

尾根地形の地震時応答特性に関する研究

広島大学大学院工学研究科	学生会員	○横井芳輝
広島大学大学院工学研究科	フェロー	佐々木康
広島大学大学院工学研究科	正会員	加納誠二
日本工営（株）中央研究所	正会員	秦 吉弥
（株）計測リサーチコンサルタント	非会員	蔵重裕俊

1. はじめに

平成13年に発生した芸予地震により呉市は尾根部において石積み擁壁に多大な被害を受けた。地震直後の調査により、これら石積みの崩壊や亀裂といった大きな被害は特に尾根上部に多発していた¹⁾。地震による被害を予測するにはこのような局所的な地震動の増幅特性を適切に評価することが必要である。そこで、尾根部における地震時応答特性を明らかにするための基礎資料を得るため、芸予地震により多くの被害を受けた呉市両城の尾根を対象とし、常時微動測定を行った。ここではその結果について述べる。

2. 尾根の地形

今回測定対象とした両城尾根をレーザースキャナ²⁾により測量を実施した。レーザースキャンは尾根から500m程度離れた5箇所の位置から75mm間隔のデータ密度で行った。スキャンされたデータは、レーザーが反射して戻ってくるまでの時間、点群データの受光強度、角度などからXYZの座標値を得る。これを用い尾根の寸法、測定点の標高などを求めた。3Dレーザースキャナから得られた尾根の概略図を図-1に示す。

2. 常時微動測定方法

常時微動測定は、芸予地震時による被害が多かった両城の尾根128箇所、尾根周辺の谷部13箇所、市街地（三条三丁目、中央四丁目、他）7箇所の計148箇所で行った。また、尾根部の測定では図-2に示すように、可能な限り宅地内の石積み擁壁法肩付近と宅地背後の擁壁の法尻付近の

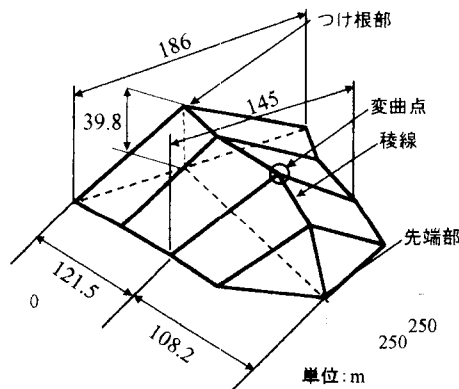


図-1 両城の尾根概略図

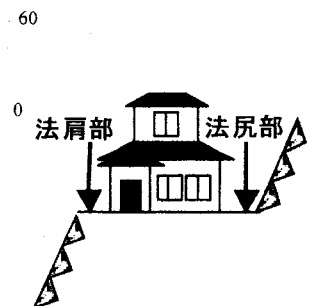


図-2 法尻・法肩の定義

2箇所測定を行った。測定は各測定点において100Hzサンプリングで20分間行い、常時微動記録の中から比較的安定している40.96秒のデータを10区間選り出してフーリエスペクトルを求め、0.37HzのParzen Windowを施し、H/Vスペクトル比を算出した。ここで、水平動についてはNS成分とEW成分の二乗和の平方根とした。尾根部および谷部における測定点を図-3に示す。測定の際には、測定点周辺の状況（石垣高さ、家屋までの距離など）を簡易測量により調べた。

3. 常時微動測定結果

図-4に尾根部、谷部、市街地別の卓越周期のヒストグラム



図-3 常時微動測定点

ラムを示す。この図から市街地では卓越周期 0.4～0.6 秒にあるのに対し、尾根部では 0.1 秒前後が卓越していることが分かる。これは芸予地震の花崗岩地盤上の固有周期¹⁾とほぼ一致することから芸予地震時に両城の尾根は共振したことが考えられる。

