’이라는 개념을 가지고 있었으며, 지상파DMB는 아날로그 라디오 방송을 디지털로 전환하거나 디지털 TV의 이동수신 문제를 해결하기 위한 시도, 즉 방송의 효율화를 고민한 끝에 고안된 것이다. 말하자면 TV방송을 이동구간에서도 접할 수 있도록 하기 위한 ‘방송의 확장’차원에서 도입된 미디어가 지상파DMB이다.

위성DMB는 방송센터가 송출한 내용을 받은 위성이 중계기를 거치거나 직접 사용자에게 전달하는 방식인 반면, 지상파DMB는 지상의 방송센터가 송출한 내용을 지상의 송신탑이나 중계기 등에서 되받아 사용자의 단말기에서 직접 또는 간접으로 수신하는 방식으로 사용자가 이용하는 서비스 측면에서는 지상파DMB와 위성DMB는 별반 차이가 없다. 한국에서는 지상파DMB는 174~210 MHz의 주파수를 사용하고, OFDM방식을 사용하여 RF신호를 공동으로 지상송신소에서 전송하며, 위성DMB는 TU미디어가 2.6GHz주파수를 사용하며, RF전송 테크놀러지는 CDM과 TDM방식을 사용하고 있다.



(그림 3.1) 지상파DMB 서비스 개념도



(그림 3.2) 지상파DMB 시스템

#### 3.2 지상파DMB와 위성DMB 비교

지상파DMB와 위성DMB의 방식과 특징에 대하여 (표 3.1)에서와 같이 비교하여 나타낸다.

(표 3.1) 지상파DMB와 위성DMB 비교

구분	지상파DMB	위성 DMB
네트워크	지상망	위성망+보조지상망(Gap filler)
주파수	대역폭 : 12MHz CH12 : 204~210MHz CH8 : 180~186MHz (수도권이며, 지방 별도)	대역폭 : 25MHz 2,630~2,655MHz
전송용량	6.912Mbps	7.68Mbps
커버리지	지역방송 (수도권 우선 도입)	위성을 통한 전국 방송
제공가능채널수	사업자당 3~6개 (전체 24~30개)	영상: 최대 12개 오디오: 24개 데이터: 3개
이동수신	가능	사업자간 자율적 결정
수익모델	광고 중심의 무료서비스	콘텐츠 중심의 유료서비스
지상파 재송신	가능	사업자간 자율적 결정
단말기	차량용+휴대전용 휴대폰 겸용 가능성증대	휴대폰 겸용 우선 차량용+휴대 전용으로 확장
사업자	지상파 방송사 3개 비지상파 방송사 3개	사업자 1개:TU미디어
사업자당투자비	3,229억원(2004~2008년)	500억~600억원

#### 4. 지하철 및 철도에서의 효율적인 지상파DMB 인프라 구축방안

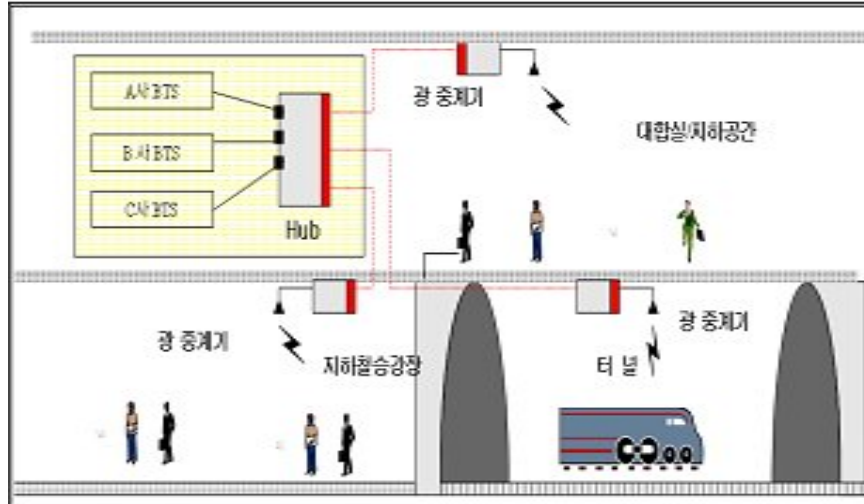
##### 4.1 인프라 구축의 필요성

수도권을 비롯하여 전국에 국민들의 교통수단으로 설치되어 있는 지하철과 철도는 하루에 1000만 이상의 이용객이 이용하고 있다. 국민들의 편리한 생활을 영위하도록 PCS, WCDMA, FM방송, 위성 DMB 등의 이동통신과 방송서비스가 제공되고 있다.

