

再生細・粗骨材を用いたコンクリートの性質

ランデス（株） 正会員 ○高尾浩司 鳥取大学 正会員 井上正一
（株）日本ピーエス 正会員 松本正之 鳥取大学 正会員 吉野 公
鳥取大学 正会員 黒田 保

1 はじめに

本研究は、建設廃棄物を有効に利用するために、品質の明瞭なコンクリートを破碎して得られる 1 次破碎物（再生骨材）の物理的性質を把握し、その再生骨材の使用がコンクリートのフレッシュ状態、硬化後の強度および耐久性に及ぼす影響を把握することにより、再生骨材のコンクリート用骨材としての適用性について検討を行うものである。

2 実験概要

再生骨材を製造する原料となるコンクリート（以下、原コンクリートと称す）の水セメント比を 3 水準（30、50、65％）に選定し、それらを 60 日間（水セメント比 65％のものは 180 日間）水中養生させた後、ジョークラッシャーで 1 回だけ破碎して得られる 3 種類の再生細・粗骨材と、鳥取県で回収された解体コンクリートをもとに再生骨材メーカーが製造した再生細・粗骨材の計 4 種類の再生細骨材と再生粗骨材をそれぞれ用意した。また、比較のために鳥取県東部でコンクリート用骨材として一般的に使用されている砕石および、砕砂と陸砂の混合砂（以下、普通砂（NS）と称す）も使用した。それぞれの骨材に対して、ふるい分け試験、表乾密度および吸水率試験、単位容積質量および実積率試験、洗い試験、モルタル付着量試験を行った。また、コンクリート試験として、ブリーディング試験、凝結時間試験、圧縮強度試験、凍結融解試験を行った。

使用した骨材およびコンクリートの種類を表 1 に、コンクリートの示方配合を表 2 に示す。なお、表 1 中の百分率は再生骨材と普通骨材の混合率を示す。

3 実験結果および考察

表 3 に各骨材の物理試験結果を示す。表より、再生細骨材の吸水率は、普通砂より大きく、また、原コンクリートの圧縮強度が小さい（W/C が大きい）もののほど、吸水量は大きくなった。洗い損失も再生細骨材の方が普通砂よりも大きい結果となった。

図 1 に、骨材粒径別に再生粗骨材の種類とモルタル付着率との関係を示す。図より、粒径の小さいものほどモルタル付着率は大きくなっており、骨材の種類別に見ると、RG30 が他の骨材に比べモルタル付着率が最も大きくなっていることがわかる。これは、RG30 を製造したコンクリートが高強度なので、他の再生骨材に比べて破碎の際に原骨材からモルタルが剥離しにくいためと考えられる。

図 2 にブリーディング試験の結果を示す。図より、砕石と普通砂を使用した普通骨材コンクリートに比べて再生骨材コンクリートのブリーディング率は全て小さくなる傾向にあった。また再生細骨材を 50％使用したコンクリートのブリーディング率を見ると RGS30、RGS50 および RGS65-50 とともにブリーディング率はほぼ同じ値となり、再生骨材の種類の違いによる影響は認められなかった。また RGS65 に関して再生骨材の混合率とブリーディン

表1 再生骨材種類

原コンクリート	種類	W/C(%)	再生骨材種類	種類	割合(%)
高強度コンクリート	30	RS30	RG 30		
中強度コンクリート	50	RS50	RG 50		
低強度コンクリート	65	RS65	RG 65		
解体コンクリート	不明	RS-T	RG-T		
再生コンクリート	種類	RS(%)	NS(%)	種類	RG(%)
RGS30	RS30	50	50	RG30	100
RGS50	RS50	50	50	RG50	100
RGS65-0		0	100		100
RGS65-50	RS65	50	50	RG65	100
RGS65-100		100	0		100
RGS-T	RS-T	50	50	RG-T	100
NGS		0	100	砕石	100

