

閉端鋼管圧入杭の鉛直荷重 - 変位特性に関する一考察

圧入杭、剛性、鉛直荷重 - 変位曲線 (株)技研製作所 ○(正)木下三郎 (正)石原行博 (正)尾川七瀬
(非)北村精男
(社)高知高専テクノフォー (フェロー)多賀谷宏三

1. はじめに

本研究は、載荷試験で圧入杭の支持力に関する基礎的資料を得ることを目的とする。ここでは排土杭である圧入杭の鉛直荷重-変位曲線の特徴について考察する。

2. 試験概要

実験は $D=\phi 318.5\text{mm}$ 、 $t=10.3\text{mm}$ の先端閉塞鋼管杭で養生期間と先端形状を変化させて鉛直載荷試験したものである。試験杭は杭先端にロードセルを配置し、ほぼ一定の条件(先端形状を除く)で施工した。鉛直載荷試験は静的押込み法で、段階載荷の1サイクル方式とし、変位速度が 0.02mm/min 以下で次の荷重段階に移った。Test5 のみは段階載荷中の荷重保持時間を最大30分とした。試験は、養生期間を2.0、3.2、4.5、5.3および211.2時間の5ケースで、この中に杭先端形状を外部シュー形状(Test3)と凸形状(Test2)としたものを含む。

試験地の地質は沖積世の三角州底置層または湿地

堆積物層である(図1参照)。試験地は、直線距離で約100m余りのA地点(Test1~4実施)とB地点(Test5実施)にある。杭先端の地層は、管内土の観察調査によれば砂優勢砂・シルト互層で¹⁾、CPT結果は2地点で砂・シルト互層の層相変化を反映して先端応力度(q_t)に大小の違いを示している。

3. 試験の結果

5ケース行った鉛直載荷試験の結果は表1に示す。以下に杭頭荷重(Q_b+Q_s)、先端支持力度(q_b)および周面摩擦力度(q_s)に分けて荷重-沈下量の関係をまとめる(図2参照)。

表1. 試験結果一覧表

Test	試験地	最終深度(m)	先端形状		平均圧入速度 v_a (mm/sec)	圧入速度 $v_{a,fs}$ (最終ストップ時)(mm/sec)	最終貫入抵抗力 $Q_{b,fs}+Q_{s,fs}$ (kN)	支持力(載荷試験時) Q_b+Q_s (kN)			養生期間(hours)
			断面形状	先端部径 D_{tip} (mm)				先端荷重(沈下量D/100時)	先端荷重(沈下量D/20時)	最終荷重	
1	A	8.59		318.5	7.10	15.90	329	232	319	349	2.0
2	A	8.73		294.0	7.60	17.50	427	306	389	412	3.2
3	A	8.68		338.5	7.46	7.89	327	228	345	398	4.5
4	A	8.85		318.5	7.20	11.30	372	276	371	422	5.3
5	B	7.51		318.5	8.25	16.90	209	299	358	353	211.2

注)養生期間は、最終貫入終了時刻から載荷試験終了時刻までの間とした。

3-1. 杭頭荷重 - 沈下量の関係

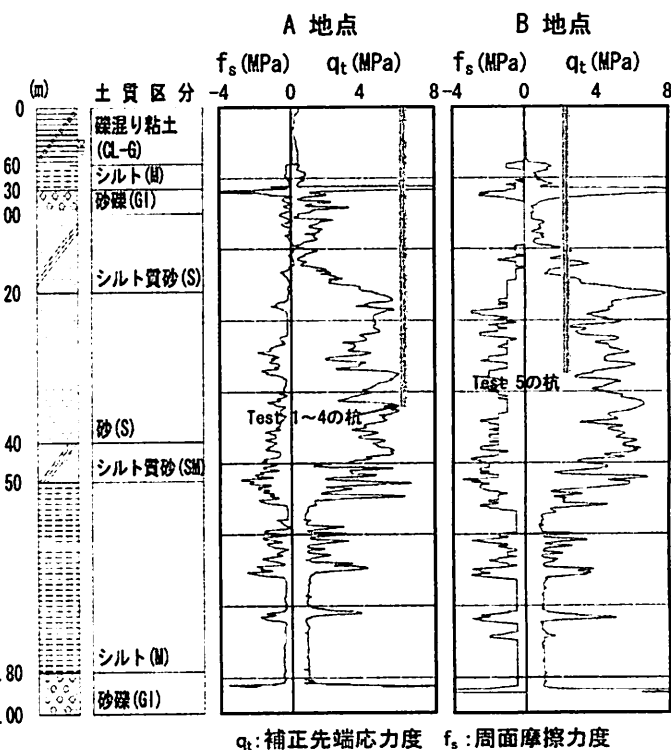


図1. ボーリングおよびCPT結果
 q_t :補正先端応力度 f_s :周面摩擦力度

各試験杭は、 $D/100 \sim D/20$ 間に変曲点に達する。変曲点以前をみると、ほぼ養生期間が長い順に杭頭荷重が大きくなり、载荷開始から変曲点までの傾き(剛性)も同様の順で、杭頭荷重に対応する沈下量の増加率は小さく、剛性は大きくなる(Test2 は例外)。一方、変曲点以後をみると、各試験杭は、次第にほぼ一定値の杭頭荷重に近づき、その値は最終貫入抵抗力の大きき順と等しくなる(Test5 は例外)。養生期間約9日のTest5は、沈下量が大きくなるとともに杭頭荷重が次第に小さくなることが特徴的である。

