

特集：戸建住宅の「安全な基礎設計」と「地盤の品質」

IX 戸建住宅基礎で知りたいQ&A

数十mも軟弱地盤が続く地域で建設する場合の基礎地業の方法とは。松杭での設計方法について

水谷羊介 ● 兼松日産農林株式会社テクニカル事業部

はじめに

現存する軟弱地盤に建造する旧建造物の多くは、今もなお木杭で支えられている。近年も旧丸ビルや東京駅などの地下からも発見されており、地盤補強としてそれらの建造物を支え続けた木杭の話題は記憶に新しいと思う。

耐震基準などない時代につくられた巨大な建造物、東京駅(1914年の竣工)だったが、そこに松杭約1万本(長さ8m)を地下に埋設して駅舎を支えてきた。その間に発生した、関東大震災(1923年発生)からも東京駅舎を守り抜いてきた。掘り返してみると、100年前の丸太にもかかわらず腐ることなく駅を支え続けてきたことがわかっている。

一方、戸建住宅の地盤補強として、20~30mの支持層までの鋼管杭や深層混合処理工法などもあるが、住宅の建設費用からみて合理的ではない。そこで本稿では、木杭の利用採用事例を紹介する。

木杭の設計例

◎対象地盤の概要

図1に、佐賀県有明海近郊の標準貫入試験結果を示す。表層からGL-11.55mまで、おおむねN=0~1程度を示す非常に軟弱な粘性土層が連続して堆積しており、GL-11.55m以深はN>15を示す良質な砂礫が確認された。水位はGL-2.65mにて確認された。

◎支持力の評価

試験結果および資料調査などを考慮し、杭先端深度はGL-12.0mとした。部材は流通や靱性を考慮し、「スギ」を採用する。なお、スギ繊維方向の基準強度 F_c は20,400(kN/m²)とする。また、木杭は性質上、

元口(φ200mm)および末口(φ140mm)の直径が異なっていることが一般的であることから、杭径Dは末口径を採用する。

設計条件として、直接基礎としての支持力は見込まない。また、杭頭部に作用する水平力により生じる曲げモーメントが基礎に伝達しないこととし、長期許容鉛直支持力 R_a は下式により算定する。

$$R_a = \min(R_{a1}, R_{a2})$$

R_{a1} : 木杭の長期許容鉛直支持力

R_{a2} : 地盤から求まる長期許容鉛直支持力

R_{a2} : 部材から求まる長期許容圧縮力

$$R_{a1} = 1/3 (R_p + R_{a1})$$

R_p : 先端地盤における極限先端支持力

R_{a1} : 周面地盤における極限周面摩擦力

$$R_p = \alpha \times N \times A_p = 200 \times 20 \times (0.14)^2 \times \pi / 4 = 61.544 \text{ kN}$$

α : 先端支持力係数(200)

N: 木杭先端から上下1Dの平均N値

A_p : 木杭の先端断面積

周面摩擦力においては、GL-0~10.5mまでN=0の粘土層が支配的なため考慮しない。周面摩擦力は、小規模設計指針より

$$R_f = D \times \sum (\tau_d \times L_i) \times \pi = 0.14 \times (6.25 \times 4 \times 1) \times 3.14 = 24.32 \text{ kN}$$

D: 木杭径(m)

τ_d : 極限周面摩擦力度(6.25N)

L_i : 層厚(m)

$$R_{a1} = 1/3 (61.54 + 11.42) = 24.32 \text{ kN}$$

木杭の長期許容圧縮度は、繊維方向の基準強度の70%の値を採用し、以下の式から算出。

$$F_c = 1.1 \times F_c / 3 = (1.1 \times 20,400 \times 0.7) / 3 = 5,236 \text{ kN/m}^2$$

