

K-29

免震機構を組み合わせた内部分割連結制振機構の研究
**Study on Internally - divided Connected Control Mechanism
 combined with Base Isolation**

田所敏弥¹
 Toshiya Tadokoro¹

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 confirmed. In this paper, the effectiveness of ICCM combined with base isolation (complementary CCM) is verified. Experimental model of a internally-divided building consist of 4 substructures is built, two substructures located on the diagonal of the whole building shall be base-isolated and 4 substructures are connected by dampers. The damping performance is experimentally verified. As the result, the effectiveness of ICCM with complementary CCM is confirmed.

1. 緒言

日本は世界で有数の地震大国であり、近年の都市直下型大地震による被害は甚大である。昨今、免震建物の優れた性能が注目され、免震構造物は増えてきている。しかし免震構造にすると構造物全体の固有周期が長周期側にシフトしてしまうため、長周期地震動に共振しやすく長周期地震による被害が問題となってきている。

この問題に対して連結制振法を提案し、システムの有効性が確認されている。固有振動数が異なる建物間にダンパを取り付けて連結し、各建物の相互作用力を利用して長周期・大振幅の地震動に対し良好な制振効果が得られる。先行研究では、この方法を応用した内部4棟連結制振法を提案した。内部4棟連結制振法の利点として、多方向の揺れに対応でき、複数のビルの同時施工が必要とならないことが挙げられる。

今回の研究では、土台部を免震構造とした棟と通常の棟とを連結した際の内部4棟連結制振法の有効性を検証する。具体的には、同一の4棟から構成される円分割されたビルのうち、2棟の土台部を免震構造とし、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。免震構造を組み合わせることで2つの利点を得られる。1つ目は長周期地震動に強く短周期地震動に弱い通常棟と長周期地震動に弱く短周期地震動に強い免振棟とを組み合わせることにより、互いの弱点を補い合うことができるということである。2つ目は土台部のみ変更することで、異なる性質のビルを用意せずに固有振動数を大きく変えられることである。新たに模型を製作し、周波数応答と時刻歴応答を実験的に検証していく。

2.制御対象構造物

4棟の構造物模型は9階層、柱径はすべて5[mm]ですべて同一の仕様となっており、土台部を通常部、免振部と分けている。通常棟 St.Aを2棟、免震棟 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1~2次曲げモードの各固有振動数を Table.1 に示す。また、制御対象構造物を Fig.1 に、構造物模型の外観を Fig.2 に、部分免振構造を Fig.3 に示す。

Table.1 Natural frequencies of controlled structures

	1 st bending mode	2 nd bending mode
St.A	12.1 [Hz]	36.6 [Hz]
St.B	1.05 [Hz]	39.8 [Hz]

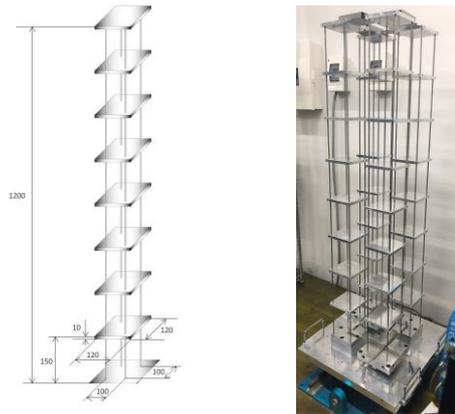


Fig.1 Schematic of St.A, B Fig.2 Controlled structure

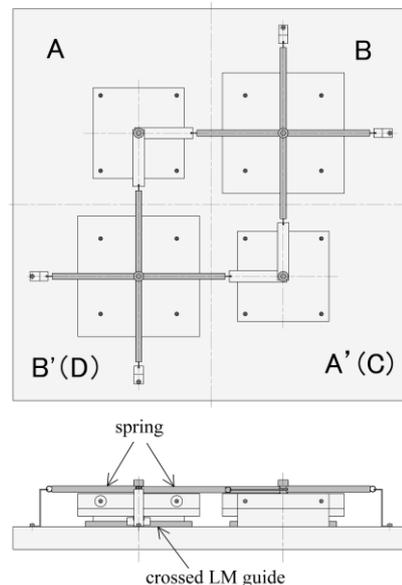


Fig.3 Base-isolated system

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 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。この配置で9階層にダンパを搭載した。

