FRP防水工法ハンドブック

FRP防水工法研究会

目　次

はじめに…… 1
1 FRP防水の特長 …… 2
2 FRP防水部位別共通仕様一覧表 …… 3
3 仕様選定の基準…… 5
4 FRP防水用材料 …… 6
5 FRP防水層の品質特性 …… 8
6 FRP防水の安全衛生 …… 9
7 FRP防水用施工用具 …… 10
8 施工…… 11

はじめに

いま、数ある防水工法の中で、最も脚光を浴びているのがFRP防水工法です。
老巧化したコンクリート構造物のメンテナンスが社会的問題になっている昨今、FRP防水に対する信頼性が一段と高まってきています。
しかしながら、現況では統一された技術基準もなくFRP防水工事が行なわれているとの指摘があります。
このような状況下で、私共は

より信頼されるFRP防水工法

を確立し、その一層の普及のため、メーカー各社とそれを賛助する計15社は

FRP防水工法研究会

を平成元年に設立し、市場調査・情報交換を通じて新しい用途開発や施工技術の向上を計ってきました。
ここにその成果をまとめ、今後のFRP防水の指針とするため

FRP防水工法ハンドブック

を作製した次第です。

1 FRP防水の特長

FRPとは……

FRPとは繊維強化プラスチックス（Fiber Reinforced Plastics）の略称で、代表的な複合材料の一つです。
構造建築のRC（Reinforced Concrete）造で、建設材料のコンクリートがセメントや骨材に鉄筋で強化されているのと同様に合成樹脂を補強材（無機質のガラス繊維やカーボン繊維あるいはケブラーなどの有機質繊維や不織布）で強化したもので、複合材料としての優れた特性を持っているのがFRPです。
FRPは種々のプラスチックス材料の中で最も耐衝撃性に強く、耐水性や成形性が良いところから、レジャーボート、FRP漁船、自動車のボディーパーツ、バスタブ、浄化槽、ケミカルプラント、波板、安全帽などの成形品として産業資材に幅広く利用されてきています。

FRP防水とは……

FRP防水は、FRPの持つ特性を生かした軟質の不飽和ポリエステル樹脂と補強材のガラス繊維あるいは不織布から成り立ち、母材となるコンクリート、金属や木部の表面にライニングすることで、FRPの被覆防水層を形成する工法です。
軟質の樹脂で現場施工され、反応硬化して補強材と一体になったFRP層は、防水機能を始めとし、腐食や耐熱、耐候性など種々の外的要因からの保護機能を発揮して、今までにない耐久性のある新素材の防水材として注目され、お役に立ってきています。
今後さらに種々の施工場面で広く利用され、展開して行くことが期待されています。

