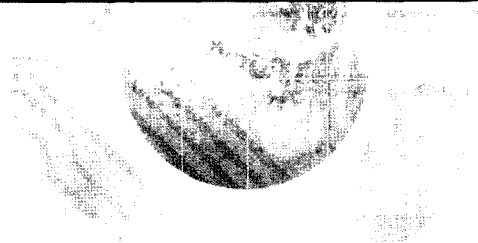


# 지상파DTV 현장비교시험 결과

□ 이 완 기 / (주)문화방송 방송인프라국 DTV기술팀



## 요 약

미국지상파방송방식 ATSC의 전송방식(8-VSB)과 유럽지상파방송방식 DVB-T의 전송방식(COFDM)에 대한 현장비교시험이 서울을 비롯한 수도권 일원에서 2001년 9월 18일부터 2001년 11월 28일까지 약 3개월에 걸쳐 실시되었다. 이 시험에서는 도심지, 방사선, 원거리, 계층변조, 실내수신, 이동수신 등 6가지 유형에 대해 측정이 수행되었다. 측정결과, 유럽식이 미국식에 비해 모든 측정 유형에서 우수한 성능을 보였다. 산악이 많고 도시에 건물이 밀집되어 다중경로간섭의 영향이 큰 한국의 환경에서는 유럽식이 더 적합한 방식임이 이 시험을 통해 입증되었고, 특히 이동수신의 경우 미국식은 거의 수신이 불가능한데 비해 유럽식은 표준화 질에서 95%이상, 상당히 높은 고화질에서 70%이상의 수신율을 보여 미래의 새로운 서비스에 대한

적응성에서도 유럽식이 우수한 것으로 평가되었다.

핵심어-DTTB, 디지털TV, ATSC, DVB-T, 현장 비교시험

## I. 서 론

현재 지상파DTV 전송방식은 미국방식(ATSC, Advanced Television Standard Committee)[1]으로 대표되는 VSB(Vestage Side Band)계열과 유럽방식(DVB-T, Digital Video Broadcasting-Terrestrial)[4]을 주축으로 하는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex)계열로 대별되며, 각 진영 모두 영향권을 넓히기 위해 유,무형의 노력을 기울이고 있다.

우리나라는 정부 주도로 1997년에 미국방식을 채택한 바 있으나, 방식을 결정된 후 호주, 싱가포르,

브라질, 홍콩, 미국, 대만 등 여러 나라에서 방식간 현장비교시험이 행해졌으며, 그 결과는 미국 MSTV/NAB에서 실시한 시험을 제외하고 모든 시험에서 유럽방식이 우세를 나타냈다. 그러나 이러한 동향과 외국의 사례는 그 나라의 지형적 특성과 환경에 따라 다른 결과를 도출할 수 있다는 점에서 참고할 수는 있지만 방식선택의 결정적 기준으로 활용할 수는 없다. 따라서 우리나라에서도 우리의 지형과 환경 그리고 시청자들의 기대와 요구에 적절한 방식이 무엇인가를 선별하기 위한 근거 자료를 만들 필요가 있으며 그런 점에서 현장비교시험은 불가피하다고 할 것이다.

이러한 상황 인식에서 '한국방송기술인연합회'는 2000년 7월, 정보통신부에 공문을 보내 비교시험의 실시를 촉구하였다. 이후 이 문제는 국회 및 방송위원회 공청회 등 여러 차례의 토론을 거치면서 사회적으로 공론화되었다. 디지털지상파TV방식의 논란을 주시하여 오던 문화방송은 비교시험 수행을 위한 제안서를 발표하고 방송정책을 관장하는 방송위원회는 비교시험에 필요한 소요예산의 50%를 지원하기로 결정하였다. 그 후 문화방송은 정보통신부와의 기술적인 의견 조율을 거쳐 2001년 9월 18일부터 도심지 측정을 시작으로, 2001년 11월 28일까지 약 72일 동안 도심지 88개 지점, 방사선 81개 지점, 원거리 5개 지점, 실내 31 가옥, 계층수신 등 5가지 유형의 총 206개 사이트를 측정하였고 10개 주요도로에 대한 이동수신 측정을 실시했다.

이번 비교시험은 세계적으로 논란이 되고 있는 DTV변조방식에 대해 복수 반송파 기법을 사용하는 DVB-T 방식과 단일 반송파 기법을 사용하는 ATSC방식 사이의 상대적 비교 우위를, 실험실이라는 제

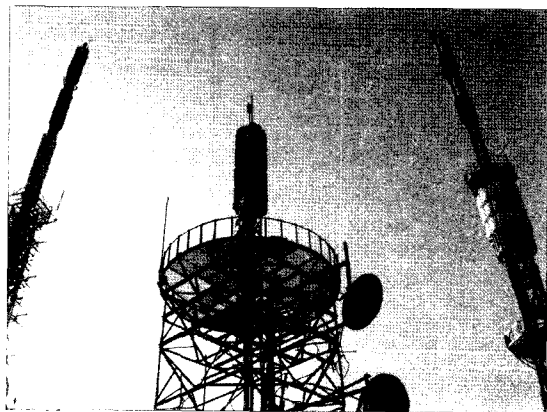
한된 환경이 아닌, 산악 지형과 고층 밀집 건물이 많은 우리나라의 실질적인 수용자 환경에서 객관적으로 확인하는 것이 일차적 목적이다. 또한 디지털 정보화 사회를 맞으면서 디지털방송이 지향해야 할 발전적 서비스 모델을 면밀하게 점검하는 것도 이번 시험의 큰 과제다.

이 논문의 주요구성은 다음과 같다. 2장에서는 송신설비, 측정시스템 등 비교시험용 시스템 구축에 관해 설명한다. 3-8장에서는 도심지, 방사선, 원거리, 실내수신, 이동수신, 계층변조 순으로 세부측정환경과 결과를 다룬다. 9장에서는 얻어진 결과에 대해 분석을 행하며, 10장에서 결론을 맺는다.

