

鋼管巻き PHC 杭 (SPHC 杭) に関する研究—その 1 概要

正会員 ○加倉井正昭*¹ 正会員 桑原 文夫*²
 正会員 林 隆浩*³ 正会員 毛井 崇博*⁴
 正会員 平川 泰行*⁵ 正会員 加藤 洋一*⁶
 正会員 西村 裕*⁷

PHC 杭 鋼管 合成杭
 曲げ試験 曲げせん断試験 変形性能

1. はじめに

PHC 杭体は高強度化が著しい。現在では通常的な性能としてコンクリート強度は 105N/mm^2 が使われており、更に高強度化の勢いである。また先端支持力も先端根固め杭の工法開発が進み、いわゆる α 値が大きく増加し高支持力杭が通常となっている。一方で地震時の杭体の性能は大きな鉛直荷重下において、地震時等の外力に対して、短期を超えて終局までの変形性能が小さいことが指摘されている¹⁾。これに対して PRC 杭とか SC 杭等が開発され、PHC 杭に比べて改善されている。しかし PRC 杭はせん断耐力の増加はあるがそれほど大きくなく、かつ曲げ耐力も変形性能も大きな改善は見られない。これに対して SC 杭は大きな曲げ耐力とせん断耐力を示し、ある程度の変形性能を示すが、最終的な破壊がコンクリートの圧壊とそれに伴う鋼管の座屈による軸力の保持能力の低下が懸念される。これらの課題に対して杭を鉛直荷重支持と水平荷重支持で役割分担した杭基礎も提案²⁾されているが、ここでは 1 本の杭で鋼管と PHC 杭に水平と鉛直を役割分担させながら抵抗する鋼管巻き PHC 杭 (SPHC 杭) を提案し、その耐力及び変形性能等について各種の試験結果とその評価を (その 1) から (その 4) で示したものである。

2. 鋼管巻きした PHC 杭 (SPHC 杭) とは

PHC 杭の大きな鉛直軸力保持能力を生かしつつ、地震

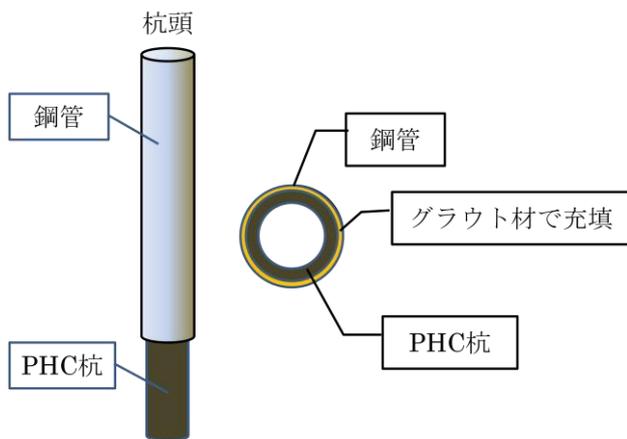


図.1 鋼管巻きした PHC 杭 (SPHC 杭) の姿図

時等の水平力による曲げ特性を鋼管で効果的に抵抗できるような高い曲げ耐力と変形性能を発揮できることを目指した杭である。図.1 のように PHC 杭の一部を鋼管で補強して、PHC 杭と鋼管の間にセメントミルクのグラウト材を充填したものである。

3. 製造方法

杭体の製造方法は図.2 に示すように縦置きを基本とする。杭頭部を下に設置することにより鋼管と PHC 杭の間に確実にグラウト材を充填することが可能となる。

4. 試験及び解析の概要

実施された試験および解析の概要は以下のものである。

4.1 曲げ試験 (シリーズ 1) 4 体

鋼管：径 600mm、厚さ 9mm、SKK400

PHC 杭：径 500mm、 105N/mm^2 、A 種、C 種

軸力 0 での単純曲げ試験及び繰返し曲げ試験での降伏強度、終局強度、変形特性、繰返し荷重での性状把握、PHC 杭の杭種の違いの影響等を把握するための実験を行った。

4.2 曲げ試験 (シリーズ 2)

鋼管：径 600mm、厚さ 9mm、SKK490

PHC 杭：径 500mm、 105N/mm^2 、A 種

軸力 0、1000KN、2000KN での繰返し曲げ試験での降伏強度、終局強度、変形特性、繰返し荷重での性状把握、軸力の違いの影響等を把握するための 3 体の実験を行った。

