

# 被害関数のばらつきが被害家屋数に及ぼす影響に関する研究

長岡技術科学大学 地震工学研究室 安井宏樹

## 1 はじめに

現代の技術では、地震がいつどこで発生するかを正確に予測することは不可能である。よって発生する事象への事前対策は重要である。そのためには新たな防災計画が必要となってきた。ある地域で発生し得る地震に対してその被害の様相を事前に把握することで、有効な予防・応急・復旧に資することを目的に実施する防災計画の基礎となる資料のことを地震被害想定という。地震被害想定は日本各地で行われており、地震防災・災害軽減及び、市民の防災意識の向上等に向けた取り組みに活用されている。この地震被害想定は、日本各地で行われており、様々な地震被害また、地震による影響を評価するために想定手法を図-1の様に代表的な手順で統一して、地震動の評価やそれによる様々な被害を推定している。具体的には工学的基盤上の地震動を求め、それに増幅率(ARV)を掛けて、地表面の地震動としている。この値を被害関数に当てはめて、建物の被害率を算出する。

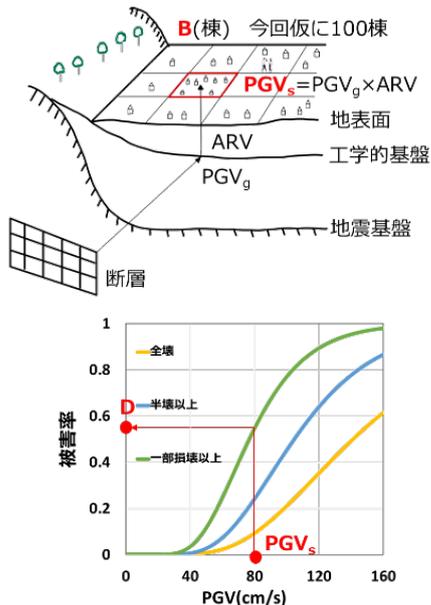


図-1 被害想定手法の概要図

## 2 被害想定の実状

### 1) 被害関数の現状と課題

被害想定では対象地点での地震動の値を元に被害関数を用いて対象地点の被害棟数を求めている。この被害関数は過去の地震の被害調査を蓄積したデータに基づいて、標準正規分布の累積確率を用いた対数正規分布で作成されている。

課題としては、現在用いられている被害関数は実被害データが少なく、データに増減があると被害関数が変化する。このようにデータが追加された際に生じる、被害関数のばらつきによる被害棟数への影響が明瞭ではない。

### 2) 増幅率の現状と課題

微地形区分データを用いて、工学的基盤に対する地表の最大値の増幅率が一定値で用いられている。

課題としては、地盤材料の非線形特性により、増幅特性は入力地震動に依存性があるが、現在の被害想定では反映されておらず、被害棟数への影響が明瞭ではない。

## 3 検討条件・方法

### 被害関数のばらつきが被害棟数に与える影響

実被害である17点の範囲内に乱数を用いてデータを10点追加して、4つの被害関数を作成する。そして既往の被害関数を含め表-1と図-2のように、合計5つの違いによる被害想定結果への影響を検討する。

表-1 各パターンの平均と標準偏差

	PGV(cm/s <sup>2</sup> )									
	1		2		3		4		5	
	λ	ζ	λ	ζ	λ	ζ	λ	ζ	λ	ζ
全壊	4.9	0.42	4.9	0.43	4.9	0.43	4.8	0.41	4.9	0.43
5	5	9	4	8	0	1	9	8	0	7
半壊	4.6	0.38	4.6	0.40	4.6	0.39	4.6	0.41	4.6	0.40
5	2	3	7	4	8	7	2	4	2	
一部損壊	4.3	0.35	4.3	0.40	4.3	0.40	4.3	0.41	4.3	0.38
4	8	4	1	6	0	5	6	5	0	

λ	ζ
平均	標準偏差

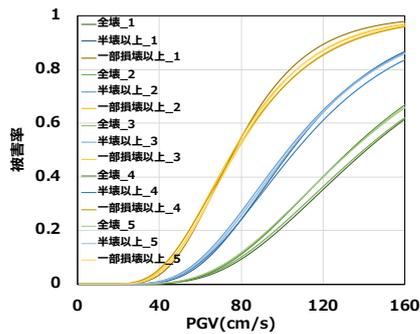


図-2 被害関数のパターン

### 非線形性を持った増幅率の被害棟数への影響

増幅率に非線形性を持たせた関数を作成する。複数の実観測記録を用いて、最大値の増幅率と入力地震動の関係から増幅率の補正関数を作成した。実観測記録は、工学的基盤と地表の同一地点で地震観測が行われている、港湾施設強震観測網記録で観測地点は相馬と小名浜を用いた。用いた記録は、震度4以上の記録に絞り、合計102個である。地中のPGVに対する増幅率の関係を関数に示した。

(図-3)

