

実大鉄骨架構の同定構造と静的試験結果に基づいた摩擦制震壁の有効性に関する研究 Study on the Effectiveness of Frictional Damping Wall Based on Identified Structure and Static Tests of a Full-Scale Steel Structure

○島山直己・川瀬博・松島信一

○Naoki HATAKEYAMA、 Hiroshi KAWASE、 Shinichi MATSUSHIMA

A masonry wall which is composed of concrete blocks has been developed as a damping wall in structures having lower stiffness. In this study, we verify the effectiveness of this damping wall in a full-scale five-storied steel structure. First, we identify the physical parameters of this structure based on the changes of the resonant frequencies estimated from the observed microtremor records in case of loading of an added weight with known amount and no loading. Next, after installing two damping walls in this structure, we conduct microtremor observations and static tests. Finally, we verify the effectiveness of this damping wall by conducting seismic response analysis. (104words).

1. はじめに

コンクリートブロックを組積した壁が鉄骨ラーメン構造などの比較的剛性の低い建築物に適用する制震壁として開発されてきた(大久保ら, 2013)。本研究では、その制震壁を京都大学宇治キャンパス構内にある5層実大鉄骨架構に設置し、その制震性能の効果を検証する。

初めに、コンクリートブロック制震壁の性能を評価するため、本研究で対象とした実大架構の層ごとの物理パラメタ(質量・剛性など)を同定する(島山ら, 2014)。実大架構の各階に設置された地震計で計測された観測記録から共振振動数を推定する。さらに付加質量を載荷することで、共振振動数の変化を検知する。この変化を説明できる物理パラメタを同定する。

次に、このように同定された実大架構に、コンクリートブロックを組積した摩擦抵抗型の制震壁を設置し、微動観測・静的載荷実験を行い、制震性能を評価し、最後に、モデル化した実大架構に制震壁を設置した構造モデルで地震動応答解析を行うことで制震効果の有効性を検証する。

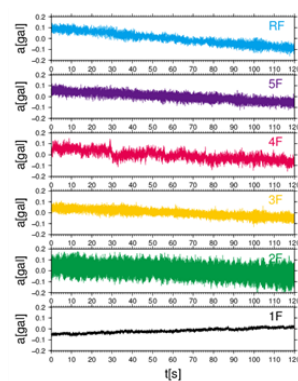
2. 実大鉄骨架構及び観測記録

本研究で対象とした実大架構を Fig. 1 に示す。また、1階から5階・R階で得られた観測記録を Fig. 2 に示し、それらをフーリエ変換し、1階とその他の各階との比(スペクトル比)を取り [Fig. 3]、共振振動数を推定する。さらに、質量既知の付加

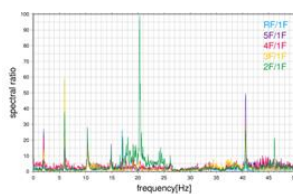
質量を載荷し、共振振動数の変化が検知された [Fig. 4]。また、本研究では全て長辺方向を対象とした。



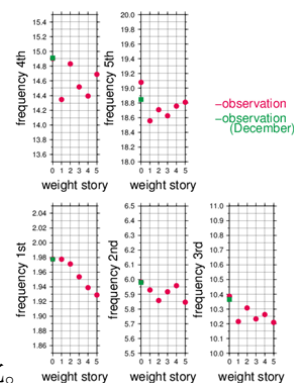
[Fig. 1] 実大架構



[Fig. 2] 観測記録



[Fig. 3] スペクトル比



[Fig. 4] 付加質量載荷

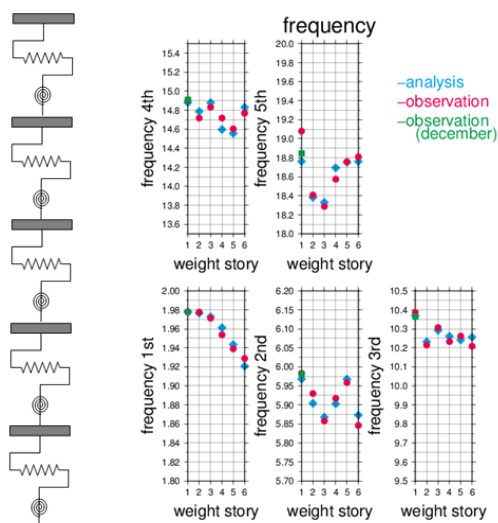
による共振振動数の変化。各次の共振振動数ごとに表示。横軸は付加質量載荷階。縦軸は共振振動数の大きさ。

