

# 감시국에 적용 가능한 ATSC DTV 신호의 점유 대역폭 측정 기법

## The Occupied Bandwidth Measurement Technique for ATSC DTV Signals at Monitoring Station

황 태 육 · 김 영 수 · 김 성 일\*

Tae-Wook Hwang · Young-Soo Kim · Seong-Il Kim\*

### 요 약

본 논문은 감시국에서 99 % 점유 대역폭 측정을 효율적으로 측정하기 위한 점유 대역폭 측정 방법을 제안한다. 제안된 측정법을 통해 얻어진 측정 결과의 타당성을 확인하기 위해 ATSC DTV 신호에 적용할 수 있는 MACPR을 정의하였다. MACPR은 감시국의 측정 지역을 선정하는데 적합한 측정 파라미터이다. 본 논문의 측정 결과,  $MACPR \geq 35$  dB 되는 지역에서 600번 이상을 반복 측정한다면, ATSC DTV 신호의 효율적인 점유 대역폭 측정이 가능하다는 결론을 얻었다. 본 논문은 제안된 측정 절차를 보여주고, 실제 필드 환경에서 제안한 효율적인 점유 대역폭 측정 방법을 적용하고 증명하였다.

### Abstract

In this paper, we propose the occupied bandwidth(OBW) measurement method for effectively measuring the 99 % OBW at monitoring station. In order to validate the measurement results obtained from the proposed measurement method, the modified adjacent channel power ratio(MACPR) is herein defined as the formula which was suitable for applying to the OBW measurement of 8-VSB DTV signals. It has been found that the MACPR is a good measurement parameter applicable for the proper site selection of monitoring station and the effective OBW measurement of 8-VSB DTV signals should be made for  $MACPR \geq 35$  dB with 600 measurement trials. The proposed measurement procedure is herein given and proven to effectively be applicable to the OBW measurement of terrestrial 8-VSB DTV signals on the air.

**Key words :** Spectrum Management, DTV Signals, Occupied Bandwidth Measurement

### I. 서 론

전파 신호의 효율적인 관리와 감시는 전파를 이용한 서비스 사업자의 불법 전파 사용에 대한 감시와 서비스간의 상호 간섭 및 전파 품질을 유지하는데 매우 중요한 역할을 담당한다. 더욱이 이러한 전파 품질의 측정을 통한 전파 신호의 감시 및 관리는

지속적이고 신속하게 이뤄져야 하며, 서비스 사업자가 신뢰할 수 있는 감시 기술이 필요하다.

지상파 방송의 점유 대역폭 측정은 대개 각 방송사 송신소의 RF 모니터링 포트에 측정 장비를 직접 연결하여 측정하게 된다. 그러나 이러한 측정 방법은 방송사에 미리 측정 공고를 해야 하기 때문에 규정된 점유 대역폭의 위반 여부를 정확하게 판단하기

\*이 연구는 2003년도 경희대학교 지원에 의한 결과임.

경희대학교 전파통신공학과(Department of Radio Communications Engineering, KyungHee University)

\*경원대학교 전자·전기공학부(Department of Electronic and Electric Engineering, KyungWon University)

·논문 번호 : 20041130-155

·수정완료일자 : 2005년 2월 18일

어렵다는 문제가 있다. 따라서, 점유 대역폭 측정에 의한 전파 감시는 필드 환경에서 측정되어야 하고, 필드 환경에서 측정된 점유 대역폭은 송신소의 RF 모니터링 포트에 직접 연결하여 측정한 결과와 비교했을 때 신뢰할 수 있을 정도로 오차가 적어야 한다.

국내에서 방송되고 있는 디지털 TV(DTV)는 미국에서 표준을 정한 ATSC(Advanced Television System Committee) 방식을 적용하여 방송하고 있어, 미국의 DTV 방송 규격과 유사하다. 그러나, 국내의 전파 환경은 산악 지형이 많고, 송신소가 높은 위치에 있기 때문에 간섭지역은 넓게 나타나는 반면, 고층 건물에 의한 음영지역이 많은 특징을 갖고 있다. 이러한 특징은 미국의 전파 환경과는 다르기 때문에 국내에서 방송하고 있는 DTV에 대한 점유 대역폭 측정 역시 국내의 전파 환경에 맞는 방법을 사용해야 한다<sup>[10]</sup>. 국내 환경에 따른 DTV 신호에 대한 전파 환경 측정은 [10]에서 이루어졌다. [10]은 대전 지역에서 DTV 신호의 필드 환경 측정으로서 DTV 신호의 점유 대역폭 관점이 아닌 전계 강도를 비롯한 전반적인 신호 환경에 대해 측정, 분석하였다. 본 논문은 국내에서 방송하고 있는 8-VSB 방식을 이용한 ATSC DTV 지상파 방송의 점유 대역폭 측정을 서울, 경기 일대의 필드 환경에서 수행하였으며, 효율적인 점유 대역폭 측정 기준을 제안하였다.

