

第V部門

砕砂の形状評価と細骨材の形状が及ぼすモルタルの流動性及び強度への影響

関西大学工学部 学生員 ○西村 彰洋

関西大学工学部 正会員 鶴田 浩章

1. はじめに

関西圏のコンクリートに用いられている海砂は主に中国、四国、九州地区を産地としていたが、自然環境面から採取禁止あるいは規制強化の方向に進むことで、将来を見すえて代替骨材の検討が急がれている。

そこで本研究では、代替骨材として期待されている砕砂に着目し、①球形率、②円摩度、③円形度指数、④内接円真円度指数の4つの指標を採用し、拡大観察器を使用することにより、それぞれ違うシステムで製造された4種類の砕砂の形状と特徴を調べ、さらに現在、形状評価指標として用いられている粒形判定実積率との相関性を調べた。それを踏まえて、モルタルの流動性及び強度への影響について調べた。

表1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント
水	上水道水
細骨材	
川砂	淀川産
砕砂1	硬質砂岩（乾式製造）
砕砂2	硬質砂岩（湿式製造）
砕砂3	輝緑岩（乾式製造、原砂）
砕砂4	輝緑岩（原砂の整粒砂）

表2 骨材試験結果

砂	川砂	砕砂1	砕砂2	砕砂3	砕砂4
絶乾密度 (g/cm ³)	2.55	2.64	2.66	2.74	2.57
吸水率 (%)	1.47	1.79	1.06	1.02	1.18
単位容積質量 (kg/l)	1.58	1.68	1.68	1.65	1.74
実積率 (%)	61.7	63.5	63.3	59.8	67.8
粗粒率	2.66	2.88	3.05	3.06	2.70
粒形判定実積率 (%)	55.9	56.3	55.4	55.0	60.7

表3 形状評価結果

細骨材	川砂	砕砂1	砕砂2	砕砂3	砕砂4
球形率	0.65	0.63	0.62	0.63	0.61
円摩度	0.51	0.46	0.43	0.32	0.40
円形度指数	0.75	0.75	0.73	0.72	0.71
内接円真円度指数	0.33	0.40	0.46	0.40	0.45

表4 指標の特徴

指標	測定データ	算定式	数値と特性	評価形状
球形率	W=内接円半径 L=外接円半径	W/L	真円→いびつ 1→0	細長 偏平
円摩度	R=内接円半径 r _i =凸部の曲率半径	$\sum (r_i/R)/n$	真円→いびつ 1→0	角ばり
円形度指数	a=断面積 L=周長	$4\pi a/L^2$	真円→いびつ 1→0	凹凸
内接円真円度指数	B=内接円半径 A=内接円の中心から最も離れた点と内接半径との差	B/A	真円→いびつ 0→>0	凹凸

2. 実験概要

(1) 使用材料

表1に使用材料を示す。砕砂4は、川の流れを模擬した高品質砕砂製造システムで製造された整粒砂であり、川砂は比較用に使用した。

(2) 試験項目

砕砂の特性を把握するため骨材試験を、モルタルの流動性を調べるためにモルタルフロー試験を、強度を調べるために強さ試験を行った。さらに拡大観察器を用いて各細骨材の1.2~2.5mmの30粒¹⁾について形状評価を行った。JIS A 1142に従いW/C=0.5でモルタルミキサを用いて練混ぜ、モルタルフローが190±5mmとなるようS/Cを設定し川砂の配合を基本とした。川砂の場合、水400g、セメント800g、細骨材1800gとなった。他の砕砂についてはその配合で細骨材種類のみを変化させた。

3. 実験結果および考察

(1) 骨材試験

骨材試験の結果を表2に示す。粒形判定実積率はどの細骨材も規格の53%以上の値が得られた。粒形判定実積率から判断すると粒形が優れている順は

砕砂4、砕砂1、川砂、砕砂2、砕砂3となった。

(2) 形状評価

各形状評価指標の平均値を結果として表3に、形状評価指標が表す特徴を表4に示す。同岩種で製造システムが異なる砕砂1、砕砂2では各指標ともに大きな違いはなかった。また、粒形判定実積率と形

状評価指標の関係の一例を図1に示す。粒形判定実積率と各評価指標値の間には、図のように砕砂4を除くと直線関係の傾向が見られた。これは、全ての評価指標値に共通の傾向であった。

