

국내의 지상파 DTV 송신시스템 구축과 실험방송 결과

목 하 군*, 서 영 우*

*한국방송, 기술연구소

I. 서 론

1997년 국내의 지상파 DTV 방식이 미국의 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 방식^[1]으로 선정된 후 한국방송은 실험방송을 목적으로 DTV 시스템 구축에 착수하였고 1999년 5월부터 방송사를 비롯한 관련 기관들로 실험방송 전담반을 구성하여 각 방송사 별로 DTV 송신시스템을 구축하고 2000년 8월까지 공동으로 실험방송 및 필드테스트(field test)를 실시하였다.

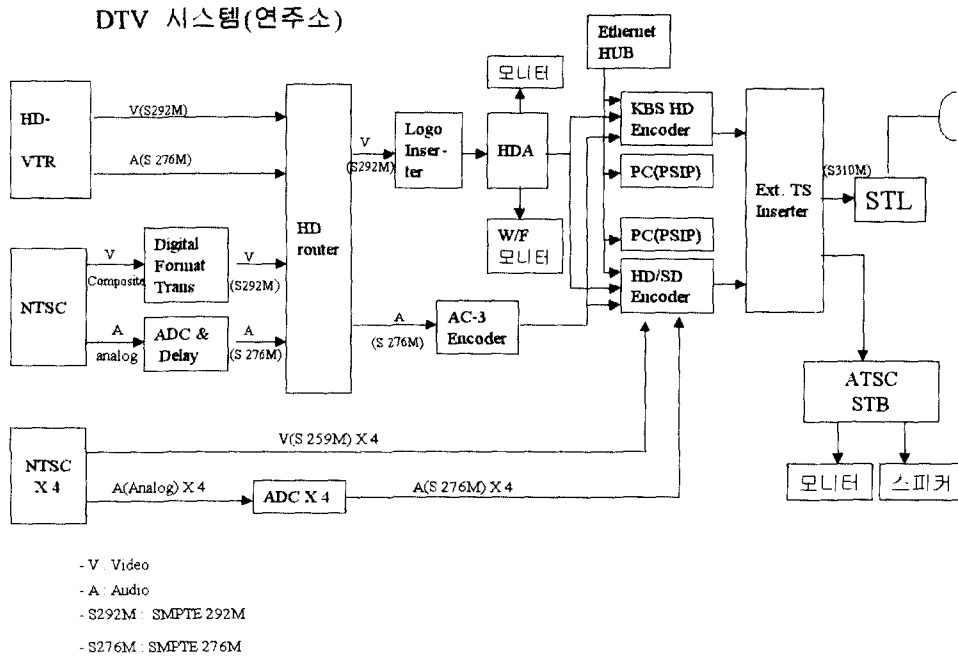
미국에서는 1994년 샬럿(Charlotte, NC) 지역에서 최초로 DTV 필드테스트를 실시한 이래 워싱턴, 시카고, 뉴욕 등 미국 전역에서 여러 차례의 필드테스트를 수행하였다. 초기 필드테스트에서는 전파 예측결과를 토대로 해서 주로 송신기 출력, 기존 NTSC와의 간섭, 송신 안테나 패턴에 따른 특성 등을 비교 및 검증했으며 그 이후에는 필드테스트 절차를 규격화하고 다양한 수신기 측정항목을 포함시켜, 지역 및 지형 특성에 따른 측정 결과 데이터 베이스 구축을 여러 지역에서 수행하고 있다^[2-4]. 유럽은 영국 및 독일 등을 중심으로 DVB(Digital Video Broadcasting)-T의 필드테스트가 이루어져 왔으며, 고정수신, 이동수신, 단일주파수망(SFN, Single Frequency Network) 등에서의 전송특성이 측정되었다^[5].

우리나라는 실험방송기간 중 DTV 필드테스트를 위한 소위원회를 조직하여 약 10개월의 준비기간을 거쳐 2000년 3월부터 5개월 동안 약 240

여개지역에서 모두 6개의 매체(DTV 3채널, NTSC 3채널)에 대하여 필드테스트를 수행하였다. 이 필드테스트에서는 DTV의 예상 서비스구역의 검증, 우리나라의 지형 및 도심지에서의 DTV 전파특성 측정, 기존 아날로그 방송과의 적정 출력 비교 및 간섭효과 등 포괄적인 DTV의 성능을 측정하였다. 주요 측정결과로는 수신전계강도 분포 및 수신가능여부, 송신소로부터의 거리 및 채널별 NTSC-DTV 수신상태 비교, 지형 및 지역별 전파 환경 분석, DTV-DTV 및 아날로그-DTV 인접채널 간섭 영향 검증, 다중경로(multipath), 충격 잡음(impulse noise) 등 간섭 영향 분석, 수신기 성능 검증, 동일채널 중계기 가능성 검증 등을 포함하였다.

