

제 출 문

본 보고서를 「디지털라디오방송을 위한 기술기준 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 . 12 . 31 .

연구책임자 : 김경미(기준연구과)

연 구 원 : 이승용(기준연구과)

연 구 원 : 허영태(기준연구과)

연 구 원 : 김광의(기준연구과)

요 약 문

1. 과 제 명 : 디지털라디오방송을 위한 기술기준연구
2. 연 구 기 간 : 2001.1.1 ~ 2001.12.31
3. 연구책임자 : 공업연구원 김정미
4. 계획 대 진도
 - 가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진일정												비 고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
o 디지털 라디오 방송 표준 방식별 기술기준 분석 및 초안마련	김정미													
o ITU-R 등의 방송 관련 국제회의 참석 및 동향 자료 수집	이승용													
	허영태													
	김광의													
	"													
o 소출력 FM안내방송을 위한 전파법령 및 기술기준 개정안 검토	"													
o 소출력 FM안내방송 송신실험 및 분석결과 보고	"													
o 연구보고서 작성	허영태													
분기별 수행진도 (%)		25			50			75			100			

나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 디지털 라디오 방송 표준 동향 분석

- ITU-R 등의 방송 관련 국제회의에 참석 및 국제 동향 자료 수집
- 디지털 라디오 방송 표준 방식별 기술기준 분석

2) 디지털 라디오 방송 도입에 따른 제도적 기반 마련

- 지상파 디지털라디오 전송방식을 위한 기술기준 검토 및 초안 작성
 - 디지털라디오 실험방송 추진반 참여(방송93405-20030, '01.11.24)
 - DAB (유럽방식) 기술기준 검토 및 초안 마련
- 소출력 FM안내방송을 위한 FM방송 주파수 활용방안연구
 - 근거리 방송구역을 갖는 소출력 FM안내방송 송신 실험 및 분석
 - 기 간 : 2001. 5. 2. ~ 6. 30. (약 2개월)
 - 측정항목 : 방송구역의 전계강도 및 주관적인 품질 평가 등
 - ※ 실외측정 (근거리, 장거리) 75지점, 실내측정 5지점 측정
 - 분석내용 : 방송구역 산정, 혼신 보호비, 소출력 FM안내방송용 최적주파수 추출 방법(안) 등
 - ※ 측정결과 중간 보고 : 2001. 6. 28.
 - ※ 측정결과 최종 보고 : 2001. 10. 23 (기연93401-20014).
 - 소출력 FM안내방송을 위한 전파법령 개정안 마련 및 본부보고
 - 방송국 허가관련 전파법 시행령 검토 및 전파법 시행령 개정안 마련 (전파법 시행령 제21조, 22조, 33조, 36조, 58조, 62조 등)
 - 송신설비의 기술적 조건안 마련 (주파수, 공중선 전력 및 높이 등)

3) 지상파 DTV 방송을 위한 기술기준안 마련

- '방송표준방식및방송업무용무선설비의기술기준' 개정안 마련
 - 정보통신부고시 제2001-20호 (2001. 3. 28)
- '데이터방송을 위한 표준방식' 고시안 마련
 - 정보통신부고시 제2001-20호 (2001. 3. 28)
- '유선방송국설비등에관한 기술기준' 고시안 마련
 - (주요내용: 국내 표준전송방식으로 미 OpenCable 방식을 채택)
 - 정보통신부고시 제2001-20호 (2001. 11. 1)

5. 연구 결과

가. TV 및 라디오방송을 위한 기술기준안 마련

- 방송 기술기준안 마련 (3건)
 - ‘방송표준방식및방송업무용무선설비의기술기준’ 개정안 마련 (2001. 3. 28)
 - ‘데이터방송을 위한 표준방식’ 고시안 마련 (2001. 3. 28)
 - ‘유선방송국설비등에관한 기술기준’ 고시안 마련 (2001.11.1)

나. TV 및 라디오방송을 위한 실험방송 및 분석자료 제시

- 지상파 디지털라디오 전송방식을 위한 기술기준 검토 및 초안서 마련
- 소출력 FM안내방송을 위한 FM방송 주파수 활용방안 마련
 - 근거리 방송구역을 갖는 소출력 FM안내방송 송신 실험 및 분석
 - 소출력 FM안내방송을 위한 전파법령 개정안 마련 및 본부보고

다. 학술대회 기고 및 발표

- 한국통신학회 추계학술논문 발표회 (‘01.7.5)
 - 제목 : 소출력 FM방송을 위한 전파측정 및 분석연구

라. 지상파 디지털방송 동향자료 제시

- 허영태 외1, *IUT-R SG(방송연구반)* 연구동향, ITU-R 연구동향 통권 제 7호, p.81~88, ‘01.7.

6. 기대효과

가. 연구결과

- 디지털 라디오방송의 표준화 동향분석 및 기술기준(안)을 마련하였음
- 소출력 FM안내방송 현장실험의 분석자료를 본부에 제공하여 우리부의 정책자료로 활용가능케하고 관련 규정의 개정안을 마련하였음

나. 기대효과

- 관련 제도 및 기술기준을 적시에 마련함으로써 소출력 FM안내방송 및 지상파 디지털 라디오 방송의 조기 활성화를 기대할 수 있음

7. 기자재 사용 내역

가. 사용 기자재 목록

- 1) 펜티엄급 PC 1대
- 2) 레이저 프린터 1대
- 3) 기타 사무용품 등

나. 기자재 사용 용도

- 1) 실험방송을 위한 자료수집 및 자료정리
- 2) 기술기준 연구에 필요한 자료 백업 등

8. 기타사항

가. 향후 계획

- 1) 2003년 디지털 라디오방송을 위한 표준전송방식 기술기준 확정
- 2) 30MHz 이하대역에서 고품질음성 서비스를 위한 도입방안 연구

요 약

디지털라디오방송이란 AM과 FM 등의 기존오디오방송의 한계를 디지털기술로 극복해 고품질 CD 수준의 음질, 다양한 데이터서비스, 양방향성, 우수한 이동수신 품질 등을 제공할 수 있는 새로운 방송방식이다.

지상파 디지털라디오 표준전송 방송방식은 DAB와 IBOC으로 분류된다. 유럽 DAB방식은 유럽지역표준 기관인 ETSI에서 Eureka-147 Project의 일환으로 추진해 왔으며 주파수 200~1 500 MHz에서 디지털서비스를 제공할 수 있고 미국 IBOC방식은 기존 아날로그 FM방송 주파수 88~108 MHz에서 디지털서비스를 제공할 수 있다.

향후 우리나라 추진계획은 2002년 필드테스트를 실시하고, 2002년 8월 필드 테스트 결과·검토 후 표준전송 방송방식을 확정하여 2003년 말 본 방송을 실시할 예정이다

소출력 FM안내방송이란 기존의 FM 라디오를 이용하여 경기 내용이나 관광안내 등의 정보를 서비스 받을 수 있도록 한정된 지역에서 소출력으로 운영하는 안내방송을 말한다. 미국, 일본, 호주 등의 선진국에서는 상업 및 방재 시스템 등의 용도로 이미 서비스를 실시하고 있으며 우리나라에서도 최근 2002년 월드컵의 성공적 개최와 관광산업의 활성화를 위해 제도 도입을 결정하였다.

전파연구소에서는 소출력 FM 안내방송의 제도 도입에 앞서 방송구역 조사 및 타 서비스와의 혼신여부 등을 측정하기 위하여 소 내에 소출력 FM 안내방송의 송신 실험시설을 구축하여 현장실험을 실시하였다. 측정한 결과 공중선 전력 1W의 소출력으로도 반경 약 1 km 이내에서 양호한 음질 (ITU-R의 주관적 평가등급으로 3등급 이상)로 청취할 수 있었으며, 실질적인 방송구역은 주변 건물에 따라 다소 영향이 있는 것으로 나타났다. 소출력 FM 안내방송과 기간 FM 방송 서비스간에 상호간섭을 주지 않는 것으로 나타났다. 따라서 소출력 FM 안내방송국의 채널 할당 시에 기존의 FM 방송국의 채널배치 기준 (800 KHz 이격 할당)보다 완화하여 적용하여도 가능할 것으로 분석되었다.

또한, 본 보고서의 측정 및 분석 결과는 소출력 FM 안내방송을 실시하기 위한 관계 법령의 개정 및 방송국 허가, 기존 방송국과의 혼신 방지 등의 업무를 위한 참고자료로서 제시하고자 한다.

ABSTRACT

With the demand of good quality and additive data services it became indispensable to introduce digital technology in the broadcasting services. Korea has announced to start digital radio broadcasting service in 2003.

There are two global standards for terrestrial digital radio broadcasting systems, DAB system developed by ETSI and IBOC system in the US. DAB system is available in the frequency range 200 –1 500 MHz while IBOC system in the 88-108 MHz FM band. Korea government would decide the standard for digital radio broadcasting system this year after finishing the field test of DAB.

A low power FM guide broadcasting, that has been in service in the US, Japan and Australia, is aimed at offering emergency information, sports contents and traveler's guides using existing FM radio with low power within a limited region. Recently Korea government determined to introduce the low power FM station. In advance of the service, Radio Research Laboratory implemented tests for the low power FM broadcasting system to evaluate the service regions and the interference from other services.

We obtained that it had good quality above ITU-R grade 3 in the region within 1 km and little interference against current FM broadcasting station with frequency of the third adjacent channel to low power FM broadcasting station.

In this paper, we describe the characteristics of two digital sound broadcasting systems and categorize advantages and disadvantages of each system that may be considered in the introduction of the service in Korea. We also propose the technical requirements for DAB service that is now in commercial service. In addition to the study of digital radio services, test results and analysis of the low power FM broadcasting service are shown in this paper.

목 차

제 1 장. 서 론	3
제 2 장. 디지털 라디오방송 기술기준 분석.....	4
제1절. 개요	4
제2절. 국내·외 동향	6
1. 미국 동향	6
2. 유럽 동향	6
3. 국내 동향	7
제3절. 국제 표준방식간 기술비교.....	8
1. 표준방식간 기술비교	8
2. 유럽방식 (DAB방식)	9
3. 미국방식 (IBOC방식)	15
제4절. 실험방송시 고려사항	19
1. 개요.....	19
2. TV채널대역내 DAB채널배치안.....	20
제5절. 요약 및 검토사항.....	26
제 3 장. 소출력 FM방송 전파측정 및 분석	27
제1절. 개요.....	27
1. 소출력 FM 안내방송의 개념	27
2. 소출력 FM 안내방송의 도입 배경.....	27
3. 외국의 현황.....	28
제2절. 소출력 FM 안내방송의 현장실험	31
1. 현장 실험의 개요	31
2. 현장 실험의 결과 및 분석	32
3. 기술적 조건을 위한 검토의견.....	33
제 4 장. 결 론.....	35
참 고 문 헌	36

【부록 I】 디지털라디오방송의 기술적 조건 분석

1. 디지털 라디오방송방식(=DAB Mode1 방식)을 위한 국내 디지털방송 기술기준 비교표.....	38
---	----

【부록 II】 현장실험 측정 및 분석 결과

1. 측정개요.....	45
2. 실험국의 전파환경.....	49
3. 혼신보호비 측정 실험	56
4. 송신공중선의 가변실험	64

【부록 III】 소출력 FM 안내방송 주파수 관리 방안

1. 측정에 의한 채널선정 방안.....	66
2. 보호비를 이용한 서비스 지역 산정 방안	68

제1장. 서론

디지털라디오방송이란 AM과 FM 등의 기존오디오방송의 한계를 디지털기술로 극복해 고품질 CD 수준의 음질, 다양한 데이터서비스, 양방향성, 우수한 이동수신 품질 등을 제공할 수 있는 새로운 방송방식이다.

본 보고서에서는 세계적인 디지털방송 추세에 적극 대응하고 2003년 지상파 디지털 라디오 본 방송서비스를 대비하기 위하여 디지털 라디오 방송방식 기술기준 및 표준화 기술을 분석하여 제시하고자 한다.

정부는 FM방송 주파수를 효율적으로 재사용하고 국민편익을 증진키 위하여 관광지, 경기장, 전시장 등에서 각종 안내정보 서비스를 제공하는 소출력 FM 안내방송 제도의 도입을 추진해 왔다. 그동안 연구과제 등을 통하여 외국 동향 및 도입타당성이 검토된 바 있으며 2001년에 비로소 소출력 FM 안내방송을 도입하기 위한 기본방침을 확정하였다. 소출력 FM 안내방송의 활성화 차원에서 허가제도를 완화할 것을 결정하였고 이와 병행하여 현장실험을 통한 기술적 조건의 검토가 필요함에 따라 정보통신부는 전파연구소에 소출력 FM 안내방송 실험국을 구축하여 타 서비스와의 혼신 여부 등을 측정하도록 하였다.

소출력 FM안내방송이란 기존의 FM 라디오를 이용하여 경기 내용이나 관광안내 등의 정보를 서비스 받을 수 있도록 한정된 지역에서 소출력으로 운용하는 안내방송을 말한다. 미국, 일본, 호주 등의 선진국에서는 상업 및 방재 시스템 등의 용도로 이미 서비스를 실시하고 있으며 우리나라에서도 최근 2002년 월드컵의 성공적 개최와 관광산업의 활성화를 위해 제도 도입을 결정하였다.

전파연구소에서는 소출력 FM 안내방송의 제도 도입에 앞서 방송구역 조사 및 타 서비스와의 혼신여부 등을 측정하기 위하여 소 내에 소출력 FM 안내방송의 송신 실험시설을 구축하여 현장실험을 실시하였다.

또한, 본 보고서의 측정 및 분석 결과는 소출력 FM 안내방송을 실시하기 위한 관계 법령의 개정 및 방송국 허가, 기존 방송국과의 혼신 방지 등의 업무를 위한 참고자료로서 제시하고자 한다.

제2장. 디지털 라디오방송 기술기준 분석

제1절. 개요

정부에서는 세계적인 디지털방송 추세에 적극 대응하고 방송산업을 국가 전략산업으로 육성하기 위해 디지털방송 방식이 이미 확정된 지상파TV와 위성방송을 비롯, 케이블TV와 라디오방송도 디지털방송을 도입, 전 방송매체의 디지털화를 본격 추진하고 있다.

지상파TV의 경우 종합계획 ('99.7.20)에 따라 '99년부터 시험서비스 방송을 실시한 뒤 2001년부터 수도권지역을 대상으로 본 방송을 실시하였고 수도권 모든 지역은 2002년까지, 광역시는 2003년까지, 도청소재지는 2004년, 시·군 지역은 2005년까지 연차적으로 디지털로 전환하되, 일정은 수도권지역의 실시 성과에 따라 재조정해 나가기로 하였다.

위성방송은 위성방송 도입 근거를 마련한 새 방송법이 '99년 3월 13일자로 시행됨에 따라 방송위원회와 협의를 거쳐 이르면 '02년 상반기부터 본 방송을 시작할 수 있도록 사업자 허가를 추진할 방침이다.

데이터방송은 위성방송망과 디지털 지상파TV망을 통해 2002년 월드컵 경기전에 서비스를 제공하는 것을 목표로 '00년 하반기에 잠정표준방식을 결정하였다. 유선방송과 라디오방송에도 디지털방식을 도입키로 방침을 정하고 '01년 상반기에 각각 잠정표준방식을 결정하였고 '02년과 '03년에 본 방송을 시작할 예정이다.

다음표에서는 전송매체별로 제안국 및 시스템 특성을 기술하였다. 우리나라에서는 지상파 TV방송에서 미국방식 (ATSC), 케이블 TV방송에서 미국방식 (OpenCable)을 채택하였고 지상파 라디오방송에서는 유럽방식 (DAB) 선정이 유력할 것으로 전망된다.

표 2-1. 디지털방송 매체별 비교

매체	제안국	시스템 종류	주파수대	비고
지상파 TV방송	미국	ATSC	VHF/UHF	우리나라 표준 방식
	유럽	DVB-T	VHF/UHF	
	일본	ISDB-T	VHF/UHF	
케이블 TV방송	미국	Open Cable		국내표준
	유럽	DVB-C		
라디오 방송	유럽	DAB	VHF/UHF, L-BAND	국내잠정표준
	미국	IBOC	AM/FM	
	유럽	DRM	HF이하대역	

표 2-2. 우리나라의 디지털 TV방송 매체별 비교

매체 구분 항목	지상파 TV방송	위성방송	유선방송
적용주파수	VHF/UHF	11/12GHz	5~750 MHz
표준방식	ATSC	DVB-S	OpenCable
주파수대역폭	6 MHz	27 MHz	6 MHz
전송속도	약19Mbps	약40Mbps	약39Mbps
비디오 압축방식	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
오디오 압축방식	AC-3	MPEG-2	AC-3
다중화	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS
변조/전송방식	8-VSB	QPSK/OFDM	QAM (QPSK 상향)
채널부호화	RS, TCM	RS, 컨벌루션	RS, TCM
프로토콜	ATSC-PSIP	DVB-SI	OpenCable SI /ATSC-PSIP
데이터방송	DASE 기반	DVB-MHP 기반	OCAP 기반

“디지털라디오방송”이란 AM과 FM 등의 기존오디오방송의 한계를 디지털기술로 극복해 고품질 CD 수준의 음질, 다양한 데이터서비스, 양방향성, 우수한 이동수신 품질 등을 제공할 수 있는 새로운 방송방식이다.

※ 디지털라디오방송의 여러 이름

- Digital Audio Broadcasting (DAB) : Eureka-147
- Digital Sound Broadcasting (DSB) : ITU-R
- Digital Audio Radio (DAR), Satellite DAR (DARS) : USA
- Digital Radio Broadcasting (DRB) : Canada
- 이동체 디지털 음성방송: 일본

기존 아날로그 FM방송은 고품질 매체 (CD 등)의 확산으로 품질이 가장 낙후한 매체로 인식되고 FM방송의 주파수 밀집으로 추가수요에 대응이 거의 불가능한 상태에 이르렀으므로 오디오방송의 경쟁력 확보를 위해 낙후된 아날로그 FM 방송의 타매체에 대한 경쟁력 제고와 오디오 산업 활성화를 통한 수출 전략산업화 유도가 필요하다.

아울러 통신·방송 융합 현상에 대비한 오디오방송의 위상 정립을 위해 다매체·다채널 시대에 인간 친화적 매체로서 다양한 서비스에 대한 수요에 대응하기 위한 디지털화 추진과 멀티미디어 단말기로서의 기능 가능성을 증대할 필요가 있다.

또한 디지털라디오는 고품질 오디오 서비스 및 다양한 형태의 고부가가치 서비스 제공 가능하며, 멀티미디어 단말로서의 기능 구현 가능하고 인간 친화적인 매체로서 사회 문화적으로 미치는 영향이 타매체에 비해 강력할 것으로 기대된다.

제2절. 국내·외 동향

1. 미국 동향

미국방식 (IBOC¹⁾: In Band On Channel) 은 기존 FM 대역내에서 이용 가능한 새로운 디지털 표준전송 방송방식이다. IBOC 방식은 미국이 제안한 국제표준방식으로 기존 FM방송 대역 (88 ~108 MHz)내에서 디지털 라디오방송채널을 사업자에게 할당하여 청취자에게 고품질의 디지털 음성·데이터 서비스를 제공할 수 있어 국내 표준방식으로 도입시 새로운 주파수대역을 지정할 필요가 없어 서비스 전환 (예: 통신→라디오, TV→라디오)에 따른 전환비용등을 절감할 수 있고 기존 FM대역내에서 아날로그 및 디지털을 적절히 할당하여 사용하므로 주파수 효율성을 높일 수 있다는 장점이 있다.

아울러 미국은 2001년 8월 기존 방송대역을 활용하는 기술을 중심의 표준안 (ITU-R 권고 BS.1114-2 개정안)을 ITU-R에 제출한 바 있다.

2. 유럽 동향

유럽방식 (DAB²⁾: Digital Audio Broadcasting)은 기존 FM 대역외에서 이용 가능한 새로운 디지털 표준전송 방송방식이다. DAB방식은 유럽지역표준 기관 ETSI에서 Eureka-147 Project의 일환으로 표준화를 추진하게 되었으며 주요기술특징은 기존 FM방송 대역 (88 ~108 MHz)내에서 디지털 라디오방송채널을 할당하여 서비스를 제공할 수 없어 국내 도입시 새로운 주파수대역 지

1) IBOC방식의 채널당 점유주파수대역폭 (아날로그 신호 제외)은 140 KHz임

2) DAB방식의 채널당 점유주파수대역폭은 1536 KHz임

정이 필요하나 다양한 수신방법 (고정, 휴대, 이동) 및 음성·데이터 서비스를 제공할 수 있어 보는 라디오로 각광 받을 것으로 예상된다.

아울러 디지털라디오 전송매체는 유럽에서 위성파 지상파를 통해 디지털 라디오서비스를 제공하고 있지만 수신기 가격이 높아 활성화되지는 못하고 있다. 국제표준은 ITU-R 권고 BS.1114-1에서 유럽방식, 미국방식 및 일본방식의 디지털라디오 방송방식 규격을 제시하고 있다.

