

埋込み工法によるPHC節杭の鉛直支持力
(現場载荷試験結果のまとめ)

(株) ジオトップ 正 ○金井重夫 須見光二 堀口隆司
カルキー・マダン 小椋仁志

1. はじめに

PHC節杭の支持力特性は、支持機構解明を目的として、主として加圧砂地盤タンクを利用した模型実験結果をもとに検討されてきた。本報告では、実務的な立場から、節杭の簡便な鉛直支持力推定式を提案するために実施した21例の現場载荷試験結果について、概要をまとめる。

2. 試験の概要

試験に関する諸条件を表-1にまとめる。杭体には、数断面にわたってひずみ計を取り付けている。試験地は全国にわたり、試験地盤の状況は様々であるが、杭先端平均N値 N_p は最大値で30程度である。全ての現場で土質とN値が明らかであり、一部、一軸圧縮強度 q_u を調べている。

試験杭の施工方法は、基本的にオーガーでプレボーリングした掘削孔にセメントミルクを注入し杭を建て込む埋込み工法であるが、プレボーリングをスパイラルオーガーで行う排土工法と、掘削土量を低減するためスパイラルオーガーの代わりに特殊なケーシングオーガーを使用する低排土工法の2種類である。低排土工法の排土量は、排土工法の1/2~3/4程度に低減された。

鉛直载荷試験は、2週間前後の養生期間を置いた後、土質工学会基準に準拠した多サイクル、反力杭方式で実施した。

表-1 試験条件

杭種	PHC節杭 (A種、B種)	
杭径(mm)	φ440 (節部) -300 (軸部)	
杭長 (m)	L=6~24 (m)	
施工法	埋込み (排土・低排土) 工法	
試験数	排土工法	11
	低排土工法	10
試験場所	北海道、山形、埼玉、東京、静岡、愛知、鳥取、鹿児島	
試験時期	1993、1994年	

3. 試験の結果

各工法における荷重-変位関係を図-1、2にまとめて示す。測定したひずみのデータを利用して杭頭荷重 P_o を杭先端荷重 P_p と杭周面荷重 P_f に分離し、さらにそれぞれの荷重を基準支持力 R_{bp} (= 杭軸部径 D の10%沈下量に相当する杭頭荷重) で除して正規化している。全てのケース、沈下過程で周面摩擦力が卓越していることがわかる。

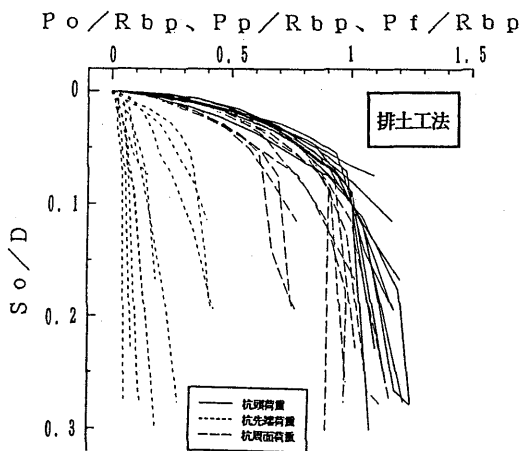


図-1 排土工法による杭の荷重-沈下量関係

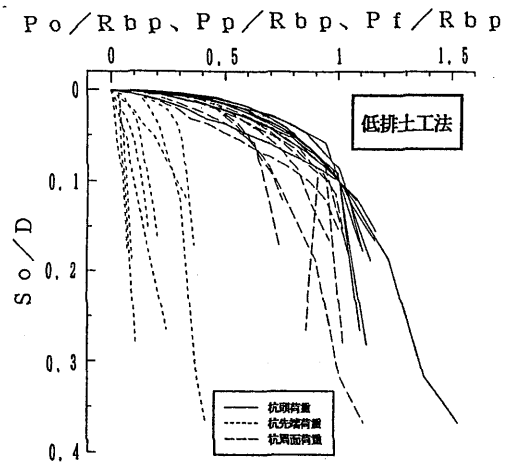


図-2 低排土工法による杭の荷重-沈下量関係

Bearing Capacity of Bored PHC Nodular Pile (Field Load Test Results)

Shigeo Kanai, Mitsuji Sumi, Takashi Horiguchi, Madan Karkee and Hitoshi Ogura (GEOTOP Corp.)