## II. 시스템 구성

### 1. 송신환경

비교시험을 위해 양 방식 신호의 송신은 서울시 소재한 관악산 송신소에서 CH14(470-476MHz)를 이용하여 행해졌다(참조:〈그림 1〉). 송



〈그림 1〉 비교시험용 송신 안테나의 외관 (중간 : CH14비교시험용)

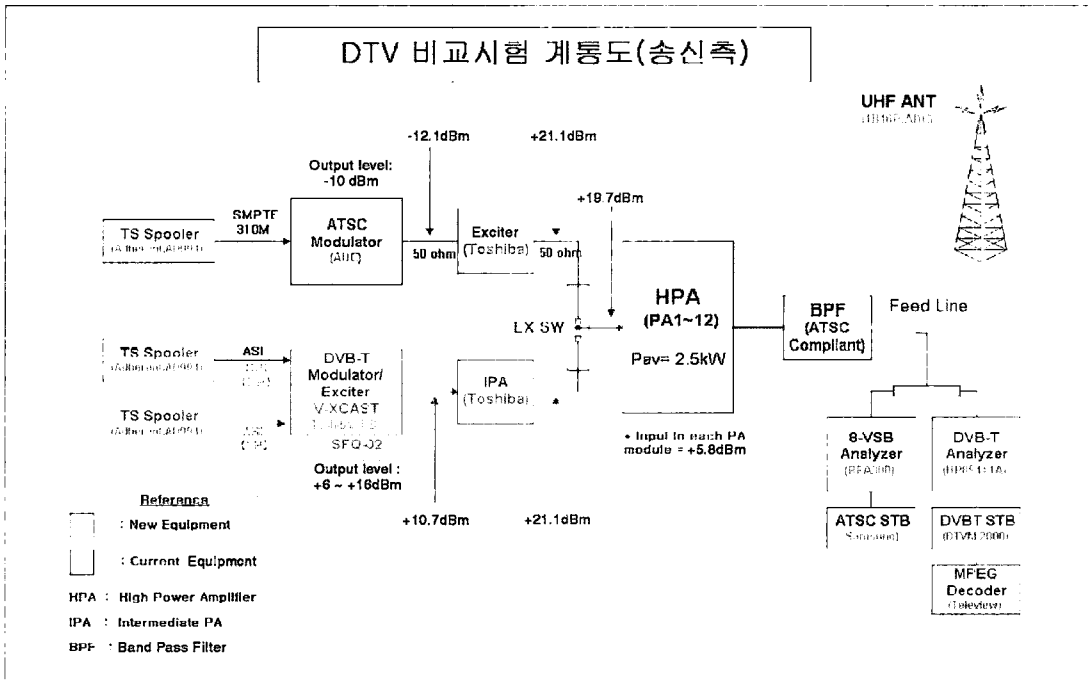
신안테나는 4단 4면으로 안테나 이득은 약 10dB이다. 송신하기 위한 제반 설비는 2000년에 도입한 ATSC용 송신 설비의 일부를 개조하여 사용하였다. 송신기와 안테나는 양 방식에 대해 공히 사용되고 초단의 변조기 만을 양 방식에 맞게 시간적으로 교체하여 사용하였다.

비교시험 결정 당시 관악산에서는 방송3사가 미국방식으로 DTV 시험전과를 송신 중이었다. 이 중 문화방송이 보유한 송신설비를 개조하여 양 방식간 신호를 시간적으로 교번 송신함으로써 방식간 상대적인 비교시험을 행하였다. 즉 전력증폭부(High power Amplifier), 채널필터 등 중추장비는 기존 ATSC형 보유분을 그대로 사용하고 안테나, 여진 증폭부(Exciter), 변조부(유럽/미국방식), 디지털 스트림 재생부 등 일부장비 만을 추가 구입하여 비

교시험에 사용하였다. 비교시험에 사용된 송신설비의 자세한 구성은 <그림 2>에 나타나 있다. RF 송신 설비에 대한 기술적인 파라미터는 <표 1>에 요약 정리 하였다.

<표 1> 송신RF신호의 기술적 규격

항목	특성값	비고
채널 및 주파수	UHF 14	470-476(MHz)
편파	수평	
송신점 높이	646.8(m)	
송신빔 지향각	2.5°	
Null Point 위치	9(Km)	
송신기 출력	2.5(kW)	평균전력
총이득(송신급전선+안테나)	8.25(dB)	=9.6-0.8-0.55
안테나 이득	9.60(dB)	최대방향
송신 급전선 손실	0.80(dB)	70m
기타 손실	0.55(dB)	
유효방사전력	16.7(kW)	=2.5(kW)×6.68



<그림 2> 비교시험용 송신 설비의 구성도

<표 2> 비교시험에서 사용된 양 방식의 기술적인 파라미터

시스템 비교항목	미국방식 (ATSC)	유럽방식 (DVB-T)				
		Mode 1 (DVB-T 19.76)	Mode 2 (DVB-T 17.56)	Mode 3 (DVB-T 13.17)	Mode 4 (DVB-T 8.78)	Mode 5 (DVB-T 4.39)
영상 압축	MPEG-2 (MP@HL)	MPEG-2 (MP@HL)			MPEG-2 (MP@ML)	
오디오 압축	AC 3					
다중화	MPEG 2					
Outer coder	RS(208,188)	RS (204,188)				
Inner coder	Trellis(2/3)	Conv.(3/4)	Conv.(2/3)	Conv.(3/4)	Conv.(1/2)	Conv.(1/2)
변조방식	8-VSB	OFDM			16QAM	QPSK
		64QAM				
보호구간	1/16					
RF대역	6 MHz					
데이터 전송율 (Mbps)	19.39(단일)	19.76	17.56	13.17	8.78	4.39
측정 유형	실외고정/	실외고정(8K)	실외고정(8K)	계층고정(8K)	--	계층이동(8K)
	실내/이동	실내(8K) 이동(2K)	실내(8K) --	이동(2K)	이동(2K)	이동(2K)

검하기 위해 행  
해졌으므로, 절  
대적인 수치보  
다는 상대적인  
수치비교를 위  
주로 해석하여  
야 한다.

