

小口径鋼管杭によるのり面抑止に関する遠心模型実験

東京工業大学大学院 学生員○仲田宇史
東京工業大学大学院 正会員 桑野二郎 高橋章浩
先端建設技術センター 正会員 城戸正行
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、のり面抑止杭の合理的・経済的な設計法に関する研究も数多くなされてきた。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、遠心模型実験を実施したので、その概要と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図を示す。地すべり時の移動層地盤は $w=19.9(\%)$ に調整した稲城砂を $\rho_d=1.60(\text{Mg/m}^3)$ になるように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 $30(\text{G})$ 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、杭を設置しない場合、直杭と斜杭による組杭形式による補強の場合、一列単杭による補強の場合の3ケース、5パターンである。杭先端部は固定条件、頭部は互いに連結しており、ケース2、ケース4およびケース5は補強形式は同様であるが杭頭の固定度に違いを設けている。またケース2～ケース5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。図2および図3に各ケースの杭の設置状況を示す。

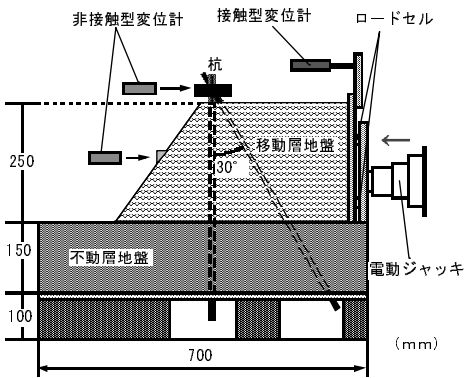


図1 実験模型

表1 実験ケース

	補強形式	杭頭固定度
ケース1	なし	—
ケース2	組杭形式（斜杭と直杭）	中
ケース3	一列単杭形式	中
ケース4	組杭形式（斜杭と直杭）	なし
ケース5	組杭形式（斜杭と直杭）	大

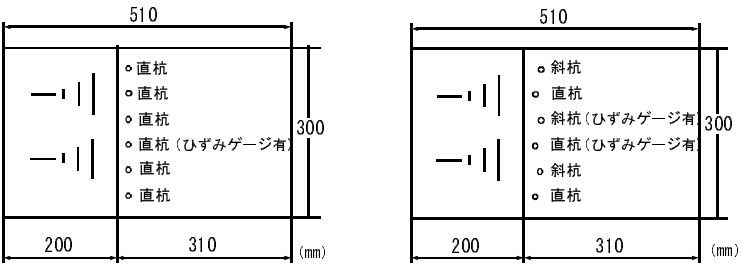


図3 組杭形式杭設置位置（平面図）

3. 実験結果

遠心模型実験の結果得られた載荷荷重－移動層のり面水平変位関係を図4に示す。このグラフより、杭による補強を施すことで抵抗力が大きくなることが分かる。また、ケース2～ケース4において値がほぼ一致することから杭頭の固定度が大きくなければ斜杭の効果が十分に発揮されず、載荷荷重－移動層のり面水平変位

図2 一列単杭形式杭設置位置（平面図）

キーワード：地すべり，抑止杭，マイクロパイル，組杭，遠心模型実験

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL：03-5734-2593 FAX：03-5734-3577

関係においてほぼ同様の値になることが分かる。一方、十分な杭頭固定を施したケース5はのり面変位を抑止でき、また抵抗力も大きくなることが分かる。

次に図5に示すような杭頭水平変位－載荷板水平変位の関係を見ると、載荷板水平変位が10(mm)程度までは、杭頭固定度が大きいほど杭頭水平変位は小さくなることが分かる。特に杭頭固定が十分なケース5では杭頭の水平変位量が著しく抑えられていることが分かる。このように、組杭形式においては杭頭の固定度を大きくすることによって斜杭が直杭を背後から引張る形で直杭の変形を抑えるという斜杭の効果をよく発揮できることが分かる。

図6および図7は本実験で得られた、中央に位置する直杭のモーメント分布である。図6はケース3、図7はケース5における載荷板水平変位4(mm)～10(mm)の分布を示している。これらを見るといずれの分布も境界面付近でモーメントの正負が大きく入替わる「くさび杭」型¹⁾のモーメント分布であることが分かる。これは、杭背面側（地すべり方向下流側）の地盤の剛性が大きく地盤反力が大きいために、杭の変形を杭背面土が押返すような働きをしているためであると考えられる。またケース5においては杭頭を十分に固定しているために杭頭部においてもモーメントが生じていることが分かる。

4. まとめ

本研究では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行った。その結果以下のようなことが分かった。

- ① のり面抑止杭を斜杭と直杭による組杭形式にする場合、杭頭の固定度により同程度の荷重が作用したときの移動層のり面の変位量が異なる。杭頭固定度が小さいと一列単杭形式と同程度になるが、杭頭固定度が大きければ移動層のり面の変位を抑えることができる。
- ② 本実験のように杭背面（地すべり方向下流側）の土塊の地盤反力が期待できる場合、一列単杭形式および組杭形式ともにモーメント分布は境界面付近でモーメントの正負が入替わるくさび杭型の分布となる。

5. あとがき

今回の実験により当初の目的であった模型実験による組杭形式を用いたのり面抑止杭の特徴、問題点を検討する事はできたと考えられる。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、サントビグ・イクタムロックジャパン、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、飛鳥建設、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) 前野・成瀬・田山: 地すべり抑止杭工の設計手法に関する模型実験, 日本道路公団試験研究所報告(1995-11)

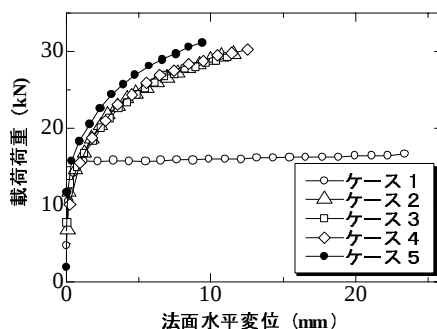


図4 載荷荷重－法面水平変位関係

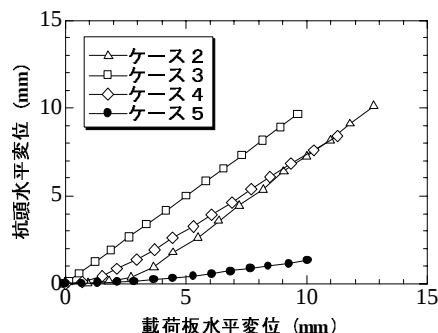


図5 杭頭水平変位－載荷板水平変位関係

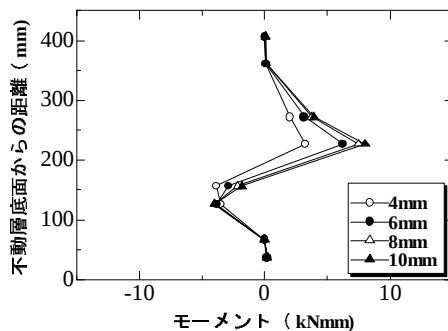


図6 ケース3 モーメント深度分布

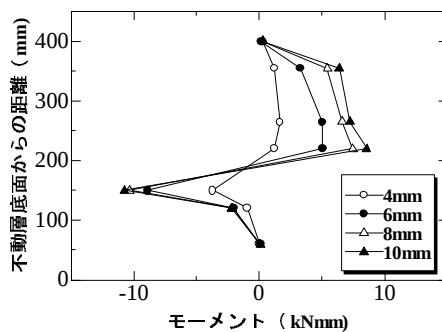


図7 ケース5 モーメント深度分布