

有限寸法吸音材料周辺音場の数値解析

正会員○寺尾道仁*

同 関根秀久**

有限寸法吸音材 境界要素法 入・反射波分離

1. はじめに 剛壁面に配置された波長程度以下の寸法の吸音材料の周辺音場を数値計算によって調べる。ここでは、すべて2次元で対象周波数は500Hzとし、まず、有限空間音場での実験により計算手法の検証を行った後、半無限空間での材料周辺音場について調べる。

2. 計算方法 吸音材内では等方性を仮定し、Bulk reacting 条件で計算する。使用したグラスウールの固有特性(複素音速および実効密度)は、チューブ法[1]により測定した。部分構造化境界要素法[2]により音圧分布を求め、ネットインテンシティ、さらに微小部分領域ごとの入・反射波を平面到来波別分離手法[3]を適用して求める。

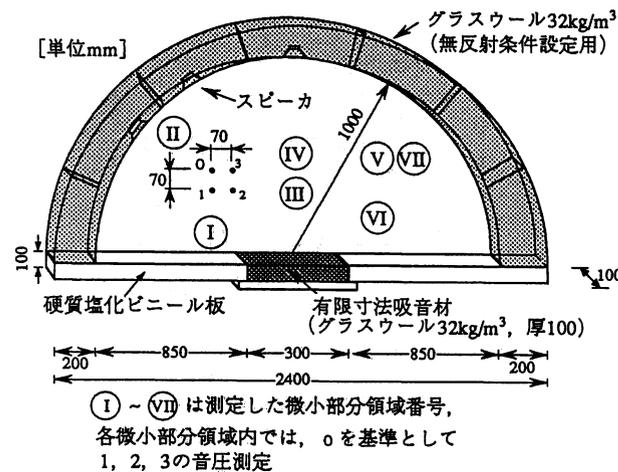


図1 二次元模型および測定点

表1 数値解析と実験結果の比較
(音源 500Hz, 距離 1m, 入射角30°の場合)

測定領域	主要音波	インテンシティ		到来方向(°)	
		計算値	実験値	計算値	実験値
④	I_1/I_t	1.14	1.24	21	14
	I_2/I_t	0.16	0.25	155	175
⑤	I_1/I_t	1.23	1.27	33	18
	I_2/I_t	0.27	0.25	-178	-179

I_t : ネットインテンシティ
 I_1, I_2 : 第1主要音波, 第2主要音波のインテンシティ

3. 数値解析手法の模型実験による検証 図1に示すような二次元模型で各測定点の相対音圧を、0°(垂直入射)、30°、60°入射のそれぞれについて測定した。模型実験およびこれに対応する数値解析結果の比較例を表1に示す。実験における無限遠境界の達成限界および音圧測定精度などを考慮すれば、本数値解析手法は妥当な結果を与えると判断される。

4. 吸音材周辺の音場解析結果 この手法により、半無限空間における吸音材周辺の音場(図2参照)を調べた結果を図3~図5に例示する。ここで、到来波は吸音材中心より距離1kmの点音源から与えている。また、主要2平面到来波(入射・反射波)のインテンシティ分布において、(・)は解が、(+)はそのベクトル和とネットインテンシティとの良好な一致が得られなかった領域である。離散境界要素(一定要素)および主要平面音波分離計算における微小領域の寸法は2cmとしたが、音圧が小さい領域においても良好な平面到来波別インテンシティ分離を達成するためには、さらに寸法を細かくするなど計算精度向上をはかる必要がある。

有限寸法吸音材の場合、剛壁にたいする音場の変化は広範囲に及ぶこと、吸音材表面での入射角(図5C参照)は遠方到来波のそれ(図5A参照)とは必ずしも等しくないこと、材料縁辺付近における音響吸収が大きいこと、とくに斜め入射の場合(図5C参照)には上流壁面での反射波が再入射して上流縁辺が吸音の支配的部分であることなどがわかる。

