

CS - 139

最大速度による人的被害の推定式の構築

東京大学大学院 学生員 松本 省吾
 東京大学生産技術研究所 正員 童 華南
 東京大学生産技術研究所 正員 山崎 文雄

1. はじめに

地震による人的被害は、時代が進歩するとともに人々の生活様式が変化し、また地震に対する防災対策が講じられるにつれて、その原因および件数も変化している。また都市ガスなどのライフラインにおいては、供給地域に設置された地震計のデータを即時に知ることができ、その地域のガス管の被害や建物の被害を推定することによって、ガスの供給停止または継続の対応を判断するシステムが実用されつつある。そこでその地震動を利用して、その地域の人的被害を推定することができれば、各都道府県もしくは各市区町村の、地震発生時の救急活動の準備などの措置を、速やかに決定するための材料となりうると考えられる。そこで本研究では、比較的新しい地震による人的被害を原因別に分類し、分析することによって、その最近の傾向を指摘した。また人的被害が津波や火災・大規模交通災害・土砂崩れなどを除けば、構造物の被害との関係が深いと考え、構造物被害が最大速度やSI値との相関が深いということから最大速度を用いた人的被害の推定式の構築を試みた。

2. 研究に用いたデータ

本研究で用いた地震データは、人的被害の最近の傾向を把握するため、1978年の宮城県沖地震以降の比較的新しい地震を用いた。表1に今回利用した地震とその発生日月日および時刻をマグニチュードとあわせて示す。人的被害のデータから、津波や火災などによる被害を除くことによって、地震動のみによる人的被害の原因の傾向分析および推定を試みた。また軽傷者数については、その原因の詳細な分類を行っている市町村が少なく、また被害調査の際にすべての軽傷者をカウントする事は不可能であると考え、人的被害のデータとしては利用しなかった。

3. 人的被害の原因分類

表2および表3は、それぞれ地震による死亡者・重傷者の人数を原因別に分類したものである。また表4に宮城県沖地震の仙台市、泉市、岩沼市、名取市の4市と、釧路沖地震の釧路市についての負傷の種類を示す。ただし宮城県沖地震の4市については負傷者626人を調査した結果である。表から釧路沖地震での火傷による重傷者が、他の地震に比べ件数的にも比率的にも多いことがわかる。ここでは示さなかったが同地震の厚岸市における軽傷者の負傷原因も同様に火傷10人、避難の際の転倒15人と火傷によるものの比率が多くなっている。これは地震が北の寒い地方で冬の1月に発生したため、屋内で過ごしている人が多かったこと、また暖房器具としてストーブが多く用いられていたことなどが理由として考えられる。同じ北海道で夏に発生した北海道南西沖地震では、火傷による死者、重傷

表1 地震発生日月日および時刻

地震名	発生日月日および時刻	M
宮城県沖地震	1978年6月12日午後5時14分	7.4
日本海中部地震	1983年5月26日午前12時00分	7.7
千葉県東方沖地震	1987年12月17日午前11時08分	6.7
釧路沖地震	1993年1月15日午後8時06分	7.8
北海道南西沖地震	1993年7月12日午後10時17分	7.8

表2 原因別死亡者数

地震名	市町村名	屋外での被害					屋内での被害			特定できないもの
		ブロック塀の下敷	門柱の下敷	ブロック壁の落下	石どうらうの落下・下敷	広告等の倒壊	瓦の落下	シャンデリアの落下	ガス中毒	
宮城県沖	仙台市	9	2				1			1
	泉市	2								
	塩釜市	1								
日本海中部	能代市			1						
	秋田市					1				
千葉県東方	茂原市				1					
釧路沖	釧路市							1	1	

表3 原因別重傷者数

地震名	市町村名	屋外での被害		屋内での被害		特定できないもの				
		ブロック塀の下敷	ソーラースタイルの落下	家具、簡易品等の落下	火傷	ガラス等の落下	転倒	落下	振動による捻挫	その他
宮城県沖	仙台市	4		5		2	2			3
	塩釜市	2								
日本海中部	能代市			3	1		5	3	1	1
千葉県東方	茂原市		1							
	本郷市							1		
釧路沖	厚岸市						1			
	八雲町							1		
	寿町						1			
	長万町								1	

表4 宮城県沖地震および釧路沖地震における負傷の種類

		打撲	切傷	擦り傷	火傷	捻挫	骨折	挫創	ガス中毒	その他	計
宮城県沖地震	負傷者（人）	177	312	15	24	22	68			8	626
仙台・泉・岩沼・名取	（％）	28.3	49.8	2.4	3.8	3.5	10.9			1.3	100
釧路沖地震	負傷者（人）	90	115		127		32	37	41	39	481
釧路市	（％）	18.7	24.0		26.5		6.7	7.7	8.3	8.1	100
	重傷者（人）	1	1		21		22	1		6	52
	（％）	1.9	1.9		40.4		42.3	1.9		11.5	100

