

再生細骨材の粒の幾何学的特性評価

太平洋コンサルタント	正会員	○小川	秀夫
北海道大学	正会員	名和	豊春
関西マテック	非会員	大矢	嘉津

1. はじめに

著者らは、再生細骨材は従来の指標である密度及び吸水率に加え、粒度分布、実積率、骨材中欠陥率、細骨材粒子表面の凹凸等のキャラクターの把握が必要であり、粉砕機的作用機構によりキャラクターが異なることを示した¹⁾²⁾。骨材のキャラクターを定量化することができれば、再生骨材を用いたモルタルやコンクリートの特性を予測または改善することに役立つ。前報²⁾では、骨材中欠陥率の定量化方法を提案した。本報告は、再生細骨材の幾何学的特性に関するものであり、粒の形状及び表面性状の定量化方法と、粉砕機の種類による骨材の幾何学的特性の相違を報告する。

2. 実験概要

本研究で使用した3種類の粉碎機は、図-1に示すとおり、破碎及び磨砕の作用の効果を調べるために選んだものである。ジョークラッシャは破碎効果が卓越し、整粒機（図-2、関西マテック㈱製、KMポリッシャ）は磨砕効果が卓越している。また、ボールミルは、破碎及び磨砕の二つの効果がある。

試験には 2 種類の出発原料 (I, II) を用いた. I は大型ジョークラッシュヤの破砕物から分級して得た 5mm 以下のもの, II はスクリー磨砕法により再生粗骨材を製造した残分である. I 及び II から, 直径 2.5~5.0mm の粒を 20~30 個縮分して採取し, その外観を光学顕微鏡で撮影した. 画像解析ソフトを用いて, 各粒の最長軸, 幅, 包絡線の面積, 粒子の周囲線の面積を計測し, その平均を求めた. 粒の形状を巨視的に表す偏平度 (図-3) は, 最長軸/幅とした. また, 表面の凹凸の程度を表す表面平滑度 (図-4) は, 粒子像の周囲線の面積/包絡線の面積とした.

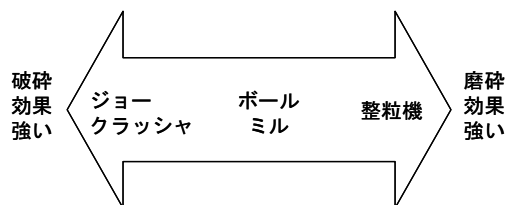


図-1 粉碎機の作用

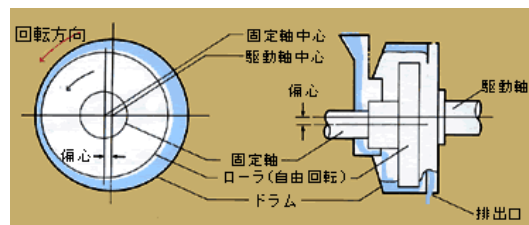


図-2 整粒機の構造

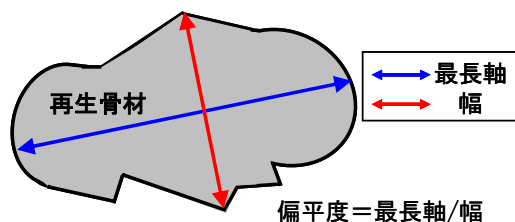


图-3 偏平度

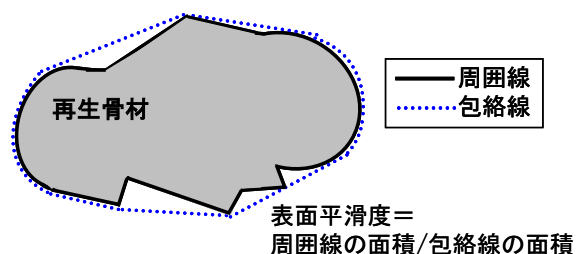


图-4 表面平滑度

3. 実験結果及び考察

再生細骨材の偏平度及び表面平滑度を表-1に示す。表-1には、絶乾密度、吸水率、粗粒率、微粒分量、実積率を併記する。また、出発原料Ⅰの偏平度及び表面平滑度の変化を図-5に、Ⅱの変化を図-6に示す。

出発原料 I は、ボールミルや整粒機で処理した骨材と比べて、扁平な粒子が多く、表面が凸凹していること

キーワード 再生細骨材, 幾何学的特性, 偏平度, 表面平滑度, 破碎, 磨砕

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 (株)太平洋コンサルタント TEL:043-498-3858

を目視で確認できた。図-5より、Iの偏平度は1.41で他より偏平であり、表面平滑度は95%で他より凸凹している結果となり、目視の観察結果と一致していた。また、ジョークラッシャで繰り返し破碎したI-J及びI-JJは、Iの偏平度及び表面平滑度と同程度であり、破碎作用では幾何学的特性は変化しないことが明らかとなった。

ボールミルで処理した骨材は、目視観察により球形に近い粒が多かった。I-B及びI-BB(図-5)は、Iと比べて偏平度が減少、かつ表面平滑度が増大

し、球形に近づいていることを示していて、目視の観察結果と一致していた。図-6より、II-B及びII-BBも同じ傾向であった。これよりボールミルの破碎作用は、粒の破碎と同時に、ボールと骨材が回転しながら磨砕され、骨材粒子の表面を繰り返し磨く効果があると考えられる。

