

III-316

排水機能付鋼杭による盛土の変状抑止に関する模型実験

運輸省港湾技術研究所 正会員 野田 節男

住友金属工業株式会社 正会員○喜田 浩 飯田 毅

1. まえがき

地震時には、地盤の液状化により、傾斜地、盛土、護岸などにおいてすべりや側方流動的変状が懸念される。そこで、大きな水平抵抗を発揮する対策工として、Fig. 1に示す排水機能を付与した鋼管杭、鋼矢板（以下、抑止杭と呼ぶ）を用いる工法の基礎的研究を進めており、抑止杭による過剰間隙水圧の低減効果、間隙水圧上昇時の水平地盤反力係数、杭間からの砂抜け防止効果などについていくつかの知見を得ている^{1)~5)}。ここでは、傾斜地上の盛土内に抑止杭を離散的に1列配置した模型を用い、杭間からの砂抜け防止に必要な杭間隔および杭近傍の過剰間隙水圧比（以下、水圧比と呼ぶ）について検討したので、以下に報告する。

2. 実験概要

実験の種類と条件をTable 1に、実験方法をFig. 2に示す。砂箱（高さ1m幅1m長さ2m）内に設けた模型地盤は、傾斜角30度の硬地盤と最大厚750mmで法面勾配が1:1.5の盛土状緩詰め地盤より構成され、盛土の法肩部分に杭が設置されている。

模型杭はφ89mmのポリカーボネイト製、開孔率（面積率）5.6%で孔部にフィルタのある排水機能付杭と孔の無い普通杭の2種類であり、杭ピッチ20~40、杭下端は固定条件とした。使用砂は千葉県産山砂（Gs=2.68, D₅₀=0.38mm, Uc=3.21）で盛土部の相対密度はR.D.=32.1%である。加振方法は振動数3Hzの正弦波30波で、振動台の目標加速度は150Galである。

計測項目は盛土内の過剰間隙水圧、加速度、盛土表面の残留変位、杭間からの砂抜け変位である。杭間からの砂抜け変位については、表面に砂粒を貼付け、両端をたこ糸で結んだアクリル板を杭間の中央部に設置し、所定の位置に小さな孔を設けた両側の杭内から板両端の糸を杭頭部まで通し、糸の変位を測定する方法を採用した。

3. 実験結果および考察

1) 盛土内過剰間隙水圧比の分布

杭前面および背面の最大水圧比の鉛直分布をFig. 3に示す。図より、(a)杭前面ではピッチ20、30の抑止杭の水圧比は普通杭の場合の1/3程度を示す。ただし、抑止杭においてもピッチ40では水圧比は普通杭の場合に近い。(b)杭背面近傍においても地盤変状の激しいh=600mm部分を除き前面部とほぼ同傾向にある。

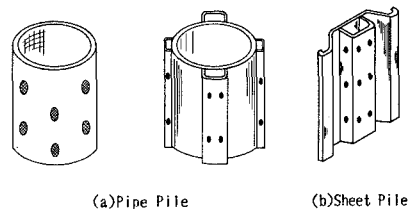


Fig. 1 Examples of Steel Piles with Drain.

Table 1. Kinds of Tests

Test No.	Piles	Pile Pitch	Vibration Condition		
			α (Gal)	N#	f (Hz)
1	Drain Piles	2D	159	30	3
		3D	149		
		4D	162		
2	Piles	2D	150	30	3
		3D	151		
3	without Piles		163		

※: Wave Number
 Materials: •Pile: Polycarbonate
 •Sand: Gs=2.68, D₅₀=0.38mm, Uc=3.21, R.D.=32.1%

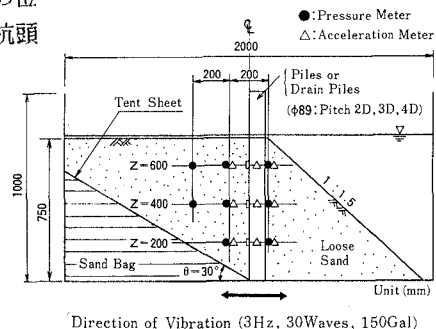


Fig. 2 Shaking Table Test for Preventing Deformation of Embankment By Piles

2) 盛土の変状

盛土表面の残留変位および杭間からの砂抜け変位をFig. 4に示す。図より、(a)全般に盛土の法肩付近の沈下および法尻部の盛り上がり大きい傾向にある。(b)抑止杭2D, 3Dピッチの場合の盛土の変状は普通杭およびピッチ4Dの抑止杭の場合に比較し極めて小さく、抑止杭は変状防止に有効である。なお、盛土に杭を施さない場合の変状結果は普通杭およびピッチ4Dの抑止杭の結果よりも大きかった。(c)法肩部での変状範囲は杭背面約200mm迄であるが、杭間の砂抜け変位は盛土の下部($h=200\text{mm}$)までみられることから、この変状は地盤の円弧すべりというより側方流動によるためと考えられる。

