

防水材料の耐候性試験 その 60

ウレタン系防水材の動的粘弾性測定結果

防水材料	耐候性	屋外暴露
ウレタン	高強度	
動的粘弾性	高伸長	

正会員 ○中山俊昭*1
正会員 鈴木 博*1
正会員 清水市郎*3
正会員 高根由充*5

正会員 川那部恒*1
正会員 竹本喜昭*2
正会員 松村 宇*4

1.はじめに

前報「その 58 動的粘弾性測定による防水材料の物性評価に関する一考察」にて、動的粘弾性測定は、防水材料の物性評価方法としての可能性があることを述べた。本報では、ウレタン防水材においても暴露による経年変化を動的粘弾性により評価できるか検討を行った。

2.評価に使用した屋外暴露試験体

2.1 試験体の種類

試験体として用いたのは、高伸長形ウレタンの手塗りタイプ及び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効果を確認する目的で、試験体はトップコートの有無の 2 種類とした。トップコートの塗布量は $0.2\text{kg}/\text{m}^2$ とした。屋外暴露試験体一覧を表 1 に示す。

表 1-1 屋外暴露試験体一覧

高伸長形ウレタン防水材

トップコート			1	2
ウレタン防水材			なし	アクリルウレタン
C	高伸長形手塗りタイプ	ブランク	C-1-0	C-2-0
		3 年暴露	C-1-3	C-2-3
		7 年暴露	C-1-7	C-2-7

表 1-2 屋外暴露試験体一覧

高強度形ウレタン防水材

トップコート			1	4
ウレタン防水材			なし	高耐候アクリルウレタン
A	高強度形スプレータイプ	ブランク	A-1-0	A-4-0
		3 年暴露	A-1-3	A-4-3
		7 年暴露	A-1-7	A-4-7

2.2 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で暴露した。

2.3 屋外暴露地域

今回の評価には、宮古島暴露試験体を用いた。

3.動的粘弾性測定

3.1 測定条件

貯蔵弾性率 E' 、損失弾性率 E'' 、及び損失正接 $\tan \delta$ ($=E''/E'$) の測定は、動的粘弾性測定装置 (I 社製 DVA-220) を用いて、温度範囲 $-100 \sim 170^\circ\text{C}$ 、昇温速度 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 、周波数 10Hz、動的歪み 0.2%、引張りモードにて行った。試料は幅 5mm、長さ 50mm、厚さ 3mm の短冊状とした。

3.2 測定結果と考察

高伸長形ウレタン防水材 C-1 及び C-2 のブランクの動的粘弾性測定結果を図 1-1 (C-1-0)、図 1-2 (C-2-0) に示す。

前報「防水材料の耐候性試験 その 56 及びその 57」までウレタン防水材の経年劣化を評価するにあたり、反発力の変化に着目し、検討を行ってきた。本報においてもこの点に着目し評価したいと考えている。そこで動的粘弾性を評価する際には、動的粘弾性測定においてゴム状弾性が維持される温度領域であるゴム状平坦領域での経年変化に注目し検討を行った。

本来であれば、ウレタン防水材が実際に使用される室温を含む $0 \sim 50^\circ\text{C}$ 付近での動的粘弾性測定結果を用いて経年変化を検討すべきであるが、図 1-1 及び 1-2 より本領域はトップコートの緩和領域、つまり応力が抜ける領域であり、 E' (バネの性質、弾性) が激減し E'' (ダッシュポットの性質、粘性) が極大となる領域と重複していることがわかり、トップコートの有無による比較が困難であった。そこで、ゴム状平坦領域内にあり、トップコートの緩和領域外である 100°C における経年変化を比較検討した。

100°C における E' 及び E'' 、 $\tan \delta$ (粘性/弾性の比) の測定結果を表 2 に示す。更に $\tan \delta$ のピークから求めたガラス転移温度 T_g 及び 23°C 湿度 50% 恒温恒湿室での引張試験結果の引張強さ T_B 、破断伸び E を併せて示す。

