

○寺尾道仁, 関根秀久 (神奈川大工)

1. はじめに ある音場点における1kHz以下の到来音波別インテンシティベクトルの分離検出において重要な、マイクロホンの自由音場補正^[1], とりわけその位相に関して^[2]境界要素法数値計算を行い, 測定法を検討した。

2. 音波別到来方向の検出^[3]

図1のように記号を定めれば, 点oにおける第j平面進行波の音圧 p_j と第i観測点の音圧 P_i との間に式(1)が成り立つ。

$$P_i' = \sum_{j=1}^N D_{ij} p_j e_{ij} \quad (1)$$

ここで, $e_{ij} = \exp\{-jkr_{ij} \cos \sigma_{ij}\}$,
 $\cos \sigma_{ij} = \sin \Theta_{ij} \sin \theta_{ij} \cos(\Phi_{ij} - \phi_{ij})$
 $+ \cos \Theta_{ij} \cos \theta_{ij}$,

$k = 2\pi f/c$, f : 周波数, c : 音速, N : 音波の数。
 また, $D_{ij} = p'_{ij}/p_{ij}$ は自由音場補正, ただし,
 $p'_{ij} = p_j e_{ij}$ は第j音波の第i観測点音圧への寄与である。記号(')が付くときは膜面音圧, それが付かないとき自由音場音圧を意味する。
 未知量 p_j , ϕ_{ij} および θ_{ij} について式(1)を連立して解く際, D_{ij} は既知である必要がある。

3. 数値計算 (三次元境界要素法)

図2に自由音場補正に関する音源とマイクロホンの関係, 図3にそのモデル化を示す。

i) ペアマイクロホンの相互影響

図4にマイクロホン廻りの音圧分布, 図5に膜面上の位相分布の数値計算結果の例を示す。
 ここでは誤差の評価基準として実効距離^[2] r_{ij} の検出誤差1mmまでを許容限度にとる。 $\sigma_{ij} = 0$ の付近で到来方向分解能が最悪となるが, r_{ij} の検出誤差1mmは到来方向検出誤差約 10° , また, 1kHzにたいして, 位相検出誤差 1° にあたる。
 この評価基準に照らせば, マイクロホンがこの程度離れていれば, とくに位相について相互の影響は少ないことがわかる。

ii) 自由音場補正

図4 b) の場合のように音波の到来方向が膜面

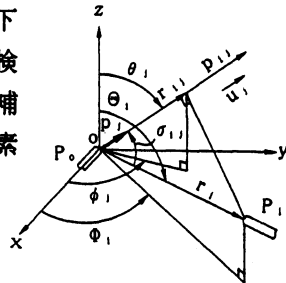


Fig. 1 Sound pressures by a plane traveling wave between origin and an observation point.

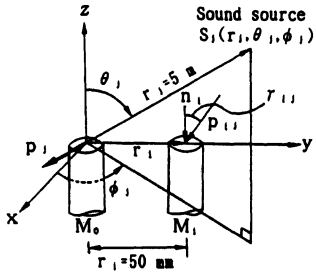


Fig. 2 Arrangement of 1/2" condenser microphones and a sound source.

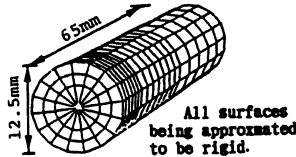


Fig. 3 3-D BEM model for a microphone.

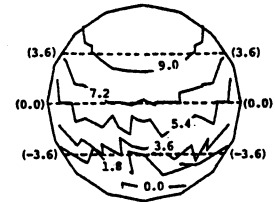


Fig. 5 Phase distribution on the membrane [deg.], ($\theta_{ij} = 30^\circ$, 1500Hz)

と異なるとき($\gamma_{ij} \neq 90^\circ$)は, マイクロホンの有無による位相の違いが大きい。単一マイクロホンについて自由音場補正の数値計算を行った結果を図6に示す。

