

地震応答解析による市役所庁舎の地震被害への地盤の影響の考察

前橋工科大学大学院 学生会員 水出有紀
前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1. はじめに

本研究では1995（平成7）年兵庫県南部地震で被害を受けた市役所庁舎を事例として挙げる。この建物は地盤条件変化点にあり、地震によって大きな被害を受けた。その被害機構を推定するとともに、地震応答解析を用いてこれを確認する。

2. 市役所庁舎の構造および被害の概要¹⁾

(1) 構造概要

本建物は神戸市中央区の、いわゆる「震災の帯」と呼ばれる激震地域にあった。1971年の建築基準法・同改正令以前の1955年に設計、1957年に施工された地上8階、地下1階、塔屋4階の本建物は、地階から5階柱脚部（5階+1.35m）までをSRC造、それ以上をRC造によってつくられている。

(2) 被害概要

地震による主な被害は6階部分の層崩壊である。さらに、層崩壊した階の上層階（7階以上）が、北側に約1.5m、東側に少し変位を生じたのも、被害の大きな特徴である。

(3) 地盤概要

1885年旧版地形図に地震発生当時の本建物の位置を示すと、建物の長軸方向と斜めに、自然堤防と盛土地の境界部分が交わっており、地盤のいわゆる剛性変化点に建物があることがわかる。付近で調査された土質柱状図によると、自然堤防部分に比べて盛土地部分では、砂礫層の下に軟弱粘性土層が含まれており、このような地盤は地震時にその揺れを増幅させるなどの作用をもたらすことがある。また層崩壊した階の上層階（7階以上）が

変位した方向は、自然堤防と盛土地の境界部分に沿った地盤の動きの反作用の方向とほぼ一致している。このことは付近で測定された常時微動測定結果からも確認できる。常時微動測定結果によると、自然堤防部分に比べて盛土地部分ではその振幅が大きいこと、さらに盛土地部分のみをみると、EW方向よりもNS成分のほうがその振幅が大きく、このことは、自然堤防に比べて盛土地のほうが地震時にも揺れやすく、さらに盛土地側では、境界部分に沿ったNS方向の地盤の動きが大きくなることを示していると推定できる。

(4) 構造および被害の概要による被害機構の推定

以上から、地震時に市役所庁舎建物は6階部分に力が集中して層崩壊被害が生じたためにこの付近に剛性変化点が存在したこと、さらに自然堤防と盛土地の境界部分

表1 物性値（土層）

土層	ポアソン比	単位体積重量 (t/m ³)	初期せん断 弾性係数(MPa)	初期 減衰定数(%)
砂層	0.49	1.6	12,000	5
砂礫層	0.49	1.8	18,000	5
軟弱粘性土層	0.49	1.3	9,000	5
礫層	0.20	2.1	19,000	5

表2 物性値（ビーム要素）

	構造 種別	階	ポアソン 比	せん断弾性 係数(Mpa)	断面積 (m ²)	断面二次 モーメント(m ⁴)	初期減衰 定数(%)
柱	S	B1F	0.2	158,400	0.170	0.0970	2
	R	1F～4F	0.2	128,000	0.110	0.0410	2
	C	5F	0.2	115,000	0.087	0.0324	2
		5F	0.2	115,000	0.087	0.0264	2
	R	6F	0.2	99,000	0.065	0.0149	2
	C	7F	0.2	91,000	0.055	0.0108	2
		8F	0.2	84,000	0.047	0.0076	2
梁	SRC	全階	0.2	61,000	0.065	0.0059	2
	RC	全階	0.2	61,000	0.055	0.0037	2

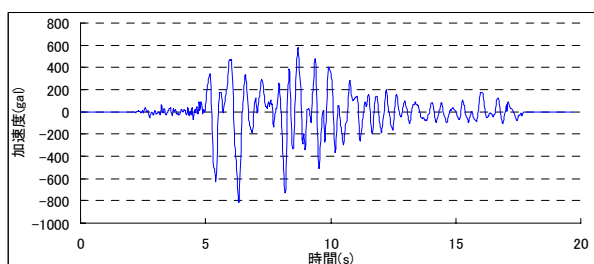


図1 入力波形（JMA神戸，NS成分）



図2 市役所庁舎のモデル化

キーワード 地盤条件，地震被害，市役所庁舎，地震応答解析

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 Tel:027-265-7342 E-mail:nasu@maebashi-it.ac.jp

に沿って卓越した NS 方向の動きが、層崩壊した階の上層階に北側に変位をもたらしたことが推定される。

3. 地震応答解析

(1) 地震応答解析の手法

本研究では地震応答解析に「micro FLUSH」²⁾³⁾を使用する。また入力する地震波は図 1 に示す JMA 神戸で観測された NS 成分を用いるものとする。また土層の物性値に表 1 を用い、さらにひずみ非線形性を用いた。ビームの物性値には表 2 を用いた。

(2) 市役所庁舎のモデル化

今回は、地盤条件変化点に着目して図 2 のように市役所庁舎のモデル化を行った。ここで地盤条件変化点の有無が、モデル化した建物の変位および加速度にどのような影響をもたらすかを知ることを目的とした。