따라서, 언제 어디서나 추구하여야 하는 국민 보편서비스인 지상파DMB 서비스도 지하철 및 철도 내에서도 국민들이 필연적으로 서비스를 제공받기를 원할 것이다. 특히, 역사 내에서 열차를 기다릴 때나 열차를 타고 이동할 시 많은 이용객이 서비스를 이용하기를 바라고 있다.

##### 4.2 인프라 구축 개요

지하철 및 철도내의 지하구간 및 터널에는 지상파DMB 사업자가 송신소에서 전송하는 지상파DMB 신호의 레벨이 미치지 못하므로 중계망을 구축하여야 한다. 지상파DMB 송신소의 미약한 신호를 지상의 에어상에서 수신하여 중계망의 핵심인 갭필러에 입력하고 갭필러 내에서 증폭 후 송신매개체를 이용하여 공중 속으로 전파하여야 지하철 및 철도를 이용하는 고객들이 지상파DMB를 서비스 받을 수 있다.



(그림 4.1) 지하철내 이동통신 중계망

### 4.3 효율적인 지상파DMB 인프라 구축방안

- 지하철 구간의 초단파 주파수의 전파환경을 고려한 망구성
  - 지하철 전파환경을 고려하여 초단파(VHF)파의 직진성 확보가 어려운 터널 간에는 LCX를 사용 하고, 직진성을 최대 활용하여 넓은 커버리지 형성을 할 수 있는 대합실 및 환승 구간에는 옴니 안테나를 사용함.
  - 이동통신과 같이 안테나 방사 기반의 무선망 구성은 본선 터널에서 넓은 커버리지 형성이 어려우므로, 터널에 균일하게 전파를 방사할 수는 LCX 방식의 전송방식이 적합하다는 것이 검증됨
- 기존 통신 인프라의 재활용에 의한 망구성
  - 기존 지하철기관에서 지하철 재방송설비에 의하여 하는 서비스는 FM/AM 방송, TRS, 소방 무선이며, 여기에 지상파 DMB 서비스를 추가하여 활용하는 방식임.
  - 기존 시설물(동축케이블, 안테나, 분배기)를 활용하기 위해서는 갱필러와 시설물 전단에 여러 종류의 이동통신서비스 및 방송서비스를 통합할 수 있는 광대역 고효율 콤바이너를 설치하여 LCX에 결합하여 전송하고,
  - 대합실서비스를 위해 지상파 DMB서비스가 포함된 광대역 분배기를 설치하여 분배 후 지상파DMB 전용안테나를 설치하여 서비스를 제공하고자 함



(그림 4.2) 지하철 및 터널내 지상파DMB 망구성도

#### 4.4 LCX 방식 적합성 검증 데이터

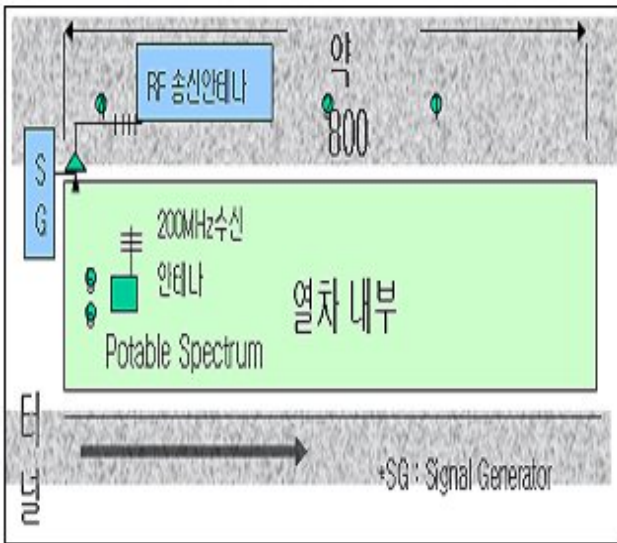
(그림 4.6)은 지하철에서 안테나를 설치하고 지상과 DMB신호를 증폭하여 전송거리를 측정한 결과이며, 수신 전계강도 -70dBm 기준시 약 80M의 전송거리로써 본선 터널내 약 80m마다 증계기를 설치해야 함에 따라, 많은 증계기가 소요됨에 이 방식은 비효율적/비경제적인 전송 방식으로 증명되었으며, (그림 4.5)는 지하철에서 LCX를 갭필러 신호에 연결하여 지상과 DMB신호를 증폭후 전송거리를 측정한 결과이며, 1W증폭 출력시 수신전계강도 -70dBm 기준시에도 300m이상을 전송할 수 있었다.

