

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	建築物のさらなる超高層化に向けた曲げせん断モデル手法の提案 その6 多様なダンパー分布を用いた精度検証
Title(English)	New Bending-shear Modeling Method for Super Tall Buildings of Increasing Height (Part. 6) Model Validation of Building with Various Patterns of Damper
著者(和文)	牟雨, 笠井和彦, 佐藤大樹, 渡井一樹, 飯野夏輝
Authors(English)	Yu Mu, Kazuhiko Kasai, Daiki Sato, Kazuki Watai, Natsuki Iino
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 889-890
Citation(English)	, , , pp. 889-890
発行日 / Pub. date	2022, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

建築物のさらなる超高層化に向けた曲げせん断モデル手法の提案  
その6 多様なダンパー分布を用いた精度検証

正会員 ○牟 雨\*1 同 笠井和彦\*1  
同 佐藤大樹\*1 同 渡井一樹\*2  
同 飯野夏輝\*2

超高層建築物 等価質点系 曲げせん断モデル  
固有周期 モード変位 状態 N/R 解析

### 1. はじめに

その5では新たなダンパー付き曲げせん断モデル化手法を提案した。本報では提案するモデル化手法を用いて部材構成モデルをダンパー付き曲げせん断モデルに置き換え、固有周期、刺激関数、地震応答に関して提案手法のモデル化精度を検証する。

### 2. 検討モデル

検討モデルは、現状日本で最も高い、またはそれ以上の超高層建築物を想定し、本研究用に部材断面を試設計したモデルとする。構面位置や部材断面は参考文献<sup>1)</sup>に記載されており、純ラーメン構造とする。地上高さ  $H$  は400m、建物の幅  $B$  は50m、塔状比 ( $H/B$ ) は8である。なお、本検討モデルでは平面モデルとし、5構面<sup>1)</sup>うちのB-B構面のみを抽出する。梁の剛性はスラブ合成効果を考慮して、剛性割増係数  $\phi=1.6$  とした。

図1に本研究で用いる制振構造を示す。ダンパー支持材 ( $H400 \times 400 \times 13 \times 21$ ) を斜め方向に追加する。ダンパー取付け階を全層の75%、50%、25%としたモデル、ダンパーを不規則に配置するランダムモデル(1~32F:12.5%, 33~40F:25%, 41~60F:50%, 61F~80F:75%)を用い、制振効果、およびNR-B<sup>(1)</sup>モデルの精度を検討する。

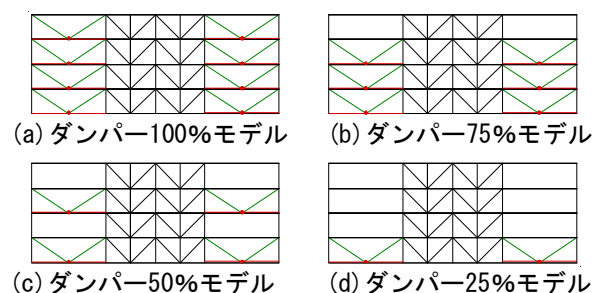


図1 水平ダンパー付き純ラーメン部材構成Mモデル

### 3. 固有周期と刺激関数の比較

例として、ダンパー50%のMモデルでは、状態N、Rの固有周期はそれぞれ1次で8.987秒、8.074秒、2次で3.165秒、2.653秒である。また、状態NのMモデルに対し、B<sup>(1)</sup>モデルの1次、2次周期、1次モードが合致している(図2)。一方、状態RのMモデルに対し、B<sup>(1)</sup>モデルの1次周期、1次モードが合致する。その曲げ剛性はMモデル状

態Nに合わせたものであるため(その5)、2次周期は必ずしも合致しない。しかし、誤差は-0.79%と、極めて小さく、また、2次モードもMモデルとほぼ整合している。

曲げ・せん断成分に分離した刺激関数(図2)を用いて、各モードの曲げとせん断の寄与分を考察する。図に3次モードを示していないが、高次モードになるほどせん断成分が大きく、曲げ成分が小さくなる傾向がわかる。中高層階において、せん断高次モードが卓越しているため、ダンパーの効率が期待できる。

このように状態N、Rの正確なB<sup>(1)</sup>モデルから、その5の定式化により、せん断剛性を調節したNR-B<sup>(1)</sup>モデルが得られた。その状態N、Rの1次、2次周期は、上記B<sup>(1)</sup>モデルのそれらから概ね0~10%の範囲にある。