본 논문에서는 ATSC DTV 신호의 특성과 점유 대역폭 측정의 신뢰도를 높이기 위해 8-VSB 방식 ATSC DTV 신호를 생성할 수 있는 장비를 이용한 모의 측정을 우선적으로 수행하였다. 이를 통해 얻은 결과를 필드 환경에서 지상파 DTV 점유 대역폭 측정의 측정 기준 및 비교 자료로 활용하였다. 또한, DTV 송신소의 RF 모니터링 포트에서 직접 측정한 점유 대역폭 결과를 기준으로 이동 감시국을 이용한 필드 환경에서 측정된 결과를 통계적으로 분석하여 제안한 측정 기준의 타당성을 검토하였다.

효율적인 ATSC DTV 점유 대역폭 측정을 위해 ITU-R(International Telecommunication Union - Radio)에서 권고하고 있는 99 % 점유 대역폭 측정법을 적용하였으며, 필드 환경의 점유 대역폭을 측정하기에 적합한 측정 위치를 선정하는데 필요한 파라미터로 기준의 ACPR(Adjacent Channel Power Ratio, 인접 채널 전력비)을 수정한 MACPR(Modified ACPR)을 새

로이 정의하였다. ITU-R에서 제안하고 있는 99 % 점유 대역폭 측정법에는 ACPR이나 MACPR이 언급되어 있지 않지만 효율적인 점유 대역폭 측정을 위해 이동통신에서 전력 증폭기의 선형성을 판단하기 위해 자기 채널 대 인접 채널의 전력을 비교하는 파라미터인 ACPR을 수정한 MACPR을 99 % 점유 대역폭 측정을 위한 파라미터로 제안하였다. MACPR은 신뢰도 높은 점유 대역폭을 측정할 수 있는 지역을 선정하는 파라미터로 사용된다.

본 논문에서 제안한 DTV 신호의 점유 대역폭 측정 방법을 이용하여, 필드 환경에서 감시국을 통해 점유 대역폭을 측정한 결과가 DTV 송신소의 RF 모니터링 포트에서 직접 측정한 결과와 크게 다르지 않음을 확인하였다. 따라서, 제안된 방법을 이용한다면 필드 환경에서 신뢰할 수 있을 만한 점유 대역폭 측정이 가능할 것으로 기대된다.

## II. 점유 대역폭 측정 시스템 및 파라미터

### 2-1 필드 환경 측정 시스템 및 측정 절차

그림 1은 필드 환경에서 DTV 신호를 측정할 수 있는 감시국의 측정 시스템을 개략적으로 보여주고 있다. 주요 측정 장비는 스펙트럼 분석기와 LP 안테나, GPS 위성 수신기, 수신 안테나를 조정할 수 있는 컨트롤 시스템, 수신된 DTV 신호 데이터를 저장하고 분석할 수 있는 시스템 등으로 구성하였다.

LP 안테나의 특성은 표 1에서와 같으며, 수신 안테나인 LP 안테나와 스펙트럼 분석기를 연결하는 케이블은 10 m 길이에 0.7 dB 손실이 있는 RG-8 동축 케이블을 사용하였다. GPS 위성 수신기는 측정

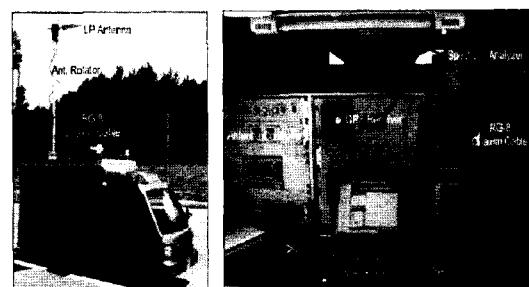


그림 1. 필드 환경 측정을 위한 감시국 시스템

Fig. 1. The monitoring station system for the field measurement.

표 1. LP 안테나 특성

Table 1. LP antenna specification.

파라미터	설정 값
Ant. Type	Log Periodic Dipole
Frequency	400 MHz~3 GHz
Gain	5~8 dBi
Front-back ratio	15 dB

표 2. 스펙트럼 분석기 파라미터

Table 2. Spectrum analyzer parameter.

