

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|---|
| 論題(和文) | 既存超高層建物の大振幅地震動に対する制振改修 その3 オイルダンパーとギャップブレースを併用した制振改修 |
| Title(English) | Seismic retrofit considering extreme ground motion for existing super tall building (Part 3: Seismic retrofit using oil dampers and gap braces) |
| 著者(和文) | 増田寛之, 上野史也, 渡井一樹, 佐藤大樹, 笠井和彦, 佐分利和宏, 前田達彦 |
| Authors(English) | Hiroyuki Masuda, Fumiya Ueno, Kazuki Watai, Daiki Sato, Kazuhiko Kasai, Kazuhiro Saburi, Tatsuhiko Maeda |
| 出典(和文) | 日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 865 - 866 |
| Citation(English) | Summaries of technical papers of annual meeting, , , pp. 865 - 866 |
| 発行日 / Pub. date | 2019, 9 |
| 権利情報 | 一般社団法人 日本建築学会 |

既存超高層建物の大振幅地震動に対する制振改修

その3 オイルダンパーとギャップブレースを併用した制振改修

正会員 ○増田寛之*1 同 上野史也*2 同 渡井一樹*2
同 佐藤大樹*2 同 笠井和彦*2
同 佐分利和宏*1 同 前田達彦*1

既存超高層建物 制振改修 長周期地震動
直下型地震動 オイルダンパー ギャップブレース

1. はじめに

本報その2において、既存超高層建物に対して層剛性と外力分布の関係からオイルダンパーを層剛性非比例に配置する制振改修を提案した。層剛性非比例配置（以下、Dモデル）は地震動により損傷する層が異なる建物モデルの構造特性を考慮した効率的なダンパー配置であることを示した。しかし、Dモデルの一部の層について、変形のクライテリア（層間変形角が1/100 rad.）を満たすことができなかつた。

そこで、本報その3ではオイルダンパーと変形が増大した時のみ剛性を発揮し始めるギャップブレース²⁾を併用した制振改修を提案する。

2. ギャップブレースの概要

2.1 荷重 - 変形関係の定義

図1に、ギャップブレースの荷重 - 変形関係を示す。図1中の F_{gi} 、 u_{gi} 、 u_{ghi} および K_{gi} はそれぞれギャップブレースの水平力、水平変位、ギャップブレースが剛性を発揮し始める変位（水平成分）およびギャップブレース水平剛性の総和を表す。 K_{gi} は主架構の層剛性 K_{fi} の比で決定され、本報では $K_{gi}/K_{fi} = 1.0$ としている。剛性を発揮し始める変位 u_{ghi} は層間変形角 1/300 rad. 相当の水平変位 13 mm としている。実際には、図1に示すように、周辺架構の変形により、ギャップブレースが剛性を発揮し始める変位は u_{ghi} よりも大きくなる（2.3節 後述）。その値を u_{gahi} と定める。同様の理由で、システムに付加される剛性は K_{gi} よりも小さくなる。その値を K_{gai} と定める。

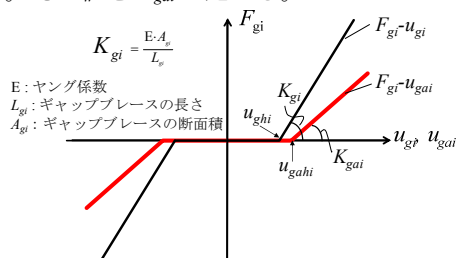


図1 ギャップブレースの荷重 - 変形関係

2.2 ギャップブレース配置

図2に、Dモデルと本報で用いるオイルダンパーとギャップブレースを併用したBDモデルを示す。BDモデルで

は、ART KOBE-Tを入力したときに変形のクライテリアを超えた層である21~26層にDモデルのオイルダンパーの代わりにギャップブレースを設置する。ギャップブレースは、ブレース設置層の変位低減効果は高いがその他の層の変形を増大させてしまう。そのためオイルダンパーをギャップブレースに置換しただけでは、ブレース設置層の変形は抑えられるが、その反面、下層で変形が増大することを確認している。一方、オイルダンパーは設置層だけでなく、建物全体の減衰定数を増大させることで、設置層以外の層に対しても変形の低減効果が見込める。そこで、BDモデルがギャップブレース設置後もDモデルの等価減衰定数 h_{eql} を保つように、取り外したオイルダンパーを移動させる。取り外したオイルダンパーは、設置可能なスペースがある上層（30、32~37層）あるいは下層（1~10層）に移動させることが考えられるが、本報その2図3(c)の基準化損失剛性より、3~8層に移動させた。

