

V-38

画像解析を用いた細骨材形状の研究

福田道路（株） 技術研究所 正会員 小林 正利
 福田道路（株） 技術研究所 正会員 帆刈 浩三
 建 土 研 舗装研究室 正会員 久保 和幸

1. はじめに

近年、天然砂の枯渇が憂慮されている。フランスでは細骨材として砕砂（Scr）を使用し、耐流動性の高いアスファルト混合物を得ている。これはScrの形状がアスファルトモルタル（アスモル）部の流動性を改善しているためとされている。これまで、我々は細骨材形状がアスファルト混合物に与える影響について研究を行ってきた。これまでの成果を次に要約する。¹⁾

(1) 細骨材形状の評価方法としたドライベスボディ試験において、細骨材の流下時間と細骨材間隙率は正比例し、高い相関関係が認められた。

(2) アスモルの動的粘弾性は細骨材間隙率の低下に伴い増大した。すなわち、細骨材間隙中を飽和するアスファルト量に依存する。

(3) 細骨材形状以外のパラメータを規格化したアスファルト混合物のホイルトラック試験においては、天然細骨材を使用した混合物の動的安定度は細骨材間隙率の増大に伴い低下したが、Scrを混入することにより動的安定度は著しく増大した。（図-1）

これらの結果より、Scr形状がアスファルト混合物の耐流動性改善に有効であり、天然細骨材と異なる特異な形状を有することが明らかである。

本報告では、細骨材形状を画像処理解析を用いて直接的に評価し、アスファルト混合物に影響を与える細骨材形状因子を明らかにすることを目的とした。

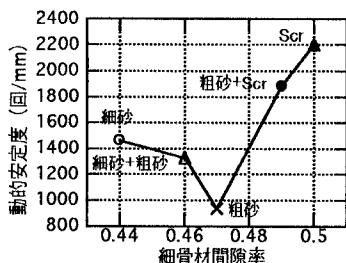


図-1 細骨材間隙率と動的安定度の関係

2. 実験概要

試料は産地の異なる細砂、粗砂、およびScrをそれぞれ5種類を0.3～0.6mmに単粒化して使用した。画像データはCCDカメラにより入力され、一辺の長さが約0.009mmに相当する画素の集合で表される。計測は粒子を構成する画素数およびイメージ画面上の座標により

行われる。本実験では各試料について300～400個の粒子について測定し、その平均値と細骨材間隙率の関係より解析を行った。

本実験で使用した画像解析パラメータは丸さ度SF1、凹凸度SF2、針状度SF3、および実面積Aである。これらの定義を式(1)～(3)に示し、その概念図を図-2に示した。

$$SF1 = \frac{L^2}{4\pi A} \dots \text{式(1)}$$

$$SF2 = \frac{ML^2}{4\pi A} \dots \text{式(2)}$$

$$SF3 = \frac{ML}{MW} \dots \text{式(3)}$$

A: 実面積 L: 周囲長 ML: 最大絶対長
 MW: MLに平行な二直線で挟まれる幅

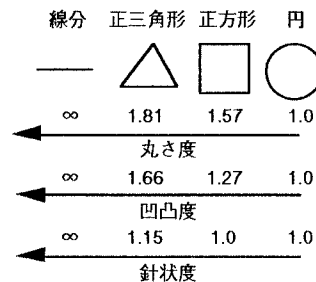


図-2 形状因子概念図

3. 結果と考察

細骨材間隙率と各画像解析パラメータの関係を図-3～6にそれぞれ示した。いずれの画像解析パラメータも細骨材間隙率に対して正の相関を持つことがわかる。いびつな形状の粒子は排除体積が大きいいため、細骨材間隙率が大きくなると考えられる。また、実面積と各形状因子の関係から、同一粒度のふるい分けを行った場合、粒子形状のいびつさにともない粒子体積が大きくなることがわかる。粒子が球状であると仮定すれば、ここで得られた実面積から、Scrは細砂の約1.2～1.8倍の体積を持つことになる。

これらの各画像解析パラメータと細骨材間隙率の関係から、Scrの特異的な形状因子を明らかにするために群平均法によるクラスター解析を行った。クラスター間距離は平方ユークリッド距離を用い、各プロットにおけるクラスター間距離を基準化するために最大クラスター間距離を100%として、クラスター数と最短クラスター間距離を評価した。

