

명료도 척도 RASTI, D_{50} 과 음질과의 상관

강성훈, 성만순, 김종식, 이재원 / 대전보건대학 음향기술연구소

Relation Between RASTI, D_{50} And Sound Quality

Seong-Hoon Kang, Man-Soon Seong, Jong-Sik Kim and Jae-Won Lee

Sound Technology Institute Daejon Health Science College

<요약>

RASTI와 D_{50} 이 명료도와 상관성이 높은 것은 사실이지만, 음질과는 상관성이 없다. RASTI는 잔향과 잡음이 적으면 값이 높아지지만, 스피커 자체에서 재생되는 음질이 찌그러지거나 명료하지 않은 음질이 재생되어도 값은 변하지 않는다. D_{50} 도 스피커에서 재생되는 음질과 관계 없이 직접음 성분이 많으면 단지 값이 높아질 뿐이다. 그런데, RASTI와 D_{50} 이 높으면 음질도 좋을 것이라고 생각하는 경우가 많다. 따라서 스피커의 음향 특성에 따른 RASTI, D_{50} 의 변화 측정 및 음질 선호도 평가를 실시하고, 재생 주파수 대역에 따른 RASTI, D_{50} 의 변화 측정 및 음질 선호도 평가를 실시하므로써, 명료도 척도와 음질과의 상관성을 고찰하였다.

1. 서론

명료도는 음향 시스템을 통하여 방사된 음이 객석에서 얼마나 명료하게 전달되는가를 나타내는 척도로서, 일반적으로 사용되는 물리적인 척도로 RASTI와 D_{50} 이 있다.

RASTI는 홀과 확산 설비에 의한 듣기 쉬운 정도를 나타내는 척도를 예측하는 방법으로서, 울림이 없는 방에 비해 잔향이 길거나 소음이 있는 실내에서 음성을 듣기 어려운 것은 외견상의 S/N비가 낮아지므로, 이 원리를 이용하여 음원의 진폭 변조 정도로 명료도를 계산하는 것이다.

그림1은 RASTI와 명료도와의 관계를 5단계로 나타내고 있다.

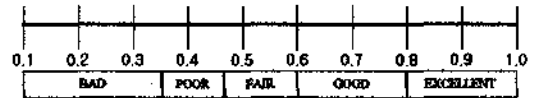


그림 1. STI와 청취하기 쉬운 정도와의 관계

또, 다른 명료도 척도로서 다음 식과 같이 직접음 대 반사음의 비율 나타내는 D_{50} 이 있다.

$$D_{50} = \int_0^{50ms} p^2(t)dt / \int_0^{\infty} p^2(t)dt (\%)$$

여기서 $p(t)$ 는 임펄스 레스폰스에서 음압의 순시 값을 나타내며, 전체 에너지와 50ms까지의 에너지 비율 나타낸다. 이 척도는 단지 직접음 성분이 많을수록 명료도가 높아진다.

그림2는 D_{50} 과 명료도와의 관계를 나타낸다. D_{50} 이 35% 이상이면 85%의 명료도가 얻어지는 것을 알 수 있으며, 값이 높을수록 명료도가 높아진다.

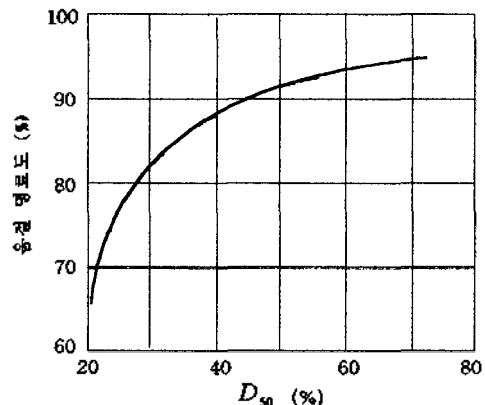


그림 2. D_{50} 과 단음질 명료도와의 관계

그림3은 강의실 내에서 스피커 정면 1m 지점과 6m 지점에서의 임펄스 레스폰스를 나타낸다. 1m 지점에서의 RASTI는 0.72, D_{50} 은 85%, 6m 지점에서 RASTI는 0.52, D_{50} 은 51%이다. 임펄스 레스폰스에서 알 수 있듯이 1m 지점에서는 직접음이 강하고, 6m 지점에서는 직접음은 감쇠되면서 반사음이 많아진 것을 볼 수 있다. 이와 같이 명료도 값이 변한 이유는 스피커에서 재생된 음의 음질과는 관계없고, 단지 실내 위치에 따라서 직접음과 반사음의 비가 변하기 때문이다.

