

加振の有無が模型斜面の降雨浸透過程に及ぼす影響に関する実験的検討

神戸大学都市安全研究センター 沖村 孝
 神戸大学都市安全研究センター 鳥居 宣之
 兵庫県農林水産部農林水産局治山課 村上 晴茂
 兵庫県龍野農林振興事務所治山課 谷本 実
 株式会社ダイヤコンサルタント 山浦 昌之
 神戸大学大学院 ○谷本 育水

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震により六甲山系で747箇所の斜面崩壊が発生し¹⁾、地震後は地震前よりも少ない降雨量²⁾により、地震による崩壊数を上回る938箇所(地震直後～1995年10月末)の崩壊が発生した³⁾。このことより、地震動は地震後の降雨による斜面崩壊の発生に影響を与えていることが考えられる。これまでに行われてきた地震後の降雨による斜面崩壊に関する研究としては、崩壊発生地の立地条件を明らかにしようとする研究や降雨特性と崩壊発生状況の関係を説明する研究などがある。しかし、地震動が斜面に与えた影響に関する研究に関しては未解明な部分はまだ多く残されている。ここでは、1997年より兵庫県が行っている「森林土木効率化等技術開発モデル事業」の一環として昨年度に行われた模型斜面振動台実験の結果を用い、加振の有無が降雨浸透過程にどのような影響を与えるのかを検討することを目的としている。

2. 実験の概要

実験土槽は、高さ2000mm、長さ3400mm、幅1600mmのものを用い(写真-1参照)、それを2基、振動台の上に載せて実験を行った。斜面傾斜角度は45°、斜面表面から200mmまでを表土層($\rho_t=1.30\text{g/cm}^3$)、そこから下400mmを中間層($\rho_t=1.65\text{g/cm}^3$)と設定し、土の締固めを行い(図-1参照)、表土層と中間層の間には木工ボンドを水に溶かしたものを吹き付けて不透水層を模擬している。土槽内の土の動きは、斜面側面と斜面表面に取り付けられたマーカーを写真測量によって計測している。模型斜面には、対策工斜面(ロープネットとロックボルトの併用)と無対策工斜面の2種類がある。加速度応答は斜面内に設置されている加速度計(図-2参照)によって計測している。本報では、斜面内に設置されているテンシオメータ(図-3参照)の計測結果をもとに降雨浸透過程の比較を行う。実験は、case1, 2, 3の3種類である(表-1参照)。加振過程は、正弦波5.0Hzの加振を10秒間行い、加速度は200Galから50Galずつステップ加振を行っていく。case2は750Galまで加振を加え

て法肩部に約230mmの亀裂が発生し、case3は350Galまで加振を加えて約140mm程度の亀裂が発生した(図-5参照)。また本報では、対策工の有無によって降雨浸透過程に大差はないものとして取り扱っていく。