3. 국내 동향

우리나라에서는 '97월 2월 지상파 방송의 디지털 전환 기본계획 확정, '97년 3월 지상파 디지털방송 추진협의회 구성, '97년 4월 ~ '98년 12월 차세대방송 컨소시엄 산하 오디오방송 분과위에서 『국내방식으로 유럽방식 (Eureka-147) 제안 ('97.7)』, 『추진협의회에서 DAB관련 검토일정 연기 ('97.9)』, 『DAB 추진일정에 대한 설문조사 실시 ('98.3): '99년까지 방송방식 결정, 2002~03년 방송실시 의견이다수』, 『DAB에 대한 단말기 가격 등 경제성 검토 실시 ('98.8)』, 『차세대 방송 컨소시엄 연구보고서 제출 ('98.12)』, 그리고 '01년 3월 추진위에서 유럽방송방식 (Eureka-147)을 정부에 건의한 바 있고 정부는 2002년 중순경에 디지털라디오 국내 표준방식을 결정할 예정이다.

☐ 국내 주요 추진현황

- o KBS에서 '97년부터 실험국 운용중
 - 유럽방식 (Eureka-147)의 성능평가 등
 - ※송신소 (관악산), 주파수 (207 MHz, VHF CH 12), 대역폭 (1.54 MHz), 출력 (250W)
 - IBOC 방식을 기초로 한 전송 시스템을 실험방송 중에 있음
- o 잠정표준방식 제안 : 2000년 12월
(‘디지털라디오방송추진전담반’에서 유럽방식을 정부에 제안함)

☐ 향후계획

- o 실험방송 추진 : 2002년 상반기 (1차 필드테스트), 하반기 (2차 필드테스트)
- o 표준방식 확정 : 2002년 중순
- o 본 방송 실시 : 2003년 말

제3절. 국제표준방식간 기술비교

1. 표준방식간 기술비교

지상파 디지털라디오표준 전송방식 선정을 위한 검토대상은 유럽방식 DAB, 미국방식 IBOC, 일본방식 ISDB-T의 규격이 있고 이중 유럽방식은 '97년부터 국내에서 검토해오던 방식이다. 최근 미국에서는 유럽방식에 대응해 기존 FM방송대역내에서 사용할 수 있는 방송방식을 ITU-R에 제안한 상태에 있고 일본은 독자 방식을 제안하여 국제규격으로 제정 되어있다. 표 2-3에서는 각 전송방식간 기술적 비교를 이해하기 용이하도록 도표화하였다.

표 2-3. 국제표준방식간 기술비교표

방식구분 항목	유럽 방식 (Eureka-147)	미국 방식 (IBOC)	일본 방식 (ISDB-T)
방식구조	Out-of-band	In-band	Out-of-band
주파수에 따른 구분	모드1 : 375 MHz 이하 모드2 : 1.5GHz 이하 모드3 : 3 GHz 이하 모드4 : 1.5GHz 이하	AM/FM 대역	TV VHF 대역
오디오압축	MPEG-1 Layer 2 (MUSICAM)	MPEG-2 AAC 또는 PAC	MPEG-2 AAC
다중화	비표준방식	비표준방식	MPEG-2 System
오류정정	컨볼루션 (부호율가변)	컨볼루션 (CPC)	RS+컨볼루션 (부호율가변)
변조/전송	$\pi/4$ DQPSK/OFDM	QPSK/OFDM	DQPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM /BST-OFDM
유효 주파수 대역폭 (아날로그신호 제외)	1.536 MHz	140 KHz	약 430 KHz 확장가능
유효 데이터율 (총 전송속도)	0.8~1.7Mbps (2.3Mbps)	144~ 160 Kbps	280~1787 Kbps

2. 유럽방식 (DAB방식)

가. 개요

DAB방식은 유럽지역표준 기관인 ETSI에서 Eureka-147 Project의 일환으로 표준화하게 되었으며 주요특징은 기존 FM방송대역 (88 ~108 MHz)내에서 디지털 라디오 방송채널을 할당하여 서비스를 제공할 수 없어 국내 도입시 새로운 주파수대역 지정이 필요하나 멀티미디어 고정, 휴대 및 이동서비스를 수신할 수가 있어 보는 라디오로 각광 받을 것으로 예상된다.

아울러 디지털라디오 서비스 제공을 위한 전송매체는 유럽지역에서 위성 및 지상파를 이용하여 디지털 음성서비스를 제공하고 있지만 수신기 가격이 높아 활성화를 못하고 있다. 디지털라디오방송의 국제표준은 ITU-R 권고 BS.1114-1에서 정하고 있다.

나. 주파수 관련

DAB방식의 전송모드는 4가지로 나눌 수 있으며 국내에서 도입할 전송모드는 모드 I 이다. 모드 I 은 VHF 주파수대역에서 다수의 멀티캐리어를 사용하여 음성 및 데이터전보를 전송한다. 디지털 채널의 주파수 대역폭은 1536 KHz이고 아날로그 채널의 주파수 대역폭이 200 KHz에 비해 7.68배 많은 대역폭을 필요로 한다.

표 2-4. 전송모드 파라미터 (I , II , III , IV)

파라미터		모드 I	모드 II	모드 III	모드 IV
주된용도		지상SFN	지상/위성	위성/케이블	지상/위성SFN
상한주파수		≤375 MHz	≤1.5GHz	≤3GHz	≤1.5GHz
주기	심벌길이 (반송파간격)	1msec (1KHz)	250usec (4KHz)	125usec (8KHz)	500usec (2KHz)
	보호구간	250usec	62usec	31usec	125usec
	Null 심볼길이	1.297msec	324usec	168usec	648usec
	프레임길이	96msec (=1ms+1.25ms*76개)	24msec (=0.324ms+0.312ms*76개)	24msec (=0.168ms+0.156ms*153개)	48msec (=0.648ms+0.624ms*76개)

표 2-5 유럽 CEPT의 주파수블록 할당 계획

주파수 대역	DAB 채널 블록
Band I (47 ~ 68 MHz)	12
Band II (87 ~ 108 MHz)	12
Band III (174 ~ 240 MHz)	38
L-Band (1,452 ~ 1,492 MHz)	23

※ CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administration)

※ DAB 채널블록은 점유주파수대역폭 1.536 MHz임

다. 전송시스템 구성도

그림 2-1에서 DAB 전송시스템을 보여준다. 서비스 제공은 음성 및 부가서비스로 나눈다. 음성 소스부호화는 MPEG 1 Layer II (ISO 11172-3 Layer II) 부호화 방식을 사용한다. 채널부호화는 길쌈부호화 (에러정정) 및 시간 인터리버를 사용한다. CAS (Conditional Access Scrambler, 접속제한)는 선택적으로 사용할 수가 있다. 데이터 서비스를 제공할 경우 소오스 부호화를 제외하고 음성서비스와 동일한 알고리즘을 적용한다. 특히 디지털변조 및 다중화 방식은 Differential QPSK 변조 및 Orthogonal FDM 전송방식을 사용하여 수신시 비동기 검파기 이용 및 다중경로 잡음에 강하도록 하였다.

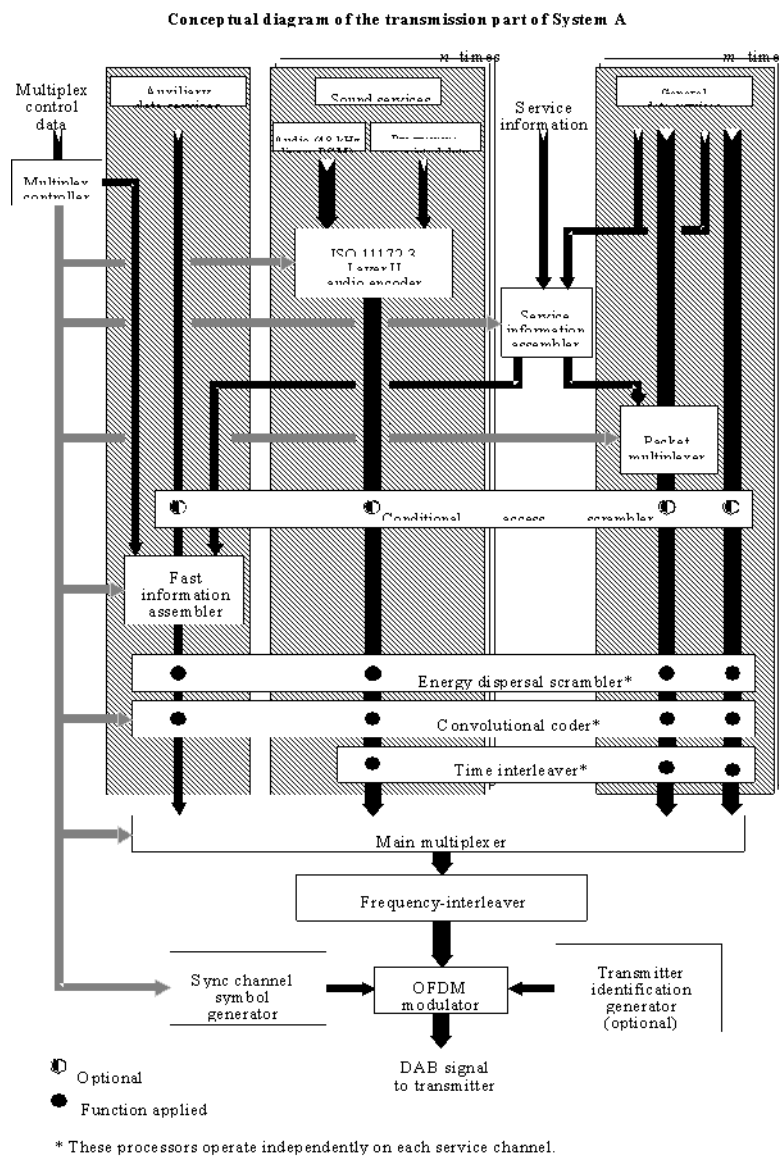
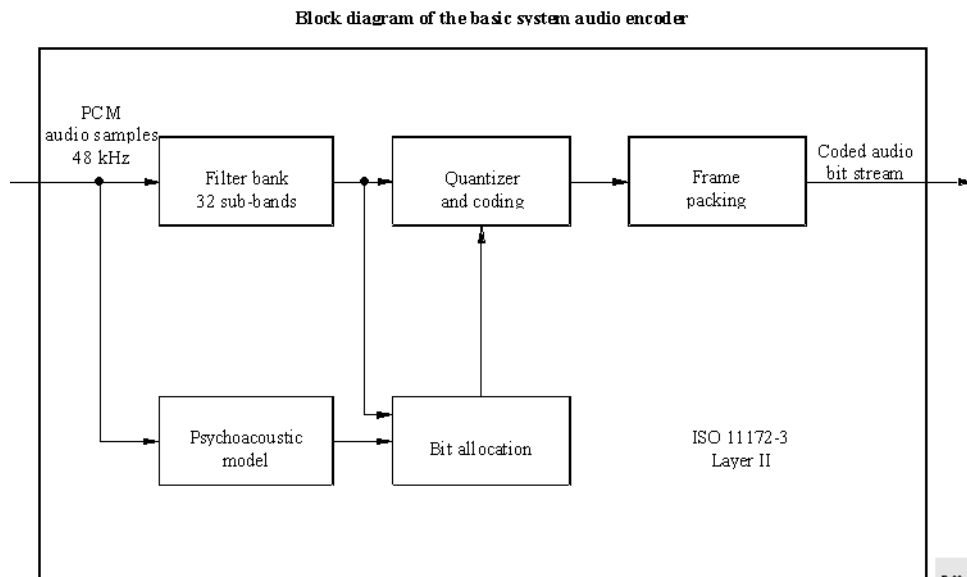
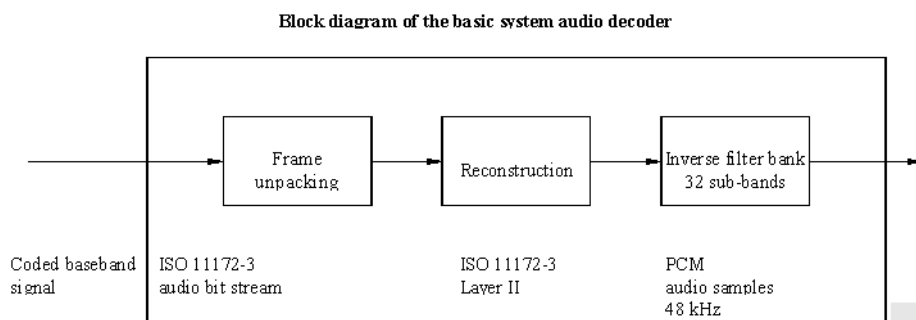


그림 2-1. 전송시스템 구성도

일반적으로 디지털통신의 장점은 소오스 부호화를 통한 전송데이터량의 감소, 채널 부호화를 통한 전송채널의 강건성, 변조기술을 통한 주파수대역폭의 효율성 증가를 꼽을 수 있다. 이중 소오스 부호화는 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸고 전송 데이터 압축을 위해 부호화기술을 사용하는데 DAB방식에서는 MPEG 1 Layer II (ISO 11172-3 Layer II, 일명 MUSICAM방식)을 채택하였다. MPEG 1 Layer II 핵심기술은 음성 입력신호를 32개의 음성 주파수 분할 (filter bank), 인간의 가청지각모델을 적용하여 양자화/부호화 처리기술로 처리한다. 데이터 전송속도는 최대 384 Kbps까지 가능하다. 인터넷에서 주로 사용하는 MPEG 1 Layer III (ISO 11172-3 Layer III, 일명 MP-3방식) 음성 부호화기의 데이터 전송속도는 최대 320 Kbps까지 가능하다.



(a) 음성 부호화기



(b) 음성 복호화기

그림 2-2 음성 부호화기 및 복호화기 개념도 (a)부호화기 (b)복호화기

라. 전송 스펙트럼구조

그림 2-3은 DAB RF 스펙트럼을 표시하였다. DAB RF 스펙트럼은 점유주파수대역폭이 1.536 MHz이고 1536개의 다중 반송파 (하나의 반송파의 대역폭은 1MHz 임)로 구성되었고 심벌간 보호시간을 두어 도심지 등에서 발생하기 쉬운 다중경로 간섭에 강하도록 설계되었다. 사용주파수 대역은 초단파대역 30 ~ 300 MHz에서 사용할 수 있고 변조방식은 Differential QPSK방식을 이용하였고 각 반송파간 상관성이 없도록 설계된 직교주파수분할다중화 (OFDM) 기술을 사용하였다.

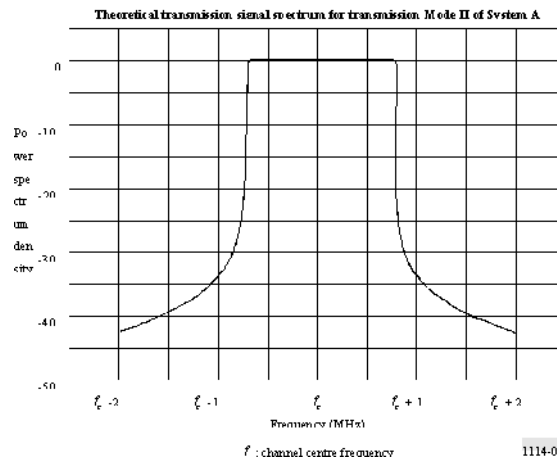


그림 2-3. 전송 스펙트럼구조

그림 2-4에서 DAB RF 스펙트럼 마스크 기준을 제시하였으며 분해능대역폭 (RBW) 4 KHz로 측정하여 중심주파수으로부터 0.77 MHz지점에서 26dBc, 0.97 MHz 지점에서 71dBc, 1.75 MHz지점에서 106dBc 이상으로 감쇠되어야 한다.

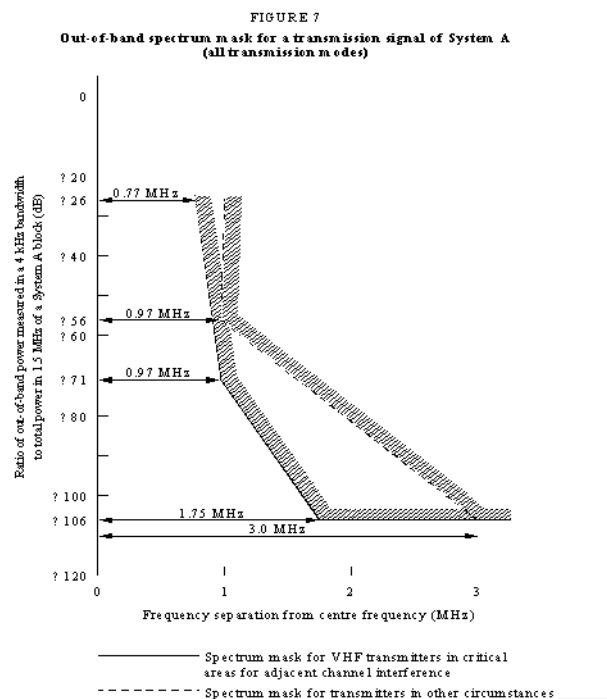


그림 2-4. 스펙트럼 마스크

마. 전송 성능평가

그림 2-5은 RF전송 성능평가를 위해 가우시안 잡음환경에서 BER과 S/N의 관계를 표시하였다. 그림에서 보듯이 양호한 수신을 얻기 위하여 $BER=10^{-4}$ ($R=0.5$)일 때 S/N은 시뮬레이션에서 6.6 dB, 측정에서 7.6 dB 이상 요구함을 알 수 있다.

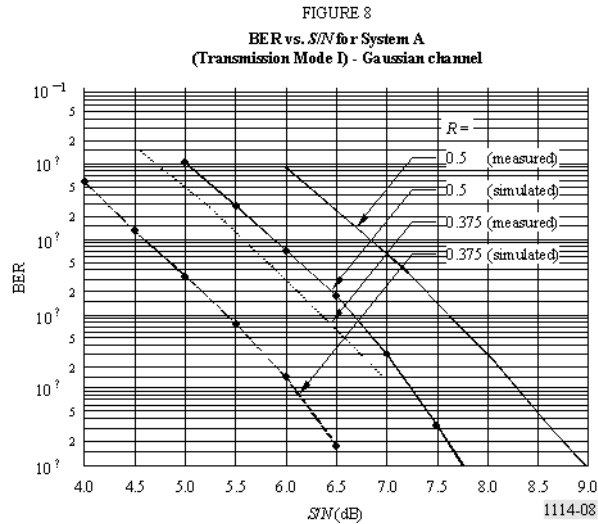


그림 2-5. 가우시안 환경에서 BER vs. S/N³⁾

그림 2-6은 RF전송 성능평가를 위해 도심지 잡음환경 (15km/h)에서 BER과 S/N의 관계를 표시하였다. 그림에서 보듯이 양호한 수신을 얻기 위하여 $BER=10^{-4}$ ($R=0.5$)일 때 S/N은 11.7 dB 이상 요구함을 알 수 있다.

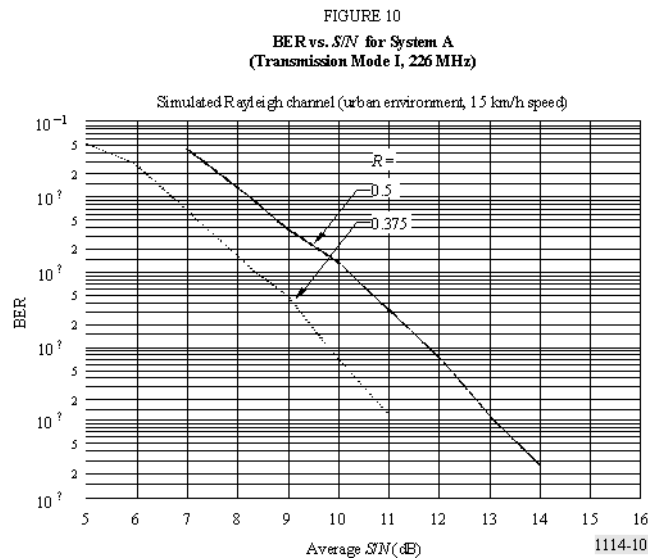


그림 2-6. 도심지 환경에서 BER vs. S/N (시속 15Km/h)

그림 2-7은 RF전송 성능평가를 위해 도심지 잡음환경 (130km/h)에서 BER과 S/N의 관계를 표시하였다. 그림에서 보듯이 양호한 수신을 얻기 위하여 $BER=10^{-4}$ ($R=0.5$)일 때 S/N은 15.3 dB 이상 요구함을 알 수 있다.

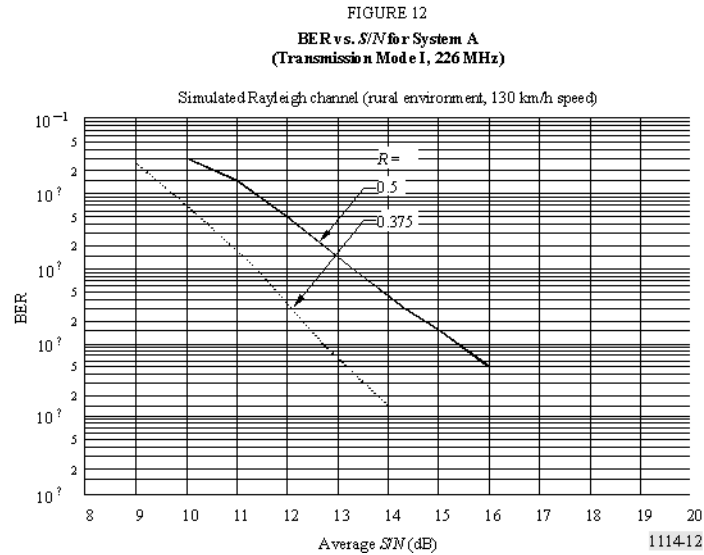


그림 2-7. 농촌 환경에서 BER vs. S/N (시속 130Km/h)

그림 2-5, 2-6, 2-7은 가우시안, 도심지, 농촌 환경에서 디지털신호를 양호하게 수신하기 위하여 필요로하는 최소 S/N를 제시하였다. 가우시안 · 농촌 환경보다 도심지 환경에서 보다 높은 S/N를 요구하는데 이러한 이유는 도심지 다중경로 잡음 등이 주 원인이다.

