

地震時における木造家屋の被害分析

和歌山高専 正 市原松平
中部工大 正〇山田公夫

1 まえがき

わが国の東海沿岸には過去100年近くの間、大地震が発生していない、いわゆる地震活動の空白域があり、近い将来この区域に $M=8.0$ 程度の大規模な地震の発生可能性があると言われている。将来の地震に対する都市の防災計画や復旧対策等の立案、耐震性の強化のために構造物の被害に関する研究は重要である。最近、都市の重要な生命線であるライフラインの被害に関する研究が活発に行われているが、木造家屋も過去の地震によって、たびたび被害をうけ、人々は尊い生命や財産を失ってきた。現在わが国で建てられている専用住宅は木造の比率が以前よりも減少しているといえども、なお既存の住宅全体に占める木造家屋の割合は多い。

この研究は地震時における木造家屋の被害予測のために、過去の地震による木造家屋の被害分析を行って、定量的な被害予測モデルを得ようとするものである。被害分析は1923年の関東地震による東京市の被害に対して行った。この理由は地震による被害資料や地形・地盤等の資料が他の地震や他の都市とくらべてはるかに豊富なためである。

2 関東地震による東京市の木造家屋の被害とその分析

松沢が調査した関東地震による旧東京市内の各区ごとの町名別の木造家屋の被害も東京市役所発行の当時の東京市各区分別の戸数統計と東京市15区全国を用いて、町名別に全壊率（全壊戸数/全戸数）と半壊率（半壊戸数/全戸数）を求め、被害の分布を示したものが図-1（全壊率）と図-2（半壊率）である。この全・半壊率の算定にあたって、非住家は除いた。これらの図からあきらかに、木造家屋の被害は沖積低地や洪積台地が河川によって侵食された河谷低地でも発生しており、特に河川周辺地区ではその被害が大である。

木造家屋の被害分析のために、図-1、図-2に示すように、旧東京市を1km×1kmのメッシュに分割し、上述のようにして求めた町別の全壊戸数、半壊戸数ならびに全戸数をメッシュ別に算定し直し、メッシュごとに全壊率ならびに半壊率を求めた。これらを目的変数とし

表-1

区	カテゴリー	全壊数の和		半壊数の和		全戸数の和		全壊率		半壊率	
		区	町	区	町	区	町	区	町	区	町
東 区	$x < 0.125$	1591	1403	220087	0.72	0.64					
	$0.125 < x \leq 0.175$	2297	2065	191014	1.20	1.08					
	$0.175 < x \leq 0.225$	5787	5045	163091	3.55	3.09					
	$0.225 < x$	2587	2489	50206	5.15	4.96					
神 戸 区	沖積層・洪積層	1668	9192	37722	2.57	2.43					
	沖積層・洪積層	262	220	16350	1.60	1.35					
	沖積層・洪積層・河谷低地	1001	375	74012	2.94	1.10					
	洪積層・河谷低地	1147	1050	14456	0.79	0.73					
神 戸 区	洪積層	184	165	3724	0.34	0.31					
	$x < 5$	8931	8083	369905	2.41	2.19					
	$5 < x$	3331	2919	254495	1.31	1.15					
	$x < 10$	3700	2640	77866	0.98	0.70					
神 戸 区	$10 < x < 20$	301	1330	97345	0.93	1.37					
	$20 < x$	7661	6832	149187	5.14	4.58					
	砂質土	7868	7419	216241	3.61	3.40					
	粘性土	2916	1914	273292	1.07	0.70					
土 区	砂質土・粘性土	1478	1669	132863	1.11	1.28					
	埋立・河川	1169	1269	75531	1.54	1.67					
	埋立	928	646	40904	1.54	1.58					
	河川	7224	5963	215210	3.36	2.77					
地 区	その他	3241	3124	292453	1.11	1.07					

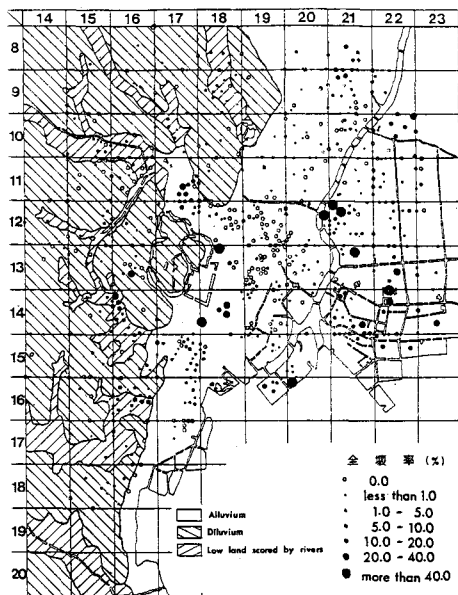


図-1

て、以下に示す7つの要因も説明変数として、数量化理論I類によって、全壊率ならびに半壊率に対する被害分析を行った。分析に際して、目的変数の数量は対数で表わした。分析に用いた説明変数は①震度、②地盤種別、③N値、④沖種層厚、⑤土の種類、⑥地形、⑦メッシュ内の総戸数の7つである。各要因のカテゴリーは表-1に示す。また、表-1には各要因ごとにカテゴリー別に整理した木造家屋の全壊率(%)と半壊率(%)を示す。