1) 先端支持力

基準支持力 R_{bp} 時の杭先端荷重 P_p から求めた杭先端支持力 q_b と N_p との相関を図-3に示す。ただし、先端断面は節部径を仮定している。 N_p が増加するにつれて q_b は小さくなる傾向が見られるが、両者は概ね線形関係を示している。

2) 周面摩擦力

節杭の場合、杭周面摩擦力が発揮されるせん断面を特定することは容易ではないが、既往の研究結果を参考に、節部径を仮定して結果を整理した。排土工法の場合のひずみ測定区間ごとの杭周面摩擦力度 f_i と区間沈下量 S_i の関係を地盤別に示す(図-4)。いずれの場合も f_i が沈下に伴って極端に低下する傾向は見られない。また粘性土の f_i は砂質土に比べ、ばらつきが小さい。図-5、6に基準支持力時の f_i をその区間の平均 N 値および q_u 値と比較した。 f_i とこれらの土質定数とは線形関係にあることがわかる。なお、排土工法と低排土工法の摩擦特性に顕著な差は見られていない。

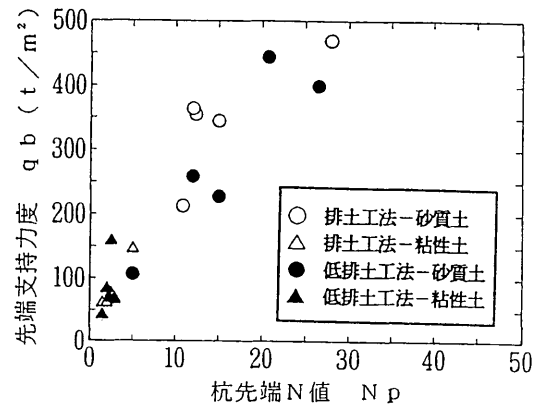


図-3 杭先端支持力と杭先端N値関係

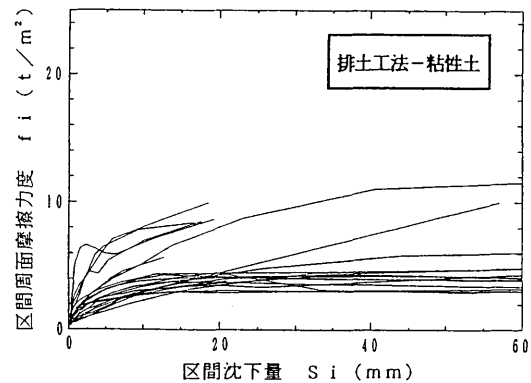
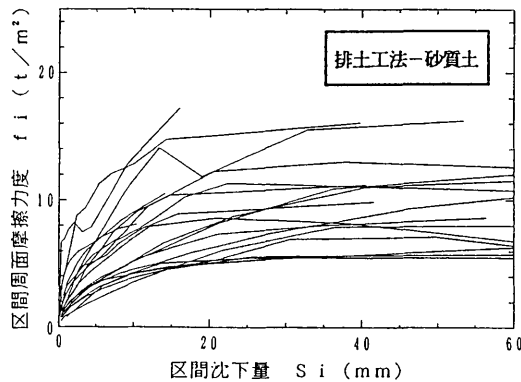


図-4 区間周面摩擦力度と区間沈下量関係

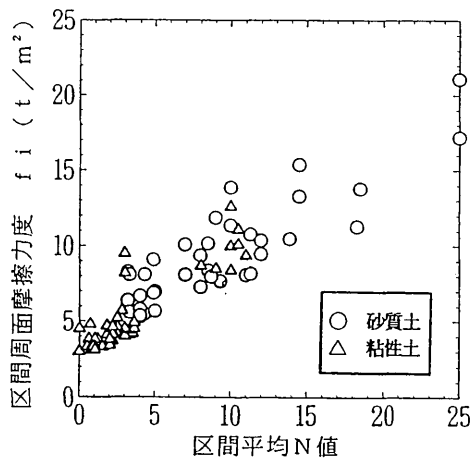


図-5 区間周面摩擦力度(基準支持力時)と区間平均N値関係

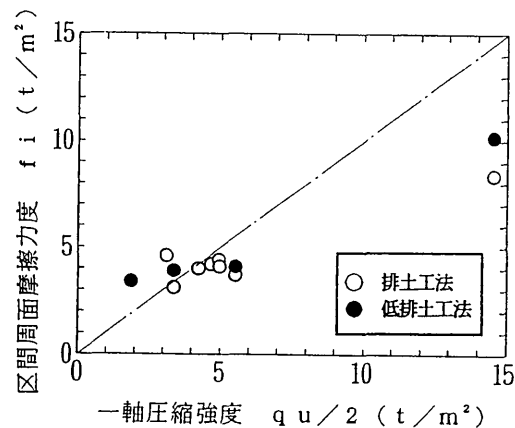


図-6 区間周面摩擦力度(基準支持力時)と一軸圧縮強度関係

4. まとめ

PHC節杭の現場載荷試験結果を、実務的な立場でとりまとめた結果、1) PHC節杭は $N_p < 30$ の地盤であれば周面摩擦力が卓越し、沈下量が大きくなっても摩擦力はほとんど低下しないこと、2) 先端支持力 q_b と N_p の関係は概ね一次式で表されること、3) 周面摩擦力度 f_i と N 値・ q_u 値の関係も同様に一次式で表されること、4) 排土量の差による支持力特性の差は顕著ではないこと、などが指摘できる。

本来、杭の鉛直支持力の推定には挙動のメカニズム、地盤特性、施工による影響など多くの要因を考慮しなければならないが、実務上簡便な方法として、PHC節杭の鉛直支持力は工法の差によらず、標準貫入試験の N 値や q_u 値のような普及した地盤定数から推定できることがわかった。