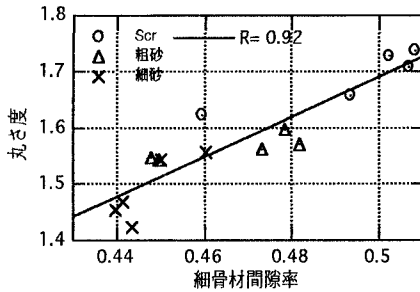


図-3 細骨材間隙率と丸さ度の関係

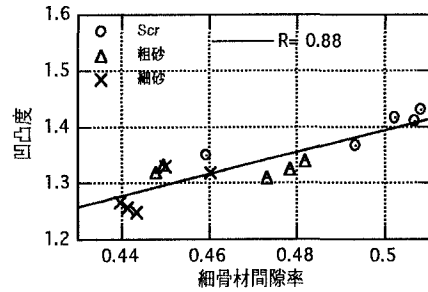


図-4 細骨材間隙率と凹凸度の関係

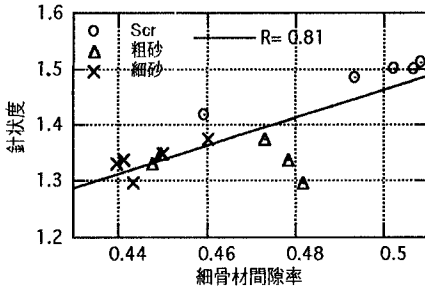


図-5 細骨材間隙率と針状度の関係

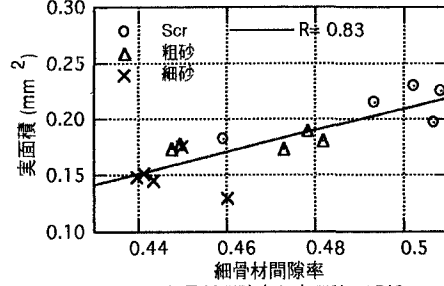


図-6 細骨材間隙率と実面積の関係

図-7にクラスター数と最短クラスター間距離の関係を示した。この図は、横軸がクラスター数、縦軸はそのときに最短距離に存在する二つのクラスター間距離である。すなわち、最短クラスター間距離の短いものほど次のクラスターを形成しやすいことを意味する。例えば、この図から、最短クラスター間距離40%で存在するクラスター数は丸さ度=3個、凹凸度=3個、針状度=2個、実面積=4個であり、針状度が最も安定なクラスターを形成していることがわかる。このとき形成される丸さ度と針状度のクラスターの分類とその成分を表-1に示した。丸さ度についてはクラスター-2に多くの種類の細骨材が集中し、その分類は曖昧になっていることがわかる。一方、針状度については、一つの例外を除いて明確にScrと天然細骨材に分類されることがわかる。これら解析結果から、Scrの形状の特異性を最もよく表す因子は針状度であると考えられる。

4. まとめ

以上の結果は次のように要約される。

- (1) いびつな形状の粒子は排除体積が大きいために細骨材間隙率が大きくなる。
- (2) いびつな形状の粒子は同一粒度であっても、粒子体積が大きくなる傾向がある。
- (3) 画像解析結果のクラスター解析により、針状度はより安定なクラスターを形成し、Scrと天然細骨材を明確に分類する。

これらの結果より、Scrは同一粒度であっても粒子

【参考文献】

- 1) 小林ほか：細骨材形状がアスファルト混合物に与える影響について，第21回日本道路会議一般論文集 (B)，pp298_299, 1995.10

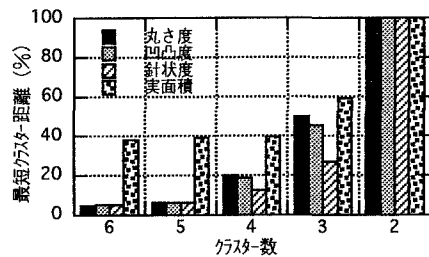


図-7 クラスター数と最短クラスター間距離

表-1 最短クラスター間距離40%における丸さ度と針状度のクラスター分類とその成分

丸さ度		針状度	
クラスター-1	クラスター-2	クラスター-1	クラスター-2
Scr A	Scr B	Scr A	Scr B
Scr D	Scr C	Scr C	粗砂 A
Scr E	粗砂 A	Scr D	粗砂 B
	粗砂 B	Scr E	粗砂 C
	粗砂 C		粗砂 D
	粗砂 D		粗砂 E
	粗砂 E		細砂 A
	細砂 E		細砂 B
	細砂 B		細砂 C
	細砂 D		細砂 D
			細砂 E

個々の体積が大きいため、粗骨材とともに構造材料として作用すると考えられる。また、針状度に富む形状は回転モーメントが大きく、より安定な配置をとるため、粗骨材間の楔のような作用をしていると考えられる。これらの要因により、Scrはアスファルト混合物の耐流動性を改善していると思われる。