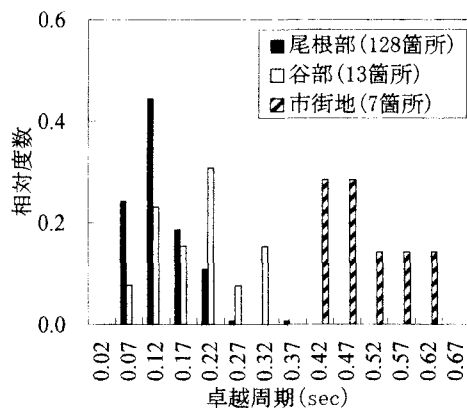


図-4 地盤種別毎の卓越周期のヒストグラム

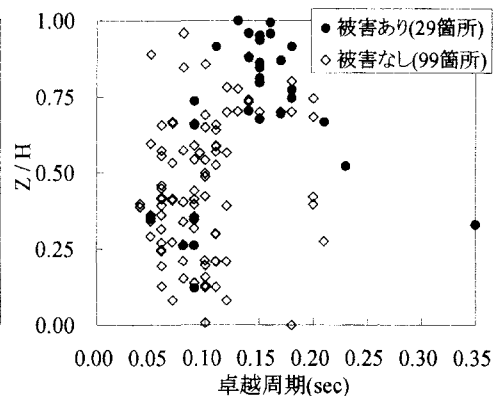


図-5 卓越周期と z/H の関係

尾根部で測定した卓越周期が被害、測定点の諸条件(家屋

から測定点までの距離、石垣から測定点までの距離、石垣高さなど)により違いが生じているか検討を行った。なお、石垣の高さおよび石垣からの距離についての検討の際は、法尻側の測定点は検討の対象から除いた。

図-5に卓越周期と石垣の谷線からの高さの関係を示す。これをみると、被害のない健全な尾根では尾根高さ方向に卓越周期が変化していないことがわかる。そこで、これ以降は芸予地震により被害を受けた宅地を除いて検討を行う。図-6に家屋から測定点までの距離と卓越周期の関係、図-7に石垣から測定点までの距離と卓越周期の関係、図-8に卓越周期と石垣の高さの関係を示す。これらの図より、卓越周期は家屋までの距離、石垣までの距離、石垣の高さには影響されないことがわかる。

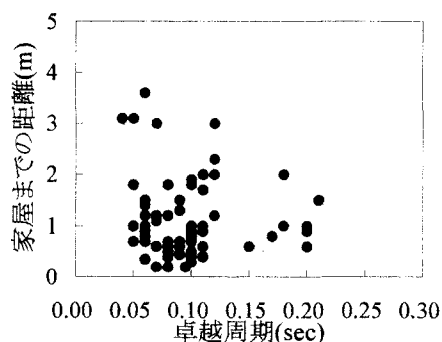


図-6 卓越周期と測定点から家屋までの距離の関係

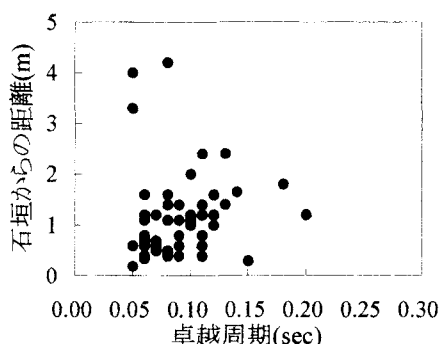


図-7 卓越周期と測定点から石垣までの距離の関係

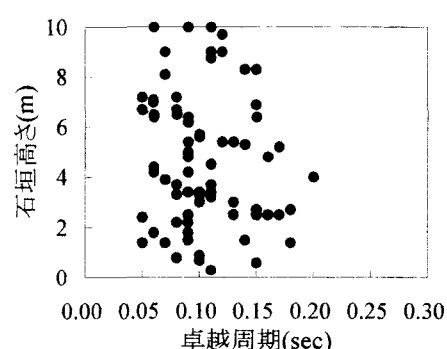


図-8 卓越周期と石垣高さの関係

4. まとめ

- 1) 常時微動測定より、両城の尾根の卓越周期は 0.1 秒程度であり、芸予地震時に花崗岩地盤上で観測された地震動の卓越周期とほぼ一致していた。
- 2) 被害を受けていない健全な尾根では尾根高さ方向に卓越周期は変化しない。
- 3) 今回実施した常時微動測定結果、得られた卓越周期は石垣から測定点までの距離や石垣の高さに関係がみられなかった。

参考文献

- 1)加納誠二, 佐々木康, 木村綾子, 阿地崇弘, 秦吉弥: 2001 年芸予地震時の尾根部の応答特性に関する検討, 地盤工学会誌, 第 51 巻, 第 1 号, pp.26-28, 2003.
- 2)ILRIS-3D ホームページ: http://www.nshkk.co.jp/japan/TP/ilris_3D/prodilris.htm