

酸素濃度がアスファルトの劣化に及ぼす影響について

日本大学大学院 学生会員 ○楊 晨輝

日本大学 正会員 秋葉 正一 正会員 加納 陽輔 正会員 赤津 憲吾

国立研究開発法人土木研究所 正会員 新田 弘之 正会員 川島 陽子

1. はじめに

近年、我が国のインフラ施設は老朽化が進行し、点検や維持修繕の重要性は今後も一層高まる傾向にある。道路舗装の9割を占めるアスファルト舗装においては、目視や路面性状測定車をはじめとした様々な手法で路面や構造の点検が行われている。しかし、膨大な道路舗装を点検するには、時間やコストを要するため、道路管理者にとっては大きな負担となりうる。一方、アスファルトの経年劣化がアスファルト舗装の破損を招き、性能低下につながる恐れがある。そのため、供用中におけるアスファルト舗装の劣化メカニズムを解明し、アスファルト舗装の性能低下や寿命を予測できれば、維持管理の効率化が可能となると考える。

供用中におけるアスファルトの劣化は、これまで主に熱や紫外線などの気象作用を直接受ける表面から進行しやすいと考えられてきた。しかし、近年の調査¹⁾より、表面のみならず構造や損傷によって底面からも劣化が進行する可能性が指摘されている。しかし、そのメカニズムや熱・酸素・空隙の相互作用は未解明である。筆者らは、既報の研究²⁾においてアスファルト混合物の空隙率がアスファルトの酸化劣化に及ぼす影響に着目し、空隙率によって劣化の進行挙動が異なることを確認した。これは、空隙率によりアスファルト混合物内の酸素の含有量や供給量が異なるためと考えられた。

本研究では、舗装の底面や層間から供給される酸素に着目し、室内促進試験により酸素濃度がアスファルトの劣化に及ぼす影響を物理的・化学的性状の両側面から評価した。

2. 実験概要

(1) 促進劣化試験

供試体はストレートアスファルト 60/80 による密粒度アスファルト混合物 (13) をアスファルトミキサー

表-1 養生条件

酸素濃度	養生温度	養生日数
20%	70℃	0日, 3日, 7日, 14日, 42日, 70日
	90℃	0日, 3日, 7日, 14日
	110℃	0日, 2日, 4日, 5日, 7日
15%	70℃	0日, 14日, 42日, 59日, 70日
	90℃	0日, 7日, 14日, 21日
	110℃	0日, 2日, 5日, 7日
5%	90℃	0日, 14日, 28日, 42日
	110℃	0日, 4日, 10日, 14日

にて混合し、均質な試料を得るために 4.75mm ふるい

にかけ、残留分を締め固めない状態で促進劣化させた。促進劣化試験は、真空乾燥炉と窒素発生装置を用いて真空炉内が所定の酸素濃度となるようエアーを調整し、表-1 のとおり 20%, 15%, 5%の酸素濃度に対して養生温度と養生日数を変化させた。なお、試料には熱風が直接当たらないよう表面をアルミホイルで覆って熱劣化させた。

(2) 性状試験

促進劣化試験の混合物から「舗装調査・試験法便覧 G28・29」に準拠してアスファルトを抽出・回収し、物理性状試験として針入度性状試験を、化学性状試験として赤外分光分析および組成分析を行った。

針入度試験は「舗装調査・試験法便覧 A041」、組成分析試験は薄層クロマトグラフィー (TLC/FID 法 JPI-5S-70-2010) に従い行った。また、赤外分光分析として、フーリエ変換赤外分光分析装置 (FT-IR) にて ATR (全反射吸光法) により吸光度を測定し、カルボニルインデックス (以下, CI) を算出して酸化劣化の度合いを評価した。ここで、CI は酸化によって増加するカルボニル基 (C=O) に起因する 1700cm⁻¹ 付近の吸光度に対し、酸化による増減がほとんど生じない炭素結合 (C=C) に起因する 1600cm⁻¹ の吸光度を除いたものであり、CI の値が高いほど酸化劣化の度合いが大きいことを示す。

キーワード アスファルト, 酸化劣化, 酸素濃度, 針入度, 組成分析, カルボニルインデックス

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

3. 実験結果

(1) 針入度

養生日数と針入度の関係を図-1に示す。高温かつ酸素濃度が高いほど、針入度の低下が早い傾向が認められた。また、養生日数の増加に伴い、針入度の低下が徐々に緩やかになっており、この傾向は養生温度が低いほど顕著だった。

(2) カルボニルインデックス (CI)

