

# けい酸塩系含浸コンクリート保護材工法+断面修復工法 (エバープロロング工法)

日本プロロング株式会社  
代表取締役 富田 豊

## 1. はじめに

近年、建造物の補修・保護の観点から注目されているのが、けい酸塩系表面含浸工法である。けい酸表面含浸工法とは、けい酸塩を主成分とする材料をコンクリート表面から含浸させ、コンクリート表層部の空隙を固化物あるいはコンクリート中の水酸化カルシウムと反応してC-S-Hゲルを生成し、コンクリート表層部を緻密化してコンクリートの耐久性を向上させる工法である。この工法は2011年に土木学会で「けい酸塩系表面含浸工法的设计施工指針(案)」が制定され、今後更なる注目が期待される。

## 2. 本工法開発の経緯

コンクリート建造物の劣化が顕在化している場合には、断面修復工法が多用されている。断面修復工法とは、コンクリートの劣化部分を除去した後の断面や、既にかぶりコンクリートのはく離やはく落によって生じている欠損断面に対し、コンクリートやポリマーセメントモルタル等の断面修復材を用いて断面を修復する工法である。断面修復工法は一般的に行われている工法であるが、コンクリートの乾燥収縮によりクラックが発生することがある。そこで、けい酸塩系表面含浸工法と断面修復工法を組み合わせることで、より高い耐久性を実現できるのではないかと考えられた工法が「けい酸塩系含浸コンクリート保護材工法+断面修復工法」のエバープロロング工法である。この工法の特徴として、より高い耐久性が確

保でき、従来工法と比較して、低コストで、かつ完全な無機材料なので、現状の住宅・田畑・生物等の周辺環境に悪影響を及ぼすこともない工法である。

## 3. 本工法の概要

### 3.1 「エバープロロングコンクリート保護材」について <材料の概要>

エバープロロングコンクリート保護材(以下、EP保護材と略す)は、主成分をけい酸ナトリウム・けい酸カリウムのモル比1:1に成分配合を調整しナノ粒子化した反応型けい酸塩混合型表面含浸材に分類される材料である。モル比を1:1の成分配合にすることにより、混合アルカリ効果が起こり、単独材料(ナトリウム系、カリウム系、リチウム系等)よりも硬度、密度が増し、化学耐久性が上がる。その配合比率の最適比率の1:1で配合することによって、比重1.2、pH11-12、粘度6~8(mPa・s)、凝固点は0度以下、直径1~10nm(水の分子団は40nm)のナノ粒子化されたEP保護材がコンクリート内に浸透すると、コンクリート内部のカルシウムイオン、水と反応しC-S-Hゲルを生成することで細孔空隙を埋め、緻密にすることで外部からの劣化因子等を抑制する保護層を形成するという特徴を有している。図-1にEP保護材のコンクリート内部での浸透・改質メカニズムについて示す。

