

金沢大学大学院 学生員 吉田昭仁

金沢大学工学部 正 員 小堀為雄

金沢大学工学部 正 員 近田康雄

1. はじめに

構造物の杭基礎において、杭とフーチングとの結合部は、断面が急変し応力が集中するため、構造上の弱点となりやすく、その安全性には十分な配慮が必要であるにもかかわらず、現在のところその応力伝達機構に関してはなお不明な点が多い。

そこで、本研究では杭頭結合部の応力伝達機構の解析のために有限要素法を適用し、これにGoodman のジョイント要素を導入することによって、杭頭結合部の部分的な剥離現象や滑動現象を表現するための解析手法の確立を図り、系が大きな荷重を受けた場合、剥離現象や滑動現象が発生するの否か、また発生するとすればどのような挙動を呈し、応答量は剥離、滑動現象が発生しないとしたものと、どの程度異なるのかといった点に着目して、杭頭結合部の応力伝達機構に対する検討を行った。なお、杭頭結合部は平面歪場においてモデル化し、軸力と水平力が作用する場合について解析を行った。

2. 解析モデル及び解析条件

本研究では剥離、滑動現象を表現するためにGoodman のジョイント要素を用いた。Goodman のジョイント要素を図-1に、杭頭結合部の断面を図-2に、有限要素モデルを図-3に示す。杭はコンクリート杭を想定し、杭径0.4m、杭のフーチングからの張り出し長さ0.8mとし、杭のフーチング内への埋め込み量は、0.2m及び0.4mの2通りを考えた。フーチングは厚さ1.0m、幅1.8mとし無筋の場合を想定した。境界条件は、フーチングの左上隅で x 、 y 両方向に固定、右上隅で y 方向に固定する。ジョイント要素は杭とフーチングとの接触面に配置する。コンクリート杭及びフーチングコンクリートのヤング率をそれぞれ、40000Mpa、20000Mpa、ポアソン比を0.17とした。ジョイント要素の剛性、 k_s 、 k_n はそれぞれ、1100000Mpa/m、3200000Mpa/mとした。滑動に関してはMohr-Coulomb の降伏条件に従うものとし、内部摩擦角は 30° 、粘着力は、剥離発生前のジョイント要素では0.2Mpa、剥離発生後に再び圧縮条件下にあるジョイント要素では0.1Mpa、とした。荷重は杭の下辺に载荷し、軸力は、無しのもの、0.6MN/mのもの、1.2MN/mのもの、3通りを考え、それぞれについて水平方向の荷重を、最初右向きに0.36MN/mまで、次に左向きに0.36MN/mまで、最後にもう一度右向きに0.36MN/mまでの1.25サイクルを、計37のステップに分けて载荷した。