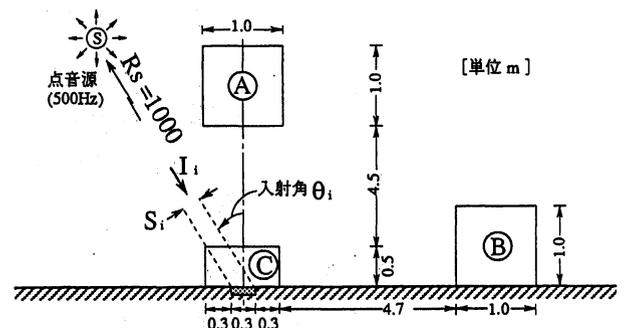


図2 結果表示領域

A numerical approach to study near field around a sound absorbent material of finite width.

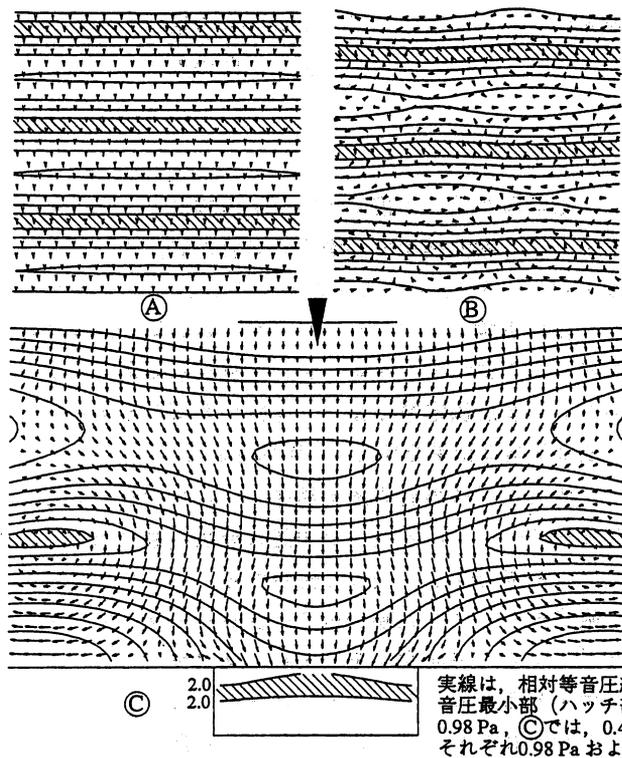


図3 ネットインテンシティ I_t (0° 入射)

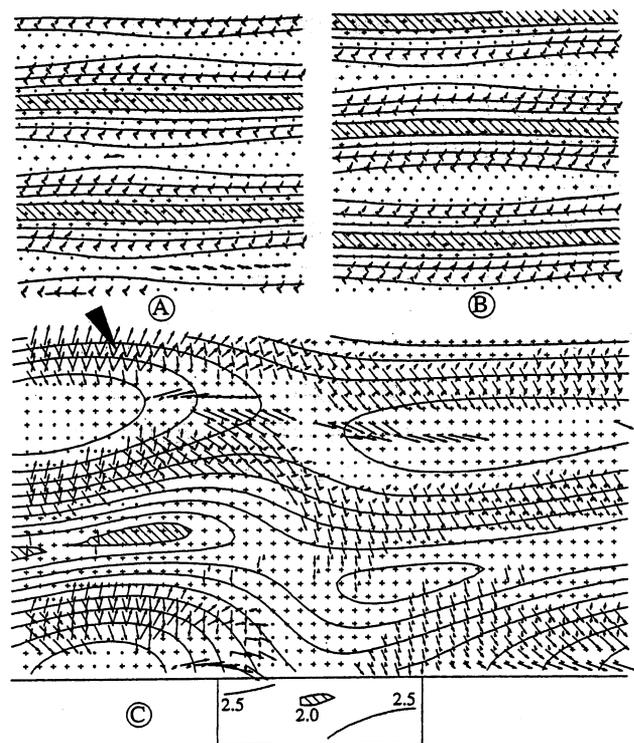


図5 主要2平面到来波インテンシティ (30° 入射)