4.3 曲げせん断試験

鋼管：径 500、厚さ 4.5mm、SKK490

PHC 杭：径 400、 105N/mm^2 、A 種

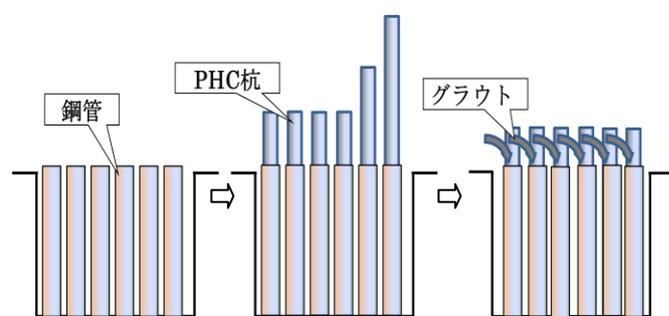


図.2 SPHC 杭の製造方法

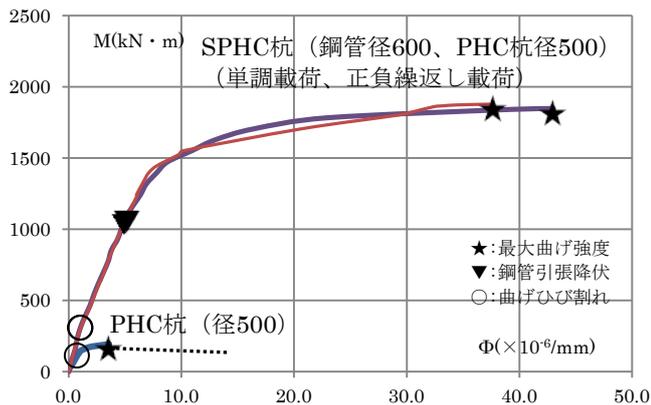


図.3 SPHC 杭の M- Φ 関係及び PHC 杭との比較

軸力 1250kN、2500kN での繰返し曲げせん断試験により降伏強度、終局強度、変形特性、繰返し荷重での性状把握と、載荷時における軸方向の杭体の性状把握を行った。また比較のために同一仕様の鋼管を使った SC 杭を作成し、曲げせん断試験により性状比較（軸力 2500kN）を行った。

5. SPHC 杭の試験での挙動の特徴

PHC 杭を鋼管で補強すると杭体の曲げ耐力は大幅に増加させるとともに、その変形性能も大きく増加することが示された（図.3、その 2 参照）。

一例として試験後の杭体を鋼管、グラウト部、PHC 部の観察結果を図.4 に示す。鋼管は塑性変形をしているが、SC 杭のような局部座屈は発生していない（図.4(a)）。更に鋼管を取り去った後のグラウト部に引張り亀裂のみが認められた（図.4(b)）。更にそのグラウト部を取り去った PHC 部は健全な状態を維持していた（図.4(c)）。

また、従来大きな変形性能を持つと言われていた SC 杭に比べても格段の変形性能を示すことが明らかになり、かつその変形性能を発揮しても鉛直支持性能も維持した結果となっている（その 3 参照）。

6. おわりに

これら実験結果から、SPHC 杭を用いれば、従来、変形性能を持つ杭として杭の 2 次設計（終局耐力設計）が比較的容易に行える道が開かれたと考える。

最近の既製コンクリート杭の場合、高強度コンクリートのために軸力下での曲げ破壊が爆裂的であり、変形性能に乏しく、かつ軸力保持性能が急激に低下する問題が指摘されている。今回の実験結果から、SPHC 杭は大きな変形を与えても PHC 杭が受ける損傷は軽微であり、変形量が余程大きくなければ、PHC 杭体はほとんど損傷せず、鉛直軸力を維持することができた（その 2、その 3 参照）。またその時の鋼管には塑性変形は起きるが、SC 杭に見ら

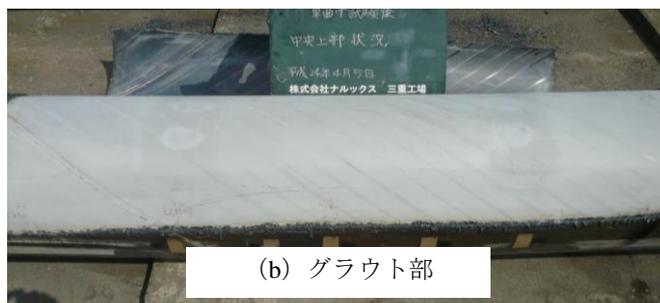


図.4 SPHC 杭の破壊時の状況の一例

れるコンクリート部分の圧壊による鋼管軸部全体の座屈変形は発生せず（その 3 参照）、塑性変形が発生しても、その後の利用に支障はない範囲で留めることが可能である。これは杭にとって重要なことであり、鋼管の塑性変形により一定のエネルギー吸収能力を持ちながら、PHC 杭の軸力保持性能を維持し、地震後の補修の可能性が少くない杭を設計することができるということになる。つまり地震時に杭は大きな耐震性能（曲げ耐力、エネルギー吸収等）を発揮し杭体の性能劣化の無い杭が設計可能であり、地震後に杭体の耐震性を確認するために多大な費用をかけてその損傷を調査する掘削工事を必要としない杭の可能性が開けたと言える。

参考文献

- 1) 日本建築学会、建築耐震設計における保有耐力と変形性能（1990）pp140-144
- 2) 弘中孝宜、佐伯英一郎、永田誠、小林勝巳、山田哲、和田章：細長い支持杭と太短い耐震杭を併用した損傷制御杭基礎構造、日本建築学会構造系論文集、第 578 号、pp59-66、2004 年 4 月

*1,*2 パイルフォーラム(株), *3 丸門建設(株),
*4 九州工業大学, *5 日本コンクリート工業(株),
*6 三谷セキサン(株), *7(株)トーヨーアサノ

*1,*2Pile Forum, *3Marumon Construction,
*4Kyushu Institute of Technology,
*5Nippon Concrete Industries, *6Mitani Sekisan,
*7Toyo Asano Foundation