

RCD 工法に用いる岩着コンクリートの開発 その(1)

超硬練りコンクリートの配合に関する検討

福岡県五ヶ山ダム建設事務所 鴨打 章 住吉 正浩 竹内 康秀 真崎 達也 四元 秀哲 田中 元輝
 一般財団法人ダム技術センター 正会員 山口 嘉一
 鹿島建設(株) 正会員 林 健二 松本 信也 寺内 健二 ○取違 剛

1. 目的

従来の RCD 工法をより効率化・高速化し、高い水準に打設速度を維持する施工方法として「巡航 RCD 工法」が開発されている¹⁾。同工法は、これまで3つのダムで採用されているが、福岡県が発注する五ヶ山ダム堤体建設工事は、低標高部から巡航 RCD 工法を採用した最初の工事である。五ヶ山ダムの諸元を表-1 に示す。巡航 RCD 工法は RCD 用内部コンクリートを先行して打設する工法であり、打設速度に著しい差のある内部コンクリートと外部コンクリートの独立施工によって高速施工を可能としている。また、重機の錯綜を回避でき、打止め型枠の省略や打設中断・再開へ迅速に対応できるなど、安全性や品質の向上にも大きく寄与できる工法である。一方、岩着部においては、写真-1 に示すように特に低標高部の緩勾配の場合では、有スランプである岩着コンクリートの施工面積が広くなり、コンクリート打設後の打継面処理や脱型、清掃等の後工程の遅延による総打設速度の低下や、各種作業の錯綜に対する安全性の確保が課題となっていた。本稿では、上記の解決策として、RCD 用内部コンクリートと同一重機(ブルドーザや振動ローラ)で施工可能な岩着コンクリートの開発を目的として実施した各種検討のうち、超硬練りコンクリートの配合検討結果について報告する。

2. コンクリートの要求機能と配合の方向性

本検討における岩着コンクリートに要求される機能として以下の3点を設定した。

- ①不陸に対し確実に充填され、基礎岩盤と確実に一体化すること
- ②適切な強度を有すること
- ③RCD 用内部コンクリートと同一重機(ブルドーザや振動ローラ等)で締め固められること

①については、基礎岩盤との確実な一体化を図るため、大粒径粗骨材の偏りによる材料分離低減を目的として、粗骨材最大寸法を 40mm とし、さらに不陸への追従性を高めるために細骨材率を増加させることとした。

②については、現在五ヶ山ダムにて施工されている岩着コンクリート(表-3 参照)と同一単位セメント量 220kg/m³を確保し、W/C を 53.2%以下にすることで強度

表-1 五ヶ山ダムの諸元

型 式	重力式コンクリートダム
施工方法	巡航 RCD 工法 (EL.396.5m~EL.417.5m ELCM 工法)
堤 高	102.5m
堤 頂 長	556.0m
堤 体 積	935,000m ³ (減勢工含む)
堤 頂 標 高	EL.417.5m
非越流部標高	EL.417.5m
基 礎 標 高	EL.315.0m



写真-1 巡航 RCD 工法における有スランプ岩着コンクリートの施工状況

表-2 岩着コンクリートの使用材料

材料	記号	摘要
水	W	那珂川河川水
セメント	MF30	中庸熟フライアッシュセメント (フライアッシュ置換率 30%) 密度: 2.85g/cm ³ , 比表面積: 3,810cm ² /g
細骨材	S	砕砂 密度: 2.60g/cm ³ , FM: 2.67
粗骨材	G1	碎石 80~40mm 密度: 2.63g/cm ³ , FM: 8.81
	G2	碎石 40~20mm 密度: 2.62g/cm ³ , FM: 7.86
	G3	碎石 20~5mm 密度: 2.61g/cm ³ , FM: 6.50
混和剤	AD	AE 減水剤 リグニルスルホン酸塩とナリルホン酸塩

表-3 コンクリートの配合

	W/C (%)	s/a (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)						AD (C×%)
					W	MF30	S	G1	G2	G3	
五ヶ山ダム用岩着コンクリート	53.2	28	3±1	3.5±1	117	220	563	582	436	436	1.0
超硬練り岩着コンクリート (検討初期配合)	53.2	40	目標 VC 値 20 秒	1.5	117	220	822	—	622	619	1.0

キーワード: 巡航 RCD, 岩着コンクリート, VC 値, α 値, 圧縮強度, ブルドーザ, 振動ローラ

連絡先: 〒811-1324 福岡県筑紫郡那珂川町大字五ヶ山 TEL 092-408-8556 FAX 092-408-8557

を確保することとした。

③については、既往の検討²⁾を参考に適正な施工性が得られると考えられる VC 値 20 秒をフレッシュ性状の目標値に設定した。なお、この数値は五ヶ山ダムに用いている RCD 用内部コンクリートと同等である。

3. 試験内容

上述した配合の方向性を踏まえ、表-2 のように、超硬練り岩着コンクリートは五ヶ山ダム用岩着コンクリートと同じく単位セメント量を 220kg/m^3 に固定し、単位水量や細骨材率を変化させ、VC 値 20 秒程度が得られる配合を選定することとした。なお、使用材料は五ヶ山ダムに用いられている表-2 の材料を用いた。

4. 試験結果

単位水量と VC 値の関係を図-1 に示す。単位水量の減少に伴って VC 値が増加し、単位水量 107kg/m^3 のときに目標とする VC 値 20 秒程度となった。次に、単位セメント量 220kg/m^3 、単位水量を 107kg/m^3 で一定としときの、細骨材率と VC 値の関係を図-2 に示す。細骨材率の増加に伴って VC 値は増加する傾向にあり、細骨材率 40~44% では VC 値が 20 秒程度であり変わらない結果となった。一般的な RCD 用コンクリートにおいては、VC 値が最小となる細骨材率を最適細骨材率として選定するが、基礎岩盤との一体化を鑑みて細粒分を増やすことを目的に細骨材率を増加させているため、このような傾向になったと考えられる。以上の結果より、単位水量 107kg/m^3 、細骨材率 40~44% であれば VC 値 20 秒程度の配合が得られることがわかった。