表 2 を元に暴露年数 0 年を基準として、 E' 及び E'' 、 $\tan \delta$ の経年での保持率をグラフ化したものを図 2 に示す。

図 2 には、比較のために引張強さ T_B 保持率及び破断伸び E 保持率の宮古島暴露試験結果を併せて示す。

T_g について高伸長形では、経年による変化はみられないが、高強度形では、高温側にシフトしていた (表 2)。このことから経年で塗膜が固化していると考えられる。

図 2 より $\tan \delta$ 保持率は、高伸長形、高強度形とも経年により上昇し、トップコートの効果は、みられなかった。しか

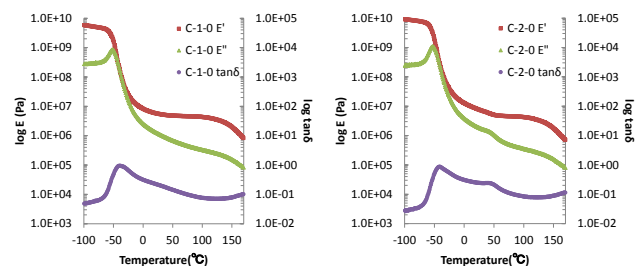


図 1-1 動的粘弾性 C-1-0 図 1-2 動的粘弾性 C-2-0

し、E'保持率及び E''保持率では、高伸長形と高強度形に違いがみられた。

高伸長形では、トップコートの有無に関わらず、経年により E'保持率が低下し、E''保持率がほぼ横ばいであった。これは、硬さの低下により $\tan \delta$ が上昇し、反発力は低下する方向に変化したものと考えられる。これに対し、高伸長形の引張強さと破断伸びは、トップコートの効果が大きく、C-1（トップコート無し）では、経年により引張強さが低下し、伸びは横ばいで、C-2（トップコート有り）では、引張強さがほぼ横ばいで伸びが上昇した。このことから高伸長形では、動的粘弾性測定と従来の引張試験でトップコートの効果に違いがあることが示された。

一方、高強度形の A-1（トップコート無し）では、E'保持率は横ばいだが、E''保持率が上昇していることで、 $\tan \delta$ が上昇し、硬さを維持したまま反発力が低下する方向に変化していた。これに対し、A-4（トップコート有り）では、E'保持率、E''保持率とも上昇し、固化しながら反発力が低下する方向に変化していた。高強度形では、引張強さ、破断伸びと E'保持率、E''保持率とも、トップコートの効果が大きいことがわかった。今後引張強さや伸びなどの防水材料の物性との相関性についても検討していきたい。

4.おわりに

ウレタン防水材の 7 年目までの暴露試験体を用い、動的粘弾性測定による物性評価を行った。高伸長形ウレタン防水材及び高強度形ウレタン防水材ともに経年により反発力は低下する方向に変化していることが示された。但し、高伸長形と高強度形では、E'及び E''の挙動が異なることから、塗膜内部の状態は、高伸長形と高強度形で異なることが示唆された。今回、宮古島暴露試験体のみで評価を行ったが、他の地域の暴露試験体においても今後評価していきたい。またヒステリシスロスとの相関性についても検討していく予定である。

表 2 各サンプルの 100°Cにおける E' , E'' , $\tan \delta$ と T_g、引張強さ T_B、破断伸び E の測定結果

タイプ	No.	暴露年数 (年)	E' (Pa)	E'' (Pa)	$\tan \delta$ -	T _g (°C)	T _B (N/mm ²)	E (%)
高伸長形	C-1	0	4.3E+06	3.3E+05	7.5E-02	-38.6	3.1	800
		3	3.9E+06	3.3E+05	8.4E-02	-39.1	2.3	720
		7	3.6E+06	3.2E+05	8.8E-02	-39.0	1.8	760
	C-2	0	4.2E+06	3.5E+05	8.3E-02	-40.8	1.6	550
		3	3.7E+06	3.4E+05	9.1E-02	-38.7	1.7	620
		7	3.3E+06	3.5E+05	1.0E-01	-39.0	1.7	760
高強度形	A-1	0	1.8E+07	1.1E+06	6.0E-02	-45.1	9.9	510
		3	1.8E+07	1.1E+06	6.4E-02	-42.1	11.1	580
		7	1.7E+07	1.2E+06	6.9E-02	-40.1	9.5	540
	A-4	0	1.7E+07	1.0E+06	6.0E-02	-46.2	9.9	490
		3	1.9E+07	1.2E+06	6.4E-02	-40.2	12.2	570
		7	2.0E+07	1.4E+06	6.8E-02	-39.6	14.4	610

