

再生微粉の各種コンクリート材料への有効利用に関する実験的検討

大林組 正会員 ○三 浦 律 彦
 大林組 正会員 桜 井 邦 昭
 大林組 正会員 近 松 竜 一

1. はじめに

近年、天然骨材資源の枯渇化が進んでおり、環境保全や資源リサイクルの観点から、解体コンクリート片から骨材を再生利用する技術が開発され、再生骨材のJISも2005年3月に制定されるに至っている。再生骨材のコンクリートへの利用についてはこれまでに多くの研究がなされており、3つのランク(H、M、L)に応じてその使用量も徐々に増加してきたが、再生骨材の高品質化に伴って大量に発生する微粉末(以下再生微粉と略称)の有効利用が今後はリサイクル上の課題になると考えられる。そこで、この再生微粉をリサイクル材料として吹付けコンクリートや裏込め充填材の混合材として利用することを計画し、適用性の確認実験を実施した。本報では結果の概要を示す。

2. 実験概要

2.1 検討内容

今回の適用検討の対象は、吹付けコンクリートのベース配合(急結剤添加前、スランプ18cm)と可塑性裏込充填材¹⁾である。再生微粉の混入方法は、細骨材やセメント重量の一部への内割置換とし、混入による影響を検討した。

2.2 使用材料と配合

実験に使用した材料を表-1に示す。吹付けコンクリートのベース配合では粗骨材最大寸法が15mmの砕石を使用した。裏込充填材は2N/mm²級の可塑性を有するものを対象とした。再生微粉は表-3に示すものを共通に用いた。混和剤は吹付け配合では高機能型AE減水剤、裏込充填材では遅延剤をそれぞれ使用した。

吹付けコンクリートのベース配合を表-2に示す。単位水量、単位セメント量は190kg/m³、360kg/m³(水セメント比52.8%)、細骨材率は60%と一定として混和剤添加率でスランプを調整したが、再生微粉混入率が高い場合には混和剤添加率が大きくなることが予想されたため、単位水量を10、20kg/m³だけ増加させた配合でも比較を行った。

2.3 試験項目

吹付け配合のフレッシュ試験として、スランプ(フロー)、DINスプレッド、空気量、単位容積質量、O漏斗流下時間、簡易ブリーディング率(φ15×h29cm試料で1時間毎に計測)を、裏込充填材はシリンドラフロー(旧JH規準)と密度、沈下計測を実施した。圧縮強度試験は吹付け配合では材齢1日(型枠内養生)、および標準養生の7日、28日(静弾性係数も計測)で、また裏込充填材は全て封緘養生の材齢2日、7日、28日でそれぞれ実施した。

表-1 吹付けコンクリート、裏込充填材の使用材料

項目	記号	品名	密度	品質特性、主成分
セメント	C	普通ポルトランドセメント(OPC)	3.16g/cm ³	比表面積3,300cm ² /g (Blain)
		高炉セメントB種(充填材用)	3.04g/cm ³	比表面積3,800cm ² /g (Blain)
特殊増粘材		無機系増粘材(充填材用)	2.45g/cm ³	増粘材スラリーとして使用
再生微粉	RF	再生微粉	2.37g/cm ³	比表面積2,800cm ² /g (Blain)
細骨材	S	木更津産陸砂	2.63g/cm ³	吸水率1.55%,粗粒率2.60
		同5mmアンダー品(充填材用)	2.60g/cm ³	吸水率1.58%,粗粒率2.50
粗骨材	G	青梅産硬質砂岩砕石1505	2.66g/cm ³	吸水率0.94%,粗粒率6.62
混和剤	WR	AE減水剤(高機能型)	-	リグニルスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体
	R	遅延剤(充填材用)	1.2 g/m ³	オキシカルボン酸塩

