L-27

超音波暴露下における外耳道内外の音場特性の検討

Investigation of sound field around ear canal under ultrasonic exposure

○高塚雅人¹, 大隅歩², 伊藤洋一²
*Masahito Takatsuka¹, Ayumu Osumi², Youichi Ito²

Abstract: We have studied a sound field in an ear canal under ultrasonic exposure at the frequency 20 kHz~40 kHz. In this report, we examined the sound filed in the vicinity of the ear canal using pinna with an individual difference.

1. はじめに

近年,空中超音波の積極的な利用に伴い,超音波暴 露が懸念されており,鼓膜付近の受聴音圧の計測に関 する調査・研究^[1, 2]が行われている.筆者らの先行研究 ^[3-6]においても,周波数 20 kHz~40 kHz の空中超音波暴 露時の外耳道内外の音圧特性に関する検討を行ってお り,外耳道内の形成音場特性を利用することで,鼓膜 付近の音圧値を推定できる可能性を明らかにした.

ところで, 鼓膜付近の受聴音圧特性に与える影響の 一つに耳介形状がある^[7].

本報告では、人の耳介形状を基に作成した複数の擬 似耳介を用いて、耳介形状が鼓膜付近の音圧特性に与 える影響について、実験的に検討している.

2. 実験装置と実験方法

Fig. 1 に実験装置の概略を示す. 図(a)のように周波数 20 kHz の空中超音波をマネキンヘッドに曝露させる. マネキンヘッド(GRAS, KEMAR Type 45BA)には, 擬 似耳介と図(b)に示す擬似外耳道を装着している. 外耳 道はケミカルウッド製で,人間の平均的な外耳道の長 さを基に簡略化して作製している. また,外耳道の終端には,鼓膜を想定した厚さ 0.1 mm のポリエチレン膜 を張り付けている.

音圧測定には,直径 1 mm のプローブチューブ付 1/4 インチマイクロホン(ACO, Type7017)を使用した.音 圧測定は,外耳道入り口の中心を原点として,外耳道 中心軸を含む x-y 平面で行った.

マネキンヘッドに装着する擬似耳介は,6名(成人男性)の被験者から取得した耳型を基に,シリコーン材(信越シリコーン,KE-17)で作製した.Fig.2に作製した6つの擬似耳介の3例として,ModelA,B,Cについて示す.各疑似耳介ともに明らかに各部位の形状が大きく異なっていることが見て取れる.











Model A Model B Model C



3. 実験結果

Fig.3に疑似耳介 Model A, B, C を装着した場合の, 外耳道中心軸に沿った音圧分布を示す.図より,いず れの疑似耳介においても外耳道内では鼓膜位置を腹と する定在波音場が形成されており,音圧の腹と節の位 置が一致している.一方,定在波のピーク値に着目す ると,その大きさは耳介によって大きく異なっている. それに伴い,鼓膜位置での受聴音圧も大きく異なって いることがわかる.

次に, Fig. 4 は外耳道内外の x-y 平面の音圧分布を示 している.図より,いずれの疑似耳介においても,外 耳道内では,音圧は異なるものの,ほぼ同傾向の定在 波分布が形成されていることがわかる.一方,外耳道 外においては,耳介形状の個人差の影響で,音圧分布 が大きく異なっている.

4. 鼓膜付近の音圧推定

Fig. 3 の結果を基に,外耳道入り口付近の音圧のピーク値(Peak I)と, 鼓膜付近の音圧値を比較し, 鼓膜付近の音圧を推定する方法について検討した.

Fig. 5 は、その結果をまとめたものである.図より、 いずれの耳介モデルにおいても、両者は非常に良く一 致していることがわかる.

以上のことから,耳介形状に個人差がある場合にお いても,先行研究と同様に Peak I の音圧値を測定する ことで,鼓膜付近の音圧を推定できることがわかった.

5. まとめ

超音波暴露下において, 耳介の形状が鼓膜位置での 受聴音圧に与える影響について, 複数の被験者の耳型 を基にシリコーン製の擬似耳介を作成し, 検討を行っ た.

その結果,耳介の形状によって,外耳道内に形成される定在波音場の極大値に大きな差が生じる場合があることがわかった.一方,耳介の形状に個人差があっても,外耳道入り口付近の定在波の極大値を利用することで,鼓膜付近の音圧を推定できることがわかった.

6. 参考文献

- [1] 鎌倉, 他, 音響学会誌, vol. 67, pp. 200-203, 2011.5
- [2] 高橋, 蘆原, 音響学会誌, vol. 67, pp. 189-193, 2011.5
- [3] 高藤, 伊藤, 音講論, pp. 1367-1368, 2010.3
- [4] 高藤, 伊藤, 音講論, pp. 1441-1442, 2010.9
- [5] 和田, 他, 音講論, pp. 1409-1410, 2014.9



Fig. 3 Sound pressure distribution along x axis



Fig. 4 Sound pressure distribution in the vicinity of ear canal



Fig. 5 Sound pressures at eardrum and peak I

[6] 和田,他,信学技報,vol.114,pp1-6,2014.10[7] 髙塚,他,音講論,pp.1155-1156,2016.3