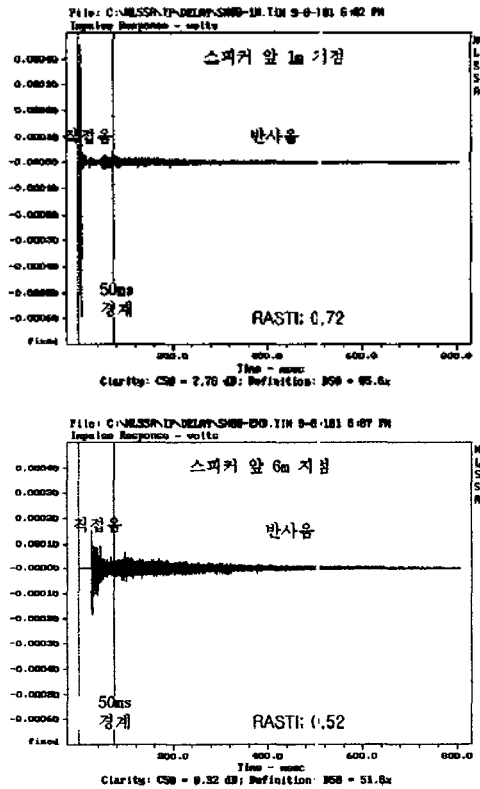


그림 3. 스피커 앞 1m 지점과 6m 지점에서의 RASTI와 D_{50} 의 차이

여기에서는 음향 특성이 다른 7대의 스피커를 이용하여 명료도 척도 RASTI, D_{50} 과 음질과의 상관 관계를 고찰하고, 재생 주파수 대역에 따른 명료도 척도 RASTI, D_{50} 과 음질과의 상관 관계를 고찰한 결과에 대해서 설명한다.

2. 스피커 지향 특성에 따른 RASTI, D_{50} 의 변화와 음질 선호도

스피커의 지향 특성에 따른 명료도 특성과의 상관 관계를 측정하기 위하여 음향 특성과 품질이 다른 7대의 스피커를 이용하여 각 스피커의 지향 특성을 측정하였다. 측정을 통하여 얻어진 각 스피커의 지향 특성을 표1에 나타낸다.

표1 측정에 사용된 스피커 종류별 지향 특성

SPK	A	B	C	D	E	F	G
지향각	110	140	100	120	180	220	120

음향 측정은 가로 8m, 세로 11.7m, 높이 2.5m, 체적이 230 m^3 인 빈 강의실에서 측정하였다. 강의실의 건축 재원을 표2에 나타낸다. 강의실의 평균 잔향 시간은 1.8초이고, 평균 흡음률은 0.07이다.

표2 실내의 건축 재원

가로	세로	높이	체적	RT	α
8m	11.7m	2.5m	230 m^3	1.8s	0.07

7대의 스피커를 이용하여 각 스피커의 전송 주파수 특성, RASTI, D_{50} 을 측정하였다. 측정 시 음원은 MLS 신호를 이용하였으며, 실험에 사용된 스피커를 바닥으로부터 1.5m 높이에 설치하고, 스피커로부터 3m 떨어진 지점에서 무지향성 마이크를 이용하여 측정하였다. 각 스피커의 재생 음압 레벨은 80dB이며, 음향 측정 블록도를 그림4에 나타낸다.

측정 시 각 스피커의 음향 특성에 따른 명료도 척도인 RASTI와 음질과의 상관 관계를 실험하기 위하여 RASTI 측정 시와 동일한 조건 하에서 음성을 재생하고, DAT로 녹음하였다.

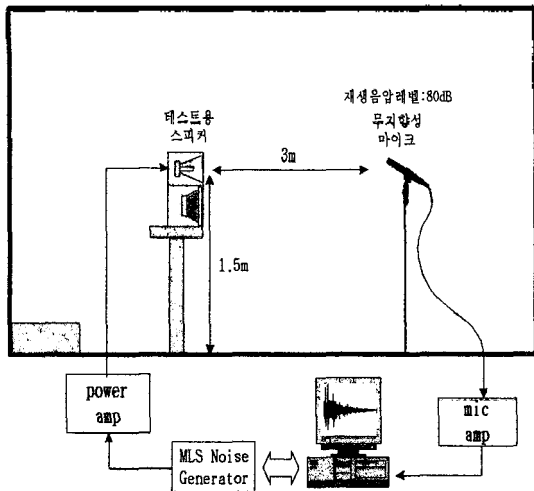


그림 4. 스피커별 측정 블록도

측정에 사용된 각 스피커별 RASTI와 D_{50} 를 그림5에 나타낸다. 스피커 종류에 따른 RASTI의 변화는 미소하지만, 이 변화는 스피커의 음질보다는 지향성의 차이에 의해 실내 반사음의 여기 정도에 따른 것이라고 추측할 수 있다.

