

I-483

2軸ハイブリッド制振装置の開発

石川島播磨重工業㈱

正員 谷田 宏次

同左

小池 裕二

石川島播磨重工業㈱

正員 宇野 名右衛門

同左

牟田口 勝生

1. 緒元 近年、長大橋、超高層ビル等の大型構造物の風や地震の揺れに対して、アクティブマスダンパ等の能動型制振装置に関する研究が活発になってきた。能動型制振装置を実際の構造物に適用する際には、1)アクチュエータの容量が小さいこと、2)機構が簡単であること、3)設置スペースが小さいこと、4)設置台数の削減等を考慮する必要がある。このうち、1)、2)については、前報⁽¹⁾で、振り子機構によるパッシブの性質とサーボモータにより質量の制御を行うアクティブの性質を組み合わせたハイブリッド方式について提案し、本方式により通常のアクティブマスダンパに比べて大幅にアクチュエータの容量が低減できることを示した。

本報では、さらに、1台で、水平2方向の制振が可能な2軸ハイブリッド制振装置を開発し、タワー構造物による加振実験を行い、良好な制振効果が得られたので報告する。

2. 実験装置 制振対象であるタワー構造物と、2軸ハイブリッド制振装置の概観を図1に示す。実験に用いたタワー構造物は、高さ3[m]、有効重量約1[ton]で、4本の剛な柱に16本のコイルばねをせん断方向に結合し、2層の床を設置したものである。柱や床との各結合部にフレキシブルジョイントを使用することにより振れ回りを含む水平2方向の振動ができるようになっている。各方向の固有振動数は、 x 方向が0.49[Hz]、 y 方向が0.51[Hz]で、減衰比は、約1[%]であった。制振装置は、直角2方向それぞれに移動可能な円弧状の質量を2段に重ね合せたもので、各方向は、サーボモータにより歯車機構を介して独立に駆動される。振り子質量の固有振動数は、タワーにほぼ一致させた。また、装置の有効重量は、 x 方向(上部)が15[kgf]、 y 方向(上部+下部)が35[kgf]である。タワー頂部の水平2方向には、加速度計、モータには、パルスジェネレータ、ロータリーエンコーダを設置し、これらより得られるタワー頂部の変位、速度、加速度および、質量のタワーに対する相対変位、相対速度の各信号をフィードバックし、それぞれに最適なゲインをかけ、加算した量を質量の動作信号として与えた。その際、各方向について同等の制振効果が得られるようにフィードバックゲインの設定を行い、以降の実験を行った。

3. 実験結果 図3にタワーの各方向を手で揺らして自由減衰させたときの頂部変位応答波形を示す。両方向とも制振時は、非制振時の約1/5の時間で振動が減衰していることがわかる。このときの付加減衰は約10[%]に相当する。図4は、振動台で、2軸同時に加振した際のタワー頂部加速度応答の軌跡を示したもので、(a)は正弦波2軸同時加振、(b)は風洞実験により得られた高層ビルの強風時における不規則風荷重データ(㈱三菱地所提供)をタワーに対し相似変換し、加速度入力として与えた場合である。このように、非制振時には、顕著な振れ回りが見られるが、装置を作動させることにより、振れ回りの範囲が(a)の場合約1/10、(b)の場合には1/4～1/2程度に低減していることがわかる。図5に、地震に対する制振効果を確認するためエルセントロ波を与えた際のタワー頂部加速度応答波形を示す。制振時は、地震発生時の揺れを約1/2に低減し、その後の自由振動に対しては急激に減衰していることがわかる。

4. 結論 2軸ハイブリッド制振装置を開発し、タワー構造物により振れ回りを含む水平2方向の振動に対し、十分な制振効果が得られることを検証した。2軸方式を採用することにより、1軸方式を2台設置する場合に比べ、設置スペース、装置の重量を約1/2に低減できるため、今後、実機に適用していく予定である。最後に、本研究に関して真摯な御指導を頂いた元石川島播磨重工業技監(現明星大学教授)国枝正春博士に深く感謝致します。

5. 文献 (1) 谷田ほか5名、土木学会第44回年次学術講演会講演概要集、第1部(平1)、776.

