

특집/국내 DTV 실험방송

# 지상파 DTV 필드 테스트 계획

서영우, 목하균, 양경석, 구자득  
KBS 기술연구소

**요 약**

우리나라는 금년 5월부터 KBS를 시작으로 방송 3사에서 지상파 디지털 TV 실험방송을 실시하고 있다. 이에 따라 정보통신부에서는 기존의 NTSC TV 방송의 효율적인 디지털 방송으로의 전환을 지원하기 위해 지상파 디지털 TV 실험방송 전담반을 구성하여 방송사와 국제 연구소 그리고 관련 업체 대부분이 참여한 가운데 DTV 송출, 송수신 정합, 필드테스트 등을 수행하고 있다. 본 논문에서는 현재 실험방송 전담반에서 작성, 계획중인 우리나라의 지상파 DTV 필드테스트에 대하여 서술한다.

**1. 개요**

1998년 후반부터 유럽, 미국에서 지상파 디지털 TV 방송이 성공적으로 실시되고있다. 이미 영국에서는 위성 방송과 지상파 디지털 방송간의 경쟁이 시작되어 수신기의 보급이 활발히 이루어지고 있으며 우리나라도 1997년 지상파 디지털 방송 표준을 복미 규격인 ATSC 방식[1][2]으로 선정했고 위성 디지털 방송과 더불어 디지털 방송의 조기 정착을 위해 많은 노력을 기울이고 있다.

1999년 5월 10일, KBS는 순수 국내 기술로 관악산송신소로부터 처음으로 지상파 디지털 TV 방송 실험전파를 송출했으며 6월의 방송장비 전시회(KOBA 99)에서는 일반인들에게 디지털 고선명 방송과 다채널 방송에 대한 시연이 이루어졌다. 9월에는 SBS가 디지털 TV 실험방송을 시작하였으며, MBC도 6월의 간이 송출에 이어 10월에 송신시스템의 구축을 마치고 실험전파를 송출하고 있다. 10월달의 전자전시회에서는 그동안 개발된 국내의 업체의 신 개념의 디지털 텔레비전이 다수 전시되어 이제 디지털 방송이 눈앞에 다가왔음을 실감할 수 있었다.

방송사와 국내 주요 가전사, 방송장비 업체 등이 공

동으로 수행하고 있는 실험방송 전담반(그림 1 참조)에서는 국내 지상파 디지털 TV 방송의 전환과 구축을 위해 현재 실험 송출중인 지상파 디지털 전파에 대하여 필드테스트를 할 예정이다.

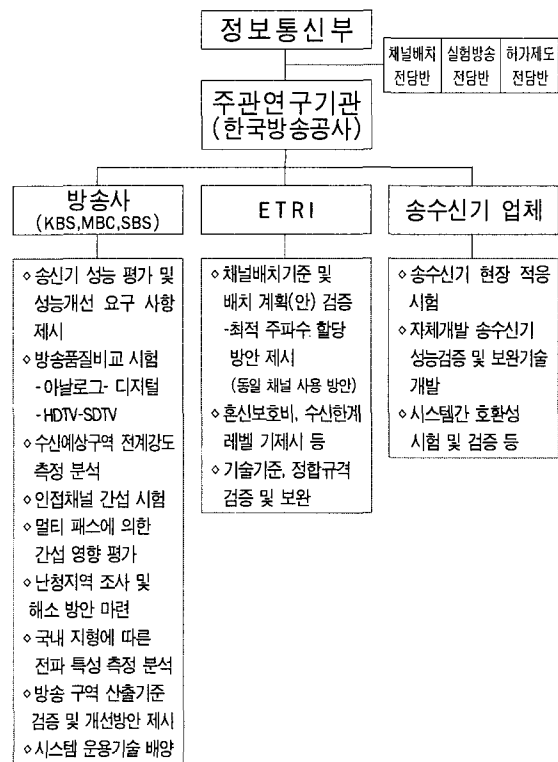


그림 1. 실험방송추진체계

DTV를 위한 필드테스트의 목적은 다음과 같다. 서비스 지역 및 가능성의 검증을 위한 송신소로부터의 거리, 채널 별 NTSC, DTV 수신상태비교, 각 지형/지역 별 전파전파 환경 분석 등이며 DTV의 성능 검

