

掘出し調査による埋込み杭根固め部の出来形確認

ジャパンパイル 国際会員 小椋仁志

杭 現地調査 技術開発

同 正会員 須見光二 同 小松吾郎

同 同 今 広人 細田光美

1.はじめに 埋込み工法は、地中部で根固め部が確実にできているか、その強度が所定の値を満たしているか等が問題になるため、開発する時には施工した杭を掘り出して出来形等を確認するのが一般的である。本報では、数例の埋込み工法を中心に、それらの開発時等に行った杭の掘出し調査等から、築造した根固め部の出来形や強度を調査した結果を紹介する。また、開発時に載荷試験を行った杭を、数年後に掘り出して出来形調査を実施した結果についても述べる。

2.工法開発時の出来形調査 表-1は、筆者らが関係した埋込み工法(プレボーリング工法)開発時の出来形調査をまとめたものである。調査方法には、掘出し調査とコアボーリング調査がある。前者は施工した杭を掘り起り出して根固め径などの寸法と強度を調べるものであるが、機材等の制約から

表のように杭は小径・短尺のものが多い。後者は掘削・注入攪拌工程が終わった段階(杭を建て込む直前の状態)で根固め液の固結を待ち、固結後にコアボーリングにより強度を調べる

ものである。また、表中の混合比とは、注入したセメントミルク(以下、CM)と混合攪拌する掘削土との体積比である。1:0は掘削土を排土してCMを注入することを示すが、実際にはある程度は掘削土と混合攪拌されている。

図-1は、根固め径について実測径と設計径の差を示したものである。設計

径よりも10~40mm程度大きな径の根固め部が築造されていることが分かる。図-2は、根固め部の実測強度と設定強度を示したものである。設定強度とは、注入する根固め液の管理強度を決めるために、先端支持力発現の目安になる強度を予め設定したものである(ただし、根固め強度と先端支持力との関係は、よく分かっていない)。図-2では、実測強度は設定強度の1~3倍の値になっている。

3. 載荷試験を実施した埋込み杭の出来形調査

3.1地盤・試験杭 図-3は、工法開発時に載荷試験を行った杭を数年後に掘り出して出来形調査を行った地盤と杭の姿図である。試験杭は2本であり、それぞれの諸元を表-2に示す。根固め部は、No.1杭はN値が17程度の細砂層に、No.2杭はN値が16程度のシルト層に位置している。

3.2施工法 試験杭は2003年12月にプレボーリング 拡

表-1 出来形調査

根固め部	調査方法	使用杭	杭径(節部径)(mm)	場所(県)	本数	根固め部位置		先端深度(GL-m)	根固め径(mm)	w/c (%)	混合比(CM:土)
						土質	N値				
同径掘削	掘出し	節杭	500	鹿児島	4	細砂	4	5	550	100	1:0
	コアボーリング	-	-	愛知	1	細砂	13~16	10	550	100	1:0
	掘出し	節杭	500	福岡	1	細砂	12	10	550	100	1:0
	掘出し	直杭	300	茨城	1	粘土・細砂	1~2	4.6	400	65	1:0
拡大掘削	掘出し	直杭	300	埼玉	2	砂	5~6	4	400,500	65	1:0
	掘出し	直杭	440	鹿児島	1	細砂	5~9	4.3	620	65	1:1
	掘出し	節杭	500	鹿児島	1	細砂	9~12	5.3	680	65	1:1
	掘出し	節杭	440	埼玉県	1	粘土	3~4	3.8	620	100	1:0
	コアボーリング	-	-	熊本	2	砂	16~18	15	800	85	1:1
	掘出し	節杭	440	千葉	4	粘土・細砂	1~13	3.5~5	1000	100	1:0
掘出し	鋼管杭	900	千葉	2	細砂	150~164	5.5	1800	60	1:1	

