

建設省土木研究所 正員 岩崎敏男

川島一彦

基盤地盤コンサルタント 森本 巖

1. まえがき

地震動に及ぼす地盤条件に関しては現在までに実測、解析等多数の研究が行なわれてきているが、地震動に及ぼす地形条件の影響に関しては比較的解析の事例が少ない。ここでは、地震により表層の滑落崩壊を生じた2つの斜面をとり挙げ、簡単な計算により斜面の地震応答特性および安定性を検討した結果を報告する。

2. 解析対象断面

解析の対象として、既往の地震被害から図1および図2に示す斜面を取り挙げた。両者は互いに隣接した位置にあり、同一の地震により一方が斜面崩壊を生じ(図1の崩壊部分)、他方は崩壊しなかったものである。

以下、前者を斜面1、後者を斜面2とそれぞれ呼ぶことにする。斜面1、2ともに安山岩より成る地山の一部である。地表付近は著しく風化を受けており、地表から地下6m程度まではN値10~20となっている。さらに、地表面下2~3mには崖錐堆積層とみられる土層があり、最大径40cm程度の堅硬な安山岩礫を含む土砂状の構成となっている。面地点では地震後にPS検層、弾性波探査が行われており、これらの結果に基づいて地層区分、せん断剛性等を定めている。また、表層ではスウェーデン式サウンディングも実施されており、この結果から土の強度分布を推定した。

3. 解析のモデル化

図1および図2に示した斜面を2次元の平面ひずみ状態を仮定し、地盤の剛性および減衰定数のひずみ依存性を等価線形の考え方で近似的に取り入れた有限要素法によりモデル化した。解析の方向は代表的な位置における斜面の法線方向とした。従って、本来の地山が持っている3次元的な形状のうち、斜面の法線に直角方向の形状は計算には取り入れられていない。なお、せん断波速度が350m/sec以上の地層および地山に対しては等価線形化手法による剛性および減衰定数のひずみ依存性は無視した。

基盤は、斜面下方の水平面上に取り、1978年伊豆大島近海地震により国鉄の新菊川変電所で採取された記録を基盤地震動として水平方向に作用させた。最大加速度は基盤で100galとした。

4. 解析結果

斜面1、2の水平方向および鉛直方向の最大加速度の分布を図3~6に示す。これによれば、水平方向の最大加速度に関しては、(i)地山内の増幅は小さく、地表付近の風化層および崖錐堆積層内において増幅の度合いが大きい、(ii)形状としては、大きくみればゆるやかにふくらんだ斜面が他よりも加速度が大きい、(iii)さらに、その中でも小さく出た凸部において著しく加速度が増幅される。等の傾向が認められる。鉛直方向の最大加速度に関しても水平方向と同様であるが、解析上は鉛直方向に加振していないにもかかわらず、斜面の影響で600galを越す大きな加速度が地表で生ずることが注目される。斜面の解析では、今後、鉛直方向の入力地震動も考慮することが必要とされよう。

次に、常時の状態(自重のみ作用)および上記の地震時の状態に対し、次式によりすべりやすさ係数を定義し、

$$\text{すべりやすさ係数} = \text{土に生じる最大せん断主応力} / \text{土のせん断強度}$$

この分布を求めると図7のようになった。強度の推定は上述したスウェーデン式サウンディングの結果に基づいているため、推定の幅が大きい。したがって、すべりやすさ係数の絶対値ではなく、斜面1および2の相対的な比較に意味がある。これによれば、崩壊の生じた斜面1の方が斜面2よりもすべりやすさ係数は全体に大きく

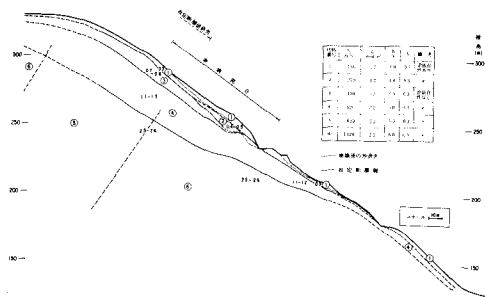


図-1 解析対象斜面 (斜面-1)