iii) 自由音場補正測定における基準

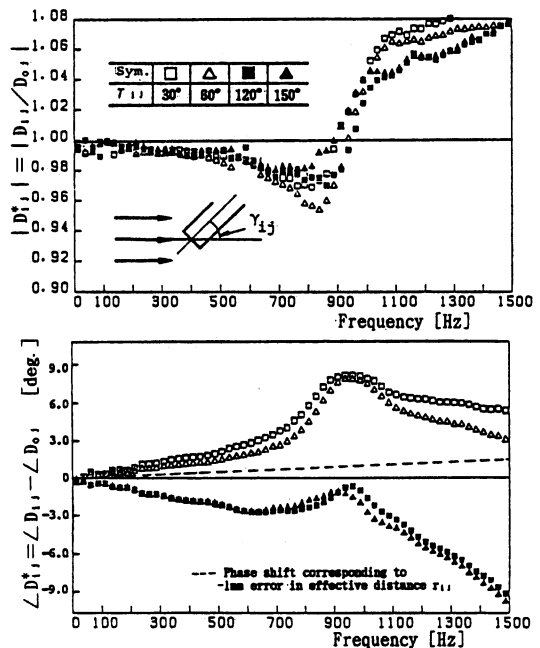
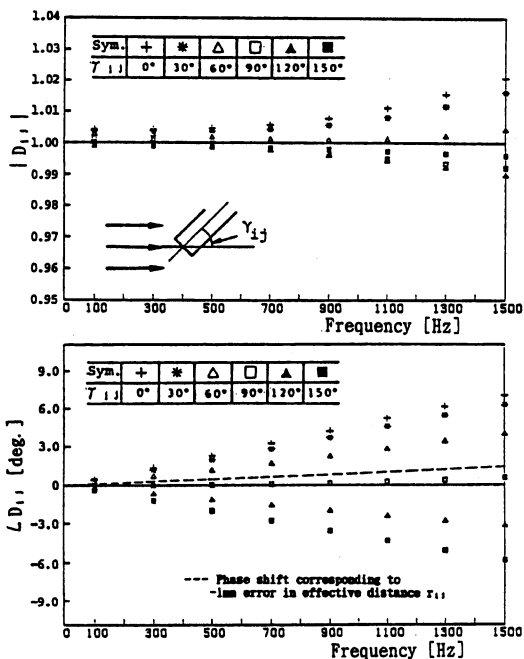
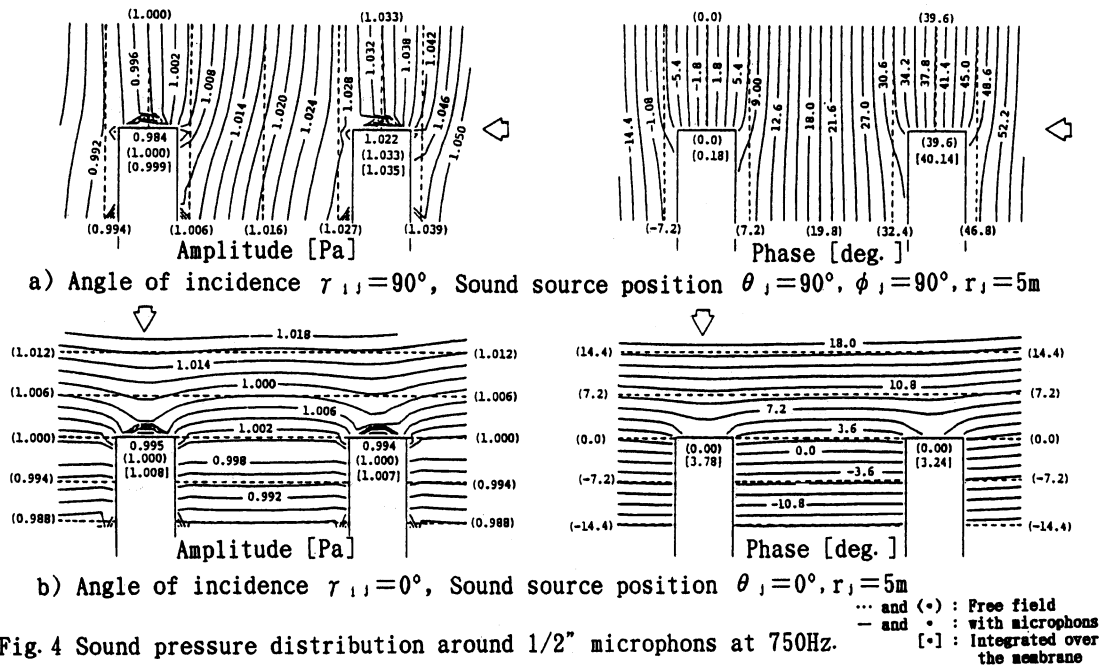
一方, 図4 a) および図6からわかるように音波の到来方向が膜面に沿うとき($\gamma_{ij} = 90^\circ$)には, 自由音場補正 D_{ij} は1であるとみなしてよい。したがって, 測定において自由音場音圧そのものを得る必要があれば, この設定による膜面音圧を緩用できよう。

4. 自由音場補正相対値の測定

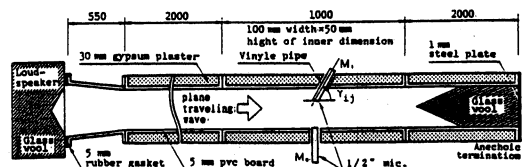
図7に示すダクトによる相対自由音場補正 $D_{ij}^* = D_{ij}/D_{0j}$ の測定結果を図8に示す。ここで D_{0j} , D_{ij} は, 音波別到来方向検出にたいして音圧, 位相とも相対値でことすむため, それぞれ M_0 , M_1 の膜面以降の特性をも含む自由音場補正とした。入射角 γ_{ij} による変化のみを比較すれば, 位相については図6とよい一致を示している。

5. まとめ 1kHz以下の音波別到来方向検出

* On Effect of scattering by pair-microphon in Intensity Measurement.
 By Michihito Terao and Hidehisa Sekine (Kanagawa University)



に関する自由音場補正について、1/2"ペアマイク
 クロホン膜面が50mm程度離れていれば相互の影
 響は少ないこと、到来方向が膜面に沿うとき自
 由音場補正は1としてよく、この配置による膜
 面音圧を基準にして相対的な自由音場補正が可
 能であることを示した。



文献 [1] Condenser Microphones, B&K, 1982.
 [2] P. V. Bruel: Pro. Symposium on Acoustic Intensity, Tokyo, 1987.
 [3] 寺尾, 関根: 建築環境工学論文集, 1984.