碩士學位論文

放送스튜디오의 殘響特性에 關한 硏究

指導敎授 李 鎔 鶴

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

梁 宗 鉉

1 9 9 9

放送스튜디오의 殘響特性에 關한 硏究

指導敎授 李 鎔 鶴

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함.

1999年 12月 日

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

通信工學專攻

梁 宗 鉉

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

梁宗鉉의 工學 碩士學位論文을 認准함.

1999年 12月 日

委員長 林 載 允 印

委 員 李 鎔 鶴 印

委 員 康 鎭 植 印

목 차

Abstract 1

Ⅰ. 서론 3

Ⅱ. 잔향 5
1. 음의 운동 5
2. 잔향 음장 6
1)잔향 방정식 9
2)실내에서의 음향 감쇠 11
3)스튜디오에서의 음의 운동 13

Ⅲ. 스튜디오의 잔향 특성 14
1. 음성용과 일반 프로그램용 스튜디오 15
2. TV 스튜디오 16
3. 음악용 스튜디오 17

Ⅳ. 스튜디오의 잔향 측정 20
1. 잔향 측정 20
2. 잔향 측정 결과 24
1)임펄스 응답의 측정 24
2)주파수에 따른 잔향시간의 측정 28
3) 잔향시간의 계산결과 32

Ⅴ. 결과 및 고찰 34

Ⅵ. 결론 37

참고문헌 39

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

A Study on Reverberation Characteristics of Broadcasting Studio

Jong-Hyun Yang

Department of Electrical and Electronic Engineering
Graduation school of Industry
Cheju national university

Supervised by professor Yong-Hak Lee

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Abstract

In this thesis, we measured the reverberation time to obtain the proper optimum reverberation time suitable to program production which differs with uses such as TV news, AM recording and FM recording studios. It was also compared the values of measurement with the values of expectation designed the reverberation time equation and analyzed them. AM recording studio which the characteristics of reverberation is improper installs the curtains and the variations of sound absorption coefficients were compared with them.

According to the measuring results of the reverberation time installed curtains, the reverberation time was decreased 0.05 second in 500 Hz region when the only one curtain was installed in the inside of a studio wall. It was also decreased about 0.26 second in 4 KHz region when two curtains was installed in two walls of the studio.

In view of the results, curtains which were installed in the studio walls could be effectively improved the reverberation time in studio which becomes low the sound absorption coefficients of high frequency. Therefore curtains which can be controled as much as possible according to the program production could be improve the reverberation time. It will be also achieved the uniform of the broadcasting quality and satisfied with the characteristics of basic acoustic.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅰ. 서론

공연장이나 교회 기타 빌딩에서 잔향이라는 음향적인 현상을 우리는 쉽게 경험할 수 있다. 잔향은 어떤 메시지의 전달에 방해를 주기도 하지만 때로는 음향효과의 중요한 요소로써 작용하기도 한다. 회화나 강연은 잔향 시간이 길어지면 명료도가 떨어지는 반면에 음악의 연주에서는 풍부한 잔향이 필요하기 때문에 실내의 크기나 사용 목적에 따른 적절한 대책이 필요한 것이다. 이러한 잔향(Reverberation)에 관한 연구는 W. C. Sabine(1927)과 Norris 와 Eyring(1939)에 의하여 실내에서의 음의 현상에 대하여 연구가 이루어지기 시작하였다. 방송 스튜디오의 잔향에 대한 연구는 영국 BBC의 TV 스튜디오에 대한 최적 잔향시간에 대한 연구와 일본 NHK의 약 90실 규모의 라디오 스튜디오에 대한 음향 특성의 측정과 방송 기술자의 평가결과에 근거한 방송 스튜디오의 최적 잔향시간의 연구가 대표적이다(古川 등, 1983).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

방송장비의 성능과 응용 기술, 녹음 및 음향환경 등은 청취자에게 많은 영향을 준다. 방송 기술자는 스튜디오 음향 기기의 조정이나 연주자의 마이크 배치 등의 작업을 많이 처리해야 한다. 음향환경이 잘못되었을 경우(예로서 부적절한 잔향, 외부소음 등)에는 프로그램 제작 작업 전반에 걸쳐 마이크를 최적인 장소에 배치하기가 매우 어려우며 제작자의 의도와 상관없이 잘못된 결과를 초래하기 쉽다. 방송 스튜디오의 실내음향은 음성 프로그램 제작, 방송 과정의 시작에 관련된 분야이다. 그러므로 방송기술자가 제일 먼저 해야할 일은 프로그램의 제작 환경

에 알맞은 음향특성이 되도록 적절히 대처하여야 할 것이다. 방송 스튜디오 설계는 스튜디오의 울림이 청취자가 수신하기에 적당하도록 최적 잔향 특성을 목표로 발전하였다. 최근에는 멀티 마이크 픽업의 사용빈도가 많아지고 있으며 일부 스튜디오에서는 음의 간섭을 방지하기 위하여 차음 장치를 많이 사용하고 있다.

방송스튜디오의 설계는 음향 조건에 따라서 여러 가지 설계 방식이 고려되지만 이중에서 설계기초가 되는 실내음향은 여러 종류(예 교회음향, 녹음스튜디오음향 등)가 있으므로 프로그램특성에 알맞은 스튜디오를 설계 하여야한다. 따라서 본 논문에서는 영국의 BBC와 일본의 NHK에서 제안한 스튜디오의 최적 잔향시간을 기준으로 용도가 다른 3개의 스튜디오에 대하여 건축 내장재의 평균 흡음율을 산정하고 잔향방정식에 의한 설계 예측치와 실제 측정값의 잔향시간을 측정하여 비교 분석하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

본 논문의 구성은 1장에서는 잔향의 중요성과 연구방향을 제시하였고, 2장에서는 잔향에 대한 이해와 스튜디오의 설계에 필요한 방정식을 기술하였으며, 3장에서는 방송 스튜디오의 최적 잔향시간과 스튜디오의 용도에 따른 잔향특성을 설명하고, 4장에서는 제주MBC 3개의 스튜디오에서 잔향시간을 측정하고 그 결과를 분석하였다. 5장에서는 1개소의 스튜디오를 대상으로 한 실험을 통하여 잔향특성의 변화를 나타내고 설계 예측치 와 실제 측정값을 비교 분석하였고, 6장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

Ⅱ. 잔향

본 장에서는 실내외에서 음향 전파의 기본적인 요소 및 실내의 잔향 음장을 설명하고 스튜디오의 설계에 필요한 잔향 방정식에 관하여 기술한다.

1. 음의 운동

음은 음향출력이 주위의 대기를 진동시켜 발생하는데 가청음의 주파수 범위는 보통 20Hz에서 20KHz이며 인간이 들을 수 있는 가장 낮은 레벨의 음은 최저 가청한계(Lower limiting of hearing), 가장 높은 레벨의 음은 최고 가청한계(Upper limiting of hearing)라 한다. 최고 가청한계와 최저 가청한계의 레벨 차이가 큰 부분은 1KHz에서 5KHz 부근으로 약 130dB 정도의 차이가 나고 소리 강약의 폭이 가장 넓은 주파수 범위가 된다. 또한 인간이 음(자연음, 기타 잡음 등)을 청취할 때 감도가 제일 좋은 주파수의 범위는 1KHz에서 5KHz범위로서 이 부근에서의 소리가 가장 예민하게 잘 들린다. 정상적인 대기압에서 음의 속도는 다음 식(1)로 주어진다(Don and Carolyn, 1981).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

$$\text{음속 } (v) = 20.06\sqrt{273 + ℃} \ (meter/sec) \qquad (1)$$

음향에서 자유공간은 실외에서 음원 가까이 아무런 장벽이 없을 때 존재하는데 자유공간에서의 음의 감쇠는 청취되는 거리가 기준거리의 두

배가 될 때마다 약 6dB 감쇠하며 이런 관계를 역제곱법칙(Inverse Square Law)이라 하며 식(2)와 같다(Don and Carolyn, 1981).

$$\text{Loss (dB)} = 10\log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 20\log\left(\frac{r_1}{r_2}\right) \quad (2)$$

여기서 r_1은 기준거리(m)이고 r_2은 측정거리(m)이다.

음은 장애물 주위로 회절하여 진행하는데 회절의 정도는 음의 파장에 대한 장애물의 크기에 좌우된다. 음의 파장이 장애물보다 크면 장애물을 회절하여 음이 전파되는데, 음의 파장이 장애물보다 매우 짧으면 장애물로부터 음이 장애를 받아 음의 반사는 물론 음을 청취할 수 없는 차음영역(Shadow Zone)이 발생한다. 또한 음은 온도 차이가 있는 영역을 통과할 때 굴절 또는 그 속도를 변경한다. 바람도 이와 유사한 효과를 가질 수 있는데 미약한 바람은 음의 전파에 거의 효과가 없지만 강한 바람은 먼 거리까지 음을 전파하게 되어 바람의 속도와 방향에 의한 영향을 미치게 된다(Don and Carolyn, 1981).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

2. 잔향 음장

잔향이란 음원으로부터 음이 발생된 후 실내의 모든 표면으로부터 반사된 음파의 레벨이 60dB 감쇠 할 때까지를 말한다. 음이 그림 1에서와 같이 T=0에서 발생하였다면 직접음이 제일 먼저 수신단에 감지된다. 바로 후 처음에는 일차 반사음이 수신단에 도달하고 이어서 몇 개의 다중반사가 수신단에 도달하기 시작하여 시간에 따라 더욱 밀도가 커진다.

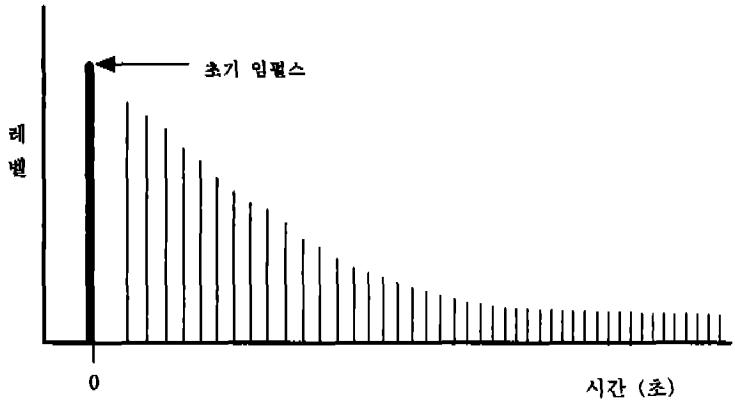


Fig. 1. Sound Decay as Measured at a Listener's Ears.

