

アスファルト舗装における劣化メカニズムの解明

—酸素濃度がアスファルトの劣化に及ぼす影響について—

日大生産工(院) ○楊 晨輝

日大生産工 秋葉 正一 日大生産工 加納 陽輔

土木研究所 新田 弘之 土木研究所 川島 陽子

1. まえがき

近年、わが国のインフラ施設は老朽化が進み、点検や維持修繕の重要性が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により、路面や構造の点検が実施されている。しかし、膨大な舗装ストックを点検するには、多大な時間やコストを要するため、点検業務は今後、道路管理者の大きな負担となりうる。

一方、アスファルト混合物の構成素材のうち、特にアスファルトの経年劣化は舗装そのものの破損を招き、性能低下の引き金となる恐れがある。そのため、供用時におけるアスファルトの劣化メカニズムを解明し、アスファルト舗装の予防的なメンテナンス法を構築できれば、点検手法との併用により維持管理の効率化が期待できる。

供用時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⁾から、表面のみならず舗装の構造や損傷によっては底面からも劣化が進行する可能性が指摘されている。筆者らは、これまで既報研究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ている。これは、空隙率の違いがアスファルト混合物内の酸素の含有量や供給量に影響したためと考える。

本研究では、アスファルト舗装の劣化メカニズムの解明を目指して、舗装の底面や層間から供給される酸素に着目し、酸素濃度がアスファルトの物理的・化学的性状に及ぼす影響を室内促進試験により評価した。

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

2. 研究概要

(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にて混合し、均質な試料を得るために混合後試料を4.75mmふるいにかけて、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)に従って行った。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

Elucidation of the aging mechanism in the asphalt pavement

— Effects of oxygen concentration on the progress of aging —

Chenhui YANG, Hiroyuki NITTA, Yoko KAWASHIMA, Yosuke KANO and Shoichi AKIBA

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.

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, 短期間で針入度が低下する傾向が認められた. また, 各温度とも養生日数の増加とともに針入度の低下が徐々に緩やかになるが, この傾向は養生温度が低いほど顕著である.

(2) カルボニルインデックス

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, 養生温度の上昇に伴い酸化の進行が顕著となる傾向が認められた. また, 養生日数の増加とともに, 酸化の進行が徐々に緩やかになる傾向も見られ, 養生初期に参加が大きく進行する可能性を確認した.

(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, レジン分が増加し, 芳香族分が減少する傾向が見られた. 図中の赤枠の試料を例に比較すると, 同じ温度・養生日数にも関わらず, 酸素濃度によって構成成分比率が異なる結果となった.

4. まとめ

以上の検討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, 全ての温度下で酸素濃度が影響することが認められ, 酸素濃度と温度が低いほどアスファルトの劣化の進行は緩やかになる.
- ・ 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, アスファルトの劣化因子と各影響度の解明とともに, アスファルトの劣化がアスファルト混合物の性状やアスファルト舗装の性能に及ぼす影響を評価する.

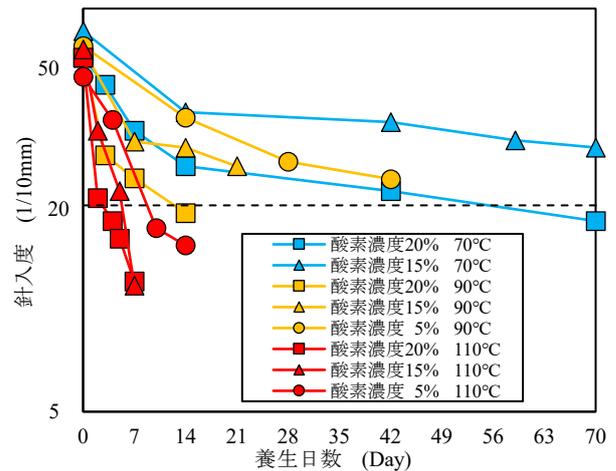


図-1 養生日数と針入度の関係

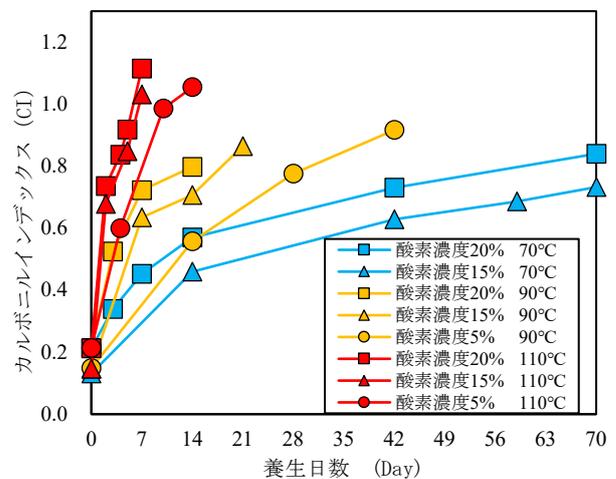


図-2 養生日数とCIの関係

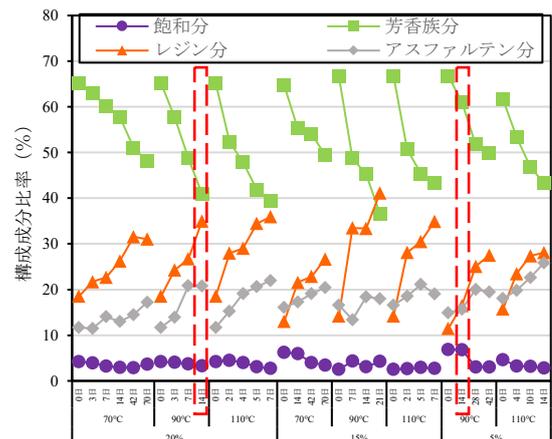


図-3 養生条件と構成成分比率の関係

参考文献

- 1) 川島他 :舗装工学論文集, 第21巻, pp53-59, 2016
- 2) 楊他 :土木学会第74回年次学術講演会, V88, 2019