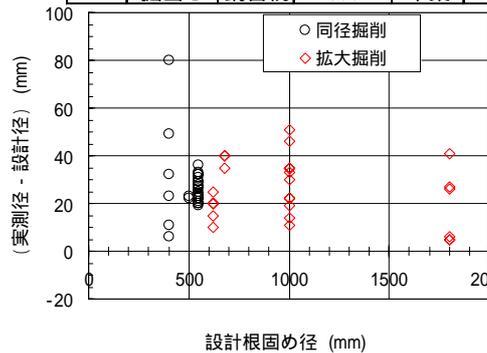


図-1 根固め径の実測結果

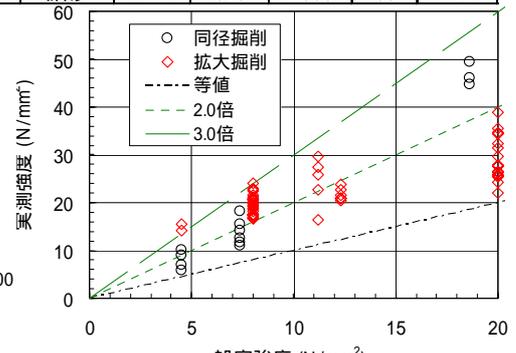


図-2 根固め強度の実測結果

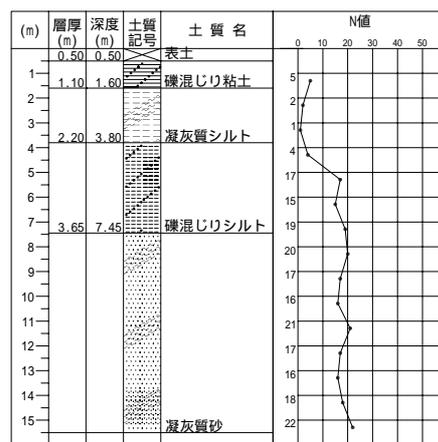


図-3 掘出し調査の地盤・試験杭

表-2 試験杭の諸元

記号	杭径(mm) (節杭は節部径・軸部径)	杭長(m)	杭先端深度(GL-m)	根固め径(mm)
No.1	(500) + (500-400)	11	10.5	680
No.2	440-300	7	7.0	620

Confirmation of Quality by Excavation investigation of root solidify bored precast piles

H.Ogura, M.Sumii, G.Komatsu, H.Kon T.Hosoda (JAPAN PILE Corp)

大根固め工法で施工されている。この工法¹⁾では、根固め部を含む杭の下方半分が逆転拡大ビットにより拡大されており、拡大径は通常掘削部(節部径+50~60mm)の1.23倍である。杭先端は掘削孔下端に位置しており、杭先端から上方2mを根固め部としている。根固め液として注入するCMの水セメント比w/cは85%(4週強度No.1杭28.6N/mm²、No.2杭20.5N/mm²)、注入量は根固め部の体積である。根固め部が砂質土のNo.1杭は、CMと掘削土を混合攪拌してリプレメント化することによって根固め部を築造している(混合比1:1)。一方、No.2杭の根固め部は粘性土に位置するため、掘削土を排土してCMを注入することによって築造している(混合比1:0)。

3.3 載荷試験結果 これらの杭では、工法開発の一環として載荷試験が2004年1月に行われている。No.1杭の先端荷重 R_p (根固め部上端(杭先端から2m上方)位置での荷重) ~ 先端沈下量 S_p 関係を図-4に示す。最大荷重時の R_p は約2800 kN ($S_p = 60$ mm) であって、根固め部周囲の摩擦を無視すると設計断面積当たり7.7N/mm²の圧縮応力を受けていることになる。またNo.2杭の圧縮応力は6.1N/mm² (最大 $R_p = 1850$ kN、 $S_p = 11$ mm時) であり、いずれも後述する根固め強度の1/5程度の値に過ぎない。

