

杭頭結合部（鋼管杭、結合方法B）の応力伝達機構について

金沢大学工学部 正会員○近田康夫、小堀為雄

1 はじめに 橋梁基礎などにおける杭頭結合部は、上部構造からの力を杭へ円滑に伝達する上で極めて重要な部位であるにも関わらず、その応力伝達機構は十分に解明されているとは言えない。従来実験的手法によって研究が行われているが、未だ不明な点が多いとされている。本報告では、有限要素法を用いて結合方法Bによる鋼管杭の杭頭結合部の応力伝達を解析し応力伝達への影響因子の特定を行おうとするものである。

2 解析手法および解析モデル 本報告では、図1に示すように、杭頭結合部を非軸対称荷重を受ける軸対称体としてモデル化し、フーリエ級数の直交性を利用した半解析的手法を採用した¹⁾。また、杭とフーチングの境界部分の剝離、滑動状況を表現するために、軸対称ジョイント要素を導入することとした²⁾。

解析モデルは、杭基礎設計便覧³⁾に規定されている結合方法Bによる鋼管杭の杭頭結合部で、中詰めコンクリートの深さおよび杭周面処理の相違によって図2の様に3つのモデルを設定した。鋼管杭は、杭径400mm、肉厚10mmとした。また、解析に用いた諸物性値を表1に示す。作用荷重は調和関数で表現され、図1に示すように、軸力は荷重の0次調和成分で、水平力及びモーメントは1次調和成分で表現される。

なお、結合方法Bとは、杭をフーチング内に杭径に関わらず10cmだけ埋め込み、杭頭部に設けた補強鉄筋による鉄筋コンクリート断面で作用モーメントに抵抗させる方法である。

3 解析結果 解析結果の一例を図3に示す。図3は、荷重を含む主軸(回転軸)断面内のフーチングコンクリート応力(σ_z, σ_r)を示している。実線は本解析、破線はジョイントを用いない線形解、一点鎖線は杭基礎設計便覧の応力照査式による応力分布である。まず注目されるのは、杭側面の水平方向支圧応力が、杭基礎設計便覧の設計照査値を大きく上回っていることである。このことは、結合方法Bにおいても結合方法Aと同様に、杭側面の支圧応力にモーメントの影響を考慮しなければならないことを示していると考えられる。中詰めコンクリートの寄与は応力値もさることながら、杭の折れ曲がり変形(フーチング下面)を抑制する点で、寄与していることがよく判る。さらに、杭基礎設計便覧の設計方法をモデル化した、杭内部にずれ止めを設けたモデルでは、物理的な摩擦機構があるため杭とフーチングの間の摩擦条件は杭頭頂部の支圧応力(σ_z)に影響しなくなる。

4 結言 鋼管杭、結合方法Bによる杭頭結合部の応力伝達機構を有限要素法を用いて検討した。現行の方法による実設計例を見ると応力的には充分安全側にあるものの、杭側面の支圧応力の安全性照査方法は実際の応力伝達とはかなり異なっており、水平力のみでなく、モーメントの寄与を考慮する必要があると考えられる。また、現行設計では、中詰めコンクリートを打設し、さらにずれ止めという物理的な摩擦機構を設けることにより杭とフーチングの結合は従来より堅固になってはいるものの、杭のフーチングへの埋め込みがわずか10cmと小さいことを考慮すると、杭の剛性が有効に働く点で結合方法Aの方がより安全性が高いと考えられる。

本報告では、鋼管杭の結合方法Bに関してのみ報告したが、他の場合、例えば、PC杭の結合方法Aに関する同様の検討を行っている^{1), 4)}。

謝辞 本報告の数値計算には田中恵一氏(現鹿島建設)の協力を得た。また、計算は金沢大学情報処理センターのシステムを使用した。記して感謝の意を表する次第である。

参考文献 1)小堀、近田:剝離、滑動を考慮した杭頭結合部の応力伝達について、土木学会論文集、No.374, 1986. 2)近田、小堀:子午面内での回転を考慮した非軸対称荷重下の軸対称ジョイント要素、構造工学論文集、Vol.34A, 1988. 3)日本道路協会:杭基礎設計便覧、pp.276~299、1986.1. 4)近田、小堀、田中:杭頭結合部の応力伝達に関する研究(中詰めコンクリートの効果について)、土木学会第43回年次学術講演会講演概要集、I-251(pp.556~557)、1963.10.

