

埋込み杭工法の先端支持性能の評価

名城大学理工学部環境創造学科 正会員 堀内 孝英

名城大学理工学部建築学科 学 生 ○井上 貴裕

1. はじめに

既製コンクリート杭を用いた杭基礎の施工法別の実績では、埋込み杭工法が74.6%施工されている¹⁾。埋込み杭工法の支持機構は、杭体と根固め部が結合し、さらに根固め部と支持層との一体化を図り支持力を発現させるものである。したがって、埋込み杭工法の先端支持力は、先端付近の根固めによる周面摩擦力に依存している。しかし、埋込み杭工法は、根固め部の築造にセメント系材料を用いて、地中で充填・硬化させるという不確実性の高い要素が含まれているので一般に信頼性が低いといわれている。このような観点から、埋込み杭工法では、先端支持性能に影響を及ぼす支持層位置の確認、根固め部の施工・管理に関する研究が進められている²⁾。

ここに本研究は、埋込み杭のうち、プレボーリング根固め工法を対象に、現行の設計・施工仕様によって設置された杭先端支持性能について、杭の静的鉛直載荷試験および根固め部のコア圧縮強度試験が実施された資料をもとに検討を行った。

2. 検討に用いた資料

本研究の対象とした杭基礎は、埋込み杭工法のうち、プレボーリング根固め工法である。表－1 は、今回検討に用いた資料である。これらの資料は、杭先端支持性能に影響を及ぼす要因を把握するために必要な静的鉛直載荷試験にお

表－1 杭諸元・載荷試験・コア圧縮強度

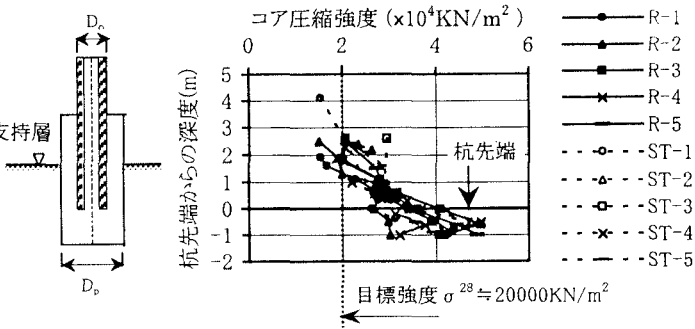
工法	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-5
杭頭杭径 D_o (mm)	600	600	600	800	800	500	700	700	700	700
杭先端杭径 D_p (mm)	600	600	600	800	800	600	800	800	800	800
杭長 L (m)	46	51	53	49	53	33	53	54	57	61
支持層土質	砂礫	砂	砂礫	砂礫	砂	砂	砂礫	砂礫	砂	砂
支持層N値	60≧	60≧	60≧	60≧	60≧	60≧	60≧	60≧	60≧	60≧
荷重伝達率 R_p/R_o (%)	68.0	78.2	65.4	79.5	81.4	68.3	69.1	68.9	81.9	66.1
RFカット比率(%)	35	24	51	10	80	58	47	68	100	72
コア圧縮強度 (KN/m ²)	39037	28877	44067	33745	42695	33843	41258	38547	42793	36913

いて杭先端の荷重伝達率および沈下量が大きく、かつ、根固め部のコア圧縮強度試験が実施されているものである。

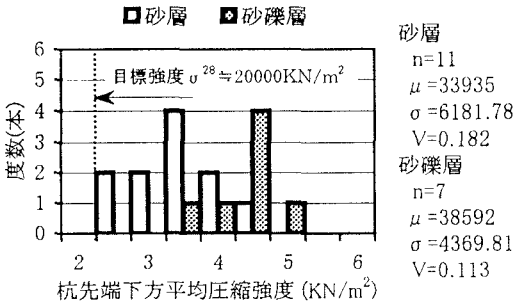
3. 検討結果と考察

(1) 根固め部の圧縮強度

図－1 は、根固め部のコアボーリング供試体の圧縮強度結果をコア採取位置との関係で示した。この図より、コアの圧縮強度は、採取深度方向に増大し、杭先端より下方では全ての杭で目標強度を大きく上回っている。図－2 は、杭先端より下方のコア平均圧縮強度の度数分布を支持層の土質別に示した。同図中には表－1 以外のデータも含め示してある。この図から、根固め部のコアボーリング供試体の圧縮強度は、杭径に関係なく、砂礫層の方が砂層よりも大きく、また、ばらつきも小さい傾向が認められる。



図－1 深度方向のコア圧縮強度



図－2 土質別杭先端下方平均圧縮強度

(2) 杭先端の支持性能

図-3は、杭先端荷重度(R_p/A_p)～沈下量杭径比(S_p/D_p)曲線を示したものである。この図から、杭先端沈下量杭径比は1～2%程度が大半であり、極限まで載荷されていない。また、載荷荷重の増加に伴う杭先端沈下量杭径比は、根固め部を拡大するST工法の方がR工法より小さい。