2) 수신성공  
판정기준  
각 측정 지점  
에서의 판정 기  
준은 재생화면  
을 대상으로 하

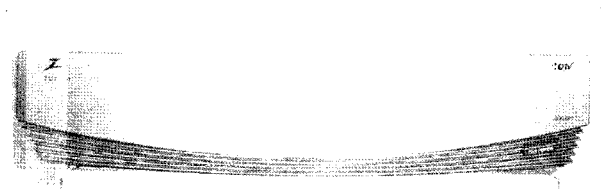
또 비교시험에 사용된 시스템의 설정 파라미터는  
(표 2)에 정리하였다.

는 주관적인 평가와 수신기의 파라미터 값에 의존  
하는 객관적인 평가를 병행하였다. 즉 정해진 측정  
시간 동안 화면의 재생이 완벽하고 수신기에서 보

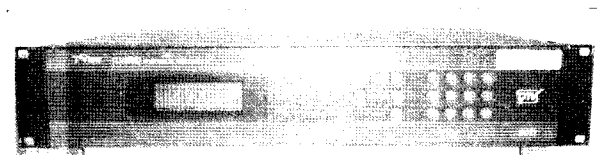
2. 수신환경

1) 수신기의 성능

측정에 사용된 수신기로는, 유럽 방식  
인 경우 영국 Broadcast Technology사  
의 DTVM2000<sup>TM</sup> 모델을, 미국방식 수신  
기는 LG/zenith사의 ADS2001<sup>TM</sup> 모델  
을 사용하였다. 사용된 수신기의 외관  
은 <그림 3>과 <그림 4>에 나타나 있다.  
백색잡음과 단일 에코 및 다중경로 환  
경에서 수신기가 갖는 기본적인 성능  
은 간이 실내 실험을 통해 얻었으며 그  
결과는 <표 3>과 <표 4>에 나타나 있다.  
이 결과치는 완벽한 실험환경이 아니  
고, 계측기의 측정오차가 있는 상태에  
서 수신기의 기본적인 동작상태를 점



<그림 3> 비교시험에 사용된 미국방식(ATSC) 수신기의 외관



(a) MPEG Decoder



(b) 수신기

<그림 4> 비교시험에 사용된 유럽방식 DVB-T 수신기의 외관

〈표 3〉 비교시험에 사용한 수신기의 성능 (AWGN환경)

Receiver	ATSC (LG "ADS2001")			DVB-T (64QAM, R=3/4, 8K) (BT "DTVM2000")	
	#1	#2	#3	#1	#2
	LDRST 00001	LDRST 00002	LDRST 00003	DT 2060010	DT 2060012
Minimum RF level (dBm)	-83.5	-82.7	-83.3	-78.1	-78.5
C/N (dB) at TOV in AWGN	-15 dBm	16.4	16.3	15.9	18.8
	-28 dBm	15.8	15.9	15.8	18.8
	-53 dBm	16.0	15.9	15.9	18.8
	-68 dBm	16.1	16.1	16.1	19.2

※ 측정 환경에 따른 오차가 있을 수 있음.

〈표 4〉 비교시험에 사용한 수신기의 성능 (다중경로간섭 환경)

Receiver	ATSC (LG "ADS2001")			DVB-T (64QAM, R=3/4, 8K) (BT "DTVM2000")	
	#1	#2	#3	#1	#2
	LDRST 00001	LDRST 00002	LDRST 00003	DT 2060010	DT 2060011
ATTC A	17.4	17.4	17.5	19.9	19.9
ATTC B	17.1	17.2	17.2	20.1	20.1
ATTC C	17.2	17.2	17.2	20.2	20.2
ATTC D	17.4	17.4	17.4	20.1	20.2
ATTC E	17.0	17.0	17.0	19.9	19.9
ATTC F	17.2	17.2	17.2	20.3	20.3
ATTC G	17.5	17.5	17.5	20.3	20.3
EASY3	X	X	X	23.2	23.2
PT ECHO	22.6	22.5	22.7	22.2	22.2
SFN ECHO	X	X	X	22.1	22.2
RC12ANXB	16.4	16.4	16.5	19.7	19.7
RL12ANXB	X	X	X	23.2	23.2
TU3	X	X	X	29.3	29.6
HT100	X	X	X	X	X

X : 수신불가.  
 † 다중경로 모델의 상세한 사항은 자료(23)을 참조.

※ 측정 환경에 따른 오차가 있을 수 있음.

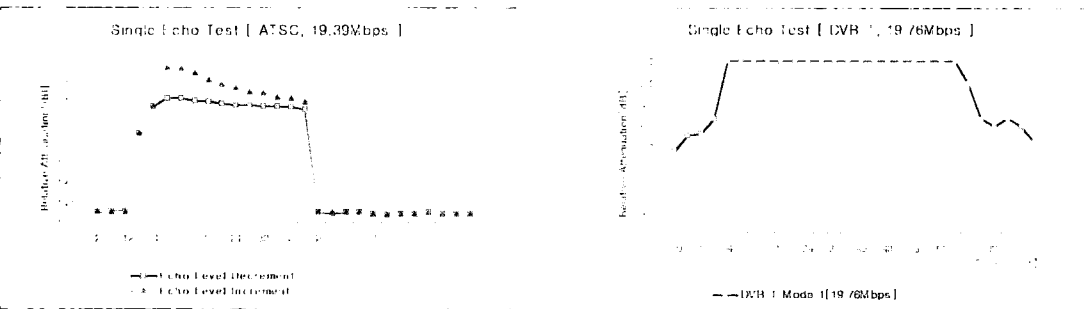
여주는 객관적인 수치도 기준을 만족할 때 수신 가능이라고 판정하였다. 객관적인 평가를 위해서는 ATSC 방식의 경우 SER이 2.5H이하[2] 일 때를, DVB-T방식의 경우는 비터비 복호화부 후단에서의 BER이  $3 \times 10^{-3}$  이하 [18]일 때를 수신성공의 기준으로 삼았다.

