

先端翼付き回転貫入鋼管杭の鉛直載荷試験

住友金属工業(株) 正会員 ○阿部幸夫\*1  
 住友金属工業(株) 正会員 日下裕貴\*1  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 神田政幸\*2

1. はじめに

先端翼付き回転貫入鋼管杭(以下、回転杭と呼称)であるジオウイング・パイルⅡは、2枚の先端翼を杭先端に取り付けた開端鋼管杭(図-1)であり、杭を回転することで無排土、低振動・低騒音で施工することができる。また、先端翼を介して荷重を地盤へ伝達するため、同径の打込み杭に比べて大きな先端支持力を得ることができる。先端翼は杭の貫入性と施工安定性を向上させるために略円錐形状に加工し、杭径の半分の径の開口部を有している。

本工法は、平成18年に建築基礎構造物を対象とした国土交通大臣の認定を取得し、平成21年に道路橋の橋脚基礎など土木基礎構造物を対象とした建設技術審査証明を(財)土木研究センターにて取得している。本報では、ジオウイング・パイルⅡを鉄道構造物基礎へ適用するため、押し込み試験と引抜き試験を実施し、鉄道基礎構造物の支持力式<sup>1),2)</sup>との比較結果について報告する。



図-1 ジオウイング・パイルⅡの先端構造

2. 鉄道基礎構造に対する設計式

鉄道基礎構造に対する杭先端に開口部を有する回転杭の設計支持力式を表-1に示す。

表-1 鉄道基礎構造に対する設計式(先端に開口部を有する回転杭)<sup>1),2)</sup>

項目	設計式
押し込み方向の基準先端支持力 (kN)	$R_p = q_d \cdot A_w$ $q_d = \alpha \cdot N (\leq 7500 \text{ kN/m}^2)$ $A_w = \pi / 4 \cdot (D_w^2 - D_{wi}^2)$ , $D_w$ : 先端翼外径, $D_{wi}$ : 先端翼内径 $\alpha$ : 先端支持力係数 150
引抜き方向の基準先端抵抗力 (kN)	$P_u = \pi \cdot D_w \cdot (\sum \gamma_i \cdot L_i + \gamma \cdot H / 2) \cdot H \cdot \beta \cdot \tan \phi$ $\gamma_i, L_i$ : 支持層より上方の土の有効単位体積重量(kN/m <sup>3</sup> ), および層厚(m) $H$ : 支持層への根入れ長(m) ( $\leq 1D_w$ ), $\gamma$ : 支持層の有効単位体積重量(kN/m <sup>3</sup> ) $\beta$ : 引抜き係数, $\phi$ : 支持層の内部摩擦角(°)
単杭の最大周面支持力度(kN/m <sup>2</sup> )	砂質土: $2N \leq 100$ (kN/m <sup>2</sup> )      粘性土: $C, 5N \leq 50$ (kN/m <sup>2</sup> )

3. 鉛直載荷試験の結果

3.1 押し込み試験

試験杭は杭径 1000mm, 先端翼径 1500mm(杭径 D の 1.5 倍)で、先端部には径 500mm の開口部を設けている。試験場所は埼玉県川島町であり、図-2 に土質柱状図を示す。22.75m~26.5m の細砂層を支持層とし、試験杭の支持層への根入れ長は 2.35m とした。載荷方法は(社)地盤工学会「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」<sup>3)</sup>に準じて、6 サイクル・12 段階の段階載荷方式とした。

図-3 に荷重-変位関係を、図-4 に各荷重段階の軸力分布を示す。最大荷重 17500(kN)まで載荷し、その時点での杭頭変位量は 167(mm), 杭先端変位量は 134(mm)であった。基準支持力の評価は杭先端変位量が杭径 D の 10%に達した時点とした。なお、基準先端支持力は杭先端から翼径分上方位置における荷重と定義した。

表-2 に先端支持力係数の比較を、表-3 に周面支持力度の比較を示す。また、図-3 中に表-1 より算定される設計値を併記する。載荷試験での基準支持力は先端支持力と周面支持力を累加した設計値を上回り、先端支持力係数および各計測区間における最大周面支持力度も設計値を満足していた。

キーワード: 回転杭, 鉛直載荷試験      \*1: 〒314-0255 茨城県神栖市砂山 16-1      TEL: 0479-46-5128  
 \*2: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38      TEL: 042-573-7261

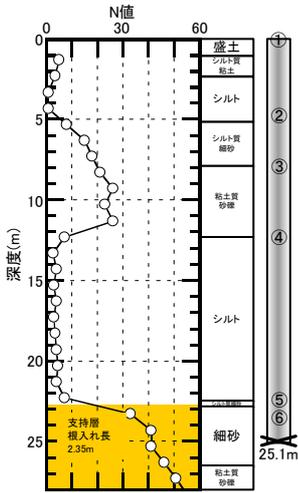


図-2 土質柱状図と杭姿図

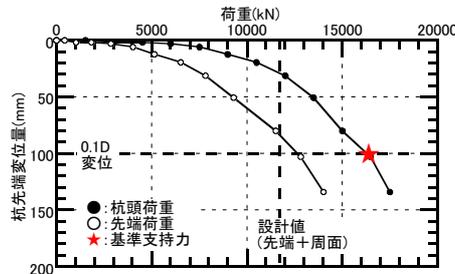


図-3 荷重-変位関係(押し込み)

