アスファルトの劣化速度に関する一検討

日本大学大学院　学生会員　○並木　大宜
日本大学　正会員　加納　陽輔
国立研究開発法人土木研究所　正会員　新田　弘之
国立研究開発法人土木研究所　正会員　田湯　文将

1. はじめに

アスファルトの劣化は，舗装の破損原因ともなるため，劣化の予測ができるようになれば，より維持管理の効率化につながるものと考えられる．これまでの研究[1)]によりアスファルト舗装は深さ方向でアスファルトの劣化度が異なっていることが分かっており，これは深さ方向の温度分布や空隙によるものと考えられるが詳細なメカニズムは解明されていない．

本研究では，アスファルトの劣化メカニズムの解明のために，温度による劣化速度の違いを把握するとともに，組成の変化を確認した．その上で，高分子材料の寿命予測に用いられているアレニウスの法則の，アスファルト混合物への適用性について検討した．

2. 実験概要

実験は，締め固めないアスファルト混合物を温度の異なる恒温槽に入れて，針入度が 20 程度になるまでの期間劣化させ，針入度やカルボニルインデックス[2)]，組成の変化を確認した．条件や方法を以下に示す．

(1) 供試体

供試体は，アスファルト混合物の表面積を揃え，均一な条件で劣化させるため，アスファルトミキサーにより混合した密粒度アスファルト混合物（13）を，締め固めずに 4.75mm ふるいを用いて分級し，残留分である 13-5mm 分のみ使用した．分級後の試料は促進劣化による加熱でムラを起こりにくくするため，試料が重なり合わないようにバットに敷き均し，直接風が当たらぬようにアルミ箔でバット上部を覆って，恒温槽にて各条件で加熱養生した．

(2) 劣化条件

促進劣化の条件を**表-1** に示す．促進劣化の温度条件は，各温度条件による劣化の進行速度の違いを確認するため，70・ 90・110℃とし，促進劣化の時間はそれぞれ 0・3・7・14 日を基準として各温度において針入度が 20 に低下するまで試験を続けた．

表-1　促進劣化の条件

養生温度	養生日数
70℃	0，3，7，14，28，42，70日
90℃	0，3，7，14日
110℃	0，2，3，4，5，6，7，14日

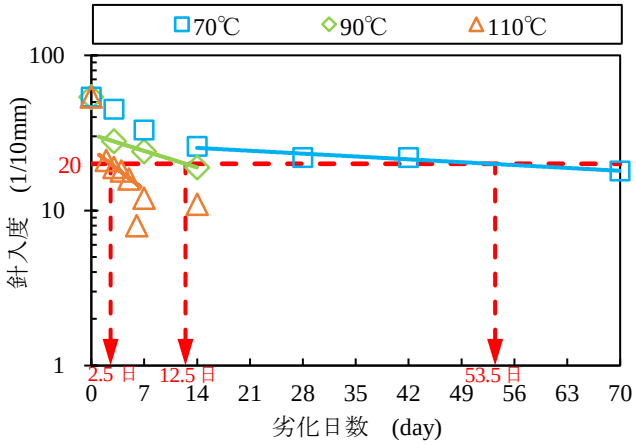

図-1　針入度と劣化日数の関係

(3) 性状測定

促進劣化後の各試料から，アスファルトを抽出・回収し，針入度試験，フーリエ変換赤外分光分析による吸光度測定（以下，FTIR），薄膜クロマトグラフ法（TLC/FID 法, JPI-5S-70-2010）による組成分析により，劣化の進行状況を確認した．なお，FTIR による吸光度測定では，既往の研究[2)]を参考に全反射吸光法（ATR）を用い，1600cm^{-1} 付近のピークに対する 1700cm^{-1} 付近のピーク高さの比をカルボニルインデックス（以下，CI）として，酸化劣化を評価した．

3. 結果と考察

3.1 針入度

劣化日数と針入度の関係を**図-1** に示す．針入度が 20

キーワード　アスファルト，熱劣化，寿命予測，アレニウス
連絡先　〒275-8575　千葉県習志野市泉町 1-2-1　日本大学大学院 生産工学研究科 土木工学専攻　ＴＥＬ047-474-2420

付近である，70℃（14，28，42，70 日），90℃（3，7，14 日），110℃（2，3，4，5 日）の試料が直線上に並んだため，これらを用いて近似線を引き，針入度が 20 となる日数を算出した．その結果，70℃では 53.5 日，90℃では 12.5 日，110℃では 2.5 日の劣化日数で針入度が 20 となった．

3.2 CI

劣化日数とCIの関係を**図-2**に示す．針入度の結果と同様に，温度上昇に伴って劣化が進行する傾向が見てとれる．また，各温度のCIに関して針入度が20となる劣化日数で比較すると，どの値も0.6～0.8付近であることから，針入度との相関を確認した．