5. 遠方垂直入射時の面積効果 有限寸法吸音率 α は、材料吸音力 (図3(C)の表面ネットインテンシティから求められる) 1.60×10^3 (W) と材料面に向う遠方からの平面到来波パワ 1.58×10^3 (W) (図2および図4(A)参照) の比で1.01である。この有限寸法吸音率 α とチューブ法による無限寸法吸音率 $\alpha_\infty = 0.91$ の比、すなわち、面積効

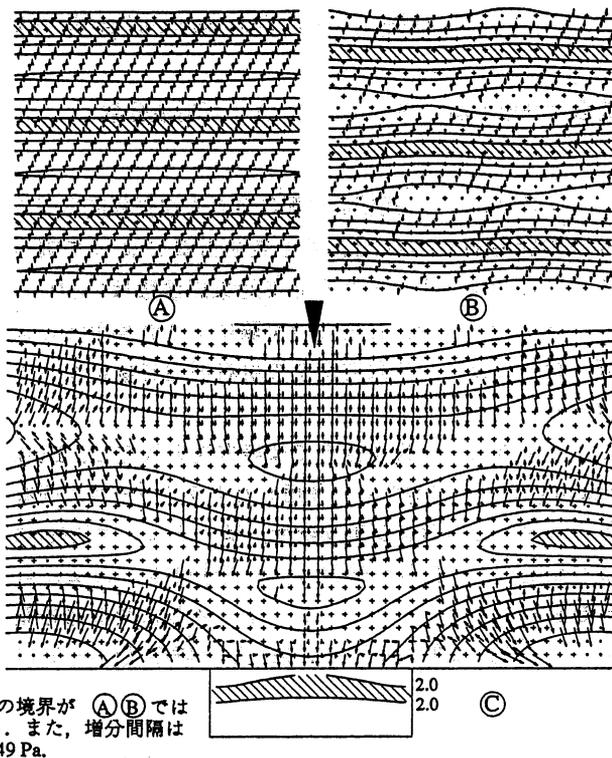


図4 主要2平面到来波インテンシティ (0° 入射)

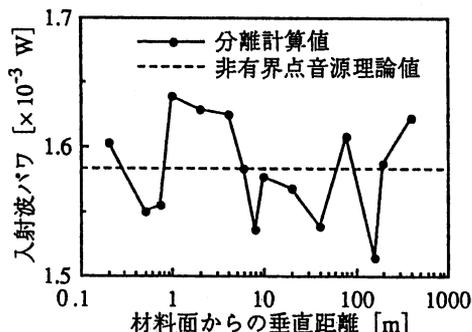


図6 遠方入射波パワ (0° 入射)

果は約1.1となる。また、図4(C)の場合材料寸法は小さいが、その表面中央位置での反射率から得られる吸音率は0.88で無限寸法吸音率 $\alpha_\infty = 0.91$ に近似する。なお、今回は計算精度が低いため行えなかったが、十分大きい材料寸法について同様に計算すれば、原理的には無限寸法材料の斜め入射吸音率も求め得る。また、図6において主要2到来波分離 (図4(A)参照) による入射波と非有界理論値のそれとの相違は、前者の数値計算誤差を意味する。

6. まとめ 材料固有音響特性を用いた数値計算に基づく吸音材料周辺の入・反射波別およびネットのインテンシティから無限および有限寸法吸音率を求めて面積効果などを調べ得る見通しを得た。

参考文献

- [1] H. Utsuno et al.: JASA, 86(2), Aug., 1989.
- [2] 寺尾, 関根: 境界要素法論文集第4巻, 1987.
- [3] 寺尾, 関根: 建築環境工学論文集第6号, 1984.

* 神奈川大学工学部建築学科教授・工博, ** 同 教務技術員