

短杭基礎のモデル化に関する基礎研究

○(株)復建エンジニアリング 正会員 野沢 健次
(株)復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄

1 . はじめに

地表面から深さ 4 m 程度で、支持地盤（砂質土で N 値 30 以上）が現れる地盤上に、RC ラーメン高架橋（杭基礎）を構築するため、耐震設計を行った。経済面・施工面から考えると、地中梁を有さない 1 柱 1 杭基礎が最適であると考えられるため、地中梁を線路方向、線路直角方向共になくした構造形式とした。短杭基礎であるため、杭先端に大きな応力（せん断力）が発生する事が考えられ、通常の耐震設計において杭部材は、杭径（1 D）毎に節点を設ける骨組み解析を行う事が一般的である。しかし、短杭でなかつ地中梁を有さない杭であるため、杭径が大きく、節点間隔が大きくなってしまう。その際、杭部材を細かい間隔で節点をとらず、1 D 毎に節点を設けて解析すると、本来杭先端で発生しているせん断力よりも小さい応力で照査を行う可能性がある。そのため、本報告において、杭先端をどの程度の間隔で節点を設ける事が適切であるかを検討し、その方向性を示す事を目的とした。

2. 解析条件

本検討に用いた解析対象モデルを図-1に示す。構造物は鉄道高架橋として使用される事とし、1層3径間の高架橋であり、線路方向スパンを10.0m、線路直角方向スパンを5.5mとした1柱1杭基礎形式である。部材は全てRC部材とする。骨組解析モデルは上部構造系-基礎構造系一体の平面骨組みモデルを用い、地盤は基礎構造物の部材に取り付けばねとして表現する。本解析モデルは、構造系が比較的単純で1次の振動モードが卓越し、主たる塑性ヒンジの発生箇所が明確であるため、非線形スペクトル法-静的非線形解析により解析を行った。また、本報告で用いた表層地盤は鉄道構造物等設計標準同解説耐震設計（以下耐震標準）に基づきG2地盤と判定された。また、検討対象断面としては、杭先端に大きな応力が発生する線路直角方向を対象とするものとした。

3. 解析ケース

杭径 $\phi 1500$ 、 $\phi 1800$ 、 $\phi 2000$ の 3 種類に対し、節点間隔を表 - 1 に示す通りに変化させ、杭先端に発生するせん断力を比較する。また、杭径 $\phi 1500$ に関しては基礎の安定計算(鉛直支持力)において杭長 4.5m 以上を必要とした。また、 $\phi 1800$ 、 $\phi 2000$ に関しては、基盤面に最低 1.0m 以上根入れする必要がある、杭の長さは通常 50cm 単位であるため、支持地盤面に 1.2m 根入れし、杭長を 3.5m とした。その際、杭径による変化を見るため、せん断補強鉄筋は全てのケースで D22 ctc125 とした。

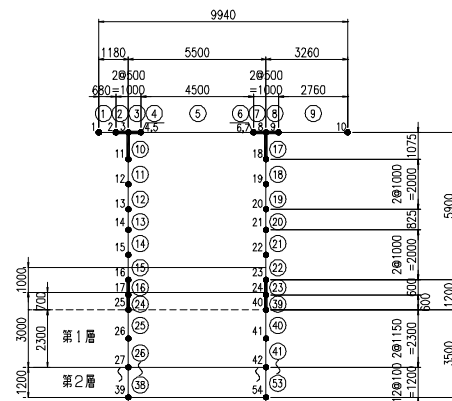


図 - 1 解析モデル図

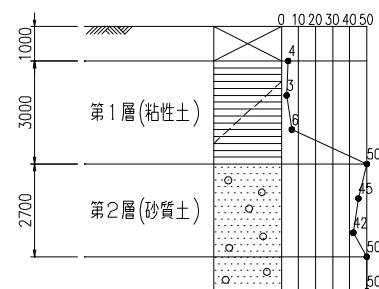


圖 - 2 土質柱狀圖

表 - 1 解析ケース

杭径・杭長	節点間隔	杭径・杭長	節点間隔
φ1500 杭長 4.5m (鉛直支持力 より決定)	10cm	φ1800 φ2000 杭長 3.5m (最小根入れ 深さ1.0mより 決定)	10cm
	20cm		20cm
	44cm		30cm
	55cm		40cm
	110cm		60cm
	220cm		120cm

キーワード：RC ラーメン高架橋、短杭基礎、せん断力

連絡先：東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12 TK 堀留ビル (株)復建エンジニアリング 第 2 技術部 Tel.03-5652-8561 Fax.03-3660-9374

