

単純梁方式曲げ試験による補強を施した SC 杭の変形性能の確認 (その1: 試験計画)

正会員 ○塚越 俊裕 \* 同 石川 一真 \*\*  
同 田中 佑二郎 \*\* 同 菅 一雅 \*\*  
同 関口 徹 \* 同 小椋 仁志 \*\*

杭基礎 二次設計 既製コンクリート杭

1. はじめに

現在、上部構造においては大地震に対する 2 次設計を行うことが一般化している。杭基礎構造に関しては、2 次設計を行う法的な義務はないものの、2 次設計を行うことを求められることが多くなってきている。しかし、現状の既製コンクリート杭の性能については、強度データは多く蓄積されているにも関わらず、杭の靱性を対象とした載荷試験はあまり行われていないため、変形性能に関するデータは多くない。

近年、既往の曲げ試験データの収集と分析による既製コンクリート杭の強度特性及び変形性能の評価<sup>1)</sup>や、片持ち梁方式による大変形の曲げ試験が行われるようになってきている<sup>2)</sup>。また、既製コンクリート杭の中でも変形性能が高いとされている SC 杭(外殻鋼管付きコンクリート杭)の中空部にコンクリートを中詰めすることで変形性能が向上するという報告<sup>3)4)</sup>がされている。ただ、杭の中空部に中詰めを行うことは、杭の製造や施工の面などで課題もある。

本報告では、中詰めとは異なる 3 種の補強を SC 杭に施し、各種補強が変形性能に与える影響を単純梁方式曲げ試験により確認を行ったので、その試験計画を報告する。

2. 試験計画

2.1. 試験体概要

表 1 および図 1 に試験体の概要を示す。試験体の SC 杭は、すべて外径 400mm、鋼管厚 6mm、杭長 4m とし、補強を施さない杭肉厚 60mm の SC 杭を標準型(試験体 1)とした。他の SC 杭の補強は、①: 鉄筋かごによる補強(中かご型 - 試験体 2)、②: 内鋼管による補強(二重鋼管型 - 試験体 3,4)、③: 杭の肉厚を厚くすることによる補強(厚型 - 試験体 5,6)の 3 つの方法とし、各補強方法が変形性能に与える影響を確認することとした。

中かご型(試験体 2)は、あらかじめ、鉄筋かごを取り付けた鋼管に杭体コンクリートを打設し、SC 杭とした試験体である。中かご型の杭の肉厚は、標準型と同じ 60mm とした。二重鋼管型(試験体 3,4)は、通常の SC 杭を製造した後、中空部に内鋼管を設置し、SC 杭と内鋼管との間隙を無収縮モルタルにて充填した試験体である。二重鋼管型の杭の肉厚は、内鋼管およびモルタルの厚さを含め、72.0mm(試験体 3)と 97.7mm(試験体 4)の 2 体とした。厚型

(試験体 5,6)は、標準型(試験体 1)の杭の肉厚が 60mm であるところを 100mm まで厚くした試験体である。

表 1 試験体の概要

試験体	外径 (mm)	鋼管厚 (mm)	肉厚 (mm)	軸力 (kN)	軸応力 (N/mm <sup>2</sup> )	備考
1	400	6	60	1250	19.5	標準型
2			60	1250	19.5	中かご型
3			72.3	1450	19.5	二重鋼管型
4			97.7	2800	30.2	二重鋼管型 (高軸力)
5			100	1875	19.5	厚型
6			100	2800	29.7	厚型 (高軸力)

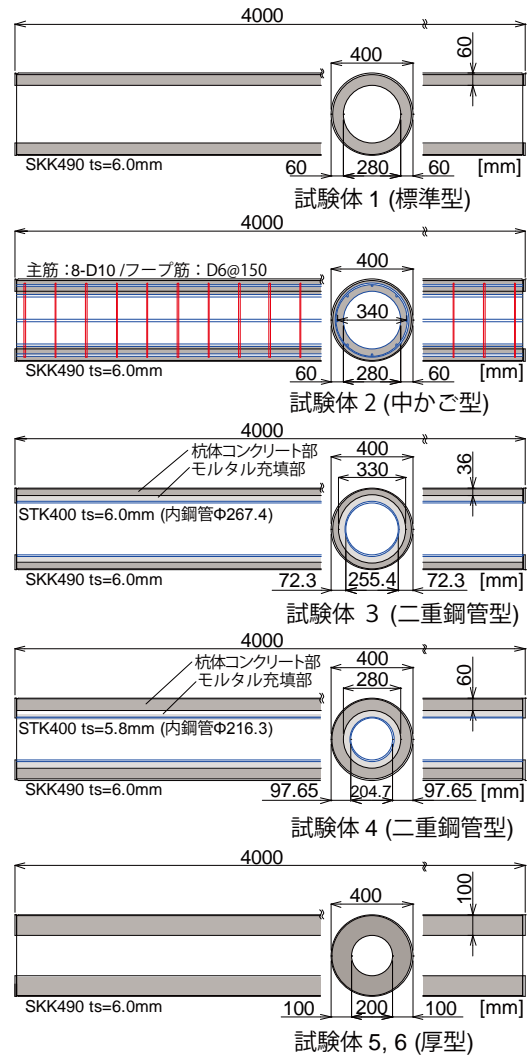


図 1 試験体の概要

## 2.2 試験装置・方法および計測概要

図 2 に試験装置および計測項目を示す。載荷方法は、単純梁方式による 2 点支持載荷での曲げ試験を行うこととした。支持点間距離を 3000mm、載荷点間距離を 500mm とし、2 点の載荷点で鉛直方向に載荷を行った。また、載荷点付近での応力集中による局所的な破壊を避けるために、載荷点に載荷治具を設置し、力が円周方向に均一に作用するようにした。

