高強度 NS-PAC 鋼管杭

吉 崎 信 樹*

1. は じ め に

港湾、海洋で使用される鋼管杭に代表される鋼構造物は、厳しい腐食環境に曝されることから、当社では、その防食性・耐久性・経済性に優れたポリエチレン(PE)あるいはウレタンエラストマー(PU)を防食被覆として使用した重防食被覆鋼管杭として NS-PAC 鋼管杭を業界に先がけて開発し、販売を行っている。しかしながら、重防食被覆鋼管杭が係留杭や斜杭などへの用途展開が図られるなかで、施工時や施工後に被覆に疵が発生し、その補修作業が負担となるケースがある。この課題を解決するには、防食性能を維持しつつも、従来防食層よりも飛躍的に耐疵性に優れた被覆が必要である。そこで、その対策として、従来 NS-PAC の防食層の優れた防食性はそのままに、その上に保護被覆として FRP(繊維強化樹脂)層を積層した高強度 NS-PAC(図 1 参照)を開発した。

表面を保護する FRP は、従来のポリエチレンやポリウレタン防食樹脂に比べて硬度が高く、耐摩耗性に優れる。そこで、FRP と重防食層を組み合わせた場合の疵防止効果と、耐久性について調査を行ったのでその結果を報告する。

図 1 高強度 NS-PAC 被覆構成図。

2. 耐 疵 性 試 験

高強度 NS-PAC のしゅう動の耐疵性と耐衝撃性をラボ試験で、また、実鋼管を用いた落石試験を実施した。

(1) 耐疵性

石による耐疵性を調査するため、しゅう動の耐疵試験を実施した(図 2)。試験片の被覆面に、約 20 mm 大の碎石を 18 個埋め込んだコンクリートブロック(100 mm×100 mm)を接触させ、150 kg の鉛直荷重を加えてしゅう動させ、試験後の被覆表面の疵深さを測定した(ストローク長=300 mm, スピード=26回/分, 回数=350回)。結果を表 1 に示

図 2 しゅう動疵試験模式図。

表 1 しゅう動での耐疵付き性の比較。

被覆仕様	しゅう動耐疵付き性
従来防食被覆 (NS-PAC)	貫通疵
高強度被覆 (高強度 NS-PAC)	疵深さ最大 1.5 mm 貫通疵なし

* 新日本製鉄株式会社君津技術研究部表面処理 Gr 主任研究員
High Strength Nippon Steel Corporation Pre-coated Anti-Corrosion Steel Pile; Nobuki Yoshizaki (Nippon Steel Corporation)
2000年11月 6 日受理

す。碎石の先端のような角が接触するケースでは、FRPの硬度が高いこともあり、従来重防食被覆と比較して大幅に耐疵性が向上する。

(2) 耐衝撃性

下地処理した鋼板(150 mm×500 mm×9 mm)に、①高強度 NS-PAC(従来 NS-PAC+FRP)、②FRP 単独被覆、③従来 NS-PAC(PE or PU 厚膜被覆)の3種の試験片を作製した。これらの試験片に対して落重衝撃試験(図3)とコンクリート衝撃試験(図4)を行った。落重衝撃試験は ASTM G-14 に準拠し、試験片の被覆面に先端が R15.9 mm の曲面の鋼製ポンチを当てた状態で、重り重さ、高さを変えて落下させた後、ピンホール(貫通疵)の発生をピンホールテスターにより調査した。一方、コンクリート衝撃試験では、衝撃先端を円錐状コンクリートコーン(φ150 mm、コーン高さ:75 mm、コンクリート圧縮強度:400 kgf)を装着した重りをそのまま落下させた。

図5に落重衝撃試験結果を示す。高強度 NS-PAC は、従来防食被覆(PE or PU)や FRP 単独被覆に比較して、組み合わせによる相乗効果から、大幅に被覆の耐衝撃性が向上する。この結果、貫通には8倍以上のエネルギーが必要である。

図6にコンクリート衝撃試験の結果を示す。高強度 NS-PAC では先端コーンでのエネルギー吸収により、高い耐衝

図3 落重衝撃試験模式図。

図4 コンクリート衝撃試験模式図。

図5 落重衝撃試験結果。

図6 コンクリート衝撃試験結果。

撃性が得られる。一方、従来 NS-PAC は被膜の強度が低いいため、コーンにより疵が発生した。

(3) 落石試験

防食被覆鋼管杭を杭打ちした後に、捨て石する施工ケースで、石が被覆を直撃する場合を想定し、高強度 NS-PAC 鋼管杭を横置きし、被覆面に石を落下させて被覆の耐衝撃性を調査した(図7)。

落石には JIS A5006 に準拠した安山岩:100号(約1000 kg)、20号(約200 kg)、10号(約90 kg)を用いた。結果を図8に示す。ラボ鋼板を用いた試験に比較して、落石試験では500~15000 J の大きな衝撃エネルギーが鋼管杭に加わったが、防食被覆層に達する疵は生じなかった。これは、落石では石の接触する面積が大きいことや、落石のエネルギーが鋼管のたわみや、5000 J を越えた場合には鋼管の塑性変形に費やされるためと考えられた。また、FRP 被覆の損傷は衝突部分に限定され、ヒビの伝播や脱落などは見られなかった。以上の試験結果から、高強度 NS-PAC では、実用的な耐衝撃性が十分確保されることが考えられた。

図7 落石試験状況。

図8 膜厚に対する落石での衝撃強度.

図9 FRPの耐候性促進試験による色差変化.

3. FRPの耐久性

高強度被覆(FRP)は塗料中への着色顔料添加が容易であり、景観に優れる。しかしながら、一般的に黒色以外の着色樹脂は紫外線による劣化が避けられないため、代表的な4色のFRP板を準備して、その長期耐候性を調べるためにデューサイクルのサンシャインカーボンアーク灯(フィルター

図10 FRPの耐候性促進試験後の曲げ強度変化.

無し)で促進試験を行った。耐候性促進試験後、3点曲げ試験(JISK7055)と、色差測定を実施した。色差の試験結果を図9、3点曲げの強度試験の結果を図10に示す。

色差は初期には増大するが、その後の変化は少ない。また、曲げ強度も全色で変化が見られず良好であった。この結果、高強度NS-PAC鋼管杭に用いるFRPは良好な耐候性を持つことがわかった。よって、打設後においても長期の機能維持が期待出来る。

4. ま と め

高強度NS-PAC鋼管杭は、従来NS-PACの優れた防食性に加えて、表面に強度の大きいFRPを被覆することで、優れた耐衝撃性、耐疵性、耐摩耗性の付与が可能であることが確認出来た。この結果、高強度NS-PACでは打設前や打設時のハンドリング等での防食被覆層の疵発生が防止され、取扱い管理を大幅に軽減することが可能となる。更には、従来の重防食被覆では適用の難しかった捨石施工等にも利用可能である。

高強度NS-PACは、鋼管矢板にも適用拡大が図られ、その用途展開は広まりつつある。また、工場被覆での安定した品質に加えて、コスト面でも現地でのFRPカバーをライニングする等の現地防食法に比較して優れた経済性を持つことから、今後の重防食鋼材の疵発生に関する課題は、高強度NS-PACによって克服されていくものと考ええる。