

Ⅲ－1

大口径場所打ち短杭基礎の設計に関する一考察

JR 東日本 東北工事事務所 ○正会員 坂本 渉
 JR 東日本 東北工事事務所 正会員 佐藤 豊
 JR 東日本 東北工事事務所 正会員 大庭 光商

1. はじめに

東北本線長町駅付近では都市基盤整備公団により「仙台市長町副都心土地区画整理事業」が進められ、土地の有効利用を図る観点から、鉄道高架化（長町高架）が計画されている。

ラーメン式の高架橋となる長町高架は、支持層までの深さがGL-5m程度の箇所において杭径2.5mの大口径短杭基礎を採用した。本稿では大口径短杭基礎の設計方法に関する考え方について報告する。

2. 大口径短杭基礎の概要

ここでいう大口径短杭基礎とは、杭径が2.5m、杭長が2.5m～6mの円形断面の基礎である。地盤条件について、表面付近はN値3～7の砂質土が、GL-2m～5mはN値30～50の洪積砂礫が堆積する。大口径短杭基礎は、この砂礫層を支持地盤とした。また地下水位はGL-3～6mの位置に存在する。当初は直接基礎形式とし、支持層が比較的深いことから仮土留が必要であった。そこで、ケーシングを仮土留替りに用いる、本施工に変更した。表-1に大口径短杭基礎の設計条件、図-1に一般図、図-2に配筋図を示す。施工法はオールケーシング工法と同様である。

3. 大口径短杭基礎の安定性の検討

大口径短杭基礎の安定性の検討は、長期使用限界状態で鉛直支持に関する検討を行った。設計最大地盤反力度700kN/m²より、作用鉛直力 $V_d=3776.5$ (kN)に対して鉛直支持力 $R_{vd}=3827.8$ (kN)となり $\gamma_i \cdot V_d/R_{vd}=0.987$ となることで、 $\Phi 2500$ 円形と基礎形状を決定した。

4. 大口径短杭基礎の設計モデルの検討

大口径短杭基礎の設計手法について、直接基礎または杭基礎のどちらで設計するか、非線形スペクトル法での挙動を比較検討した。非線形スペクトル法とは、静的非線形解析から得られる K_h （水平震度）- δ （水平変位）曲線により求まる K_{hy} （降伏震度）と、 T_{eq} （等価固有周期）を用いて、対象となる地盤・構造物・地震動に準じた非線形スペクトルにより μ （応答塑性率）を求

表-1 大口径短杭基礎の設計条件

基礎形式		杭基礎（場所打ち杭 $\phi=2500$:オールケーシング）
地盤種別		G3地盤
コンクリートの品質	セメントの種類	普通ポルトランドセメント
	設計基準強度	27kN/mm ²

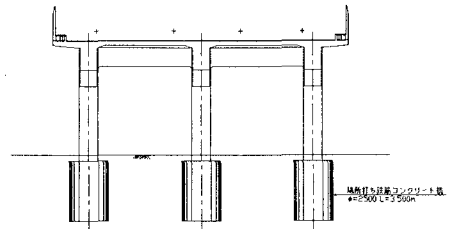


図-1 大口径短杭基礎 一般図

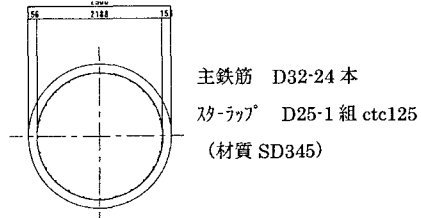


図-2 大口径短杭基礎 配筋図

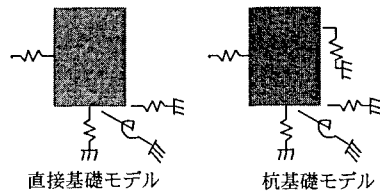


図-3 直接基礎と杭基礎の解析モデル

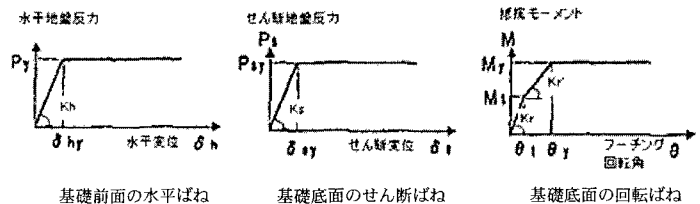


図-4 ばねの非線形性（直接基礎）

め塑性率の制限値以上であることを照査する方法である。

解析ケースは、線路方向・線路直角方向のモデルについて、対象解析地盤が L2 地震動における液状化前と液状化後のケースとした。各モデルにおいて、上部左端を右押し、または上部右端を左押しに、一定に変位を与えた。降伏震度は、右押し左押しの内、低いほうを採用している。

