

I - B 484

連結構造物の振動制御に関する実験的研究

JR 東日本 ○正会員 藤原 寅士良
 京都大学工学研究科 フェロー 家村 浩和
 京都大学工学研究科 正会員 五十嵐 晃

1.はじめに

隣接した 2 つの構造物をダンパー装置により連結するシステムによる振動の応答低減効果を検討するため、図 1 に示す実物大フレーム連結構造物試験架構を用いた実験を行った。実験結果に基づき、ダンパーの最適粘性および地震波に対する応答低減特性に関して考察を行った。

2.実物大フレーム構造物実験

対象モデル 本研究で用いる振動制御対象モデルは、京都大学宇治防災研究所構内に設置された 5 層・3 層フレーム連結構造物である。本モデルは 5 層構造物には 5 階部、3 層構造物には 4 階

部に加振機を設置し、5 層 4 階部、3 層 4 階部をアクチュエータを介して連結したものである。図 2 に実験図を示し、表 1 に対象モデルの諸元を示す。

最適粘性パラメータについて 連結ダンパー装置の最適粘性パラメータを、複素固有モード解析により求めた[1]。一次モード減衰定数が最大となるダンパーの粘性係数を、最適粘性係数として採用した。二次以降の高次モードは、刺激係数の値が小さいことから無視するものとした。一次減衰定数とダンパー粘性係数との関係を表すグラフを図 3 に示す。この結果より、約 270kNsec/m が最適ダンパー粘性係数と考えられる。

加振機による地震波入力時応答再現について 地上から構造物に地震波が入力した際の応答を、加振機により再現する方法については、文献[2]に述べられている振動挙動モード分解と重ね合わせの方法に基づく手法を用いた。図 4 に、地上から 3Hz、5gal のサイン波が入力した場合を想定した 5 層構造物最上階の応答速度に関する実験結果および解析結果を示す。応答レベル、波形ともに実験結果と解析結果はほぼ一致している。

速度応答曲線 アクチュエータを粘性ダンパーとして作動するように制御し、種々の粘性係数の場合について両構造物の最上階の応答速度を計測した。図 5 に実験結果と解析結果を比較した図を示す。なお、加振条件は 1.5Hz、10gal および 2.5Hz、5gal のサイン波地盤加振入力の場合を想定した。ダンパーの粘性係数は、実験データより換算された等価粘性減衰係数により表されている。加振周波数は各構造物の固有振動数の近傍値を採用した。実験結果と解析結果は良好な一致を示している。両加振条件において、算出された最適粘性係数である 270kNsec/m 付近におい

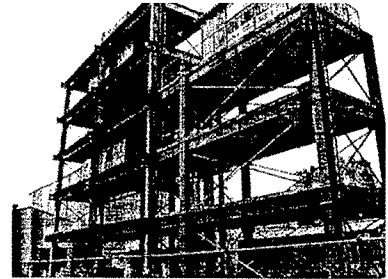


図 1 実物大フレーム連結構造物試験架構

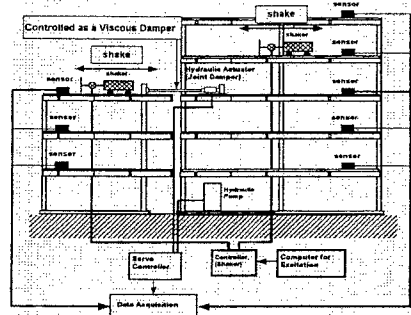


図 2 実験モデル図

表 1 構造物諸元

5 層試験体フレーム				
部材断面	柱	1,2 階	H - 400 × 400 × 12 × 19	
		3,4,5 階	H - 400 × 400 × 9 × 12	
	梁	外周長辺	H - 300 × 500 × 9 × 14	
		外周短辺	H - 200 × 500 × 9 × 12	
		中央短辺	H - 250 × 500 × 9 × 12	
各階重量	約 30.0ton	高さ	17.22m	
長辺全長	15.0m	短辺全長	3.75m	

3層試験体フレーム			
部材断面	柱	H-350×350×12×19	
	梁	外周長辺、短辺	H-496×199×9×14
		中央短辺	H-296×200×8×12
		突出部短辺	H-296×200×8×12
	ブレース	L-65×65×6	
各階重量	約20.0ton	高さ	10.65m
長辺全長	9.8m	短辺全長	3.75m

連結構造物、ジョイントダンパー

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 tel:075-753-5088 fax: 075-753-5926

て応答は低減されているものの、これらのグラフでは最適性条件は必ずしも明確ではない。ただし、粘性係数が最適値より大きい領域において応答低減効果が頭打ちとなったり、過大な粘性係数により逆に応答が増加する傾向があることが、実験結果より見受けられ、算出した最適値は有効な値であると考慮される。

