

III-B 25

回転埋込工法によるH鋼杭の鉛直載荷試験

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 石島 朝男

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 横山 正夫

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 笠 雅之

1. はじめに

線路下に構造物等を構築する場合、線路を仮受けするために工事桁を設置する場合があるが、支持杭としては通常H鋼杭が用いられる。これは、架線の下での作業のため、短尺杭を継ぎ足しながらの施工にならざるを得ず、その施工性や経済性からである。H鋼杭の打設方法にはモンケンやバイプロによる打設があるが騒音、振動等が発生するため、最近はおガーにてプレボーリングを行い、そこに杭を建込む方法が主流になっている。この方法の問題点は短尺おガーを継ぎ足しながらの施工のため、プレボーリングに時間がかかること、線路近傍に残土が発生しそれを片付けるために多大な時間を要すること等である。線路内で杭を打設する場合は前述の空頭制限のほかに最終電車から始発電車の間、約2～3時間の施工時間しか確保できないという制約条件があり、この方法では杭長によっては一晩に一本が完了しない場合もある。

そこで、打設時間を短縮するためにプレボーリングの工程を省略し、かつ、発生残土を抑える工法としてH鋼杭回転埋込工法を開発した。この工法はH鋼杭の先端に簡易な攪拌翼を取り付け（埋め殺し）、セメントミルクを吐出しながらプレボーリングを省略して、杭を直接回転圧入して打設する方法である。本稿では当工法により打設された杭について鉛直載荷試験を行ったので、その結果についてのべる。

2. 試験概要

試験場所は東京都港区の品川駅構内で行った。地盤構成はTP-11mまで軟弱なシルト層（N値10以下）が堆積しており、その下部に支持層となる砂礫層（N値50以上）が分布している。試験杭はH-300、 $\ell \approx 13\text{m}$ で先端に $\phi 600\text{mm}$ の攪拌翼を取り付けセメントミルクを吐出しながら支持層まで打設した。セメントミルクの配合はW/C=100 %、C=300 kg/ m^3 とし、杭には杭体のねじれを防止するため補強板（厚12mm、長さ500mm）を1mピッチで取り付けた。また、試験方法は土質工学会「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」に基づき多サイクル法とした。

3. 試験結果及び考察

1) 試験杭のソイルセメントについて

試験杭のソイルセメント部をコアサンプリングしたが、中間のシルト層においてはR Q D = 0 %の箇所があった。これは、簡易な攪拌翼のためと羽切り回数の不足により、攪拌不足が生じコアが形成できなかったものと思われる。現段階では当工法においての攪拌不足はある程度やむを得ないため、この種の土質に打設する場合は十分な配慮が必要となる。

2) $\log P - \log S$ 曲線について

既存の文献によれば、通常、打込杭の場合はある程度までは沈下は生じないが、それを越えると急激に沈下が増加することや、場所打ち杭

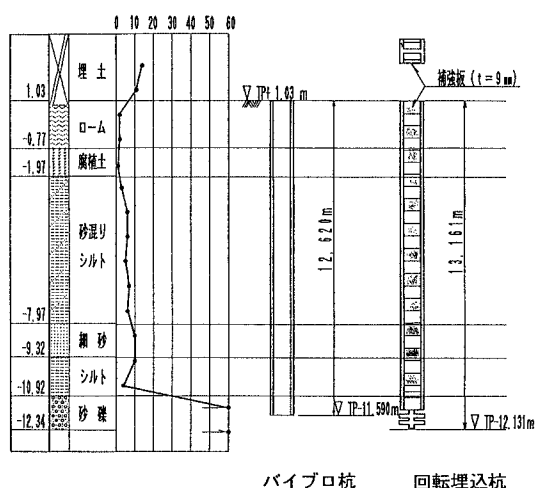


図-1 試験杭及び土質柱状図

の場合は荷重が増加してもなだらかな曲線を描き極限状態が観測されないとの報告がある。今回の試験の場合、パイロ杭は打込杭としての性状を示し、明瞭な折点が確認できる。一方、回転埋込杭の場合は明瞭な折点が確認できない。したがって、回転埋込杭は場所打ち杭に似た性状を示す杭といえる。（図-2参照）