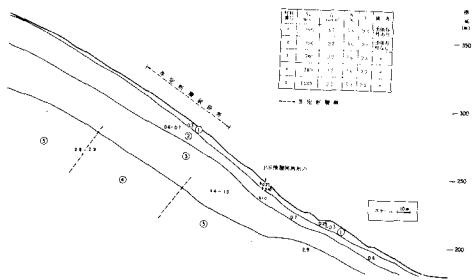


図-2 解析対象斜面 (斜面-2)

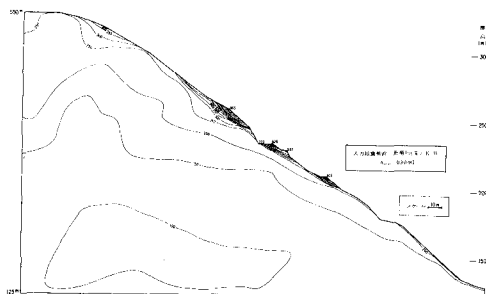


図-3 水平方向の最大加速度の分布 (斜面-1)

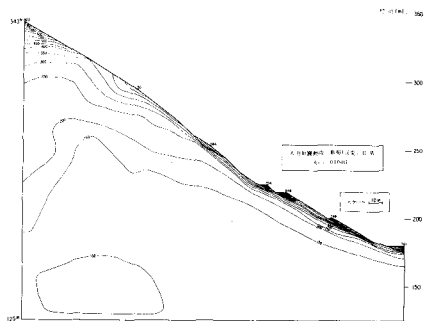


図-4 水平方向の最大加速度の分布 (斜面-2)

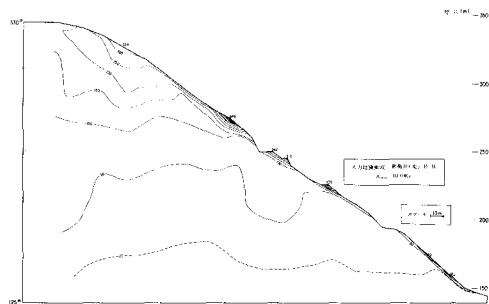


図-5 上下方向の最大加速度の分布 (斜面-1)

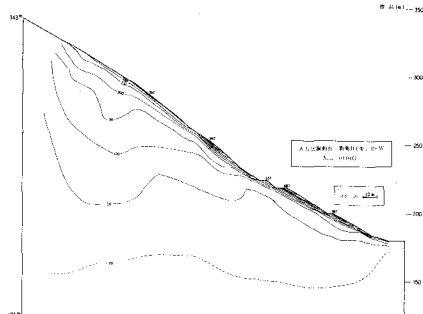


図-6 鉛直方向の最大加速度の分布 (斜面-2)

常時、斜面-1
地震時、斜面-1
常時、斜面-2
地震時、斜面-2

なっており、上述した崩壊の状況をある程度説明付けられると考えられる。

5. まとめ

2次元平面ひずみモデルにより斜面の基礎的な振動特性を検討した。今後は地山の形状をより忠実に解析に考慮することが必要とされよう。

謝辞

本解析に関しては土木研究所急傾斜地崩壊研究室安江室長および仲野研究員の御指導を得た。ここに記して厚く御礼申し上げる。

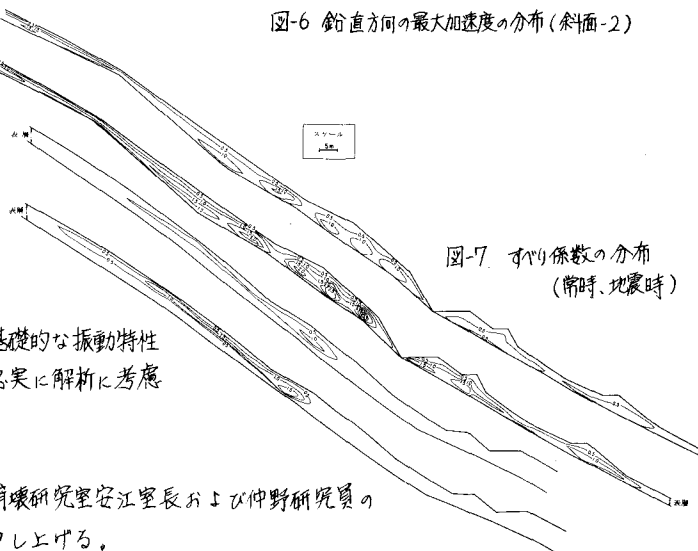


図-7 安全係数の分布 (常時、地震時)