

## 防水材料の耐候性試験

### 加熱促進劣化による改質アスファルトのポリマー分解率の測定及び屋外暴露試験との相関の考察

正会員 ○横堀龍司\*1 正会員 北清敏之\*1  
 同 片岡 淳\*1 同 島村浩行\*1  
 同 竹本喜昭\*2 同 松村 宇\*3

メンブレン防水 屋外暴露試験 加熱促進劣化  
 改質アスファルト ポリマー分解率

#### 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、防水材料の屋外暴露試験を 2002 年より旭川、銚子、宮古島にて実施している。既報<sup>1)</sup>では、暴露 15 年目経過後の、トーチ工法に使用する SBS 系改質アスファルトシートのポリマー分解率の試験結果について報告した。本報では、加熱促進試験による SBS 系改質アスファルトシートのポリマー分解率の測定結果及び屋外暴露試験との相関について報告する。

#### 2. 試験概要

##### 2-1 試験体及び評価方法

針入度・軟化点用の試験体は表 1 に示す T-MF1 防水層と同配合の改質アスファルトをシート状に加工したもの(t=2.0mm)を作製した。この試験体を、60、70、80℃の恒温室に静置し、500、1000、5000 時間毎にサンプリングし、針入度・軟化点の測定を行った。評価方法は、表 2 の通りである。

表 1 暴露試験体一覧

記号*1	T-MF1	T-MF2	T-MT2
工程	1	露出単層防水用	非露出複層防水用 断熱材(硬質ウレタンフォーム)
	2	—	露出複層防水用 粘着層付シート(非露出複層防水用 2.0mm)
	3	—	露出単層防水用

\*1 T-MF1,T-MF2,T-MT2 は、日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事」(1993 年版)による。

表 2 評価方法一覧

試験項目	試験方法	
改質アスファルト	針入度	総プロ法*1
	軟化点	JIS K 2207

\*1 建設省総合開発プロジェクト「建築防水の耐久性向上技術」建築仕上げ編Ⅱによる。

ポリマー分解率の測定は、屋外暴露試験に使用した表 1 における T-MF1 防水層のブランク品を試験体とし、70℃の恒温槽に静置し、500、1000、3000、5000 時間枚に裏面の改質アスファルトを 2g 程度サンプリングし、測定を行った。

##### 2-2 ポリマー分解率の測定方法

ポリマー分解率の測定は、GPC 法(ゲル浸透クロマトグラフィー)によって行った。分析試験は、溶剤に溶解した物質をその分子サイズの差によって分離定量する方法で、大きなサイズのポリマーは、多孔質充填剤の深部へは到達できないため、結果的に短い経路を辿り、最も早く出口に到達する。一方、小さなポリマーほど深部へ到達できるため、流路が長くなり、カラムの出口に到達するのが遅くなる。この原理により、分子サイズの大きな成分から順次溶出することになる。溶出時間と分子量の関係から、分子量分布や平均分子量を求めることができる。

本研究においては、図 1 のように得られた分子量分布の面積比から、ポリマー分解率を以下のように設定した。

$$\text{ポリマー分解率(\%)} = \frac{\text{初期の低分子側よりはみ出した面積}}{\text{初期の低分子側の面積}} \times 100$$

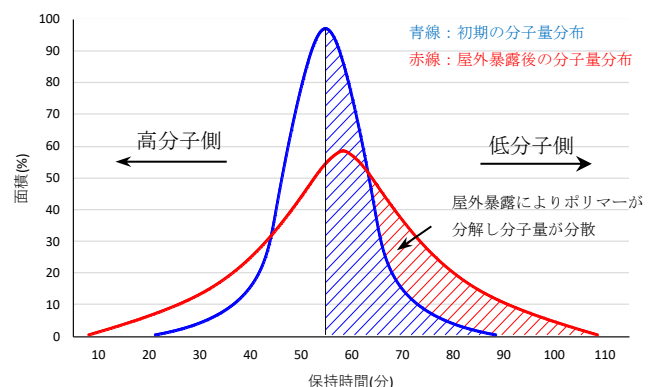


図 1 GPC法による分子量分布の解説図

Weatherability Test Results of Waterproofing Materials (Measurement of Polymer Decomposition Rate of Modified Bitumen Heating Accelerated Degradation and Consideration of Correlation with Outdoor Exposure)

YOKOBORI Ryuji, KITASE Toshiyuki, KATAOKA Jun  
 SHIMAMURA Hiroyuki, TAKEMOTO Yoshiaki, MATSUMURA Takashi

なお、分析は露出用砂付改質アスファルトシートの裏面のアスファルトを採取して行った。また、APP 系改質アスファルトは、溶剤(THF)に溶解しないため、SBS 系改質アスファルトのみの評価とした。

