

プレボーリング工法における杭基礎の設計支持力と急速載荷試験結果の考察

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○村崎 隆弘
東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 関 啓充

1. はじめに

天童市は JR 奥羽本線の沿線地区において施工している芳賀地区土地区画整理事業に伴い、当該事業地内の居住者及び周辺都市施設利用者のために新駅の設置を要望している。当社はこの要望を受け新駅の設置工事を行なっている（図-1）。新駅の構造は単式の桁式ホームであり、基礎は杭基礎とした（図-2、図-3）。今回、新駅設置における基礎杭の施工方法及び支持力管理について報告する。



図-1 新駅位置図

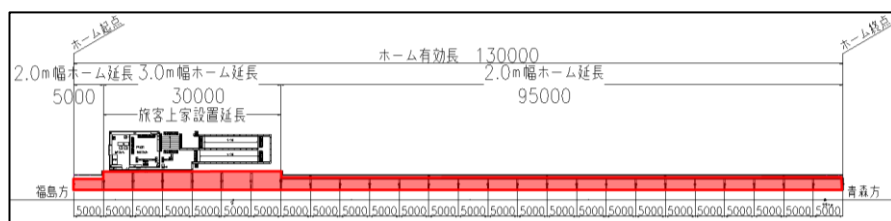


図-2 新駅平面図

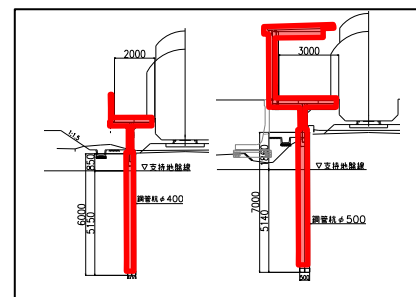


図-3 新駅横断面図

2. 施工概要

2. 1. ホーム構造

ホーム有効長130mのうち30mに旅客上家を設置する。ホーム有効幅は2m及び上家部3mとした。ホームの基礎は全27本の鋼管杭（SKK400、杭径400mm及び上家部500mm、杭長6m及び上家部7m、肉厚9mm）とした。

2. 2. 施工条件

新駅設置の現場は、都市施設の整備及び周辺の街づくりの整備が進められており、多くの住宅に近接しているため、施工時の騒音振動の軽減が特に重要である。そこで、基礎杭の施工については、より騒音振動に配慮した計画とするため、プレボーリング工法を検討することとした。

3. プレボーリング工法

3. 1. 設計の考え方

鋼管杭の使用を前提に、プレボーリング工法を検討した。その結果、周面摩擦力のみで所定の長期設計支持力Raを満たすことが確認できたため、杭の施工にはプレボーリング工法を選定した。（表-1）

表-1 杭に作用する押込力と許容支持力

検討ケース	長期許容支持力 R(KN)	長期設計支持力 Ra(KN)	判定
$\phi=400\text{mm}$ $L=6\text{m}$	78.9	≥ 71.6	OK
$\phi=500\text{mm}$ $L=7\text{m}$	346.1	≥ 214.4	OK

3. 2. 施工方法

予め、地盤を鋼管杭よりも径の大きいオーガーで所定の深さまで掘削し、その後杭を建て込み、パイプロハンマにより所定の高さまで打設する。設計支持力については、周面支持とし、杭先端部の根固めは行なわなかった。杭は福島方からNo. 1～27とし、旅客上家部（No. 2～8）を先行して施工し、その後No. 1から順に施工した。

4. 支持力確認

4. 1. 試験概要

杭の支持力について、実際の施工が地盤を過度に弛めていないか確認するため、打設後の杭に対して載荷試験を行なった。なお試験には、除荷点法による急速載荷試験（JGS1815-2002）を選定した。

キーワード：プレボーリング工法、急速載荷試験

連絡先：〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋 1-1-1 TEL:022-266-9660 FAX:022-262-1487

4.2. 試験方法

試験状況の略図を図-4に示す。施工対象は初期施工の鋼管杭No. 2、No. 3（φ=500mm）と径の異なるNo. 27（φ=400mm）とした。（図-5）なお、No. 2は計画通り杭全長をプレボーリングして施工したが、その施工状況を勘案してNo. 3以降は先端支持力（計算には考慮していない）を期待するため先端1mのみ打ち込み工法に変更した。

本試験は施工済みの本杭での試験となることから、試験目的は所要の長期設計支持力Raを満たすことの確認に限定し、杭の破損や地盤の降伏を避けるため、必要以上の载荷は行わないこととした。