증을 위한 DTV-DTV, 아날로그-DTV 등 인접채널 간섭 영향 검증, 다중경로(multipath), 충격 잡음(impulse noise), 페이딩(fading) 등 분석, 수신기 성능 검증 등이 포함된다. 현재 실험국 채널 배치 현황은 KBS 채널 15, MBC 채널 14, sbs 채널 16이다. 따라서 DTV 인접채널 간섭에 대한 철저한 분석이 필드테스트를 통해서 이루어질 예정이다.

필드 테스트를 수행하는 과정은 다음과 같이 구분할 수 있으며 이하 각 절에서 상세히 설명하도록 한다.

- 1) 필드테스트 계획수립
- 2) DTV 송신시설구축 및 측정
- 3) 필드테스트 차량 설계 및 제작
- 4) 필드테스트 계획 수립 및 측정

## 2. 필드테스트 계획수립

기본적인 필드 테스트 계획은 미국 ATSC 에서 발표된 기존 측정 결과[3-7]와의 비교를 위해 미국 ATSC에서 실시한 필드테스트 절차[9-11]를 기초로 하여 만들어 졌다. 다만, 국내 필드테스트의 경우는 국내 전파 환경에서의 NTSC와의 직접적인 비교나 DTV 성능 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 결정 되었으며 수신 지역 선정 등이 이루어졌다.

송신소 및 송신장비는 할당 받은 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 설치되어있다. 방송사에는 디지털 방송 스튜디오가 갖추어 졌으며 마이크로웨이브 링크를 통하여 송신소로 방송 스트림을 전송하고 있다.

측정항목은 어떤 형태의 수신인가에 따라서 결정이 된다.

실외 측정의 경우 크게 사이트 정보, 수신 DTV RF 특성, 수신기 특성, 비디오 및 오디오 특성이 포함된다.

사이트 정보에는 사이트 번호, 주소, 송신기로 부터의 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 / 6MHz), 전계 강도 계산, 화이트 노이즈 전력 (평균 전력 / 6MHz), 스펙트럼 출력 - 통과 대역(10MHz/div, 1dB/div), 인접대역(20MHz/div, 10dB/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 5 등급으로 분류해서 기록하며(NTSC의 경우 CCIR 화면 등급 적용), 주목할만한 화질 열화나 서비스 곤란 유형과 횟수를 기록한다.

이동 수신(30m 주행)을 하면서 신호 전계 강도 연속 측정하여 고스트 등 신호의 변화에 따른 연속적인 특성 변화도 기록하며 출력 레벨에 따른 수신가능지역의 변화를 측정하고 분석하기 위해 1kW와 25 kW 송신기 각각을 두 번에 걸쳐 실험한다.

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. 구체적인 방법 및 항목 등에 대해서는 추후 협의가 필요하다.

실외 수신 측정 지역 선정 시 유의할 사항[10]은 다음과 같다.

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

그리고 기존 DTV 측정 결과와 NTSC 커버리지와의 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 8 개의 방사선 측정에서 측정을 하게 되며 측정 간격은 5km 단위로 60~70km 까지 측정하게 된다. 만약 지형이 불규칙할 경우 간격을 좁혀 측정하여(예 3km 단위) 다양한 지형의 특성을 반영할 수 있도록 한다. 수도권 지역의 경우 합리적인 측정위해 NTSC의 서비스 영역을 고려하여 측정사이트를 선정

하여야 한다. 즉, 서비스 구역으로 볼 수 없는 산악지형(북동, 동, 남동 방향)은 측정에서 제외한다.

호상(Arc) 측정은 동일 거리 상에서 다양한 지형 변화에 따른 전파전파와 데이터 베이스를 확장하는 것이 목적이며 안테나 패턴에 따른 실효 방사 전력의 변화 가능성을 검증하기 위해 주로 활용된다. 동일 채널 중계기(On Channel Repeater) 측정 시 호상 측정이 이루어질 것이다.