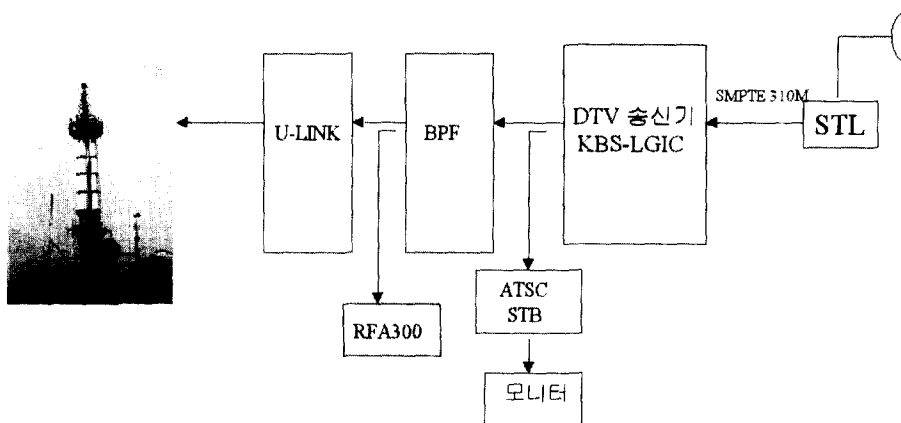
II. 실험방송을 위한 송신시스템 구축

DTV 실험방송을 위한 송신설비는 모두 관악산 송신소에 구축하였다. DTV 채널은 KBS, MBC, SBS 각각 채널 15, 14, 16이며 송신기의 평균출력은 1kW이고 NTSC 채널은 KBS, SBS, MBC 각각 채널 36, 27, 41이며 송신기 최대출력은 10kW로 모두 6개 채널이다. 그러나 비록 송신기 출력은 같고 주파수 대역도 비슷하지만 송신 철탑과 안테나를 모두 각기 사용하므로 엄밀히 말하여 송신 조건이 동일하다고는 할 수 없다. 특히, KBS와 MBC는 SBS나 기타 NTSC 안테나에 비해 낮은 곳에 설치되어 송신 조건이 상대적으로 불리하였다.



〈그림 1〉 DTV 시스템(연주소)

DTV 시스템(관악산 송신소)



〈그림 2〉 DTV 시스템(송신소)

DTV 실험 방송을 위한 전체 시스템의 구조는 〈그림 1〉 및 〈그림 2〉와 같다. DTV 방송은 하나의 HDTV 프로그램이나, 4개의 SDTV 프로그램을 송출할 수 있도록 되어 있다. HDTV 프로그램은 HDTV 카메라로 제작된 것과 SDTV 급으로 제작된 프로그램을 DFC(Digital Format

Converter)에서 HD로 변환한 것을 사용하였다. HD신호는 로고가 삽입되어 KBS에서 개발한 부호화기(Encoder)나 Harris의 부호화기에서 부호화되며 4개의 SDTV 신호는 곧바로 SDTV 부호화기에 입력된다. 부호화기의 출력은 STL(Studio to Transmitter Link)로 보내

진다. 로고를 삽입한 후의 소스 프로그램은 모니터와 디지털 파형 모니터를 사용하여 모니터된다.

오디오는 디지털로 제작된 것은 바로 라우터(Router)에 입력되지만 NTSC로 제작된 것은 AD(Analog-Digital)변환을 한 후, DFC의 비디오 지연에 해당하는 부분만큼 지연시킨 후 라우터에 입력한다. 이 신호는 AC-3 부호기에서 부호화한 후 부호화기의 MUX부분에 입력된다.

