

## 지상파 DTV 전환 및 실험방송 동향

안 동 수

KBS 기술연구소장

### 요 약

KBS는 지난 해 국내 최초로 업체와 공동으로 개발한 디지털 송신기를 사용하여 실험방송 송출에 성공하였으며, 현재 본격적인 필드테스트를 수행하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 지상파 디지털 TV의 실시를 위해 지상파 디지털 TV의 전환과 실험 방송의 진행 사항, KBS의 지상파 DTV 송신 시스템에 대해 기술적인 사양과 구성, 그리고 필드 테스트 현황에 대해 소개한다.

### I. DTV 전환 현황

오늘날 TV 방송은 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 전환되고 있다. 이미 위성 방송의 경우에는 수년전부터 디지털 방식으로 방송하고 있으며, 지상파 방송의 경우에도 미국에서는 1987년에 ATV (Advanced TV)에 대한 검토를 시작하여 1996년 12월에 지상파 디지털 TV 기술 규격을 결정하고, 1997년 4월에는 지상파 디지털 방송 도입에 관한 규칙을 제정한 후, 1998년 11월부터 지상파 디지털 방송을 실시하고 있다. 유럽에서도 1993년에 범유럽 디지털 방송방식을 개발하기 위해 DVB(Digital Video Broadcasting)을 설립하여 1997년 2월에 DVB-T방식을 ETSI(유럽 전기 통신 표준화 기구)의 지상파 디지털 방송 규격으로 채택하고, 1998년 가을부터 영국을 시작으로 디지털 방송을 시작하였다.

이러한 세계적 추세에 대응하기 위해서 우리나라에서도 1997년 2월에 지상파 방송의 디지털 방식

전환 기본 계획을 발표하였다. 이 계획에 따라 KBS, MBC, SBS 등 지상파 방송사와 가전사 등으로 구성된 지상파 디지털 방송 추진협의회가 지상파 디지털 방송 전환계획 보고서를 작성하였다. 이 안에 따라 국내 디지털 지상파 방송은 1999년 말까지 국내 표준 규격 완성 및 기술 검증을 완료하고, 2000년도 후반기에 시험 방송을 실시하며, 2001년에 서울에서 지상파 디지털 TV 본 방송을 시작하여 2005년까지 수도권 지역, 광역시 지역, 도청소재지 지역, 시, 군 지역 네 단계로 나누어 단계적으로 본 방송을 실시할 계획이다.

KBS에서는 1996년부터 지상파 디지털 방송 방식을 검토하기 시작하였고, 방식 선정 후 prototype의 지상파 디지털 변조기를 개발한 후, 1998년부터 지상파 디지털 송신기를 상용화하기 위해서 업체와 공동 개발에 착수하여 1999년 3월에 개발 시연회를 성공적으로 마침으로써 송신기 국산화를 할 수 있는 기반을 구축하게 되었다. 1999년 5월 18일에는 관악산에서 채널 15로 디지털 방송 실험전파를 발사하고, KBS 본관에서 수신하여 국내 최초의 지상파 디지털 실험 방송을 개시하였다. 여기에 사용된 HDTV Encoder와, 송신기는 KBS가 국내 제조업체와 공동으로 개발한 것이고, 안테나 및 수신기도 순수 국산 장비여서 지금까지는 외국 제품에 의지해 오던 방송 장비를 국산화할 수 있는 전기가 마련됐다는 점에서 의미가 더욱 컸다. 그 후 KOBA 전시회를 통해 일반 시청자들에게 처음 공개되었고, 1999년 5월부터 국내의 방송사와 제조업체 대부분이 모여 정부의 지원하에 공동 실험방송을 진행하고 있다.