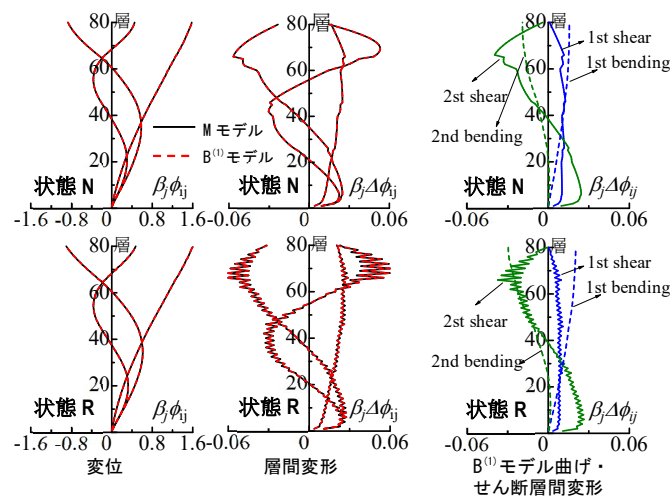


図2 モード変位および層間変形の比較

### 4. 異なるダンパー設置量による応答低減効果

本検討では、解析モデルは弾性とし、 $h_1=h_2=0.02$  のレーリー減衰を与える。入力地震動はBCJ-L2波を用いる。また、制振モデルでは水平ダンパーの粘性係数  $C_{di}$  を1600 kN/(cm/s)または400 kN/(cm/s)とする。

図3に各ダンパー設置量が異なるMモデルの時刻歴解析結果の最大応答を示す。非制振モデルと比較すると、 $C_{di}=1600$  kN/(cm/s)のダンパーを用いた100%モデル(図3a)では、頂部変位が非制振の57%になっており、制振効果が高いことが分かる。また、ダンパーの取付け階を50%まで減らしても、制振効果が5%-6%しか減らないことを

確認した。ダンパー容量が小さいモデル(図 3b)でも、十分な制振効果が確認された。

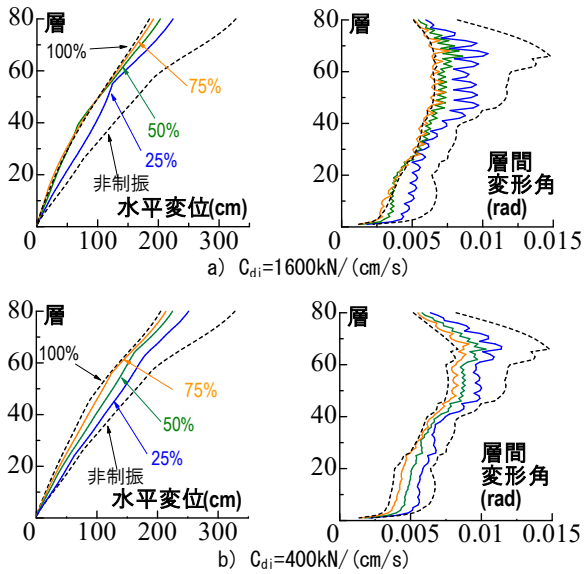


図 3 ダンパー設置量が異なる M モデル制振効果の比較

5. NR-B<sup>(1)</sup>モデルの精度検証

図 4 と 5 に示すように、BCJ-L2 波入力時の NR-B<sup>(1)</sup>モデルの最大応答変位と最大層間変形角は、Mモデルとよく整合している。

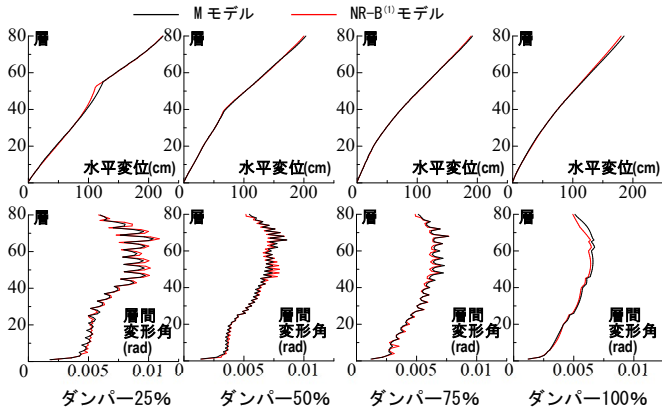


図 4 NR-B<sup>(1)</sup>モデルの精度検証 (C<sub>di</sub>=1600kN/(cm/s))

