

防水材料の耐候性試験 その 59

動的粘弾性測定からの防水材料物性評価

防水材料	粘弾性	熱処理
屋外暴露	耐候性	耐久性

正会員	○島村 浩行*1	同	竹本 喜昭*2
同	中沢 裕二*1	同	大西 正人*3
同	中野 五郎*4	同	松村 宇*5
同	高根 由充*6		

1. はじめに

防水材料耐久性試験方法小委員会では、各種防水層の屋外暴露試験及び促進評価試験を継続して行っている。各種防水層は定期的に採取し、一般的な評価方法による試験結果を報告してきた¹⁾。2015 年は防水層の“反発力”に注目し各種防水層の動的粘弾性測定 (DMA) を実施した。本報では、各種防水層及び防水材料の動的粘弾性測定から得られた損失正接 ($\tan \delta$) の変化と一般的性能評価から耐久性評価手法の可能性について報告する。

2. 試験

2.1 試験体

防水層の試験体は、塩ビシート、ゴムシート及びアスファルト系防水材料とした。尚、屋外暴露に供しているアスファルト系防水層は厚さがあり、測定装置のクランプに設置できないため、本報では比較検討のため、促進暴露したアスファルト防水材料を測定した。表 1、2 に試験体を表 3、4 に屋外暴露条件及び促進暴露条件を示す。

表 1 防水層試験体

種類	仕様		JIS A 6008
塩ビシート	断熱	機械固定工法	一般複合 2.0mm 厚
ゴムシート	非断熱	接着材工法	均質シート 1.2mm 厚

表 2 防水材料試験体

アスファルト系材料	JIS 分類
ストレッチルーフィング 1000	JIS A 6022
改質アスファルトルーフィング	JIS A 6013 非露出複層防水用

【参考データ】

アスファルトルーフィング 940 JIS A 6005
 促進熱処理期間；20、40 週
 ※極端に長い熱処理期間の試験体を用いたのは、変化の傾向が把握しやすいと想定した為

表 3 屋外暴露条件

地域	位置	暴露期間
亜熱帯地域	日本ウエザリングテストセンター 宮古島暴露試験場	(初期) 3、7 年

表 4 促進暴露条件

促進熱処理条件	促進期間
80℃ 空气中	(初期) 1、2、4、6 週

2.2 測定方法及び条件

粘弾性測定装置を用いて各種試験体の動的粘弾性測定を行った。図 1、2 に粘弾性測定装置及び測定部、表 5 に測定条件の詳細を示した。

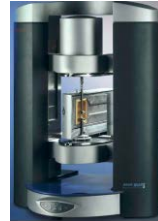


図 1 粘弾性測定装置

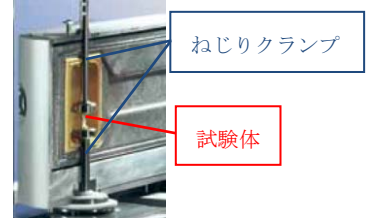


図 2 測定部

表 5 測定条件

項目	測定条件
測定方式	ねじり粘弾性測定
測定温度	100 ~ -100℃
Delta/t	-3℃
周波数	1Hz
設定歪み量	1%
試験体サイズ	20mm (長手方向) × 10mm (幅方向)
ギャップ	5mm
試験体数	n = 1