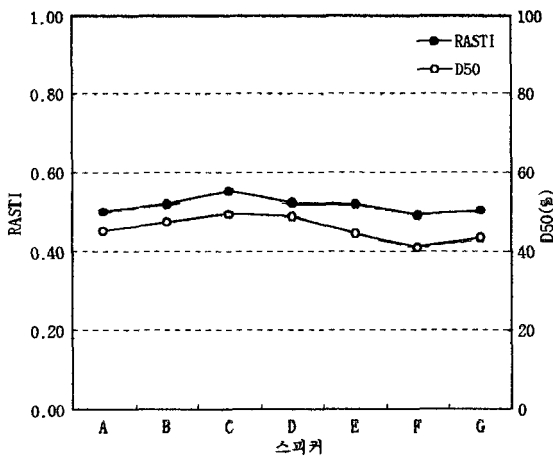


그림 5. 스피커별 RASTI와 D_{50}

RASTI 측정과 동시에 음성을 재생하여 DAT에 녹음한 것으로 음질에 대한 일대일 비교 시험을 실시한 결과를 그림6에 나타낸다. 대상은 음향적 기초 지식이 있는 20대의 대학생 10명을 대상으로 하였으며, AKG K1000 헤드폰을 이용하여 재생하였다. 스피커 종류에 따른 RASTI는 거의

변화가 없지만, 음질에 대한 비교 실험에서 선호도 차이는 아주 큰 차이를 나타내고 있다. 이 결과로부터 알 수 있듯이 RASTI와 음질과는 상관아 거의 없다고 할 수 있다.

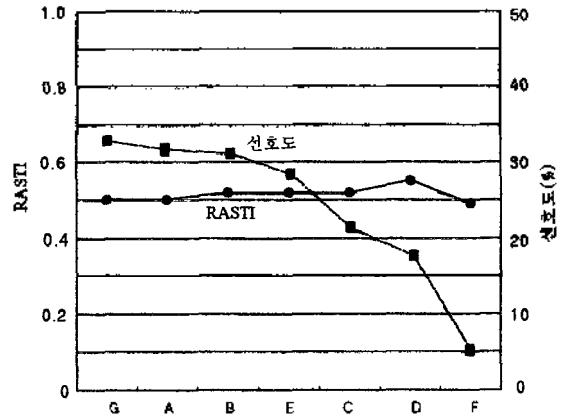


그림 6. 스피커 종류별로 측정된 RASTI와 음질 선호도

3. 주파수 재생 대역에 따른 RASTI, D_{50} 의 변화와 음질 선호도

주파수 재생 대역에 따른 명료도 척도 RASTI, D_{50} 의 변화와 음질 선호도와와의 상관 관계를 고찰하기 위하여 2절의 실험과 동일과 실내 및 음향 측정 시스템을 구축하였다. 단, 주파수 재생 대역을 제한하기 위하여 MLS 신호 발생기 후단에 대역 필터를 삽입하였다. 측정 시 MLS신호를 전대역, 100-10kHz, 200-8kHz, 300-6kHz, 400-4kHz, 500-2kHz의 주파수 대역을 좁혀가면서 명료도 척도 RASTI, D_{50} 의 변화를 고찰하였다. 측정 시 사용된 스피커는 G스피커이다. 음향 측정 시, 음질 선호도 평가를 위하여 동일한 조건 하에서 음성을 재생하고 DAT에 녹음하였다.

그림7은 대역별 RASTI와 D_{50} 을 나타낸다. 대역에 따른 RASTI와 D_{50} 은 거의 같은 변화를 나타내고 있으며, RASTI, D_{50} 값의 변화는 미소하지만, 주파수 재생 대역이 좁아질수록 RASTI, D_{50} 의 값이 높아지는 경향을 나타내고 있다.

