

丸太杭を用いた斜面崩壊対策の実験と数値解析

飛島建設技術研究所 正会員 ○三輪 滋
 飛島建設技術研究所 正会員 沼田 淳紀
 飛島建設技術研究所 正会員 筒井 雅行

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⁾。このような活用法のひとつとして、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を行っている²⁾。ここでは、その効果を様々な条件で検討出来るように、実験結果を数値解析により表現することを試みた。

2. 実験による効果の検討

実験は、傾斜 45°の斜面を作成し、そのままの斜面の場合と、丸太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²⁾。段階的に振幅を増やすステップ加振とし、正弦波 5Hz22 波により 150gal, 200gal, 300gal, 400gal で加振した。使用した砂は珪砂 7 号で、含水比 2%の不飽和状態で締固め度 74%程度に締固めた。斜面には、変位を測るためのターゲットを

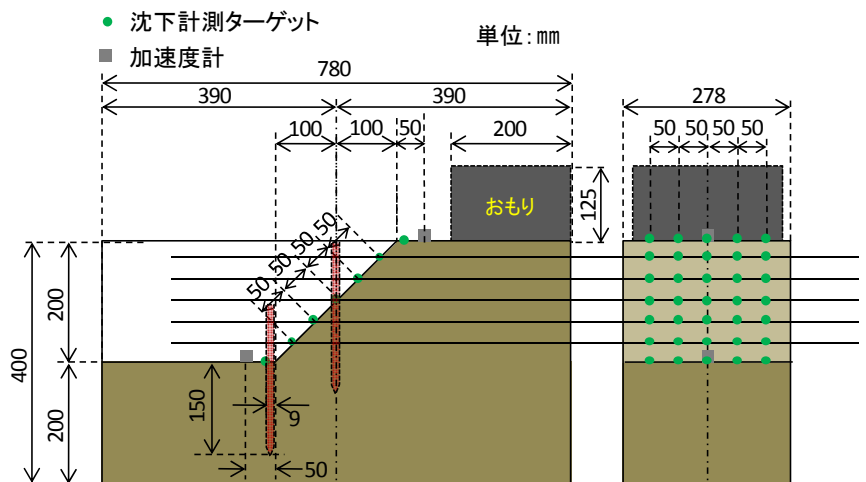


図-1 斜面の模型と対策工の配置

50mm 間隔で設置した。解析の対象とした実験は、無対策と、法尻と斜面中腹に丸太を想定した直径 9mm の木杭を垂直に深さ 15cm, 中心間隔 3D で設置した場合の 2 ケースである。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実スケールでは 3m である。実験における斜面と対策工の配置を図-1 に示す。

図-2 に加振後の変形を示す。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。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。対策した場合、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いる。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。杭間の地盤については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と考えられる。

3. 数値解析による効果の検討

実験結果を数値解析で評価することを試みた。様々な対策の効果を比較することに結び付けるためである。解析コードは FLIP³⁾を用いた。図-3 に解析モデルを示す。地盤は、マルチスプリング要素により 1cm 角のグリッドで、丸太杭、土槽型枠は線形梁要素でモデル化した。側方境界は土槽枠で拘束されるが左右に自由に動き、底面

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

境界は完全固定とした。

表-1 に解析モデルの物性値を示す。せん断波速度は、実験土槽の中心位置(土被り 0.2m)で 30m/s と非常に緩い状態であるが、これは有効拘束圧 98Kpa では約 80m/s に相当する。

解析結果を図-2 の実験結果と合わせて示す。無対策の解析は 300gal 加振では、実験値をやや下回るものの、400gal では、大きな変形を示す。また、対策では、300gal で実験とほぼ同程度の変形を示し、400gal では、実験値より大きいものの、無対策に比べ変形量が低減されていることが分かる。非常に緩い地盤による実験であったことで、地盤の物性値の微妙な違いの影響が大きかった可能性があること、ステップ加振であったため、地盤の状況が加振毎に変化した可能性があることなど、一様な物性値で現象を定量的に表現することは困難がともなった。定性的には、地震力の大きさとともに変形が大きくなること、対策により変形が抑制できることを示すことができた。