### Ⅲ. 실외 고정 수신 (도심지)

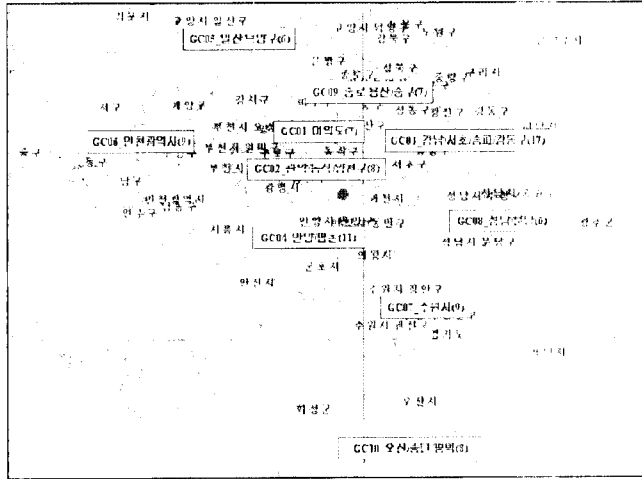
#### 1. 측정개요

고층건물이 밀집하고 차량통행이 빈번한 도심지역에서는 수신전계가 약해지고 다중경로 간섭이 심하게 발생한다. 이러한 도심지 환경에서 ATSC와 DVB-T의 수신성능과 특성을 살펴보았다.

관악산 송신소를 중심으로 반경 약 50km이내의 수도권지역에서 인구분포와 건물의 밀집상황 등을 고려하여



〈그림 5〉 비교시험에 사용한 수신기의 단일에코 특성(왼쪽:ATSC, 오른쪽:DVB-T)



〈그림 6〉 도심지 측정에서의 측정사이트 분포

총 88개 측정사이트를 선정하였다(그림 6).

측정은 2001년 9월 18일에 시작하여 11월 2일 완료되었다. 그러나 측정차량을 KBS에 일정기간 반납하고 측정차 안테나 마스트를 수리하는 시간을 제하면 실제 측정은 약 23일 동안 실시된 셈이다.

## 2. 측정결과

### 1) 수신성공률

수신성공률에서 DVB-T Mode 1이 ATSC보다

〈표 5〉 도심지 측정 수신성공률

구분 (총 88 사이트)	수신 안테나 높이	ATSC (19.39Mbps)	DVB-T Mode 1 (19.76Mbps)	DVB-T Mode 2 (17.56Mbps)
수신성공률 (%)	9m	72.7	84.1	86.4
	4m	70.5	89.8	90.9

〈표 6〉 도심지 측정 수신용이성

구분 (총 704 분면)	수신 안테나 높이	ATSC (19.39Mbps)	DVB-T Mode 1 (19.76Mbps)	DVB-T Mode 2 (17.56Mbps)
수신성공률(%) [수신각도]	9m	38.4 (= 138도)	66.2 (= 238도)	74.9 (= 270도)
	4m	29.8 (= 107도)	60.7 (= 218도)	71.9 (= 259도)

9m와 4m에서 각각 11.4% 포인트, 19.3% 포인트 만큼 높게 나타나, DVB-T가 ATSC보다 우수하였다.

### 2) 수신용이성

수신용이성에서 DVB-T Model이 ATSC보다 9m와 4m에서 각각 27.8% 포인트, 30.9% 포인트 만큼 높게 나타나, DVB-T가 ATSC보다 수신용이성이 훨씬 용이함을 알 수 있다.

### 3) 수신 마진

수신 마진은 대체적으로 ATSC가 DVB-T에 비해 다소 우세한 것으로 나타났다. 그러나 ATSC의 경우 전계강도가 충분함에도 불구하고 다중경로 간섭으로 인해 수신에 실패하여 수신마진이 0인 사이트가 다수 발생하였다. 이에 반해 DVB-T는 전계가 보장되면 대부분 수신에 성공하였다.

### 4) 분석

#### ◆ 수신에 성공한 사이트의 최저 수신전계강도

- ATSC : 50.01 (dB  $\mu$ V/m) (GC0706-수원종합운동장)
- DVB-T : 48.27 (dB  $\mu$ V/m) (GC0609-인천시 옥련동)
- 수신실패 원인  
수신전계, 대역 내외의 방해전파, 다중경로 간섭 등이 주요 원인 이었다. ATSC의 경우는 수신전계강도가 충분함에도 불구하고 다중경로 간섭으로 인해 수신에 실패한 현상이 자주 일어났다.

◆ 방해전파 발생

여러 사이트에서 DTV CH14 대역내외에 방해전파가 발견되었다. ATSC와 DVB-T 모두 방해전파로 인해 수신성능이 저하되거나 심한 경우는 수신이 불가능하였다.

〈표 8〉 방사선측정 송신소와의 거리별 수신성공률

수신성공률(%) 송신소와의 거리	ATSC		DVB-T Mode 1		DVB-T Mode 2	
	9m	4m	9m	4m	9m	4m
0 ~ 10km	90.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
10 ~ 20km	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
20 ~ 30km	93.8	87.5	87.5	87.5	93.8	87.5
30 ~ 40km	75.0	66.7	75.0	66.7	75.0	75.0
40 ~ 50km	64.7	64.7	70.6	64.7	70.6	64.7
50 ~ 60km	60.0	40.0	60.0	20.0	60.0	40.0

#### IV. 실외 고정 수신 (방사선)

〈표 9〉 방사선측정 수신용이성

구분 (총 648 분면)	수신 안테나 높이	ATSC (19.39Mbps)	DVB-T Mode 1 (19.76Mbps)	DVB-T Mode 2 (17.56Mbps)
수신성공률(%) (수신각도)	9m	47.5 (=171도)	64.0 (=231도)	68.8 (=248도)
	4m	38.9 (=140도)	54.9 (=198도)	62.5 (=225도)

##### 1. 측정개요

산이나 기타 지형지물에 의해 전파 경로가 차단 및 왜곡되는 현상이 심하게 발생하는 우리나라 지형환경에서 DTV신호가 송신소로부터 어떠한 경향으로 전파되어 가는지를 조사하고, ATSC와 DVB-T의 수신성능을 비교하였다.

