

道路用碎石の特性とアスファルトのはく離抵抗性に関する一検討

東亜道路工業(株) 技術本部 技術研究所 正会員 ○小林 亜湖

同 平戸 利明

同 村山 雅人

1. はじめに

アスファルト舗装において、骨材からアスファルトがはがれるはく離現象は、アスファルト舗装の破壊を引き起こす一つの重大な原因である。特に碎石は混合物中の配合率が高いため、その表面形状や材質は混合物のはく離に大きく影響する。そこで本研究は、走査電子顕微鏡（以下、SEM）を用いて、全国で入手した道路用6号碎石の特性とアスファルトとのはく離抵抗性の関係について検討した。

2. 目的と分析方法

本研究は、SEMで観察される碎石表面や元素分析などの特性から、はく離抵抗性との関連性を見出すこと目的としている。表-1に解析に使用したSEMの仕様を示す。試験する碎石は、水洗いし乾燥させたものを用いた。前回の報告で、碎石表面の元素分析結果と表面粗さについて報告している¹⁾。本報告では、各碎石の密度と吸水率を測定し、粗骨材の静的はく離試験を行った。はく離試験後の碎石についてSEMにて表面観察し、アスファルトと碎石との付着性状態について観察した。はく離試験で用いるアスファルトはストレートアスファルト60/80を使用した。なお、碎石の密度や吸水率、はく離率の測定は試験法便覧に準拠して行った。

表-1 測定装置の概要

項目		内容
電子顕微鏡		Miniscope® TM3030Plus 日立ハイテクノロジー製
倍率		×15～×60,000
元素分析	検出可能元素	B ₅ ～Am ₉₅
	定量分析	スタンダードレス法

3. 分析結果

3.1 評価した碎石の種類とその性状

測定に用いた碎石は、堆積岩である硬質砂岩と石灰岩および火成岩である閃緑岩と花崗閃緑岩である。これらの碎石を全国15箇所から採取し分析した。図-1に、各碎石の密度と吸水率を示す。

硬質砂岩では、採取した産地に関わらず密度に大きな差異は見られなかった。一方、閃緑岩や花崗閃緑岩は硬質砂岩と比較し、密度が高かった。閃緑岩や花崗閃緑岩は、火成岩の中でも深成岩に分類される。その特徴は、構成する鉱物である石英、長石、角閃石などが結晶状に絡まった構造となっている。金属元素を多く含むこれらの鉱物の結晶から成る閃緑岩や花崗閃緑岩は、硬質砂岩よりも密度が高くなったと考えられる²⁾。一方、石灰岩は主要化合物である炭酸カルシウムが堆積した堆積岩である。その碎石表面は起伏が大きく、さらに空隙が多数観察されたことから、密度が相対的に小さくなったと考えられる。

吸水率に着目すると、閃緑岩、花崗閃緑岩あるいは硬質砂岩においては特徴的な違いはほとんど観察されなかった。しかし、石灰岩では圧倒的に吸水率が高くなった。これは、碎石中に多数の空隙が存在することで、吸水率が高くなったためと考えられる。

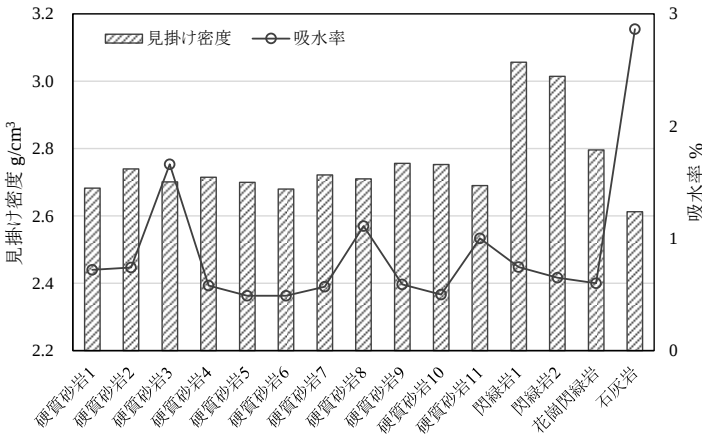


図-1 碎石の見掛け密度と吸水率

キーワード 電子顕微鏡, 碎石, 吸水率, 静的はく離試験

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126 東亜道路工業株式会社 Tel.029-877-4150

3.2 碎石の吸水率と静的はく離試験の関係

上記の碎石について、その特性とアスファルトとのはく離抵抗性について評価するため、粗骨材の静的はく離試験を行った。図-2 に吸水率とはく離率の関係を示す。試験結果より、碎石の吸水率とはく離率において一定の相関が見られた。吸水率の高い碎石は、水槽に浸漬させた際に皮膜したアスファルトと碎石表面との間に水が浸透することで、アスファルトがはく離しやすくなると考えられる。しかし、同一骨材においてもはく離率が異なる碎石が存在したことから、吸水率以外にもはく離する要因が考えられる。そこで、碎石に含まれる元素やアスファルトの付着した界面に着目し、SEMにて碎石表面を観察した。