地震波応答低減特性 最大 5gal にスケーリングした神戸海洋気象台記録 NS 成分およびエルセントロ波 NS 成分入力の場合の 5 層最上階の時刻歴速度応答を、無制御時とダンパー粘性係数 300kNsec/m の場合で比較したものを図 6 に示す。これらの図を見ると、加振初期に現れる最大応答は低減されているとはいえず、定常応答状態に達してからその効果が現れていることがわかる。したがって、パッシブ型粘性ダンパーは神戸波のような衝撃的な加振入力に対しては効果が低く、エルセントロ波のような比較的継続する加振入力に対して効果を発揮すると思われる。これは、TMD 等を含むパッシブ型制御全

般に見られる欠点であり、アクティブ型・セミアクティブ型の制御則を有するジョイントダンパーの応答低減効果を実験的に検討する必要がある。

3.おわりに

本研究では、実物大試験フレーム試験架構を用いた振動制御実験により、連結型ダンパー装置が振動応答の低減効果を持つことを実証的に示した。また、一次減衰定数を最大とする粘性係数の設定法の有効性や、ダンパーが過度な粘性を有した場合の傾向を実験により確認した。

ジョイントダンパーにおいても、パッシブ型制御では衝撃的な加振に対して応答低減効果が低いという短所があることを示した。

参考文献 1)家村浩和・五十嵐晃・藤原寅士良、ジョイントダンパーによる隣接構造物の振動制御に関する基礎的研究、平成9年度関西支部年次学術講演会概要集 I-32、2)家村浩和・五十嵐晃・豊岡亮洋、加振装置による構造物の

地震動挙動の再現に関する検討、構造工学論文集、vol.45A、pp.719-726、1999年。

Damper Damping Coefficient-1st Mode Damping Ratio

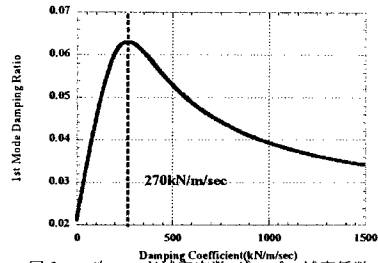
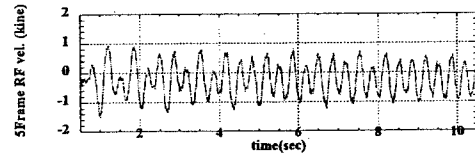
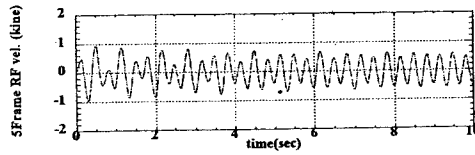


図3 一次モード減衰定数・ダンパー減衰係数

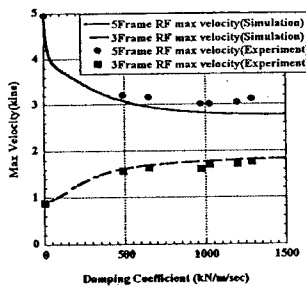


(a) Experiment

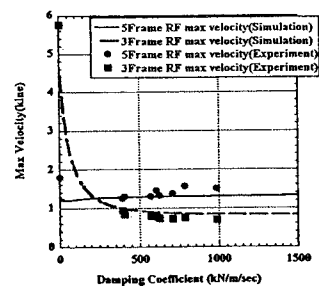


(b) Simulation

図4 地震時挙動再現比較

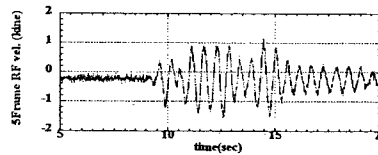


(a) 1.5Hz Sinusoidal Shaking

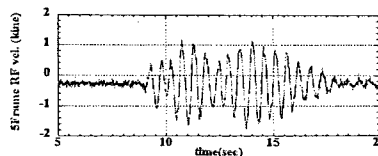


(b) 2.5Hz Sinusoidal Shaking

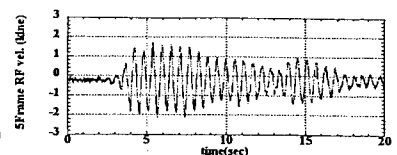
図5 応答低減曲線



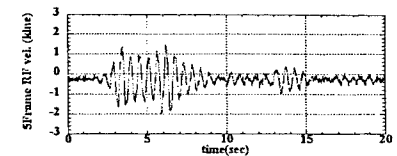
(a) Kobe without control



(b) Kobe Controlled



(c) El-Centro without Control



(d) El-Centro Controlled

図6 地震波加振時応答比較