

地震動強度からみた住宅地域の焼失危険度評価

豊橋技術科学大学 学生員 ○飯吉 勝巳
 同上 正員 新納 格
 同上 正員 紺野 昭
 同上 正員 栗林 栄一

1. はじめに 地震時の出火は振動による火気器具の転倒・周囲の可燃物の落下、衝突によって起こり、これらの現象の度合は地震動強度の強さによるものと考えられる。本研究は世界屈指の過密都市である上海市を対象に住宅倒壊危険度及び室内危険度を地震動強度の強さの指標として、出火率を算定し、住宅地域の焼失危険度を評価したものである。

2. 住宅倒壊率及び室内危険度の推定

(1) 地震動強度の推定

過去の地震データを用いてGutenberg-Richterの式から地震発生回数とマグニチュードの関係を仮定し、地震発生がポアソン過程にしたがうと考え、川島らの距離減衰式¹⁾を用いて、発生頻度別に3種地盤の地表面加速度応答スペクトルを求めた。また地盤を堆積年代順に分類し(図-1)、各地盤の伝達関数を用いて地表面加速度応答スペクトルを決定した。図-2に発生頻度③の地表面加速度応答スペクトルを示す。

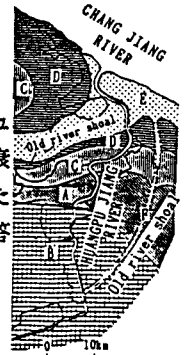


図-1 上海市地盤状況

(2) 住宅倒壊率の推定

上海市の住宅の約9割を占める3形式の住宅(旧式里弄住宅、新式里弄住宅、新村の住宅)をせん断質点系にモデル化し、各発生頻度区分の地盤別加速度応答スペクトルを入力値として減衰定数5%での応答スペクトルによるモード解析を行った。住宅の倒壊は応答層間変位が限界応答層間変位を越えた場合に起こると定義して、発生頻度を考慮した住宅倒壊率を求めた。計算結果を表-1に示す。

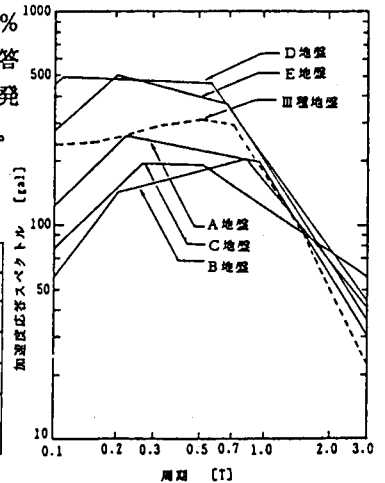


図-2 発生頻度③の加速度応答スペクトル

(3) 室内危険度の推定

数量化理論Ⅱ類を用いて、最大加速度応答が式(1)で示されるロッキング限界加速度²⁾を越える確率を地盤、階数、発生頻度、剛体の高さ $g:980\text{cm/sec}^2$ と奥行き H の比の各要因に対して求め、室内危険度とした。計算結果を表-2に示す。

表-1 住宅倒壊率

地盤	旧式里弄住宅	新式里弄住宅	新村の住宅
A地盤	1.24	1.34×10^{-3}	6.65×10^{-2}
B地盤	1.40	2.61×10^{-6}	2.03×10^{-3}
C地盤	5.06×10^{-1}	4.16×10^{-5}	4.81×10^{-3}
D地盤	5.32	9.06×10^{-1}	1.89
E地盤	5.68	1.17×10^{-1}	1.83
3種	3.51	8.87×10^{-2}	2.03×10^{-1}

(単位: %)

表-2 室内危険度

$$A_0 = B/H \times g \quad (1)$$

A_0 : ロッキング限界加速度

B : 剛体の奥行き

H : 剛体の高さ $g:980\text{cm/sec}^2$

3. 焼失危険度の推定

(1) 前提条件

住宅形式	階数	ロッキング確率 (%)					
		A	B	C	D	E	3種
旧式里弄住宅	2	1.88×10^{-3}	1.63×10^{-4}	2.44×10^{-4}	2.12	0.686	0.196
	2	2.42×10^{-5}	1.13×10^{-6}	1.86×10^{-6}	0.193	4.57×10^{-2}	0.123
新式里弄住宅	3	4.36×10^{-6}	3.09×10^{-5}	4.93×10^{-5}	0.965	0.276	0.302
	2	7.73×10^{-5}	8.80×10^{-6}	3.89×10^{-6}	0.267	7.37×10^{-2}	0.302
新村の住宅	3	8.98×10^{-4}	6.96×10^{-5}	1.06×10^{-4}	1.44	0.438	0.662
	4	3.92×10^{-3}	3.97×10^{-4}	5.68×10^{-4}	3.14	1.10	0.662
	5	1.56×10^{-2}	1.93×10^{-3}	2.72×10^{-3}	6.19	2.59	0.662
	6	2.37×10^{-2}	3.25×10^{-3}	4.37×10^{-3}	7.48	3.32	2.001