관악산 송신소를 중심으로 파주, 포천, 양평, 이천, 천안, 화성, 인천, 강화 등 8개 방향을 선정하여 반경 60km 범위 내에서 주요 간선도로를 따라 약 5km 간격으로 총81개 측정사이트를 선정하였다.

측정은 11월 5일에 시작하여 11월 25일에 완료되어 약 21일 동안 실시되었다.

##### 2. 측정결과

###### 1) 수신성공률

수신성공률에서 ATSC와 DVB-T는 9m와 4m에서 각각 비슷한 수신성공률을 나타내었다. 송신

소와의 거리가 멀어짐에 따라 수신성공률이 낮아지는 현상을 보였으며, 이는 높은 산에 의해 DTV 신호가 차단 및 왜곡되어 수신전계강도가 약해지기 때문이다.

###### 2) 수신용이성

수신성공률에서는 양 방식이 큰 차이가 없었지만 수신용이성에서는 DVB-T Mode 1이 ATSC보다 9m, 4m에서 각각 16.5% 포인트, 16% 포인트 만큼 높아, DVB-T가 ATSC보다 수신이 용이함을 알 수 있다.

###### 3) 수신마진

수신 마진은 대체적으로 ATSC가 DVB-T에 비해 다소 우세한 것으로 나타났다.

###### 4) 분석

◆ 최저 수신성공 전계강도

- ATSC : 44.21 [dB $\mu$ V/m] (R0408 - 광주군 실촌면 실촌리)
- DVB-T : 44.73 [dB $\mu$ V/m] (R0408

〈표 7〉 방사선측정 수신성공률

구분 (총81 사이트)	수신 안테나 높이	ATSC (19.39Mbps)	DVB-T Mode 1 (19.76Mbps)	DVB-T Mode 2 (17.56Mbps)
수신성공률(%)	9m	81.5	82.7	84.0
	4m	77.8	75.3	79.0

-- 광주군 실촌면 실촌리)

◆ 수신실패 원인

수신전계, 대역 내외의 방해전파, 다중 경로 간섭 등이 복합적으로 작용하였다.

◆ 방해전파 발생

도심지측정과 마찬가지로 방사선측정 과정에서도 여러 사이트에서 DTV CH14 대역내외에 방해전파가 발견되어 DTV수신에 장애를 주었다.

〈표 10〉 원거리측정 수신성공률

구분 (총 5 사이트)	수신 안테나 높이	ATSC (19.39Mbps)	DVB-T Mode 1 (19.76Mbps)	DVB-T Mode 2 (17.56Mbps)
수신성공률 %	9m	60.0	60.0	60.0
	4m	60.0	60.0	60.0

### V. 실외 고정 수신 (원거리)

#### 1. 측정개요

DTV신호가 지형지물 등 장애물이 없는 경우 어느 정도 거리까지 수신이 가능한지를 ATSC와 DVB-T의 수신성능 비교관점에서 살펴보았다.

관악산 송신소로부터 거리가 약 70~100km인 지역중 전파경로가 평탄한 지형으로 DTV신호가 방해 없이 전달될 수 있다고 여겨지는 충청남도 아산시, 예산군 및 태안군 일대에서 시범적으로 5개 사이트를 선정하였다.

방사선 측정이 끝난 직후 11월 26일과 11월 27일 2일간 측정하였다.

#### 2. 측정결과

ATSC와 DVB-T 모두 9m와 4m에서 3개 측정사이트에서 수신에 성공하였고 2개 측정사이트에서는 낮은 수신전계강도로 인해 수신에 실패하였다. 원거리환경에서 양방식의 수신성능은 비슷하였다

### VI. 실내 고정 수신

#### 1. 개요

우리나라의 실내 전파환경에서 무지향성과 지향성 실내 안테나를 사용하여 ATSC와 DVB-T의 수신성능을 비교하였다. 또한 실내수신환경에서 신호세기, 다중경로 간섭, 잡음 등에 의한 수신성능의 변화 데이터를 수집하여 서비스 가능성을 파악하였다.

측정 사이트는 서울, 인천, 경기도 지역의 인구분포를 고려하여 관악산 송신소 반경 30km 이내에서 주로 선정하였으며, 일부 원거리 지점을 포함하여 총 31개 지점을 선정하였다. 측정 사이트의 건물 종류는 아파트, 단독주택, 빌딩 등을 포함하였다.

측정은 2001년 10월 8일부터 11월 9일까지 약 한달 동안 실외고정수신과 병행하여 실시하였다.



〈그림 7〉 실내수신 측정 지점



## 2. 측정결과

### 1) 가구 수신율

DVB-T Mode 1이 ATSC보다 무지향성안테나에서 19.4% 포인트, 지향성안테나에서 12.9% 포인트 만큼 가구수신율이 높았다. DVB-T가 ATSC보다 무지향성 안테나와 지향성안테나에서 모두 우수한 수신성능을 나타냈다.

### 2) Point수신율

측정결과, DVB-T Mode 1이 ATSC 보다 무지향성안테나에서 24.5% 포인트, 지향성안테나에서 13.6% 포인트 만큼 수신율이 높았다. 이는 가구 수신율의 차이보다 훨씬 높은 것으로 실제 실내환경에서는 안테나를 설치할 수 있는 위치가 제한적이라는 현실을 고려할 때 중요한 의미를 가진다.

