

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化手法の提案 その4 提案手法の精度検証
Title(English)	New Bending-shear Modeling Method for Super Tall Buildings of Increasing Height (Part.4) Validations of Proposed Method
著者(和文)	前田周作, 笠井和彦, 渡井一樹, 佐藤大樹, 鈴木庸介, 岡日出夫
Authors(English)	Shusaku Maeda, Kazuhiko Kasai, Kazuki Watai, Daiki Sato, Yousuke Suzuki, Hideo Oka
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , pp. 961 -962
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , pp. 961 -962
発行日 / Pub. date	2019, 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化手法の提案
その4 提案手法の精度検証

正会員 ○前田周作*1 同 笠井和彦*2
同 渡井一樹*2 同 佐藤大樹*2
同 鈴木庸介*1 同 岡日出夫*1

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 高次モード

1. はじめに

その3では新たな曲げせん断モデル化手法を提案した。本報ではその2で示した検討用の部材構成モデルを、提案するモデル化手法を用いて曲げせん断モデル(以降、B⁽¹⁾モデル)に置換し、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. 曲げせん断モデル化手法

4種の検討モデルにA_i分布に基づく水平力を載荷した際の1FL軸力分布から、4モデルとも鉛直力(偶力)載荷点は最外縁の柱とする。また本検討では、補正係数は全モデル一律0.8とする。なお、曲げせん断分離実行時に、最上層で負のせん断剛性が生じた場合は、最大となる層せん断剛性の10000倍程度のせん断剛性を与える。

3. 固有周期と刺激関数の比較

表1に示すように、全てのモデルにおいて、部材構成モデルとB⁽¹⁾モデルの1次固有周期は一致する。さらに、80mモデル、150mモデル、400mモデルでは、部材構成モデルとB⁽¹⁾モデルの固有周期差が最大で1%程度と、高いモデル化精度を有している。300mモデルにおいても、2次の固有周期誤差は1%程度、3次の固有周期誤差は6%程度に留まる。図1には、刺激関数の変位とその層間成分を示す。B⁽¹⁾モデルでは1次の刺激関数が部材構成モデルと完全に一致し、高次の刺激関数においても誤差が小さい。その2の既往の等価質点系にて示した、高層化に伴う精度低下の課題や、柱梁以外の部材を有する場合に上層部で刺激関数の誤差が出やすいという課題を、B⁽¹⁾モデルでは克服し、モデル化精度も向上した。

4. 地震動に対する応答の比較

次に、400mモデルを対象として時刻歴応答解析結果を例示する。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。入力地震動はその2で示したBCJ-L2波とJMA神戸波の2波を用いる。

4.1 最大応答

図2に示すように、BCJ-L2波入力時の最大応答変位で

は、両モデルで1%未満の応答差となっている。また、高次モードの影響が大きい絶対加速度の最大値においても、その2の既往モデルの結果と比較すると、両モデルの応答が良く対応している。最大層間変形角も同様に既往モデルに対し精度が向上しており、層の応答を適切に評価できることで、超高層建築物においても等価質点系を用いる利点がある。JMA神戸波入力時においても高層で応答差が大きくなる部分があるものの、既往手法に比べ等価質点系の応答精度は向上しており、B⁽¹⁾モデルが1次のみならず高次の固有周期、刺激関数まで精度よく模擬できていることが、最大応答値の精度向上に寄与している。

4.2 時刻歴応答波形

図3、図5に示すように、各地震動における代表階の時刻歴応答変位波形に関しては、1%未満の応答差となっており、その2で示した既往モデルに比べ、波形の位相や最大応答を記録するタイミングがずれる問題も改善されて

表1 固有周期の比較

	T(s)	80m			150m			300m			400m		
		1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
部材構成		3.648	1.357	0.811	4.852	1.684	0.999	5.288	1.611	0.838	6.938	2.152	1.133
B ⁽¹⁾ モデル	T _a ⁽¹⁾ /T	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.06	1.00	1.00	1.01

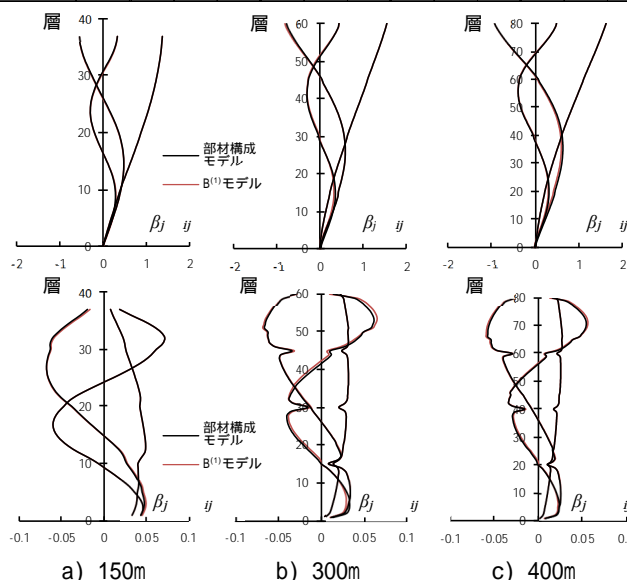


図1 刺激関数(上段:変位 下:層間変形)

