

研究題目名	計算力学的手法による二重壁の遮音解析	報告書作成者	大鶴 徹
研究従事者	大鶴 徹、 中村 洋、 高崎 強		
研究目的	<p>二重壁を含む建築空間等、複雑な系の音響特性解析には、大型コンピュータを駆使した計算力学的手法が有効である。本研究では、二重壁を含む系の音響透過現象を計算力学的に解析する際、有効となるマトリクス方程式及び連成マトリクス等の導出・整備を行ない、さらにその妥当性を実験的に検証し、以て計算力学的手法による建築音響設計支援システム構築の基礎とする。</p>		
研究内容	<p>本研究の主たる内容は以下の通りである。</p> <p>1. 音響要素を用いた計算力学的遮音解析手法の基礎式の整備、拡充。</p> <p>本研究で提示した2重壁・2室モデル(図-1)の遮音解析手法は、Ramakrishnanらによる既往の研究で対象とされてきた単純な単層壁・1室モデルに関する解析手法から発展し、複雑な建築空間の解析という目標へ一歩前進したものである。ここではまず、以降の演算処理が簡便となる、対称マトリクスにより構成された方程式を導出し提示している(図-2)。なおこの過程は、一般N重壁を挟む(N+1)室間の遮音解析へ発展可能である。</p> <p>2. 各種マトリクスの整備。</p> <p>多重壁の遮音解析に必要な連成マトリクスの導出を行い、さらに従来、定数として単純に処理されてきた減衰部に対し新たな減衰マトリクスを定義し、処理過程の改良を図った。これにより、空気や壁体の各部分毎に適宜減衰を設定することが可能となった。</p>		

<p style="text-align: center;">研究内容 (つづき)</p>	<p>3. 解析と実験的検証</p>
	<p>手法の妥当性を検証するために試験的解析と実験を以下のように行った。対象は750×390 m<sup>2</sup>の開口部を覆う各種金属平板とした。</p>
	<p>&lt;解析&gt;：ACM板曲げ要素、8節点1次内挿関数アイソパラメトリック音響要素を用い、構造減衰を仮定した上で、500Hzの音波長程度の要素長となる分割で1/18 Oct点について演算を行った。</p>
	<p>&lt;実験&gt;：九州大学建築学科環境実験室に於いて、無響室（音源）-残響室（受音）法により、FFTを用い1/18 Oct Bandの透過損失測定実験を行った。</p>
	<p>解析と実験結果の比較を図-3に示している。全般に傾向は一致しており、特に分割数が十分な250Hz以下の領域では良好な一致が認められた。さらに諸方面からの検討を要するが、この領域に関しては、本解析手法の妥当性が示されたと結論できよう。なお、解析には主に九州大学大型電算センター FACOM VP-200, M780 を用いた。</p>
	<p>以上、本研究で得られた成果は、今後さらに境界条件等の検討を重ねた上で、コンピュータを駆使した計算力学的手法による詳細な音響設計支援システム構築の基礎になるものと期待される。</p>
	<p> </p>
	<p> </p>
	<p> </p>
	<p> </p>

図-1 解析対象の系  
(二重壁、2室、1空気層)

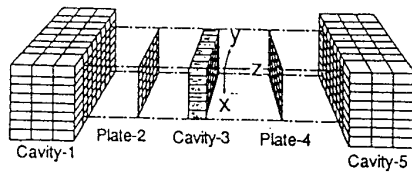


図-2 基礎式及びマトリクス

$$\begin{bmatrix} [K_{a1}] \\ [\theta_1] [K_{p2}] [\theta_2] \\ [K_{a3}] \\ [\theta_3] [K_{p4}] [\theta_4] \\ [K_{a5}] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} P_1 \\ w_2 \\ P_3 \\ w_4 \\ P_5 \end{Bmatrix} - \omega^2 \begin{bmatrix} [M_{a1}] [\theta_1]^T \\ [M_{p2}] \\ [\theta_2]^T [M_{a3}] [\theta_3]^T \\ [M_{p4}] \\ [\theta_4]^T [M_{a5}] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} P_1 \\ w_2 \\ P_3 \\ w_4 \\ P_5 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_p \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

or,

$$[K_g] \{P_1, w_2, P_3, w_4, P_5\}^T - \omega^2 [M_g] \{P_1, w_2, P_3, w_4, P_5\}^T = \{F_g\}.$$

$$[K_g] = \begin{bmatrix} [K_{g11}] [K_{g12}] [K_{g13}] \\ [K_{g21}] [K_{g22}] [K_{g23}] \\ [K_{g31}] [K_{g32}] [K_{g33}] [K_{g34}] [K_{g35}] \\ [K_{g43}] [K_{g44}] [K_{g45}] \\ [K_{g53}] [K_{g54}] [K_{g55}] \end{bmatrix}$$

where,

$$\begin{aligned} [K_{g11}] &= [\theta_1]^T [M_{p2}]^{-1} [\theta_1] + [K_{a1}], & [K_{g12}] &= -[\theta_1]^T [M_{p2}]^{-1} [K_{p2}], & [K_{g13}] &= [\theta_1]^T [M_{p2}]^{-1} [\theta_2], \\ [K_{g21}] &= [K_{p2}]^T [M_{p2}]^{-1} [\theta_1], & [K_{g22}] &= [K_{p2}]^T [M_{p2}]^{-1} [K_{p2}], & [K_{g23}] &= [K_{p2}]^T [M_{p2}]^{-1} [\theta_2], \\ [K_{g31}] &= [\theta_2]^T [M_{p2}]^{-1} [\theta_1], & [K_{g32}] &= -[\theta_2]^T [M_{p2}]^{-1} [K_{p2}], \\ [K_{g33}] &= [\theta_2]^T [M_{p2}]^{-1} [\theta_2] + [\theta_3]^T [M_{p4}]^{-1} [\theta_3] + [K_{a3}] \\ [K_{g34}] &= -[\theta_3]^T [M_{p4}]^{-1} [K_{p4}], & [K_{g35}] &= [\theta_3]^T [M_{p4}]^{-1} [\theta_4], \\ [K_{g43}] &= [K_{p4}]^T [M_{p4}]^{-1} [\theta_3], & [K_{g44}] &= [K_{p4}]^T [M_{p4}]^{-1} [K_{p4}], & [K_{g45}] &= [K_{p4}]^T [M_{p4}]^{-1} [\theta_4], \\ [K_{g53}] &= [\theta_4]^T [M_{p4}]^{-1} [\theta_3], & [K_{g54}] &= [\theta_4]^T [M_{p4}]^{-1} [K_{p4}], & [K_{g55}] &= [\theta_4]^T [M_{p4}]^{-1} [\theta_4] + [K_{a5}]. \end{aligned}$$

and,

$$[M_g] = \begin{bmatrix} [M_{a1}] & & & & \\ & [K_{p2}]^T & & & \\ & & [M_{a3}] & & \\ & & & [K_{p4}]^T & \\ & & & & [M_{a5}] \end{bmatrix}$$

図-3 解析値と実験値の比較

