

再生細骨材配合によるポーラスコンクリートの性能評価に関する研究

長野工業高等専門学校専攻科

小林勇登

長野工業高等専門学校 正会員 遠藤典男

長野工業高等専門学校 正会員 松岡保正

1. はじめに

循環型社会システムの構築に対する社会的ニーズから廃棄物再利用の機運が高まっており、コンクリート廃棄物に対しても再利用への試みがなされている。コンクリート廃棄物を粗骨材として再利用する場合には、粉砕後要求される粒度に調整し（再生粗骨材）、コンクリートへ混合されることになるが、粉砕に際して粗骨材としては適用不可能な小粒径の破片も発生することになる。一般に再生骨材は粉砕時に大小の亀裂が生じ、吸水率が大きく、密度も小さくなる傾向にある。このような傾向は粒径が大きなものに比し小さなもののほうが顕著に現れるため、一般に再生細骨材をコンクリートに混入することは少ない。また再生細骨材は、廃棄コンクリートを粉砕するため、一般に適用される砕砂、砕石に比し品質にバラツキが大きい。すなわち、コンクリート片を粉砕して得られる小粒径の粒子には、

- 1) セメントペーストのみで構成される再生細骨材、
- 2) セメントペースト中に原細骨材が混入している再生細骨材、
- 3) 原粗骨材が粉砕された細骨材（いわゆる砕砂）、
- 4) 砕砂とセメントペーストやモルタルが付着した再生細骨、等の混合物が得られることになる。

これらのうち再生細骨材としてセメントペーストが混入した1)、2)および4)に関しては、原コンクリートの配合や劣化の度合い、粉砕時に生じる大小の亀裂などの要因から、一般の構造用コンクリートに再生細骨材とし配合するには要求性能を十分満足できない。

一方、ポーラスコンクリート（以下POCと記す）は、一般的なコンクリートの配合に較べ極めて多量の粗骨材を配合し、僅かな高強度のセメントペーストで粗骨材同士を接着したものであり、多くの空隙を有するコンクリートである。この空隙の多さを利用し環境負荷低減や断熱・遮音等を目的とした、また透水性舗装など種々の分野への適用が期待される。反面コンクリートの強度に大きく寄与するセメントペーストの配合が少量なため、ポーラスコンクリートの適用は要求強度が小さいことが多い。このため、本研究ではこのような小粒径の骨材を再生細骨材として、要求される強度が比較的小さなポーラスコンクリートへの適用を

表1 原コンクリートの物理諸量

水セメント比	圧縮強度	単位体積重量
60 (%)	200 (N/mm ²)	2.38 (g/cm ³)

表2 再生細骨材の物理諸量

絶乾密度	吸水率	実績率	粗粒率
2.16 (g/cm ³)	8.16 (%)	3.90	3.90

表3 POCに配合した粗骨材の物理諸量

密度	吸水率	実績率	粗粒率
2.64 (g/cm ³)	1.3 (%)	65.5 (%)	6.70

試み、再生細骨材を配合するにあたり、ポーラスコンクリートのレオロジー（フロー値、空隙率など）およびその圧縮強度について考察するものである。

2. 再生細骨材の物性値

表1に再生細骨材を作成した原コンクリートの、表2に再生細骨材の、表3にPOC配合した粗骨材の物理諸量を示す。再生細骨材を作成した原コンクリートは学生実験で打設したものであり、材齢約200日、配合強度を24 N/mm²、7日強度が約20 N/mm²であった。表1に示す現コンクリートを30mm程度の小片に粉砕（ハンマーによる）した後、クラッシャーで再粉砕し再生細骨材とした。今回使用した再生細骨材は、粉砕後5mmフルイ通過分を使用した。密度に関しては絶乾密度2.16g/cm³、表乾密度が2.35g/cm³であり、一般的な川砂利に比し小さめの値となった。吸水率に関しては、8.62%と非常に大きな値を得た。これらは、先に述べたように再生細骨材製造時の粉砕過程で生じた亀裂の影響であり、この亀裂に水分が入り込み、表乾密度が小さくなると同時に、吸水率は大きくなる。

3. レオロジーおよび圧縮強度

表3にPOC供試体を作成した配合を示す。各配合とも水セメント比：(w/c)を40%とし、セメントに対する再生細骨材の配合割合を0%、20%、40%、60%、80%、100%（重量百分率）と6段階で変化させた。POCの配合においても、モルタルにおける細骨材配合率のみ変化させ、その他は同一の配合としている。なお、POCにおけるモルタルの配合率、すなわち粗骨材に対

表3 POC 配合

配合	W/C (%)	S/C (%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	G (kg)
①	40	0	114	286	0	1230
②	40	20	100	250	50	1230
③	40	40	89	222	89	1230
④	40	60	79	200	120	1230
⑤	40	80	72	182	146	1230
⑥	40	100	60	167	167	1230

