# UHP-SHCCの巻立てによる鋼管杭の補強効果に関する実験的検討

(独)港湾空港技術研究所

开究所 正会員 ○加藤 絵万 川端 雄一郎 岩波 光保 東亜建設工業(株) 正会員 網野 貴彦 田中 亮一 名古屋大学大学院 正会員 国枝 稔

### 1. 目的

港湾施設の代表的な構造形式である桟橋において、下部工である鋼管 杭とRC上部工の接合部(杭頭部)は、地震力等の外力の影響が集中する 部位であることが知られている.また、鋼管杭の腐食防止を目的として、 通常、干満帯から飛沫帯にかけて被覆防食工が施されるが、被覆防食工 は海水による材料劣化や突発的な外力(流木等の漂流物の衝突など)に よる損傷を受けやすい.

本研究では、杭頭部の補強と防食を両立する被覆防食材の開発に向け た取組みの一環として、超高強度ひずみ硬化型モルタル(UHP-SHCC)の 巻立てによる杭頭部の耐荷力および変形性の向上効果に関して基礎的 な検討を行った.

### 2. 実験概要

UHP-SHCC巻立て鋼管試験体(以下,補強試験体)の概要を図-1に示す. UHP-SHCCと鋼管の一体性を図るため鋼管に鉄筋4本を溶接するとともに, 既設桟橋上部工との一体性の確保を想定して,試験体下部からUHP-SHCC を一体的に打設した.UHP-SHCC巻立てによる鋼管の補強効果を確認する ため,巻立てを施さない試験体(以下,基準試験体.定着鉄筋無し)も あわせて製作した.**表**-1に各使用材料の仕様と力学的性質を示す.

正負交番水平載荷試験では、試験体底板をPC鋼棒で反力床に固定し、 反力壁に設置したアクチュエータ(容量1,000kN,ストローク400mm)に より試験体頂部に水平荷重を作用させた.作用位置は、柱基部から高さ 1,850mmである.軸力は、柱部断面に一定の軸圧縮応力(300kN,約33N/mm<sup>2</sup>) が生じるよう油圧ジャッキにより作用させた.正負交番水平載荷試験は、 試験時に決定した基準試験体の降伏変位δ<sub>y0</sub>を基本として、水平荷重作用 位置での試験体の水平変位(以下、単に水平変位)がδ<sub>y0</sub>の整数倍に達し た後に除荷する載荷を、各変位に対して3サイクルずつ繰り返し作用さ

800 鋼板(12t) 115 無収縮モルタル 50 鋼板(φ457.2×4.5t) (\$\$400) 1103.8 鋼管(ф457.2×6.4t) 2382 定着鉄筋 中詰めコンクリート UHP-SHCC 181.2 無収縮モルタル 鋼管(φ863.6×18t) (STK490) (STK490) 鋼管(ф1016.0×12t) (STK490) õ 鋼板 (SS400) ßĺ 125 100 \*100<sup>\*</sup>125 900 1350 単位:mm 載荷方向 定着鉄節 细管 柱部断面 UHP-SHCC 図-1 補強試験体の概要 表-1 各使用材料の仕様と力学的性質 仕様·力学的性質 材料 鋼管  $\phi 457.2 \times t6.4$ STK400 JIS G3444 定着鉄筋 鉄筋コンクリート用異形棒鋼 D10-SD295A JIS G 3112 UHP-SHCC 圧縮強度 100.4N/mm<sup>2</sup> 繊維混入率 ヤング係数 25.7kN/mm<sup>2</sup> 引張強度 5.8N/mm<sup>2</sup> 1.5% 引張強度時ひずみ 0.78%

481.2

せることにより行った.降伏変位 $\delta_{y0}$ は、鋼管に貼付したひずみゲージが最大2,000µに達した時点より16.25mmと設定した.載荷試験は、水平荷重が低下して最大荷重の90%以下に達するまで行い、この時点を終局状態と定義した。 試験時の計測項目は、水平荷重、鉛直荷重、水平変位、鋼管のひずみのほか、補強試験体についてはUHP-SHCCのひずみを計測した.計測間隔は、荷重制御下では5kN毎、変位制御下では0.5mm毎とした.