*1 日本ウレタン建材工業会

*2 清水建設 技術研究所 博士 (工学)

*3 建材試験センター 中央試験所

*4 北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所

*5 エクスポージャー・ラボ 博士 (工学)

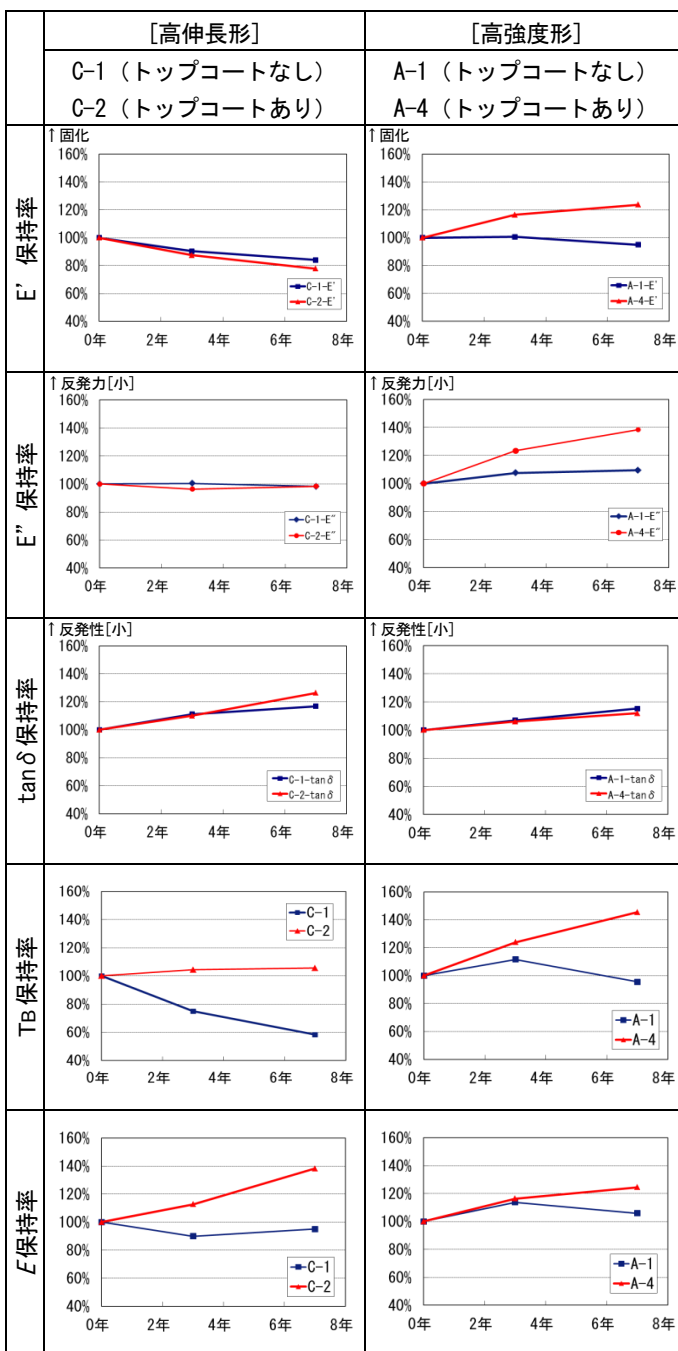


図 2 各保持率の経年変化

(参考文献) [1] 中山俊昭・川那部恒・鈴木博・竹本喜昭・清水市郎・松村宇・高根由充・田中享二：防水材料の耐候性試験 その 56 ヒステリシスロスを利用した高伸長形ウレタン防水材の劣化評価 その 3：日本建築学会大会学術講演梗概集，2014

[2] 川那部恒・中山俊昭・鈴木博・竹本喜昭・清水市郎・松村宇・高根由充・田中享二：防水材料の耐候性試験 その 57 ヒステリシスロスを利用した高強度形ウレタン防水材の劣化評価 その 1：日本建築学会大会学術講演梗概集，2014

*1 Japan Urethane Waterproofing Industry Association.

*2 Shimizu Corporation, Institute of Technology. Dr. Eng.

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

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

*5 Exposure Lab. Co., Ltd. Dr. Eng.