試験体への軸力は、センターホールジャッキを用いて試験体の外側に配置した PC 鋼棒を緊張し、載荷桁を介して軸力導入を行う方式を採用した。

計測項目は、載荷荷重、軸力、試験体たわみ量、軸方向ひずみとした。鉛直変位は、モーメントが一定となる載荷点間を中央から左右に 125mm 間隔の計 3 断面で変位計による計測を行った。軸方向ひずみは、鉛直変位を計測する同一断面で試験体の上下面のひずみゲージによる計測を行った。上下面で計測した軸方向ひずみを用いて曲率  $\phi$  を算定し、変形性能を評価する指標とした。また、曲げモーメント  $M$  の算定には、 $P-\delta$ (軸力-試験体たわみ量) 効果による付加曲げモーメントを考慮するものとし、算定した曲率  $\phi$  と曲げモーメント  $M$  から  $M-\phi$  関係を算定した。

## 2.3. 載荷サイクル

図 3 に載荷サイクルの概念図、表 2 に各載荷ステップの試験体たわみ量  $\delta$  と傾斜角  $\theta$  の関係を示す。表 2 に示した傾斜角  $\theta$  は、試験体の中央たわみ量  $\delta$  を支持点から試験体中央までの距離(=1500mm)で除すことで求めた。本試験は、変位制御による正負交番繰り返し載荷とし、各載荷ステップでの繰り返し回数は正負各 2 回とした。載荷ステップは、 $\pm 2/1000$  から  $\pm 50/1000$  の計 8 ステップとした。載荷終了は、軸力の保持が不能となった時、載荷荷重の急激な低下および制御不能となった時とした。

## 3.まとめ

本報では、今回試験計画を報告した。試験結果は、その 2 にて報告を行う。

### 参考文献

- 1) 基礎構造の耐震診断指針(案)、ベターリビング, 2013.11
- 2) 金子治他: 大地震時に対する耐震性能評価のための既製コンクリート杭の曲げ強度と変形特性, 日本建築学会技術報告集 第 21 巻 第 47 号, pp.95-98, 2015.2
- 3) 塚越俊裕他: 片持ち梁方式曲げせん断試験による SC 杭の M- $\phi$  関係の評価(その 1~その 2), 日本建築学会学術講演梗概集 pp.735-738, 2016.8
- 4) 小椋仁志他: 単純梁方式による SC 杭の M- $\phi$  関係の評価(その 1~その 2), 日本建築学会学術講演梗概集 pp.429-432, 2015.9

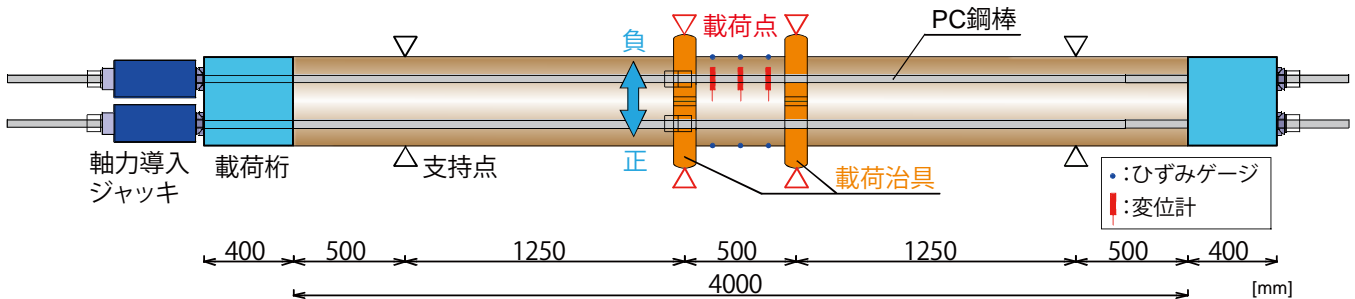


図 2 試験装置および計測項目

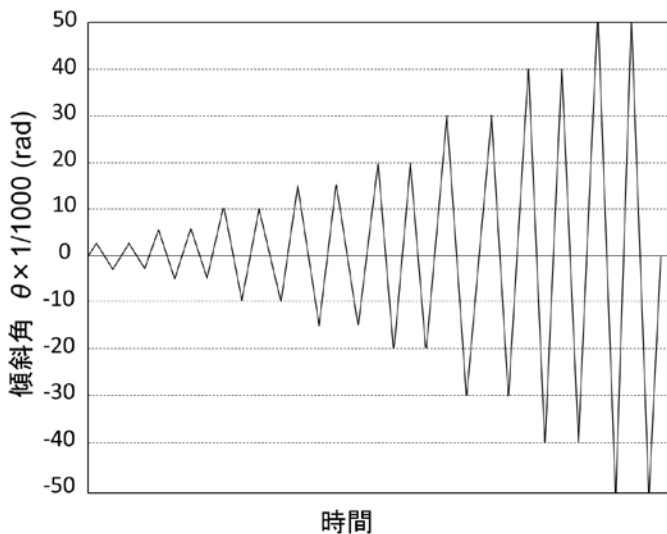


図 3 載荷サイクルの概念図

表 2 試験体たわみ量  $\delta$  と傾斜角  $\theta$  の関係

載荷ステップ	傾斜角 $\theta$ (rad)	中央たわみ量 $\delta$ (mm)
1	2/1000	3.0
2	5/1000	7.5
3	10/1000	15.0
4	15/1000	22.5
5	20/1000	30.0
6	30/1000	45.0
7	40/1000	60.0
8	50/1000	75.0

\* 千葉大学大学院工学研究科  
\*\* ジャパンパイル (株)

\* Chiba University  
\*\* Japan Pile Corporation