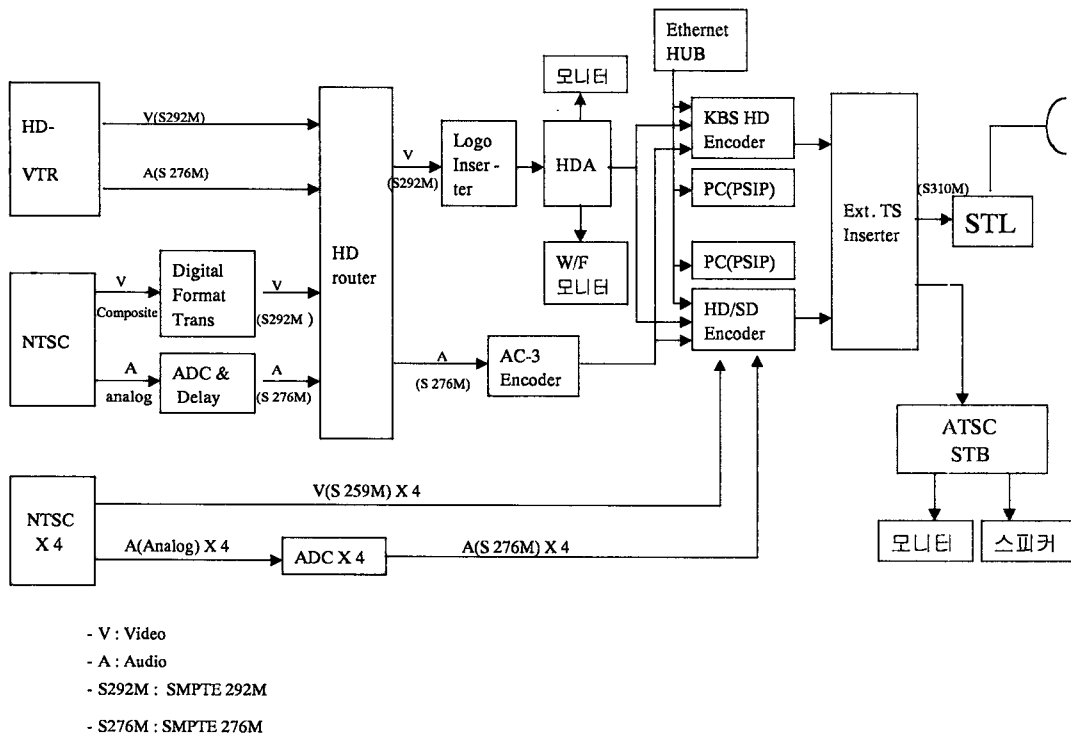
## II. DTV 실험 방송 시스템의 구성

DTV 실험 방송을 위한 전체 시스템의 구조는 [그림 1], [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 Digital Format Converter로 변환한 것을 사용하게 된다. SDTV 급 프로그램은 KBS 1 TV를 사용할 예정이다. 이 신호는 로고가 삽입되어 KBS에서 개발한 Encoder나 Harris의 Encoder에서 인코딩된 후, STL을 거쳐 송신소에 보내지게 되고, 송신소에서 송신기로 입력된 후 안테나를 통해 전파되게 된다. SDTV는 4 채널을 보낼 수 있는데, 각각 KBS

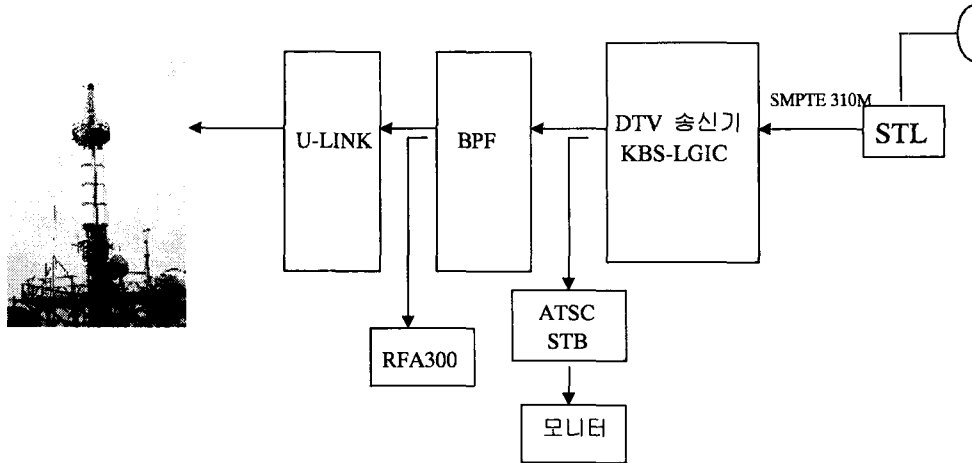
1TV, 2TV, VTR1, VTR2로 방송할 예정이다. 4개의 신호는 SDTV Encoder에서 Encoding된 후 STL을 거쳐 관악산의 송신기에서 채널 15로 변환된 후 안테나를 통해 송신된다. Logo를 삽입한 후의 소스 프로그램을 모니터와 WFM1125 waveform Monitor를 사용하여 모니터링한다. 또 송신소의 출력 파형은 RFA300을 사용하여 전파되는 신호를 모니터링할 수 있도록 했다.

### 2.1 송출 부분

제작된 프로그램은 테이프 또는 케이블을 통하여 주조정실에 보내진다. 프로그램 소스로는 HDTV로 제작된 프로그램과 NTSC로 제작된 프로그램이 사용된다. HDTV 방송을 위해서 NTSC 신호는 Digital



[그림 1] DTV 시스템(연주소)



[그림 2] DTV 시스템(송신소)

Format Translator(DFT)를 통과한 후 Router에 입력되고, HDTV로 제작된 신호는 곧바로 HDTV Router를 입력된다. Router는 이 중 하나의 신호를 선택하여 출력하고, 이 신호는 Log Inserter에서 Logo가 삽입된 후, HD Distribution Amplifier에서 Encoder와 모니터 Waveform 모니터로 보내진다. KBS에서 개발한 Encoder와 Harris Encoder 중 하나를 사용하여 인코딩한 후 외부 TS Inserter에서 선택하여 SMPTE 310M 규격으로 STL로 보내진다.

오디오는 HDTV로 제작된 것은 바로 Router에 입력되지만 NTSC로 제작된 것은 AD 변환을 한 후, DFT의 비디오 지연에 해당하는 부분만큼 지연시킨 후 Router에 입력한다. 이 신호는 AC-3 부호기에서 부호화한 후 Encoder의 MUX부분에 입력된다. 한편 SDTV 방송을 위해서, 4개의 SDTV 신호는 곧바로 SDTV 부호기에 입력된 후, STL에 보내지게 된다. 각 부분에 대한 자세한 설명은 아래와 같다.

#### 2-1-1 HD-VTR

HDTV 녹화기의 영상 신호는 SMPTE 292M 규

격으로, 음성 신호는 SMPTE 276M으로 Router에 입력된다. 주요 기능을 요약하면 다음과 같다.

- Video I/O signals : 1920 × 1080(16:9), 2:1 interlaced, 10-bit digital component
- 비디오 입출력 규격 : SMPTE 292M
- 필드 주파수 : 59.94 Hz, 60 Hz
- 오디오 : Dual AES/EBU, SMPTE 276M

#### 2-1-2 Digital Format Translator

Digital Format Translator는 NTSC 방송 신호를 입력 받아서 실시간으로 노이즈 제거 및 라인 보상 등을 한 후에 ATSC의 480p, 720p와 1080i HDTV 신호로 변환하는 장비이다. NTSC 컴포지트 신호를 입력받아서 SMPTE 292M 규격으로 출력한다.

