

### しらす地盤における鋼管ソイルセメント杭の鉛直載荷試験(その2: 載荷試験結果)

ジェイアール九州コンサルタンツ (株) 正会員 ○芝 寛 村田 信之  
九州旅客鉄道 (株) 正会員 清水 琢磨 海老原 毅  
(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 西岡 英俊 神田 政幸

#### 1. はじめに

本鉛直載荷試験は、J R指宿枕崎線の谷山地区連続立体交差事業が実施されるしらす地盤において実寸法の摩擦杭の静的鉛直載荷試験を行い、詳細設計前に支持力特性を評価するため実施したものである。載荷試験計画については別報(その1)<sup>1)</sup>にて記載しているため、本論文では、その試験結果の詳細と考察について述べる。

#### 2. 試験結果

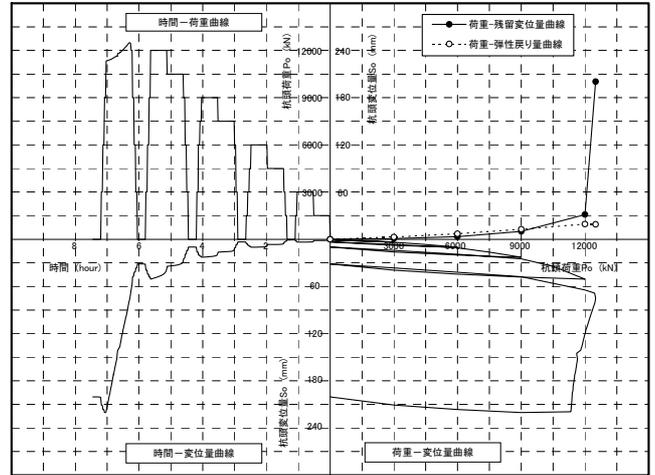
##### (1) 総合図

図1に荷重-変位、時間-荷重、時間-変位の関係を示した総合図を示す。荷重と変位の関係は不完全支持杭の傾向を示し、荷重の増加と共に徐々に変位量が大きくなる傾向を示した。試験は、2本の試験杭が共に第4サイクルの12000kNまで載荷することができたが、第5サイクルの載荷途中から変位が大幅に増加し、極限状態に至った。最大荷重は12500kN(鋼管杭径  $D_p=800\text{mm}$ ) 14200kN ( $D_p=1000\text{mm}$ )、このときの杭先端変位は、62.53mm ( $D_p=800\text{mm}$ ) 73.34mm ( $D_p=1000\text{mm}$ )であった。また、杭先端変位量が、杭径の10%(120mm)となった時の載荷荷重は12020kN ( $D_p=800\text{mm}$ ) 14022kN ( $D_p=1000\text{mm}$ )であった。

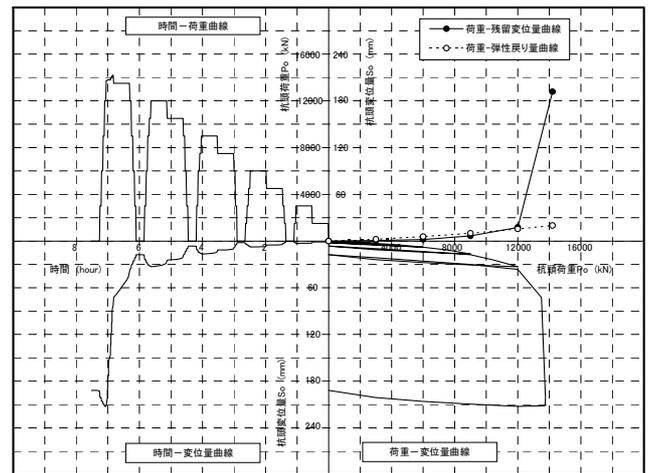
##### (2) 軸力分布

杭体の軸力は、鋼管のひずみに鋼管とソイルセメント体の合成剛性を乗じて求めた。ソイルセメントの物性は、図2に示すように深度に応じて増加する傾向が得られたため、これを線形近似して用いた。

