

建設省土木研究所 正会員 吉見精太郎
 建設省土木研究所 正会員 常田 賢一
 建設省土木研究所 正会員 二宮 嘉朗

1. まえがき

1978年伊豆大島近海地震, 1984年長野県西部地震等のように、山間部における地震災害では、のり面・斜面の崩壊がよく見られるが、これらの変状は斜面の形状等の特性により異なるものの、斜面条件が多様であるため、動的応答特性についてはあまり明らかなでないのが実情である。そこで、地震時におけるのり面・斜面の合理的な耐震性評価に基本となる地震動特性を明らかにするために、弾性体材料を用いた斜面模型を製作し、振動実験を実施した。本文では、斜面の形状及び勾配による動的応答特性の差異に着目して検討した結果を報告する。

2. 実験方法

斜面模型は、斜面の標準的な条件として、高さ100m程度の均一な地盤の斜面を想定し、縮尺は1/500とした。斜面模型を図-1に示すが、斜面高さ(H)及び奥行き(B)はそれぞれ20cm, 30cmの一定とし、斜面の勾配および斜面の形状を変化パラメーターとして、6体の2次元模型を製作した。モデル2および5は斜面勾配がそれぞれ30°および45°の直線斜面、モデル1および4は稜線中央で斜面勾配がそれぞれ40°→20°, 55°→35°に変化する凸形斜面、さらにモデル3および6は逆に斜面勾配がそれぞれ20°→40°, 35°→55°に変化する凹形斜面の模型である。模型材料にはシリコンゴムを使用した。この物理特性と実物への換算値を表-1に示す。

斜面模型での加速度計の設置位置を図-1に示すが、加振入力位置に1箇所(測点1)、斜面上は斜面長(L)に対して、斜面下端からL/4(測点2), L/2(測点3), 3L/4(測点4)およびL(測点5)の4箇所とし、模型天端は天端面中心1箇所(測点6)とした。また、模型の変位振動モードをカメラにより撮影するために、模型表面に5cm×5cmのメッシュをいれている。

実験は各モデルの斜面方向(以下X方向)および斜面直角方向(以下Y方向)に水平加振を行った。入力波は、共振実験においては1~40Hz, 振幅40galの正弦波と1~60Hz, 最大値100galのランダム波とし、変位振動モード計測実験では5.5Hz, 6.5Hzおよび7.5Hz, 振幅200galの正弦波とした。

3. 実験結果

実験結果の一例として、図-2にモデル1~3のX方向加振により得られた共振曲線からハーフパワー法により算出したモデル各部の減衰定数(h)を示すが、hは5%から15%の範囲にあ

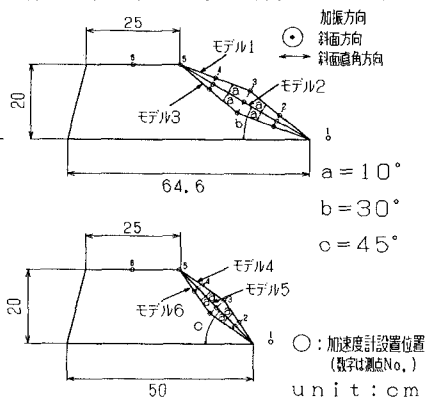


図-1 斜面模型(縦断形, 奥行き=30cm)

表-1 模型材料の物理特性と実物への換算値

項目	模型	実物換算	縮尺
単位体積重量 $\gamma t(g/cm^3)$	1.00	2.10	1/2.10
せん断弾性係数 $G(Kg/cm^2)$	0.6	5357.2	1/8929
せん断弾性波速度 $V_s(m/s)$	7.69	500	1/65
寸法(斜面高さ) $H(m)$	0.20	100.0	1/500
時間 $T(s)$	1/7.67	1	1/7.67

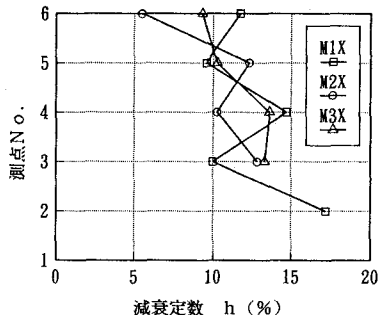


図-2 減衰定数の分布

(モデル1~3: 斜面方向加振)

り、多少のばらつきはあるものの模型上部にいくにしたがって、 h は小さくなる傾向が認められる。伝達関数曲線から最大加速度応答倍率と共振振動数を、また模型上面から撮影した写真からメッシュから変位量を求め、その結果を比較することにより斜面の動的応答特性について検討した。なお、以下では紙面の都合により、X方向加振における斜面の動的応答特性について検討した結果を述べる。

