

金沢大学大学院	学生員	太田良二
金沢大学工学部	正 員	小堀為雄
金沢大学工学部	正 員	近田康夫

1. はじめに

杭基礎を有する構造物において、杭頭部とフーチングの結合部は結合部に生じる応力に対する安全性を十分考慮し、荷重が円滑に伝達されるように設計されなければならない。近年、杭頭結合部の合理的な設計法の開発が急がれているが、特にこの箇所は断面が急変し構造上の弱点となりやすい部分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。

本研究は解析的手法により杭頭結合部の応力伝達機構および破壊等の諸性状を解明するために、有限要素法を用いて弾塑性解析を試みるものである。なお、杭頭結合部は軸対称物体としてモデル化し軸力のみが作用する場合について解析を行った。

2. 解析モデルおよび解析条件

解析モデルを図-1に、杭頭結合部の回転断面を図-2に示す。杭は外径40cm、肉厚10mmの鋼管杭とした。フーチングへの埋込み長さは杭径に等しい。また、フーチングは厚さ80cmで無筋とした。境界条件は杭軸から半径 $R=90\text{cm}$ の位置でフーチングを R 方向に固定し、その上端では R 、 Z 両方向に固定する。Case 1は蓋板のない場合、Case 2は厚さ22mmの蓋板がある場合である。鋼管およびフーチングコンクリートのヤング率をそれぞれ $210,000\text{kg/cm}^2$ 、 $26,000\text{kg/cm}^2$ 、ポアソン比を0.30、0.17とした。鋼管は降伏応力度 $4,100\text{kg/cm}^2$ として Von Mises の降伏条件を適用し、フーチングは粘着力 40kg/cm^2 、内部摩擦角 45° として Mohr-Coulomb の降伏条件を適用した。Case 2の蓋板には鋼管と同じ特性を用いた。軸力は $160\text{t} \Rightarrow 240\text{t} \Rightarrow 320\text{t} \Rightarrow 360\text{t} \Rightarrow 400\text{t}$ とし、杭先端に作用させた。

3. 解析結果とその考察

*変形(図-3) 杭の部分に注目するとフーチング下面の位置①で内側に、さらに下方②では外側に变形する。杭の抵抗力がフーチングの抵抗力と比較して小さい場合、②の部分で座屈が生じる。Case 2の場合も図のCase 1の場合と同様の变形であるが、①の部分での内側への变形はより顕著になった。これは中埋めコンクリートがないために拘束力が小さくなったことによるものと思われる。

*降伏状況(図-4) 降伏発生荷重はCase 1では 320t 、Case 2では 240t で、発生位置はともにフーチング下面の杭外周付近である。フーチング部においては荷重に対する抵

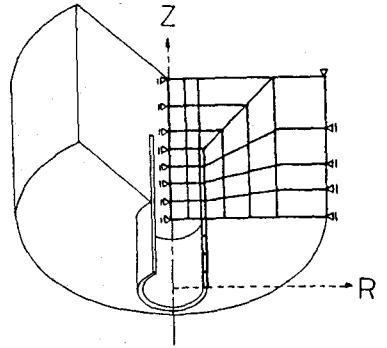


図-1 解析モデル

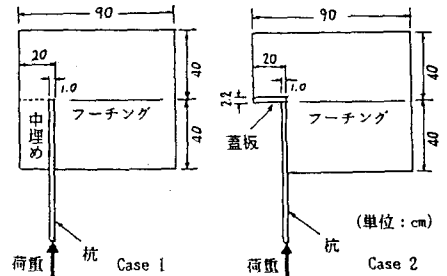


図-2 回転断面

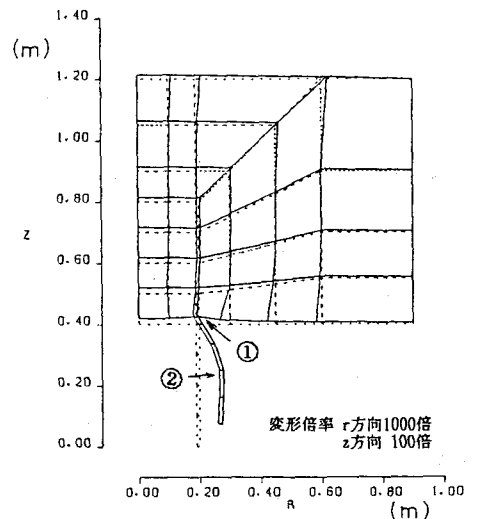


図-3 変形図 (Case 1 ; 320t)

