

【技術評価 第 0013 号】

技術名称：「回転圧入鋼管杭（NS エコスパイラル）の設計施工法」（更新）

評価報告書 序

我が国では、沖積平野や埋立地に多くの土木構造物や産業施設が建設されており、基礎地盤は一般に厚い軟弱層で構成されている。このため、構造物の基礎として杭基礎が採用されることが多い。杭基礎には工場生産による既製杭と場所打杭があるが、近年比較的規模の大きい構造物では、騒音・振動防止への配慮からコンクリートによる場所打杭が多く採用されている。場所打杭はコンクリートを泥水中で打設するため、完成後の杭の品質規格等の評価が課題となることがある。

一方、鋼管杭の先端のみならせん状の鋼板（羽根）を設置した回転圧入鋼管杭（NS エコパイラル）が既に開発され、支持杭として用いられている。本工法の特徴は杭径よりも大きく広げた杭先端の羽根により、先端の大きな鉛直支持力、引き抜き抵抗力を発揮させることにあり、周辺環境への影響も小さい。しかし、先端支持力に比べ周面支持力は小さいため、十分な支持力性能を発揮するためには、堅固な支持層へ根入れすることが必要である。このため、新日鉄エンジニアリング株式会社（現、日鉄エンジニアリング株式会社）、株式会社ジェイアール総研エンジニアリングの両社は回転圧入鋼管杭（NS エコスパイラル）を開発した。本工法は、鋼管杭の先端から広範囲にわたってらせん状の羽根を設けた杭体を直接地中にねじ込む工法である。らせん状の羽根と地盤が密着し、大きな周面支持力を発揮するため、明確な支持層まで杭を打設しなくても必要な支持力が得られることに特徴がある。また、小型の杭打ち機を用い、完全無排土で施工できることから、狭隘地、近接施工、上空制限がある場合に有利であり、かつ周辺環境の影響も軽微である。土木学会は、2009年（平成21年）に両社の委託を受けて、「回転圧入鋼管杭（NS エコスパイラル）」に関する技術評価委員会を設置し、当該技術の評価を行った。その後、2023年2月までに210件の構造物に適用されている。

本工法が対象とする杭径は概ね $\phi 200$ mmから $\phi 400$ mmであったのに対し、新たに、太陽光発電等の軽量設備の基礎として杭径が $\phi 200$ mm以下となる場合、逆に支柱の基礎に $\phi 400$ mmを越える鋼管が必要な場合にも対応できるよう適用範囲を広げることとなった。これに伴い、設計に用いる支持力性能や、設計ばね定数等の見直しを図るため、新日鉄住金エンジニアリング株式会社（現、日鉄エンジニアリング株式会社：2018年4月に日鉄建材株式会社にNS エコスパイラル事業を移管）、株式会社ジェイアール総研エンジニアリングの両社の委託を受けて、2012年（平成24年）、土木学会に新たに「回転圧入鋼管杭（NS エコスパイラル）の設計施工法」に関する評価委員会を設置した。評価委員会では、既往の実験結果及び、実地盤中で実施した $\phi 42.7$ ～700 mmの杭の載荷試験や、載荷試験に対する解析結果等に基づき、本工法の支持力性能の評価法について慎重に審議し、その結果を「回転圧入鋼管杭（NS エコスパイラル）の設計施工指針」としてとりまとめた。

公益社団法人 土木学会 技術推進機構

「回転圧入鋼管杭（NS エコスパイラル）の設計施工法」に関する技術評価委員会
委員長 濱田政則

技術評価結果

評価証番号	第 0013 号（発行日：令和 5 年 5 月 10 日）
技術名称	回転圧入鋼管杭（NS エコスパイラル）の設計施工法
依頼者	日鉄建材株式会社 株式会社ジェイアール総研エンジニアリング
委員長	濱田 政則（アジア防災センター、元早稲田大学）
評価対象概要	<p>本業務は、平成 30 年 5 月 10 日に発行された技術評価の有効期間満了に伴い更新審査を行うものである。本工法は、広範囲にらせん状の羽根を設けた鋼管杭を直接地中にねじ込む工法であり、らせん状の羽根と地盤が密着することで大きな周面支持力を発揮できるため、明確な支持層が無い地盤でも長い杭を使用せずに済む鋼管杭工法である。評価依頼項目の変更等はなく、令和 5 年までの 5 年間の実績は、22 都道府県 45 か所 64 件あり、用途は、設備基礎、鉄道ホームドア柵、鉄塔、用水路、太陽光設備基礎、道路、防音壁、橋梁、水管橋、水処理施設、地盤補強に対して杭径 $\phi 42.7 \sim \phi 700$ の合計 41,776 本設置した実績があることから、更新審査を行い、同技術に対して改めて技術評価証を交付することが適切であると判断した。</p>
評価対象項目 (内容変更：無)	<p>1. 杭の支持力性能</p> <p>(1) 本工法は、杭として周面および先端支持力、引抜き抵抗力、水平支持力を有する工法であることを、試験結果および解析結果により確認した。また、試験結果に基づき作成された支持力評価式は、試験結果を適切に再現し、安全側に評価するものであることを確認した。</p> <p>(2) 杭の荷重－変位関係は、軸方向については地盤の変形係数と羽根径との関係、水平方向については地盤の変形係数と杭径との関係から評価できることを試験結果から確認した。設計ばね定数の評価式は、それを用いた解析結果が試験による荷重－変位曲線を再現することから、妥当なものであることを確認した。</p> <p>(3) 羽根付き鋼管と素管の曲げ性能は同等であることを試験結果により確認した。よって、本工法の設計に用いる杭体の曲げ性能は、羽根を無視した鋼管本体のみの曲げ性能としてよいものとした。</p> <p>2. 回転圧入鋼管杭（NS エコスパイラル）の設計施工指針</p> <p>本指針に示す支持力評価の方法は、試験結果より明らかとなった支持力性能に基づき設定されていることを確認した。また、本指針で示した規定は、杭基礎に関する既往の基準の基本的な考え方に適合していることを確認した。</p> <p>本設計施工指針を適用する場合の留意事項 本評価で示した適用範囲以外の条件で本指針を用いる場合は、載荷試験や施工試験等により、十分検討する必要がある。</p>
参考	土木学会誌 2014 年 4 月号・技術推進機構・活動報告