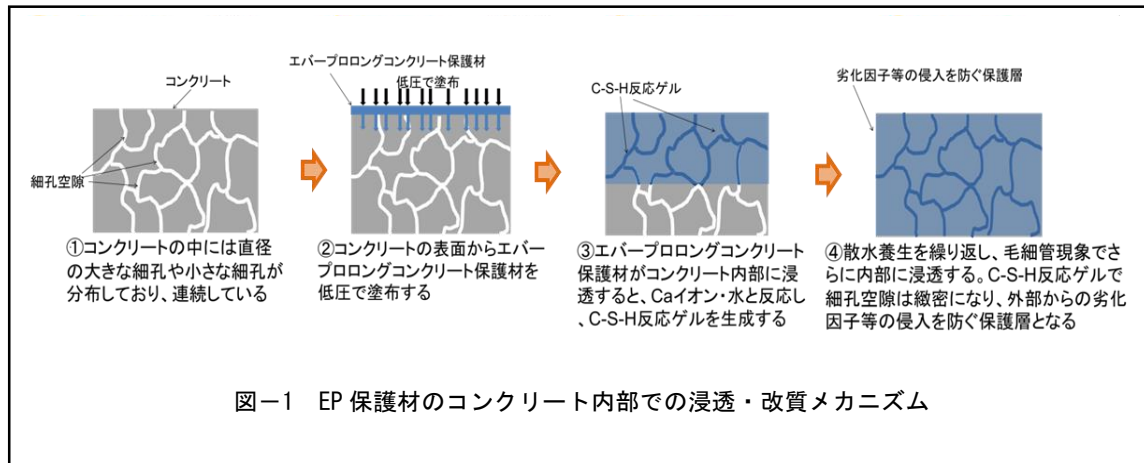


図-1 EP保護材のコンクリート内部での浸透・改質メカニズム

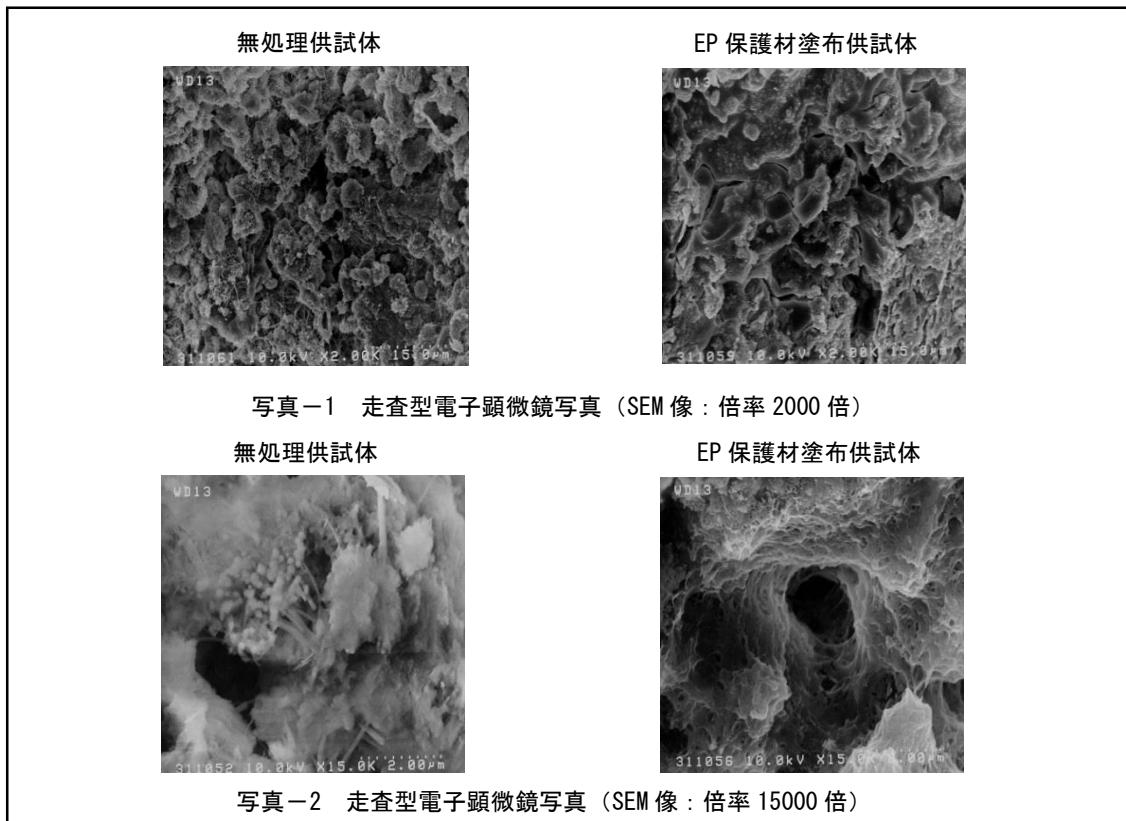


写真-1 走査型電子顕微鏡写真（SEM像：倍率2000倍）

写真-2 走査型電子顕微鏡写真（SEM像：倍率15000倍）

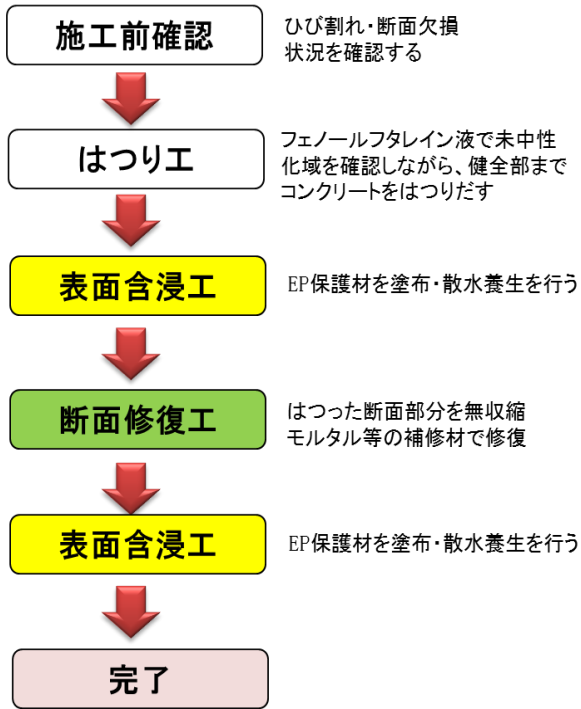
＜走査型電子顕微鏡（SEM）による反応ゲルの確認＞  
 実際に、EP保護材を塗布したコンクリートの空隙内部の状況を確認するために、走査型電子顕微鏡（SEM）による確認試験を行った。その結果についてまとめたものを写真-1、写真-2に示す。写真-1を見てみると、無処理のものに比べEP保護材を塗布したものは空隙が埋まり、緻密になっていることが確認できる。さらに写真-2をみてみると、空隙内部に反応ゲルが生成されているのが確認できた。この反応ゲルが空隙をうめていくことで緻密化につながっていると考えられる。

3.2. 施工概要について

＜施工工程＞  
 本工法の施工工程は、事前に対象構造物のコンクリート表面を健全部（未中性化領域）まではつり、EP保護材を塗布する。EP保護材を塗布することで浸透表層部をより緻密にすると同時に、微細なひび割れなども反応ゲルで充填し、さらには、モルタルとの付着性向上効果も期待できる。その後散水養生を行い、モルタル等で断面を修復していく。断面修復終了後、表面保護として再びEP保護材を塗布する。シート工法や塗膜工法等と比較しても、施工は安易であり、経済的であり、環境にやさしい施工である。しかし、けい酸塩系表面含浸材は無色・透明であるため、施工後の外観確認が困難である。そのため施工には、含浸材をムラなく塗布する技術や、

