

節杭を用いたプレボーリング拡大根固め工法の根固め部に関する模型実験  
(その4: 荷重 - 沈下量関係と根固め部の破壊形状)

正会員 永井 雅\*<sup>1</sup> 同 伊藤 淳志\*<sup>3</sup>  
同 石川 一真\*<sup>2</sup> 同 小椋 仁志\*<sup>4</sup>

埋込み杭 節杭 模型実験  
根固め部 荷重沈下量関係 破壊モード

1. はじめに

前報<sup>1)</sup>(同名論文(その1~3))では、根固め部を有する模型節杭について地盤内応力を再現できる加圧土槽を用いた載荷実験により、荷重 - 沈下性状や根固め部の破壊形状についての検討結果を報告した。引き続き、上載圧を変えた実験を行ったので、その結果を報告する。本報では、(その4)として実験の概要、荷重沈下量関係と根固め部の破壊形状について述べる。

2. 実験概要

本実験に用いた実験装置と模型杭は前報と同じである。鋼管による土槽の寸法は 600×700mm、模型杭の寸法はストレート杭 30mm、模型節杭 40mm(節径) 30(軸部径)である。模型地盤は多重フルイ付き空中落下法で、初期相対密度  $D_{ro}$  が 90%になるように作成した。この地盤に地中応力を再現するため、所定の上載圧  $p_v$  を加える。載荷中は  $p_v$  が一定になるように、ジャッキを操作した。

表 - 1 に、今回新たに行った実験 (C シリーズ) の種類を示す。パラメータは、杭種、上載圧、根固め径、上方長さ(根固め部上端と杭先端の距離)、下方長さ(根固め部下端と杭先端の距離)、圧縮強度(根固め部作成時に採取した試料による試験日の強度。養生期間は 7~28 日)である。前報で報告した実験 (A・B シリーズ) では主に上載圧として 600kN/m<sup>2</sup> を基本としていたのを、C シリーズでは後述する理由により 300kN/m<sup>2</sup> を基本とした。なお、試験番号は他のパラメータが同じ A,B シリーズの番号を用いた。

表 - 1 実験種類

実験	杭種	上載圧 $P_v$ (kN/m <sup>2</sup> )	根固め部			
			径 De(mm)	上方 長さ* $L_U$ (mm)	下方 長さ* $L_L$ (mm)	圧縮 強度** (N/mm <sup>2</sup> )
C-1	ストレート杭	300				
C-2	ストレート杭	300	64	100	0	19.7
C-3	節杭	300	64	100	0	16.9
C-4	節杭	300	85	100	0	13.4
C-5-1	節杭	300	64	100	0	8.3
C-5-2	節杭	300	64	100	0	6.9
C-7	節杭	300	42.5	100	0	13.5
C-8	節杭	300	64	100	25	20.1
C-10	節杭	300	64	100	0	1.6
C-11	節杭	150	64	100	0	15.5
C-12-1	ストレート杭	300	64	100	25	14.5
C-12-2	ストレート杭	300	64	100	25	10.2
C-13	節杭	300	64	100	25	2.1

\* 杭先端からの長さ \*\* 養生期間7~28日

3. 荷重 - 沈下量関係からみた根固め部の破壊時期

図 - 1 は、実験 C-3 の杭頭荷重  $P_o$  - 杭頭沈下量根固め径比  $So/De$  関係と、前報でも検討した  $P_o$  の増加割合  $R = P_o/(So/De) - So/De$  関係および上載圧  $p_v - So/De$  関係である。 $P_o - So/De$  関係では  $So/De = 0.05$  と  $0.23$  付近で  $P_o$  の低下が見られる。前報では  $R - So$  関係で  $R$  が一時的に変動した後、元の値に戻った場合は根固め部が破壊していないと判断した。それによると  $So/De = 0.05$  時の  $P_o$  の減少は破壊ではないと推測される。 $p_v - So/De$  関係からみると  $So/De = 0.05$  時にジャッキ操作をしていることから、この時の  $P_o$  の減少はジャッキ操作により地盤が少し下がるためと思われる。一方、 $So/De = 0.23$  時の  $P_o$  の減少は  $R - So/De$  関係からみても根固め部が破壊したためと判断される。C-5-2 の実験では、このような現象が生じた段階で載荷を止めて、杭を掘り起こしたところ、根固め部が破壊していた。以上より、前報で述べた  $R - So$  関係による破壊時期の推測方法は妥当であったものと考えられる。

