

V-272

再生骨材コンクリートの実用化に関する基礎的研究

竹中技術研究所 正会員 神山行男
竹中工務店 山本雄一

1. はじめに

最近、大都市を中心に大量に発生するコンクリート廃材を再利用して、建設廃棄物の減量化、再資源化をはかるという研究が盛んに行われている。しかし、現実には路盤材や根固め材として一部が利用されているのみで、いまだ十分に有効利用されているとはいえない。

本報告は、コンクリート用骨材への再利用を目的として、実用化に向けて最も主要な要因の一つと考えられる原コンクリートの破碎方法及び天然骨材への置換え率が再生骨材コンクリートの品質に及ぼす影響について実験・検討を行った結果をとりまとめたものである。

2. 再生骨材の製造方法

水セメント比50%、スランプ10cm、空気量4%のコンクリートを用いて、15×15×30cm直方体を900個成形し、28日間湿布養生した後ジョークラッシャーで1次破碎した。2次破碎は圧縮作用力を用いる一般的なコンク

ラッシャーと遠心力と摩擦砕力を用いる新しいタイプのクラッシャー(以後SSクラッシャーと記す)を用いて、それぞれ半量ずつ破碎し、さらにそれを5mmふるいでふるって、再生細粗骨材を作製した。天然骨材及び2種類の再生骨材の物理的性質は表-1に示すようであって、いずれの再生骨材も天然骨材に比べて比重が若干小さく、吸水率が著しく大きい再生骨材の典型的な特徴を示し、その傾向はコンククラッシャーで破碎した再生細粗骨材の方がより顕著であった。

3. 試験方法

原コンクリートの破碎方法の影響に関する実験は、細粗骨材を2種類の再生骨材と比較のための天然骨材を加えた3種類とし、水セメント比は40、50及び60%の3水準とした。また、置換え率の影響に関する実験では、粗骨材のみを0、20、30、50及び100%の比率で再生骨材と置換え、水セメント比は50%のみの1水準とし、いずれの実験においてもコンクリートの品質条件はスランプ12cm、空気量4%とした。なお、試験項目及び方法を表-2に示す。

4. 試験結果及び考察

4.1 原コンクリートの破

表-1 骨材の物理試験結果

破碎方法	骨材種別	比 重		吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/m³)	実積率 (%)	粗粒率 F. M
		絶対比重	表乾比重				
天然骨材	粗骨材	2.53	2.59	2.20	1695	66.9	6.96
	細骨材	2.57	2.61	1.52	1712	66.6	2.16
J-クラッシャー	粗骨材	2.14	2.26	5.85	1420	66.5	6.26
	細骨材	2.03	2.26	11.4	1440	71.0	3.58
SSクラッシャー	粗骨材	2.40	2.51	4.70	1430	59.6	7.01
	細骨材	2.09	2.30	10.3	1478	70.9	3.51

表-2 コンクリートの試験項目及び方法

種 別	試験項目	試験方法
コンクリート	スランプ	JIS A 1101
	空気量	JIS A 1128
	単位容積質量	JIS A 1116
	コンクリート温度	棒状温度計
骨材	圧縮強度	JIS A 1108
	ヤング係数	変動トランス法
	引張強度	JIS A 1113

表-3 コンクリートの配合

骨材種類		水セメント比 (%)	置換え率 (%)	単 位 量 (kg/m³)				
粗骨材	細骨材			水	セメント	粗骨材	細骨材	混和材
陸砂利	山 砂	40	32.6	188	470	528	1088	1.175
		50	42.0	183	366	719	993	0.915
		60	44.0	183	305	775	987	0.773
J-クラッシャー	J-クラッシャー	40	49.9	215	538	848	688	1.345
		50	51.9	215	430	714	700	1.075
		60	53.9	215	358	769	814	0.895
SSクラッシャー	SSクラッシャー	40	49.5	216	540	652	728	1.013
		50	51.5	213	428	725	745	1.065
		60	53.5	213	355	781	741	0.888