이런 현상의 공간적 표현을 그림 2에 나타내었으며 그림 2에서 직접음은 단일 축으로 수신단에 도달하고 초기반사들은 전면과 측면으로부터 반사되고 밀도가 큰 잔향 음장(Reverberant sound fields)은 모든 방향으로부터 반사된다. 이와 같은 수많은 반사음들은 매우 밀도가 커지게 되는데 이러한 반사음들을 모두 잔향이라 하며 연속적인 음의 소멸로 표현한다. 잔향시간(T_{60})은 음원에서 음이 발생한 후 음의 세기가 60dB 감소하는데 걸리는 시간을 말한다(Don and Carolyn, 1981; 古川 등, 1983). 또한 에코는 인간이 감지할 수 있을 만큼 긴 시간(35msec) 동안 소리가 지연되어 단편적으로 반사 또는 반복되는 현상인데 반하여 잔향은 소리가 임의로 산란되어 인간이 알아들을 수 없을 만큼 여러 에코가 짧게 반복되는 현상이다(Nardantonio, 1995).

JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

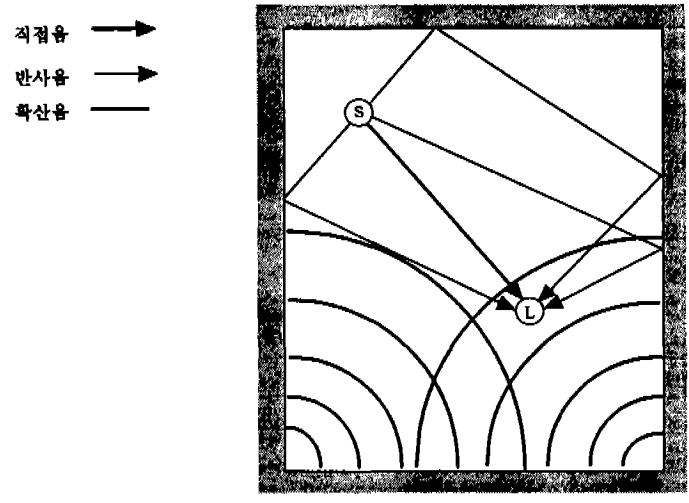


Fig. 2. Comparison with direct, early and reverberant sound fields in a studio.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

그림 3(a)는 정상 상태에서의 음의 성장과 음이 자연적으로 소멸하였을 때 음의 소멸 상태를 나타내었으며 그림 3(b)는 그림 3(a)의 음압 레벨을 데시벨로 표시하여 음의 성장과 소멸을 표시하였다.

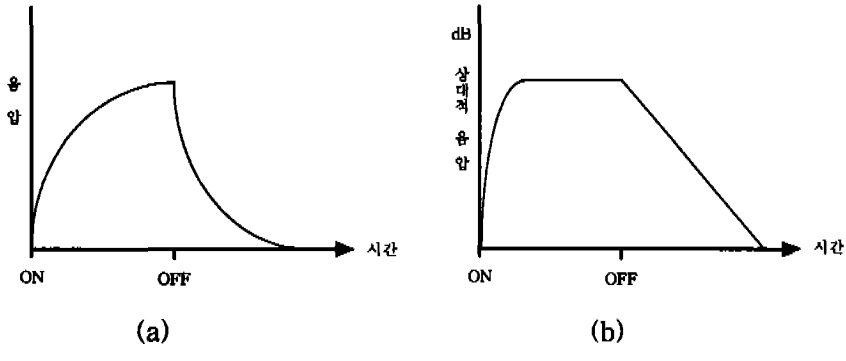


Fig. 3. Growth and Decay of Sound.

1) 잔향 방정식

실내에서의 잔향 발생이 많은 경우의 잔향 시간 T_{60}은 식(3)과 같다 (Sabine, 1927).

$$T_{60} = \frac{0.16V}{S\bar{a}} \quad (3)$$

여기서; V = 용적(volume;㎥)

S = 표면적(surface area;㎡)

$\bar{a}$ = 평균 흡음율

음은 흡음율이 α인 장애물에 부딪치면 음의 흡수량이 그림 4와 같이 결정된다. 그림 4에서 E는 음향파 에너지로서 흡음율 α인 장애물에 입사하면 $E\alpha$만큼의 에너지가 장애물에 흡수되고 $E(1-\alpha)$의 에너지가 반사된다. 흡음율의 평균값은 음이 장애물에 흡수와 반사현상을 수없이 반복한 후에 나타난다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

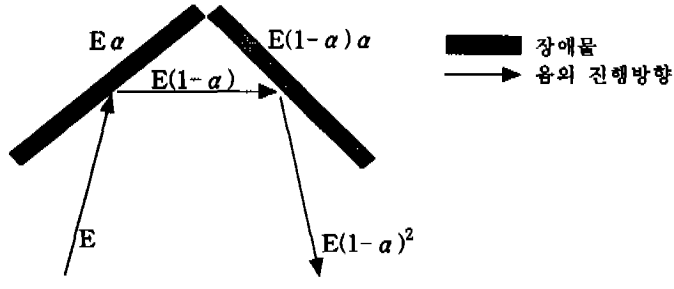


Fig. 4. Absorption of Sound.

따라서 평균 흡음율(Average Absorption coefficient)은 식(4)와 같다 (Don and Carolyn, 1981).

$$\acute{a} = \frac{S_1 a_1 + S_2 a_2 + \cdots S_n a_n}{S_1 + S_2 + \cdots S_n} \quad (4)$$

여기서; S(n)= 각 경계면 재질의 면적

α(n)= 여러 재질의 흡음율

식(4)에서 평균 흡음율 á이 0이면 입사 음이 손실 없이 완전 반사가 되었음을 나타내고 á이 1이면 완전 흡음 즉 입사 음이 전부 재질에 흡수되어 반사음이 없음을 말한다.

잔향이 적은 실내에서 더욱 정확한 값을 갖는 잔향 방정식은 식(5)로 표현된다(Norris and Eyring, 1939).

$$T_{60} = \frac{0.16V}{-S \cdot \ln(1-\acute{a})} \quad (5)$$

식(5)는 음의 양호한 확산과 고른 흡음 분포의 조건을 만족해야 성립한다. 실제로 식(4) 와 식(5)를 비교하여 보면 $T_{60} \geq 2.0$초 인 경우 식(4)를 적용하여 설계하여야 하며 $T_{60} \leq 2.0$초 인 경우는 식(5)를 적용하여 설계하여야 한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

실내의 음이 확산성이 양호할 경우 공기에 의한 흡수를 고려하면 식(6)과 같다(Knudsen, 1978; 中林 등, 1983).

$$T_{60} = \frac{0.161V}{-S \cdot \ln(1-\acute{a}) + 4mV} \quad (6)$$

식(6)에서 m은 음파가 대기 중을 전파할 때 대기 상에 흡수되는 감쇠율을 나타내며 일반적으로 상대습도가 60%인 경우 2KHz, 4KHz와 8KHz에서 그 값은 각각 0.002, 0.007과 0.02이다. 따라서 1KHz이하의 경우와 중규모 정도 이하의 스튜디오에서는 음의 감쇠율이 매우 작으므로 대기

에 의한 흡수를 무시하여도 된다(Don and Carolyn, 1981; 中林 등, 1983).

2) 실내에서의 음향 감쇠

잔향의 발생은 실내 전체를 통한 반사 음들의 총 집합을 나타내며 이것은 실내에서 매우 균일한 음압을 설정하려는 경향이 있다. 실내에서의 음원으로부터 음이 전파하면 그림 5에서와 같이 감쇠가 처음에는 식(2)의 역제곱 법칙이 적용되지만 음원으로부터 일정한 지점에 도달하면 이후의 거리에서는 음압이 일정한 값으로 유지됨을 알 수 있다. 또한 그림 5에서 직접음장과 잔향 음장이 같은 지점에서 합성된 경우의 음압은 각 음장보다 3dB 더 높게 나타나는데 이 와 같이 두 음장이 같은 거리를 임계거리(Critical Distance, Dc)라 한다(Don and Carolyn, 1981).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

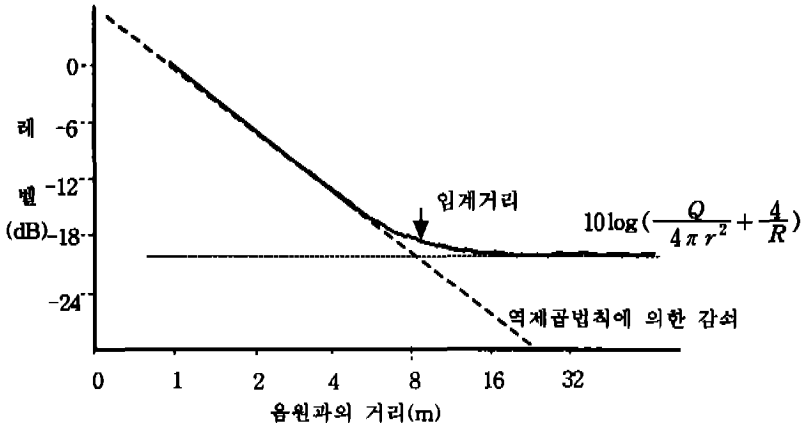


Fig. 5. Attenuation with Increasing Distance in an Enclosed Space.

