

建設省土木研究所 正会員 永山 功
 正会員 山下武宣
 正会員 片平 博
 大成建設 正会員 森田信吾

1. はじめに

近年のダム建設においては、質、量ともに良好な原石山の減少に伴い、多少品質の劣る骨材であっても、これを積極的に利用する技術の開発が必要となっている。粘土鉱物の一種であるモンモリロナイト（以下、モンモリという）を含有する骨材を使用すると、コンクリートの凝結が早くなる傾向があり、特にRCD工法では、柱状ブロック工法に比較して、その施工面積が広く、コンクリートを締固めるまでの施工時間が長くなることから、コンクリートの凝結時間が重要な問題となってくる。今回の報告は、モンモリロナイトを含有する骨材を使用したRCD用コンクリートの凝結特性、およびその品質改善策として超遅延剤を使用した場合のRCD用コンクリートの硬化特性について試験した結果を報告するものである。

2. 試験方法

2.1 試験材料とコンクリート配合

コンクリート試験に使用した材料を表-1に示す。モンモリの影響を検討する場合、比表面積の関係から細骨材の影響が大きいと考え、今回の試験では細骨材を5種類設定し、粗骨材はモンモリを含有するAダムの粗骨材で統一した。また、混和剤については、一般に使用されているAE減水剤の他に、モンモリによる過早凝結を緩和する対策として、オキシカルボン酸を主成分とする超遅延剤を使用し、AE減水剤に上乘せする形で添加した。なお、コンクリート配合は表-2に示すとおりであり、練上り時のVC値（20秒前後）は水結合材料比を一定として、細骨材率で調整した。

2.2 試験方法

（1）凝結特性試験

表-1に示す5種類の細骨材を使用してRCD用コンクリートの練混ぜを行い、練上り後のVC値の経時変化を1時間毎に測定した。また、土木研究所が開発した標準供試体作製装置を使用して2時間おきに標準供試体を作製し、この供試体の密度および強度から締固め易さの程度を判断した。なお、凝結速度の速いケースについては超遅延剤を使用し、超遅延剤の効果について検討を行った。

（2）強度発現試験

超遅延剤の使用限界を確認することを目的に、表-1に示すI、II、IVの細骨材を用いた配合について、超遅延剤を標準添加量の10倍程度まで過大に添加した場合の強度の発現傾向を計測した。

表-1 使用材料

セメント	中庸熱ポルトランドセメント
フライアッシュ	比重=2.29, 比表面積=3100cm ² /g
粗骨材	Aダム産火山礫凝灰岩, 比重=2.58, モンモリ=3.0%
細骨材	I 笠間産硬質砂岩, 比重=2.64, モンモリ=0%
	II Aダム産火山礫凝灰岩, 比重=2.47, モンモリ=4.7%
	III 上記の(I+II)/2
	IV Bダム産輝石安山岩, 比重=2.69, モンモリ=有
	V Bダム産輝石安山岩, 比重=2.73, モンモリ=少
AE減水剤	遅延型, 成分: 酢酸セルロース酸塩+リグニンスルホン酸塩
超遅延剤	成分: 酢酸セルロース酸塩

表-2 コンクリート配合表

細骨材の種類	G _{MAX} (mm)	目標VC値 (秒)	W		s a	混和剤量×(C+F)%	
			C/F (%)	F (%)		AE減水剤	超遅延剤
I, II, III	40	20±10	64.8	30	46	0.2	0~3.0
IV, V	"	"	"	"	42	"	"

3. 試験結果

3.1 凝結特性試験結果

VC値の経時変化の試験結果を図-1に示す。モンモリを含まない良好な細骨材Ⅰを使用した配合ではVC値は7時間経過してもほとんど変化を示さなかったのに対し、モンモリを含有する細骨材では、いずれも凝結が速くなっている。最も凝結が速く起こったのは細骨材Ⅱであり、わずか2時間でVC値は50秒を超えている。次いで凝結が速いのが細骨材Ⅳであり、モンモリの含有量が相対的に少ないⅢ、Ⅴの凝結速度は緩やかである。また、これらの配合に超遅延剤を添加することにより、凝結速度を任意に調整できることが分かる。

