

丸太杭を利用した斜面崩壊対策の検討

飛島建設株式会社 技術研究所 正会員 ○三輪 滋
 飛島建設株式会社 技術研究所 正会員 本山 寛
 飛島建設株式会社 技術研究所 正会員 沼田 淳紀

1. はじめに

関東平野は一見低平に見えるが、南関東では、樹枝状の細長い谷が台地の奥深く入り込む複雑な地形を有している。これは谷地と呼ばれ、軟弱地盤が厚く堆積している。台地と低地の境界は多くの場合急崖であり、地震時には、その地形効果による増幅や、ゆるみ層が存在する場合には被害が大きくなる可能性があり、その危険度評価や対策について検討する必要がある。一方で、著者らは、地球温暖化対策の一つとして木材を地盤対策として積極的に活用することを提案している¹⁾。本研究では、広く分布する台地－低地境界の急斜面の崩壊対策に、この地域で得られる地産の材料として木杭を用いることを考え、その効果を確認するための基礎的な実験として、小型の振動実験を行った。

2. 実験の概要

実験は、傾斜 45°の斜面を作成し、そのままの斜面の場合と、幾つかのケースの木杭による対策を施した場合について、土槽を水平方向に加振し斜面の挙動の比較を行った。使用した砂は珪砂 7 号で、含水比 2%の不飽和状態で締め固め度 74%程度に締め固めた、斜面には、変位を測るためのターゲットを 50mm 間隔で設置した。また、土槽底部と法肩および法尻に加速度計を設置した。これらの配置を図-1 に示す。表-1 に実験ケースを示す。無対策に加え、対策はそれぞれ、法肩、法尻、斜面中腹に木杭（直径 D=9mm）を垂直に深さ 15cm、中心間隔 3D で設置した場合、法尻と斜面中腹の両方に設置した場合、斜面中腹に斜め 45°で設置した場合について実験を行った。スケールは 1/20 を想定しているため、杭の埋め込み深さは 3m である。また、杭長は 25cm であり、10cm (2m 相当) が地表に出ている状態とした。

