

防水材料の耐候性試験 その4 2

FT-IR を利用した「高強度形ウレタン防水材」の表面分析 その2

防水材料	耐候性	屋外暴露
ウレタン	高強度	促進暴露
表面分析	FT-IR	

正会員	小関晋平*1	正会員	清水市郎*3
正会員	武田 剛*1	正会員	松村 宇*4
正会員	鈴木 博*1	正会員	高根由充*5
正会員	竹本喜昭*2	正会員	田中享二*6

1.はじめに

防水材料促進耐候性試験方法小委員会では、2002年から防水材料の屋外暴露試験と促進暴露試験を、同じ材料により同時並行で開始した。屋外暴露試験は3年目、7年目に試験体の回収・評価を行い、次回は15年目(2017年)に行う計画である。

前報「防水材料の耐候性試験その4 1」では、FT-IR(フーリエ変換赤外分光分析装置)を利用した表面分析結果について報告した。本報では、屋外暴露品とキセノンウェザーメーターにて促進暴露した試験体について表面分析を行なった。

使用する試験体については、前報と比較するため、同じ高強度形ウレタンタイプの「B-1」、「B-2」とした。

2. 分析に使用した試験体

2.1 試験体の種類

試験体として用いたのは、高強度形ウレタンのスプレータイプであり、平均膜厚を3mmとした。またトップコートによる耐久性の差を確認する目的で、試験体はトップコート有り無しの2種類とした。塗布量は $0.2\text{kg}/\text{m}^2$ とした。暴露試験体一覧を表1に示す。

表1 暴露試験体一覧

ウレタン防水材		トップコート	1	2
		なし	なし	アクリルウレタン
B	高強度形 スプレー タイプ	ブランク	B-1-0	B-2-0
		3年暴露	B-1-3	B-2-3
		7年暴露	B-1-7	B-2-7
		キセノン 3,000時間	B-1-X3000	B-2-X3000
		キセノン 10,000時間	B-1-X10000	B-2-X10000

2.2 屋外暴露試験体形状

縦300mm、横300mmの試験体を、ステンレスベルトでコンクリート舗道板に機械的に固定したものを屋外暴露した。

2.3 屋外暴露地域

暴露地域一覧を表2に示す。

表2 屋外暴露地域

地域	寒冷地域(N)	温暖地域(C)	亜熱帯地域(S)
暴露地	旭川 (北海道)	銚子 (千葉県)	宮古島 (沖縄県)

2.4 促進暴露試験

屋外暴露と比較する促進暴露には、表1に示す試験体と

同じものを使用し、表3に示す方法で促進暴露を行った。

表3 促進暴露試験

光源	JISA 1415	暴露時間(時間)
キセノンアークランプ(XWM)	6.1 WX-A	3,000, 10,000

3. FT-IRによる測定

3.1 測定方法

各種サンプル表面をFT-IR分析装置を使用し、ATR法(全反射法)にて $400\text{cm}^{-1}\sim 4,000\text{cm}^{-1}$ の赤外線吸収スペクトルを測定した。また比較のため表面、断面状態を光学顕微鏡(100倍、500倍)にて確認した。

3.2 測定結果と考察

1) トップコートなし促進暴露試験体の測定結果

図1にトップコートなし暴露試験体(B-1-0, B-1-X3000, B-1-X10000)の測定結果をブランクと比較して示す。

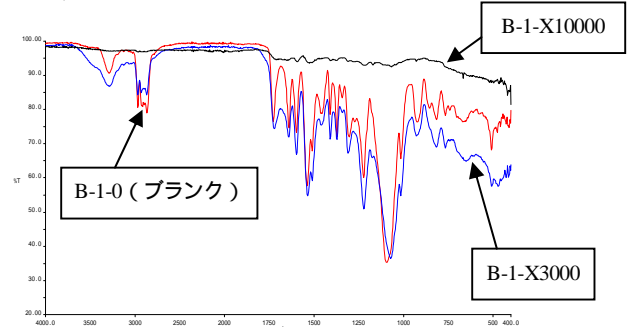


図1 トップコートなし促進暴露試験体の測定結果

ブランクとキセノン3,000時間暴露を比較すると、 $2,950, 2,850\text{cm}^{-1}$ 付近の吸収は小さくなるが、その他の波長域では吸収が大きくなる。またキセノン10,000時間では殆ど吸収スペクトルが見られず、正常な測定ができていない。