表-2 吹付けコンクリート(ベース配合)での検討要因と配合

No.	検討要因と微粉置換量	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 AE減水剤 (C×%) WRA
				水 W	セメント C	再生微粉 RF	細骨材 S	粗骨材 G	
1	基準配合	52.8	60.0	190	360	0	1051	709	1.00
2	細骨材100kg/m ³ 置換	52.8	57.3	190	360	100	939	709	1.30
3	細骨材200kg/m ³ 置換	52.8	54.2	190	360	200	829	709	1.80 +後添 0.60
4	同上かつW+10kg/m ³	55.6	53.4	200	360	200	803	709	1.50 +後添 0.50
5	同上かつW+20kg/m ³	58.3	52.6	210	360	200	776	709	1.50
6	セメント72kg/m ³ 置換	66.0	60.0	190	288	72	1039	701	1.20
7	セメント100kg/m ³ 置換	73.1	60.0	190	260	100	1034	697	1.30

表-3 再生微粉の物理特性

密度	2.37 g/cm ³ (JIS R 5201準拠)
含水比	8.3% (JIS A 1125に準拠)
粉末度	2,800cm ² /g (ブレン)
原材料	40N/mm ² 級コンクリート

キーワード：再生微粉，有効利用，吹付けコンクリート，裏込充填材，フレッシュ特性，圧縮強度

連絡先：〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組 技術研究所 TEL0424-95-0930

3. 実験結果と考察

3.1 吹付けコンクリート(ベース配合)の特性への影響

(1)スランブ、スランブフロー : 表-4に示すように、再生微粉の置換量が多くなるほどスランブやフローが低下する傾向にあり、混和剤添加率はかなり多くなった。この場合、細骨材に置換した方がセメント置換よりも影響は大きくなった。

(2)スプレッド、O漏斗流下時間 : 図-1, 2に示すように、再生微粉の置換量が多くなるほどスプレッドは小さくなり、O漏斗流下時間は増大した。微粉末の混入で粘性が増加した影響と思われる。吹付け時の付着性改善には有効な性状と思われる。

(3)ブリーディング率 : 図-3に示すように、細骨材置換の場合には再生微粉の置換量が多くなるほどブリーディングは大きく低減した。前述の粘性増加と、混和剤添加率増大の影響があると思われる。なお、200kg/m³置換の場合には単位水量を10~20kg/m³増加させてもブリーディングはあまり増加しなかった。セメント置換の場合でも若干低減が認められた。

(4)圧縮強度 : 図-4に示すように、細骨材置換の場合の圧縮強度は、材齢1日では100kg/m³置換が最も高くなったが、材齢28日では置換量の増加に伴い増大し、微粉混入による強度増進効果²⁾が認められた。なお、200kg/m³置換の場合、単位水量を10~20kg/増加させてW/Cが2.8~5.5%増加した配合でも材齢7,28日の圧縮強度は無置換の配合より高くなった。

(5)静弾性係数 : 図-5に示すように、細骨材、セメント置換とも、再生微粉の置換量が多くなるほど弾性係数は低下する傾向が認められ、その程度は強度低下が大きいセメント置換の方が大きくなった。

3.2 裏込充填材の特性への影響

図-6に示すように、裏込充填材の細骨材やセメントに置換した場合のシリンダーフローは若干低下するが、その影響は吹付けコンクリートの場合よりかなり少ないことが判明した。また、図-7に示すように、微粉混入による裏込充填材の圧縮強度への影響は細骨材置換の場合には比較的少ないことが確認された。このように裏込充填材の配合では、本来多量の水を使用しているため250kg/m³以上の大量置換が可能である。

4. まとめ

再生微粉を細骨材の一部に置換して使用することにより、粘性が増加し1日強度や28日も増加することから、吹付け配合への適用性は高いと思われる。裏込充填材では、250~300kg/m³と大量に混入してもフレッシュ性状や圧縮強度への影響は少なく、適用性は非常に高いと思われる。なお、再生微粉の混入により強度が増進する理由として微粉中の未水和セメント分の影響が想定され、吹付け配合では急結剤との相性を含めた詳細検討が必要と思われる。

<謝辞> 本研究を実施するに際しご協力頂いた會澤高圧コンクリート㈱、コトブキ技研工業㈱の皆様に厚く御礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 田中、新村、青木ほか：無機系材料を用いた1液性可塑状のトンネル裏込注入工法の開発，土木建設技術ｼﾝﾎﾟｼﾞｱﾑ2003
- 2) 吉兼 亨ほか：再生骨材の微粉分とセメントの反応性，土木学会第53回年次学術講演会，5部門，pp.462-463，1998.9