3 数量化理論による分析結果

被害分析結果も表-2(全壊率の結果)、表-3(半壊率の結果)に示す。表中のカテゴリースコアは各要因のカテゴリースコアから、その要因のカテゴリースコアの平均値を差し引いたもので、プラスの場合には平均値に加算され、被害を大きくする方向に、マイナスの場合には被害を下げる方向に働くことも示している。また、各要因のレンジはカテゴリースコアの最大値と最小値の差であり、この値が大きい要因ほど木造家屋の被害に与える影響が大きいことも示す。すなわち、地震時における木造家屋の被害には沖種層の厚さが最も大きく影響しており、ついで、地盤種別、震度の順に効いていることがわかる。一方、N値や家屋の密集度は被害に対して直接的にそれほど大きく影響していないという結果がえられた。被害に対して影響度の大きい要因について考えると、沖種層厚が20mをこえると急激に被害が増すことも示している。また、地盤については沖種層のみで占められている場所よりも沖種層と洪種層あるいは河谷低地が複雑に入りくんだところで被害が大きくなる傾向がある。震度については、その値が大きいところほど、被害は大きくなることも示している。(参考文献) 松沢：震災予防調査会報告、第100号、甲。

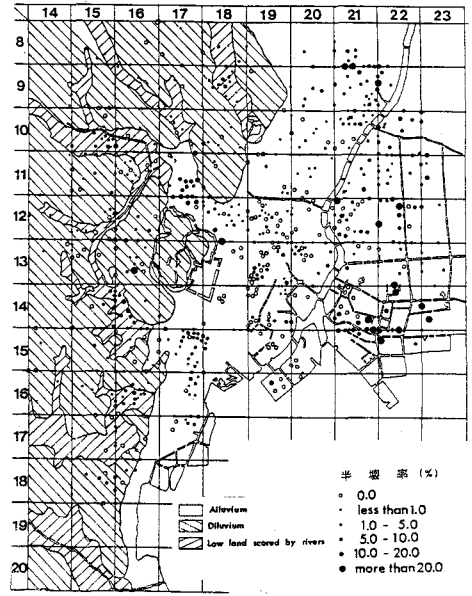


図-2

表-2

数量化理論による全壊率の分析結果

Item	Category	Category score	Score diagram	Range
Seismic coefficient (k)	$k \leq 0.125$	-0.1124		0.5762 (3)
	$0.125 < k \leq 0.175$	-0.0616		
	$0.175 < k \leq 0.225$	0.1415		
	$0.225 < k$	0.4638		
Geological constitution of the ground	Alluvium	0.0977		0.6714 (2)
	Alluvium and Diluvium	0.2635		
	Alluvium, Diluvium and Low land	0.3854		
	Diluvium and Low land	-0.1792		
Mean values of N to depth of 5 meters	Diluvium	-0.2860		0.0434 (7)
	$N \leq 5$	0.0162		
	$5 < N$	-0.0272		
	$N \leq 10$	-0.1593		
Thickness of alluvium, N (m)	$10 < N \leq 20$	-0.1871		0.8340 (1)
	$20 < N$	0.6509		
	Sand	-0.2024		
	Clay and Silt	0.1159		
Type of soil	Clay and Sand	-0.0503		0.3222 (5)
	Reclaimed land along the River	-0.1560		
	Reclaimed land	0.0516		
	River side area	0.3111		
Topography	Other areas	-0.1781		0.4892 (4)
	$W \leq 5000$	0.0242		
	$5000 < W \leq 10000$	0.0265		
	$10000 < W$	-0.0921		
Total number of wooden houses in a mesh, N				0.1166 (6)

Multiple correlation coefficient = 0.7352
Average score = -0.1695
Each number in parentheses indicates rank.

表-3

数量化理論による半壊率の分析結果

Item	Category	Category score	Score diagram	Range
Seismic coefficient (k)	$k \leq 0.125$	-0.2592		0.7721 (3)
	$0.125 < k \leq 0.175$	-0.1135		
	$0.175 < k \leq 0.225$	0.0408		
	$0.225 < k$	0.6566		
Geological constitution of the ground	Alluvium	-0.3132		0.7986 (2)
	Alluvium and Diluvium	0.4652		
	Alluvium, Diluvium and Low land	0.4854		
	Diluvium and Low land	0.3394		
Mean values of N to depth of 5 meters	Diluvium	0.0531		0.0831 (7)
	$N \leq 5$	-0.0500		
	$5 < N$	-0.0504		
	$N \leq 10$	-0.2549		
Thickness of alluvium, N (m)	$10 < N \leq 20$	0.1358		0.9536 (1)
	$20 < N$	0.6587		
	Sand	0.1079		
	Clay and Silt	-0.1742		
Type of soil	Clay and Sand	-0.0590		0.4632 (5)
	Reclaimed land along the River	0.0748		
	Reclaimed land	-0.1011		
	River side area	0.2774		
Topography	Other areas	-0.1146		0.5785 (4)
	$W \leq 5000$	0.0136		
	$5000 < W \leq 10000$	-0.0722		
	$10000 < W$	0.0976		
Total number of wooden houses in a mesh, N				0.1498 (6)

Multiple correlation coefficient = 0.6859
Average score = -0.2308
Each number in parentheses indicates rank.