

平成 13 年芸予地震時の尾根部での地盤応答と石積み擁壁の被害の関係

広島大学大学院 正会員 加納誠二
 広島大学大学院 フェロー 佐々木康
 広島大学大学院 正会員 森脇武夫
 広島県 正会員 木村紋子
 広島大学大学院 学生会員 西本大介

1.はじめに

平成 13 年 3 月 24 日、安芸灘を震源とするマグニチュード 6.7 の平成 13 年芸予地震が発生し、広島県や愛媛県を中心に多くの被害が生じた。震源に近い呉市で、住宅の石積み擁壁の被害が多く発生し、市民生活に多大な影響をもたらした。呉市は、図-1 に示すように北、東西の三方を山に囲まれ、市街地が狭く、市街地周辺まで山が迫っているという地形的特性に加え、明治時代に海軍鎮守府が設置され、それ以降急速に人口が流入したという背景から、多くの住宅が市街地周辺の山裾に石積み擁壁によって宅地を造成して建設された。

筆者らは、芸予地震による石積み被害について現地調査を行い、それをもとに今回の地震における尾根部での地震動増幅について検討した。ここでは現地調査結果と解析結果とを合わせて報告する。

2.現地調査

予備調査と芸予地震被害調査報告などから今回の調査範囲を、比較的被害の多い図-1 に示す 6 つの尾根とした。この地域の地質は風化花崗岩が主である。

現地調査では、図-1 に示す 6 つの尾根領域に含まれるすべての宅地の石積み擁壁について調査し、その擁壁の状況、被害状況等を調べた。被害形態は被害程度の大きいほうから家屋解体、石積み擁壁崩壊、同亀裂、ブロック塀等の崩壊、同亀裂、宅地内亀裂等に分類した。

今回対象とした領域内には 592 戸の住宅があり、内 80.7% の 478 戸の住宅で石積み擁壁が用いられていた。何らかの被害が認められた住宅数は 179 戸（30%）で、石積み擁壁のみに着目すると被害住宅は 118 戸（25%）であった。石積み擁壁の被害で多く見られた崩壊形式は、宅地の隅角部が三角錘状に崩壊するタイプであり、亀裂も隅角部に斜めに入るタイプが多かった。

図-2 は両城地区の尾根を南西側から撮影した写真に、被害が認められた家屋に加筆したものである。これを見ると被害が尾根の一定高さより上にある家屋に集中していることが分かる。

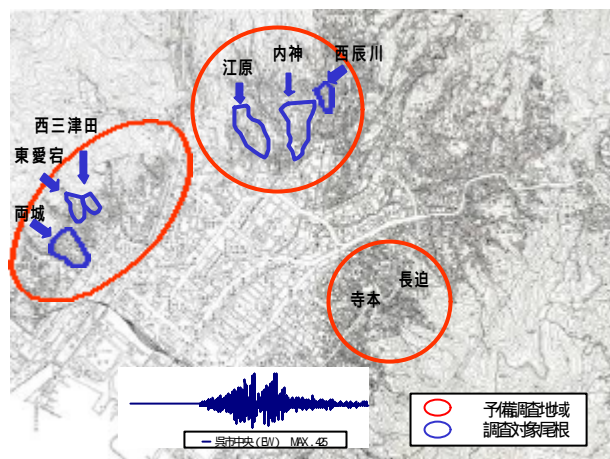


図-1 芸予地震呉調査対象地域

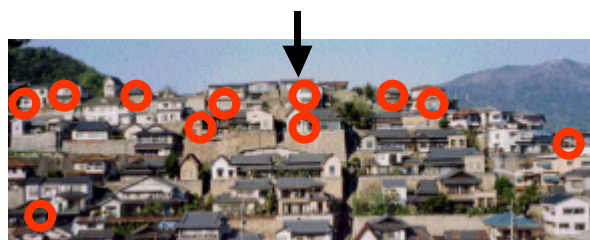


図-2 両城の階段住宅の様子（撮影日H.13.4.15）

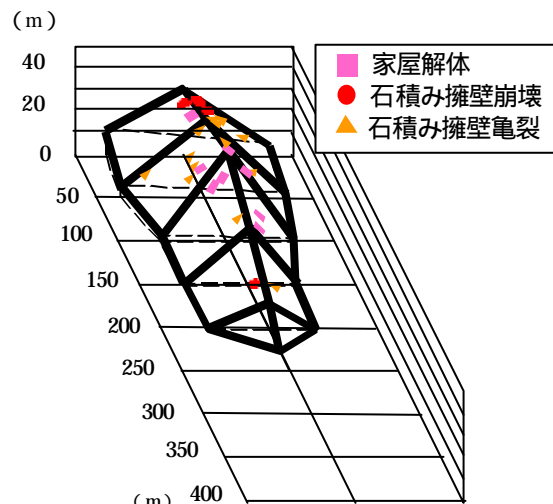


図-3 両城地区の尾根形状と被害地点分布

3.分析結果

図-3は、両城地区の尾根形状と被害地点を示す。この図から両城地区では被害地点が尾根上部に多く、被害規模の大きい（家屋解体、石積み崩壊）被害は尾根上部に集中していることがわかる。この傾向は他の尾根でも認められたが、横断面が小さく、緩やかな斜面勾配を持つ東愛宕では被害は高さ方向に分布を持たなかった。

