

Ⅲ－B68

大変形を考慮した鋼管矢板井筒基礎の構造解析モデルの検討（その2）

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 小林雅彦
 同 上 正会員 棚村史郎
 同 上 正会員 西村昭彦
 （株）トーニチコンサルタント 正会員 白井英夫
 同 上 ○正会員 佐藤僚生

1. まえがき （その1）では鋼管矢板井筒基礎の構造解析モデルとして現行の鉄道設計標準¹⁾に示されている弾性床土上の有限長梁（一本棒モデル）は、大変形までを考慮する設計には実務上問題があることを示した。その解決策として継手管の拘束効果をせん断ばねで表現した群杭モデルを提案した。そして、鉄道で一般的に用いられる平面形状が円形の橋脚に対して、一本棒モデル、せん断ばねを考慮した群杭モデル、せん断ずれを考慮した薄肉断面仮想井筒モデル²⁾による解析を行い、群杭モデルと各解析モデルとの比較検討を試みた。本文（その2）においては、（その1）で報告した群杭モデルによって得られた荷重～変位曲線以外に、解析に用いたせん断ばねの降伏状況や矢板に生じる曲げモーメントについて検討を行った。

一方、大地震時の設計を考慮すると、変形量が小さい範囲において無視していた前面および側面のせん断地盤抵抗も設計上考慮するのが合理的と考えられる。そこで、現行標準¹⁾においては考慮していないこれらの地盤抵抗について、平面形状が小判型の橋脚に対する解析を行って検討した。

2. 継手に生じるせん断力に対する検討

（その1）で示した解析手法（せん断ばねを考慮した群杭モデルによる解析）で得られた、継手管に生じているせん断力と井筒の深度との関係について調べた。

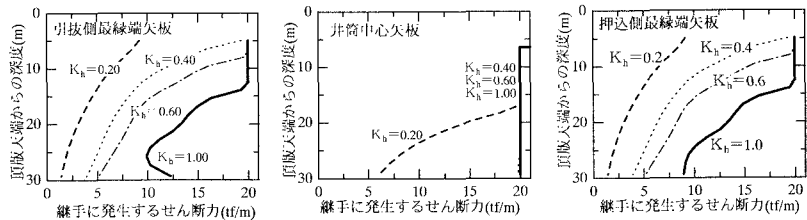


図1 井筒の深度と継手に発生するせん断力の関係

引抜き側および押込み側最縁端の矢板、井筒中心の矢板について調べた結果を図1に示す。縦軸が頂版天端からの井筒の深度、横軸がせん断ばねに生じたせん断力である。井筒中心の矢板では、水平震度0.4を越えると井筒の先端付近を除いてせん断ばねが解析に用いたせん断耐力の20 tf/m²⁾に達して降伏しているのがわかる。一方、押込み側および引抜き側最外縁の矢板は、水平震度1.0においてもせん断ばねが降伏しているのは井筒の上部だけであり、井筒下端のせん断ばねは降伏していないことがわかる。この状況を模式的に表したのが図2である。これは（その1）で用いた解析モデルの軸線図であり、上部の太い部材は剛体として扱った頂版部、鉛直部材は各矢板、水平部材は継手管の拘束効果

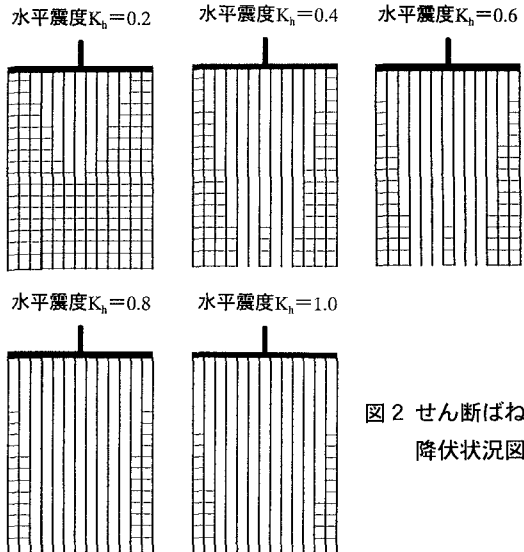


図2 せん断ばねの降伏状況図

キーワード：鋼管矢板井筒基礎、曲げ剛性補正係数、群杭、せん断ずればね

連絡先：（〒151 東京都渋谷区本町1-13-3 TEL：03-3374-4084 FAX：03-3374-4744）

を表現するために隣り合った鉛直部材を結ぶせん断ばねを表している。せん断ばねが降伏した場合には、せん断ばねを表す水平部材を図中から削除している。水平震度が増加するに伴いせん断ばねには井筒中心から、しかも上部から下部に向かって降伏が生じるのがわかる。一方、押込み側および引抜き側最外縁矢板のせん断ばねは水平震度1.0においても降伏していない。これらの状況は図1に示す内容と同一である。今回の解析例では、水平震度0.8を越えたあたりから継手管のモルタルが破壊されて各矢板がばらばらとなり、頭部を剛結された群杭としての挙動を示していると考えられる。これは、(その1)の図3の荷重～変位曲線において、この水平震度あたりから変位が急増していることから判断される。

