

한국인의 이도내 음압 측정

Measurement of Sound Pressure Level in Ear Canal of Korean

안태수* · 이두호†

Tae-Soo Ahn and Dooho Lee

1. 서론

이도는 굴곡을 가지는 입체적인 공간으로 외부로부터 사람의 청각기관까지 전달되는 음향 전달이나 공명에 있어 중요한 역할을 담당한다. 이런 외이는 개개인에 형상이나 깊이 또는 체적에 따라 서로 다르다고 알려져 있는데 이 연구에서는 한국인에 대한 이도 내의 음압을 측정 함으로써 어떤 차이를 나타내는지 확인해 보고자 한다.

2. 이도내 음압 측정

2.1 측정 대상

측정은 크게 두 그룹으로 분류하여 각각의 오른쪽 귀를 대상으로 측정하였다. 첫 번째 그룹은 Digital Korean 프로젝트를 통해 제작된 한국인 평균 두형 더미의 남자 모델에 길이 25mm 에 직경 5φ의 유효공간을 가지는 직관 튜브와 G.R.A.S 사의 RA0040 ear simulator, 그리고 CT 촬영을 통해 구현한 실 이도를 부착하여 3 가지 경우의 이도내 음압을 측정하였다. 그리고 두 번째 그룹은 청각에 이상이 없는 건강한 한국인 남자 5 명을 대상으로 하여 동일한 환경에서 오른쪽 이도 내의 응답을 측정하였다.

2.2 측정 방법

한국인 평균 두형 더미는 G.R.A.S 사의 KB0060 오른쪽 작은 귀가 부착된 상태에서 앞서 언급한 3 가지 유형의 이도를 조립하여 CCP Probe Microphone Type 40SC 에 160 mm 의 길이를 갖는 충분히 유연한 플라스틱 튜브와 지그를 이용하여 이도 내부에 튜브의 끝이 위치하도록 하였다. 이때 이도 내로 삽입되는 길이는 25 mm 로 실제 사람의 이도 내에 삽입 시 불편한 통증 없이 편안하게 측정 할 수 있는 길이를

실험참가 대상자들을 통해 선정하고 측정에 사용하였다. 이는 통계적으로 알려진 사람의 실제 이도의 길이 27 mm 와 이개강의 깊이 8~12 mm 를 고려하였을 때 고막으로부터 약 10 mm 정도 떨어진 위치에 튜브 끝이 이 위치하여 이도내의 음압을 측정 할 수 있다. 또한 이때 기준위치는 귓바퀴의 가장자리 상단에서 10 mm 위에 위치하도록 하였다. 이때 Fig.1 과 같이 헤어밴드를 이용하여 마이크로폰의 위치가 측정 할 때 마다 일정한 위치를 유지 할 수 있도록 고안하였다. 가진신호의 제어와 응답의 측정은 Test.Lab spectral testing 소프트웨어와 SCADAS-III를 이용하였고 가진 신호로는 Burst random 신호를 사용하여 100 Hz ~ 12 kHz 까지 1 Hz 간격으로 측정을 실시하였다. 측정된 기준위치의 음향응답 (P_r) 과, 이도내의 음향응답 (P_e) 을 이용하여 다음과 같은 관계에 의해 이득 값 G 를 계산 할 수 있다.

$$G(dB) = 20 \log \left(\frac{P_e}{P_r} \right) \quad (1)$$

또한 실제사람을 대상으로 하여 측정할 경우에는 칩 삼킴이나 조그만 움직임에도 그 영향이 크게 나타나는 경향을 보여 머리가 일정한 위치에 고정 될 수 있도록 머리받침에 의해 머리가 고정 될 수 있는 측정의자에 앉아 측정을 실시하였다.



Fig.1 Experiment set-up (set-up of probe and reference microphone)

† 교신저자; 동의대학교 기계공학과

E-mail : Dooho@deu.ac.kr

Tel : (051)890-1658, Fax : (051)890-2232

* 동의대학교 대학원 기계공학과

신호가진은 싱글드라이브를 갖는 Bose Model 32SE 라우드 스피커를 이용하여 가진 하였으며, 스피커의 위치는 이도의 입구의 수평높이에서 거리와 방위각의 변화만을 주면서 측정하였다. 이때 거리는 0.5 m, 1.0 m, 그리고 1.5 m 의 위치에서, 방위각은 0°, 45° 그리고 90° 에서 각각 측정을 실시하였다.

또한 데이터의 신뢰성을 확보하기 위해 20 번의 평균을 하였으며 처음 측정된 날로부터 일정기간이 지난 다른 시간을 이용하여 재 측정을 실시 하였다.

