

尾根部の地震時応答に関する振動台実験

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	加納 誠二
香川県	正会員	西本 大介
広島大学大学院工学研究科	学生会員	秦 吉弥
株式会社大林組	正会員	○阿地 崇弘

1.はじめに

平成13年芸予地震においては呉市の尾根部の斜面住宅地で石積み擁壁に多大な被害がもたらされた。この尾根部での石積み擁壁被害の特徴としては被害が尾根中腹より上部に集中するなど尾根地形の影響が見られた。そこで本研究では斜面の地震時応答を解明する基礎的研究として振動台を用いた模型実験から尾根地形の加速度増幅特性を検討する。

2.実験方法

本研究では小型振動台を用いて寒天で作成された模型を加振周波数15～35Hzの範囲で加振して模型に打点された標点の変位を振動台上部に固定された高速CCDカメラで記録する。図1に模型及び原型となった両城の尾根の略図、表1に実験ケースの一覧を示す。またせん断弾性試験によって求められた模型のせん断弾性係数 G 、及び減衰比 ξ はそれぞれ $G=6.79 \times 10^6 (N/m^2)$ 、 $\xi=3.8\%$ であった。なお本実験では加振振幅一定の条件で実験を行ったため実験後加速度一定になるように補正した。

3.結果と考察

3.1 模型の応答倍率分布

図5にCase1の1次ピーク時と32Hz時の応答倍率の稜線方向分布を示す。どのケースでも1次ピークの時に付け根側稜線上において約6倍のほぼ様な応答が見られる。先端部分では、応答が小さくなっている。

高周波域(32Hz)では応答は全体的に減少傾向を示し、分布の形も変わることが分かる。また付け根から約130mm地点では高さ方向に応答倍率の分布を持たない断面も局所的に現れる。

このときのCase2の付け根側の加振方向断面の変位の一例を図3に示す。模型の変位は中腹部分より高い部分で大きくなっていることが分かる。

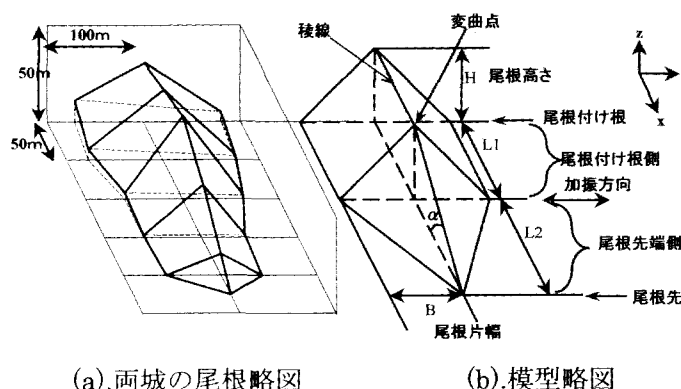


図1 両城の尾根及び模型の略図

表1 実験パターン

	α (deg)	L1 (mm)	L2 (mm)	H (mm)	B (mm)	H:B	加振振幅(mm P-P)
Case1	17	195	156	60	60	1:1.0	1.0
Case2					90	1:1.5	1.0
Case3					180	1:2.0	1.0
Case4		130	104	40	40	1:1.0	1.0
Case5					60	1:1.5	1.0
Case6					120	1:2.0	1.0
Case7	17	195	156	60	60	1:1.0	0.3
Case8					60	1:1.0	0.5
Case9					60	1:1.0	0.7

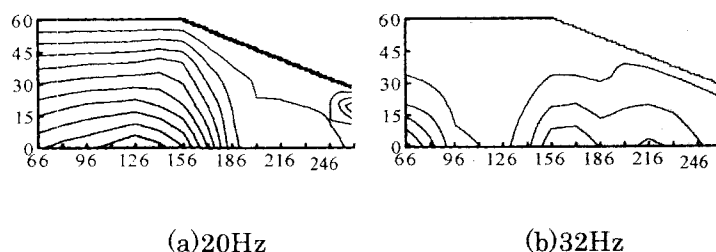


図2 応答倍率の分布(Case1)

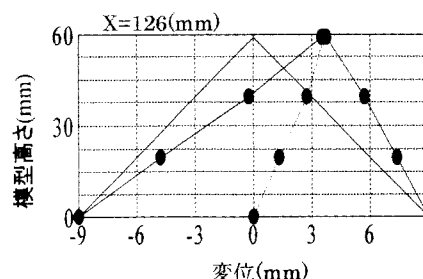


図3 Case2の標点変位

3.2 実験結果と二次元解との比較

図4、図5にそれぞれ模型高さ H 及び尾根付け根からの距離と1次ピーク(応答倍率が最大となる固有振動数)時の応答倍率の関係を示す。ここで4質点系解析の理論解をせん断試験によって求めた G を入力して求めると理論値の応答倍率は実験値の約2倍になる。これは付け根部分の壁面に摩擦が生じ、見かけのせん断弾性係数が大きくなったものと考えられ、 G を約1.4倍に補正すると実験値と一致した。