4. 解析結果

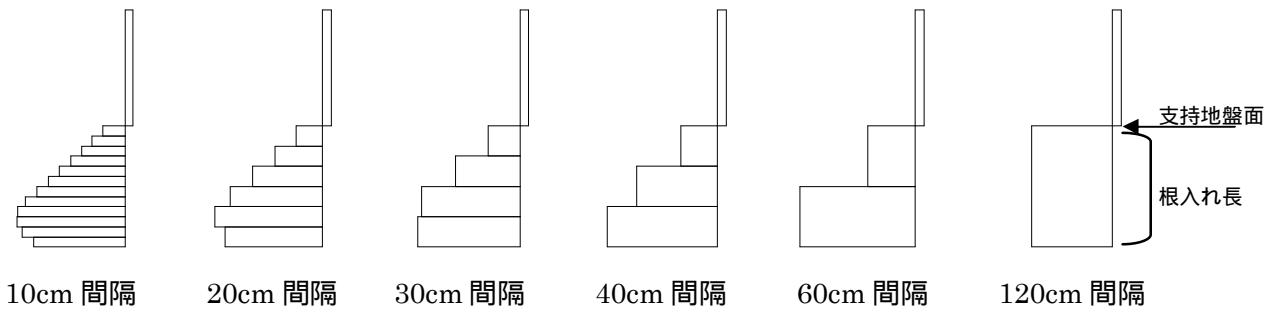


図 - 3 節点間隔による杭先端せん断力図

(1) せん断力図

図 - 3 を見て分る通り、節点を細かく設定した方が、せん断力の応力形状が明確に出ており、60cm、120cm 間隔では杭先端の応力状態が把握できない。

(2) $\phi 1500$ による結果

基礎の安定計算（鉛直支持力）により、支持地盤面への杭の根入れ長が決められているため、支持地盤に 2.2m もの根入れがあり、その結果地盤による締め付けが大きくせん断力が $\phi 1800$ 、 $\phi 2000$ と比べて多く出ている事が分る。また、左杭（引抜側）と右杭（押込側）で 1.5 倍程度の応力差が生まれているが、これは左杭（引抜側）が降伏に達しており、応力が右杭（押込側）に集中した事が考えられる。

(3) $\phi 1800$ 、 $\phi 2000$ による結果

図 - 4、図 - 5 を見ると、必ずしも節点間隔を細かくした方が発生するせん断力が大きくなるとはいえず、今回の検討によると支持地盤面の根入れ長 1.2m を 2 分割にした時が最もせん断力が大きく発生している事が分る。また、最大せん断力の発生箇所は、杭先端から 30～40cm 上端であった。

5. まとめ

支持地盤に根入れするほど、地盤の締め付けが強く、杭先端で大きなせん断力が発生する事が分った。杭先端の節点分割数は、根入れ長が 1.0m 程度であれば、支持地盤への根入れ長の半分で分割（2 分割）する事で、最も安全側の設計をする事となる。また、杭径による 3 ケースを総合的に判断すると、本解析の結果では約 50～60cm 間隔で節点を分割する事で 3 ケースとも対応できると考えられる。従って、必ずしも杭径（1D）で節点を区切る必要性はないと言える。また、どちらかの杭が降伏に達するとせん断力が片側の杭に集中するため、せん断力に対しては、杭を降伏させない方が杭径及びせん断補強鉄筋が小さくて済む事が分った。

6. 今後の課題

杭径、杭長、支持層への根入れ長をパラメーターに解析数を増やし、短杭のモデル化に対し、統計的な把握を行いたい。

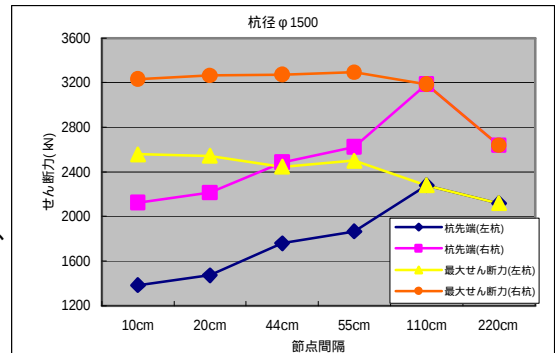


図 - 4 節点間隔によるせん断力（ $\phi 1500$ ）

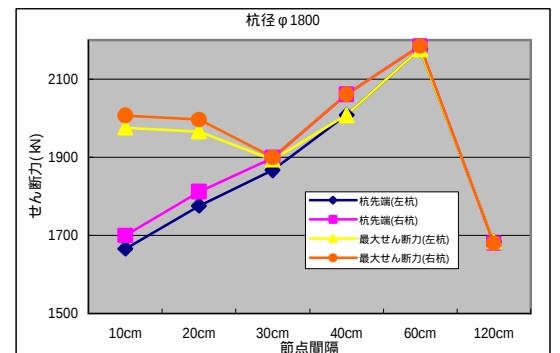


図 - 5 節点間隔によるせん断力（ $\phi 1800$ ）

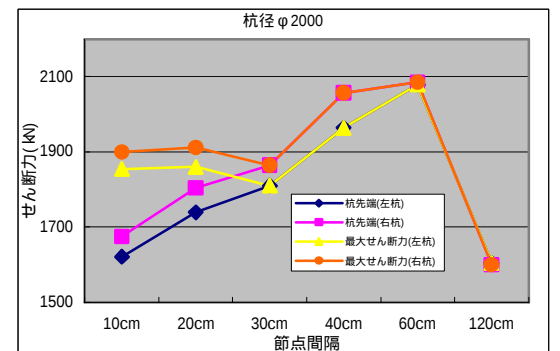


図 - 6 節点間隔によるせん断力（ $\phi 2000$ ）