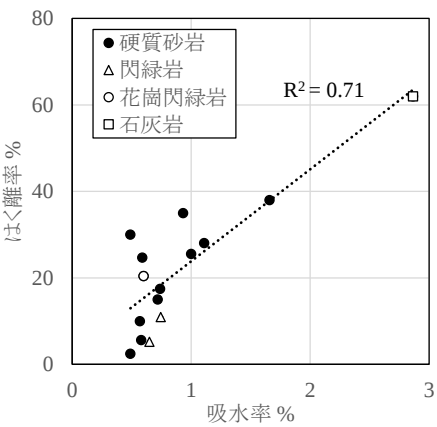


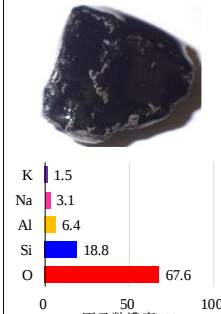
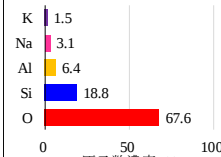
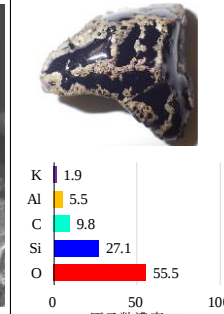
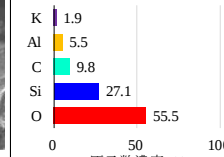
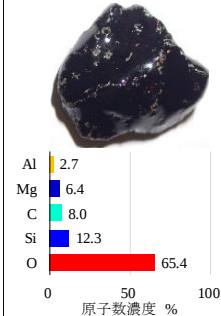
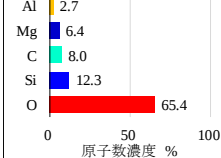
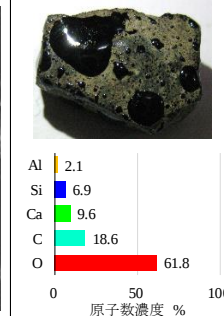
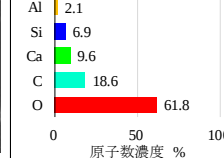
図-2 吸水率とはく離率の関係

3.3 表面観察結果

表-2 に、はく離率の高い碎石 2 種類（硬質砂岩、石灰岩）と低い碎石 2 種類（硬質砂岩、閃緑岩）を選定し、元素分析の結果、表面粗さおよびアスファルトがはく離した界面の写真を示す。元素分析は、JISK0132, K0050 SEM EDX 法に基づいて行った。表中に示す原子数濃度は、測定された元素の多い順に 5 元素を示している。

アスファルトがはく離した界面に着目すると、はく離が少ない閃緑岩 2 や硬質砂岩 5 では、碎石表面の凹凸にアスファルトが入り込んでいるような様子が観察された。一方、はく離率の高い硬質砂岩 3 や石灰岩では、はく離している界面を境にアスファルトがはじいている様子が観察された。一般的にシリカ含有量が多いとはく離しやすいことが言われているが³⁾、今回の分析でははく離との関係を見出すことは出来なかった。また、碎石表面の粗さや粒子の大きさとの関連も見られなかった。これらのことから、アスファルトのはく離には、碎石表面のシリカ含有量や粗さに限らず、シリカ成分の分布やその結晶構造による影響が大きいと考えられる。

表-2 はく離試験結果

硬質砂岩5(剥離率:2%, 吸水率:0.49%, 表面粗さ:7.4)	硬質砂岩3(剥離率:38%, 吸水率:1.66%, 表面粗さ:4.0)
 	 
閃緑岩2(剥離率:5%, 吸水率:0.65%, 表面粗さ:9.6)	石灰岩(剥離率:62%, 吸水率:2.87%, 表面粗さ:5.7)
 	 

* 3D 粗さは 500 倍にて測定

4. まとめ

全国 15 種の碎石について静的はく離試験を行った結果、碎石の吸水率とはく離率に一定の相関が見られた。今後さらに測定と分析を進め、アスファルト混合物の耐水性能との関係を解明していく所存である。

参考文献

1) 小林他：走査電子顕微鏡(SEM)による道路用碎石の評価，土木学会年次講演会，2016。
2) 岡田他：骨材の諸性質(瀝青混合物の骨材について その 2)，アスファルト Vol.4, No.23, pp.12-16, 1961.12
3) 牛尾他：はく離防止への対策，アスファルト Vol.42, No.203, pp.3-4, 2000。