3. 曲げせん断型モデルによる同定

実大架構を5自由度系曲げせん断型モデルにモ

デル化し[Fig. 5]、質量・慣性モーメント・曲げ剛性・せん断剛性を同定した。その際の探索方法は、遺伝的アルゴリズムとヒューリスティック法を組み合わせたハイブリッドヒューリスティック法を使用した。この方法は、大局的探索と局所的探索を同時に行うことを可能とした。

物理パラメタの設計値[Table. 1]と同定値[Table. 2]とその同定構造における解析結果と観測記録の共振振動数の比較をFig. 6に示す。赤が観測値、青が解析値である。ここでは質量は固定し、慣性は質量に比例させて変動させた。



[Fig. 5] モデル図 [Fig. 6] 共振振動数の比較

[Table. 1] 物理パラメタの設計値

story	bending stiffness [N·m/rad]	shear stiffness [kN/mm]	mass [ton]	Moment of inertia [ton·m ²]
5	9.07×10 ¹⁰	92.4	23.3	437
4	8.99×10 ¹⁰	88.9	27.2	510
3	8.99×10 ¹⁰	88.9	26.8	503
2	1.37×10 ¹¹	138	28.6	536
1	1.31×10 ¹¹	123	27.2	510

[Table. 2] 物理パラメタの同定値

story	bending stiffness [N·m/rad]	shear stiffness [kN/mm]	mass [ton]	Moment of inertia [ton·m ²]
5	2.66×10 ⁹	62.0	23.3	22.6
4	2.84×10 ⁹	80.9	27.2	26.4
3	3.47×10 ⁹	75.1	26.8	26.0
2	5.87×10 ⁹	158	28.6	27.7
1	7.29×10 ⁹	88.6	27.2	26.4

4. コンクリートブロック摩擦制震壁

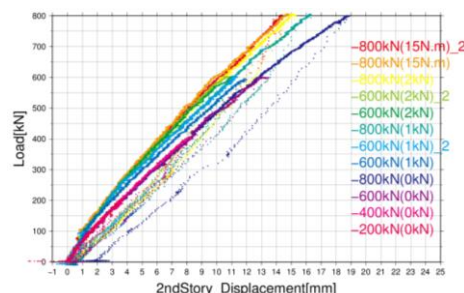
実大架構にコンクリートブロック摩擦制震壁を設置し、静的載荷試験を実施することにより、制震効果の検証を行う。設置作業状況をFig. 7、完成状況をFig. 8に示す。設置位置は、東側のスパンの2階床と3階床の間に南北1枚ずつ設置した。



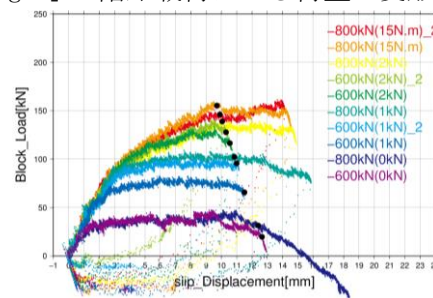
[Fig. 7] 設置作業状況 [Fig. 8] 完成状況(内観)

5. 静的載荷試験

Fig. 9は4階床静的載荷時のものである。凡例は「-載荷力kN(制震壁の鉄筋1本あたりのプレストレス力kN)」を表す。Fig. 9より、柱梁の剛性による負担力を減じ、摩擦力を推定した[Fig. 10]。Fig. 10の黒点は、載荷力600kN時である。



[Fig. 9] 4階床載荷による荷重-変形関係



[Fig. 10] 4階床載荷による摩擦力-変形関係

6. 参考文献

- (1) 大久保徳洋ら(2013)：乾式工法によるブロック造摩擦制振壁の開発に関する研究、日本建築学会大会梗概集、949-950
- (2) 畠山直己ら(2014)：観測記録に基づく実大鉄骨架構の物理パラメタの同定に関する研究、日本建築学会構造系論文集、701巻号、905-912