3-2. 先端支持力度 - 沈下量の関係

先端支持力度(単位面積あたりの先端荷重)からみると、養生期間が5.3時間までの各試験杭と養生期間が約9日のものでは、荷重-沈下量の関係に大きな違いを示す。前者は変曲点を明瞭に示し、大きなバラツキはなく、変曲点以後で各先端支持力度は沈下量が大きくなるとともにごく僅かに増加する傾向を示す。また、载荷開始時の先端支持力度(杭貫入終了後リバウンドにより、上向きに作用する杭先端荷重(残留先端荷重と呼ぶ)に起因するもの)は、最終貫入抵抗力の大きい順に大きな値を示す。一方、後者は剛性が小さくまた変曲点を示さず、沈下量が大きくなるとともに荷重増加を継続する。また、残留先端荷重の増加は、時間依存性を示す。周面摩擦力度の荷重-沈下量の関係と比較すると、変曲点はより大きな沈下量で現れる。

3-3. 周面摩擦力度 - 沈下量の関係

周面摩擦力度(単位面積あたりの周面摩擦力)からみると、養生期間が長い順に周面摩擦力度が大きくなる傾向(Test2 は例外)、また Test5 の沈下量が大きくなるとともに周面摩擦力度が次第に小さくなる傾向がより顕著に現れる。また、载荷開始時の周面摩擦力度は、残留先端荷重に相当した、下向きの周面摩擦力が作用するために負の周面摩擦力度を示す。

4. まとめ

圧入杭の鉛直荷重-変位曲線の特徴をまとめると、(a)杭貫入終了時のリバウンドにより、载荷試験開始時にすでに上向き先端荷重(残留先端荷重)を有し、反作用として相当する下向きの周面抵抗力が現れていること、(b)先端抵抗力と周面摩擦力度を比較すると、変曲点は先端抵抗の方が大きな沈下量でおこる場合が多く(Test5 例外)、養生期間による抵抗力の増大は、周面抵抗力に顕著にあらわれること、(c)例外的に Test5 の先端剛性が比較的小さく、先端抵抗力が明瞭な変曲点を示さずに増加を継続する理由は、杭の先端がB地点の砂・シルト互層のうち強度が小さいシルト層(q_t が小さい)に定着したためと推察したこと(図1 参照)、(d)先端形状の違いは、大きな影響を与えないことが判明した。

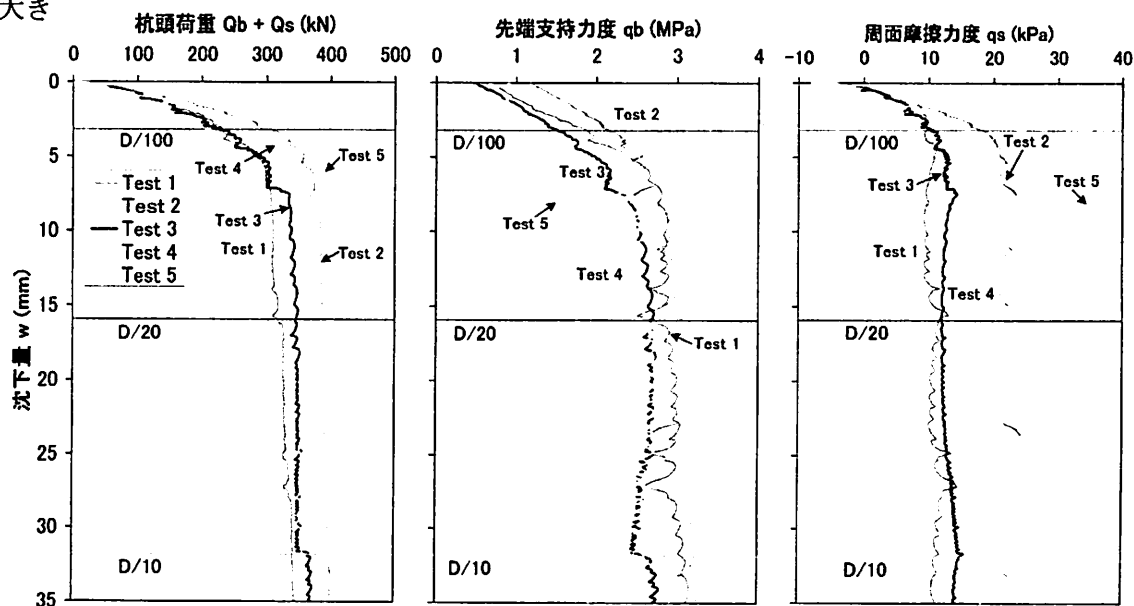


図2. 鉛直荷重-変位曲線

注) 杭頭荷重による杭鋼材の変形量は無視できるほど小さい。

参考文献

- ① 尾川他(2008) 圧入鋼管杭の管内土の観察 第43回地盤工学会研究発表会概要集 投稿中