これにより得られた  $D_p=1000\text{mm}$  の試験杭の荷重段階毎の深度方向軸力分布図を図3に示す。軸力分布図は、三角形分布の性状を示しており摩擦杭としての支持力性状の特徴が現れている。4-6断面区間では12000kN~13500kNの間でそれまでの軸力の間隔より大きくなっている。この原因は杭先端支持力の分担力が增大した結果であり、載荷試験中に支持力機構が変化したことが考えられる。なお、 $D_p=800\text{mm}$  の試験杭についても、ほぼ同様の値を示す結果であった。



(ソイルセメント径 1200mm/鋼管径 ( $D_p$ ) = 800mm)



(ソイルセメント径 1200mm/鋼管径 ( $D_p$ ) = 1000mm)

図1 総合図

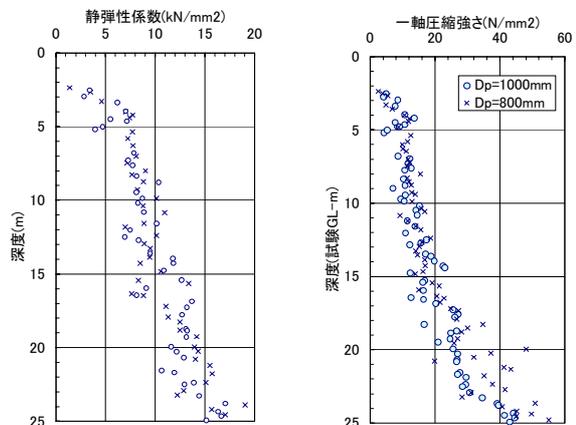


図2 ソイルセメントの強度および弾性係数

キーワード 鋼管ソイルセメント杭, しらす地盤, 摩擦杭, 静的鉛直載荷試験

連絡先 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-13-6 ジェイアール九州コンサルタンツ(株) 設計第一部 TEL 092-413-1035

**(3) 周面抵抗力**

ひずみの測定結果より求まる各断面の周面抵抗力度を表1に示す。2-3断面は平均N値6の互層で3-4断面は平均N値10の砂質土区間であり、試験最大荷重は165~256kN/m<sup>2</sup>という大きな値を示した。4-5断面及び5-6断面については、平均N値は9~15だが、相対密度が緩い~中くらいの砂質土のため最大荷重時の周面抵抗力度は62~110kN/m<sup>2</sup>という結果となった。

**(4) 鋼管径φ800とφ1000の比較**

ソイルセメント径1200mmに対して、標準的な仕様である鋼管径1000mmを用いた場合と、施工および載荷試験実績の少ない鋼管径800mmを用いた場合の、荷重と変位の関係について図4に示す。大変形時の杭頭荷重に差がでたものの、中間部と杭先端部における荷重と変位の関係については、ほとんど差が無い結果となった。

**3. 支持力の評価と今後の展開**

現状で鉄道構造物の杭基礎に鋼管ソイルセメント杭を用いる場合の基準支持力については、鉄道基準<sup>2)</sup>に記載されていないため、別途提案されている設計式<sup>3)</sup>が適用されている。したがって、この設計式による基準支持力と試験結果を比較して支持力特性の評価を行う。試験結果は、図4の荷重変位関係から杭先端変位量が杭径の10% (120mm) の時の値を線形補間して採用した。表2に、設計値と試験結果の比較を示す。表2により、設計値を大きく上回る支持力を確認することが出来た。今後の詳細設計にあたって、載荷試験結果を展開すると以下のように提案出来る。

- ①文献2)より、設計支持力を先端周面ともに1.2倍に割増して詳細設計を行うことが可能であると考えられる。(地質がほぼ同一と評価できる箇所に限る)
- ②鋼管径の違いによる鉛直支持力特性に有意な違いは見られなかった。

**4. まとめ**

しらす地盤において鋼管ソイルセメント杭を摩擦杭形式で採用するにあたり、鉛直載荷試験を行って支持力の評価を行った。その結果、設計値を大きく上回る支持力を確認し設計支持力の提案をすることが出来た。

