

設備基礎に用いる小径回転杭の支持力に関する研究（その1）－単杭の引抜き抵抗力－

新日鉄住金エンジニアリング 正会員 ○和田昌敏 正会員 澤石正道
 KDDIエンジニアリング 加藤健 東京工業大学 正会員 高橋章浩

1. はじめに

台風や地震等による被災を最小限に抑えるため、携帯電話による情報伝達の果たす役割は益々重要になっている。現在の携帯基地局の建設においては技術革新により年々設備が小型化しており、狭小の限られたスペースに設備を設置することが多い。その際の課題の一つとして狭小スペースでの基礎の施工があげられ、安全性はもとより、施工性、経済性も考慮した基礎が求められている。

そこで、地上設備の基礎の一つとして、人力施工が可能ならせん羽根付き鋼管杭（以下、小径回転杭という）による杭基礎の適用を検討している。本研究では、重機を用いず人力施工した小径回転杭に期待できる支持性能を把握するため、実地盤で単杭の引抜き試験を行い、その結果を考察するとともに、施工時に生じるトラブルを想定し、そうした事態において所定の支持力を得るための対応方法も検討する。

2. 基地局における基礎構築の課題

地上に設置される基地局には、アンテナを設置する鉄塔やコンクリートポール等の他に写真1に示す設備がある。これらの基礎を既存基地局に構築する場合は場所が狭いため、主に人力で施工できる直接基礎を採用しているが、施工日数が長くかかり、早期に多数の工事を完工することは困難である。

これに対し、小径回転杭は、比較的杭長が短くても羽根による引抜き抵抗力の発現が期待できることから、暴風時にモーメントや水平力が卓越する軽量構造物の基礎に適している。また、設備の架台と杭を直接接続することで、コンクリート基礎を省略し、短期間で設備を設置することもできる。さらに、写真2に示すように工具（電動トルクレンチ）を用いて簡易に施工できる杭であるため、直接基礎の課題を解決できる可能性が高い。ただし、人力施工された杭の支持性能は、施工の良否や障害物を含めた表層地盤の状態により左右されるものと予想するため、人力施工で軟弱地盤に貫入された杭の引抜き抵抗特性について、施工の影響に着目した載荷試験を実施することとした。



写真1 基地局設備



写真2 杭施工状況

3. 単杭の引抜き試験

3.1 試験概要

施工条件の違いによる引抜き抵抗力の差異を引抜き試験で確認するため、図1に示す条件で3本の杭を同一地盤に施工した。試験杭はすべて、鋼管径 42.7mm，羽根径 142mm，長さ 1.2m，羽根区間長（羽根が杭に付属する部分の長さ）を 0.28m とした。地盤は N 値 2~3 のロームで、一軸圧縮強さは $q_u=55kN/m^2$ である。

羽根区間の抵抗力に着目し、かつ、施工が上手く行かなかった状態を模擬するため、地表面から 0.5m 程度をつぼ掘りしてから、各杭とも 0.9m の根入れで打止めた。各ケースの施工条件は、CASE1 が打止め位置における羽根区間の土を乱さずに回転貫入できたケース、CASE2 が表層部から打止めまで土を乱してしまい、発生土 1m³ 当りに 100kg

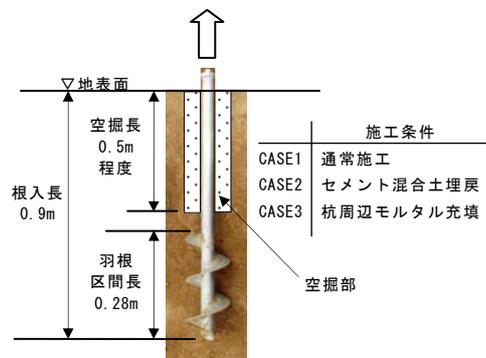


図1 杭の施工条件

キーワード 設備基礎，小径回転杭，人力施工，引抜き試験，施工の影響

連絡先 〒141-8604 東京都品川区大崎 1-5-1 新日鉄住金エンジニアリング(株) 090-7004-2017

のセメントを混合し、そのセメント混合土を杭周りに埋戻したケース、CASE3がCASE2と同じ貫入状態となった後、流動性のあるモルタルを杭周りに充填したケースとした。試験状況を写真3に示す。試験は全て杭施工の翌日に行い、0.1kN毎に30秒間保持し段階的に載荷した。

