

震災記録に基づく石積み擁壁の被害予測シミュレータに関する研究

広島大学大学院 学生会員 ○藤本 典子

広島大学大学院 正会員 加納 誠二

1. 目的

2001年3月24日に、マグニチュード Mj6.7 の芸予地震が広島県南部の安芸灘を震源として発生した。この地震による被害の特徴として斜面被害が多く発生し、特に呉市において石積み擁壁の被害が多くみられ、限られた地域に集中して発生している点が指摘されている。

これらの被害の軽減を目的とするハザードマップの作成が、現在重要視されている。しかし、ハザードマップの作成に必要な、地震動の規模と石積み擁壁の被害率の関係はまだ明らかとなっていない。

そこで本研究では、地震動の規模と石積み擁壁の被害率の関係を明らかにするため、地震直後に現地調査を行った呉市の6尾根を対象に再度調査を行い、石積み擁壁の高さに着目した加速度と被害率の関係を表す脆弱性カーブを作成することを目的とする。

2. 方法

H13年芸予地震時に得られた現地被害調査結果や現地調査結果を基に、呉市の対象尾根6つの再現地調査を行う。調査結果とH13年度の調査結果を比較し、各家屋の状況の変化を調べ、それを考慮した脆弱性カーブを作成する。その際、石積み擁壁の高さを、0～3m、3～6m、6～9mの3段階に分けた。脆弱性カーブは⁽¹⁾、式(1)で示す2変数の対数正規分布の形で被災確率で示した。

$$F(a) = \phi[\ln(a/c)/\xi] \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 $F(a)$ は加速度 a における被災確率を示している。本研究では加速度 a を入力から100gal毎に増やして計算している。 c と ξ はパラメータであり、被災事例($x_1=1$)と無被災事例($x_1=0$)に対し、式(2)に示す尤度関数を最大化する条件から得られる。

$$L = \prod_{i=1}^N [F(a_i)]^{x_i} [1 - F(a_i)]^{1-x_i} \quad \dots \dots (2)$$

本研究では式(2)の被災事例を表す x_1 =(石積み擁壁に

被害のあった軒数)、無被災事例を表す $(1-x_1)$ =(石積み擁壁に被害のなかった軒数)とし、計算している。 L が最も大きくなる時のパラメータ c と ξ を算出し、その値を用いて脆弱性カーブを描くことにした。



Fig1. 呉市の調査対象尾根の位置

3. 結果

H19年の現地調査の結果と、H13年度現地調査の全石積み擁壁の件数と、被害別の件数について Table1. に示す。ここで、Lv3は家屋解体、Lv2は石積み擁壁の崩壊、Lv1は石積み擁壁の亀裂が発生したことを意味する。この調査では、Lv3とLv2やLv2とLv1など、同時に同じ場所で発生した場合Lv.の高い方のみを被害と考え、Lv.の小さい方は表内に加えていない。この表より、ほとんどの尾根において被害件数がH13年よりもH19年現在の方が増えていることがわかる。増加率を見ると東愛宕のLv3については10倍にもなっている。

キーワード フラジリティカーブ, 石積み擁壁

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1

Table1. 尾根別の調査結果

尾根名		両城	東愛宕	西三津田	江原	西辰川	内神
H19年	石積み擁壁の件数	89	70	64	30	44	107
	Lv.3	17	20	31	3	0	26
	Lv.2	1	3	1	0	3	7
	Lv.1	17	19	28	5	8	31
H13年	Lv.3	10	2	14	3	0	0
	Lv.2	1	3	1	0	3	7
	Lv.1	11	8	21	4	8	24
増加率(倍)	Lv.3	1.7	10	2.2	1	-	26*
	Lv.2	1	1	1	-	1	1
	Lv.1	1.5	2.4	1.3	1.3	1	1.3

