

論文 廃コンクリート処理による再生粗骨材の製造に関する基礎実験

荻田 家久^{*1}・長友 克寛^{*2}・堺 孝司^{*3}・野口 貴文^{*4}

要旨: 本論文では、まず3種類のW/Cのコンクリートブロックを対象とし、これを破砕して最大寸法30mmのリサイクルクラッシュラン(RC30)を製造した場合のRC30の物理的性質、加熱を必要としない乾式堅型ロッドすりもみ装置を使用してRC30から再生粗骨材の製造を行った場合の処理特性、について実験的な検討を行った。次に、得られた結果に基づき再生粗骨材の品質と処理時間の関係を定量化し、その有効性を検証すると共に、再生粗骨材の効率的製造システムの構築法について考察した。

キーワード: 再生粗骨材, 絶乾密度, 吸水率, 廃コンクリート, すりもみ処理, リサイクル

1. はじめに

循環型社会構築のためにコンクリート関連産業が真剣に取り組まなければならない、そして避けては通れない課題の一つに廃コンクリートの再資源化と再利用がある。併せて、この課題解決に際しては、効率的かつ効果的な処理スキームを導入することによる低コスト化とCO₂排出量の削減が求められている。

効率的な廃コンクリートのリサイクルシステムを確立するためには、砕石工場と生コン工場との連携が望まれる。何故ならば、生コン工場は適度な間隔をおいて立地しており、これらの工場が廃コンクリートを受入れることで、発生地からの搬送距離を低減できるメリットがある。しかも、砕石工場から生コン工場への骨材運搬の帰路を使用することで運搬時のコスト及びCO₂排出量の削減も可能である。何よりも、砕石工場は破砕処理に関するノウハウの蓄積があり、生コン工場は再生骨材をコンクリートとして製品化するための技術を有している。

ところで、砕石工場での処理に際しては、新たな設備投資を抑えるため、出来る限り現有施設を有効活用でき、かつ省エネルギー性の高い装置の開発が求められている。このような要請のもと、著者等¹⁾は、既往の研究において加熱を必要とせず低エネルギーで高品質な再生粗骨材を製造できる装置の開発に取り組み、リサイクルクラッシュラン(以下、RCと表記)から再生粗骨材までの製造を連続の工程で行える乾式堅型ロッドすりもみ装置(以下、すりもみ装置と表記)を製作した。

本研究は、この研究の一環として、すりもみ装置の処理性能の詳細な把握を行うと共に、砕石工場の保有設備の中にこの装置を組み込むことによる、再生粗骨材製造システムの構築の可能性について検討したものである。実験に際しては、従来の再生骨材の製造において余り明

確に議論されてこなかった、原コンクリートの圧縮強度と再生粗骨材の処理効率との関係を明らかにするため、水セメント比W/Cを45, 55, 65%の3種類に変化させた生コンを使用した。そして、これらから原コンクリートブロックを製作し、それを破砕して得られるRC30を再生骨材製造における材料として用いた。

2. 再生粗骨材製造工程

2.1 製造工程の概要

まず、廃コンクリートを想定した原コンクリートブロックを油圧ブレイカー及び小割圧碎機を用いて粗破砕する。次に、この粗破砕分をインペラブレイカーに投入して中破砕し、RC30を製造する。最後に、RC30を全量すりもみ装置に投入し、再生粗骨材を製造する。5mmふるい通過分の大半は粗骨材製造時に自動的に分粒されるが、分粒し切れなかった分は新たにふるい分ける。

2.2 再生粗骨材製造用すりもみ装置の概要

写真-1に、今回使用した試験用すりもみ装置の外観を、写真-2に、同装置内部の概要をそれぞれ示す。同装置は、円筒形をしており、鋼板でその内部を2つのレーンに仕切っている。レーンには、4つのロッド群を周方向に等間隔に配置している。各ロッド群は、所定の本数及び間隔で配置した径24mmの鋼製のねじ切りロッド(以下、ロッドと表記)から構成されている。これらのロッド群の間の空間からレーン内にRC30を投入し、ロッド群を円周方向に回転させると、RC30の個々の粒子は、回転しながらロッドの隙間を通過し、かつ全体としてはレーンに沿って流動する。この際に、粗骨材表面の付着モルタルは、骨材同士及び骨材とロッドとのすりもみによって剥離させられる。その際に発生する微・細粒分は、あたかも潤滑材のような作用をしてすりもみ効率を低

*1 三豊産業(有) 試験室 (正会員)

*2 三豊産業(有) 試験室室長 博士(工学)