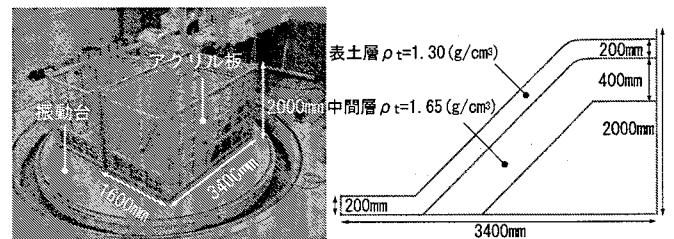


写真-1 土層設置状況

図-1 表土層と中間層

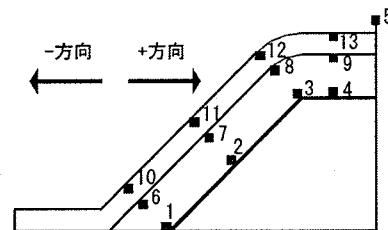


図-2 加速度計配置図

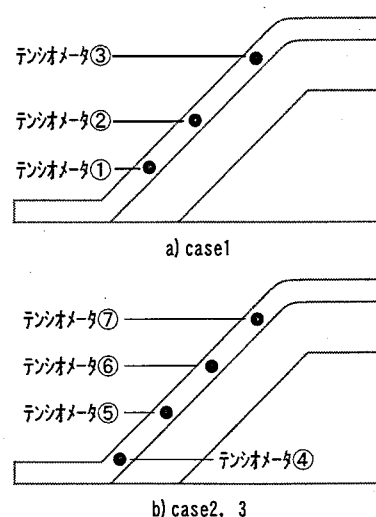


図-3 テンシオメータ配置図

表-1 実験ケース

ケース名	模型斜面	加振	降雨強度 [mm/h]
case1	対策斜面	なし	100
case2	対策斜面	あり(750Galまで加振)	75
case3	無対策斜面	あり(350Galまで加振)	75

3. 実験結果

図-4 に case2, 3 の表層部における加速度応答倍率を示す。これによると、高い位置にある天端、法肩の応答倍率が大きくなっていることがわかる。加振終了時の土槽内の土の変動量を見てもわかるように(図-5 参照)、加速度応答倍率の結果と同じく斜面下部と比べて斜面上部での変位量が大きくなっている。つぎに、テンシオメータの計測結果を図-6 に示す。加振を与えていない case1 は斜面下部方向から順番に反応を始めている。加振を与えた後に降雨を降らせた case2, 3 は case1 と傾向が変わり斜面上部から反応を始めていることがわかる。この結果を飽和到達時間としてまとめたものを図-7 に示す。飽和到達時間とは、降雨開始から計測値である圧力水頭値が0mH₂O付近で一定値を示し始めるまでの経過時間である。図-7 より、加振を受ける事により、降雨量が case1 に比べて少ないにもかかわらず、斜面上部の飽和到達時間が短くなっていることがわかる。これより、加速度応答倍率が増幅されやすく変動量の大きい斜面上部では、浸透性能が上昇したことを示している。また、case3 では降雨開始から約8分後に天端の亀裂付近に水が染み出し、降雨開始から約14分後にその表面の水が消散し、降雨開始から15分前後に法面表面の一部から水が染み出してくるのが確認されている。この表面から染み出してきた位置と天端亀裂付近の水が染み出し消散した位置は同じ断面上に位置し、表面から染み出している位置の近くにはテンシオメータ⑥が設置されていた。このことから考えると、加振によって大きく変動している場所には透水性の高い領域が形成されていたことが考えられる。しかし、case3 のテンシオメータ⑦においてはその傾向が認められない。加振終了時のマーカーの変動量と亀裂の深さから推定されるすべり面(図-5 (b) 参照)が、テンシオメータ⑦の位置に現れているために測定誤差が生じている事が考えられる。

4. まとめ

実験結果より、加振によって亀裂に近い斜面上部では浸透性能が上昇するという傾向が認められた。このことが、地震後に少ない降雨量でも斜面崩壊を引き起こした原因の一つと考えられる。

参考文献

- 1) 沖村孝, 鳥居宣之, 伊井政司: 兵庫県南部地震による山腹斜面崩壊の実態, 土地造成工学研究施設報告, 13, pp. 147-167, 1995.
- 2) 富田陽子, 桜井 亘, 中 庸充: 六甲山系における地震後の降雨による崩壊地の拡大について, 新砂防, 48-6, pp. 15-21, 1996.
- 3) 沖村孝, 鳥居宣之, 永井久徳: 地震後の降雨により発生した斜面崩壊メカニズムの一考察, 建設工学研究所論文報告集, 40-B, pp. 115-134, 1998.