파라미터	설정 값
Number of Pixels	601
RBW	30 kHz
VBW	300 kHz
Sweep Time	50 ms
Span	12 MHz
Detection Mode	Sample Mode
Average Mode	OFF

지역의 위·경도를 측정하기 위해 사용하였다. 스펙트럼 분석기의 주요 측정 파라미터는 표 2와 같이 설정하였다. 표 2에서 픽셀 수는 점유 대역폭 측정을 위해 사용된 스펙트럼 분석기의 고유 픽셀 수이다. RBW(Resolution Bandwidth)는 채널 대역폭의 대략 5% 이하로 설정하지만, RBW를 30 kHz 이하로 설정 했을 때, DTV 신호의 송출 대역폭을 비교적 정확하게 측정할 수 있다<sup>[6]</sup>. 따라서, RBW를 30 kHz로 설정하였다. VBW(Video Bandwidth)는 보통 RBW의 3배 이상으로 설정하지만, 스펙트럼 분석기의 첨두치에 러를 최대한 줄이기 위해 RBW의 10배인 300 kHz로 설정하였다<sup>[5][7]</sup>. Span 범위는 점유 대역폭 측정을 위한 주요 파라미터 중 하나인 MACPR을 적용하기 위해 DTV 채널 대역폭 6 MHz의 2배인 12 MHz로 설정하였다. 표 2에 제시되어 있는 파라미터는 측정 파라미터를 다양하게 변화시켜가며 측정해본 결과 얻어진 DTV 신호의 효율적인 점유 대역폭 측정을 위한 최적의 파라미터들이다.

## 2-2 Z % 점유 대역폭

대역폭 측정 방법은 절대 대역폭, 3 dB 대역폭, 등 가 대역폭, 영점 대 영점 대역폭, RMS 대역폭, Z %

점유 대역폭, x dB 대역폭 등이 있다. 이 중 ITU-R에서는 Z % 점유 대역폭을 대역폭 측정 방법 중 하나로 권고하고 있다<sup>[4]</sup>. Z % 점유 대역폭은 점유 대역폭 계산 방법이 간단하고, 다양한 전파 형식에 대한 스펙트럼 특성을 규정하는데 용이하다는 장점이 있는 반면, 인접 채널에 강한 전계 강도를 갖는 신호가 존재한다면 정확한 점유 대역폭 측정이 어려운 단점이 있다. 따라서, 본 논문에서 측정한 DTV 신호는 DTV 채널 주위에 할당된 채널이 없는 SBS DTV 신호를 측정 신호로 선정하였다. SBS DTV 신호는 797 MHz를 중심 주파수로 사용한다.

Z % 점유 대역폭 측정 방법은 스펙트럼 분석기의 Span 범위에서 상측 주파수 제한의 윗부분에서나 하측 주파수 제한의 아래부분(그림 2에서 좌, 우측의 음영 부분)에서 어떤 신호의 방사 총 평균 전력의  $\beta/2\%$ 와 각각 일치하는 평균 전력을 방출하는 주파수의 폭으로 대역폭을 측정한다. 특별한 전파 형식에 대하여 ITU-R이 특별히 다른 언급이 없을 경우에는  $\beta/2\%$ 의 값은 0.5이다. 그림 2는 ITU-R에서 권고하고 있는 Z % 점유 대역폭 측정 기준을 보여주고 있다. 본 논문에서는  $\beta/2\%$ 의 값을 0.5로 하는 99 % 점유 대역폭을 측정 기준으로 정하였다.

DTV 신호의 Z % 점유 대역폭 계산에서 특별히 주의해야 할 것은 DTV 신호에는 전력 레벨이 큰 파일럿(Pilot) 신호가 존재한다는 것이다. Z % 점유 대역폭은 좌우가 대칭된 형태의 스펙트럼 상에서 방사 총 평균 전력의 좌우  $\beta/2\%$ 를 제외한 대역폭을 점유 대역폭으로 결정하기 때문에 DTV의 파일럿 신호를 제외한 전력을 방사 총 평균 전력으로 계산해야만 정확한 점유 대역폭 측정이 가능하다.

## 2-3 MACPR

앞 절에서 언급했듯이, Z % 점유 대역폭 측정법

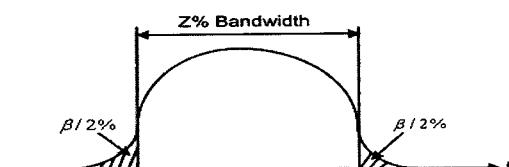


그림 2. Z % 점유 대역폭 정의

Fig. 2. Definition of Z % occupied bandwidth.

은 측정된 채널의 99 % 전력에 해당하는 대역폭을 점유 대역폭으로 규정하기 때문에 측정하고자 하는 채널의 전력에 따라 점유 대역폭이 변하게 된다. 따라서, 실제 필드 환경에서 Z % 점유 대역폭 측정법을 적용하기 위해서는 어느 정도의 채널 전력이 보장되는 지역에서 측정이 이뤄져야 한다. 그러나, ITU-R의 Z % 점유 대역폭 측정 기준에는 측정 지역에 대한 파라미터가 명시되어 있지 않다. 따라서, 본 논문에서는 필드 환경에서 Z % 점유 대역폭을 적용하였을 때, 신뢰할 수 있을 만한 점유 대역폭이 측정되는 지역을 선정할 수 있는 측정 파라미터로 MACPR을 제안한다.