BER vs. S/N의 관계는 전파환경에 따라 다를 수 있지만 부호율에 따라 다를 수 있다. 부호율을 감소, 즉 잉여비트를 증가시킴에 따라 그림 2-5에서 보듯이 수신한계레벨을 낮출 수 있다. 그러나 데이터 전송량은 잉여비트만큼 줄어드는 trade-off 관계에 있다.

특히 다중반송파 전송방식은 수신기에서 신호동기를 포착하는데 다소 어려움이 있으나 심벌간 시간 보호구간을 두었기 때문에 다중경로 잡음에 강한 잇점이 있다. 참고로 대부분의 단일반송파 전송방식은 수신기에서 신호동기를 포착하는데 다소 용이하나 디지털방송 등은 고속으로 데이터를 처리하므로 심벌간 간섭현상이 발생할 수 있다. 이러한 진폭왜곡 및 위상왜곡 현상에 따른 심벌간 간섭을 제거하기 수신기에서 등화기 (Equalizer)를 사용하고 있는 추세이다.

3. 미국 방식 (IBOC 방식)

가. 개요

IBOC 방식은 미국에서 제안한 표준전송 방송방식이다. IBOC 방식은 기존 FM방송 대역 (88 ~108 MHz)내에서 디지털 라디오방송채널을 할당하여 음성 및 부가서비스를 제공할 수 있다. 기존 FM방송 대역내에서 채널을 할당하므로 새로운 주파수대역을 지정할 필요가 없다는 장점이 있다.

아울러 미국은 2001년 8월 14일 국제표준기관인 ITU-R에 표준안을 제출 (ITU-R 권고 BS.1114-2 개정안)한 바 있다.

나. 전송방식별 전송시스템 구성도

그림 2-8는 Hybrid/Extended Hybrid 전송시스템 구성도를 보여주고 있다. 구성도에서 기존 아날로그 FM방송신호와 디지털 방송신호를 콤바인시켜 단일 급전선에 입력한 후 송출한다. 주요 장점은 아날로그와 디지털신호를 단일 안테나를 사용하므로 급전선/안테나 시설을 기존 아날로그 시설을 이용할 수 있고 기존 FM방송구역과 동일한 방송구역을 출력에 비례해서 계획을 수립할 수 있다는 잇점이 있다.

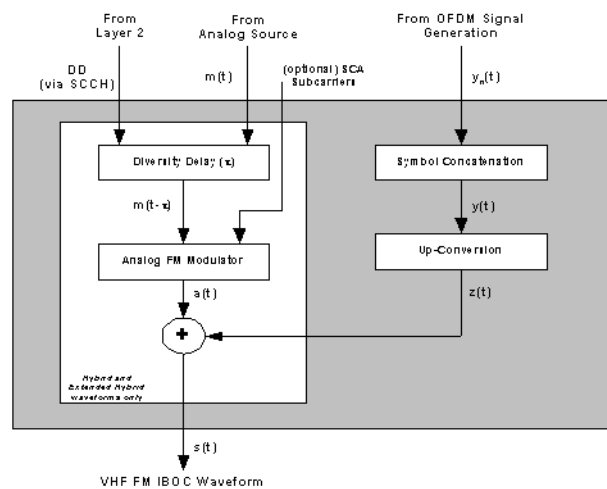


그림 2-8. Hybrid/Extended Hybrid 전송시스템 구성도

그림 2-9는 아날로그신호에서 디지털신호로 전환되었다고 가정하고 디지털신호를 전송하는 방법으로 Hybrid/Extended Hybrid 전송시스템 보다는 간단한 구성을 보이고 있다.

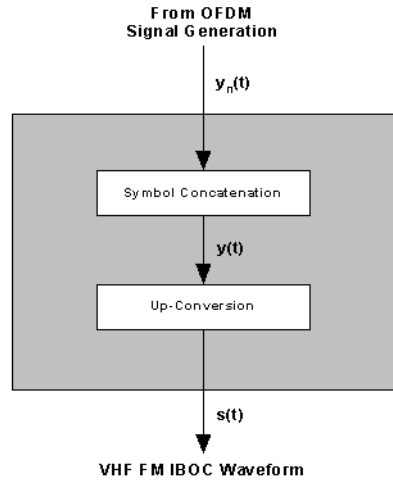


그림 2-9. All Digital 전송시스템 구성도

다. 전송방식별 스펙트럼구조

그림 2-10은 Hybrid 전송시스템의 스펙트럼구조로 기존 아날로그 FM방송 신호 대역폭 260 KHz를 제외한 좌우 인접채널에서 각 70 KHz를 사용하므로 디지털방송 신호 대역폭은 약 140 KHz가 된다. 유럽방식 (DAB) 점유주파수대역폭 1536 KHz보다 훨씬 적은 140 KHz를 사용한다. 즉 유럽방식 점유주파수대역폭이 약 11배 넓게 사용한다.

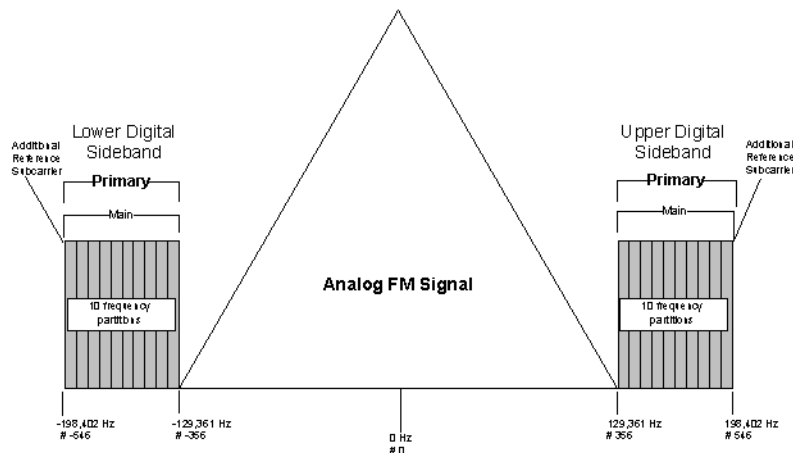


그림 2-10. Hybrid 방식의 스펙트럼구조

그림 2-11은 Extended Hybrid 방식의 스펙트럼구조로 Hybrid 방식에서는 아날로그 신호를 260kHz 대역폭으로 보호한 반면에 Extended Hybrid 방식에서는 아날로그 대역폭을 200 KHz 대역폭으로 보호하여 서비스한다. 이렇게 서비스를 실시하더라도 기존 아날로그 FM방송 신호의 필요주파수 대역폭 180 KHz를 초과하지 않으므로 아날로그 음성품질에는 영향이 없을 것으로 판단된다.

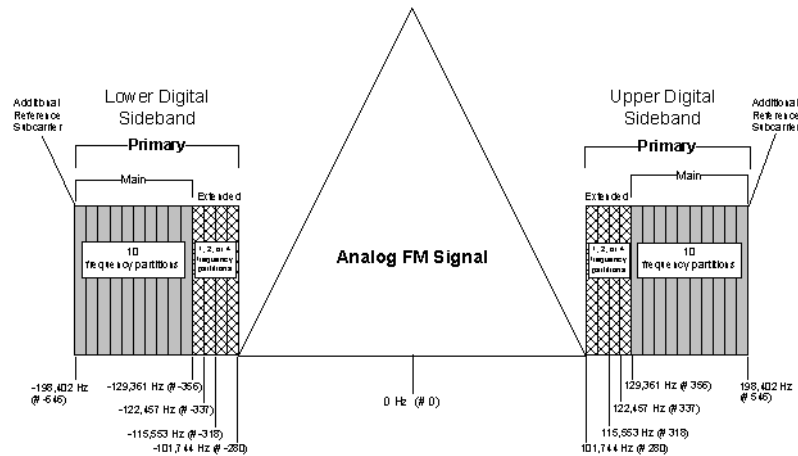


그림 2-11. Extended Hybrid 방식의 스펙트럼구조

그림 2-12에서는 아날로그 FM방송을 완전 종료한 후 ALL 디지털방송시 IBOC 방식의 스펙트럼 구조를 보여주고 있다. 이 때 Primary/Secondary 채널은 400 KHz 대역폭을 확보하게 된다.

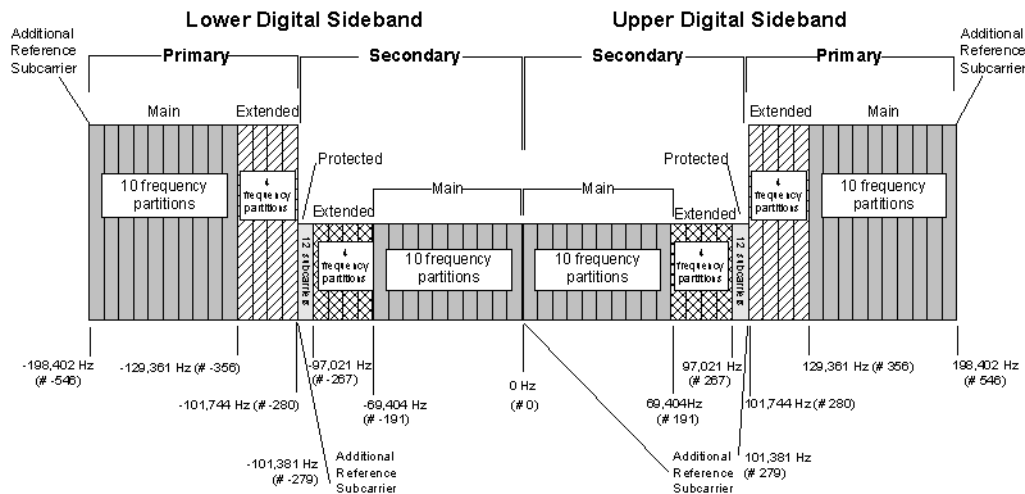


그림 2-12. All Digital 방식의 스펙트럼구조

라. FCC RF 스펙트럼발사 마스크

IBOC방식은 DAB방식에 대응하여 기존 FM방송 대역내에서 디지털채널을 아날로그채널 상·하 인접 배치한다. 장점으로는 새로운 대역 지정을 요구하지 않고 기존 FM대역폭내 채널별 효율성을 제고할수 있어 디지털전환시 방송방식 전환을 용이하게 할 수 있다. 반면, 단점으로는 기존 FM대역폭과 인접하여 아날로그채널과 디지털채널을 할당하기 때문에 채널간 간섭이 우려되고 제한된 대역폭 때문에 다양한 부가서비스 제공이 어렵다.

기타 이동성, 단일주파수망 구성 등은 두 방식 (DAB, IBOC) 모두 기술적으로 가능할 것으로 본다.

FCC는 아날로그 FM신호에 대해 송출단에서 RF 스펙트럼발사 마스크 규정을 두어 규정치 이내로 만족할 것을 규정하고 있다. 미국 방송방식은 아날로그 스펙트럼발사 마스크를 만족하는 범위내에서 아날로그 신호를 송출하고 상하인접대역에 디지털신호를 발사하도록 하였다.

또한 아날로그 RF 스펙트럼발사 마스크가 중심주파수에서 120 ~ 240 KHz를 25 dBc이상 감쇠되어야 한다는 기준에 입각하여 디지털 신호를 중심주파수에서 130 ~ 200 KHz를 감쇠시켜 송출토록 하였다.

특히 디지털 방송은 아날로그방송보다 적은 출력을 사용하여도 기존 아날로그 FM방송구역과 동일한 권역을 유지할 수 있다. 왜냐하면 아날로그방송은 최소 S/N이 30dB이상, 디지털방송은 최소 S/N이 15dB이상이어야 양호한 청취를 할 수 있다. 따라서 동일한 전파환경 · 주파수라면 디지털방송은 아날로그 방송보다 약 15dB 전력이 적어도 동일한 방송구역을 설계할 수 있다.

표 2-6. FCC RF 스펙트럼발사 마스크

반송 주파수로부터의 오프셋 (KHz)	변조되지 않은 아날로그 FM반송파로부터 상대적인 전력밀도 (dBc/KHz)
120 ~ 240	-25
240 ~ 600	-35
600 ~	-80

우리나라 초단파방송은 송신소에서 변조를 주파수변조한 후 송출하고 있다. 채널간 대역폭은 200 KHz로 할당되어 사용하나 실제 점유주파수대역폭은 이보다 많이 할당되어 송출 · 운용중에 있다. 또한 주파수변조 특성은 변조지수에 따라 인접채널에 간섭을 줄 소지가 많으므로 동일송신 사이트내에서 채널간 600 ~ 800 KHz를 이격하여 송출하고 있다. 따라서 실제 초단파대역의 채널은 100개라고 하나 이격채널 적용, 혼신 보호비 기준을 적용하면 아날로그 FM채널을 신규로 배치하는 것은 대단히 어려울 것으로 예상된다.

이러한 우리나라 전파환경 · 주파수할당 측면을 고려하면 아날로그채널의 신규허가는 어려우나 미국에서 제안한 디지털채널은 아날로그 채널사이에 배치하는 개념으로 주파수 이용효율을 높이는데 효과가 있을 것으로 기대된다.

제4절. 실험방송시 고려사항

1. 개요

디지털라디오방송 추진위원회 산하 실험방송반에서는 ('01.12월 1차 회의) '02년 3월 ~ 6월까지 방송구역 확인 등을 위하여 제1차 필드테스트를 실시할 계획으로 있다. 필드테스트를 위한 방송방식은 유럽에서 제안한 방송방식만을 검토기로 하였다. 제2차 필드테스트는 '02년 하반기에 1차 필드테스트 결과분석 후 재검토기로 하였다.

2002년 8월경에 정부는 제1차 필드테스트 결과를 토대로 유럽방식 (DAB)과 미국방식 (IBOC) 중에서 국내 표준전송 방송방식을 결정할 예정으로 있고, 방송방식 결정을 위해 필드테스트에서 기술적으로 고려되어야 할 사항은 다음 표 2-7에서 기술하였다.

2002년 8월경에 표준방식이 선정 (정통부장관 고시)되면, 본 방송이전에 송신기의 기술적 조건이 마련 (정통부장관 고시)되어야 할 것으로 본다. 이와 아울러 송수신 정합규격 (국가표준)을 마련하여 기술기준 (고시)에서 정하지 못한 세부사항을 마련해야 할 것으로 본다.

표 2-7. 실험방송시 고려할 사항

구분	유럽 방식 (DAB 방식)	미국 방식 (IBOC 방식)	결과물
기본검토 (~'02년말)	o 주파수지정 연구 -디지털 주파수대역 지정관련	o 주파수할당 연구 -FM대역 가용채널 수 요조사 등 -서비스 목표 고려	o 주파수 확정 o 향후 세부추진일정 마련 (정책연구·제시)
실험방송 (~'02년말)	o 방송구역 확인	o 좌동	o 기술기준 마련 (고시)
	o 기술기준 검토 및 확인 -송신기의 기술적조건 검토 -SFN(단일주파수망) 검토 . 1단계: 난시청해소용 . 2단계: 전국망구성용		o 기술기준 마련 (고시)
	o 송수신 정합규격 마련	o 좌동	o 국가표준 마련
부가서비스 (데이터방송)	o 부가서비스 제공방안 연구	o 좌동	o 서비스시 기술기 준 마련검토 (고시)
방송국 허가 및 제도 (~'02년말)	o 전파법 관련법령 검토 (시행령 고시 포함)		o 관련법령 제개정

2. TV 채널대역내 DAB 채널 배치안

필드테스트에서는 아날로그 VHF TV채널 12번 (대역폭: 6 MHz)에서 DAB 신호 (대역폭: 1.536 MHz)를 임시할당·송출한 후 DAB방송 서비스의 가능성과 방송구역을 확인할 계획이다. 필드테스트 이전에 고려할 사항은 표준전송방식, 안테나 높이·출력, 사용주파수, 방송구역확인·서비스 가능성 등이 있다. 이 중에서 필드테스트를 위해 대부분 결정된 사항이지만 사용 주파수 (혹은 주파수 지정)는 정부가 향후에 결정할 예정이다.

이와 관련하여 정부는 DAB용 주파수 지정을 위해 새로운 대역지정 혹은 기존 아날로그 TV대역 지정 등에 관한 연구 및 정책을 제시해야 할 것으로 본다.

본 장에서는 채널간 보호비 중요성을 언급하고자 한다. DAB는 TV채널을 사용하는 만큼 아날로그/디지털 TV 신호와의 간섭이 예상된다. 이러한 보호비 기준은 제1차 필드테스트를 통해 실험·분석되어야 할 것으로 판단된다.

표 2-8은 지상파 TV방송과 FM방송 주파수 범위를 나타내고 있다. TV방송은 주파수 1 GHz 이하에서 4개의 대역에서 각 채널별로 서비스할 수 있다. 표 2-9는 수도권에서 High-VHF TV채널 사용현황을 제시하였다.

표 2-8. 국내 TV채널 대역표

45MHz	72MHz	76MHz	88MHz 88MHz	108MHz	174MHz	216MHz	470MHz	740MHz
Low VHF	통	Low VHF	FM	통	High VHF	통	UHF	
CH 2~4	신	CH 5~6	방송	신	CH 7~13	신	CH 14~60	
(18 MHz)	(4 MHz)	(12 MHz)	(20 MHz)	(66 MHz)	(42 MHz)	(254 MHz)	(270 MHz)	
					↑ (DAB, ch12)			

표 2-9. 국내 High-VHF TV채널 사용현황 (수도권)

국내 High-VHF TV 채널 주파수	비고
7번 (174 ~ 180 MHz)	남산 (KBS TV)
8번 (180 ~ 186 MHz)	미사용 (수도권)
9번 (186 ~ 192 MHz)	남산 (KBS TV)
10번 (192 ~ 198 MHz)	미사용 (수도권)
11번 (198 ~ 204 MHz)	남산 (MBC TV)
12번 (204 ~ 210 MHz)	관악산 (DAB실험방송, 250W)
13번 (210 ~ 216 MHz)	남산 (EBS TV)

표 2-10. High-VHF TV 채널의 수용 가능한 DAB 채널블록 비교

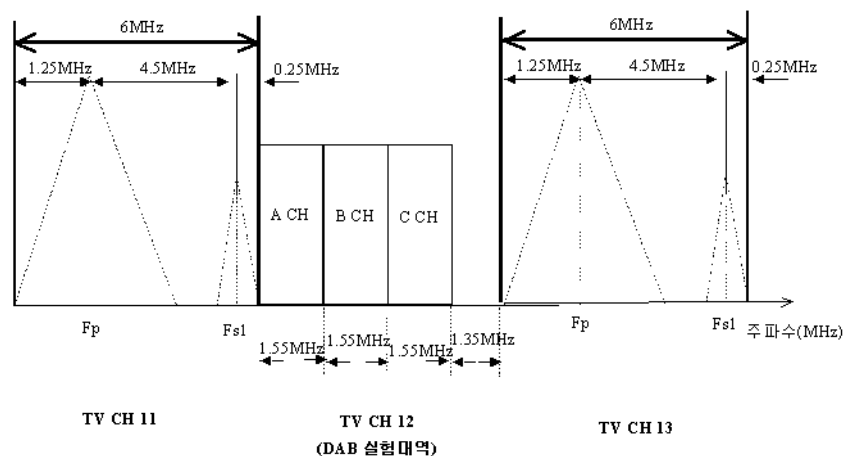
DAB 블록 주파수 대역폭	비고
1.536 MHz * 3블록 = 4.608 MHz	한국형, 6 MHz TV 대역폭
1.536 MHz * 4블록 = 6.144 MHz	유럽형, 7 MHz TV 대역폭
1.536 MHz * 5블록 = 7.680 MHz	유럽형, 8 MHz TV 대역폭

가. TV 채널내 DAB 채널배치 (1안)

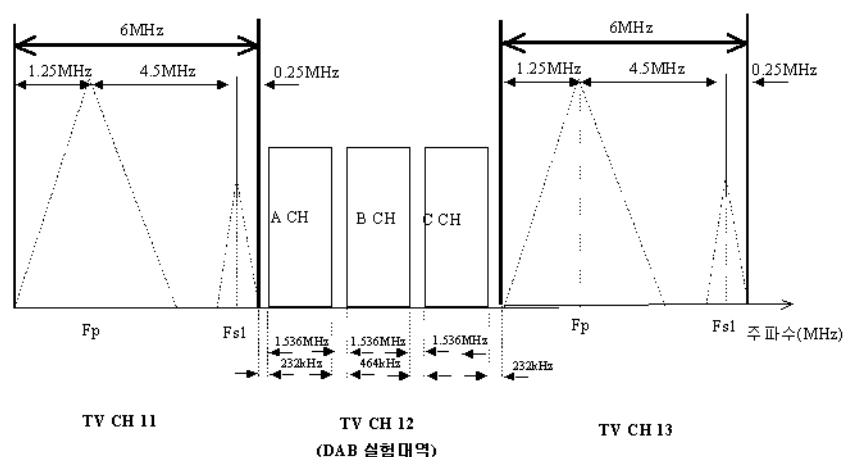
DAB 1채널당 주파수대역폭은 1.536 MHz이고 TV 1채널당 주파수대역폭이 6 MHz이므로 DAB 채널 3 개를 배치한다. 장점으로는 인접 TV채널과 보호대역을 두어 간섭을 억제할 수 있고, TV대역내 DAB 채널과도 보호대역을 두어 간섭에 대처할 수 있다. 단점으로는 DAB채널로 사용하지 않은 주파수 (약 1.35 MHz/TV채널)가 발생하므로 전파자원 낭비가 예상된다.

