

シートパイル基礎の接合部に関する解析的検討

北武コンサルタント(株) 正会員 ○阿部 淳一 京田 英宏 渡邊 忠朋
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 西岡 英俊 佐名川 太亮 戸田 和秀
 新日鐵住金(株) 正会員 妙中 真治 乙志 和孝
 (株) 大林組 正会員 喜多 直之 松浦 光佑

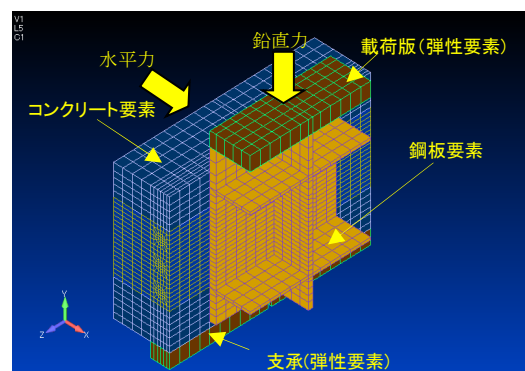
1. 目的

鋼矢板をフーチングに結合し、鋼矢板の地盤抵抗を期待する基礎構造であるシートパイル基礎が、近年、新設あるいは既設の基礎補強対策として採用されている。鋼矢板とフーチングの結合部には、地震時にフーチング前面の地盤抵抗による応力や、鋼矢板から伝達されるせん断力などが同時に作用し、複雑な応力状態になると考えられる。一方、この接合部には、孔あき鋼板ジベルが多く用いられているが、複雑な応力状態においてもこの孔あき鋼板ジベルが、確実に結合されていることが必要となる。本論文はこのような観点のもと、シートパイル基礎に生じると考えられる応力状態にいくつかの仮定を与えて、その破壊過程や耐力などを解析的に検討することを目的とする。

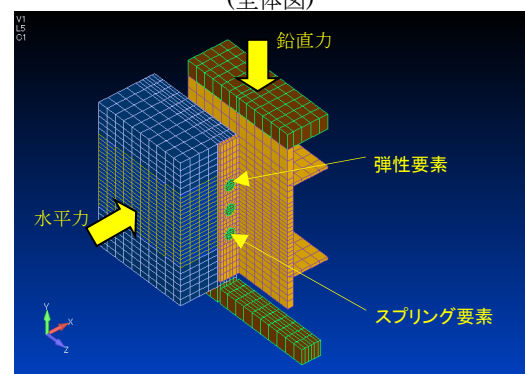
2. 解析概要

解析は、3次元非線形 FEM 解析により行う。解析モデルの概念図を図 1 に示す。なお、本解析モデルは、参考文献に示したシートパイル基礎の既往の実験結果をもとに作成し、鋼板を中央で分割した 1/2 モデルとした。境界条件は鋼板要素側面を対称境界とし、支承下端で Y 軸方向を固定、载荷版端部で x 軸周りの回転を拘束した。コンクリートブロックはソリッド要素でモデル化し、材料特性は前川らのモデルを用い、無筋要素とした。コンクリートの設計基準強度は 25.66N/mm^2 とした。鋼板および孔あき鋼板ジベルはソリッド要素でモデル化し、完全弾塑性型の材料特性を与えた。鋼材の弾性係数は 208.3kN/mm^2 、降伏強度は 255.10N/mm^2 とした。コンクリートブロックと、鋼板および孔あき鋼板ジベルとの接合はジョイント要素を設け、接触面のすべりに関してはクーロン摩擦を考慮する。摩擦係数は参考文献より 0.27 とした。またジベル孔内部のコンクリートのせん断破壊を模擬するため、図 2 に示すバネモデルを与えた。ばねモデルは複合構造標準示方書より、孔あき鋼板ジベル接合部のせん断力-ずれ変位関係を算定し、これを多直線で近似した。なお、終局ずれ耐力は、中島らの式より算定した。また終局ずれ変位以降に対しては、終局ずれ耐力の 2/3 を保持するものとしてモデル化しているが、ポストピーク以降の挙動を検討する上では、今後終局ずれ変位以降のモデル化を適切に行う必要がある。

解析は荷重の载荷方法や荷重値が異なる 4 ケースで行った。解析ケースを表 1 に示す。case1~3 は、コンクリートブロックの水平力(図 1 の x 軸方向の荷重)を変化させたケースとした。またコンクリートブロック



(全体図)



(鋼板とコンクリートの接合詳細図)

図 1 解析モデル

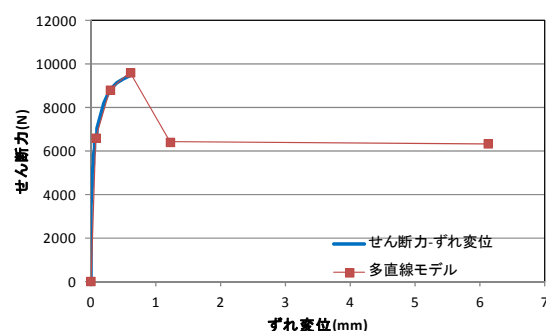


図 2 ジベル孔コンクリートのせん断力-ずれ変位関係

キーワード シートパイル基礎, 孔あき鋼板ジベル, ずれ耐力

連絡先 〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通 7 丁目北武第 2 ビル TEL 011-851-3181