者がいなかったことから、地震の発生する季節が人的被害に影響するということがわかる。また死者について、被害の発生場所を屋内と屋外に分けてみると、ショックや避難の際の転倒、落下についてはその場所を特定することができないが、屋内での死者は釧路市のシャンデリアの落下によるものとガス中毒によるものだけで、屋外での死者の方が多くなっている。これは、宮城県沖地震におけるブロック塀の倒壊、下敷によるものが特に多いためであるが、建物が時代が進むにつれて強度を増していること、木造建築の割合が減っていることにより、倒壊する建物数が減っていること、そしてその程度も中の人押し潰されるほどのものがなくなっていることや、また屋内には死亡事故に結びつくほどの危険物が、屋外に比べて少ないということが理由として考えられる。また地震ごとに死亡者の発生場所を見てみると、千葉県東方沖地震以前の3地震については屋外での被害のみとなっているのに対して、釧路沖地震では屋内においてのみの被害となっている。これは特にブロック塀については、宮城県沖地震によってその地震時の危険性が認識され、以後その被害が減ったこと、またこの4地震のうち釧路沖地震だけが夜に起こった地震で、屋外に人があまりいなかったという時間的な影響もその理由に考えられる。

4. 被害推定式構築

人的被害は上で述べたように、地震の発生時刻や季節または発生地域に影響されるため、その被害推定の際にはそれらを考慮しなければならないが、本研究ではその前段階としてとりあえずそれらを考慮せず、地震動と被害の関係を分析するにとどめた。被害の推定の際の基本単位は市町村とし、人的被害率は死亡者数と重傷者数を加えたものの市町村人口に対する比率として計算している。

$$\text{人的被害率} = (\text{死亡者数} + \text{重傷者数}) / \text{市町村の人口}$$

推定のために仮定した関数型は、地震動強さがある程度の強さ $V_{\max 0}$ 以上にならないと被害が起きないという現実を表現できるよう配慮した。また回帰には被害がなかった地点のデータも利用した。回帰分析に使用した各市町村の規模を考慮するため、各市町村の人口を重みとして重み付き最小二乗法による回帰分析を行った。

図1に求められた人的被害率推定曲線と利用したデータのプロットを示す。

$V_{\max 0}$ の値については人的被害が $V_{\max}$ がおよそ10(kine)以下で被害がないことを考えて、人的被害が発生し始める地震動強さを10(kine)と定めて分析を行った。その結果を次式に示す。

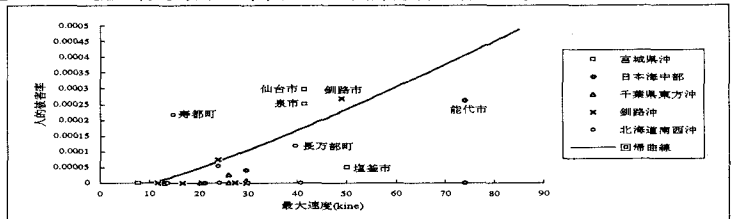


図1 最大速度と人的被害の関係

$$R = 3.26 \times 10^{-6} (V_{\max} - 10)^{1.16} \quad 10 < V_{\max}$$

図1において北海道南西沖地震の寿都町は、重傷者が1人であったが人口が4600人程度であったため小さい地震動で大きな被害率を示している。宮城県沖地震の仙台市と泉市、および釧路沖地震の釧路市の被害率が大きくくなっているのは、上で述べたようにそれぞれブロック塀、火傷による被害が大きかったためである。また能代市については避難の際の転倒と落下によるものが大きい。今回の推定では地震発生の季節や時刻・地域を考慮しなかったが、人的被害の原因を調査した結果、ブロック塀などの転倒・倒壊や落下物によるもの、また避難の際の転倒・落下・火傷などであり、それらは地震動以外の要因による影響はあるものの、地震動とも密接な関係があり、今回の推定が有効なものであると考える。

まとめ

本研究では、最近の地震の原因を分類することによって、地震による人的被害が地震の発生時刻や季節および地域等の要因に影響されることを確認し、死亡者の発生は屋内に比べて屋外の方が多いと指摘した。また、地震時における人的被害の中で津波や火災・大規模交通災害・土砂崩れを除く地震動のみによる被害を、今回は発生時刻や季節などを考慮しなかったが、最大速度によって推定した。

参考文献 1) 童、山崎、佐々木、松本(1994):被害事例に基づく地震動強さと家屋被害率の関係、第9回日本地震工学シンポジウム 2) 神奈川県(1993):神奈川県西部地震被害想定調査 3) 仙台都市科学研究会(1979):宮城県沖地震災害に関する諸調査の総合的分析と評価 4) 仙台市(1994):'78宮城県沖地震Ⅰ災害の記録 5) 自治省消防庁 財団法人消防科学総合センター(1983):昭和58年(1983)日本海中部地震調査報告書 6) 釧路市(1993):平成5年(1993年)釧路沖地震記録書