실내에서의 감쇠곡선을 나타내는 방정식은 식(7)과 같다(Don and Carolyn, 1981).

$$\text{Loss (dB)} = 10\log\left(\frac{Q}{4\pi r^2}+\frac{4}{R}\right) \tag{7}$$

여기서 Q는 관찰 방향의 지향계수이며, r은 음원으로부터의 거리이다. 상수 R은 룸상수를 나타내며 다음 식(8)로 주어진다.

$$R = \frac{S\acute{a}}{1-\acute{a}} \tag{8}$$

식(7)에서 괄호 안의 첫째 항은 역제곱법칙 성분이며 둘째 항은 일정한 잔향음장 성분을 나타낸다. 만일 식(7)에서 괄호 안의 두 항을 같게 하면 임계거리는 식(9) 와 같다.

$$Dc = 0.14\sqrt{QR} \tag{9}$$

그림 6은 실내의 용적과 잔향시간을 알고 있을 경우 룸상수의 일반적인 계산에 이용된다(Augspurger, 1975).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

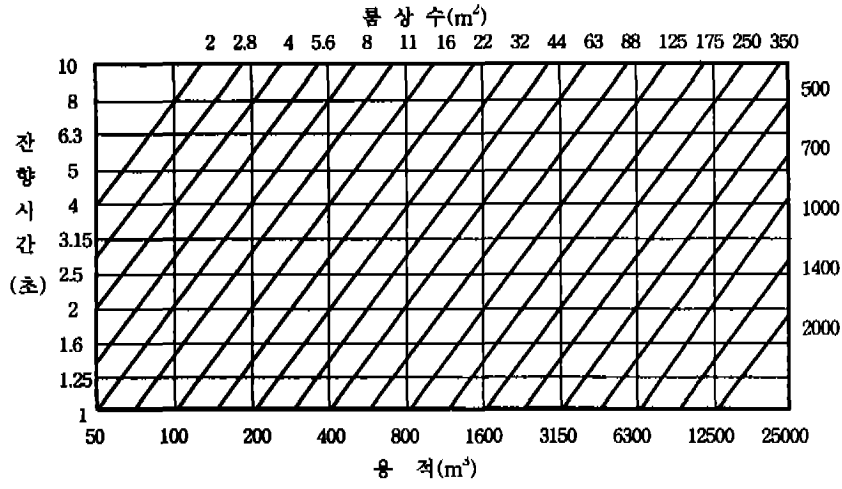


Fig. 6. Graph for Calculating Room Constant.

3) 스튜디오에서의 음의 운동

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

각 스튜디오마다 그 특성에 맞는 정규음(Normal mode)(또는 고유음)이 있는데 사각형스튜디오인 경우의 정규음은 식(10)이다(古川 등, 1983).

$$f = \frac{c}{2}\sqrt{\left[\left(\frac{n_l}{l}\right)^2+\left(\frac{n_w}{w}\right)^2+\left(\frac{n_h}{h}\right)^2\right]} \quad [\mathrm{Hz}] \qquad (10)$$

여기서; c = 대기중 음속.

l, w, h = 스튜디오의 길이, 폭, 높이.

n_l, n_w, n_h = 모든 가능한 조합(nH_3)으로 취해지는 정수의 값

(0, 1, 2, 3, · · · ·).

평탄한 잔향 응답은 음향을 위한 어떤 공간에서도 필수적이며 그것의 측정치는 스튜디오의 용적과 잔향시간 모두에 좌우된다.

Ⅲ. 스튜디오의 잔향 특성

잔향의 크기와 시간은 스튜디오의 크기와 표면의 흡수성에 따라 달라지고 잔향은 스튜디오의 음향효과를 좌우하는 가장 기초가 되는 요인이다. 일본의 NHK에서는 스튜디오의 사용 목적에 따라 어느 정도의 잔향 시간을 고려해야 하는가에 대하여 라디오 스튜디오의 고유음향 특성과 방송 기술자에 의한 평가 결과를 발표하였다. 그 결과는 그림 7과 같으며 결과를 분석하면 다음과 같다(金岡 등, 1983).

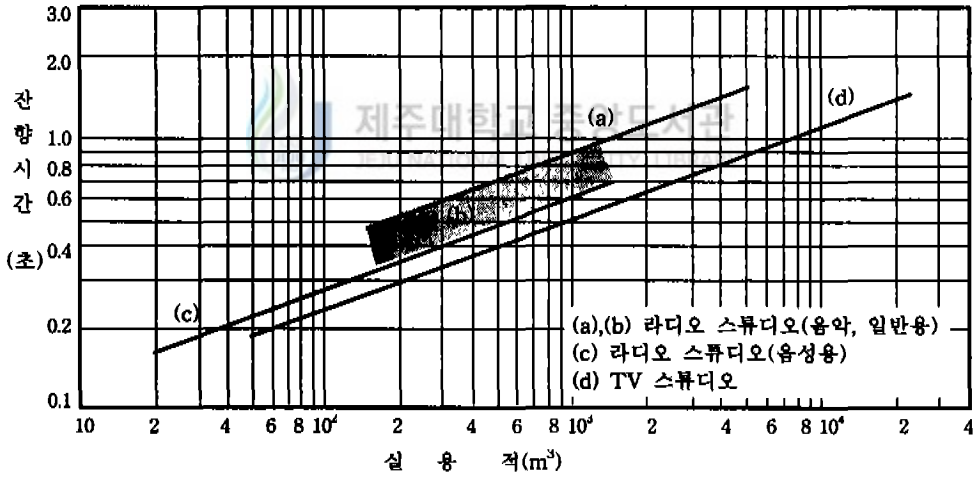


Fig. 7. Optimum Reverberation Time of Studio(NHK).

(1) 음성용 스튜디오의 최적 잔향시간은 중음역이 0.25초 정도이고 저음역과 고음역에서 0.3초 이하의 평탄한 특성을 가져야한다.

(2) 드라마, 국악, 소편성 음악, 합창 등의 프로그램에 쓰이는 라디오의 일반 스튜디오에서는 중음역이 0.35~0.6초 정도이고 저음역과 고음역

은 중음역의 0.9~1.3배 정도 범위의 평탄한 특성을 가져야한다.

(3) 용적이 큰 음악 스튜디오에서는 중음역이 1.0초 정도이고 저음역이 약간 증가한 특성을 가져야 한다.

정재파는 평행 벽 사이에 일어나는 공진 주파수를 뜻하며 두 벽면 사이에서 음파가 반사하여 원하지 아니한 음색 변화가 귀나 마이크에 감지된다. 이것들은 화자나 연주자에게 방해가 될 뿐만 아니라 마이크에 수음된 음의 품질에도 영향을 미치기 때문에 가능한 이러한 장애 요인이 생기지 않도록 스튜디오 설계 시에 주의해야 한다.

에코는 직접음에 대해 약 35ms 이상 늦게 도달하는 반사음에 의해 생기고, 벽면이 서로 평행일 경우 다중 반사에 의해 불 균일 에코(Flutter echo) 현상을 일으켜 더욱 나쁘다. 이러한 현상들은 평행한 반사성 벽면이나 오목 면이 없도록 실내 형태를 검토하고, 음을 특정 방향에만 반사시키지 않고 확산시키는 벽면과 천장 면의 형태의 검토에 의해 억제해야 한다. 한편 부밍은 저음역에서 방의 고유 진동 분포가 일정하지 않아서 생기는 음이 둔탁해지는 현상으로서 고유 진동이 일정하게 분포하도록 방의 치수 비률 검토하거나 저음역에서의 흡음력이 큰 내장재를 사용하여 억제한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

1. 음성용과 일반 프로그램용 스튜디오

각종 스튜디오의 최적 잔향시간은 음성용 스튜디오에서 0.35정도, 일반용 스튜디오에서 0.25~0.35초 정도이다. 음성용 스튜디오는 대담 프로그램이나 레코드 프로그램의 해설 등을 중심으로 사용되고 스튜디오 바닥

면적은 15~50㎡ 정도이다. 음성의 명료도를 확보하는 의미에서 짧은 잔향시간이 바람직하지만 용적이 작은 스튜디오의 경우는 저음역의 부밍을 피하기 위해 저음역의 흡음율이 큰 내장재를 사용하여 평균 흡음율을 증가시켜야 한다.

드라마의 대사, 국악, 소편성 음악, 또는 합창 등의 방송 프로그램 제작에 사용되는 일반 스튜디오의 바닥 면적은 90~160㎡ 정도의 크기가 보통이다.

2. TV용 스튜디오

TV 스튜디오는 비슷한 용적의 라디오 스튜디오에 비해 평균 흡음율이 높게 설계되어야 한다. 그 이유는 스튜디오 공간 내에 큰 도구류나 조명기구, 또는 카메라 등이 설치되어 있고 이 와 같은 방송 장비들은 프로그램 내용에 따라 달라지므로 스튜디오 내의 음장 특성이 변화를 일으키게 되며 그리고 화면상의 제약 때문에 마이크 배치 위치가 음원으로부터 원거리가 되기 쉽기 때문에 가능하면 반사음을 작게 해야한다. 그러나 TV 스튜디오 특유의 Horizon 합판을 사용함으로써 비교적 큰 면적의 반사성 평면을 만들게 된다. 그러므로 다른 면을 중고음역 흡음재를 이용하여 흡음성이 좋도록 처리하고 평균 흡음율을 0.4정도로 하고 Horizon에 대하여 평행면이 되는 유리창과 문 등의 반사면을 만들지 않아야 한다. Horizon에 있어서 마이크의 수음 시 고려해야 할 점은 Horizon 구석의 오목면이 반사음에 대해 일종의 반사기와 같은 작용하므로 음원의 배치와 마이크 배치 위치에 주의해야 한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

TV 스튜디오에 대한 최적 잔향시간의 설계 기준으로서 BBC가 제안한 특성을 그림 8에 나타난다(강 등, 1997).

