

超高強度ひずみ硬化型モルタルを用いたハイブリッド表面保護工の開発

名古屋大学 正会員 ○国枝 稔, 中村 光
国土交通省中部地方整備局 田中一能, 松本康弘
デーロス・ジャパン 正会員 林 承燦
三井共同建設コンサルタント 寺本義彦

1. 目的

コンクリート構造物の補修への利用を目的とし超高強度ひずみ硬化型モルタル (Ultra High Performance-Strain Hardening Cementitious Composite, UHP-SHCC) が開発されている。当該材料の緻密さを生かして、塩化物イオンの侵入に対する抵抗性や中性化に対する抵抗性を高めた表面被覆工としての適用が提案されており、実環境での検証も実施されつつある¹⁾。本報告は、中性化により鉄筋腐食した壁高欄の補修に際し、断面修復工の役割を担うハイブリッド表面保護工を適用した、硬化後の材料の耐久性等については既往の知見等¹⁾が参照できることから、ここでは特にその施工上の優位性について報告する。

2. 超高強度ひずみ硬化型モルタル (UHP-SHCC) を用いた表面保護工の考え方と優位性

UHP-SHCC は、セメント、シリカフューム、ケイ砂等をプレミックスした粉体に、高強度ポリエチレン (PE) 繊維を体積比で 2%程度混入している。高強度および緻密さを確保するために、低水結合材比 (0.22) を採用するとともに、自己収縮や乾燥収縮の低減およびひび割れ後の引張力を負担させるために PE 繊維を混入している。材齢 28 日における圧縮強度が 80MPa 程度、引張強度が 8MPa 程度であり、材齢 91 日での圧縮強度は 110MPa 程度まで増加することが確認されている。また、引張強度時のひずみが 2.0%以上と大きく、ひび割れ幅を約 0.05mm 以下に抑制することが可能であるため、ひび割れ発生後においても耐久性の急激な低下が少ない。さらに剥落に対する抵抗性も付与できる点に特徴がある。なお、ひび割れの無い UHP-SHCC は、通常のコンクリートに比べ塩化物イオン拡散係数、透気係数ならびに透水量が小さく、耐久性に優れた材料であるため、ハイブリッド化した場合の断面修復工のかぶりを小さくすることも可能となる。UHP-SHCC を用いたハイブリッド表面保護工の適用にあたり、その優位性を表-1 に示す。

表-1 UHP-SHCC を用いた表面保護工の優位性

(1) シームレスな保護層の確保	物質移動に対する抵抗性向上のため、保護層のシームレス化が望ましい。現場施工 (湿式吹付け工法) を採用し、施工性を確保しつつ、ジョイントのない保護層の確保を可能としている。
(2) モニタリングに寄与できる施工厚	当該表面保護工では、10mm 程度の施工厚を確保することにより、経年後にドリル法により塩化物イオンの侵入深さをモニタリングでき、維持管理の信頼性の確保に寄与できるメリットがある。
(3) 施工プロセスの簡略化	通常の断面修復工と表面保護工との併用時に、それぞれの工法が必要とする施工プロセス (例えば、プライマー工) が簡略化できる。
(4) 引張力の利用	引張力を負担できることから、はく落に対する抵抗性だけでなく、引張力を積極的に利用し付加価値を高める方法についても、今後期待される。

3. 壁高欄へのハイブリッド表面保護工の適用

3.1 概要

図-1 に示すように、愛知県内の国道にある中性化により劣化した壁高欄を補修の対象とした。かぶりが剥落していない部分についても、今後同様に腐食が顕在化していくことが予想されることから、全面について鉄筋が露出するまでコンクリートを除去し、断面修復も兼ねたハイブリッド表面保護工を適用する方針とした。なお、表-2 に示すように、比較のためにアクリル樹脂系のポリマーセメントモルタル (PCM とよぶ)

による断面修復工，および同様の断面修復工にエポキシ樹脂系の表面被覆工の施工も実施した．各工法の施工は，それぞれ約 15m の区間で実施した．

3.2 補修の状況

図－2 に，ハイブリッド表面保護工の施工状況等を示す．UHP-SHCC および PCM による断面修復工では，施工の工程が同様であることから，施工に要する時間も同程度であり，防錆処理後の工程が 10 時間以内で終了した．一方，PCM による断面修復工と表面被覆工の場合には，上述の PCM による断面修復の工程に加えて，プライマーの塗布，パテによる下地調整，中塗り，上塗りの工程が必要であり，さらにはそれぞれの工程後に養生時間が必要となる．今回の施工では，表面被覆材の施工について，防錆処理後に 2 日間の時間が必要であった．

4. まとめ

壁高欄の表面保護を対象とした 3 工法の比較によって，施工時間短縮の観点からも UHP-SHCC を用いた表面保護工の優位性が確認できた．道路インフラの補修において，工期短縮により一般交通への影響軽減による社会便益コスト削減も求められており，今後の発展性が期待できる．引き続き補修効果についてモニタリングしていく予定である．

謝辞

本工法の開発の基礎部分は，新道路技術会議道路政策の質の向上に資する技術研究開発「緻密でよく曲がるセメント系材料を用いた補修・補強工法の開発（代表：中村光，H20～H22 年度）」によるものである．また，施工に際し鹿島道路（株）の関係各位のご協力を得た．ここに記して謝意を表す．

【参考文献】

1) 国枝稔，林承燦，上田尚史，中村光：超高強度ひずみ硬化型モルタルを用いた表面保護工の補修効果，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第 12 巻，pp.31-38，2012



図-1 対象とした壁高欄の劣化状況

表-2 対象とした工法一覧

工法	概要（工程）
①UHP-SHCC （実験対象工法）	・全面に UHP-SHCC を吹付け 既設断面+10mm まで ・こて仕上げ
②断面修復工 （比較工法その 1）	・プライマー塗布 ・全面に PCM を吹付け 既設断面+15mm まで ・こて仕上げ
③断面修復工 +表面被覆工 （比較工法その 2）	（断面修復工） ・プライマー塗布 ・全面に PCM を吹付け 既設断面まで （表面被覆工） ・下塗り（エポキシ樹脂プライマー） ・下地調整（エポキシ樹脂パテ） ・中塗り（エポキシ樹脂中塗り塗料） ・上塗り（フッ素樹脂上塗り塗料）

※コンクリートの脆弱部の撤去および鉄筋の防錆処理は共通工程のため未記載



図-2 各工程の状況（UHP-SHCC を用いたハイブリッド表面保護工）