2 FRP防水部位別共通仕様一覧表

◎FRP防水材料には、比較的引張強さが大きい「軟質ポリエステル系ー1種」と比較的伸び率の大きい「軟質ポリエステル系ー2種」の2種類があります。

◎仕様区分の記号A～G仕様には「軟質ポリエステル系ー1種」の、A'～E'仕様には「軟質ポリエステル系ー2種」の防水材料を使用します。

適用部位・用途	仕様区分	プライマー	防水材料下塗り(1)	防水材料下塗り(2)	補強材(1)	防水材料下塗り(2)	防水材料下塗り(3)	補強材(2)	防水材料下塗り(3)	防水材料下塗り(4)	補強材(3)	防水材料下塗り(4)	防水材料 骨材中塗り	トップコート	備考
庇・腰壁仕上がり部	A	工程① 0.2kg/m²	② 0.4kg/m²	③ 0.8kg/m²	④ *1 マット380	⑤ 0.8kg/m²							⑥ *3 0.5kg/m²	⑦ *5 0.4kg/m²	■下地が不良の場合はプライマーの2度塗りを行います
	A'	工程① 0.2kg/m²		② 1.0kg/m²	③ *2 不織布	④ 1.0kg/m²							⑤ 0.8kg/m²	⑤ *6 0.2kg/m²	*1 ガラスマット380またはそれ以上を使用します ラップ幅は50mm以上とします
屋根（非歩行）	B	工程① 0.2kg/m²	② 0.4kg/m²	③ 1.0kg/m²	④ マット450	⑤ 1.0kg/m²							⑥ *3 0.5kg/m²	⑦ *5 0.4kg/m²	*2 目付け80g/m²以上の不織布を使用します ラップ幅は50mm以上とします
	B'	工程① 0.2kg/m²	② 0.6kg/m²	③ 1.0kg/m²	④ *2 不織布	⑤ 0.8kg/m²							⑥ 0.8kg/m²	⑦ *6 0.2kg/m²	
屋根（軽歩行）	C	工程① 0.2kg/m²	② 0.4kg/m²	③ 1.0kg/m²	④ マット450	⑤ 1.0kg/m²							⑥ *3 1.0kg/m²	⑦ *5 0.4kg/m²	*3 中塗り硬化後に研磨します
	C'	工程① 0.2kg/m²	② 0.6kg/m²	③ 1.0kg/m²	④ *2 不織布	⑤ 1.0kg/m²							⑥ 1.0kg/m²	⑦ *6 0.2kg/m²	*4 骨材使用は、ニート工法またはモルタル工法で施工します
屋根（重歩行）	D	工程① 0.2kg/m²	② 0.4kg/m²	③ 0.8kg/m²	④ マット380	⑤ 0.8kg/m²	⑥ 0.8kg/m²	⑦ マット380	⑧ 0.8kg/m²				⑨ *3 0.5kg/m²	⑩ *5 0.4kg/m²	*5 ポリエステル系トップコートを使用します
	D'	工程① 0.2kg/m²	② 0.6kg/m²	③ 1.2kg/m²	④ *2 不織布	⑤ 1.2kg/m²							⑥ *4 1.2kg/m²＋2.0kg/m²	⑦ *6 0.3kg/m²	*6 アクリルウレタン系トップコートを使用します
工場床	E	工程① 0.2kg/m²	② 0.4kg/m²	③ 0.8kg/m²	④ マット380	⑤ 0.8kg/m²	⑥ 0.8kg/m²	⑦ マット380	⑧ 0.8kg/m²				⑨ *3 0.5kg/m²	⑩ *5 0.4kg/m²	
	E'	工程① 0.2kg/m²	② 0.6kg/m²	③ 1.2kg/m²	④ *2 不織布	⑤ 1.2kg/m²							⑥ *4 1.2kg/m²＋2.0kg/m²	⑦ *6 0.3kg/m²	
駐車場	F	工程① 0.2kg/m²	② 0.4kg/m²	③ 0.8kg/m²	④ マット380	⑤ 0.8kg/m²	⑥ 0.8kg/m²	⑦ マット380	⑧ 0.8kg/m²				⑨ *4 0.5kg/m²＋2.0kg/m²	⑩ *5 0.5kg/m²	スロープ部は除外します。
プール	G	工程① 0.2kg/m²	② 0.4kg/m²	③ 1.0kg/m²	④ マット450	⑤ 1.0kg/m²	⑥ 0.8kg/m²	⑦ マット450	⑧ 0.8kg/m²	⑨ 0.2kg/m²	⑩ サーフェイス	⑪ 0.2kg/m²	⑫ カラー *3 0.2kg/m²	⑬ *5 0.4kg/m²	温泉水プール、ダイビングプール、鋼板・アルミプールは除外します。

3 仕様選定の基準

FRP防水の工法、仕様を選ぶにあたっては、その建物のある場所や置かれている各種の条件について、様々な角度から検討を加えて選定することが大切です。
以下にその仕様選定の手順の例を示します。

