

芸予地震による石積み擁壁の被害分布

広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 佐々木 康
 同上 正会員 森脇 武夫
 同上 正会員 加納 誠二
 同上 学生会員 西本 大介
 広島大学工学部 学生会員 ○木村 紋子

1. はじめに

平成13年3月24日広島県南部の安芸灘地方を震源とするマグニチュード6.7の芸予地震が発生した。この地震による被害の特徴として斜面災害が多く発生したことが挙げられる。斜面災害のなかでも呉市における石積み擁壁被害は多く、宅地の被害であるため、市民生活に多大な影響をもたらした。呉市は、平地部が狭い上に、三方を山塊で囲まれた特有の地形要因と、海軍鎮守府の設置に伴い人口が急増したという歴史要因の2つから市街地周辺にある山裾の尾根部に石積み擁壁を築いて土地造成を行ってきた斜面都市である。今回の地震による被害は、その山裾の尾根の一部に集中している傾向がみられた。

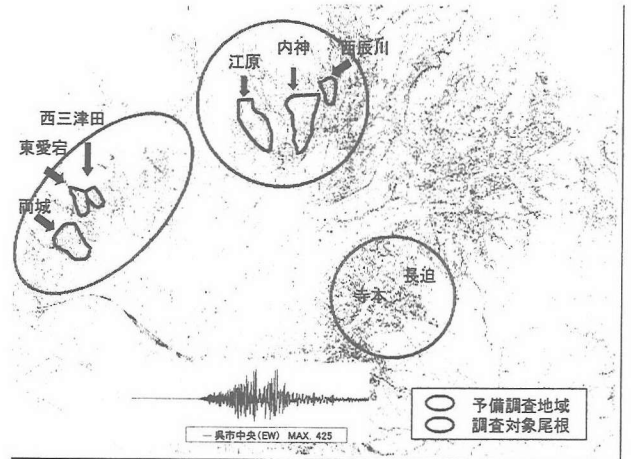


図1 芸予地震震害調査対象地域

表1 各尾根の調査結果

尾根名	両城	東受寄	西三津田	内神	西辰川	合計
擁壁状況						
領域内全住宅	155	76	72	58	143	592
石積み擁壁	144	70	69	34	115	478
コンクリート擁壁	11	1	0	4	12	41
擁壁なし	0	5	3	4	16	52
被害状況						
石積み擁壁	崩壊 4	3	4	5	6	3
	亀裂 14	8	31	5	23	12
塀	崩壊 6	0	4	1	3	1
	亀裂 10	1	2	0	0	3
家屋解体	10	2	14	3	0	0
						29

本研究では尾根部における地震動の増幅の可能性を照査するため、石積み擁壁の被害調査を通して、被害状況、被害地点の地形条件等を記録に残すこと、そして現地調査より得られた結果を分析し、地震時の石積み擁壁被害における地形的要因を明らかにすることの2つを本研究の目的とした。

2. 現地調査

芸予地震被害報告及び予備調査より図1に示す呉市街地周辺の6つの尾根を調査対象地域に選定した。調査は、それらの尾根の領域に含まれる全住宅地の石積み擁壁において行った。地形条件・被害状況・被害地点分布を把握するため、被害地点・被害規模・石積み擁壁の状況などを調べた。被害形態は、石積み擁壁の亀裂・崩壊の被害、塀の被害、その他家屋の解体撤去や、宅地内亀裂などに分類した。

現地調査対象とした6つの尾根における調査結果を表1に示す。

領域内に存在する住宅数592戸のうち80.7%の478戸の宅地に石積み擁壁が用いられていた。また、被害は、179戸(30%)で確認され、石積み擁壁のみでは118戸(20%)であった。被害の内訳は、石積み擁壁崩壊25箇所、亀裂93箇所、塀崩壊15箇所、亀裂16箇所、家屋解体29戸であった。石積み擁壁の最も多かった崩壊形式は、擁壁の隅角部が三角錐状に崩壊するタイプであり、亀裂でも隅角部に斜めに入るタイプが多く見られた。

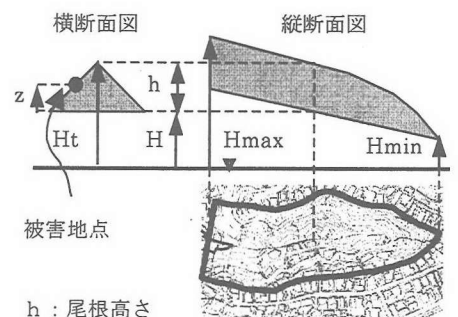


図2 尾根形状の定義

3. 分析結果

(1) 尾根内の被害発生高さ

石積み擁壁の被害発生地点の分布を調べるため、尾根高さを図2のように定義し、その高さの何割の位置に被害が発生しているかを調べた。全尾根における被害分布を図3に示す。この図から石積み擁壁の被害率は上部ほど大きくなっていることが分かる。

z/h が75%以上の被害率を石積み擁壁高さ別でみると、図4より低い石積み擁壁にも多くの被害が発生していることが分かる。

(2) 尾根の横断面形状と被害率

尾根の側方斜面の勾配と尾根の横断面の形状に注目した。斜面勾配は、尾根の横断面の尾根高さ/尾根幅 ($\tan^{-1}(h/B)$) で表した角度で定義した。この定義を用い各尾根の勾配と被害の関係を見ると、勾配が大きくなるにつれて、被害率・被害規模は大きくなる傾向がみられた。さらに、勾配が 30° を越える西三津田では、尾根高さの3/4以上の尾根上部において被害が100%と急増している。