격자점(Grid) 측정은 도심 및 부도심 지형에서 짧은 간격으로 수신 전계의 변화 특성을 보기위한 것으로 큰 도심 지역 또는 둘 이상의 중간, 작은 크기 도심 지역, 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 3km 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 수신형태인 실내외 및 공청 안테나 수신에 대한 측정을 통하여 실내외와 실내에서의 DTV 전계강도와 신호품질 차이 비교, 비슷한 환경에서의 NTSC 신호 품질과 비교, 실내에서의 위치에 따른 신호전계와 신호품질의 변화 등을 확인하게 된다[11].

실내 수신 측정 위치는 송신기로부터 5~30Km 이내의 지역으로서 전계강도가 충분한 수신 가능지역을 대상으로 하게 된다. 통계적으로 유효한 데이터의 획득을 위해 적어도 30가구 이상을 측정할 필요가 있으며 측정 지역의 유형은 각 대상지역의 도시화의 정도에 따라 다르다. 보통 50%는 단독주택, 30%는 아파트, 콘도 그리고 나머지는 상업지역(오피스빌딩, 음식점 등)에서 측정을 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, 건축

방법 등을 고려하여 함께 기록한다.

지금까지 언급한 여러가지 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 필드테스트안을 많이 반영하여 추후 결과의 비교가 가능하도록 하였다.

실외측정 지역은 다음과 같다.

우선 방사선 측정지역은 KBS의 예비 필드테스트 지역[12]과 SBS의 NTSC 전계강도 실측지점을 참고로 선정하였으며 총 8개의 방사선에 걸쳐 측정 지역을 선정하였다.<sup>1</sup>

그리드(격자측정)와 클러스터(밀집측정지역)는 주로 서울 근교지역의 인구 밀집 지역을 유형별로 분류해서 집중적으로 측정을 하도록 했다.

표1. 방사선 측정 지역

방사선 번호 및 방위각	방 향	비 고
R1 - 8 도	연천	산악지형
R2 - 21 도	포천	산악지형
R3 - 168 도	천안	원거리측정(80km 이상지역까지 측정)
R4 - 190 도	아산, 예산	원거리측정(80km 이상지역까지 측정)
R5 - 203 도	화성	논밭
R6 - 278 도	인천	도심지
R7 - 310 도	강화	산지
R8 - 341 도	파주	산지

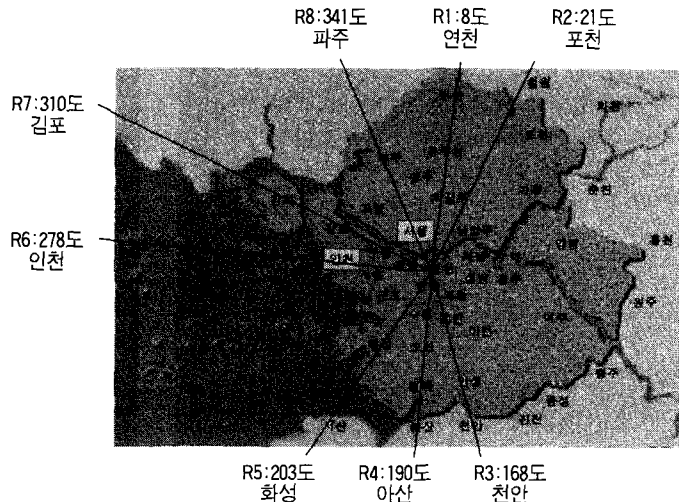


그림 2. 방사선 측정 개략도

<sup>1</sup> 포천방향의 경우 전계 예측결과를 바탕으로 포함되었지만 심한 산악지형이므로 실사 후 선정여부를 결정한다.

표 2. 그리드와 클러스터 측정 지역

대상 지역	전계예측	송신소에서 거리	특 징
인천-부평구,계양구	양호	24Km	
일산신시가지	약함	27.5 km	아파트
성남시 중원구	약함	17.5km	공단
안양시	양호	7.5 km	아파트 및 다양한 가구 형태
수원시 서부	양호	20km	
강서구 목동	보통	15km	아파트
강남 양재 빌라촌	보통	15km	단독주택가

\* 각 지점에서 5 x 5 = 25 지역 정도 선정 가능

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 결정 시 섭의 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 방송 하거나 동시에 방송할 수 있으며 구체적인 일정 및 방법에 대해서는 협의가 필요하다.