#### 2-1-3 HDTV Router

HDTV Router는 4개의 HDTV 비디오, 오디오 신호를 각각 입력으로 받아서 그 중 1개를 선택하여 출력하는 장치이다. 입력 비디오 신호는 HDTV

VTR인 HDW-500과 Digital Format Translator의 출력을 입력으로 받아서 선택하여 출력한다. 오디오 신호는 HDW-500 오디오 출력 신호와 NTSC 신호를 Delay한 신호를 선택하여 출력한다. 2개의 AES/EBU 규격 즉 4 채널의 오디오가 가능하다. 비디오 입·출력 규격은 SMPTE 292M이고, 오디오는 SMPTE 276M이다.

#### 2-1-4 로고 삽입기

HDTV 신호에 로고를 삽입하는 데 사용되는 장비이다. 로고는 플래쉬 메모리에 저장되거나 RS-232 인터페이스를 통해 다운로드될 수 있다. 입·출력 규격은 SMPTE 292M이다.

#### 2-1-5 HDTV-DA

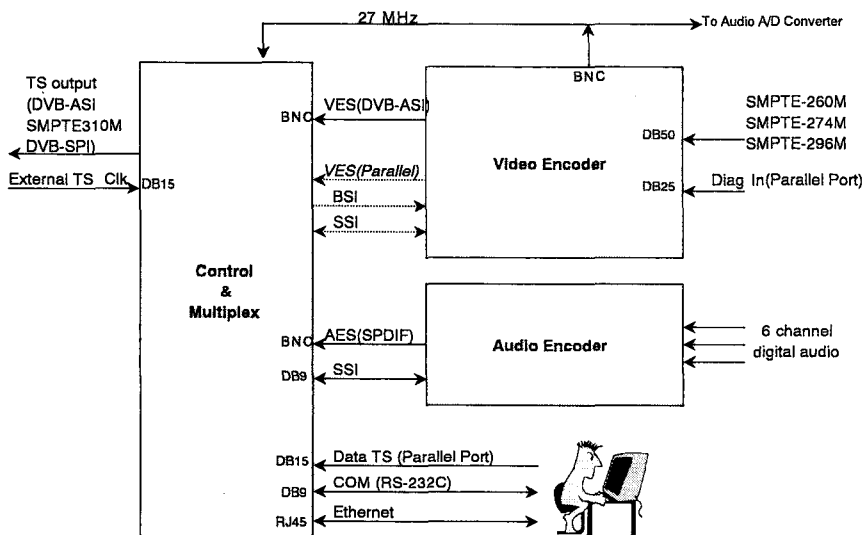
HDTV Distribution Amplifier는 1개의 HDTV 디지털 직렬 신호를 받아서 4개의 출력으로 분배해 주는 장비이다. 내부에 등화기와 re-clock 장치가 들어 있다. 입·출력 규격은 SMPTE 292M이다.

#### 2-1-6 Encoder

##### 1) KBS Encoder

HDTV 인코더 시스템은 [그림 3]에 나타난 바와 같이 비디오 인코더, 오디오 인코더, 시스템 컨트롤 및 멀티플렉스, 제어 및 관리 시스템 등 4개의 주요 부분으로 구성된다. 이 시스템의 주요 특징 및 입출력은 다음과 같다.

- ① 비디오 포맷 : 1080i, 720p
- ② 컬러 포맷 : 4 : 2 : 0, 4 : 2 : 2
- ③ 비디오 코딩 : MPEG-2 MP@HL, 4 : 2 : 2@HL
- ④ 오디오 코딩 : Dolby AC-3, MPEG-2 L-II
- ⑤ 특징 : full frame Encoding, Full Search ME Method
- ⑥ Packetizer : MPEG-2 System Mux, DVB-SI, ATSC-PSIP
- ⑦ 입력신호 규격 SMPTE260M, SMPTE274M(10-80I), SMPTE292M



[그림 3] HDTV 인코더 시스템

⑧ 출력 인터페이스 : SMPTE310M, DVB-ASI, DVB-SPI, ATM

## 2) Harris Encoder

Harris Encoder의 주요 특성 및 입출력은 다음과 같다.

- ① HDTV & SDTV encoding
- ② HDTV Encoder
  - MPEG-2 4:2:0 MP@HL : 480p60, 720p60, 1080i30
  - SMPTE 292M/299M/272M
- ③ SDTV Encoder
  - MPEG-2 4:2:0 MP@ML : NTSC
  - SMPTE 259M (SD-SDI format)
- ④ 오디오
  - Dobby AC-3 2.0 채널 스테레오 encoder 내장
  - Dobby AC-3 5.1 채널 외부 입력 가능
  - AES/EBU
- ⑤ PSIP와 Closed Caption system 지원
- ⑥ 출력 인터페이스 : SMPTE 310M, ASI, DS-3

### 2-1-7 External TS Inserter

이 장비는 KBS의 Encoder와 Harris의 Encoder를 선택하는 역할을 한다.

### 2-2 STL(Studio to Transmitter Link)

STL 시스템은 연주소에서 송신소로 Microwave 회선을 통해 제작된 방송 프로그램을 전달하는 장치로, DTV 송신 시스템의 경우에는 19.39 Mbps의 ATSC 디지털 신호를 6.6875 GHz의 25 MHz RF 채널 대역으로 640 mW의 출력으로 전송한다. hot-standby 링크 시스템이며 16 QAM 변조를 사용하

고, IF 주파수는 70 MHz이다. 입력 데이터는 19.39 Mbps의 transport stream이 SMPTE 310 M 규격으로 입력된다.