図-3, 4は、それぞれ斜面平均勾配が 30° のケース(モデル1~3)及び 45° のケース(モデル4~6)の斜面方向加振における最大加速度応答倍率(β)の斜面高さ方向の分布を示したものである。図-3より、 β は斜面上部でモデル1がモデル2, 3より若干大きくなっているが、全体的にはどのモデルでも β はほぼ同程度の値を示している。また図-4においては各モデルの β は、 $H \leq 80 \text{ mm}$ ではモデル6, 4, 5の順に大きく、 $100 \text{ mm} \leq H \leq 150 \text{ mm}$ ではモデル6がやや大きい。斜面上部ではほぼ一致している。図-5は、図-3のケースに対して、各測点での共振振動数(f)を示したものである。図同より、全体的に f は斜面上部にいくにしたがって低くなっている傾向が読み取れる。図-6, 7は、 200 g a $1, 6.5 \text{ Hz}$ の正弦波を入力したときの、各モデルの斜面方向の相対変位の斜面高さ方向の分布を、それぞれ図-3, 4と同様のケースについて示したものである。図-6によると、 $H \leq 70 \text{ mm}$ での各モデルの変位はほぼ同程度であるが、 $H \geq 70 \text{ mm}$ ではモデル3の変位が最も大きく、 $H = 200 \text{ mm}$ ではモデル1がモデル3より、 1 mm 以上大きく変位している。一方、図-7においては、 $70 \text{ mm} \leq H \leq 150 \text{ mm}$ でモデル6がモデル4, 5よりも若干大きく変位しているものの、変位量は斜面形状によらずほぼ一様である。

以上のことから、加速度増幅特性においては、地形形状による明確な差異はとらえられなかった。しかし、変位応答においては、斜面平均勾配が 30° の斜面において入力レベルが大きい場合に、斜面中間高さ以上で地形形状による差異が見られた。一方、斜面平均勾配が 45° の斜面の応答は、斜面形状及び入力レベルによらずほぼ一様であったが、これは凹凸斜面の勾配の変化が平均勾配 30° 斜面の勾配の変化に比べて小さいためと考えられる。

4. まとめ

今回の模型振動実験により、斜面の基本的な動的応答特性をある程度把握できた。今後は、より多様な地形形状の斜面の動的応答特性について数値解析により検討を加えていく予定である。

参考文献

- 1) 吉見, 常田, 福井: 斜面の動的応答特性に関する模型振動実験, 第21回地震工学研究発表会講演概要, 平成3年7月。

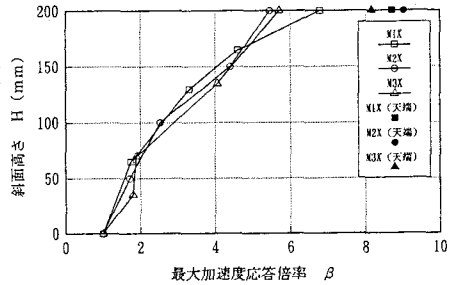


図-3 最大加速度応答倍率の分布(モデル1~3)

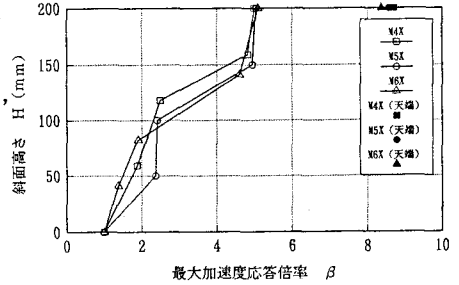


図-4 最大加速度応答倍率の分布(モデル4~6)

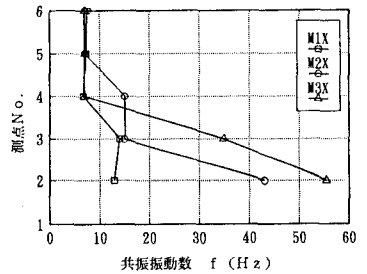


図-5 共振振動数の分布(モデル1~3)

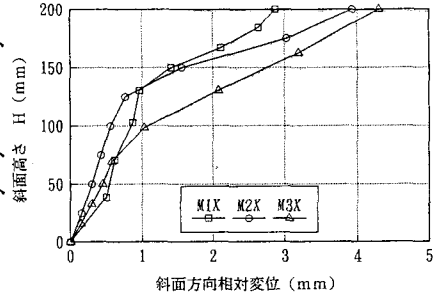


図-6 斜面方向相対変位(モデル1~3)

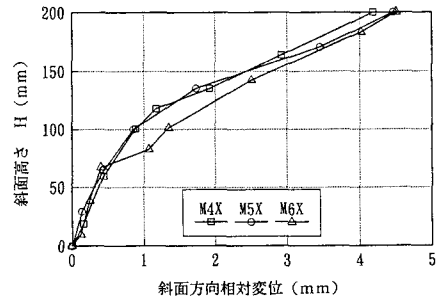


図-7 斜面方向相対変位(モデル4~6)