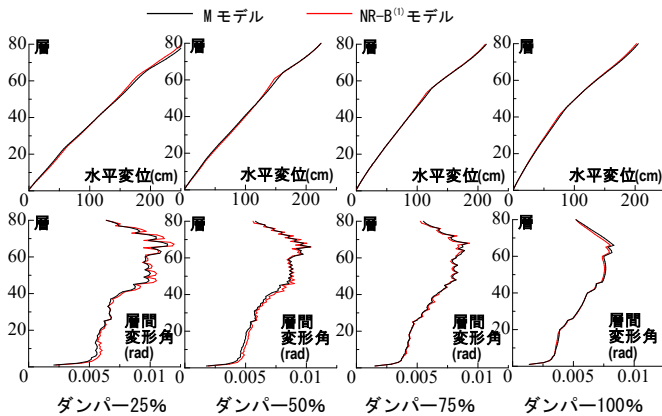


図 5 NR-B<sup>(1)</sup>モデルの精度検証 (C<sub>di</sub>=400kN/(cm/s))

NR-B<sup>(1)</sup>モデルは相対変位のみならず高次モードの影響が大きい層間変形角や絶対加速度まで精度よく模擬できている (図 6)。局所挙動を表すダンパー変形や力も同様に再現できており、高精度であることを確認した (図 7)。

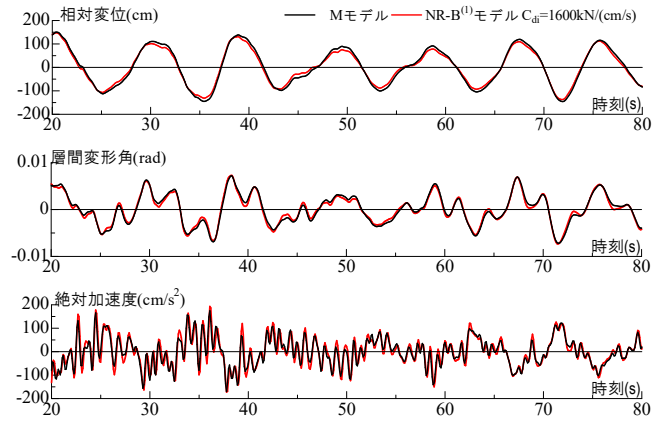


図 6 NR-B<sup>(1)</sup>ランダムモデル 65F 各応答の時刻歴

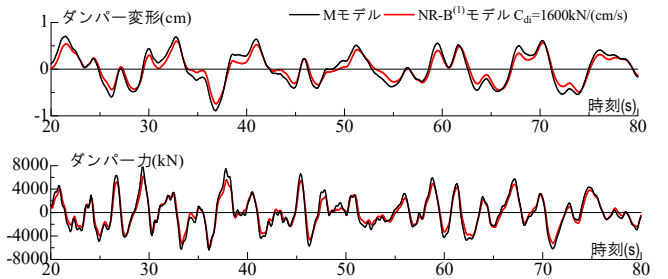


図 7 NR-B<sup>(1)</sup>ランダムモデル 65F ダンパー応答の時刻歴

ダンパーの台数や粘性係数にも依らず、各層最大応答は M モデルに一致しており、高いモデル化精度を有している (図 8)。NR-B<sup>(1)</sup>モデルは少ない自由度で、層の応答を適切に評価できることによって、ダンパー付き超高層建築物を等価質点系に変換する利点がある。

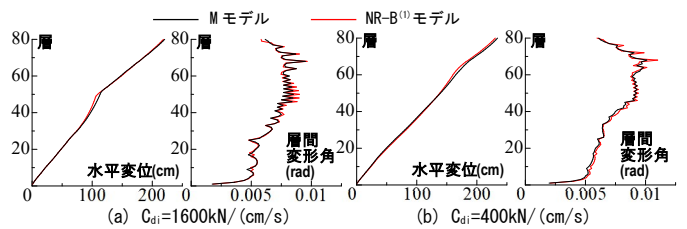


図 8 NR-B<sup>(1)</sup>ランダムモデルの精度検証

6. まとめ

新たなダンパー付き曲げせん断モデルは、全体の挙動を表す相対変位や局所挙動を表すダンパー応答が部材構成モデルに一致しており、高いモデル化精度を有する。

参考文献

1) 岡日出夫, 笠井和彦, 渡井一樹, 佐藤大樹, 前田周作, 鈴木庸介: 建築物のさらなる超高層化に向けた曲げせん断モデル化手法の提案とその 2 既往手法の適用限界とその原因, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸), pp.957-958, 2019.9

\*1 東京工業大学未来産業技術研究所

\*2 竹中工務店

\*1 FIRST, Tokyo Institute of Technology

\*2 Takenaka Corporation