## 2-3 전송 부분

STL을 통하여 관악산에 도달한 신호는 SMPTE 310 M 규격으로 송신기에 입력된다. 출력이 평균 전력 1 KW인 디지털 송신기는 KBS 기술연구소와 LG정보통신이 공동으로 개발한 것이다. 이 중 디지털 송신기의 핵심 부분인 Modulator를 개발하고, 고출력 증폭기(High Power Amp) 부분은 NEC 송신기를 사용하였는데, 향후 이 부분도 국산화 할 예정이다. 이 송신기를 통과한 신호는 Channel 15로 안테나를 통하여 공중으로 전파된다. 각 부분에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

### 2-3-1 송신기

#### 1) 송신기 구성

8-VSB 송신기는 MPEG-2 시스템 다중화기의 TS(Transport Stream) 출력 데이터를 입력으로 받아 채널 부호화와 필터링을 한 후, RF 신호로 변환하여 UHF 채널 15번으로 전송한다. 송신기는 크게 모듈레이터와 Exciter, 200 W 6개를 combining하여 1 KW 출력을 내는 HPA(High Power Amp), 송신기의 여러 동작 상태를 나타내는 전면표시부, HPA에 전원을 공급하는 전원부, 그리고 시스템 전체에 전원을 공급하는 메인 전원부로 구성되어 있다.

#### 2) 8-VSB 변조기

8-VSB 변조기는 MPEG-2 시스템 다중화기의 TS 신호를 입력으로 받아들여서 오류 정정을 할 수 있도록 Channel Coding을 하고, ISI(Inter Symbol Interference)가 없이 보낼 수 있도록 디지털 필터링을 한 후에, IF 신호로 만드는 부분이다. 변조기는 디지털

텔 지상파 송신에 사용하는 8-VSB와 케이블 모드인 16-VSB 모두 사용할 수 있도록 설계하였다. 본 시스템의 입력 규격은 SMPTE 310M을 사용하였다. 8-VSB의 경우 입력 데이터율은 19.39 Mbps이고, 16-VSB의 경우는 38.78 Mbps의 신호이다. 모듈레이터는 크게 SMPTE 310 규격의 MPEG2-TS를 받아 처리해 주는 SMPTE Interface 기능과 채널 코딩을 하는 SCU(Smpte Interface & Channel Coding Unit) 보드, 디지털 필터링과 비선형 보상 기능을 처리하는 DFU(Digital Filter Unit) 보드, 그리고 VSB 변조와 전체 보드의 제어 역할을 담당하는 IMU(IF Modulator & Micro Control Unit) 보드로 구성되어 있다.

SCU 보드는 SMPTE 310M 형식으로 입력된 데이터를 ATSC 데이터 프레임 형식으로 바꾸어 주고, 각 보드에서 필요한 클럭을 발생시킨다. 또한 오류 정정 부호화를 하고, 동기신호와 파일럿을 삽입한다. 출력 데이터는 데이터율이 10.76 Msymbols/s인 TCM 부호화된 데이터이고, 8 비트로 구성되어 있다.

DFU 보드에서는 TCM 부호화된 데이터를 8-VSB 변조를 위해 FIR 필터를 사용하여 필터링한다. 이 보드는 Linear 필터부와 Non-Linear 필터부로 구성되어 있다. Linear 필터 SCU 보드로부터 입력되는 신호를 각각 I, 채널과 Q 채널로 나누어서 복소 필터링한다. 이 필터는 ATSC 규격에서 요구하는 대로 roll-off가 0.1152이고, root-raised cosine 스펙트럼 특성을 가진다. Nonlinear 필터부는 변조기의 종단이나 HPA(High Power Amplifier)의 비선형 특성 등에 의한 비선형 왜곡을 보상하기 위해 Linear 필터로부터 입력되는 21.52 Mbps의 신호에 전치왜곡(Pre-distortion)을 행하여 최종 송신기 출력단에서 선형 특성을 향상시킨다.

IMU 보드는 디지털 필터링된 신호를 IF 신호로 변환시키는 부분과 전체 시스템을 모니터하고 제어

하는 Micro Control부로 구성되어 있다. IF 신호는 중간주파수가 44 MHz 이고, 대역폭이 6 MHz이며, 출력 level은 -10 dBm 이다.

### 3) RF 부분의 구성

RF 부분은 IF 신호를 입력받아서 RF 신호로 변환하는 Exciter 부분과 RF 신호를 증폭하는 HPA(High Power Amplifier) 부분, 전력을 감시하는 부분, 송신기 제어 시스템, 냉각(cooling) 시스템으로 구성되어 있다.

#### 2-3-2 Channel Filter

ATSC 방식의 디지털 TV 송신기는 FCC(Federal Communications Commission)에서 권고하고 있는 스펙트럼 마스크(Out of Channel Emission) 조건을 만족시키기 위해 송신 채널에 맞는 Channel Filter를 추가한다. 이 규정에 의하면 채널의 중심주파수에서 3.5 MHz 떨어진 지점에서 송신기 평균 전력보다 47 dB 이하이어야 하며, 채널의 대역 끝에서 6 MHz 떨어진 곳에서 110 dB 이하이어야 한다. 이 규격을 만족시키기 위해 8 Pole의 BPF를 사용하였다.

#### 2-3-3 안테나

송신 안테나는 (주)하이제인 안테나의 UHF 4 Dipole 16 Pannel 안테나를 사용하였다. main cable 과 branch 케이블은 Andrew의 HJ7-50A(1 5/8 인치) HJ5-50(7/8인치)를 사용하였다. 송신기의 출력은 하이제인 안테나에서 제작한 U-LINK를 통과한 후, 두 개의 메인 케이블로 나뉘어진다. 메인 케이블의 신호는 다시 8개의 branch 케이블에 나뉘어져서 이 송신 전력은 안테나의 상단 8개에 나뉘어 공급된다. 15%의 Null fill을 했고, 1.5도의 tilt를 했다.