3.3 現場への適用

ここで補正されたせん断弾性係数を用い相似側を使って両城の尾根の固有振動数を求めたところ約10Hzとなり、図6に示す芸予地震時に呉市焼山で観測された地震波の卓越周期とほぼ一致し、芸予地震時には共振が起こったと考えられる。

次に図7に示す2つのモデルを使い4質点解析を行った。図8に両城の高さ方向の応答倍率分布を示す。加速度応答倍率は尾根中腹より上で1.5倍以上の大きな値を取り、最上部で約2倍の増幅を示した。この結果は及び先に述べた加振方向断面の変位の分布は芸予地震時尾根被害が中腹より上部に集中していた事実と一致する。

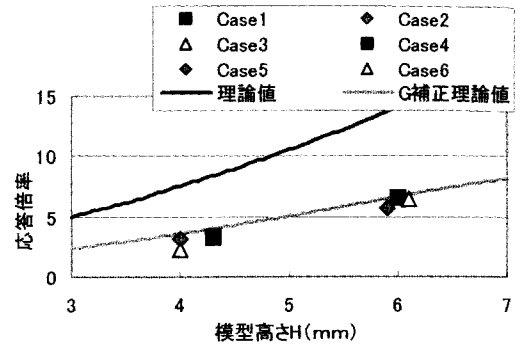


図4 模型高さと応答倍率の関係

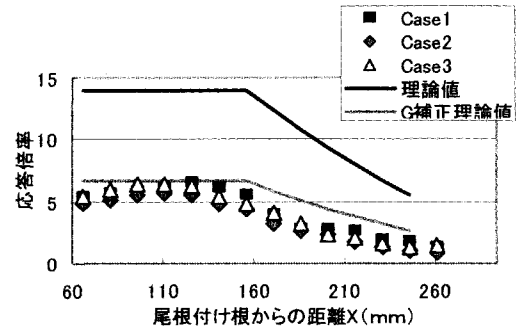


図5 尾根付け根からの距離と応答倍率の関係

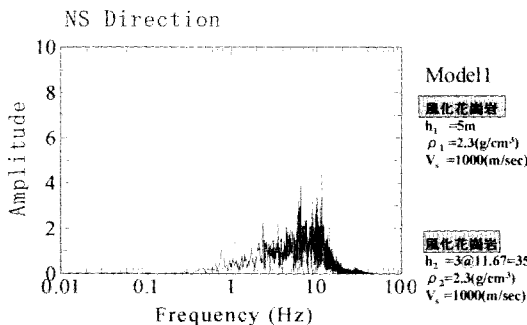


図6 呉市焼山フーリエスペクト

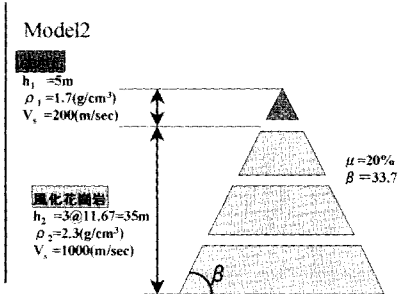


図7 解析モデル

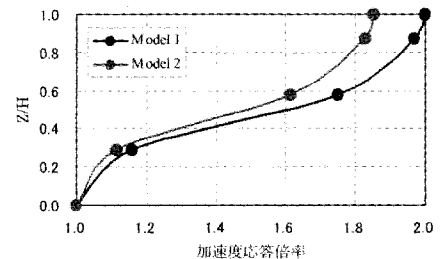


図8 加速度応答倍率と高さの関係

4. 結論

- 1) 1次ピーク時の、応答倍率の分布は尾根付け根側よりの変曲点付近を中心として付け根側の稜線上でほぼ一様な高い応答倍率の分布を見せる。
- 2) 模型実験の結果と二次元の質点系解析の結果はせん断弾性係数を補正すれば一致する。
- 3) 現地データを用いて解析を行った結果、尾根の中腹以上で加速度尾等倍率は1.5倍以上の値を取り、稜線上で約2倍となった。
- 4) 現地データの解析及び模型実験のより得られた高さ方向の応答分布は芸予地震の尾根部での被害傾向と一致した。

[参考文献]

- 1) 加納誠二, 佐々木 康, 森脇 武夫, 木村 紋子, 西本 大介: 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, 第57回年次学術講演会概要集(CD-ROM), 土木学会, III-568, 2002.