

## 塩害を受けた構造物へのシラン系含浸剤と連続繊維シート補強法の適応

日鉄ケミカル&マテリアル株式会社 正会員 ○佐藤 勝太 五百井 誠二  
株式会社レックス 小林 徹  
株式会社プロダクト技研 風間 剛士  
ポゾリスソリューションズ株式会社 星 博夫

## 1. はじめに

塩害を受けた鉄筋コンクリート構造物に対しての鉄筋腐食対策として、電気防食工法、脱塩、犠牲陽極、塩分吸着剤や亜硝酸系材料、シラン系鉄筋腐食抑制型含浸剤塗布工法（以下、含浸剤塗布工法という）などが用いられている。本研究では、これらの対策の中から含浸剤塗布工法に着目し、状況により必要となる補強に対し、連続繊維シート補強法（以下、シート補強法という）を組合せることを想定した。しかし、含浸剤塗布工法施工後のシート補強法の接着性能や補強性能などはあまり評価されておらず、小森ら<sup>1)</sup>の研究によると材料や施工の条件の組み合わせにより接着性や補強性能が低下することが確認されている。そこで本研究では、シート補強に用いる改良型エポキシ樹脂プライマー（以下、改良プライマーという）と通常用いられるエポキシ樹脂プライマー（以下、通常プライマーという）の2種類を用い、含浸剤塗布工法とのシート補強法の接着性や施工性を評価し、塩害を受けた構造物へのシート補強法適応の一助とするために実験的検討を実施した。

## 2. 評価方法

使用材料の一覧を表-1に示し、すべての評価試験は、JISA5371に規定される市販のコンクリート平板を用いた。供試体は、表-2に示す条件の養生時間および環境温度にて作製した。手順は、コンクリート平板をサンダーケレンし、エアブローにて清掃する。次に含浸剤を塗布し所定の期間養生した。含浸剤の養生完了後、プライマー、パテを塗布し、含浸接着剤で繊維シートを接着した。また、含浸剤塗布からプライマー塗布までの塗布間隔を、冬季を想定した5°Cで4時間、夏季を想定した30°Cで15時間および20°Cで最大塗布間隔となる2週間まで変化させた。試験方法は、JSCE-E-545「連続繊維シートとコンクリートとの接着試験方法」<sup>2)</sup>に準拠し7日以上養生した後に実施した。

施工性評価は、現場を想定し、供試体平板を鉛直に設置した。小森ら<sup>1)</sup>の研究では、含浸剤が塗布されたコンクリート上に通常プライマーが塗布された条件では、写真-1に示されるよう玉状のはじきが発生することが確認されている。本検討では、供試体の下にポリフィルムを敷き、2種類のプライマーを0.2kg/m<sup>2</sup>の塗布量になるよう刷毛で塗布し、プライマーを塗布後にはじきやたれ落ちの有無および塗布量の実測、目視観察から施工性を評価した。

表-1 使用材料の一覧

材料	材質	塗布量
含浸剤	シラン系	0.6L/m <sup>2</sup>
プライマー	通常:エポキシ樹脂系	0.2kg/m <sup>2</sup>
	改良:エポキシ樹脂系	0.2kg/m <sup>2</sup>
パテ	エポキシ樹脂系	1.0kg/m <sup>2</sup>
含浸接着剤	エポキシ樹脂系	0.6kg/m <sup>2</sup>
繊維シート	高強度200g/m <sup>2</sup> 品	1.0m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

表-2 試験条件の一覧

評価	供試体名称	環境温度	含浸剤	含浸剤塗布後の養生時間	プライマー
接着性	A-1	5°C	あり	4時間	改良
	A-2			15時間	
	A-3			24時間	通常
	A-4			48時間	
	A-5	20°C		4時間	改良
	A-6			通常	
	A-7			15時間	改良
	A-8			通常	
	A-9	30°C		2週間	改良
	A-10			15時間	改良
施工性	B-1	23°C	あり	15時間	改良
	B-2				通常
	B-3		なし		改良
	B-4				通常



