

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	21162 変位リミッター機構を持つ粘弾性ダンパーを用いた制振フレーム模型の応答特性(粘弾性・粘性ダンパー,構造II)
Title	
著者(和文)	佐藤 大樹, 船木 尚己, 川股重也
Authors	daiki sato, Shigeya Kamata
出典 / Citation	学術講演梗概集. B-2, 構造II, 振動, 原子力プラント, Vol. 2001, ,
Citation(English)	, Vol. 2001, ,
発行日 / Pub. date	2001, 6
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf: http://ci.nii.ac.jp/naid/110006560515

変位リミッター機構を持つ粘弾性ダンパーを用いた制振フレーム模型の応答特性

パッシブ制振 粘弾性ダンパー

変位リミッター 振動台加振

正会員○佐藤 大樹*¹同 船木 尚己*²同 川股 重也*³

1. はじめに

本報では、3層小型フレームにリミッター機構を持つ粘弾性ダンパーを組み込んだ制振フレームの加振試験を行い、振動特性を調べることを目的とする。

2. 制振フレーム模型

図1に、制振フレーム模型の形状、寸法を示す。柱は、厚さ3mmのアルミ板バネ、主方向梁は鋼製アングルとした。直交方向梁は、錘の役割（1層あたり38kg）を果す2本の鋼製角棒を取り付けている。各階には逆V字型のブレースが取り付けられており、その先端にダンパーを組み込むことができる。

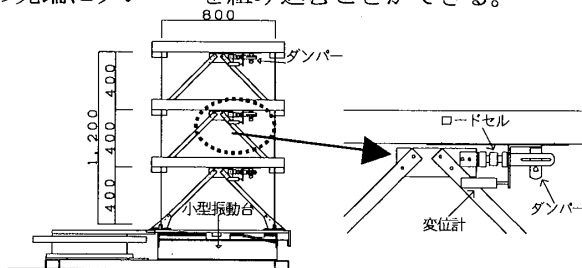


図1 制振フレーム模型 (単位 mm)

3. 粘弾性体ダンパー

ダンパー (図2) は、粘弾性体のせん断変形によって生じる粘弾性抵抗をダンパーの減衰力とするものである。粘弾性体はアクリル系粘弾性体(住友スリーエム、VEM)を使用し、外枠のアクリル板と、鋼材の2枚のアングルで製作した中板の間に、幅(W)20mm、高さ(H)10mm、厚さ(T)5mmで充填した。

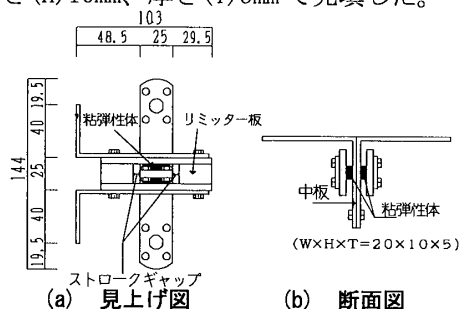


図2 小型ダンパー (単位 mm)

ダンパーには、リミッター機構が設けられており、リミッターが作動するダンパーのストロークギャップは自由に設定できる。ダンパーが変位し、中板がリミッター板に当たると、ダンパーはそれ以上変位せず、ブレースと一体化することによって、フレ

ームの剛性を高めて大変形を防ぎ、特定階への損傷集中を防ぐ事ができる。

4. ダンパー加振試験

粘弾性体ダンパーの特性を調べるため、ダンパー単体の正弦波加振試験を行った。図3に加振振動数を固定して行った、ダンパーの変位-荷重履歴ループを示す。

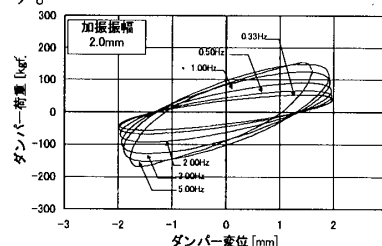


図3 ダンパーの変位-荷重履歴ループ

試験結果より、ループの形状は粘弾性抵抗特有の楕円形を描き、加振振動数が高くなるにつれて、ループの傾きが大きくなることを確認された。

5. 静的加力試験

各層それぞれを錘で水平加力する方法で行い、載荷時と除荷時の水平変位を記録した。例として3層加力時の変位-荷重曲線を図4示す。ダンパーのストロークギャップを5mmに設定している。

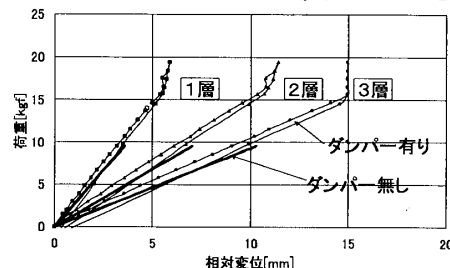


図4 静的加力試験 変位-荷重曲線

ダンパー有りのグラフで、変位の大きいところで変位-荷重曲線の傾きが大きくなっている。これは、各層に設置されたダンパーが、層間変位5mmでリミッターが作動するように設定されているため、大変位の領域でダンパーがブレースと一体化し、フレームの水平剛性が増加したためである。またダンパーの有無により、グラフの傾きに大きな変化が無いことから、ダンパーを組み込んだことによるフレームの静的な剛性への影響は、ほとんど無いことが確認された。

Vibration Response Characteristic of a Test Frame

Controlled by Means of Viscoelastic Dampers Having Displacement Limiter

SATO Daiki, FUNAKI Naoki, KAWAMATA Shigeya

6. 自由振動試験

自由振動試験は静的加力試験と同様の方法で水平加力し、錘を急激に切り離す事によって、自由振動を生じさせ、各層の相対変位を計測した。代表例として3層加力の自由振動試験結果を示す。