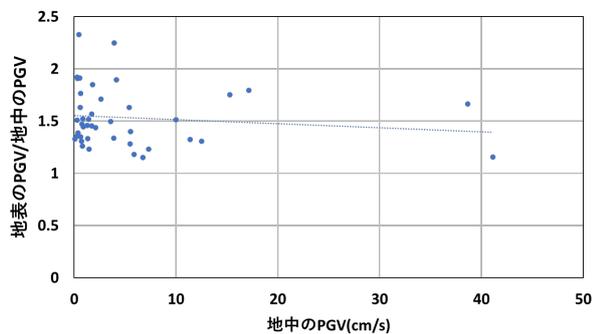


図-3 増幅率の補正関数

### 想定地域と断層のパラメータ

2つの課題点を定量的に評価するために実際の市を用いて検証を行う。サイトは群馬県前橋市とした。想定理由としては、山間部、河川も流れており、また人口も30万人を超える中核都市であるため、日本の平均的な地理条件を満たしていると考えたためである。

表-2 各パターンの平均と標準偏差

STRIKE(°)	DIP(°)	W(km)	L(km)	D(km)	Mw
70	45	14	26	5	8

### 結果

#### 被害関数のばらつきが被害棟数に与える影響

図-2の被害関数による結果は、表-3に示すような結果になった。結果としては、全壊以上、半壊以上、一部損壊以上いずれも既往の被害関数と比較して増加傾向にあることが分かった。全壊以上では約34%、半壊以上では約20%、一部損壊以上では約6%増加した。図-5に一部損壊以上の被害関数1(既往研究)と一番被害棟数が増加した関数2の被害棟数の比を示した。これを見ると、図-6のPGVが40~60cm/sの範囲で被害関数のずれが被害棟数に大きな変化をもたらしたことが分かる。一般的に被害想定と聞くと、今回でいうとPGVが90cm/sといった地震外力の大きいところに目が行くが、今回はこの値付近で既往の関数と新規の関数がクロスしていたので影響が少なかった。このように被害関数を用いた被害想定には幅を持たせた予測が必要であることが考えられる。

#### 非線形性を持った増幅率の被害棟数への影響

図-3の速度依存性を考慮した関数による結果は、表-4に示すような結果になった。結果としては、全壊以上、半壊以上、一部損壊以上いずれも既往の被害関数と比較して増加傾向にあることが分かった。全壊以上では、約9%、半壊以上は約8%、一部損壊以上は約5%減少した。図-8に一部損壊以上の被害関数1(既往研究)と2(速度依存性を考慮した)の被害棟数の比を示した。これを見ると、関数を作成する際にPGVが50cm/sを基準としたがこれ以上の範囲に図-7に示すように、家屋が密集していたので被害想定が減少結果になった。しかしながら、PGVが50cm/s以下では増加傾向にあるので、速度依存性を考慮したことで被害想定が減少するとは一概には言え

ず、速度が低い地域こそ懸念が必要であることが分かった。

表-3 各パターンへの被害棟数

(棟)	1	2	3	4	5
全壊以上	19406	21753	25269	23556	26044
半壊以上	55870	66951	61686	58511	63023
一部損壊以上	156205	165746	155692	162128	154485

表-4 表層地盤の速度依存性を追加した際の被害棟数

(棟)	1(考慮なし)	2(考慮あり)
全壊以上	19406	17563
半壊以上	55870	51375
一部損壊以上	156205	147717

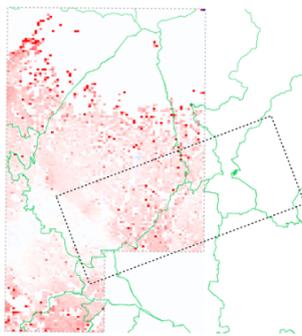


図-5 被害関数 No. 2/No. 1

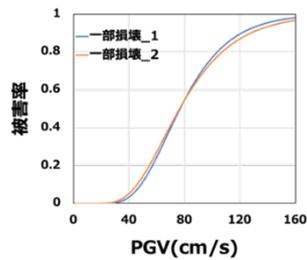


図-6 被害関数の違い

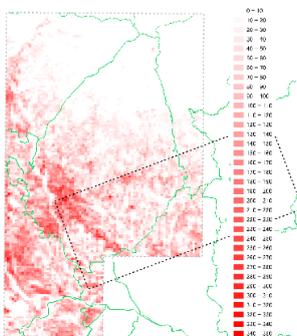


図-7 家屋分布図

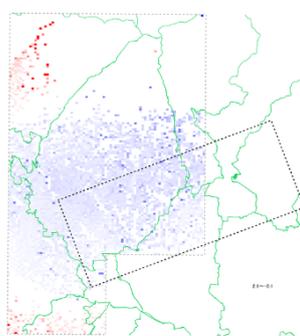


図-8 増幅率 No. 2/No. 1

【参考文献】

(1)1995年兵庫県南部地震の建物被害率による地震動分布の推定

[https://www.istage.ist.go.jp/article/jscej1984/1999/612/1999\\_612\\_325/pdf/-char/ja](https://www.istage.ist.go.jp/article/jscej1984/1999/612/1999_612_325/pdf/-char/ja)