3. 結果

測定結果を図 1~6 に示し、内容をまとめた。

防水層粘弾性測定結果

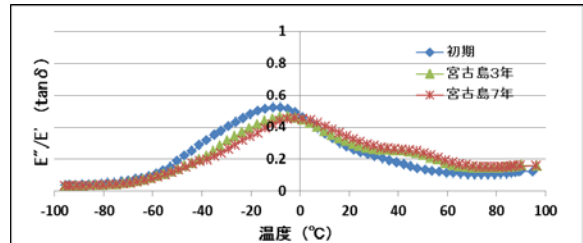


図 1 塩ビシート

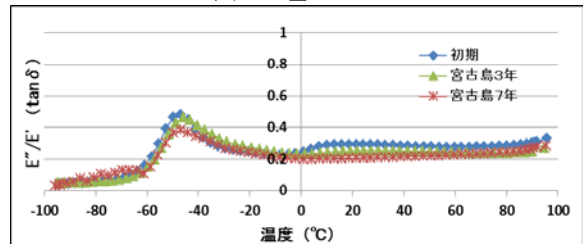


図 2 ゴムシート

防水材料粘弾性測定結果

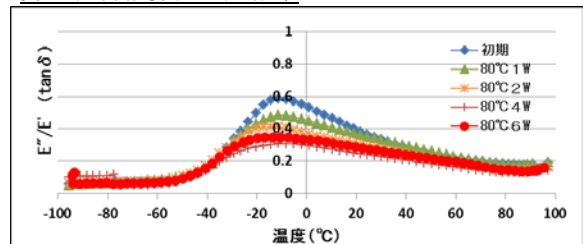


図 3 ストレッチルーフィング

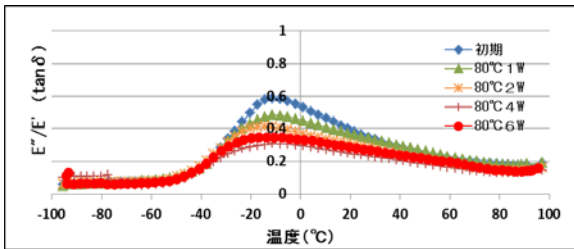


図4 改質アスファルトルーフィング

《参考データ》

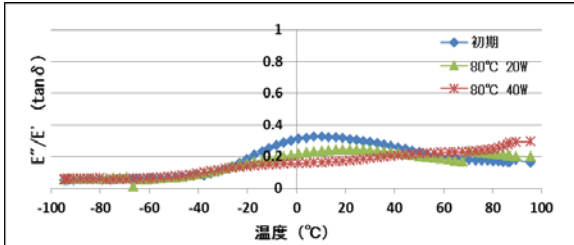


図5 アスファルトルーフィング

- ・屋外暴露及び促進暴露した各種試験体の $\tan \delta$ 曲線は、全体的に暴露期間が長くなるとピーク高さが低下し、ブロードになる傾向が見られた。
- ・参考として測定したアスファルトルーフィングは、20週で $\tan \delta$ 曲線がかなりブロードになり、40週でピークが消失した。

4. 考察

表6には、宮古島に屋外暴露した塩ビシートとゴムシートの $\tan \delta$ のピーク値（以降、 $\tan \delta_{\max}$ ）及びその際の温度（以降、 T_{\max} ）を示す。 T_{\max} は、塩ビシートで徐々に上昇したが、ゴムシートでは変化がなかった。これは素材の特性が影響していると推定している。

表6 塩ビシートとゴムシートの $\tan \delta_{\max}$ と T_{\max}

屋外暴露場所と期間	塩ビシート		ゴムシート	
	$\tan \delta_{\max}$ 変化率 (%)	T_{\max} (°C)	$\tan \delta_{\max}$ 変化率%	T_{\max} (°C)
初期	0.525	-10.99°C	0.483	-46.92°C
宮古島 3年	0.468	-5.01°C	0.466	-45.86°C
	89.1		96.5	
宮古島 7年	0.458	-2.10°C	0.384	-46.81°C
	87.2		79.5	

図6~7には、塩ビシートとゴムシートの $\tan \delta_{\max}$ 変化率と、引張り試験による伸び保持率を比較して示した。塩ビシートでは、7年間の屋外暴露では伸び保持率の変化が見られない²⁾。一方、 $\tan \delta_{\max}$ の変化率は、暴露期間とともに低下する傾向が見られている。ゴムシートは、伸び保持率と $\tan \delta_{\max}$ 変化率ともに低下傾向が見られている。

