

単純梁方式によるSC杭のM- ϕ 関係の評価(その2:試験結果)

既製コンクリート杭 杭基礎 二次設計

正会員	○中井 伸*	同	田中 佑二郎**
同	小椋 仁志**	同	菅 一雅**
同	関口 徹*	同	中井 正一*

1. はじめに

本報では(その1)に続き、正負交番載荷試験の結果で得られたSC杭の曲げモーメント M -曲率 ϕ 関係の評価した結果を、杭体の破壊状況と併せて比較した結果について報告する。

2. 試験結果

2.1 軸力の影響

まず、導入軸力の違いによる結果の差異について検討するため、試験 2(軸力 0)、試験 3(2800kN)および試験 5(4200kN)の3つの試験を比較する。

図1に、各試験における載荷点中央部の M - ϕ 関係を正方向の載荷ステップごとにつないだ骨格曲線(実線)、および設計で使用される強度や剛性を用いた解析¹⁾の結果(破線)を重ねて示す。曲率は、載荷点中央部のひずみ値から求めている。3つの試験の結果を比較すると、終局時の曲げモーメントには大きな違いはみられないが、曲率には違いが見られる。軸力を導入しないケースに比べ軸力を導入した値が大きいくほど場合には終局時の曲率は小さくなり、より変形が小さい段階で終局を迎えることが分かる。このように、軸力の影響により、SC杭の変形性能が大きく異なることが確認される。

一方、試験結果と解析結果を比較すると、初期剛性は概ね一致するものの、終局時の曲げモーメントや曲率には違いのあることが分かる。特に、軸力の無い場合にその違いが大きい。これは、解析では鋼管降伏後の強度増幅が見込まれておらず、また、大変形時にも杭体の断面保持が仮定されていることによるものと考えられる。

2.2 鋼管厚の影響

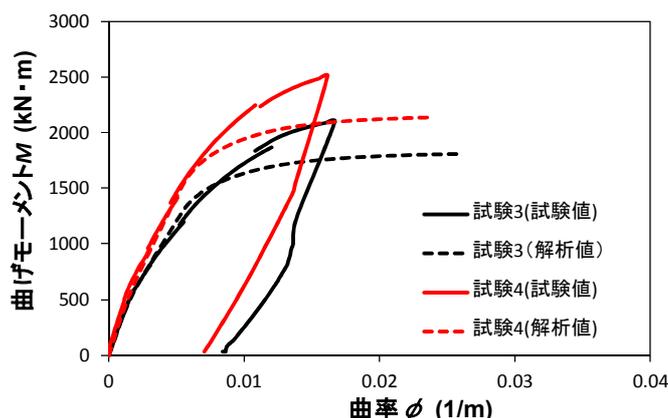
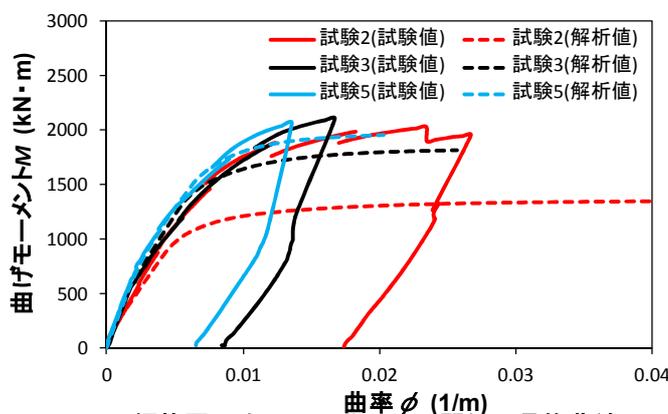
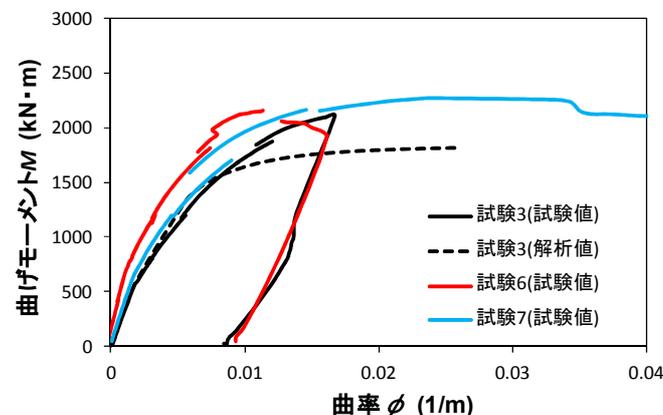
鋼管厚の違いによる結果の差異について検討するため、試験 3(鋼管厚 9mm)と試験 4(12mm)の2つのケースを比較した。

図2に、 M - ϕ 関係の骨格曲線(実線)および解析結果(破線)を示す。試験値・解析値ともに、終局時の曲げモーメントには違いが見られるものの、曲率にはあまり違いが見られない。したがって、鋼管が厚くなると強度については大きくなるが、変形性能にはあまり影響しないものと考えられる。試験と解析の相違は、前節とほぼ同様である。