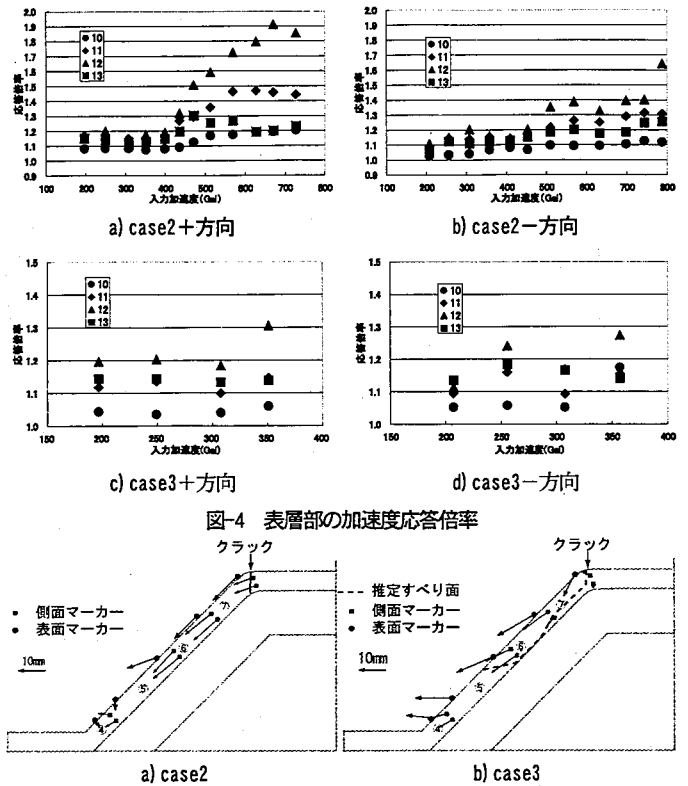


図-4 表層部の加速度応答倍率

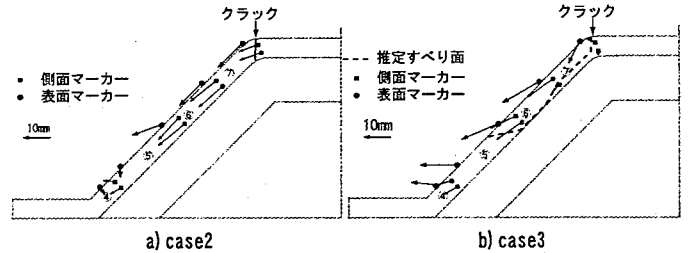


図-5 加振終了後の状況

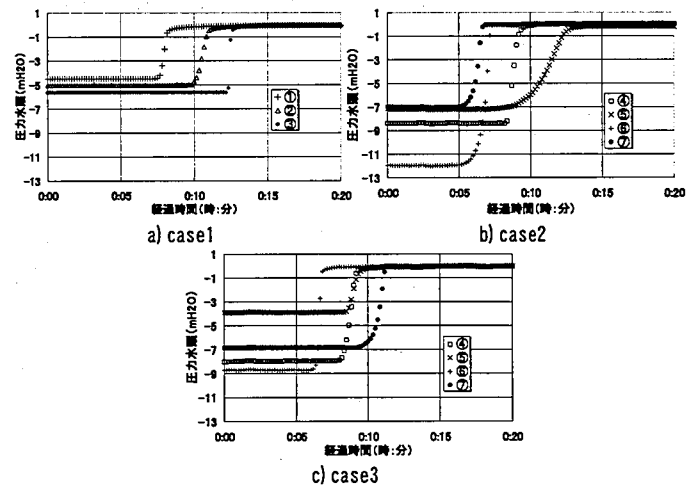


図-6 テンシオメータ計測結果

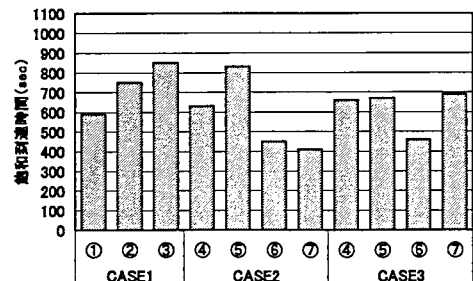


図-7 飽和到達時間