*3 香川大学 工学部安全システム建設工学科教授 工博 (正会員)

*4 東京大学大学院 工学系研究科建築学専攻准教授 工博 (正会員)

下させるため、底部に径 6 mm、間隔 18 mmのテーパー付きの穴を開け、ここから比較的早期に排出させる。

3. RC30

3.1 原コンクリート

表-1 に、原コンクリートに使用した生コンの使用材料を、表-2 に、生コンの配合及びフレッシュ時性状を示す。生コンの配合設計に際しては、単位水量を $W=185 \text{ kg/m}^3$ 、単位粗骨材量を $G=900 \text{ kg/m}^3$ でそれぞれ一定とし、水セメント比を $W/C=45, 55, 65\%$ の 3 種類に変化させた。目標スランプは $18 \text{ cm} \pm 1.5 \text{ cm}$ 、目標空気量は $4.5 \pm 0.5\%$ とした。製造した生コンは、縦 1.0 m、横 1.0 m、高さ 0.5 m の直方体鋼製型枠内に打設し、これにシートを被せた上で湿潤養生し、材齢 1 週において脱型した。このようにして得られたコンクリートブロックは、引き続き養生シートで覆って材齢 4 週まで散水養生を行い、さらに約 2 か月間、2 日に 1 回程度の頻度で散水しながら気中静置の後、RC30 の材料として供した。

図-1 に、生コンから採取した円柱供試体を (a) 材齢 28 日まで標準水中養生、(b) 材齢 91 日まで現場水中養生、及び (c) RC30 製造時まで現場湿潤養生した場合、の圧縮強度 F_c - セメント水比 C/W 関係を示す。ここに、現場湿潤養生とは、コンクリートブロックと同じ環境場所での養生のことである。同図より、何れの養生条件の供試体においても $F_c - C/W$ 関係の直線性が高く、使用した原コンクリートは強度管理が適切であったといえる。

3.2 5 mm ふるい残留率及びその残留分の物理的特性

以下では、例えば $W/C=55\%$ の原コンクリートから得られた RC30 を RC30-55 のように RC30-W/C の形で表示する。

図-2 に、RC30 の 5 mm ふるい残留率 r_5 、及び RC30 の 5 mm ふるい残留分 (以下、5-30 mm 分のように粒径範囲で表記) の吸水率 p_a と原コンクリートのセメント水比 C/W の関係をそれぞれ示す。同図より、 C/W の増加に伴い r_5 は直線的に増加することが分かる。 F_c と C/W との間には直線関係があるため、このことは F_c が大きいほどコンクリートは破碎し難くなることを意味している。

一方、 C/W の増加に伴い p_a は直線的に減少することが分かる。ただし、 W/C の違いが絶乾密度に及ぼす影響は小さく、 $W/C=45\%$ と 55% の場合 2.20 g/cm^3 、 65% の場合 2.18 g/cm^3 であった。なお、RC30 の 5-30 mm 分の粗粒率は 6.8 ~ 7.0 程度であり、粒度曲線の形状も含めて、 W/C との間に特定の傾向は見られなかった。

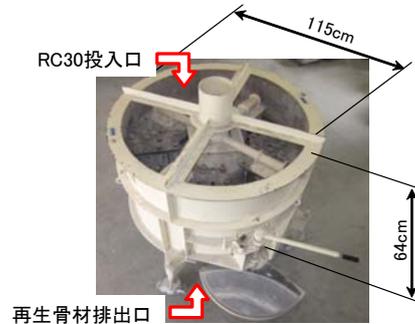


写真-1 試験用すりもみ装置の外観



写真-2 試験用すりもみ装置内部の概要

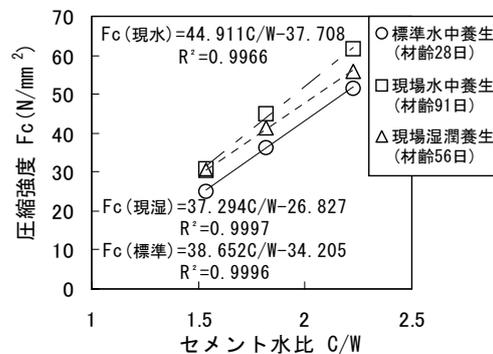


図-1 原コンクリートの圧縮強度 F_c - セメント水比 C/W 関係

表-1 生コンの使用材料

材料		品質
水		上澄水
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 3.16 g/cm^3 、比表面積 $3200 \text{ cm}^2/\text{g}$
細骨材	安山岩砕砂	表乾密度 2.56 g/cm^3 、吸水率 2.2%、粗粒率 2.75
粗骨材	安山岩砕石	表乾密度 2.60 g/cm^3 、吸水率 2.1%、粗粒率 6.70
混和剤	高機能 AE 減水剤	リグニンスルホン酸塩、オキシカルボン酸塩、ポリカルボン酸系化合物
	AE 剤	アニオン系