図8には、動的粘弾性測定データから抽出した温度25°Cにおける、ストレッチルーフィング及び改質アスルーフィングの貯蔵弾性率と損失弾性率を示した。改質ア

スファルトルーフィングでは貯蔵弾性率と損失弾性率共に上昇がみられた。これは、改質アスファルトに配合されているゴム成分の影響と推定され、熱処理によって硬くなっている状態と推定される。

5. まとめ

動的粘弾性測定で各種防水層（防水材料）の物性変化は捉えられると考えられる。又、劣化評価方法として損失正接、貯蔵弾性率、損失弾性率の活用できる可能性があると思われる。但し、劣化挙動と寿命をどのように判断して行くかが重点課題となる。2017年には、屋外暴露が15年目となる。今後は、各種防水材料の屋外暴露と促進暴露の試験体を用いた動的粘弾性測定を行い、劣化評価手法としての可能性を追求していく。

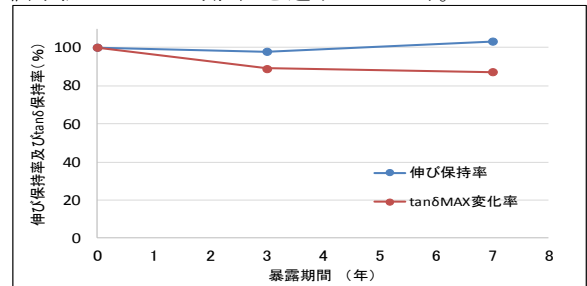


図6 塩ビシートの伸び保持率と $\tan \delta_{\max}$

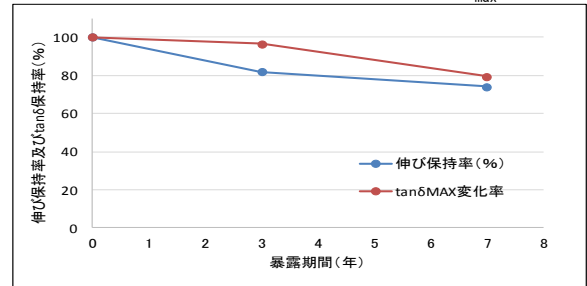


図7 ゴムシートの伸び保持率と $\tan \delta_{\max}$

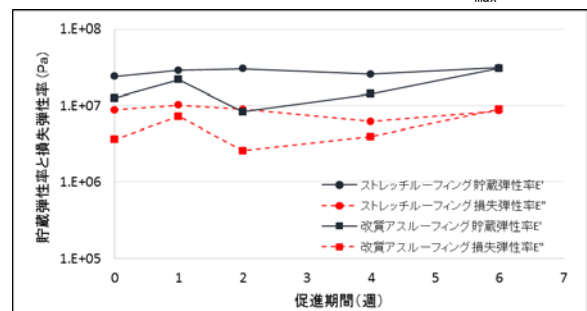


図8 防水材料の25°Cにおける貯蔵弾性率と損失弾性率

【参考文献】

- 1) 中沢裕二, 町田 繁, 竹本喜昭, 松村 宇, 高根由充, 清水市郎, 田中享二: 防水材料の耐候性試験 その26 アスファルト防水層の屋外暴露7年後の物性変化, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp.53-54, 2010年9月
- 2) 吉岡孝治, 田中享二, 清水市郎, 松村 宇, 高根由充, 竹本喜昭: 防水材料の耐候性 その29 シート防水材の屋外暴露試験, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp.59-60, 2010年9月

*1 アスファルトルーフィング工業会

*2 清水建設 博士(工学)

*3 積水ハウス株式会社 総合住宅研究所

*4 高分子ルーフィング工業会

*5 北海道立総合研究機構 北方建設総合研究所

*6 株式会社エクスポージャー・ラボ 博士(工学)

*1 Asphalt Roofing Manufacturers Association

*2 Shimizu Corporation, Dr. Eng.

*3 SEKISUI HOUSE, Comprehensive Housing R&D Institute

*4 Synthetic Polymeric Roofing Sheet Manufactures Association

*5 Hokkaido Research Organization Northern Regional Building Research Institute

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