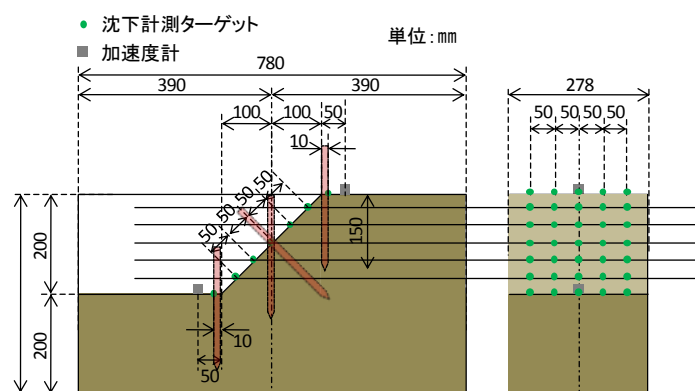


図-1 斜面の模型と対策工の配置

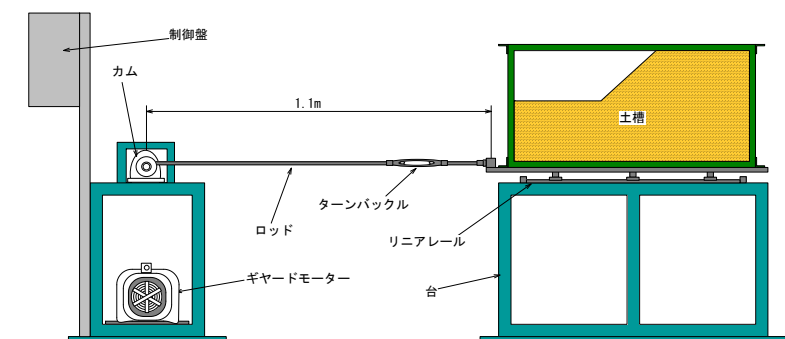


図-2 加振装置

表-1 実験ケース

ケース No	実験ケース	木杭					地盤				
		直径 mm	打設間隔	貫入量 mm	位置	角度	材料 名前	傾斜 °	飽和度	含水比 %	締め固度 %
1	無対策	—	—	—	—	—	珪砂7号	45°	不飽和	2	73.9
2	斜面中腹に木杭（垂直、深さ3m、間隔3D）	9	3D	150	中央	垂直	珪砂7号	45°	不飽和	2	73.6
3	法肩に木杭（垂直、深さ3m、間隔3D）	9	3D	150	法肩	垂直	珪砂7号	45°	不飽和	2	73.6
4	法尻に木杭（垂直、深さ3m、間隔3D）	9	3D	150	法尻	垂直	珪砂7号	45°	不飽和	2	73.9
5	法尻＋斜面中腹に木杭（垂直、深さ3m、間隔3D）	9	3D	150	法尻＋法尻	垂直	珪砂7号	45°	不飽和	2	73.7
6	斜面中腹に木杭（斜め45°、深さ3m、間隔3D）	9	3D	150	中央	45°	珪砂7号	45°	不飽和	2	73.7

図-2 に加振装置を示す。土槽は、一次元方向にのみ加振可能である。加振は、ギヤードモーター（出力 0.75kW、減速比 1/5）によりカムを回転させ、カムに取り付けられた約 1.1m のロッドを土槽と連結し水平振動を与えた。加振波は、主要動が 5Hz で 22 波であり、前後にテーパーがそれぞれ 5 波付いている。振幅は、カムの偏心量により設定可能である。加振実験は、段階的に振幅を増やすステップ加振とし、150gal, 200gal, 300gal, 400gal まで加振した。なお、加振直角方向の Y 軸、Z 軸方向はほとんど振動していない。

キーワード 斜面、地震、斜面崩壊対策、木杭

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設技術研究所 TEL04-7198-1365, FAX04-7198-7586

3. 実験結果

それぞれの実験ケースで、入力加速度は、ほぼ想定した加速度の通りであり、入力加速度ごとの結果を比較することができる。各加振段階ごとの斜面の変形は、斜面上に設置したマーキングの移動から測定した。図-4に各ケースの変形を示す。同じ高さのマーキングは5つあるのでその平均値を示している。斜面の初期状態には多少の不陸があるため、その初期値も示している。無対策においても、150gal, 200galではほとんど変形が生じなかったため、各ケースとも図示していない。無対策の300galでは、斜面が大きく変形し、それぞれのマーキングは、水平方向に50mm程度、鉛直方向には25mm程度の移動している。これ以上の加振ではさらに大きく斜面の変形が進行した。対策を施したケースはほとんどの場合、無対策に比べて変形が抑制されている。また杭間の地盤についても砂がすり抜けるような変形は起こらず、ある程度粘性が期待できる地盤においては、杭を間隔をあけて設置しても効果が得られることが分かる。斜面中腹に設置した場合は、法尻の場合とほぼ同程度であった。法尻に設置した場合には、斜面下方での拘束効果が小さいためか変形は比較的大きい。法尻に杭を設置した場合は、300gal加振では、水平変位は25~30mm程度、鉛直変位は10mm程度以下に抑制されており、杭の効果が表れている。斜面中央と法尻に杭を設置した場合は、最も変形が抑制される。また、加速度が400galになっても無対策の300galの場合とほぼ同様な変形であり、大きな地震力に対しても変形の進行が小さい。斜面中腹に斜めに設置した場合は、垂直に設置した場合よりも変形が抑制され、また、400galでの変形の進行も抑制された。

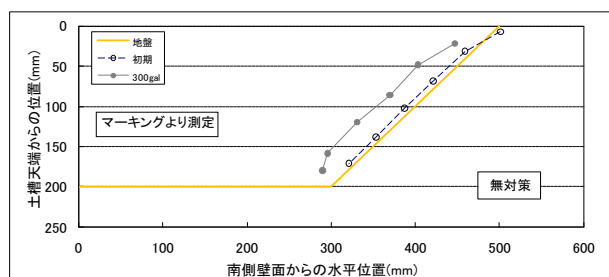
4. まとめ

台地-低地間に存在する急崖を対象にして、崩壊対策として木杭を考えその効果について基礎的な実験で検討した。木杭により崩壊を抑制する効果を確認できた。効果的な配置や設置の形状、深さなど検討を進めたい。

