

和歌山高専 正市原松平
中部大学 正山田公夫

1. まえがき

この研究は地震時における水道管と木造家屋の定量的な被害分析によって得られた被害予測モデルを用いて、想定東海地震時(M=8.0)の名古屋市の水道管と木造家屋の被害予測を試み、これらの構造物の被害の大きさから市内の相対的な地震被害の危険度分布を示したものである。

過去の地震による水道管ならびに木造家屋の被害分析は分析に必要なデータが十分に整っている1923年の関東地震による旧東京市の被害を対象にした。被害の尺度は水道管では管体の平均被害率(水道管延長1km当りの管の破裂、折損、継手の抜きの個数)も、木造家屋では家屋の全被害率[(全壊戸数×1.0+半壊戸数×0.5)/総戸数]も考えている。これらの被害率は1km×1kmの広さを持つ地区単位で算定しているため、分析ならびに予測対象地域である旧東京市と名古屋市はそれぞれ1km×1kmのメッシュにあらがじめ分割された。被害分析は数量化理論I論を用いた。

2. 地震時における名古屋市の水道管と木造家屋の被害

表-1に地震時の水道管の被害分析結果を示す。この表のレンジの値の大きさからわかるように、地震時の水道管の被害には震度が大きく影響しており、次に地形、布設延長の順に被害に影響も及ぼしている。表-1のカテゴリースコアを用いて、想定東海地震時の名古屋市の水道管の被害予測を各メッシュごとに試みた。その結果、名古屋市全体で管体の被害個数は519個、水道管の総布設延長に対する市全体の管体の平均被害率は0.125個/kmと予想される。

表-2に地震時の木造家屋の被害分析結果を示す。この表のレンジの値の大きさからわかるように、地震時の木造家屋の被害に最も影響する要因は沖積層厚である。ついで、震度、地盤種類の順に影響も及ぼしている。表-2のカテゴリースコアから予想した想定東海地震時の名古屋市の木造家屋の推定被害戸数は市全体で6,360戸であり、市の総戸数に対する推定全被害率は1.2%である。

3. 水道管の被害と木造家屋の被害の関係

同一地区において、地震時の水道管の被害と木造家屋の被害との間にどの程度の関連があるかを知らるために、上述の被害予測から得られた名古屋市の同じメッシュ(全メッシュ数は348)の水道管の推定平均被害率と木造家屋の推定全被害率を明示したものが図-1である。図中の実線は回帰直線であり、両者の相関係数は0.43である。したがって、水道管の被害と木造家屋の被害の間には正の相関があり、水道管の平均被害率が高い地区は木造家屋の全被害率

表-1 水道管の被害分析結果

Item	Category	Category score	Score diagram	Range
Seismic coefficient (k)	$k \leq 0.125$	-0.0948	[Score diagram]	0.7609 (1)
	$0.125 < k \leq 0.175$	0.0006		
	$0.175 < k \leq 0.225$	-0.0024		
Geological constitution of the ground	Alluvium	0.1338	[Score diagram]	0.2667 (3)
	Alluvium and Silurian	-0.0136		
	Alluvium, Silurian and Low land	-0.1069		
	Silurian and Low land	-0.1210		
Mean values of H to depth of 5 meters	$H \leq 5$	0.0370	[Score diagram]	0.1393 (7)
	$5 < H \leq 10$	-0.0813		
	$10 < H$	-0.0637		
	Thickness of alluvium, H (m)	0.0348		
$10 < H \leq 20$	0.0368			
Type of soil	Clay and Silt	0.0623	[Score diagram]	0.2161 (6)
	Sand	-0.0150		
	Clay and Sand	-0.1557		
Topography	Reclaimed land along the River	0.2133	[Score diagram]	0.4056 (2)
	River side area	0.1590		
	Reclaimed land	0.1450		
	Other areas	-0.1827		
Length of water-supply pipe in a mesh, L (km)	$L \leq 5$	0.1698	[Score diagram]	0.3247 (3)
	$5 < L \leq 10$	0.0353		
	$10 < L$	-0.1049		

Multiple correlation coefficient = 0.8076
Average score = 0.1618
Each number in parentheses indicates rank.

表-2 木造家屋の被害分析結果

Item	Category	Category score	Score diagram	Range
Seismic coefficient (k)	$k \leq 0.125$	-0.1310	[Score diagram]	0.6443 (2)
	$0.125 < k \leq 0.175$	-0.0701		
	$0.175 < k \leq 0.225$	0.1338		
Geological constitution of the ground	Alluvium	0.0706	[Score diagram]	0.6055 (3)
	Alluvium and Silurian	0.1150		
	Alluvium, Silurian and Low land	0.2651		
	Silurian and Low land	-0.1023		
Mean values of H to depth of 5 meters	$H \leq 5$	-0.0234	[Score diagram]	0.0359 (7)
	$5 < H \leq 10$	-0.0925		
	$10 < H \leq 20$	-0.0344		
	Thickness of alluvium, H (m)	0.4002		
$20 < H$	0.0710			
Type of soil	Sand	-0.1023	[Score diagram]	0.2493 (5)
	Clay and Silt	-0.0333		
	Clay and Sand	-0.0333		
Topography	Reclaimed land along the River	-0.1233	[Score diagram]	0.4445 (4)
	Reclaimed land	0.0699		
	River side area	0.2183		
	Other areas	-0.1482		
Total number of wooden houses in a mesh, M	$M \leq 1000$	0.0652	[Score diagram]	0.1400 (6)
	$1000 < M$	-0.0014		
	$10000 < M$	-0.0949		

Multiple correlation coefficient = 0.7345
Average score = 0.0480
Each number in parentheses indicates rank.

