

周縁の支持構造の窓サッシ減衰特性への影響の モード歪みエネルギー法とFEMによる解析

建築(住宅)における制振材料利用技術WG

山口 誉夫
(群馬大学)

Numerical Analysis about Influences of Viscoelastic Edge Support System on Vibration Damping of Glass Pane Using FEM with Modal Strain Energy Method

建築(住宅)における制振材料利用技術WGでは、窓サッシの遮音特性に与える周縁の支持構造の減衰特性の影響を調べている。材料減衰が大きく柔らかいパテで支持する場合、やや硬く材料減衰が小さなガスケットで支持する場合を検討している。先行して実施された実験では、コインシデンス周波数領域での遮音欠損がパテの方がガスケットよりも少なくなる結果を得ている。その現象を数値解析で解明するために、まずガラス板と周縁支持構造を有限要素法で3次元モデル化し、振動減衰特性をモード歪みエネルギー法(MSE法)で解析した結果を報告する。

Keywords— 振動減衰, 粘弾性材, 窓構造, ガスケット, パテ, FEM, モード歪みエネルギー法

1.はじめに

建築(住宅)における制振材料利用技術WGでは、窓サッシの遮音特性に与える周縁の支持構造の減衰特性の影響を調べている。材料減衰が大きく柔らかいパテで支持する場合、やや硬く材料減衰が小さなガスケットで支持する場合を検討している。

WGの現在のメンバーはつぎのとおりである。

[分科会主査]	山口 道征	(エム・ワイ・アークステク)
[WG主査]	山本 耕三	(東洋建設)
[WG幹事]	大山 宏	(日東紡音響エンジニアリング)
[WG幹事]	末吉 修三	(森林総合研究所)
	大石 力	(環境調査設計)
	宇京 斉一郎	(森林総合研究所)
	桂 充宏	(鴻池組)
	小林 真人	(飛鳥建設)
	佐藤 利和	(スペクトリス)
	大門 静史郎	(スペクトリス)
	峯村 敦雄	(鹿島技術研究所)
	山口 誉夫	(群馬大学)

先行して実施された実験^[1]では、コインシデンス周波数領域での遮音欠損がパテの方がガスケットよりも少なくなる結果を得ており、山本、大山、末吉により報告された。山口(道)、大山、廣澤、中川はガラスを無限平板とした時の音響透過損失を伝達マトリクス法により計算し求めている^[2]。この方法では、コインシデンス現象における遮音劣化とマクロな減衰値の関係が求められる。しかし周縁の支持

構造(ガスケット、パテ)の動特性(複素ばね定数 etc.)あるいは材料特性(貯蔵弾性率、材料損失係数)と遮音劣化の関係は直接評価できない。一方、佐久間らは、ガラス板を有限平板と考え、その面外振動を板の曲げ変形の解析解で与えている。その板に斜め入射音圧を作用させ放射音を求め、ランダム入射音響透過損失を計算し、先の実験^[1]とおおむね一致する結果を得ている^{[3],[4],[1]}。ただし、周縁を複素ばね(支持構造のパネル面外方向のばねと端部モーメントに対応する回転ばね)で支持した条件としている。

以上の過去の研究において、周縁の支持構造の詳細や材料の粘弾性特性と遮音性能の直接の関係は明らかになっていない。本報告では、周縁の支持部の断面を複素弾性率を有する3次元有限要素で詳細に再現し、さらにガラスをソリッド要素で3次元弾性体としてモデル化し、振動減衰に与える周縁の粘弾性支持の影響を調べた。振動減衰特性はモード歪みエネルギー法(MSE法)^{[5]~[9]}で解析した。

2.計算方法

FEMで弾性体(ガラス)と粘弾性体(周縁の支持構造であるガスケットあるいはパテ)が混在する構造物を離散化し重ねあわせると、要素剛性行列 $[K_R]_e$ 、要素質量行列 $[M]_e$ 、外力ベクトル $\{F\}$ 、節点変位ベクトル $\{u_e\}$ 、角周波数 ω を用い全系の運動方程式は次式となる。