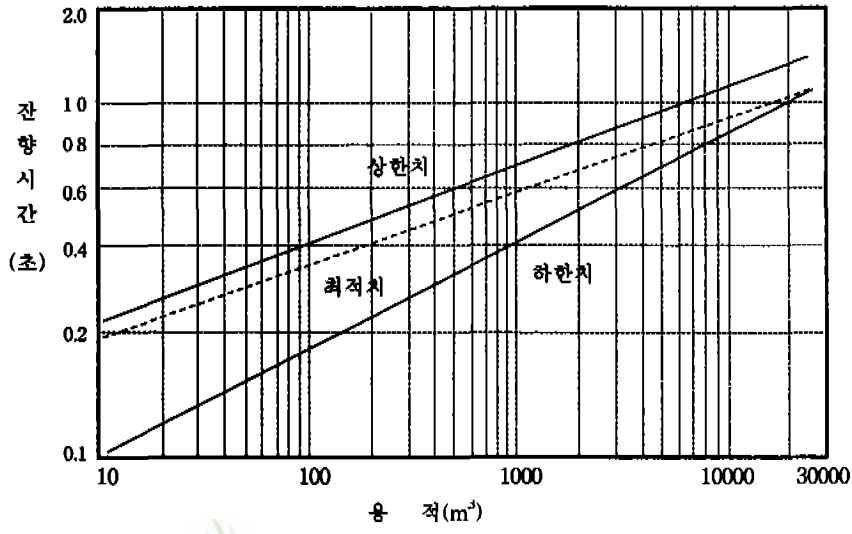


Fig. 8. Optimum Reverberation Time of BBC TV Studio.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

3. 음악용 스튜디오

방송용 음악 스튜디오는 바닥 면적이 340~540㎡ 정도이고, 최적 잔향시간은 음성용 스튜디오보다 약간 길고 저음역과 고음역에서 약간 증가하는 특성이 있다. 이것은 클래식 음악 프로그램 제작에 있어서 스튜디오의 잔향을 적절하게 이용하여 풍부한 음색을 만드는 것을 기본으로 하고 있기 때문이다. 이와 같은 스튜디오의 경우에 내장재의 배치는 한쪽은 반사성(Live-end)으로 반대편을 흡음성(Dead-end)이 좋게 구성하고

반사성이 좋은 쪽에 연주회 형식에 준하여 악기를 배치하고 한 개의 마이크를 이용하여 수음하는 것이 기본적인 방식이다. 그러나 최적 잔향시간은 음악의 종류에 따라서 다르고 다양한 음악에 대해 적절한 음향 특성을 얻기 위한 잔향 가변 장치의 사용이 바람직하다.

한편 대중 음악의 분야에서는 멀티 마이크 수음 방식에 의해 개개의 악기 음을 명료하게 수음하고 음향 기기를 이용하여 음색을 만드는 방식을 사용해 왔다. 이 경우에 스튜디오 잔향이 길면 각 마이크 상호간의 음의 간섭이 커지므로 가능하면 잔향시간이 짧고 그 주파수 특성도 평탄한 것이 바람직하다. 이와 같은 방식에 의한 스튜디오를 멀티 스튜디오라고 하고 잔향시간은 0.2~0.5초 범위가 적절하다. 방송용 음악 스튜디오와 비교해서 잔향시간이 짧은 스튜디오가 1970년대 이후 특히 레코드 녹음용 스튜디오로 사용되어 왔다. 이와 같은 스튜디오는 차음 장치를 많이 사용하고 멀티 부스 스튜디오로 발전되어 멀티 부스화에 의해 음의 간섭 현상에 관한 문제가 해소되었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

한편 멀티 마이크 수음 방식의 경우에는 잔향시간이 짧은 스튜디오를 사용하고 악기 그룹을 합리적으로 분산 배치하였다고 하더라도 음량이 큰 악기에서 다른 음량이 적은 악기의 마이크로 음이 들어가 문제가 된다. 따라서 차음 칸막이나 차음 상자 또는 차음 부스 등의 차음 장치를 사용하여 각 악기용 마이크 사이에서의 음을 분리하는 대책이 취해졌다.

차음 칸막이의 효과는 차음 효과와 반사 효과가 있고 칸막이의 크기나 구조 그리고 음원이나 마이크의 위치 관계 등 여러 가지 조건에 의해 크게 달라진다. 음원과 마이크 설치 위치가 칸막이에 가까울수록 또 주파수가 높을수록 효과가 크다는 것을 알 수 있다. 이 차음 효과를 이용하

여 스튜디오 자체의 잔향 특성을 바꾸지 않고 마이크 설치 위치에서의 직접음과 반사음의 에너지 레벨 차를 변화시킬 수 있다. 칸막이 반사 효과는 음원으로부터의 직접음과 칸막이에 의한 반사음이 마이크에서 합성되어 주파수 특성이 변하는 것을 이용하여 음질 조정에도 사용된다.

그리고 차음 상자는 차음 칸막이와 같은 구조의 패널을 조립하여 상자 모양으로 만든 것이고 천장 패널을 장치하면 밀폐 상태가 되어 외부의 음원에 대해 500Hz에서 약 15dB 정도의 음이 차단되는 효과를 얻게 된다. 내부에 음원과 수음용 마이크를 설치하면 내부 음이 스튜디오 공간(차음 상자의 외부)으로 분산되는 것을 낮춤과 동시에 외부 흡음 특성에 따라 마이크의 설치 위치에서의 분산음 에너지도 감소되기 때문에 결국 명료도가 높은 마이크 수음이 가능해진다. 이와 같이 차음 장치는 외부로부터의 간섭과 내부에서의 분산을 저감시키는 것과 동시에 내부의 목적음에 대한 명료도를 올리는 역할을 하고 있다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅳ. 스튜디오의 잔향 측정

본 장에서는 잔향특성의 측정 방법과 원리를 기술하고 이론값과 측정값이 방송스튜디오의 최적 잔향시간에 부적합한 특성을 나타내었다.

1. 잔향 측정

본 논문에서는 다음과 같이 제주 MBC의 3개소 스튜디오에서 잔향 특성을 측정하였으며 측정지점은 그림 9, 그림 10과 그림 11에 나타내었다. 그림에서 1, 2, 3은 음원으로부터의 수음지점이다.

- TV NEWS 스튜디오(용적:8.55×12.60×4.15m): 3지점
- AM 녹음 스튜디오(용적:5.79×5.32×2.64m) : 3지점
- FM 녹음 스튜디오(용적:7.12×5.34×2.60m) : 3지점

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

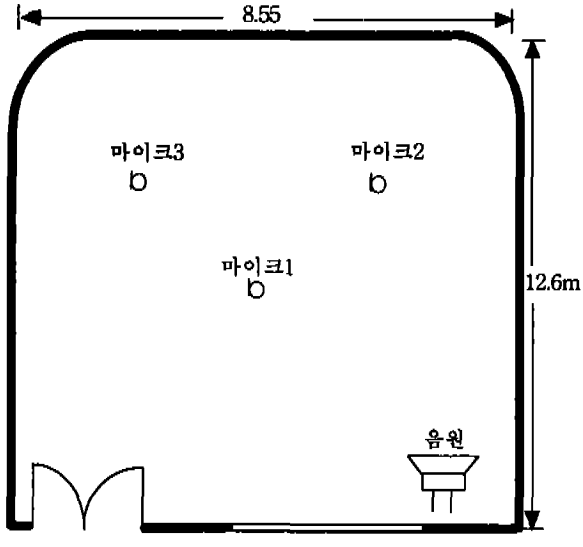


Fig. 9. Reverberation measurement point of TV NEWS Studio

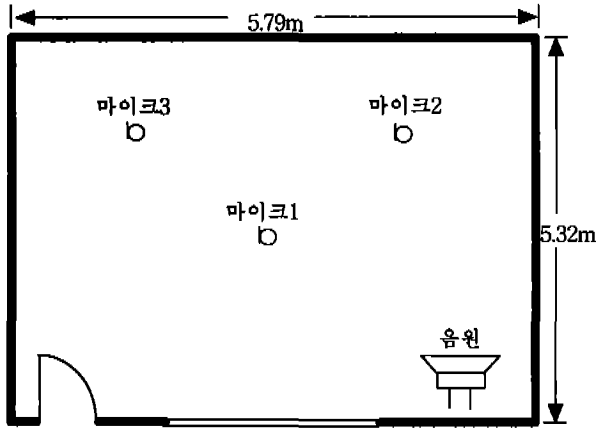


Fig. 10. Reverberation measurement point of AM Recording Studio

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

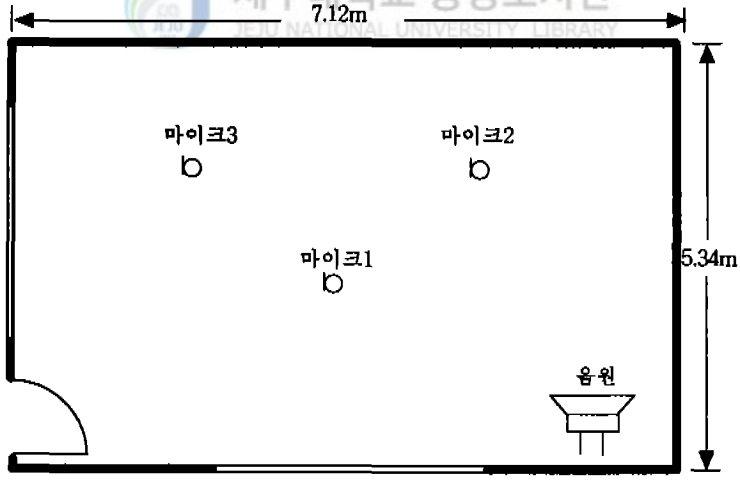


Fig. 11. Reverberation measurement point of FM Recording Studio.

본 논문에서 사용한 잔향 측정 장비는 다음과 같다.

(1) 컴퓨터 : PC-586 펜티엄급, 소프트웨어 : SPECTRA PLUS v3.0a.

(2) 마이크로폰 : MKH-416, Sennhziser.

(3) 디지털 녹음기 : TCD-D10 PROⅡ.

(4) 오디오 측정장치 : Audio Precision.

(5) 콤팩트디스크 재생장치 : Inkel, Tema.

(6) 테스트 신호(콤팩트디스크) : Pink Noise.

(7) 전력증폭기 : 937, ALTEC LANSING, 200W.

(8) 스피커 : 6260, JBL, 8Ω, 150W.

(9) 음성 혼합 장치(AMU) : 동서전자, 9800B.

(10) 기타 공구 및 Cable류.

잔향 특성을 측정하기 위한 측정 블록도는 그림 12와 같다. 측정은 핑크노이즈 신호가 담겨진 테스트 콤팩트디스크를 재생기에서 재생하고 그 출력을 전력 증폭기에 입력하여 스튜디오 내부의 스피커를 구동한다. 이때 스피커의 출력을 최대한 급격히 차단하여야 하는데 본 측정에서는 출력 차단에 따른 과도현상을 피하기 위하여 음성 혼합 장치(Audio Mixing Unit)의 신호 차단 스위치를 이용하여 테스트 신호의 출력을 제어하였다. 수음 마이크로폰은 각 측정 지점에서 바닥으로부터 1.2m 높이에 위치에서 수음하고 디지털 녹음기에 표본 주파수를 44.1KHz로 하여 기록하였다.

