

III-66 新しい鋼管杭の杭頭結合方法について

建設省土木研究所 正員 福井 次郎
同 上 正員 大志万和也

1. まえがき

杭基礎において杭とフーチングの結合部(以下杭頭結合部)の設計については、道路橋示方書 IV 下部構造編(以下道示)において杭頭固定として設計するのが原則となっており、方法A,方法Bの2種類の結合方法が例示されている。しかし鋼管杭の場合、蓋板の効果、鉄筋の溶接性、施工性等に問題があり、より簡便で合理的な結合方法の開発が望まれていた。筆者らはこれまで主に方法A,方法Bを基本として種々のパラメータを変化させた杭頭結合部模型の載荷実験を実施してきた¹⁾²⁾。その結果、方法A,方法Bにかわる新しい結合方法の可能性についてある程度の見通しが得られた。そこで今回、新しい結合方法の概要を示すとともに、いくつかの補足実験を実施したので、その結果について報告するものである。

2. 新しい結合方法の概要

文献1), 2)の実験の結果、①杭頭結合部の押抜きせん断耐力には蓋板の有無はほとんど影響せず、鋼管とコンクリートの付着によるせん断力が主要因である。②蓋板を用いた場合、水平荷重作用時に鋼管が座屈する可能性がある。③鉄筋かごを鋼管内に埋込む結合方法は水平荷重に対して方法Bと同程度の耐力を有することなどが明らかとなった。そこで、上記の実験結果、現行の結合方法の特徴、施工性等を勘案して図-1に示す新しい結合方法を提案する。新方法Aは方法Aに準ずるものであり、杭をフーチングに杭径程度埋込み、蓋板のかわりにずれ止めを鋼管に取付けて軸力を分散させようとするものである。また、新方法Bは方法Bに準ずるものであり、杭をフーチングに10cmだけ埋込み、杭体内鉄筋かごおよびずれ止めを用いて補強するものである。

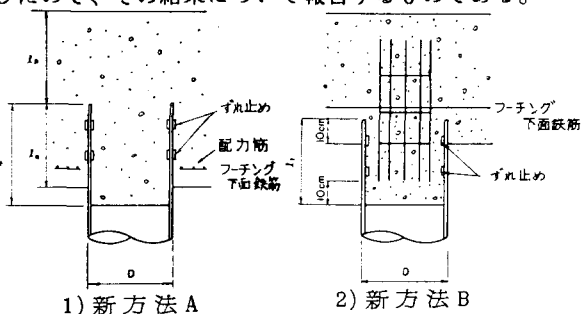


図-1 新しい杭頭結合方法

表-1 試験体の種類

No.	杭 寸 法 (mm)	リ			
-----	---------------	---	--	--	--

* 杭頭からのずれ止め取付け位置

表-2 ずれ止め支圧応力度

No.	支圧応力度 (kg/cm ²)
1	1119 951
2	1085 1022
3	1064 1099
4	1057 987
5	1088 952
6	901 864
7	907 1043
8	884 907
9	839 884
10	1471

3. 鋼管の中詰めコンクリート押抜き実験

新しい結合方法では鋼管にずれ止めを取付けるようになっているが、これは鋼管とコンクリートの付着によるせん断力が不確実であるため、ずれ止めによってせん断力を伝達させようとするものである。しかし、ずれ止めによるせん断耐力の大きさは不明である。特に、鋼管内面のずれ止め付近のコンクリートは単なる一面せん断応力状態ではなく、鋼管のフープ応力が加わった三軸応力状態となる。そこで、ずれ止めを取付けた鋼管の中詰めコンクリートの押抜き実験を実施した。実験は鋼管内にずれ止め(リブ)を溶接し、鋼管外径と同じ長さの中詰めコンクリートを打設した試験体を製作し、コンクリート上面に一樣荷重を加えて押抜いた。試験体は表-1に示すように5つのパラメータを変化させた10ケースを各2体、計20体製作した。表-2は荷重-コンクリート変位曲線において曲線が初期勾配から離れ始めるときのずれ止めの支圧応力度(上記荷重をずれ止め前面の面積で除した値)をまとめたものである。各試験体の値はほぼ同じであり、中詰めコンクリートから鋼管への荷重の伝達はずれ止めと中詰めコンクリートの支圧応力

度で照査できることがわかる。鋼管内は三軸応力状態であるため、表の値は一軸圧縮強度(400~460kg/cm²)の約2倍の大きさとなっているが、実際の荷重状態では曲げによって支圧応力が一部分に集中することも考えられるため、許容応力度は道示に準じて0.5 σ_{ck} 程度でよいのではないかと考えられる。

