

粗骨材最大寸法 80mm のダム用大粒径高流動コンクリートの検討

鹿島建設(株) 正会員 ○大井 篤 六本木日菜子 山野泰明 橋本 学 渡邊賢三 坂井吾郎

1. はじめに

コンクリートダムの建設工事において、ダム堤体内に埋設される放流管やプレキャスト監査廊などの構造物は、部材底版下へのバイブレータの挿入が難しく、ダムのスランプコンクリートでの打込みや締固めが困難となることから、高流動コンクリートで施工することが多い。しかしながら、高流動コンクリートの粗骨材最大寸法（以降、 G_{max} と称す）は、20mm ないしは 40mm となるため、 $400\text{kg}/\text{m}^3$ を超える単位セメント量が必要となり、温度ひび割れの発生が懸念される。本稿では、ダムで用いる高流動コンクリートにおいて、単位セメント量を低減するために、 G_{max} を 80mm とした大粒径高流動コンクリートの配合について検討した。さらに、ダム用大粒径高流動コンクリートをコンクリート製造設備（以降、バッチャと称す）で製造・運搬し、流動性を実規模で評価した。

2. 実験概要

表-1 に使用材料、表-2 にコンクリートの配合を示す。配合は、増粘剤系の高流動コンクリートとし、結合材として中庸熟フライアッシュセメントをフライアッシュで 30wt% 置換し、細骨材を $S1 : S2 = 7 : 3$ 、粗骨材を $G1 : G2 : G3 = 3 : 3 : 4$ の割合で混合し、粗骨材容積を $470\text{l}/\text{m}^3$ とした。本実験における大粒径高流動コンクリートに要求される品質は、高い流動性を有し、それに見合う材料分離抵抗性を付与することとした。そのため、ポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤を用いて流動性を確保し、さらにセルロース系の液体増粘剤¹⁾ を使用して材料分離抵抗性を確保した。配合の選定にあたり、

$G_{max}80\text{mm}$ のコンクリートを対象とした、基準化されたスランプフロー試験方法がないことから、既往の文献²⁾に従い、室内試験にて図-1 に示すような $\phi 30 \times 70\text{cm}$ の塩ビ管を使用した大型スランプフロー試験を行った。フロー試験は、塩ビ管の中に試料を 3 層に分けて高さ 60cm まで投入し、その各層を突き棒で 5 回突いた後、塩ビ管を鉛直に引き上げ、フローを確認した。大型スランプフローの目標値は、既往の結果³⁾から材料分離抵抗性が確保されることが確認されている $130 \pm 10\text{cm}$ とし、目視により材料分離の程度を評価した。その後、現場内のバッチャで $G_{max}80\text{mm}$ の大粒径高流動コンクリートを 1 バッチ 1.5m^3 として、合計 3.0m^3 のコンクリート製造した。図-2 に示すように、 4.5m^3 のバケットにコンクリートを積み込み、砕石で敷均した打込みヤードにおいて、高さ $h=1.5\text{m}$ の位置でバケットを解放してコンクリートを流動させた。流動が停止した後にコンクリートの

表-1 使用材料

材料名	記号	摘要
水	W	河川水
セメント	M	中庸熟ホルランドセメント、密度: $3.22\text{g}/\text{cm}^3$
フライアッシュ	F	フライアッシュII種、密度: $2.26\text{g}/\text{cm}^3$ 、比表面積: $4,350\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	S1	砕砂、表乾密度 $2.61\text{g}/\text{cm}^3$ 、粗粒率: 3.13
	S2	山砂、表乾密度 $2.61\text{g}/\text{cm}^3$ 、粗粒率: 1.54
粗骨材	G1	河床礫、8040、表乾密度: $2.60\text{g}/\text{cm}^3$
	G2	碎石、4020、表乾密度: $2.62\text{g}/\text{cm}^3$ 、実積率: 57.0
	G3	碎石、2005、表乾密度: $2.64\text{g}/\text{cm}^3$ 、実積率: 60.5%
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤(標準形)、ポリカルボン酸系化合物
	AE	AE 剤、樹脂酸系界面活性剤
	増粘剤	特殊増粘剤(セルロース系、水溶液タイプ)