MACPR은 기존의 ACPR 계산법을 수정한 것이다. ACPR은 이동통신에서 전력 증폭기의 선형성을 나타내는 지표로 사용된다. ACPR이 자기 채널 전력에 대한 인접 채널 전력의 비를 의미하기 때문에, 인접 채널 전력의 변화가 거의 없다면 결국 ACPR은 자기 채널 전력의 변화를 의미하게 된다. 따라서, 이동통신의 전력 증폭기의 선형성을 판단하기 위한 파라미터인 ACPR을 적절히 이용한다면 Z % 점유 대역폭 측정 지역을 선정하는 파라미터로 이용할 수 있을 것이다.

이에 따라, 본 논문은 기존 ACPR 계산법을 수정한 MACPR을 정의하여 DTV 신호의 점유 대역폭 측정 지역을 선정하기 위한 측정 파라미터를 제안한다. 기존의 ACPR은 측정하고자 하는 채널 전체 대역폭의 전력과 인접 채널의 30 kHz 대역폭 전력의 비로 계산하였으나, MACPR은 스펙트럼 분석기에서 측정된 Span 범위 12 MHz의 스펙트럼에서 DTV 신호 채널 대역폭 6 MHz의 전력과 인접 채널 6 MHz(DTV 신호 대역폭 좌측 인접 채널 3 MHz와 우측 인접 채널 3 MHz의 합) 전력의 비로 계산된다. 그림 3과 식 (1)은 기존 ACPR 계산법을 보여주고 있으며, 그림 4와 식 (2)는 MACPR의 계산법을 보여주고 있다.

$$ACPR = \frac{\Delta f_1}{\Delta f_2} \quad (1)$$

여기서,  $\Delta f_1$ 은 송신 채널 전력이며,  $\Delta f_2$ 는 인접 채널에서 30 kHz 대역의 전력이다.

$$MACPR = \frac{AP_T}{AP_A} \quad (2)$$

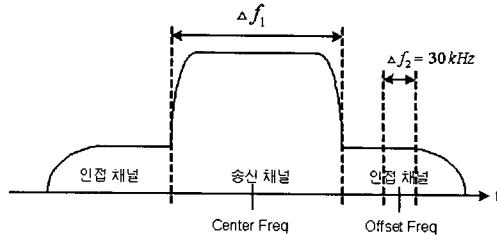


그림 3. ACPR의 정의  
Fig. 3. Definition of ACPR.

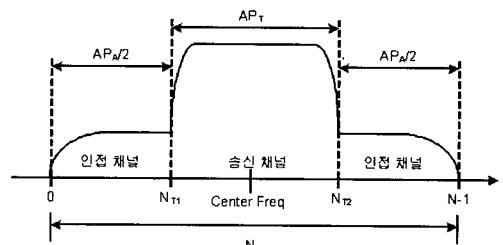


그림 4. MACPR의 정의  
Fig. 4. Definition of MACPR.

$$AP_T = \sum_{k=N_{T_1}}^{N_T} P_k$$

$$AP_A = \sum_{k=0}^{N_T-1} P_k + \sum_{k=N_T+1}^{N-1} P_k$$

여기서,  $AP_T$ 는 스펙트럼 분석기를 통해 측정된 송신 채널의 전력이며,  $AP_A$ 는 인접 채널의 전력이다.  $P_k$ 는 스펙트럼 분석기의 RBW(Resolution Bandwidth) 전력을 말한다.

DTV 신호의 MACPR 계산에서 있어 DTV 신호에는 전력 레벨이 큰 파일럿 신호를 사용하고 있다는 것에 주의해야 한다. Z % 점유 대역폭에서와 마찬가지로 파일럿 신호는 상대적으로 큰 레벨의 신호를 갖기 때문에 MACPR에서도 DTV의 파일럿 신호는 제외하고 MACPR의 송신 전력을 계산해야 한다.

MACPR은 송신 채널의 전력과 인접 채널의 전력비를 알 수 있기 때문에, 필드 환경에서 DTV 신호를 측정할 때의 환경적인 요인, 이를 테면 다중 경로 손실이나 송신소와의 거리가 멀어짐에 따른 전계 강도 감쇠 등에 의한 송신 채널 전력의 변화를 효율적으로 나타낼 수 있다. 그림 5는 MACPR에 따른 DTV 송신 채널 전력과 인접 채널 전력의 변화를 보여주고 있다. MACPR의 변화에 따라 DTV 송신 채널 전

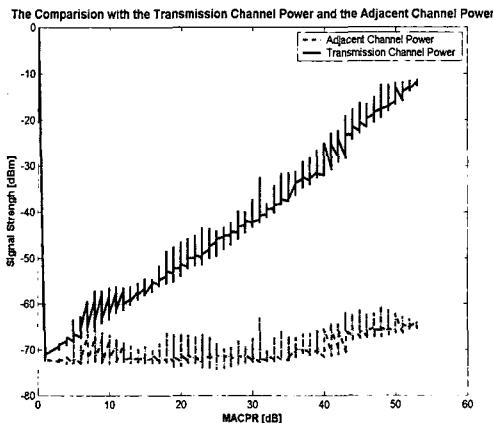


그림 5. MACPR에 따른 DTV 송신 채널 전력과 인접 채널 전력 비교

Fig. 5. Comparison of the DTV transmission channel power and adjacent channel power following MACPR.

