

小口径高張力鋼管を用いた組杭形式抑止杭に関する研究—その1：遠心模型実験—

東京工業大学 工学部 正会員 桑野二郎 井澤 淳
 東京工業大学 工学部 学生員 矢野敦士○仲田宇史
 先端建設技術センター 城戸正行 堀 孝夫
 先端建設技術センター 正会員 竹内友章

1. はじめに

山岳地帯における道路建設では長大切土のり面の増加や不安定な地質との遭遇が多くなり、のり面抑止杭工の合理的・経済的な設計法に関する研究もなされてきている。しかし、切土工に伴ったすべり特性や変形抑制機能の評価、施工性・耐久性の向上に関する事項などまだまだ研究を要する課題が残されている。

本研究では、切土のり面に適した小口径高張力鋼管（直径 300mm 以下）を用いた抑止杭工を対象として、組杭形式抑止杭のすべり抑止効果を評価するため、遠心模型実験と平面骨組み解析を実施した。本文では遠心模型実験の概要とその結果について報告する。

2. 実験概要

図1に本研究に用いた実験装置の概略を示す。地すべり時の移動層地盤は $w=19.9(\%)$ に調整した稲城砂を $\rho_d=1.60(\text{g}/\text{cm}^3)$ になるようバイブレータで締固めて作製した。また不動層地盤には、DII級軟岩を想定した変形係数 $E=114(\text{MPa})$ の軟質塩化ビニルを使用している。実験時の遠心加速度は 30 (G) とし、この所定の遠心加速度に達した後、電動ジャッキで移動層を押すことで地すべりを模擬している。実験ケースは表1に示すように、背面地盤を二種類にして、杭を設置しない場合、直杭と斜杭による組杭形式を用いた補強の場合、一列単杭を用いた補強の場合の5ケースである。杭を設置したケースでは、杭体に作用する曲げモーメントおよび軸力を測定するために中央の杭にひずみゲージを貼付けている。また杭先端部は固定条件であり、頭部は互いに剛結している。図2-4に各ケースの組杭の設置状況を示す。また、ケース03における組杭の設置位置は、直杭・斜杭の斜面側の地盤面積合計値がケース02と等しくなるように決定した。

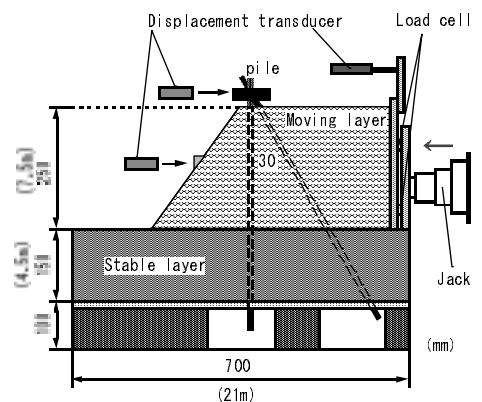


図1 実験模型

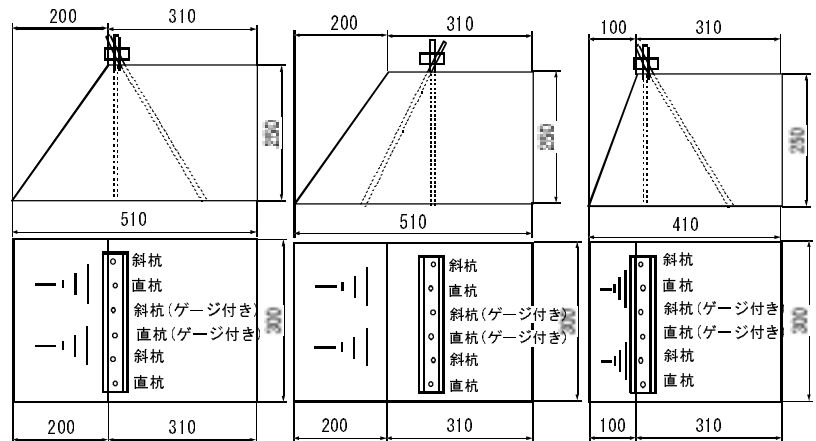


図2 杭設置位置

(ケース 01-02)

図3 杭設置位置

(ケース 03)

図4 杭設置位置

(ケース 04-05)

表1 実験ケース

Case No	杭径式	斜面角度	組杭配置
ケース 01	杭なし	1 : 0.8	-
ケース 02	組杭形式	1 : 0.8	上流斜杭
ケース 03	組杭形式	1 : 0.8	下流斜杭
ケース 04	杭なし	1 : 0.4	-
ケース 05	組杭形式	1 : 0.4	上流斜杭

3. 実験結果(以下に示す値は、すべて実物換算値である。)

図4に載荷荷重と斜面水平変位の関係を示す。背面抵抗の異なるケース02とケース05を比較すると、抑止力(杭の補強を行ったものから無補強の載荷荷重を引いた値)はケース02において大きく発揮されており、杭背面地盤の背面抵抗を評価する必要があると思われる。¹⁾ また、組杭設置を逆にしたケース02とケース03を比較すると、ケース03のほうが若干左側に推移していて、同じ載荷板変位に対する出力変位が大きく

