

087 地震による斜面崩壊に関する地形効果の解析的研究

財団法人砂防・地すべり技術センター ○松村和樹 安田勇次
京都大学大学院農学研究科 水山高久
静岡大学農学部 土屋 智
株式会社ダイヤコンサルタント 高橋正昭 唐文東

1 はじめに

平成7年の兵庫県南部地震等、近年山腹斜面崩壊を生じさせる地震が多くなってきている。地震による土砂災害対策を実施する上で、斜面崩壊への地形形状の影響程度を定量的に把握することは重要である。本研究では、地震による斜面崩壊に及ぼす地形形状の影響（地形効果と称す）を、3次元応答非線形 FEM解析を用いて検討し、地震時の斜面崩壊ポテンシャルとしての残留変位に注目して結果を整理した。

2 解析モデル

2.1 崩壊斜面の規模

斜面崩壊の大きさは、1995年兵庫県南部地震における崩壊実績調査結果では、崩壊斜面は571件、幅10~20m、長さ50~100m、深さ1~2m程度であった¹⁾。

2.2 擬似的な崩壊地形形状の設定

地震による崩壊斜面の特徴²⁾により、解析に適用した崩壊地の地形は、図-1に示す兵庫県南部地震により斜面崩壊が発生した尾根部³⁾の地形を選定した。地形形状の定量化を図ることを考慮して、その尾根部の地形を、長(a)・中(b)・短(c)軸の半径をそれぞれa=70m、b=35m、c=10mとする凸型楕円体に近似した。解析に適した地形モデル(図-2)は幅140m、斜面長200m、全層厚8mとした。

2.3 入力地震波及び入力物性値

入力地震波は図-3に示す兵庫県南部地震時に神戸大学で計測された地震波形(Acc_input, Acc_max=3.0m/s²程度)をもとに、斜面長さ方向(X)の水平方向のみを与えた。地盤の動的強度特性として、せん断波速度V_s=65~300m/s等を与えた。

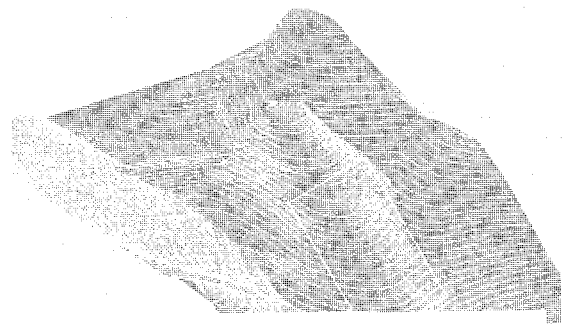


図-1 実崩壊地の地形

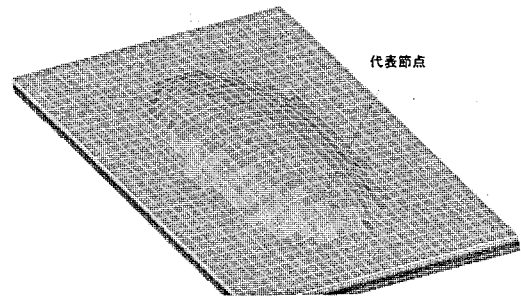


図-2 解析に用いた地形モデル

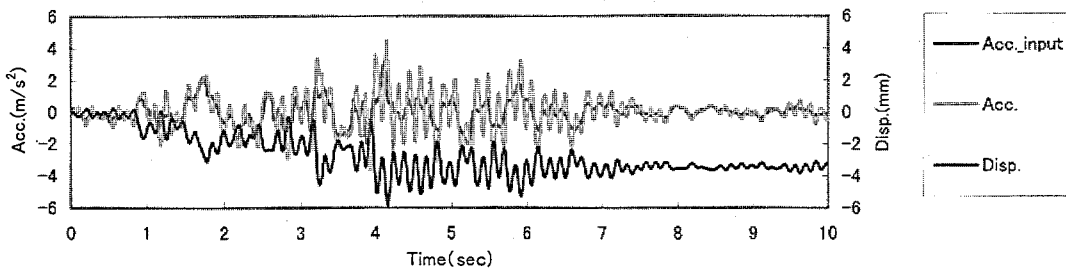


図-3 入力地震波(Acc_inpit)と応答加速度(Acc)・変位(Disp)

3 解析結果

3.1 応答加速度・変位の時刻変化

地形の代表節点におけるX方向の応答加速度・変位の時刻歴変化を図-3に示した。応答加速度波形(Acc)は、入力加速度に比べ高周波成分が増幅されている。また、変位(Disp)は最大応答加速度の時に最大となって、全体的には応答加速度の変化に応じて震動し、かつ変位が徐々に蓄積されていき、最終的に大きい残留変位を示してい

る。

3.2 地表応答加速度・変位分布

地形の代表節点におけるX方向の応答加速度及び変位分布の一例を図-4 および図-5 に示す。加速度応答及び変位応答は表面形状の凹凸に応じて分布し、特に斜面肩部、凹み部のような急変部ではいずれの値も大きく変化している。

