

二次製品廃棄コンクリートから再生された

細骨材を使用した即時脱型コンクリートの諸特性

北里大学畜産土木工学科 学生員 ○高橋正人

同 上 正会員 細川吉晴

前田製管株式会社 信夫俊久

【目的】近年、コンクリート業界では、良質のコンクリート用骨材の不足や工場製品の製造の際に発生する廃棄コンクリート塊の処理などが問題となっている。この問題の解決策の一つとして、廃棄コンクリート塊から骨材を再生し、コンクリート二次製品に再利用することが考えられる。再生粗骨材の二次製品へのリサイクルは良好な成果を得ているが、再生工程で約30%も発生する再生細骨材のリサイクルの追求が急がれている。本実験では、再生細骨材を用いた即時脱型コンクリートの諸特性を把握し、実際に製品に再利用する際の再生細骨材置換率を検討した。

【方法】1. 使用材料：セメントは普通ポルトランドセメント（比重3.16）、細骨材は山砂と川砂を3：7の質量割合で混合したもの（以下、NSと略）と再生細骨材（以下、RSと略）、粗骨材は15～5mmの碎石、混和剤は高性能AE減水剤を使用した。RS置換率は0（NS単味）、10、20、30、40および50%の6種類とした。骨材の物理的性質は表1に示した。

2. 配合と試験項目：コンクリートの配合は表2に示すとおりで、蒸気養生の設計強度 f'_{c14} は30.0MPaとした。実験は2回行ない、その1回目は細骨材の表面水量がばらついていたために、各バッチに投入する単位水量が変化した実験であり、2回目は細骨材を表面乾燥飽水状態に近い状態にした細骨材を使用した実験である。圧縮強度試験はJISに準拠した。凍結融解試験は土木学会基準のJSCB-1986法（水中凍結・水中融解方式）によったが、供試体の切り口にエポキシ樹脂を塗り、そこからの水の浸入を防止した。

【結果および考察】1. 圧縮強度：圧縮強度試験の結果は、図1のように1回目、2回目ともに強度はすべての配合において材令14日で30.0MPaを上回った。しかし、1回目の結果では、RS置換配合の中に、NS単味の配合を上回る強度を示したものがみられた。これは、表面水量のばらつきにより各バッチに投入する単位水量が変化したためと、RSの粗粒率がNSに比べ大きいことによりRS置換率が大きくなるごとに s/a を補正し、同時に単位水量および単位セメント量を増加したためである。1回目の実験では、すべての配合において十分な強度が認められたが、セメント量を抑えた配合を再度検討しなければならない。2回目の実験では、単位セメント量を一定としており、RS置換率が大きくなるにつれて強度が低下した。設計強度の30.0MPaに割増し係数の1.17を乗ずると、配合強度は35.1MPaとなり、これを上回る配合のRS置換率は10～40%であった。セメント量を増加させなくともRS置換率は最大40%まで可能であると思われる。

2. 耐凍性：表3に凍結融解試験結果を示した。1回目、2回目ともに300サイクル終了後の相対動弾性係数が60%を下回ったのはRS置換率50%の供試体のみであり、RS置換率が10～40%までの供試体の耐久性指数は、ほとんど90以上を示した。また、RS置換率の大きい50%と40%の供試体は成形面にスケーリング（剝離）あるいはクラックが生じた。これは、RSの吸水率が非常に大きいこと、これが量的に50%と多かったためである。

3. まとめ：再生細骨材の即時脱型コンクリート製品へのリサイクルは単位セメント量を一定にし、圧縮強度と耐凍性を考慮してもRS置換率は最大40%まで可能である。このように、二次製品廃棄コンクリートからの再生細骨材は、一般コンクリートよりも W/C が小さく、単位セメント量の多いという特徴をもつ即時脱型コンクリート製品への利用の可能性が高い。

【謝辞】本実験の遂行に際し、前田製管本社工場試験室の佐藤・阿曾・進藤氏をはじめ工場の皆様のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