側面からの圧縮による影響を検討するため、ケース3の水平力を水平2方向（図1のx軸，z軸方向）に作用させたものをケース4とした。各解析は、所定の水平力を作用させ、その後、鉛直荷重を漸増载荷させて検討を行う。

3. 解析結果

解析により得られた穴あき鋼板ジベルのせん断力-ずれ変位関係を図3に示す。図中の記号はそれぞれ損傷イベントを表し、△はコンクリートブロックのひび割れ発生，○は鋼板のすべり初め，□はジベル孔内部コンクリートの終局ずれ耐力時を表す。なお、いずれの解析ケースにおいても鋼材の降伏は生じなかった。参考として case3 の最大耐荷力時における鋼板および孔あき鋼板ジベルの Von-mises 応力コンターを図4に示す。

損傷過程を確認すると、水平力が小さい case1 は、解析初期で鋼板がすべり始め、その後コンクリートブロック内部にひび割れが発生し、ジベル孔内部コンクリートの終局ずれ耐力に達し、その後軟化が生じた。一方、case2 および 3 の結果を比較すると、水平力が大きくなるにつれ、鋼板とコンクリートの滑りだしが遅れていくことが確認できる。

最大耐荷力を比較すると、コンクリートブロックの水平力が高いほど高くなり、既往の実験結果と同様な傾向であることがわかる。すなわち、シートパイル基礎接合部の耐力には、フーチングに作用する水平力が大きく影響することが示される結果となった。一方、case3 と case4 を比較すると、最大耐荷力は同程度であり、接合部の耐力に対する側面の圧縮力の影響は、本検討では小さい結果となった。

これは、ジベル内部コンクリートの終局ずれ耐力モデルが、側面からの拘束圧に依存していないこと、またコンクリートブロック側面からの作用は、孔あき鋼板ジベル側面の鋼板を圧縮し、すべり抵抗になると考えられるが、孔あき鋼板ジベル側面の面積が小さく、全体の抵抗に対して側面のすべり抵抗は小さかったことが要因と考えられる。今後、これらのモデル化についてさらに検討を行いたいと考えている。

4. まとめ

シートパイル基礎接合部の結合に対する基礎的な検討として、実験結果を基としたコンクリートブロックと孔あき鋼板ジベルの解析を試みた。解析により得られたせん断力-ずれ変位関係より最大耐荷力を比較すると、コンクリートブロックに作用する圧縮力が高いほど高くなり、既往の実験結果と同様な傾向となった。またコンクリートブロック側面からの圧縮力に対しては耐力の上昇は確認されなかったが、これについては今後さらに検討したいと考えている。

参考文献

- ・西岡，佐名川，中山，妙中，喜多，光森：組合せ荷重を受けるシートパイル基礎の接合部に関する模型実験（その1：実験概要と標準ケースの結果），土木学会第70回年次学術講演会，2015。
- ・妙中，戸田，喜多，光森，西岡，池田：組合せ荷重を受けるシートパイル基礎の接合部に関する模型実験（その2：摩擦抵抗の検討），土木学会第70回年次学術講演会，2015。
- ・岡村甫，前川宏一：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則，技報堂出版，1991。
- ・中島章典，小関聡一郎，橋本昌利，鈴木康夫，グエンミンハイ：単純な押抜き試験に基づく孔あき鋼板ジベルのせん断耐力評価，土木学会論文集A1(構造・地震工学)，Vol. 68，No.2，495-508，2012。

表1 解析ケース

解析ケース	水平荷重	備考
case1	6.5kN	
case2	50kN	
case3	200kN	
case4	〃	水平2方向

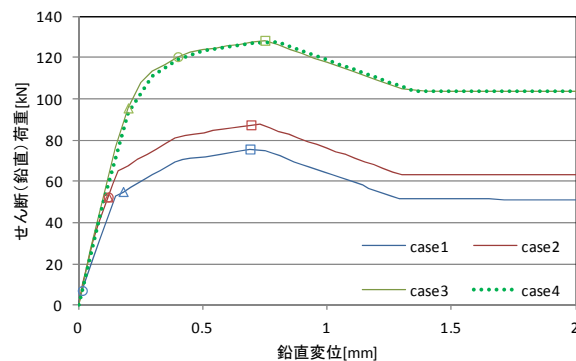


図3 せん断力-鉛直変位関係

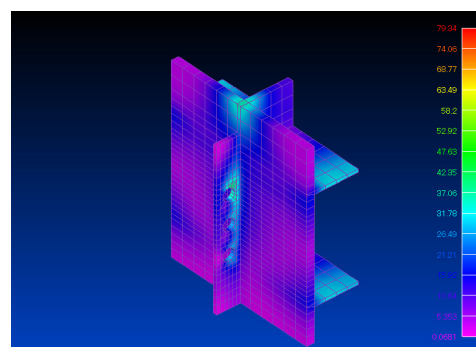


図4 鋼板および孔あき鋼板ジベルの Von-mises コンター図