(1) 建物の用途、屋上の使い方、好みに合わせて選びます。

(2) 下地の条件、下地の種類に合わせて選びます。

(3) 美観や将来のメンテナンスも考慮に入れて選びます。

(4) 立地条件、環境条件に合わせて選びます。

(5) ライフサイクルコストにも視点をおいて、経済性、予算に合わせて選びます。

(6) 施工の工期を考慮して、余裕のある計画に合わせて選びます。

設計中予測された条件に対して、防水工事の施工の際に予測した条件の一部に変更などの事象が生じた場合には、工法、仕様の再検討をお勧めすることもあります。

4 FRP防水用材料

4-1 プライマー

使用目的 下地と防水材料の接着性を向上させる目的で使用します。

材料特性

（1）コンクリート構造物用プライマー

一般的に湿気硬化型一成分形のポリウレタン系のものが使用されています。浸透性が良好で、コンクリートにも深く浸透して内部の水分と反応し、空気中の水分とも反応して硬化する、乾燥性の速いタイプになっています。水分の多い下地の場合は、湿潤面用プライマーを使用しています。

（2）木質、金属、樹脂系用プライマー

木質面、金属面、樹脂面の下地など、各種下地に適合したプライマーを使用しています。

4-2 防水材料

使用目的 主防水層を形成し、一般的には主剤と硬化剤の二成分形になっています。

（1）主剤

主成分は不飽和ポリエステル樹脂からなっています。

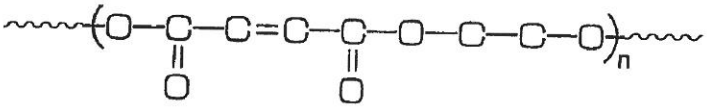
（2）硬化剤

主にメチルエチルケトンパーオキサイド（MEKPO）タイプとベンゾイルパーオキサイド（BPO）タイプが使用されています。

材料特性

（1）主剤は以下のような物質から構成されています。

① 線状不飽和ポリエステル



② 共重合用モノマー　スチレンモノマー

③ 硬化促進剤　ナフテン酸コバルト　あるいは　アミン類

有機酸とアルコールを反応させて水を除いて取り出した物質をエステルと呼んでいますが、この反応を応用して、高分子化して二重結合を含んだ不飽和ポリエステルの主剤中に、予めスチレンモノマー、硬化促進剤を溶解させておきます。

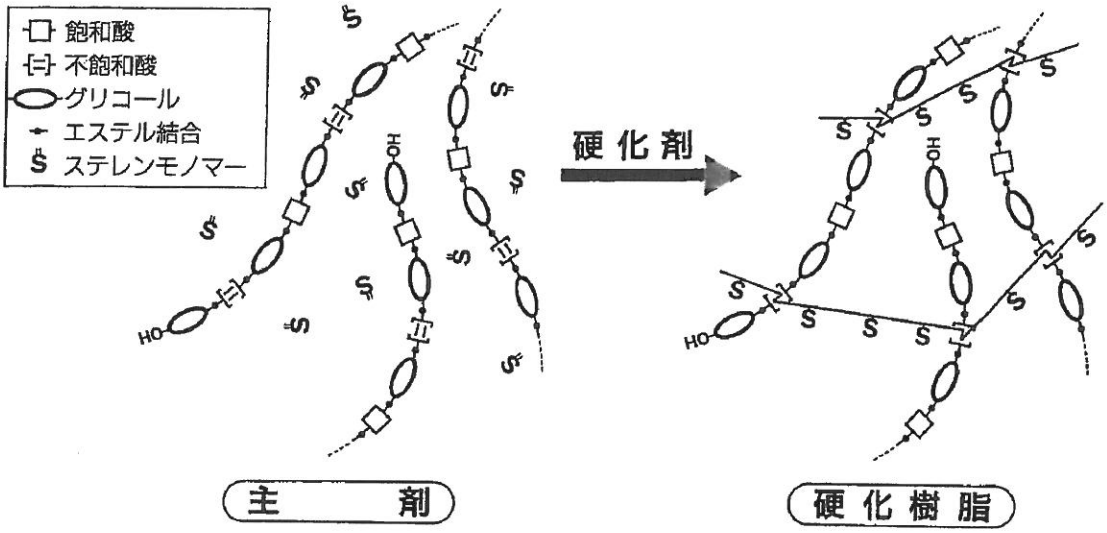
（2）硬化剤としては、MEKPOをジメチルフタレート等で希釈したものが一般的に使用されていますが、他にBPOが使用される場合もあります。

