

V-222

再生骨材を使用したコンクリートの強度と耐久性に関する一実験

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○増子 隆行
 東日本旅客鉄道(株) 高田 泰昇
 東日本旅客鉄道(株) 熊谷 實
 青森県生コンクリート工業組合 正会員 平井 渉

1. はじめに

コンクリート構造物が老朽化、機能低下、規模拡大等の理由で解体・撤去される際に発生するコンクリート廃材は、最近の埋め立て計画の減少や処分地の確保が困難なことから有効活用が迫られている。

そこで本研究は、コンクリート廃材から得られる骨材をコンクリート用骨材として再利用することを目的として、跨線橋の改築工事に伴って発生した下部工のコンクリート廃材（骨材の品質・強度およびコンクリートの配合設計・設計強度等は不明）から骨材を採取し、それを用いてコンクリート試験体を作製して材令7, 28, 91 日の各強度および凍結融解抵抗性について実験を行い、検討したので報告する。

2. 実験概要

1) 再生骨材の製造方法 コンクリート廃材をジョークラッシャーによる1次破砕で40mm以下の粒度とした後、2次破砕としてパン型強制練りミキサー（以下ミキサーという）を用いて廃材同士の衝突、すり合わせにより骨材を破砕することなく付着モルタルを除去して、原コンクリートの骨材をそのまま再生骨材として使用できるように処理した。ミキサーによる処理時間と再生骨材および微粒分の回収率との関係を表-1に示す。またミキサーによる処理時間と再生骨材の比重との関係を図-1に、吸水率との関係を図-2に示す。なお、再生骨材の品質の差による影響を調べるために、60分処理の粗骨材を[G1]、180分処理の粗骨材を[G2]、細骨材を[S]とした。

表-1 再生骨材と微粒分の回収率

回収物	処理方法・時間	回収率 (%)			
		ジョークラッシャー	ミキサー 60min	ミキサー 120min	ミキサー 180min
粗骨材 (5mm over)		8.4	6.0	5.8	5.2
細骨材 (5mm under)			3.0	3.0	3.5
微粒分 (0.15 under)		1.6	1.0	1.2	1.3

※ ジョークラッシャー は上段: 5mm over, 下段: 5mm under の回収率。

2) 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）、普通粗骨材[NG]として川砂利（六戸産）を、普通細骨材[NS]として山砂、砕砂を混合使用した。使用骨材の物理試験結果を表-2に示す。また再生骨材については吸水率および安定性から建設省指針^[1]により分類を行い、その結果[G1][G2]は再生3種、[S]は再生2種となった。

3) 骨材の組合せおよびコンクリート配合

使用骨材の組合せとコンクリートの配合を表-3に示す。配合No. 3, 4の再生コンクリートは粗骨材のみに、配合No. 5, 6の再生コンクリートは細・粗骨材ともに再生骨材を全量使用した。セメント使用量は各骨材の組合せごとに270kg/m³、300kg/m³の2点を設定し配合を組んだ。また全試験体ともにAEコンクリート、骨材最大粒径40mm、スランプ 8.0cm、空気量 4.5%を目標値とした。

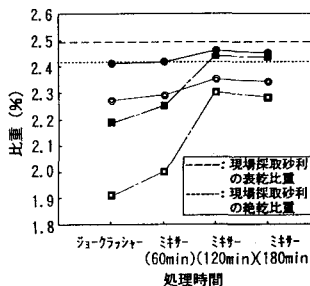
凡例 ●: 再生粗骨材の表乾比重
○: 再生粗骨材の絶乾比重
■: 再生細骨材の表乾比重
□: 再生細骨材の絶乾比重

図-1 処理時間と比重

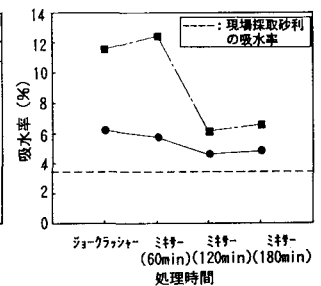
凡例 ●: 再生粗骨材の吸水率
■: 再生細骨材の吸水率

図-2 処理時間と吸水率

表-2 使用骨材の物理試験結果および分類

骨材の種類		比重		吸水率 (%)	安定性 (%)	単位容積重量 (kg/l)	実積率 (%)	洗い試験損失量 (%)	粗粒率 F.M	骨材の分類
		表乾	絶乾							
粗骨材	川砂利 NG	2.48	2.37	4.96	9.1	1.59	67.1	0.3	7.30	普通骨材
	川砂利 G1	2.46	2.34	4.86	34.6	1.51	64.5	0.1	7.19	再生3【2】種
	川砂利 G2	2.39	2.25	6.24	38.9	1.62	72.0	0.3	7.19	再生3種
細骨材	山砂 NS	2.59	2.54	1.86	0.6	1.60	63.0	0.0	3.44	普通骨材
	砕砂 NS	2.63	2.57	2.17	3.5	1.47	57.2	2.2	1.87	普通骨材
	川砂 S	2.38	2.20	8.53	3.5	1.62	73.6	2.9	3.09	再生2種