**参考文献**

1) 海老原, 清水, 村田, 芝, 神田, 西岡: しらす地盤における鋼管ソイルセメント杭の鉛直載荷試験 (その1: 載荷試験計画), 土木学会第64回年次学術講演会, 2006.9 (投稿中) 2) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物, 2000.6 3) 勅使川原, 棚村, 永尾, 神田: 鋼管ソイルセメント杭の地盤抵抗特性, 鉄道総研報告, Vol.16, NO.9, pp.23-28, 2002.9

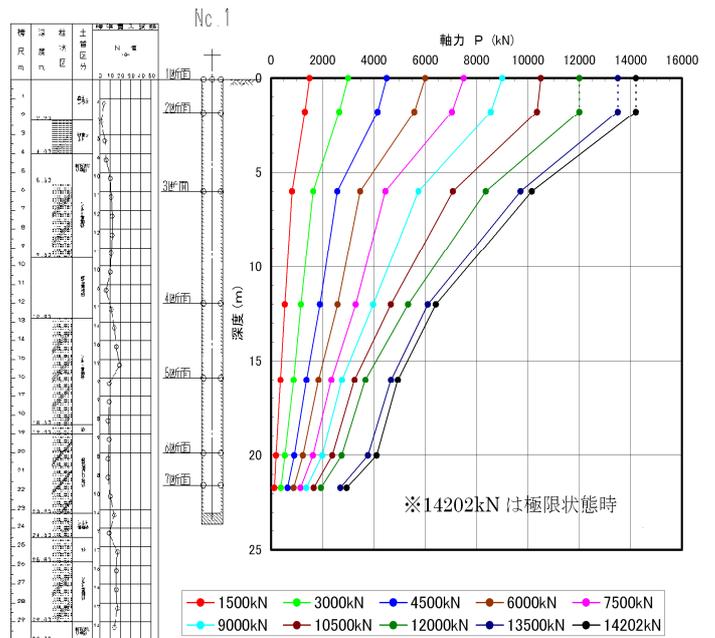


図3 軸力分布図 (Dp=1000mm)

表1 各断面の周面抵抗力度

断面区間	周面抵抗力度(kN/m <sup>2</sup> )					
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
層厚(m)	1.8	4.2	6.0	4.0	4.0	1.7
最大周面抵抗力度 (Dp=1000mm)	68	256	165	110	62	182
最大周面抵抗力度 (Dp=800mm)	151	141	94	139	84	317

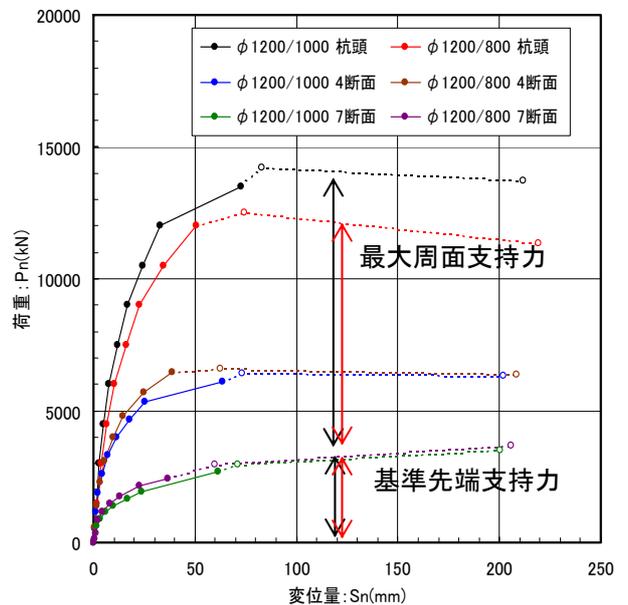


図4 荷重-先端沈下量

表2 設計値と試験結果の比較

	設計値	載荷試験結果		変動係数
		鋼管径 1000mm	鋼管径 800mm	
基準先端支持力	2,320 kN	3,160 kN (1.36)	3,260 kN (1.41)	3%
最大周面支持力	5,330 kN	10,870 kN (2.04)	8,760 kN (1.64)	21%