

砕石スラッジを使用したRCD用コンクリートの混和剤によるワーカビリティ改善

戸田建設株式会社 正会員 ○土田 克美¹⁾
 独立行政法人 土木研究所 正会員 河野 広隆²⁾
 独立行政法人 土木研究所 正会員 森濱 和正²⁾

1. はじめに

ダム建設工事で骨材製造に伴って大量に発生する砕石スラッジは産業廃棄物として廃棄処分されることが多い。この砕石スラッジを有効利用することは廃棄物量を削減することになり、省資源、省エネルギー、環境保全の観点からも望ましい。コンクリートにおいて単位水量が一定の条件で砕石スラッジを細骨材の一部に置換すると、コンクリートのワーカビリティが低下するものの、初期強度、長期強度が改善されることを確認している¹⁾。ここでは、混和剤の種類と使用量を変えることによってワーカビリティの改善効果がどの程度あるのか、さらに強度への影響があるのか否か試験を実施し、大量に発生する砕石スラッジをRCD用コンクリート材料の一部として有効利用できることを確認した。

2. ワーカビリティ改善試験

(1) 使用材料

材料の砕石スラッジと骨材はダム建設現場から採取した。砕石スラッジは含水率30%程度まで脱水されたケーキ状態のまま使用する。粒度は1μmから100μmの間に分布し、平均粒径は9.1μmでセメント(10.7μm)、フライアッシュ(12.5μm)とほぼ同じであるが、比表面積は9,050cm²/gでありセメント(3,210cm²/g)やフライアッシュ(2,950cm²/g)と比べてかなり大きいこと、粒子形状が角ばっていることなどが特徴となっている。

中庸熟ポルトランドセメント、フライアッシュは現場で使用しているものと同一品を使用した。

混和剤はAE減水剤・遅延形AD1(主成分：リグニンスルホン酸化合物)と超硬練りコンクリート用混和剤AD2(主成分：変性リグニンスルホン酸カルシウムとアルキエーテルポリマーの複合物)を使用した。標準使用量は、AD1は単位結合材質量(C+F)に対して0.2~0.5%、AD2は(C+F)に対して0.7~1.0%である。

(2) 基本配合と試験方法

対象とする配合はRCD用コンクリート(表-1)とし、細骨材質量に対する砕石スラッジの置換率毎に混和剤AD1、AD2の使用量を変化させて練混ぜ直後のVC値を測定した後、目標VC値を満足する混和剤使用量を選定した。次に、選定された混和剤使用量により練混ぜを行いVC値の経時変化を測定した。混和剤を多く使用することの影響については強度試験により確認した。

ここで、VC試験はJSCE-F 507、圧縮強度試験はJIS A 1108(供試体寸法φ15×30cm)、割裂引張強度試験はJIS A 1113(供試体寸法φ15×20cm)に準拠し、その作製はRCD工法技術指針(案)付録-2に従い、試験材齢は1、7、28、91日とした。

表-1 コンクリートの基本配合

配合	粗骨材の最大寸法 (mm)	目標VC値 (秒)	水結合材比 W/(C+F) (%)	フライアッシュ置換率 F/(C+F) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
						水 W	セメント C	フライアッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G	
										40mm }	20mm }
RCD*	40	15	94.0	30.0	47.4	133.0	99.0	42.4	1005.4	564.9	564.9

※：Roller Compacted Dam-concrete Method

キーワード：リサイクル、砕石スラッジ、RCD用コンクリート、ワーカビリティ

連絡先：1) 〒104-8388 東京都中央区京橋1-7-1 戸田建設株式会社 土木工事技術部 TEL 03-3535-6298 FAX 03-3535-1524
 2) 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 独立行政法人 土木研究所 TEL 0298-79-6761 FAX 0298-79-6799