본 논문에서 잔향시간을 측정하기 위한 입력신호의 레벨은 600음에서 +4dBm으로 하고 주파수 범위는 중심주파수 125Hz에서 대역폭이 100Hz인 대역통과필터를 사용하여 옥타브 밴드로 8000Hz까지 측정하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

녹음기에 수록한 신호는 PC-586에 입력하여 웨이브파일로 변환하고 소프트웨어(SPECTRA PLUS v3.0a)에서 데이터를 분석하였다.

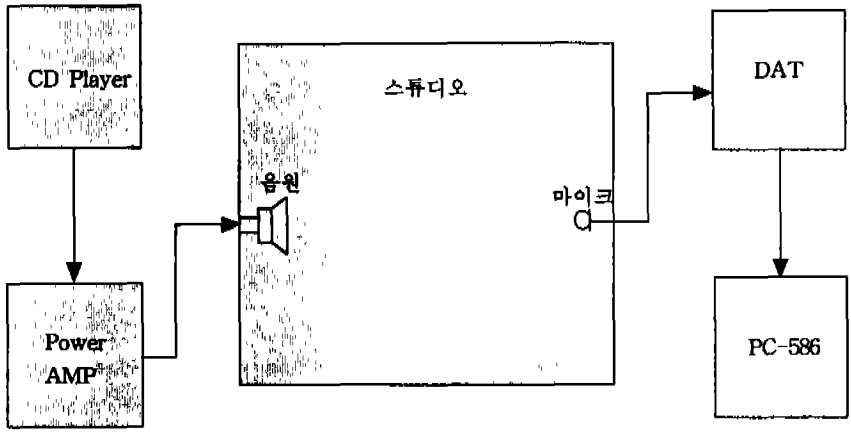


Fig. 12. Block Diagram for Reverberation measurement of Studio.

잔향시간의 측정은 잔향 신호를 레코더에 기록하여 그 감쇠 경사로부터 잔향시간을 구하지만 음원 정지후의 조건에 따라 실내의 고유진동 상태가 다르기 때문에 각각의 잔향 곡선에 편차가 생겨 여러 차례의 측정치를 평균하여 한 점에서의 잔향시간을 구하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

본 연구에서는 재현성이 좋은 잔향 곡선 성능을 측정할 수 있는 Schreoder(1984) 방법을 사용하였다. 이 방법은 실내의 음압 감쇠 함수의 집합 평균이 측정점에 있어서 임펄스 응답 $h(t)$의 적분함수로 표현되는 것에 기초한 것으로 그 원리는 다음과 같다.

음원 정지 후에 시간 t에 있어서 잔향 과정의 음압은 $g(t)$, 대역 잡음의 진폭을 $n(t)$, 측정계를 포함한 임펄스 응답을 $h(t)$라고 하면 식(11)이 된다.

$$g(t)=\int_{-\infty}^{+\infty} n(\tau)h(t-\tau)d\tau = n(t)*h(t) \qquad (11)$$

식(11)으로부터 $g^2(t)$의 평균 집합 $[\ g^2(t)]$를 구하면 식(12)가 된다.

$$[\ g^2(t)] = N \cdot \int_{-\infty}^{0} h^2(t-\tau)d\tau = N \cdot \int_{t}^{\infty} h^2(\tau)d\tau \qquad (12)$$

여기서 N은 음원의 에너지를 나타낸다. 따라서 임펄스 응답의 제곱에 대한 시간적분이 잔향 곡선의 각 시점에서 음압 제곱 치의 평균 집합이 된다.

2. 잔향 측정 결과

1) 임펄스 응답의 측정

TV NEWS 스튜디오에서의 잔향시간 측정지점은 그림 9의 마이크 수음 3지점 중 1지점이며 그의 응답 특성을 그림 13에 나타내었다. 그림 13에서 가로축은 잔향시간을 나타내며 세로축은 반사음의 크기를 나타내고 있으며, 그림 13에서 가장 먼저 도착한 음은 직접음을 그 이후의 음은 반사음을 나타낸다. 한편 TV NEWS 스튜디오의 스피커에 테스트 신호를 보내고 급격하게 이 신호를 차단하면 스튜디오의 응답 신호가 나타나는데 직접음이 도착한 후 확산된 반사음이 서서히 소멸되는 모양을 그림 13은 보이고 있다.

잔향시간 측정은 그림 13의 신호를 디지털 녹음기에 수록한 후 퍼스널 컴퓨터에서 대역통과필터로 측정 하고자 하는 주파수를 선택하여 직접음의 진폭 -5dB를 기준으로 하여 이보다 -60dB낮은 값인 -65dB까지 직선으로 연결하여 그림 13의 가로축을 읽으면 잔향시간을 측정할 수 있다.

그 결과 그림 13에 나타난 TV 뉴스 스튜디오의 잔향시간은 0.8초가 된다.

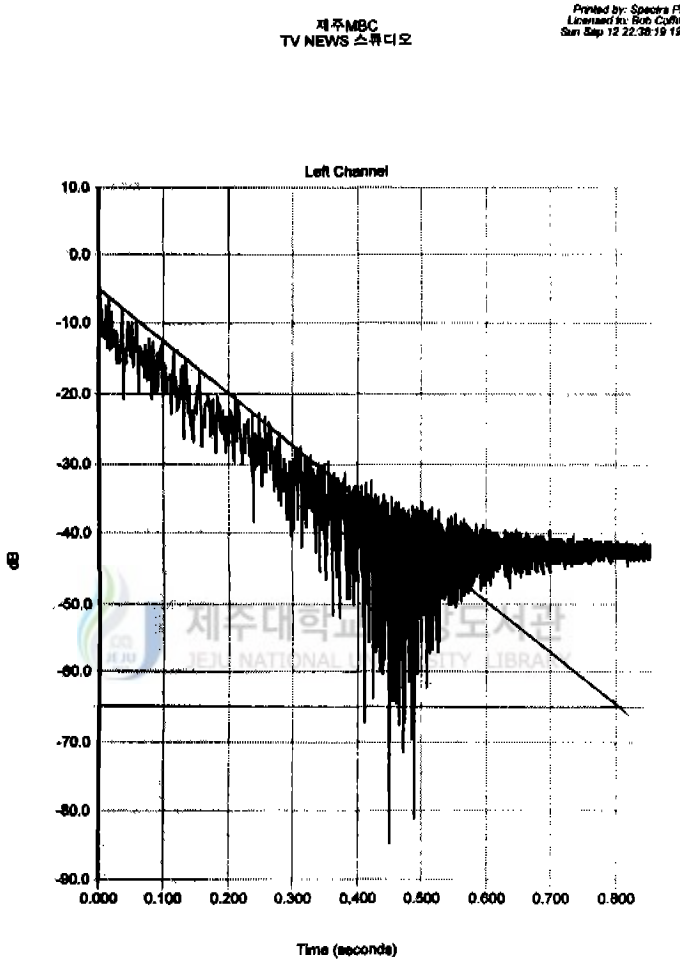


Fig. 13. Impulse Response of TV NEWS Studio.

AM 녹음 스튜디오에서의 잔향시간을 측정한 결과는 그림 14에 나타내었으며 측정지점은 그림 10의 마이크 수음 지점 중에서 3지점이다. 그림 14에서 가장 먼저 도착한 직접음의 진폭은 약 -11dB로 나타나고

있으며 그 이후의 음은 반사음이다. 그림 14에서 AM녹음 스튜디오에서의 잔향시간은 직접음의 진폭 -11dB에서 반사음의 진폭 -71dB까지 직선을 긋고 시간축의 시간을 측정하면 0.39초이다.

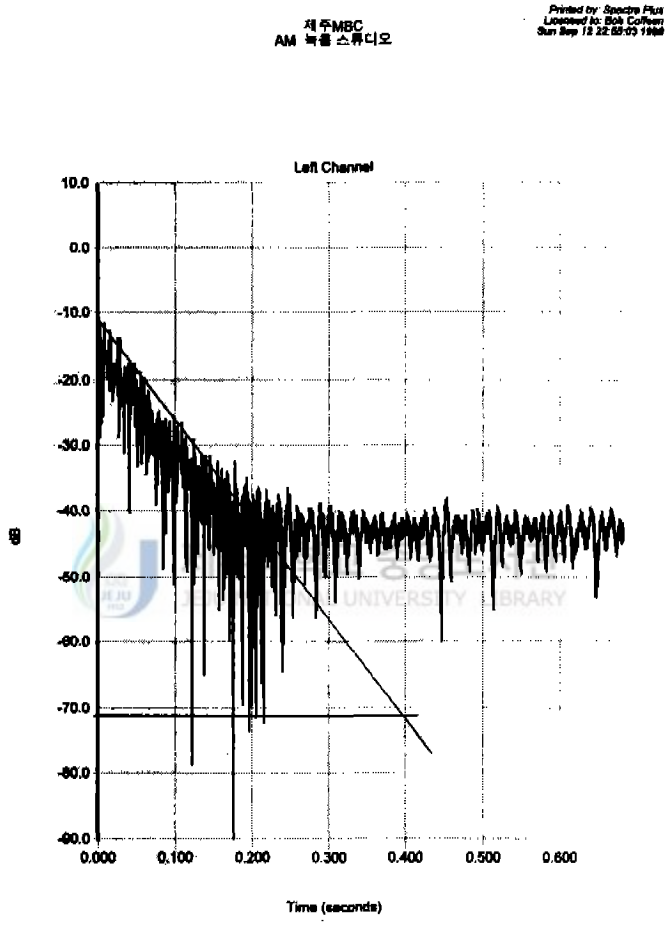


Fig. 14. Impulse Response of AM Recording Studio.

FM 녹음 스튜디오에서 측정한 잔향시간은 그림 15에 나타내었으며 측정지점은 그림 11의 3지점에서 마이크로 수음하였다. 그림 15에서 직

접음의 진폭은 -3dB가되고 그 이후의 음은 반사음이 된다. 잔향시간은 직접음의 진폭 이 -3dB에서 반사음의 진폭이 -63dB될 때까지의 직선을 연결하여 잔향시간을 측정한다. 그림 15에서 측정한 결과 FM 녹음 스튜디오에서의 잔향시간은 0.39초이다.

