

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: 実験の概要)

埋込み杭 節杭 模型実験  
根固め部 加圧土層

正会員 ○永井 雅\*<sup>1</sup> 同 伊藤 淳志\*<sup>2</sup>  
同 小椋 仁志\*<sup>3</sup> 同 石川 一真\*<sup>4</sup>  
同 中野 恵太\*<sup>4</sup> 同 山崎 雅弘\*<sup>5</sup>

1. はじめに

近年の建物の高層化に伴って高性能の基礎杭が要求されるようになり、プレボーリングの埋込み節杭に関しても、大径化した高支持力のものが開発されている。しかし、既製杭を用いる埋込み工法の場合は杭本体の寸法には制限があり、高支持力を得るために杭先端根固め部を拡大する方法が採用されている。これは、根固め部のセメントミルクや掘削土と混合攪拌されたソイルセメントの強度特性が不明確ながらも、現実には根固め部の径や長さに応じて先端支持力が増大することが確認されていることによっている。しかし、杭本体と根固め部との直径の比率、杭本体底面位置と根固め部の底面および上面との距離、さらにはセメントミルクの強度の影響などについては、木谷ら<sup>1)</sup>の実験の報告などがあるが、未解明な部分も多い。筆者らの一部は、FEM 解析による底面位置の検討について報告<sup>2)</sup>したが、その検証も含め、今回いくつかの形状の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て載荷実験を行い、荷重-沈下性状や根固め部の破壊形状などについて調査検討を行った。本報は、(その1)として実験の概要について述べたものである。

2. 実験概要

本実験に用いた実験装置を図-1に示す。実験土槽は、内径584mm、高さ700mmであり、内壁面には二重にテフロンシート(間にシリコングリス塗布)を貼付け、壁面と地盤との摩擦軽減を行っている。また、土槽底面には図-1に示すごとく、中心軸線上に3個の土圧計を設置してある。地盤は、表-1に示す粒径75 $\mu$ m~1.2mmの気乾状態の淀川砂を使用し、三重ふるい付きサンドレイナーによって、相対密度を90%に調整して作製した。地盤への加圧は、中央に杭を通す孔を開けた厚さ30mmの鋼板によって4台の油圧ジャッキで行う。加圧板による上載圧は、深さ35m程度の杭先端支持地盤を想定して、600kN/m<sup>2</sup>を基本とした。

模型杭には、原型として $\phi$ 800(節部径)-600mm(軸部径)の節杭を想定し、縮尺を1/20とした $\phi$ 40-30mmの鋼製節杭および直径 $\phi$ 30mmの鋼製ストレート杭を用い、根固め部は、内径が $\phi$ 42.5~ $\phi$ 85mmの紙管を型枠としてモルタルを充填して作製した。モルタルには、普通ポルト

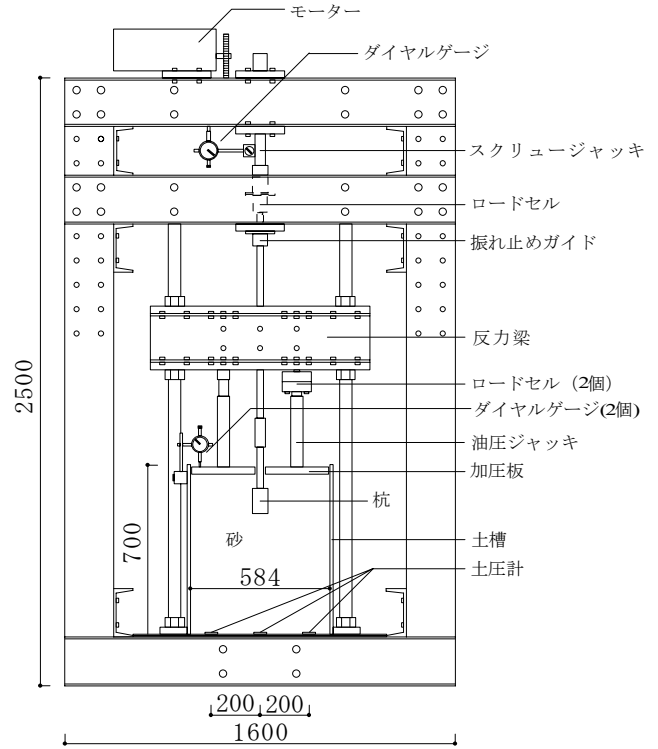


図-1 実験装置 (単位: mm)