- 1) 地震発生時刻を冬季の午後6時とした。風向は冬の卓越風である北とし、風速は火事場風を考慮して12m/sとした。
- 2) 上海市区を住宅地域と空地（農地、公園等）とに分類し、延焼の対象を住宅地域とした。
- 3) 出火は出火危険性の高い旧式里弄住宅のみ考えた。簡屋、棚戸は延焼のみについて考慮した。
- 4) ブロックは幅員20m以上の道路、線路、河川、農地、公園等に囲まれた地域とした。（図-3）
- 5) 1つでも出火点があればそのブロックは焼失する
- 6) 木造建蔽率が10%未満の住宅地域では延焼しない
- 7) 消火活動は考慮しない

表-3 出火率

地盤	出火率(%)
A地盤	0.1972
B地盤	0.2034
C地盤	0.1689
D地盤	0.3546
E地盤	0.3885

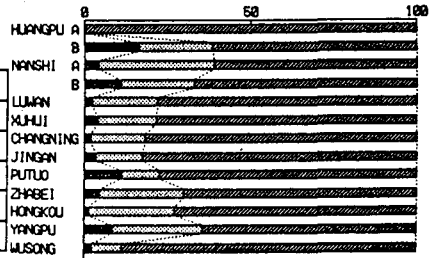


図-3 ブロック面積の割合
 ■ 面積40万㎡以上
 ▨ 面積20万㎡以上
 ▩ 面積20万㎡未満

表-4 焼失危険度

市区名	焼失率(%)	住宅地域焼失率(%)
黄浦区 A	2.05	7.89
黄浦区 B	18.48	35.21
南市区 A	40.68	42.30
南市区 B	9.33	22.61
卢湾区	23.21	25.67
徐汇区	14.10	20.88
长宁区	13.31	23.59
静安区	14.11	18.88
普陀区	20.92	34.49
闸北区	20.55	32.44
虹口区	23.50	32.13
杨浦区	19.78	26.10
吴淞区	19.36	33.21
闵行区	0.00	0.00
全体	18.23	27.18

(2) 焼失率の推定

地震時の出火は、式(2)より住宅倒壊率から推定し³⁾、出火

$$P = (6.05 \times 10^{-3} \times \delta + 8.31 \times 10^{-5} \times \exp(7.5 \times \delta)) \times (1 - \delta) \times \alpha \beta \quad (2)$$

P: 出火率 δ: 倒壊率 α: 火気使用率 β: 季節係数

点数を求めた(表-3)。ブロックを焼止り出火領域と延焼突破領域に分類し、焼止り条件と出火点の生起確率から風下ブロックに延焼突破しない確率(焼止り確率)を算定した。ブロック内の焼失率(C)は自己焼失のない確率(A)と焼止り確率(B)から式(3)を用いてを計算し、住宅地域の焼失率はブロック焼失面積の和とブロック面積の和から求めた。焼失率を表-4及び図-4に示す。

$$C = 1 - A \times B \quad (3)$$

4. 結論

- 1) 出火率は住宅倒壊率の大きいD, E地盤で高くなった,
- 2) 上海市区の住宅地域の焼失率は27.18%となった,
- 3) 住宅地域の焼失率は最大で南市区Aの42.30%、最小で黄浦区Aの7.89%となった,
- 4) 焼失危険度はブロック面積により概ね決定される, 焼失危険度の高い南市区Aにおいては幅員20m以上の道路などの空地によって、ブロックを細分化し焼失率の低減を図る必要がある。

参考文献

- 1) 川島一彦他: 最大地震動及びスペクトルの距離減衰式, 土木研究所報告, 第166号, 昭和60年9月。
- 2) 石山祐二: Criteria for Bodies by Earthquake excitations, 日本建築学会論文報告集, No317, PP1-14, 1982
- 3) 建設省都市局: 「防災都市建設計画調査」防災アセスメント手法編, 昭和53年3月。

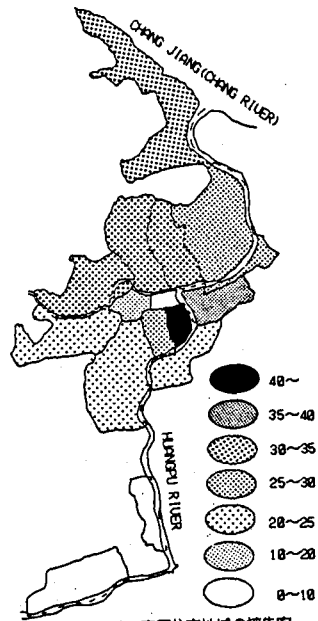


図-4 市区住宅地域の焼失率