

圧入杭の引抜スピードと周面摩擦抵抗の相関性に関する研究

(株)技研製作所 正会員○志和 隼也, 石原 行博
高知高専 正会員 岡林 宏二郎, 多賀谷 宏三

1. はじめに

圧入工法は、油圧力により杭を地盤に貫入させる工法であり、他の杭打設方法に比べて騒音・振動の発生が少ない。また、既設の杭上を杭圧入引抜機が移動しながら連続壁を構築するため、大がかりな仮設を不要とすることもこの工法の特徴であり、主に都市部の建設現場においてニーズが高い工法となっている。

圧入工法における大きな関心事として、圧入施工中の圧入力・引抜力の管理が挙げられる。過去の実物大実証試験や現場施工経験から、圧入力・引抜力の管理のための項目が整理されてきているが、その一つとして圧入/引抜スピードが挙げられる。

本研究では、φ318.5の閉端鋼管杭、SP-Ⅲ型、SP-Ⅲw型の3種類の杭を用いて実物大の杭の圧入・引拔を行ない、スピードと抵抗力の関係を考察する。

2. 試験方法

杭圧入引抜機(以下、圧入機)を用い、φ318.5の閉端鋼管杭、SP-Ⅲ型、SP-Ⅲw型の杭の圧入・引抜き試験を行った。φ318.5の閉端鋼管杭は、圧入/引抜スピードを3種類、圧入深度を2種類、圧入後から引拔を開始するまでの待ち時間を3種類とし、合計18の試験ケース、SP-Ⅲ型は、圧入/引抜スピードを5種類、圧入深度を1種類、待ち時間を2種類とし、合計16の試験ケース、SP-Ⅲw型は、圧入/引抜スピードを2種類、圧入深度を1種類、待ち時間を2種類とし、合計3の試験ケースを設定した。試験場所は高知市高須の技研製作所の敷地内で、現地付近の土質柱状図は図-1のようにになっている。

3. 解析方法

本報告書では、特に引抜時の引抜スピードと周面摩擦抵抗に関して解析を行う。圧入機による圧入/引拔では、約80cmのストロークを連続的に繰返すため、油圧力はストロークごとに増減を繰返す。図-2は得られた試験結果の一例である。そこから、引抜力はストロークごとに徐々に減少していることが分かる。引抜力を周面摩擦抵抗とみなし、各ストロークでの引抜力の平均値(平均周面抵抗)とそのストロークにおける引抜スピードの関係、および各ストロークに求められる無次元化された周面抵抗力度と引抜スピードの関係を相関図に表し、傾向を確認する。図-3で示される各記号と上載圧σを用いて、

$$q_s = \frac{Q_{s1} - Q_{s2}}{A \cdot \sigma}$$

により周面抵抗力度を算出した。

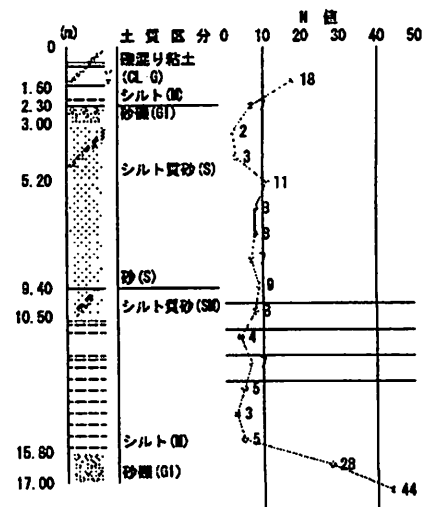


図-1 試験現場の土質柱状図

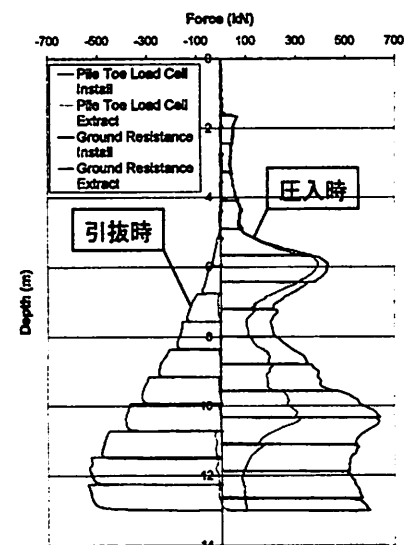


図-2 試験結果例 (深度・油圧力)

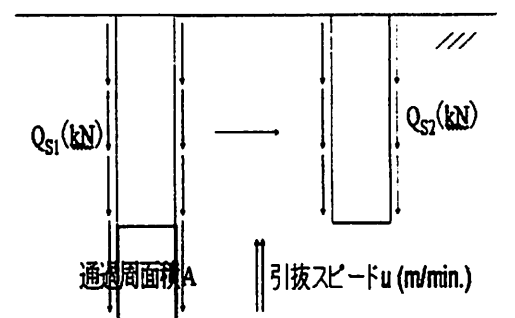


図-3 解析方法の概念図

4. 解析結果

(1) 引抜スピードと平均周面摩擦抵抗の相関

図-4 は、 $\phi 318.5\text{mm}$ の閉端鋼管杭による引抜時の各ストロークにおける引抜スピードと平均周面摩擦抵抗の相関を示したものである。Low のケースまたは Middle のケースに限定すると、引抜スピードと平均周面摩擦抵抗には負の相関が見られる。High のケースでは、全体としては傾向を見出せないが、各試験ケースに着目すれば、両者には概ね負の相関があることが分かる。SP-Ⅲ型と SP-Ⅲw 型でも同様の結果が得られた。これらは、負荷を受けるとスピードが落ちるという油圧制御の特性によるものと考えられる。 $\phi 318.5\text{mm}$ の閉端鋼管杭では、データ全体で見ると、それぞれの試験ケースにおける平均周面摩擦抵抗の最大値は引抜スピードと正の相関があることが分かる。

