

断面観察によるFRP防水材の劣化状況考察（その1）

防水材料 耐候性 屋外暴露
促進曝露 FRP 防水材 劣化
断面観察

正会員 ○梶野正彦* 正会員 村尾正義*
正会員 梅田佳裕* 正会員 落合 圭*
正会員 長谷川清勝* 正会員 辻 修也*
正会員 林 将尊*

1. はじめに

FRP 防水が施工され始め 20 年近く経過し、補修を要する物件も出始めている。また過去の調査では5年程度で不具合が発生しているケースもあり、FRP 以外の防水材で劣化診断技術が確立される中、FRP 防水も確立が急がれる。

FRP 防水は劣化に関する知見が少ないことからまずは屋外暴露、促進曝露させた FRP 防水材の断面微視観察を行う事にした。

評価方法は、FE-SEM（電界放射型走査電子顕微鏡）を用いて 2006 年に報告された耐久性評価の試験片であるキセノン、サンシャイン、耐熱（80℃、112 日）、屋外暴露（3 年）の断面観察を行った。

FE-SEMは試料に電子線をあて、試料表面から放出される電子を電気信号に変換し、画像処理する装置であり、20～80 万倍の画像が得られる。

2. 試験

2.1. 評価試験体

評価に用いた試験体はスチレン系防水用不飽和ポリエステル樹脂積層板（防水層）のみで実施した。

屋外暴露試験（旭川、銚子、宮古島）

促進曝露試験（サンシャイン 5000 時間、キセノン 10000 時間、耐熱 80℃、112 日）

2.2 試験体形状

屋外曝露試験、促進曝露試験の各試験片を暴露後、JIS K7113 の 5 号試験片に切り出し、引張試験を終了した試験片をさらに 10mm×20mm に切り出したものを観測試験片とした。

2.5 評価方法

評価方法を表 1 に示す。

表 1 評価方法

項目		試験方法
物性	引張強さ	JIS K7113 引張速度 5mm/min
	伸び	5 号試験片 n=5
表面状態	60 度鏡面光沢度	JIS K 5600 4.7
断面観察	2 次電子画像	FE-SEM による画像処理

FE-SEM：日立ハイテクノロジーズ社製 S-4800 で断面観察を実施した。

3. 評価結果

3.1 屋外曝露試験体の物性および断面状態

屋外曝露試験体の初期物性および表面状態を表 2 に示す。

表 2 初期物性

試験体	引張強さ (MPa)	伸び (%)	厚み (mm)	60 度 光沢度
M-1	83.2	2.02	2.02	11.8

ブランクおよび屋外曝露 3 年後の断面状態を図 2～9 に示す。また、その時の諸物性保持率を図 10 に示す。

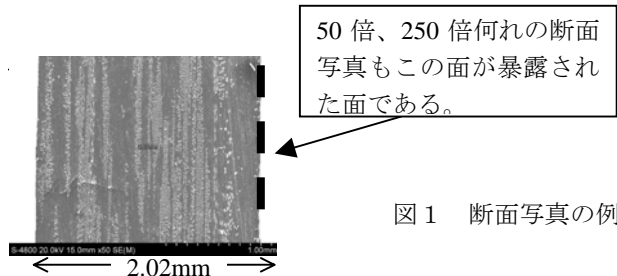


図 1 断面写真の例

写真の右側が暴露面であり、倍率 50 倍で断面全体を 250 倍で暴露面側を拡大したものである。

白いまたは薄いグレイのスジ状、斑状の箇所がガラス繊維を表し、それ以外の濃い部分は不飽和ポリエステル樹脂を表している。

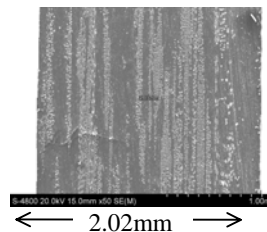


図 2 M-1 ブランク断面 (50 倍)

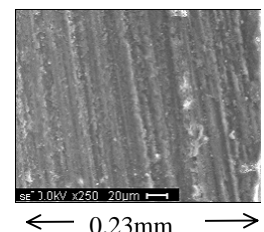


図 3 M-1 ブランク断面 (250 倍)

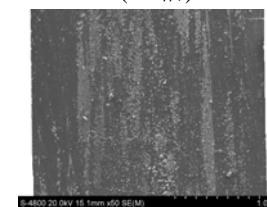


図 4 屋外暴露(旭川) (50 倍)

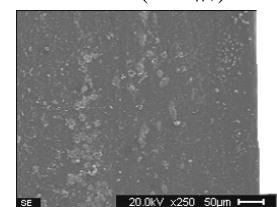


図 5 屋外暴露(旭川) (250 倍)

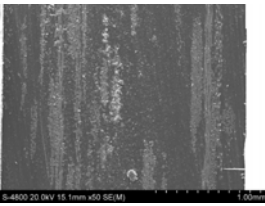


図6 屋外暴露(銚子)
(50倍)

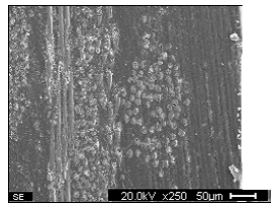


図7 屋外暴露(銚子)
(250倍)