2) トップコートあり促進暴露試験体の測定結果

図2にトップコートあり促進暴露試験体(B-2-0, B-2-X3000, B-2-X10000)の測定結果をブランクと比較して示す。

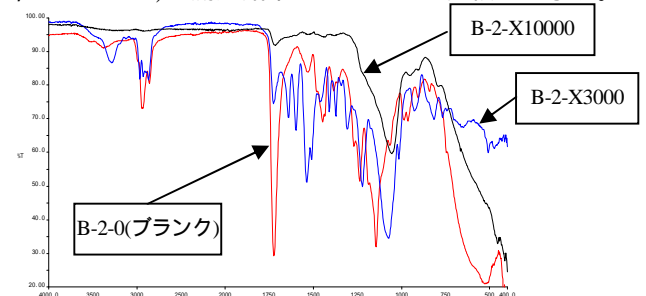


図2 トップコートあり促進暴露試験体の測定結果

B-2-0 の表面にはアクリルウレタン系トップコートが塗布されているため、特徴的な $1,730\text{cm}^{-1}$ と $1,260\sim 1,170\text{cm}^{-1}$ 付近の吸収が出ているが、キセノン 3,000 時間では異なったスペクトルとなっている。またキセノン 10,000 時間では、きれいなスペクトルが得られていない。

3) トップコートありの促進暴露と屋外暴露との比較

図 3 にトップコートありのキセノン 3,000 時間と宮古島での 3 年、7 年暴露サンプルの赤外線吸収スペクトルを示す。

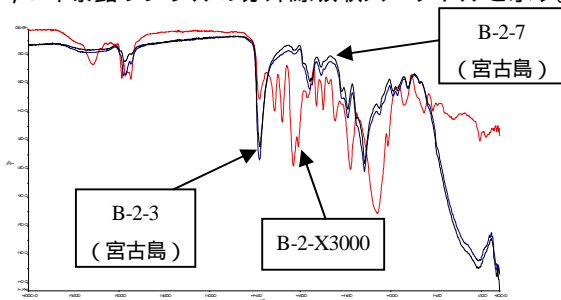


図 3 トップコートありの促進暴露と屋外暴露試験体の測定結果

図 3 の吸収スペクトルを比較するとキセノンで 3,000 時間促進暴露のピークと屋外暴露のピークが一致しない。特にアクリルウレタンの $1,730\text{cm}^{-1}$ と $1,260\sim 1,170\text{cm}^{-1}$ 付近の吸収が減り、 $2,950$ と $2,850\text{cm}^{-1}$ 、 $1,080\text{cm}^{-1}$ 付近に吸収が出ており、これらはウレタン防水材のピークと考えられる。そこで次に B-1-0 (ウレタンのブランク) と比較する。

4) キセノン 3,000 時間とブランクとの比較

図 4 でトップコートありのキセノン 3,000 時間促進暴露の測定結果を、トップコートなしのブランクと比較して示す。

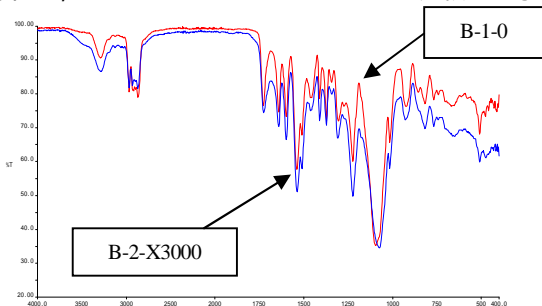


図 4 トップコートありキセノン 3,000 時間促進暴露とトップコートなしブランクの測定結果

全体的なピークの強弱はあるが、ピークの位置は合致していることから、下層のウレタン防水層のピークを拾っていると考えられる。

写真 1 に B-1-0 の表面写真、写真 2 に B-2-0 の表面写真、写真 3,4 に B-2-X-3000 の表面、断面写真、写真 5,6 に B-2-3 (宮古島 3 年) の表面、断面写真を示す (断面のみ 500 倍)。