1 : 日大理工・機械



(a) 磁石部 (b) 銅板部

Fig.4 Magnetic damper

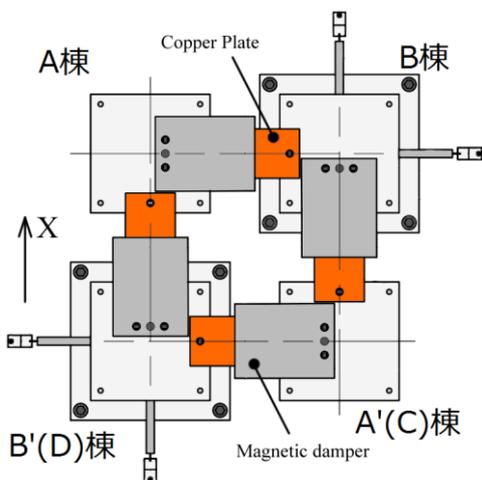
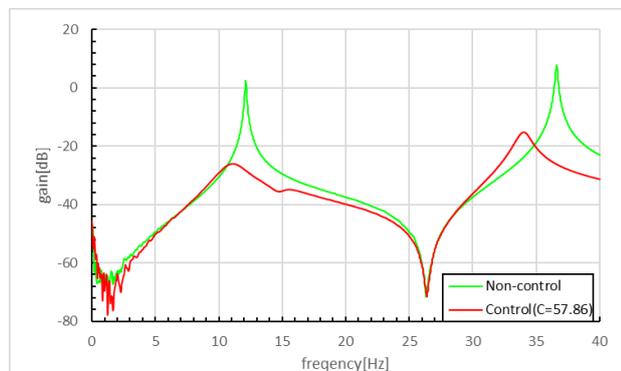


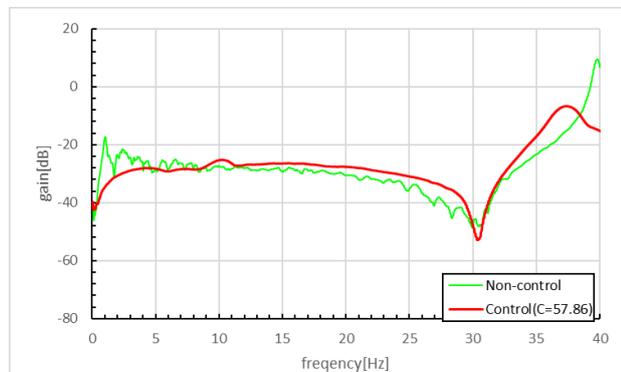
Fig.5 Set point of magnetic damper and coordinate

3.1 周波数応答

Fig.6に4棟をダンパ連結し St.A, St.B の頭頂部をインパルスハンマで加振した際の頭頂部加速度出力の周波数応答の実験結果を示す。



St.A



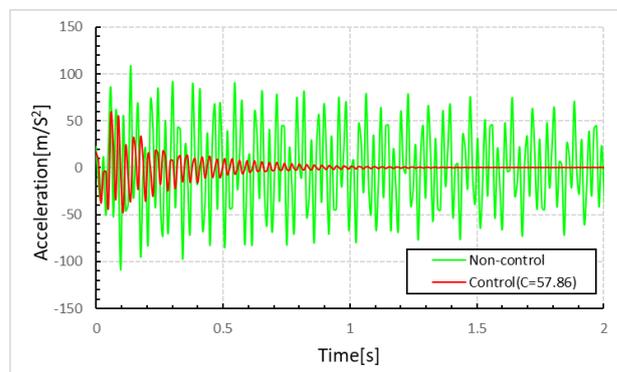
St.B

Fig.6 Frequency response

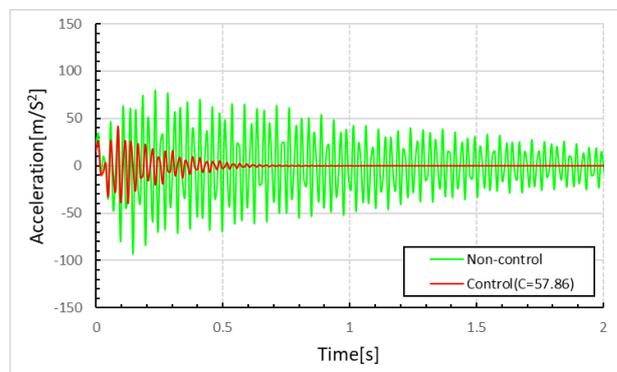
Fig.6より St.A, St.B 共に応答のピークが非連結時より連結時のほうが抑えられていることがわかる。

3.2 時刻歴応答

Fig.7に4棟をダンパ連結し St.A, St.B の頭頂部をインパルスハンマで加振した際の頭頂部加速度出力の時刻歴応答の実験結果を示す。



St.A



St.B

Fig.7 Time history response

Fig.7より, St.A, St.B 共に応答の継続時間が非連結時より連結時のほうが抑えられていることがわかる。

4. 結論

免震構造をした棟を2棟連結させることで構造物間の固有振動数の差を拡大した。これにより、周波数応答、時刻歴応答による頭頂部の加速度応答がともに減衰していることが確認できた。

しかし免振棟において、周波数応答曲線にノイズが確認された。これは免振棟の土台に取り付けられたLMガイドに大きな“あそび”があり、これが原因でノイズが生じてしまったと考える。

今後の展望としては、免振棟の周波数応答曲線のノイズを軽減させるためにガイドを変更し、さらに応力の集中を防ぐために、複数の棟にダンパを取り付ける分散連結を組み合わせ、実験的に検証する。

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