

単位セメント量を低減したダム用高流動コンクリートの性状

独立行政法人土木研究所 ○小堀俊秀 山口嘉一 佐々木隆 町田宗久

1. はじめに

近年ダム建設現場において、高流動コンクリートは放流管や通廊周辺などの鉄筋配置部の施工に使用され合理化施工に大きく寄与している。今後、さらにダム堤体内部への利用範囲を拡大するためには、セメントの水和熱をできるだけ抑えて温度応力を抑制する必要がある。そのため、できるだけ単位セメント量を低減させた低発熱型高流動コンクリートの開発に関する研究を実施してきている¹⁾。本論文は、研究の一環として、粗骨材最大寸法 40mm、水粉体比を 80%に設定し、フライアッシュ置換率を高めることで単位セメント量を低減させた増粘剤系高流動コンクリートのフレッシュ性状と硬化後性状について調査を行った結果を報告するものである。

2. 試験方法

試験で使用した材料及び物性値を表-1 に、試験で使用した配合条件を表-2 に示す。配合は、水粉体比(以下、 $W/(C+F)$)を 80%、60%に設定し、フライアッシュ置換率(以下、 $F/(C+F)$)を 0~80%($W/(C+F)=60\%$ は $F/(C+F)=30\%$ のみ)の範囲で変化をさせた。配合設計は、図-1 に示す土木研究所で提案している手法¹⁾を用いた。モルタル配合選定結果を表-3 に示す。モルタル配合決定後、粗骨材絶対容積 V_g を変化させコンクリートのフレッシュ性状試験として、スランプフロー試験(JIS A 1101-1998)、高流動コンクリートの充てん装置を用いた間げき通過性試験(以下、U 型充てん試験)(JSCE-F 511-1999)、硬化後の性状確認として材齢 7 日、28 日、91 日の圧縮強度試験(JIS A 1108-1999)と凍結融解試験(JSCE-G501-1999)を行った。

3. フレッシュ性状

図-2に粗骨材絶対容積 V_g とスランプフローの関係を示す。 $F/(C+F)$ に関らず粗骨材絶対容積 V_g が増加するとスランプフロー値が低下する傾向にあり、目標とするスランプフロー値の範

表-3 モルタル配合

水粉体比 $W/(C+F)\%$	80					60
フライアッシュ置換率 $F/(C+F)\%$	0	30	60	80	30	
増粘剤添加率 $V/W\%$	0.6	0.5	0.6	0.6	0.4	
Λ -スト細骨材絶対容積比 V_p/V_s	0.85	0.9	0.85	0.85	0.85	
高性能 AE 減水剤添加率 $SP/(C+F)\%$	1.0	1.2	1.2	1.4	1.2	

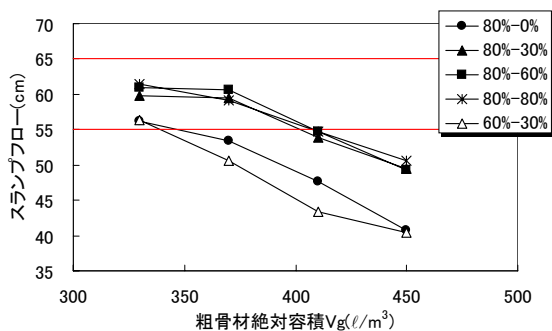


図-2 粗骨材絶対容積 V_g とスランプフローの関係

表-1 使用材料及び物性値

使用材料	種類および特性
セメント	中庸熱ポルトランドセメント (比重=3.21,比表面積=3,280cm²/g)
フライアッシュ	電発フライアッシュ 種 (比重=2.30,比表面積=3,350cm²/g)
細骨材	笠間産砂岩 (比重=2.647,吸水率=0.955%)
粗骨材	笠間産砂岩 (比重=2.677,吸水率=0.321%)
混和剤	高性能 AE 減水剤 (ポリカルボン酸塩) 増粘剤 (水溶性セルロースエーテル) AE 助剤 (アニオン系界面活性剤)