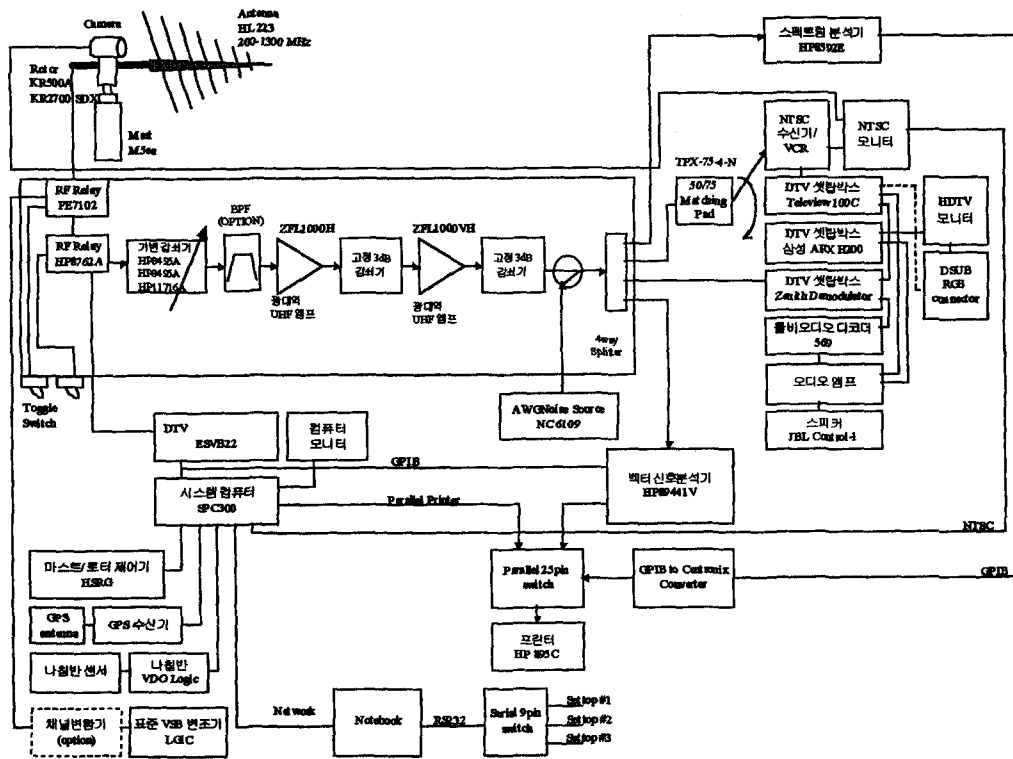
STL시스템은 연주소에서 송신소로 전용 마이크로웨이브 무선 회선을 통해 방송 프로그램을 전달하며, DTV 송신 시스템의 경우에는 ATSC 디지털 신호를 6.6875GHz의 25MHz 대역을 사용하여 640mW의 출력으로 전송한다. 16QAM 변조를 사용하고, IF 주파수는 70MHz이다. 입력 데이터는 19.39Mbps의 전송스트림(transport stream)이 SMPTE 310M 규격으로 입력된다.

송신소에서 STL을 통해 받은 신호는 송신기

로 입력된 후 안테나를 통해 전파되게 된다. 송신소의 출력 파형은 8-VSB 전용의 측정장비를 사용하여 모니터할 수 있도록 했다.

III. 필드테스트 측정차량

DTV 측정차량은 미국의 DTV 측정시스템¹⁶⁾과의 호환성과 측정의 효율성 및 운영의 편의를 고려하여 KBS 기술연구소에서 직접 설계 및 제작하였다. 미니버스를 개조한 차량으로 내부에 세 개의 랙을 장착하고 있으며 전계강도 측정기 및 벡터신호 분석기, 스펙트럼분석기, DTV 및 NTSC 수신기, HDTV 모니터 등을 내장하고 있다(그림 3). 차량에는 7kW 발전기가 내장되어 전원을 공급하며 접이식 마스트는 지상 높이 기준으로 최소 3.4m에서 최대 10m까지 올리고



〈그림 3〉 DTV 측정 차량의 시스템 블록 다이어그램

내릴 수 있다. 수신 안테나는 UHF 광대역 전계 강도 측정용(LPD, Log Periodic Dipole) 안테나이다. 측정은 최소 3인 이상이고 특히 측정 운영을 담당하는 연구원은 고정적으로 참가하여 측정 결과의 일관성을 유지하도록 하였으며 방송사 인원이 반드시 참가하여 NTSC와의 비교 측정을 객관적으로 수행할 수 있도록 하였다.

IV. 필드테스트 계획

1. 측정목적

측정목적은 DTV 도입을 위한 지역, 지형에 따른 수신 전파 특성, 기존 NTSC 방송과의 양립성 및 커버리지, 서비스 가능성, 화면수신상태 등의 특성 비교가 있으며, 이외에도 두 방식간의 인접채널 간섭, 실내 수신 특성 파악에 중점을 두었다¹⁷⁾.

2. 측정항목

주요측정항목은 수신가능성(수신성공률)과 수신전계강도이다. 이를 위해 각 채널별로 수신안테나의 360도 수신전계패턴을 측정하여 각 채널별 수신신호 분포를 파악하여 직접파와 반사파의 형태를 분석하고, 벡터신호분석기를 도입하여 보

다 정밀한 수신전계강도와 복조 신호의 S/N, EVM(Error Vector Magnitude) 등을 측정하였다. 또한 디지털 방송과 기존 아날로그 방송의 수신가능성을 판별하기 위한 세그먼트에러율(SER), NTSC 화질등급 평가등이 이루어졌다.

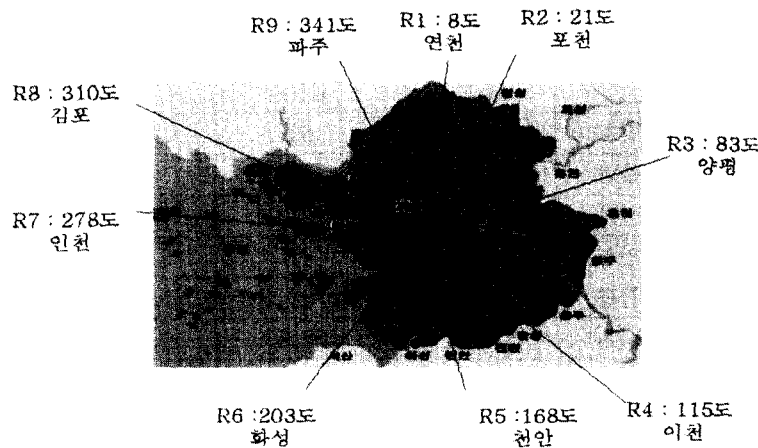
또한 DTV 수신기의 특성을 분석하기 위해 등화기 탭에너지, 등화기 탭계수, 등화기 입출력 S/N, 수신마진 등을 측정하였다. 특히, DTV 수신기의 등화기는 다중경로의 영향을 분석하는 데 주요 자료가 된다. 등화기의 탭에너지는 주 탭(main tap)의 파워(power)에 대한 기타의 탭 파워의 총합의 비율을 보는 것으로 값이 클수록 그만큼 간섭신호가 많다는 것을 의미한다<수식 1>.