### Ⅲ. 실험 방송 동향

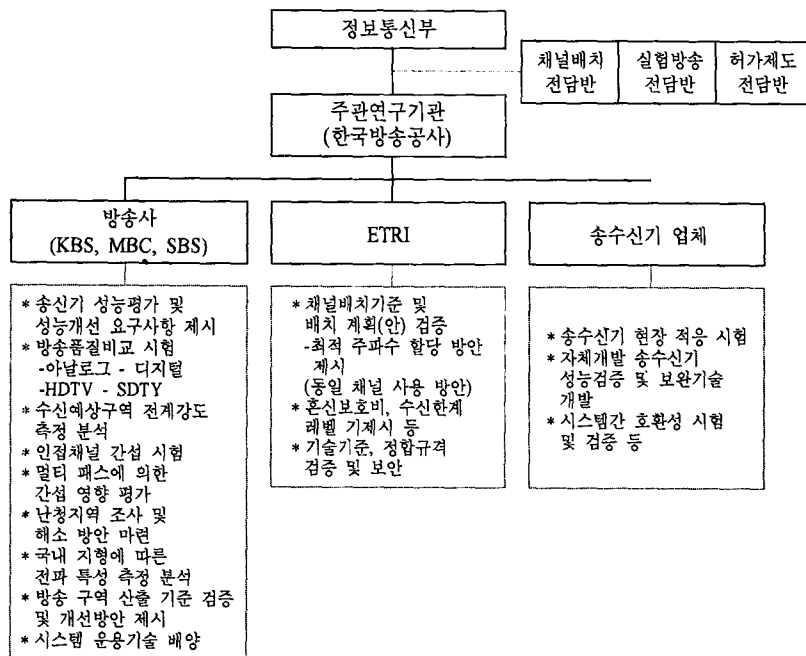
#### 3-1 개 요

정보통신부의 국책과제의 하나인 DTV 실험방송 전담반에서는 작년 하반기부터 지상파 DTV에 대한 필드테스트를 기획, 수행하고 있다. 여기에는 KBS를 비롯한 방송사들 뿐 아니라 전자통신연구소, 전파연구소 등 국책 연구기관과 관련 업체 대부분이 참여하고 있다(그림 4). 여기서는 실험방송 전담반 중 서브그룹 3에서 추진하고 있는 국내 DTV 필드테스트 계획과 추진 현황에 대해서 소개하고자 한다.

전담반은 모두 4개의 서브그룹(SG, Sub Group)으로 구성되어있는데 SG-1에서는 송신 시스템 구축, SG-2에서는 송수신기 정합, SG-3에서는 필드테

스트를 담당하고 있다. 최근에 구성된 SG-4에서는 동일 채널 중계기의 실험을 수행하게 된다.

SG-3에는 KBS, MBC, EBS, SBS, ETRI, 전파연구소, 삼성전자, LG전자, 대우전자, LG정보통신, 성미전자 등 모두 11개의 기관에서 참여한다. KBS에서 의장을 맡고 있으며 2000년 3월 현재 모두 8차례 회의와 아파트지역 TV 수신 현황 실사와 디지털-아날로그 1차 간섭 실험을 수행했다. 그간의 회의를 통해서 측정항목, 절차, 측정지역 선정 원칙 및 측정차량 구성 등 지상파 DTV 필드테스트 계획을 위한 주요내용을 정리했다. 이번 필드테스트의 목적은 DTV 서비스 지역의 검증을 위한 송신소로부터의 거리, 채널별 NTSC, DTV 수신상태비교, 각 지형/지역별 전파전파 환경 분석 등이며 DTV의 성능 검증을 위한 DTV-DTV, 아날로그-DTV 등 인접채널 간섭 영향 검증, 다중경로(multipath), 충격 잡음(impulse noise), 페이딩(fading) 등 분석, 수신기 성



[그림 4] 실험방송전담반 구성도

능 검증 등이 포함된다. 측정을 위한 장비는 KBS의 측정차량을 이용할 예정이며 ETRI 측정차량도 예비로 활용한다.

현재 실험국 채널 배치 현황은 KBS 채널 15, MBC 채널 14, SBS 채널 16이다. SG-3는 향후 SG-4와의 연계를 통해 동일 채널 중계기의 사용 가능성에 대한 검증에도 참여하게 된다.

### 3-2 필드테스트 계획수립

기본적인 필드 테스트 계획은 미국 ATSC에서 발표된 기존 측정 결과<sup>[1]-[7]</sup>와의 비교를 위해 미국 ATTC에서 실시한 필드테스트 절차<sup>[9]-[11]</sup>를 기초로 하여 만들어졌다. 다만, 국내 필드테스트의 경우는 국내 전파 환경에서의 NTSC와의 직접적인 비교나 DTV성능 파라미터 검증을 위해 국내 각 지역에서의 서비스 가능 영역 확인과 인접 채널과의 간섭 측정과 같은 실제 전파 환경 분석에 주안점을 두고 있다.

필드테스트 계획을 수립하는 과정은 우선, 채널 및 서비스 지역을 고려한 송신소 및 송신장비가 선정되었고, 측정항목 및 방법 결정되었으며 수신 지역 선정 등이 이루어졌다.

송신소 및 송신장비는 할당받은 채널, 기존 NTSC 서비스 영역, 타 방송국 채널, 가용한 송신소 위치 등을 고려하여 송신기 출력, 각종 RF장비 사양, 안테나 높이 등을 선정하였다. 현재 DTV 필드테스트를 위한 송신기는 방송 3사 모두 관악산 송신소에 설치되어 있다.

방송사에는 디지털 방송 스튜디오가 갖추어졌으며 마이크로웨이브 링크를 통하여 송신소로 방송 스트림을 전송하고 있다.

측정항목은 어떤 형태의 수신인가에 따라서 결정이 된다.

실의 측정의 경우 크게 사이트 정보, 수신 DTV

RF 특성, 수신기 특성, 비디오 및 오디오 특성이 포함된다.

사이트 정보에는 사이트 번호, 주소, 송신기로부터의 거리, 방향각, GPS 위치, 지형 유형(도심, 부도심, 전원지역), 날짜, 시간, 날씨(온도, 습도, 기상), 지형 프로파일 및 지도 출력, 고압선 및 주변 도로 정보, 송신기 방향 장애물 정보(개수), 기타 사항, 테스트 참가자 등이 있다.