4. 水平力に対する杭頭結合部の耐力に関する補足実験

前回の模型実験²⁾の結果、鉄筋かごを杭体内に埋込む結合方法(新方法B)の実用化の見通しが得られた。しかし、このときの試験体数はわずか1体であり、しかも模型も小規模であったため必ずしも十分な検証であったとは言い難い。そこで今回、規模の大きい実験を実施し、新しい結合方法の安全性を再確認することとした。紙面の都合上、試験体一般図は割愛するが、前回の実験の模型と同様の形状をしており、鋼管は $\phi 406.4 \times t 12.7$ (SKK41)、ずれ止め(リブ)は $t 9 \times b 25$ (SS41)、鉄筋かごはD16(SD30)を用いた。試験体は4体製作した。各試験体の結合部詳細図を図-2に示す。M-1~3は新しい結合方法によるもので、ずれ止めの段数、鋼管内への鉄筋かごの埋込み長を変化させた。M-4は方法Bに相当するもの(ただし蓋板なし)であり、新しい結合方法との比較のためのものである。載荷方法は前回の実験と同様、試験体の上下を逆にしてフーチングを固定し、フーチング表面から170cmの位置の鋼管部に水平荷重を静的に加えた。図-3に各試験体の荷重-杭頭回転角関係を示す。杭頭回転角はフーチング表面から10cmの高さの鋼管部に治具を溶接し、変位計2台を50cm間隔で取付け、両者の相対変位から算出した。新しい結合方法によるM-1~3はM-4に比べて初期勾配、最大耐力ともやや小さくなっている。これは両者の鉄筋かごの径の差によるものと考えられる。しかし、新しい結合方法でも設計上は十分な剛性、耐力を有しているものと考えられる。図-4にM-1~3の荷重とフーチング表面位置における鉄筋ひずみの関係を示す。同図に鉄筋かごからかぶりを10cmとした仮想鉄筋コンクリート断面の計算値を示す。計算値は実験値とあまりあっていないが、中間荷重段階における曲線の勾配はほぼ等しく、かつ計算値が安全側であることから、鉄筋の応力度照査は方法Bと同様の方法でよいのではないかと考えられる。

5. あとがき

新しい結合方法の詳細な設計方法については現在、道路協会下部構造小委員会および下部構造便覧委員会で検討中であり、その結果は近く出版予定の杭基礎設計便覧に載せる予定である。

最後に、中詰めコンクリート押抜き実験を担当した南 邦明氏(飛鳥建設)ならびに協力いただいた鋼管杭協会に謝意を表す。

【参考文献】 1)第36回土木学会全国大会,Ⅲ-307 2)第38回土木学会全国大会,Ⅲ-309 3)第38回土木学会全国大会,Ⅲ-313

4)大志万,福井:新しい鋼管杭の杭頭結合方法,土木技術資料 27-1,1985

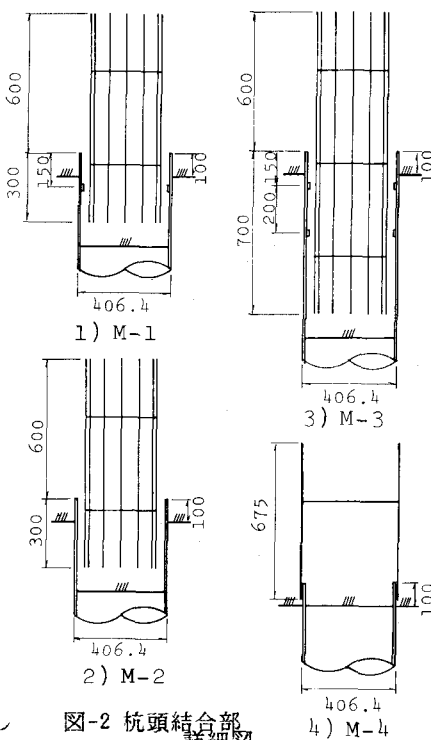


図-2 杭頭結合部詳細図

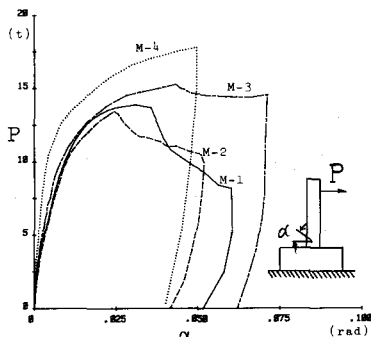


図-3 荷重-杭頭回転角関係

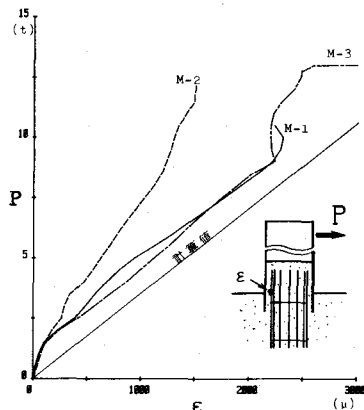


図-4 荷重-鉄筋ひずみ関係