

川崎製鉄株式会社 正会員 木村 保
 — " — 三好 勇
 ○ — " — 正会員 福若 雅一

1. はじめに

鋼管にコンクリートを充填した複合鋼管は、鋼管の靱性とコンクリートの剛性を利用することにより、鋼管の弱点である局部座屈とコンクリートの弱点である脆性破壊を防止する合理的な構造物である。鋼管にコンクリートを注入し、遠心力形成、高温高压養生を施した中空円環断面の鋼管コンクリート杭については、設計指針が作成され、建築基礎の分野で使用されている。複合鋼管の特徴は、鋼管とコンクリートの付着抵抗を増大させ、両者の一体性を確保することにあるが、現場打コンクリートの場合単にコンクリートに膨張材を混入しただけではその付着抵抗は鋼管表面の状態や施工条件に大きく左右されるので信頼性に乏しい。その意味では上述の既製杭は一歩進んだ複合杭と言えるが、製造設備や輸送方法を考慮すると杭径、杭長が制限される。そこで著者らは現場でコンクリートを打設しても鋼管表面の状態や施工条件にかかわらず付着抵抗を増加させる方法として鋼管表面に突起を施した新形成の鋼管（以下、縞鋼管と記す）を開発した。縞鋼管のコンクリートとの静的および疲労付着については文献²⁾に報告したが、ここでは縞鋼管にコンクリート全充填した複合鋼管の室内曲げ実験および、現場水平載荷試験を実施したのでこの結果について報告する。

表.1 供試体仕様

供試体No	縞鋼管	長さ(m)	中詰コンクリート
1	φ600×t9	10.0	無
2	φ600×t9	10.0	$\sigma_c = 350 \text{ kg/cm}^2$
3	φ600×t9	10.0	$\sigma_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, 膨張材

2. 室内曲げ試験

2-1 試験概要 実験に使用した供試体の仕様を表・1に示す。表中No. 2およびNo. 3供試体は、現場において後述の水平載荷試験に用いたのと同じコンクリートを打設後、引き抜いたものである。載荷は、図・1に示す様に、間隔1.6 mの中央対称2点載荷方式を用い、各荷重段階における縞鋼管のひずみ、載荷区間のたわみ等を測定した。

2-2 試験結果と考察 図2に支間中央のたわみδと曲げモーメントMの関係を示す。鋼管の引張応力が 1400 kg/cm^2 に達した時の支間中央部のたわみδから求めた曲げ剛性は、No. 2供試体で $2.04 \times 10^{10} \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$ 、No. 3供試体で $2.24 \times 10^{10} \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$ である。これは、コンクリートの引張応力を無視したRC断面としての計算値 $2.0 \times 10^{10} \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$ ($E_c = 350 \text{ kg/cm}^2$)の1.02倍、1.12倍であり、平鋼管にコンクリートを充填した実験値³⁾もRC断面としての計算値とほぼ同等であることから縞鋼管を用いることにより、曲げ剛性は、平鋼管を用いた場合の約1割程度増加するものと考えられる。

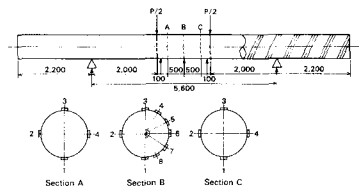


図.1 供試体形状寸法と載荷位置

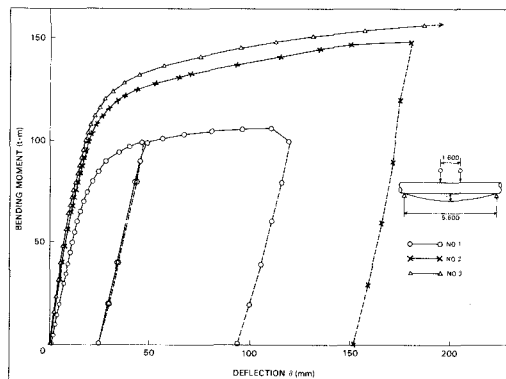


図.2 荷重～変位曲線

3. 現場水平載荷試験

3.1 試験概要 現場においてコンクリートを打設した中詰締鋼管杭の水平耐力を把握するために、水平載荷試験を実施した。試験位置の柱状図および試験杭の仕様を図.3に示す。