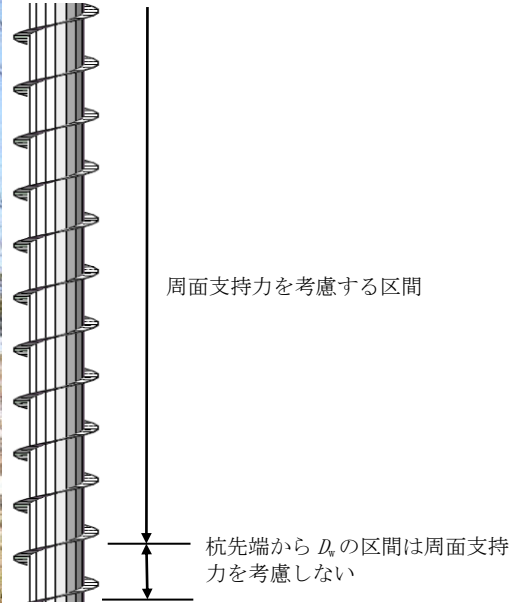


図1 周面支持力を考慮しない区間

写真1 施工状況

表1 本工法の支持力評価式を設定するための条件

項目	評価式を設定するための条件
周面支持力	<p>1) 単杭の最大周面支持力は、羽根径を直径とする円筒面またはその近傍における地盤のせん断強さで決定される。</p> <p>よって、その円筒の面積と周面支持力を考慮する各層の周面支持力度との積を、最大周面支持力とする。</p> <p>(図1、表2参照)</p> <p>2) 粘性土層の周面支持力度は、粘着力およびN値に比例する。</p> <p>3) 砂質土層の周面支持力度は、N値に比例する。</p>
先端支持力	<p>1) 単杭の基準先端支持力は、杭先端の羽根部の支圧抵抗で決定される。</p> <p>よって、杭先端の羽根面積と先端支持力度との積を、基準先端支持力とする。</p> <p>2) 杭先端地盤が粘性土の場合、先端支持力度は一軸圧縮強さに比例する。</p> <p>3) 杭先端地盤が砂質土の場合、先端支持力度はN値に比例する。</p>
水平支持力	<p>1) 各基準の鋼管杭の設計方法を準用できる。</p> <p>2) 水平支持力の算定に用いる杭径や杭剛性は、羽根を無視した鋼管のみの断面性能とする。</p>

表2 単杭の最大周面支持力

地盤から決まる単杭の最大周面支持力の算定にあたっては、以下の式を用いてよい。(図1参照)

$$R_F = \sum R_{Fci} + \sum R_{Fsi}$$

$$= \{ \sum (f_{ci} \cdot L_{ci}) + \sum (f_{si} \cdot L_{si}) \} \cdot U_w$$

ここに、

R_F : 単杭の最大周面支持力 (kN)

R_{Fci} : 周面支持力を考慮する粘性土層の周面支持力 (kN)

f_{ci} : 周面支持力を考慮する粘性土層の周面支持力度 (kN/m²)

$$f_{ci} = c_i$$

c_i : 周面支持力を考慮する粘性土層の粘着力 (kN/m²)

※ c_i の推定方法は各基準による。 c_i の推定にN値を用いる場合、N値が15を超えるときは、 $N=15$ とする。

L_{ci} : 周面支持力を考慮する粘性土層の層厚 (m)

R_{Fsi} : 周面支持力を考慮する砂質土層の周面支持力 (kN)

f_{si} : 周面支持力を考慮する砂質土層の周面支持力度 (kN/m²)

$$f_{si} = 5 \cdot N_i + 20$$

N_i : 周面支持力を考慮する砂質土層の平均N値

※ただし、支持力の算定に用いるN値は、 $4 \leq N_i \leq 30$ とする。

L_{si} : 周面支持力を考慮する砂質土層の層厚 (m)

U_w : 羽根径を直径とする円筒面の周長 (m)

$$U_w = \pi \cdot D_w$$

D_w : 羽根径 (m) ※ただし、羽根を設けない区間は $D_w = D_b$ とする。

D_b : 杭径 (m)

工法概要：本工法は、らせん状の羽根を（先端付近だけでなく）広範囲に設けた鋼管杭を直接地中にねじ込み、らせん状の羽根と地盤が密着することで大きな周面支持力を発揮させ、明確な支持層が無い地盤でも長い杭を使用せずに済む鋼管杭工法である。

NSエコスパイラル施工実績



写真－1 農業土木構造物（樋門）基礎工事例



写真－2 太陽光架台基礎工事例