

根系による自然斜面の補強効果に関する振動台実験

九州大学 学生会員

○横山大幹

九州大学大学院

正会員

古川全太郎

東京工業大学

正会員

笠間 清伸

1 はじめに

近年の熊本地震や北海道胆振東部地震では強い地震動により自然斜面や土構造物の崩壊が発生し甚大な被害が出た¹⁾。地震による自然斜面や土構造物の崩壊が住宅地や社会基盤施設に与える影響を把握することは、地震防災の観点から重要だと考えられる。特に、根系が地震時の斜面に対して補強効果を発揮することが知られている^{2),3)}が、その効果の定量化は十分になされていない。そこで、著者らは根系を有する模型斜面における1G場での振動台実験を行い、根系が存在する場合の斜面の振動特性、変形挙動及び補強効果を調査した。

2.実験概要

図1に示す模型斜面を対象に振動台実験を行った。4.75mm以下のまさ土を用いてCase0では17.5cmずつ4層で、Case1及び2では高さ35,52.5,70cmの3層で締固めを実施し、模型斜面を作製した。根系はスギ⁵⁾の苗木を用い根入れ深さを12.5cmで統一し、奥行き方向10,30cmの2列にCase1は斜面前方から34cmまでに8本配置、Case2は斜面天端長手方向68cmを3等分した等分線上に4本配置、表1に示す条件で実験を行った。中村ら⁴⁾の実験を参考に根系なしのCase0は鉛直及び水平変位計位置を天端法肩から100,300,500mm、高さ175,350,525mmとし、それらの延長線で交差する9点に加速度計を配置した。図2最下部に示した入力波を与え、斜面法面方向の加速度を正として各加速度計で測定した。変位は変位計に近づく場合を正としてアルミ製のポインターを斜面に設置し計測した⁶⁾。

3.実験結果

Case0及び1,2で斜面左端に位置する加速度計及び斜面水平変位において比較を行った。図3に示した加速度応答倍率は、入力波に対する斜面左端の加速度計で計測した加速度最大値の増幅率を表したものである。入力波と同値の加速度の場合応答倍率は1.0となる。左のグラフは斜面崩壊前、右のグ

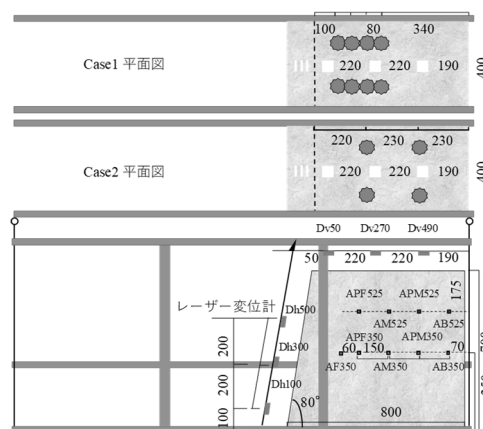


図1 模型斜面(Case1,2)

表1 実験条件

土質	まさ土
密度(g/cm ³)	1.67
含水比(%)	12.2(最適含水比)
加速度(gal)	100,200,300,400(sin波、連続加振)
周期(Hz)	10
時間	各10s (400galのみ1min)
Case	傾斜角
0	80°
1	根系数(本)
2	0
	8
	4

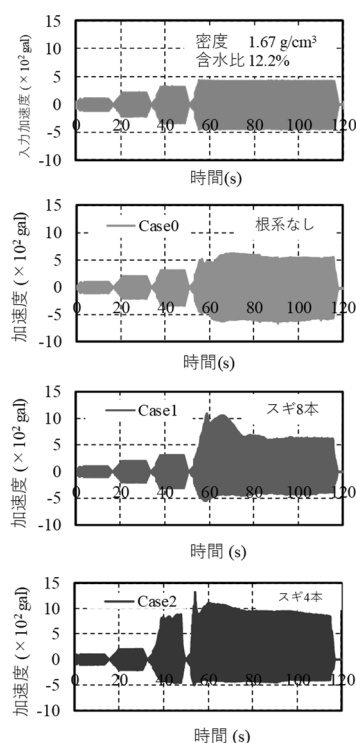


図2 AF350の加速度時間変化

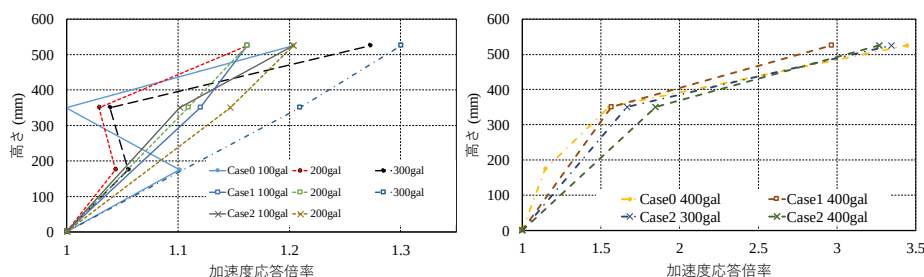


図3 斜面左端の加速度応答倍率

ラフは斜面崩壊後の加速度応答倍率である。根系なしの Case0 と根系ありの Case1,2 を比較すると、Case0 の加速度が抑えられている。これは Case0 を 4 層で締固めたことで、3 層で締固めた Case1,2 より斜面が補強された影響だと考えられる。Case1,2 を比較すると、200gal 時点において根系がスギ 8 本の場合は、スギ 4 本の場合と比較して加速度応答倍率が 3.0% 小さくなることが明らかとなった。根系数の増加により加速度応答倍率を抑えることができたと推測できる。