### 3) 수신용이성

DVB-T Mode 1은 ATSC보다 16.9% 포인트 만

큼 수신용이성이 높은 것으로 나타났다. 디지털 TV 시대에는 휴대수신, 이동수신, PC수신카드 수신 등 다양한 형태의 수신을 할 것이 예상되므로 수신용이성은 중요한 의미를 갖는다.

### 4) 분석

ATSC의 경우, 고층이나 저층 모두에서 수신 가능한 전계강도가 확보되더라도 다중경로 간섭이 심한 곳에서는 수신이 어려웠으며, 실내에서 사람이 움직여도 영향을 받는 것으로 나타났다. 이에 반해서 DVB-T는 다중경로 간섭에 거의 영향을 받지 않았고 수신전계만 확보되면 대부분 수신에 성공하는 경향을 나타냈다.

실내 수신에서 다중경로 간섭은 주로 지형지물에 의해서 결정되는 것으로, 향후 고층 아파트와 고층 빌딩이 많아지면 다중경로 간섭으로 인한 실내에서의 수신장애는 더욱 심해질 것으로 예상된다. 또 실내에서 움직이는 사람 등에 의한 동적 다중경로 간섭도 무시할 수 없다.

〈표 11〉 가구 수신율 비교

구분 (총31 사이트)	수신 안테나 종류	ATSC (19.39Mbps)	DVB-T Mode 1 (19.76Mbps)	DVB-T Mode 2 (17.56Mbps)
수신성공율 (%)	무지향성	51.6	71.0	77.4
	지향성	67.7	80.6	83.9

〈표 12〉 Point 수신율 비교

구분 (총155 포인트)	수신 안테나 종류	ATSC (19.39Mbps)	DVB-T Mode 1 (19.76Mbps)	DVB-T Mode 2 (17.56Mbps)
수신성공율 (%)	무지향성	25.8	50.3	60.0
	지향성	57.4	71.0	77.4

〈표 13〉 수신용이성 비교

구분 (총1240 분면)	ATSC (19.39Mbps)	DVB-T Mode 1 (19.76Mbps)	DVB-T Mode 2 (17.56Mbps)
8분면 수신성공율(%)	37.8	54.7	62.4
8분면 수신가능범위(도)	136	197	225

## Ⅶ. 실외 이동 수신

### 1. 개요

차량속도, 도로환경 등 전파환경이 순시적으로 변화하는 이동차량에서 ATSC와 DVB-T의 수신성능을 비교하여 디지털 지상파방송의 이동 서비스 가능성을 점검하였다. 또한 DVB-T 방식의 데이터 전송율 변화에 따른 수신성능의 차이를 살펴보았다

관악산송신소를 중심으로 반경

〈표 14〉 이동수신 측정구간

측정구간	측정구간 설명
M 1	여의도 (MBC · KBS별관 · 서울교 북단 · 여의도 중소기업전시장)
M 2	1번국도 (경기도 태안 ~ 오산 ~ 송탄)
M 3	영동대로 (영동대교 남단 ~ KOEX ~ 일원터널 입구)
M 4	강변북로 (원효대교 북단 ~ 한남대교 ~ 영동대교 북단)
M 5	올림픽대로 (여의도 63빌딩 IC ~ 성산대교 ~ 발산 IC)
M 6	42번국도 (시흥시 신천동 ~ 시흥시 목감 IC)
M 7	경인고속도로 (부평IC ~ 도화 IC ~ 고속도로 종점)
M 8	테헤란로 (잠실종합운동장 ~ 2호선 강남역 ~ 2호선 서초역)
M 9	경부고속도로 (한남대교 북단 ~ 서초IC ~ 양재 IC)
M10	강북 지역 (광화문 세종문화회관 ~ 시청 ~ 서울역 ~ 안강대교 북단)

40km이내에서 도심도로, 주요간선도로, 고속도로, 국도 등 10개의 측정구간을 선정했다. (표 14) 참조) 이동수신 시험은 10월 27일부터 11월 1일까지 6일간에 걸쳐 실시되었다. 이동속도는 도로의 교통흐름을 따랐으며 최고속도는 시속 약 100km에 달했다.

## 2. 측정결과

### 1) 수신성공률

측정구간별 측정소요시간에 가중치를 두어 계산한 평균수신율은 (표 15)와 같이 DVB-T Mode 1이 70.2%이고 ATSC는 15.5%로 DVB-T가 훨씬 우수하였다. DVB-T Mode 3은 86.6%, DVB-T Mode 4는 95.5%, DVB-T Mode 5는 95.6%로 매우 양호한 수신상태를 보였다.

### 2) 분석

DVB-T의 수신상태는 이동속도보다는 수신전계

강도에 의해 좌우되었다. DVB-T Mode 1의 수신성공률은 70.2%에 달해 송,중계소가 확충될 경우 고화질 이동서비스의 가능성을 보여주었다.

ATSC는 모든 측정구간에서 이동중의 수신상태가 매우 불량하였다. 특히 수신성공률이 수신차량의 정지 시간 비율인 16%에도 미치지 못하여 이동중에는 수신이 거의 불가능한 것으로 나타났다.

## VIII. 계층 변조 수신

### 1. 개요

미국방식은 고정 수신을 목표로 개발되었기 때문에 19.39Mbps의 단일 데이터 양을 전송하고 있고, 이로 인해 휴대수신이 어렵고 이동 수신이 불가능한 것으로 알려져 있다.

이에 반해 유럽방식은 23.75(Mbps)의 고화질부터 3.73(Mbps)의 표준화질까지 시청자의 시청 환경에 맞게 120가지를 조합하여 방송할 수 있는 장점이 있다. 이외에도 고정과 이동환경에 있는 시청자에게 각각 고화질 및 표준화질을 동시에 서비스할 수 있는 계층변조(hierarchical modulation) 기능을 제공하고 있다.