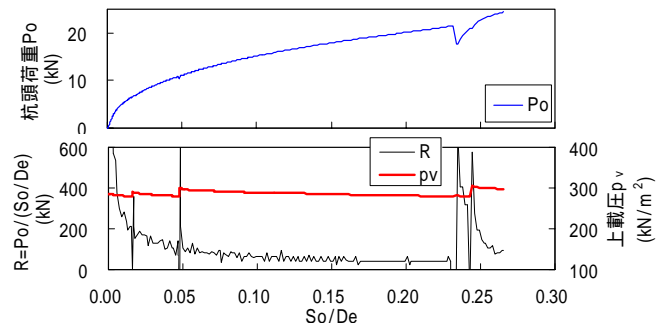


図 - 1  $P_o, R, p_v - So/De$  関係

4. 杭種、下方長さによる違い

図 - 2 (a) に、ストレート杭を用いた C-2、C-12-2 と節杭を用いた C-3、C-8 の  $P_o - So/De$  関係の比較図を示す。C-2 と C-3 は下方長さが 0、C-12-2 と C-8 は 25mm である。同図 (b) は C-2 と C-3 の根固め部の破壊状況である。C-2 (ストレート杭、下方長さ 0) では  $So/De = 0.21$  時に  $P_o$  の急激な低下が見られ、その後回復をしていない。これは杭が根固め部から抜け出したためである。一方、節杭の C-3 は根固め部が割れ裂けるように破壊した時に一時的に  $P_o$  は減少するが、その後回復している。これから、下方長さが 0 でも節杭の場合は、根固め部が破壊しても地盤内応力の

ため脆性破壊の状況にはならず、抵抗は維持されるものと判断される。下方長さを 25mm とした C-8、C-12-2 では、両杭種とも根固め部は破壊していない。

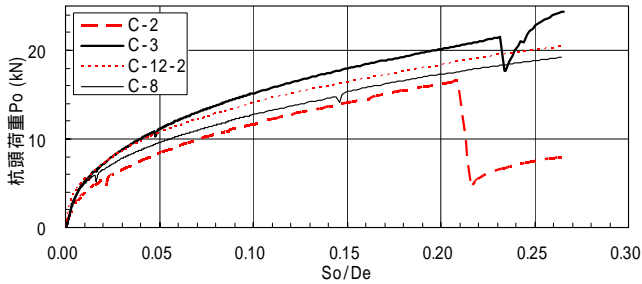
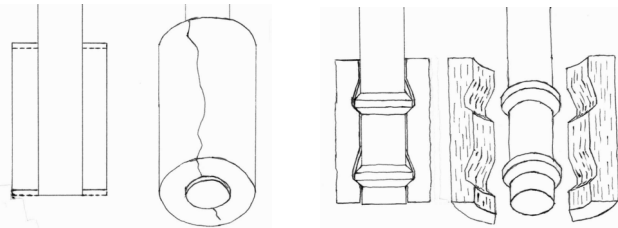


図 - 2 (a) Po - So/De 関係の比較



C-2 C-3  
図 - 2 (b) 根固め部の破壊状況

5. 下方長さ根固め部強度による違い(節杭)

図 - 3 (a) は、根固め部強度の大きい C-3、C-8 と小さい C-10、C-13 の Po - So/De 関係の比較図である。C-3 と C-10 は下方長さが 0、C-8 と C-13 は 25mm である。同図 (b) は C-10 と C-13 の根固め部の破壊状況である。根固め部強度が大きい場合、C-3 は So/De = 0.23 時に根固め部が壊れたが、C-8 は壊れなかった。根固め部強度が著しく小さい C-10 と C-13 は Po の急激な減少は見られないが Po -