表-2 RC30 作製用生コンクリートの配合及びフレッシュ時性状

記号	スランプ*1 (cm)	空気量*2 (%)	W/C (%)	s/a (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	G1 (1505) (kg/m ³)	G2 (2010) (kg/m ³)	S (kg/m ³)
RC30-65	16.5	4.8	65	49.0	185	285	405	495	855
RC30-55	17.5	4.6	55	48.0		331			814
RC30-45	17.5	4.3	45	46.0		411			752

*1: 目標スランプ $18 \pm 1.5 \text{ cm}$ 、*2: 目標空気量 $4.5 \pm 0.5\%$

4. 再生粗骨材

4.1 すりもみ処理方法

すりもみ装置の処理特性を把握するため、W/C=45, 55, 65%のRC毎に、50 kgの5-30 mm分をそれぞれ7.5, 10, 15及び20分間処理し、得られた再生粗骨材の物理的性質を調べた。処理に際しては、ロッド最小あき S_r をRC30の最大寸法である30mmに一致させた。ここに、 S_r はロッド間及びロッドとレーン間のうち最小の間隔である。

表-3に、得られた再生粗骨材の物理的性質の概要を示す。

4.2 5mmふるい残留率(再生粗骨材の歩留率)

すりもみ処理時間 t の増加に伴い5mmふるい残留率、すなわち再生粗骨材の歩留率 r_5 は低下傾向にあり、 $t=7.5$ 分では r_5 が80%を超えていたものが、 $t=20$ 分では r_5 は60%台にまで低下した。その際、 r_5 と t の直線性は低かった。ただし、 S_r を26.5mmに狭めた場合には、直線性が強く現われるようになった。 t が同一であれば、C/Wの大きな、すなわち F_c の大きなRCほど r_5 は大きく、これはRC30製造時の r_5 の傾向と一致した。

4.3 密度・吸水率

図-3に、得られた再生粗骨材の絶対乾密度 g_d -水セメント比W/C-処理時間 t 関係を示す。同図より、W/C(%)及び t (分)の増加に伴い、 g_d (g/cm^3)は増加することが分かる。いま、これらの関係を式(1)で線形近似する。ここに、A~D(及び A_0 ~ D_0)は実験定数である。

$$g_d = (A_0 \cdot W/C + B_0)(C_0 \cdot t + D_0) \\ = A \cdot W/C + B \cdot t + C \cdot W/C \cdot t + D \quad (1)$$

今回の実験結果を用いると次式を得る。

$$g_d = -6.059 \times 10^{-4} \cdot W/C - 1.848 \times 10^{-3} \cdot t \\ + 1.701 \times 10^{-4} \cdot W/C \cdot t + 2.247 \quad (g/cm^3) \quad (2)$$

図-4に、再生粗骨材の吸水率 p_a -水セメント比W/C-処理時間 t 関係を示す。同図より、W/C及び t の増加に伴い、 p_a (%)は減少することが分かる。吸水率 p_a について g_d と同様の式を計算すると、次式を得る。

$$p_a = 3.199 \times 10^{-2} \cdot W/C + 4.852 \times 10^{-2} \cdot t \\ - 2.689 \times 10^{-3} \cdot W/C \cdot t + 4.931 \quad (\%) \quad (3)$$

今回の実験結果に対して絶対乾密度 g_d の計測値に対する式(2)による算定値の比を計算すると、その平均値は1.00、標準偏差は0.002、同じく吸水率 p_a の計測値に対する式(3)による算定値の比の平均値は1.00、標準偏差

は0.010、となった。重相関係数は、全式において0.99であり、各線形近似式の推定精度は良好であった。

なお、式(2)及び(3)において、W/Cの代わりにRC作製時のコンクリートブロックの圧縮強度 F_c (N/mm^2)を使用しても、同様の直線関係が成立した。

4.4 粒度

粗粒率は、6.6~6.9程度の範囲にあり、処理時間 $t=7.5$ ~10分までは増加し、 $t>10$ 分では低下する傾向を示した。同じ t であれば、W/Cが小さいほど粗粒率は大きくなる傾向にあった。

