

○寺尾道仁, 関根秀久, 林大志 (神奈川大・工)

1. はじめに 前報[1]において均質で平滑な反射面の斜入射反射係数測定手法としてダクト内法の原理的有効性を確認した。この手法は表面の凹凸が深い場合でも, その周期が波長に比べて小さく巨視的に等方性の断面であれば適用できると考えられる。そこで極端に凹凸が深い反射面になるが, Fig.1 内に示すような佐藤らの2次元吸音くさび列 (文献[2]の Fig.8(b), 流れ抵抗 $5.3\text{kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$) を取り上げ, その斜入射反射係数について境界要素数値解析(BEM)により調べる。

2. 斜入射反射係数のダクト内測定法

ダクト内法の詳細は前報に示したのでここではその要点のみ述べる。Fig.2 は測定ダクトおよびその音圧分布数値計算結果の例である。音源は試料端に対して反対側のダクト端に配置し, 所要の斜入射モード波成分を励起するようにしている。試料面の定義位置を $x=0$, また, ダクト (幅 W) の断面方向座標の原点 $y=0$ を1つの壁面にとれば, この2次元剛壁直管内の遠距離伝搬場音圧 $p(x, y)$ は式(1)により表される。すなわち,

$$p(x, y) = \sum_{n=0}^N a_{(n)} \exp(-jk_x^{(n)} x) \cos(k_y^{(n)} y) + \sum_{n=0}^N b_{(n)} \exp(+jk_x^{(n)} x) \cos(k_y^{(n)} y) \quad (1)$$

ただし, $k_x^{(n)} = \sqrt{(\omega/c)^2 - (n\pi/W)^2}$, $k_y^{(n)} = n\pi/W$, ここで $n(=0, 1, 2, \dots, N)$ は伝搬モード次数, N は対象とする周波数にお

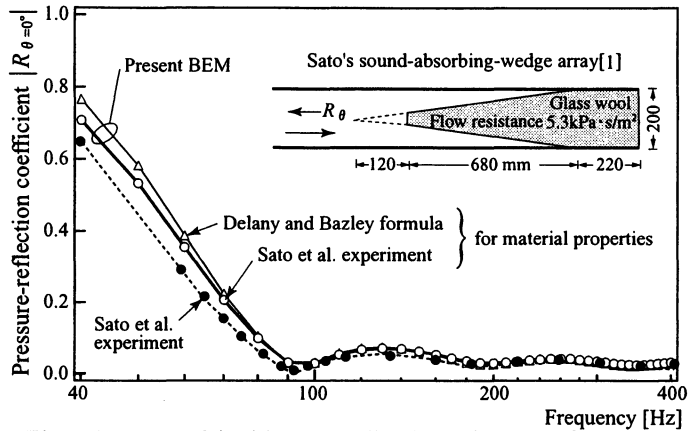


Fig. 1 Normal-incidence reflection factor of Sato's sound-absorbing-wedge array

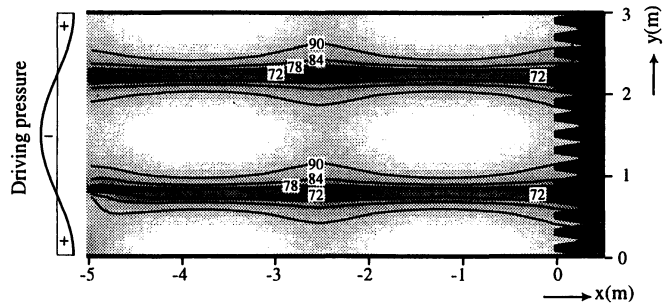


Fig. 2 Sound pressure distribution in a test duct (in dB, $\theta = 60^\circ$, 130Hz).

る伝搬モード最大次数, また, $a_{(n)}$ および $b_{(n)}$ は座標 $(0,0)$ におけるモード次数 n の外向きおよび内向き進行波音圧振幅である。 n 次モード波の入射角 $\theta^{(n)}$ が指定されれば, 周波数 $f = nc/2W \sin \theta^{(n)}$ にたいする複素音圧反射係数は $R_\theta = b_{(n)} / a_{(n)}$ により求められる。 $a_{(n)}$ および $b_{(n)}$ は BEM による $p(x, y)$ から分離検出する。

3. ダクト内法による反射係数観測結果

Fig. 1 に垂直入射反射率 $|R_{\theta=0}|$ を示す。BEM における吸音材料の音響特性は, 佐藤らの測定値および Delany ら[3]の実験式の両者を比較した。両解析値および実験値の間の相違は

* Effectiveness of induct measurement method of oblique incidence reflection factors on periodical uneven surfaces. By M. Terao, H. Sekine and D. Hayashi (Kanagawa university).