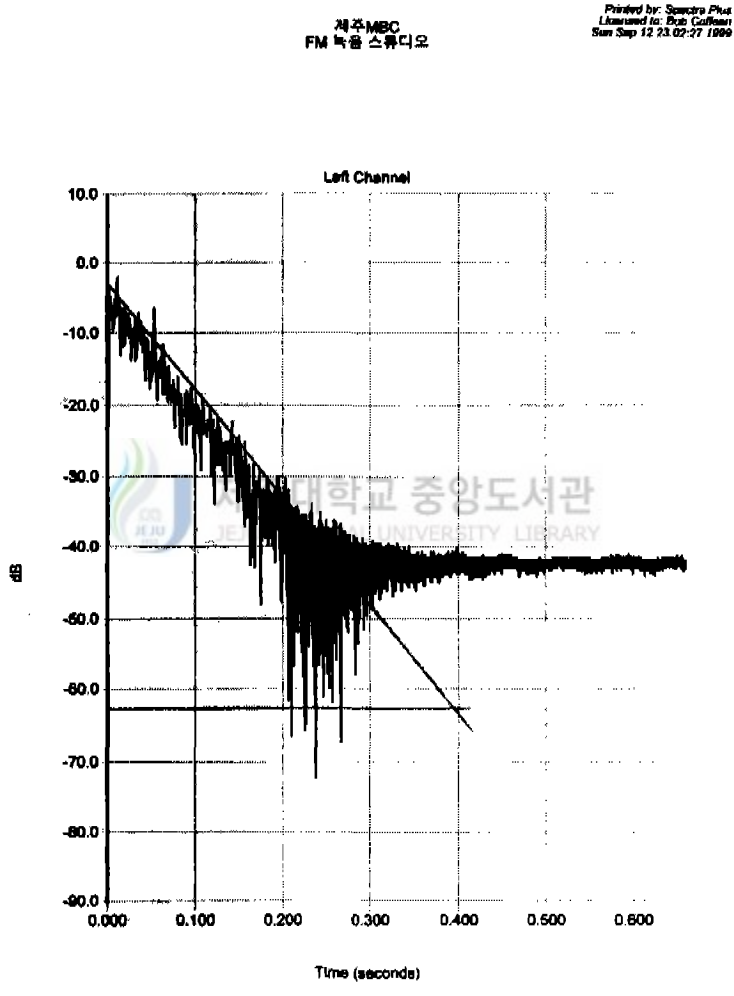


Fig. 15. Impulse Response of FM Recording Studio.

2) 주파수에 따른 잔향시간의 측정

본 논문에서 측정한 제주 MBC TV NEWS 스튜디오의 전체 면적은 107.7 평방 미터이며 이곳에서는 주로 TV NEWS가 방송된다. 이 스튜디오의 구조는 마주보는 양쪽 면이 평행이고 카메라의 배경이 되는 Horizon은 포물면 형태를 하고 있어서 반사음의 초점이 생길 수 있다. 바닥 면은 매체의 특성상 방송 장비의 움직임을 고려하여 고무타일을 사용하였으며, 천장은 고열이 발생하는 조명 기기를 고려하여 전체표면에 고른 흡음재를 사용하지 못하고 부분 적으로 흡음재를 조금 사용하였다. 벽면은 음이 잘 흡수되도록 유리솜 위에 비닐 처리를 하고 얇은 합판 다음에 석고 재질의 유공판으로 마감하였다. Horizon은 합판으로 마감하여 청색의 수성 페인팅 처리하여 크로마 키를 사용하고있다.

제주 MBC TV NEWS 스튜디오의 주파수에 따른 잔향시간의 3지점 측정결과는 그림 16과 같다. 그림 16에서 보면 250Hz에서는 측정 지점에 따라 잔향 시간이 차이를 나타내고 있으며 잔향기준 주파수 500Hz에서는 약 0.8초로 영국의 BBC가 제안하는 0.5초의 특성을 초과하므로 TV 스튜디오의 최적 잔향시간에 부적합한 특성을 보여주고 있다.

한편 그림 16에서 250Hz미만의 중저역 주파수가 다른 주파수보다 잔향시간이 짧아지는데 그 이유는 스튜디오 벽면에 넓은 합판을 많이 사용함으로써 판의 공진에 의한 중저역 주파수를 잘 흡수하기 때문이다.

TV NEWS 스튜디오의 문제점은 음의 잔향시간이 길어짐에 따라 마이크 상호간의 간섭 현상이 나타나므로 마이크를 음원 가까이 사용하게 됨으로써 카메라의 영상 처리에 장애를 초래하게 된다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

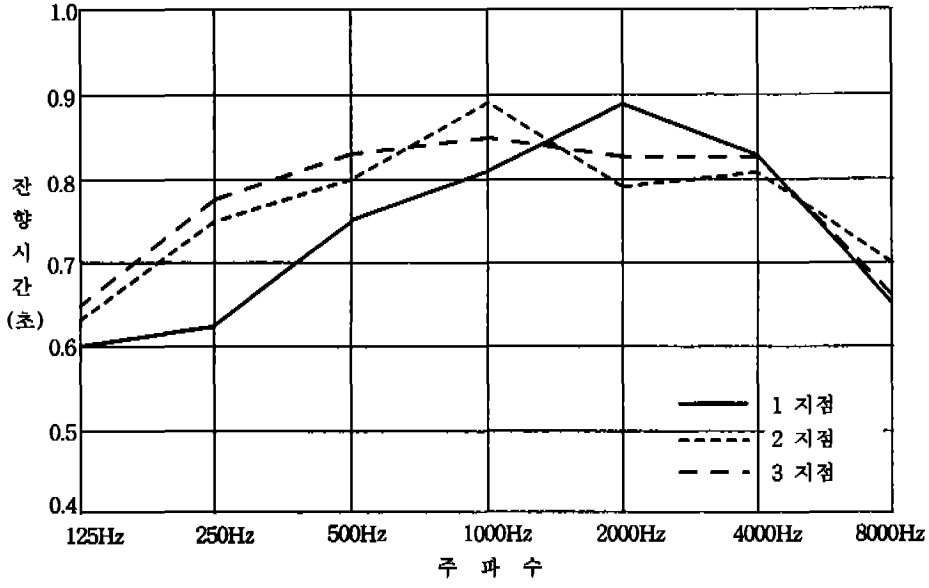
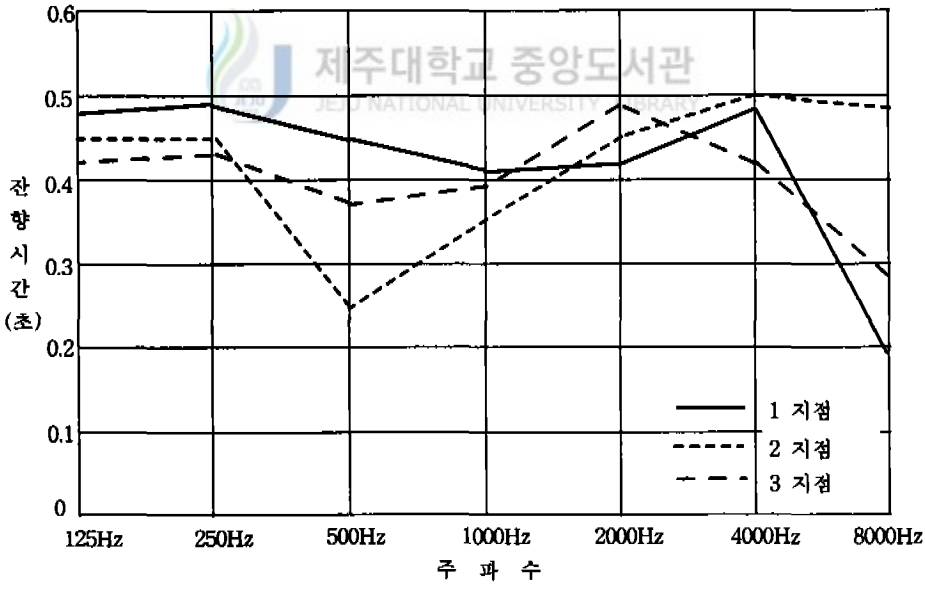


Fig. 16. Reverberation Time according to Frequency of TV NEWS Studio.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

제주 MBC AM 녹음 스튜디오의 전체 면적은 30.8 평방 미터이다. 이 스튜디오의 구조는 그림 10과 같이 마주 보는 양쪽 면이 평행이며 대형 유리창 한 개를 가지고 있다. 건축 내장재의 사용은 콘크리트 벽면 다음에 비닐로 덮고 공기 층을 둔 다음 석고보드, 암면(Rock-wool) 그리고 두께 6mm의 구멍이 천공된 유공판을 순서대로 시공되었다. 바닥 면에는 방진 장치가 되어있고 카페트를 사용하였으며, 천장의 흡음처리는 벽면의 내장재와 같은 구조이고 유공판 대신에 12밀리미터 두께의 천장 흡음판으로 마감하였다. 이곳의 용도는 음성용 스튜디오로써 사용되며 대담 프로그램이나 음악 프로그램의 해설등 녹음 작업이 주된 기능이다. 그리고 AM 주조정실의 중대한 결함이 발생하거나 특별한 생방송이 편성될 경우 방송의 송출 기능을 수행할 수 있도록 설계되어있다.