$$\text{탭 에너지 (dB)} = 10 * \log [(\sum C_i^2) / C_0^2],$$

$$i(\text{탭번호}) \neq 0, C_i : \text{탭계수}, C_0 : \text{주 탭} \quad (1)$$

3. 필드테스트 분류

측정은 크게 실외수신과 실내수신으로 나누고 실외수신은 방사선, 도심지, 인접채널간섭, 고출력, OCR(On Channel Repeater) 및 기타측정(수신높이, 수신안테나, 이동수신 등)으로 구분하였다. 방사선 측정은 반경 60km 이내의 지역에서 일정 방향의 방사선상에서의 거리에 따른 수신전계특성을 측정하는 것으로 지형에 따른 DTV 전파 분포 및 전파전파 특성을 파악할 수 있었다<그림 4>. 도심지 측정은 송신소에서 30km



<그림 4> 방사선 측정 지역

이내 근거리의 인구밀집 지역에서의 수신 상태를 집중적으로 점검하기 위한 것으로 수도권, 강남, 일산 등 모두 9개 지역에서 측정하였다. OCR 측정은 수원 팔달산중계소에서 동일 채널로 중계하는 신호를 측정함으로써 DTV의 다중경로 처리능력 및 동일채널중계의 가능성을 확인하기 위한 것이다. 여기서 사용된 중계기는 재생방식(복호 후 재부호화)과 단순중계방식(단순 RF 신호 증폭)의 두 가지 종류이다. 이밖에도 수신 높이 별 측정, 이동 측정 등 다양한 실험을 통해 DTV신호의 서비스 커버리지, 지형 및 지역 별 수신 특성, 특정 조건 수신 특성 등을 측정하였다. 총 측정 지점은 240지역으로 대부분의 지역에서 DTV 3채널, NTSC 3채널의 모든 매체에 대한 측정이 이루어졌다. 여기서는 실내 측정 결과는 배제하였다.

V. 필드테스트 결과

1. 결과 개요

방사선 측정지역의 수신 성공률은 DTV의 경우 66.3~76.8%, NTSC의 경우는 CCIR 화질 3등급 이상이 63.2%로 DTV의 수신율이 다소 높았다. 그러나 NTSC 화면평가의 주관성을 감

안하면 차이가 많다고는 볼 수 없다. 인천, 양평 등 산악지형의 경우 NTSC, DTV 모두 수신율이 매우 낮았는데 이곳은 실제로 관악산 서비스 구역으로 볼 수 없는 지역이기 때문이다. 특히, 동일 출력의 송신설비임에도 전반적으로 DTV 3개 채널 중 SBS의 수신율이 타 방송보다 10% 이상 높게 나와서 안테나의 높이(SBS 680m, 타방송사 640m)가 수신가능성에 많은 영향이 있음을 알 수 있었다.

도심지 측정 결과는 수신 성공률에서 보면 DTV는 52.5~62.5%, NTSC 62.8%로서 NTSC가 비슷하거나 오히려 높게 나왔다. 측정 점이 대부분 고층건물 사이 대로변이라서 건물에 의한 전파 수신장애로 인해 NTSC, DTV 모두 수신율이 매우 낮았다. 특히 수신이 가능한 지역이라도 NTSC의 경우 고스트가 많이 보이는 다중경로 간섭지역이라서 DTV 수신기의 등화기 탭에너지가 높음을 알 수 있었다. DTV의 경우 NTSC와 달리 간섭이나 수신전계강도에 상관없이 일단 수신이 가능한 곳에서는 깨끗한 화질을 볼 수 있다. <표 1>은 측정결과를 요약한 것이다.