実績率は、60~62%の範囲にあり、 t が長くなるのに伴って増加したが、次第にその増加率は小さくなった。

微粒分量は、0.3%程度と非常に小さかった。これは、当装置が、その内部底面に開けた穴によって微・細粒分を処理の初期段階から継続的に排出する構造になっているためである。

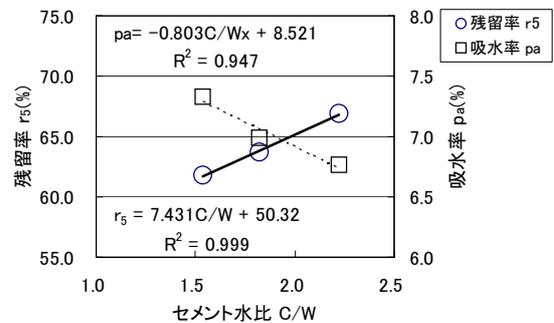


図-2 RC30の5mmふるい残留率 r_5 -吸水率 p_a -セメント水比C/W関係

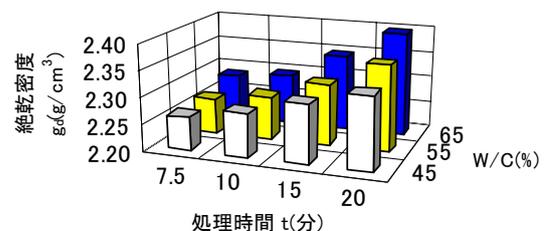


図-3 再生粗骨材の絶対乾密度 g_d -水セメント比W/C-処理時間 t 関係

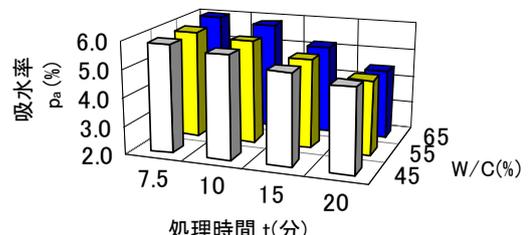


図-4 再生粗骨材の吸水率 p_a -水セメント比W/C-処理時間 t 関係

表-3 再生骨材粗骨材の物理的性質(最小あき30mmの場合)

W/C(%)	45				55				65			
	7.5	10	15	20	7.5	10	15	20	7.5	10	15	20
処理時間 t (分)	7.5	10	15	20	7.5	10	15	20	7.5	10	15	20
表乾密度 g_s (g/cm^3)	2.40	2.41	2.43	2.45	2.40	2.41	2.44	2.47	2.42	2.43	2.47	2.50
絶対乾密度 g_d (g/cm^3)	2.26	2.28	2.31	2.34	2.27	2.28	2.32	2.36	2.29	2.30	2.34	2.40
吸水率 p_a (%)	5.88	5.66	5.26	4.97	5.86	5.67	5.21	4.64	6.01	5.85	5.19	4.45
粗粒率	6.77	6.85	6.90	6.72	6.86	6.89	6.76	6.70	6.69	6.70	6.68	6.67
実績率(%)	60.7	61.0	60.9	61.2	60.1	60.7	61.3	61.4	60.9	61.2	61.3	61.9

4.5 処理時の負荷電力

図-5に、W/C=55%の場合を例にとり、当装置のすりもみ処理時における負荷電力 W_e (kW) と処理時間 t (分) との関係を示す。 W_e は、処理の開始と共に急激に増加し、数10秒間ほぼ一定値を保った後、緩やかな低下を続ける。

図示してはいないが、図-3及び図-4において、処理時間 t の代わりに処理にかけた消費電力量 W_{et} (kWh) を用いても、両図と同じ傾向が見られた。そこで、式(2)及び(3)について t の代わりに W_{et} を用いて表現すると、次式を得る。

$$gd = -2.179 \times 10^{-3} \cdot W/C - 2.265 \times 10^{-1} \cdot W_{et} + 8.284 \times 10^{-3} \cdot W/C \cdot W_{et} + 2.327 \quad (\text{g/cm}^3) \quad (4)$$

$$pa = 5.269 \times 10^{-2} \cdot W/C + 3.659 \cdot W_{et} - 1.219 \times 10^{-1} \cdot W/C \cdot W_{et} + 3.884 \quad (\%) \quad (5)$$

計測値に対する式(4)及び(5)による算定値の比の精度は、式(2)及び(3)におけるものとはほぼ同等であった。

再生粗骨材の処理の程度を式(2)~(5)を用いて把握するためには、W/C(又はFc)の把握が必要であるが、RC30について、処理の都度この値を推定することは現実的でない。そこで、W/Cの影響が消費電力量 W_{et} (kWh) - 処理時間 t 関係に反映されているとの考えに基づき、以下の簡易法を用いて gd 及び pa の推定を試みた。