写真 2,3,4 を比較すると、キセノン 3,000 時間暴露でもトップコートは残存している。しかし写真 4 では、トップコート断面で凹凸が見える。FT-IR で測定すると、測定上表面を

押し付ける形となるため、薄い部分で赤外線が透過し、下層のウレタン防水層のピークを拾っていると推測する。写真 2,5,6 を比較すると、同じくトップコートは残存しているが、表面の凹凸がないため、FT-IR で測定しても表面のトップコート層のピークを測定していると推測する。

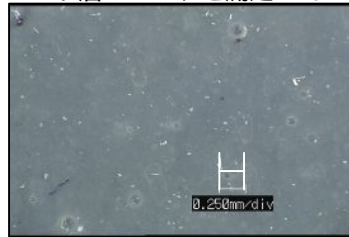


写真 1 B-1-0 表面

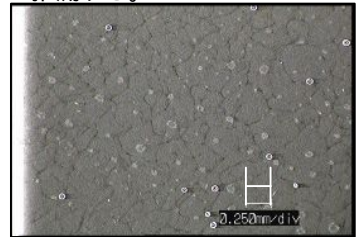


写真 2 B-2-0 表面

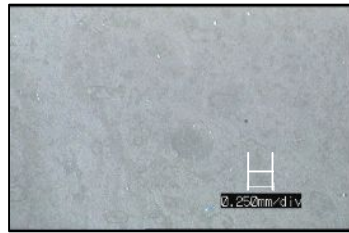


写真 3 B-2-X3000 表面
(キセノン 3,000 時間)

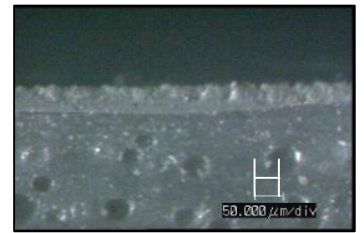


写真 4 B-2-X3000 断面
(キセノン 3,000 時間)



写真 5 B-2-3 表面
(宮古島 3 年)

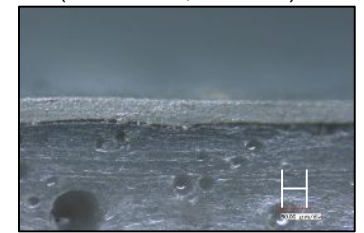


写真 6 B-2-3 断面
(宮古島 3 年)

4.まとめ

- ・本試験では、キセノンアークランプによる 3,000 時間の促進暴露は、宮古島における屋外暴露 7 年よりも劣化が早いと推定されるが、劣化機構が異なる可能性もあり、今後さらに促進暴露と屋外暴露との相関性を追跡したい。
- ・キセノン 3,000 時間の暴露では、屋外暴露よりもトップコートが劣化し、FT-IR を使った測定では、下層のウレタン防水層のピークが測定された。
- ・キセノン 10,000 時間では、表面の劣化が大きく、満足する測定結果が得られなかった。
- ・トップコート層の劣化状況や厚みが、ATR 法による FT-IR 測定に対し、どのような影響を及ぼすかについても、今後確認していきたい。

(参考文献) 塗料用合成樹脂の赤外線吸収スペクトル (財) 日本塗料検査協会著: 2004 年 5 月改訂 3 版)

*1 日本ウレタン建材工業会

*1 Japan Urethane Waterproofing Industry Association.

*2 清水建設 技術研究所

*2 Shimizu Corporation, Institute of Technology.

*3 建材試験センター 中央試験所

*3 Japan Testing Center for Construction Materials, Central Test Laboratory.

*4 北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所

*4 Hokkaido Research Organization, Northern Regional Building Research Institute.

*5 日本ウェザリングテストセンター銚子試験場

*5 Japan Weathering Test Center, Choshi test field.

*6 東京工業大学名誉教授

*6 Emeritus professor of Tokyo Institute of Technology.