3.3 掘出し調査 これらの杭を載荷試験から5年半後の2009年5月に掘り出して、出来形調査を行った。掘り出した後のNo.1杭の状態を写真-1~5に示す。写真-1は通常掘削部(550)と拡大掘削部(680)の境目であり、逆転により想定どおり拡大されていることが確認できる。写真-2は根固め部の先端部分である。

剥落、切り欠きなどの損傷は見られず、健全な状態であった。写真-3は、根固め部(上端部分)の断面である。断面の内部も、付着切れによる杭体とソイルセメント(SC)のずれや破壊などの損傷はなく健全な状態であった。実測した直径は680~683mmと、設計径の680mmと同等以上の値となっていた。写真-4は、根固め部を杭軸方向に切断したときの断面である。根固め部全長にわたって健全な状態であることが確認できる。写真-5は根固め部先端部分の断面である。SC中の礫分が杭の中空部では上方に移動しているが、杭周部は最下節部より上方には移動していない。ただし、この現象は表-1に示した掘出し杭など他の例では見られていない。なお、No.2杭は断面の確認は行っていないが、外観は写真-1,2と同様な状況であった。

3.4 根固め強度 掘り出した根固め部から供試体を採取し、圧縮強度を測定した。その結果、No.1杭は28.0~40.5N/mm² (平均34.2N/mm²)、No.2杭は19.2~41.3N/mm² (平均30.5N/mm²)と、設定強度11.2N/mm²の1.7~3.7倍の値となっていた。大半の測定値は注入したCMの強度よりも大きくなっていったが、この原因には、掘出し杭は材齢が長いこと、CMの水分の地盤への吸収によりw/cが減少したこと、固化時に上載圧を受けていること等の他、攪拌状態の違いの影響等が考えられる。

4. おわりに 本報では、埋込み工法の開発時に行った掘出し調査等および載荷試験から5年経過後に行った掘出し調査による根固め部の出来形確認や強度試験の結果を紹介した。今後も機会があれば、同様な調査を行ってきたい。謝辞 本報の3節の掘出し調査に貴重なご助言をいただきました日本工業大学桑原教授に深く感謝いたします。

参考文献 1)小椋仁志・須見光二・後庵満丸・菅一雅・小松吾郎: EXMEGA 工法の鉛直支持力-フルボ-リソグ 拡大根固め工法 -, GBRC, Vol.30, No.2, pp.21-30, 日本建築総合試験所, 2005.

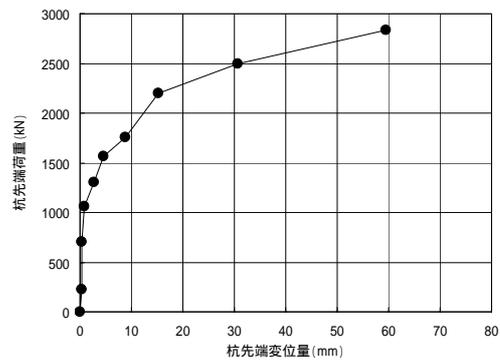


図-4 載荷試験結果 (No.1杭)



写真-1 拡大掘削部の境目



写真-2 根固め部の外観

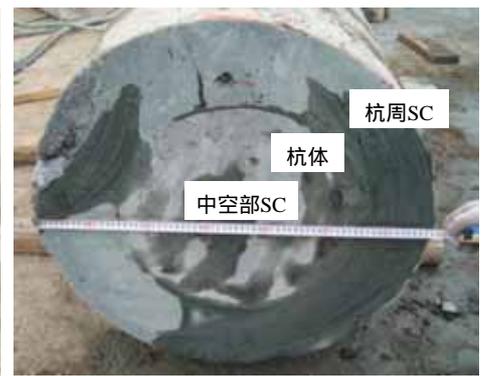


写真-3 根固め部の断面



写真-4 軸方向の断面



写真-5 先端部分の断面