(a) 4.3に示したデータは gd 及び pa は、 $t=10$ 分時の消費電力量 W_{e10} を用いて、次式で近似できる。

$$gd = 0.6337 \cdot W_{e10} + 0.0269 \cdot t - 0.04835 \cdot W_{e10} \cdot t + 1.958 \quad (t \geq 10) \quad (\text{g/cm}^3) \quad (6)$$

$$pa = -3.125 \cdot W_{e10} - 0.2457 \cdot t + 0.3570 \cdot W_{e10} \cdot t + 8.041 \quad (t \geq 10) \quad (\%) \quad (7)$$

(b) RC30を5mmふるいで分留する場合に対する分留しない場合の gd , pa , W_{e10} の比は、それぞれ1.02, 0.91, 0.56であり、これらの値への S_r の影響は小さい。

図-6及び図-7に、 gd 及び pa の測定値と推定値の関係を示す。両図において、データ数は17であり、データには処理時間 t , RC30の5mmふるいでの分留の有無(4.6で後述)、及びW/C(2種類の混合を含む、4.10で後述)が変数として含まれている。原点を通る近似直線は、

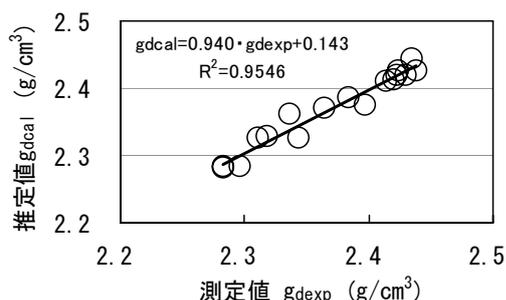


図-6 絶対乾密度の測定値 gd_{exp} と推定値 gd_{cal} の関係

勾配がほぼ1, 相関係数 R が gd は0.977, pa は0.988であり、本簡易法は、良好な推定精度をもつことが分かる。

4.6 処理効率に及ぼすRCに含まれる細粒分の影響

RC30中に微粒分が多いと、それがあたかも潤滑材のような作用をしてすりもみ効率を低下させるため、これまでの検討では投入するRC30として5-30mm分を使用してきた。一方、すりもみ効率を向上させるためには、装置に投入するRCに含まれる細粒分を増やすことで粒子間隙を少なくし、実績率を高めた方が得策であるという考えもある。今回の場合、RC30の製造装置は破碎作用が主体であり摩砕作用は大きくないため、微粒分の含有率はそれほど高くない。しかも、すりもみ処理時に発生する微粒分は、底部に開けた穴から比較的早期に排出されるから、その潤滑材効果はある程度抑制されることも期待できる^{2),3)}。そこで、装置の処理効率に与える細粒分の影響を検討するため、(a)RC30-65の5-30mm分、(b)RC30-65の5-30mm分についてその質量の15%を砕石7号(2.5-5mm)で置換したもの、(c)RC30-65の5-30mm分についてその質量の30%を砕石7号で置換したもの、及び(d)RC30-65の0-30mm分、の4ケースについて処理を行った。ここでは、 $S_r=26.5$ mmに設定した装置にRC30-65を投入し、20分間の処理を行った。なお、この S_r の値は、JIS準拠ふるいの公称目開きの一つである。

図-8及び図-9に、得られた再生粗骨材の絶対乾密度 gd 及び吸水率 pa の比較をそれぞれ示す。ケース(a)からケース(d)へと細粒分の含有率が高くなるにつれて gd は増加し、 pa は低下しており、予想通り細粒分が粗骨材表面の付着モルタルの剥離に寄与することが分かる。

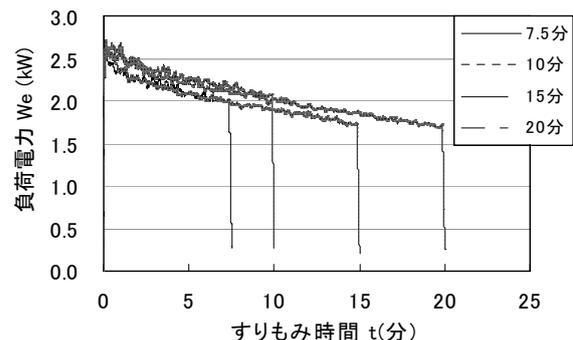


図-5 負荷電力 W_e - 処理時間 t 関係(W/C=55%の場合)