### 3. 試験結果

#### 3-1 ポリマー分解率の経時変化と屋外暴露との相関

加熱促進劣化試験による、改質アスファルトのポリマー分解率の経時変化を図 2 に示す。

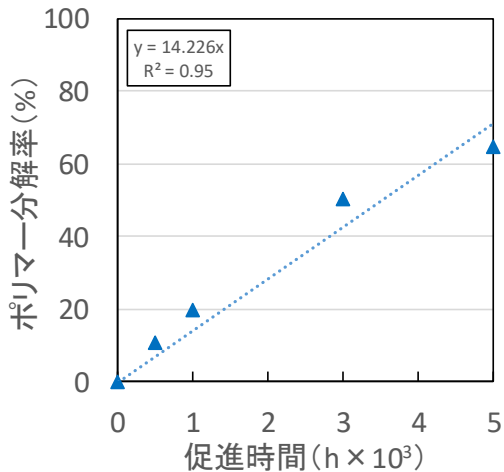


図 2 加熱促進劣化後 (70°C) のポリマー分解率の変化

図 2 より、近似曲線を算出し、その数式及び既報<sup>1)</sup>より得られた、屋外暴露 15 年後の改質アスファルトのポリマー分解率から、加熱劣化相当時間を算出した。その結果を表 3 に示す。

### 4. 考察

#### 4-1 針入度・軟化点の経時変化

針入度は、初期値と比較し初期に大きく低下し、その後時間の経過と共に、緩やかに低下していく傾向となった。70°C、5,000 時間経過後の針入度は、18(保持率 54.5%)となった。

軟化点に関しても、初期値から時間の経過と共に、緩やかな低下傾向となった。いずれの結果も温度が高いほど低下の傾向が見られた。この傾向はこれまでの試験と同様の結果となった。70°C、5,000 時間経過後の軟化点は、107°C(保持率 89.2%)となった。

#### 4-2 ポリマー分解率の測定及び屋外暴露試験との相関の考察

加熱促進劣化によるポリマー分解率の経時変化は、一定の傾向を示しており、R<sup>2</sup>値は 0.95 となり、高い相関が

表 3 ポリマー分解率の加熱劣化相当時間 (h)

	表面 / 裏面	T-MF1	T-MF2	T-MT2
旭川 (N)	表面	79	221	508
	裏面	38	236	196
銚子 (C)	表面	299	527	1121
	裏面	199	231	460
宮古島 (S)	表面	508	664	799
	裏面	199	533	591

得られた。得られた数式より、70°C条件下でポリマー分解率が 100%となる時間を算出すると、7,029 時間となる。屋外暴露 15 年後のポリマー分解率の加熱劣化相当時間は表面で 79~1121 時間、裏面で 38~591 時間となった。

寒冷地である旭川では、熱の影響が少ないため、また、裏面は紫外線の影響を受けにくいいため、少ない加熱時間で、屋外暴露 15 年相当となった。

屋外暴露試験との比較のため、数値のばらつきは大きい、70°Cで 1,200 時間程度加熱促進劣化を行うことにより、最大で屋外暴露試験 15 年相当のポリマー分解率に相当すると考えられる。

### 5. まとめ

加熱劣化促進試験後の改質アスファルトのポリマー分解率を測定した。その結果、加熱促進劣化とポリマー分解率の経時変化は高い相関を示した。また、既報<sup>1)</sup>より得られた屋外暴露後の結果との劣化相当時間を算出した。その結果、屋外暴露 15 年におけるポリマー分解率の劣化相当時間は最大値で 1,121 時間となった。

今回試験を行った改質アスファルトは 1 種類のため、すべての改質アスファルトが該当するかは不明であり、今後の検討が必要と考えるが、一定の指標は得られた。今回の試験では APP 系改質アスファルトについての分析ができないため、すべてのシートが同一の評価方法で出来るような手法を今後検討していく。

#### 【参考文献】

- 1) 横堀,北清,片岡,島村, : 防水材料の耐候性試験その 2 (屋外暴露後の改質アスファルトのポリマー分解率の測定), 日本建築学会大会(北陸),2019.9
- 2) 横堀,北清,片岡,竹本,松村: 防水材料の耐候性試験(その 3 改質アスファルトトーチ工法材料の屋外暴露試験), 日本建築学会大会(近畿),2018.9

\*1 日本防水材料協会 アスファルト防水部会  
\*2 清水建設 博士 (工学)  
\*3 北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所

\*1 Japan Waterproofing Materials Association, Asphalt Waterproofing Committee.  
\*2 Shimizu Corporation, Dr. Eng.  
\*3 Hokkaido Research Organization, Northern Regional Building Research Institute.