塗布量を管理する施工管理の能力が必要となる。施工手順をまとめたフローを表-1に示す。

表-1 けい酸塩系含浸コンクリート保護材+断面修復工法の基本的な施工フロー



#### 4. 施工事例

本工法の施工事例として、岩手県岩手郡雫石町板橋地内にある整備後約 43 年経過した農業用水路に施工し、約 8 年後の現場状況についてまとめたものを紹介する。

##### 4.1 対象構造物について

写真-3 に施工対象構造物を示す。施工対象構造物は、農業用水路として現場で施工後 43 年経過したものである。コンクリート劣化の進行や断面欠損状況からシート膜工法や塗膜工法などの表面被覆工法が試験施工として行われた。その中で、表面含浸工と断面修復工を組み合わせた本工法も試験施工の対象工法として施工を行った。



写真-3 施工前の用水路

##### 4.2 施工状況について

対象構造物は 43 年経過していたため、中性化が進行していた。そのため未中性化域を確認するまで断面をはつりだした。(写真-4) (写真-5)

その後 EP 保護材を塗布するために散水を行った。これは、EP 保護材は反応型のけい酸塩系表面含浸材のため、散水をあらかじめ行うことで含浸材をより内部に浸透させやすい状況にするためである。散水後、ある程度表面が乾燥したら EP 保護材を塗布し、塗布後、表面が乾燥したら再び散水を行った。この工程を 2 回繰り返し、その後十分に散水養生を行った。(写真-6)