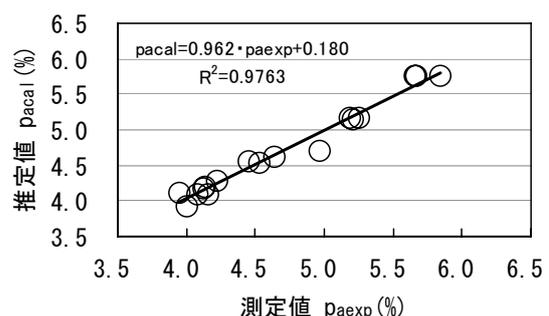


図-7 吸水率の測定値 pa_{exp} と推定値 pa_{cal} の関係

表-4 に、RC30-65 の 5-30mm 分及び 0-30mm 分をそれぞれ 20 分間処理した場合の処理結果の比較を示す。ただし、前者と後者とでロッドの最小あき S_r が相違している。再生粗骨材製造量の RC30 投入量に対する残留率 r_5 は、5-30mm 投入の方が 0-30mm 投入よりも 1.7 倍高いが、投入した RC に含まれる 5-30mm 分の質量に対する残留率 r_5 で評価すると、各ケース間で大きな差は見られない。一方、消費電力量 W_{et} は、前者の方が後者よりも 1.7 倍多い。すなわち、単位 W_{et} 当たりの残留率 r_5 は、RC30 を 5mm ふるいで分粒するか否かで違いが無い。なお、密度及び吸水率の相違については上述のとおりである。

4.7 処理効率に及ぼす最小あきの影響

最小あき S_r については、広すぎるとすりもみ作用が十分発揮されず、狭すぎると粗骨材に割れが発生するため、その設定を適切に行うことが重要である。そこで、 S_r を 30.0mm、26.5mm 及び 23.0mm の 3 種類に変化させた場合の処理効率の違いについて検討した。

図-10 及び図-11 に、 S_r の違いが再生粗骨材の絶乾密度 g_d 及び吸水率 p_a に及ぼす影響を、RC30-65 を $t=20$ 分間処理した場合を例に示す。RC30 の 5-30mm 分について S_r を 30.0 から 26.5mm へと狭めて処理した場合、及び RC30 の 0-30mm 分について S_r を 26.5mm から 23.0mm へと狭めて処理した場合の 2 組について、各組の S_r 間で g_d 及び p_a に有意差はみられない。ただし、図示してはいないが、 $t=15$ 分の場合には、 S_r を狭めることで明らかに g_d は増加し、 p_a は低下した。2 組の間で g_d 及び p_a に差が現れたのは、4.6 で述べた 5mm 以下の細粒分の影響が大きい。なお、原骨材の品質は $g_d=2.51 \text{ g/cm}^3$ 、 $p_a=$

2.1% であり、 $S_r=23.0\text{mm}$ で RC30 の 0-30mm 分を処理した場合に得られる再生粗骨材の品質 $g_d=2.48 \text{ g/cm}^3$ 、 $p_a=3.5\%$ は、当装置の能力の上限値に近いと考えられる。

4.8 処理効率に及ぼす RC30 の投入量の影響

砕石製造プラントでは、再生粗骨材の必要量に応じて処理量を調整しなければならない状況が発生する場合も想定される。そこで、RC30-65 の投入量を 50 kg から 75 kg に増加することによるすりもみ処理効率への影響を検討した。処理は、 $S_r=23.0\text{mm}$ 、 $t=20$ 分に設定した装置に、RC30-65 の 0-30mm 分を投入して行った。

表-5 に、得られた結果を示す。投入量を 50 kg から 75 kg へと増加させても、密度、吸水率、実績率、微粒分量等の再生粗骨材の物理的性質にはほとんど差がない。投入量の増加によって、消費電力量 W_{et} は約 2.0 倍に増加しているが、得られる 5mm ふるい残留分の質量も約 1.7

表-4 RC30 の 5mm 通過分が処理効率に及ぼす影響 (W/C=65%, 処理時間 20 分)

RC30 の 5mm ふるい通過分	無	有
最小あき S_r (mm)	26.5	23.0
表乾密度 g_s (g/cm^3)	2.50	2.53
絶乾密度 g_d (g/cm^3)	2.40	2.43
吸水率 p_a (%)	4.5	4.0
消費電力 W_{et} (kWh)	0.647	0.376
5mm ふるい残留率 (%)	63	37

