

鉄道構造物に用いる回転貫入鋼管杭の基準支持力推定式の適用検討

住友金属工業(株) 正会員 ○日下裕貴*1

住友金属工業(株) 正会員 阿部幸夫*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)は、環境性能に優れていることもあり土木・建築構造物の基礎に広く普及しつつある。しかし、鉄道構造物等設計標準¹⁾(基礎標準と呼称)には、回転杭が導入されていないことから、鉄道分野では工法毎に設計支持力式が提案されている状況であり²⁾、統一的な評価には至っていない。

一方、基礎標準の改訂作業が進められており、その中で回転杭の設計支持力について統一的な評価基準が提示される見込みであり、既往文献において提案と検証がなされている³⁾。

本報では、基礎標準の改訂に向けて提案されている支持力推定式³⁾について、略円錐形状に加工した先端翼を有する回転杭であるジオウイング・パイルⅡ⁴⁾に対する適用性を検討した。

2. 検討に用いた载荷試験の概要

ジオウイング・パイルⅡ⁴⁾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、杭を回転することにより無排土、低振動・低騒音での施工が可能である。また、先端翼を介して荷重を地盤へ伝達するため大きな支持力を得ることができる。

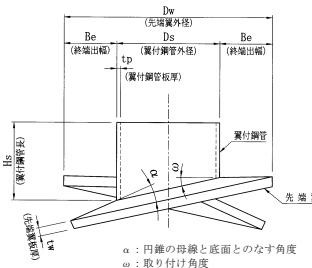


図-1 ジオウイング・パイルⅡの先端構造

表-1 検討対象の载荷試験

No.	杭径 D (mm)	翼径 (mm)	杭長 (m)	先端地盤
1	800	1200	57.7	砂礫
2	900	1350	51.6	砂礫
3	1000	1500	25.1	砂
4	800	1200	25.1	砂

*No.2 は参考データ

表-1に示す载荷試験の結果を検討対象とし、提案されている支持力推定式³⁾の適用性について検討した。杭径 D は 800~1000mm の 4 例で、いずれも先端翼の径は杭径 D の 1.5 倍である。なお、その中の 1 例は試験杭近傍の地盤調査において非常に堅固な中間層が介在していたことから、杭長の 60%以上の範囲においてケーシングを挿入し、その中を掘削した後試験杭を打設したため、一般的な評価が困難であると考えられることから参考データとした。

3. 提案されている支持力推定式

表-2、表-3に鉄道分野での現行支持力設計式²⁾と新たに提案されている支持力推定式(基準先端支持力度と基準周面支持力度)を示す³⁾。これらの支持力推定式と载荷試験における基準支持力の比較により、その適用性を検討した。なお、基準支持力の定義は現行の基礎標準の考え方や地盤工学会基準における第2限界抵抗力の定義を参考として、図-2に示す「杭先端変位量が杭径 D の 10%に至るまでの最大荷重」とした³⁾。

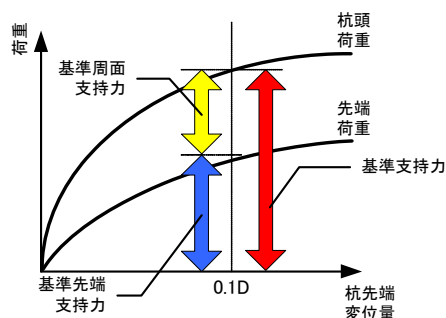


図-2 基準支持力の定義

表-2 基準先端支持力度の推定式^{2), 3)} (単位: kN/m²)

現行式		提案式① 平均評価		提案式② 安全側評価		先端面積の定義
砂	砂礫	砂	砂礫	砂	砂礫	
150N ≤ 7500	150N ≤ 7500	200N ≤ 10000	200N ≤ 10000	150N ≤ 10000	150N ≤ 10000	先端の翼面積 (開口部は除く)

