

III-351 新しい杭頭結合法による鋼管杭の水平載荷試験

鋼管杭協会 正員 ○ 田崎 和之
同 福屋 智亘
同 加藤 敏

1. はじめに

従来、道路橋基礎等の杭頭構造は「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会 昭和55年5月）によっていたが、現在は「杭基礎設計便覧」（日本道路協会 昭和61年1月）（以下「便覧」という）に基づいて設計している。新しい杭頭結合法は丸蓋十字方式をずれ止め方式に変更すると共に、杭頭部補強鉄筋を溶接方式から籠方式に変更しているが、杭頭部を鉄筋籠方式にすることにより、杭頭設計における仮想鉄筋コンクリート柱の径が小さくなり、設計上溶接方式に比べ曲げ耐力が低く計算される。そこで、本試験では杭頭結合部の実際の耐荷挙動を把握することを目的として試験を行った。

2. 試験内容

(1) 試験体：試験体は図-1に示すようなフーチング付きの鋼管杭試験体を製作した。試験体の種類は表-1に示すように「便覧」による鉄筋籠方式と鉄筋溶接方式の2種類とした。鉄筋籠方式は鉄筋により耐力が決定されると思われたため、大荷重におけるコンクリート挙動を確認するため高強度鉄筋を使用した試験体も製作した。なお、鉄筋量は全て同一とし「便覧」で示されるずれ止めは1段（PL t12）とした。

(2) 荷重方法：図-2に示すように、試験体は実際の構造物と上下逆にして鋼管杭頂部を水平に荷重した。フーチングコンクリートは移動、回転しないように固定した。

(3) 測定項目：測定項目は以下のとおりである。

- ① 荷重荷重
- ② 鋼管杭の鉛直、水平変位（荷重点、埋め込み部）
- ③ 鋼管杭、コンクリートおよび鉄筋の各ひずみ
- ④ コンクリートのひび割れ進展状況

3. 材料試験結果

試験に使用した鋼材およびコンクリートの性状を表-2、表-3に示す。コンクリートの諸値は試験実施時に圧縮試験をした値である。

4. 試験結果および考察

(1) 荷重-変形：図-3に各試験体の荷重変形曲線を示す。各試験体共、降伏以降の変形能力は良好であった。短期設計荷重レベルの荷重点水平変位は1~2mm程度と非常に小さな値であったが、鉄筋溶接方式は鉄筋籠方式の変位量の1/2程度であった。

(2) 耐力：試験結果による鉄筋降伏荷重、最大耐力および仮想鉄筋コンクリート柱による計算上の鉄筋降伏計算荷重を表-4に示す。計算値は仮想鉄筋コンクリート柱の範囲を鋼管に対するかぶり厚 K_p で表現し、 $K_p=0.5, 10\text{cm}$ に変化さ

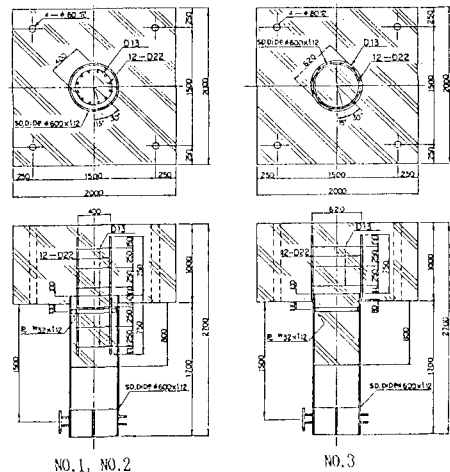


図-1 試験体形状

表-1 試験体の種類

試験体 No.	結合方式	鉄筋量	鉄筋の筋径 ϕS (mm)	内 容
1	鉄筋籠方式	12-D22 (使用鋼管 $\phi 600 \times t12$)	400	便覧に基づき、鉄筋籠を鋼管内に埋込み定着。 (鉄筋はSD30)
2			400	1に同じ。 ただし、鉄筋はSD40を使用
3	鉄筋溶接方式		620	鉄筋を鋼管外周に溶接。 (鉄筋はSD30)

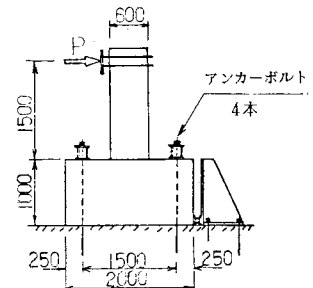


図-2 荷重方法

せ、コンクリートの許容応力を無視して計算したものである。

試験体の最大耐力はNO.1試験体と比べるとNO.2試験体は鉄筋強度増により約20%の耐力増、NO.3試験体は籠径増により約30%の耐力増であった。また、図-3から判断する杭頭部降伏荷重と表-4の鉄筋降伏荷重がほぼ一致していることから杭頭部耐力は鉄筋により影響を受けると考えられる。(「便覧」の設計では一般にコンクリートの曲げ圧縮により設計が決まる。)なお、表-4の鉄筋降伏計算荷重に対する計算上のコンクリートの発生応力はNO.1試験体で160~170 kg/cm²、NO.2試験体で120 kg/cm²程度であった。

