

## 周縁支持部に減衰をもつ窓サッシの制振解析

山口 誉夫 (群馬大学)	山本 耕三 (東洋建設)	大山 宏 (日本音響エンジニアリング)	岩根 康之 (飛島建設)
大石 力 (環境調査設計)	峯村 敦雄 (鹿島建設)	天津 成美 (キャテック)	山口 道征 (エム・ワイ・アコーステック)

### Vibration Analysis of Glass Pane Supported by Damped Viscoelastic Edges

Takao Yamaguchi, (Gunma University)	Kozo Yamamoto, (Toyo Construction)	Hiroshi Ohyama, (Nihon Onkyo Eng.)	Yasuyuki Iwane, (Tobishima Corp.)
Chikara Ohishi, (Arch-Environ. Res. & Eng.)	Atsuo Minemura, (Kajima)	Narumi Amatsu, (CATEC.)	Michiyuki Yamaguchi (MY Acoustech)

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。周縁を支持する粘弾性材について、貯蔵弾性率をほぼ一定にして材料減衰( $\tan \delta$ )を変化させた条件での実験(振動応答、音響透過損失の測定)を行っている。実験と同様な条件で、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、振動応答をモード歪みエネルギー法(MSE法)を援用して解析した。その結果を報告する。

**Keywords**— 振動減衰, 粘弾性材, 窓構造, ガasket, パテ, FEM, モード歪みエネルギー法

### 1.はじめに

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、利用技術分科会「建築(住宅)における制振材料利用技術WG」では、調べている。

現在のWGのメンバーを以下に示す。

[分科会主査]	山口 道征	(エム・ワイ・アコーステック)
[WG主査]	山本 耕三	(東洋建設)
[WG幹事]	大山 宏	(日本音響エンジニアリング)
[委員]	岩根 康之	(飛島建設)
	大石 力	(環境調査設計)
	桂 充宏	(鴻池組)
	小林 真人	(飛島建設)
	峯村 敦雄	(鹿島技術研究所)
	山口 誉夫	(群馬大学)
[オブザーバー]	天津 成美	(キャテック)
	河本 裕介	(日東電工)
	長松 昭男	(キャテック)
	中島 友則	(三井化学)

WGでは最初に、材料減衰が大きく柔らかいパテでガラスの周縁を支持する条件と、やや硬く材料減衰が小さなガasketで支持する条件の遮音性能を比較した<sup>[1]</sup>。これより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asketよりも少なくなる実験結果が報告された。さらにガラスを無限平板とした時の遮音性能を伝達マトリックス法により計算し<sup>[2]</sup>、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を求めている。しかし、この検討では周縁の支持部の詳細な構造(ガasket, パテ)の影響や材料特性(貯蔵弾性率, 材料損失係数)と音響透過損失の関係は得られない。一方、佐久間らは、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、ガラス板を有限平板と考えた条件で、ランダム入射音響透過損失を計算し、WGの実験結果<sup>[1]</sup>とほぼ一致する結果を得ている<sup>[3], [4], [1]</sup>。

これらの検討では、遮音性能と周縁支持の詳細構造や支持材の粘弾性特性と遮音性能の関係は、十分に明らかになっていない。WGでは、周縁の支持部を三次元有限要素で詳細に再現し、複素弾性率を与えたモデルでの検討を始めた。パテとガasketを使用した場合の振動減衰特性と振動モードの関係を計算<sup>[6]</sup>と実験<sup>[7]</sup>で明らかにした。

現在WGでは、周縁支持部の粘弾性材について貯蔵弾性率をほぼ一定にして材料減衰( $\tan \delta$ )を変化させた条件での実験(振動応答、音響透過損失の測定)を行っている<sup>[8]</sup>。

本報告では、実験に対応する振動応答の数値解析を行った。振動減衰特性と応答はモード歪みエネルギー法(MSE法)<sup>[9]~[13]</sup>を用いて計算した。

### 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)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 $\{F\}$ ,