표 2-11. 실험방송용 DAB 주파수할당 예시

채널 용도	DAB블럭 구분	주파수 정의	BW
TV방송용 (CH 12, 204~210 MHz)	A	204.00 ~ 205.55 MHz	1.55 MHz
	B	205.55 ~ 207.10 MHz	1.55 MHz
	C	207.10 ~ 208.65 MHz	1.55 MHz
	미사용	208.65 ~ 210.00 MHz	1.35 MHz



(a). 예시 1



(b). 예시 2

그림 2-13. DAB 실험방송용 주파수배치 예시 (a) 예시1 (b) 예시2

나. TV 채널내 DAB 채널배치 (2안)

DAB 신호 채널당 주파수대역폭은 1.536 MHz이고 TV 신호 채널당 주파수대역폭이 6 MHz이므로 DAB 채널 4개를 배치한다. 장점으로는 TV 채널을 DAB 채널로 사용할 시 전파자원 낭비없이 사용할 수 있다 단점으로는 0.144 MHz 대역폭이 상위인접 TV채널에 간섭신호로 작용한다. 그러나 아날로그 TV 시청을 하는데 영향이 적을 것으로 판단되나 실험을 통해 보호비를 마련해야 될 것으로 본다. 이러한 실험결과는 향후 TV채널전환과 연계해 이용방안을 모색할 수 있을 것으로 본다.

참고로, 정부는 2010년 아날로그 TV방송에서 디지털 TV방송으로 완전 전환을 결정한 바 있다. 시청자는 지상파를 수신하기 위해 VHF-TV채널과 UHF-TV채널에 대해 크기가 다른 안테나로 수신해왔다. 따라서 수신 편의성을 위해 디지털 TV 채널은 UHF대역으로 집중될 것이고 가입자는 크기가 동일한 UHF 안테나로 수신하기를 원할 것이다. 이때 정부는 VHF TV채널에 대한 활용방안 및 전환계획을 마련해야 할 것으로 판단된다.

표 2-12. 실험방송용 DAB 주파수할당 예시

채널 용도	DAB블럭 구분	주파수 정의	BW
TV방송용 (CH 12, 204~210MHz)	A	204.000 ~ 205.536 MHz	1.536 MHz
	B	205.536 ~ 207.072 MHz	1.536 MHz
	C	207.072 ~ 208.608 MHz	1.536 MHz
	D	208.608 ~ 210.144 MHz (0.144 MHz 초과/TV1 CH)	1.536 MHz

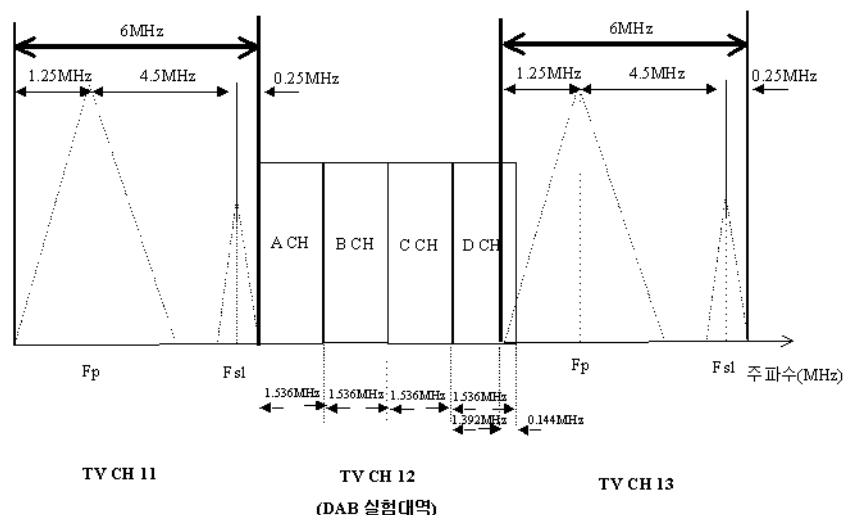


그림 2-14. DAB 실험방송용 주파수배치 예시

다. 점검 내용

혼신 보호비이란 원하는 신호가 원하지 않는 신호에 대해서 어떤 레벨이상이면 원하는 신호를 보호 (양호한 시청, 청취) 할 수 있다는 것이다.

특히, DAB는 새로운 대역을 사용할 경우를 대비하여 DAB 채널간 간섭뿐만 아니라 아날로그/디지털 TV채널과도 혼신 보호비를 만족하여야 할 것이다. 유럽 디지털/아날로그 TV방송의 대역폭은 7, 8MHz 이고, 우리나라의 TV방송의 대역폭은 6MHz 인 RF 스펙트럼 특징도 고려되어야한다. VHF 대역내 DAB 채널이 할당되었을 경우 NTSC - 6 MHz 채널간 보호비가 고려되어야한다. 즉, DAB 도입시 우리나라는 DAB 상하채널의 NTSC TV전파환경을 고려해야만 되는 특별한 경우이므로 NTSC TV방송신호 환경에 대하여 필드테스트 혹은 Lab test를 실시하여 최소 수신한계레벨 기준을 마련해야 할 것이다.

이러한 혼신보호비 기준은 아래 ①~④에 대하여 현장실험을 실시하고, 만일 현장실험 여건상 어렵다면 Lab test만이라도 수행해서 보호비 기준을 마련하여 향후 정부의 디지털 채널 허가시 활용할 수 있도록 해야 할 것이다.

- ① “DAB 신호 ↔ DAB 신호”간의 혼신보호비
- ② “DAB 신호 ↔ 아날로그TV 신호”간의 혼신보호비
- ③ “DAB 신호 ↔ 디지털TV 신호”간의 혼신보호비
- ④ “DAB 신호 ↔ 기타 (통신, 아날로그 FM)신호”간의 혼신보호비

표 2-13. DAB블럭 및 점검내용

실험방송 DAB 블록	결과내용	주 점검내용	기타 점검내용
중간채널 (B or C)	o 방송구역기준 마련 - 방송구역 전계강도 - 적정 출력 o 보호비 기준마련 - 인접, 동일	o 방송구역점검 - 고정수신시 전계강도	o 수신형태별 서비스 제공가능성 검토 - 실내 수신 - 휴대 수신 - 이동 수신
좌측채널 (A)	o 보호비 기준마련 - 동일, 인접	o 하위 아날로그 TV음성채널 과 DAB채널간 영향점검 o 특히, 인접지역 아날로그 TV동일채널간 영향 점검	
우측채널 (D)	o 보호비 기준마련 - 동일, 인접 o 사용 가능성 검토	o 상위 아날로그 TV영상신호 확인 및 DAB 영향 점검	

※ 필드테스트 보호비는 DAB채널과 아날로그TV채널간 위주로 수행

제5절. 요약 및 검토사항

지금까지 2003년 지상파 디지털라디오 본 방송실시에 따른 국내·외 동향, 국제표준전송 방송방식간 기술기준 비교, '02년 실험방송을 위한 고려사항 등을 기술하였다.

향후 우리나라 추진계획은 지상파 디지털라디오방송 필드테스트를 2002년 상반기 (1차 필드테스트), 하반기 (2차 필드테스트)로 나누어 실시할 예정이다. 필드테스트 결과검토 후 국내 표준방식을 2002년 중순경에 확정하여 2003년 말에 본 방송을 실시할 예정이다. 현재 논의되고 있는 국제표준 방송방식은 미국방식 (IBOC), 유럽방식 (DAB), 일본방식 (ISDB-T_N), 국내 ETRI방식 (IBAC) 등을 검토하고 있다. 이와 관련 산·학·연 전문가로 구성된 '디지털 라디오방송추진전담반'에서는 정부에 2000년 12월 유럽방식을 잠정표준방식으로 제안한 바 있다.

표준전송 방송방식 도입시 고려사항으로 정부에서는 법적, 제도적 디지털 활성화 대책을 마련하여 차질없는 디지털 전환이 필요하고, 콘텐츠 제작사 및 관련 업체에서는 디지털방송의 장점인 고품질, 다채널, 다기능을 최대한 활용키 위해 단방향 부가서비스뿐만 아니라 양방향 부가서비스를 위한 콘텐츠 개발을 추진하여 궁극적으로 인터넷과 연동된 멀티미디어 서비스를 지원해야 할 것이다.

특히 디지털라디오방송에서는 디지털 TV방송과 달리 새로운 주파수를 지

정할 수도 있으므로 주파수지정·할당 및 정책연구가 필요하다. 필요주파수 대역폭은 서비스 내용, 즉 콘텐츠가 무엇이나에 좌우된다. 즉 광대역 채널에서는 주 서비스와 부가서비스를 위해 영상서비스 등이 제공 가능할 것이고 협대역 채널에서는 주 서비스와 제한된 부가서비스 등이 제공 가능할 것이다.

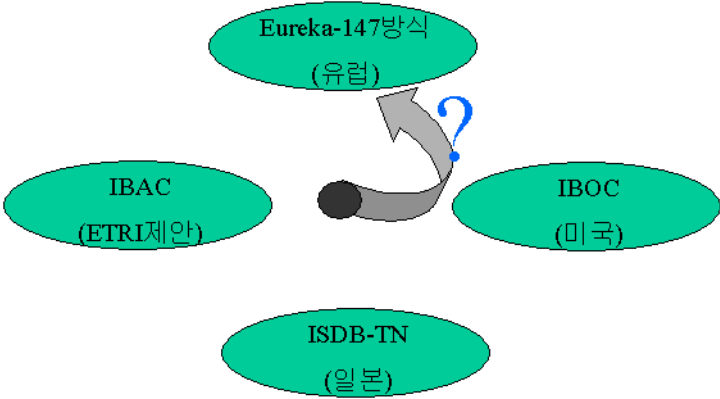


그림 2-15. 지상파 디지털라디오방송 표준전송방식 선정 개요
표 2-14. 국제표준 전송방식간 항목별 비교

항 목	유럽 방식 (DAB 방식)	미국 방식 (IBOC 방식)	비 고
주파수할당	o 어려움	o 용이	o 주파수대역 - Out-of-band/ In-band방식
방식전환	o 어려움	o 용이	o 방송방식전환 -아날로그 →디지털방송
고품질의 음질제공	o 가능	o 가능	o 음성코딩 기술 -MPEG1 Layer2/ MPEG2 AAC
SFN (단일주파수망)	o 가능	o 가능	o 전송방식 -OFDM
부가서비스 제공	o 용이	o 가능 (제한적)	o 점유주파수대역폭 -1.536 MHz/140KHz
국제표준 제정	o 국제 표준	o 국제 표준 (개정안 제출('01.8.))	o ITU-R BS. 1114-2
상용화 현황	o 유럽 등 상용	o 미국 실험방송	

【주요 용어】

AAC (Advanced Audio Coding)

ATSC (Advanced Television System Committee) : 차세대 텔레비전 시스템 위원회

BST-OFDM (Band Segment/Splitted Transmission - OFDM): 일본 방송방식에서 사용

DAB (Digital Audio Broadcasting) : Eureka-147에서 사용하는 디지털라디오방송 약어

DAR (Digital Audio Radio), Satellite DAR (DARS) : 미국에서 사용하는 디지털라디오방송 약어

DASE (DTV Application Software Environment) : ATSC 데이터방송 규격

DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying) 차동 직교 위상 편이 변조

DRB (Digital Radio Broadcasting) : Canada에서 사용하는 디지털라디오방송 약어

DRM (Digital Radio Mondiale) : 유럽ETSI 산하단체 (30MHz 이하대역용 디지털라디오규격제정)

DSB (Digital Sound Broadcasting) : ITU-R에서 사용하는 디지털라디오방송 약어

DVB-MHP (DVB-Multimedia Home Platform) : DVB 데이터방송 규격

IBAC (In-band Adjacent-Channel)

IBOC (In-Band On Channel)

ISDN-T_N (Narrow band ISDB-T for digital terrestrial sound broadcasting)

MPEG (Moving Picture Experts Group)

MUSICAM (Masking-pattern Adapted Universal Sub-band Coding And Multiplexing)

OCAP (OpenCable Application Platform) : DVB-MHP와 유사

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) : 직교 주파수 분할 다중

PSIP (Program and System Information Protocol)

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) : 직교 위상 편이 변조

RS (Reed-Solomon code) : 리드솔로몬 부호

SFN (Single Frequency Network)

SI (Service Information)

TCM (Trellis Coded Modulation)

제3장. 소출력 FM 안내방송의 현장실험 결과 및 분석

제1절. 개 요

1. 소출력 FM안내방송의 개념

‘소출력 FM 안내방송’이란 경기장, 박람회장 등의 행사에 한시적으로 운영되거나 또는 관광지, 공원 등에서 상시 운영되면서 기존의 FM 방송 라디오를 통해 안내정보를 제공하는 소출력 방송을 말하며 ‘미니FM 방송’이라고도 부른다. 소출력 FM 안내방송은 기존의 FM방송과 동일한 방송방식 및 주파수 대역을 사용하는데, 다만 1W 이하의 소출력이므로 반경 약 1~2 km 정도의 방송구역을 서비스할 수 있다.

2. 소출력 FM 안내방송의 도입 배경

초단파방송은 FM 방송이라고도 하는데 전송 주파수로 VHF 대역 주파수 중 88~108 MHz를 사용하며 200 KHz 간격으로 100개 채널이 분배되어 있다.

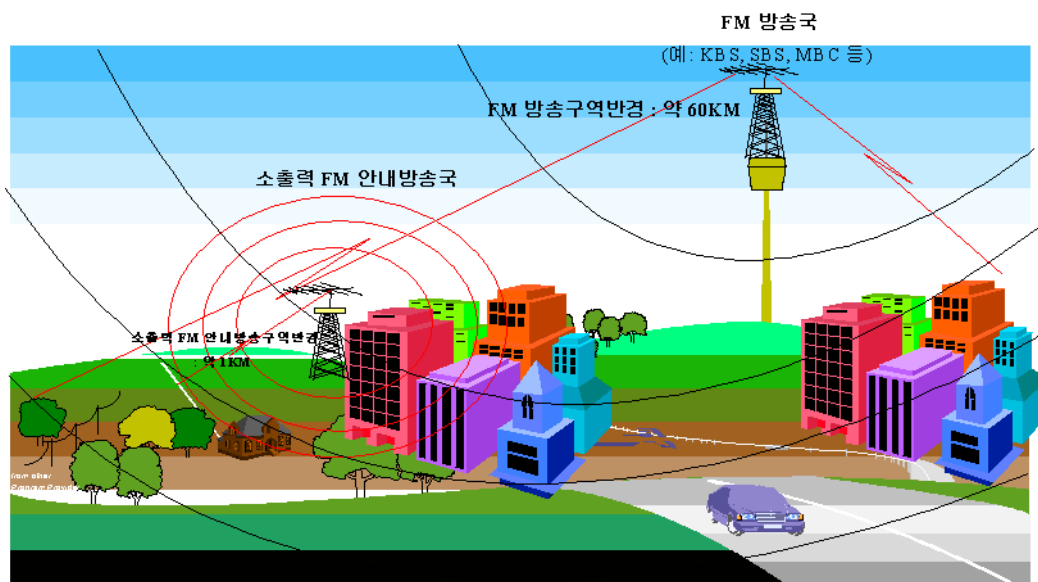


그림 2-1. 소출력 FM 안내방송 개요도

음질 및 수신의 이동성을 고려할 때 FM 방송이야말로 다수에게 정보를 전달하기에 가장 좋은 매체이므로 현재 이 대역에서 방송국의 주파수를 할당받아 허가받은 방송국의 평균 주파수 재사용율은 2.45⁴⁾ 배에 이르고 있다. 이러한 FM 방송 주파수의 포화 상태로 인하여 FM 방송 대역에서 새로운 방송국을 위한 주파수를 찾는다는 것은 거의 불가능한 일이 되었을 뿐 아니라 FM 방송 신호간의 간섭을 일으킬 수 있는 충분한 여지를 안고 있다.

이에 따라 방송 서비스를 특정한 좁은 영역으로 한정함으로써 다른 FM 방송 서비스와의 간섭을 최소화할 수 있는 소출력 방송을 고안하게 되었는데, 이미 미국을 비롯한 외국에서는 이러한 서비스를 도입하여 여행자 정보 등 다양한 안내 정보서비스를 실시하고 있다.

소출력 FM 안내방송은 누구나 쉽게 접할 수 있는 FM 라디오를 통해 행사 및 시설의 안내정보를 제공함으로써 행사의 원활한 진행, 효율적 시설운영 및 참가자·방문객의 편리와 안전을 도모할 수 있다는 것이 큰 장점이다.

정보통신부에서는 포화되어 있는 FM 주파수를 효율적으로 재사용하고 국민편익을 증진키 위하여 관광지, 경기장, 전시장 등에서 각종 안내정보 서비스를 제공하는 소출력 FM 안내방송 제도의 도입을 추진해 왔다. 그동안 연구과제 등을 통하여 외국 동향 및 도입타당성이 검토된 바 있으며 2001년에 비로소 소출력 FM 안내방송을 도입하기 위한 기본방침을 확정하였다. 소출력 FM 안내방송의 활성화 차원에서 허가제도를 완화할 것을 결정하였고 이와 병행하여 현장실험을 통한 기술적 조건의 검토가 필요함에 따라 정보통신부는 전파연구소에 소출력 FM 안내방송 실험국을 구축하여 타 서비스와의 혼신 여부 등을 측정하도록 하였다.

3. 외국의 현황

가. 미국

미국은 FM 방송대역 뿐 아니라 AM 방송대역에서 소출력 라디오 방송을 도입하고 있는 것이 특징인데, 공원이나 관공소와 같은 장소에서 정부관련 기관이 AM 방송 대역을 이용하여 여행자들에게 홍보 및 정보를 제공하기 위한 여행자 정보 방송국을 운용할 수 있다. LPFM (Low Power FM)는 출력 (실효복사 전력⁵⁾)에 따라 LP10과 LP100으로 구분하는데, LP10은 출력이 최대 10 W로서

4) 2001. 3. 5. 현재 FM 방송국은 KBS, MBC, EBS를 비롯하여 총 245개국에 달하므로 채널 당 방송국이 사용하는 비율은 2.45 (=245 방송국/100채널)배에 이른다

약 3.2 km 정도의 구역을 서비스 할 수 있고 LP100은 최대 출력이 100 W로서 약 5.6 km까지 서비스가 가능하다.

허가신청의 자격은 정부나 개인적인 비영리 교육기구, 혹은 지역 공공안전 등의 서비스를 맡고 있는 정부나 비영리단체로 제한되어 있어서 영리단체나 개인, 특히 케이블이나 신문 같은 다른 매체를 가지고 있는 단체에는 허가를 주지 않고 있다. 또한 LPFM의 지역 활성화를 촉진하기 위해 최초 2년 간은 한 지역에 둘 이상의 허가는 주지 않도록 하였다.

LPFM 방송국은 기존 FM 방송국의 할당 주파수와 동일 채널 또는 인접 채널⁶⁾을 사용할 경우에 방송국간의 최소 이격거리⁷⁾를 유지해야 한다. 만일 동일 주파수를 신청하는 경우에는 최소 2년 이상 그 지역에 연고가 있거나 또는 하루에 최소 12시간 이상 방송국을 운용할 것인지 내지는 매일 8시간 이상의 지역 프로그램을 방송할 것인지를 심사하여 결정하지만 시간대를 나누어 방송하는 것 또한 장려하고 있다.

나. 일본

일본은 시읍면 내의 일부 지역에서 지역 관련 정보를 제공하기 위한 초단파 방송으로서 커뮤니티 방송국을 도입하였다. 커뮤니티 방송 사업자는 초단파 방송을 행하는 일반 방송 사업자로 분류되는데, 방송 내용은 도로정보나 병원 안내, 기상예보 등의 생활정보, 시읍면 의회 등에 관한 행정정보, 관광지 및 행사 안내 등의 관광정보, 보도, 오락 등이다. 또한 민영방송의 개념이므로 광고에 의한 수입을 창출하기 위해 상업적인 안내정보로서 광고를 허용한다. 최초에 1 W로 허가했던 출력 제한을 상향조정하여 현재 최대출력은 20 W이고 옥내에서도 청취가 양호해야 하며 FM 문자다중 방송의 부가 서비스를 할 수 있다. 기존 방송국은 매일 방송해야 하는 의무를 가지는 데 반하여 가능한 한 매일 방송하도록 규정을 완화함으로써 계절에만 방송하는 것이 가능하다.

5) 실효복사전력 (ERP: Effective Radiative Power)은 공중선 이득이 고려된 출력으로서 공중선 전력에 주어진 방향에서의 반파다이폴의 상대이득을 곱한 것을 말한다

6) FM 방송 대역은 200 KHz 간격인 채널로 구분되어 있다. 어떤 채널의 중심 주파수로부터 200 KHz 떨어진 채널을 1차 인접채널이라고 하고 400 KHz, 600 KHz 떨어진 경우는 각각 2차 인접채널과 3차 인접채널이라고 부른다.

7) LPFM 송신기가 기존 FM 국과 동일, 1차, 2차, 3차 인접 채널을 사용하고자 하는 경우에는 일정거리 이상을 두어야 한다. 그러나 LPFM 서비스간에는 2차 인접채널을 사용할 수 있다. 예를 들면 LP10인 경우에 동일 채널을 사용하려면 LP10 송신기간 13 km, 1차 인접채널을 사용하려면 8 km이상 거리를 두어야 하지만 2차 인접 채널인 경우는 규정되어 있지 않다 (Second Report and Order, FCC 01-100).