수신가능성은 수신기의 성능에 많이 좌우되는 것으로 실제 측정에서도 각 DTV 수신기들은 간섭이 없는 환경에서는 비슷한 수신율을 보였으나 다중경로 등 간섭신호가 발생하는 지역에서는 상이한 특성을 보였다. 향후 DTV 수신기의 발전

<표 1> 방송수신가능성 (NTSC는 화질평가 3등급기준)

		DTV(ATSC)			NTSC
		MBC	KBS	SBS	SBS
방사선 (95지점)	수신양호	63	63	73	60
	수신불량	32	32	22	35
	수신율 (%)	66.3	66.3	76.8	63.2
도심지 (80지점)	수신양호	50	42	50	49
	수신불량	30	38	30	29
	수신율 (%)	62.5	52.5	62.5	62.8
전 체 (175지점)	수신양호	113	105	123	109
	수신불량	62	70	52	64
	수신율 (%)	64.6	60.0	70.3	63.0

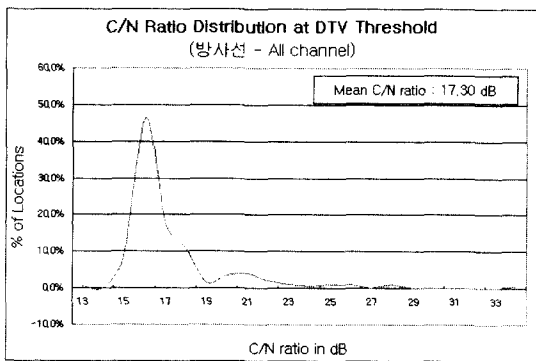
에 따라 이러한 다중경로 간섭 등에 의한 처리 능력은 향상될 수 있을 것이다.

NTSC의 화질 평가인 CCIR 화질 손상도 평가는 원칙적으로 5단계로 수행하며 수신 가능성은 3단계 (slightly annoying) 이상을 기준으로 삼는다. 실제 측정시, 측정참가 인원간의 이견이 있는 경우도 있어 이를 반영하기 위해서 모두 10 단계로 평가를 하였다. 결과에서는 2.5등급 정도 까지 3등급으로 처리하여 수신양호 지역으로 간주했다. 이번 측정 결과로부터 NTSC 3등급 이상되는 지역이면 특별히 예외적인 곳을 제외하고는 DTV신호의 양호한 수신을 기대할 수 있었다.

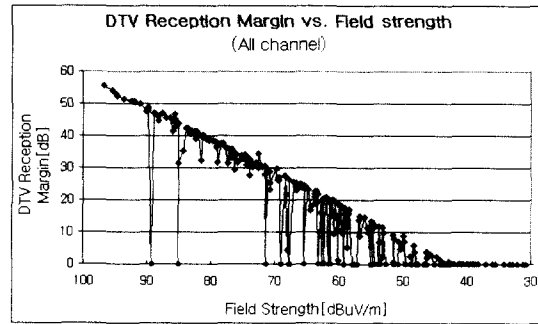
2. 주요 측정 결과 분석

1) 방사선 측정 결과

DTV 마진은 일반적으로는 수신전계강도와 비례한다. 정상조건에서 DTV 수신 임계 S/N은 약 15dB이나 실제 측정 결과는 약 16-17dB에서 주로 형성되었다(그림 5). 이는 실제 수신환경에서의 간섭요인에 의해 수신기의 성능이 약 1-2dB 평균적으로 나빠짐을 의미한다. 최소 수신 전계강도는 미국 ACATS 규격에 의하면 UHF대역에서 대략 43dB μ V/m이다. 하지만 측정결과에선 43dB μ V/m 이상의 전계강도로 측정이 되는 지역에서도 수신 불가인 지역이 있는데(그래프에선 마진이 0으로 표시됨) 이 경우 주변 장애물 등에 의한 다중경로간섭이나 임펄스



〈그림 5〉 DTV 수신마진 대 수신전계강도



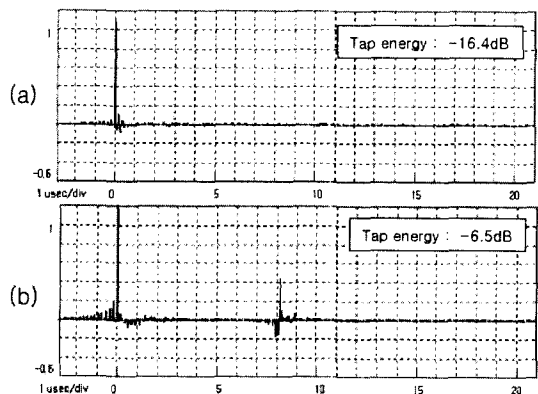
〈그림 6〉 MEMS의 역할

잡음 때문에 전체적인 수신신호는 세지만 수신이 불가능한 지역이다(그림 6).

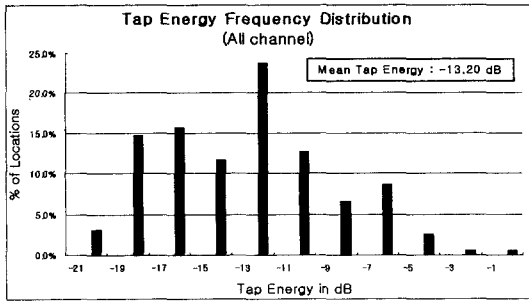
디지털 방송 방식의 성능을 나타내는 시스템 성능지수(수식 2)를 계산하기 위해 수신전계가 43dB μ V/m 이상인 지역(전체 측정위치 중 약 85%)에 대해서 개별 수신가능성을 조사해 보면 각 채널 별로 약 82%에서 88%임을 확인하였다.