表-1 使用砂の諸元

土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.63
平均粒度 $D_{50}$ (mm)	0.54
均等係数 $U_c$	2.08
最小間隙比 $e_{min}$	0.641
最大間隙比 $e_{max}$	0.957

表-2 実験種類

No.	杭本体	上載圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	根固め部			
			径 $D_e$ (mm)	上方長さ* $L_L$ (mm)	下方長さ* $L_U$ (mm)	圧縮強度** (N/mm <sup>2</sup> )
A-1	ストレート杭	600	—	—	—	—
A-2	ストレート杭	600	64	0	0	21.5
A-3-1	節杭	600	64	100	0	21.5
A-4	節杭	600	85	100	0	21.5
A-5	節杭	600	64	100	0	12.3
B-3-2	節杭	600	64	100	0	22.8
B-3-3	節杭	600	64	100	0	25.5
B-6	節杭	600	53	100	0	17.1
B-7	節杭	600	42.5	100	0	15.7
B-8	節杭	600	64	100	25	18.6
B-9	節杭	600	64	150	0	18.3
B-10	節杭	600	64	100	0	4.8
B-11	節杭	400	64	100	0	19.8

\* 杭先端からの長さ \*\* 養生期間 21~28 日

ランドセメントおよび地盤と同じ淀川砂を用い、圧縮強度  $20\text{N/mm}^2$  を基本に想定して調査した。実験の種類は、根固め部の直径、杭本体先端の上方および下方長さをパラメータとした、表-2 に示す計 13 種類である(図-2 参照)。ここで、実験 No に A の記号が付いたものは、実験装置の制約から、杭先端直下の地盤の密度が極端に緩くなったと考えられたものである。これを解消するため装置を改良して行ったものが、表-2 で B が付いた実験である。本実験での基本形は図-2 に示すごとく、根固め部の直径を  $\phi 64\text{mm}$  (模型掘削径(原型の掘削径  $850\text{mm}$  の  $1/20$ ) の 1.5 倍)とした A-3-1、B-3-2、B-3-3 の3つである。A-1 は、根固め部のない鋼棒のみのもので、B-7、B-6、A-4 は直径をそれぞれ  $42.5\text{mm}$  (模型掘削径)、 $53\text{mm}$  (模型掘削径の 1.25 倍)、 $85\text{mm}$  (同 2 倍)としたものである。A-5 および B-10 は、モルタルの圧縮強度の影響を調査するため、それぞれ  $10$  および  $5\text{N/mm}^2$  に想定して調査したもの、B-11 は杭先端支持地盤の強度が低い場合を比較するため、上載圧を  $400\text{kN/m}^2$  としたものである。また、表-2 には載荷実験日のモルタル供試体の圧縮強度を示してある。杭への載荷は、上載圧を作用させて 20 分程度経過した後、スクリージャッキを用いて毎分  $0.5\text{mm}$  の沈下速度で行った。

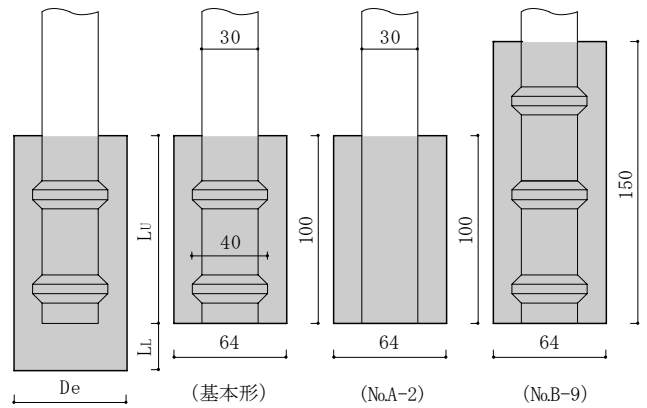


図-2 杭姿図 (単位: mm)

