鋼管ソイルセメント杭工法の周面支持力の評価

ＪＲ北海道（株）　正会員　○川村　力
ＪＲ北海道（株）　正会員　長谷川雅志
ＪＲ北海道（株）　正会員　小西康人
ＪＲ北海道（株）　正会員　石井智也
（財）鉄道総合技術研究所　正会員　神田政幸

１．はじめに

鋼管ソイルセメント杭工法は，セメントミルクを地盤に注入攪拌することにより造成したソイルセメント柱に，外面リブ付き鋼管を同時あるいは後から埋設して一体化した合成杭であり，低騒音，低振動，低排土で施工できる工法である．

ＪＲ根室本線の新大楽毛高架工事において，鋼管ソイルセメント杭工法を採用するにあたり，鉄道においては初の摩擦杭として設計されることとなった．本論文では，杭の設計にあたり，現地において静的鉛直載荷試験を行って周面支持力の評価を行い，設計に反映した結果について述べる．

２．設計上の課題

鋼管ソイルセメント杭工法は，比較的新しい工法であるため，現在の鉄道構造物の設計標準[1)]では，同工法による杭基礎の設計法について具体的に定められていない．このため，鉄道総合技術研究所により，鋼管ソイルセメント杭工法の支持力性状の評価[2)]が実施されているが，これは支持杭形式の杭の載荷試験結果を基になされたものである．したがって，本工事では，摩擦杭形式による鋼管ソイルセメント杭工法の支持力性状について，静的鉛直載荷試験を実施し周面支持力の評価を行い，設計に反映することとした．

３．静的載荷試験

３．１ 試験の概要

試験の方法は，地盤工学会「杭の鉛直載荷試験方法・同解説杭の押し込み試験」[3)]に基づき，多サイクル方式にて実施し，第 1 サイクルの最大荷重 3,000kN から 3,000kN ピッチで荷重を増加し，試験の計画最大荷重は第 5 サイクルで 14,000kN とした．表 1 に，試験杭の仕様を示す．本試験では，本杭を試験杭とし，杭の施工方法は後埋設工法とした．

試験の測定項目は，杭頭部と杭先端の鉛直変位と，鋼管部のひずみとし，ひずみは 7 断面で測定した．図 1 に，試験状況を示す．図 2 に，試験位置の土質柱状図と，試験杭の根入れの状況を示す．

表１　杭の仕様

杭種	鋼管径 (mm)	杭長 (m)	板厚 (mm)	固化体径 (mm)
試験杭	800	18.5	19	1000
反力杭	800	16.0	12	1000

図１　試験状況

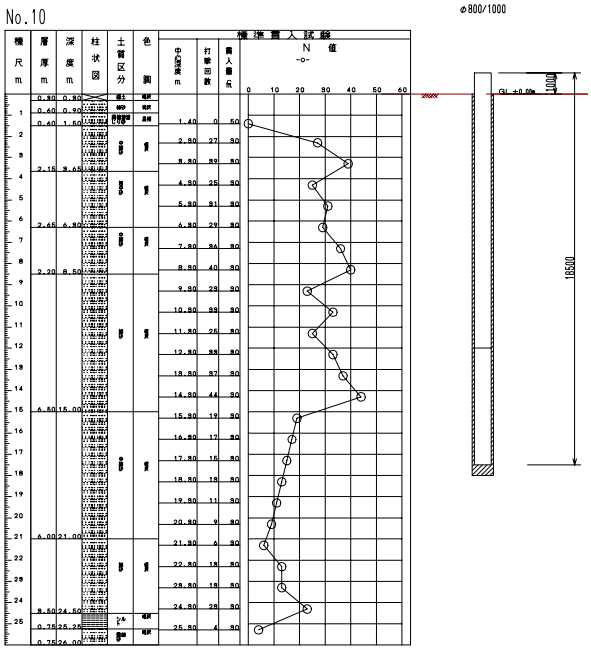

図２　土質柱状図と杭の根入れ状況

キーワード：鋼管ソイルセメント杭，摩擦杭，静的鉛直載荷試験，周面支持力
連絡先：〒060-8644 札幌市中央区北 11 条西 15 丁目 1 番地 1　JR 北海道 工務部 工事課　TEL：011(700)5794

３．２ 試験結果

（1）荷重－変位の関係

図 1 に，荷重－変位の関係および，時間－荷重，時間変位の関係を示す．試験は，第 4 サイクルの 12,000kN 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増大し，14,000kN まで載荷できずに極限抵抗力に至った．最大荷重は 12,200kN，最大変位は杭頭で 181.5mm，杭先端で 173.1mm であった．また，杭先端変位量が，杭先端直径の 10%(100mm)となった時の載荷荷重は 12,098kN であった．