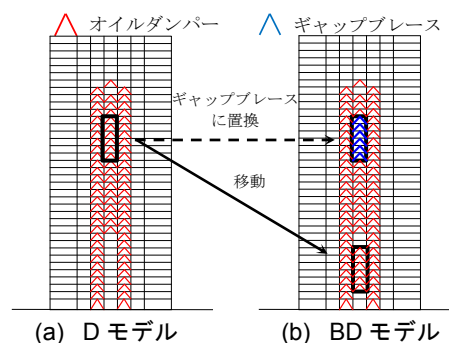


図2 ダンパーとブレースの配置

2.3 静的増分解析結果

図3(a), (b)に、非制振モデルおよびBDモデルの静的増分解析結果より得られた層せん断力 Q_i - 層間変形角 R_i 関係をそれぞれ示す。ここでは、 A_i 分布で規定される地震力で静的増分解析を行った。表1に静的増分解析結果の詳細を示す。表中で、 Q_{bi} はBDモデルの層せん断力であり、右上添え字の100は層間変形角が1/100 rad.のときの値であることを意味する。表1より、2.1節で述べたように、 u_{gah} は u_{gh} に比べて大きくなる。また、ギャップブレース設置層において、 Q_{bi}^{100} は Q_i^{100} に比べて全層で概ね1.1倍程度増大し、当該層の変形角が小さくなった。

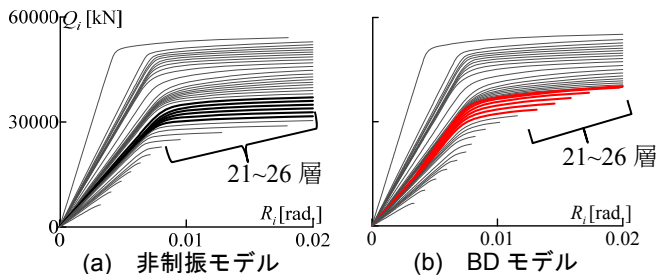


図3 層せん断力 - 層間変形角関係

表1 静的解析結果

| 層 | u_{gahi} [mm] | u_{gahi}/u_{ghi} | Q_{ip}^{pp} [kN] | Q_{ip}^{pp} [kN] | Q_{ip}^{pp}/Q_{ip}^{pp} |
|----|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| 26 | 15.58 | 1.19 | 30100 | 32129 | 1.07 |
| 25 | 14.85 | 1.13 | 31278 | 33411 | 1.07 |
| 24 | 14.33 | 1.09 | 31978 | 34581 | 1.08 |
| 23 | 13.83 | 1.06 | 32933 | 35646 | 1.08 |
| 22 | 13.55 | 1.04 | 33794 | 36207 | 1.07 |
| 21 | 13.63 | 1.04 | 34979 | 36645 | 1.05 |

3. 地震応答解析

3.1 最大応答分布

図4(a), (b)にART KOBE-TおよびOS2-Tを入力したときの各モデルの最大層間変形角 R_i , 最大加速度 A_i および最大層せん断力 Q_i の高さ方向分布をそれぞれ示す。図4(a)より, ART KOBE-T 入力時のBDモデルはギャップブレース設置層でDモデルよりも R_i が低減しており, 2波に対して全層で R_i が0.01 rad.以内となることが確認できる。一方で, BDモデルはギャップブレース設置層でDモデルよりも A_i が增大していることがわかるが, その程度は小さい。また, BDモデルはDモデルと概ね同等の Q_i を示すことが確認できる。図4(b)のOS2-T入力時においてもART KOBE-T入力時と同様の傾向がみられることがわかる。