表 1 骨材の物理的性質

実験	骨材の種類	比重	吸水率 (%)	粗粒率	単位容 積質量 (kg/ℓ)	実績率 (%)	すりへ り試験 (%)	洗い 試験 (%)	安定性 試験 (%)
1回目	細骨材	山砂	2.56	2.25	1.72	1.57	62.7	—	1.30
		川砂	2.55	2.22	2.99	1.57	62.9	—	1.40
	粗骨材	再生細骨材	2.14	13.30	4.19	1.44	76.2	—	3.70
		碎石	2.62	2.02	6.39	1.51	58.8	18.4	0.30
		山砂	2.56	2.23	1.73	1.58	63.1	—	1.30
2回目	細骨材	川砂	2.56	2.20	3.05	1.57	63.2	—	1.20
		再生細骨材	2.12	13.90	4.12	1.44	77.4	—	3.67
	粗骨材	碎石	2.62	2.05	6.35	1.50	58.5	18.6	0.30

表 2 コンクリートの配合*

実験	配合	砂骨材 割合 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					** 高性能A E減水剤 (α/d)	凝縮性 マチャリ (℃h)
				W	C	S		G		
						NS	RS	碎石		
1回目	0	0	53.0	100.0	385.0	990.0	0.0	897.0	770	613
	10	10	53.8	101.2	389.2	897.0	83.5	878.3	778	608
	20	20	54.6	102.4	393.8	806.2	169.0	860.0	787	602
	30	30	55.4	103.6	398.5	713.1	256.2	841.7	797	571
	40	40	56.2	104.8	403.1	617.7	345.2	823.5	806	560
	50	50	57.0	106.0	407.7	520.2	436.0	805.0	815	550
2回目	0	0	53.0	100.0	384.6	988.1	0.0	896.8	769	894
	10	10	53.8	100.0	384.6	902.5	83.1	881.6	769	888
	20	20	54.6	100.0	384.6	814.4	168.6	866.3	769	876
	30	30	55.4	100.0	384.6	723.0	256.6	851.0	769	871
	40	40	56.2	100.0	384.6	628.7	347.1	835.8	769	863
	50	50	57.0	100.0	384.6	531.4	440.0	820.5	769	826

* 水セメント比は各配合とも26.0%。

** 高性能A E減水剤はセメント量の0.2%。

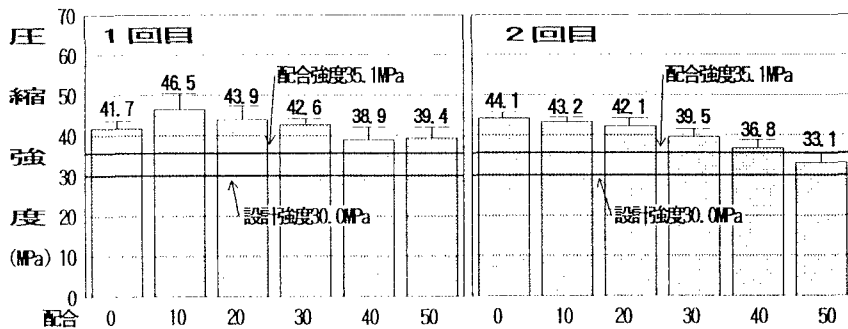
図 1 配合別圧縮強度 f'_{c14} の分布

表 3 凍結融解試験結果

実験	配合	300サイクル 後の相対動弾性係数 (%)	耐久係数	質量減少率 (%)	外観変化
1回目	0	95.0	95.0	-0.05	変化なし
	10	96.5	96.5	0.12	変化なし
	20	97.8	97.8	-0.18	変化なし
	30	91.3	91.3	0.06	変化なし
	40	81.3	81.3	0.08	スケーリング
	50	49.1	55.6*	2.58	スケーリング
2回目	0	97.0	97.0	0.01	変化なし
	10	91.8	91.8	0.21	変化なし
	20	101.0	101.0	0.02	変化なし
	30	92.9	92.9	0.56	変化なし
	40	92.6	92.6	-0.36	変化なし
	50	56.6	58.0**	0.42	クラック

* 相対動弾性係数が 278サイクルで60%になったとした。

** 相対動弾性係数が 290サイクルで60%になったとした。