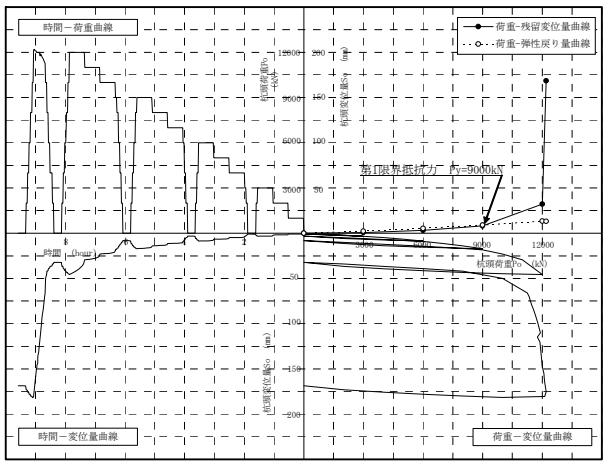

図３　荷重－変位の関係

（2）ひずみ分布

図 4 に，鋼管部のひずみ分布を示す．図 4 より，鋼管部の上部で大きなひずみが発生しており，杭先端に向かって徐々に小さい値を示した．

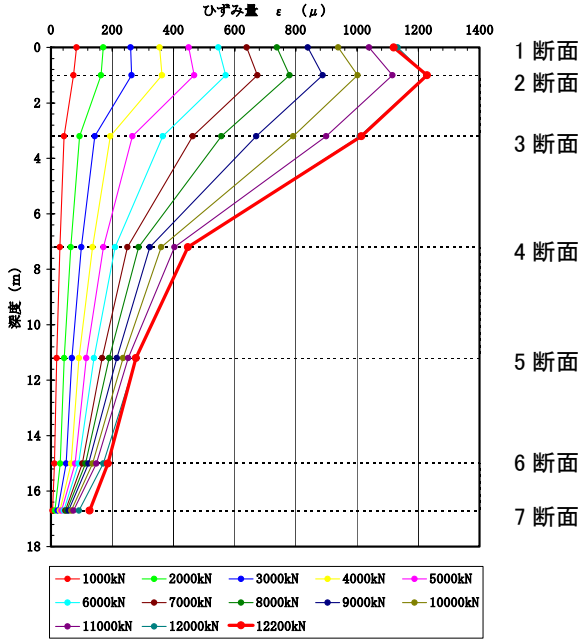

図４　ひずみ分布

４．　周面支持力の評価

地盤工学会の基準 [3]に基づき，第 2 限界抵抗力を 12,098kN とし，この場合の各断面における周面抵抗力度および，2～6 断面間を 1 つの区間とした場合の周面抵抗力度を表 2 に示す．ここで，表 2 に示す設計値は，文献 2)を参考に 7×N により算定し，200kN/m^2 を上限とした．

表 2 より，2～6 断面を 1 区間で評価した場合，設計値との比は 1.13 であり，試験値は設計値を上回っている．しかしながら，各断面でみると，2-3，3-4 断面では設計値を上回っているが，4-5，5-6 断面では設計値よりも小さい値となっている．図 2 より，2～6 断面区間の土質は，平均 N 値が N=30 の細砂層であり，土層構成に大きな変化がないことから，その要因については明確でないが，粒度分布の違いなどが影響している可能性があるものと推察される．以上より設計で用いる周面抵抗力度の値は，文献 1)より，各層において，設計値の 1.2 倍と試験値を比較し，小さい方の値を用いることとした．

表２　各断面の周面抵抗力度

断面	層厚	土質	N値	設計値 ①	試験値 ②	②/①
2-3	2.2	細砂	33	200	278	1.39
3-4	4.0	細砂	31	200	420	2.10
4-5	4.0	細砂	33	200	132	0.66
5-6	3.8	細砂	35	200	85	0.43
6-7	1.7	細砂	18	126	126	1.00
2-6	14.0	細砂	30	200	225	1.13

５．まとめ

鋼管ソイルセメント杭工法を摩擦杭形式で採用するにあたり，静的載荷試験を実施して周面支持力の評価を行った．その結果，同一の土層構成でも周面抵抗力度に大きな差が生じることが明らかになった．

さらに試験結果から，各層において設計で用いる周面抵抗力度の値を決定した．

参考文献

1) 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
2) 鉄道総合技術研究所：鋼管ソイルセメント杭工法に関する支持力性状評価，2001.10
3) 地盤工学会：地盤工学会基準　杭の鉛直載荷試験方法・同解説－第一回改訂版－，2002.5