

先端支持力H形鋼杭の鉛直載荷試験 (その2 : 試験結果)

正会員 ○松澤 一行*
 会員外 清水 茂**
 正会員 中嶋 義雄**
 会員外 磯部 幸男***
 正会員 松本 樹典****

先端支持力 仮設杭 H形鋼杭
 静的載荷試験 急速載荷試験 荷重-沈下関係

1. はじめに

仮設杭の先端支持力を効果的に得る事を目的として、先端に鋼製円盤を取り付けたH形鋼杭に対して行った載荷試験結果について報告する。試験の概要については本稿(その1)で述べている。ここでは試験結果を報告すると共に、打撃による杭支持力向上効果や、急速載荷試験と静的載荷試験の結果比較、一般的に用いられている N 値による支持力推定式との比較などについて考察する。

2. 急速載荷試験と静的載荷試験の比較

図1はP3杭(材令7日)に対して行った静的および急速載荷試験の結果である。静的載荷試験は荷重保持時間をとらずに載荷する連続載荷方式で行い、除荷後に急速載荷試験を実施した。静的・急速の両試験間での結果の相違はほとんどなく、急速載荷試験から得られる静的な荷重-沈下関係は十分な信頼性を有することがわかる。

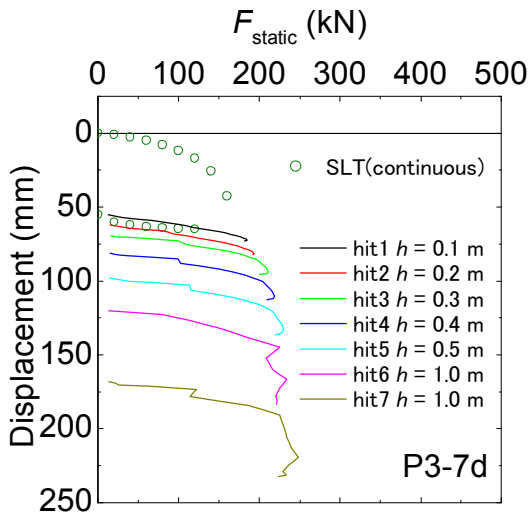


図1 静的および急速載荷試験からの荷重-沈下関係

3. 急速載荷試験結果

3.1 粘性土、シルト質地盤での先端支持力

図2は先端部を N 値 6 のシルト層まで根入れした杭(P6)の打設最終打撃時の荷重-沈下履歴である。ここでの荷重は急速載荷荷重から慣性力と地盤のダンピングを考慮して推定した静的な荷重を示している。いずれの打撃も質量 2 ton のドロップハンマーを高さ h から自由落下させて杭の沈下挙動を計測した。杭先端に取り付けた円盤直径 D の 10% ($0.1D$) の沈下時の荷重を極限支持力として考察する。第一打撃では極限先端支持力は 54 kN、沈下量は 100 mm 程度に達しているが、杭の建込直後であり、先端部の定着が不十分と判断される。その後の打撃では

極限先端支持力は 74~85 kN のほぼ一定した値を示している。

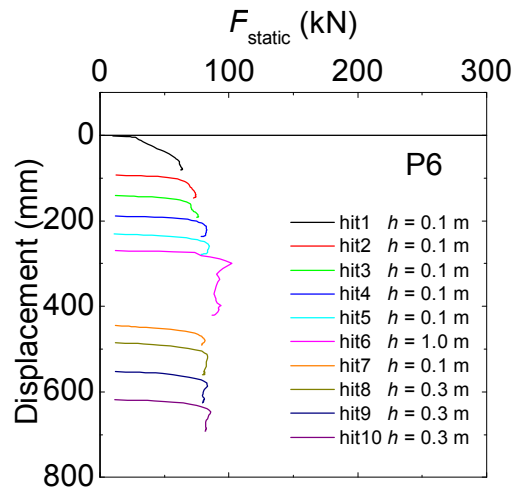


図2 シルト地盤での先端支持力試験結果

3.2 砂質地盤での先端支持力

図3は N 値 14 の細砂付近に根入れした杭(P7)の打設最終打撃時の試験結果である。図4は、比較しやすいように、各打撃前の変位量を 0 として表したものである。1打撃から4打撃目までの試験では、極限支持力は 70~100 kN であったが、その後の打撃によって支持力は大幅に増加し、最終打撃では 500 kN を超える極限支持力を示した。