養生日数と赤外分光分析から得られた CI の関係を図-2に示す。針入度の結果と同様に、養生温度の上昇によって酸化の進行が顕著となる傾向が認められた。また、養生日数の増加に伴い、酸化の進行が徐々に緩やかになる傾向も見られ、酸化は養生初期に大きく進行することを確認した。これは、締め固めていない状態であっても、酸素に触れやすい外側の混合物で先に酸化が進行し、徐々に内部に酸素が行き渡り、酸化劣化していたためと推察された。また、温度が高いほど熱による分子運動や反応が活発になり、酸素濃度が低くても劣化の進行が早かったと考えられた。

(3) 組成分析

組成分析による構成成分比率を図-3に示す。養生温度・酸素濃度が高いほど、レジンは上昇し、芳香族分が減少する傾向が見られ、CIと同傾向であった。一方、アスファルテン分は酸素濃度が20%の場合は、どの養生温度でも増加する傾向にあったが、酸素濃度が低くなると、養生日数に伴う変化にはばらつきが見られた。そのため、優先的に酸化が進行する成分があることが示唆された。

4. まとめ

本研究から得た知見を以下にまとめる。

- ・ アスファルトの経時劣化には、全ての温度下において酸素濃度が影響することが認められ、特にアスファルトの劣化進行は、酸素濃度と温度が低くなるほど劣化の進行が遅くなる傾向を確認した。
- ・ 経時劣化に伴って針入度が低下し、CIが増加する傾向が認められ、特に構成成分比率は酸素濃度によって変化の傾向が異なる可能性を確認した。

今後は酸素濃度による影響を踏まえて、舗装底面からの劣化に対する各因子の影響度を解明などして劣化メカニズムの明確化を目指す。

参考文献

- 1) 川島他：舗装工学論文集，第21巻，pp53-59，2016。

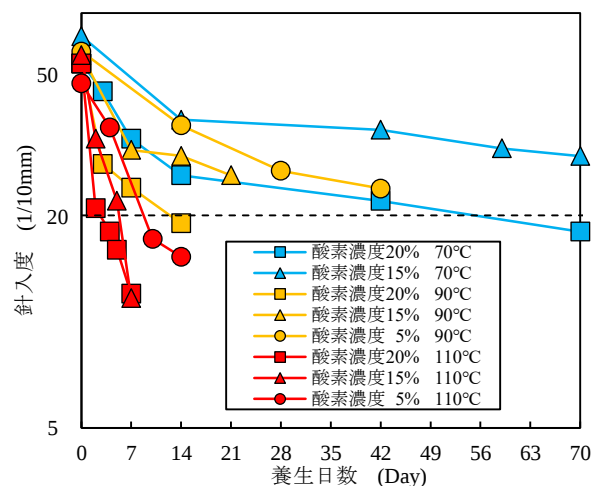


図-1 養生日数と針入度の関係

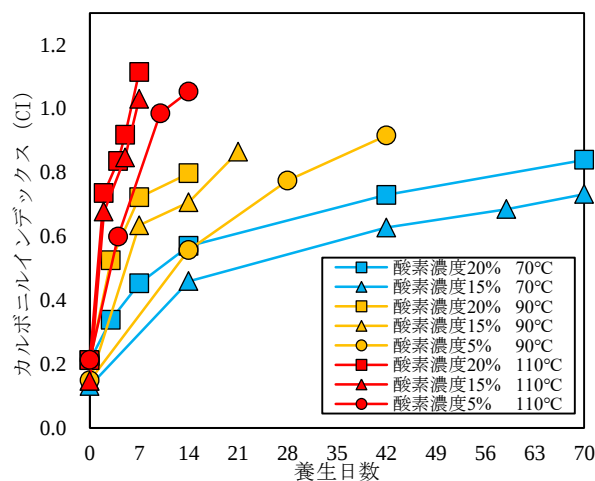


図-2 養生日数とCIの関係

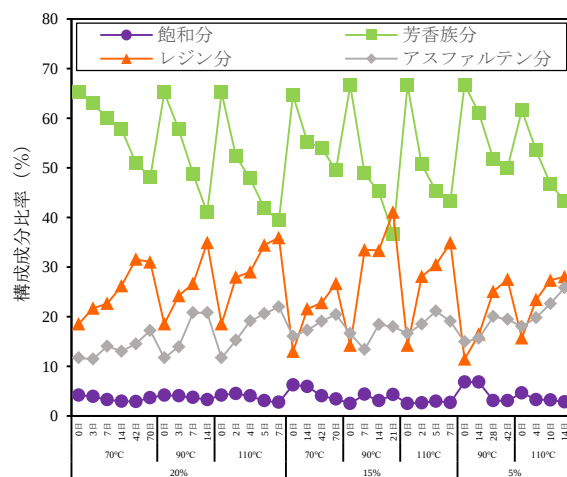


図-3 養生条件と構成成分比率の関係

- 2) 楊他：アスファルト混合物の空隙率がアスファルトの劣化に及ぼす影響について，土木学会第74回年次学術講演会，V88，2019