

Ⅲ-457

橋脚場所打ち杭基礎の大変位領域における挙動解析

(株) マ エ ダ 百 木 雅
 パシフィックコンサルタンツ(株) 水 谷 進
 中央復建コンサルタンツ(株) 田中隆一郎
 (株) 鉄道総合技術研究所 神田政幸
 同 上 西村昭彦

1. はじめに

現在、鉄道構造物基礎への限界状態設計法の導入が試みられており、既に実際に設計された構造物の変形特性を検討し、大変位領域における基礎の変形特性が実験および解析から定量的に評価されている。文献¹⁾で場所打ち2列コンクリート杭基礎の橋脚を対象に、解析方法・結果について報告したが、本稿では、変位法で設計された場所打ち3列杭を対象に解析を行い、大変位領域における基礎の変形性能や終局状態に至る過程ならびに杭体に発生する断面力について報告する。

2. 構造・地盤条件および解析方法

解析対象の橋脚構造図および地盤条件を図-1に示す。構造の概要は、基礎が場所打ちコンクリート杭($\phi=1.20\text{m}$, $L=19\text{m}$, $n=8\text{本}$)で、北陸新幹線のPC連続箱桁($L=2\times 50\text{m}$)を支持している。地盤条件は、杭の上層部はN値10~15の砂質土、下層部はN値4~10の粘性土、杭先端部はN値50の砂質土に分類される。

解析方法は、地盤については基礎標準²⁾に示す有効抵抗土圧力、最大周面支持力、先端の基準支持力を上限値とするバイリニアモデルの非線形とし、杭体は線形と非線形の2種類で2次元骨組解析を行った。荷重は、慣性力を水平震度に換算して0から0.08毎に増加させ設計水平震度 $K_h=1.0$ まで計算を行った。なお、変位法設計における設計水平震度は $K_h=0.22$ である。

3. 解析結果

(1) 大変位領域における変形特性

図-2, 3における杭線形の場合の杭頭の荷重~変位曲線(水平、鉛直)の結果を示す。図-2の杭頭水平変位については、地盤支持力の降伏による変化点は明確に現れなかったが、図-3の杭頭鉛直変位に着目すると $K_h=0.32$ で押込杭と中間杭に明確な変化点が生じている。次に $K_h=0.48$ で引抜杭に変化点が見られた。これは $K_h=0.32$ で押込杭の周面支持力と先端支持力が降伏し、 $K_h=0.48$ では引抜杭の周面支持力が降伏したためである。なお、杭非線形の場合は $K_h=0.32$ で杭体が降伏したが、それまでの変形特性は杭線形とほとんど同じ挙動を示した。

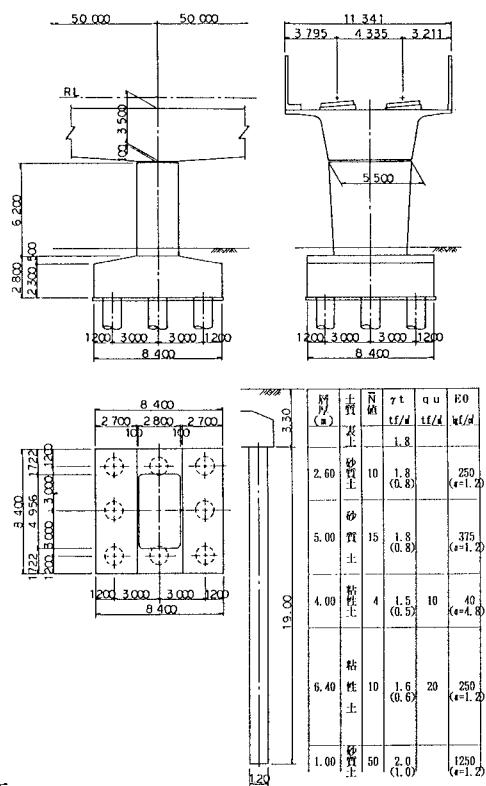


図-1 橋脚構造図および地盤条件

(2) 杭体発生断面力

図-4に杭線形の場合の $Kh=0.24$ の杭体の曲げモーメントと変位法による杭頭固定、ヒンジの解析結果を比較したものを示す。

この結果から $Kh=0.24$ では、変位法による杭頭固定の曲げモーメントとほとんど差が見られなかった。しかし、 $Kh=0.32$ を越えると杭頭モーメントは減少し、地中部のモーメントが増加した。これは押込杭の地盤支持力が降伏することにより基礎の回転変位が増大したためである。杭体の断面力は $Kh=0.34$ で引抜杭の地中部が降伏し、 $Kh=0.39$ で終局に至った。

4. 考 察

今回報告した橋脚においては、基礎の変位は鉛直支持力の影響に支配されることが分かった。杭体の降伏は、地盤支持力の降伏前で発生しており、大きな地震力を受けて杭体が降伏した後も基礎の大変位領域における変形性能は、地盤支持力に期待できる結果を得られた。

杭体の断面力に注目すると、杭頭のモーメントは杭線形の方が杭非線形よりも大きく、地中部の最大モーメントについても同様の結果となっている。この結果から杭体は線形で解析すれば安全側になることが分かった。

5. おわりに

今後は、軟弱地盤などで同様の試設計を行う予定である。なお、本報告は「基礎・抗土圧構造物設計標準に関する委員会杭基礎ワーキンググループ」での活動を基に作成したことを付記する。

参考文献

- 1) 高橋、山岡、西村：実杭基礎の非線形解析 土木学会49回年次学術講演会Ⅲ-464（他Ⅲ-465, 466）1994. 9
- 2) 土木学会：国鉄建造物設計標準解説、基礎構造物、抗土圧構造物 昭和61年 8月

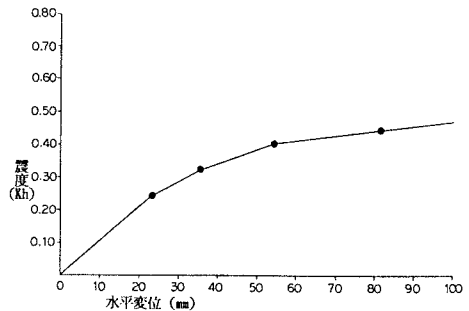


図-2 水平震度～杭頭水平変位

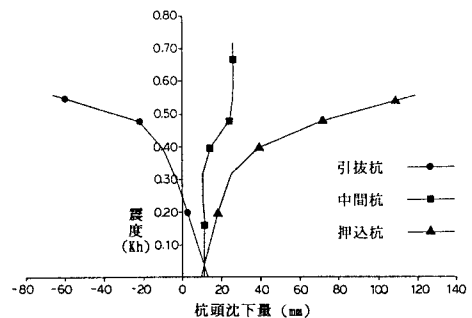


図-3 水平震度～杭頭鉛直変位

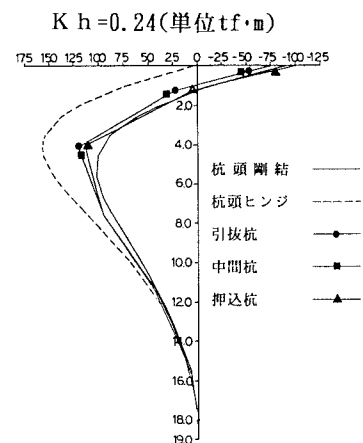


図-4 杭体曲げモーメント