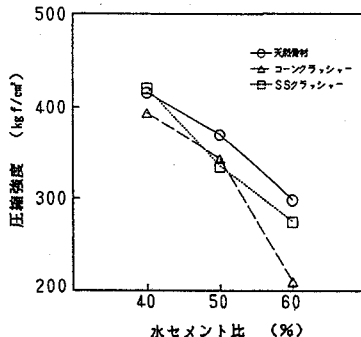


図-1 水セメント比と圧縮強度の関係

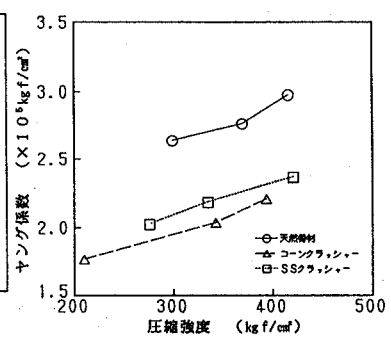


図-2 ヤング係数と圧縮強度の関係

砕方法が及ぼす影響

所要の品質条件を満足したコンクリートの配合は表-3に示すようであって、骨材の粒形、粒度が悪いため、いずれの再生骨材を用いたコンクリートも同一スランブを得るに必要な単位水量は、天然骨材を用いたコンクリートに比べて30~35kg/m³増加した。しかし、再生骨材を用いたコンクリート同士の単位水量には差異は認められなかった。水セメント比と圧縮強度の関係は図-1に示すように、SSクラッシャーで破碎した再生骨材を用いたコンクリートは天然骨材を用いたコンクリートに比べて強度レベルは若干低いが、ほぼ同様の傾向を示したのに対して、コンクラッシャーで破碎した再生骨材を用いたコンクリートは水セメント比の増加に伴う強度低下が著しく大となった。再生骨材を用いたコンクリートのヤング係数は、モルタル分の付着により骨材自体のヤング係数が小さいため、図-2に示すように天然骨材を用いたコンクリートのヤング係数に比べて、いずれも著しく小さな値を示した。また、引張強度の試験結果は図-3に示すようにSSクラッシャーで破碎した再生骨材を用いたコンクリートは、天然骨材を用いたコンクリートとほぼ同等であったのに対して、コンクラッシャーで破碎した再生骨材を用いたコンクリートは、圧縮強度が小さい領域では大幅な低下を示した。

4. 2 粗骨材の置換え率が及ぼす影響

天然粗骨材を再生粗骨材で置換えていくと、いずれの再生粗骨材を用いたコンクリートも、図-4に示すように置換え率が増す程、同一スランブを得るに必要な単位水量は増加し、その増加の程度はいずれの再生骨材で置換えた場合も置換え率30%以上において著しかった。また、再生粗骨材の種類の影響はコンクラッシャーで破碎した再生粗骨材を用いた場合に比べ、SSクラッシャーで破碎した再生粗骨材を用いた場合の方が、いずれの置換え率においても単位水量は若干小となった。圧縮強度試験の結果は、図-5に示すように、SSクラッシャーで破碎した再生粗骨材で置換えた場合には置換え率が増しても圧縮強度は同等か若干大きくなる傾向を示したが、コンクラッシャーで破碎した再生粗骨材で置換えた場合には、逆に置換え率が増す程圧縮強度は低下した。これは、SSクラッシャーは破碎するだけでなく、粗骨材の脆弱部分を削り取る摩砕機構を有していることによるものである。

5. まとめ

以上の試験結果から、再生骨材製造時の原コンクリートの破碎方法としては、遠心力と摩砕力を用いて破碎するタイプのクラッシャーが有効であり、圧縮作用力を用いて破碎するタイプのクラッシャーで破碎した再生骨材は、骨材へのモルタル分の付着が多く、骨材と付着モルタルの界面にひび割れが生じやすく、これを用いたコンクリートは力学的性能の低下が大きいことが明らかとなった。また、粗骨材の置換え率の影響は置換え率が30%を越すと同一スランブを得るための単位水量が大幅に増加し、圧縮強度の低下も同様に置換え率30%を越すと大きくなることから、再生骨材の置換え率は30%以下に抑える必要があることも併せて明らかとなった。

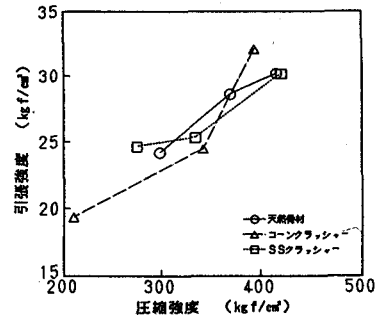


図-3 引張強度と圧縮強度の関係

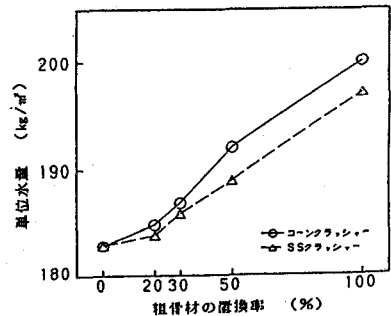


図-4 粗骨材の置換え率が単位水量に及ぼす影響

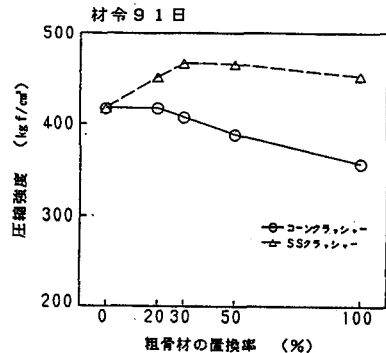


図-5 粗骨材の置換え率が圧縮強度に及ぼす影響