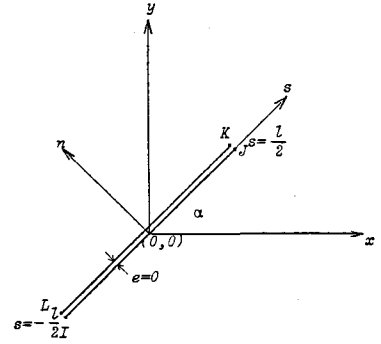


図-1 Goodman のジョイント要素

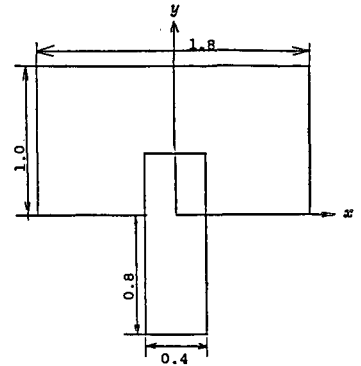


図-2 杭頭結合部の断面

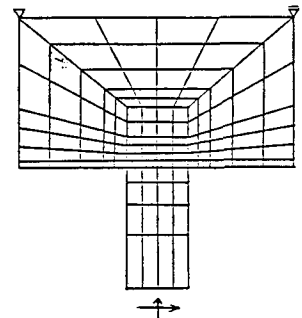


図-3 有限要素モデル

3. 解析結果とその考察

図-4に主応力図を示す。(a)がジョイント要素有り、(b)がジョイント要素無しの主応力図である。杭のフーチング内への埋め込み量は0.4m、軸力は0.6MN/m、水平方向の荷重は最後に右向きに0.36MN/m載荷された時である。両者を比較すると、ジョイント要素無しの主応力の流れは連続的になっており、ジョイント要素有りの主応力の流れは不連続的になっていることがわかる。具体的に言えば、ジョイント要素有りの主応力図では、剥離が生じると杭の剥離面側に大きな引っ張り応力がほぼ垂直に生じ、フーチングの剥離面側の主応力は、ほとんど無視できるほど小さなものとなり、剥離面において主応力の流れが、断ち切られた状態になっている。これに対して、同じ部分でのジョイント要素無し的主応力図をみると、引っ張り応力は生じているけれど、ジョイント要素有りの主応力図での引っ張り応力ほど大きくはなく、主応力の流れは連続的になっている。

4. まとめ

杭頭結合部における杭、フーチング間の剥離、滑動現象を表現するために、Goodman のジョイント要素の導入を試みた。解析結果は、従来の実験結果の傾向をよく再現しており、剥離、滑動現象の発生による応力の流れの変化が、うまく表現されたと考えられる。厳密な意味では、杭頭結合部は3次元的な解析を行う必要が有るが、本報告における2次元歪場での解析は、地中壁構造や鋼管矢板における上部工との結合部に対しては十分適用可能であろう。今後はさらに実際のものに近ずけるために、鉄筋による補強、3次元問題への拡張などを検討する必要があると思われる。

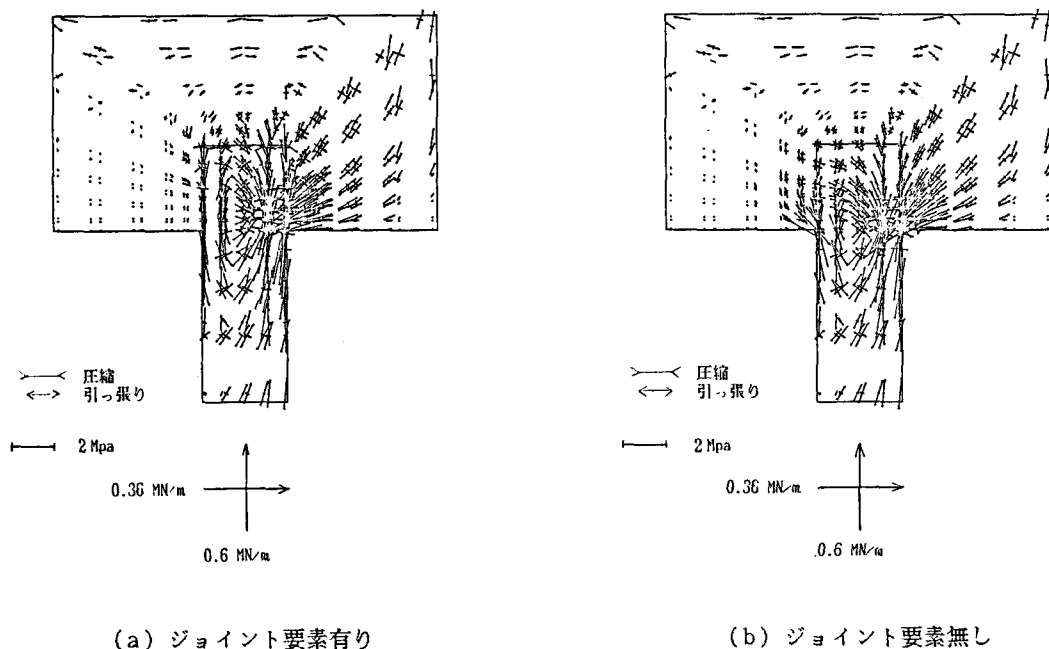


図-4 主応力図

参考文献

- (1) E. Hinton, O. R. J. Owen: Finite Elements in Plasticity, Pineridge, 昭和55年 (2) 土岐憲三他: 強震時における地盤と構造物の間の剥離と滑動, 土木学会論文報告集, 第302号, 昭和55年 他