キーワード: 回転杭, 鉛直支持力

*1: 〒314-0255 茨城県神栖市砂山 16-1

TEL: 0479-46-5128

*2: 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38

TEL: 042-573-7261

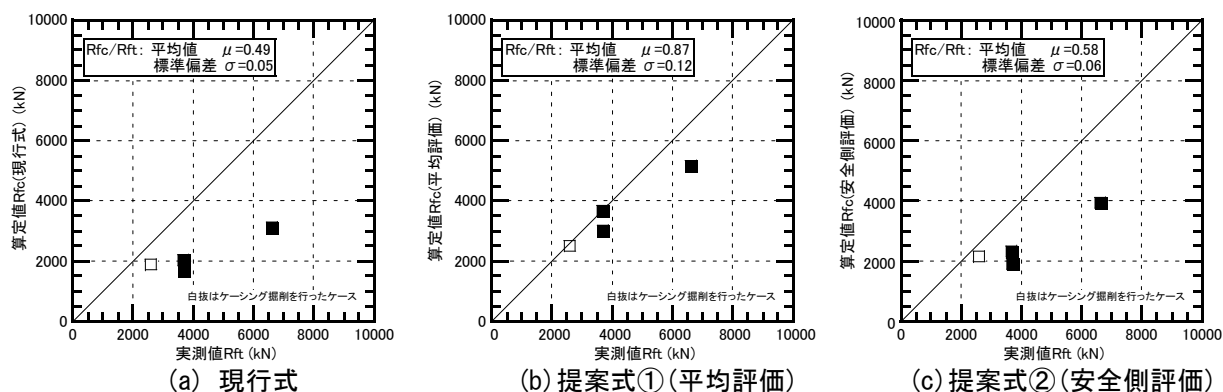
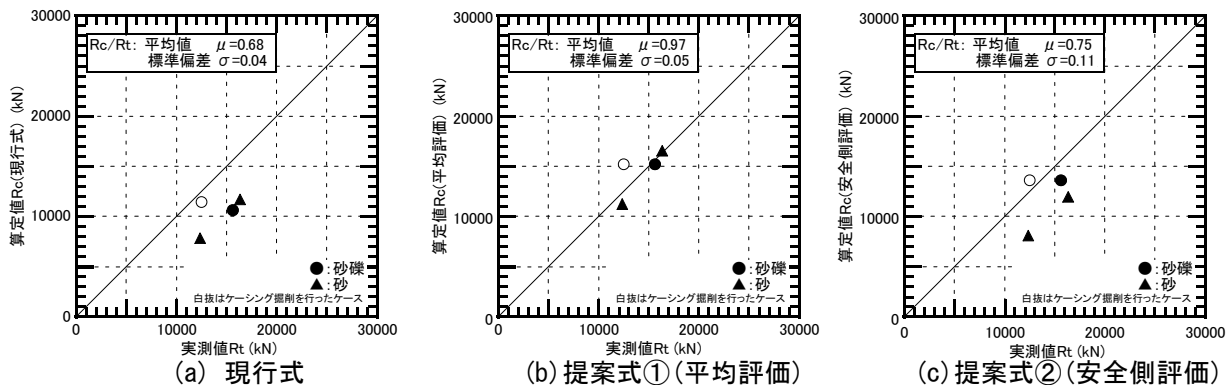
表－3 基準周面支持力度の推定式^{2), 3)} (単位: kN/m²)

現行式		提案式① 平均評価		提案式② 安全側評価		杭径の定義	周面摩擦を考慮しない範囲
砂・砂礫	粘土	砂・砂礫	粘土	砂・砂礫	粘土		
2N ≤100	5N, $q_u/2$ ≤50	4N ≤120	8N ≤100	2.5N ≤120	5N ≤100	杭径は 鋼管外径	先端から翼径 分の区間

4. 載荷試験結果と支持力推定式の比較

図－3に載荷試験における基準周面支持力 R_{ft} と推定式により算定した基準周面支持力の算定値 R_{fc} の比較を示す。図－4に載荷試験における基準支持力の実測値 R_t と推定式により算定した基準支持力の算定値 R_c の比較を示す。なお、基準先端支持力度を算定する時の N 値は杭先端位置の値とし、換算 N 値を用いた。また、表－4に R_c/R_t の平均値を示す。なお、ケーシングの挿入と掘削を行ったケースは平均値の算定から除外した。

提案式①は平均値相当を算定するもの、提案式②はばらつきの影響もある程度考慮して安全側に評価するものとされているが、ジオウイング・パイルⅡにおいても提案式①は平均値相当となっており、提案式②は載荷試験結果をある程度安全側に評価していることを確認した。

図－3 基準周面支持力の実測値 R_{ft} と算定値 R_{fc} の比較図－4 基準支持力の実測値 R_t と算定値 R_c の比較表－4 算定値 R_c ／実測値 R_t の平均値 μ

現行式	提案式① 平均評価	提案式② 安全側評価
0.68	0.97	0.75

5. まとめ

提案されている支持力推定式と載荷試験結果の比較検討から、支持力推定式がジオウイング・パイルⅡに対しても適用可能であると考えられる。

<参考文献>

- 1) (財)鉄道総合技術研究所：SI 単位版 鉄道構造物等設計基準・同解説－基礎構造物・抗土圧構造物，2000.6.
- 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) 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.
- 4) (財)土木研究センター：建設技術審査証明報告書 先端翼付き回転貫入鋼管杭「ジオウイング・パイルⅡ」，2009.2.