### 3. 송신시설 구축

DTV 실험방송을 위한 송신기는 방송3사 모두 관악산 송신소에 설치되었다.

송신기 출력은 평균 출력 1kW 이며 실험 방송 채널은 MBC 14번, KBS 15번, SBS 16번 으로 모두 UHF 대

역 채널이다. 안테나는 전방향이며 4단 4면으로 설치되었다.

비교가 되는 NTSC 송신국은 관악산 송신소의UHF 25번 SBS (10kW) 와 UHF 37번 KBS2(10kW)이다.

### 4. 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 위해서 전용 측정 차량을 제작하였다. 차량의 기본 설계는 미국의 ATSC 산하 ACATS 에서 수행한 필드테스트 차량 설계[13]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.

장비는 19인치 표준 랙을 사용하여 설치하며 착석하였을 경우 적어도 한 명의 작업자가 컴퓨터 및 각종 장비에 접근 가능하도록 기기들이 배치되었다. 안테나는 수시로 올리고 내릴 수 있도록 실내에서 높이 및 방향을 조절할 수 있도록 되었으며 이동 시 분리하지 않도록 고정되어있어 시간과 노력을 단축할 수 있다.

또한 천장에는 실내에서 안테나를 바라볼 수 있도록 시창이 있어 안테나를 높일 경우 장애물의 유무를 확인할 수 있다. 측정 시 주행중인 다른 차량들로부터 작업자를 보호하기 위하여 삼각대와 같은 경고 표지물도 휴대하도록 되어있다.

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 랙은 전자파 차단 처리를 했다.

다양하고 융통성있는 측정이 가능하도록 장비의 구성과 측정항목의 선정이 이루어졌다. 모든 지역에서 동일 차량을 이용해서 측정을 해야 하므로 다양한 측정 업무가 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 서비스인 만큼 원격지의 데모 기능도 수행할 수 있도록 차량 장비를 구성했다.

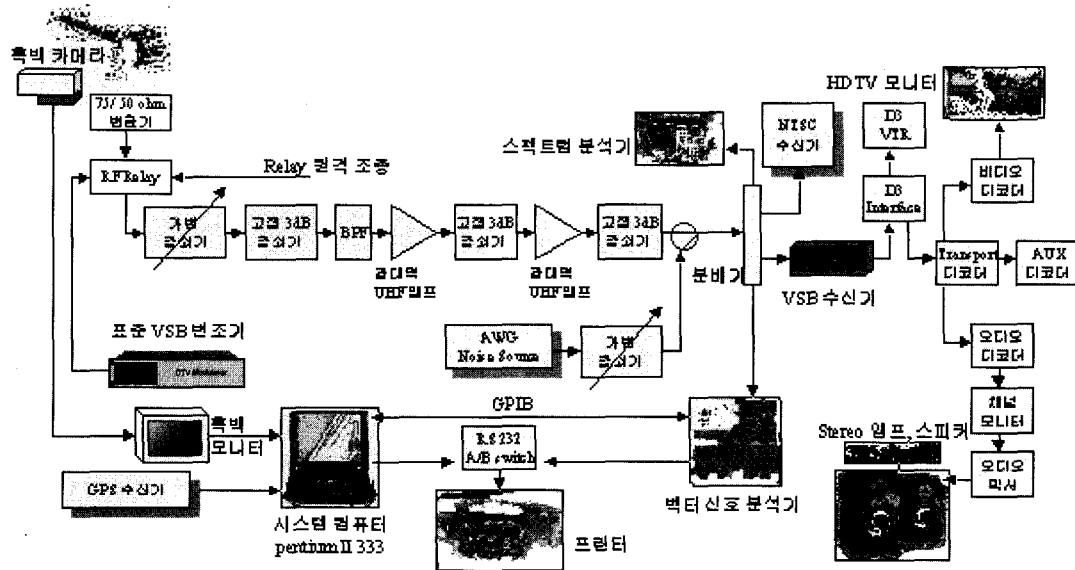


그림 3. 측정차 내부의 기본적인 구성도

5. 측정 절차

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 참가인원 1-2명이다.