다. 호주

호주에서는 LPON (Low Power Open Narrowcasting) 이라고 부르는 소출력 FM 방송을 하고 있다. ACA (Australian Communications Authority)가 ABA (Australian Broadcasting Authority)로부터 LPON 서비스 허가를 위임받아 허가하는데 이는 방송허가 형태로서 1일~5년의 기간동안 발효된다. 방송내용은 여행자 정보를 비롯하여 경마의 결과, 강설 기사와 스키 정보, 부동산 정보, 쇼핑 정보, 원주민어 방송, 종교 방송, 음악 방송 등으로 범위가 다양하나 이러한 서비스의 적합성 여부는 ABA에 의해 허가받아야 한다.

사용 주파수 대역은 FM 방송 대역 중 87.5~88 MHz⁸⁾로 지정되어 있고 중심 주파수 87.6 MHz, 87.8 MHz, 88.0 MHz를 사용한다. 채널 할당 시에는 우선 88.0 MHz의 사용을 검토하고 이후 87.6 MHz, 87.8 MHz의 순서로 배치하는데 이 때 동일 채널 및 기존 방송국과의 혼신 방지를 위한 별도의 배치 기준⁹⁾을 고려한다.

혼신 보호를 위해 주거지역의 서비스 구역은 반경 2~5 km, 교외지역인 경우는 반경 5~10 km 내로 제한하고 있다. 출력 (실효복사전력)은 주거지역인 경우 1 W, 교외지역인 경우는 10 W를 넘지 않아야 하고, 어떤 방향에서도 최대 출력이 규정된 출력 제한을 준수하는 한 어떤 형태의 안테나나 편파도 사용할 수 있다. 주거지역 또는 교외지역이냐에 따라 각각 LPON 서비스 송신기로부터 2 km와 10 km 떨어진 지점에서의 수신 전계강도가 48 dBuV/m¹⁰⁾를 넘지 않아야 한다.

그러나 송신 공중선에 대한 규정이 없는 대신에 최대 전계강도와 송신기간에 최소 이격 거리를 적용함으로써 전파 월경으로 인한 간섭을 최소화하고 있다. 호주 또한 2차 인접 채널인 경우에는 LPON 송신기들 사이의 거리¹¹⁾를 제한하지 않음으로써 주파수 재사용율을 높이고 있다.

8) ITU의 주파수 분배에 따라 오세아니아와 중동을 제외한 아시아 지역은 87-100 MHz를 고정, 이동, 방송 업무에 분배하고 있고 100-108 MHz는 세계 공통으로 방송 업무에 분배되어 있다.

9) VHF 텔레비전 채널 3 (85-92 MHz)을 사용하는 송신기와 88.4 MHz 이하의 주파수를 사용하는 송신기 주변에 출력별로 보호구역을 설정하여 이 구역 내에서는 LPON 서비스용 채널을 할당하지 않는다. 88.1 MHz의 FM 송신기인 경우에는 보호구역 내에 어떤 LPON 채널도 할당할 수 없고, 88.3 MHz의 FM 송신기의 경우에는 87.0 MHz 또는 88.0 MHz의 LPON 채널을 할당할 수 없다.

10) 우리나라의 FM 방송구역의 전계강도는 고잡음 지역인 경우는 약 70 dBuV/m, 중잡음 지역인 경우는 약 60 dBuV/m, 저잡음 지역인 경우 약 48 dBuV/m에 해당한다.

11) 호주는 10 W (ERP)의 소출력 방송의 송신기간 거리를 동일 채널인 경우 30 km, 1차 인접 채널인 경우는 15 km를 두도록 하고 있다.

제2절. 소출력 FM 안내방송의 현장실험

1. 현장실험의 개요

가. 현장 실험의 필요성

청취자들이 어떤 장소에서도 다양한 정보를 쉽게 접근할 수 있는 기회를 요구하게 되었음에도 불구하고 현재 한정된 FM 방송 대역에서 할당된 방송국의 주파수는 포화상태에 이르고 있어 신규 FM 방송국을 위한 가용 채널을 확보하기가 거의 불가능하게 되었다. 따라서 기존 방송국과의 간섭 영향을 줄이기 위하여 서비스 지역을 좁은 영역으로 한정된 소출력 FM 방송국을 도입하기에 이르렀다.

특히 FM 방송은 변조 특성상 인접 채널에 영향을 줄 소지가 많으므로 신규 FM 방송국을 허가하는 경우에 송신 사이트가 동일 지역인 경우는 채널간 800 KHz¹²⁾ 이상을 이격하여 주파수를 할당하고 있고, 인접지역과 동일 채널을 사용하기 위해서는 방송국간 적정거리¹³⁾를 두고 있다. 따라서 FM 대역 주파수의 효율적으로 재사용하기 위하여 소출력 FM 안내방송국이 기존 FM 방송국의 채널배치 기준보다 완화하여 적용할 수 있는지에 대한 검토가 필요할 뿐 아니라 관련 규정의 제·개정안을 마련하기 위하여 소출력 방송과 기존 방송국과의 혼신 영향 등에 대한 현장 실험이 필요하게 되었다.

나. 측정 방법

정보통신부는 2001년 5월에 소출력 FM 안내방송 도입을 위한 제도 마련 방안으로서 기술적 조건을 검토하도록 전파연구소에 현장실험을 요청하였다. 이에 따라 전파연구소에서는 자체 연구과제의 하나로써 필드테스트를 수행하게 되었으며 동일 및 인접채널 간의 혼신여부와 인접 서비스 지역에 대한 간섭 영향을 측정하기 위해 소출력 초단파 실험방송 시스템을 구축하였다.

실험국의 송출 주파수를 선정하기 위하여 FM방송 대역에서 각 채널별 전계강도를 측정한 후 이 중에서 다른 방송 주파수로부터의 영향이 가장 적다고 판단된 주파수 100.5 MHz를 선정하였다. 2001년 5월과 6월에 걸쳐 이동용 차량을 이용하여 사전에 선정된 지점에서 실험국에서 송출된 방송신호의 전계강도를 측정하였으며 ITU-R의 권고에 따른 5단계 등급의 주관적 음질 평가¹⁴⁾를 실시하였다.

12) 예를 들면 어떤 지역의 방송국이 88.1 MHz로 방송하고 있을 때 같은 지역을 서비스하는 신규 방송국은 88.9 MHz를 할당해야 한다.

13) 우리나라에서는 방송국간의 지리적 이격거리를 특별하게 규정하고 있지 않으나 미국 등 다른 나라의 경우는 송신기간의 거리를 정하고 있다.

14) 5등급: Imperceptible, 4등급: Perceptible but not annoying, 3등급: Slightly annoying, 2등급: Very annoying

소출력의 방송신호가 양호한 음질로 청취할 수 있는 최대 거리를 조사하였고 방송구역 내에서 양호하게 청취할 수 있는 수신율을 조사하였다. 또한 동일 및 인접 채널과의 혼신 보호비를 측정하였으며 송신출력 및 높이 가변에 따른 전파환경의 변화를 조사하였다.

2. 현장 실험의 결과 및 분석

실험국 신호의 가청율은 측정결과 총 62개 지점 중 34개 지점에서 양호한 음질을 청취할 수 있었다. 실험국의 주변이 고층 아파트와 약 7층의 한국통신 건물이 위치해있는 주거지역이어서 송신기와 가시거리를 확보하기가 쉽지 않았다. 더구나 측정지점을 방사형의 도로를 따라 선정하였으므로, 고층건물, 특히 고층 아파트가 인접한 일부 지역에서는 송신기로부터 가까운 거리임에도 불구하고 수신이 불가능하여 청취가 불가능했던 지점이 5 %에 이르렀다.

그러나 가시거리가 확보된 지점의 경우 실험국으로부터 약 4 km 정도 떨어진 동작대교 남단에서도 실험국의 방송신호를 청취할 수 있었다. 도심지 주변의 전파환경이 고르게 양호하지 않은 실정으로 미루어 볼 때 실험국과 유사한 환경에 있는 소출력 FM 안내방송국의 방송구역은 송신기와 가시거리를 얼마나 확보하느냐에 따라 상당히 제한될 것으로 예상된다. 하지만 공원이나 경기장 같이 개방된 지역에서는 주변 지형 지물의 영향이 적기 때문에 고르게 양호한 수신상태를 보일 것이므로, 이러한 소출력으로도 서비스하고자 하는 방송구역을 커버할 수 있을 것으로 예상된다.

실험국에서 측정한 보호비는 ITU-R에서 권고하는 보호비와 거의 유사하게 측정되었다. 특히 실험국이 기간국과 3차 인접채널인 주파수로 송출할 경우에 기간 방송국과의 상호 간섭의 영향이 우려하지 않아도 좋은 것으로 나타났기 때문에 소출력 방송의 경우 기존에 적용하던 주파수 배치 기준보다 완화하여 적용할 수 있을 것이라 판단된다.

송신 출력의 증감은 수신측에 동일하게 전계강도 레벨이 증감되는 것으로 반영되었으며, 이는 과다한 송신출력으로 송출할 시에 방송구역이 확장되는 것을 의미하므로 허가된 출력을 준수하도록 해야 한다. 송신 공중선의 높이에 따라 측정한 결과, 높이 차이에 따라 신호 세기가 변화하기보다는 주변의 고층건물에 의해 더욱 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

실내·외 수신 레벨차는 안테나 높이·위치, 수신건물구조·재질·위치 등에 따라 다를 수 있으나 본 실험국 측정 결과 건물내부에서 측정한 신호는 외부에서 측정한 신호보다 약 20 dB정도 감쇠된 것으로 나타났다. 【부록 I】에 자세한 측정자료와 분석결과를 첨부하였다.

3. 기술적 조건을 위한 검토의견

소출력 FM 안내방송의 표준방식은 기존 FM 방송과 동일하므로 동일한 기술기준을 적용할 수 있다. 다만 현재 포화되어 있는 FM 방송 주파수를 효율적으로 재사용하기 위해서는 방송구역 밖으로 전파윌경이 생기지 않도록 공중선 전력을 지정하고 주파수 배치기준을 완화하여 적용할 것인가를 검토해야 한다.

가. 공중선 전력 및 높이

실험국의 출력 1W는 공중선 이득이 10 dB일 경우 실효복사전력(ERP) 10W로 환산되는데 이는 대략적으로 미국의 LP10 서비스에 해당된다. 실험국의 주변 환경이 극히 열악하여 가청 수신율이 54 %¹⁵⁾ 정도에 불과하였으나, 송신기와의 가시거리가 확보될 경우 4 km 지점에서도 신호가 양호하게 수신된 점을 감안할 때 1 W의 출력으로서 반경 1~2 km의 지역에 서비스가 가능한 것으로 분석된다.

공중선이 높으면 높을수록 더 넓은 지역을 서비스할 수 있으므로 이에 대한 검토가 따라야 한다. 그러나 실험국의 측정결과는 공중선의 높이보다는 주변의 고층건물의 영향이 더욱 큰 것으로 나타났기 때문에 특수한 경우에 고지대의 고층건물에 설치하는 경우가 아니라면 공중선 높이를 규제하지 않아도 될 것으로 판단된다.

나. 채널 배치 기준

미국이나 호주의 경우처럼 기간국 및 소출력 방송국과의 최소 이격거리를 적용하여 설치한다면 소출력 FM 안내방송을 위한 가용채널을 추출하기가 쉽지 않기 때문에 적용하지 않는 것이 바람직하다. 또한 실험국의 측정결과를 볼 때, 기간 FM 방송국과 3차 인접채널로 송출하는 경우에 기간국 신호가 실험국의 신호에 미치는 간섭영향이 매우 적은 것으로 나타났다. 따라서 소출력 FM 안내방송국의 주파수 배정을 위해 기존 방송국과의 주파수 이격을 고려하는 경우에 3차 인접채널의 사용 검토가 가능할 것으로 분석된다.

하나의 실험국을 구축하여 현장실험을 실시하였으므로 소출력 FM안내 방송국간의 혼신보호비에 대한 측정을 수행할 수 없었다. 그러나 실험국의 송출 주파수가 인접 지역의 기간국과 2차 인접 채널인 경우에도 반경 1km에서 양호한 청취가 가능했던 측정결과로 미루어볼 때 소출력 방송국들 간에

15) 송신기로부터 약 1 km 거리 내에 8개 방향 총 37개 지점에서 측정한 결과, 5단계 주관적 등급 평가시 약 3등급 이상인 지점은 20 지점으로 나타났다.

충분히 2차 인접채널을 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 새로운 소출력 FM 안내 방송국의 허가 시에 인근에 위치한 기존 소출력 FM 안내방송국과의 혼신을 용인하는 조건으로 2차 인접채널의 사용을 할당하는 것에 대한 적극적인 검토가 필요하다. 이는 이미 미국과 호주에서 소출력 FM 방송국간에 2차 인접 채널 사용 시 방송국간 이격거리를 지정하지 않는데서 그 예를 찾아볼 수 있다.

다. 소출력 FM 안내방송용 주파수의 지정

기간국과 소출력 FM 안내방송국의 난립으로 인한 주파수 혼잡을 최소화하기 위해 FM 방송 대역 (20 MHz) 전체를 사용하기보다는 소출력 FM 안내방송용 대역을 지정하고 (예: 88-102 MHz 또는 104-108 MHz), 이 대역 내에서 가용 주파수를 지정하는 것이 바람직할 것이다. 이미 호주에서도 소출력 FM용 주파수를 지정하여 사용하고 있다.

라. 주파수 관리방안의 제시

우리나라에서 허가 전에 엄격하게 기술적 조건을 적용한다면 가용채널을 선정하는데 어려움이 예상된다. 따라서 준공 검사 시 혹은 소출력 방송국의 운용 중에 혼신의 우려가 예상되는 지점을 측정하여 감시함으로써 적정한 방송구역이 되도록 시정조치 하는 것이 바람직할 것이다.

우리 소의 실험 결과로부터 측정 결과를 이용하여 가용 주파수를 선정하고 방송구역을 산정하는 간이한 방법을 제안하였다. 소출력 FM 안내방송을 위한 주파수를 선정하는 방법으로서 FM 방송 대역의 신호 세기를 3 단계로 분류한다. 첫 번째 단계로 수신 전계강도가 높은 방송국의 신호를 기준으로 하여 사용이 불가능한 주파수를 골라내어 배제한 후 그 다음 레벨의 방송국 주파수로부터 사용할 수 없는 주파수를 다시 배제해감으로써 최종적으로 사용이 가능한 채널을 선정하는 방법이다.

또한 측정 결과 혼신 보호비를 만족하면 양호한 음질의 신호를 청취할 수 있었다. 따라서 전계강도로 환산하지 않더라도 간단하게 원하는 신호 (희망 채널)와 원하지 않는 신호 (방해 채널)의 수신 레벨비를 측정한 후 혼신 보호비를 만족하는 경계 지점을 서비스 구역으로 산정하는 방법을 제안하였다. 자세한 방법과 적용 예는 【부록 II】에 기술되어 있다.

제4장. 결 론

라디오 방송은 크게 중파방송 (AM방송), 단파방송, 초단파방송 (FM방송)으로 분류된다. 분류 기준은 여러 가지가 있지만 가장 큰 특징으로 사용 주파수대역, 주파수대역폭을 꼽을 수 있다. 특히 전리층 반사파를 이용한 단파방송은 원거리 국제방송용으로 각광받아 왔다.

최근 세계는 아날로그 시스템의 디지털화를 라디오방송에도 적용되고 있다. 중파 및 단파방송을 위해 유럽진영은 DRM시스템, 미국진영은 IBOC시스템을 선보이고 있으며 초단파방송을 위해 유럽진영은 DAB 시스템, 미국진영은 IBOC 시스템 규격을 내놓고 있다.

‘02년도 우리나라는 라디오방송의 세계적인 디지털 추세에 적극대응하고 초단파방송의 디지털화를 추진키위해 수도권 (관악산) 필드테스트를 실시하고 표준방식을 결정할 예정이고 중파 및 단파방송은 전문가 의견수렴 등을 거쳐 도입을 검토할 예정이다.

이를 위하여 본 연구에서는 초단파방송 주파수의 효율적 이용을 위해 소출력 FM안내방송 실험국 설치로 필드테스트를 실시한 후 데이터를 분석하였다. 또한 새로운 디지털방송방식 도입을 위해 DAB방식과 IBOC방식 (유럽방식과 미국방식)의 기술분석을 통하여 제도개선에 도움을 주고자 하였다.

【참고 문헌】

- [1] ETS 300 401 (May 2001): "Radio broadcasting systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers"
- [2] ITU Recommendation BS.1114 (September 1995): "Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30 ~ 3 000 MHz".
- [3] ITU-R Recommendation BS.774 (March 1994): "Digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers using terrestrial transmitters in the VHF/UHF bands".
- [4] ITU-R BS. 1114-2(draft revision, September 2001) "Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30 ~ 3 000 MHz".
- [5] DAB 관련 사이트
(국제표준회의 및 지역표준회의)
<http://www.itu.ch/>
<http://www.etsi.org/>
(캐나다)
<http://spectrum.ic.gc.ca/infoback/dgse/english/bprs.html>
<http://www.drb.crc.doc.ca/crc-cov/CovPage.htm>
<http://www.drb.crc.doc.ca/>
<http://www.radio.cbc.ca/radio/digital-radio/radiox-dec.html>
<http://magi.com/%7Emoted/dr/>
(독일)
<http://www.dab-plattform.de/english/index.htm>
<http://www.dab-plattform.de/english/presse.htm>
<http://www.techweb.com/wire/story/TWB19990602S0008>
<http://www.techweb.com/wire/story/TWB19980418S0001>
(영국)

<http://www.worlddab.org/media-19980911.htm>

<http://www.bbc.co.uk/digitalradio/information/>

(미국)

<http://www.lucent.com/press/0998/980929.coa.html>

<http://radiospace.com/stations.htm>

http://www.fcc.gov/Bureaus/Mass_Media/Public_Notices/da982244.html

<http://www.nab.org/Research/webbriefs/ontheverge/satradio.html>

<http://www.nab.org/Research/webbriefs/ontheverge/eureka.htm>

http://www.nab.org/irc/virtual/digital_news_stand.asp

<http://www.fcc.gov/Bureaus/Wireless/Comments/fcc996/0061.txt>

<http://www.fcc.gov/mmb/asd/bickel/foreign.old.html>

<http://www.usadr.com/Default.htm>

【부록 II】

현장실험 측정 자료 및 분석

1. 측정 개요

가. 송신 시스템 관련 사항

- o 설치장소 : 전파연구소 (서울 용산구 소재)
- o 출력 : 1 W (ERP : 589 mW)
* 공중선 이득: -1.5 dB, 케이블 손실: 0.8 dB
- o 입력 신호: 100.5 MHz (중심주파수), 스테레오 (최대 주파수편이 75 KHz)
- o 송신 공중선 : 지상고 10 m (평균지형고 약 25 m), 원형편파
- o 수신(측정) 공중선 : 다이폴 (지상고 4 m)



<실험국의 FM 송신기>



<차량용 전계강도측정기>

그림[부록] 2-1. 측정시스템 개요도

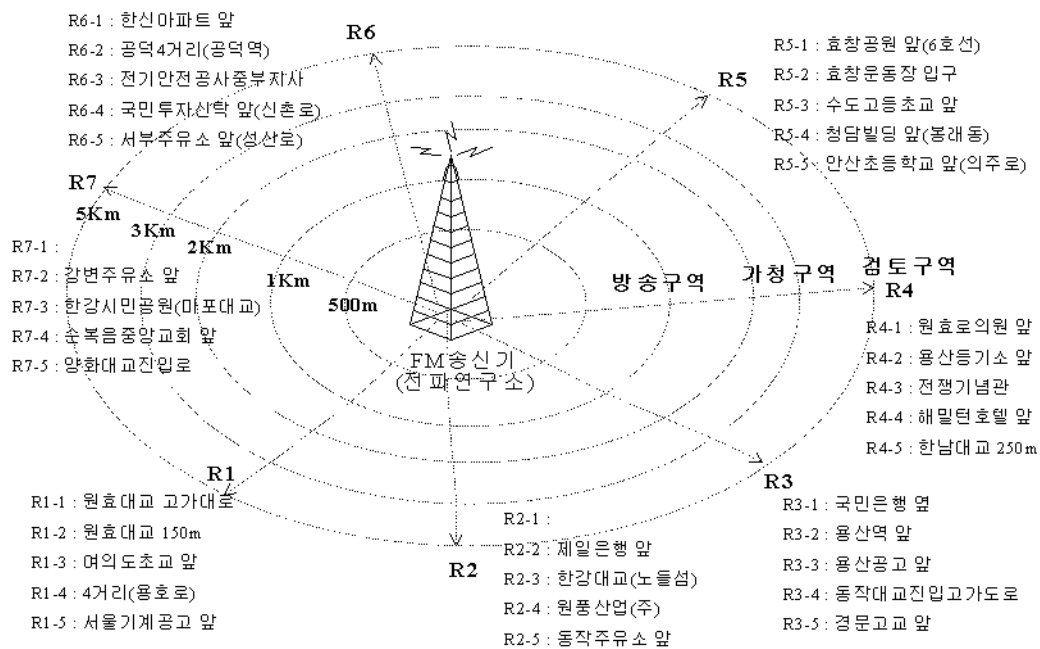
나. 측정방법

88~108 MHz의 FM 방송 대역의 전계강도를 측정하여 그 중에서 다른 방송 주파수로부터의 영향이 가장 적다고 판단된 주파수 100.5 MHz를 실험국의 방송 주파수로 선정하였다. 전파의 최대 도달거리 및 방송 구역 내의 방송 수신율을 확인하기 위하여 원거리와 근거리 측정으로 구분하였다. 동일 및 인접채널 보호비를 조사하기 위하여 실험국의 방송 주파수를 변경 송출하여 측정하였고 송신 공중선의 높이 및 출력 가변에 따른 전계강도의 변화를 측정하였다. 측정경로는 방사선 모양으로 도로를 따라 거리별 수신지점을 선정하였다.