なお、EP 保護材の標準塗布工程については表-2 に示す。表面含浸工後、水路内側に型枠を組み、無収縮モルタルで断面を修復した。(写真-7)



写真-4 はつり工の様子

表-2 EP 保護材の標準施工フロー

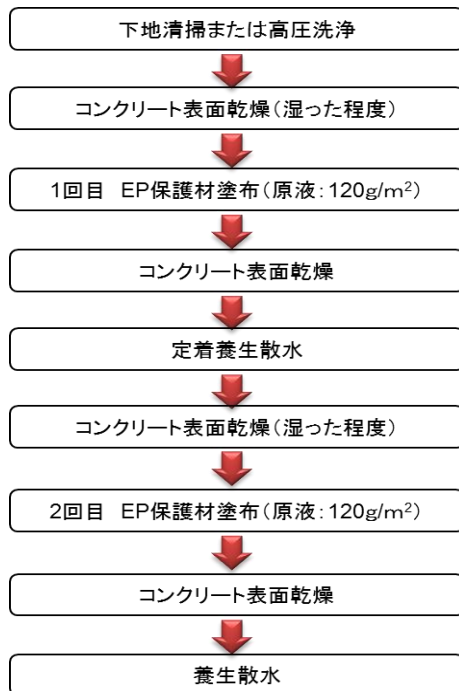


写真-5 はつり工 未中性化域確認状況



写真-6 表面含浸工 EP 保護材塗布状況(噴霧による塗布)



写真-7 断面修復工の様子



写真-8 施工完了状況



～施工前～



～施工後6ヶ月～



～施工後8年～

写真-9 施工前・6ヵ月後・8年後のコンクリート用水路の外観状況

断面修復完了後、型枠をはずし、表面整形を行い、養生を十分に行ったのち、再び EP 保護材を表-2 に示す塗布工程で塗布を行い、本工法を完了させた。(写真-8)

#### 4.3 施工後の状況について

施工後 6 ヶ月、8 年経過したコンクリート用水路の外観観察状況を写真-9 に示す。まずコンクリート用水路の表面を見てみると、施工後 6 ヶ月、施工後 8 年では水による汚れ等は見られたが、いずれにおいても剥離・剥落、目立ったひび割れ等はほとんど確認できなかった。これは EP 保護材を塗布したことによって修復したモルタル部分の表面が緻密になり、外部からの劣化因子の抑制、また凍害抑制性の効果につながったと考えられる。また、既存の構造物と断面修復工で修復した境目をみても、剥離・剥落、境目からのひび割れ等も確認できなかった。これは、EP 保護材をはつり後に塗布したことにより、既存の構造物の表層部をより緻密にすると同時に、微細なひび割れなども EP 保護材が浸透することで反応ゲルがひび割れを充填し、さらには、モルタルとの付着性向上の効果につながったのではないかと考える。

#### 4.4 本工法の評価について

外観観察のみであったが、EP 保護材を塗布したことによって改質し、高い耐久性が確保できたものとする。また、シート工法や塗膜工法等と比較しても、施工は安

易であり、経済的であり、環境にやさしく、耐久性にも優れた施工であると考えられる。今後の検討としては、さらに 10 年後・20 年後と外観観察のみならず、各種の耐久性確認試験を行い、詳しく追跡調査を行う予定である。

#### 5. おわりに

コンクリート構造物は、半永久的でメンテナンスフリーと考えられてきた。しかし、近年では、中性化・塩害などによりコンクリート構造物の早期劣化が顕在化し、コンクリート構造物の補修・補強が社会的に必要とされている。対策を進めていく中で、もっとも重要なことは、対象の構造物それぞれの適切な補修・補強工法を選定し、維持管理していくことであるとする。その際に、本工法が適用されるよう、少しでも社会に貢献できるよう本工法の普及に努力したい。

#### <参考文献>

- ・コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針(案) 土木学会
- ・コンクリートライブラリー137 けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案) 土木学会