측정에 참여하게 되는 모든 인원은 실제 측정에 앞서 모든 절차에 대해 충분한 사전 훈련을 마치고 측정에 임하게 된다. 각 기관에서 참여하는 인원은 측정을 주관하게되며 테스트 지역 타당성 검토 및 당일 측정 일정 조정, 측정 항목 점검 등의 임무를 담당하게된다.

측정 전문요원은 효율적인 데이터 수집과 일관된 관리를 위해 고정적으로 배치되며 VSB 전송시스템 하드웨어, RF 테스트 시스템, 테스트 장비, 컴퓨터 소프트웨어에 대한 지식 등 측정차량 내 전반적인 시스템을 능숙하게 사용할 수 있는 사람이다. 운전기사는 사전에 측정 지역에 대한 지리정보를 숙지하고 측정에 참가하며 측정시 측정인의 안전을 위해 주차위치 및 안전표지판 설치 등에 주의해야한다.

측정은 대체로 한 지역에서 30여분간 진행 될 예정이다.

모든 측정 참가자는 측정을 떠나기 전 반드시 측정 시간, 비디오/오디오 소스 특징, DTV 오디오/비디오

표 3. 일일 교정 항목 및 사용 장비

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

평가 기준 등에 대한 확인을 하여야 한다.

측정 일정은 다음과 같다.

매일 아침, 측정을 시작하기 전 측정자들은 그날의 일정에 대해서 회의를 하게된다. 우선 지형지도상에 측정점을 표시하고 효율적인 측정이 되도록 차량 운행 계획을 수립한다. 측정 장소에대한 계획이 마무리 되면 보정위치에 가서 송신기와 수신 장비들의 상태를 점검한다.

측정한 각 파라미터로부터 시스템 이득을 측정한다.

이는 안테나 출력으로부터 VSB수신기로의 입력을 매일점검하여 측정 오차를 최소화하기 위한 것으로 측정데이터의 일관성 보장하게 된다.

측정 방법은 고정 손실값( $L_{co}$ )을 갖는 보정케이블(Up lead cable)을 연결하고 일정출력의 VSB 테스트 신호 혹은 6 MHz 대역통과필터를 통과한 백색잡음신호( $S_n$ )를 입력한 후 최종 측정 지점에서 신호( $S_{rx}$ )를 측정한다. 시스템 이득을 구하는 식은 다음과 같다.

$$G_{sys}(dB) = S_{rx}(dBm) - S_n(dBm) + L_{co}(dB) \quad (1)$$

측정 지역 이동시 측정 장비는 될 수 있으면 켜둔다. 이는 켜고 끄에 따라 파워앰프(power amp)와 같은 장비의 이득 등 특성이 변할 수 있기 때문이다.

지도에서 정한 측정위치로의 정확한 이동이 곤란하다면 근처의 측정 가능한 곳에서 실시하고 좌표 등 관련사항을 추가로 기록한다.

정해진 측정위치에 도착하면 다음의 과정을 통해 측정을 수행한다.

**단계 1** 안전 표지판 설치

측정 지역에 도착하면 일단 측정자와 차량의 보호를 위해 안전 표지판(삼각대 등)을 세운다.

**단계 2** 측정 차량 파라미터 보정(Calibration)

측정 차량은 주기적으로 보정작업(Calibration)을 수행하여 적절하고 정확한 데이터의 측정이 가능하도록 한다. 이는 측정오류가 발생하면 재측정을 해야 하므로 반드시 수행한다.

**단계 3** 차량을 점검한 후 안테나를 세운다.

안테나를 올리기 전 차위로 9m의 공간이 있는지 확인한다. 이때 나뭇가지, 전선, 소방 시설 등을 유의한다. 장소가 부적당하다면 근처 적절한 위치로 감독자의 판단하에 이동한다.

적당한 장소에 도착하면 다시 삼각대를 세우고 차량을 고정시킨다(레벨 잭 이용).

