

工学院大学新宿校舎の地震応答特性の評価に関する研究

D2-04034 島村 賢太

工学院大学新宿校舎 立体フレームモデル 地震応答特性

1.はじめに

工学院大学新宿校舎の図 1 中に示すような質点系モデルについては、既往の研究により、モデル化されている。

せん断モデルは構造計算書を基に作成されたモデルで、曲げせん断モデルは昨年度の微動観測記録を基に作成されている¹⁾。しかし、地震観測記録と質点系モデルの解析結果を比較すると、明確な一致が見られない。

そこで、本研究では質点系モデルに代わり、図 1 右に示すような大学棟（高層棟を指す。中層棟は対象外としている。）の立体フレームモデルによる解析を行い、地震応答特性を評価することを目的としている。

2.研究の流れ

解析に必要な大学棟の立体フレームモデルを作成する。次に固有値解析を行う。解析結果を構造計算書²⁾、質点系モデル解析結果、大学棟の微動観測記録と比較・評価し、モデルの妥当性を検討する。そして、地震応答解析（弾性）を行う。解析結果を地震観測記録、質点系モデル解析結果と比較し、地震応答特性を評価する。

3.大学棟立体フレームモデルの作成

3.1 立体フレームモデルの作成

SNAP を使って立体フレームモデルを作成した。モデルは剛床を仮定・基礎固定とする。また、床スラブの剛性を合成梁と評価し³⁾、柱梁接合部を剛域として入力した。合成梁と剛域を考慮し、4 つのモデルを作成した。合成梁・剛域無しのモデルを E1、合成梁無しで剛域有りのモデルを E2、合成梁有りで剛域無しのモデルを E3、合成梁・剛域有りのモデルを E4 とする⁴⁾。

3.2 固有値解析

モデルの妥当性を検討するため、固有値解析を行った。それぞれの固有周期を表 1、固有モード図を図 2 に示す。それぞれのモデルの固有周期を比較すると、E4 が観測記録に近い。モード図を比較すると、2 次モードでは E4 が質点系に比べ観測記録に近い。

4.地震応答解析(弾性)

4.1 入力地震波

新潟県中越地震、千葉県北西部地震の大学棟の 1 階で観測された加速度波形を入力地震波とし地震応答解析を行った。解析条件は NS 成分、EW 成分の 2 成分同時入力、地震観測記録に合わせ 271 秒間とする。入力地震波の時刻歴加速度波形とフーリエスペクトルを図 3 に示す。

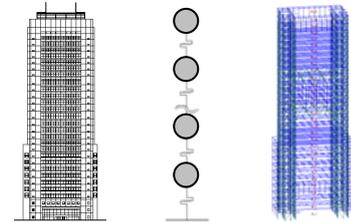


図 1 左：大学棟 中：質点系モデル 右：立体モデル

表 1 固有周期

モデル種別	合成梁	剛域	固有周期				ねじれ
			NS		EW		
			1次	2次	1次	2次	
構造計算書	○	×	3.31秒	1.08秒	3.14秒	1.08秒	-
せん断モデル	○	×	3.30秒	1.30秒	3.14秒	1.19秒	-
曲げせん断	○	×	3.02秒	1.02秒	2.96秒	1.10秒	-
立体モデル (本研究)	E1	×	3.51秒	1.13秒	3.39秒	1.17秒	2.5秒
	E2	○	3.04秒	0.98秒	3.03秒	1.04秒	2.5秒
	E3	×	3.14秒	1.01秒	3.03秒	1.06秒	2.2秒
	E4	○	2.75秒	0.89秒	2.71秒	0.94秒	1.9秒
微動観測記録			2.75秒	0.85秒	2.63秒	0.87秒	1.8秒

