

(V - 34) 細骨材および微粒分の粒子形状の定量評価に関する試み

足利工業大学工学部 正会員 鄭 仁 沢

同 上 正会員 黒井登起雄

同 上 正会員 宮澤 伸吾

同 上 正会員 松村 仁夫

1. まえがき

コンクリート用細骨材は、多様化し、その種類によって、粒径 0.15mm 未満の微粒分量の含有、粒度分布の違いなどのほか、粒子形状および表面特性の違いも指摘されている。本研究では、粒子形状（角張り、偏平、細長、球状など）および表面特性（粗滑、凹凸の多少など）を実体顕微鏡による定性的な評価とともに、0.15mm 未満の微粒分粒子のレーザー顕微鏡による定量的評価を試みた結果について考察した。

2. 細骨材の実体顕微鏡による粒子形状の観察

2.1 試料 観察試料は、川砂、陸砂、山砂、砕砂、ダム堆砂など各地域に産出する細骨材を選定した。

2.2 観察方法および結果 実体顕微鏡による各種細骨材の粒子形状の観察は、試料を 1.2mm 未満とそれ以上にふるい分け、倍率 10 倍で行った。観察結果は、表-1 に示す。また、図-1 は、砕砂を実体顕微鏡で観察したときの写真の一例を示す。観察結果より、各種細骨材の粒子形状および表面特性は、種類によって「丸みを持つ角張りがある」、「角張りが目立つ」、「丸みを持つ多角形」、「表面に凹凸、くぼみが目立つ」、「表面がザラザラしている」など、骨材ごとに特徴的な傾向が認められる。

表-1 細骨材の粒子形状および表面状態の実体顕微鏡による観察結果

No	細骨材の種類	粒子径の範囲／粒子形状の特徴		粒子径の範囲／粒子表面の状況	
		5～1.2mm	1.2～0.15mm	5～1.2mm	1.2～0.15mm
1	川砂（鬼怒川産）	丸みのある多角形	やや角張り	若干の凹凸、窪みあり	若干の凹凸、窪みあり
2	陸砂（栃木市産）	角張りあり	角張りあり	ザラザラ、細かい凹凸	若干の凹凸、窪みあり
3	山砂（青森産）	丸みのある多角形	角張りあり	凹凸、窪みあり	凹凸、窪みあり
4	砕砂（葛生産）	かなりの角張り、細長	かなりの角張り、細長	ザラザラし、凹凸あり	ザラザラし、凹凸あり
5	ダム堆砂（青森産）	丸みのある多角形	丸みのある多角形	多数の窪みあり	若干窪み有り



図-1 砕砂（左側；粒径 0.15～1.2mm、右側；粒径 1.2～5mm）

3. 微粒分粒子のレーザー顕微鏡による定量評価の試み

3.1 試料 観察試料は、粒径範囲 0.075～0.15mm の砕石ダストをモデルとして取り上げた。

3.2 画像の取込み方法 レーザー顕微鏡による画像の観察は、少量の試料をエチルアルコールに溶解（攪拌）して準備したサンプルをガラス板上に置き、倍率 10 倍で、1 個、5 個、10 個、15～20 個の粒子がそれぞれ取込める場所を探して行った。

3.3 画像の解析方法 解析は、レーザー顕微鏡で取込んだ画像を MRC によって行った。本研究で使用するキーワード；細骨材、微粒分、粒子形状、表面状態、実体顕微鏡、レーザー顕微鏡

連絡先；〒326-8558 足利市大前町 268-1 TEL：0284-62-0605 FAX：0284-64-1061

した画像解析パラメータは、円さ度 ($=L^2/4\pi A$)、凹凸度 ($=\pi ML^2/4A$) および針状度 ($=ML/MW$) の3つとした。概念図を図-2に示す¹⁾。上式中の記号は、L:周囲長 Length, A:面積 Area, ML:最大絶対長, MW: MLに平行な二直線で挟まれる幅を示す。なお、上記の ML および MW は、対象物を同面積の楕円としたときの長径 (Major) および短径 (Minor) から計算した。

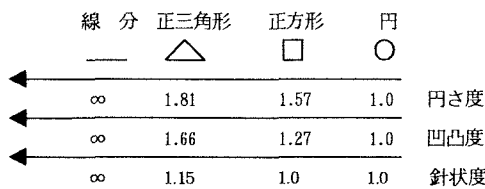
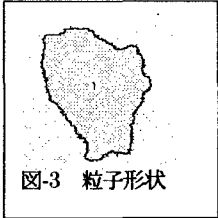


図-2 形状因子の概念図



3.4 画像解析結果および考察 図-3 は、レーザー顕微鏡による画像解析の観察粒子写真の一例を示す。表-2 は、顕微鏡によって微粒子試料1個を画像解析したときに得られたパラメータ算定の元データの一例を示す。微粒分試料の粒子5個、10個、15～20個の場合も画像解析によって容易にパラメータ算定のための元データが得られる。図-4～図-6は、得られた元データから「円さ度」、「凹凸度」および「針状度」の平均値を求め、観察試料の粒子個数と円さ度、凹凸度、針状度およびそれらの標準偏差との関係をそれぞれ示す。図より、各パラメータの数値は、画像解析における粒子個数の増加とともに小さくなり、個数10個以上の平均値を算定することによって一定値を示す傾向がある。円さ度、凹凸度および針状度の平均値は、それぞれ1.0に近似すれば、粒子表面が滑らかで、かつ、形状が球状形を示すことになる。以上より、レーザー顕微鏡による微粒子の画像解析は、細骨材などの粒子形状および表面特性の定量評価に有効と考えられる。

表-2 パラメータ算定の元データの一例 (粒子個数1個の場合)

物体番号	面積 Area	周囲長 Length	長径 Major	短径 Minor
1	6003.00 μm^2	407.09 μm	105.40 μm	73.55 μm

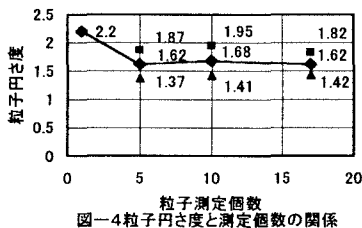


図-4 粒子円さ度と測定個数の関係

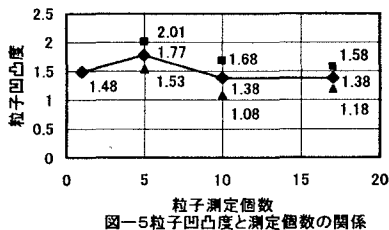


図-5 粒子凹凸度と測定個数の関係

* 各図中、◆点は平均値、■点と▲点は各測定状態の標準偏差を示す。

4. まとめ

細骨材の密度および吸水率試験における表乾状態の判定やセメントなどの混合材を用いたコンクリートの硬化反応特性の検討等、粒子および微粒分の粒子形状および表面特性の把握が重要である²⁾。レーザー顕微鏡による粒子の画像解析は、粒子の形状および表面特性を定量的に評価する方法として有効と考えられる。

[参考文献]

- 1) 小林正利; 画像解析用いた細骨材形状の研究, 土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第5部, pp.76-77, 1996.
- 2) 黒井ほか; 細骨材の密度・吸水率の減圧吸水法とJIS法試験による比較検証, 第26回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集, pp.7-12, 1999.11