一方整粒機では、I-P及びI-PP(図-5)、II-P及びII-PP(図-6)の偏平度が出発原料よりも小さくなり、ボールミルと同様、偏平な粒子が減少した。しかし、表面平滑度は、ボールミルで処理した骨材ほどには増大しなかったことから、表面が凸凹した丸みのある粒子であることを定量的に示すことができた。

表-1 再生細骨材の品質及び幾何学的特性

試料記号	破碎機種類 処理回数	骨材の品質					幾何学的特性	
		絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率	微粒分量 (%)	実積率 (%)	偏平度	表面平滑度 (%)
I	無処理	2.39	5.75	3.57	5.07	59.0	1.41	95.0
I-J	ジョークラッシャ1回	2.41	5.77	3.48	0.66	59.1	1.41	95.6
I-JJ	ジョークラッシャ2回	2.45	4.55	3.38	0.83	60.9	1.43	94.8
I-B	ボールミル1回	2.43	5.91	3.40	1.83	62.4	1.33	97.2
I-BB	ボールミル2回	2.47	4.47	3.07	2.44	68.0	1.34	97.6
I-P	整粒機1回	2.41	5.41	3.32	4.75	60.6	1.36	94.4
I-PP	整粒機2回	2.43	5.65	3.04	5.15	63.0	1.34	95.7
II	無処理	2.42	6.63	2.89	6.20	70.3	1.43	95.2
II-B	ボールミル1回	2.46	5.63	2.93	1.61	69.9	1.35	96.7
II-BB	ボールミル2回	2.48	3.99	2.81	2.67	70.6	1.26	97.4
II-P	整粒機1回	2.43	6.02	2.60	5.82	70.0	1.31	96.3
II-PP	整粒機2回	2.52	4.18	2.59	4.32	70.3	1.32	96.4

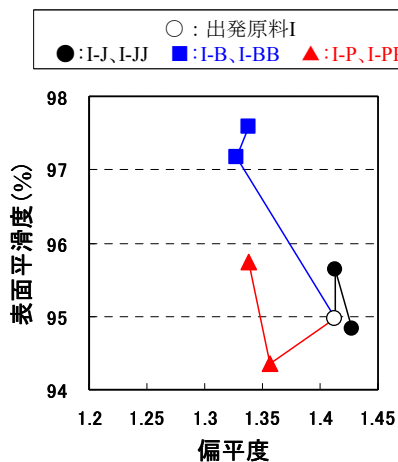


図-5 出発原料Iの偏平度と表面平滑度の変化

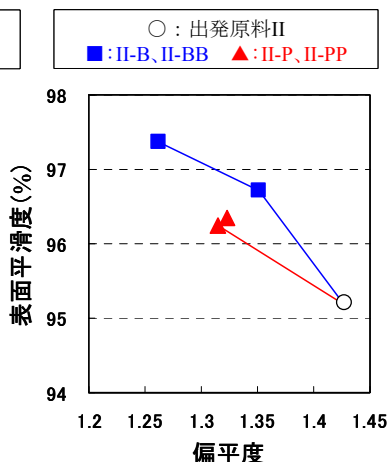


図-6 出発原料IIの偏平度と表面平滑度の変化

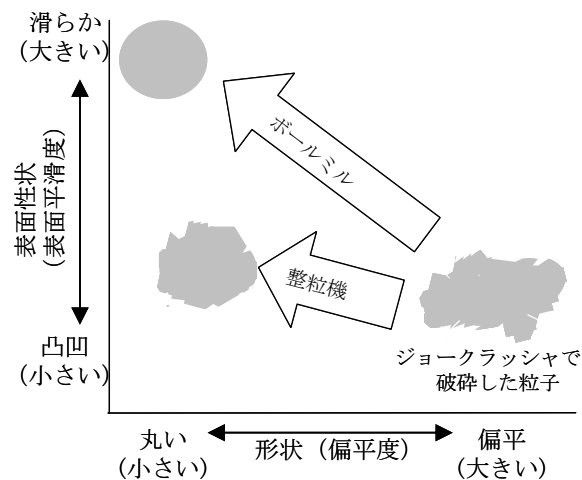


図-7 再生細骨材の幾何学的特性の変化

4. まとめ

光学顕微鏡で撮影した再生細骨材の粒の映像を画像解析し、再生細骨材の幾何学的特性を定量的に評価した。解析で得られた偏平度及び表面平滑度は、以下のとおりであり、目視による観察結果と一致していた。

- ・ジョークラッシャによる破碎作用では、偏平で、表面が凸凹した粒の骨材となる。
- ・ボールミルで処理すると、形状は丸く、表面が滑らかな粒の骨材になる。
- ・整粒機で処理すると、形状は丸いが、表面はボールミルで処理した骨材より凸凹した骨材となる。

参考文献

- 1)小川秀夫, 名和豊春, 山本正義: 磨砕処理した再生細骨材の品質がモルタルの諸特性に及ぼす影響, 土木学会論文集E, Vol.63, No.3, pp.503-517, 2006.2.
- 2)小川秀夫, 名和豊春, 大矢嘉津: 再生細骨材のキャラクターゼーション, 土木学会論文集E, Vol.66, No.1, pp.107-118, 2010.3.