## 3. 実験結果

基準試験体では、負側3 $\delta_{y_0}$ -1サイクルで最大荷重に達した後、柱基部の局部座屈が進展し水平荷重が低下して終 局を迎えた.補強試験体では、正側1 $\delta_{y_0}$ -1サイクルにおいて柱中央部水平方向にひび割れの発生が認められ、正負 側ともに3 $\delta_{y_0}$ -1サイクルで最大荷重に達した.その後、UHP-SHCC上端部より柱基部に向かって定着鉄筋に沿ったひ

キーワード 超高強度ひずみ硬化型モルタル,鋼管杭,正負交番水平載荷試験,補強,被覆防食 連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 (独)港湾空港技術研究所 構造研究チーム TEL046-844-5059

-413-

| <b>孜</b> 之 天厥和木 見       |    |                         |                              |           |                   |
|-------------------------|----|-------------------------|------------------------------|-----------|-------------------|
| 試験体                     | 正負 | $\delta_{ m y0}( m mm)$ | 1 <i>5</i> ,0時の<br>水平荷重 (kN) | 最大荷重 (kN) | 終局時の<br>水平変位 (mm) |
| 基準                      | Ē  | 15.55                   | 184                          | 272       | (69)*             |
|                         | 負  | 16.95                   | 186                          | 260       | 63                |
| 補強                      | 띰  | (16.25)                 | 208                          | 364       | 62                |
|                         | 負  | (16.25)                 | 212                          | 360       | 62                |
| *水平荷重・水平変位関係の包絡線から外挿した値 |    |                         |                              |           |                   |

表--2 実験結果一覧

び割れが進展し、それが徐々に開くにつれて水平荷重が低下し終局を迎 えた.基準試験体で認められた柱基部の鋼管の顕著な座屈は確認されな かった.写真-1は、正側4 $\delta_{vo}$ -1サイクル終了時の試験体の状況である.

図-2に各試験体の水平荷重と水平変位の関係を示す.荷重-変位関係は, 基準試験体ではスリップ型,補強試験体では紡錘型となっており, UHP-SHCCの巻立てによるエネルギー吸収が確認された.また,部材剛性 についても,UHP-SHCCの巻立てによる向上が見られた.

表-2に実験結果の一覧を示す.これより、鋼管へのUHP-SHCCの巻立て によって、1 $\delta_{y0}$ 時の水平荷重では1割、最大荷重では3割程度の耐荷力の向 上が見られた.ここで、図-3に基準および補強試験体における正側1 $\delta_{y0}$ -1 サイクル時の水平荷重と、柱基部から高さ150mmにおける鋼管ひずみの関 係を示す.基準試験体と比較して、補強試験体では圧縮・引張側ともにひ ずみが小さくなったことから、UHP-SHCCの巻立てによって鋼管の発生応 力が低減されたことが分かる.しかし、表-2より、終局時の水平変位に ついては、UHP-SHCCの巻立てによる増加はほとんど見られなかった.

図-4に, 柱基部から高さ150mmにおける補強試験体断面のひずみ分布を 示す. 正側1δ<sub>0</sub>-1サイクルにおいても, ひずみ分布は原点を対象とした直 線関係を示しておらず, 平面保持が成立していないことが分かる.また, 載荷が進行するにつれて, 圧縮側では徐々にUHP-SHCCのひずみが増加し ているが, 引張側ではほとんどひずみは生じていなかった.本研究では, 小規模試験体の曲げ載荷試験<sup>1)</sup>において平面保持の成立が確認された UHP-SHCCの定着方法を用いた.しかし,本研究で用いた比較的大断面の 試験体では,定着鉄筋が有効に機能せずUHP-SHCCと鋼管の一体性が確保 されなかったため,鋼管の発生応力が十分にUHP-SHCCに伝達されず, UHP-SHCCが保有するひずみ硬化特性が発揮されなかったことが考えられ る.したがって,桟橋鋼管杭の補強方法としてUHP-SHCCの巻立てを適用 する場合, UHP-SHCCと鋼管の一体性が確保されれば,杭頭部の耐荷力お よび変形性をさらに向上できる可能性が示されたが,このためには, UHP-SHCCと鋼管の確実な定着方法(鋼材の配置や鋼材量など)について, 今後,検討を深めなければならない.



### 4. まとめ

ー定軸力下の正負交番水平載荷試験を行いUHP-SHCCによる鋼管の補強効果を確認した結果,UHP-SHCCを巻き立て ることによって部材のエネルギー吸収能,耐荷力および剛性が向上した.ただし,UHP-SHCCの特徴であるひずみ硬 化特性を十分に発揮させるためには,UHP-SHCCの鋼管への確実な定着方法について,今後,検討が必要である. 謝辞 本研究は平成23年度国土交通省建設技術研究開発助成により実施した.ここに記して謝意を表する. 参考文献 1)網野貴彦・国枝稔・岩波光保・田中亮一:超高強度ひずみ硬化型モルタル巻立てによる桟橋鋼管杭の 曲げ耐力向上効果に関する基礎的研究,コンクリート工学年次論文集,Vol.34,2012(掲載決定)