안테나는 측정 편의를 위해 실내에서 높이를 조정할 수 있다. 안테나를 세울 때에는 전자높이계를 이용하여 평균 해발 고도(AGL) 9m 를 정확히 유지하도록

한다.

**단계 3** 측정 지역 정보 수집

GPS를 이용하여 위치정보(좌표, 송신소로부터의 거리, 방위각 등)를 측정한다. 즉 송신소 위치에 대해 측정차량 위치를 참조한 후 이 각도와 위도, 경도, 거리 등을 기록 한다.

전자 나침반을 이용하여 안테나의 각도를 GPS에서 읽은 각도와 맞춘다.

날씨, 날짜 및 시간, 위치정보(장애물, 지형 특성 ...) 등의 사이트 정보를 기록하고 송신소로부터 측정점까지의 지형도를 지형지도 프로그램으로부터 작성 및 출력한다.

컴퓨터에 측정된 제반 정보를 기록한다.

**단계 4** 채널평균전계강도가 최대가 되도록 안테나 회전

기본 정보 기록이 끝나면 수신안테나로부터 RF 시스템에 입력이 되는지 확인한 후 측정하는 채널평균전계강도가 최대가 되도록 안테나의 방향각을 조정한다. 측정과정은 다음과 같다.

- 스펙트럼 분석기에 보이는 신호 레벨을 최대화 하도록 안테나 각도를 세밀하게 조정
- 전계강도측정기로 파워릿 신호 레벨 측정, 평균 파워값(6MHz) 측정
- 안테나의 송신소로부터의 방위각 기록
- 안테나의 방위각이 실제 측정점에서 송신소까지의 방위각과 25도이상 차이가 나는지 검사. 만약 25도 이상 차이가 난다면 25도 이내로 들어오는 다음 지역으로 이동
- 안테나 회전자(rotor)위치, 방위각, 흑백 카메라 영상 등을 저장.
- 수신 신호의 크기 및 특징 기록 및 인쇄 및 저장

**단계 5** 가변 감쇠기 조정

가변 RF 감쇠기(attenuator)는 시스템의 과부하를 방지한다.

1. 가변감쇠기의 위치를 최대값으로 한다.
  2. 적당한 입력(-30 dBm) 값이 될 때까지 값을 점점 줄인다.
  3. 값을 기록한다.
- \* 감쇠기를 사용함으로써 수신 지역의 다양한 전계 범위(dynamic range)를 모두 측정할 수 있다. 예를 들어 송신소에서 가까운 지역은 전계강도가 세므로 상대적으로 큰 감쇠값을 적용한다.

**단계 6** 대역 통과 필터의 사용 유무

멀티패스가 심하거나 수신 전력이 낮은 곳의 경우 대역 통과 필터(bandpass filter)를 사용할 수 있다.

**단계 7** 채널 전계강도 및 DTV 신호 특성 측정

전계강도측정기 및 VSA의 채널 파워 측정 및 기록하고 측정채널파워, RF 시스템 이득, 입력 감쇄 및 안테나 이득을 이용하여 채널 전계강도를 계산한다.

10분동안 관찰하여 채널평균전계강도의 최대, 최소, 평균, 표준편차 등을 기록한다.(이 결과는 전계강도 측정기와의 인터페이스 프로그램 이용하여 자동으로 기록 및 계산된다.)

차량의 노이즈플로어로부터 C/N을 계산하고 통과대역 및 인접 대역에 대하여 스펙트럼을 저장한다.

- span : 20 MHz, 10dB/div로 스펙트럼 저장 및 출력 (인접채널 간섭 검증)

- span : 10 MHz, 1dB/div로 스펙트럼 저장 및 출력 (통과대역 기율기 검사)

동일채널(NTSC, DTV) 및 인접채널의 간섭여부를 확인한다. 스펙트럼과 중계소 주파수 자료를 활용하며 DTV 인접 채널 신호의 경우 지정된 사이트에서 송신소와의 연락을 통하여 간섭 신호 영향 측정을 수행한다.