- 원거리 방향 (R방향): 실험국으로부터 0.5, 1, 2, 3, 5 km가 되는 지점마다 7개 방향 (R1~R7)에 대해 총 35개 지점을 측정하였다. 측정 목적은 실험국을 중심으로 5 km에 이르기까지 최대전파도달 거리를 확인하고 기간국으로부터 실험국의 방송구역 내에 유입되는 전파를 측정함으로써 기간국에 대한 혼신 보호비 적용여부와 실험국의 방송구역을 확인하기 위함이다 (그림[부록] 2-2).
- 근거리 방향 (B방향): 실험국으로부터 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 km가 되는 지점마다 8개 방향 (B1~B8)에 대해 총 37개 지점 (R방향과 중복된 3개 지점은 제외)을 측정하였다. 측정 목적은 실험국을 중심으로 1 km의 방송구역 내의 전계 강도를 측정하여, 요구되는 방송구역의 전계강도를 만족하는 수신율을 조사하기 위함이다 (그림[부록] 2-3).

표[부록] 2-1. 측정방법 및 내용

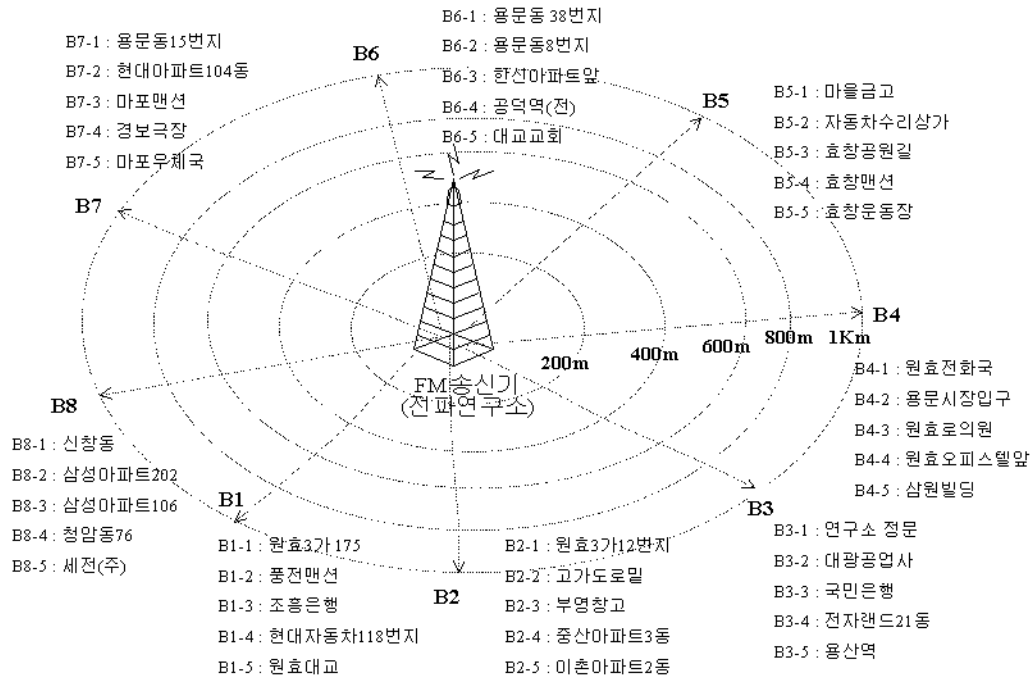
측정 방법	측정 내용	측정 일정
원거리 (R방향)	5 km 내 전파 도달거리 확인	'01.5.16~18 (3일간)
근거리 (B방향)	1 km 내 방송구역 확인	'01.5.21~25 (5일간)
채널 이격	혼신 보호비 확인	'01.5.31~6. 5 (5일간)
송신 출력 가변	송신출력에 따른 수신레벨 확인	'01.5.31~6. 5 (5일간)
실내수신	건물에 의한 감쇠정도 확인	'01.6.4 (1일간)
송신 공중선 높이 가변	송신높이에 따른 수신레벨 확인	'01.6.5 (1일간)



그림[부록] 2-2. 원거리측정 (R방향)에 대한 측정경로

표[부록] 2-2. 원거리측정 (R방향)에 대한 전파경로 및 지형적인 주요특징

전파 경로	주요 지형 특징
R1 경로 (원효대교방면)	송신기로부터의 전방 800 m 아파트단지
R2 경로 (한강대교방면)	송신기로부터의 전방 500 m 20층 고층건물
R3 경로 (용산역방면)	송신기로부터의 전방 300 m 10층 고층건물
R4 경로 (한남대교방면)	송신기로부터의 전방 200 m 10층 고층건물
R5 경로 (효창운동장방면)	송신기로부터의 전방 1000 m 효창운동장
R6 경로 (신촌로방면)	송신기로부터의 전방 1000 m 이내 아파트단지
R7 경로 (양화대교방면)	송신기로부터의 전방 1000 m 이내 아파트단지



그림[부록] 2-3. 근거리측정 (B방향)에 대한 측정경로

표[부록] 2-3. 근거리측정 (B방향)에 대한 전파경로 및 주요 지형적인 특징

전파 경로	주요 지형 특성
B1 경로 (원효대교방면)	송신기로부터의 전방 200 m 저층건물, 전방 400 m 저층아파트
B2 경로 (이촌아파트방면)	송신기로부터의 전방 500 m 20층 고층건물, 전방 800 m 아파트단지
B3 경로 (용산역방면)	송신기로부터의 전방 300 m 10층 고층건물, 전방 400 m 전자상가
B4 경로 (용문시장방면)	송신기로부터의 전방 200 m 고층건물,
B5 경로 (효창운동장방면)	송신기로부터의 일반주택형 (효창운동장)
B6 경로 (공덕역방면)	송신기로부터의 전방 600 m 고층아파트,
B7 경로 (마포우체국방면)	송신기로부터의 근거리내 고층건물,
B8 경로 (삼성아파트방면)	송신기로부터의 전방 400 m 고층아파트,

2. 실험국의 전파환경

가. 원거리 측정결과

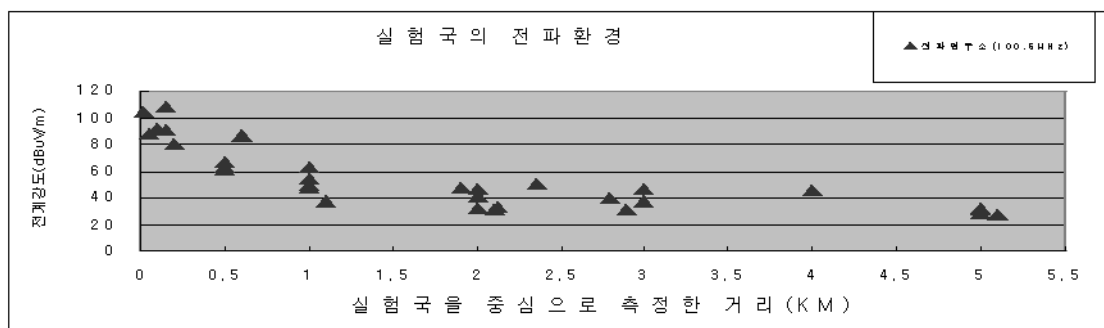
표[부록] 2-4에 실험국의 방송구역 내의 평균 전계강도 (E_{ave}) 값을 나타냈고, 그림[부록] 2-4는 실험국의 방송신호에 대한 전계강도 값이며 그림[부록] 2-5는 실험국의 방송구역 내에서 수신된 기간국 방송신호에 대한 전계강도 값이다.

그림[부록] 2-4의 결과는 실험국 송신기로부터 5 km까지 일정 거리별 전계강도 수신레벨로서 주변의 건물 등에 의한 영향에 의해 측정지점에 따라 전계강도의 차이가 크게 나타난 것을 볼 수 있다.

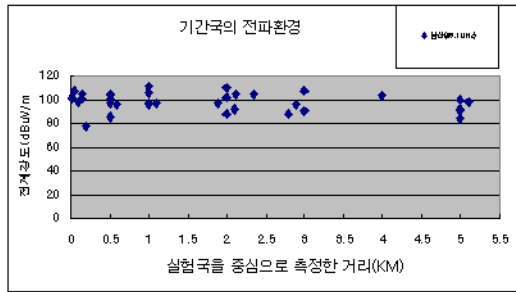
표[부록] 2-4과 그림[부록] 2-5에서 보듯이 주 기간국의 평균 전계강도 (E_{ave})는 80 dBuV/m 이상으로 대체적으로 높게 나타났다. 인근지역에서 유입되는 기간국 신호의 평균 전계강도는 50~60 dBuV/m로 측정되었으며 특히 화악산과 용문산에서 유입되는 방송신호는 방송 청취가 가능하였다. 용문산으로부터 오는 신호는 평균 전계강도가 60 dBuV/m 이상이어서 실험국 주변을 용문산의 방송구역에 포함시켜도 될 만큼의 신호세기로 유입되었으며, 화악산의 경우는 방송구역 정도의 전계강도 기준에는 못 미치지만 높은 신호세기로 유입되고 있음을 알 수 있다.

표[부록] 2-4. 주요 기간국 및 실험국의 평균 전계강도

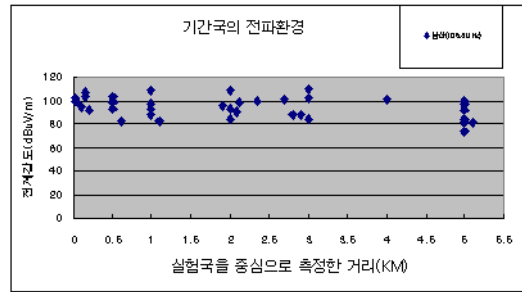
장소	남산		관악산		용문산		화악산		실험국	총 측정지점
중심주파수 (MHz)	89.1	105.3	95.9	106.9	90.3	101.1	91.1	96.7	100.5	
E_{ave} (dBuV/m)	98	94	83	86	57	60	46	50	45	35



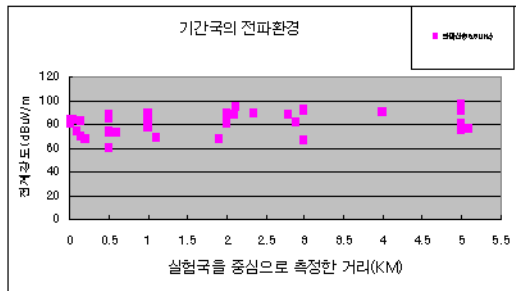
그림[부록] 2-4. 실험국 신호에 대한 전계강도 (중심주파수: 100.5 MHz)



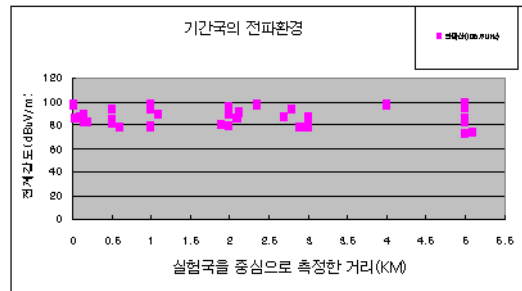
(a) 남산 (중심주파수 : 89.1 MHz)



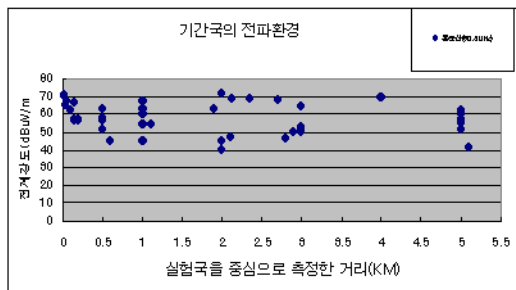
(b) 남산 (중심주파수 : 105.3 MHz)



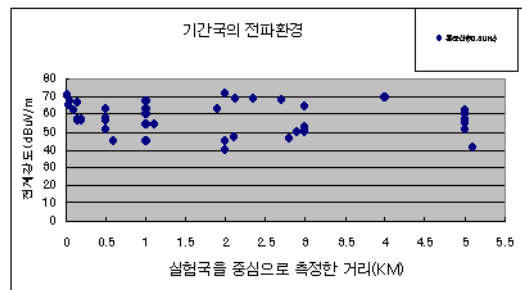
(c) 관악산 (중심주파수 : 95.9 MHz)



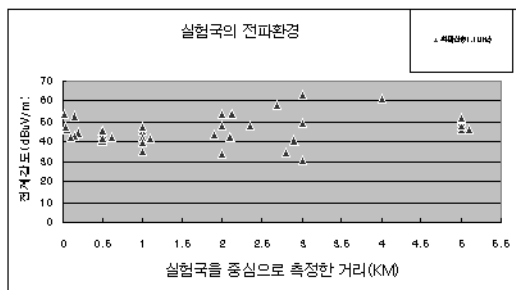
(d) 관악산 (중심주파수 : 106.9 MHz)



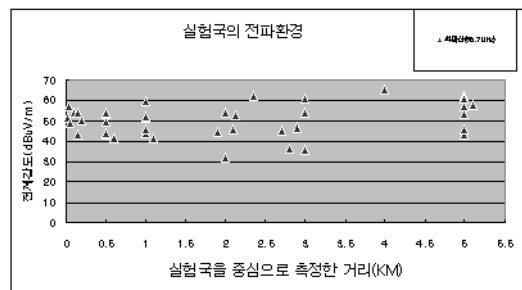
(e) 용문산 (중심주파수 : 90.3 MHz)



(f) 용문산 (중심주파수 : 101.1 MHz)



(g) 화악산 (중심주파수 : 91.1 MHz)



(h) 화악산 (중심주파수 : 96.7 MHz)

그림[부록] 2-5. 실험국 방송구역내 기간국 신호에 대한 전계강도

나. 근거리 측정결과

표[부록] 2-5에 방송구역의 전계강도에 대한 ITU-R¹⁶⁾ 및 국내의 전계강도 기준을 제시하였다. 우리나라에서는 모노나 스테레오 신호에 관계없이 ITU-R 모노방송 기준과 동일하게 규정하고 있다는데 ITU가 수신 공중선의 높이를 10 m로 규정한 반면 우리나라는 4 m높이로 규정하고 있어 수신 공중선의 높이에 따른 이득이 반영된 것으로 보인다.

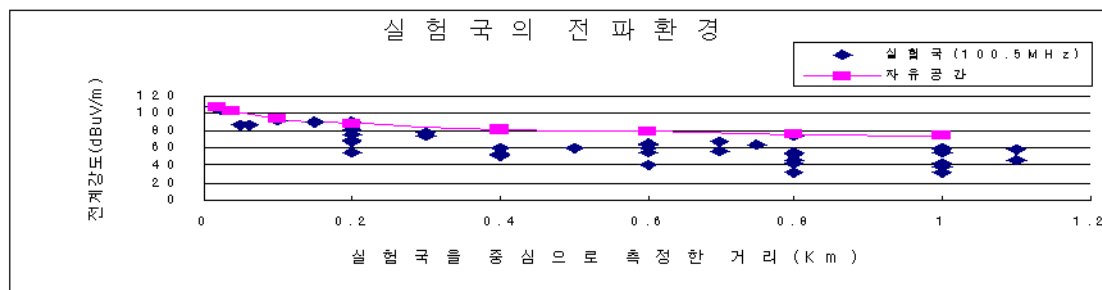
그림[부록] 2-6에서는 실험국에 대한 현장 실험 결과를 자유공간 경로와 비교하여 나타내었다. 표[부록] 2-6을 보면 송신기로부터 1 km 반경 내의 근거리 측정에서 실험국 신호의 평균전계강도는 (E_{ave})은 64 dBuV/m로 측정되었다. 이는 우리나라 중잡음 지역의 전계강도 기준인 60 dBuV/m을 만족하나 실질적인 방송구역은 주변의 지형지물에 따라 큰 차이를 보였다.

표[부록] 2-5. 방송구역의 전계강도

구 분	ITU-R 기준 (단위 : dBuV/m)			국내기준 (단위 : dBuV/m)	
	모노	스테레오	비고	모노/스테레오	비고
Rural (저잡음)	48	54	수신안테나 높이 10 m	48	수신안테나 높이 4 m
Urban (중잡음)	60	66		60	
Large Cities (고잡음)	70	74		70	

표[부록] 2-6. 주요 기간국 및 실험국의 평균 전계강도

장 소	남 산		관악산		용문산		화악산		실험국	총 측정치점수
중심주파수 (MHz)	89.1	105.3	95.9	106.9	90.3	101.1	91.1	96.7	100.5	
E_{ave} (dBuV/m)	97	95	75	81	53	59	42	46	57	37



※ 자유공간에서의 전계강도(E) = $\frac{\sqrt{30P}}{D}$, P : 실효복사전력 (W), D : 거리 (m)

그림[부록] 2-6. 자유공간 전계강도와 실험국 신호에 대한 전계강도

16) ITU-R 권고 BS. 412-9

다. 가청 수신율¹⁷⁾

표[부록] 2-7의 원거리 측정결과에 의하면 평균 전계강도는 45 dBuV/m¹⁸⁾, 가청율은 40 %¹⁹⁾ 로 평가되었으며 방송청취가 불가능한 1.5등급 이하인 지점이 37 %로 나타났다. 근거리 측정 결과는 평균전계강도는 57 dBuV/m²⁰⁾, 가청율은 54 %²¹⁾로서 양호하게 청취가 가능한 지점이 50 % 이상인 것으로 나타났다.

표[부록] 2-7. 실험국의 가청수신율

ITU-R 5 등급 측정경로	3등급 이상	2~2.5 등급	1.5등급 이하	총합 (퍼센트)
	○	△	×	
원거리 측정	14 (40 %)	8 (23 %)	13 (37 %)	35 (100 %)
근거리 측정	20 (54 %)	15 (40 %)	2 (5 %)	37 (100 %)

참고 1 : ITU-R 5단계 주관적 평가기준에 의함

라. 건물에 의한 감쇠 영향

1) 측정개요

o 측정횟수 : 6회 (6개 건물)

o 측정방법 : 실험국 및 주요 기간국 채널에 대하여 건물바깥과 건물내부에서 측정하여 건물에 의한 전계강도의 감쇠효과를 측정하였다.

2) 측정결과

표[부록] 2-8. 실험국 신호에 대한 실내·외 수신레벨차

측정장소 구분	전파연구소재 건물				전파연구소 외부 건물	
	자료실	실습우체국	탁구장	체육관	용문우체국	한국통신
실외 (dBuV/m)	74.3	57.8	57.8	63.9	46.6	42.1
실내 (dBuV/m)	48.3	47.8	47.8	43.9	30	29
레벨차 (dB)	30.5	10	10	20	16.6	13.1

참고 : 실험국 (중심주파수 : 100.5 MHz)에 대하여 인근 건물에서 측정함

17) 평가기준으로 ITU-R의 5단계 등급을 적용하였는데 이는 주관적인 평가이므로 평가자마다 평가결과에 차이가 날 수 있음을 감안해야 한다.

18) 45 dBuV/m의 전계강도는 5단계의 주관적 등급으로 약 2등급에 해당한다.

19) 총 35지점 중 14개 지점에서 양호한 수신이 가능하였다.

20) 57 dBuV/m은 5단계의 주관적 등급으로 약 3등급에 해당한다.

21) 총 37지점 중 20개 지점에서 양호한 수신이 가능하였다.