3. 실험 결과 및 결론

Fig.2 는 한국인 두형 더미 남자의 3 가지 이도에서의 응답을 측정한 결과이다. 한쪽 면이 막힌 관 형태의 구조물에서 공명효과가 나타나는 것을 볼 수 있는데 관의 길이에 따른 공명주파수 공식으로부터 대략 2~3 kHz 대역에서 공명이 일어나는 것을 확인할 수 있다. 하지만 각각의 응답 크기는 그 차이가 많음을 알 수 있는데, 이는 이도 공간 구현에 있어 그 재질이 서로 다르고 그 형상도 각각의 형상을 가지고 있기 때문으로 판단된다. Fig.3 은 실제 사람을 대상으로 측정한 결과 값으로 개인의 응답이 다르지만 전체적인 경향이 비슷한 것을 확인할 수 있다. 또한 역시 한쪽 벽이 고막으로 막혀있어 그 길이에 따른 공명주파수 약 2~3 kHz 대역에서 공명이 일어나는 것을 확인할 수 있다. Fig.4 는 한 사람에 대해서도 다른 시간에 측정한 응답으로 거의 비슷한 경향을 가지지만 측정시간에 따라서도 약간의 다른 차이를 나타낼 수 있음을 확인할 수 있다. 그리고 Fig.2 의 차이는 형상 뿐만 아니라 재질에 따른 차이도 응답의 차이에 영향을 미칠 것으로 판단되며 이는 각 공간구현 재료의 임피던스를 측정하면 좀더 명확한 판단에 도움이 될 것이다. 또 실제 사람의 결과 값에서도 고막 임피던스를 측정해서 고막의 영향에 대해 확인 하는 연구가 필요하다.

후 기

이 논문은 2007 년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학 재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2007-000-10986-0).

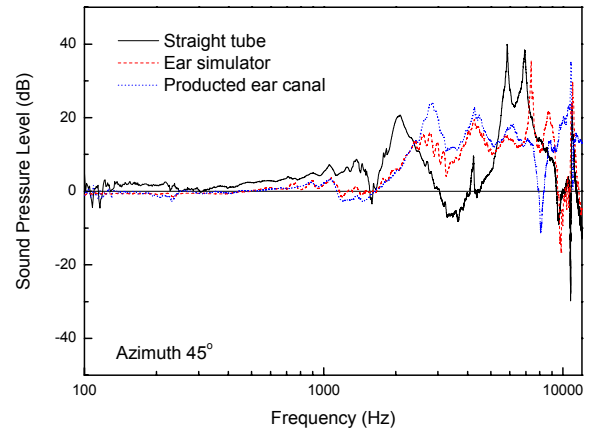


Fig.2 Response of averaged Korean head shape for three case (1 m / 45°)

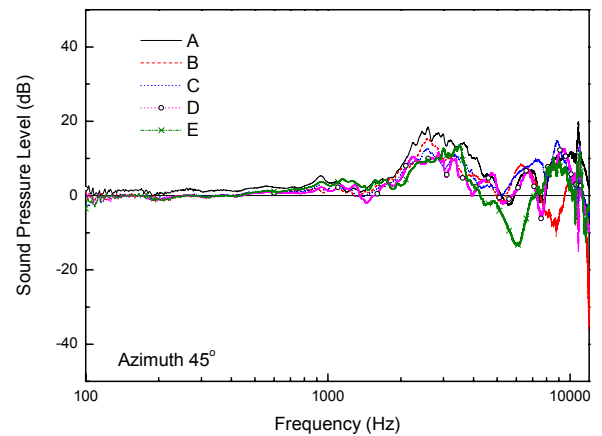


Fig.3 Response of Korean ear canal (1 m / 45°)

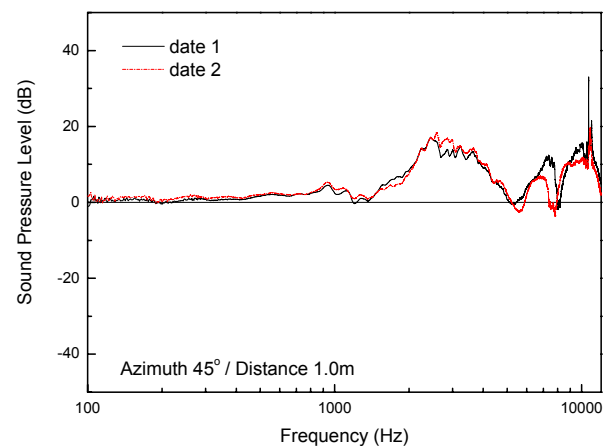


Fig.4 Response of Korean ear canal (change of date)