수신 DTV RF 특성을 위해서 측정하는 항목은 최종 안테나 회전자 위치, 가변 감쇠기 값, 수신 채널 전력 측정(평균 전력/6 MHz), 전계 강도 계산, 화이트 노이즈 전력(평균 전력/6 MHz), 스펙트럼 출력 통과대역(10 MHz/div, 1 dB/div), 인접대역(20 MHz/div, 10 dB/div), 동일 및 인접 채널 유무 DTV, NTSC, S/N 및 D/U 계산, pilot 신호 주파수 drift 측정(일부), 안테나 높이에 따른 서비스 가능지역 변화(일부) 등이다.

VSB 수신기 성능은 한계 수신 전계 강도 (TOV), 백색 잡음 삽입을 통한 노이즈 마진(margin), SER / BER(수신기에서 측정), 등화기 탭 에너지, 등화기 전후의 S/N 등으로 측정한다. 비디오 및 오디오 성능을 위해서는 DTV 화면 상태, NTSC 화면 상태, DTV 오디오 상태를 5등급으로 분류해서 기록하며 (NTSC의 경우 CCIR 화면 등급 적용), 주목할만한 화질 열화나 서비스 곤란 유형과 횟수를 기록한다.

그 외 선택사항으로 수신기 기능 확인 및 기술 기준 확인(PSIP)을 수행할 수 있다. 이는 실험실 테스트로 검사한 항목에 대하여 실제 필드에서의 특성을 조사하는 것이며 세부기술규격(전송 규격, 다중화 규격, PSIP 규격 등)의 검증이 가능하다.

실의 수신 측정 지역 선정시 유의할 사항<sup>[10]</sup>은 다음과 같다.

우선 도심, 부도심, 전원 지역의 수신 전계 레벨을 결정할 수 있어야 한다.

그리고 기존 DTV 측정 결과와 NTSC 커버리지



와의 관계를 확장하고, 통계적으로 유효한 샘플을 제공할 수 있도록 충분한 측정을 해야 한다.

실외 수신 측정 지역은 크게 방사상 측정, 호상 측정, 밀집 지역 측정 그리고 특정 조건을 갖는 지역 측정으로 구분할 수 있다.

방사상(Radial) 측정은 거리 및 지형에 따른 다양한 전파전파 특성을 보기 위한 것으로 전송 안테나의 특성과 지형을 고려하여 송신점을 기준으로 한 방사선을 선정하고 일정한 간격으로 측정을 해 나가게 된다. 이번 측정에서는 9개의 방사선 측정에서 측정을 하게 되며 측정 간격은 5 km 단위로 60~70 km 까지 측정하게 된다. 만약 지형이 불규칙할 경우 간격을 좁혀 측정하여 다양한 지형의 특성을 반영할 수 있도록 한다. 수도권 지역의 경우 합리적인 측정을 위해 NTSC의 서비스 영역을 고려하여 측정사이트를 선정하여야 한다. 즉, 서비스 구역으로 볼 수 없는 산악지형(북동, 동, 남동 방향)은 측정에서 제외한다.

호상(Arc) 측정은 동일 거리상에서 다양한 지형 변화에 따른 전파전파 데이터 베이스를 확장하는 것이 목적이며 안테나 패턴에 따른 실외 방사 전력의 변화 가능성을 검증하기 위해 주로 활용된다. 동일 채널 중계기(On Channel Repeater) 측정시 호상 측정이 이루어질 것이다.

격자점(Grid) 측정은 도심 및 부도심 지형에서 짧은 간격으로 수신 전계의 변화 특성을 보기 위한 것으로 큰 도심 지역 또는 둘 이상의 중간, 작은 크기 도심지역, 부도심 지역에서 한다.

밀집점(Cluster) 측정은 좀 더 세밀한 도심지 전파 특성을 확인하기 위한 것으로 고층 빌딩이나 일반 크기 건물의 주거지역에서의 집중적으로 데이터를 획득하게 된다.

특정 지역 측정으로는, 비행기의 충격파에 의한 전파 영향을 측정(공항에서 3 km 지점으로 활주로 확장 부분과 교차하는 지점을 선정), 장시간에 걸친

신호 강도의 변화 측정 (한 지역에서 1주일 가량 지속적으로 측정), DTV 전파의 다중 경로 특성을 검증(30여 미터 이동하며 측정) 등이 있다.

이들 측정에는 NTSC와 DTV의 비교 측정도 포함되어 각 방식의 서비스 가능 영역 및 특성을 비교한다.

실내 수신 측정은 일반 시청자의 일반적인 수신 형태인 실내외 및 공칭 안테나 수신에 대한 측정을 통하여 실외와 실내에서의 DTV 전계강도와 신호품질 차이 비교, 비슷한 환경에서의 NTSC 신호 품질과 비교, 실내에서의 위치에 따른 신호전계와 신호품질의 변화 등을 확인하게 된다<sup>[11]</sup>.

실내 수신 측정 위치는 송신기로부터 5 km 에서 30 Km 이내의 지역으로서 전계강도가 충분한 수신 가능지역을 대상으로 하게 된다. 실내 측정시 반드시 대상 건물에 대한 여러 파라미터 - 건물유형(1층, 2층, 저층아파트, 고층아파트 등), 다양한 건축물 재질(벽돌, 프레임, 금속 등), 다양한 연령, 건축방법 등을 고려하여 함께 기록한다.

지금까지 언급한 여러 가지 선정 기준과 우리나라 지형 특색 분석 및 국내 기존 방송 환경을 토대로 국내 측정 지역이 선정되었다. 이번 필드테스트에서는 실내안테나 등 수신환경을 시청자 입장에서 검증할 수 있도록 실외 실내 수신 실험을 모두 실시한다. 측정지역 선정 기준은 미국 ATTC의 필드테스트 안을 많이 반영하여 추후 결과의 비교가 가능하도록 하였다.

