

III-265

孔あき杭による盛土の変状抑止に関する一検討

運輸省港湾技術研究所 正会員 野田節男 住友金属工業(株) 正会員 〇喜田 浩
住友金属工業(株) 正会員 飯田 毅 住友金属工業(株) 正会員 寺澤岳真

1. まえがき

大きな強度・剛性に加え排水機能を有する孔あき鋼管杭を用いた対策工法について基礎的研究^{1)~3)}を進めている。既に小型模型の振動台実験により得られた孔あき杭による盛土状地盤の変状抑止効果について報告したが³⁾、ここでは杭の水平耐力評価に必要な水平地盤反力係数に関する検討結果を加えて報告する。

2. 実験概要

模型の種類と実験条件を表1に、実験概要を図1に示す。模型の種類は盛土状地盤のみ、盛土状地盤と支持地盤を貫通させ孔なし杭を1列5Dピッチ(D:杭の外径)で設置したもの、孔あき杭を設置したものの3種類である。盛土状地盤は、図1に示すように、厚さ500mmの支持地盤の上に載荷板の鉛直面を用いて、厚さ300mm、天端幅600mm、法面勾配5:3に整形した飽和地盤である。加振中の盛土の滑動抵抗把握のため、地盤全体を一定速度で静的に水平載荷しつつ3Hzの正弦波30波、200galの条件で加振した。用いた砂は千葉県産山砂($G_s=2.68$, $D_{50}=0.38$ mm, $U_c=3.21$)で、模型杭にはホリカホリ製鋼管(φ22×1×900mm)を使用した。計測項目は、水平荷重、載荷板および杭頭の変位、過剰間隙水圧、杭のひずみである。

3. 実験結果および考察

3.1 杭がある場合の

盛土の水平抵抗と載荷板変位の関係

水平抵抗と載荷板の変位関係を図2に示す。図より加振前の変位10~20mmでは実験No.2(孔なし杭)は実験No.3(孔あき杭)と同様に地盤のみの抵抗値より大きな値を示す。これは、地盤の水平抵抗に杭の水平抵抗が累加されるためである。また、加振中では孔なし杭の抵抗値がゼロまで低減しているが、孔あき杭では加振前の約1/2の抵抗値を維持している。これは、加振中の孔なし杭では地盤が液化化してその強度を失うのに対し、孔あき杭ではその排水効果により地盤の強度低下を抑止しているためと考えられる。また、加振終了後の地盤強度の回復は孔あき杭の場合が最も速やかであるが、これも孔あき杭の排水効果によるものである。

3.2 地盤の過剰間隙水圧比と杭の水平抵抗

加振前および加振中(図2中▽印、↑印)について、孔なし杭と孔あき杭に生じるひずみ分布、変位分布の実測値を計算結果とともにそれぞれ図3、図4に示す。計算は、加振中の孔なし杭ではそのひずみの分布が同符号でくの字形を示すため突出杭モデルを、その他の結果では支持地盤面の上下で杭のひずみ分布形状が逆転す

表1. 模型の種類と実験条件(振動台実験)

実験No.	模型の種類	杭径D(mm)	杭配置	相対密度(%)	備考
1	地盤のみ	—	—	55.2	支持地盤相対密度83.8~95.5%
2	地盤+孔なし杭	22	ピッチ5D	57.1	孔あき杭開口率5.6%
3	地盤+孔あき杭	22	一列配置	47.9	

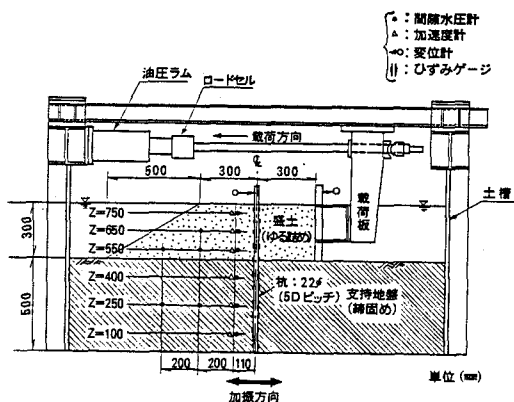


図1. 振動台実験

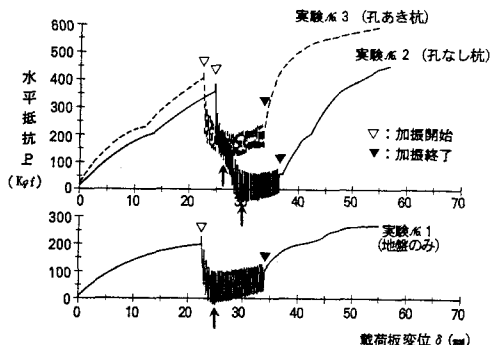


図2. 水平抵抗-載荷板変位関係

るため、式(4)をそれぞれ適用した。また、両図に併記した加振中の過剰間隙水圧比（以下、水圧比と言う）は杭芯から5D位置（110mm）の値である。

(1) 孔あき杭の排水効果

図3より、孔なし杭の場合、盛土内の水圧比がほぼ1.0を示し、支持地盤上部の水圧比も0.5程度まで上昇していることがわかる。一方、図4より孔あき杭では盛土内の水圧比は0.4以下を示し、支持地盤上部も0.2～0.3と小さい。