력은 선형적으로 변하고 있지만, 인접 채널 전력은 크게 변하지 않음을 알 수 있다. 따라서, MACPR은 DTV 채널의 전계 강도와 비례하며, 송신소와 감시국 사이의 거리에 반비례하기 때문에 점유 대역폭 측정이 가능한 측정 지역 선정에 활용할 수 있다.

#### 2.4 최적 측정 샘플

필드 환경에서 스펙트럼 분석기를 이용한 점유 대역폭 측정은 같은 측정 지역이라 하더라도 전파의 변화 및 환경적 영향이 일정하지 않고, 스펙트럼 분석기의 비선형적 특성으로 인해 측정 스펙트럼도 약간씩 변하게 된다. 이런 변화를 예측한다는 것은 불가능하기 때문에, 필드 환경에서 스펙트럼 분석기를 이용한 점유 대역폭 측정은 몇 번의 측정만으로 결정할 수 없고, 여러 번 측정하여 통계적 방법에 의해 점유 대역폭을 결정할 수 있다.

필드 환경에서 스펙트럼 분석기를 이용하여 1,000 번 이상 측정된 스펙트럼 데이터로부터 얻어진 99 % 점유 대역폭의 분포는 가우시안 분포의 통계적 특성을 따른다. 따라서, 필드 환경에서 점유 대역폭을 결정하는 것은 가우시안 분포를 따르는 통계 방법을 이용하여 점유 대역폭을 결정할 수 있다. 그림 6은 가우시안 분포를 따르는 표준 정규 분포를 나타내고 있으며, 이때의 최적 샘플 수는 식 (3)에 의해

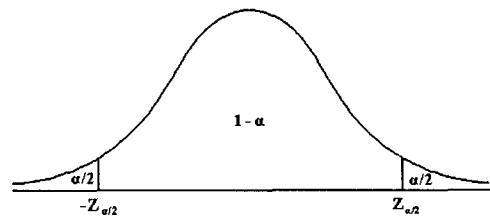


그림 6. 가우시안 분포를 따르는 표준 정규 분포

Fig. 6. The standard normalized distribution following Gaussian distribution.

결정된다<sup>[9]</sup>.

$$N = \left( \frac{Z_{\alpha/2} \times \sigma}{e} \right)^2 \quad (3)$$

여기서,  $N$ 은 적정 샘플 수이고,  $Z_{\alpha/2}$ 는 표준 정규 분포 상수로서 신뢰 수준에 따른 상수 값이다.  $\sigma$ 는 표준 편차,  $e$ 는 오차 범위이다<sup>[9]</sup>. 따라서, DTV 신호의 점유 대역폭 측정을 위한 샘플 수, 즉 측정 횟수는 신뢰 수준, 오차 범위와 표준 편차에 따라 결정된다. 본 논문에서는 99 % 신뢰 수준에 ±0.1 % 오차 범위를 갖도록 최적 샘플 수를 결정할 것이다.

### III. DTV 점유 대역폭 측정 결과

ATSC DTV 신호의 점유 대역폭 측정 기준을 정하기 위해 먼저 가상의 DTV 신호를 만들고, 이를 모의 실험하여 통계적 분석을 통해 측정 기준을 결정하였다. 이 측정 기준을 필드 환경에 적용하여 타당성을 판단하였다. DTV 신호의 필드 측정은 남산 송신소 모니터링 포트에서 측정한 송신소 송출 신호 측정과 이동 감시국을 이용한 필드 환경에서의 측정으로 구분하였다.

#### 3-1 모의 측정 결과

전계 강도 변화에 따른 ATSC DTV 신호의 점유 대역폭 및 MACPR의 변화를 고려하기 위하여 가상의 DTV 신호를 생성하고, 모의 실험을 수행하였다. DTV 가상 신호는 ATSC 방식의 8-VSB DTV 신호이며, 대역폭은 5.5223 MHz를 갖도록 하였다.