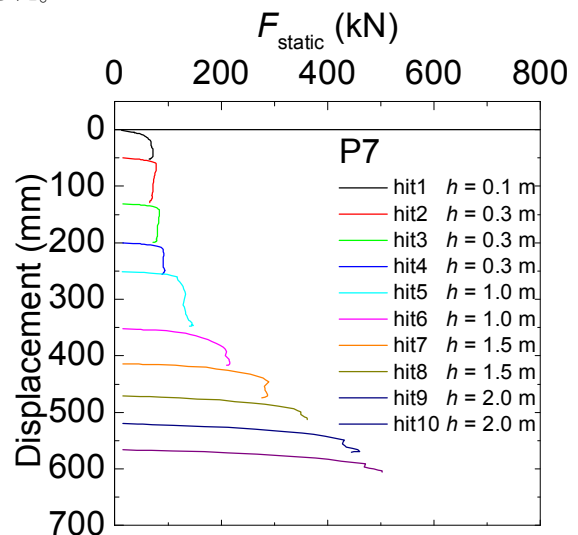


図3 砂質地盤での先端支持力試験結果

表1 N値による推定支持力と急速載荷試験結果の比較

Pile No.	放置期間 (日)	先端地盤	根入れ長さ (m)	先端N値	N値による推定支持力(kN)			載荷試験による支持力(kN)		
					先端支持力 (= 150・N・A _p)	周面摩擦 ^{*1}	先端 + 周面	先端支持力	周面摩擦 ^{*2}	先端 + 周面
1	施工時	シルト	3	6	143		143	155		
1-7d	7	シルト	3			203	346		93	248
1-14d	14	シルト	3			203	346		89	244
2	施工時	シルト	6	3	71		71	56		
2-7d	7	シルト	6			195	266		307	417
3	施工時	シルト	2	6	143		143	116		
3-7d	7	シルト	2			127	270		120	236
4	施工時	細砂	8	14	364		364	724		
4-7d	7	細砂	8			—	364		—	>745
5	施工時	シルト	2	6	143		143	76		
6	施工時	シルト	2	6	143		143	85		
7	施工時	細砂	8	14	364		364	>503		

*¹推定周面摩擦の計算は、杭引き抜き後のソイルセメント実測長で計算

*²載荷試験結果での周面摩擦は杭全体の支持力から先端支持力を減じて計算

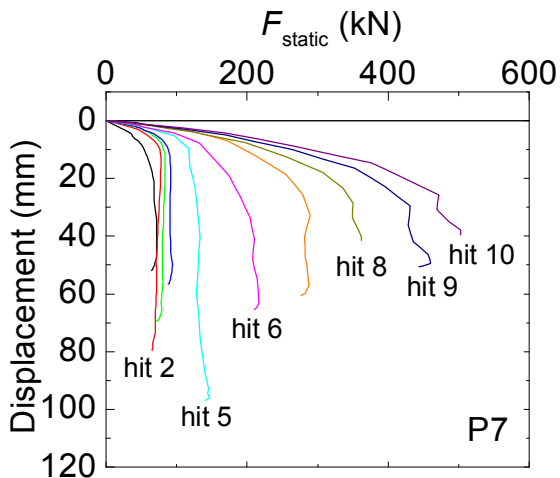


図4 砂質地盤での先端支持力試験結果 (載荷前沈下量を0に表示)

杭先端部はちょうど地層の境目に位置しており、建込当初の杭先端はN値3程度のシルト層中に止まっていたものと思われる。打撃により杭が貫入されたことで先端が細砂層に達してからは、再打撃を行うにつれ支持力が増加する傾向を示している。

図2および図3より、杭の施工が埋込杭最終打撃方式で行われるならば、砂質地盤では、打撃による先端支持力の増加が期待でき、一方粘性土あるいはシルト質地盤ではほとんど再打撃の効果は現れないと判断できる。

3.3 セメントミルク固化後の杭の支持力確認

表1に今回の試験結果の一覧を示す。数本の杭についてはセメントミルクが固化した後の載荷試験を実施しているのでこの結果も併記する。

N値による推定支持力の値は本稿(その1)の式(2)、(3)で計算された支持力の推定値である。打設直後に行われた載荷試験で得られた先端極限支持力を、セメントミルク固化後の杭の支持力から差引いて周面摩擦力とした。

根入れ長さが3m以下のP1, P3, P5, P6では、載荷試験によって得られた支持力は、N値から推定される支持力に比べて小さい。一方、根入れ長さが6m以上のP2, P4, P7では、載荷試験によって得られた支持力は、N値から推定される支持力に比べて、2倍程度以上の値となっている。すなわち、現場で載荷試験を行うことで、根入れ長さが小さい杭の支持力を過大評価することを避けることができる。また、根入れ長さが大きい杭では、現場で載荷試験を行うことで、基準式による支持力よりも、大きな支持力を設計値として採用することができる。したがって、トータルとして考えると、現場で載荷試験を実施することで、安全かつ経済的な杭の設計と施工を実施できることが示された。

4. おわりに

杭打設時の最終打撃を利用して急速載荷試験を行うことにより、その杭の先端支持力を高い精度で把握することが可能である。試験ではN値が10を超えるような砂質土層では、N値からの支持力推定式を大幅に上回る極限支持力が確認できた。

施工時に手軽に急速載荷試験が実施出来ることで、予測の困難な地盤のばらつきを含めて、施工した杭の支持力に関する信頼性・安全性を高める方法として有効であると考えている。今後さらに試験事例を増やし、施工方法、試験方法について、より実用性・有効性を高める研究を継続する。

* ㈱ウェッジ 工修
 ** 丸紅建材リース㈱
 *** ㈱日衡
 **** 金沢大学 教授・工博

* Wedge Corporation, M. Eng.
 ** Marubeni Construction Material Lease Co., Ltd.
 *** Nikko Corporation
 **** Kanazawa University, Professor, Dr. Eng.