

K4-61

ED-02 分散連結と内部分割構造とを組み合わせた連結制振
Distributed Connected Control Method Applied to Internally-divided Single Building

中橋剛志¹, 平田秀典², 永田健², 川名健太², 渡辺亨³
Tsuyoshi Nakahashi¹, Hidenori Hirata², Ken Nagata², Kenta Kawana², Toru Watanabe³

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. Besides, Distributed CCM(DCCM) is also presented to connect buildings by using plural dampers on multiple layers in order to ease stress concentration. In this paper, to investigate the applicability of ICCM with DCCM to real buildings, experimental apparatus be modified and it is carried out precise examination, through computer simulation and experiments. As the results, the performance of ICCM with DCCM 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。

先行研究より頭頂部1点にダンパを取り付けた場合、連結部に応力が集中してしまい、構造破壊を起こしてしまう可能性が高い。本研究では応力を分散させるために、磁気ダンパを複数個設け、集中した応力を分散させることを目的とする。磁気ダンパの改良し、最適減衰率で制振をした場合と、分散させた場合とを実験的に比較検証をする。

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 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.2 に示す。

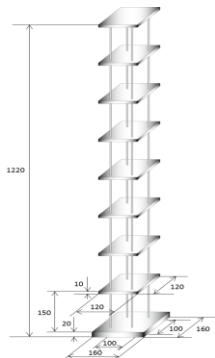


Fig.1 Schematic of St.A.B



Fig.2 Controlled structure

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.3 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.4 のように定義する。この配置で 8 階層から 9 階層まで、計 8 基の最適減衰係数を半分にしたダンパを搭載した。



(a) 磁石部 (b) 銅板部

Fig.3 Magnetic damper

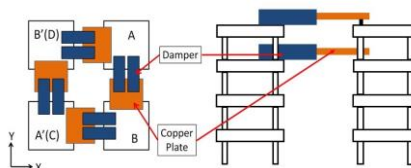
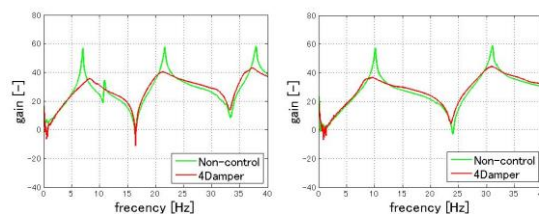


Fig.4 Set point of magnetic damper and coordinate

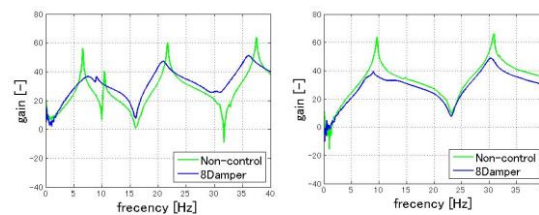
3.1 周波数応答

比較対象である頭頂部に最適減衰係数で作成したダンパ 4 基の場合の St.A, St.B の周波数応答を Fig.5 に示す。また、本研究で提案する最適減衰係数を半分にしたダンパを 8 基搭載した場合を Fig.6 に示す。



St.A X 方向 St.B X 方向

Fig.5 Frequency response



St.A X 方向 St.B X 方向

Fig.6 Frequency response

Fig.6 より St.A, St.B 共に応答のピークが抑えられており、

集中した力を分散させた場合でも、頭頂部 1 点で抑えた応答と同等の結果が得られている。

3.2 時刻歴応答

Fig.7 にダンパ 4 基の場合の 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示す。また、Fig.8 にダンパ 8 基の場合を示す。

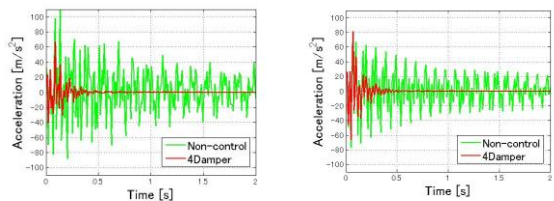


Fig.7 Time history response

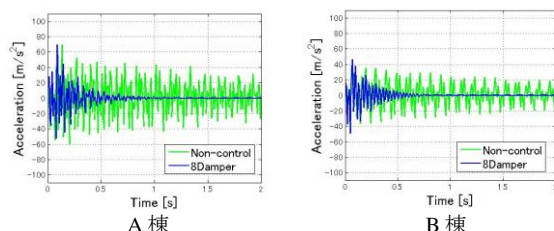


Fig.8 Time history response

以上の結果より、集中した力を分散させた場合でも、頭頂部 1 点で抑えた応答と同等の結果が得られている。

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波形として 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を行う。ここで St.A の固有振動数に合わせスケールしたものを Wave.A とし、St.B の固有振動数に合わせスケールしたものを Wave.B とする。

3.3.2 加振実験

Fig.9 にダンパ 4 基の各構造物の地震波加振による加速度の時刻歴応答を、Fig.10 にダンパ 8 基の場合を示す。

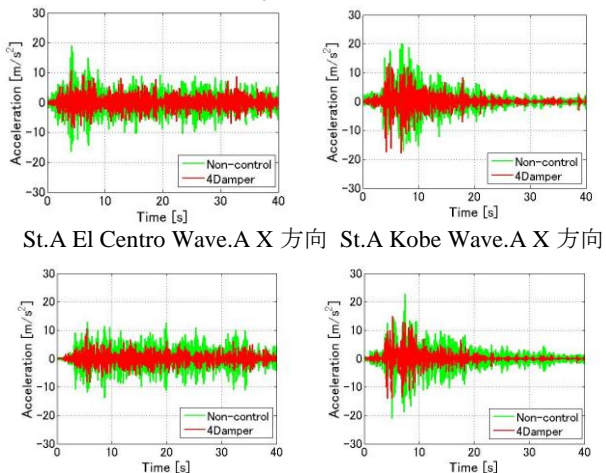


Fig.9 Time response of acceleration

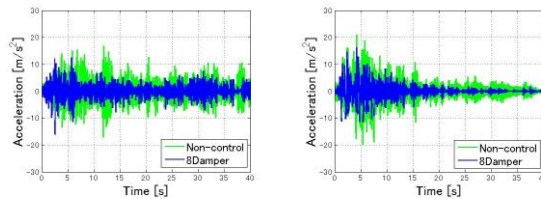


Fig.10 Time response of acceleration

Fig.9 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。Fig.10 より集中した力を分散させた場合でも、頭頂部 1 点で抑えた応答と同等の結果が得られている。

4. 結論

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、減衰係数を半減させた磁気ダンパを複数用いて 9 階層から 8 階層まで連結した場合、構造破壊を引き起こす可能性のあった頭頂部に集中していた力を 1/2 に緩和することができ、最適減衰係数で制振した場合の応答と同等の結果が確認できた。

今後の展望としては、さらなる性能向上のため、各棟の固有振動数の差を広げた際に、より大きな制振効果を生むことができるのか検証する。

具体的には、今回と同様に計 4 棟から構成される円分割されたビルのうち、2 棟を免震構造とし、免震構造の棟と非免震構造の棟をそれぞれ対角線上に配置することで構造物間の固有振動数の差を拡大し、これにより連結制振の効果を高めることをねらう。新たに模型を製作し、実験的に制振性能を検証していく。

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