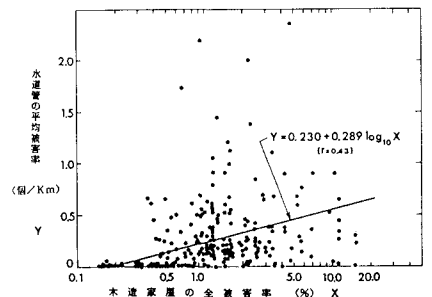


図-1 水道管と木造家屋の被害の関係

も高い傾向があると言える。
すなわち、これらの構造物の被害の大きさを、名古屋市の地震被害の危険度を表わすことができると思われる。

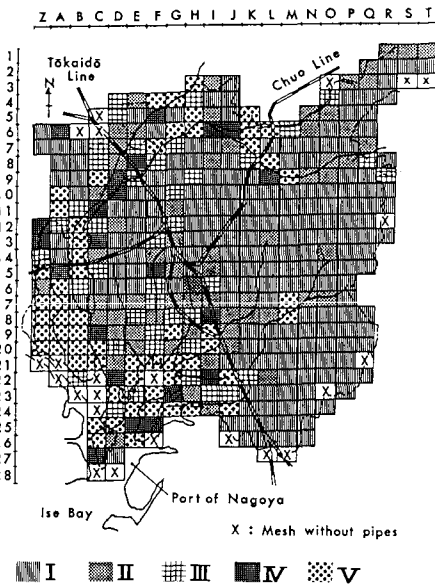


図-2 水道管の被害の危険度分布

4. 名古屋市の地震被害の危険度分布

名古屋市の地震被害の危険度も表わすために、上述の被害予測により、得られた市内の各メッシュの水道管の推定平均被害率および木造家屋の推定全被害率も、市全体の水道管の推定平均被害率(0.125個/km)および木造家屋の推定全被害率(1.2%)とそれぞれ除し、得られた被害率の比 R_d の大きさで、水道管と木造家屋の地区別の危険度もそれぞれ次の5段階に示した。

- 危険度 I : 被害は小さい ($R_d < 0.5$)
- 危険度 II : 被害は平均的 ($0.5 \leq R_d < 1.5$)
- 危険度 III : 被害はやや大きい ($1.5 \leq R_d < 2.5$)
- 危険度 IV : 被害は大きい ($2.5 \leq R_d < 3.5$)
- 危険度 V : 被害は非常に大きい ($R_d \geq 3.5$)

図-2は水道管の危険度分布も、図-3は木造家屋の危険度分布も示す。図-2と図-3に示した同じメッシュでの水道管と木造家屋の危険度間の関連の強さを検討するために、クロス表分析を行い、クramerの V 係数も求めた。その結果、 $V = 0.35$ となり、両危険度間には関連があることが認められた。したがって、名古屋市の地震被害の危険度も水道管と木造家屋の両危険度の平均値によって評価することにした。すなわち、表-3に示す5段階のランクで地震被害の危険度も表わした。その結果も図-4に示す。図-4より、被害危険度が大きいIVまたはVと判定された地区は軟弱な沖積層が厚く堆積した市の南部や西部の河川沿いあるいは臨海部にあたることである。これに対して、危険度Iと判定された地区は市の中央部や東部の地盤が良好なところである。

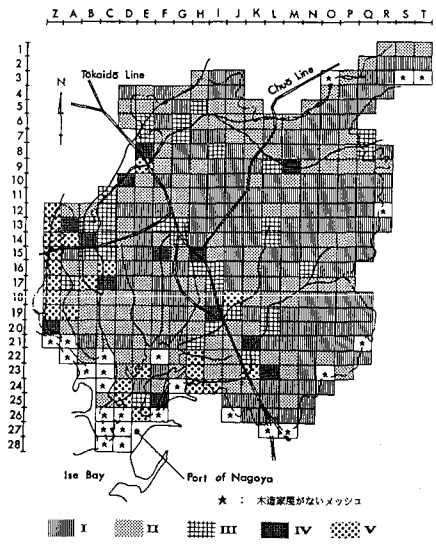


図-3 木造家屋の被害の危険度分布

表-3

地震時の水道管と木造家屋の被害危険度に基づく地震危険度のランク

		水道管の被害危険度				
		I	II	III	IV	V
木造家屋の被害危険度	I	I	II	III	IV	V
	II	II	III	IV	V	
	III	III	IV	V		
	IV	IV <td>V</td> <td></td> <td></td> <td></td>	V			
	V	V				

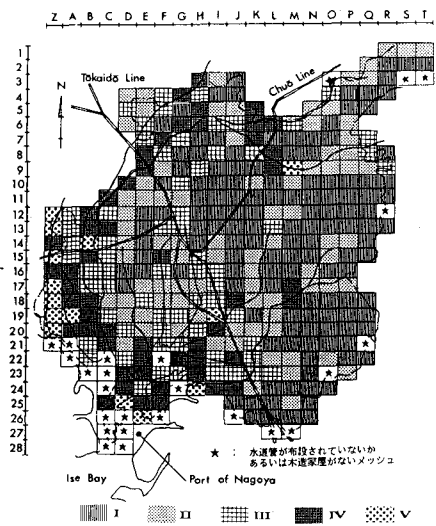


図-4 名古屋市の地震被害の危険度分布