

中国上海市の震災危険度の評価（その2） 液状化発生及び建物倒壊の推定

豊橋技術科学大学 学生員 ○山川 明宏
豊橋技術科学大学 正 員 粟林 栄一
豊橋技術科学大学 正 員 新納 格
豊橋技術科学大学 学生員 京久野 涉

1. はじめに

中国上海市は、長江下流三角州の東端に広がる海拔2～5mの平坦な平野にある。上海市のなかでも上海市の中心地区上海市区は、過密の状態にある（人口698.3万人。面積351.1km² 1985年）。地盤は、地下水位が高く、厚い沖積層で被われている。さらに煉瓦造の建物が大部分を占める。そこで、地震に対する耐災性が低いと考えられる上海市区において、地震動による建物倒壊の推定は、確率論的手法による応答スペクトルを用いたモーダルアナリシスから得られる層間部材角により行い、これを試算し、また地震動加速度の観点から液状化の可能性について考察した。

2. 建物の概要と分類¹⁾

上海市には解放前（1949年）建設の建物が多い。そして代表的な建物として、次の3つの住宅を形式別にあげることができる。

- (1) 旧式里弄住宅 : 2階建長屋、床木造、外壁煉瓦造、内部木造の混合構造住宅、解放前建設。
- (2) 新式里弄住宅 : 基本的には、旧式里弄住宅を3階建にしたものであるが外壁、内部とも煉瓦造。解放前建設。
- (3) 新村の住宅 : 解放後建設の住宅団地、床プレキャストコンクリート。

これら3形式の住宅の延べ床面積の合計は、上海市区の全住宅の延べ床面積のおよそ9割を占める²⁾。図-1に旧式里弄住宅の概要を示す。

3. 方法

(1) 最大地震動加速度と加速度応答スペクトル

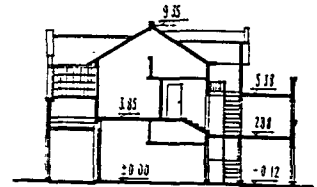
地震発生回数をマグニチュードに対して、Gutenberg-Richter式で仮定し、経時的な地震発生をポアソン過程と考える。この式のパラメータの推定には、最小二乗法を用いた。また最大地震動、加速度応答スペクトルの距離減衰式として、土木研究所報告第166号の3種地盤に対するものを用いた。

(2) 建物倒壊の推定

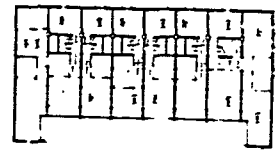
各住宅をせん断質点系とし、基礎の移動、回転は考慮しないものとする。再現期間100年に対する応答スペクトルを、水平1方向からの入力として線形応答スペクトル解



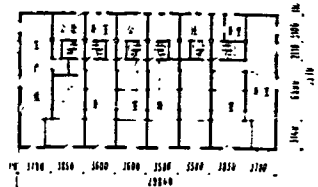
(a) 立面図



(b) 断面図



(c) 2階平面図



(d) 1階平面図

(出典) 上海市房屋管理科学技术研究所“旧住宅改造”組
“論旧住宅利用与改造”（『建築学報』1984年第3期）

図-1 旧式里弄住宅概要

析を行い、各階の層間部材角を試算した。

4. 試算結果と考察

確率論的手法による再現期間100年に対する最大地震動加速速度の期待値は、40gal程度になる。

またこのときの応答スペクトルを図-2に示す。

液状化は、地震動加速度が80~250gal以上の場合に発生する³⁾。このことより上海市区では、地盤条件は悪いが、地震動加速速度の期待値40galのもとでは、液状化は生じない。また地震動加速度が80galの地震は、再現期間100年に対して超過確率3%となり、液状化の可能性は低い。

建物の応答スペクトル解析の試算例を表-2に示す。上記3形式の住宅において、層間部材角が1/100以上生じた場合倒壊するものとすれば、再現期間100年の応答スペクトルの期待値に対して、倒壊することはないと言える。

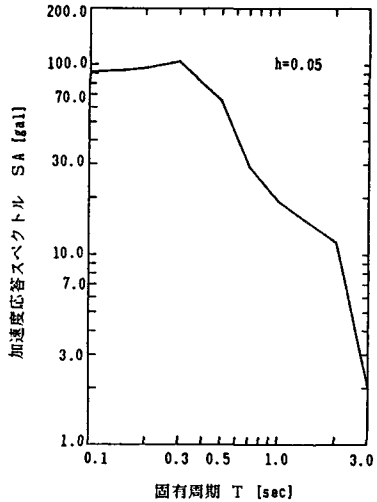


図-2 再現期間100年に対する加速度応答スペクトル

参考文献)

- 1) 大阪市立大学経済研究所編：世界の大都市② 上海 1986 東京大学出版会
- 2) 上海統計局編：上海統計年鑑1986 上海人民出版社、1986
- 3) 栗林、龍岡、吉田：明治以降の本邦の地盤液状化履歴、土木研究所彙集 第30号、1974

表-2 各住宅の層間部材角

モード	1	2
周期 [s]	3.327	1.247
階	1	2
層剛性 [t/cm]	0.395	0.2237
質量 [ts ² /cm]	0.0264	0.0160
層間部材角	1/670	1/960

(a) 旧式里弄住宅

モード	1	2	3
周期 [s]	0.105	0.042	0.029
階	1	2	3
層剛性 [t/cm]	1097	1027	887
質量 [ts ² /cm]	0.0904	0.0682	0.0447
層間部材角	1/24740	1/23870	1/36250

(b) 新式里弄住宅

モード	1	2	3	4	5	6
周期 [s]	0.132	0.045	0.028	0.021	0.019	0.017
階	1	2	3	4	5	6
層剛性 [t/cm]	5361	5361	5361	5361	5361	5361
質量 [ts ² /cm]	0.1610	0.1610	0.1610	0.1610	0.1610	0.1610
層間部材角	1/18550	1/21490	1/23690	1/28510	1/37230	1/89550

(c) 新村の住宅