(3) ひずみ挙動: 鉄筋の最大ひずみは引張側の鋼管杭端部付近にあり、コンクリートの最大ひずみは圧縮側の鋼管杭肉厚直上にあった。この部分における鉄筋とコンクリートの荷重とひずみの関係を試験値と計算値を比較して図-4に示す。図-4で実線の(Kp=0)が「便覧」の設計値である。短期設計荷重において鉄筋の計測応力値は設計値の0.5程度であるがコンクリートでは0.1以下である。コンクリート応力が小さいのはマスコンクリートの杭頭拘束効果によるものと考えられる。また、コンクリートのひずみ分布より、コンクリート発生応力の影響は鋼管杭の外側10cmまでであった。なお、鉄筋溶接方式は鉄筋籠方式に比べP=20TON時の鉄筋ひずみは25%、コンクリートひずみは50%小さかった。

5. まとめ

①「便覧」の設計ではコンクリート応力がクリティカルになっているが、フーチングのマスコンクリートの拘束効果などにより、コンクリートの発生応力は小さく、コンクリートは杭頭設計に大きな影響を与えない。

②「便覧」の設計は仮想鉄筋コンクリート柱の直径を鋼管径(Kp=0cm)としているが、今回の実験では、短期設計許容応力時の計算値は実測値に対して鉄筋応力は1.5倍、コンクリートは8倍の安全性がある。

6. あとがき

本試験により、杭頭のコンクリートおよび鉄筋の挙動が把握された。本試験結果が杭頭設計の参考となれば幸いである。なお、本試験に際して建設省土木研究所基礎研究室の方々に御指導頂いたことに深く感謝の意を表します。

表-2 鋼材の性状 (n=2)

材 料	材 質	降伏点 (kg/cm ²)	引張強さ (kg/cm ²)	伸び (%)
φ600×t12	SKK 41	3500	5100	40.0
D13	SD 30	3880	5730	25.2
D 22	SD 30	3770	6010	18.2
D 22	SD 40	4290	6090	25.0

表-3 コンクリートの性状 (φ100×h200 シリンダー: n=3)

圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	ヤング率 (kg/cm ²)	ポアソン比	適用試験体
40.0	3.3	3.32×10^5	0.172	Ⅵ-1
37.2	3.0	3.43×10^5	0.179	Ⅵ-2
40.6	2.9	3.40×10^5	0.187	Ⅵ-3

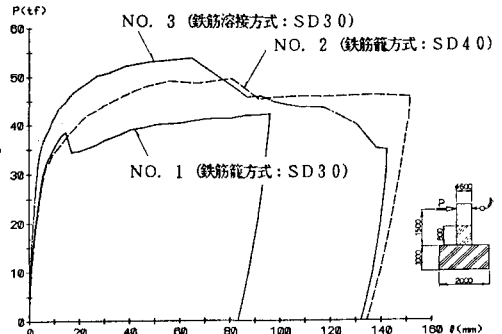


図-3 荷重-載荷点変位

表-4 耐力一覧

試験体 Ⅵ	籠 径 φs (cm)	鉄筋降伏荷 重 (ton) ④	最大耐力 (ton)	鉄筋降伏計算荷重 (σ _s = 3770 kg/cm ²)		⑤/④
				KP (cm)	(ton)	
1	40	3.35	4.20	0	1.62	0.48
				5	1.90	0.57
				10	2.24	0.67
2	40	3.15	4.95			
3	62	3.45	5.40	10	2.47	0.72

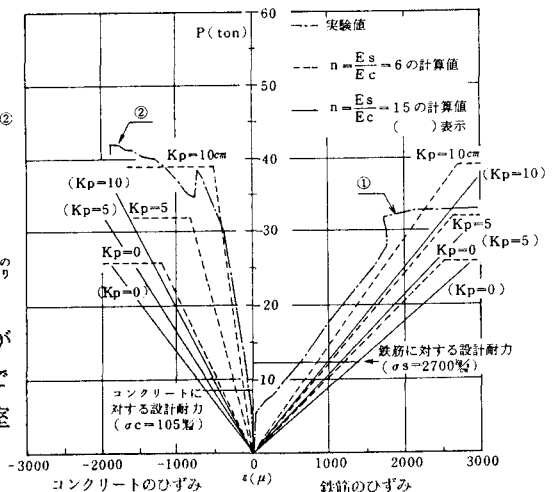
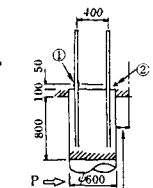
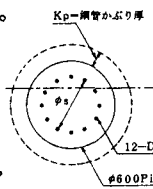


図-4 荷重-ひずみ図