*：増加数

*: 増加数

本研究では、最終的に応答加速度 750gal 以上で石積み擁壁が少なくとも 4 擁壁以上あるものを用いて fragility curves を作成した。その内、H13 年度調査時データの Lv3+2+1 と H19 年度調査時データの Lv3+2+1 を Fig2. と Fig3. に示す。この結果より、石積み擁壁の高さが高いほど、同加速度において被害率が高くなることがわかった。Fig2. では石積み擁壁の高さが 0~3m と 3~6m のときのカーブが重なり、6~9m の石積み擁壁の被害率の方が同加速度において低いという結果になった。また、Fig3. では石積み擁壁の高さが高ければ高いほど、同加速度においての被害率が高くなるという結果になった。この 2 図を比べると、H19 年のカーブの方が各石積み擁壁の高さ毎の被害率が顕著に現れているといえる。これは、地震直後である H13 年のデータでは、被害の有無や家屋解体軒数などが正確ではなく、その後増える可能性もあるため、このような結果になったと考えられる。

これらの fragility curves を決定するにあたりパラメータ c と ξ が関係している。H13 年と H19 年の fragility curves において c と ξ を Lv 毎に比較すると、Lv3+2+1 にいくほど c の値が小さくなる傾向であった。

ξ を固定していない方は全体的にばらつきが多く、 ξ を固定すると Lv3 から Lv3+2+1 に向かってなだらかに右下がりの直線となった。また、H13 年に比べ H19 年の方が石積み擁壁の高さごとに変化をもたらしているということが顕著にわかる結果となった。結果、地震直後のデータよりも、H19 年のデータの方が安定した被害率が算出できると考えられる。したがって、石積み擁壁の被害率を算出するためには地震直後ではなくある程度時間が経過した被害の状況を考慮した方がよいと考えられる。

4. 結論

H13 年と H19 年の調査結果を比較すると、H13 年に比べ H19 年の方が家屋解体軒数が多いなど被害数が増えているため、fragility curves の作成において被害の経年変化を考慮する必要がある。また、石積み擁壁の高さにより fragility curves が異なっていることが明らかとなった。

fragility curves から、各石積み擁壁の高さ毎の被害率が顕著に現れているといえ、石積み擁壁の高さと被害率が関係することがわかる。

参考文献

- ・ 一井康二 日本地盤工学シンポジウム論文集 11 巻 2002 年 pp. 2371-2376

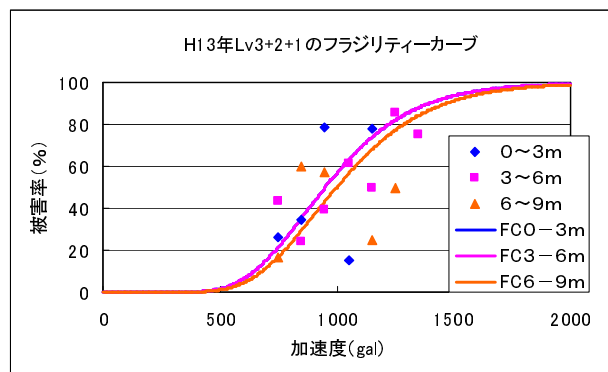


Fig2. H13 年の fragility curves

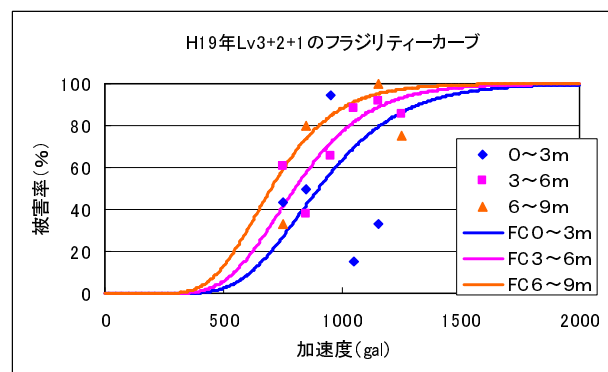


Fig3. H19 年の fragility curves