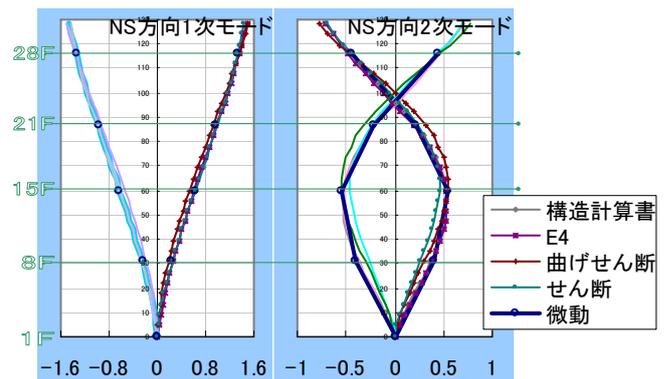


図 2 固有モード図

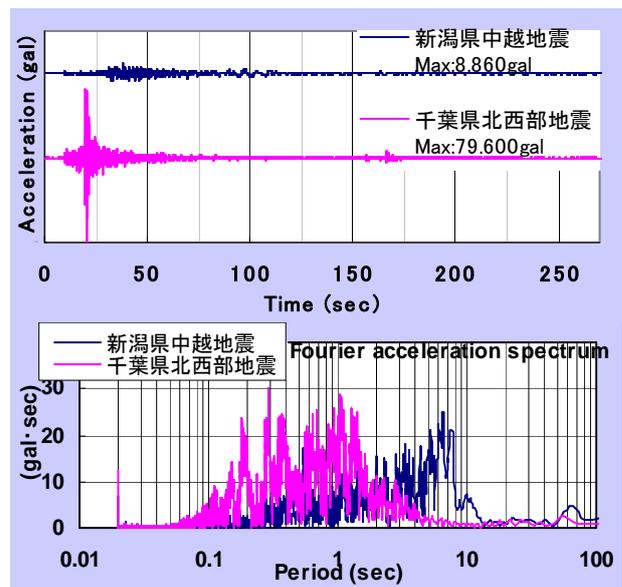


図 3 1 階 EW 方向加速度波形・フーリエスペクトル

減衰は初期剛性比例型で $h=0.01$ とする。立体フレームモデルは固有値解析結果が微動観測記録と近い E4 を使用する。

4.2 地震応答解析結果

ここでは千葉県北西部地震の解析結果を示す。時刻暦波形を観測記録に重ねて図4に示す。加速度波形で観測記録とモデルの応答の最大値を比較すると、観測記録が 58gal、E4 が 54gal、曲げせん断モデルが 42gal、せん断モデルが 36gal となり、E4 と観測記録が近い。また 25 秒付近の波形を比較すると、曲げせん断モデル・せん断モデルは観測記録と位相のずれも大きく、一致しない。しかし、E4 は位相のずれも少なく、観測記録に近い。

変位波形で観測記録とモデルの応答の最大値を比較すると、各モデル甲乙つけがたいものとなっている。しかし、75 秒から 125 秒付近の後続波形を比較すると、曲げせん断モデル・せん断モデルは波形の崩落形状が一致しないが、E4 は崩落形状に近い。

応答がどのような周期成分を持っているか比較するため、図5にフーリエスペクトルを示す。卓越周期が1次周期で、せん断モデルが約 3.1 秒、曲げせん断モデルが約 2.9 秒、E4 が約 2.8 秒、観測記録が約 2.8 秒となる。2次周期をみると、せん断モデルが約 1.15 秒、曲げせん断モデルが約 1.1 秒、観測記録が約 0.9 秒、E4 が約 0.9 秒とる。卓越周期を比較すると、せん断モデル・曲げせん断モデルでは観測記録と一致しないが、E4 は観測記録と一致する。

千葉県北西部地震の応答で、曲げ変形が出ているのかを検討する。29 階の南側と北側の点の、UD 成分の変位波形を比較する(図6)。南側と北側を比較すると、位相が逆なため、曲げ変形が確認できる。

5.まとめ

- 各モデルの固有周期を比較すると立体フレームモデルの固有周期が微動観測記録に近いことが確認できた。
- 弾性範囲内における応答解析を行った結果、質点系モデル解析結果より立体モデル解析結果の方が観測記録に近いことが確認できた。