(3) モルタルの流動性

モルタルのフロー値と各形状評価指標との関係の一例を図2に示す。今回使用した砕砂は川砂と同等もしくはそれ以上のフロー値が得られたことにより、極端に粒形が劣る細骨材ではないことがわかる。この結果より、細骨材の粗粒率の調整をせず、フロー一定の条件で最も水量が少なくすむのが砕砂4、砕砂3、砕砂2、砕砂1、川砂の順であり、粒形判定実積率による評価順序とは異なる結果となった。また、4つの評価指標の中では円摩度と円形度指数がフロー値と最も相関が高かった。

(4) 強さ試験

圧縮強度と形状評価指標の関係の一例を図3に示す。図のように、評価指標の中では円摩度と圧縮強度の関係が最も明確な相関関係を示した。曲げ強度に関しても概ね同様の傾向であった。川砂の強度が他の砕砂と比べて最も低いものとなったが、材齢28日における細骨材の種類の違いによるモルタルの強度差はあまりなかった。

4. まとめ

- (1) 粒形判定実積率と各形状評価指標を比較したところ、高い相関は得られなかったが、砕砂4(整粒砂)を除けば直線関係が認められた。
- (2) モルタルのフロー値と各形状評価指標の関係を調べると、特に円形度指数と円摩度の2つが相関の高い指標であった。流動性は細長の程度、偏平の程度よりも骨材の角ばりの程度が大きな要因になっているものと思われる。
- (3) 圧縮強度および曲げ強度と各形状評価指標の間には、流動性ほど高い相関があるものはなかったものの、ある一定の傾向は見られた。特に、円摩度と強度との関係が明確で、円摩度の増加とともに強度が若干低下する傾向であった。

参考文献

- (1) 吉村優治、小川正二：砂のような粒状態の粒子

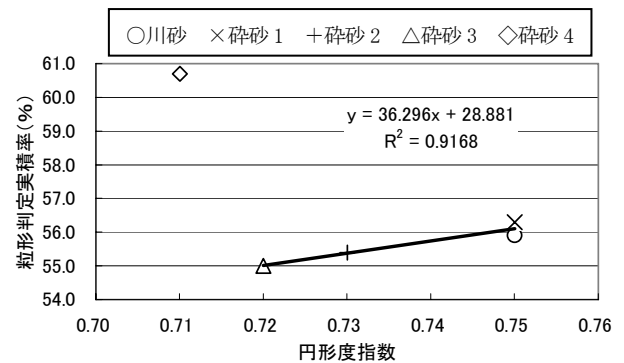


図1 円摩度と粒形判定実積率との関係

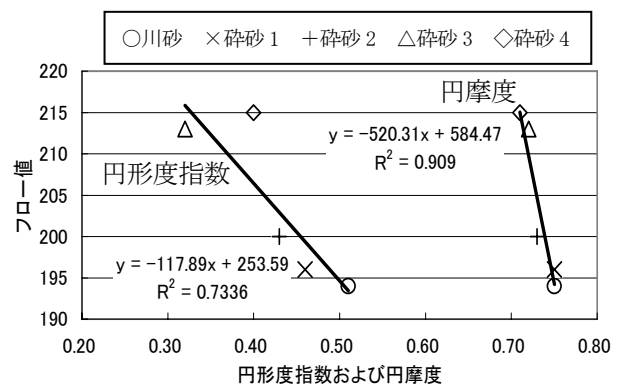


図2 円摩度、円形度指数とフロー値との関係

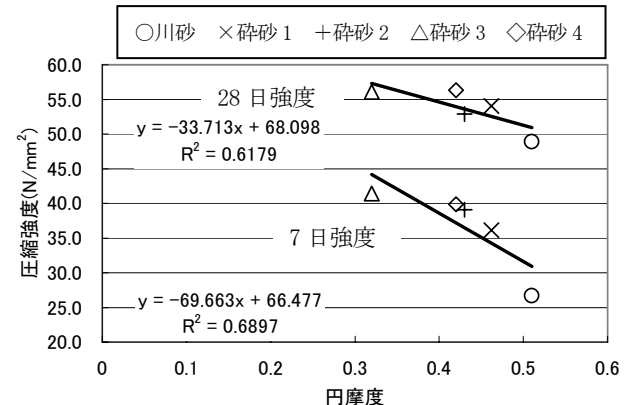


図3 円摩度と圧縮強度との関係

形状の簡易な定量化法、土木学会論文集、III-22、No.463、pp.95-103、1993.3

謝辞

本研究の実施にあたり、(財)日本砕石協会関西地方本部 吉川和良事務局長、中央砕石(株)松下晴彦課長補佐、(株)ガイアテック 鶴田一行製造本部長にご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。