* RS:再生細骨材, NS:普通砂, RG:再生粗骨材

表2 コンクリートの示方配合

コンクリートの種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)	W	C	RS	NS	RG
RGS30	40	38	168	420	290	290	946	
	50	40	166	332	320	320	959	
	60	42	166	277	344	344	951	
RGS50	40	38	168	420	315	315	869	
	50	40	160	320	338	337	1009	
	60	42	160	267	364	364	1000	
RGS65-0	40	38	160	400	-	655	915	
	60	42	160	267	-	771	911	
RGS65-50	40	38	168	420	306	307	838	
	50	40	160	320	332	332	919	
	60	42	160	267	358	357	911	
RGS65-100	40	38	170	425	545	-	746	
	60	42	164	273	654	-	903	
RGS-T	40	38	160	400	305	305	955	
	50	40	160	320	334	333	960	
	60	42	160	267	359	359	951	
NGS	40	38	163	408	-	675	1070	
	50	40	154	308	-	755	1101	
	60	42	158	263	-	825	1081	

スランブ:8±1.5cm, 空気量:6±1.5%
混和剤:AE減水剤

表3 粗骨材・細骨材の物理的性質							
骨材の種類		物性値					
		F.M.	表乾 密度 (g/cm ³)	吸水 率 (%)	単位 積質量 (kg/l)	実積 率 (%)	洗い 損失 (%)
細 骨 材	RS30(100%置換)	3.56	2.39	5.59	1.48	62.0	7.65
	RS30(50%置換)	3.19	2.52	3.58	1.61	63.8	5.50
	RS50(100%置換)	3.60	2.33	6.22	1.46	62.8	5.47
	RS50(50%置換)	3.21	2.49	3.90	1.63	65.6	4.41
	RS65(100%置換)	3.14	2.26	10.02	1.50	66.2	7.94
	RS65(50%置換)	2.98	2.45	5.80	1.62	66.2	5.64
	RS-T(100%置換)	3.21	2.30	8.72	1.40	60.7	8.03
	RS-T(50%置換)	3.02	2.47	5.15	1.55	62.7	5.69
粗 骨 材	普通砂	2.82	2.64	1.57	1.73	65.4	3.34
	RG30	6.79	2.39	4.45	1.38	58.1	—
	RG50	6.68	2.48	3.20	1.39	55.8	—
	RG65	6.79	2.26	6.72	1.35	59.6	—
	RG-T	6.77	2.36	6.45	1.37	58.1	—
	砕石	6.87	2.70	0.88	1.62	59.9	—

グ率との関係を見みると、再生骨材の混合率が大きいものほどブリーディング率は小さくなっていることがわかる。一般に、粒径 0.15mm 以下の微粒子は保水性が高く、ブリーディングに大きく影響するといわれている。表 2 より再生細骨材の混合率が多いものほど洗い損失量は多くなっている。このことから、再生骨材の混合率が大きくなるほどブリーディング率が小さくなったのは、0.15mm 以下の微粒子量が増加したためと考えられる。

図 3 に凝結試験の結果を示す。再生骨材コンクリートは RGS65-0 を除き始発も終結も普通骨材コンクリートよりも早い結果となった。図 2 に示すブリーディング終了時間が長いほど凝結時間は長くなる傾向が見られた。

図 4 に圧縮強度とセメント水比 (C/W) との関係を示す。図より、それぞれのコンクリートにおいて圧縮強度は C/W が増加するにつれて直線的に大きくなり、また、再生骨材コンクリートの圧縮強度は、普通骨材コンクリートのそれより小さいことがわかる。さらに、再生骨材を製造する原コンクリートの W/C が小さいものほど、コンクリートの圧縮強度は大きく、再生骨材の強度がコンクリートの圧縮強度に強く影響すると考えられる。その理由としては、再生骨材コンクリート中で再生骨材の旧モルタル部分は強度的な弱点となり、原コンクリートの W/C が小さいほど再生骨材の旧モルタル部分の強度が強いためであると考えられる。また、再生細骨材置換率を変化させても強度にはほとんど違いは見られなかった。