이 계층변조 기능은 1999년 미국의 Sinclair 방송사가 NAB에서 시연하여 방송 전문가들의 주목을 받은 바 있다. 이번 시험에서는 미국에서의 시연과 동일한 송신환경을 구축하여 우리나라 환경에

〈표 15〉 이동수신 측정의 평균 수신성공률

측정모드	DVB-T				
	ATSC	Mode 1	Mode 3	Mode 4	Mode 5
	19.39Mbps	19.76Mbps	13.17Mbps	8.78Mbps	4.39Mbps
수신성공률 (%)	15.5	70.2	86.6	95.5	95.6

서 계층변조 기능의 적응성 정도를 확인하였다.

즉 화질이 좋은 LP(Low priority) 프로그램과 이동 수신 성능이 좋은 HP(High priority) 프로그램을 동시에 수신하면서 차량속도에 따른 HP 프로그램의 수신성능을 집중점검하였다.

계층수신을 도입할 경우, 시청자는 고정수신 상태에서 고화질의 방송을, 이동수신 상태에서는 표준화질(SD)의 방송을 서비스 받을 수 있는 장점이 있다.

## 2. 측정결과

고화질급의 고정수신 및 표준화질의 이동수신이 동시에 가능하였다. DVB-T LP프로그램(13.17 Mbps)은 9m의 ANT 높이에서 8방향 모두 수신 성공하였고, DVB-T HP 프로그램(4.39Mbps)은 여의도, 올림픽대로, 강변북로 등의 구간에서 99.4%의 수신 성공율을 보였다.

## IX. 시험결과 분석

전체 관악산 방송구역 내에서 90%의 인구가 밀집되어 있는 도심지의 경우 안테나 높이 9m, 4m를 합친 평균수신율은 유럽방식이 86.9%, 미국방식이 71.6%로 15% 포인트의 큰 차이를 나타냈다. 이는 미국방식으로 방송을 할 경우 통계적으로 수도권 460만 가구 중 약 70만의 난시청 가구(4인 가족 대비 280만 명)가 더 발생할 수 있다는 점에서 중대한 의미를 갖는다.

수도권 내 빌딩, 아파트, 단독주택 등 31개 사이트에서 실시한 실내수신 시험에서는 무지향성과 지향성 안테나의 수신율을 합친 평균 가구수신율이 유럽방식 75.8%, 미국방식 59.7%로 약 16% 포인

트의 격차를 보였으며 한 사이트 당 5개 포인트씩 총 155개 포인트를 측정한 평균 포인트 수신율의 차는 19% 포인트로 가구 수신율보다 더 큰 차이를 보였다. 특히 무지향성 안테나를 사용한 경우, 유럽방식이 가구수신율에서 19.4% 포인트, 포인트 수신율에서 24.5% 포인트의 큰 차이로 우세를 보였는데 이는 휴대수신이나 이동수신을 고려할 때 주목해야할 부분이다.

방사선 측정의 경우 안테나 높이 9m와 4m의 평균수신율은 유럽식이 79%, 미국식이 79.65%로 비슷한 수신율을 보였다. 이것은 미국식이 상대적으로 거리에 따른 전계효율이 좋고 방사선에서는 도심지에 비해 다중경로 간섭이 훨씬 줄어든 때문인 것으로 분석된다. 그러나 수신 범위에서는 역시 유럽식이 안테나 높이 9m와 4m에서 각각 16.5% 포인트, 16% 포인트 우세를 보여 미국식은 방사선에서도 약한 수신 용이성의 결과를 나타내었다.

DTV신호가 얼마나 멀리까지 수신되는지를 점검하기 위한 원거리 시험은 송신점으로부터 70km이상 떨어진 5개 포인트에서 실시되었는데 양 방식이 비슷한 수신율을 보였고 송신점으로부터 100km 이상 떨어진 곳에서도 모두 수신이 잘되어 현재의 DTV전계는 양 방식 모두에 문제가 없는 것으로 판단된다.

수신의 용이성 측면에서도 모든 측정항목에서 유럽식이 큰 차이로 미국식을 앞섰고 특히 도심지의 경우 9m, 4m를 합쳐 평균 29% 포인트가 넘는 격차를 보였다. 이는 향후 지상파방송이 휴대수신, PC카드에 의한 수신 등 장소와 환경에 구애받지 않고 어떤 방향에서나 수신되어야 하고 간단한 무지향성 안테나로도 수신되어야 한다는 수신패턴의 변화추세를 감안할 때 관심을 집중해야 할 사항이다.

이동수신의 경우 유럽식은 8.78Mbps와

4.39Mbps의 표준화질에서는 95%가 넘는 높은 수신율을 보였고 19.76Mbps와 13.17Mbps의 고화질에서도 각각 70%, 86%의 수신율을 보여 이동체를 대상으로 한 서비스가 가능함을 입증하였다. 이번 시험에서 이동수신은 관악산에 위치한 하나의 송신기로 반경 40km 이내의 수도권 상당지역을 커버한 것으로 보아 현재 수도권 내의 남산과 용문 송신소 및 중계기를 활용하면 이동 서비스는 상용화가 가능할 것으로 판단된다. 이번 이동수신 시험에서는 우리 나라 도로환경 상 높은 속도를 낼 수는 없었으나 시속 80km, 90km이상에서도 유럽방식의 수신이 잘 되는 것으로 보아 상용속도에는 크게 영향을 받지 않는 것으로 평가되었다.

유럽방식의 고화질(19.76Mbps) 이동수신 시험에서는 표준화질에 비해 상대적으로 낮은 수신율(70%)을 보였으나 이는 낮은 데이터전송률로도 고화질을 구현하는 압축기술의 발달 추세로 볼 때 점진적으로 해결될 것이라고 분석된다. 이에 비해 미국방식의 이동수신율은 15.8%에 그쳤으며 그나마 측정 총시간(15시간 33분 40초)에 대한 정지시간(2시간 27분 36초)의 비율이 16%인 것으로 보아 이동 중에는 거의 수신이 안되는 것으로 분석되었다. 특히 미국방식은 속도변화에 민감하고 무지향성 안테나에 약하며 SFN이 불가능해 수신율에 관계없이 이동서비스는 불가능한 것으로 평가되었다.