尾根形状と被害率の高さ分布を図5に示す。横断面が鋭い三角形の場合、被害は高さ方向に分布を持つが、横断面が小さく緩やかな三角形の場合、被害は高さ方向に分布を持っていない。

(3) 地震動と尾根被害の関係

図6に各尾根内の被害地点の位置を示す。これより尾根高さ30mを持つ両城では、尾根上部に大きな規模の被害が集中して発生している。この芸予地震の卓越周期は呉市焼山の記録では約0.1secであり、風化花崗岩のせん断波速度が1200m/sであるとする30mの高さのものが一次モードとなると考えられこれと一致している。

4. 結論

以上の結果から次のようなことがいえる。

- (1) 石積み擁壁被害は、尾根地形で多く発生しており、尾根の上部に集中する傾向が見られた。尾根高さの3/4以上の上部斜面において石積み擁壁被害が100%に達したものもある。
- (2) 側方斜面勾配が急になると石積み擁壁の被害は、増加傾向にある。また 30° 以上になると被害は急増する。
- (3) 尾根高さ30mの尾根で大きな被害が多発した。

このように、尾根地形が被害発生に関わっている可能性が大きいと考えられる。このため、地震動増幅に及ぼす地形の影響を検討することが望まれ、その結果によっては、今後、耐震設計に地形要因を考慮する必要があると考えられる。

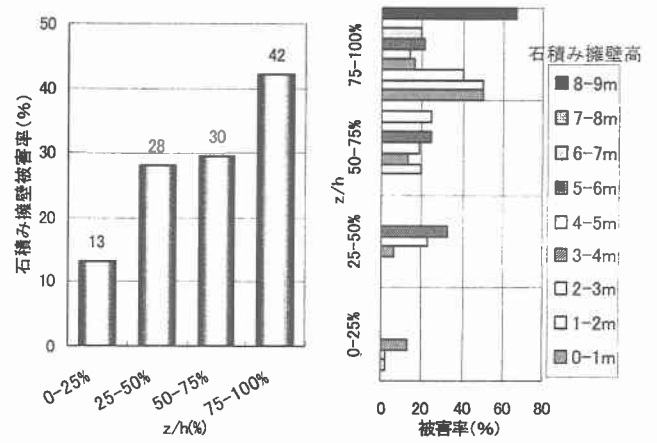


図3 全尾根の被害分布

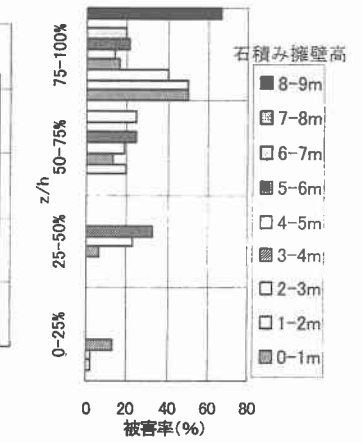


図4 石積み擁壁高さ別被害分布

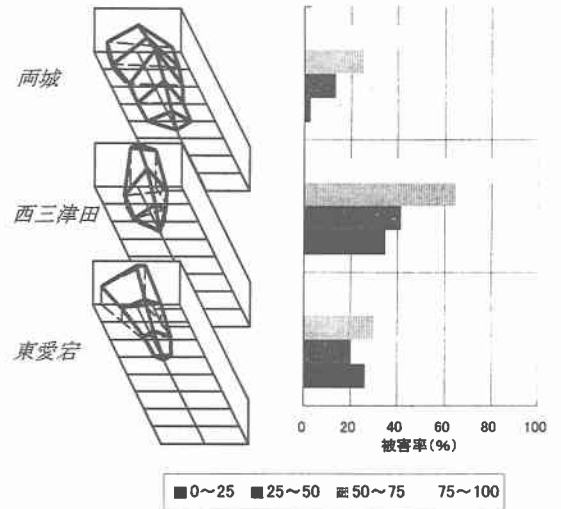


図5 各尾根の形状とz/h別の被害率

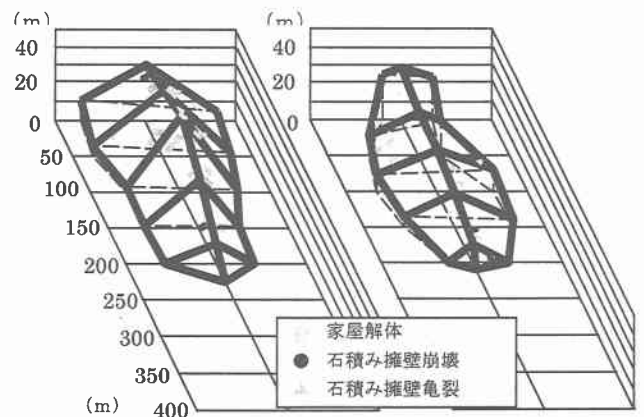


図6 尾根形状と被害地点 (左: 両城, 右: 西辰川)