### 3. 上載圧作用時の土槽底面土圧および加圧板沈下量

上載圧加圧時の上載圧  $p_L$  と土圧計による土槽底面圧  $p_b$  との関係の一例を図-3 に示す。3 個の土圧計の値にばらつきがあるが、平面位置による明確な傾向は見られない。しかし、いずれも上載圧より大きな値となっている。土槽壁面の摩擦は十分に切れて、上載圧は土槽底面まで完全に伝わっているものと判断される。

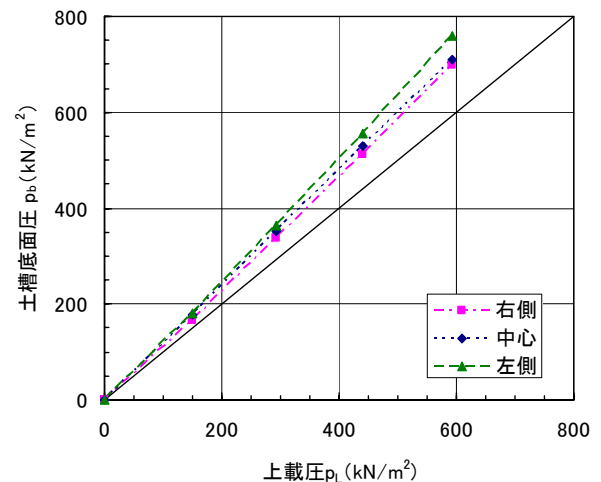


図-3 上載圧  $p_L$  - 土槽底面圧  $p_b$  関係 (No.B-7)

上載圧作用時の杭沈下量  $S$  および加圧板沈下量  $S_L$  と  $p_L$  との関係を図-4 に示した。 $p_L$  を増加させると  $S_L$  は増加するが、同時に杭も沈下しており、杭が地盤に引き込まれていることがわかる。同図の例では、加圧後の地盤の相対密度は、135%であり、かなり密な地盤となっている。

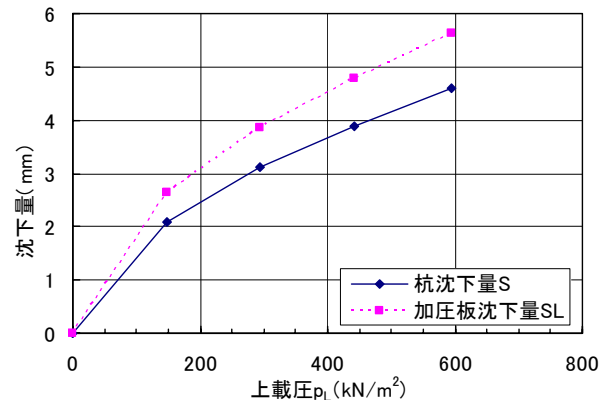


図-4 沈下量 - 上載圧  $p_L$  関係 (No.B-7)

謝辞 本実験を行うに当たり多大な協力をいただいた関西大学大学院修士課程の山本敦氏、学部卒業生の黒川公嗣氏に謝意を表す。また、実験の一部に(社)日本鉄鋼連盟の平成 19 年度鋼構造研究助成を受けたことを感謝する。

### 参考文献

1) 木谷好伸, 加藤洋一, 桑原文夫: 埋め込み杭の拡大根固め球根の鉛直支持性能に関する模型実験(その 2 節部を有する杭体の場合), 日本建築学会構造系論文集, Vol.73, No.624, pp.267-273, 2008.2

2) 小椋仁志, 山崎雅弘: 節杭を用いたプレボーリング拡大根固め工法での杭先端の設置位置(根固め部破壊を考慮した FEM による検討), 日本建築学会大会講演梗概集, pp.509 ~ 510, 2006.9

\*<sup>1</sup> 関西大学大学院

\*<sup>2</sup> 関西大学 准教授・工博

\*<sup>3</sup> ジャパンパイル(株)・工博

\*<sup>4</sup> ジャパンパイル(株)

\*<sup>5</sup> 岡山理科大学 准教授・工博

Graduate School, Kansai Univ.

Assoc. Prof., Kansai Univ., Dr. Eng.

JAPAN PILE CORPORATION, Dr. Eng.

JAPAN PILE CORPORATION

Assoc. Prof., Okayama Univ. of Science, Dr. Eng.