

# PC 杭を用いたパイルベント基礎耐震補強に関する検討 ーコンクリート・鋼板合成杭曲げ耐力試験結果解析ー

（株）白石 天野 明  
正会員 青柳 守  
正会員 ○小山 良浩

## 1. はじめに

パイルベント橋脚は、数本の杭を1列に打ち込み、杭頭をつなぎ梁で連結することにより一体化し、上部工からの荷重を杭のみで支持する基礎構造である。このことから、橋軸方向は、杭本体の剛性に依存しており、大規模地震時には過大な変形や杭体の耐力不足が懸念されている。そこで、平成11年度から杭体を直接補強し耐震性を高めることを目的としてパイルベント橋脚の耐震補強工法（SSP工法）の開発を行ってきた。

本工法の施工方法は、パイルベント橋脚の杭体に一回り大きな径の補強鋼板を巻立て、地中部は圧入装置にて耐力が不足している位置まで圧入を行う。その後、既設杭と補強鋼板の間に無収縮不分離のモルタルを充填することで、既設鋼管との一体化をはかるものである。平成12年度には、「既設基礎の耐震補強技術の開発に関する共同研究」において鋼管杭を対象とした曲げ耐力試験を実施した。今年度は、PC・RC杭などのコンクリート杭を対象とした曲げ耐力試験を実施し、補強鋼管の力学的挙動の確認を目的とした曲げ耐力試験を実施した結果について報告する。なお、供試体は実物大の杭を用いた。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験ケース

供試体は、SSP工法により補強された補強杭を想定して、既設杭と補強鋼管の隙間にモルタル（水中不分離型無収縮モルタル）を充填した複合構造物とする。供試体の構造は、全長6.0m、補強鋼管の外径φ400mm、鋼管厚t=9mm、既設PC杭の外径φ300mm、PC杭の壁厚t=60mmとした。鋼管の材質はSS400を使用した。試験方法は、2点荷重で一方向に荷重制御で行った。

### 2.2 計測項目

計測項目は、荷重計を荷重点に1箇所、鉛直変位計を荷重点と支点および供試体の中心に6箇所、水平変位計を5箇所設置する。ひずみゲージは、軸ひずみとせん断ひずみを既設コンクリート内部のPC鋼棒と補強鋼管外縁にそれぞれ設置する（図-2）。

表-1 実験ケース

| CASE No. | CASE 1 既設杭            | CASE 2 補強体                                  |
|----------|-----------------------|---|
| 断面形状     | <p>PC鋼棒 φ10mm, 8本</p> | <p>無収縮モルタル, t=41mm<br/>補強鋼管 φ400, t=9mm</p> |

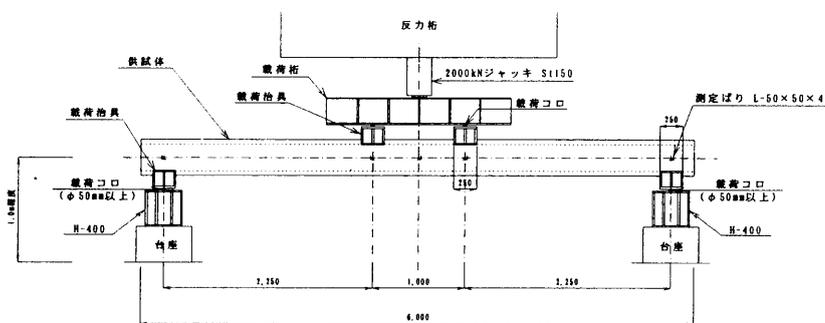


図-1 実験装置

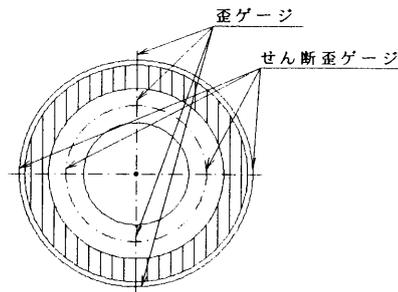


図-2 計測位置

キーワード 耐震補強, パイルベント基礎, PC杭, 曲げ荷重実験, 鋼板巻立て

連絡先 〒101-0032 東京都千代田区神田岩本町1-1-4 TEL:03-5687-8325 FAX:03-5687-6493

### 3. 実験結果

#### 3.1 補強前・後の挙動比較

図-3は、供試体中央下部に設置された変位計を用いて、荷重 $P$ ～変位 $\delta$ 曲線を示し、補強効果を比較するため、CASE 1 既設杭で同様の試験を行った結果を並べて示している。試験体の耐力を比較した結果、降伏時で12.7倍、終局時で11.1倍とそれぞれ増加しており、補強効果を確認することができた。ここで、実験値における降伏耐力 $P_y$ は両対数グラフ上において変位の急増する点とした。