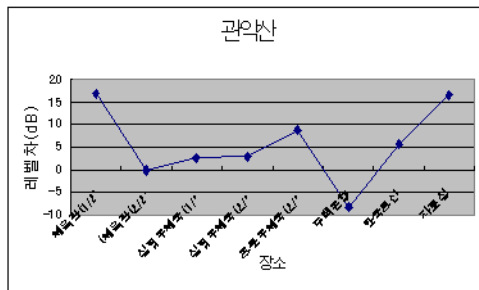
표[부록] 2-9. 남산 기간국 신호에 대한 실내·외 수신 레벨차

중심주파수 구분	91.9 MHz (MBC FM)	93.1 MHz (KBS-1 FM)	99.1 MHz (국악방송 FM)	101.9 MHz (불교방송 FM)
실외 (dBuV/m)	88.55	90.87	93.9	89.64
실내 (dBuV/m)	78.06	78.56	74.92	74.95
레벨차 (dB)	10.49	12.31	18.98	14.69

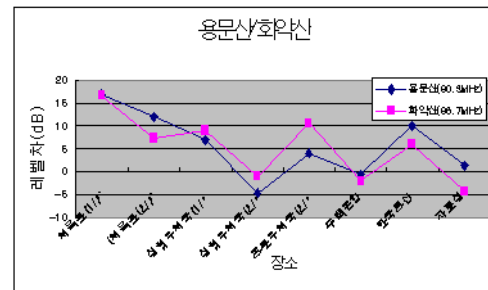
참고 : 전파연구소 연구동 (총 4층 건물)의 1층에서 측정하였음

3) 측정결과 분석

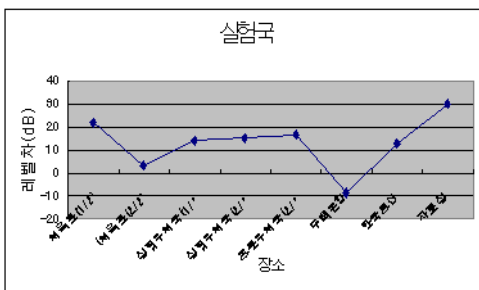
o 실내외 레벨차: 10 ~ 30 dB



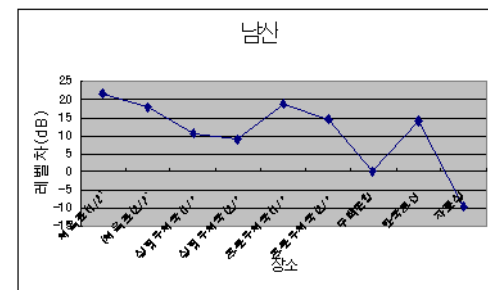
(a). 관악산채널 (8개 평균)에 대한 레벨차



(b). 용문산채널 (90.3 MHz), 화악산 (96.7 MHz) 에 대한 레벨차



(c). 실험국에 대한 레벨차



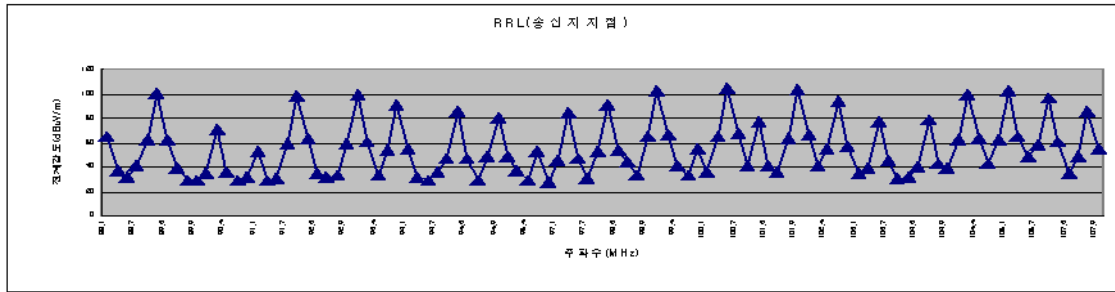
(d). 남산채널 (8개 평균)에 대한 레벨차

그림[부록] 2-7. 실내외 레벨차

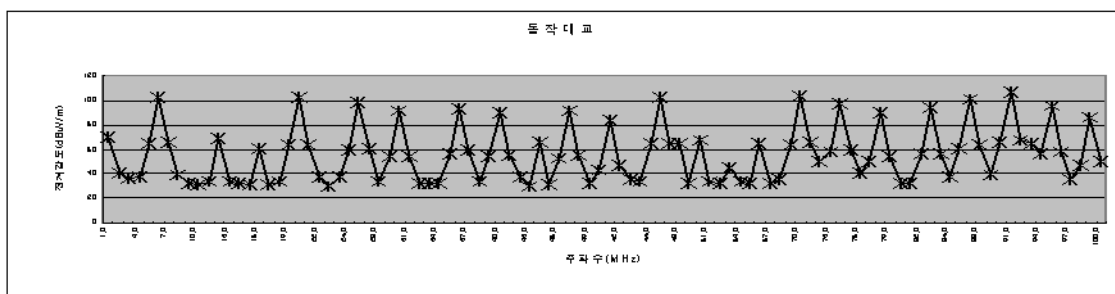
마. FM방송 신호세기의 분포

- 1) 측정방법 : 실험국 송신기를 중심으로 반경 5 km이내 7개 방향 35개 지점에서 FM 전방송 채널을 측정하여 평균하고, 이 평균값과 실험국에서 측정한 전 채널의 신호레벨과 비교하였다.

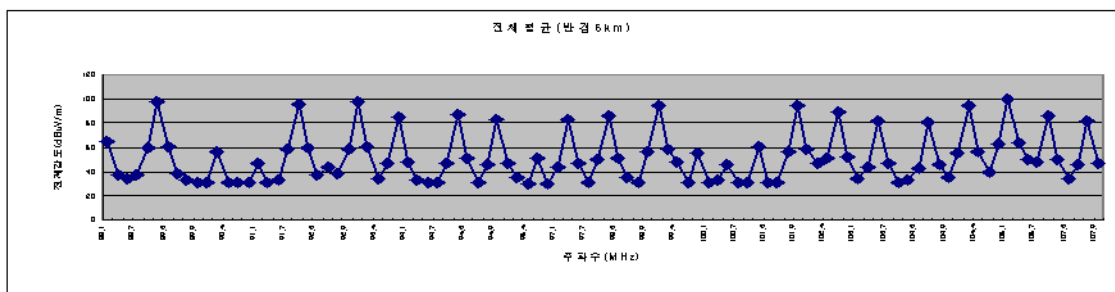
2) 측정결과



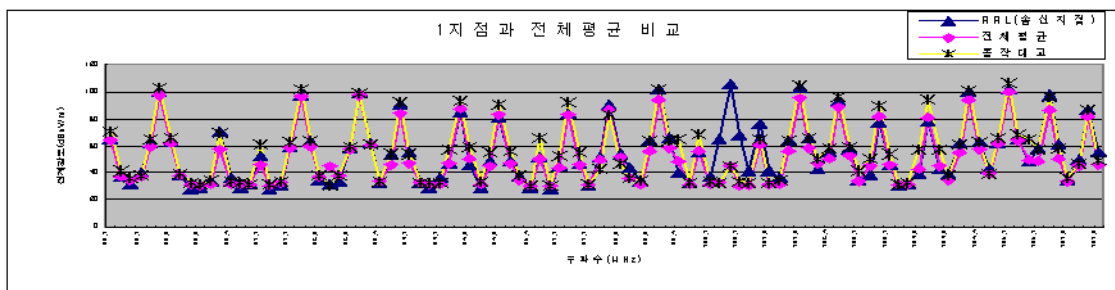
그림[부록] 2-8. 실험국 송신소에서 측정한 전 방송채널 신호레벨



그림[부록] 2-9. 실험국 송신소로부터 4km 지점에서 측정한 전 방송채널 신호레벨



그림[부록] 2-10. 7개 방향 35개 지점에서 측정한 전 방송채널 신호레벨의 평균



그림[부록] 2-11. 1개지점 신호레벨과 35개지점 평균 신호레벨 비교

FM 방송 신호 세기의 분포로 보아 인접 지역으로부터의 유입되는 방송신호가 상당히 큰 것으로 나타났다.

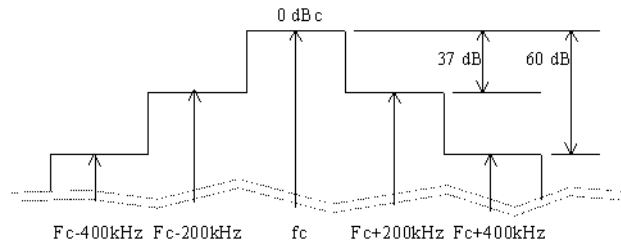
$E \text{ (dBuV/m)} \geq 80$,	16곳 (남산, 관악산)
$60 \leq E \text{ (dBuV/m)} < 80$,	1곳 (용문산)
$40 \leq E \text{ (dBuV/m)} < 60$,	6곳 (용문산, 화악산, 패방산, 수봉산)

소출력 FM 안내방송은 기간 방송국들로부터 소출력 FM 안내방송의 인접 채널에 유입되는 불요파의 영향을 무시할 수 없기 때문에 기간국으로부터의 불요파가 소출력 FM안내방송의 신호에 미치는 영향을 측정하였다. 희망신호의 세기는 상당히 낮으므로 수신 측정시 전파잡음이나 계측기 잡음 영향으로 인해 이러한 미약신호 레벨을 가지는 희망신호를 구분하기가 어렵다. 따라서 증폭기를 사용하여 신호를 증폭시키거나 낮은 잡음지수 값을 갖는 장비를 사용함으로써 희망신호를 잡음신호레벨에서 분리시키는 것이 바람직하다. 채널 특성을 측정하는 방법은 송신기의 근거리 지점에서 희망신호를 선택하고, 선택된 중심주파수에서 ± 200 KHz, ± 400 KHz를 이격시켜 신호세기를 측정하였다.

표[부록] 2-10. FM방송 신호에 대한 인접채널의 신호레벨

레벨 (dBc) Fc (방송국)	Fc-400 KHz	Fc-200 KHz	Fc	Fc+200 KHz	Fc+400 KHz	비고
89.1 MHz (남산)	-61	-39	0	-37	-60	원거리 방향 (35지점 평균)
95.9 MHz (관악산)	-50*	-38	0	-36	-48*	"
100.5 MHz (실험국)	-61	-40	0	-37	-59	송신기로부터 반경 200m 이내 (8지점 평균)

참고 1 : *은 계측기 잡음레벨로 추정됨



그림[부록] 2-12. 채널특성

3. 채널 이격 실험

가. 측정개요

- 측정지점 : 1개 방향 (R3) 5지점 (송신기로부터 0.015, 0.15, 0.5, 1, 3km 지점)
- 측정방법

실험을 위한 기간국 주파수로서 관악산 1개 채널 (95.1 MHz), 용문산 1개 채널 (90.3 MHz), 화악산 2개 채널 (91.1 MHz, 96.7 MHz)을 선정하였다. 또한 소출력에 대한 미세 조정이 어려워 10 dB 감쇠와 10 dB 증가의 두 경우만 측정하여 동일 및 인접채널의 레벨과 비교하였다.

주 기간국인 관악산 채널과의 동일 채널 송신은 불가능하므로 인접 지역의 기간국 채널인 용문산과 화악산 채널에 대해 실험하였다. 인접지역의 기간국에서 유입되는 신호와의 3차 인접채널 사용은 문제가 없을 것으로 판단됨에 따라 측정 경우에서 제외하였고 그 대신에 주 기간국인 관악산 채널에 대해 실험을 실시하였다.

실험국의 희망 신호와 인접 기간국에서 유입되는 방해 신호를 구별할 수 없었기 때문에 실험국의 신호를 송출하지 않은 상태에서 방해 신호의 레벨을 측정한 다음 실험국에서 동일 채널의 신호를 송출하여 레벨을 측정하였다. 이 신호는 희망 신호와 방해 신호의 중첩 신호로 간주되며 이 신호에 대하여 주관적 품질 평가를 실시하였다.

그러나 동일 채널 실험의 경우에 레벨 차를 구하는데 필요한 희망 신호의 레벨을 측정하기 위해, 동일한 전파환경에서는 FM 방송 대역 내에서는 주파수에 관계없이 전계강도가 동일할 것이라고 가정하였다. 즉, 인접 및 동일 신호에 의해 영향을 받지 않는 인근의 주파수를 실험국에서 송출한 후 이를 대표적인 전계강도를 갖는 신호로 간주하였다. 그 신호를 희망 신호로 하고 방해 신호와의 레벨 차를 구하였으며 각 지점의 전계강도 및 주관적 품질 평가를 분석하여 3등급이 보장되는 최소의 레벨차를 구하였다.

표[부록] 2-11. 동일 및 인접 채널 이격 실험

구 분	실험국 송출 주파수 (MHz) (원하는 신호)	비교 주파수 (원하지 않는 신호)			
		관악산 (95.1 MHz)	용문산 (90.3 MHz)	화악산 (96.7 MHz)	화악산 (91.1 MHz)
3차 인접채널 실험 (600 KHz 이격)	94.5	o			
2차 인접채널 실험 (400 KHz 이격)	94.7	o			
	89.9		o		
1차 인접채널 실험 (200 KHz 이격)	94.9	o			
	90.1		o		
	96.5			o	
동일채널 실험	90.3		o		
	96.7			o	
	91.1				o

나. 측정 결과 및 분석

1) 측정 결과의 분석

표[부록] 2-12. 3차 인접 채널의 측정 결과

구분 송신기와의 거리	송신출력 조정 (dBc)	$f_{\text{원하는}}$ 신호레벨 (dBuV)	$f_{\text{원하지않는}}$ 신호레벨 (dBuV)	D/U비 (ITU-R 5단계 주관적평가)	비 고
15 m	-10	78.0	75.0	3.1dB (3등급)	①
	0	88.0	75.0	13.0dB (2등급)	①
	10	96.0	75.0	21.0dB (2.5등급)	①
150 m	-10	60.9	69.2	-8.3dB (3등급)	①
	0	71.0	69.2	1.8dB (3등급)	①
	10	81.0	69.2	11.8dB (3등급)	①
500 m	-10	31.4	74.7	-43.3dB (3등급)	①
	0	41.3	74.7	-33.4dB (3등급)	①
	10	49.9	74.7	-24.8dB (3등급)	①
1 km	-10	27.5	77.8	-50.3dB (3등급)	①
	0	37.0	77.8	-40.8dB (3등급)	①
	10	48.0	77.8	-29.8dB (3등급)	①
3 km	-10	17.5	71.4	-53.9dB (2등급)	①
	0	26.2	71.4	-45.2dB (3등급)	①
	10	36.0	71.4	-35.4dB (3등급)	①

참고 1 : 위 표에서 ①은 관악산 (95.1 MHz) ↔ 전파연구소 (94.5 MHz)의 600 KHz 이격 채널에 대한 측정결과임

표[부록] 2-13. 2차 인접 채널의 측정 결과

송신기 와의 거리	구분	송신출력 조정 (dB _c)	f 원하는 신호레벨 (dBuV)	f 원하지 않는 신호레벨 (dBuV)	D/U 비 (ITU-R 5단계 주관적 평가)	비 고
15 m	-10	-10	78.0	75.0 49.3	3.0dB (3등급) 28.7dB (4등급)	① ②
	0	0	88.0	75.0 49.3	13.0dB (2등급) 38.7dB (2.5등급)	① ②
	10	10	96.0	75.0 49.3	21.0dB (3등급) 46.7dB (4등급)	① ②
150 m	-10	-10	60.9	69.2 24.0	-8.3dB (4등급) 36.9dB (4등급)	① ②
	0	0	71.0	69.2 24.0	1.8dB (3등급) 47.0dB (3등급)	① ②
	10	10	81.0	69.2 24.0	11.8dB (4등급) 57.0dB (4등급)	① ②
500 m	-10	-10	31.4	74.7 34.5	-43.3dB (3등급) -3.1dB (3등급)	① ②
	0	0	41.3	74.7 34.5	-33.4dB (3등급) 6.8dB (3등급)	① ②
	10	10	49.9	74.7 34.5	-24.8dB (3등급) 15.4dB (3등급)	① ②
1 km	-10	-10	27.5	77.8 30.3	-50.3dB (1.5등급) -2.8dB (3등급)	① ②
	0	0	37.5	77.8 30.3	-40.8dB (2.5등급) 6.7dB (3등급)	① ②
	10	10	48.0	77.8 30.3	-29.8dB (2.5등급) 17.7dB (3등급)	① ②
3 km	-10	-10	17.5	71.4 43.9	-53.9dB (1.5등급) -26.4dB (2.5등급)	① ②
	0	0	26.2	71.4 43.9	-45.2dB (2.5등급) -17.7dB (2.5등급)	① ②
	10	10	36.0	71.4 43.9	-35.4dB (3등급) -7.9dB (3등급)	① ②

참고 1 : 위 표에서 ①은 관악산 (95.1 MHz) ↔ 전파연구소 (94.7 MHz), ②는 용문산 (90.3 MHz) ↔ 전파연구소 (89.9 MHz)의 400 KHz 이격채널에 대한 측정결과임

표[부록] 2-14. 1차 인접 채널의 측정 결과

구분 송신기와의 거리	송신출력조정 (dBc)	f 원하는 신호레벨 (dBuV)	f 원하지 않는 신호레벨 (dBuV)	D/U 비 (ITU-R 5단계 주관적평가)	비고
15 m	-10	78.0	75.0 49.3 36.0	3.0dB (3등급) 28.7dB (3등급) 41.7dB (3등급)	① ② ③
	0	88.8	75.0 49.3 36.0	13.0dB (3등급) 39.5dB (2등급) 52.8dB (3등급)	① ② ③
	10	96.0	75.0 49.3 36.0	21.0dB (3등급) 46.7dB (4등급) 60.0dB (4등급)	① ② ③
150 m	-10	60.9	69.2 24.0 20.9	-8.3dB (2.5등급) 36.9dB (4등급) 40.0dB (4등급)	① ② ③
	0	71.0	69.2 24.0 20.9	1.8dB (3등급) 47.0dB (3등급) 50.0dB (4등급)	① ② ③
	10	81.0	69.2 24.0 20.9	11.8dB (3등급) 57.0dB (3등급) 60.1dB (4등급)	① ② ③
500 m	-10	31.4	74.7 34.5 31.8	-43.3dB (1등급) -3.1dB (3등급) -0.4dB (2.5등급)	① ② ③
	0	41.3	74.7 34.5 31.8	-33.4dB (2등급) 6.8dB (3등급) 9.5dB (3등급)	① ② ③
	10	49.9	74.7 34.5 31.8	-24.8dB (3등급) 15.4dB (3등급) 18.1dB (3등급)	① ② ③
1 km	-10	27.5	77.8 30.3 22.3	-50.3dB (1등급) -2.8dB (1.5등급) 5.2dB (2.5등급)	① ② ③
	0	37.0	77.8 30.3 22.3	-40.8dB (1등급) 6.7dB (2.5등급) 14.7dB (3등급)	① ② ③
	10	48.0	77.8 30.3 22.3	-29.8dB (1.5등급) 17.7dB (3등급) 25.7dB (3등급)	① ② ③
3 km	-10	17.5	71.4 43.9 28.2	-53.9dB (1등급) -26.4dB (2등급) -10.4dB (2등급)	① ② ③
	0	26.2	71.4 43.9 28.2	-45.2dB (1등급) -17.7dB (5등급) -2.0dB (2.5등급)	① ② ③
	10	36.0	71.4 43.9 28.2	-35.4dB (1등급) -7.9dB (3등급) 7.8dB (3등급)	① ② ③

참고 1 : 위 표에서 ①은 관악산 (95.1 MHz) ↔ 전파연구소 (94.9 MHz), ②는 용문산 (90.3 MHz) ↔ 전파연구소 (90.1 MHz), ③은 화악산 (96.7 MHz) ↔ 전파연구소 (96.5 MHz)의 200 KHz 이격채널에 대한 측정결과임

표[부록] 2-15. 동일채널의 측정결과

송신기와 수신기의 거리	구분 송신출력 조정(dB _c)	f_{PI} 신호레벨 (dBuV)	$f_{\text{기타}}$ 신호레벨 (dBuV)	실험국 D/U비 (ITU-R 5단계 주관적 평가)	비 고
15 m	-10	78.0	49.3 36.0 35.1	28.5dB (3등급) 42.0dB (3등급) 42.7dB (1.5등급)	② ③ ④
	0	88.8	49.3 36.0 35.1	39.5dB (4등급) 52.8dB (2.5등급) 53.7dB (1.5등급)	② ③ ④
	10	96.0	49.3 36.0 35.1	46.7dB (4등급) 60.0dB (4등급) 60.9dB (4등급)	② ③ ④
150 m	-10	60.9	24.0 20.9 22.3	36.9dB (3등급) 40.6dB (3등급) 38.6dB (3등급)	② ③ ④
	0	71.0	24.0 20.9 22.3	47.0dB (2.5등급) 50.7dB (3등급) 48.7dB (3등급)	② ③ ④
	10	81.0	24.0 20.9 22.3	57.0dB (3등급) 63.1dB (3등급) 58.7dB (3등급)	② ③ ④
500 m	-10	31.4	34.5 31.8 30.1		② ③ ④
	0	41.3	34.5 31.8 30.1	6.8dB (3등급) 8.5dB (3등급) 11.2dB (3등급)	② ③ ④
	10	49.9	34.5 31.8 30.1	15.4dB (3등급) 18.1dB (3등급) 19.8dB (3등급)	② ③ ④
1 km	-10	27.5	30.3 22.3 24.3	5.2dB (2등급) 3.2dB (3등급)	② ③ ④
	0	37.0	30.3 22.3 24.3	14.7dB (3등급)	② ③ ④
	10	48.0	30.3 22.3 24.3	25.7dB (3등급) 23.7dB (3등급)	② ③ ④
3 km	-10	17.5	43.9 28.2 24.7		② ③ ④
	0	26.2	43.9 28.2 24.7		② ③ ④
	10	36.0	43.9 28.2 24.7	7.8dB (2등급) 11.3dB (3등급)	② ③ ④

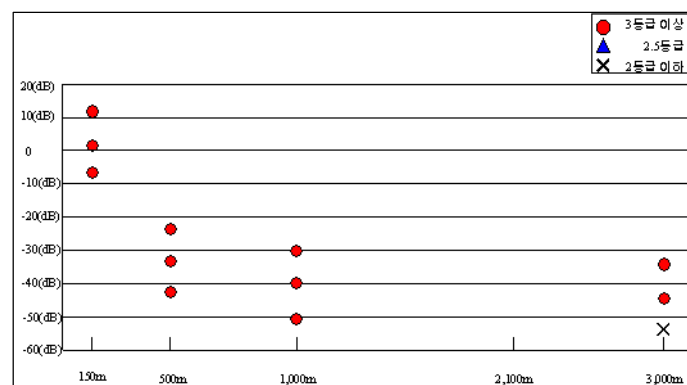
참고 1 : 위 표에서 ②은 용문산 (90.3 MHz) ↔ 전파연구소 (90.3 MHz), ③은 화악산 (96.7 MHz) ↔ 전파연구소 (96.7 MHz), ④은 화악산 (91.1 MHz) ↔ 전파연구소 (91.1 MHz)의 동일채널에 대한 측정결과임

2) 측정 결과의 분석

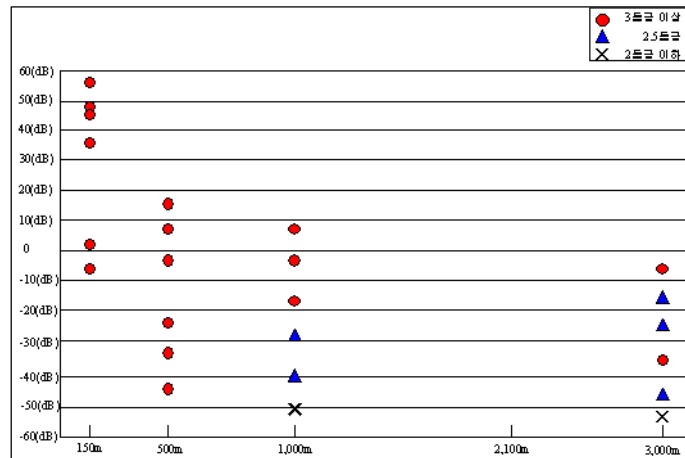
그림[부록] 2-13에서 실험국으로부터 1 km 지점에서는 3등급 이상으로 양호하게 수신되었으나, 3 km 지점에서는 10 dB 감쇠하여 송출한 경우에 충분한 전계강도가 확보되지 못하여 2 등급으로 수신된 것을 볼 수 있다. 아주 소출력으로 송출되었다는 것을 감안하고, 도심지에서 주변 지형에 의해 전계강도의 분포가 고르지 않고 주변의 잡음을 고려한다면 약 -50 dB가 보장되면 원하는 신호가 양호하게 수신될 것으로 보인다. 즉, 아주 저출력인 경우에도 소출력 FM안내방송의 방송 서비스 거리로 예상되는 약 1 km까지 3등급 이상의 음질을 보장하려면 -50 dB 이상이어야 할 것이다.