表-2 配合条件

水粉体比	$W/(C+F)$	80%・60%
フライアッシュ置換率	$F/(C+F)$	30%~80%
粗骨材最大寸法	G_{max}	40mm
スランプフロー		60±5cm
空気量		5±2%

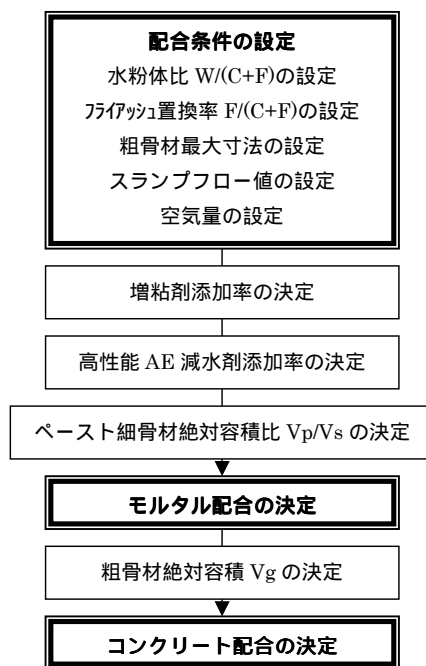


図-1 配合手順

キーワード：高流動コンクリート，ダム，単位セメント量，凍結融解試験，フライアッシュ置換率

連絡先：独立行政法人土木研究所 水工研究グループ(ダム構造物) :(0298)79-6781 Fax(0298)79-6737

囲を $60 \pm 5\text{cm}$ 程度に設定した時， $W/(C+F)=80\%$ - $F/(C+F)=30 \sim 80\%$ { 以下， $W/(C+F)-F/(C+F)$ の順 } では粗骨材絶対容積 V_g が $410\ell/\text{m}^3$ 以下においては良好な流動性を得ているが， $80\% - 0\%$ 及び $60\% - 30\%$ 配合においては他の配合と比較すると 5cm 前後スランプフロー値が低下する結果となった。

図-3に粗骨材絶対容積 V_g とU型充てん試験より得られた充てん高さの関係を示す。図より， $F/(C+F)$ に関らず，粗骨材絶対容積 V_g が増加すると充てん高さは減少する傾向にある。U型充てん高さ 30cm 以上を規準とすると， $80\%-60\% \sim 80\%$ では粗骨材絶対容積 V_g が $410\ell/\text{m}^3$ 以下， $80\%-0 \sim 30\%$ 及び $60\%-30\%$ では粗骨材絶対容積 V_g が $370\ell/\text{m}^3$ 以下において良好な充てん性を得る事ができた。

4. 硬化後の性状

4-1. 圧縮強度試験結果

図-4に配合に用いた単位セメント量と圧縮強度の関係を $F/(C+F)$ 毎に示す。図より，今回選定したモルタル配合を用いた高流動コンクリートでは，材齢7日に $3.5\text{N}/\text{mm}^2$ （型枠の脱型強度）が得られる配合は $80\% - 0 \sim 30\%$ ， $60\% - 30\%$ であり， $80\% - 60\% \sim 80\%$ においては材齢28日においても $3.5\text{N}/\text{mm}^2$ に満たない結果を得た。

4-2. 凍結融解試験結果

高流動コンクリートの耐久性を調査する事を目的として，7日材齢で $3.5\text{N}/\text{mm}^2$ を確保できる $80\% - 0\%$ について凍結融解試験を行った。各粗骨材絶対容積に対して，水中条件，気中条件（ダム堤体内部相当）²⁾ の2条件を用いた。図-5に $80\% - 0\%$ 配合の凍結融解試験結果を示す。図より，水中条件，気中条件共に，粗骨材絶対容積が増加すると，劣化が早くなる傾向がある。気中条件では300サイクルの耐久性を得る事ができた。図-6にU型充填高さと耐久性指数の関係を示す。十分な充てん性が得られない高流動コンクリートは，耐久性指数が低い事がわかる。図-3に示したように，粗骨材量が多くなるとU型充てん高さが低くなることから，粗骨材が多くなると耐久性が劣る傾向になるとと思われる。

