

## 「シート貼付け工事の留意点」について

2005年8月会報 vol.12 では「プライマー塗布の留意点」についてお伝えしました。今回は「シート貼付け工事の留意点」についてお話しします。一般的な施工手順・要領は本協会テキスト等に示されていますので、ここではより実践的な留意点について述べたいと思います。施工のノウハウとしてご活用いただければ幸いです。

### (1) 施工時の気温・湿度

含浸接着樹脂の施工条件は、エポキシで気温5℃以上、湿度は85%以下で雨かかりのないこと等が条件となっています。しかし、実際の現場では気温が5℃を下回る場合もあり、工事進捗のために採暖して施工することがあります。採暖の方法としては、

- ①ジェットヒーター等で階全体を暖める
- ②シート等で対象範囲を覆い、ジェットヒーターなどで部分的に暖める。
- ③樹脂の主剤を室温程度に暖める。(ただし、硬化剤は暖めないこと。また、ガスバーナー等の火気で直接樹脂及び缶を暖めないこと。)

プライマー表面に結露等があると含浸接着樹脂との接着力が低下するため湿度にも注意を要します。結露を防止するためには、送風機等を使用し空気を循環させる方法もあります。なお、ジェットヒーター等を使用する場合は酸欠の恐れがありますので、換気に十分注意する必要があります。

### (2) 含浸接着樹脂の塗布量・可使用時間

連続繊維シートは含浸接着樹脂が十分含浸されてはじめてFRPとしての強度を発揮するので、含浸・脱泡作業が最も重要です。その前提に立って樹脂量での管理が成り立っているわけです。一般的な含浸接着樹脂の塗布量はテキスト等に示されていますが、下塗り樹脂量はシートを貼付け固定するための必要量以外に、シートに含浸される分があるため、上塗量より多くなっています。塗布量が多い場合や樹脂粘度が低い場合には樹脂ダレが生じ易くなります。炭素繊維シートで2層貼りする場合には、1層目の上塗り材を指触硬化確認した後に2層目の下塗り、連続繊維シート貼付け、上塗りと同様の手順を繰り返します。また、重ね継ぎ手部では1層多くなるので浮き・膨れに注意し、増し塗りをする必要があります。樹脂の使用量の管理は同一樹脂ごとに行い、下塗り上塗りの合計値で管理することが一般的です。

含浸接着樹脂は温度により硬化速度が異なります。硬化速度をコントロールするため夏用・冬用等季節分けした仕様があり、可使用時間は樹脂ごとに表示されています。可使用時間の表示は標準温度20℃のときの値ですので、実施工時の気温や工程および塗布作業の所要時間等を考慮し、一度に大量に練り過ぎないように

にすることが肝要です。可使用時間を過ぎた樹脂は使用してはけません。また、発熱・発煙の恐れがあるため取り扱いには十分注意してください。

### (3) しわ・浮き・樹脂溜まり等の管理

連続繊維シートの貼り付け後には、浮き、ふくれ、はがれ、たるみ、しわ、ゆがみ、樹脂溜まりなどの不具合がないかのチェックをする必要があります。テキストには「不具合に対する定量的な判定基準は現状では明確でなく、施工管理者および設計監理者の判断による。」と書かれていますが、その判断はまちまちで難しいかと思われます。不具合の定義の一例(日本道路公団)を表-1に示しますので、施工管理する際に参考にして下さい。

表-1 不具合の定義

浮き・膨れの大きさ	対象	可否	対応
直径10mm以上	10個未満/m <sup>2</sup>	合格	なし
直径30mm未満	10個以上/m <sup>2</sup>	不合格	補修
直径30mm以上	全て	不合格	補修

これら不具合の発生にはその原因があります。その発生原因を理解することは不具合を防止する上で大切なことです。本会報のvol.8(2003年8月発行:当協会HPでも閲覧可能:<http://www.fir-st.com/index.html>)にも「連続繊維シートのふくれ防止対策」として、ふくれの発生原因(外的要因)・発生しやすい条件・防止対策が紹介されています。また、表-2に各種不具合の原因(施工的要因)と防止法について簡単にまとめましたので、施工や施工管理の際の参考にして下さい。

### (4) 含浸のチェック

連続繊維シートに含浸接着樹脂が十分に含浸していないと、複合材としての強度を発揮することができないので、含浸のチェックは重要な管理項目となります。テキストには「塗布量は作業日報で施工面積と使用量により管理する。」と書かれていますが、その他の含浸をチェックする方法を紹介します。