表-5 RC30 投入量が処理効率に及ぼす影響 (W/C=65%, 処理時間 20 分, 最小あき 23mm の場合)

RC30 投入量 (kg)	50	75
表乾密度 g_s (g/cm^3)	2.53	2.52
絶乾密度 g_d (g/cm^3)	2.43	2.42
吸水率 p_a (%)	4.0	4.2
実績率 (%)	60.6	60.9
微粒分量 (%)	0.3	0.2
消費電力 W_{et} (kWh)	0.314	0.613
5mm ふるい残留率 (%)	37	42

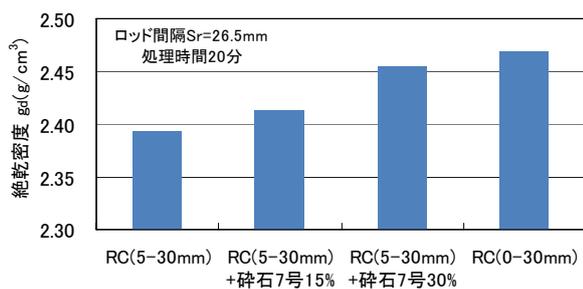


図-8 絶乾密度 g_d への 5mm ふるい通過分の影響

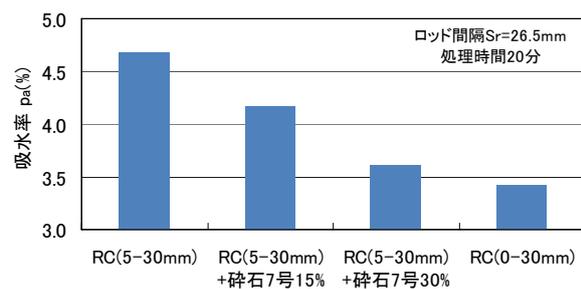


図-9 吸水率 p_a への 5mm ふるい通過分の影響

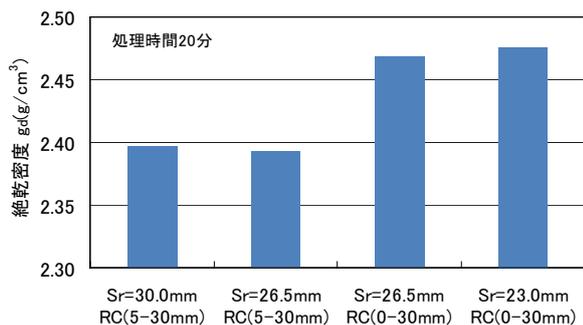


図-10 絶乾密度 g_d への最小あき S_r の影響

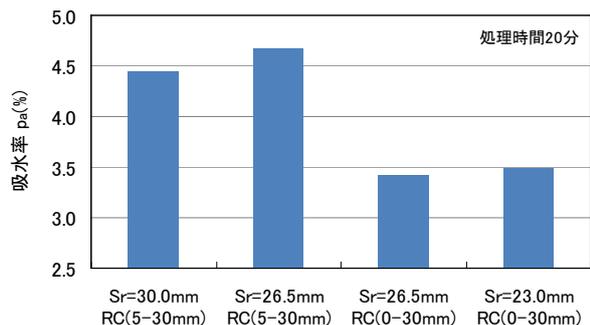


図-11 吸水率 p_a への最小あき S_r の影響

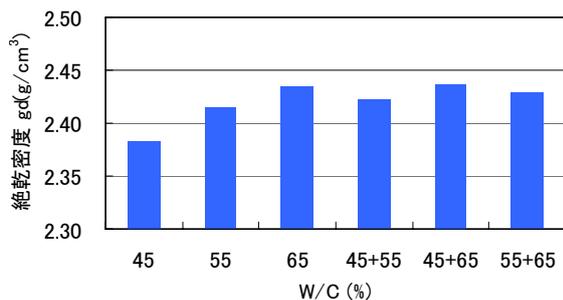


図-12 絶乾密度 gd への水セメント比 W/C の影響

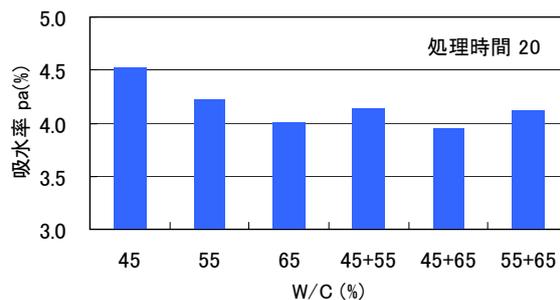


図-13 吸水率 pa への水セメント比 W/C の影響

倍に増加しており、影響はそれほど大きくはない。

4.9 処理効率に及ぼす RC30 の表面水の影響

砕石製造プラントでは、RC30 を気乾状態に保持しておくことが困難なケースも想定される。そこで、RC を表面水率 0.5% の湿潤状態にした場合のすりもみ処理効率について検討した。処理は、 $S_r=23.0\text{mm}$ 、 $t=20$ 分に設定した装置に、RC30-65 の 0-30mm 分を投入して行った。得られた再生粗骨材の絶乾密度は、 $gd=2.40\text{g/cm}^3$ 、吸水率は $pa=4.48\%$ となり、品質の低下がみられた。これは、表面水により粗粒子の表面に微粒子が付着し、これが潤滑材の働きをしたためであると考えられる。

4.10 処理効率に及ぼす原コンクリートの W/C の影響

再生粗骨材製造プラントでは、様々な水セメント比 W/C の廃コンクリートが混在した状態で処理されることが想定される。そこで、 $W/C=45, 55, 65\%$ の 3 種類の RC30 の内の 2 種類を、それぞれ 1:1 の気乾質量比で混合した 3 つの組合せを対象とし、そのすりもみ処理効率への影響について検討した。処理は、 $S_r=23.0\text{mm}$ 、 $t=20$ 分に設定した装置に、0-30mm 分を投入して行った。