加振中の斜面最大水平変位を図 4 に示した。200gal 加振時において最大水平変位は根系なしの Case0 と比較して、Case1 では 22.5~37.1%, Case2 では 7.7~35.7% 低減した。また、斜面崩壊はいずれの Case においても法先から発生したため、斜面水平方向を計測する変位計で最下部(Case0:175mm、Case1,2:100mm)に位置する変位計のデータを用い、図 5 に崩壊直前 1.5s の変位及び実線で示した最下部の変位計における変位の平均値をとったものを示した。根系ありの Case1 及び 2 において根系なしの Case0 より変位が 91.2% 及び 40.8% 小さいことから、根系の存在により斜面の水平変位を抑えることができたと推測できる。

4. まとめ

本検討における成果を以下に示す。

- 1) スギ 8 本植えた場合の加速度応答倍率は、スギ 4 本の場合と比較して、200gal 加振時において 3.0% 低減した。
- 2) 加振中の斜面最大水平変位は 200gal 加振時において、スギ 8 本の場合は根系なしの場合と比較して、最大 37.1% 低減、スギ 4 本の場合は根系なしの場合と比較して、最大 35.7% 低減した。
- 3) 斜面崩壊直前の水平変位は、スギ 8 本の場合根系なしの場合と比較して 91.2%、スギ 4 本の場合根系なしの場合と比較して 40.8% 低減した。

謝辞：本研究は、本研究は、JSPS 科研費 JP19K15089 “植生生体電位を活かした表層崩壊バイオアラームの開発”の助成を受けたものです。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 梅田浩司・千代谷佳織・柴正敏・近藤美左紀, 平成 30 年北海道胆振東部地震に伴う斜面崩壊, 応用地質, Vol.60, No.4, pp172-179, 2019
- 2) 阿部和時, 樹木根系が持つ斜面崩壊防止機能の評価に関する研究, 森林総研研報, pp105-181, 1997
- 3) 今井久, 樹木根系の斜面崩壊抑止効果に関する研究, ハザマ研究年報, pp34-52, 2008
- 4) 中村晋・五月女敦・中村智・伴一彦, 1G 場での振動実験による斜面模型の崩壊挙動の分析, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.72, No.4, pp393-403, 2016
- 5) 菊住昇, 根系の支持作用, 樹木根系図説, 誠文堂新光社, pp87-113, 1979
- 6) M.Shinoda, K.Watanabe, T.Sanagawa, K.Abe, H.Nakamura, T.Kawai and S.Nakamura, Dynamic behavior of slope models with various slope inclinations, Soils and Foundations, Vol.55, No.1, pp.127-142, 2015

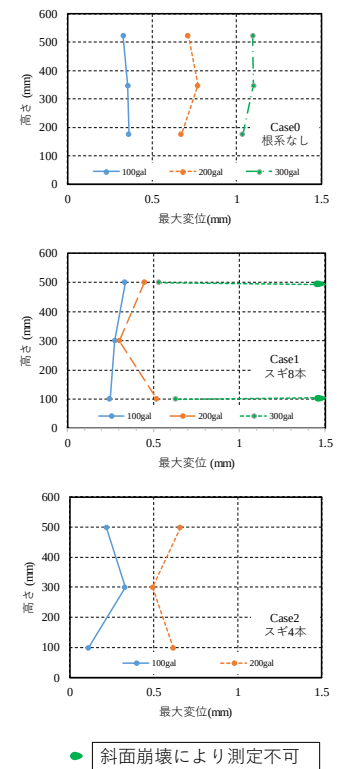


図 4 最大水平変位

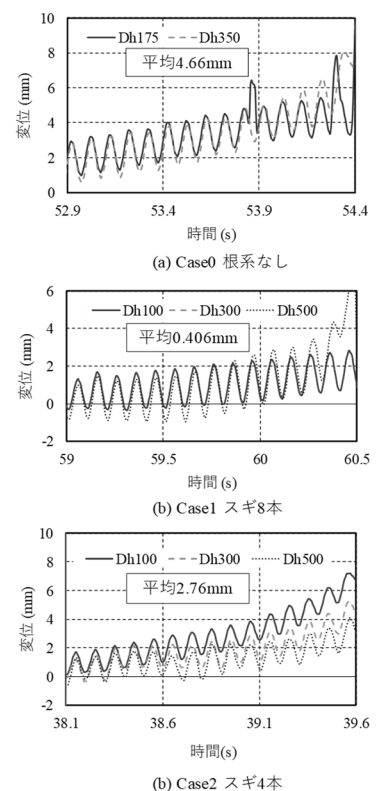


図 5 崩壊直前変位