図-4は、杭先端の地盤反力係数(K_p)～杭先端沈下量杭径比(S_p/D_p)曲線を示した。この図は、地盤反力係数と根固め部のコアの圧縮強度との関係を検討するため、支持層地盤の土質をパラメーターとして描いてある。なお、地盤反力係数(K_p)は、杭先端荷重度(R_p/A_p)と杭先端沈下量(S_p)の割線勾配と定義し、同図中に示す。この図から、地盤反力係数は、杭先端沈下量杭径比の増大とともに指数関的に減少していることが分かる。また、地盤反力係数値は、表-1に示すコアの圧縮強度と対比すれば明らかのように、砂礫層および砂層ともコアの圧縮強度が大きいほど大きいことが認められる。図-4から、杭先端沈下量を想定した場合の先端支持力と現行設計式による支持力の適用性の評価・検討を求めることができる。

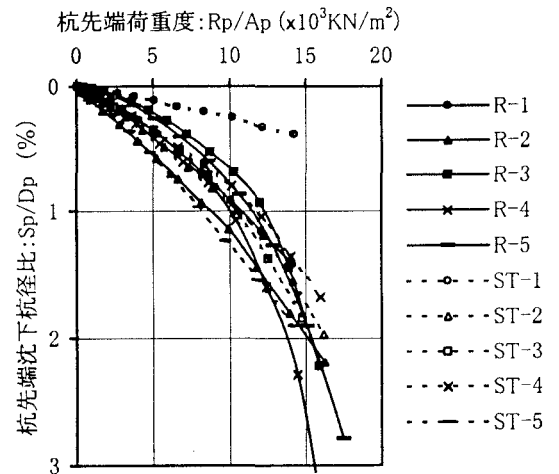


図-3 杭先端荷重度～沈下量杭径比

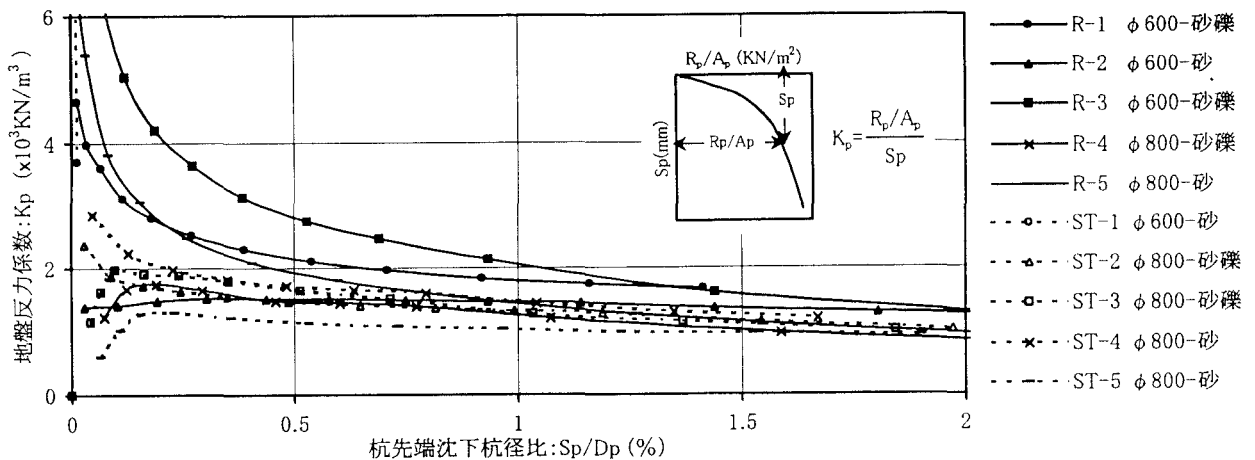


図-4 地盤反力係数～杭先端沈下杭径比曲線

4. まとめ

埋込み杭工法の地盤反力係数は、根固め部の圧縮強度によって異なることが明らかになった。本来、施工された埋込み杭の支持性能の評価は、施工された杭 1 本ごとに載荷試験を実施し確認しなければならない。しかし、杭の載荷試験には多額の費用と時間を要するためあまり実施されていない。また、実施しても支持力算定式を満足することを確認することが主目的で、実際の載荷荷重が極限支持力を超える可能性は極めて少ない。したがって、現行の許容支持力設計法はかなり安全側をみている。性能に基づいた設計・施工では、要求性能（竣工後の支持特性と変形性能）に対し地盤調査、杭体、施工、支持力のばらつきを評価した支持性能表示が必要となる。このような観点から、今後、埋込み杭工法の鉛直載荷試験における杭先端の荷重と沈下および根固め部の圧縮試験に関する資料を蓄積することによって、構造物の重要度に応じた杭先端の沈下量を考慮した支持力評価法が確立されることになる。

< 参考文献 >

- 1) 小島一浩：既成コンクリート杭における最近の品質管理技術、基礎工、Vol.27、No.7、pp.13～15、1999
- 2) 堀内孝英：信頼性技術の杭基礎施工管理への適用、(社)機会学会 JCROSSAR 2000 論文集、Vol.4、pp.457～464、2000