

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2）－組杭の水平抵抗力－

新日鉄住金エンジニアリング 正会員 ○澤石正道 正会員 和田昌敏
 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

携帯電話の基地局に増設する設備を対象に「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）」¹⁾では、暴風時の杭の性能として重要な引抜き抵抗特性に関する載荷試験を実施した。

本研究では、重機を用いず人力施工した小径回転杭を組杭で用いる場合の支持性能を把握するため、実地盤において単杭および組杭の水平載荷試験を実施し、組杭基礎が暴風時における要求性能を満足することをその破壊のメカニズムとともに確認する。

2. 水平力を受ける杭の挙動

水平力を受ける杭の挙動は、Y.L.Changによる単杭の一樣地盤中の弾性支承梁モデルによる理論解や岡原ら²⁾による群杭模型の水平載荷実験等、様々な研究がなされているが、人力施工した小径回転杭による組杭の水平抵抗特性に関する研究は少ない。

本研究は携帯電話基地局に設置する基礎を対象とするもので、暴風時における設備基礎の要求性能に対する組杭の水平抵抗特性について検討する。図1に対象基礎の検討モデルを示す。ここで、暴風時の設計荷重を 2kN/m^2 とする場合、設備中心に作用する水平力は 2.85kN 、杭1本あたりの反力は押込み 3.77kN 、引抜き 1.27kN 、水平 0.71kN である。次節より、本基礎を対象とした実地盤での単杭および組杭の水平載荷試験について述べる。

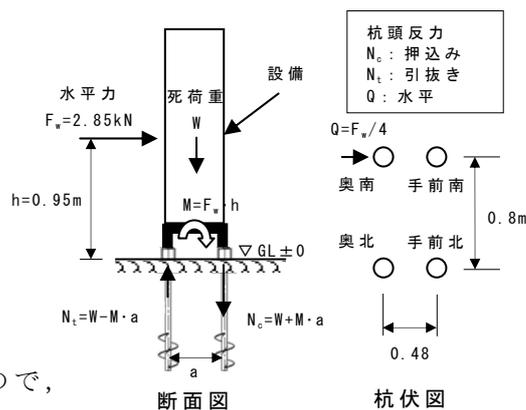


図1 基礎の検討モデル



写真1 単杭の水平載荷状況

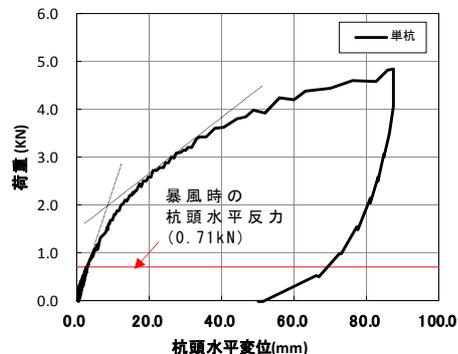


図2 単杭の水平荷重－杭頭変位

3. 単杭の水平載荷試験

3.1 試験概要

後述する組杭の試験と同一地盤において、単杭の水平載荷試験を1ケース実施した。試験に用いた杭は、外径 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 $q_u=55\text{kN/m}^2$ である。試験状況を写真1に示す。回転貫入で杭を 0.9m 根入れし、その当日に養生なしで、地表面 $+100\text{mm}$ の杭突出部に 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に単杭の水平荷重－杭頭水平変位関係を示す。設計で要求される杭1本あたりの水平反力 0.71kN に対し、 4.8kN まで荷重低下せず、図2から判断される降伏荷重は約 2kN で 0.71kN 作用時は弾性であることから、本杭は十分な水平抵抗力を発揮したといえる。

4. 組杭の水平載荷試験

4.1 試験概要

単杭と同一地盤で4本組杭の水平載荷試験を実施した。図1のモデルに従って杭を配置し、杭の寸法は単杭試験と同じとした。単杭との違いは、杭長を根入れと同じ0.9mで突出なしとした点で、4本の杭は角形鋼管で製作した杭頭金物と山形鋼で製作した架台で結合した。

試験状況を写真2に示す。試験は杭施工の翌日に行い、設備を模擬した鋼製枠中央(GL+0.95m)を載荷点として水平に引張力を作用させ、0.1kN毎に30秒間保持し段階的に載荷した。なお、2.85kNで一旦除荷している。