図-12 及び図-13 に、再生粗骨材の絶乾密度 gd 及び吸水率 pa に及ぼす W/C の影響を示す。 $W/C=55\%$ と 65% の RC30 を当量混合した場合の gd 及び pa の値は、 $W/C=65\%$ の RC30 を全量処理した場合とほとんど差が無い。一方、 $W/C=45\%$ と 55% 、及び $W/C=45\%$ と 65% の RC30 を等量混合した場合には、それぞれ 2 種類の W/C の RC30 を単独で全量処理した場合の gd 及び pa よりも改善されている。これは、 W/C の低い RC30 と高い RC30 を等量混合した場合、相対的に硬い RC30 粒子が軟らかい粒子の表面を摩砕することで品質を高めたためと考えられる。

5. まとめ

本研究の範囲内で得られた結果を、以下に要約する。

- (1) RC30 の 5 mm ふるい残留率 r_5 及び残留分の吸水率 pa は、原コンクリートのセメント水比 C/W の増加に伴ってそれぞれ直線的に増加及び減少する。
- (2) 今回使用したすりもみ装置で製造される再生粗骨材の絶乾密度 gd 及び吸水率 pa は、水セメント比 W/C

及び処理時間 t とほぼ線形的に増加及び減少する。

- (3) 再生粗骨材の絶乾密度及び吸水率は、水セメント比 W/C 及び消費電力量 W_{et} とほぼ線形的にある。
- (4) すりもみ装置による再生粗骨材の処理効率は、気乾状態にある RC30 を 5 mm ふるいで分粒せずにそのまま全量投入することで向上させることが出来る。
- (5) すりもみ装置に投入する RC30 の W/C や F_c を求めなくても、処理時間 10 分時の消費電力量 W_{e10} 及び処理時間 t を用いた直線近似式により、再生粗骨材の絶乾密度及び吸水率を推定できる可能性がある。

謝辞

本研究は、国土交通省 平成 22 年度住宅・建築関連先端技術開発助成事業 課題名「廃コンクリート・石系廃棄物の低炭素・完全循環利用技術の開発（代表者：香川大学教授 堺孝司）」の一環として実施したものである。東京大学大学院 北垣亮馬講師には、実験計画の立案及び遂行に際して貴重なご助言を頂いた。日工株式会社の名取正夫、上原豊一、瀬戸幹大の 3 氏には、すりもみ装置に係る調整や情報提供等、様々な便宜を図って頂いた。香川県砕石事業協同組合には、再生粗骨材の製造に際して多大なご協力を頂いた。ここに、関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 藤戸幹大, 荻田耕助: 環境負荷低減を目指した再生粗骨材製造技術—乾式堅型ロッドすりもみ装置—, 第 37 回 砕石フォーラム 2010(東京)資料, pp. 83-88, 2010. 10
- 2) 高橋祐一, 榊田佳寛, 竹内博幸: モルタル塊残留率が再生骨材コンクリートの性質に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, No. 1, pp. 1433-1438, 2010
- 3) 入江真吾, 神代泰道, 一瀬賢一: 低品質再生粗骨材の付着モルタルの特性が再生コンクリートに与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, No. 1, pp. 1439-1444, 2010