모의 실험에 의한 점유 대역폭의 측정에 있어 가상 DTV 신호의 대역폭 5.5223 MHz를 기준으로 상대 오차를 0.1 % 이내로 줄일 수 있는 정확한 MAC-

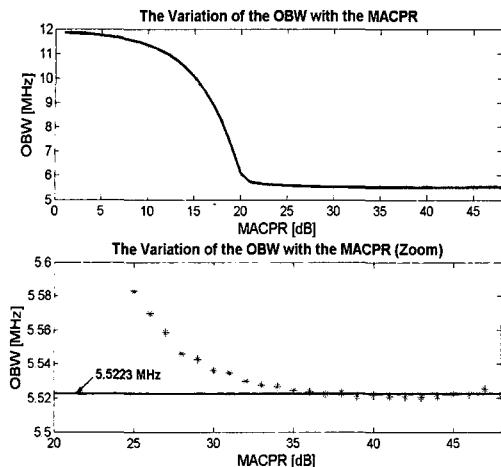


그림 7. MACPR에 따른 점유 대역폭 평균의 변화  
Fig. 7. The variation of the OBW with the MACPR.

PR 값을 정하기 위하여 MACPR에 따른 상태 오차 변화와 점유 대역폭 평균의 변화를 구하였다. 그림 7은 MACPR 변화에 따른 점유 대역폭 평균의 변화를 보여주고 있으며, 그림 8은 MACPR에 따른 상태 오차의 변화를 보여주고 있다. 이를 통해 MACPR이 35 dB 이상일 때, 가상 DTV 신호의 대역폭 5.5223 MHz 와 비교했을 때  $\pm 0.1\%$  이내의 상태 오차를 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한, 측정된 점유 대역폭은 가우시안 분포를 따르는 표준 정규 분포의 통계적 특성을 갖기 때문에 이를 이용하여 99 % 신뢰 수준에  $\pm 0.1\%$  오차 범위를 갖도록 하는 최소 측정 샘플 수를 구할 수 있다. 식 (3)에 의하여 이론적인 최소 적정 샘플 수(측정 횟수)를 구해 보면 341회임을 알 수 있다. 따라서, 필드 환경에서 MACPR이 35 dB 이상 되는 지역에서 ITU-R에서 권고한 99 % 점유 대역폭 측정법을 적용하고, 이때의 측정 횟수는 최소 341회 이상이라면 높은 신뢰도의 점유 대역폭을 측정할 수 있을 것이다. 실제 필드 환경에서는 측정 횟수를 341회보다 많은 600회 이상으로 하였다.

### 3-2 DTV 송신소 측정 결과

서울 남산(위도  $37^{\circ} 32' 55''$ , 경도  $126^{\circ} 59' 37''$ )에 위치한 남산 송신소의 모니터링 포트에서 송출 신호를 측정하였다. 서울 남산에 위치한 SBS 남산 송신소에서의 DTV 송출 주파수는 797 MHz이며 5 kW의 출력으로 송출한다. 스펙트럼 분석기와 남산

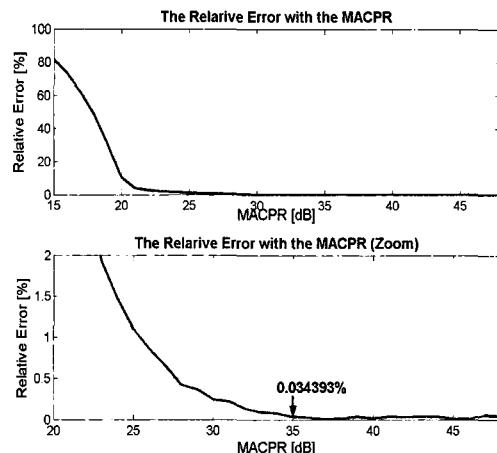


그림 8. MACPR에 따른 상태오차의 변화  
Fig. 8. The average OBW with the MACPR.

표 3. 남산송신소 RF 모니터링 포트 측정 결과  
Table 3. The result of RF monitoring port measurement at the Namsan transmitting station.

측정 횟수	점유 대역폭 평균 [MHz]	표준 편차 [kHz]	최대 점유 대역폭 [MHz]	최소 점유 대역폭 [MHz]	MACPR 평균 [dB]
1000	5.4785	39.489	5.58	5.36	51.511

송신소 RF 모니터링 포트를 연결하여 1,000번 반복 측정하였다. 남산 송신소에서 측정된 MACPR과 점유 대역폭의 측정 결과는 표 3에서 보여주고 있다. 남산 송신소 RF 모니터링 포트 측정 결과, 점유 대역폭 평균은 5.4785 MHz, 최대 및 최소 점유 대역폭은 각각 5.58 MHz, 5.36 MHz였으며, 표준 편자는 39.489 kHz였다. 평균 MACPR은 51.511 dB로 나타났다.