写真-1 プライマーのはじき

キーワード 塩害, 鉄筋腐食, シラン系含浸剤, 連続繊維シート補強, プライマー

連絡先 〒103-0027 東京都日本橋中央区日本橋一丁目13番1号 日鉄日本橋ビル 日鉄ケミカル&マテリアル(株) TEL:03-3510-0343

### 3. 結果と考察

接着性試験結果を表-3に示す。すべての供試体は炭素繊維補修・補強工法技術研究会<sup>3)</sup>による基準である、 $1.5\text{N/mm}^2$ を上回る接着強度が確認された。また、すべての供試体においてコンクリートの母材破壊で試験を終了した。これらのことから、プライマーの種類、含浸剤の塗布温度、含浸剤塗布後のシート補強法用プライマーの塗布間隔での影響は確認されず、今回の試験条件では、接着性に問題ないことが確認された。ここで、試験結果の一例を写真-2に示す。

表-3 接着性試験結果の一覧

評価	供試体名称	環境温度	含浸剤	含浸剤塗布後の養生時間	プライマー	平均接着強度 (N/mm <sup>2</sup> )	破壊面
接着性	A-1	5℃	あり	4時間	改良	3.96	母材コンクリート
	A-2			15時間		2.08	
	A-3			24時間	通常	3.80	
	A-4			48時間		3.62	
	A-5	20℃		4時間	改良	3.71	
	A-6			通常	3.10		
	A-7			改良	2.58		
	A-8			通常	2.28		
	A-9	30℃		2週間	改良	3.93	
	A-10			15時間	改良	3.97	

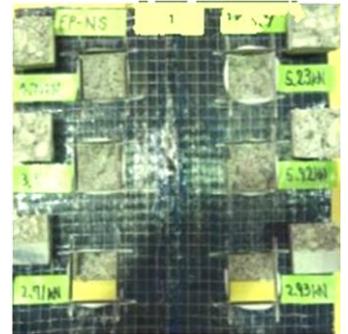


写真-2 試験結果の一例

施工性試験結果を表-4および写真-3に示す。通常プライマーの供試体B-2のみプライマーのはじきおよび流れ落ちる挙動により、塗布量を確保ができないことが確認された。フィルム上にたれ落ちたプライマーの重量は塗布量の約35%であった。供試体B-2以外の供試体では鉛直施工面でも、たれ落ち、はじきや塗布量不足の問題は発生しなかったことから、改良プライマーを用いることで含浸剤塗布工法施工したコンクリート構造物への適応について妥当性が検証された。

表-4 施工性試験結果の一覧

評価	供試体名称	環境温度	含浸剤	含浸剤塗布後の養生時間	プライマー	塗布量 (kg/m <sup>2</sup> )	実塗布量 (kg/m <sup>2</sup> )	たれ落ち率 (%)
施工性	B-1	23℃	あり	15時間	改良	0.20	0.20	0
	B-2				通常		0.13	35
	B-3		なし		改良		0.20	0
	B-4				通常		0.20	0

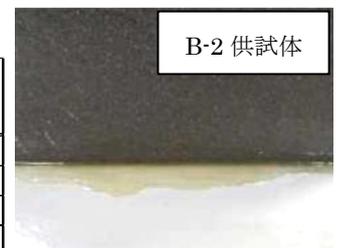


写真-3 たれ落ちの状況

### 4. まとめ

本研究では、塩害を受けたコンクリート構造物の鉄筋腐食対策として、シラン系鉄筋腐食抑制含浸剤と連続繊維シート補強との組合せに着目し評価した。以下に結果をまとめる。

- (1) 接着性能の評価では、すべての条件で良好な結果が得られ、接着性に問題ないことが確認された。
- (2) 現場を想定した鉛直面への施工性評価では、含浸剤塗布後に通常プライマーを塗布すると、はじき状のたれ落ちが発生し、塗布量の確保が困難であった。
- (3) 改良プライマーを用いることでプライマーのはじきやたれ落ちが解決された。

最後に、様々な含浸剤が市販されているため、含浸剤塗布後の連続繊維シート補強法の適応については、試験評価が必要であることも示唆された。

### 参考文献

- 1) 小森ら：塩害を受けたRC構造物に用いる2種類の含浸剤と連続繊維シート接着補強法との付着特性および耐荷力評価，第13回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム，pp.463-469, 2019.11
- 2) 土木学会：連続繊維シートとコンクリートとの接着試験方法，JSCE-E-545-2013
- 3) 炭素繊維補修・補強工法技術研究会：炭素繊維シート接着工法設計・施工の手引き，2010