4. 地形効果の評価

4.1 地形効果の評価指標

地形効果の定量化を図るため、地表形状の凹凸程度を表現する平均曲率⁴⁾(図-6)、地形の傾斜程度を表現する局所傾斜角および地形の方向を表現する局所傾斜方向を用いた。

4.2 地表形状と残留変位の関係

上記三つの指標と残留変位の関係について図-7 および図-8 のように総合的な検討を行った。

5 おわりに

凸面地形のほか、凹面およびフラット面の地形形状、さらに全体傾斜角の変化についても比較検討を行った。

本研究を総じては、地震による斜面崩壊に及ぼす地形の影響程度を定量的に評価するため、凸面・フラット面・凹面を呈する斜面地形を想定作成して、3次元応答非線形 FEM解析を実施した。その結果、

- ①地形形状と解析で得られた残留変位との間には相関が認められ、凸型>フラット型>凹型の順で変位が大きく、凸型の程度が大きい程、残留変位が大きい。
- ②いずれの地形でも局所的な曲率が大きい程、変位が大きく、また面の傾斜方向と変位との間に相関が見られ、特に凸型の場合には地形の縦断方向の中心から左右方向にいくにつれ、変位が大きい。

今後は、地震による実崩壊地形とその調査結果を用いながら入力方向・次元数などを考慮に入れ、本解析手法の有効性を検証し、地震による斜面崩壊に対する地形効果を定量的に評価していく予定である。

<参考文献>

- 1) 水山 高久ら：兵庫県南部地震による山腹崩壊（概要）、兵庫県南部地震に伴う土砂災害に関する緊急報告資料、砂防学会，pp.1-61，1995年
- 2) 奥菌 誠之ら：土砂災害の予知と対策 4. 崩壊（その1）、土と基礎，31-11，pp.89-96，1983年
- 3) 沖村 孝：地震時および地震後の降雨による斜面崩壊、断層研究資料センター第13回セミナー，2000年6月
- 4) 西田 顕郎ら：数値地形モデルに基づく地震時山腹崩壊斜面の地形解析，砂防学会誌，Vol.49，No.6，pp.9-16，1997年

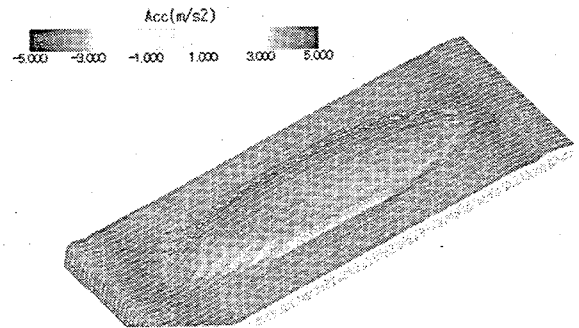


図-4 応答加速度 (4.8sec) の分布

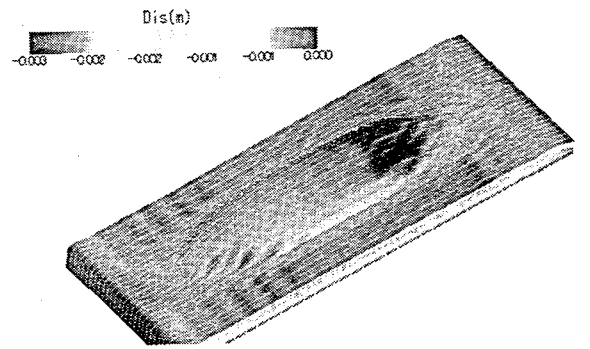


図-5 応答変位 (4.8sec) の分布

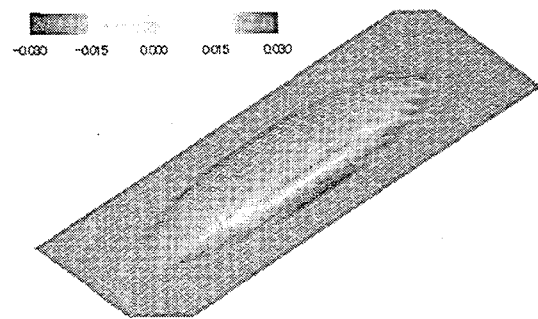


図-6 局所平均曲率の分布

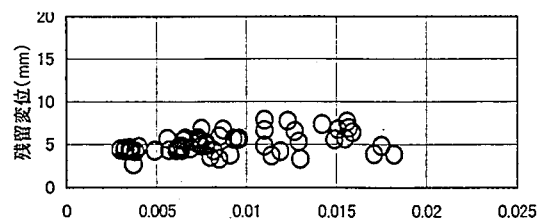


図-7 残留変位と局所平均曲率の関係

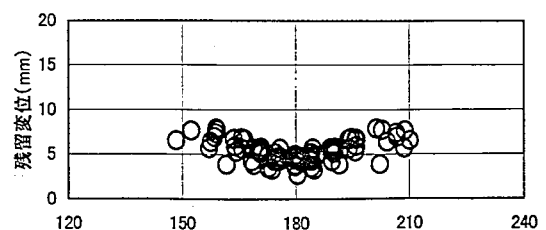


図-8 残留変位と局所斜面方向の関係