시스템 성능지수(System Performance Index) = (43dB μ V/m 이상인 수신지역의 개수 중 수신 가능점의 수) / (43dB μ V/m 이상인 수신지역의 개수) (2)

방사선 측정결과 전체 채널에 대해 평균 등화기 탭에너지는 약 -13.2dB였다. 참고로 미국의 필드테스트에서 샬럿(Charlotte)은 -18.2dB, 시카고는 -15.6dB, 워싱턴DC는 -12.4dB로



〈그림 7〉 DTV 수신기 등화기 탭계수 및 탭에너지 분포 예



〈그림 8〉 DTV 등화기 탭에너지(방사선)

우리나라의 경우 경기권 측정이었음에도 불구하고 미국의 도심지인 워싱턴DC 수준으로 간섭이 심함을 알 수 있다.

2) 도심지 측정 결과

도심지의 경우 전반적으로 수신율은 좋지 않았으며 특히 종로지역은 DTV의 수신율이 평균 40% 이하였다. 이는 종로지역이 남산에 가릴뿐 아니라 고층건물이 많이 있어 다중경로 간섭도

심했기 때문이다.〈표 2〉

도심지의 경우는 전계강도가 상대적으로 고전 계임에도 불구하고 수신이 곤란한 경우도 많이 발생했다〈그림 9〉.

평균 탭에너지는 -11.35dB로서 방사선측정에 비해 약 2dB가량 높았다.

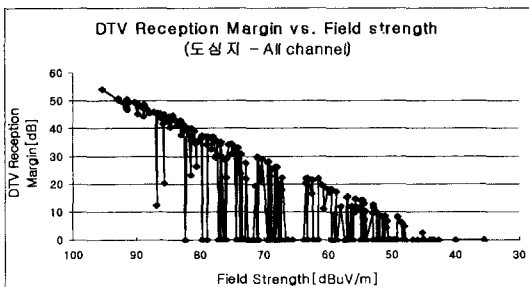
3) 특정지역 측정 결과

전철의 영향 실험에서는 고압에 의한 영향보다는 차량자체에 의한 신호의 간섭이 발생할 수 있는 것을 확인하였다. 고속 차도변에서는 전계강도의 변화가 심하였다. 특히 대형차가 고속으로 지나갈 경우 전계강도가 양호한 지역에서도 잠시 화면을 깨지게 하는 경우가 있었다. 〈그림 10〉은 신월 인터체인지 부근으로 스펙트럼이 5-10dB 가량 출렁거릴 정도로 영향을 많이 받았다.

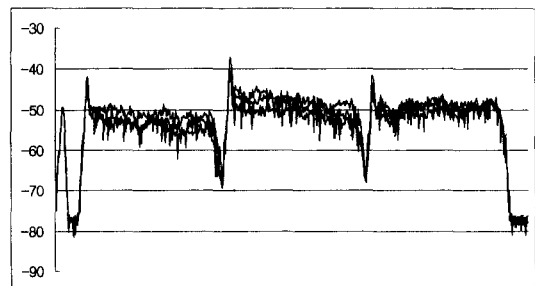
김포공항 주변 김포, 신월동 및 부천지역에서의 비행기에 의한 영향을 측정에서 부천지역의 경우처럼 바로 비행기가 위로 낮게 지나가는 경

〈표 2〉 DTV 서비스 가능성-도심지 (%)

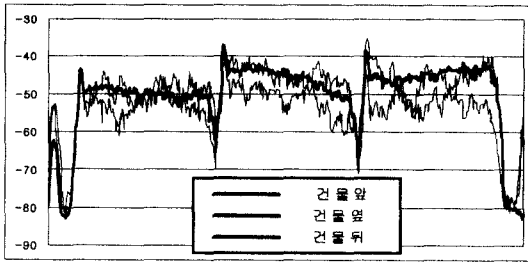
구 분	여의도	신대방	강남	안양	일산	인천	수원	성남	종로
DTV(전채널)	42.9	83.3	47.1	75.9	61.1	51.9	70.4	66.7	38.1
NTSC(전채널)	78.2	83.3	68.6	72.7	27.8	29.6	63.0	66.7	46.7
MBC DTV (Ch14)	57.1	87.5	47.1	81.8	66.7	44.4	88.9	66.7	28.6
KBS DTV (Ch15)	28.6	75.0	41.2	72.7	50.0	66.7	44.4	66.7	28.6
SBS DTV (Ch16)	42.9	87.5	52.9	72.7	66.7	44.4	77.8	66.7	57.1
NTSC (Ch27)	85.7	75.0	58.8	81.8	33.3	33.3	66.7	66.7	60.0



〈그림 9〉 DTV 수신전계강도 대 마진(도심지)



〈그림 10〉 고속차도변 수신전계강도 변화 (강서구 신월IC)



<그림 11> 대형 건물 주변의 DTV 수신전계강도 분포

우를 제외하고는 특별히 영향을 받지 않았다.