今後の課題としては、より等価な立体フレームモデルの作成や、立体フレームモデルによる制震補強の検討などが挙げられる。

参考文献

- 2 棟の超高層建築を連結した制震構造の地震応答解析に関する研究 工学院大学 2006 年度卒業論文
- 工学院大学新宿校舎構造計算書
- 日本建築学会：RC 設計指針
- 工学院大学新宿校舎の地震応答特性の評価と制震補強に関する研究 工学院大学 2007 年度修士論文

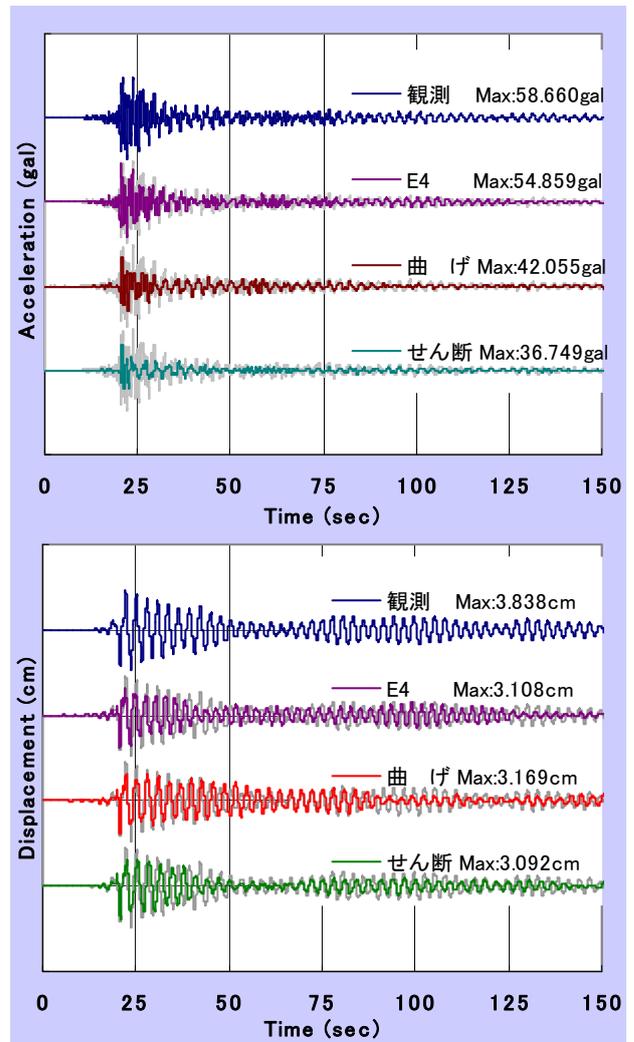


図4 千葉県北西部地震解析結果(29階 EW 方向)
上：加速度波形 下：変位波形

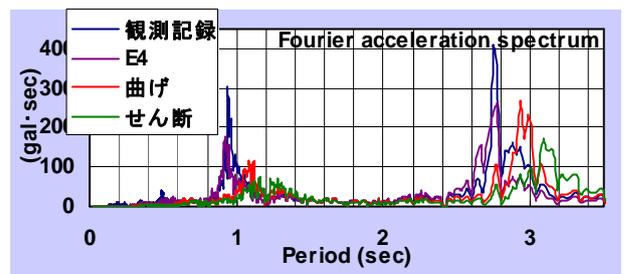


図5 応答のフーリエスペクトル

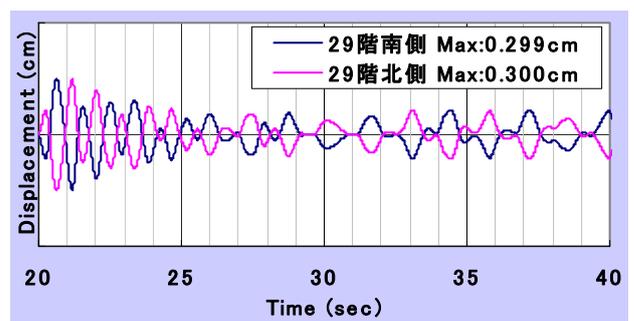


図6 曲げの確認