

佐藤工業 正会員 ○中村 英孝, 矢田 敬, 伊東 守
 明星大学 正会員 竹内 則雄

1. はじめに

わが国には数多くの地すべり地帯が存在し、いかに地すべりを事前に予測し効果的な対策を講ずるかが重要な課題となっている。地すべりの防止工として用いられる杭工は、斜面に打設された杭の抵抗力で移動土塊に対抗するものである。防止工の抵抗力の算定には幾つかの計算式が提案されているが、杭の抵抗力が杭径、杭間隔、地盤強度、すべり面の深度等の種々の要因で変化すると考えられているため、どの計算式を使用するかは設計者の判断に任されているのが現状である。このことは、防止工の作用効果が明確になっていないことに起因するものと考えられる。本研究では、防止工の耐荷機構を説明することを目的として、RBSM¹⁾（剛体－ばねモデル）により防止杭のシミュレーションを行い、①杭間の土塊の移動により発生する地盤の応力状態の変化、②杭に作用する土圧等について検討した。

2. 解析条件

解析領域は、図1に示すように杭の変形を無視できる表土層最下部の水平断面を対象とし平面ひずみ状態とした。解析にはRBSMを用い、破壊条件は図2に示すように引張破壊を考慮したクーロンの条件を基本とし、 $\sigma \leq q_u$ に圧縮降伏領域を設け、この領域ではせん断方向ばね定数 $k_s=0$ 、法線方向ばね定数 $k_n=k_n/2$ （ただし k_n は健全時のばね定数）と仮定した。

地盤の物性値を表1に、杭間隔5dの場合の解析モデルを図3に示す。土と杭表面の間のせん断ばね定数はゼロとし、摩擦力を無視した。解析ケースは杭間隔をパラメータとし、杭間隔5d, 8d, 11dの3種類とした。

表1 地盤物性値

項目	物性値
ヤング率 E	20 kgf/cm ²
ポアソン比 ν	0.2
粘着力 C	0.1 kgf/cm ²
摩擦角 ψ	35度
引張強度 σ_t	0.1 kgf/cm ²
圧縮強度 q_u	0.35 kgf/cm ²

3. 解析結果

図4に杭間隔8dの杭周辺地盤の破壊の進展状況を示す。杭を中心とした同心円上には圧縮降伏が、半径方向には杭間を結ぶようにせん断破壊が発生している。杭周上の土圧分布を図5に示す。図中の細線は杭に作用する垂直応力を、太線はこれらの応力から算定した反力を示す。反力の向きはどのケースも、杭中心間を結ぶ水平線から約50度であることが分かる。杭間中央部での圧縮応力の分布を図6に示す。杭間隔5d, 8dのケースでは、0～10cmの範囲内で圧縮応力が卓越する領域が認められるが、杭間隔11dのケースでは認められない。図7に杭間中央部におけるY方向の地盤変位を示す。杭間隔5dの場合には杭間の土のすべり抜けに対する防止効果が顕著に認められる。

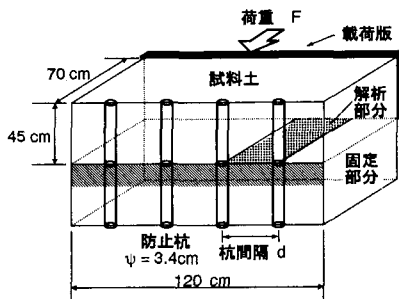


図1 防止工モデル

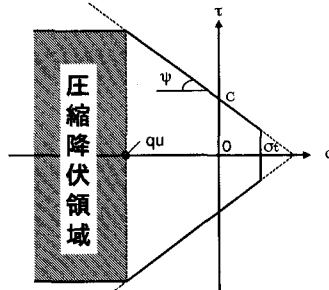


図2 破壊条件

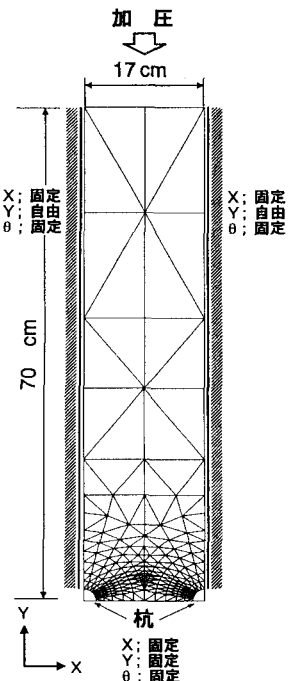


図3 解析モデル（杭間隔5d）

これらの結果から、防止杭間の地盤には変位の抑制効果のある圧縮帯が存在するものと予測される。この圧縮帯の存在は、図8に示すように模型実験の土塊の破壊状況からも類推することができる。