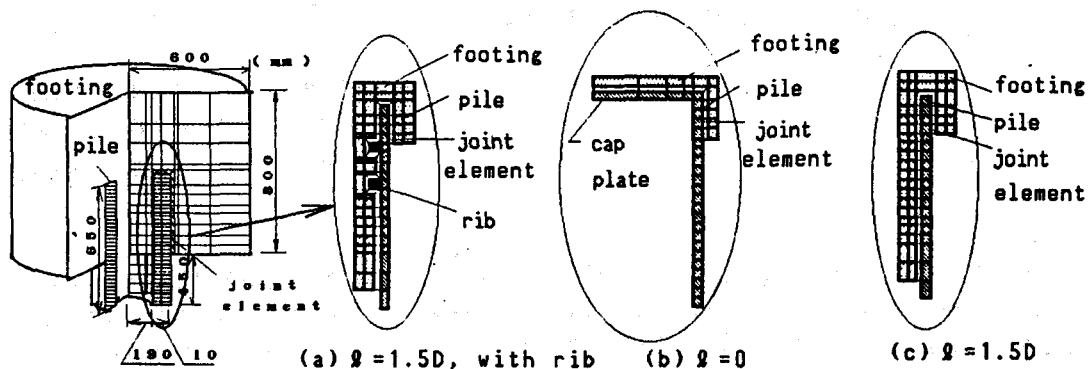


図2 解析モデル詳細図



図1 モデル図

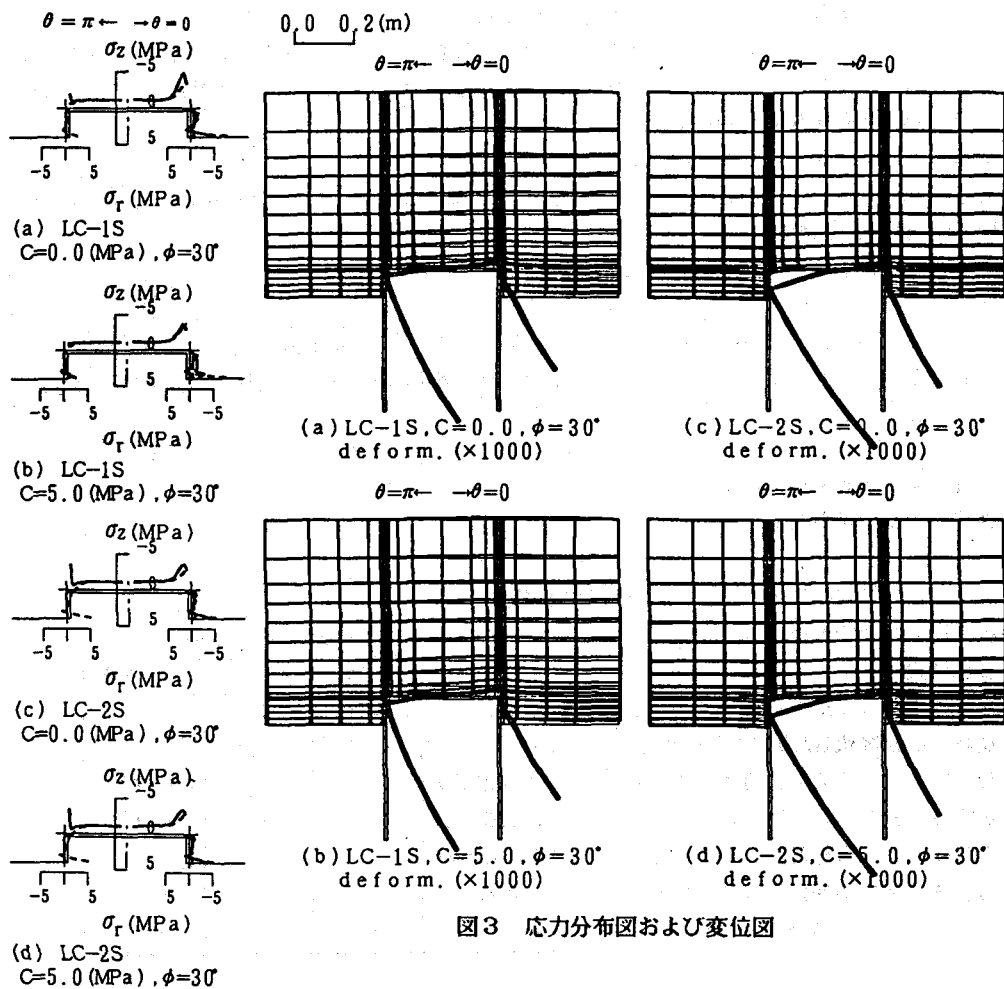


図3 応力分布図および変位図