現場施工の際に1～2%の硬化剤を加えることによって硬化させます。また、気温や下地温度などにより硬化速度が異なるため、季節に合わせた適正量を混入しています。

MEKPOは硬化速度の違いにより各種用意されています。また、使い易さを考慮した着色品もあります。

不飽和ポリエステルはその用途分野から、硬くて強靭な性能の得られるものから軟質と呼ばれるものまで設計されています。コンクリートライニング用のFRPは、温度変化や振動、その他の要因によって生じるコンクリートの亀裂にも耐えるように、耐亀裂性を持たせた軟質ポリエステルを使用しています。

反応機構



4-3 補強材

使用目的　FRPの特長である、優れた機械的特性を付与する補強材として使用されます。

材料特性

（1）防水用ガラスマット

材料としてはチョップドストランドマット、サーフェイスマットが主に軟質ポリエステル系―1種に使用されています。チョップドストランドマットとしては重ね部の段差をなくすために耳付きマットで目付け380、450g/㎡のものが、主に使用されています。

（2）ポリエステル不織布

材質ポリエステルの不織布で一般に目付け80g/㎡が、軟質ポリエステル系―2種に使用されています。

防水用補強材の目付け

使用対象	軟質ポリエステル系―1種		軟質ポリエステル系―2種
補強材種	ガラスマット 380	ガラスマット 450	ポリエステル不織布
目付	380g/㎡	450g/㎡	80g/㎡

4-4 トップコート

使用目的 耐候性、耐摩耗性、耐薬品性を持った着色美装の表面仕上げとする目的で、最終工程として塗布されます。

材料特性 ポリエステル系、アクリルウレタン系等のトップコートが主に使用されていますが、特殊な場合としてアクリルシリコーン系、フッ素系のトップコートも塗布されることがあります。

また、平滑な美装仕上げばかりでなく、ノンスリップを目的とした骨材散布や骨材入り材料の塗布で各種用途に適用されています。

4-5 副資材

パテ材 パテ状で、下地の凹凸修正、入り隅部のアール取り等に使用されます。硬化剤としてMEKPOが使用されます。

4-6 使用材料の危険物類別表

材料	危険物類別
プライマー（湿気硬化型一成分形ポリウレタン）	第四類　第一石油類、第二石油類（非水溶性液体）
防水材料　主剤	第四類　第二石油類（非水溶性液体）
防水材料　硬化剤	第五類　第二種自己反応性物質
トップコート	第四類　第一石油類、第二石油類（非水溶性液体）

5 FRP防水層の品質特性

試験項目	軟質ポリエステル系—1種	軟質ポリエステル系—2種
引張強さ	4,900～9,800 N/cm²（500～1,000 kgf/cm²）	590～1,200 N/cm²（60～120 kgf/cm²）
伸び率	2 ～ 3 %	60 ～100 %

試験条件 JIS K 6911（熱硬化性プラスチック一般試験方法）に基づいて測定
養生条件；23℃×48時間 ＋ 60℃×16時間 ＋ 23℃×5日
検　体；JIS K 7113 の1号形ダンベル、3mm厚×5検体
軟質ポリエステル系—1種　ガラスマット450×3 Plies（ガラス含有率　約30%）
軟質ポリエステル系—2種　ポリエステル不織布×1 Ply
測定方法；JIS K 6911 に準じ標線間距離50mm、引張速度5mm/min、測定温度23℃

6 FRP防水の安全衛生

FRP防水の施工を行なうに当っては工事現場における安全はもとより、環境対策においても万全の対処が必要です。基本となる労働安全衛生法を初め、有機溶剤中毒予防規則、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、消防法など関連法規を充分に理解し、遵守して作業を行なうことが必要です。

6-1 危険物対策

FRP防水の原材料、副資材には引火性や燃焼性の大きい物が多く、消防法で定める危険物に該当することからその取り扱いは関係法令に従って充分な配慮が求められます。特にその取り扱い数量については、消防法の政令別表で危険物の指定数量が定められているところから、材料の運搬や貯蔵を含めてその基準に従って取り扱うことになります。