**단계 8** 복조기를 활용한 각종 파라미터를 측정

기준 수신기로부터 등화기 값(등화기 전후의 S/N, tap 계수, tap 에너지 등)을 측정하여 기록하고 멀티패스의 영향을 분석한다.

10분동안 지속적인 관찰 후에 SER이 초당3회 이상 되는 횟수, 기간, 크기등 기록 (SER logging 프로그램 구동)

콤필터(Comb filter) 입출력단을 측정하고 C/N, D/U 등을 계산한다

**단계 9** 노이즈 마진(Noise margin) 측정

임계점에서의 S/N 계산을 위해 백색 잡음(white noise)을 삽입하여 노이즈 플로어(noise floor)를 TOV까지 올려서 측정한다. 다음 식에 의해 노이즈 마진을 계산한다.

$$\text{노이즈마진} = C/N(\text{rec}) - C/N(\text{thresh}) + \text{입력 감쇄} \quad (2)$$

FCC 인자(factor)를 이용한 실제 사이트 마진을 계산한다.

임계점(@threshold)에서의 등화기 데이터 - 탭에너지, S/N in, S/N out - 을 기록한다.

\*백색 잡음 발생기는 측정값이 임계점(threshold) 밑으로 떨어질 때 까지 1 dB 단계로 증가시킨다.

\*임계점(TOV)은 초당 세그먼트 에러율(SER) 25(segment error/sec)이다.

**단계 10** 기타 측정

추가된 백색잡음과 함께 6MHz 대역에서 측정차량의

의 노이즈 플로어를 측정한다.

**단계 11** NTSC신호 특성 측정

비교를 위해 NTSC의 최대 동기 전력(peak sync power, 비디오 캐리어)을 측정한다.

모니터를 통해 NTSC 신호의 화면 검사(visual inspection)를 수행한다.

이 때 CCIR 화질 등급-05단계로 1.0에서 5.0까지 기록하고 사이트 비고란에 DTV / NTSC수신 시 나타난 모든 이상상태를 기록한다.

**단계 12** 이동 측정

이동 측정 구간에서는 NTSC 비디오 캐리어(peak sync) 주파수에 맞춘 전계강도 측정기를 이용하여 차량을 30미터가량 움직이며 전계강도의 최대값, 중간값, 최소값, 표준편차 등을 구한다.

DTV 파일럿 주파수에 대해서도 같은 실험을 실시한다.

**단계 13** 기타 측정 파라미터를 계산

측정 결과로부터 평균 전계 강도(average field strength, 6 MHz 내), C/N, 사이트 마진 등을 계산한다.

다음의 사항을 이용한다.

- 측정 차량의 RF 시스템의 모든 이득과 손실
- 이상적인 FCC planning factor number 와 측정 신호 크기(level)

**단계 14** 데이터의 정리

출력물을 바인더에 보관하는 등 데이터를 정리하고 컴퓨터에 백업을 수행한다.

**단계 15** 안전 표지판 제거 및 차량 이동

안테나를 접고 안전표지판을 철거한 후 다음 측정지역으로 이동한다.

실내 수신 실험은 실제 국내 가옥 및 건물 구조에서 수신 전파 특성을 조사하는 것으로 실내 수신을 실시하기전 반드시 그 부근의 전계강도 상태를 실외에서 측정한 후 그 결과와 실내 수신 결과를 비교하도록 한다.

실내 수신 실험 절차는 다음과 같다.

**단계 1** 건물에 대한 사항을 기록한다.

건물 연령, 건물 유형 - 단독, 다가구, 아파트, 사무실 등, 건축 구성 유형 - 벽돌, 프레임, 금속 등 (특히 알루미늄 외장이나 금속단열재 등) 건물에 대한 기본적인 사항을 기록한다.

**단계 2** 측정될 방에 대한 사항을 기록한다.

거실, 침실, 부엌, 지하실 등 측정 지역과 건물에서의 위치 ( 1층, 2층, 지하, 중심 혹은 측면), 창문, 거울, 금속재질, 대형 가구 등 외부 측정차량 기준 안테나 높이를 비교한다.