그림[부록] 2-14은 2차 인접 채널에 대한 측정결과를 그림[부록]으로 나타낸 것이다. 실험국 송신기로부터 1 km 지점에서 약 -20 dB이상인 경우에 3등급 이상으로 수신되었으나 3 km 지점에서는 약 -35 dB인 경우에도 3등급의 양호한 음질을 수신된 지점이 있었다. 이를 감안할 때 주변의 건물의 위치에 따라 차이는 있겠지만 국내 규정인 -20 dB 이상이면 1 km의 서비스 지역을 양호하게 수신할 수 있을 것으로 생각된다.

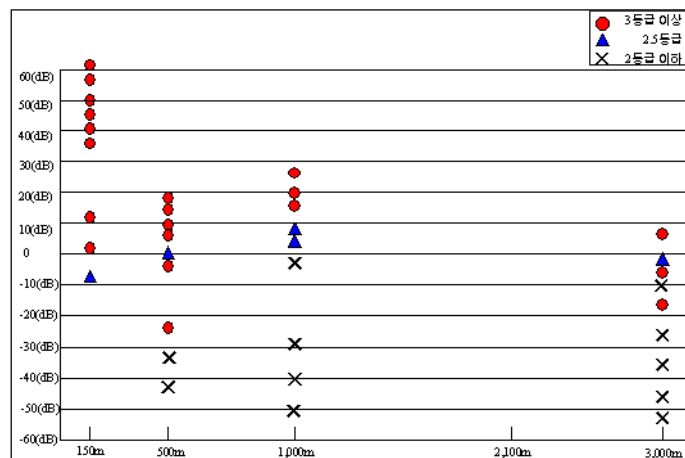
그림[부록] 2-15를 보면 실험국으로부터 1 km 지점에서 10 dB 이상이면 양호하게 수신되었으나 전파환경이 좋은 경우 3 km 지점에서 약 -15 dB인 경우에도 3등급의 방송 신호를 청취할 수 있었다. 따라서 실험국의 전파환경에서 인접 기간국의 1차 인접 채널을 할당받는 경우에, ITU-R 규정인 7 dB의 보호비를 만족한다면 전파환경이 좋은 지점에서 약 1 km 까지 커버할 수 있을 것으로 생각된다.



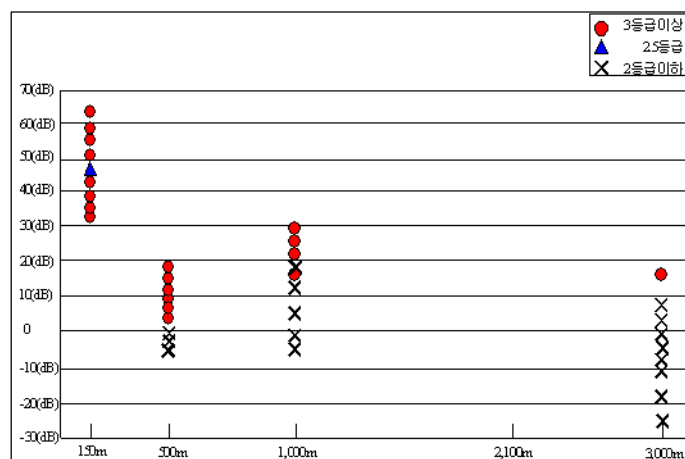
그림[부록] 2-13. 3차 인접채널에 대한 혼신보호비 측정결과



그림[부록] 2-14. 2차 인접채널에 대한 혼신보호비 측정결과



그림[부록] 2-15. 1차 인접채널에 대한 혼신보호비 측정결과



그림[부록] 2-16. 동일채널에 대한 혼신보호비 측정결과

그림[부록] 2-16의 동일 채널 실험에서 15 dB 이상만 되면 1 km 까지 양호한 수신이 가능하였으나 아주 근거리인 지점에서 45 dB의 수신레벨 차를 가졌음에도 불구하고 수신 불량한 경우가 측정되었다. 따라서 주변의 고층 건물등의 영향을 고려하고 동일채널이라는 점을 감안한다면 ITU-R 규정과 같이 보호비가 45 dB 이상이어야만 원하는 신호에 대해 3등급 이상의 음질을 보장할 수 있을 것으로 생각된다.

측정된 기간국의 신호는 상당히 강건하여 실험국의 저출력 신호에 의해 간섭받아 수신이 불량한 경우가 적었다. 특히 실험국 주변이 서비스 지역에 포함되는 관악산 신호의 경우는 실험국 신호에 의해 전혀 간섭받지 않았고 다만 용문산이나 화악산과 같은 인접 기간국의 신호에만 영향을 미쳤다. 그러므로 소출력 FM 안내방송의 도입시 고려해야 할 사항은 기간국 신호의 보호보다는 소출력 방송 신호를 주 기간국 또는 인접 기간국으로부터 유입되는 신호로부터 보호해야 함을 알 수 있다. 또한 인접지역에서 소출력 FM안내방송 구역으로 발사된 전파는 실험국 서비스구역에서 혼신을 일으킬 수 있음을 유념해야 한다. 위 결과를 검토한 결과는 다음과 같다.

- o 측정 결과에 의한 소출력 FM안내방송용 가용채널 할당 시 고려 사항
- 600 KHz 이격: 주 기간국 (남산 · 관악산)과 3차 인접 채널 사용 가능
 - 400 KHz 이격: 인접 기간국 (용문산 · 화악산)과 2차, 3차 인접 채널 사용 가능
 - 200 KHz 이격: 인접 기간국 (화악산)과 1차, 2차, 3차 인접 채널 사용 가능

표[부록] 2-16. 보호비 측정결과

(단위 : dB)

구 분	동일채널	200 KHz 이격 채널	400 KHz 이격 채널	600 KHz 이격 채널
ITU-R 및 국내기준 (스테레오)	45	7	-20	없음
실험 국	45	10	-20	-50 dB 이상*

* : 송신출력을 -50 dB이상으로 감쇠할 수 없었으며 측정결과 보호비는 -50 dB이상이면 가능할 것으로 판단됨

4. 송신 공중선의 가변 실험

소출력 FM안내방송국의 송신시스템과 미국의 소출력 FM의 기술기준을 다음 표[부록] 2-17과 같이 요약 정리하여 도표화하였다.

표[부록] 2-17. 실험국과 미국 소출력 FM의 기술적 조건

구 분	미국 LPFM (Low Power FM)			전파연구소 실험국	
송신안테나 높이	30 m 이하 (평균지형고*) * HAAT: Height Above Average Terrain			약 25 m (지상고 10m)	
ERP	50-100 W (LP100) 1-10 W (LP10)			약 0.6 W	
서비스 반경	5.6 km (LP100) 1.6-3.2 km (LP10)			약 1 km이내	
전계강도 (dBuV/m)	60 (수신공중선 높이 : 9m)			60 (수신공중선 높이 : 4m)	
<div>신설국 (희망국)</div> <div>기존 방송국 (간섭국)</div>	LP10의 최소 이격 거리			-	
	동일	200 KHz이격	400 KHz이격		
	기간국 (B1급)	77 km	70 km		45 km
	LP10	13 km	8 km		none

참조 1 : 미국 MM Docket No. 99-25 문서

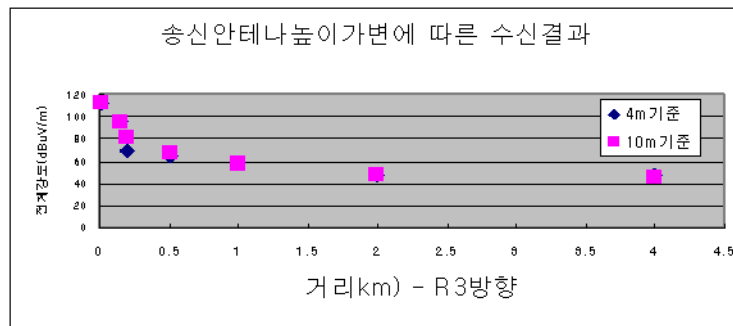
가. 송신 공중선 높이의 가변 실험

1) 측정개요

- 측정지점 : 1개 방향 (R3) 7지점 (송신기로부터 15 m, 150 m, 200 m, 500 m, 1 km, 2 m, 4 km 지점)
- 측정방법 : 실험국의 송신 공중선의 높이를 지상고 10 m에서 4 m로 변경하여 중심주파수 100.5 MHz의 신호를 송출한 후 측정지점에서 전계강도 측정과 주관적 등급 평가를 실시하였다.

2) 측정결과 및 분석

- 측정결과



그림[부록] 2-17. 송신공중선 높이에 따른 전계강도 변화

○ 측정결과와의 분석

그림[부록] 2-17과 같이 송신 공중선의 높이를 10 m에서 4 m로 낮추어 실험한 결과 송신기 인근 지점을 제외하고는 수신된 전계강도에 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 송신기로부터 200 m 지점 (전파연구소 수위실 앞)에서 송신기 높이가 4 m인 경우가 10 m인 경우보다 수신레벨이 약 12 dB 정도 높은 것으로 나타났는데, 이러한 이유는 송신기와 수신점 사이에 위치한 건물 (본관동 지붕 및 한국통신)의 영향 때문인 것으로 분석된다.

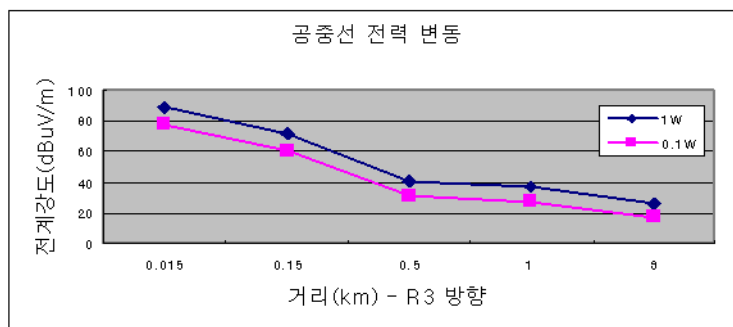
나. 송신 공중선 출력의 가변 실험

1) 측정개요

- 측정지점 : 1개 방향 (R3) 5지점 (송신기로부터 15 m, 150 m, 500 m, 1 km, 3 km 지점)
- 측정방법 : 실험국의 송신 공중선의 출력을 1 W에서 100 mW로 변경하여 중심주파수 100.5 MHz의 신호를 송출한 후 측정지점에서 전계강도 측정과 주관적 등급 평가를 실시하였다.

2) 측정결과 및 분석

○ 측정결과



그림[부록] 2-18. 송신공중선 출력에 따른 전계강도 변화

○ 측정결과와의 분석

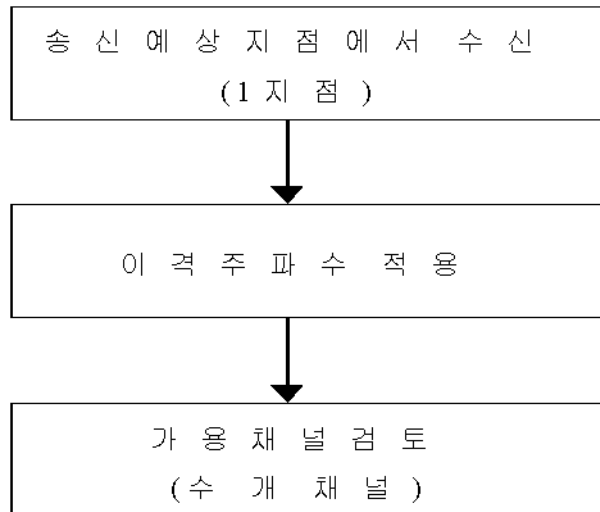
그림[부록] 2-18에서 출력을 10 dB 감소한 경우에 거리에 따라 일정하게 약 10 dB 정도 감소된 것을 볼 수 있다.

【부록 III】

소출력 FM 안내방송 주파수 관리방안

1. 측정에 의한 채널선정 방안

측정에 의한 채널선정 방법은 허가받고자 하는 지점에서 FM방송대역의 방송신호를 측정한 후 수신레벨에 따라 고레벨, 중레벨, 저레벨로 나눈다. 고레벨부터 인접채널의 보호비를 적용하여 사용 불가능한 인접채널을 배제함으로써 최종적인 가용 주파수를 선정한다. 이러한 개념을 도입 및 실측에 적용한 결과를 표[부록] 3-1, 2-2, 2-3에서 제시하였고 그 결과에 대한 분석을 표[부록] 3-4에 제시하였다.



그림[부록] 3-1. 적용 절차

표[부록] 3-1. 측정에 따른 실험국의 FM방송 신호레벨 분포

측정 레벨 (x dBuV)		채 널 수		비 고
40 ≤ x < 80	80 ≤ x	0	총 17	희망지역의 주간국 채널 (전계강도가 약 60 dBuv/m이상)
	70 ≤ x < 80	4		
	60 ≤ x < 70	9		
	50 ≤ x < 60	4		
	40 ≤ x < 40	0		
20 ≤ x < 40	30 ≤ x < 40	18	총 41	인근지역의 기간국 채널 등 (전계강도가 약 40 dBuv/m이상)
	20 ≤ x < 30	23		
10 ≤ x < 20		42		
x < 10		0		
합 계		100		

표[부록] 3-2. 간섭신호에 따라 검토 가능한 이격채널

간 섭 신 호				가용 이격 채널
간섭신호 레벨	기간국	수신레벨 (x dBuV)	ITU-R 등급 (주관적)	
고 레 벨	남산, 관악산	$40 \leq x$	4~5	3차 인접 (600 KHz)
중 레 벨	용문산, 광고산	$20 \leq x < 40$	3	2차 인접 (400 KHz)
저 레 벨	화악산	$x \leq 20$	1~2	1차 인접 (200 KHz)

참고 1: 실내 (사무실)에서 청취 가능한 최소수신레벨은 약 20 dBuV이었음

표[부록] 3-3. 산정방법 적용에 따른 가용채널 분석 결과

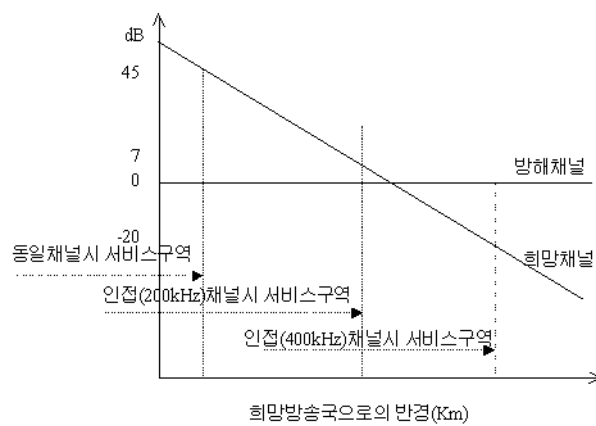
가용 주파수 (MHz)	88.50	89.70	89.90	90.70	90.90	91.30	92.50	94.50
레벨 (dBuV)	14.21	14.82	14.57	14.13	14.96	14.31	14.67	16.56

표[부록] 3-4. 실험국의 가용채널 분석결과

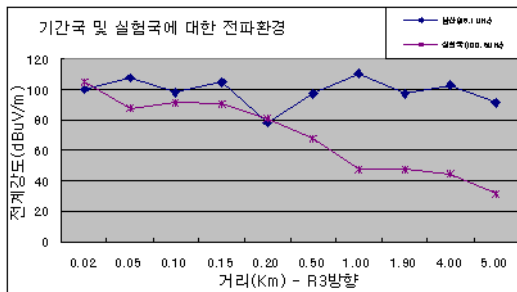
중심 주파수 (MHz)	분석결과
88.50 (AFKN, 의정부/오산/파주)	수도권 일부에서 사용시 혼신우려
89.70 (관악산)	혼신 우려
89.90	검토 가능
90.70 (수봉산)	수도권 일부에서 사용시 혼신우려
90.90	검토 가능
91.30	검토 가능
92.50 (간섭신호)	할당 불가
94.50 (기간국과 600KHz 이격임)	검토 가능

2. 보호비를 이용한 서비스 지역 산정 방안

보호비를 이용한 서비스 지역 산정 방법은 소출력 FM안내방송국 (실험국)을 중심으로 몇 개의 방향에서 소출력FM안내방송 주파수와 혼신보호비를 고려해야 할 기간국 주파수에 대한 전계강도 측정 및 주관적 등급 평가를 실시한다. 거리에 따라 측정된 각 신호레벨의 차이로부터 동일 또는 인접채널 보호비를 만족하여 상호 혼신을 주지 않는다고 생각되는 지점을 선택하여 그 방향의 방송구역으로 판단한다. 그림[부록] 3-3에서는 측정결과의 분석으로부터 실험국의 주파수를 기간국의 동일 또는 인접채널로 할당 시에 서비스가 가능한 방송구역의 산정 예를 제시하였다.

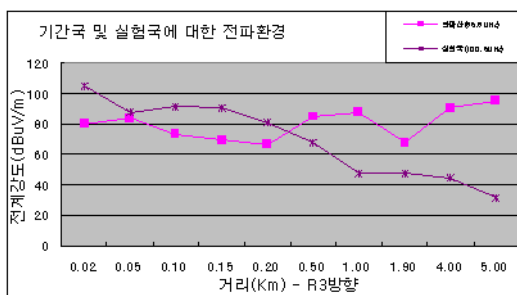


그림[부록] 3-2. 기간국에 대한 실험국의 보호비



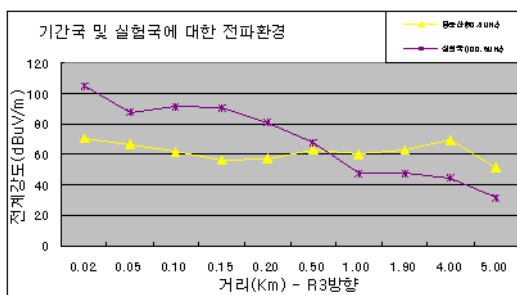
기간국으로부터의 이격채널	동일 채널 사용시	1차 인접채널 사용시	2차 인접채널 사용시
방송구역 (간접 기간국)			
실험국의 방송구역 (남산)	서비스 불가	약 15m	약 1km

(a) 남산 기간국에 대한 보호비



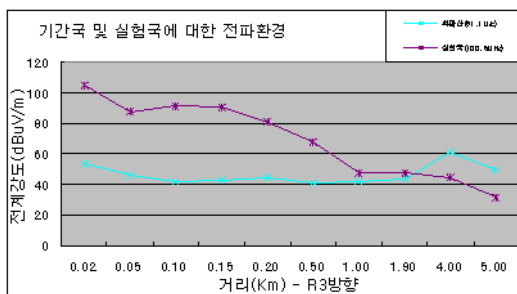
기간국으로부터의 이격채널	동일 채널 사용시	1차 인접채널 사용시	2차 인접채널 사용시
방송구역 (간접 기간국)			
실험국의 방송구역 (관악산)	서비스 불가	약 200m	약 500m

(b) 관악산 기간국에 대한 보호비



기간국으로부터의 이격채널	동일 채널 사용시	1차 인접채널 사용시	1차 인접채널 사용시
방송구역 (간접 기간국)			
실험국의 방송구역 (용문산)	약 15m	약 500m	약 5km

(c) 용문산기간국에 대한 보호비



기간국으로부터의 이격채널	동일 채널 사용시	1차 인접채널 사용시	2차 인접채널 사용시
방송구역 (간접 기간국)			
실험국의 방송구역 (화악산)	약 200m	약 1km	약 5km

(d) 화악산 기간국에 대한 보호비

그림[부록] 3-3. 보호비를 적용한 방송구역 산정