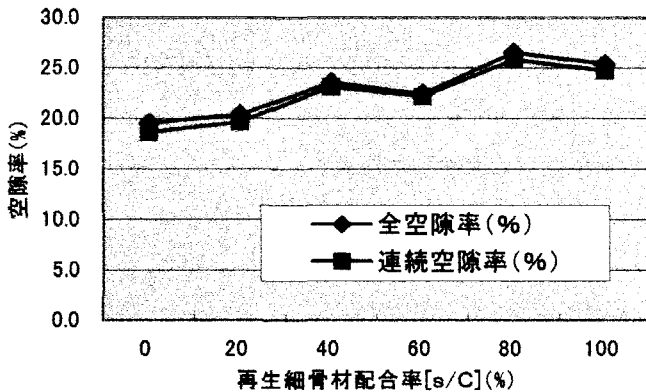


図1 細骨材配合率—フロー値

するモルタルの配合割合 (P/G) を 30%, 空隙率 (V_a/V) を 30%と仮定した。

図1に細骨材配合率とフロー値の関係を示す。一般にコンクリートのワーカビリティを主としたフレッシュ性情評価にはスランプ試験より評価される。一方、流動性の高いコンクリートにおいてはスランプ値が大きくなり流動性に対する十分な評価ができない。また、一般的な POC では水-結合材比が小さく流動性も小さなセメントペースト、もしくはモルタルを適用することになるが、本研究においては再生細骨材の配合割合による流動性評価—極めて流動性が大きなものから小さなものまでを評価—をする必要があるため、L型フロー試験を行った。再生細骨材の配合率が多くなるとともに、フロー値はほぼ比例関係を示し小さくなっている。なお、再生細骨材を配合しない場合のフロー値は非常に大きく、L型フロー試験器の最大目盛を上回ったため、最大目盛の値 (1730mm) とした。

図2に細骨材の混合割合と空隙率関係の関係を示す。全空隙率、連続空隙率の両方を図示したが、再生細骨材の配合による連続空隙率の極端な増加は見られなかった。再生細骨材の配合割合が 0, 20%では空隙率 20%程度であり、40%以上配合したものに比し小さな値となった。これは流動性が大きく、粗骨材表面へ満遍なくペーストが付着し、粗骨材の間の空隙へは十分に

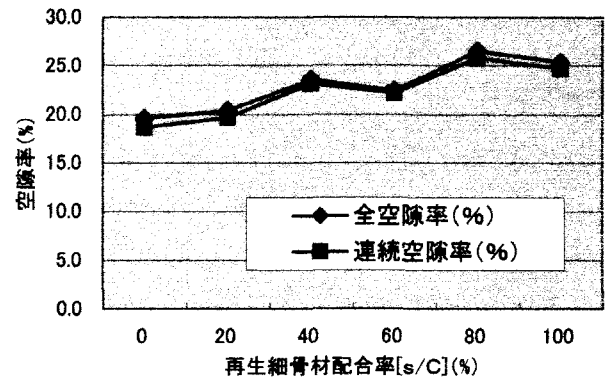


図2 細骨材混合割合—空隙率関係

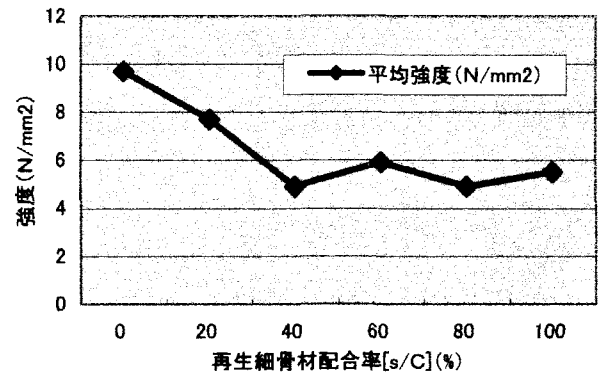


図3 再生細骨材配合率—圧縮強度

ペーストが分布しなかったためと思われる。

図3に再生細骨材と圧縮強度の関係を示す。再生細骨材の配合率が 40%を超えると空隙率が増加するため、圧縮強度も小さくなるが、空隙率同様、細骨材配合率の増加に伴う圧縮強度の減少は見られず、強度の平均は 5~6N/mm²程度で一定であった。なお、再生細骨材を配合したモルタルの圧縮強度は、再生細骨材配合率が 0%のとき、100N/mm²、20%~100%のときは 85 N/mm²でほぼ一定であった。

4. おわりに

再生細骨材をポーラスコンクリートに配合し、そのレオロジー、圧縮強度に関して考察した。得られた知見を以下に示す。

流動性に関しては、一般的な河砂利、砕砂と同様に、再生細骨材の配合割合増加に伴い、フロー値が減少するが、再生細骨材の配合割合が増加してもモルタルおよび POC の圧縮強度が大きく低下することはない。これは、再生細骨材をセメントペーストへ混合する際、製造過程で生じた多くの亀裂の中へセメントペーストが入り込み、亀裂が減少するためと考えられる。以上のことから再生細骨材自身は単位体積重量が小さく吸水率も大きい、要求される強度が比較的小さなポーラスコンクリートへ配合することにより、廃棄物の有効利用が期待できる。