*【1】は凍結融解耐久性を考慮しない場合。

3. 実験結果および考察

表-3 使用骨材の組み合わせおよびコンクリートの配合

配合 No.	コンクリートの種類	使用骨材の 組合せ	最大骨 材寸法 (cm)	スラン プ値 (cm)	空気量 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨材 率 S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					粗骨材	A E 剤
								水	セメント	山砂	砕砂	細骨材		
No. 1	普通コンクリート	NG+NS	40	8.5	4.6	52.6	39.2	142	270	589	150	1098	0.675	
No. 2		NG+NS	40	10.0	4.5	45.8	38.2	142	310	564	144	1096	0.775	
No. 3	再生コンクリート 3種	G1+NS	40	8.0	4.2	52.6	39.2	142	270	589	150	1089	0.675	
No. 4		G1+NS	40	9.0	4.3	45.8	38.2	142	310	564	144	1087	0.775	
No. 5		G2+S	40	10.0	4.8	50.0	42.2	135	270	738	—	1015	0.675	
No. 6		G2+S	40	9.0	4.0	43.5	42.2	135	310	725	—	997	0.775	

* 【 2 】 は凍結融解耐久性を考慮しない場合。

1) 圧縮強度について
各試験体の圧縮強度試験結果を図-3に示す。

再生骨材コンクリートは一般的に再生骨材の混入量が多くなる程、強度発

現は低くなる傾向にあると言われているが、[NG+NS]の材令7～28日で150～168%の伸びに対して、[G1+NS][G2+S]は139～150%程度の伸びを示しており、普通骨材より品質の劣る再生骨材を全量使用しても、強度発現率の差は僅かであった。このことから本実験では、コンクリートへの再生骨材混入による著しい強度発現の低下は認められなかった。これは[G1]が長時間のミキサー処理により、再生骨材の脆弱部分となる付着モルタルが取り除かれ、[NG]と同程度の品質を有したこと、また[G2]は、品質は[NG][G1]と比較して悪いが、粒径が良く、実績率が大きいために単位水量が減少したものと考えられる。

2) 引張、曲げ強度について 引張強度試験結果を図-4に、曲げ強度試験結果を図-5に示す。引張、曲げともに材令7～28日までの強度は普通コンクリートと同様な発現をしているが、発現率は低いようである。さらに91日までの強度発現は、引張については横ばい、曲げについては強度低下となり、全体的に再生コンクリートは普通コンクリートと比較して長期的な引張、曲げに問題があるものと思われる。また圧縮と引張、曲げとの強度発現の比率も、一般的な普通コンクリートの範囲を下回る傾向にある。

3) 凍結融解抵抗性について 凍結融解試験結果を図-6に示す。骨材の安定性では[G1][G2]が[NG]の損失値を大きく上回っている。しかし普通コンクリートはNo.1が100サイクル程度でひびわれ剥離し、劣化が著しく、再生コンクリートは300サイクルにおける相対動弾性係数が83%以上とサイクル停止の60%を大きく上回る結果となり、大きな劣化は認められなかった。このことから、今回使用した再生骨材によるコンクリートの凍結融解抵抗性については、特に問題は無いと考えられる。

4. まとめ

本実験は、跨線橋下部工として特に問題なく供用されていた構造物の廃材から、骨材を破砕することなく付着モルタルを除去して得たものを再生骨材として用いて試験を行った。その結果、再生骨材を全量または粗骨材のみ使用したコンクリートの圧縮強度の発現率は、普通コンクリートと比較して大きな差は認められず、全て300kgf/cm²以上を示しており、特に圧縮のみを受ける構造物においては建設省指針値を超えて使用できるものと思われる。また、凍結融解抵抗性についても特に問題なく使用できることが明らかとなった。

【参考文献】[1] 建設省土木研究所コンクリート研究室：再生骨材を用いたコンクリートの設計施工指針（案）、土木研究所資料 No. 2418, 1986

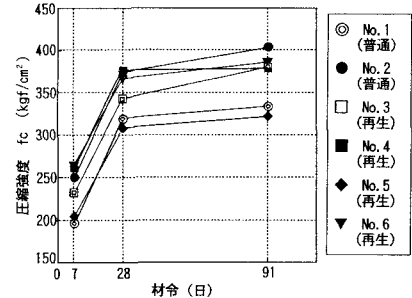


図-3 圧縮強度試験結果

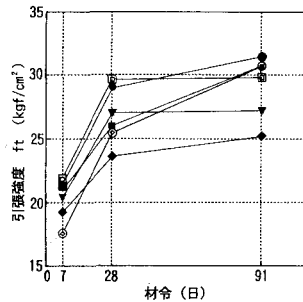


図-4 引張強度試験結果

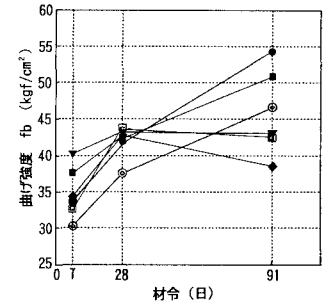


図-5 曲げ強度試験結果

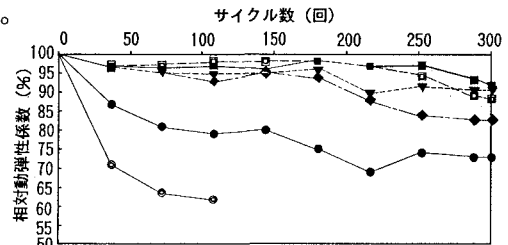


図-6 凍結融解試験結果