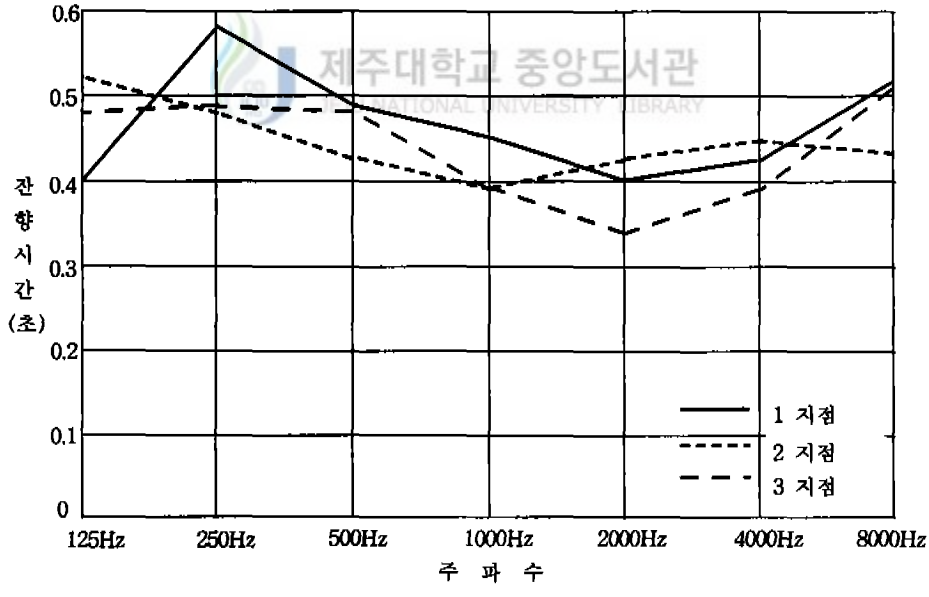
제주 MBC AM 녹음 스튜디오의 주파수에 따른 잔향시간의 3지점 측정 결과는 그림 17과 같다. NHK의 연구에 의하면 AM 녹음 스튜디오의 최적 잔향시간은 0.27초 정도를 요구하고 있으나 그림 17에서 보면 측정 결과 잔향 시간은 500Hz에서 0.36초로 최적 잔향시간을 초과하는 특성을 보이며, 특히 500Hz와 8000Hz에서 측정 지점의 위치에 따라 잔향시간이 심하게 차이가 남으로 인하여 음의 고른 분포로 확산되지 아니함을 알 수 있다. 이와 같이 음의 분산이 일어나고 있을 경우 목적음에 대한 명료도가 떨어지게 됨으로 마이크의 배치에 극히 제한을 받게 된다. 한편 그림 17을 보면 중저역 주파수(125Hz - 250Hz 정도)에서의 흡음력이 모자랄 뿐 아니라 측정 주파수 전 대역에서 내장재의 흡음력이 부족하다.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 17. Reverberation Time according to Frequency of AM Recording Studio.

제주MBC FM 녹음 스튜디오의 바닥 전체면적은 38평방 미터이고 실내의 흡음 처리는 AM 녹음 스튜디오와 같은 구조이다. FM 녹음 스튜디오의 형태는 그림 9와 같이 서로 마주보는 양쪽 벽면이 평행면이고, 두 개의 대형 유리창을 가지고 있어서 전체적인 흡음 능력이 떨어지고 있다. FM 녹음 스튜디오의 용도는 주로 DJ가 진행하는 음악 프로그램의 녹음에 이용되며, FM 주조정실의 예비기능을 갖추고 있다. 주파수에 따른 잔향시간은 그림 18과 같다. 그림 18에서 보면 500Hz에서 0.47초 정도의 잔향시간을 가지고 있으며 측정 주파수 전 대역에 거쳐서 평탄치 못 한 잔향시간 특성을 보이고 있다. 일본 NHK 라디오 스튜디오의 최적 잔향시간 연구 결과에 의하면 0.28초 정도가 적당하지만 측정 결과는 이것 보다 훨씬 못 미치고 있다.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 18. Reverberation Time according to Frequency of FM Recording Studio.

3) 잔향시간의 계산결과

본 논문에서 AM 녹음 스튜디오의 잔향시간에 대한 계산은 식(4)에 의하여 주파수별 평균흡음율를 계산하고 스튜디오 사방의 벽 면적과 천장, 바닥, 유리창 및 방음문 등을 대상으로 하여 표면적을 계산하여 그 결과를 Knudsen(1978)이 제안한 식(6)에 적용하여 그림 10의 AM 녹음 스튜디오 잔향시간을 구하였으며 그 결과는 다음과 같다.

(1) 평균흡음율

건축재료의 주파수에 따른 흡음율은 생산자에 의하여 시험결과 값이 발표되며 일반적으로 주파수 125Hz에서 4KHz까지 옥타브별로 흡음율이 발표되고있으나 방송스튜디오의 경우는 매체의 특성상 보다 넓은 대역이 요구되므로 본 논문에서 잔향시간은 주파수 8KHz까지 측정하였다.

평균흡음율은 표. 1에 의한 재료의 흡음율를 식(4)에 적용하여 구하면 표. 3과 같다(http://www.kccworld.co.kr, Don and Carolyn, 1981).

Table. 1. Sound-Absorption coefficients of materials.

구 분	125HZ	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz
벽유공판	0.22	0.32	0.15	0.14	0.08	0.06
천장흡음판	0.49	0.44	0.46	0.54	0.58	0.58
바닥카페트	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
유리창	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
방음문	0.28	0.22	0.17	0.09	0.1	0.11

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(2) AM 녹음 스튜디오의 표면적

AM 녹음 스튜디오의 표면적은 표. 2와 같다.

Table. 2. Surface Areas of AM Recording Studio.

구 분	벽 1	벽 2	벽 3	벽 4	천 장	바 닥	유리창	방음문
면적(m^2)	15.856	10.545	14.045	14.045	30.802	30.802	2.88	1.83

표. 2에 의하면 AM 녹음 스튜디오의 벽 전체표면적은 53.92m^2이 되며 스튜디오에서는 사방 벽이 유공판을 사용하고 있으므로 유공판의 개구율 20.94%를 벽 전체표면적에서 제외하면 벽의 표면적은 42.63m^2이 되고 실내 전체의 표면적은108.946 m^2이고 실내의 용적은 81.319392 m^3이다.

(3) 주파수에 따른 평균 흡음율과 잔향시간의 계산

각 주파수에 따른 평균 흡음율과 잔향시간의 계산결과는 표. 3과 같다.

Table. 3. Calculation Results of Reverberation-Time in AM Recording Studio.

주파수	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
평균흡음율	0.239	0.273	0.232	0.310	0.367	0.373
잔향시간(초)	0.43	0.38	0.45	0.32	0.26	0.24

AM 녹음 스튜디오의 주파수에 따른 잔향시간의 계산 결과인 표. 3을 살펴보면 125Hz에서 잔향시간이 길게 나타나고 있는데 이것의 원인은 내장재 각각의 흡음율을 산정한 결과 때문이며 건축 시공 시 재료들을 서로 이어 붙여 전체가 판상 구조를 갖게 하면 중저역의 흡음율을 높일 수 있다.

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

V. 결과 및 고찰

방송 스튜디오의 음향에 영향을 많이 주는 요소는 잔향이다. 음향환경이 부적절할 경우 프로그램의 제작 의도와 다른 결과를 초래할 뿐만 아니라 방송 음향 기술자의 기기의 운용에 상당한 제한적 요소로써 작용 하게 된다. 현재 방송스튜디오 최적 잔향시간은 일본의 NHK와 영국의 BBC에서 제안한 잔향시간을 기준으로 하고 있으며 라디오 스튜디오인 경우의 최적 잔향시간은 0.28초 정도이고 TV 스튜디오 경우에는 0.5초 정도이다.

본 논문에서 측정한 제주MBC의 3개(TV 뉴스 스튜디오, AM 녹음 스튜디오, FM 녹음 스튜디오) 스튜디오는 잔향시간이 길고 주파수 특성이 평탄하지 못함을 그림 16, 그림 17, 그림 18에서 보여주고 있어서 스튜디오 음향 환경이 잘못 되었음을 알 수 있다.

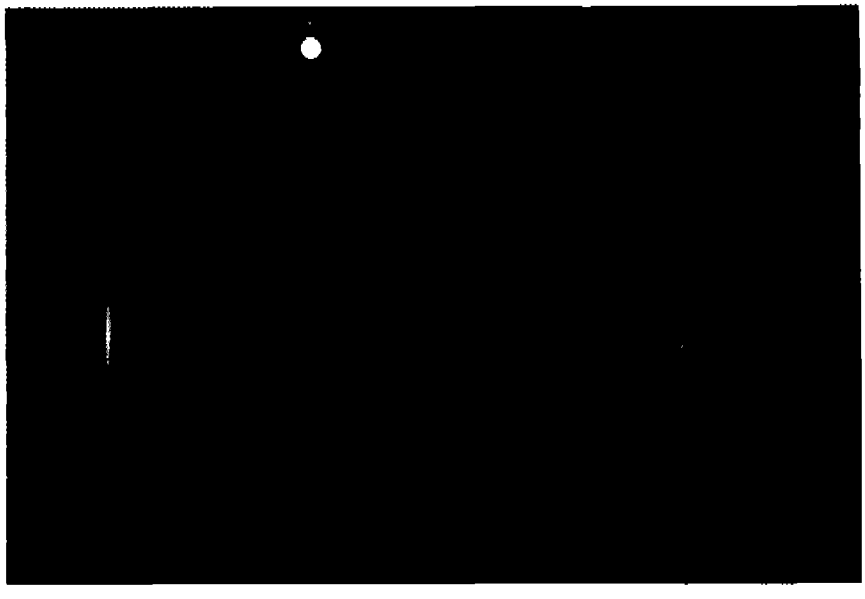
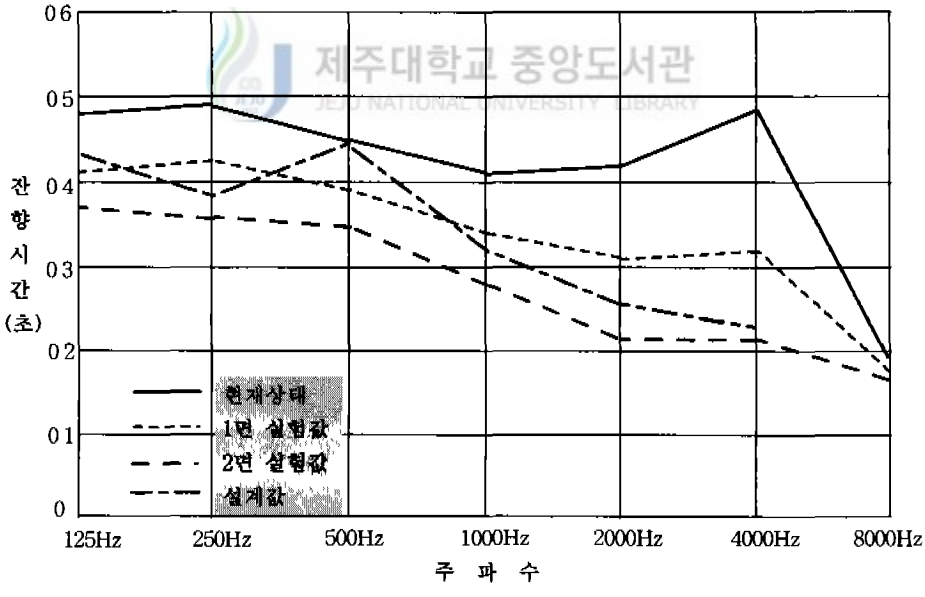


Fig. 19. Arrangement of Curtain in AM Recording Studio

이와 같이 건축물이 음향 환경에 대한 설계가 미흡할 때 근본적으로는 건축 설계를 재 설계하고 실의 공간 구조를 변경하여야 한다. 그러나 경제적, 시간적인 측면을 고려 할 때 이러한 구조의 변경은 현실적으로 방송이 계속되고 있는 상태에서 매우 어려운 일이므로 방송의 음향 품질 향상을 위한 적절한 대안을 찾지 않으면 안 된다. 그러므로 본 논문에서는 잔향시간을 줄이기 위하여 그림 19와 같이 스튜디오 두 벽면에 커튼을 설치하여 잔향시간을 측정한 결과 그림 20과 같이 잔향시간이 개선되었다. 그림 20의 측정결과는 제주MBC AM 녹음 스튜디오를 그림 10의 1번 지점(마이크)을 선택하여 유리창이 있는 전면과 한쪽 측면을 제외한 부분에 차례로 폴리에스터 재질의 커튼을 설치하여 측정하고 다음에 두 개의 벽면을 흡음 처리하여 잔향시간을 측정하였다.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 20. Comparison with Reverberation Time in AM Recording Studio.