(그림 4.5), (그림 4.6)의 비교시험에서 알 수 있듯이 지하철에서의 지상과DMB는 안테나에 의한 전송 방식보다는 LCX에 의한 전송방식이 효율적이라는 결론을 얻었으며, 이것은 지상과DMB가 사용하는 초극단파(VHF)의 파장때문인 것으로 판명되었다. 부연설명하자면, 지상과DMB가 사용하는 170~210 MHz 주파수의 파장은 지하철 및 철도 터널구간은 진행되는 열차와 벽사이의 틈이 30cm 이내로 아주 좁은 공간에서 회절 및 직진이 제대로 이루어지지 않아서 전파전파가 효율적이지 못하다. 따라서 지하철 및 터널구간에서는 LCX케이블의 수평에 의한 전파누설이 훨씬 효율적이라고 결론을 얻을 수 있었다.

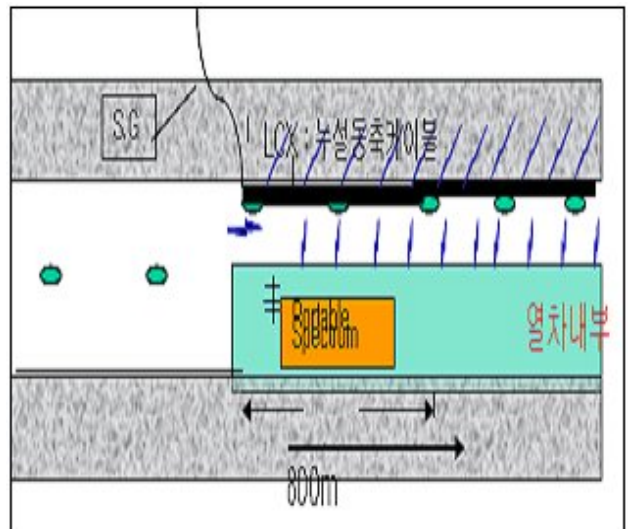
(수식 4.1)

$$\lambda = c/f(\lambda: \text{파장}, c: \text{빛의 속도}, f: \text{주파수}) = 3 \times 10^8 / 2 \times 10^8 = 1.5\text{m}$$

● 지하철 구간내 극초단파의 전파 Propagation 시험도



(그림 4.3) 지하철내 RF송신안테나에 의한 극초단파 전파 Propagation 시험구성도

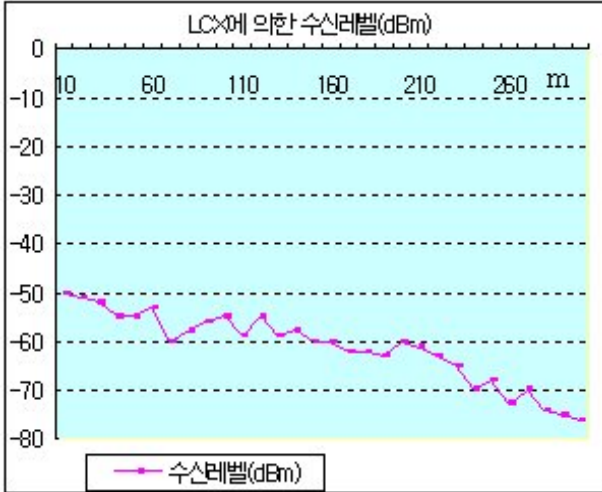


(그림 4.4) 지하철내 LCX에 의한 극초단파 전파 Propagation 시험구성도

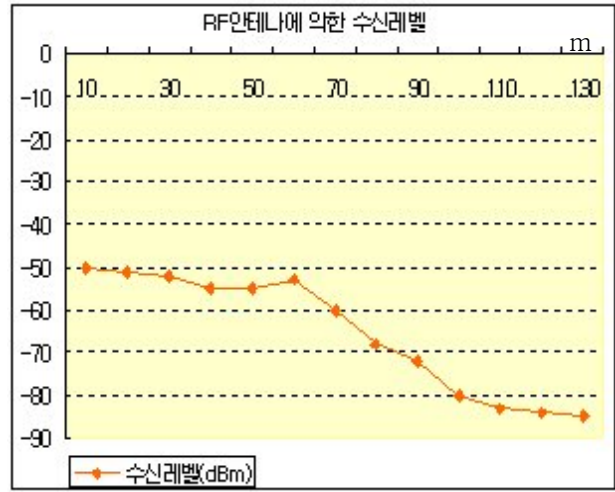
(그림 4.3)과 (그림 4.4)에서와 같이 대도시지하철 안지량역에서 동일한 조건으로 지상과DMB 주파 수 대역인 174~210MHz중 주파수를 선택하여 시그널제너레이터에서 신호를 방사하여, 한번은 일반 송신안테나로 전파를 방사하고, 한번은 LCX 케이블에 시그널제너레이터의 발생신호를 연결하여 전파를 터널구간에 방사한 후, 휴대용 스펙트럼을 이용하여 열차 내부에서 승차하여 거리별로 전파수신레벨을 측정하여 지상과DMB에서 사용하는 주파수의 전파감쇄특성과 커버리지 범위를 추정 한다. 측정결과를 (그림 4.5) 와 (그림 4.6)에 나타 내었으며, 두 측정데이터는 LCX방식에 의한 것이 전파감쇄가 적다는 것을 증명하고 있다.



● 지하철 구간내 극초단파의 전파 Propagation 결과



(그림 4.5) 지하철내 LCX에 의한 초단파 전송거리 시험결과



(그림 4.6) 지하철내 안테나에 의한 초단파 전송거리시험 결과

4.5 지상파DMB 외부 신호 입력 방안

이동통신에서 중계망까지 외부신호 입력 방식은 공중에서 기지국의 신호를 수신하는 RF방식, 기지국과 중계기를 광케이블에 의한 입력신호를 중계망까지 입력하는 광유선 방식, 위성에서 발사한 위성RF신호를 입력하는 위성방식이 있으며, 외부 설치환경 및 전파환경에 따라 중계망까지 외부 신호 입력 방식을 선택 적용하고 있다. 지하철 및 철도구간 터널에서 중계망까지 외부 신호 입력 방안에 대한 효율적인 방식을 제시한다.

비교항목	RF방식	유선광방식	위성방식	비고
서비스형태	기지국/송신소의 공간전파수신 증폭	기지국과 중계기간 광으로 유선연결 증폭	위성수신 주파수변환증폭	위성방식 (위성DMB, Skylife등)
망 구성	단순	다소복잡	매우복잡	-
확장성	지역망	지역망	전국망	-
품질	우수	매우우수	우수	-
회선/사용료	없음	매우고가	위성사용료	-
내부구성	기준	복잡	매우복잡	-
비용	저가	다소높음	매우높음	-

(표 4.1) 중계망까지 외부 수신 입력 방식 비교

(표 4.1)과 같이 중계망에서 외부신호 입력 방식은 3가지 유형이 있으며 이동통신에서는 RF방식과 광유선 외부신호 입력 방식을 적용하고 있다. RF방식은 저가용으로 보통 터널 및 크고 작은 건물 내에 많

이 설치되며, 광 유선방식은 전파환경이 좋지 않거나 사용자가 많은 곳에 적용되고 있다. 위성방식은 위성을 사용하여 전국망 확보가 유리하고 위성 DMB, Sky 라이프 등에서 이용하는 중계방식이다.

지상파 DMB는 보통 관악산, 남산 등의 송신소의 첩탑에서 전파를 방사하여 지상을 서비스하며, 전파가 도달하지 않는 지하구간 및 음영지역은 이동통신과 같이 별도 외부 신호를 수신하고 증폭 재송신하는 인프라를 구축해야 한다.

지하철 및 철도 터널 구간에 지상파 DMB 서비스를 위한 인프라 구축 시에도 중계망까지 지상의 외부 신호를 입력하기 위하여 위의 (표 4.1)과 같이 3가지 방안을 고려할 수 있으나, 경제적 비용, 효율성을 고려할 시에 기지국에서 송신한 지상의 신호를 RF 입력 방식이 가장 효과적이다.

## 5. 결론

본 논문에서는 지하철에서의 가장 적합한 RF 방식의 지하철 지상파DMB 중계망을 설계하였고, 지하철에서의 중계방식은 RF방식의 LCX 전송형태로 진행 될 예정이다. 2005년 12월1일부터 지상파 DMB 서비스가 개시되면 단말기 및 핸드폰 등은 지상파 DMB서비스가 될 수 있는 형태로 확산이 될 것이며, 그 수요에 따라 지하철은 물론, 대형건물, 터널 등의 중계망이 필요하고, 이에 대한 중계망 솔루션, 다양한 형태의 캡필러 형태, 방식이 진행 될 것이다.

## 참고문헌

- [1] 흰히 보이는 DMB(저자 박창신)
- [2] 방송표준방식 및 방송업무용 방송설비의 기술 기준 (2003.6.24)
- [3] 초단파 디지털 라디오 방송 송수신 정합표준 (2003.10.24./TTA)
- [4] 『수도권 지상파 DMB 지하철 중계망 구축·운영 사업제안서』 (한국전파기지국주식회사)

-----

### \* 책임저자

- 성함 : 최광호
- 회원 : 종신회원
- 소속 : 한국전파기지국(주), 부문장
- e-mail : [khchoi@krtnet.co.kr](mailto:khchoi@krtnet.co.kr)
- 전화번호: 02-2077-3260

### \*\*공동저자

- 성함 : 김형원
- 회원 : 비회원
- 소속 : 한국전파기지국(주), 차장
- e-mail : [khchoi@krtnet.co.kr](mailto:khchoi@krtnet.co.kr)
- 전화번호: 02-2077-3283