2.3 中詰め材の影響

中空のSC杭と中空部に中詰めしたSC杭による結果の差異について検討するため、試験 3(中空)、試験 6(ソイルセメント)と試験 7(コンクリート)の3つの試験を比較した。

図3に、 M - ϕ 関係の骨格曲線(実線)および解析結果(破線)

図1. 軸力の違いによる M - ϕ 関係の骨格曲線図2. 鋼管厚の違いによる M - ϕ 関係の骨格曲線図3. 中詰め材の違いによる M - ϕ 関係の骨格曲線

線)を示す。3つのケースを比較すると、終局時の曲げモーメントには大きな違いは見られないが、終局時の曲率には違いが見られる。中空の試験3では解析による終局時の曲率(0.025/m)に届くことなく、早い段階で終局を迎えてしまう。中空部にソイルセメントを中詰めした試験6では計測断面によって差があるが、中空の場合とほぼ同程度~1.5倍の結果となった。しかし、中空部にコンクリートを中詰めした試験7では、解析による終局時の曲率を大きく上回っていることが分かる。したがって、SC杭の中空部にコンクリートを中詰めすることによって変形性能の向上が期待できることが分かる。

図4に、コンクリートを中詰めした試験7のM-φ関係を示す。大きなループを描いており、地震時のエネルギー吸収を期待できる。なお、この試験体は杭体のたわみ量が大きくなったため(その2)で述べた理由によって鋼管が座屈するまえに荷重を中止した。したがって、中空部にコンクリートを中詰めすると、試験で確認された最終測定値0.057/m以上の終局時の曲率とエネルギー吸収能力を期待できるものと判断される。

2.4 破壊状況

写真1に中空のケースの破壊状況を示す。軸力を導入した中空の試験3~5の場合は、すべて破壊時に鋼管が一方の荷重点直下で大きく陥没し、その内部のコンクリートが鋼管から剥離・落下した。しかし、実際の杭ではこのような1点への集中荷重が作用することはないと考えられるため、実際には生じない破壊状況といえる。単純梁方式の荷重の問題点の一つといえよう。

写真2,3に中詰め材を充填した試験体の破壊状況を示す。ソイルセメントを中詰めした試験体では、荷重点間の鋼管に提灯座屈を生じて破壊に至っている。コンクリートを中詰めした試験体では杭中央部に少し膨らみがあるのみで、破壊には至っていない。

3. まとめ

本報(その2)では、SC杭に対する様々なケースの曲げ試験で得られたM-φ関係を評価し、破壊状況と併せて比較、検討した。その結果以下の知見を得た。

- ・ 導入軸力が終局時の曲率に与える影響は大きい。
- ・ SC杭の鋼管厚が終局時の曲率に与える影響は小さい。
- ・ 従来の中空のSC杭では、コンクリート部が早い段階で圧壊し、十分な変形性能が得られない。
- ・ 根固め材を想定したソイルセメントを充填した場合は中空のSC杭と同程度~1.5倍の変形性能となる。中空部にコンクリートを中詰めすることにより、大幅な変形性能の向上が期待できる。
- ・ 単純梁方式の荷重方法では、一方の荷重点で陥没する

破壊状況となる。また、大変形を伴う計測は困難である。

参考文献 1)吉田聡他：一体解析による耐震性能評価手法の検討(その2 杭体のM-φモデルについて),日本建築学会学術講演梗概集,pp.511-512,2004

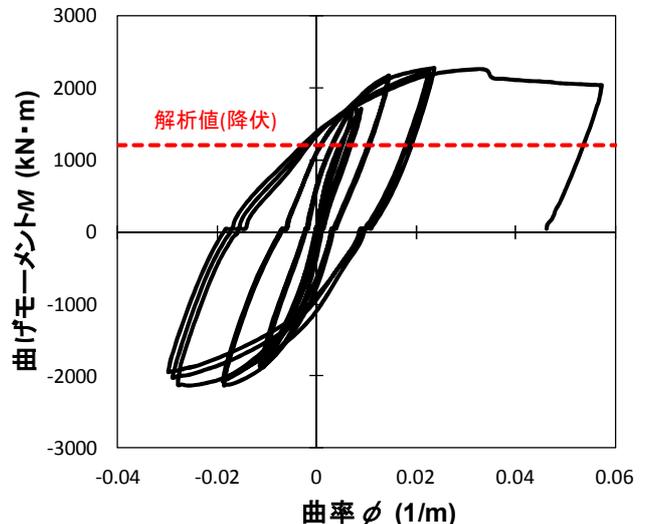


図4. 試験7 M-φ関係図



写真1. 中空のケースの破壊状況



写真2. ケース No. 6 破壊状況



写真3. ケース No. 7 最終状況

* 千葉大学大学院工学研究科

** ジャパンパイル

* Chiba University

** Japan Pile Corporation