表-4 吹付けコンクリート配合のフレッシュ性状試験結果

配合 No.	AE減水剤 (高機能型)	スランブ	スランブ フロー	DIN スプレッド	空気量	単位容 積質量	O漏斗 流下時間	簡易ブ リーディ ング率
	(C × %)	(cm)	(mm)	(mm)	(%)	(kg/m ³)	(s)	(%)
1	1.00	19.0	330 × 320 (325)	620 × 620 (620)	2.6	2324	4.8	4.4
2	1.30	16.0	280 × 270 (275)	550 × 530 (540)	2.8	2304	7.4	3.1
3	1.80 +後添0.60	16.0	290 × 290 (325)	540 × 540 (540)	2.8	2286	18.3	1.7
4	1.50 +後添0.50	18.0	320 × 315 (320)	580 × 560 (570)	2.6	2286	6.3	1.7
5	1.50	21.0	370 × 365 (370)	610 × 610 (610)	1.7	2292	5.4	2.7
6	1.20	19.0	340 × 335 (340)	600 × 590 (595)	3.2	2284	5.8	3.3
7	1.30	18.0	310 × 295 (305)	590 × 590 (590)	2.5	2286	6.4	3.5

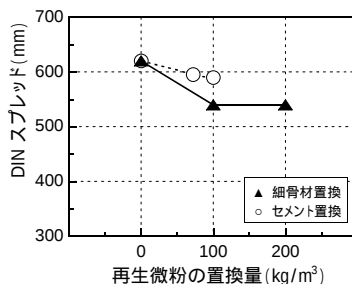


図-1 置換量とスプレッド値

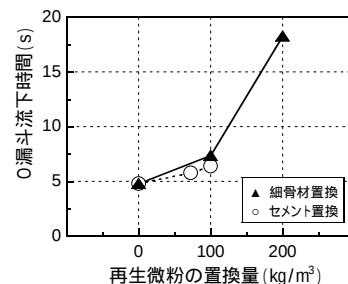


図-2 置換量と漏斗流下時間

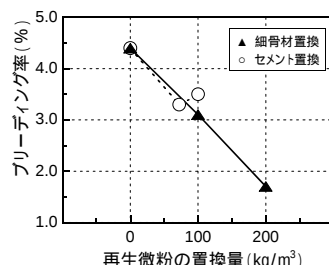


図-3 置換量とブリーディング率

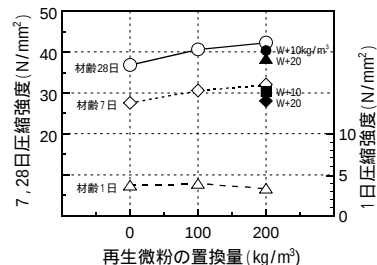


図-4 置換量、水量と圧縮強度

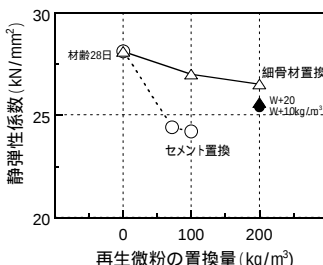


図-5 置換量、水量と弾性係数

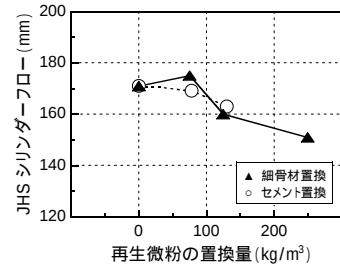


図-6 置換量とシリンダーフロー

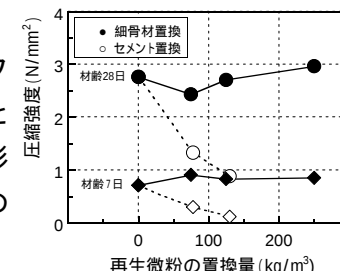


図-7 置換量と圧縮強度