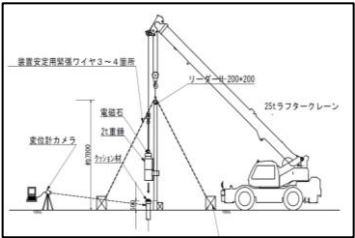


図-4 試験状況

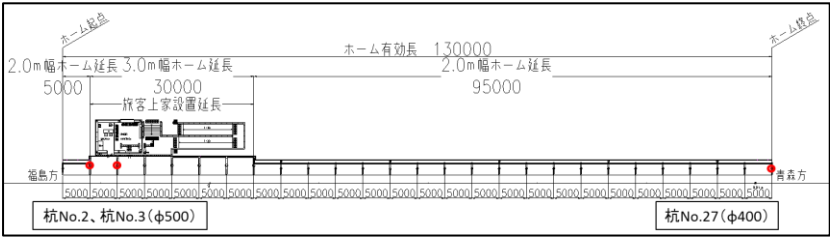


図-5 試験位置

4.3. 試験結果

結果を表-2及び図-6に示す。試験体3本の杭において、静的荷重に相当する最大除荷点抵抗 R_{ulp} が所要の長期設計支持力 R_a を上回る結果となった。本試験では、载荷荷重を制限したため極限支持力は直接確認しなかった。そこでワイブル分布曲線法を用いて極限荷重 P_u を推定し、第2限界抵抗 $R_{u'}$ （押し込み抵抗が最大になったときの荷重。ただし、杭先端変位が杭径の10%以下の範囲。）から算定した推定長期許容支持力 R_d が長期設計支持力 R_a を上回ることを確認した（表-3、図-7）。

表-2 試験結果一覧表

試験杭	No.2	No.3	No.4
杭仕様	φ 500 t=9mm L=7.0m	φ 500 t=9mm L=7.0m	φ 400 t=9mm L=6.0m
長期設計支持力 R_a (KN)	214.4	214.4	71.6
最大落下高さ h (m)	0.5	0.6	0.2
最大杭頭荷重 F_{apd} (KN)	245.1	297.9	117.6
最大除荷点抵抗 R_{ulp} (KN)	217.9	267.0	106.6
最大変位量 S_{max} (mm)	3.1	2.5	0.9
累積残留変位量 $\sum S_r$ (mm)	1.9	1.1	0.2

表-3 推定長期許容支持力と長期設計支持力の比較

No.	推定極限荷重 P_u (KN)	第2限界抵抗 $R_{u'}$ (KN)	安全率	推定長期許容支持力 $R_d=R_{u'}/3$ (KN)	長期設計支持力 R_a (KN)	判定
2	3007.4	825.1	3	275.0	≥ 214.4	OK
3	3286.5	1186.4	3	395.5	≥ 214.4	OK
27	2738.6	182.94	3	609.8	≥ 71.6	OK

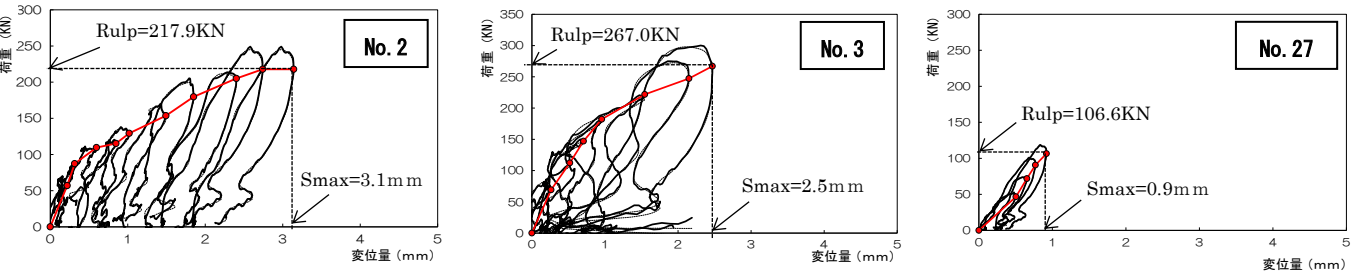


図-6 荷重-変位関係図

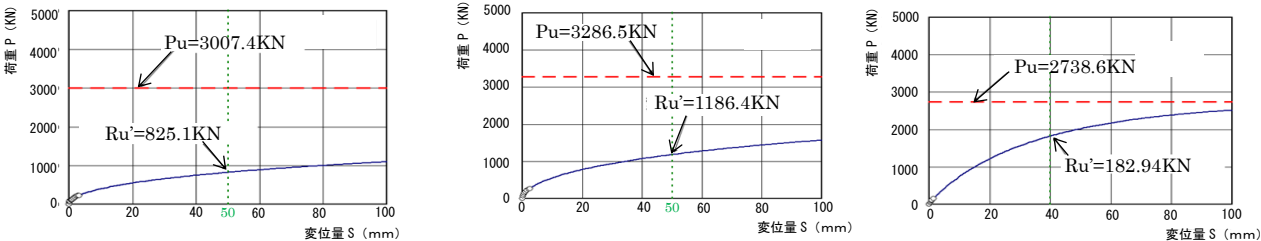


図-7 ワイブル分布曲線法による極限荷重の推定

5. まとめ

今回、プレボーリング工法により施工した鋼管杭の施工方法と支持力管理について報告した。本報告では、試験杭について急速载荷試験により長期設計支持力 R_a 以上の静的荷重（最大除荷点抵抗 R_{ulp} ）を载荷し、設計支持力を満足する支持力を有していることを確認した。また、試験結果を安全率3で割り推定長期許容支持力 R_d を求め、その値が長期設計支持力 R_a 以上であることから、試験杭以外の杭についても設計支持力を満足する支持力を有していると推定した。