### 3-3 필드 환경 측정 결과

필드 환경 측정은 다중 경로에 의한 손실이나 주위 환경에 의한 전계 강도 감쇠 등을 최소로 하기 위해 남산 송신소를 중심으로 LOS(Line-of-Sight) 환경이 보장되는 43개 측정 지역을 선정하여 매 측정 지역마다 600~1,000번의 샘플을 측정하였다. MACPR에 따른 필드 환경의 점유 대역폭 측정 결과는 그림 9와 표 4에 나타냈다. 그림 9에서 보는 바와 같이 필드 환경에서의 점유 대역폭 측정 결과는 MACPR이 일정 범위 이상에서는 일정 점유 대역폭 값에 수렴하

표 4. 남산송신소와 감시국 측정 결과 비교

Table 4. The comparison of transmitting station and monitoring station measurement result.

분류	측정 횟수	평균 점유 대역폭 [MHz]	표준 편차 [kHz]	최대 점유 대역폭 [MHz]	최소 점유 대역폭 [MHz]	상대 오차 [%]
남산 송신소	1,000	5.4785	39.489	5.58	5.36	-
MACPR 35 dB 이상 지역	44,335	5.4816	49.436	5.68	5.32	0.0566
	600	5.4809	50.921	5.62	5.34	0.0438

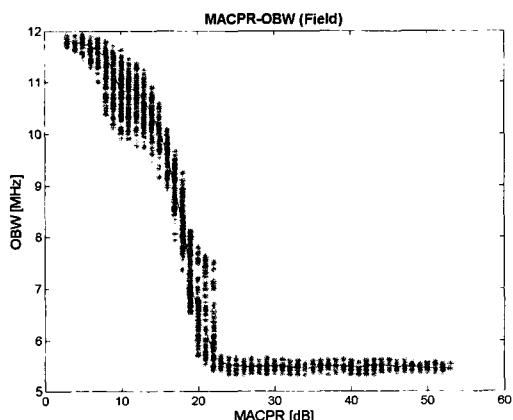


그림 9. 감시국에서의 DTV 점유 대역폭 측정 결과  
Fig. 9. The result of the occupied bandwidth of DTV signal at the monitoring station.

는 것을 알 수 있다. 따라서, 오차 범위가  $\pm 0.1\%$  이내로 수렴되었던 MACPR 35 dB 이상이 되는 지역에서 점유 대역폭을 측정할 경우 남산 송신소의 RF 모니터링 포트에서 직접 측정한 점유 대역폭에 근접한 측정 결과를 얻을 수 있을 것으로 예측할 수 있다.

그림 10은 필드 환경 측정 데이터 중 MACPR 35 dB 이상의 측정 샘플 데이터의 점유 대역폭 분포와 통계적 특성을 보여주고 있다. MACPR 35 dB 이상의 측정 샘플에 대한 평균은 5.4816 MHz이며, 최대 및 최소 점유 대역폭은 각각 5.68 MHz, 5.32 MHz, 표준 편자는 49.436 kHz로 나타났다. 따라서, MACPR 35 dB 이상에서의 점유 대역폭 평균값은 남산 송신소의 점유 대역폭 평균 5.4785 MHz의  $\pm 0.1\%$  오차 범위 내에 있음을 알 수 있다(0.0566 % 오차). 이는

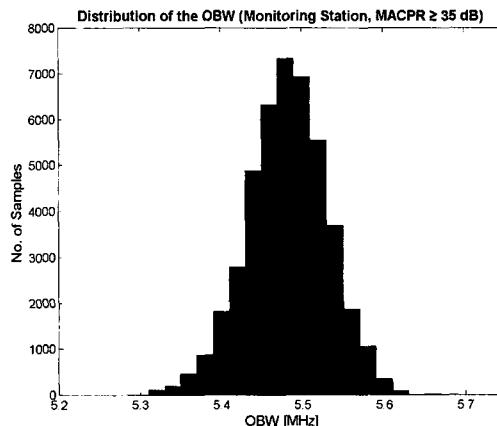


그림 10. MACPR  $\geq 35$  dB의 점유 대역폭 분포(감시국 측정, 평균 5.4816 MHz)

Fig. 10. The distribution of the OBW more than MACPR 35 dB(measured by monitoring station and the average is 5.4785 MHz).

MACPR 35 dB 이상에서  $\pm 0.1\%$  오차 범위 이내의 점유 대역폭이 측정될 것이라는 가상 모의 실험에서의 가정이 필드 환경에서도 적용됨을 보여준다.