5. まとめ

水粉体比，フライアッシュ置換率を高めた条件で単位セメント量を低減させた高流動コンクリートの配合試験を行った結果， $W/(C+F)=80\%$ ， $F/(C+F)=30\%$ で粗骨材量を $370\ell/\text{m}^3$ まで高めた配合において，十分な充てん性，強度を得る事ができることがわかった。しかし，耐久性の面からは粗骨材量を低減させた配合が有利である。今後は十分なフレッシュ性状，強度，耐久性を満たした上で，極力セメント量を抑えたダム用高流動コンクリートの配合選定の検討を行う予定である。

<参考文献> 1) 永山ほか：ダム用高流動コンクリートの配合特性に関する検討，建設省土木研究所資料，第3525号，1997.11.
2) 永山ほか：凍結融解条件がコンクリートの耐久性評価に及ぼす影響，土木技術資料，第40-7，pp.5-10，1998.7.

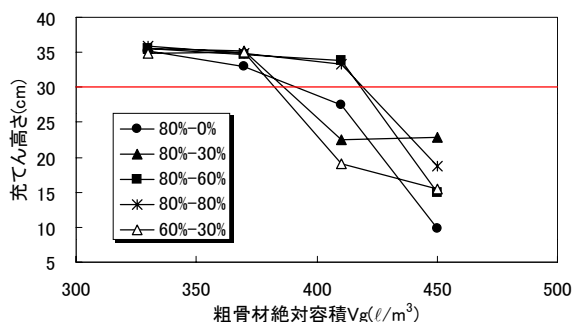


図-3 粗骨材絶対容積 V_g とU型充てん高さの関係

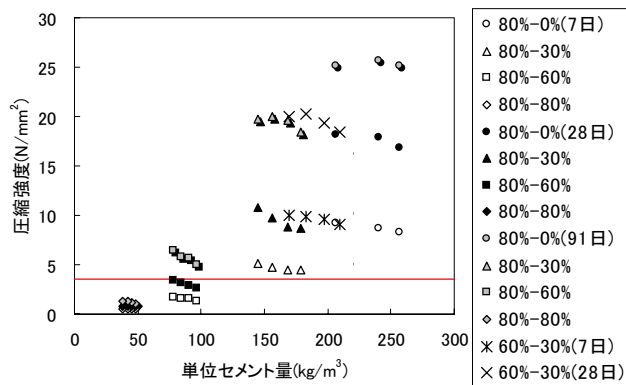


図-4 単位セメント量と圧縮強度の関係

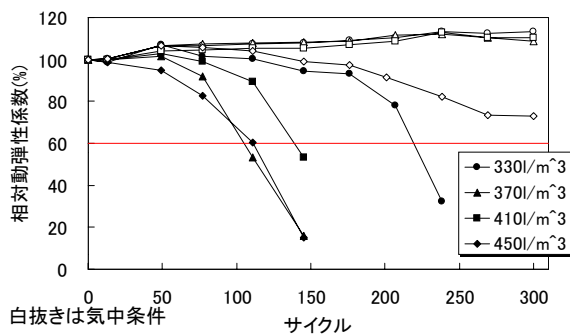


図-5 凍結融解試験結果
 $W/(C+F)=80\%$ $F/(C+F)=0\%$

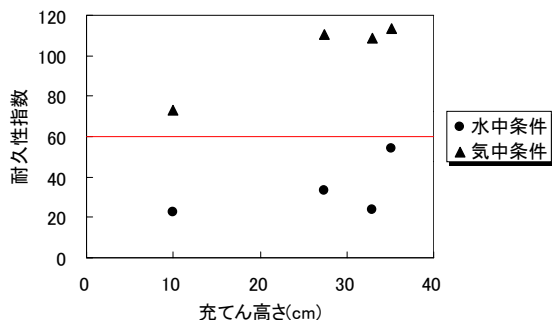


図-6 U型充てん高さと耐久性指数の関係
 $W/(C+F)=80\%$ $F/(C+F)=0\%$