図 5 に W/C=40% のコンクリートにおける相対動弾性係数と凍結融解サイクル数との関係を示す。図より、凍結融解抵抗性が高いものから順番に、NGS > RGS65-0 > RGS65-50 > RGS65-100 > RGS-T となっており、普通骨材コンクリートに比べ再生骨材コンクリートの凍結融解抵抗性は小さく、また、再生細骨材の置換率が大きくなるに従い凍結融解抵抗性は悪くなっている。通常のコンクリートの凍結融解抵抗性は連行空気量によって左右されるが、十分な量の空気が連行されていても骨材の品質が悪いと凍結融解抵抗性が劣ることがあり、再生骨材コンクリートは再生骨材に含まれるモルタル分が多く、吸水率が大きいためそれが凍結融解に対して悪影響を及ぼすと考えられる。しかし、RGS65 のいずれの置換率においても W/C=50, 60% では相対動弾性係数 60% を下回る結果を得たが、W/C=40% においては相対動弾性係数 60% を上回り、W/C を小さくすることで凍結融解抵抗性を得られる可能性があると考えられる。

4 まとめ

再生骨材をコンクリート用骨材として使用する場合、付着するモルタル分の影響から吸水率が高くなるなどコンクリート用骨材として通常の骨材より劣るものとなり、その利用が制限されてきた。しかし、本研究で品質の明確な再生骨材を製造し、それらの物性とそれらを使用したコンクリートの性質から、たとえ吸水率の高い再生骨材でもコンクリートの水セメント比を小さくすることによって使用が可能なものがあるということがわかった。

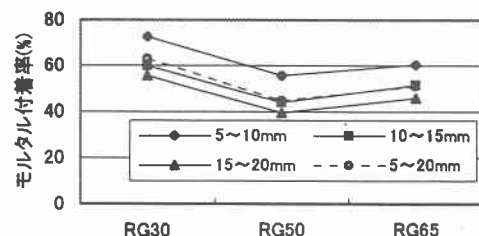


図1 粒径別モルタル付着率

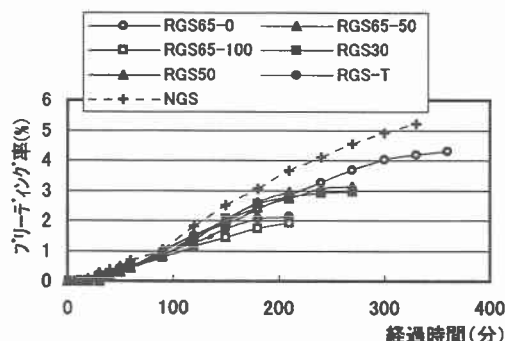


図2 ブリーディング試験

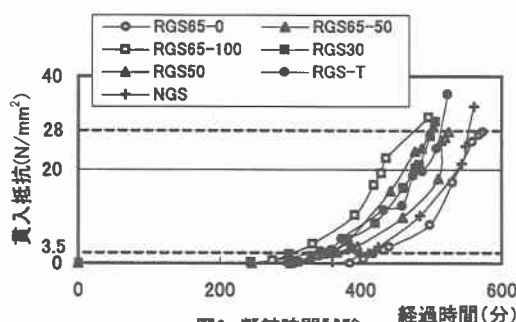


図3 凝結時間試験

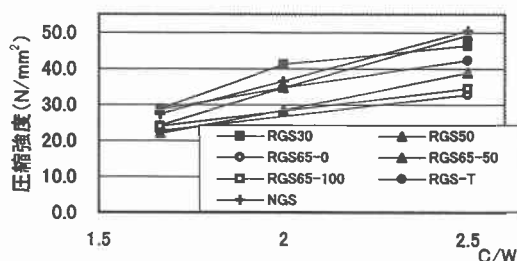


図4 圧縮強度とC/Wの関係

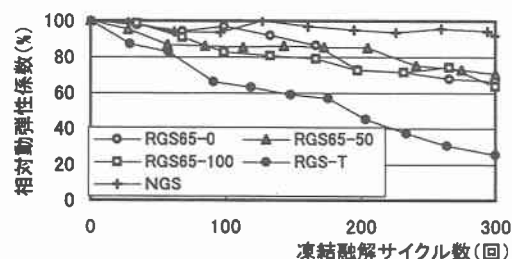


図5 凍結融解試験