실외측정 지역은 <표 1>과 같다.

우선 방사선 측정지역은 KBS의 예비 필드테스트 지역<sup>[12]</sup>과 SBS의 NTSC 전계강도 실측지점을 참고로 선정하였으며 연천, 포천, 양평 방향의 경우 심한 산악지형이나 전 방향에 걸친 DTV 전파전파 특성 실험을 위해 포함했다.

그리드(격자측정)와 클러스터(밀집측정지역)는 주로 서울 근교지역의 인구 밀집 지역을 유형별로 분

<표 1> 방사선 측정 지역 개요

방사선 번호 및 방위각	방향	비고
R1 - 8도	연천	산악지형
R2 - 21도	포천	산악지형
R3 - 83도	양평	산악지형
R4 - 115도	이천	산악지형
R5 - 168도	천안	원거리측정
R6 - 203도	화성	논밭
R7 - 278도	인천	도심
R8 - 310도	강화	산지
R9 - 341도	파주	산지

류해서 집중적으로 측정을 하도록 했다(표 2).

특정 측정 지역은 2시간 가량의 장기 측정이 필요 지역으로 주로 비행기와 고압선에 의한 영향을 측정하게 된다. 비행기 영향 지역으로는 강서구 신월동, 방화동, 전철 영향 지역으로는 구로역, 성수역, 대방역, 노량진역, 석수역, 군포역, 용산역 등 전철역 부근으로 결정되었다.

실내 측정은 다양한 종류의 실내안테나 실험을 포함하며 다양한 가구에 대하여 측정을 수행한다.

장소 결정시 섭외 문제가 있으므로 반드시 이를 고려해야 한다. 대상 건물 형태는 도심고층빌딩, 아파트, 단독주택, 상가, 다세대주택, 케이블방송유무, 난시청지역, 목조가구(재질), 전원주택 등이다.

측정 결과에 대해서는 품질 개선 방법에 대해서도 논의하여야 하며 고층 건물 및 아파트의 경우 분배 시스템도 검증해야 한다.

다세대 공청지역의 경우 실내 수신 측정을 위해서는 중계 유선이나 케이블 방송과의 연관성을 고려한다. 다음 아파트 지역 - 일산(공청, 유선), 수원(유선, 공청), 평촌(공청, 위성, 유선), 분당 아파트(유선) - 에서 알 수 있듯이 유선방송이 대부분 들어오므로 이에 대한 측정 방법도 추후 협의하여야 한다.

인접채널 간섭 영향 평가를 위해 상측, 하측, 양측에 대하여 인접채널 간섭실험을 수행한다. 측정 시 한 방송사만 방송하거나 동시에 방송할 수 있으며 구체적인 일정 및 방법에 대해서는 협의가 필요하다.

### 3-3 필드테스트 측정 차량 설계 및 제작

지상파 디지털 TV 방송 신호의 검증을 위해서는 전계 강도 뿐 아니라 벡터 신호 분석기 등 다양한 측정을 수행하게 되므로 작업의 효율을 높이기 위

<표 2> 그리드와 클러스터 측정 지역

대상 지역	전 계 예 측	송신소에서 거리	특 징
인천 - 부평구, 계양구	양호	24 km	
일산 신시가지	약함	27.5 km	아파트
성남시 중원구	약함	17.5 km	공단
안양시	양호	7.5 km	아파트 및 다양한 가구 형태
수원시 서부	양호	20 km	
강서구 목동	보통	15 km	아파트
강남 양재 빌라촌	보통	15 km	단독 주택가

각 지점에서 5 × 5 = 25 지역 정도 선정 가능



[그림 5] 측정 차량 전경

해서 전용 측정 차량을 제작하였다. 차량의 기본 설계는 미국의 ATSC 산하 ACATS 에서 수행한 필드 테스트 차량 설계<sup>13)</sup>를 기본으로 하여 국내 환경에 맞는 요구사항들을 추가로 삽입, 완성하였다.

측정차량은 송신기로부터 멀리 떨어진 실외에서 운용이 되므로 무엇보다도 측정자의 안전을 고려하였으며 효율적이고 편안한 작업공간을 제공되도록

여유있는 공간을 확보했다. 차량 내부에는 매일 측정 장비의 보정값을 계산하기 위한 테스트 신호발생기, 다양한 신호 측정이 가능한 측정 장비 (측정 차량 시스템 구성 참조), 측정 즉시 인쇄(플롯)가능한 출력장치, 정리를 위한 바인더 및 컴퓨터, 일괄 처리되는 측정 및 데이터 정리 프로그램 그리고 다량의 측정 데이터를 저장하기 위한 수납 공간 등이 있으며 안테나와 디지털 장비간의 전자파 간섭을 고려하여 락은 전자파 차단 처리를 했다.

다양하고 융통성 있는 측정이 가능하도록 장비의 구성과 측정항목의 선정이 이루어졌다. 모든 지역에서 동일 차량을 이용해서 측정을 해야 하므로 다양한 측정업무가 가능하도록 측정 계획이 이루어졌다. 이를 통해 측정데이터의 일관성을 유지하여 추후 분석이 용이하도록 했다. 또한 선택적인 측정항목을 제시해서 각 지역 특성에 맞는 측정을 보완할 수 있도록 했다. 처음 도입되는 디지털 방송 서비스 인 만큼 원격지의 데모 기능도 수행할 수 있도록 차량 장비를 구성했다.