危険物の指定数量表（FRP防水材料関連で抜粋）

危険物類別	性　質	指定数量
第四類第一石油類	非水溶性液体	200ℓ
	水溶性液体	400ℓ
第四類第二石油類	非水溶性液体	1,000ℓ
	水溶性液体	2,000ℓ
第五類	第一種自己反応性物質	10kg
	第二種自己反応性物質	100kg

6-2 作業環境対策

FRP防水の施工を行なう作業環境は、作業従事者の健康管理はもとより、周辺への配慮から対策を講じて行なうことが必要です。特にFRP防水で取り扱う原材料などから発生する臭気や溶剤蒸気、サンディングダスト等に対して排気や保護具など、健康障害への防止措置にも充分な配慮が必要です。

6-3 一般環境対策

FRP防水の施工を行なうに当っては、騒音、振動、粉塵、臭気など周辺住民とのトラブルを起こすことのないように、関係法令の規制基準に従って対処するほか、工事に当って事前の連絡も望ましいことです。特に環境汚染に関しての配慮は最も重要なことで、廃棄物の処理に対しても細心の注意が必要です。

7 FRP防水用施工工具

用具名称		用途・使用方法
	秤	防水材料等の計量用
	メートルグラス	硬化剤等の計量用
	ピペット	硬化剤等の計量用
	ポリばけつ	防水材料等の混合用
	FAローラー	主として樹脂塗布用
	スパイラルローラー	脱泡用ローラー 主として平場、立上り等の広い面積の施工に使用
	スチールローラー	脱泡用ローラー 主として入り隅、出隅、防水層の端末処理等に使用
	長柄	上記ローラー類に装着 手の届かない箇所等の施工に使用
	研磨用サンドディスク	ディスクサンダー等に装着 (研磨による目詰まりが少ない)
	ポリエチレン製手袋 またはゴム手袋	耐溶剤性の製品 ポリエチレン製は軍手の内側に、軍手と併用
	安全マスク	防臭、防塵用 (空気流通のない場所での使用は禁止)
	へら	パテの混練、パテ処理施工用
	カッター	材料切断、端末処理用

8 施 工

FRP防水工法には用途に合わせた各工法がありますが、ここではその中で代表的な工法をご紹介します。但し各メーカーにより若干工法及び仕様が異なりますので、各社専用マニュアルをご熟読の上で施工を行なって下さい。

用途；露出歩行の屋根等

工　程	注　意　事　項
下地処理	●処理については各社の指示に従って行なって下さい。 ●下地表面の乾燥状態を確認して下さい。 ●入り隅、出隅部の処理についても各社の指示通り確実に行なって下さい。
プライマー	●浸透タイプと造膜タイプの2種類があります。 ●下地により種類の選択を行なって下さい。 ●下地により2度塗りを行なって下さい。
防水材料	●軟質ポリエステル-1種と軟質ポリエステル-2種の2種類があります。 ●各社の使用規定量の厳守が最重要のポイントです。 ●基本的には二成分形で、季節変動のタイプに留意して、混合量等は各社の指示通り確実に行なって下さい。
補強材	●防水材料により補強材を選択して下さい。 ●補強材の敷き込みは、敷きもれのないように行なって下さい。特にジョイント部は注意して下さい。 ●入り隅、出隅部の処理については各社の指示通り確実に行なって下さい。
防水材料	●使用規定量の厳守が最重要のポイントです。 ●補強材に気泡を巻き込まないように、皺にならないように注意して下さい。 ●この工程の後、更に次工程のトップコートと同系色の防水材料を塗布することもあります。但し、表面調整には注意して処理して下さい。
トップコート	●ポリエステル系、アクリルウレタン系等がありますが、基本的には二成分形になっています。 ●塗り残しのないように、むらなくきれいに仕上げて下さい。

防水層

各社工法共通注意事項

■各社仕様で定められた規定量は厳守して下さい。

■二成分形材料の場合、規定の混合比は厳守し、硬化剤の計量は確実に、攪拌は充分に行なって下さい。