(3) 解析結果

図 3 に加速度の解析結果を、図 4 に相対変位の解析結果、図 5 に層間変形角を示した。これらはみな建物北端部の RF (屋上部) において最大変位を生じた時間における結果を示したものである。図 3 をみると、層崩壊した 6 階部分 (99.6m 付近) で大きく急変していることがわかる。図 4 をみると地盤条件変化点が存在するモデルでは深度 70m 付近で変位が急増しており、図 4 から層間変形角を求めたのが図 5 であるが、これによると地盤条件

変化点の有無によらず、層崩壊した 6 階までに比べてそれ以上の階では変形量は減少しており、6 階部分が最大になっていることから、この部分が構造上の弱点になっていたことが考えられる。また地盤条件変化点の有無による違いをみると、地盤条件変化点が存在しないモデルは 6 階部分以外にも層間変形角が急変する部分が複数あるものの、地盤条件変化点が存在するモデルでは層崩壊した 6 階部分にのみ集中しているため、より弱点部分に影響を及ぼしやすいモデルとなっていることがわかる。図 6 にはメッシュ変位図を示したが、いずれも北方向 (盛土地側) に変位を生じていることがわかる。

4. まとめ

地震被害を受けた市役所庁舎について地震応答解析を行ったが、実際の現象と類似する結果がいくつか得られた。まず、上層階の最大変位の方が実被害と同様に北方向であったこと、また層崩壊した 6 階部分では加速度や層間変形角が急増しており、この部分に集中している傾向がみられること、層間変形角においても地盤条件変化点の存在により、層崩壊した 6 階部分に特に集中していることが確認される。

終わりに、解析を行うにあたりお世話になりました地震工学研究所の関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 那須誠, 水出有紀, 大場恒彦: 地盤条件変化点における建物の地震被害への地盤の影響の考察, 第 27 回地震工学研究発表会, 2003.
- 2) (株) 基礎地盤コンサルタンツ編: Flush Complex マニュアル, 2000.
- 3) 地震工学研究所編: micro FLUSH マニュアル, 1999.

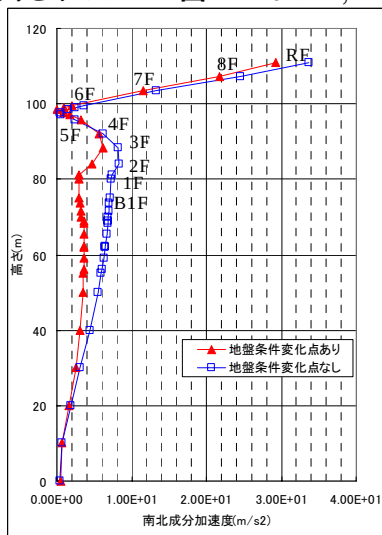


図 3 加速度解析結果 (絶対値)

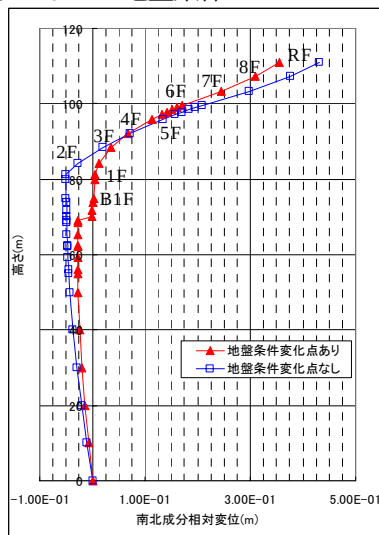


図 4 相対変位解析結果

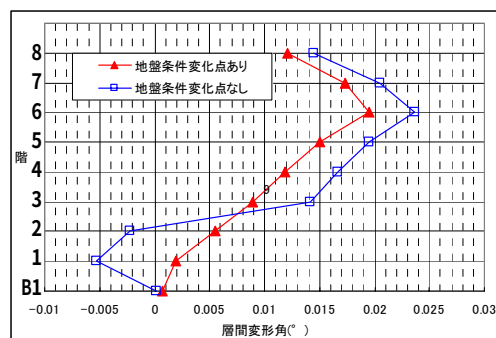
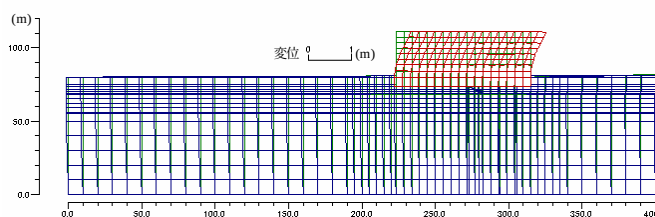
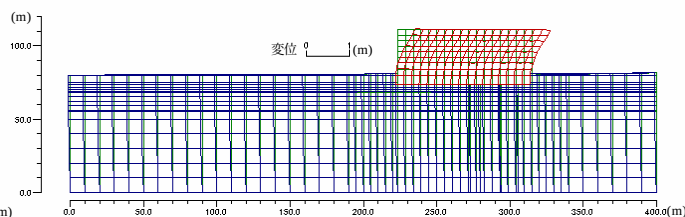


図 5 解析結果層間変形角



(a) 地盤条件変化点あり



(b) 地盤条件変化点なし

図 6 メッシュ変位図