

現場で実施可能な赤外分光を利用したアスファルトの劣化診断に関する研究

研究予算：運営費交付金
研究期間：平 27～平 29
担当チーム：材料資源研究グループ
研究担当者：川島 陽子、西崎 到

【要旨】

本研究では、現場で迅速かつ高精度にアスファルト舗装の劣化診断をするための赤外分光分析手法を確立することを目的とした。具体的な実施事項として 1)簡易なサンプリング手法の検討および 2)現場コアによる深さ方向の劣化状況の検証を行った。その結果、アスファルト混合物の表面近傍のアスファルトモルタルを溶解した方法での劣化診断が可能であることが明らかとなった。また、アスファルト混合物が舗装表面や基層で劣化が進行していることを確認した。

キーワード：アスファルト、酸化劣化、赤外分光分析、全反射測定法(ATR)、カルボニルインデックス

1. はじめに

アスファルト舗装の破壊の原因は交通荷重による構造的要因によるものと、紫外線や酸素、熱等による材料の劣化(酸化劣化)が挙げられる。特に地域生活道路では酸化劣化による破壊が多く見られることから、適切な対策のためには供用中のアスファルト舗装の酸化劣化の診断が重要である。しかし、従来の方法では、実道からコアを採取、アスファルトの抽出回収と物理性状による評価が必要であり、手間と時間を要する。既往研究から、酸化劣化による物理性状と赤外分光分析には相関があることが分かっている。また、赤外分光分析機器の高度化により、少量サンプルによる測定や現場での直接測定の可能性が考えられる。そこで本研究では、現場で迅速かつ高精度に材料の劣化診断をするための赤外分光分析手法を確立するために、簡易なサンプリング手法の検討を行った。また、アスファルト舗装表面と内部の劣化状態の相関を調べるために、現場コアによる深さ方向の酸化劣化の検証を行った。

2. 簡易なサンプリングによる赤外分光分析

2. 1 サンプリング方法の検討

アスファルトの赤外分光分析のための簡易なサンプリング方法を検討するにあたり、従来の KBr 透過セルを使用した溶液法に加えて、全反射法(ダイヤモンドプリズム ATR セル)を採用した。次の 5 通りのサンプリング方法を比較した。

- ① 2mm 程度の大きさの混合物を直接 ATR セルに押し当て測定
- ② ATR セルの上に混合物を置き、クロロホルムを

2,3 滴滴下して乾燥させた後に測定

- ③ 抽出回収したアスファルトを ATR セルに押し当て測定
- ④ 混合物を 20g/10mL の濃度でクロロホルムに溶解し、KBr セルによって測定
- ⑤ 抽出回収したアスファルトを 0.75g/5mL の濃度でクロロホルムに溶解して測定(従来法)

上記のサンプリング方法から得られる赤外スペクトルから、劣化により増加する波数帯である 1700 cm^{-1} 付近のピークと、劣化の影響を受けない 1600 cm^{-1} 付近のピーク比であるカルボニルインデックス(以下、CI)を算出した。

2. 2. 測定結果

5種類のいずれのサンプリング方法によっても、アスファルトの劣化を検出することが可能であることがわかったが、得られる CI 値には相違が認められた。図-1 に、CI と物理性状である針入度との相関を示す。この結果から、アスファルト混合物の表面近傍のアスファルトモルタルから、劣化進行度の把握が従来法と同様に可能であることが明らかとなった。

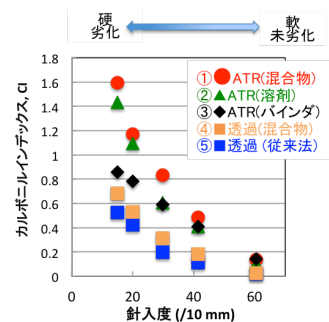


図-1 針入度と CI の関係

本研究では、②の方法が溶剤を使うものの、プリズムへの負荷が少なく、最も簡便であるとして、今後の試験では②のサンプリングを採用している。

3. 舗装表面と内部の劣化状態の検証

3.1 供用年数の異なるアスファルト混合物の深さ方向の劣化度合い

深さ方向の劣化度合いを検証するため、供用年数の異なる舗装からアスファルト混合物を採取し、酸化劣化を調べた。それぞれの試料の構成を表-1に示す。図-2にアスファルト混合物の深さ方向のCIの変化を示す。いずれの試料についても舗装表面の劣化が著しく、また、表層内部よりも基層が劣化している部分があることが認められた。また、供用年数が長いものほど、CIが高くなり、劣化傾向が顕著であることを確認した。一方、供用年数が短いものはCIの変化の幅が大きく、表面と基層の劣化度合いが際立つ結果となった。

3.2 再生アスファルト混合物の劣化度合い

再生アスファルト混合物についても同様に、深さ方向での酸化劣化度合いを検証した。CIの変化を図-3に示す。再生アスファルト混合物でも舗装表面が最も劣化しており、徐々に劣化が緩和するが基層付近で再び劣化が進行する傾向を確認した。

3.3 アスファルト混合物内部の劣化の推定

図-2の結果から、表層と基層に劣化の顕著な部分があることがわかったが、これらの劣化の機構が異なるものと考えられる。表層の劣化が表面から内部にかけて変化しているのは、熱の深さ方向の分布によるものと考えられる。一方、より空隙の大きい基

表-1 アスファルト混合物の構成

	供用年数	構成(表層,基層)
試料A	11年	密粒(13),粗粒(20)
試料B	17年	密粒(20),粗粒(20) *基層:再生30%
試料C	30年以上	密粒(13),粗粒(20)

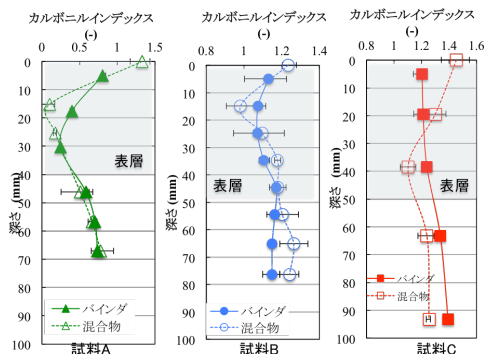


図-2 CIの深さ方向の変化

層の変化は内包している酸素量も影響していると考えられる。そこで、3.1の試料Cに対して、表層からの劣化を紫外線と熱、基層からの劣化を空気と熱による劣化と仮定した場合の推測値を図-4に示す。

4. まとめ

本研究から得られた知見を、以下にまとめた。

- 1) アスファルト混合物の表面近傍のアスファルトモルタルを溶解することで従来よりも少量サンプリングでの赤外分光分析が可能となった。
 - 2) 供用年数の長いアスファルト混合物は舗装表面だけでなく、基層での酸化劣化が進行していた。また、再生アスファルト混合物でも同様の傾向が見られた。
- 今後は、本手法の実用化のために、実舗装での測定におけるサンプリング方法の有効性の確認や改良について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 川島陽子, 新田弘之, 西崎到: 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.
- 2) 川島陽子, 新田弘之, 西崎到: 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, pp.53-59, 2016.
- 3) 川島陽子, 新田弘之, 佐々木巖, 西崎到: 再生方法の異なるアスファルト混合物の深さ方向における化学性状の変化, 舗装工学論文集第22巻, pp. 163-167, 2017

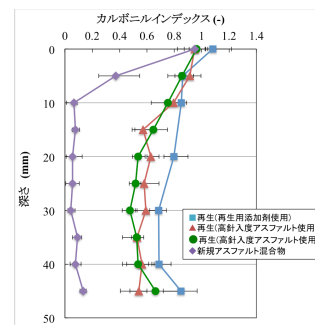


図-3 再生アスファルト混合物のCIの変化

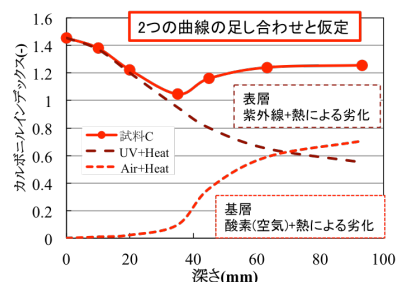


図-4 CIの要因推測