杭はCase 1 では杭の上端部と内・外周部で受け持つことになるが、蓋板のあるCase 2では中埋めがないので杭の内周部での摩擦がなくなり、その分杭の上端部と外周部での負担が大きくなる。Case 2の降伏発生荷重がCase 1の場合よりも小さくなったのはこのためであると考えられる。また、この図から降伏発生の後荷重の増加に伴って降伏領域が拡大したことがわかる。Case 1ではさらにフーチングの上面に降伏が生じているが、これは荷重によってフーチング全体に曲げが働いたためである。

*フーチング内の主応力分布(図-5) 図は要素内のガウス積分点における主応力状態を示したものである。断面変化点であるフーチング下面の杭周辺で応力が集中している。杭とフーチング間での応力伝達はこの場合、杭の周面の摩擦力の影響が大きく杭の上端部での伝達が比較的小さくなっている。これは杭とフーチングの境界での剝離やすべりを考慮していないからで、荷重に対して付着力が十分であると仮定した場合に相当する。杭の直上での応力分布に注目すると杭軸付近よりも杭肉厚部の真上の応力の方が大きく、ピークになっている。Case 2では中埋めがないためにピークは鋭くなり、Case 1では応力はなめらかに分布する。この応力は上方にいくに従って分散しているのがわかる。

4. まとめ

解析結果から杭頭結合部では杭の周面の摩擦が応力伝達に大きな影響を及ぼしていることがわかった。これは種々の実験報告⁽²⁾と一致するものであり、解析との対応がとれた。今後はさらに実際のものに近づけるため、杭周面の付着力の影響や鉄筋を配置した場合などを検討する必要があると思われる。

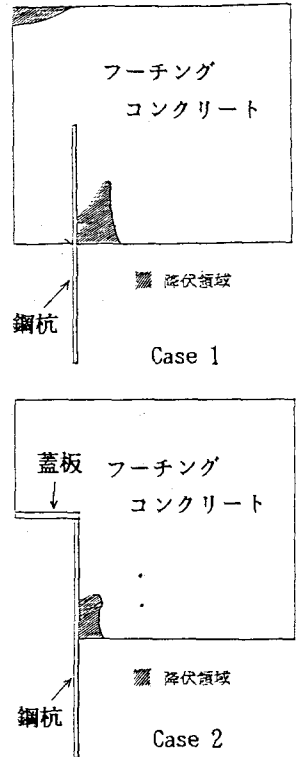


図-4 降伏領域 (400t)

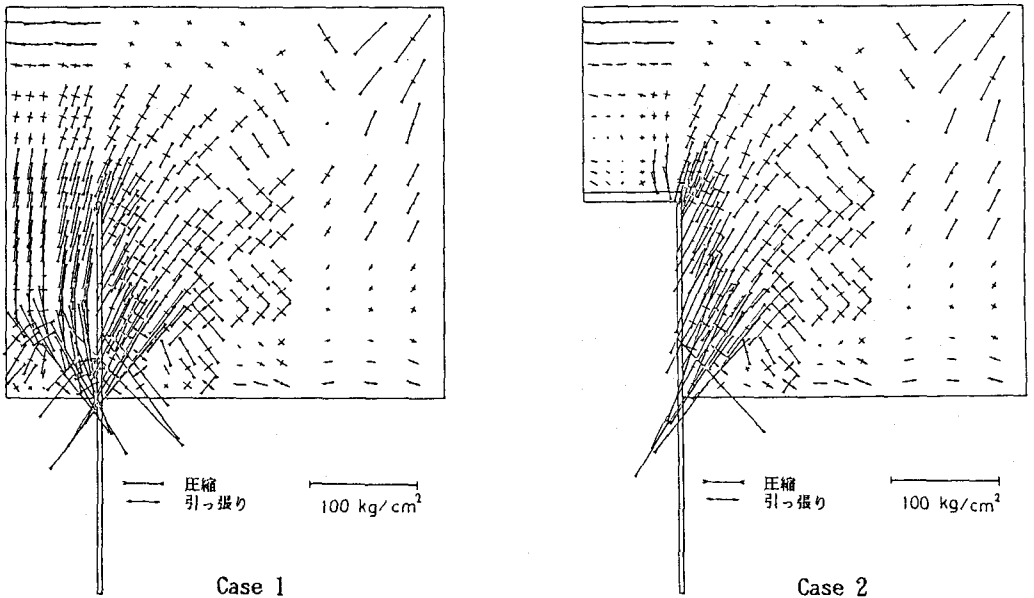


図-5 主応力図 (320t)

《参考文献》

- (1)E.Hinton, O.R.J.Owen: Finite Elements in Plasticity, Pineridge, 昭和55年 (2)福井次郎他: くい頭結合部の耐力に関する模型実験, 第36回土木学会年次学術講演概要集, III-307, 昭和56年 他