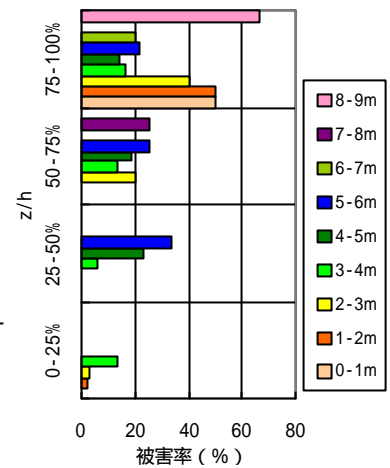
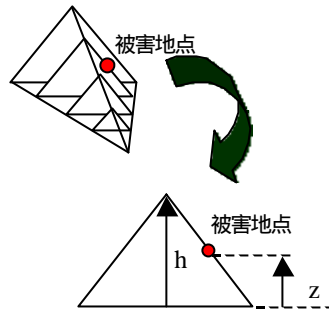


図-5 擁壁高さ別被害地点と被害率

ここで尾根が三角形断面を有すると仮定して、図-4のように尾根の高さ、被害地点の高さをそれぞれh、zとした。図-5に全尾根における被害規模の大きい被害の分布と被害率の関係を示す。この図から尾根上部に行くほど被害が多く、尾根上部では高さの低い石積み擁壁においても被害が発生していることが分かる。

4.尾根部での地震動の増幅率

図-6は広島県が設置した強震計により観測された呉市焼山でのEW方向の強震観測記録である。この地点は被害地点よりおよそ5km程度北の山間部にあり、基盤層が浅い位置にある。この地点における卓越周期は約0.1sであった。

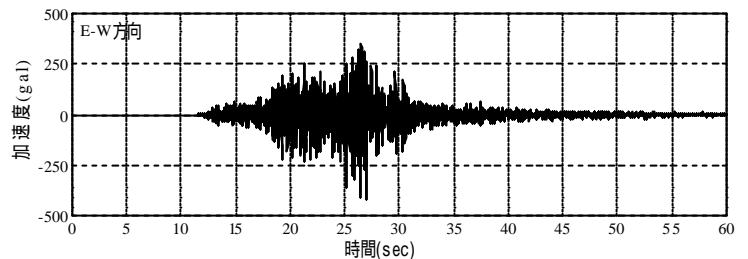
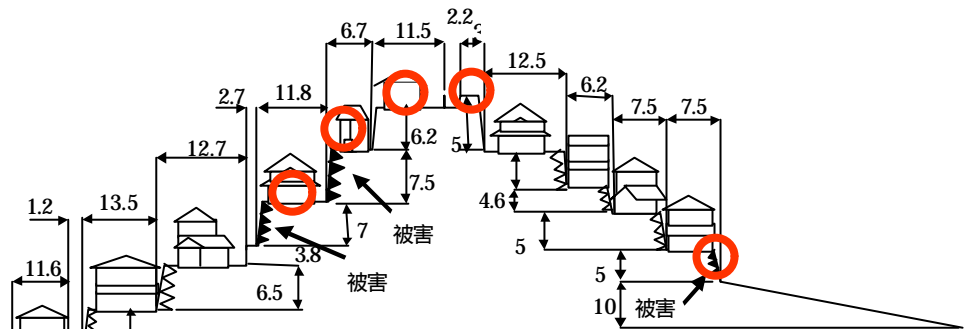


図-7に図-2の矢印地点における横断面の測量結果を示す。風化花崗岩のせん断波速度(Vs)をおよそ1200~2000m/s程度と想定し、Vsを変化させながら1自由度系質点モデルを用いて尾根上部での加速度を求めた。両城(h=43m)と内神(h=30m)における尾根上部での加速度の増幅率とVsの関係を図-8に示す。なお減衰定数は20%とした。



この図からVs=1200m/sから2000m/sの範囲で、尾根上部では地震動が1.6倍から2.3倍程度まで増幅されていたと推定できる。このため尾根の上部で被害が大きくなったと考えられる。このことより危険地域のゾーニングや耐震設計に地形条件を考慮する必要があることがわかった。

5.まとめ

呉市街地周辺の石積み擁壁の被害に関する現地調査の結果、石積み擁壁の被害は尾根上部に多く見られた。また尾根上部では地震動が約1.6から2.3倍程度増幅されたため、被害が大きくなったと考えられる。

参考文献

- 1) 佐々木康, 森脇武雄, 加納誠二, 西本大介, 木村紋子: 芸予地震による石積み擁壁の被害分布, 第54回土木学会中国支部研究発表会講演概要集, 2002(投稿中).