4. まとめ

本検討で得られた結果をまとめると次のようになる。①杭に作用する土圧の合力の方向は杭間隔によらず約50度である②杭間隔5d, 8dにおいて杭間中央部での圧縮応力は0~10cmの範囲で大きな値を示している③杭間隔が狭いほど変位に対する抑制効果がある。

以上の結果より、杭間には地盤の圧縮帯が存在し耐荷機構を形成しているものと考えられる。今後この耐荷機構をもとに、防止杭の設計手法について検討を行う予定である。

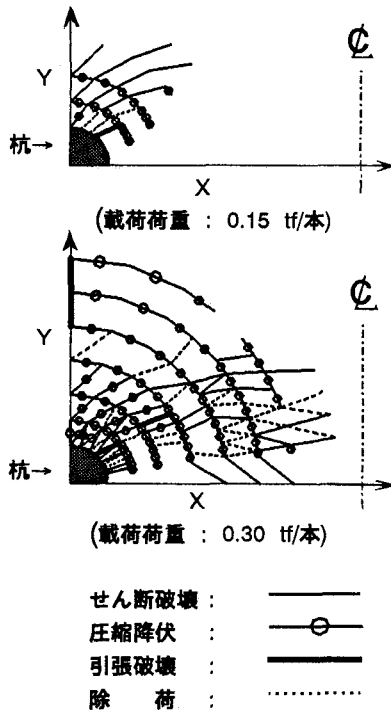


図4 杭周辺地盤の破壊状況(杭間隔8d)

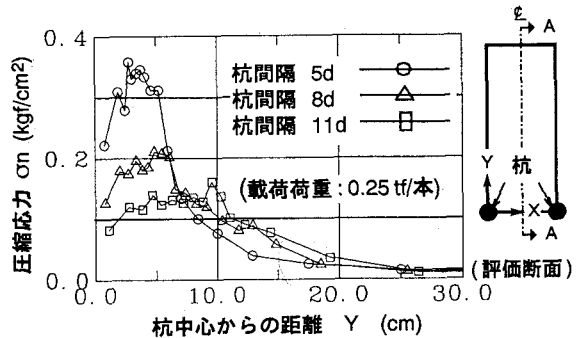


図6 杭間中央部(A-A断面)の圧縮応力

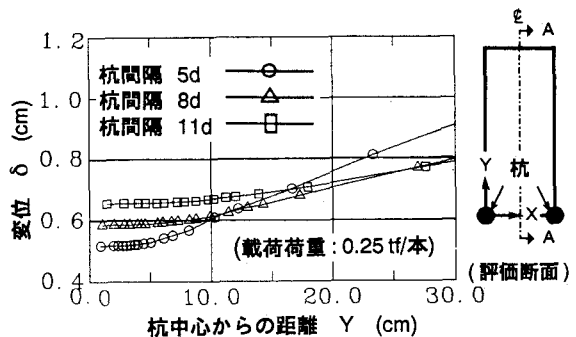


図7 杭間中央部(A-A断面)の変位

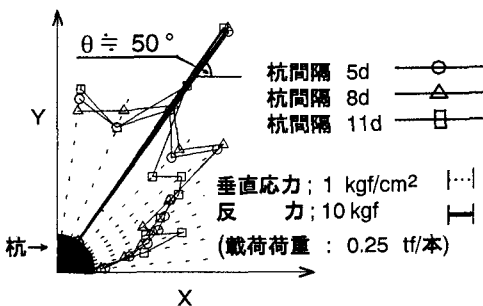


図5 杭周辺の土圧分布

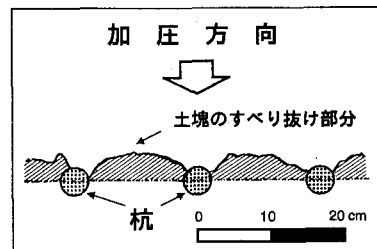


図8 実験による土塊の破壊状況(杭間隔5d)