

## III-605

## 斜面崩壊抑止杭に関する実験的研究

東京電力㈱ 正会員 中山 武樹 正会員 桑原 洋

佐藤工業㈱ 正会員○江崎 順一 湯田 友夫 正会員 清水 全生

## 1. まえがき

斜面のすべり現象の概念として、「崩壊」と「地すべり」という言葉が使われている。現象面からは、「崩壊」は突発的に発生し、急激な運動により、滑動する地塊は原形をとどめぬまでに擾乱される。一方「地すべり」は、長期間にわたって斜面の滑動・休止が繰り返され、地塊も余り擾乱されない。『

本研究は、斜面の表層(移動層)が一体となって下部の不動層上面をすべり面としてすべり落ちるいわゆる斜面崩壊を対象として、その防止工としての杭工のうち、斜面の末端部に配置する抑止杭について、杭間隔と中抜け現象及び杭の負担荷重の相関性を把握することを目的に、模型実験とシミュレーション解析を実施した。なお、本文では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

実験モデルは、風化まさ土地帯の斜面の抑止杭を対象として、移動層が不動層上面をすべり落ちる現象を模擬するため、実験装置として図-1に示す通り、上箱可動の大型一面せん断試験機の可動方向先端部に模型杭を設置して、一面せん断試験を実施した。移動層と不動層の境界には仮想すべり面(テフロンシート  $t=1\text{mm}$ )を設けた。移動層厚は45cmとし、材料は擾乱された褐色まさ土を用い、1層当たり9cmごとに締固めた。物性値及び強度定数は、予備実験より湿潤密度( $\rho_s=1.60\text{g/cm}^3$ )、粘着力( $c=0.10\text{kg/cm}^2$ )、内部摩擦角( $\phi=35^\circ$ )とした。また、移動層の作成に当っては、模型杭の周辺地盤の挙動を調査するため、地表面及び締固めの際に各層の境界面にプラスチックビーズを埋込み、さらに地表面及び正面にはパウダースプレーによる標線を描いた。なお、下部不動層は石膏地盤による模擬地盤とした。

実験ケースは、杭間隔をパラメータとし、5D、8D、11D( $D=34\text{mm}$ : 模型杭の直径)の3ケースとした。また、この実験に先だって、模型杭が無い状態でのせん断試験を行った結果、移動層底部と仮想すべり面の摩擦力は0.15tであった。

測定項目は、杭間隔と中抜け現象及び地盤と杭の相互作用(杭の変形性、杭に作用する土圧分布)を把握するため、地表面の水平・鉛直変位、杭の変位、杭のひずみ及び中抜け現象(破壊状況の把握)をとらえるためのビデオ撮影等とした。

## 3. 実験結果及び考察

## (1) 中抜け現象について

実験から観察された測定終了時の移動層前面土の崩壊状況を図-2に示す。これよりジャッキ推力が収束した時点では、移動層正面の亀裂が大きく開き、地表面では模型杭から加圧板方向に亀裂が発達している。そして、特に移動層底部土塊が大きく変形し、模型杭が移動層に食い込む現象がみられた。また、端杭と側

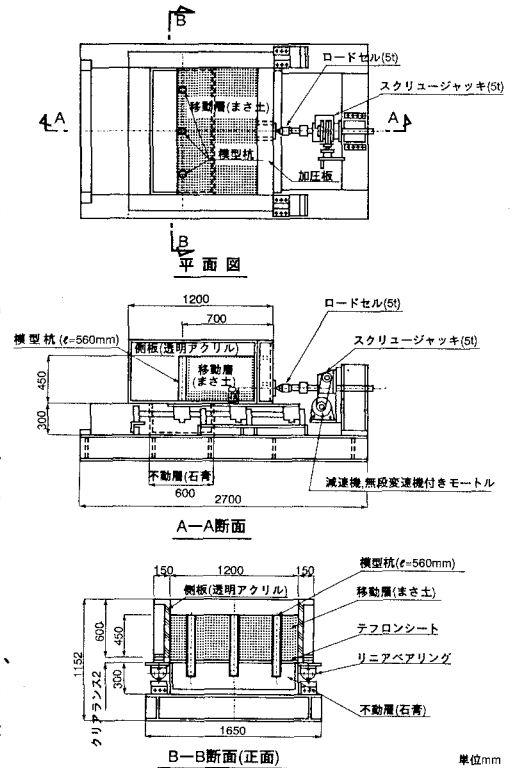


図-1 実験装置

板間の土塊は完全に全高にわたって、比較的原形をとどめた状態ですべり抜けていることから、中抜け現象が発生していると考えられる。

杭間からの土の中抜けについては、図-3に示す通り、杭頭変位（ $\delta_{TOP}$ ）と杭間中央付近の地表面変位（ $\delta_r$ ）の比が1に近いほど中抜け阻止効果が大いと思われるため、両者の比較を行った。