<표 3> 일일 점검을 위한 측정 항목 및 계측장비

송신기 일일 교정	
주요항목	측정 장비
power level inband S/N / out-of-band emission splatter carrier frequency and phase noise MPEG video/audio transport data validity	Power meter VSA(vector signal analyzer) VSA(vector signal analyzer) Reference VSB demodulator(송신소)
필드 테스트 차량 교정	
주요항목	측정장비
RF system gain/noise levels dynamic range white noise threshold local test signal S/N signal acquisition MPEG video/audio transport data validity video/audio reproduction	VSA VSA VSA VSA Reference modulator (on-board)and demodulator

### 3-4 측정 수행

필드테스트는 실험방송 전담반에 참여하는 모든 기관이 공동으로 수행한다. 측정에는 매 회당 적어도 3~4명이 참여하게 된다. 인원구성은 운전기사와 측정 전문요원 한 명(고정 배치) 그리고 각 기관별 참가인원은 최소 2명(방송사 또는 KBS 1명, 기타기관 1명)이다.

### 3-5 측정 일정 및 현황

측정기간은 실외 수신 측정의 경우 하루에 4지점, 일주일당 5~6일을 측정하며 실내 수신 측정의 경우 적어도 하루에 2지역을 측정한다. 이렇게 해서 약 4개월에 걸쳐 실험을 하게 되며 인접채널 간섭 실험 및 특수지역 측정을 나머지 2개월에 걸쳐서 수행하게 된다.

전체적인 일정은 [그림 6]과 같다.

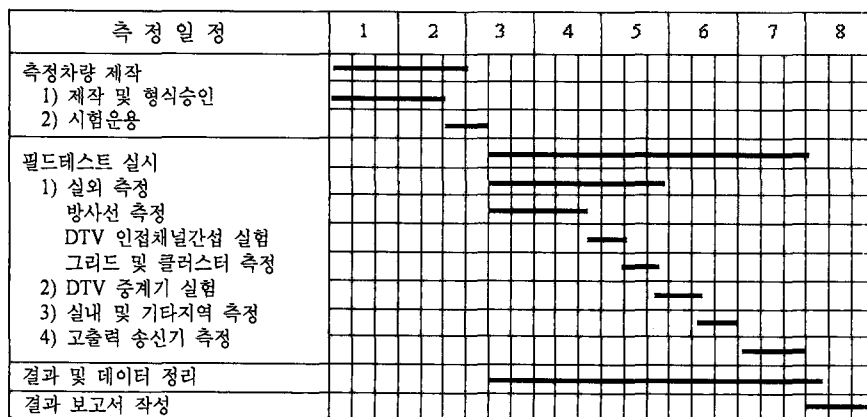
측된 송신시스템과 필드 테스트에 대해 설명하였다. DTV용 송신기와 Encoder는 국내 개발한 장비를 사용하였으며 안테나 등 송신 장비 부분도 국내 업체에 의해 제작되었다. 기존의 아날로그 NTSC 방송으로부터 디지털 TV 방송으로의 전환은 2000년 하반기부터 시험방송을 시작으로 2001년에 본 방송에 돌입할 예정이며, 이와 같은 TV 방식의 효율적인 전환을 위해서는 사전에 우리 나라 지형 및 전파환경에 맞는 DTV 시스템의 성능검증과 필드테스트 실측데이터 그리고, 송수신기 정합 검증 등이 이루어져야 할 것이다. 이에 따라 정보통신부에서 지원하고 KBS에서 주관하는 실험방송 전담반에서는 이의 차질 없는 추진을 위해 필드테스트의 계획 수립과 시스템 성능 검증 그리고 송수신기 정합 규격 등에 대한 상세한 검토를 거쳐 필드테스트를 수행하고 있으며 이를 분석하여 향후 우리 나라 지상파 DTV 전환을 위한 기초적인 자료로서 활용될 수 있도록 할 것이다.

## IV. 결 론

## 참 고 문 헌

현재 KBS에서 지상파 DTV 실험방송을 위해 구

[1] ATSC Digital Television Standard, ATSC, Sep.,



[그림 6] 지상파 DTV 실험방송 전담반 향후 필드테스트 일정

- 16, 1995.
- [2] Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard, ATSC, Oct., 4, 1995.
- [3] Summary of the Grand Alliance VSB Transmission System Laboratory Tests, W. Bretl and G. Sgrignoli, June, 1996, ICCE96WB
- [4] Analysis of ATV Transmission Subsystem Field Test Data, W. Zou, Y.Wu and M. Guillet, *IEEE Trans. On Broadcasting*, vol. 42., no. 1, Mar., 1996.
- [5] Summary of Grand Alliance VSB Transmission System Field Test, G. Sgrignoli *et al.* 1996 NAB Proceedings
- [6] Tribune / WGN DTV field test, M.McKinnon *et al*, *Tribune broadcasting*, June, 1998.
- [7] WRAL-HD DTV Complete Field Testing Report, L.Ritche, Oct., 29, 140th SMPTE Technical Conference Pasadena, CA
- [8] Draft for Standard Test Methods for Measuring the Performance of Digitally Modulated Signals in Television Transmission Systems p1382, *IEEE Broadcast Technology Society Committee g2.2*, Aug., 1994.
- [9] Preliminary DTV Field Test Results And Their Effects on VSB Receiver Design, G. Sgrignoli, *Preliminary ICCE99 Conference Paper*, Aug., 1999.
- [10] Model HDTV Station Project General Field Test Plan for Digital Television Propagation, G. Sgrignoli, *Zenith Technical Paper*, July, 21, 1999.
- [11] Model HDTV Station Project Indoor Field Test Plan for Digital Television Propagation for Second Generation (Portable) Hardware, G. Sgrignoli, *Zenith Technical Paper*, July, 21, 1999.
- [12] KBS 예비 필드테스트 보고서, KBS 기술연구소, Oct., 1999.
- [13] ATSC Field Test Vehicle Design Information, G. Sgrignoli, *Zenith Technical Paper*, Nov., 15, 1998.

≡ 필자소개 ≡

안 동 수

서강대학교 언론대학원 방송전공 (공학 석사)

UCI Extension Management 전공

서울대학교 행정대학원 정보통신방송정책 과정



1974년 12월~2000년 3월: KBS 기술연구소장

[주 관심분야] 디지털 방송, 데이터 방송