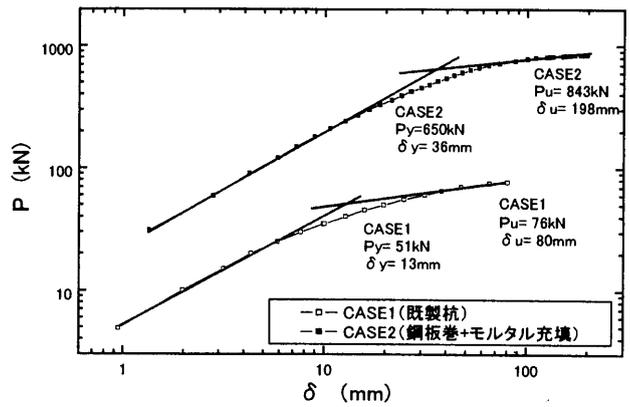


図-3 供試体の荷重 $P$ ～変位 $\delta$ 曲線

#### 3.2 計算値との比較

図-4は、実験より得られた荷重 $P$ ～変位 $\delta$ 曲線と計算値とを比較したものである。計算値は、補強杭の非線形性を考慮した梁モデルにより挙動を推定した。ここで、補強杭の $M$ ～ $\phi$ 関係は、以下の方法により設定した。曲げモーメント $M$ ～曲率 $\phi$ 関係は、補強鋼管を鉄筋に見立て、降伏状態は補強鋼管の引張最外縁が降伏ひずみ $\epsilon_{sy}$ となる状態、終局状態はモルタルの圧縮最外縁がタイプIIに対応する終局ひずみ $\epsilon_{cu}$ となる状態としてRC理論により算出した（ $\rho_s$ （横拘束筋の体積比）=0.018）。

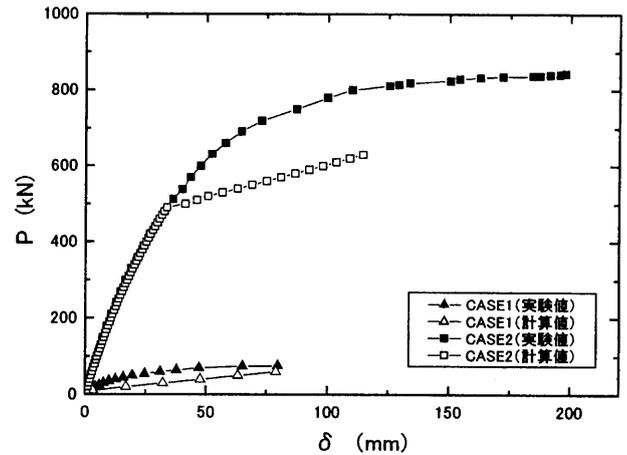


図-4 実験値と計算値の比較

実験値の降伏耐力は計算値よりも大きい値を示しているが、その要因のひとつとして、計算値の降伏状態は、引張最外縁が降伏ひずみ $\epsilon_{sy}$ に達した場合と考えているからである。

#### 3.3 ひずみの連続性

図-5に載荷点における補強断面のひずみ分布を示す。ひずみ分布は、補強後鋼管の内側鋼管と内側の既設杭のそれぞれに設置されたひずみ計の値を用いた。グラフの標記方法は、ひずみは負の値を圧縮領域、正の値を引張領域としている。この結果、載荷荷重約630kN以上まで平面保持が成り立っていることが分かる。これにより、隙間に充填したモルタルが有効に働き、外側鋼管と内側の既設杭が一体化しているが考察できる。

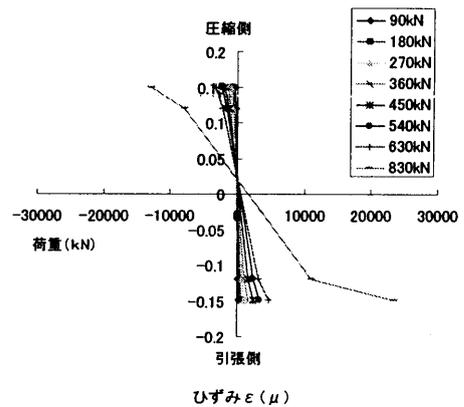


図-5 補強後鋼管のひずみ分布

### 4. まとめ

SSP工法における補強鋼管の力学的挙動の把握を目的とした曲げ実験結果について報告した。今後、さらに詳細に実験結果を分析して行くことで、PC杭により施工されたパイルベント基礎の補強工法として、より一層経済的な設計手法を確立していきたい。

### 参考文献

- 1) 秋山ほか：既設基礎の耐震補強に関する検討（その6），土木学会第55回年次学術講演会，平成12年9月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部工編，V耐震設計編，平成14年3月
- 3) 土木研究所，先端建設技術センター，(株)白石：KuiTaishin-SSP工法設計施工マニュアル，平成14年9月