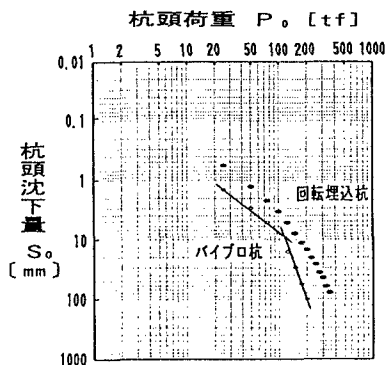


図-2 log P - log S 曲線

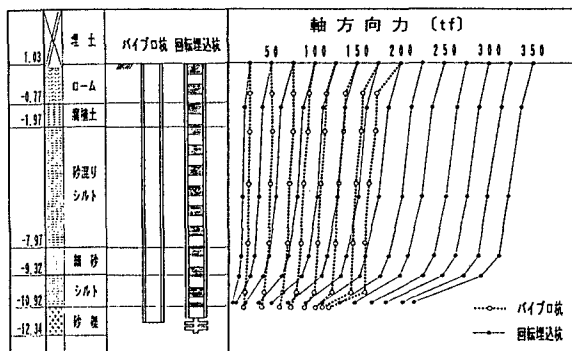


図-3 軸力分布図

3) 周面摩擦力について

当社の「攪拌混合基礎（機械攪拌方式）設計・施工の手引き」によれば最大周面支持力度の考え方は次のとおりである。これは当社の「建造物設計標準（基礎構造物）」と同じである。

$$\begin{aligned} \text{最大周面支持力度 (f)} &= q_u / 2 \quad \text{または} \quad N \leq 15 \text{ tf/m}^2 \quad (\text{粘性土}) \\ &= 0.5 N \leq 20 \text{ tf/m}^2 \quad (\text{砂質土}) \end{aligned}$$

杭の周長を2（H鋼杭の幅+H鋼杭の高さ）として上記手引きより求めた値と試験値を表-1に示す。これを見ると砂質土については十分な摩擦力が得られるが、粘性土については標準より求めた値より試験値の方が小さい。したがって、この種の土質においては十分な調査および配慮が必要となる。（図-3参照）

4) 先端支持力について

当現場の支持層は砂礫層であるが当社の「攪拌混合基礎（機械攪拌方式）設計・施工の手引き」には砂礫層の規定がないが、砂質土と同等以上と考えると次のようになる。

$$\text{基準先端支持力度 (} q_p \text{)} = 15 N \quad (15 : \text{支持力係数 } \alpha)$$

杭の先端面積を杭に取り付けてある補強板を考慮してH鋼杭の幅×高さとして支持力係数を算出した。これを見ると手引きによる支持力係数を十分確保していることがわかる。（表-2参照）

表-1 最大周面支持力度の比較

層	N値	設計値 砂: $f=N/2$ 粘土: $f=N$	試験結果 f_{max} (tf/m ²)
B	2	2	5.6
Ap	2	2	5.6
Dc1	5	5	2.9
Ds	10	5	11.1
Dc2	7	7	13.0

表-2 支持力係数 α の計算

先端面積 の考え方	杭径D	Sp=Dの 先端 支持力 Qp(tf)	杭先端 面積Ap (m ²)	先端 N値	$\alpha = \frac{Q_p}{N A_p}$
	$D = \sqrt{B \cdot H} = 30$	170	0.09	50	37.8

4. おわりに

今回の考察は限られたデータをもとに行ったもので、今後さらに種々の地盤での試験を行い、確度の高い指針を作成していきたい。特に当工法においてはソイルセメントの取扱いの考え方が今後の課題となる。

<参考文献>

- 1) 杭の鉛直載荷試験方法・同解説：土質工学会、1993.6
- 2) 建造物設計標準解説（基礎構造物）：東日本旅客鉄道㈱、1987.4
- 3) 攪拌混合基礎（機械攪拌方式）設計・施工の手引き：日本国有鉄道、1987.2