

コンクリート廃材から製造した砕砂を用いた再生骨材コンクリートの基本特性

電源開発（株） 正会員 ○井下 一郎

電源開発（株） 正会員 長谷川 登

金沢工業大学 正会員 宮里 心一

1. はじめに

これまで再生骨材はコンクリート廃材を破碎設備等で処理したのち、粗骨材と細骨材に分級して利用される方法が主であった。しかしながら、破碎処理で得られる再生細骨材は低品質であり、高品質化するにもエネルギー消費やコスト等の課題があるため、それらの有効利用事例が少ないのが現状である。

その一方で、西日本地区では海砂の採取禁止に伴う代替細骨材の検討および開発が盛んに行われている¹⁾。現在のところ、「砕砂」が安定供給の面から代替材の第一候補として挙げられているが、新たな天然資源を採取し利用している行為に変わりなく、結果として環境負荷低減には繋がっていない。

そこで、天然資源の延命化および廃棄物の再資源化率維持の観点から、コンクリート廃材を原料として全量、再生細骨材として製造したものを代替材として有効利用することを発想した。本研究では、製砂設備を利用し製造した砕砂（以下、再生砕砂という）使用時におけるコンクリートの各性状について把握することを目的に実施した試験結果について紹介する。

2. 再生砕砂の製造および品質

再生砕砂は、一般的に砕砂の製造設備として利用されているロッドミルを使用し原コンクリートを破碎した後、スパイラル分級機を用いて微粒分を除去し JIS A 5005 表 4 に示す粒度範囲となるよう調整し製造した（図 - 1 参照）。その他の主な再生砕砂の品質は表 - 1 の通りであり、吸水率は 7.46% と一般的なクラッシャーのみで製造される再生細骨材よりも幾分、品質が向上したものである。ちなみに、原コンクリートは実構造物の基礎（コア圧縮強度：33N/mm² 程度）から採取したものである。

3. コンクリート試験

(1) 配合条件

コンクリート試験では再生砕砂を使用した場合の各種特性を確認するため、粗骨材には砕石および再生砕砂と同一起源で採取し粒度調整した再生粗骨材を、細骨材には砕砂を使用した。再生骨材使用時には単位水量およびセメント量を同一とし、普通骨材使用に対する容積比で置換した。普通骨材使用時の試験配合を表 - 2 に示す。

試験ケースは表 - 3 に示す通りであり、ケース名は、水セメント比(%) - 粗骨材（砕石 N, 再生砕石 R）細骨材（砕砂 N, 再生砕砂 R）で表記している。

(2) フレッシュ特性

フレッシュコンクリートの試験結果は、表 - 3 の通りである。水セメント比に関係なく、全般的に再生砕砂を用いたコンクリートの流動性は、普通骨材コンクリートよりも低下する傾向にある。細骨材はいずれも湿潤状態で使用しており、練混ぜ時に

表 - 1 再生砕砂の品質

項目	品質
絶乾密度(g/cm ³)	2.41
吸水率(%)	7.46
実積率(%)	61.8
粗粒率	2.83

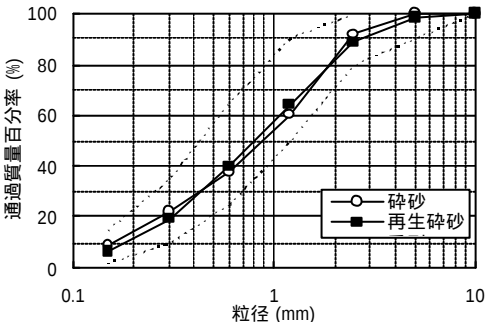


図 - 1 細骨材の粒度分布

表 - 2 試験配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 kg/m ³ (下段 m ³ /m ³)				
		W	C	G	S	Air%
30 ¹⁾	42	170	567	945	669	4.5
		170.0	179.4	351.2	254.4	45.0
45 ²⁾	44	181	402	974	748	4.5
		181.0	127.2	362.2	284.6	45.0
55 ²⁾	46	181	329	973	811	4.5
		181.0	104.1	361.7	308.2	45.0
65 ²⁾	48	181	278	960	866	4.5
		181.0	87.9	356.8	329.3	45.0

1):高性能 AE 減水剤を使用 2):AE 減水剤を使用

骨材が吸水する影響は考えにくい、練上りのコンクリート性状を目視観察すると普通骨材使用時よりも粘りがある様子が伺えた。

再生砕砂は、解体したコンクリートを原料としロッドミルで破碎製造したため、通常の砕砂に比べ粒子強度が小さくなることが予想される。よって、練混ぜ時にミキサの攪拌作用で、脆弱化している部分が破碎され、付着していたセメントペースト分が原骨材から分離することが想定され、やがて粒度が細粒側に移行する。そのためコンクリート中の粉体量が増加し、流動性が低下したものと推測できる。更に、再生砕砂使用時に所定の空気量を確保するための AE 剤使用量も、普通骨材使用時よりも増加傾向にある。一般的に 0.15mm 以下が多いと空気泡は入りにくいと言われており、この結果からも再生砕砂が細粒化したものと裏付けられる。