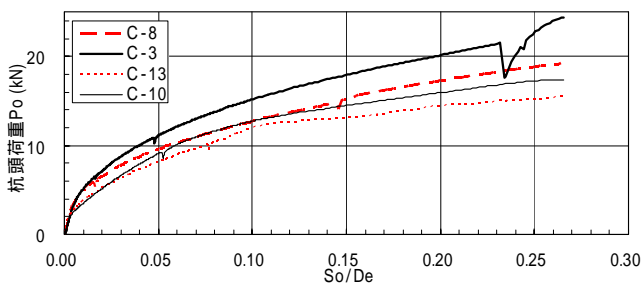
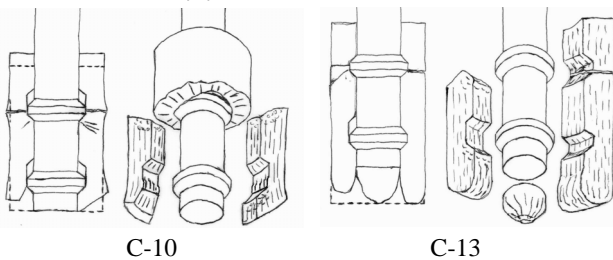


図 - 3 (a) Po - So/De 関係の比較



C-10 C-13  
図 - 3 (b) 根固め部の破壊状況

So/De 関係が So/De = 0.05 ~ 0.1 の間で不自然に曲がっている。これは、根固め部下方長さに関係なく見られ、根固め部が押しつぶされたためと考えられる。Po の値は、根固め部強度に関係なく、C-3、C-10(下方長さ 0)の方が、C-8、C-13(同 25mm)よりも大きくなっている。

6. 根固め径による違い(節杭、下方長さ 0mm)

図 - 4 (a) に、根固め径が異なる C-3(64mm)、C-4(85mm)、C-7(42.5mm)の Po - So/De 関係の比較図を示す。同図(b)は根固め部の破壊状況である。図(a)では、根固め径が大きいほど Po は大きくなっている。ただし、C-4 は、ひび割れ後に Po は回復するが、その後 Po=30kN 以上には増加しない。C-4 の破壊状況は図(b)のように上側節部の支圧によって根固め部が圧壊しているような状況であったが、これが Po 回復後の Po - So/De 関係に影響しているのかも分からない。なお、C-7 は So/De = 0.35 の時に破壊している。破壊状況は B-7 (前報(その3)の図 - 3)と同様であった。

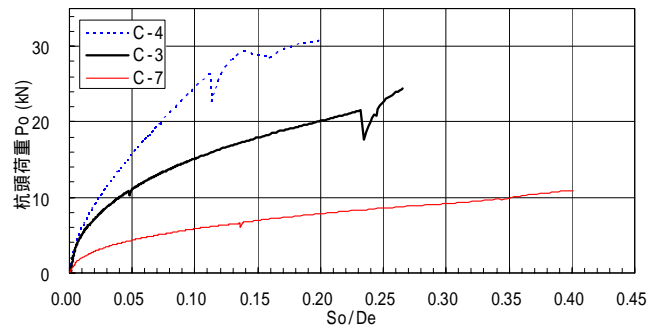


図 - 4 (a) Po - So/De 関係の比較

7. おわりに

本報では、前報に引き続いて行った実験(Cシリーズ)のうち、得られた荷重 - 沈下量関係と根固め部の破壊状況について、パラメータに分けて検討を行った。その結果、下方長さや根固め強度による支持力や根固め部の破壊に対する影響をある程度明らかにできた。また、Cシリーズの実験でも、根固め部の破壊はいずれも So/De が 0.1 以上で生じており実用上は問題ないこと、節杭の場合は根固め部が破壊しても Po は一時的に減少するが、その後回復すること等が確認された。

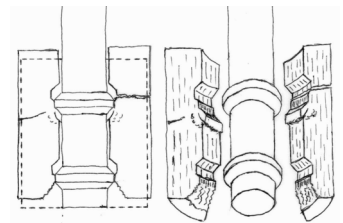


図 - 4 (b) C-4

【参考文献】

1) 伊藤淳志, 永井雅, 小椋仁志, 石川一真, 中野恵太, 山崎雅弘: 節杭を用いたプレボーリング拡大根固め工法の根固め部に関する模型実験(その1)~(その3), 日本建築学会大会講演梗概集, pp.591-596, 2008.9

\*1 関西大学大学院  
\*2 ジャパンパイル(株)  
\*3 関西大学 准教授・工博  
\*4 ジャパンパイル(株)・工博

Graduate School, Kansai Univ.  
JAPAN PILE CORPORATION  
Assoc. Prof., Kansai Univ., Dr. Eng.  
JAPAN PILE CORPORATION, Dr. Eng.