3. 試験結果

(1) 練混ぜ直後のVC値

砕石スラッジ置換率毎に混和剤とその使用量を変化させて、練混ぜ直後のVC値を測定した結果を図-1に示す。図中の曲線は測定値を指数関数で近似したものである。

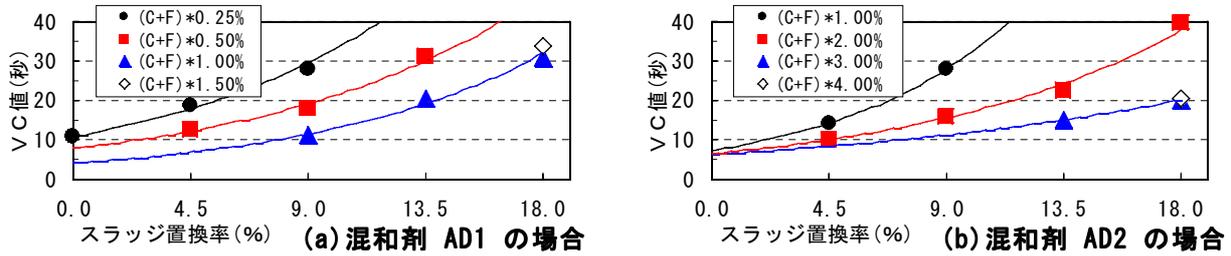


図-1 練混ぜ直後のVC値

(2) 混和剤使用量選定

目標VC値を満足する砕石スラッジ置換率と混和剤使用量の組合せは、VC値判定の際の試験誤差も加味して表-2に示す①～⑦の7ケースを選定した。

(3) VC値経時変化と圧縮強度

VC値の経時変化測定結果（指数曲線で近似）を図-2に示す。RCD用コンクリートに砕石スラッジを用いるとき、単位水量を一定条件としても、スラッジ置換率に応じて混和剤を標準量の3～4倍も多量に使用することによりワーカビリティの改善が可能である。AD1はスラッジなしコンクリート（ケースi）とほぼ同等。AD2は4.00%まで使用することにより、ケースiのワーカビリティ経時変化と比べ、大幅に改善することができる。

圧縮強度試験結果を図-3に示す。標準使用量の3ないし4倍まで使用しても、混和剤の遅延効果による初期材齢での強度低下はみられず、むしろケースiの圧縮強度を上まわることを確認した。割裂引張強度についても、圧縮強度と同様にケース①～⑦はケースiを上まわった。

表-2 スラッジ置換率と混和剤使用量

ケース	スラッジ置換率 (%)	混和剤	添加率 (x) (C+F)*x (%)	備考
①	4.5	AD1	0.50	参考文献1)の結果
②	9.0		0.75	
③	13.5		1.00	
④	4.5	AD2	1.00	
⑤	9.0		2.00	
⑥	13.5		3.00	
⑦	16.0		4.00	
i	0.0	AD1	0.25	
ii	9.0		0.25	
iii	18.0		0.25	

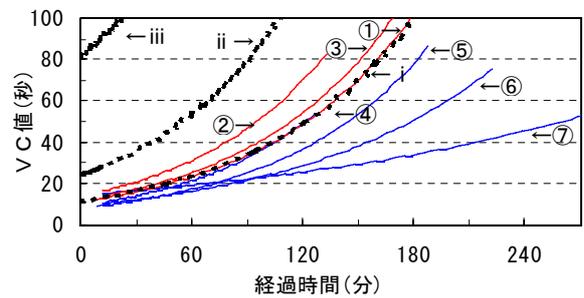


図-2 VC値経時変化

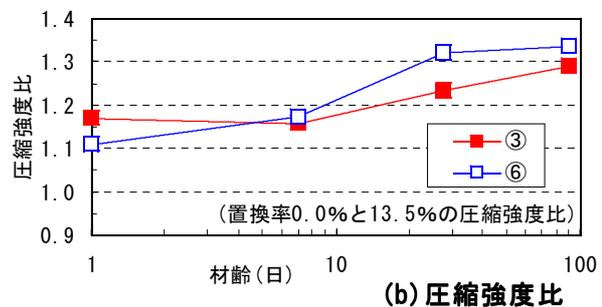
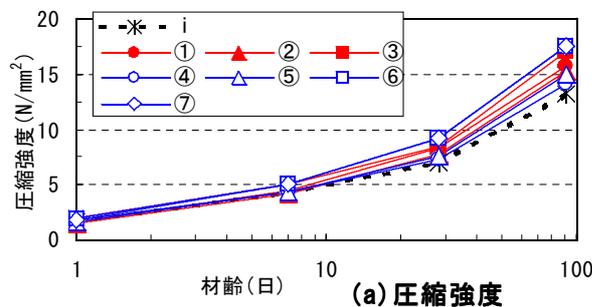


図-3 圧縮強度

4. まとめ

これらの結果から、混和剤を大量に使用することにより、コンクリートの品質を低下させることなくワーカビリティの改善が図られ、砕石スラッジ有効利用が期待できるものと考えられる。

【参考文献】1) 土田克美, 河野広隆, 森濱和正: 「砕石スラッジを使用したダム用コンクリートのワーカビリティと圧縮強度」, 土木学会第56回年次学術講演会, pp. 368~369, 2001. 10