

## 防水材料の耐候性試験 その9

### FRP防水材の屋外暴露試験結果（15年後の外観変化）

防水材料 耐候性 屋外暴露  
FRP防水材 外観変化

正会員 ○西墻弘美\* 同 川口圭太\*  
同 浅尾信一郎\* 同 吉田信貴\*  
同 神崎満幸\* 同 竹本喜昭\*\*

#### 1. はじめに

防水材料の長期耐久性評価試験方法小委員会では、2002年から各種防水材料の屋外暴露試験を開始しており、2006年に3年経過後、2010年に7年経過後の結果報告を行った。

本報ではFRP防水材の屋外暴露試験（15年経過）の試験結果（外観変化）について報告する。

#### 2. 試験

##### 2.1 試験体

試験体の明細を表1に示す。試験体は、30cm角コンクリート板に不飽和ポリエステル樹脂（スチレン系あるいはノンスチレン系溶剤希釈タイプ）を用いてFRP防水材被覆したものを使用した。

表1 試験体の内容

トップコート層		なし	アクリルウレタン	不飽和ポリエステル樹脂	ノンスチレン樹脂
FRP層	スチレン系	M-1	M-2	M-3	—
	ノンスチレン系	L-1	—	—	L-3
FRP層の構成		380g/m <sup>2</sup> ガラスマット2層、ガラス含有率25wt%			
初期設計厚さ		2.0~2.6mm			
初期設計密度		1.50g/cm <sup>3</sup> （計算値）			

##### 2.2 屋外暴露試験

屋外暴露試験は表2に示す3か所の試験場において水平架台上にて15年間行った。

表2 屋外暴露試験地

寒冷地域(N)	旭川(北海道)	北方建築総合研究所
温暖地域(C)	銚子(千葉)	日本ウエザリング
亜熱帯地域(S)	宮古島(沖縄)	テストセンター

##### 2.3 試験方法

外観変化の試験方法を表3に示す。

表3 試験方法

試験項目	試験方法
表面観察	目視および顕微鏡観察（100倍）
色差	JIS K 5600 -4-4, -4-5, -4-6
光沢	JIS K 5600 -4-7
白亜化	JIS K 5600 -8-6

#### 3. 試験結果

##### 3.1 屋外暴露試験体（15年間）の表面観察

屋外暴露15年間の試験体について、最も外観劣化度合いが大きかった宮古島の顕微鏡写真を図1~図5に示す。

図1のトップコートなしのM-1は、15年後で表面にガラス繊維が全面にわたって露出していた。一方図2および図3に示したトップコートありのM-2およびM-3は、表面にガラス繊維の露出がほとんどなく、トップコートが防水材の外観保持に効果がある事が分かった。ノンスチレントップコートなしのL-1、トップコートありのL-3は、宮古島を除いてガラス繊維の露出はなかったが、表面に多数のクラックが発生した。

また、図2および図3に示したM-2およびM-3について、表面に巣穴のようなものが多数発生している。但し、アクリルウレタントップコートを使用したM-2の方が、不飽和ポリエステル樹脂をトップコートに使用したM-3に比べ、初期の外観をより保持していることが分かった。

##### 3.2 屋外暴露試験体（15年間）の色差および光沢値

表4および表5に各試験体の色差および光沢値の変化を示す。M-1を除く全ての試験体で色差の変化は7年後ではほぼ横ばいで、光沢はもとの初期値が低いこともあり、3年後以降で変化がなくなっている。

##### 3.3 屋外暴露試験体（15年間）の白亜化度

表6に各試験体の白亜化度の変化を示す。白亜化は7年をピークにして15年後は白亜化度が小さくなっており、実際に目視でも違いが分かる程である。これは7年後以降で表層の低分子量および硬化があまい部分の分解による白亜化が止まり、且つ風雨等で洗い流された事によると考えている。

#### 4. 考察

##### 4.1 表面の巣穴に関する考察

図2および図3において、M-2、M-3で確認された巣穴は、初期はなかったが、15年後では目視でも分かる

位の大きさとなっている。M-2、M-3の表面にはトップコートが塗布されているが、いずれも積層時にある程度の気泡が内部に存在している。まず表層において、太陽光の紫外線および熱（表面は60度以上にもなる）による劣化が生じ、表層のトップコート樹脂が減肉するとともに、内部に残留していた気泡が露出する。そこに降雨や降雪などによる水分が残り、太陽光の紫外線や熱が加わって、特に気泡部分の劣化が他の部分よりも進行した結果、目に見える大きさの巣穴が生成したと考えられる。なお、巣穴部分が黒く見えるのは、土砂等による汚れが

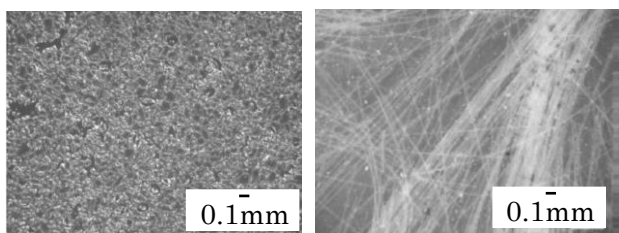


図1 M-1 (左：blank、右：宮古島15年)