次に、2時間毎に製作した標準供試体の密度とその時のVC値との関係を図-2に示すが、二つの値は非常に良く対応しており、VC値によってRCD用コンクリートの締め固め易さの程度を正しく表現できることが分かる。

3.2 強度発現試験

材令91日までの強度試験結果を図-3に示す。モンモリを含まない細骨材Ⅰを使用した配合では、超遅延剤の添加量が2%以上になると、材令91日でもまだ凝結していないのに対し、モンモリを有する細骨材Ⅱ、Ⅳを使用した配合では、材令91日で十分に強度が発現してきており、強度の発現速度の順位は、図-1に示した超遅延剤を使用しない場合の凝結速度（VC値の上昇速度）の順位と一致している。なお、細骨材Ⅱ、Ⅳを使用した配合の試験結果から判断して、細骨材Ⅰを使用した配合でも更に長期の材令においては十分に強度が発現するものと予想される。

4. まとめ

モンモリロナイトを含有する骨材をコンクリートに使用すると凝結速度が速くなり、RCD工法などではコンクリートの締め固め時に所定のコンシステンシーを保持できない恐れがある。この凝結速度の調整には超遅延剤の使用が有効である。なお、超遅延剤は添加量が過大となっても、凝結時間を遅らせるだけで、長期にわたる強度発現を妨げるものではないことを確認した。

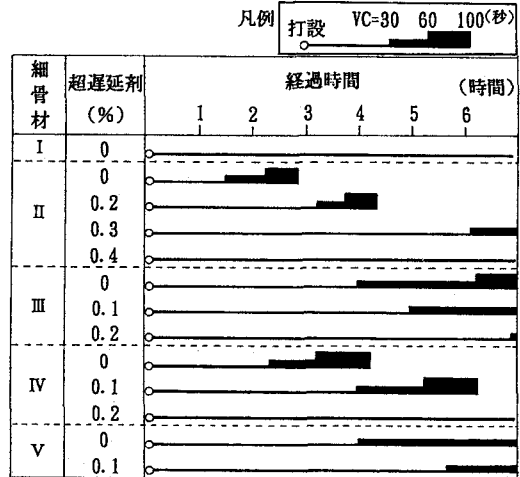


図-1 VC値の経時変化

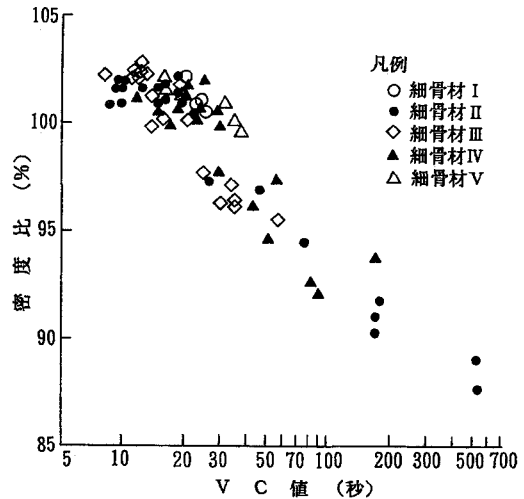


図-2 VC値と締め固め密度の関係

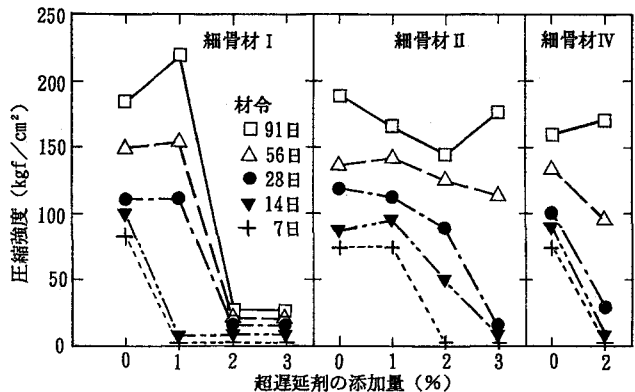


図-3 超遅延剤の添加量と強度の発現傾向