(2) 杭のひずみ分布

図3、図4より、加振中の孔あき杭のひずみ分布は加振前の孔なし杭および孔あき杭のそれと同様の分布形状を保持し、支持地盤内での杭のひずみ値もほぼ同じ値を示している。これに対し、孔なし杭では支持地盤内の杭のひずみ値が全般に低減している。これは孔あき杭では盛土の地盤強度がある程度保たれ、盛土が杭を拘束するのに対し、孔なし杭では水圧比の増加により地盤強度が低減し盛土が杭を拘束し得ないことによる。

(3) 杭の水平抵抗

孔あき杭および孔なし杭の加振中の計算結果は加振前の計算で得られた支持地盤の水平地盤反力係数 k_h （以下 β 係数と言う）を用いて得られた結果である。また、図3（b）中の破線は加振中の孔なし杭に対し盛土の地盤強度を無視し、実線はさらに支持地盤上部の一部の強度をも無視した計算結果である。これらの計算結果（実線）は実験結果とよく一致することから、計算に用いた式により得られた β 係数は現象を表わす指標と考えられる。これらの結果をまとめ表2に示す。図3、図4および表2から、孔なし杭では加振時に水平抵抗を期待できず、さらに支持地盤上部の水圧比上昇の影響をも考慮しなければならないこと、これに対し、孔あき杭では支持地盤の強度が保たれるとともに、盛土（水圧比：約0.4）での β 係数が加振前の約30%程度保持されること、などがわかる。

4. あとがき

模型杭による振動台実験および実験値を用いた計算結果より以下の点が明らかとなった。

- ① 孔あき杭はその排水機能により杭周辺の地盤の過剰間隙水圧を抑え地盤の強度低下を抑止する。
 - ② 孔あき杭では加振時に支持地盤の水平地盤反力係数 k_h を常時と同程度に確保することができ、盛土の水平地盤反力係数 k_s もある程度見込み得る。一方、孔なし杭では盛土と支持地盤の一部の地盤強度が期待できず、杭の水平抵抗が見込み得ない。
- 以上より、液状化の発生が予想される地盤でも孔あき杭は加振中の杭の水平抵抗をある程度考慮することが可能であり、また、加振完了後の地盤強度の早期回復が期待できると考えられる。

参考文献：

- 1) 飯田、喜田、才村：孔あき杭による既設岸壁の液状化対策に関する一考察、土木学会第43回年次学術講演会、第三部門、昭和63年10月
- 2) 喜田、飯田、才村：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、第三部門、昭和63年10月
- 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、1988
- 4) 中村：地スベリ防止対策グイの三つの機能、土質工学会論文報告集、Vol.17, No.1, Mar.1977

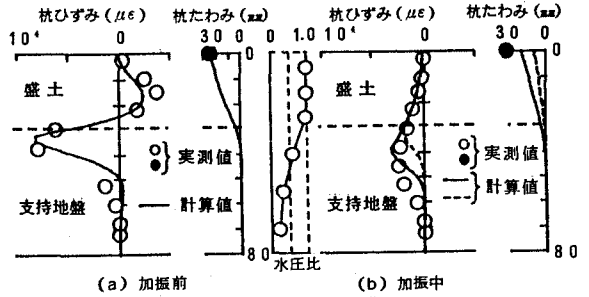


図3. 杭のひずみ、たわみ分布（孔なし杭）

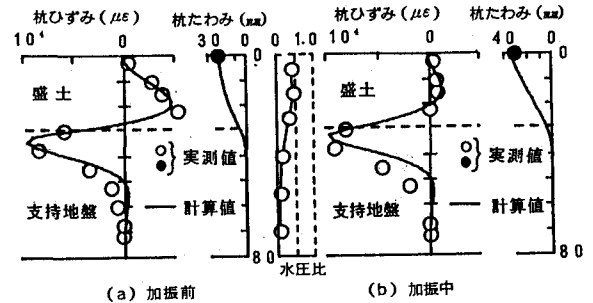


図4. 杭のひずみ、たわみ分布（孔あき杭）

表2. 水平地盤反力係数 K_h (kgf/cm^3)

	孔なし杭		孔あき杭	
	加振前	加振中	加振前	加振中
盛土地盤	0.55	0.0(0.0)	0.97	0.27(27.8)
支持地盤	9.96		8.92	
備 考	()内は加振前の値に対する割合%			