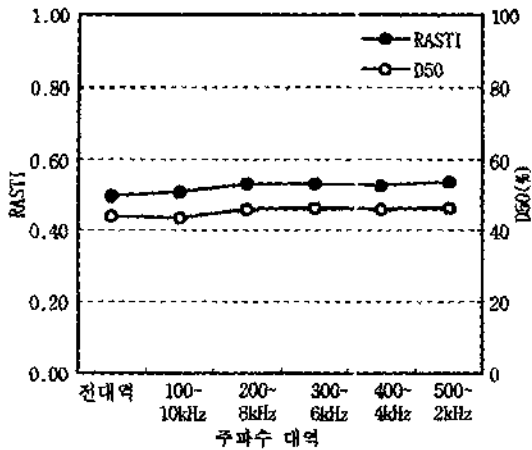


그림 7. 주파수 재생 대역별 RASTI와 D50

주파수 재생 대역별 RASTI, D_{50} 측정 시에 동일한 조건 하에서 음성을 재생하고, DAT로 녹음한 음을 이용하여 일대일 비교법으로 주관 평가 실험을 실시하였다. 대상은 음향적 기초 지식이 있는 대학생 10명을 대상으로 하였으며, AKG K1000헤드폰으로 재생하였다.

측정을 통하여 얻어진 RASTI와 주관 평가를 통하여 얻어진 RASTI와 음질 선호도와의 상관 관계를 그림8에 나타낸다.

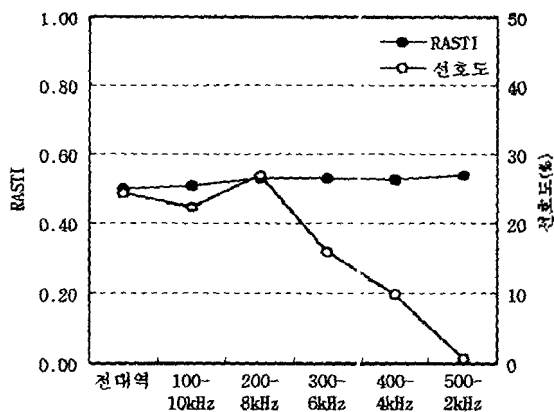


그림 8. RASTI와 음질 선호도와의 상관 관계

주파수 재생 대역에 따른 RASTI의 변화는 거의 관측되고 있지 않지만, 대역에 따른 선호도의 변화는 일상적으로 쉽게 예측할 수 있듯이 대역이 좁아질수록 선호도가 떨어지는 것을 알

수 있다. 여기에서는 음성의 음질에 대한 실험 하였으므로 전대역보다는 200-8000Hz 대역이 가장 선호도가 높게 나왔다고 할 수 있다. 이 이상으로 대역이 좁아지면 선호도는 현저하게 떨어진 것을 알 수 있다.

4. 결론

명료도 척도 RASTI, D_{50} 과 음질과의 상관을 고찰하기 위하여 동일한 음 환경 및 조건 하에서 음향 특성이 다른 7대의 스피커를 이용하여 각 스피커의 지향 특성 및 음향 특성을 측정하고, RASTI, D_{50} 변화의 고찰 및 음질 선호도 평가를 실시하였다. 명료도 척도 RASTI, D_{50} 은 스피커의 지향 특성에 의한 실내의 여기 정도에 따라 약간의 차이를 나타냈지만, 음질과는 상관이 없는 것으로 나타났다.

RASTI, D_{50} 측정 시와 동일한 조건 하에서 대역필터를 이용하여, 전대역, 100-10kHz, 200-8kHz, 300-6kHz, 400-4kHz, 500-2kHz의 주파수 대역을 재생하고 RASTI의 변화 고찰 및 음질 선호도 평가를 실시하였다. 명료도 척도 RASTI는 주파수 재생에 따른 변화가 거의 관측되지 않았으나, 음질 선호도 평가는 대역이 좁아질수록 선호도가 떨어졌다.

즉, 명료도 척도 RASTI, D_{50} 은 음질과는 관계가 거의 없으며, 재생 주파수 대역이 음질 선호도에 크게 기여하는 것을 알 수 있다.

<참고문헌>

1. 實川 秀太, "音聲明瞭度評價値とスピーカ指向性係數の相關考察", AES東京コンベンション'93
2. 강성훈, 방송음향총론, 기전연구소(2000.01)
3. 강성훈, 교회음향, 케이사운드랩(2001.05)
4. 강성훈, PA음향I, 케이사운드랩(2001.07)