**단계 3** 채널전계강도 측정을 수 회, 여러지점에서 실시(최대, 최소, 평균 기록)한다.

**단계 4** 안테나를 설치하고 조정하여 전계강도가 최대가 되도록 한다.

스펙트럼 분석기에 의해 통과대역 신호의 선형성이 개선되어 신호 스펙트럼 상태가 양호해 지도록 안테나 위치를 추가로 조정한다.

**단계 5** 실외 측정 절차를 반복한다.

**단계 6** 다양한 안테나에 대하여 실험한다.

이 때 안테나의 조정성이나 감도에 대한 자세한 설명이 필요하다. 이 때 사용되는 실내 안테나의 경우 루프(loop) 안테나와 같이 일반적인 안테나와 앰프나 반사판이 내장된 개량된 안테나를 사용하여 안테나에 의한 수신 감도의 개선 상태도 비교 측정한다.

**6 . 측정 일정 및 현황**

측정 기간은 실외 수신 측정의 경우 하루에 3지점, 일주일에 5일을 측정하며 실내 수신인 경우 적어도 하루에 2지역을 측정한다. 이렇게 해서 약 4개월에 걸쳐 실험을 하게 되며 인접채널 간섭 실험 및 특수지역 측정을 나머지 2 개월에 걸쳐서 수행하게 된다.

전체적인 일정은 다음 표와 같다.

표 4. 실험방송 전담반 추진 일정

1999. 11. 18일	측정기 설치 및 수신장비 구매 및 발송
1999. 11. 18일	신호를 시험과 설치 문제 및 성능 시험 완료
2000. 1. 18일	필드 테스트 실시 및 결과 정리
2000. 9	시험 방송 전환 및 실시

**7. 결론**

본고에서는 현재 우리나라의 지상파 디지털 TV 전환을 위한 필드테스트 계획에 대하여 상세히 설명하였다. 기존의 아날로그 NTSC 방송으로부터 디지털 TV

방송으로의 전환은 2000년 후반기부터 시험방송을 시작으로 2001년에 본방송에 돌입할 예정이며 이와 같은 TV 방식의 효율적인 전환을 위해서는 사전에 우리나라 지형 및 전파환경에 맞는 DTV 시스템의 성능검증과 필드테스트 실측데이터 그리고, 송수신기 정합 검증 등이 이루어져야 할 것이다. 이에 따라 정보통신부에서 지원하는 실험방송 전담반에서는 이의 차질 없는 추진을 위해 필드테스트의 계획 수립과 시스템 성능 검증 그리고 송수신기 정합 규격 등에 대한 상세한 검토를 거쳐 1999년 말부터 2000년 상반기에 걸쳐 필드테스트를 수행하고 이를 분석하여 향후 우리나라 지상파 DTV 전환을 위한 기초적인 자료로서 활용될 수 있도록 할 것이다.

**참 고 문 헌**

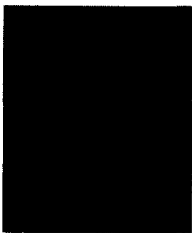
- [1] ATSC Digital Television Standard, ATSC, Sep 16, 1995
- [2] Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard, ATSC, Oct 4, 1995
- [3] Summary of the Grand Alliance VSB Transmission System Laboratory Tests, W. Bretl and G. Sgrignoli, June 1996, ICCE96WB
- [4] Analysis of ATV Transmission 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 Information, G. Sgrignoli, Zenith Technical Paper, Nov 15, 1998



## 필자소개

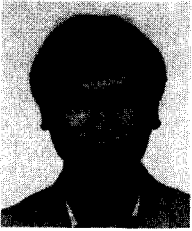


서영우



목하균

- 1980년 서울대학교 전기공학과 졸업
- 1982년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업
- 1982년 ~ 현재 한국방송공사 기술연구소 선임연구원
- 주관심분야 : 지상파 디지털 TV 방송, 위성방송



양경석

- 1983년 고려대학교 전자공학과 졸업
- 1987년 ~ 현재 한국방송공사 기술연구소 연구원
- 주관심분야 : 지상파 디지털 TV 방송

구자득

- 1991년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1996년 2월 포항공대 전자전기과 졸업(석사)
- 1996년 1월 ~ KBS 기술연구소