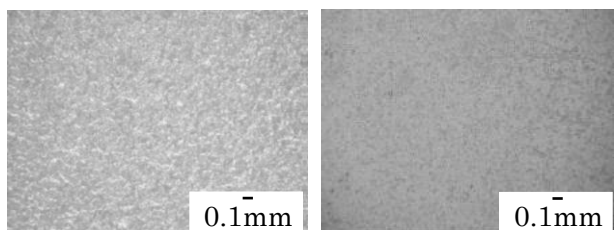


図2 M-2 (左：blank、右：宮古島15年)

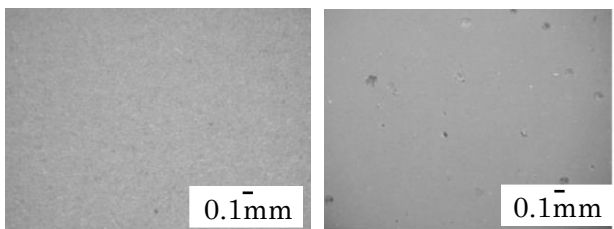


図3 M-3 (左：blank、右：宮古島15年)

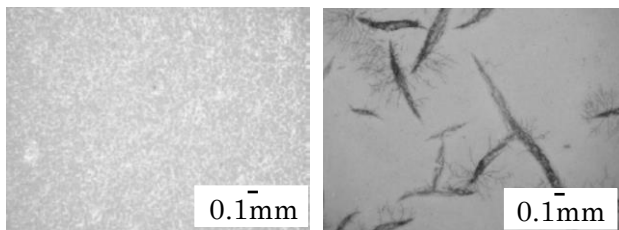


図4 L-1 (左：blank、右：宮古島15年)

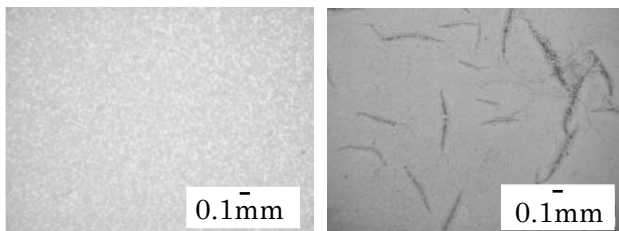


図5 L-3 (左：blank、右：宮古島15年)

表4 各試験体の色差の変化

経過年数 (年)	M-1			M-2			M-3			L-1			L-3		
	N	C	S	N	C	S	N	C	S	N	C	S	N	C	S
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4.59	5.77	5.63	0.22	2.16	5.39	1.56	2.88	3.95	1.11	0.70	0.98	0.63	0.57	0.80
7	4.48	8.81	6.34	9.99	14.45	18.00	8.41	7.50	6.78	5.22	4.93	6.10	5.54	5.33	7.51
15	27.38	33.27	23.05	7.05	14.14	19.08	8.63	8.32	5.79	2.68	2.29	2.13	3.62	2.36	5.19

表5 各試験体の光沢の変化

経過年数 (年)	M-1			M-2			M-3			L-1			L-3		
	N	C	S	N	C	S	N	C	S	N	C	S	N	C	S
0	11.8	11.8	11.8	10.6	10.6	10.6	6.3	6.3	6.3	20.6	20.6	20.6	28.0	28.0	28.0
3	5.9	3.3	3.4	10.0	4.0	2.0	2.3	1.1	1.3	1.9	1.5	1.9	1.3	1.2	1.4
7	2.8	2.3	2.8	2.0	1.7	1.5	1.8	3.0	1.6	1.4	1.2	1.4	1.4	1.1	1.5
15	5.5	4.3	9.7	3.6	3.4	3.1	3.5	1.9	3.3	2.3	1.5	2.7	2.2	2.6	3.0

表6 各試験体の白亜化度の変化

暴露 期間	M-1			M-2			M-3		
	N	C	S	N	C	S	N	C	S
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3年	1	1	1	1	2	3	2	3	3
7年	3	3	4	4	4	5	4	4	4
15年	5	5	5	3	3	4	3	4	3
暴露 期間	L-1			L-2					
	N	C	S	N	C	S			
初期値	0	0	0	0	0	0			
3年	2	2	1	2	2	1			
7年	4	4	4	4	4	4			
15年	2	3	2	2	2	2			

詰まったものである。

#### 4.2 ノンスチレン系試験体に関する考察

図4および図5に示したノンスチレン系 L-1 および L-3 において、トップコートなしの L-1 は、スチレン系トップコートなしの M-1 に比べガラス繊維の露出が少なかった。ノンスチレン系希釈溶剤の多くは、スチレンよりも耐候性が良い為と考えられる。但しノンスチレン系樹脂は、ガラス繊維とのなじみが悪く、樹脂とガラス繊維の界面の密着性に劣る為、ガラス繊維に沿って大きなクラックが発生したと考えられる。

#### 5. まとめ

屋外暴露試験体の15年目の外観において、各試験体ごとに異なる状態変化が生じ、ガラス繊維の露出や、巣穴やクラックの発生などが見られた。今後は断面の観察を行い、巣穴の状態解析と、防水性に及ぼす影響などについて調査する予定である。

#### 参考文献

- 1) 梅田佳裕他 防水材料の耐候性試験その16 日本建会大会学術講演梗概集 2006年9月
- 2) 梶野正彦他 防水材料の耐候性試験その33 日本建築学会大会学術講演梗概集 2010年9月