いる。また、既往モデルの加速度波形ではずれが認められたが、図4、図6の通り、B⁽¹⁾モデルに関しては加速度波形も概ね模擬できており、モデル化精度が向上した。

4.3 各次モードの寄与

笠井・元結ら⁹⁾の手法を用いて JMA 神戸波入力時の変位を各モードにおける一般化変位に分解し、1次~3次の一般化変位を図7に示す。B⁽¹⁾モデルは1次周期を完全に再現するため、位相への影響が大きい1次モードの一般化変位は完全に一致する。また、応答変位波形で最大応答値をとるような時刻では、高次モードの一般化変位振幅が大きくなっており、高次モードの精度向上が最大応答値精度に寄与している。以上のことから、等価質点系の応答精度には、少なくとも1次~3次の固有モードのモデル化精度が大きく影響し、B⁽¹⁾モデルでは部材構成モデルの1次の固有モードを完全に再現しつつ、高次の固有モード精度も向上したため、既往のモデルに対し時刻歴応答波形、最大応答値の応答精度が向上したことが分かる。

5. まとめ

既往の、水平載荷解析時の変形を曲げせん断分離する等価質点系モデル化手法では、超高層建築物や柱梁以外の部材を有する場合、精度の良いモデル化が難しい。そこで、純曲げ載荷時の変形から直接曲げ剛性を求め、1次モードの固有周期とモード変位を完全に再現するようにせん断剛性を算出する新たなモデル化手法を提案した。提案手法は簡易な計算のみでモデル化可能で、建築高さや架構形式によらず高い応答精度を示す。1次~3次の固有周期及び刺激関数の精度が向上するため、地震特性によらず、低層建築物から固有周期帯の広い超高層建築物まで幅広く適用可能であり、本モデル化手法の有用性を示した。

参考文献はその1にまとめて記す。

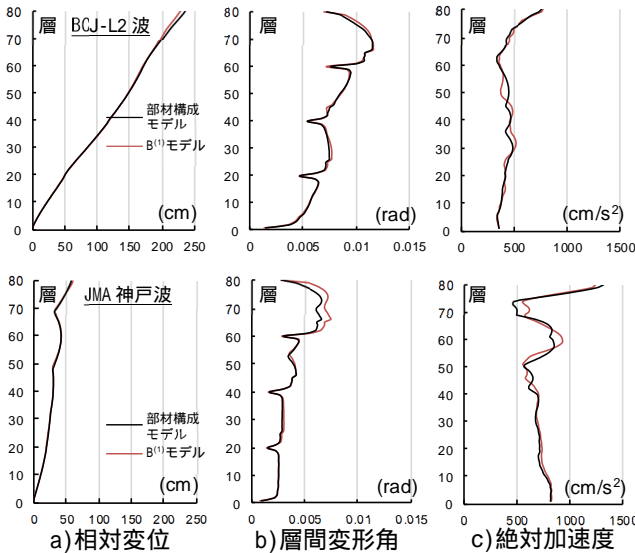


図2 BCJ-L2波、JMA 神戸波での最大応答 (400m モデル)

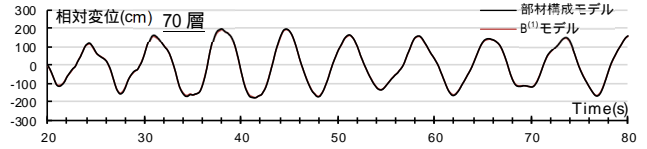


図3 BCJ-L2 波入力時の相対変位波形 (400m モデル)

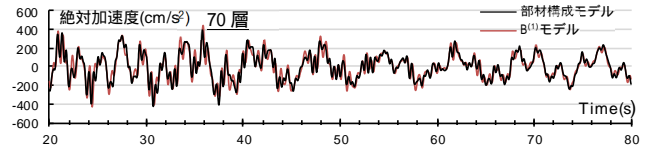


図4 BCJ-L2 波入力時の絶対加速度波形 (400m モデル)

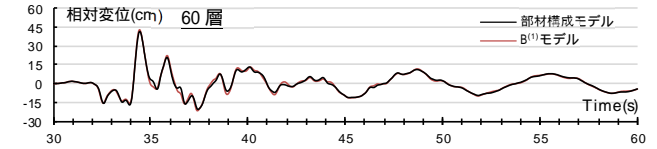


図5 JMA 神戸波入力時の相対変位波形 (400m モデル)

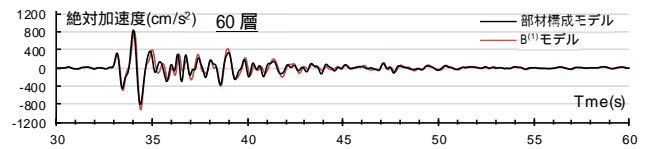


図6 JMA 神戸波入力時の絶対加速度波形 (400m モデル)

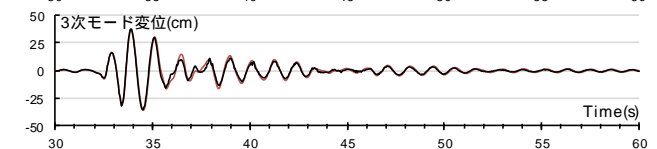
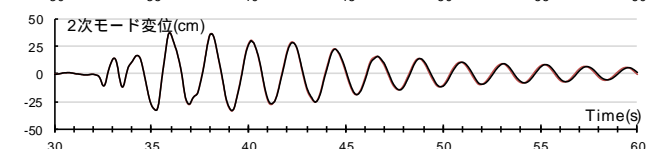
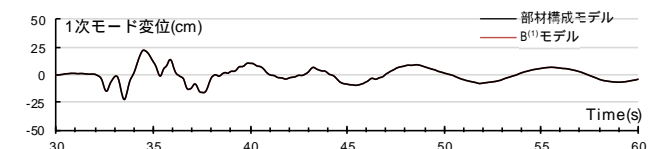


図7 JMA 神戸波入力時の一般化変位 (400m モデル)

*1 (株)竹中工務店 エンジニアリング本部

*1 Engineering Dept., Takenaka Corporation

*2 東京工業大学 未来産業技術研究所

*2 FIRST, Tokyo Institute of Technology