그림 20을 분석하면 500Hz를 기준으로 잔향시간은 현재상태인 경우 0.45초인데 비하여 커튼을 2면 설치 후 측정한 잔향시간은 0.35초로 되어 0.1초가 짧아 졌으며 특히 4KHz에서 현재상태의 잔향시간이 0.48초인데 비하여 2면 커튼 설치 후 측정한 잔향시간은 0.22초로 되어 0.26초가 개선되는 효과를 보임으로써 커튼을 2면 설치하여 측정한 잔향시간이 전 대역에 걸쳐 줄어들고 있음을 보여준다. 그리고 커튼의 설치에 의한 평균흡음율의 변화는 식(4)과 식(6)을 적용하여 계산한 결과에 의하면 커튼을 1면 설치하였을 경우 500Hz의 평균흡음율은 0.26이며 커튼을 2면 설치하였을 경우의 평균흡음율은 0.32로 증가하는 것으로 나타났다.

한편 잔향시간의 이론계산 결과를 나타낸 표. 3에서 주파수 500Hz의 잔향시간이 0.45초가 되고 현재상태의 잔향시간 측정결과는 그림 20에서와 같이 측정 주파수 전대역에서 높게 나타났는데 그 이유는 현재 사용되고 있는 탁자와 의자 등의 가구와 방송에 필요한 기기가 설치되어 평균 흡음율이 변동했기 때문이다. 그러므로 스튜디오의 잔향시간 설계는 사용에 필요한 최적 잔향시간을 얻기 위하여 평균 흡음율이 0.4이상으로 설계하는 것이 바람직하다. 그림 20에서와 같이 높은 주파수에서 잔향시간 개선효과가 크므로 높은 주파수에서 흡음율 이 낮은 스튜디오에 커튼을 사용하면 효과적일 뿐 만 아니라 스튜디오의 벽면에 가변 할 수 있는 커튼 장치를 설치하여 프로그램의 성격에 알맞도록 잔향 특성을 조절함으로써 고품질의 프로그램 제작 환경을 구현할 수 있다.

제주대학교중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅵ. 결론

방송 스튜디오는 수음하려는 음의 성격이나 용도에 따라 스튜디오의 제원이 달라지게 되며 이에 따른 잔향시간은 음질을 결정하는 중요한 요소로 작용하게 된다. 따라서 방송 스튜디오의 최적 잔향시간은 제안자에 따라 다소 차이가 있지만 청취자에게 고품질의 음향을 전달하기 위한 기준이 되고 있다.

본 연구에서는 스튜디오의 잔향 특성의 기본적인 이론에 대하여 기술하고, 제주MBC의 스튜디오의 잔향시간을 측정하고 잔향 방정식에 의한 설계치와 비교 분석하였으며 결과 및 고찰은 AM 녹음 스튜디오를 모델로 하였다. 스튜디오의 잔향시간 측정 결과를 보면 TV NEWS 스튜디오 0.8초, AM 녹음 스튜디오 0.36초, FM 녹음 스튜디오 0.47초로 나타났고 잔향 특성 분석 결과는 각 스튜디오마다 잔향시간 편차가 많으므로 기본적인 음향 특성이 부적합한 특성을 보이고 있다. 이러한 경우에는 스튜디오에 따라서 음색이 달라질 뿐만 아니라 잔향시간이 길게 나타남으로써 명료도가 저하하여 방송 품질이 나빠지는 중요한 요인이 되고있다. 이러한 문제들은 고품질의 방송을 위하여 반드시 해결되어야 할 것이며, 스튜디오간의 잔향 특성의 차이는 방송 품질의 균일화에 커다란 문제가 되므로 방송스튜디오간의 기준 설정이 필요하다.

그러므로 본 연구 결과에서는 커튼을 스튜디오의 벽면에 흡음 처리하였을 경우 4KHz에서 0.26초 잔향시간 개선효과가 나타남으로 높은 주파수에서 흡음율이 낮은 스튜디오에 커튼을 설치하면 효과적인 잔향특성을

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

얻을 수 있다. 따라서 각 프로그램의 성격에 알맞도록 스튜디오의 벽면에 가변 할 수 있는 커튼 장치를 설치하여 잔향 특성을 조절하면 고품질의 프로그램 제작 환경을 구현할 수 있다.

한편 방송스튜디오의 건축에 있어서 구조적인 문제는 스튜디오가 완공된 후에는 구조를 변경하기 매우 어려우므로 스튜디오의 사용 목적과 실내의 규모에 적합한 특성이 보장되도록 건축 설계 시 음향 기술자의 의견을 적극적으로 반영하여 스튜디오의 음향 장해가 최소화하도록 주의를 기울여야한다. 특히 용도에 적합한 최적 잔향시간을 만족시키기 위하여 실내의 흡음율을 고려하여 내장 재료를 선정하고 그 소요량과 배치를 음향적 관점으로부터 결정해야 한다. 그리고 고음질의 방송 프로그램을 제작하기 위하여 방송 스튜디오의 최적 잔향시간 뿐만 아니라 스튜디오의 내부 및 외부의 소음 기준에 관한 연구가 필요한 시점이라고 생각한다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

참고문헌

C. L. S Gilford, 1959, The Acoustic Design of Talks Studio and Listening Rooms, proc. IEF Part B, p106.

D. N. Nardantonio, 1995, Sound Studio Production Techniques, in "Reverberation, McGraw-Hill, p59 ~ p69.

Don &Carolyn Davis, 1981, Sound System Engineering, in "the Acoustic Environment", Howard W. Sams, p52 ~ p68.

E. Rathe, 1969, "Note on Two Common Problems of Sound Propagation", J. Sound and Vibration, vol. 10, p472 ~ p479.

G. Augspurger, 1975, "More Accurate Calculation of the Room constant", J. Audio Engineering Society, vol. 23, no. 5

H. Kuttruff, 1979, Room Acoustics, Applied Science Publishers, London.

L. Cremer and H. Mueller, 1982, Principles and Applications of Room Acoustics, Applied Science Publishers, New York.

M. schroeder, 1984, "Progress in Architectural Acoustics and Artificial Reverberation; Concert Hall Acoustics and Number Theory", J. Audio Engineering Society, vol. 32, no. 4

R. Norris, 1939, "A Derivation of the Reverberation Formula", in Appendix II of V. Knudsen, Architectural acoustics, Wiley, New York.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

V. Knudsen and C. Harris, 1978, Acoustical Designing in Architecture, Acoustical Society of America, New York.

W. Sabine, 1927, "Collected papers on Acoustics", harvard University press.

古川 宣一・小川 有子・福西 達, 1983, 放送スタジオ, 放送建築技術 日本放送出版協會, p132 ~ p134.

金岡久生, 1983, ラジオ・FMスタジオ, 放送システム概設, 日本放送出版協會, p91.

山本, 1963, スタジオの殘響特性と聽感特性との對應, NHK技術研究所, 15. 6.

山本・ 永田, 1970, 音樂スタジオの收音位置における音響特性, NHK技術研究所, 22. 6.

山本・ 平松,1962,小スタジオの現場測定から求めた吸音率の檢討, 日本音響學會講論集, 5, 2-3-5.

小野秦司, 1979, 一口坂スタジオにおける音響設計, 放送技術, 5.

中林 克巳・ 古川 宣一, 1983, "スタジオ, ホールの音場", 放送音響技術, 日本放送出版協會, p119 ~p125.

강 성훈・전 희영, 1997, 문화방송 스튜디오의 음향 특성 측정 및 분석, 방송과 기술 통권 52호, 한국방송기술인연합회, p187.

이 연구, 1992, 라디오 스튜디오 설계 시공, 방송과 기술, 통권 26호, 한국방송기술인연합회, p92.

http://www.sssound.co.kr/page501~526.html.

http://www.kccworld.co.kr/

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

감사의 글

배움의 열정만으로 학업에 길로 접어든지 어느덧 3년 가까이 다가오고 있습니다. 그 동안 연구의 주제 설정에서부터 완성에 이르기까지 세심한 지도와 격려를 주신 이 용학 교수님께 진심으로 깊은 감사를 드립니다. 그리고 바쁘신 일정에도 불구하고 논문의 심사와 많은 도움을 주신 임 재윤 교수님과 강 진식 교수님께 감사를 드립니다.

지난 2년에 걸쳐 가르침을 주시고 여러 가지의 배려를 아끼지 않으신 문 건 교수님, 김 홍수 교수님, 양 두영 교수님께도 감사를 드립니다. 또한 실험과 자료의 작성을 위하여 무더운 스튜디오에서 땀을 흘리며 묵묵히 도움을 준 동료 이 한근씨, 김 병훈씨 그리고 학업에 전념할 수 있도록 많은 도움을 주신 모든 분들에게 고마움의 뜻을 올립니다.

끝으로 힘들어할 때마다 격려를 주던 내 아내를 비롯한 나의 사랑하는 가족 모두에게 이 작은 글을 바칩니다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY