

AFM-IR で紐解くナノスケールでの アスファルトの劣化・再生機構

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

アスファルト舗装において、アスファルトは石や砂の接着剤としての役割を果たし、舗装後は紫外線や酸素などの影響を受けて硬く脆く“劣化”して舗装のひび割れなどの損傷原因となる。壊れたアスファルト舗装は、修繕工事等によって剥がされ、アスファルト合材プラントに運ばれた後、再生用添加剤などによって性状を回復させ、アスファルト舗装として“再生”される。日本では現在、舗装廃材の99%以上がリサイクルされている。供用中のアスファルトの劣化では酸化反応による分子鎖の切断が起こるとされ、赤外分光分析(IR)を用いてカルボニル基の生成量を評価し、劣化の指標としているが、その詳細な劣化メカニズムは明らかにされていない。一方、再生されたアスファルト舗装の性能は、再生用添加剤の組成によって異なることが報告されているが、原因の多くが未解明である。

そこで本研究では、アスファルトの劣化と再生メカニズムを微視的な手法で解明すべく、試料の同一座標において物理的・化学的性質の両方をナノ寸法で測定できる原子間力顕微鏡-赤外分光法(AFM-IR)を用いたアスファルトの表面分析を試みた。

■ 活動内容

1. AFMで見たアスファルトのナノスケール表面構造

AFM-IRは、カンチレバーと呼ばれる針で、試料の凹凸と赤外吸収像を同時計測する走査型顕微鏡である。標準的なアスファルトの表面を計測すると、図1のような蜂に似た縞模様の凹凸構造が観測された。

2. アスファルトの赤外吸収像計測

ATR法によるIRスペクトルにおいて、 1458 cm^{-1} 付近に脂肪族炭化水素に由来する大きな吸収が見られるが、この成分に着目し 1458 cm^{-1} の赤外吸収像を計測すると、縞模様の凹凸構造やその周辺に吸収が見られ、これらは脂肪族炭化水素を含有することが分かった。

3. 劣化・再生したアスファルトの分析

標準的なアスファルトを劣化させると、ATR法によるIRスペクトルでは、酸化劣化物の生成を反映して 1700 cm^{-1} 付近においてカルボニル基に由来するピークの成長が見られた。またAFM像では、縞模様の巨大化が確認された。

本講演では、 1700 cm^{-1} 近傍での赤外吸収像の計測によりわかったカルボニル基の分布や、その劣化/未劣化による差異について紹介する。更に、異なる組成の再生用添加剤で再生したアスファルトの計測結果に触れながら、アスファルトの劣化と再生メカニズムに関して考察する。

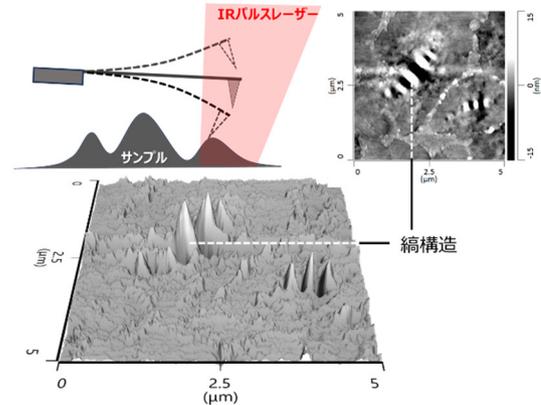


図1 AFM-IRの原理と標準的なアスファルト計測例

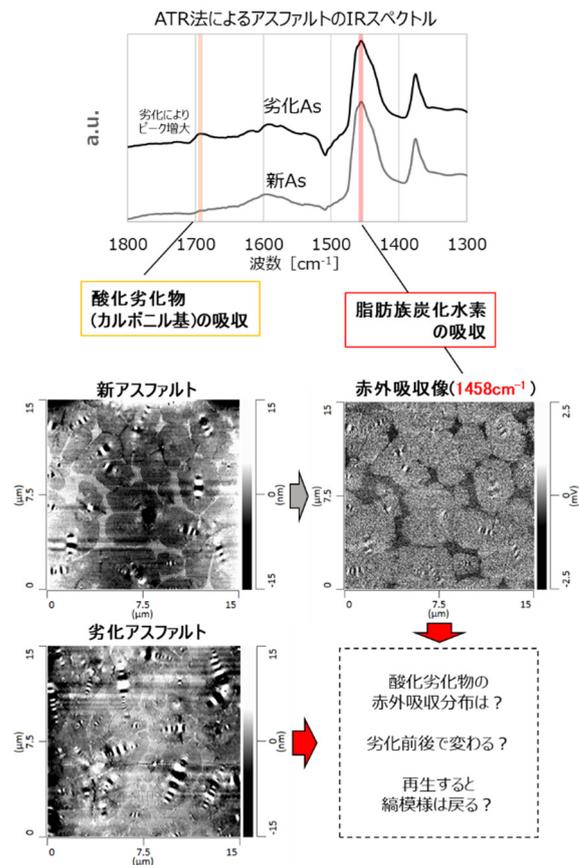


図2 アスファルトのIRスペクトルや赤外吸収像

代表発表者 **安藤 秀行(あんど う ひでゆき)**
 所属 **土木研究所 先端材料資源研究センター
 材料資源研究グループ**
 問合せ先 **〒305-8416 茨城県つくば市南原 1-6
 TEL:029-879-6763 FAX:029-879-6733
 E-mail: andou-h574co@pwri.go.jp**

■キーワード: (1) ナノスケールイメージング
 (2) アスファルト
 (3) リサイクル