3) 杭間からの砂抜け変位と杭ピッチ、過剰間隙水圧比との関係

盛土内の $h=400\text{mm}$ での杭間からの砂抜け変位と水圧比との関係をFig. 5に示す。図より、(a)離散的に配置した普通杭では排水効果が無いため水圧比の低減が見込めず砂抜け防止効果が小さい。(b)抑止杭では杭前面での水圧比が0.5以下、杭ピッチが3D程度で杭間からの砂抜けを抑え、盛土の変状が防止し得ると考えられる。

4. あとがき

傾斜地上の盛土を想定した小型模型の振動台実験により、以下の点が明らかとなった。

- ①地盤の液状化に伴う傾斜地上の盛土の変状は地盤の側方流動に起因する。
- ②抑止杭のピッチが3D程度、杭間の過剰間隙水圧比が0.5程度以下で地盤内の砂抜けを抑え得ることから、排水機能付杭は盛土の変状抑止に有効である。

なお、実設計では抑止杭の過剰間隙水圧低減効果が地盤により異なるため、杭間隔は杭間の過剰間隙水圧比から決定することが望ましい。また、抑止杭は複列で用いるとより効果的と考えられる。

- 参考文献 1)野田、喜田、飯田、飯村：孔あき杭の液状化抑止に関する模型実験、第23回土質工学研究発表会、S63
 2)喜田、飯田、飯村：孔あき杭の排水効果に関する模型実験、土木学会第43回年次学術講演会、S63
 3)野田、喜田、飯田、寺澤：孔あき杭による盛土の変状抑止に関する模型実験、第24回土質工学研究発表会、H1
 4)野田、喜田、飯田：液状化過程における孔あき杭の水平抵抗について、第20回地震工学研究発表会、H1.7
 5)野田、飯田、喜田、才村：孔あき杭による盛土の変状抑止に関する一検討、土木学会第44回年次学術講演会、H1

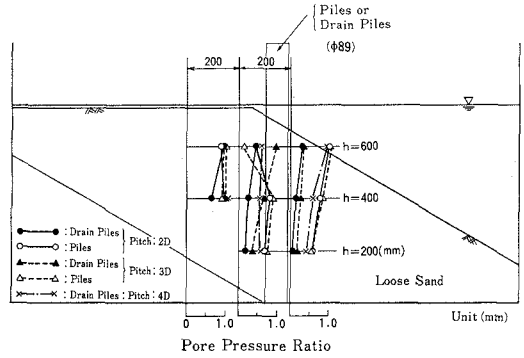


Fig. 3 Vertical Distribution of Maximum Pore Pressure Ratio

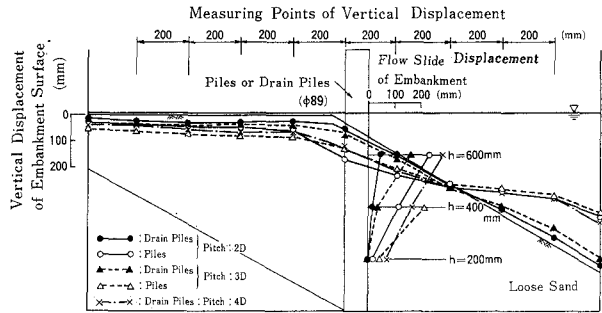


Fig. 4 Deformation of Embankment

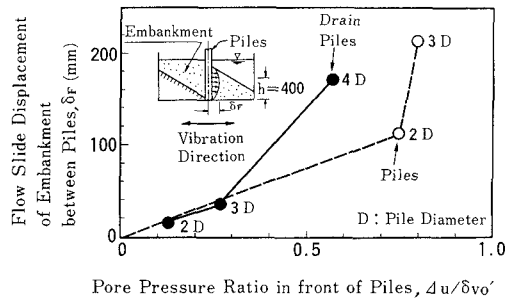


Fig. 5 Flow Slid Displacement versus Pore Pressure Ratio