試験杭は、いずれも上杭 ($L=20m$) に締鋼管を使用し、No. 2杭には、 $\sigma_c=210\frac{kg}{cm^2}$ 、No. 3杭には、 $\sigma_c=350\frac{kg}{cm^2}$ のコンクリートを、杭頭より11mの間隔に打設した。載荷方式は土質工学会「杭の鉛直載荷試験基準・同解説」に基づき、多サイクル載荷A方式とした。

3.2 試験結果および考察 図.4に荷重～杭頭水平変位曲線を示す。水平荷重が60tの時、中詰を施したNo. 2およびNo. 3杭の水平変位は、No. 1杭のそれぞれ、74%・70%であり、この時の鋼管の最大引張応力度は、両者とも、 $1500\frac{kg}{cm^2}$ 程度で、本試験における荷重レベルでは、コンクリート強度の差による影響は小さいと考えられる。図.5は、室内曲げ試験より得られた曲げ剛性EIを用いて、Changの式から求めた曲げモーメントとひずみ値より求めた値を比較したものである。

最大荷重を鋼管の引張ひずみが1000μ以内である様に制限したため、杭本体の曲げ剛性は一定であると仮定した。また、地盤の水平反力係数は、各荷重段階について、No. 1杭の杭頭変位から逆算した値を用いた。No. 1杭については、両者の値はよく一致しているが、No. 3杭は荷重が増大するにつれてひずみ値より求めた方が大きな値を示し、最大曲げモーメントの発生点も上方へ移動している。これは、EIが一定と仮定したためであり、杭本体の非線形性を考慮すれば、両者は比較的良好一致する。

4. おわりに

以上、室内曲げ試験により中詰締鋼管杭の曲げ耐力を明らかにし、現場水平載荷試験によりほぼ期待通りの剛性が得られることを確認した。これにより、締鋼管を用いた場所打ち中詰杭では、コンクリートの剛性を考慮することが可能であると考えられるがコンクリート強度の影響、膨張材の効果等不明な点も多く、今後明らかにしていくことが必要である。

【参考文献】

- 1) 国土開発技術研究センター SC杭設計指針(1980)
- 2) 加藤 昭, 締鋼管の製造とその特性, 川鉄技報Vol.12, No.1(1981)
- 3) 佐藤 昭, 締鋼管にコンクリートを充填した合成鋼管の力学特性, オ3回コンクリート工学年次講演集(1981)

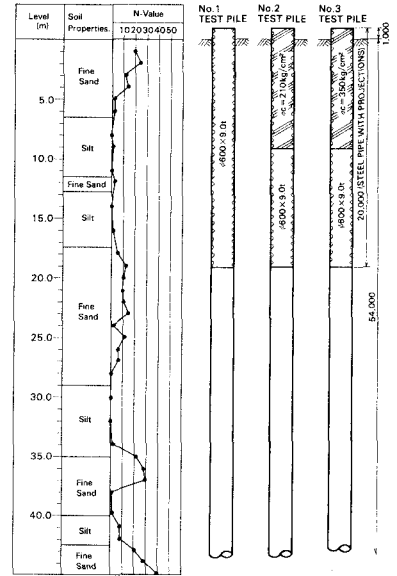


図.3 柱状図および試験杭仕様

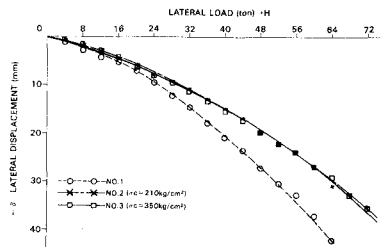


図.4 荷重～杭頭水平変位曲線

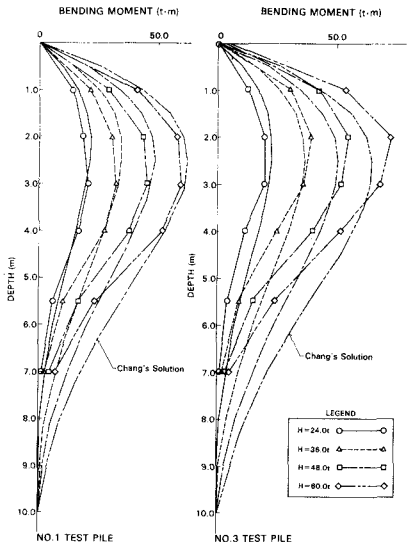


図.5 地中部曲げモーメントの比較