

(V-52) 単位セメント量を低減した高流動コンクリートの実験的検討

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が望まれる. その研究の一環として, 本論文は, 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配合選定とその性状試験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%に設定し, フライアッシュ置換率(以下, $F/(C+F)$)を 0~80%と変化させ, 所要のフレッシュ性状が得られる配合を選定した後, 材齢 7 日, 28 日の圧縮強度試験を行った.

3. 試験結果

3-1. モルタル配合の選定

図-1に配合手順を示す. 増粘剤系コンクリートの配合設計においてはまず良好なモルタルの配合を選定した後, コンクリートの配合選定を行った. モルタル配合では性状確認を行う為, モルタルフロー試験(JIS R 5210)を実施し, 増粘剤添加率, 高性能AE減水剤添加率, ペースト細骨材絶対容積比を選定した. 選定は, 目視による材料分離抵抗性が良好で, かつモルタルフロー値が大きい配合を選定した. なお, ペースト細骨材絶対容積比はモルタルフロー試験後, 粗骨材絶対容積 $V_g=330\text{l/m}^3$ で固定したスランプフロー試験によりコンクリート性状を確認した上で最終的に決定した. モルタル配合選定結果を表-3に示す.

3-2. コンクリート配合の選定

良好なモルタル配合を決定した後に粗骨材絶対容積 V_g を変化させてコンクリートの配合選定を行った. 試験は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)を行った. 今回の U 型充てん試験は, 粗骨材最大寸法 $G_{\max}=40\text{mm}$ の高流動コンクリートを対象とした為, 流動障害を取りはずして実施した.

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.

表-3 モルタル配合

フライアッシュ置換率 $F/(F+C)\%$	0	30	60	80
増粘剤添加率 $V/W\%$	0.6	0.5	0.6	0.6
ペースト細骨材絶対容積比 V_p/V_s	0.85	0.9	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

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	中庸熟ポルトランドセメント (比重=3.21, 比表面積=3,280 cm^2/g)
フライアッシュ	電発フライアッシュⅡ種 (比重=2.30, 比表面積=3,350 cm^2/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%
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 $\pm 5\text{cm}$
空気量		5 $\pm 2\%$

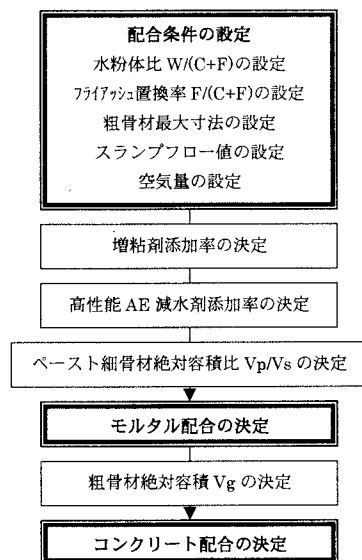


図-1 配合手順

キーワード：ダム用高流動コンクリート, 単位セメント量, 水粉体比, 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) TEL:(0298)79-6781 Fax(0298)79-6737

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、F/(C+F)=0%においてはフライアッシュ混入コンクリートと比較すると、5cm 前後スランプフロー値が低下する結果を得た。目標とするスランプフロー値の範囲を $60 \pm 5\text{cm}$ 程度に設定した時、F/(C+F)=30~80%では粗骨材絶対容積 V_g が 410ℓ/m^3 以下においてほぼ規準を満たし、良好な流動性を得ている。図-3に粗骨材絶対容積 V_g と50cm 到達時間の関係を示す。図より F/(C+F)に関わらず、粗骨材絶対容積 V_g が増加すると、流動時間は長くなる傾向にある。図-4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)に関わらず、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、F/(F+C)=60~80%では粗骨材絶対容積 V_g が 410ℓ/m^3 以下、F/(F+C)=0~30%では粗骨材絶対容積 V_g が 370ℓ/m^3 以下において良好な充てん性を得る結果となった。配合手順によって得られた F/(F+C)毎の良好なフレッシュ性状を持つコンクリートの配合を表-4に示す。