基礎岩盤との一体化のためには細粒分を増加させる必要があることから、出来るだけ細骨材率を高めた方が望ましい一方で、細骨材の量が増加しすぎると、細骨材の空隙に対して十分に充填できるペーストの量が不足し、コンクリートとしての密実性が失われる可能性がある。そこで、細骨材の空隙に対するペースト量の比率である「 α 値」を指標として、図-2 に示した各細骨材率と α 値との関係を整理した結果を図-3 に示す。細骨材率の増加に伴って α 値が減少し、 $s/a=42\%$ のときに α 値の適正な範囲である $1.1\sim 1.25$ ³⁾ の中央値となった。以上のことから、細骨材率は 42% が適正と判断した。超硬練り岩着コンクリートとしての選定配合を表-3 に示す。

最後に、表-3 に示した五ヶ山ダム用岩着コンクリート、超硬練り岩着コンクリート、および表-4 で示した硬練り岩着コンクリートの選定配合における圧縮強度試験結果を図-4 に示す。本検討で選定した超硬練り岩着コンクリート配合は、現行の五ヶ山ダム用岩着コンクリート（有スランブコンクリート）と同等以上の強度発現性を有することを確認した。表-4 で示したコンクリートの実際の現場での施工性および岩盤との一体性評価については別途報告する。

謝辞

本検討に際し、藤澤侃彦氏（一般財団法人 ダム技術センター顧問）にご指導いただいた。また、「五ヶ山ダム巡航 RCD 工法検討委員会（委員長：長瀧重義 東京工業大学名誉教授）」の各委員の皆様に評価およびご指導をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- (財) ダム技術センター：改訂版巡航 RCD 工法施工技術資料，2012 年 2 月
- 西澤ほか：単位セメント量が配合コンクリートの力学特性に及ぼす影響，コンクリート工学年次学術論文報告集，Vol.20，No.2，pp.571-576，1998
- (財) ダム技術センター，RCD 工法技術の進歩，2005 年 12 月

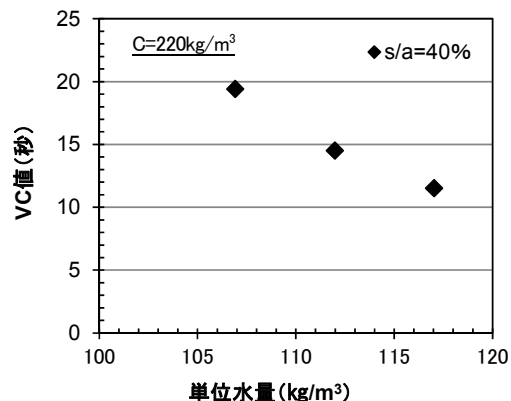


図-1 単位水量と VC 値の関係

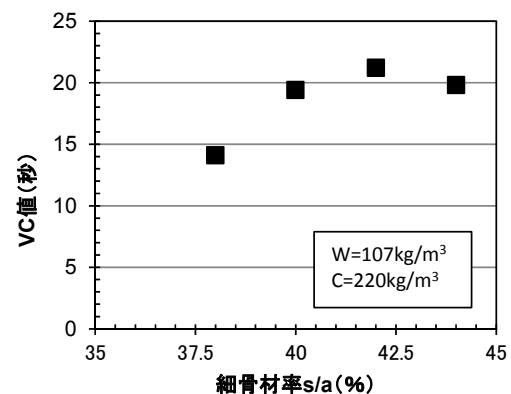


図-2 細骨材率と VC 値の関係

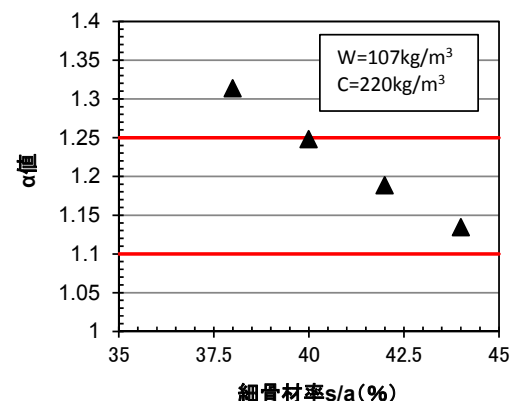


図-3 細骨材率と α 値の関係

表-4 超硬練り岩着コンクリートの選定配合

W/C (%)	s/a (%)	VC 値 (秒)	空気量 (%)	単位量 (kg/m³)					AD (C×%)
				W	MF30	S	G2	G3	
48.6	42	20±10	1.5±1	107	220	877	611	608	1.0

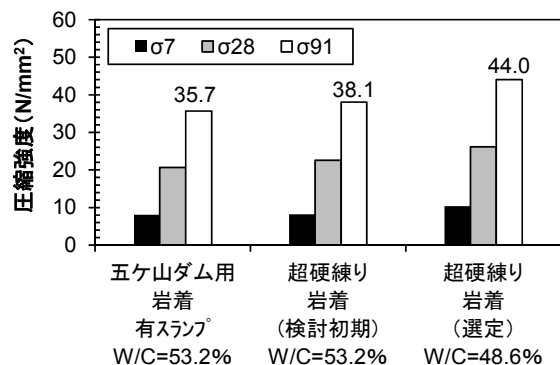


図-4 圧縮強度試験結果