3.2 試験結果と考察

図2に3ケースの引抜き荷重－杭頭変位関係を示す。全ケースとも60mm以上変位するまで載荷した結果、CASE1とCASE3は最大値に達し漸減する傾向、CASE2は漸増する傾向を示した。設計において有意な基準変位を羽根径の10%とした時の値（第2限界抵抗力）は、CASE1が6.0kN、CASE2が1.2kN、CASE3が6.7kNである。本杭の引抜き抵抗力の評価式¹⁾による算定値は、羽根径を直径とする円筒表面積と周辺土の粘着力との積で求められ、本地盤では1.7kNとなり、CASE2の実測値のみ算定値を下回る。

そこで、CASE2とCASE3を比較するため、試験後に無回転で強制的に引き上げた杭の状態を写真4に示す。周辺土にモルタルを混ぜて埋戻したCASE3は杭全長が周辺土と密着していたのに対し、CASE2は養生期間が不足し空掘部のセメント改良土は未固化で、杭と周辺土が密着している部分の長さは0.15m程度と短い。よって、杭と周辺土との密着状態の違いが引抜き抵抗力の差に表れたものと考えられる。

3.3 周辺土が乱れた場合の支持力確保の対応方法

人力施工する場合、羽根が空回りしやすい地表面から0.2～0.3m程度までは周辺土を乱す可能性が高いが、前節の空掘りした状態で所定の引抜き抵抗力が得られた結果から、杭打止め位置で羽根周りの周辺土が乱されていなければ期待する支持性能が発揮されるものと考えられる。

一方、地盤が想定よりも硬い場合や貫入途中で礫等の障害がある場合には、周辺土を乱す範囲が深部まで達してしまい、その状態のまま打止めた杭は所定の支持力を発揮しない可能性が高い。その場合、乱れた羽根周りの周辺土と杭との密着性を高めるためには、前節CASE3の結果から、流動性があり固化する材料（例えばモルタル）を杭周りに充填するか、CASE2を改良した例えば次のような施工手順による対処方法も考えられる。(1)発生土を埋戻す前に杭を一旦撤去する。(2)杭穴へセメント混合した発生土を締めながら埋戻す。(3)杭を再度回転貫入する。(4)強度発現するように養生する。

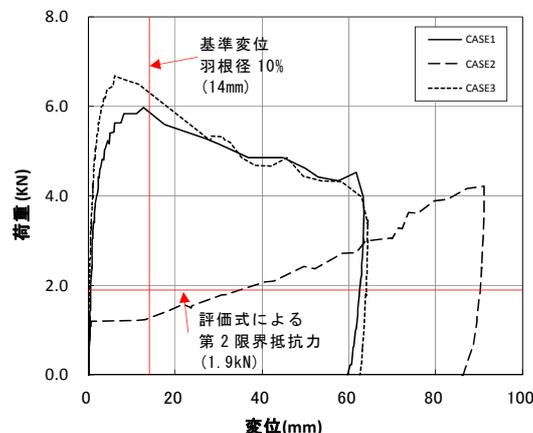
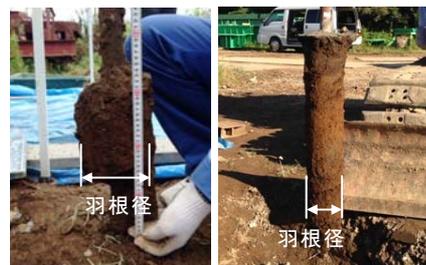


図2 引抜き荷重－杭頭変位関係



写真3 引抜き試験状況



CASE2 CASE3
写真4 杭周辺土の密着状態

4. おわりに

本研究では、人力施工した小径回転杭の支持性能を確認するため、本地盤における引抜き試験を実施した。以下に得られた知見を示す。

- ・杭打止め位置で羽根区間全長における羽根周りの周辺土が乱れていなければ、所定の支持力が発現する。
- ・施工中に羽根周りの周辺土が乱れた場合、乱れた周辺土と杭との密着性を高めることを主目的として、所定の支持力を得るための対応方法を決める必要がある。

参考文献

- 1) 公益社団法人土木学会，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報告書，技術推進ライブラリーNo.13，2013.