

K4-60

4 棟連結制振実験システムの改良とその実験的性能評価 Improvement of Experimental System for Connected Control Applied to Internally-Divided Structure and its Evaluation

渡辺研究室

Watanabe Lab

川名健太, 永田健, 高橋洋行, 渡辺亨, 背戸一登

Kawana Kenta, Nagata Ken, Takahashi Hiroyuki, Watanabe Toru, Seto Kazuto

The connected control method (CCM) utilized reaction force between buildings as damping force by using connecting springs and dampers. Integrated connected control method (ICCM) to high-rise building split into four substructures is already presenting and its effectiveness is already confirming. In this paper, to investigate the applicability of ICCM to real buildings, experimental apparatus is improved and precise examination, is carried out through experimental performance evaluation. As the results, the performance of ICCM was clearly shown.

1. 緒言

近年、建築技術の発展により建築物の高層化が進み超高層ビルの建設が相次いでいる。しかし、建物の高層化に伴い建物自体の固有振動数が低下し長周期・大振幅の地震動に対して共振を起こしてしまうといった問題がある。

そこで、大地震に対する制振法として本研究では、内部 4 棟連結制振法を提案する。この方法は 1 棟の高層ビルを 4 分割し、それぞれのビルの固有振動数に差をつけ、ビル間をダンパ等で連結し、各建物の相互作用力を利用するものである。この方法を用いることであらゆる方向からの長周期・大振幅の地震動に対し建物内部の減衰によって良好な制振効果が得られると考えられる。

先行の研究より用いている磁気ダンパの質量による、重心のずれから発生した振じりの影響が見られた。その為、本研究では、質量の偏りによる振じりの影響を軽減すべく、磁気ダンパの改良を行い、同一高さの内部 4 棟連結制振法の制振性能を実験的に検証する。

2. 制御対象構造物

本研究で用いる制御対象構造物を Fig.1 及び Fig.2 に示す。4 棟の構造物模型は 9 階層となっており、柱径 4[mm] の St.A を 2 棟、柱径 5[mm] の St.B を 2 棟の計 4 棟から構成され、St.A, St.B 棟をそれぞれ対角線上に配置している。St.A, St.B の 1~3 次曲げモードの各固有振動数を Table.1 に示す。また、構造物模型の外観を Fig.3 に示す。

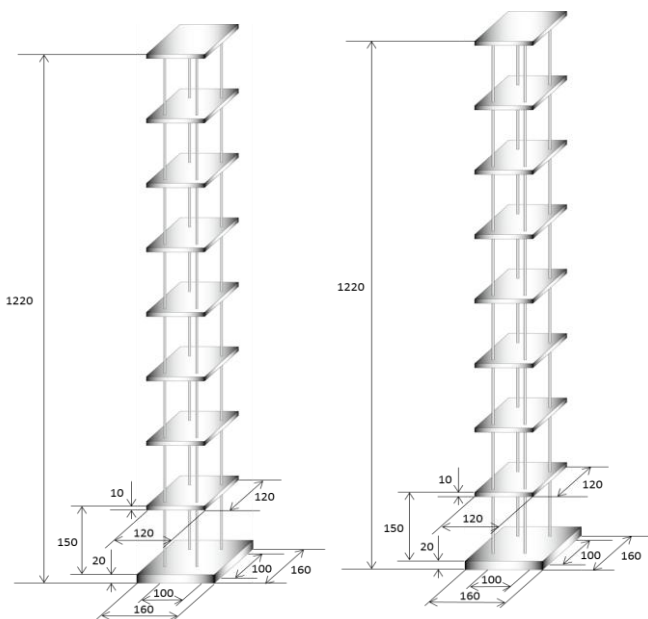


Fig.1 Schematic of St.A

Fig.2 Schematic of St.B



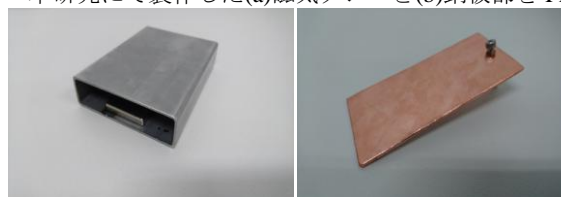
Fig.3 Controlled structures

Table.1 Natural frequencies of controlled structures

	1 st bending mode	2 nd bending mode	3 rd bending mode
St.A	7.85[Hz]	24.00[Hz]	40.38[Hz]
St.B	10.96[Hz]	34.88[Hz]	59.50[Hz]