従って、再生砕砂を利用して普通骨材使用時と同様なワーカビリティを確保するためには、単位水量または AE 減水剤添加率の増加、もしくは高性能 AE 減水剤の使用が考えられる。

そこで、今回の研究では再生砕砂の利用促進を方策していることもあり、高性能 AE 減水剤の使用でワーカビリティを確保する検証を行った（ケース名 55-NR-sp）。なお混和剤添加率については、コストを意識し製造会社が推奨する範囲の最低値 0.5%を採用した。その結果、スランプ 12cm を確保でき、普通骨材コンクリートと同程度のワーカビリティを混和剤の調整のみで対応できることが検証された。

（3）強度特性

各ケース材齢 28 日におけるセメント水比 C/W およびセメント総水量比 C/TW と圧縮強度との関係をそれぞれ図 - 2 および図 - 3 に示す。

今回の試験では普通コンクリートに比べ、再生砕砂を使用したコンクリートの圧縮強度で平均 8.1%の低下、再生砕砂を使用したコンクリートの圧縮強度で平均 6.8%の低下となった。また、セメント総水量比と圧縮強度の相関係数は 0.95 であり、既往の研究²⁾同様、良い相関を示す。

（4）凍結融解抵抗性

再生砕砂使用時における凍結融解抵抗性を把握することを目的に、水セメント比 55%条件で骨材の種類を変化させた場合の凍結融解試験結果を図 - 4 に示す。ただし、試験開始材齢は 14 日とした。

再生砕砂を使用した場合 相対動弾性係数が急激に低下している一方で、再生砕砂のみを使用した場合は、普通コンクリートと同等に相対動弾性係数が推移することが分かる。

4. まとめ

コンクリート試験結果から、再生砕砂を使用したコンクリートの基礎特性を把握することができた。練混ぜに伴い細粒化される性質を考慮した配合や混和剤種類の変更等で、普通骨材コンクリートと同等の取扱いができる可能性が示唆できた。

〔参考文献〕1)（財）経済調査会：骨材需給動向調査業務報告書，平成 12 年 3 月

2) 麓隆行ほか：再生細骨材の使用がコンクリート性状に及ぼす影響とその原因について，土木学会論文集 No.767

/ V-64, 61-73, 2004.8

表 - 3 フレッシュコンクリート試験結果

ケース名	W/C (%)	SL (cm)	AE 剤量 (g/m ³)
30-NN	30	22.8	34.0
30-NR		12.2	39.7
30-RN		11.5	22.7
45-NN	45	14.0	6.0
45-NR		6.5	42.2
45-RN		10.0	6.0
55-NN	55	13.5	4.9
55-NR		7.0	24.7
55-RN		10.0	4.9
55-NR-sp		12.0	19.7
55-RR		6.6	34.6
65-NN	65	12.5	4.2
65-NR		6.5	12.5
65-RN		14.7	4.2

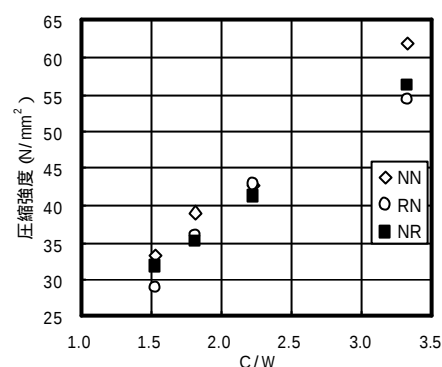


図 - 2 C/W と圧縮強度の関係

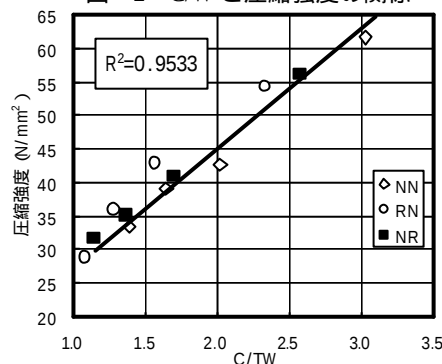


図 - 3 C/TW と圧縮強度の関係

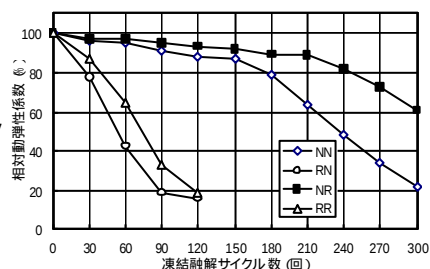


図 - 4 相対動弾性係数の変化