#### a) 目視による確認

貼り付けて押さえた(しごいた)連続繊維シートには含浸接着樹脂が徐々に含浸します。含浸の速度は樹脂の粘性が低いほど速い傾向にあります。樹脂が含浸した後の連続繊維シートは光沢(色)が変化するので、これによって含浸の確認が可能です(写真-1参照)。クロスタイプでは一般に横糸を白色としているので、これが着色されるかどうかで含浸の確認ができます。また、脱泡ローラーでシート面を押さえた際に繊維の下から樹脂がにじみ出てくるかどうかで判断することもできます。

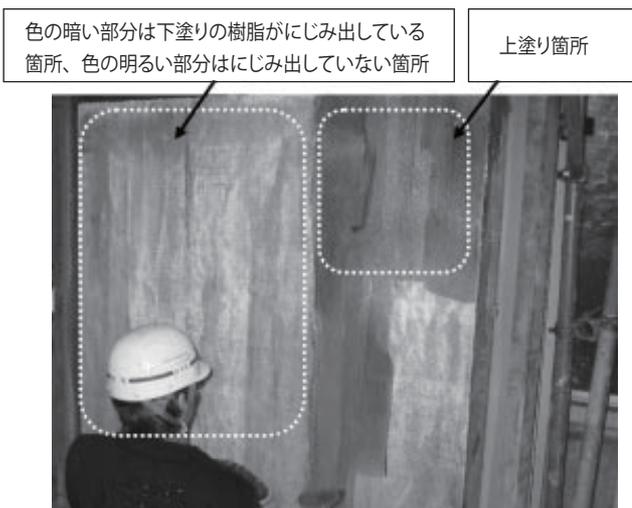


写真-1 アラミド繊維への樹脂の含浸

b) 打音による確認

打音による確認は、写真-2 に示すパルハンマーを用いて行います。樹脂硬化後の連続繊維シート上に先端の丸い部分をころがして、その音により含浸不足等の不具合部を確認します。含浸不足等の不具合部（浮き等）はパルハンマーをころがすとカラカラと軽い音がします。



写真-2 パルハンマー

表-2 不具合の原因と防止法

不具合	原因	防止法
浮きはがれ	<ul style="list-style-type: none"> <li>下地処理不良：巣穴、段差等</li> <li>パテによる不陸調整不足</li> <li>樹脂の塗布量不足</li> <li>樹脂の含浸不足</li> <li>塗り継ぎ接着性不良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下地処理、不陸調整の徹底を計る</li> <li>塗布量を十分に確保する</li> <li>可使時間内に樹脂を使用する</li> <li>塗布量を増加し、十分なローラー押さえとする</li> <li>加温（アイロン、熱ローラー等）により低粘度化等する</li> <li>塗り継ぎ間隔を長く開けない。長く開けた場合はサンディング処理等</li> </ul>
膨れ	<ul style="list-style-type: none"> <li>下地処理不良</li> <li>不陸の調整不足</li> <li>シートの脱泡、押さえ不足</li> <li>樹脂の含浸不足</li> <li>シートの巻きしわ、折りしわ等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下地処理、不陸調整の徹底を計る</li> <li>脱泡ローラーやゴムベラをていねいに掛ける</li> <li>塗布量を増加し、十分なローラー押さえとする</li> <li>加温（アイロン、熱ローラー等）により低粘度化等する。</li> <li>シートの取り扱いに注意する</li> </ul>
ゆがみ バラケ	<ul style="list-style-type: none"> <li>シートの小巻、折り曲げ、輸送時等によるゆがみ、バラケ</li> <li>シート貼付け時の不良</li> </ul>	
たるみ しわ	<ul style="list-style-type: none"> <li>シート貼付け時の延ばし、押さえ不足</li> </ul>	
樹脂溜まり	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹脂の過剰な塗布量</li> <li>ゴムベラや脱泡ローラー掛け不足</li> </ul>	
タック	<ul style="list-style-type: none"> <li>高湿度、結露等による吸湿</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>除湿、換気、温風等により湿度を低下させる</li> </ul>
白化	<ul style="list-style-type: none"> <li>指触硬化までに水分に長時間曝された</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>指触硬化するまで雨水等の水分が長時間掛からないように養生する</li> </ul>
含浸不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹脂の塗布量不足</li> <li>シートの脱泡、押さえ不足</li> </ul>	
塗布むら	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹脂の塗布むら</li> <li>樹脂の均し不足</li> </ul>	