なっている．この理由の一つとして考えられるのが，組杭の設置角度に起因する杭の部材力の変化である．一般的に補強材などは，せん断に対して伸張方向に設置したほうが大きな補強効果が得られることが分かっている．これは土の変形強度特性に起因し，地盤中の引っ張り領域における引っ張り方向のひずみを補強材が抑制することで，土の強度がより効果的に発揮されるものと報告されている．抑止杭工法と鉄筋などの地山補強土工法は周辺の地盤との関係が全く同じとは言えないものの，今回の実験ではケース 02 において引っ張り方向，ケース 03 では圧縮方向に，抑止杭（特に斜杭）が設置されていることによって，補強土工法で見られるような土の強度特性が発現し，抑止力が減少したと考えられる．ただし抑止力は，今回のどちらのケースにおいても十分に発揮されていることから，組杭の設置角度の違いによる抑止力への影響はそれほど大きくはないと思われる．

図 6，図 7 にケース 03 におけるモーメントと軸力の深度分布を示す．特徴的な点としては，軸力に関して，ケース 02 とは逆に²⁾直杭，斜杭ともに全断面において圧縮力が卓越しているということである．杭設置角度を変化させた影響が考えられ，先に载荷を受けた上流側の直杭が倒れこむのを斜杭が圧縮力で支える変形モードとなったものと思われる．また，直杭と斜杭の曲げモーメントの深度分布をケース 02 と比較すると²⁾，ほとんど同じモーメントの分布形式となっており，ケース 02 の実験結果と近いものとなっている．したがって，曲げモーメントに関しては，境界面との設置角度を変化させても，大きな差異が見られず，組杭設置角度による部材への影響は，曲げに関してよりも軸力に関して大きく現れると言える．

4.まとめ

組杭形式を用いたのり面抑止杭の抑止効果を調べることを目的として遠心模型実験を行い，以下のような知見を得た．

- ① 杭抑止杭方式において抑止杭が境界面となす設置角度を载荷方向に圧縮方向，伸張方向に設置した実験を行った結果，伸張方向に設置したケースで抑止力が若干大きかったものの，両者とも十分な抑止力が発揮されることを示した．
- ② 組杭抑止方式における境界面との設置角度の違いにより，生じる部材力についての影響は，軸力に関して大きく発揮され，曲げに関しては小さいという傾向が見られた．

なお，本研究は，（財）先端建設技術センターおよび民間 14 社（奥村組，ケー・エフ・シー，サトウ・イクタ・ロックジャパン，住友金属工業，銭高組，ソイルメックジャパン，大日本土木，東洋建設，利根地下技術，飛島建設，トマック，日本基礎技術，フジタ，三菱マテリアル）により実施している「小口径鋼管を用いた斜面補強システムに関する共同研究」によるものである．

参考文献 1) 矢野敦士：小口径高張力鋼管による組杭形式抑止杭に関する研究—その 1：遠心模型実験—：第 57 回地盤工学会講演会，2003.06

2) 仲田宇史：小口径鋼管杭のよりのり面抑止に関する遠心模型実験：第 57 回年次学術講演会，2002.09

3) 小口径鋼管を用いた斜面補強システムに関する共同研究報告書（その 2），（財）先端建設技術センター自主共同研究（H14 年度）

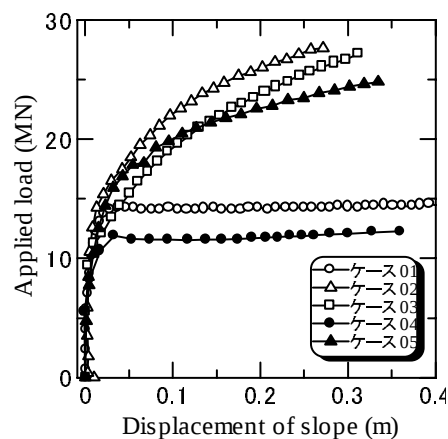


図 5 载荷荷重と斜面水平変位の関係

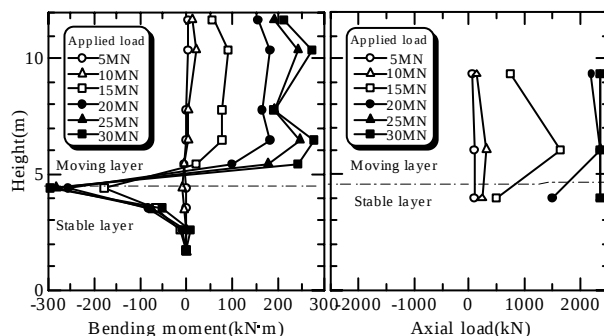


図 6 モーメントと軸力の深度分布(ケース 03 斜杭)

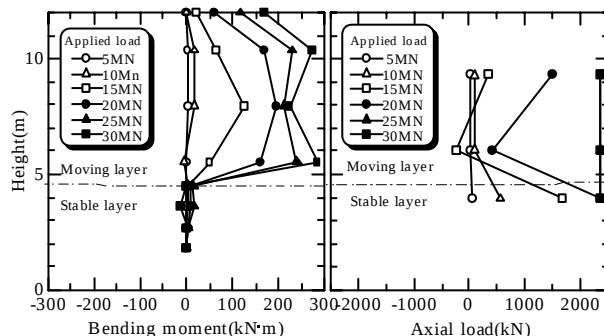


図 7 モーメントと軸力の深度分布(ケース 03 直杭)