계층수신 시험은 8k 모드를 사용하여 정지된 측정차 내에서 13.17Mbps의 데이터전송률로 8방향 모두를 수신하였으며 이동 중의 차량에서는 4.39Mbps의 데이터전송률로 99%의 수신율을 보여 8k 모드에서도 이동수신은 가능하며 고화질과 표준화질을 동시에 서비스하는 다중서비스의 기술적 가능성을 보여 주었다.

## X. 결 론

이번 비교시험은 그 동안 논란이 되어왔던 여러 가지 쟁점들에 대해, 방식간 장·단점, 새로운 서비스의 가능성 등 방송기술정책의 변화를 추구할 수 있는 근거자료를 제공했다는 점에서 중요한 의미를 갖는다.

시험결과, 유럽방식이 6MHz 대역의 우리 나라 환경에서 고화질이 안된다는 주장은 근거없음이 입증되었으며 오히려 유럽방식(19.76Mbps)이 미국방식(19.39Mbps)에 비해 상대적으로 더 높은 화질에도 불구하고 수신율, 수신의 용이성, 휴대수신, 이동수신 등 모든 측정항목에서 우세함을 보여주었다. 즉 이번 시험 결과는 유럽방식이 화질, 수신율, 수신의 용이성, 새로운 서비스, 매체 운영의 다양성 등 모든 항목에서 미국방식보다 우세하게 나타났다.

이번 시험에서 이동수신과 함께 유럽방식 최대의 장점이라고 할 수 있는 SFN(Single Frequency Network)을 시간부족과 송신시설의 미비, 유관기관의 인식부재 등으로 인해 점검하지 못한 것은 아쉬움으로 남는다. 이는 디지털전환의 가장 큰 난제로 등장할 수 있는 주파수 재배치의 문제를 해결할 수 있는 기술로 향후 반드시 기술적 점검이 필요한 부분이다.

방송방식은 이러한 기술 성능상의 문제 외에도 산업적 효과, 매체통합의 용이성, 남북간의 방식통합, 정보격차의 해소, 시청자 부담, 주파수의 효율적 사용 등 고려해야 할 많은 문제를 안고 있다. 이에 대해 유럽방식은 미국방식보다 비교적 적절한 해결책과 장점을 가진 것으로 알려져 있다. 이런 차원에서 방송방식이 향후 수십년을 사용해야 하는 국가 기반 중 핵심이라면 97년에 결정된 미국방식은 유럽방식에 비해 확신할 수도 없고 미래를 기대할 수도 없는 방식이므로 방식의 변경이 반드시 필요하다고 결론지을 수 있다.

● 참고 문헌 ●

- (1) ATSC standard A/53, ATSC Digital Television Standard, 1995
- (2) ATSC standard A/54, Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard, 1995
- (3) ATSC standard A/64, Transmission Measurement and Compliance For Digital Television, 1995
- (4) ETS 300 744, "Digital broadcasting systems for television, sound and data services: framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television," ETS 300 744, 1997
- (5) 정보통신부, "지상파 디지털TV방송 테스트베드 구축지원에 관한 연구," 2000.10.31
- (6) MSTV & NAB, "8VSB/COFDM Comparison Report," December 2000
- (7) 중화민국 전시학회, "지상파 DTV 전송표준 현장 측정 계획 결과보고," 2001.5.31
- (8) Singapore Digital Television Technical Committee, "Singapore Digital Television Technical Committee - Final Report," May, 1999
- (9) Singapore Digital Television Technical Committee, "DTV Standard Ranking Table," May, 1999
- (10) Digital Terrestrial Television Steering Committee, "Report on the Technical Trial Of Digital Terrestrial Television (DTT)," 19 April 2000
- (11) FACTS, "FACTS Summary report for the Australian field trials of DVB-T and ATSC DTTB systems conducted in 1997," July, 25, 1998
- (12) Neil Pickford, "Results Summary for Australian 7 MHZ tests of DVB-T and ATSC DTTB modulation systems," Communications Lab Report, June, 1998
- (13) N. Pickford, "Laboratory testing of DTTB modulation systems," Laboratory Report 98/01, Australia Department of Communications and Arts, June 1998
- (14) ABERT/SET, "General Description of Field Tests," July, 02, 2000
- (15) ABERT/SET, "General Considerations," May, 02, 2000
- (16) ABERT/SET, "Result Analysis," May, 02, 2000
- (17) ABERT/SET, "Conclusions," May, 02, 2000
- (18) C.R. Nokes, "Results of Tests with Domestic Receiver IC's for DVB-T," BBC
- (19) Gary Sgrignoli, "ATSC Field Test Vehicle Design Information," 1997.2.12
- (20) Gary Sgrignoli, "Preliminary DTV Field Test Results And Their Effects on VSB Receiver Design," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 45, No. 3, August, 1999
- (21) Sinclair Broadcast Group, "Comparative Reception Testing of 8VSB and COFDM in Baltimore," September, 27, 1999
- (22) Sinclair Broadcast Group, "Philadelphia ATSC Reception," April, 04, 1999
- (23) Rohde & Schwarz, SFQ Technical Manual
- (24) ITU-R SG 11, Special Rapporteur - Region 1, "Protection ratios and reference receivers for DTTB frequency planning," ITU-R Doc. 11C/46-E, March 18, 1999
- (25) CRC, "Digital Television Tests Results Phase 1," November 2000

필자 소개



이 완 기

- 1981년 11월 : 문화방송 입사
- 1982년 2월 : 한국항공대학 공학사
- 1986년 2월 : 한국항공대학원 공학석사
- 2000년 4월 : 문화방송 DTV기술부장
- 2001년 6월 : DTV현장비교시험 추진협의회 간사
- 2002년 2월 : 문화방송 DTV기술팀장