小さい。以下の佐藤らの吸音くさび列に関する解析では、吸音材料の音響特性として佐藤らの測定値を用いた。BEMは一定要素を用いた。その寸法は吸音くさび領域を5mm、その他の領域は概ね10mmとした。Fig.3にダクト内法により得られた斜入射反射率 $|R_\theta|$ を示す。垂直入射反射率と比較すれば、斜入射反射率は入射角が 30° 以下の場合は大差がないが、入射角が 60° 程度以上になると急激に大きくなる。

4. 自由音場内観測の可能性

Fig.4は自由音場内観測における吸音くさび列近傍の音圧分布の例として、入射角 60° 、周波数130Hzに対して試料の長さは12m(約4波長に相当)の場合を示す。Fig.4(a)は遠方(距離1km)で $y < 0$ に置かれた1つの点音源による音場、Fig.4(b)はFig.4(a)の点音源にさらに $y = 0$ に関して対称な点音源を加えた音場である。Fig.4(b)の場合 $-5\text{m} < x < 0.9\text{m}$ の音場は、試料が無限長であればFig.2のダクト内法の音場に一致することが期待されるが、試料長さが12m有限であるために、 $-1.5\text{m} < y < 1.5\text{m}$ の領域にその徴候がみられるに過ぎない。Fig.4(a)の音場内について、局所的3点音圧による入・反射波分離検出[4]を試みたが、Fig.3の $|R_{\theta=60^\circ}|_{130\text{Hz}} = 0.29$ に近い値が得られる可能性のある領域は、吸音くさび列前方($y = 0, x = 20\text{cm}$)の付近に限定され、その値(具体値は省略)は観測点により著しい相違がみられる。

自由音場内観測の可能性についてはさらに大きな試料による検討が必要であり現在その準備を進めている。

5. 終わりに 巨視的等方性凹凸面の斜入射反射係数に関して、2次元吸音くさび列について数値解析を行い、ダクト内観測法の有効性を示した。

参考文献

- [1]寺尾,関根;音響学会講演論文梗概集,2001年3月.
- [2]佐藤,藤森,三浦;音響学会誌,35(11),1979.
- [3]M. E. Delany et al., Applied Acoustics, (3),1970.
- [4]寺尾,関根;建築学会環境工学論文集,1984年11月.

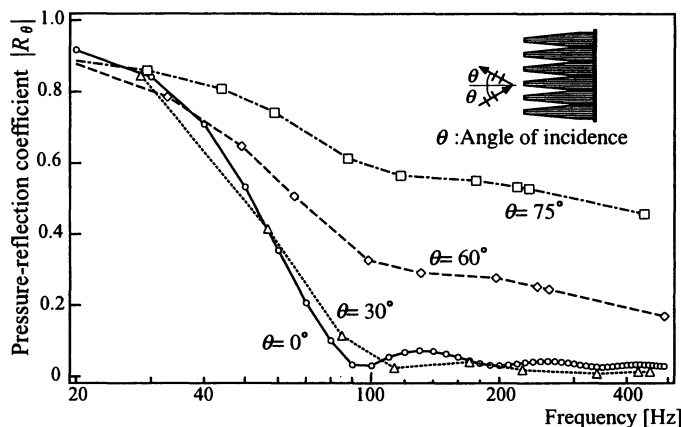
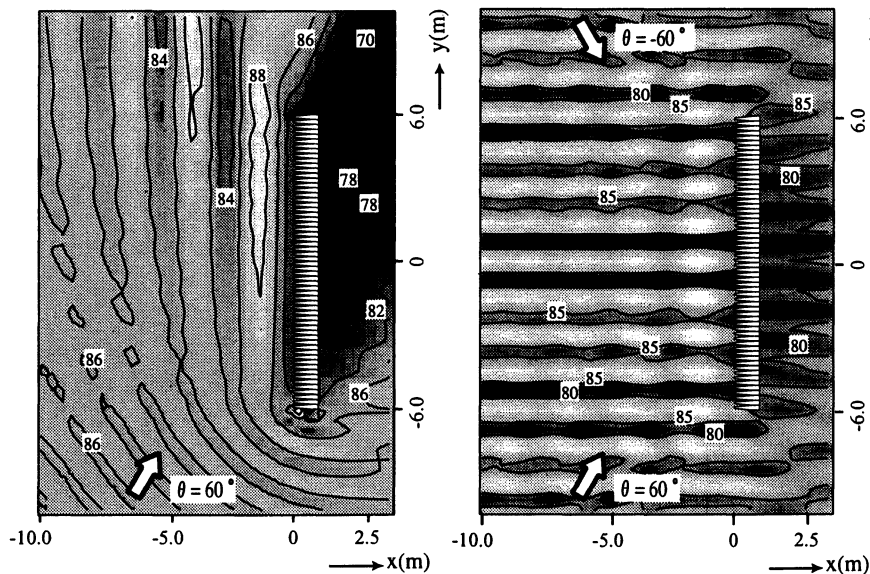


Fig. 3 Oblique-incidence pressure-reflection factor of Sato's sound-absorbing-wedge array.



(a) A single point source (b) A couple of point sources
Fig. 4 Sound pressure distribution in a free-field arrangement (in dB, $\theta = 60^\circ$, 130Hz).