3. 実験結果

本研究にて製作した(a)磁気ダンパと(b)銅板部を Fig.4



(a) 磁石部

(b) 銅板部

Fig.4 Magnetic damper

に示し、磁気ダンパの設置位置と加振方向の関係を以下の Fig.5 のように定義する。

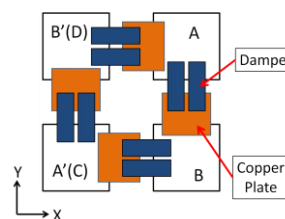


Fig.5 Set point of magnetic damper and coordinate

3.1 周波数応答

St.A, St.B の周波数応答を Fig.6 に示す。

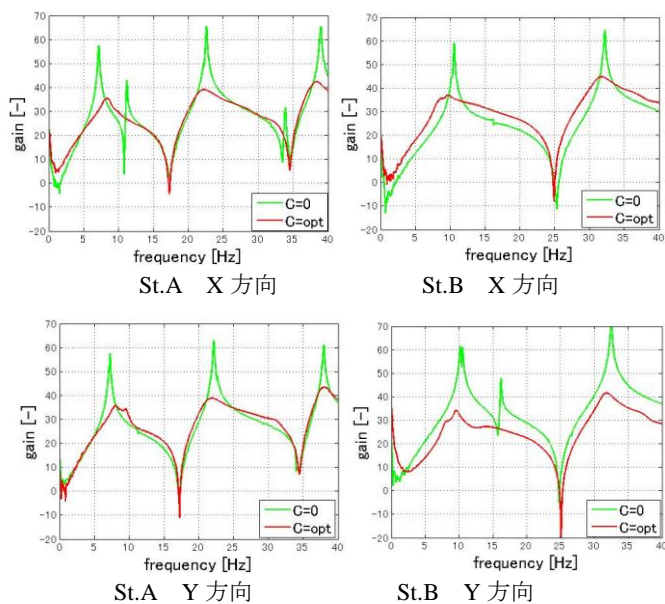


Fig.6 Frequency response

St.A, St.B 共に各方向において応答のピークが抑えられており、連結による制振効果が得られていることが分かる。また、磁気ダンパの質量による、重心のずれから発生していた応答も抑えられていることが分かる。

3.2 時刻歴応答

St.A, St.B の頭頂部をインパルス加振した際の頭頂部加速度の時刻歴応答を Fig.7 に示す。

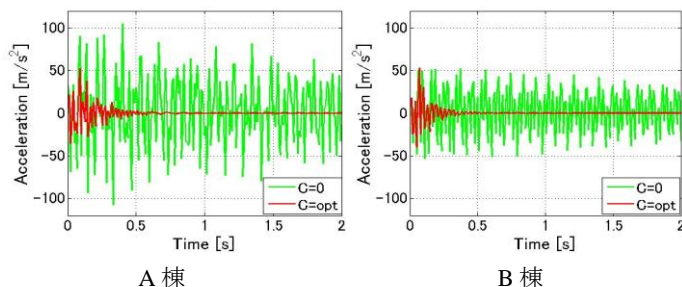


Fig.7 Time history response

以上の結果より 4 棟の構造物を連結することにより、非連結時に比べ速やかに振動が収束している。

3.3 地震波による加振実験

3.3.1 入力地震波

模型構造物に入力する地震波形状として El Centro 地震波と Kobe 地震波を用いる地震波は構造物が塑性変形しないように地震波の加速度を 10 分の 1 に弱め、さらに各ビル構造物に対して最も危険になるよう周波数を各構造物の固有振動数に合うようにスケールリングを行う。ここでは St.A の固有振動数に合わせスケールリングしたものを Wave.A とし、St.B の固有振動数に合わせスケールリングしたものを Wave.B とする。

3.3.2 加振実験

各構造物の地震波加振による加速度の時刻歴応答を Fig.8 に示す。

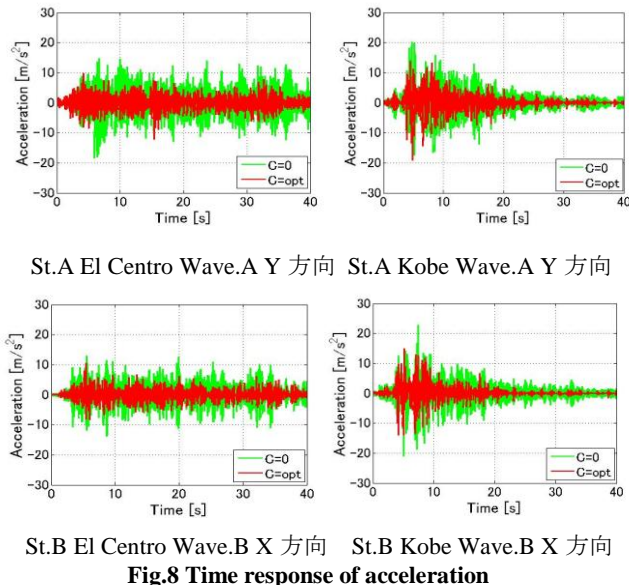


Fig.8 Time response of acceleration

Fig.8 より地震波を入力した際の加速度との応答が非連結時と比較して連結時には構造物の振動がより低減されていることがわかる。

4.結論

構造物模型を低次元化物理モデル作成法によりモデル化し、定点理論に基づく最適調整を行い、構造物間を連結するダンパの最適減衰率を算出した。また、先行で用いた磁気ダンパは重く、設置した際に構造物の固有振動数に変化を与えていた。その為、算出した最適減衰率・軽量化を考慮した、新たなダンパを用いて連結したことで、振じりの影響を軽減することに成功した。また、構造物に対する周波数応答とインパルス加振に対する時刻歴応答のシミュレーションを行い、どちらも良好な制振効果が得られる事が示された。

算出した最適減衰率を基に作成した磁気ダンパを用いた実験により、同一高さの 4 棟の構造物をダンパによって連結することで制振効果が得られることが確認された事で、単独建物における内部 4 棟連結制振システムの有効性が示された。

今後の展望としては、頭頂部 1 点を抑えると強い力が働き構造破壊を起こす可能性が非常に高く、中間層に強いせん断応力がかかると考えられるので、応力の分散を目的とし、磁気ダンパの減衰係数を抑え中間部にも磁気ダンパを設置した場合の、内部 4 棟連結制振システムの有効性を確認する。

5.参考文献

- 1) Kouichi I., Kousei S., Kazuto S. (1986), Studies of the Vibration Control Method of Parallel Structures (The Method by the Theory of P,T,Q), Trans. of The JSME, Ser. C, 52, 3062-3072
- 2) 構造物の振動制御 背戸一登著 (2006)
- 3) Iwanami, K., Suzuki, K. (1993), Vibration Control Method of Parallel Structures Connected to Each Other with Damper and Spring, Trans. of The JSME, Ser. C, 59, 2975-2980