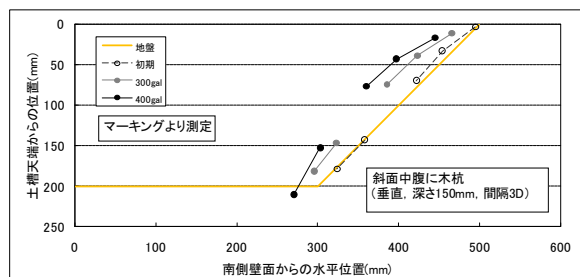
謝辞：本研究は2010年度科学研究費補助金(基礎研究(B))課題番号22310107を活用し実施したものである。実験の実施と結果の取りまとめには飛鳥建設技術研究所染谷昇氏、知久倫子氏、染谷京子氏の協力を得た。記して感謝の意を表す。

参考文献

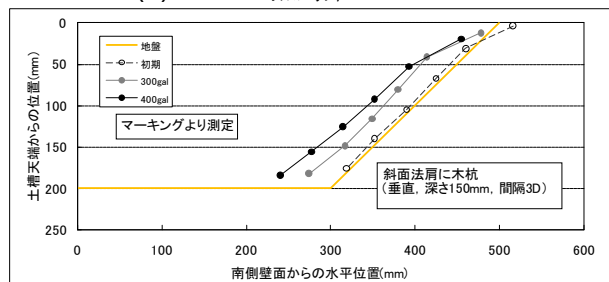
1) 沼田淳紀, 上杉章雄: 地球温暖化対策のための木材利用の可能性について, 第14回地球環境シンポジウム, 土木学会, pp.97-102, 2006.



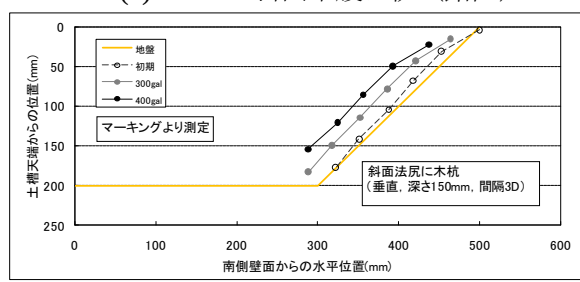
(a)Case-1 無対策



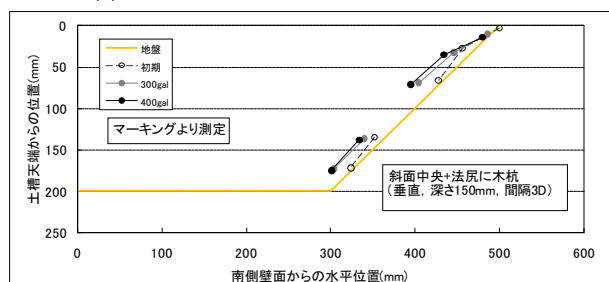
(b)Case-2 斜面中腹に杭 (鉛直)



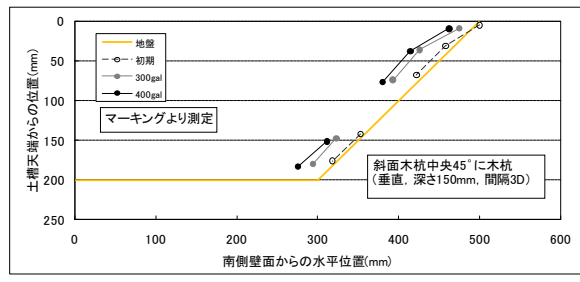
(c)Case-3 法尻に杭 (鉛直)



(d)Case-4 法尻に杭 (鉛直)



(e)Case-5 斜面中腹と法尻に杭 (鉛直)



(f)Case-6 斜面中腹に杭 (斜め 45°)

図-3 加振による斜面の変形