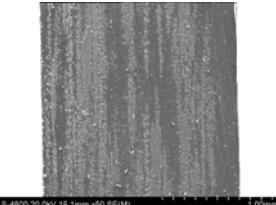


図8 屋外暴露(宮古島)
(50倍)

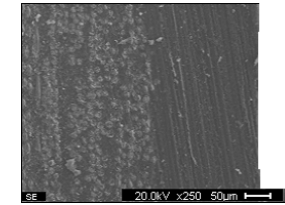


図9 屋外暴露(宮古島)
(250倍)

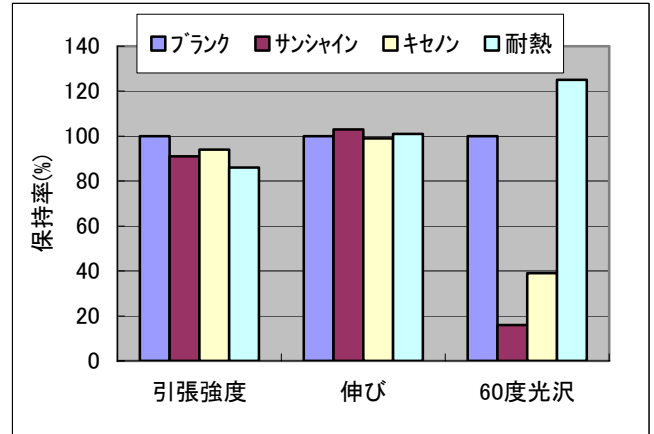


図15 促進劣化試験後の引張強度、伸び、60度光沢の保持率

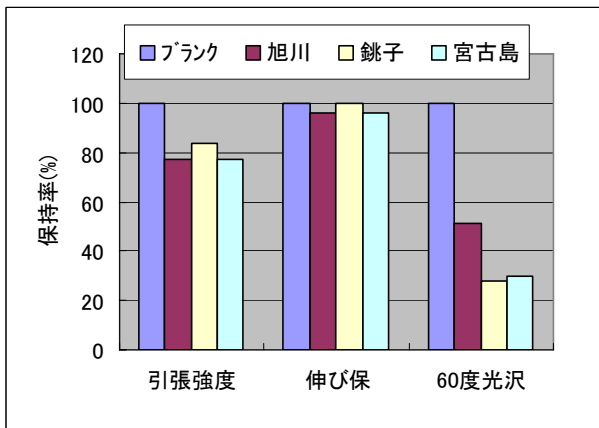


図10 引張強度、伸び、60度光沢の保持率

3.2 促進曝露試験の物性および断面状態

促進曝露試験による物性および断面観察の変化を図11～14に、諸物性保持率を図15に示す。

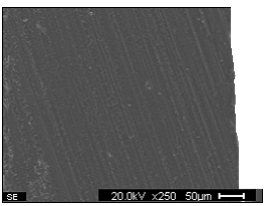


図11 耐熱 (250倍)

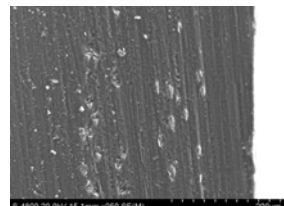


図12 サンシャイン (250倍)

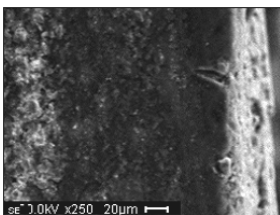


図13 キセノン (250倍)

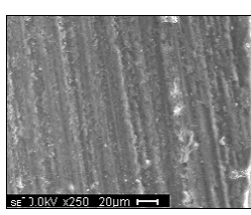


図14 ブランク (250倍)

前頁 図3と同じ写真

4.考察

●屋外曝露

それぞれの断面拡大観測において、ガラス繊維、不飽和ポリエステル樹脂の分布にバラツキがあるもの表面部分には樹脂層が残っている。

曝露3年で外観変化(60度光沢)が大きくなっているものがある。強度、伸びについては80%程度保持しており、大きな物性低下はない。

●促進曝露

断面拡大観測において、キセノンのみが曝露面へのガラス繊維のむき出しが見られる。屋外曝露同様に強度、伸びは80%以上保持している。

●キセノンでのガラス繊維の表面への析出は約40μm程度であり、厚み方向全体(2mm=2000μm)の約2%相当である。

5.まとめ

- (1) FRP防水層の断面はガラス繊維と不飽和ポリエステル樹脂層のバラツキが大きい。
ガラス繊維に樹脂を現場にて含浸させる現場施工型の特徴と言える。
- (2) キセノンにおける長時間の促進曝露では、表面にガラス繊維がむき出し状態となる。ただし、それも厚み方向の2%に過ぎない。
- (3) 今回の評価では、物性保持率同様、断面観察でも大きな変化は見られない。

参考文献

- 1) 梅田佳裕他 防水材料の耐候性試験その16
日本建築学会大会学術講演梗概集 2006年8月
- 2) 建築学会 メンブレン防水層の耐久性能試験方法(案) 建築工事標準仕様書・同解説 J A S S 8 2000年7月