ケース1（5D）及びケース2（8D）では、抑止杭の設計荷重相当（最大ジャッキ推力の10～20％）時点では、 $\delta_r : \delta_{TOP}$  が1以下であり中抜けは生じていない。設計荷重を超えた領域でも  $\delta_r : \delta_{TOP}$  が1.5以下とケース3（11D）に比べて小さく中抜け阻止効果が大いと考えられる。一方ケース3では、設計荷重相当時点で  $\delta_r : \delta_{TOP}$  が1を超えており、また最終的には2.2と大きい値を示しており、杭間隔11Dでは中抜け阻止効果がかなり落ちていていると考えられる。

#### (2) 杭間隔と杭の負担荷重の関係について

模型杭の弾性範囲内でのひずみより求めた杭1本当りの土圧（負担土圧  $P_E$  と称す）とジャッキストロークの関係を図-4に示す。ただし、負担土圧  $P_E$  は杭3本の土圧の平均値である。

ジャッキストローク 4mm以下では杭間隔による負担土圧  $P_E$  の差は小さい。ただし、ジャッキストローク 4mm以上の負担土圧  $P_E$  は、5D<8D<11Dの傾向になり、杭間隔が狭いほど杭1本当たりの負担土圧  $P_E$  は小さい。ただし、8Dと11Dの負担土圧  $P_E$  に顕著な差はない。これは、杭間隔が8D以上になると杭間からの土塊のせり出す量が多くなることにより、すなわち杭間から土塊の中抜けが大きくなり、杭1本当たりの負担土圧  $P_E$  が杭間隔に比例して伸びないためと思われる。

#### 4. あとがき

本研究により、杭間隔と中抜け阻止効果及び杭の負担土圧  $P_E$  の関係から、杭間隔8D付近に境界線があることがわかった。しかし、今回の実験では抑止杭を対象とし、実地盤の杭と模型杭に発生するたわみ曲線が相似であること、また移動層がある程度自立していなければならないなどの実験的制約条件から、実地盤との相似則の問題が含まれており、今後の課題としては、より実際の挙動に近い中抜け現象を再現するため、遠心載荷装置での実験が必要と考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 地すべり対策研究会：地すべり・斜面崩壊の調査・解析・防止工法 ―総合資料集―，経営開発センター出版部，pp 1～ 6，昭和52年10月

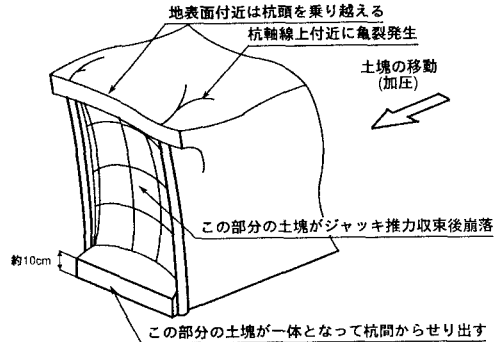


図-2 杭間からの土の中抜け状況

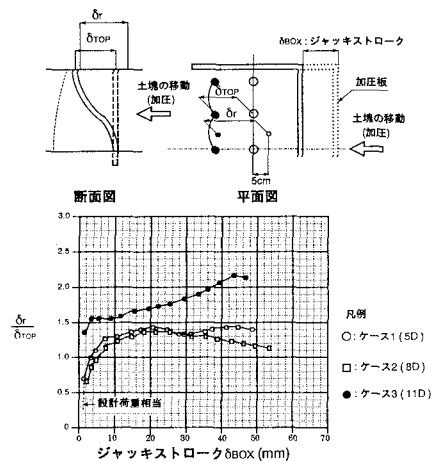


図-3 杭頭変位と地表面変位の関係

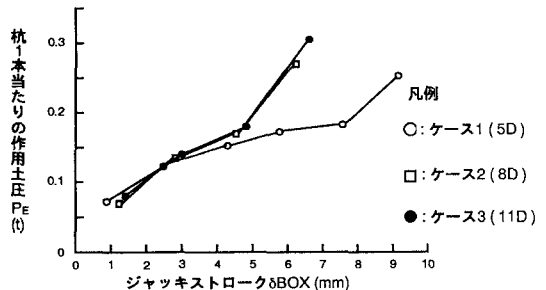


図-4 杭間隔と負担土圧  $P_E$  の関係