静的非線形解析の基礎のモデルとして、直接基礎モデルの場合は深い剛体基礎とみなし基礎底面に鉛直・せん断・回転ばねを、基礎前面に水平ばねを考慮し、杭基礎モデルの場合はさらに、杭周囲のせん断ばねを考慮した(図-3)。

各ばねは、直接基礎モデルでは、基礎前面の水平ばねと基礎底面のせん断・回転ばねに非線形性を与える(図-4)。杭基礎モデルは杭先端の鉛直ばねと周囲のせん断ばねと前面の水平ばねに非線形性を与えた(図-5)。バイリニアモデルの上限値は、直接基礎モデルの水平ばねは有効抵抗土圧、回転ばねは最大抵抗モーメント、せん断ばねは最大せん断抵抗力である。また杭基礎モデルの杭先端鉛直ばねは基準先端支持力を、水平ばねは有効抵抗土圧力度を、せん断ばねは最大周囲支持力を上限値とした。(表-2)。

ここで線路直角方向・液状化前ケースの検討結果について、直接基礎モデルの $K_h-\delta$ 曲線を図-6 に、杭基礎モデルの $K_h-\delta$ 曲線を図-7 に示す。ラーメン高架橋のモデルであるため、耐震性能は基礎の安定レベルではなく、部材の損傷レベルで評価した。評価手法は塑性率について、応答値に対する部材性能の比率とした。直接基礎モデルでは、応答塑性率は $K_{hy}=0.43$ 、 $T_{eq}=0.696$ より 7.1、部材の塑性率は損傷レベル 3 における変位=400mm に対する $\delta_y=55\text{mm}$ により 7.27 となり、比率は 1.023 となった。一方杭基礎モデルでは、応答塑性率は $K_{hy}=0.405$ 、 $T_{eq}=0.801$ より 6.35、部材の塑性率は損傷レベル 3 における変位=430mm に対する $\delta_y=65\text{mm}$ により 6.62 となり、結果比率が 1.042 となった。

これにより応答値と部材性能の差が小さい直接基礎モデルの方が、より適した設計ができることから、大口径短杭基礎のモデルは直接基礎モデルとした。

5. おわりに

本稿では、支持層が比較的深い場合、直接基礎に比べ施工が早く、コストダウンが可能な大口径短杭基礎の設計について述べた。今後の高架橋の基礎設計の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 鉄道総合研究所、鉄道構造物等設計標準・同解説(基礎構造物・抗土圧構造物)、1999
- 2) 鉄道総合研究所、鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計)、1998

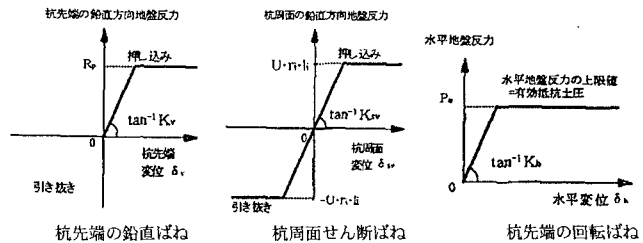


図-5 ばねの非線形性(杭基礎)

表-2 各ばねの上限値

	直接基礎モデル	杭基礎モデル
杭先端 or 基礎底面の鉛直ばね	∞	基準先端支持力
杭先端 or 基礎底面のせん断ばね	最大せん断抵抗力	∞
杭先端 or 基礎底面の回転ばね	最大抵抗モーメント	∞
周囲のせん断ばね	なし	最大周囲支持力
基礎前面の水平ばね	有効抵抗土圧力	有効抵抗土圧力度

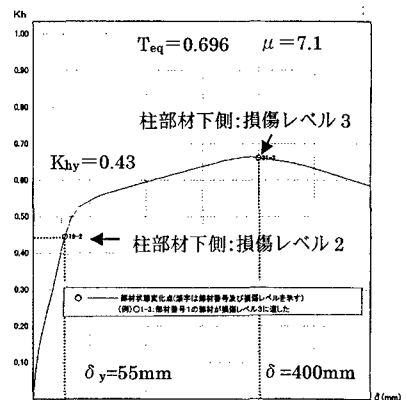


図-6 直接基礎とした場合

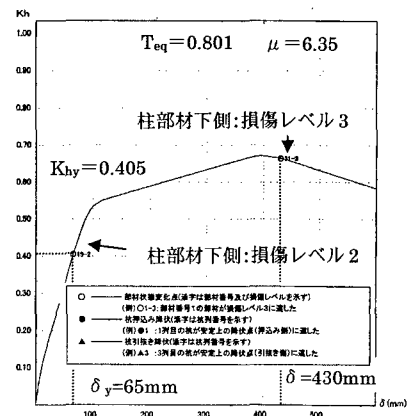


図-7 杭基礎とした場合