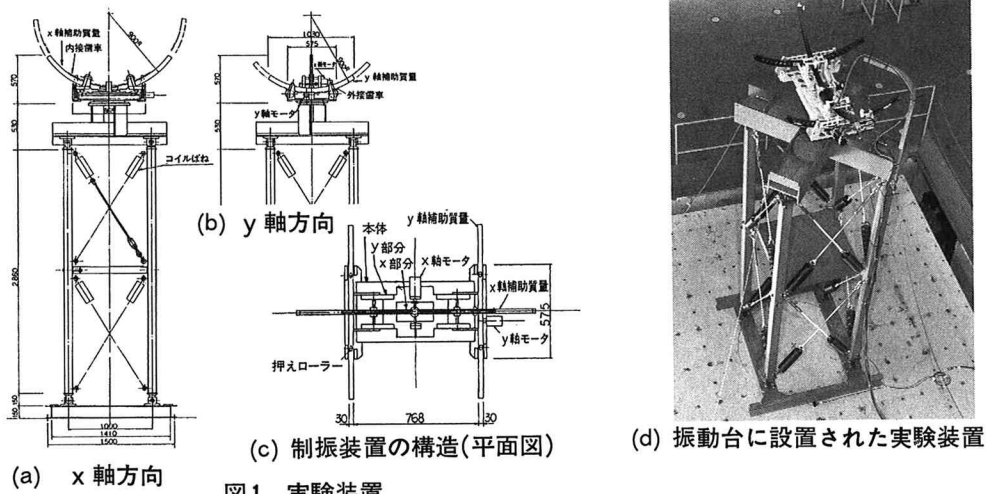


図1 実験装置

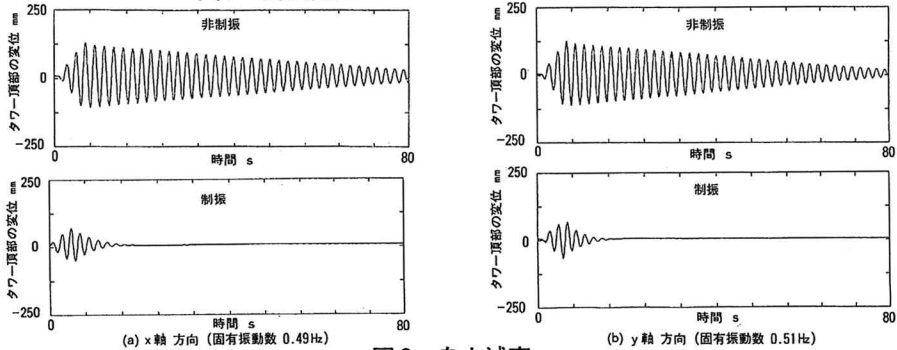


図2 自由減衰

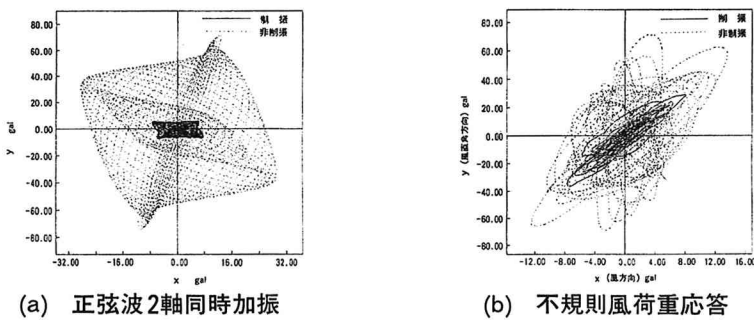


図3 タワー頂部の加速度応答の軌跡

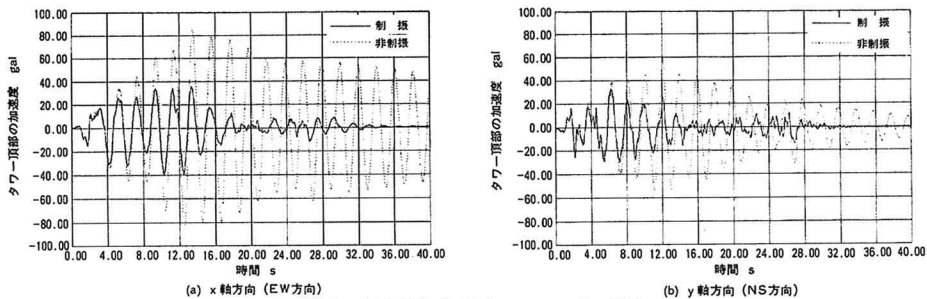


図4 地震波応答(エルセントロ波)