

製造方法の異なる再生骨材を用いたコンクリートの強度性状

九州大学大学院 学生会員 古賀隆一 フェロー 松下博通
正会員 鶴田浩章 正会員 佐川康貴

1. はじめに

再生骨材の品質は、原コンクリートの性質および製造方法の違いにより異なるものとなる。そこで、本研究では、使用材料および材齢が明確である同一の原コンクリートを用いて、製造方法の異なる再生骨材を用いたコンクリートの強度性状について検討した。

2. 実験概要

2.1 原コンクリートの材料特性

本研究では、再生骨材を製造するための原コンクリートはプレストレストコンクリート版とした。また、原コンクリートは、材齢約6ヶ月経過したもので、原コンクリートから採取したコア供試体(φ10×20cm)より求めた圧縮強度、静弾性係数および吸水率はそれぞれ、42.2N/mm²、30.5kN/mm²、7.7%であった。

2.2 再生骨材の製造方法

まず、原コンクリートを大型のブレーカにより一辺が250mm程度になるように破碎し、鋼材を取り除いた。その後、破碎および処理方法を変化させて、骨材の最大寸法が20mm程度の再生骨材を5種類製造した。図-1に再生骨材の製造フローを示す。また、ブレーカによる破碎以降の製造過程を以下に示す。試料Jはジョークラッシャ、試料Iはインバクトクラッシャ、試料Cはコーンクラッシャを1回通過させたものを試料としたものである。試料JKは、ジョークラッシャで最大粒径40mm程度に破碎した後、加熱すりもみ法により、骨材と微粒分を別途回収したものである。試料IMは、まず、可傾式ミキサ内に試料Iとセメント(骨材質量の10%)を投入し、混合した後、水(骨材質量の5%)を徐々に添加し、5分間ミキサを回転させた。その後、24時間気中養生、6日間水中養生を行い、摩砕機で微粉分の調整と粒形改善を行ったものである。各試料の5mm以上を粗骨材、5mm以下を細骨材とし、製造されたものの全量を使用した。ただし、試料JKは、微粒分以外の骨材のみを使用した。

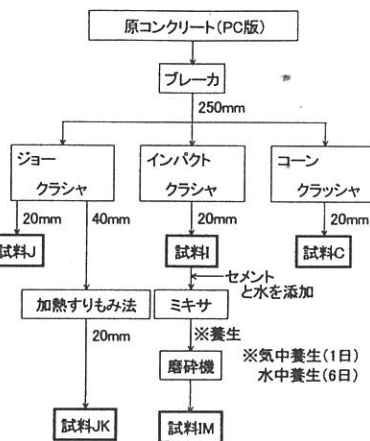


図-1 再生骨材の製造フロー

2.3 試験項目

物性試験は、JISに準じ、ふるい分け試験、密度および吸水率試験、単位容積質量および実積率試験を行い、加えてBS 812 Part 110に準じ400kN破碎値も測定した。また、骨材を塩酸溶液に浸漬してセメントペーストを溶解させ、水洗い後、質量減少率を求めた。モルタル付着率は、5mmふるい残分より5mmふるいを通過するものの比率とし、ペースト付着率は、0.075mmふるい残分より0.075mmふるいを通過するものの比率とした。圧縮強度試験は、φ10×20cmの円柱供試体を各水準について3本用い、JIS A 1108に準じ材齢7日、28日で行った。

3. 実験結果および考察

3.1 各試料の物性試験結果

表-1に原骨材および再生骨材の物理的特性を示す。試料J、I、Cについて、細骨材の各物性は差異が小さく、破碎方法の違いによる影響は見られなかった。粗骨材は、密度、吸水率、実積率、モルタル付着率に差異が見られた。試料Iは、試料J、Cと比較して、密度及び実積率が大きく、吸水率及びモルタル付着率が小さく、品質の良い骨材が得られる破碎方法であることが分かる。試料JKは、他の試料に比べ再生骨材の代表的な品質である吸水率が最も低く高品質な骨材が得られていることが分かる。また、試料IMは、セメントペーストで加工した影響により試料Iに比べ吸水率が高くなった。

表-1 原骨材および再生骨材の物理的特性

試験項目	細骨材						粗骨材					
	原骨材	試料J	試料I	試料C	試料JK	試料IM	原骨材	試料J	試料I	試料C	試料JK	試料IM
最大寸法(mm)	5						20	15	20	25	20	20
表乾密度(g/cm ³)	2.53	2.18	2.22	2.19	2.66	2.25	2.93	2.57	2.60	2.53	2.85	2.46
絶乾密度(g/cm ³)	2.47	1.96	2.00	1.96	2.60	1.99	2.91	2.44	2.47	2.39	2.82	2.28
吸水率(%)	2.50	11.26	11.05	11.61	2.44	13.33	0.60	5.54	5.12	5.82	1.14	8.01
F.M.	3.11	3.52	3.43	3.43	3.63	3.69	6.80	6.55	6.54	6.58	6.64	6.47
単位容積質量(kg/l)	1.62	1.38	1.46	1.39	1.78	1.47	1.74	1.33	1.40	1.34	1.70	1.44
実積率(%)	66.2	66.5	69.9	68.0	68.0	73.7	57.8	54.6	56.6	56.0	60.3	63.2
400kN破砕値(%)								20	19	20	12	19
モルタル付着率(%)								39.0	36.1	44.1	7.8	50.0
ペースト付着率(%)		38.3	37.7	39.1	14.1	39.1		17.5	16.6	21.5	5.0	24.3