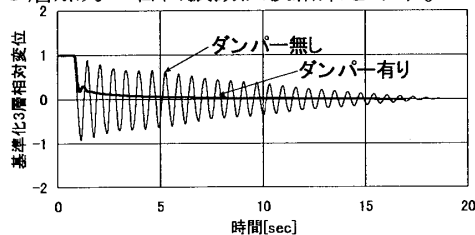


図5 自由振動試験 時刻歴波形

ダンパーが組み込まれている波形の収束が顕著である事が分かる。ダンパーを組み込まない時の減衰定数は対数減衰率より算出した結果 1.1%で、固有振動数は1.6Hzであった。ダンパーを組み込んだ場合、ダンパーの粘弾性抵抗が大きいため、片ぶれの現象が見られる。

7. 正弦波加振試験

正弦波加振試験は、小型振動台の加速度レベルを一定として、加振振動数を変化させて行った。ダンパーのストロークギャップは3mmに設定した。図6にダンパーを組み込み、30gal加振試験を行って得られた共振曲線を示す。

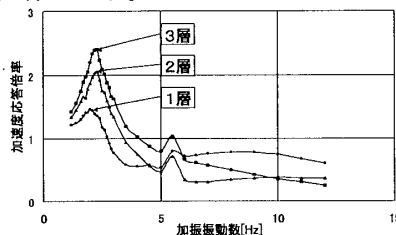


図6 正弦波加振試験(30gal加振) 共振曲線

1次共振点での3層床位置の応答加速度を1質点系での応答加速度とみなし、減衰定数 h を加速度応答倍率の最大値が $1/2h$ であるとして求めた結果、ダンパーを組み込んだフレームの減衰定数は 21%となった。自由振動試験より求めたダンパーを組み込んでいない時の減衰定数 1.1%と比較して大幅に増大したことが確認できた。また、1次固有振動数は 2.3Hzとなり、ダンパーを組み込むことによって、1次固有振動数が高振動数側に推移した。

また、リミッターの作動を確認する加振試験を行った。リミッターが作動するに至らない30gal加振、リミッターが作動する90gal加振の2種類の加速度レベルで行った。それぞれの振動台変位に対する3層相対変位の応答倍率(変位応答倍率)を表1(a)に、振動台加速度に対する3層加速度の応答倍率(加速度応答倍率)を表1(b)に示す。

表1 正弦波加振試験結果

(a) 変位応答倍率

加速度レベル [gal]	リミッター	振動台変位 [mm]	3層相対変位 [mm]	変位 応答倍率
30	非作動	1.52	3.49	2.3
90	作動	8.72	8.56	1.0

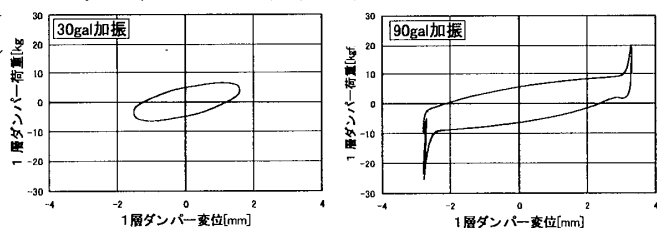
(b) 加速度応答倍率

加速度レベル [gal]	リミッター	振動台加速度 [gal]	3層加速度 [gal]	加速度 応答倍率
30	非作動	36.4	61.8	1.7
90	作動	206.9	421.1	2.0

リミッターが作動した効果によって、変位応答倍率を 1/2 程度に低減できたが、加速度応答倍率は約 1.2 倍に増加した。加速度応答倍率の増加はリミッター作動時の高周波応答によるものと思われる。

また、加速度レベル 90gal の加振試験における振動台加速度の最大値が 206.9gal となり、設定した加速度レベルを大きく上回った。これは、リミッターが作動した際の衝撃によって、振動台の制御が不完全になったため、検討を要する課題である。

次に、ダンパー抵抗の履歴ループを図7に示す。



(a) リミッター非作動

(b) リミッター作動

図7 1層ダンパーの変位-荷重履歴ループ

(a) のリミッターが作動しない 30gal 加振では、履歴ループは正常な楕円形を示している。(b) の 90gal 加振の履歴ループでは、リミッターが作動するダンパー変位 3mm になると、ダンパー荷重が急激に増加し、変位の向きが変わると、急激に減少する。この現象は、リミッターが作動することによって、ダンパーとブレースが一体化し、トラス機構の弾性抵抗が発現したためと思われる。また、ダンパーは設定したストロークギャップ 3mm を越えて変位しないことがわかる。

8. まとめ

本報では、リミッター機構を持つ粘弾性ダンパーを組み込んだ制振フレーム模型の特性を調べるために行った各種試験の結果を報告した。静的加力試験では、リミッターの作動による水平剛性の増加が確認できた。自由振動試験では、ダンパーの制振効果が確認できた。正弦波加振試験では、ダンパーを組み込んだことによる減衰定数の増加と、リミッターによる、応答変位の低減が確認された。

* 1 東北工業大学大学院建築学専攻 大学院生

* 2 東北工業大学ハイテク・リサーチ・センター研究員・博士(工学)

* 3 東北工業大学大学院建築学専攻 教授・工博

Graduate Student, Tohoku Institute of Technology

Research Fellow, High-tech Research Center, Tohoku Institute of Technology, Ph.D.

Prof. Graduate School, Tohoku Institute of Technology, Dr.Eng.