3-3. 圧縮強度試験

図-5に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日に型枠の脱型強度(3.5N/mm^2)が得られる配合は F/(C+F)が30%以下であり、F/(C+F)が60%を越えると材齢28日においても脱型強度に満たない結果となった。

4. まとめ

本検討より、F/(C+F)=80%、粗骨材絶対容積 $V_g=410\text{ℓ/m}^3$ の配合でも良好なフレッシュ性状が得られるが、初期強度を考慮すると、表-4より F/(C+F)=30%、粗骨材絶対容積 $V_g=370\text{ℓ/m}^3$ の配合が脱型強度を満たしており、その際の、単位セメント量は 168kg/m^3 となった。実際のダムへ使用実績のある高流動コンクリートの単位セメント量はおおよそ $220 \sim 320\text{ kg/m}^3$ であり、本配合手法を用いる事によって大幅に単位セメント量を低減する事が可能になると思われる。今後は、さらに長期強度、耐久性などの硬化性状について検討を行う予定である。

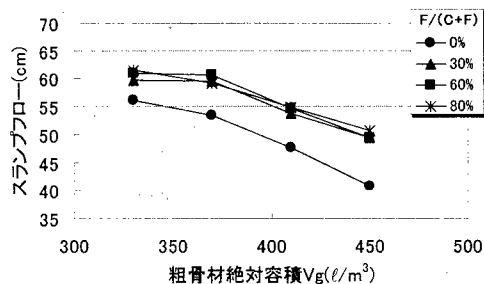


図-2 粗骨材絶対容積 V_g とスランプフローの関係

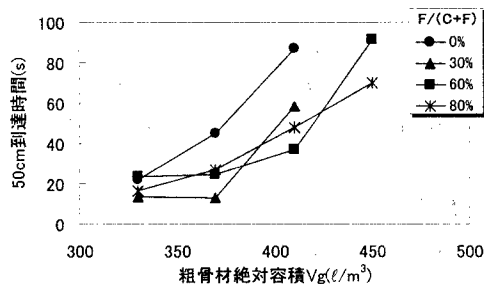


図-3 粗骨材絶対容積 V_g と50cm 到達時間の関係

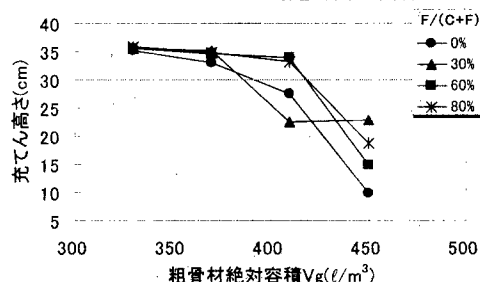


図-4 粗骨材絶対容積 V_g とU型充てん試験充てん高さの関係

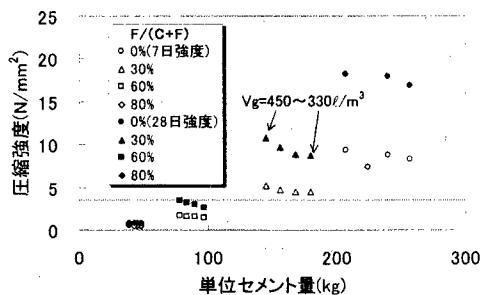


図-5 単位セメント量と圧縮強度の関係

表-4 配合試験によって得られたコンクリート配合

水粉体比 W/(C+F)%	フライアッシュ置換率 F/(C+F)%	粗骨材絶対容積 V_g (ℓ/m³)	単位量 (kg/m³)						高性能AE減水剤
			水	セメント	フライアッシュ	細骨材	粗骨材	増粘剤	
80	0	370	192	240	0	830	988	1.16	2.40
	30	370	192	168	72	809	988	0.96	2.88
	60	410	168	84	126	773	1095	1.01	2.52
	80	410	165	42	165	773	1095	0.99	2.87