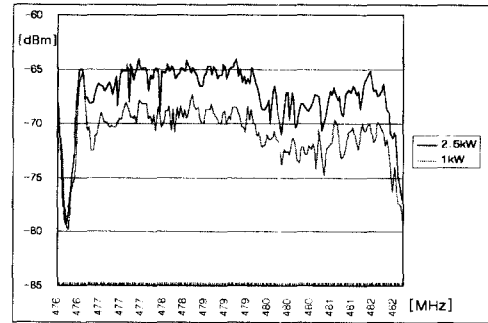
<그림 11>은 주변에 다른 큰 건물이 있는 한 빌딩의 앞, 옆 및 뒤에서 측정한 결과이다. 옆과 뒤에서 측정한 결과를 보면 다른 건물에 의해 반사된 신호가 강하게 들어오는 것을 알 수 있다.

4) 인접채널 측정 결과

디지털 인접 채널간의 간섭신호 실험결과와 경우 송신위치와 출력이 세 채널 모두 거의 동일하므로 큰 차이를 알 수 없었다.

5) 고출력 측정 결과

1kW 송신기와 2.5kW의 송신기의 측정결과는 스펙트럼에서 보면 매우 유사한 모양을 보이며 출력만 약 3dB가량 차이가 남을 알 수 있다. 이는 다중경로 등 외란의 영향이 거의 동일하게 적용됨을 의미하며 S/N비가 약 2dB가량 개선됨을 알 수 있다. 이는 임계에서 수신율을 어느 정도 개선해 줄 수 있음을 의미한다.<그림 12>



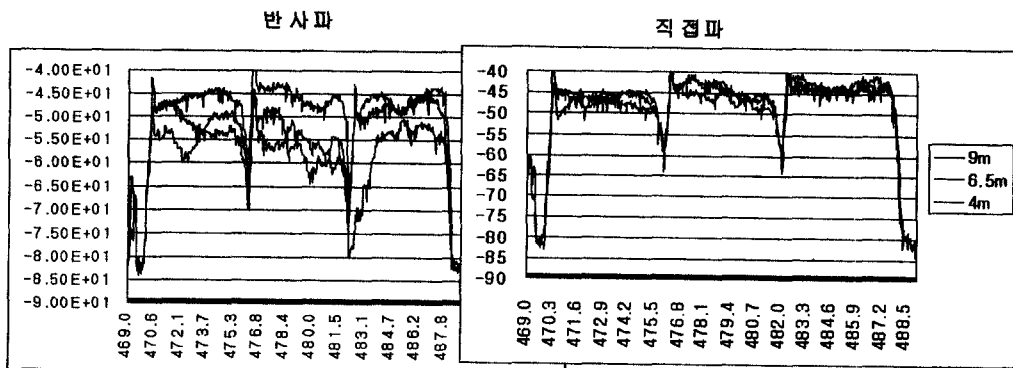
<그림 12> 1kW와 2.5kW 송신기의 수신 스펙트럼 비교

6) 동일채널중계기 측정 결과

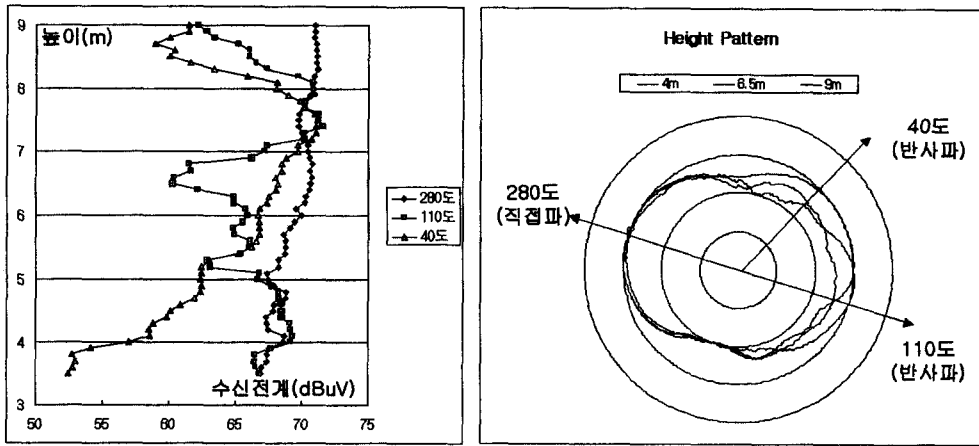
모두 11지역의 서비스 구역 내에서 관악산 신호 수신지역과 수신불가지역으로 구분하여 측정 결과를 검토해 보면, 수신불가 지역은 중계기를 통해서 수신이 가능해지는 경우가 많았다(재생 단순 모두 67% 수신율). 그러나 관악산 수신지역에선 오히려 수신이 불가능해지는 결과를 볼 수 있었다(특히 재생 방식은 영향이 심함). 이는 기존 수신구역에 영향을 줄 수 있다는 것으로, 동일 채널 중계기를 도입하기 위해서는 이러한 문제점을 해소하기 위해 중계소의 지형적 조건, 서비스 구역 및 중계기의 출력 등을 면밀히 검토해야 한다.