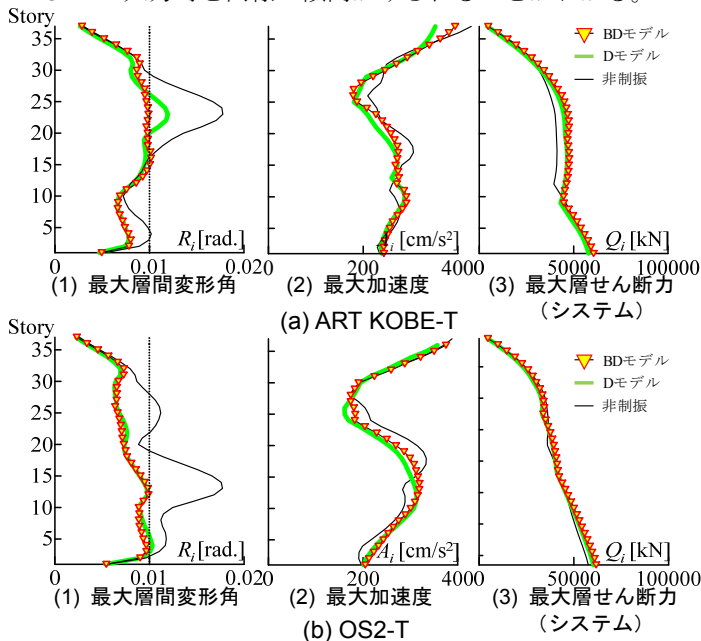


図4 地震応答解析結果

3.2 時刻歴応答

本節で, Dモデルと比べたときのBDモデルのOS2-T入力時の加速度増大の程度が小さい理由を21~26層(ギャップブレース設置層)の加速度時刻歴より詳細に分析する。図5(a)-(f)にBDモデルにOS2-Tを入力したときの21~26層の加速度時刻歴の最大値付近とギャップブレースの水平力総和 F_g の時刻歴を示す。比較対象として, Dモデルの加速度時刻歴を併記する。なお, 図中の▼, ▲はBDモデルでの最大加速度発生位置を表す。図より, ギャップブレースが剛性を発揮し始めた直後で瞬間的に加速度が増大していることがわかる。しかし, ギャップブレースが剛性を発揮する直前の時刻における加速度が小さいため, 増大した加速度は最大値にならず, 21~23層の最大加速度はDモデルと同程度となった。一方, 24~26層で加速度が最大になった時刻では各々の層のギャップブレースが剛性を発揮していないが ($F_{gi}=0$), Dモデルの加速度より大きくなっている。これは, 21~23層のギャップブレースの抵抗力を発揮した際の衝撃が上層に伝播して24~26層の加速度を増大させたと考えられる。

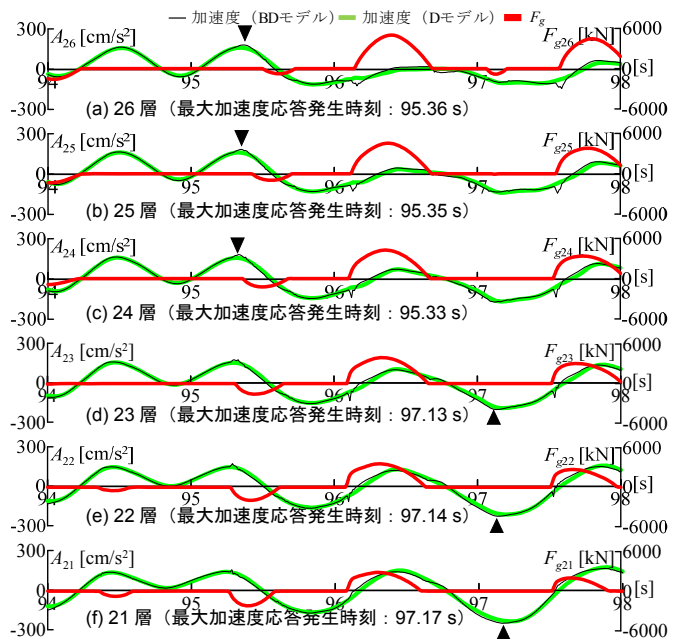


図5 加速度時刻歴 (OS2-T)

4. まとめ

層間変形角が小さな領域では, 元の主架構の構造特性を変化させることなく, オイルダンパーによる制振構造として応答し, 想定よりも大きな層間変形角が生じる際にはギャップブレースが最大加速度を大きく増大させることなく, 目標とする層間変形角に抑えられるオイルダンパーとギャップブレースを併用した制振改修を示した。しかし, 本報での結果は1例にすぎず, 今後, 他の建物や地震動に対しても検討していく予定である。

謝辞および参考文献は本報その1にまとめて示す。

*1 竹中工務店
*2 東京工業大学

*1 Takenaka corporation
*2 Tokyo Institute of Technology