4.2 結果と考察

図3に載荷荷重と杭頭水平変位との関係を、図4に載荷荷重と杭頭鉛直変位との関係を示す。ここで、載荷荷重は組杭全体に作用する水平荷重、変位は4本各杭の値を示している。図3の結果から、暴風時に作用する水平力2.85kNに対し、2.27倍の6.47kNまで載荷することができ、図3から判断される降伏荷重は約4kNであることから、2.85kN作用時は弾性であり、組杭は十分な水平抵抗力を有している。

杭体の変形を確認するため、試験後に逆回転して撤去した杭の状態を写真3に示す。全ての杭は曲がりや羽根の変形等がなく無損傷であった。また、図4に示す結果では、図3で示した降伏荷重4kN程度から、押込み杭1本と引抜き杭2本で降伏しているが、引抜き側が若干先に降伏し、変位も大きい。よって、本試験における組杭の挙動は杭の引抜き抵抗力で決まり、破壊が進行したものと考えられる。

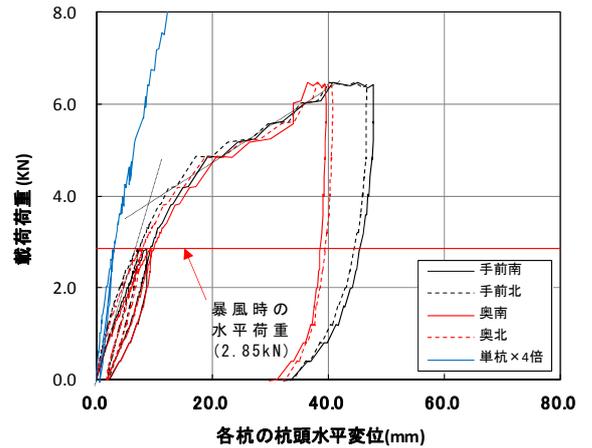


図3 組杭の載荷荷重－杭頭水平変位

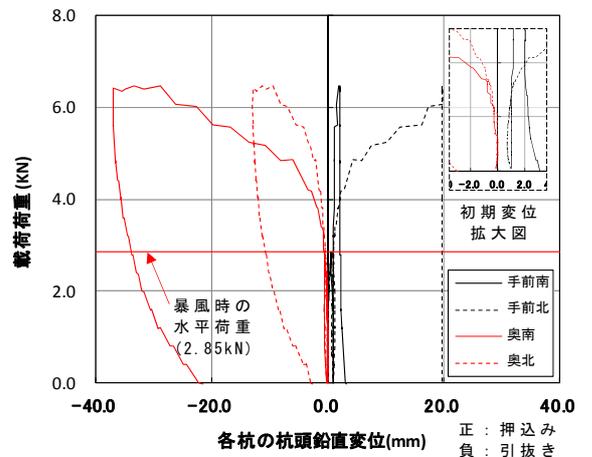


図4 組杭の載荷荷重－杭頭鉛直変位

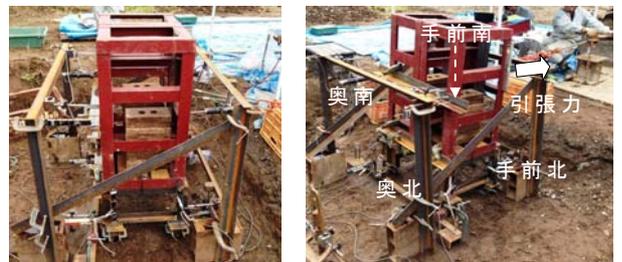


写真2 組杭の水平載荷状況

5. おわりに

本研究は、人力施工した小径回転杭の組杭としての支持性能を確認するため、実地盤における水平載荷試験を実施した。以下に得られた知見を示す。

- ・杭周辺土を乱さない適正な施工がなされていれば、施工直後でも十分な水平抵抗力を発揮する。
- ・人力施工した小径回転杭は、暴風時における設備基礎の要求性能を十分満足できる支持力性能を有している。

参考文献

- 1) 和田ら，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－，土木学会第71回年次学術講演会講演概要集，投稿中
- 2) 岡原ら，群杭模型の水平載荷実験，土木研究所資料，第3079号，1992



写真3 組杭試験後に撤去した杭