7) 기타 측정 결과

수신안테나의 종류에 따른 수신 결과의 비교와 직접파와 반사파에 대해서 수직수신패턴을 측정하였다. <그림 13>과 <그림 14>에서 280도는 송



<그림 13> 반사파와 직접파의 높이별 수신 스펙트럼 비교



〈그림 14〉 반사파와 직접파의 수신 높이별 수신전계강도 분포

신소 방향(직접파) 나머지 두 방향은 주위 건물에 반사되는 반사파를 의미하며, 높이에 따라서 직접파는 선형적으로 수신 전계강도가 약해짐을 알 수 있다. 그러나 반사신호의 경우는 어느 높이에서 가장 높은 전계인지 예측하기가 곤란하다. 즉 도심지에서 직접파 수신이 곤란할 때는 무조건 안테나를 높인다고 양호한 수신을 기대하기는 힘들다.

여의도 공원 주위를 순환하는 이동측정에서는 어느 정도 LOS가 확보되는 지역에서는 수신이 가능했으나 건물이 가리면 수신이 곤란했다. 이는 30-40 km/h의 속력으로 달리면서 측정된 것이며 이동 중이라도 LOS 조건이라면 수신이 가능함을 의미했다. 물론 이 측정은 본격적인 이동수신 실험은 아니며 다만 건물 등이 밀집된 실제 도로를 따라 이동하며 DTV 수신전계의 변화를 측정하는 것이다.

스 영역 확인과 상호 영향 검증 등 방송망 설계, 채널 배치에 관한 기초 자료를 얻을 수 있었다.

절대적 수신 성공률은 DTV가 60-70% 내외로 NTSC 화면평가의 주관성을 감안하면 결과는 비슷하거나 DTV가 약간 더 우수하다고 볼 수 있다. DTV 자체의 성능을 나타내는 시스템 성능지수는 약 84%이었다. 그리고 최저 수신 전계 강도는 DTV의 경우 약 $43\text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 로 외국에서의 측정결과와 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 도심지의 경우는 건물 등에 의한 감쇠와 다중경로 간섭 때문에 DTV와 NTSC 모두 수신 확률이 떨어지는 결과를 나타냈다. 다만 DTV의 경우 등화기 성능이 개선된 3세대 수신기가 수신 성공률이 다소 높은 것으로 나타나 향후에도 계속적인 기술적 개선의 여지가 있다고 판단된다. 그리고 기존의 측정결과와 마찬가지로 송신 안테나의 높이가 수신 성공확률에 매우 중요한 요소임을 확인할 수 있었다.

VI. 결 론

참 고 문 헌

디지털 방송방식의 도입에 앞서 실험방송 시스템 구축으로 DTV방송을 위한 송출 장비의 구성과 성능을 검증하였으며, 필드테스트를 수행함으로써 기존의 NTSC와의 비교를 통한 예상 서비

[1] ATSC, Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard, Oct 4, 1995.
 [2] W. Zou, Y.Wu and M. Guillet,

- "Analysis of ATV Transmission Subsystem Field Test Data," IEEE Trans. On Broadcasting, Vol 42. No 1, Mar. 1996
- [3] M. McKinnon et al., "Tribune/WGN DTV field test," Tribune broadcasting, June 1998.
- [4] G. Sgrignoli, "Preliminary DTV Field Test Results And Their Effects on VSB Receiver Design," Preliminary ICCE99 Conference Paper, Aug. 1999.
- [5] DVB project office, "DVB-T field trials around the world," <http://www.dvb.org/resources/framesets/publications-fr.html>
- [6] G. Sgrignoli, "ATSC Field Test Vehicle Design Information," Zenith Technical Paper, Nov. 15, 1998.
- [7] G. Sgrignoli, "Model HDTV Station Project General Field Test Plan for Digital Television Propagation," Zenith Technical Paper, July 21, 1999.
- [8] W. Husak(ATTC), E. Helm(OPB), "Design and Construction of a Commercial DTV On-Channel Repeater," ATTC, Apr. 2000.

저자 소개



陸河均

1957년 10월 28일생, 1980년 2월 서울대학교 전기공학과 학사, 1982년 8월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사, 2000년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사, 1982년 8월~현재:

KBS 기술연구소 선임연구원, 1992년 9월~1995년 6월: 무궁화위성(Koreasat) 탑재체(payload) 현장훈련(OJT) 파견연수(영국, 미국), <주관심 분야: 디지털 TV 방송, RF 및 전송시스템, 위성방송>



徐永宇

1971년 9월 12일생, 1995년 2월 서울대학교 제어계측공학과 학사, 1997년 2월 서울대학교 제어계측공학과 석사, 1997년 3월~2001년 11월 현재: KBS 기술연구소 연구원, <주관심 분야:

디지털 TV 전송기술, 데이터방송, 멀티미디어 방송>