(2) 引抜スピードと周面摩擦抵抗力度の相関

図-5 は、 $\phi 318.5\text{mm}$ の閉端鋼管杭による引抜時の各ストロークにおける引抜スピードと無次元化された周面摩擦抵抗力度の相関を示したものである。周面摩擦力度が負値になっているケースを除けば、引抜スピードと周面摩擦力度には正の相関が見られることが分かる。他方、砂層とシルト層のデータには明確な差が認められなかった。また、図-6 の SP-Ⅲ型、SP-Ⅲw 型では、あまり正の相関が見られなかった。

5. まとめ

排土杭である圧入杭が地盤中を移動する際には周辺地盤が変形し、杭周辺地盤には過剰間隙水圧が発生して有効応力の低下が起こり、その結果貫入抵抗や引抜抵抗が小さくなる。圧入/引抜スピードが大きいほど杭周辺地盤に発生する過剰間隙水圧が大きくなるため、スピードと無次元化した平均周面摩擦力度 q_s^* には負の相関があると考えるのが通説であったが、 $\phi 318.5$ の閉端鋼管杭の解析結果は全く逆の結論を導いた。引抜中は、圧入により密度が増加した杭周辺地盤が緩み、負の過剰間隙水圧が発生している可能性が考えられる。もしも負の過剰間隙水圧が発生しているのであれば、負の過剰間隙水圧の抑制・消散に有利となるのはスピードが小さいケースとなる。

他方、SP-Ⅲ型と SP-Ⅲw 型では、 q_s^* と引抜スピードにはあまり正の相関が見られなかった。これは、 $\phi 318.5$ の閉端鋼管杭では、引抜中に起きる土の体積増加により負の過剰間隙水圧が発生する可能性が考えられるが、SP-Ⅲ型と SP-Ⅲw 型は、引抜中に起きる土の体積増加が $\phi 318.5$ の閉端鋼管杭の場合に比べ小さいため $\phi 318.5$ の閉端鋼管杭の場合のような正の相関が見られなかったと考えられる。

今後は、圧入時の周面摩擦抵抗について同様の解析を行うとともに、圧入/引抜中の間隙水圧挙動との突き合わせにより現象の理論化を進める。また、杭種や地盤条件を変えて同様の試験を実施してデータの蓄積と整理を行なう予定である。

参考文献

- 1) 土質力学 河上房義著 森北出版株式会社
- 2) 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 社団法人日本道路協会

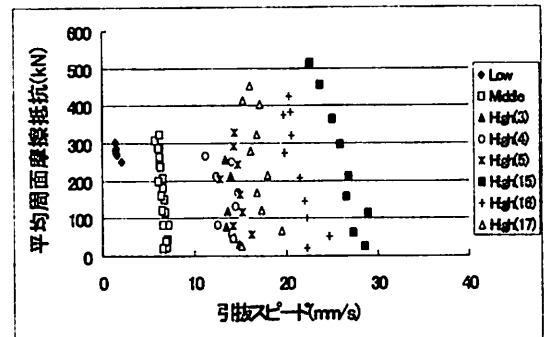


図-4 引抜スピードと平均周面摩擦抵抗の相関

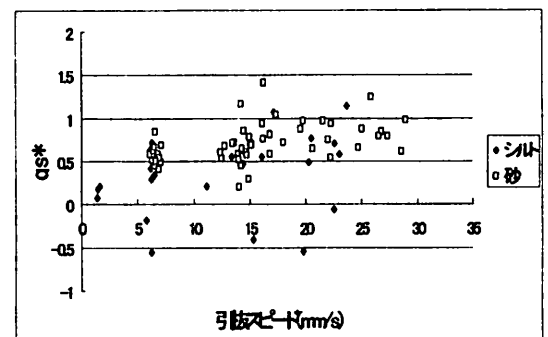


図-5 引抜スピードと q_s^* の相関

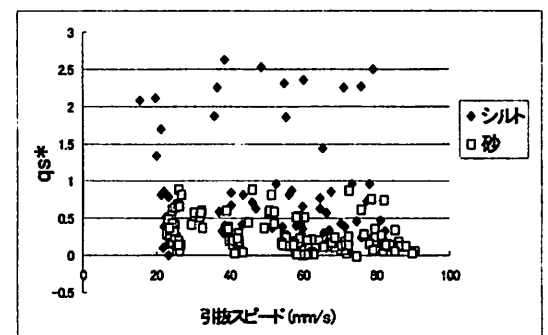


図-6 引抜スピードと q_s^* の相関