MACPR 35 dB 이상의 측정 샘플 중, 랜덤하게 600회의 샘플을 추출하였을 때의 점유 대역폭 평균은 표 4에 나타낸 것과 같이 점유 대역폭 평균은 5.4809 MHz이며, 최대 및 최소 점유 대역폭은 5.62 MHz, 5.34 MHz, 표준 편자는 50.921 kHz로 나타났다. 이 결과 역시 송신소에서의 점유 대역폭 평균인 5.4785 MHz의  $\pm 0.1\%$  오차 범위 내에 존재함을 알 수 있다(0.0438 % 오차). 따라서, 모의 실험을 통해 결정한 점유 대역폭 측정 기준인 MACPR 35 dB 이상에서 600회 이상의 측정 샘플에 의해 얻어지는 점유 대역폭은 송신소에서 직접 측정한 점유 대역폭의 결과와 비교했을 때  $\pm 0.1\%$  오차 범위 이내로 측정될 수 있음을 알 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문은 이동 감시국에서 8-VSB 방식을 이용한 ATSC DTV 송출 신호의 점유 대역폭을 효율적으로 측정할 수 있는 방법을 제안하였다.

이동 감시국을 이용한 필드 환경에서 MACPR을 측정하여 MACPR이 35 dB 이상 되는 지역에서 ITU-R에서 권고한 99 % 점유 대역폭 측정법을 이용하여

600회 이상 반복 측정하고 이를 통계적 방법에 의해 점유 대역폭을 결정한다면 송신소의 RF 모니터링 포트에서 측정한 결과에 매우 근접한 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다( $\pm 0.1\%$  오차범위 이내). 그러나, 본 논문에서 제안한 측정법은 DTV 신호가 연속적으로 존재하지 않을 경우에 적용 가능하다.

따라서, DTV 신호가 연속적으로 존재하지 않는 신호에 대해 본 논문에서 제안한 DTV 신호의 점유 대역폭 측정 기준을 적용한다면 필드 환경에서 신뢰도 높은 DTV 점유 대역폭 측정이 가능할 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] ITU-R, *ITU-R Recommendation Spectrum Management SM.433 : Methods for the Measurement of Radio Interference and the Determination of Tolerable Levels of Interference*, ITU-R, Jun. 2003.
- [2] ITU-R, *ITU-R Recommendation Spectrum Management SM.443 : Bandwidth Measurement at Monitoring Stations*, ITU-R, Jun. 2003.
- [3] ITU-R, *ITU-R Draft Recommendation SM.433 :*

*Radio Emission Bandwidth Measurement*, Jul. 2003.

- [4] ITU-R, *ITU-R Handbook Spectrum Monitoring Edition 2002*, ITU-R, pp. 257-274, 2002.
- [5] Carl Eilers, Gary Sgrignoli, "Digital television transmission parameters analysis and discussion", *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 45, no. 4, pp. 365-385, Dec. 1999.
- [6] Linley Gumm, "Measurement of 8-VSB DTV transmitter emissions", *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 45, no. 2, pp. 234-242, Jun. 1999.
- [7] Rohde & Schwarz, *Rohde & Schwarz Application Note : Swept Adjacent Channel Power Analysis on Digital TV Amplifiers*, 2001.
- [8] Tektronix, *Tektronix Application Note : 8 VSB Measurements Using the RFA300A*, 2001.
- [9] 정상윤, 김영식, 한대희, 통계학의 이해와 활용, 형설출판사, 2002년.
- [10] 김종호, 조진호, 이형수, 박재홍, "대전지역의 지상파 DTV 현장 측정 및 결과 분석", 한국전자파학회논문지, 11(5), pp. 830-838, 2000년.

### 황 태 육



2001년 2월: 경희대학교 전파공학과 (공학사)  
2003년 2월: 경희대학교 전파공학과 (공학석사)  
2003년 3월 ~ 현재: 경희대학교 전파공학과 박사과정  
[주 관심분야] SDR, RFID, Spectrum Management

### 김 영 수



1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)  
1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)  
1988년 12월: 미국 Arizona State University 전기공학과 (공학박사)  
1985년 5월 ~ 1986년 5월: Consultant, Signal-System Technology Inc., U.S.A.  
1986년 6월 ~ 1988년 12월: Research Associate, Arizona State University  
1989년 2월 ~ 1992년 8월: ETRI 전파기술부, 전파응용연구실, 실장  
2002년 1월 ~ 2003년 2월: Visiting Faculty, MPRG, Virginia Tech., U.S.A.  
1992년 9월 ~ 현재: 경희대학교 전파통신공학 교수  
[주 관심분야] OFDM, SDR, MIMO System, RFID, Smart Antenna

## 김 성 일



1987년 3월~현재: 경원대학교 전  
자·전기정보공학부 교수

1999년 5월~현재: 서울특별시 송  
파구 정보화 추진위원회 위원

2002년 2월~현재: 경원교육 개발  
원 초대/2대 원장

2002년 3월~2005년 3월: 정보통신  
부 조달사무소 설계자문위원회 위원

2004년 7월~2004년 12월: 한국전자통신연구원 RFID/  
USN 연구단 초빙연구원

2004년 9월~현재: 경원 RFID/USN 연구센타 소장  
[주 관심분야] RFID, RTLS, USN 등