表-2 コンクリートの示方配合

配合	試料名	再生細骨材の割合(%)	再生粗骨材の割合(%)	W/C(%)	s/a(%)	W(kg)	C(kg)	S(kg)	海砂	再生粗骨材	G1	G2	再生粗骨材	AE減水剤(g)	空気導入剤	備考
1	天然	0	0	50	45	169	338	791	0	0	438	657	0	1056	2A	普通コンクリート
2	J	100	100	50	44	192	384	0	620	0	0	0	930	1200	0	製造方法の違いによる影響
3	I	100	100	50	44	178	356	0	653	0	0	0	974	1113	0	
4	C	100	100	50	44	179	358	0	643	0	0	0	946	1119	0	
5	JK	100	100	50	44	149	298	0	839	0	0	0	1144	931	2A	
6	IM	100	100	50	44	157	314	0	697	0	0	0	969	981	0	C/Wの変化による影響
7	I	100	100	44.4	43	178	401	0	625	0	0	0	970	1253	0	
8	I	100	100	57.1	45		312	0	682	0	0	0	977	974	0	

1A: セメント 1kg に対して 0.01cc

3.2 コンクリートの配合

表-2にコンクリートの示方配合を示す。配合は、目標スランブを $8 \pm 1\text{cm}$ 、目標空気量を $4.5 \pm 0.5\%$ とし、混和剤は、リグニンスルホン酸系の AE 減水剤とアルキルアリルスルホン酸系の空気導入剤を使用した。また、試料 C は粒径 20mm 以上を除いて用いた。配合 2~6 の AE 減水剤は、セメントに対して一定量とし単位水量を変化させた。配合 2~6 より、同一コンシステンシーを得るための単位水量は、再生粗骨材の実積率試験結果を反映し、試料 JK<試料 I=試料 C<試料 J となった。試料 IM はセメントペーストで加工した影響で試料 I より実積率が高くなり、単位水量が 21kg/m^3 減少した。配合 7、8 は、試料 I を用い、単位水量を一定とし C/W を変化させた。

3.3 圧縮強度試験結果

図-2 は、細、粗骨材ともに全量再生骨材を W/C=50%とした場合の圧縮強度を示したものである。破砕機を 1 回のみ通した試料 J、I、C は、28 日圧縮強度の大小関係が試料 I<試料 J<試料 C となった。試料 I の圧縮強度が低い原因としては、試料 I は、衝撃力のみによる破砕を行っているため骨材に微細なひび割れが試料 J、C に比べて多く存在したことが推測される。試料 JK は天然とほぼ同等の圧縮強度となった。試料 IM は試料 I より圧縮強度が約 40%増加した。これは、セメントペーストで加工した影響により、試料 I の界面性状が改善されたためと考えられる。図-3 は、試料 I を細、粗骨材ともに全量用いて単位水量を一定とし、C/W=2.0 から C/W を ± 0.25 変化させた場合の圧縮強度を示したものである。C/W が大きくなる程圧縮強度は増加し、普通コンクリートと同様な直線関係となっている。

4. まとめ

破砕機を 1 回のみ通した試料 J、I、C を用いたコンクリートの 28 日圧縮強度は、大小関係が試料 I<試料 J<試料 C となった。試料 I を用いた場合の C/W と圧縮強度との関係は、普通コンクリートと同様、直線関係が得られた。加熱すりもみ法で得られた再生骨材を用いた場合には、天然骨材コンクリートと同等の圧縮強度となった。

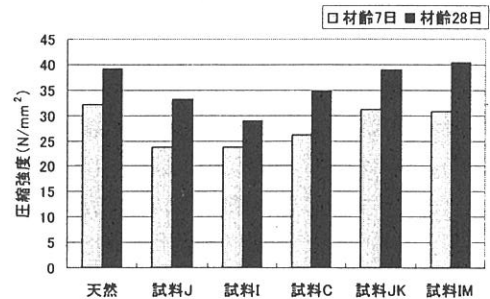


図-2 圧縮強度試験結果

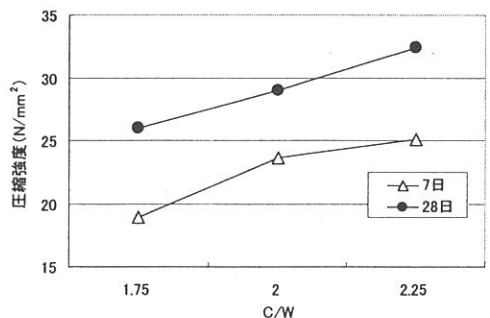


図-3 C/W と圧縮強度の関係