表-2 先端支持力係数の比較

先端 0.1D 変位時の先端支持力 (kN)	先端 N 値	先端支持力係数 $\alpha$	
		実測値	設計値
12650	41	197	150

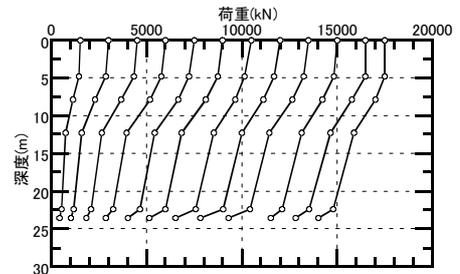


図-4 軸力分布(押し込み)

表-3 周面支持力度の比較(押し込み)

断面	土質	周面支持力度(kN/m <sup>2</sup> )	
		実測値	設計値
①-②	粘性土	22.9	12.5
②-③	砂質土	73.6	27.4
③-④	砂質土	92.9	48.0
④-⑤	粘性土	35.4	21.0
⑤-⑥	砂質土	310.5	66.0

### 3.2 引抜き試験

試験杭は杭径 800mm, 先端翼径 1200mm(杭径 D の 1.5 倍)で, 先端部には径 400mm の開口部を設けている. 試験場所は岐阜県海津市であり, 図-5 に土質柱状図を示す. 56.6m 以深の砂礫層を支持層とし, 支持層への根入れ長は 2.45m とした. 荷重方法は(社)地盤工学会「杭の鉛直荷重試験方法・同解説」<sup>3)</sup>に準じて, 5 サイクル・13 段階の段階荷重方式とした.

図-6 に荷重-変位関係を, 図-7 に各荷重段階の軸力分布を示す. なお, 基準先端抵抗力は支持層上面における荷重と定義した. 荷重装置の上限の 14490(kN)まで荷重したが, 杭頭変位量は 102(mm), 杭先端変位量は 43(mm)であった. 杭先端変位量は杭径 D の 10%に至らなかったが, これ以上の基準先端抵抗力, 最大周面支持力があるものとして, 以下では最終到達変位時で整理を行った. 表-4 に先端抵抗力の比較を, 表-5 に周面支持力度の比較を示す. また, 図-6 中に表-1 より算定される設計値を併記する. 最終到達変位時で評価しても杭頭荷重は先端抵抗力と周面支持力を累加した設計値を上回り, 先端抵抗力および各計測区間の最大周面支持力度も設計値を満足していた.

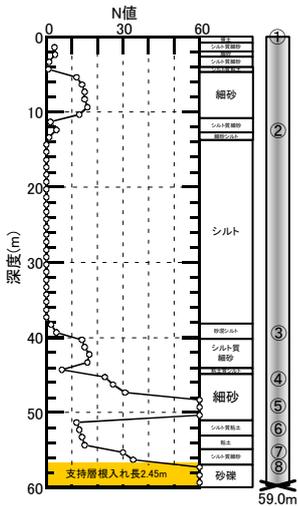


図-5 土質柱状図と杭姿図

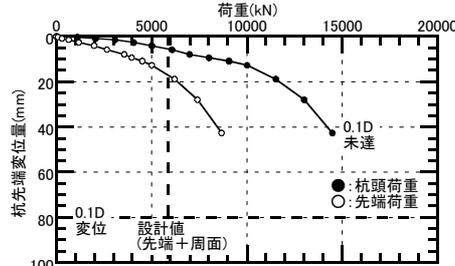


図-6 荷重-変位関係(引抜き)

表-4 先端抵抗力の比較

最終到達変位時の先端抵抗力(kN)	先端抵抗力の設計値(kN)
8680	2720

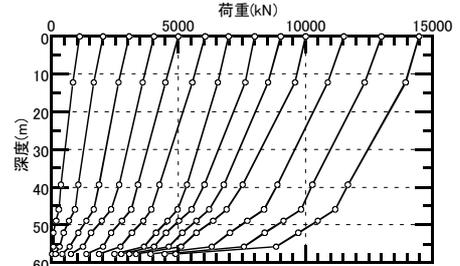


図-7 軸力分布(引抜き)

表-5 周面支持力度の比較(引抜き)

断面	土質	周面支持力度(kN/m <sup>2</sup> )	
		実測値	設計値
①-②	砂質土	21.7	17.4
②-③	粘性土	33.4	2.0
③-④	砂質土	38.0	27.2
④-⑤	砂質土	86.5	80.8
⑤-⑥	互層	104.0	—
⑥-⑦	粘性土	91.2	70.0

### 4. まとめ

ジオウイング・パイルⅡの鉛直荷重試験を行い, 押し込み支持力および引抜き抵抗力とも鉄道基礎に対する設計式<sup>1),2)</sup>を満足することを確認した.

#### <参考文献>

- 1)西岡, 神田他: 鉄道構造物に用いる杭の基準支持力の推定式の検証と提案, 第 62 回土木学会年次学術講演会, 2007.9.
- 2)小松, 神田他: 回転圧入鋼管杭工法に関する支持力性状評価, 第 40 回地盤工学研究発表会, 2005.7.
- 3)(社)地盤工学会: 杭の鉛直荷重試験方法・同解説-第一回改訂版-, 2002.5.