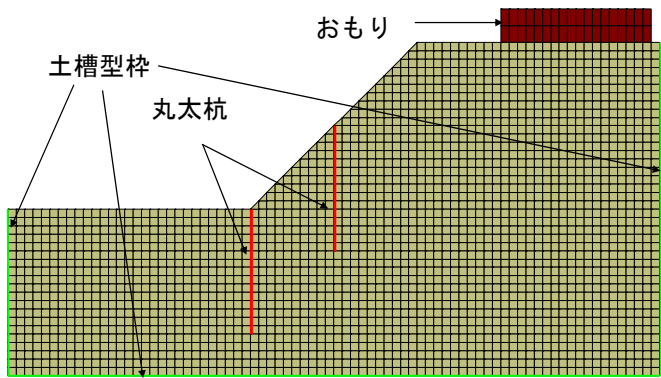


図-3 解析モデル

4. まとめ

台地一低地間に存在する急崖を対象にして崩壊対策として丸太杭を考え、基礎的な実験および数値解析で、崩壊を抑制する効果を確認した。効果的な配置や設置の形状、深さなど検討を進めたい。

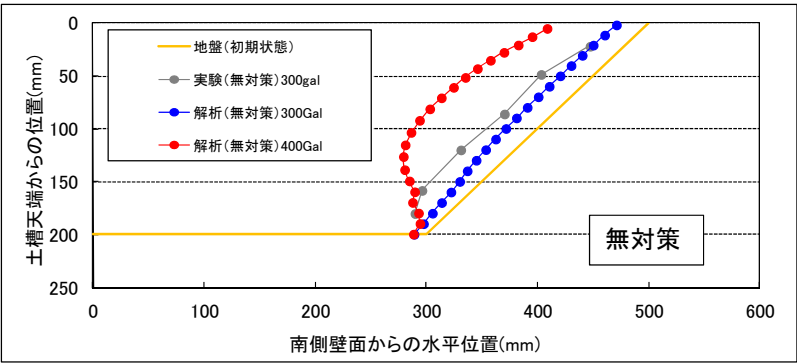
謝辞：本研究の一部は科学研究費補助金(基礎研究(B)課題番号 22310107)を活用し実施したものである。本論文の作成には飛鳥建設技術研究所染谷京子氏、藤間律子氏の協力を得た。記して感謝の意を表します。

参考文献

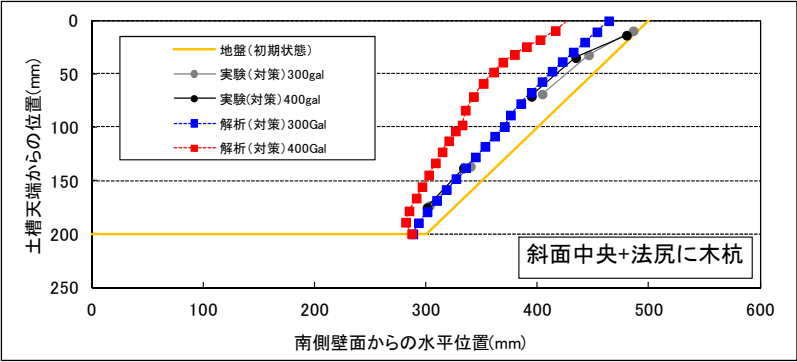
1) 沼田淳紀, 上杉章雄: 地球温暖化対策のための木材利用の可能性について, 第 14 回地球環境シンポジウム, 土木学会, pp.97-102, 2006.

2) 三輪滋, 本山寛, 沼田淳紀: 丸太杭を利用した斜面崩壊対策の検討, 第 66 回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.581-582, 2011.

3) Iai, S., Matsunaga, Y. and Kameoka, T.: Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility, Soils and Foundations, Japan Geotechnical Society, Vol. 32, No. 2, pp. 1-15, 1992.



(a) 無対策



(b) 丸太杭による対策

図-2 加振による斜面の変形

表-1 解析モデルの物性値

地盤	高さ		層厚	単位体積重量	有効上載圧	ポアソン比	間隙率
	(m)		H	γ_t	σ_v'	ν	n
硅砂7号	上端	下端	(m)	(kN/m^3)	(kPa)		
	0.4	0	0.4	12.2	2.44	0.33	0.45
粘着力	内部摩擦角	基準拘束圧	せん断波速度	初期基準せん断波速度	初期基準せん断剛性	最大減衰定数	
c	ϕ_f	σ_{ma}	Vs	Vsma	Gma	hmax	
(kPa)	($^\circ$)	(kPa)	(m/sec)	(m/sec)	(kPa)		
0	37.92	98	30	81	8199	0.24	
丸太杭	直径	単位体積重量		ポアソン比		せん断剛性	
	(m)	(kN/m ³)				(kPa)	
	0.09	3.3		0.4		6.37×10^5	