

金沢大学工学部 正会員 小堀為雄

金沢大学工学部 正会員 ○近田康夫

1. はじめに

杭頭-フーチング結合部は、その構造的な重要性にもかかわらず、応力伝達機構等不明な点が多いとされ合理的な設計方法確立のために主として実験的研究が多くなされている¹⁾。筆者らは、杭頭結合部の安全性や設計方法の妥当性の検討には、数値計算によるパラメトリック・スタディが有効な手段の一つであるとの観点から、有限要素法を用いての応力解析を試みてきている²⁾。本報告では、道路橋示方書³⁾に規定されている結合方法Aを対象として、軸力及び水平力の作用下での杭頭結合部のフーチングコンクリートの応力分布に対する中詰めコンクリートの効果を検討し、若干の考察を行う。

2. 解析対象及び解析方法

解析の対象とした結合方法Aとは、杭をフーチング内に杭径以上埋込み、その埋込み部を持って杭頭拘束モーメントに抵抗させる方法である。鋼管杭では、杭頭頂部に蓋板を取りつけることに成っているが、近年の研究では、杭頭側面の杭-フーチング間の付着による応力緩和効果が極めて大きいことから、蓋板の効果に対する疑問とともに、中詰めコンクリートの有効性へ目が向けられている。

筆者らの過去の解析から、杭頭結合部における水平支圧応力分布に対して軸力が大きく影響することが明らかとなっているので、中詰めコンクリートの中詰め長と軸力をパラメーターにとって解析を行うことにした。杭頭結合部は、図-1に示すようにモデル化した。図-1には中詰めコンクリートの中詰め長が杭径に等しい場合の有限要素分割も示している。杭はP C杭を想定し、表-1に示すように4つの荷重条件及び3つの中詰め長の計12通りの計算を行った。なお、杭-フーチング間の境界面は連続とし、剥離や滑りが発生する以前を解析対象とした。

解析は、杭頭結合部を、非軸対称荷重を受ける軸対称体として行った。すなわち、3次元円筒座標系において、変位及び荷重を円周方向にフーリエ展開すれば、三角関数の直交性から平衡式はフーリエ次数ごとにフーリエ係数に関する連立方程式に分離される。フーリエ次数ごとに近似2次元解析を行い、結果をフーリエ級数合成すれば回転軸を含む任意の断面についての3次元解が得られるのである。この解析手法を杭頭結合部の応力解析へ適用することの妥当性は、実験結果との比較から黒正ら⁴⁾により示されている。

3. 解析結果及び考察

解析結果の一部を図-3～図-5に示す。各図は杭頭頂部におけるフーチングコンクリートの垂直支圧応力 σ_z の分布を、中詰めコンクリートの中詰め長の値によって分けて示している。応力分布を示す線に付けた数字は表-1中のRun NO. に対応している。

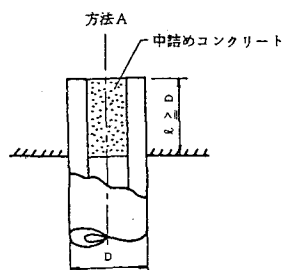


図-1 結合方法A

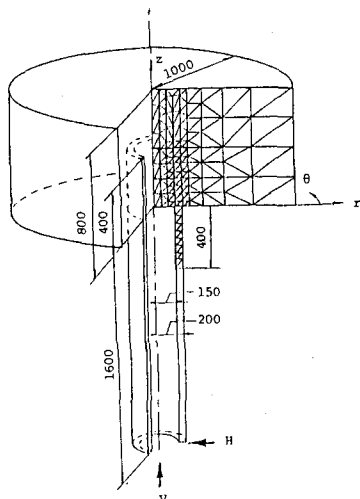


図-2 解析モデル及び有限要素分割

図—3～図—5を比較すると、中詰めコンクリートの無い図—3では、杭肉厚部での応力集中画見られる。

また、中詰め長が杭径 D 及び $1.875D$ である図—4、5では応力分布に殆ど差は見られない。従って杭径程度中詰めコンクリートを入れれば、 σ_z の緩和には十分であるといえよう。

紙数の関係から他の応力成分や杭頭側面の応力分布の図は省略するが、傾向としては、杭頭側面の応力分布は中詰め長が杭径 D 及び $1.875D$ である場合には殆ど差は見られない。