小規模設計指針に準じて、安全側を考慮して $f_c =$

5,000(kN/m²)を用いて長期許容圧縮力を算定した。

$$R_{a2} = 5,000 \times A_p = 5,000 \times (0.14)^2 / 4 \times \pi = 76.93 \text{ kN/本}$$

$$R_a = \min(R_{a1}, R_{a2}) = \min(24.32, 76.93) = 24.32 \text{ kN/本}$$

品質管理

木杭の設計は、支持力に加え、杭頭部が常水面以下であるかの検討が必要で、地下水位に浅に配置する場合には、防腐防蟻処理(写①)を施すことが望ましい。また、載荷試験(写②)を行い、支持力の妥当性を確認することが必要と考える。

おわりに

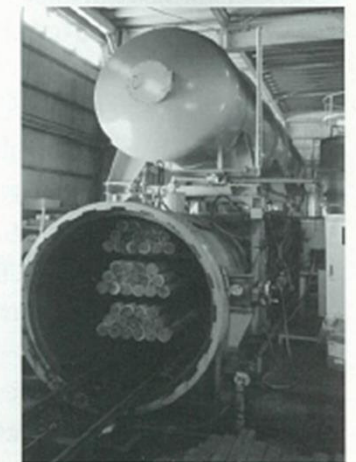
木杭は、一般的な鉄筋コンクリートの杭の強度とさ

ほど変わらない。どんなにコンクリートが頑丈でも、寿命はせいぜい70年。木杭のその実績にははるかに及ばない。さらに、木杭は鋼管などの既成杭と比べても摩擦力が得られた事例報告もあり、適用範囲を明確にし、設計施工を確実に行えば、現代でも十分な地盤補強工法である。

(みづたに ようすけ)



◎載荷試験状況



◎防腐防蟻処理状況



◎木杭打設状況

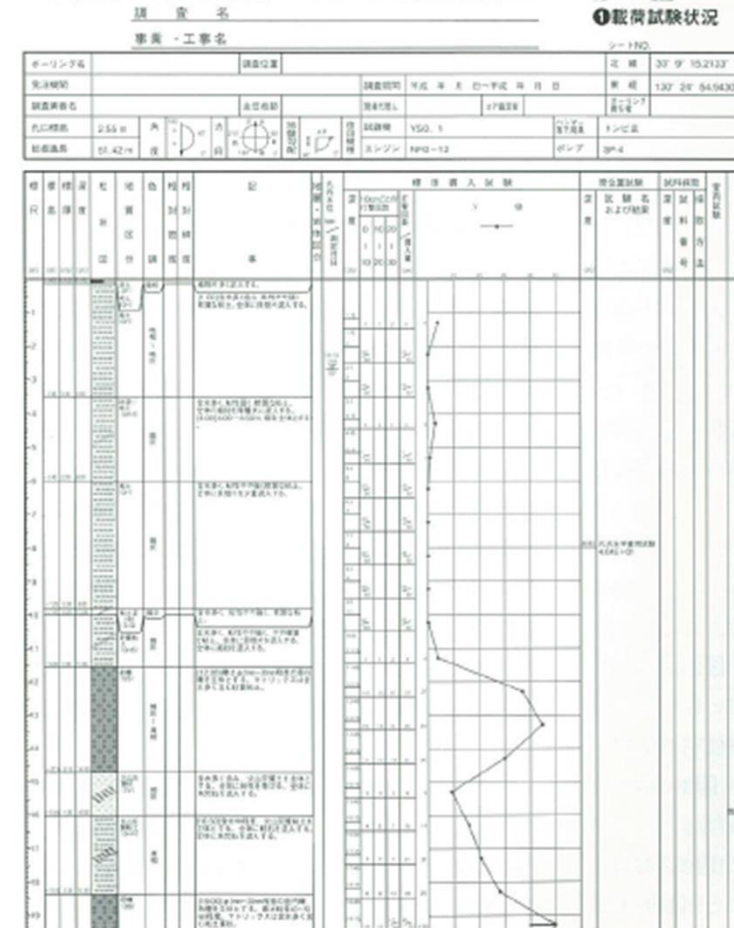


図1 標準貫入試験結果