3.3 組成比

各温度における劣化日数ごとの組成比を**図-3** に示す．各温度ともに時間経過に伴って，レジン分が増加し，芳香族分が減少する傾向が見られた．各温度で針入度が 20 付近である，70℃（42，70 日），90℃（14 日），110℃（2，3 日）における組成比は，大きな差異は見られず，高温下であった 110℃においても劣化機構は同様と見られ，供用時の劣化を評価するための促進劣化条件として適切であることを確認した．

3.4 アレニウスプロット

今回の試験結果をもとに，アレニウスプロットを試みた．アレニウスプロットは，温度の逆数と各温度の針入度が 20 となる日数をグラフにプロットすることにより作成した．アレニウスプロットを**図-4** に示す．3 点ではあるが，直線上に並び，アスファルトでもアレニウスプロットができることが分かった．この直線を用いることで，この混合物の他の温度における劣化速度を予測できるものと考えられた．

4. まとめ

本研究から得た知見を以下にまとめる．

- 70℃から110℃の劣化温度では劣化速度は異なるが，針入度が20においてCIおよび組成は同程度であり，劣化機構は同様であったと考えられた．
- アレニウスの法則は，アスファルトにおいても適用可能と考えられた．

今後は，熱劣化以外の他に考えられる劣化要因を明らかにし，実際の舗装の温度履歴と劣化との比較検討を行い，アスファルトの劣化メカニズムの解明を進める予定である．

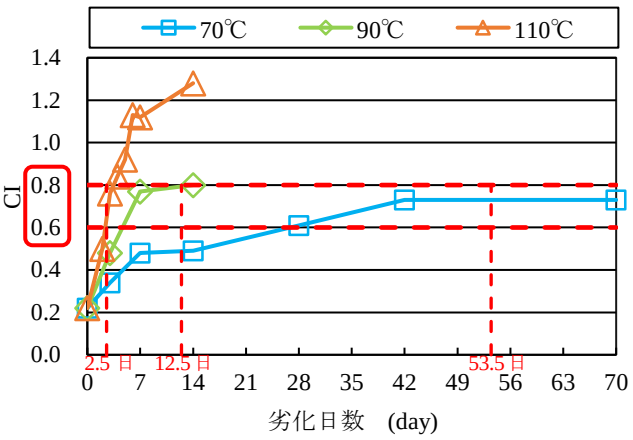

図-2 CI と劣化日数の関係

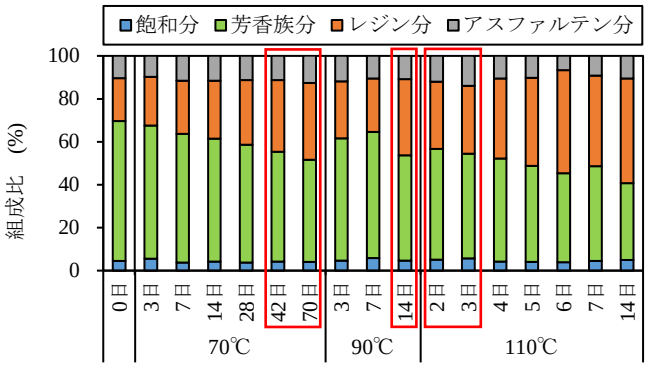

図-3 組成比と劣化日数の関係

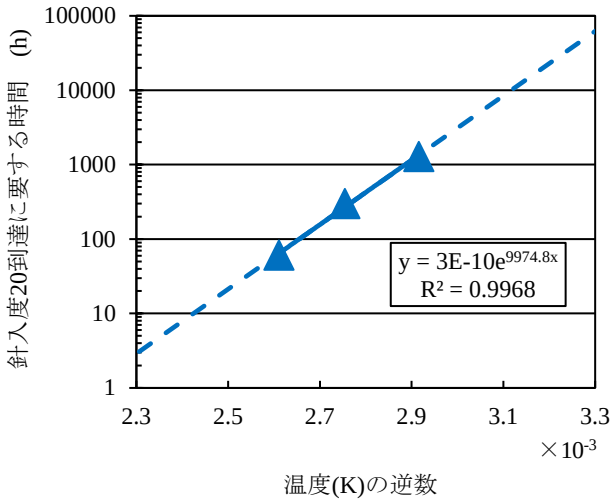

図-4 アレニウスプロット

参考文献

1) 川島他：供用中のアスファルト舗装表面と内部の劣化度の把握および劣化機構に関する一検討，舗装工学論文集，第 21 巻，pp53-59，2016.

2) 川島他：FTIR/ATR によるアスファルト混合物の簡易劣化評価試験の検討，舗装，No.51，pp29-33，2016.