また、中詰めコンクリートの無い場合、 σ_r 以外の応力成分は、中詰めコンクリートの有る場合よりも大きな値となり、杭頭側面においても中詰めコンクリートが応力緩和に有効であることがわかる。

4. 結言

有限要素法を用いて、杭頭結合部における応力分布に対する中詰めコンクリートの影響を検討し、中詰めコンクリートが応力緩和に有効であることが確かめられた。

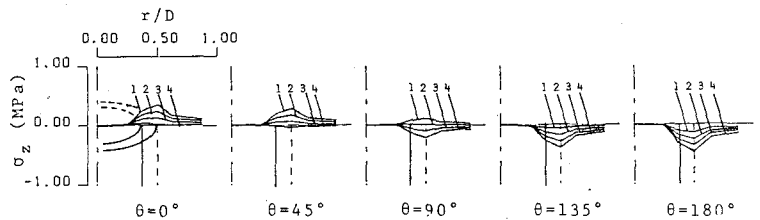
しかし、より実的な提言を行うには、水平力やモーメントの杭頭結合部における応力分布に対する影響や、杭—フーチング間で剥離や滑りが発生した以後の解析等が必要であろう。

なお、数値計算には、金沢大学計算機センター設置の FACOM M-170F を使用した。

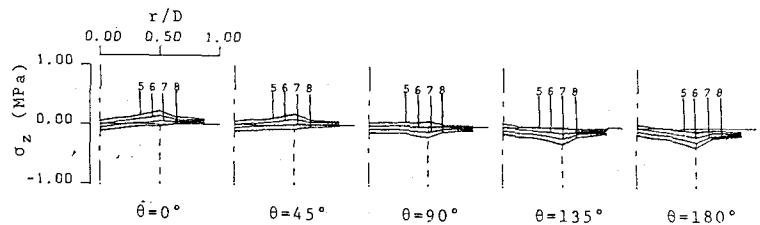
表—1 解析条件

Run No.	H	V/H	D (m)	中詰め長 (m)
1	1.0tf = 9.8kN	- 5.00	0.4	0.0
2	1.0tf	0.00	0.4	0.0
3	1.0tf	5.00	0.4	0.0
4	1.0tf	10.00	0.4	0.0
5	1.0tf	- 5.00	0.4	0.4 = 1.0D
6	1.0tf	0.00	0.4	0.4
7	1.0tf	5.00	0.4	0.4
8	1.0tf	10.00	0.4	0.4
9	1.0tf	- 5.00	0.4	0.75 = 1.875D
10	1.0tf	0.00	0.4	0.75
11	1.0tf	5.00	0.4	0.75
12	1.0tf	10.00	0.4	0.75

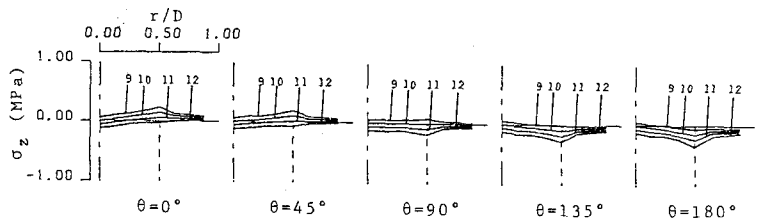
$E_c = 270000 \text{ kg/cm}^2$ (26.5GPa), $\nu_c = 0.17$
 $E_p = 400000 \text{ kg/cm}^2$ (39.2GPa), $\nu_p = 0.17$



図—3 杭頭頂部 σ_z 分布 (中詰めコンクリート無し)



図—4 杭頭頂部 σ_z 分布 (中詰め長 = D)



図—5 杭頭頂部 σ_z 分布 (中詰め長 = $1.875D$)

参考文献

- 1) たとえば 福井ほか：くい頭結合部の耐力に関する模型実験 第36回土木学会年次大会 IIII-307 1981
- 2) 近田、小堀：杭頭結合部のFEMを用いた応力解析 土木学会中部支部研究発表会 I-30 1983
- 3) 道路橋示方書・同解説IV下部構造編 日本道路協会 1980
- 4) 黒正ほか：水平力を受ける杭と基礎の結合部に関する研究(その3) 日本建築学会大会学術講演梗概集 pp. 2735—2736 1983