3. 矢板に生じる曲げモーメントに対する検討

矢板に発生する曲げモーメントについて井筒の深度ごとに調べた。その結果を図3に示す。縦軸は頂版下端からの井筒の深度、横軸は矢板に発生している曲げモーメントである。実線は群杭モデル、破線は仮想井筒モデルによる結果である。両解析結果はよく一致しており、水平震度が高くなるにつれて矢板がばらばらとなり、群杭の曲げモーメント分布と同一の分布形状となっている。

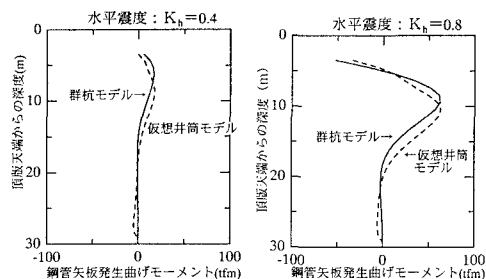


図3 曲げモーメント図

4. 地盤抵抗に関する検討

平面形状が小判型橋脚の場合、小判型の直線部分が長い場合には基礎側面の水平方向に対するせん断抵抗も考慮するのが合理的である。また、平面形状が円形の場合においても、基礎前面の鉛直方向のせん断抵抗は大変形時には設計上有効と考えられる。そこで、大地震時において合理的な設計を行うため、現行標準では考慮していない地盤抵抗について検討を行った。検討対象としたB橋脚の一般図を図4に示す。井筒の形状は小判型で、隔壁および中打ち単独杭を有する。基礎の長さは頂版下端から井筒下端まで30mある。使用鋼管は矢板本管が径1000mm、肉厚14mm、継手管は径165.2mmである。表層地盤は粘性土と砂質土の互層となっており、平均N値は0～3である。鋼管矢板先端はN値50の地盤に根入れされている。解析は線路直角方向について行った。継手管のせん断ずれを解析上表現するため、せん断剛度として120000tf/m²、せん断耐力として20tf/mを用いた²⁾。

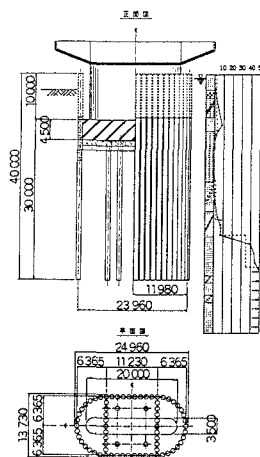


図4 B橋脚一般図

解析で得られた荷重～変位曲線を図5に示す。その結果、井筒側面の水平せん断ばねは地盤抵抗要素として感度が高いものの、前面の鉛直せん断ばねは感度が低いことがわかった。この結果より、小判型橋脚の線路直角方向の設計においては井筒側面の水平せん断ばねを考慮するのが有効であることがわかった。

5. まとめ

鋼管矢板井筒基礎の構造解析モデルとして、せん断ばねを用いた群杭モデルの検討を行った。その結果、①継手管の拘束効果を表すせん断ばねは井筒中心の上部から下部に向かって降伏する、②水平震度が大きくなると各矢板はばらばらとなって曲げモーメントは群杭の場合と同じ分布形状を示す、等がわかった。一方、小判型橋脚の線路直角方向においては、基礎側面の水平せん断地盤抵抗の感度が高いのがわかった。

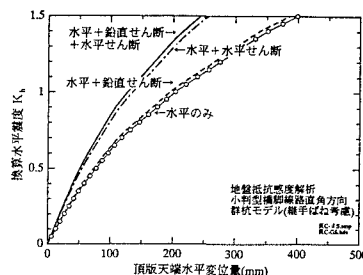


図5 荷重～変位曲線

参考文献：1) (財)鉄道総合技術研究所：「鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物 抗土圧構造物」，平成9年3月
2) (社)日本道路協会：「鋼管矢板基礎設計施工便覧」，平成9年12月