表-2 コンクリートの配合

W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)							SP (B%)	AE (A)	増粘剤 (kg/m^3)
		W	B		S	G1 8040	G2 4020	G3 2005			
34.4	34.4		128	261					111	618	367

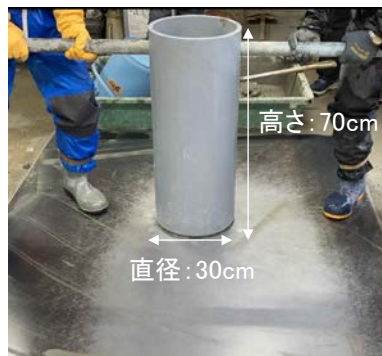


図-1 大型スランプコーン



図-2 流動実験(3m^3)

キーワード：高流動コンクリート、粗骨材、充填性、ダム、大粒径、流動性
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL：042-489-8008

広がり長の長軸とその直角方向で測定し、バケツ打込み試験の際のフローとした。また、フローの長軸方向にコンクリート厚さの測定と、流動の先端における試料の洗い分析試験により粗骨材の分布状況を確認した。

3. 実験結果

図-3に大型スランプフローの試験結果を示す。大型フローコーンに試料を詰めていく段階において、突き固めがなくとも、試料が充填していく様子を確認した。スランプフローは目標値の範囲内となるように高性能AE減水剤を調整し、121cm×120cmが得られた。その際に、流動の先端にGmax80mmの粗骨材を含む大小の粗骨材が均一に分散している状況を目視において確認したことから、材料分離が生じていないと判断し、流動実験に適用する配合とした。

図-4に3m³の流動実験によるフローの様子を示す。流動後のフローは500cm×475cmであった。また、図-4中のAおよびBで示すフローの長軸方向についてコンクリート厚さを測定し、図-5に流動距離とコンクリートの厚さの関係を示す。フローの中央位置から流動の

先端の流動勾配はおよそ1/25と緩やかな勾配となり、フローの先端部まで大小の粗骨材が均一に分布している様子が確認できた。図-6にフローの両先端部AおよびBから採取したコンクリート試料を洗い分析した結果を示す。G1とG2は配合上の粗骨材量より多く、その差がG1はAが10%程度、G1のBおよびG2のAとBは共に5%程度であった。また、G3は配合上の粗骨材量より少なくなったが、その差は-5%程度であったことから、ほぼ均等に分散していた。これらの流動勾配と粗骨材の分布状況は既往の文献²⁾と同程度の結果であった。このことより、本実験のGmax80mmの高流動コンクリートは、適切な流動性と材料分離抵抗性を有し、対象部位に対して十分な自己充填性を有していると考えられる。

4. まとめ

本実験の範囲において、Gmax80mmのダム用大粒径高流動コンクリートをバッチャで製造した。打設・運搬においても材料分離を生じることなく、適切な品質を有する配合を選定することができた。

参考文献

- 1) 室野井敏之, 奈須野恭伸, 神戸隆幸, 大井 篤, 中嶋翔平, 西 祐宜, 上本 洋: 液状増粘剤を用いた高流動モルタルの製造実績, 土木学会第76回年次学術講演会, VI-951, 2021.9.
- 2) 白根勇二, 佐藤文則, 永山 功, 渡邊和夫: 最大寸法80mmの粗骨材を用いたダム用高流動コンクリートの流動性, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.2, pp.481-486, 1999.6.
- 3) 佐藤文則, 永山 功, 渡邊和夫, 稲留裕一, 大西雅也: 高流動コンクリートのフロー試験における材料分離度の評価方法についての検討, 土木学会第52回年次学術講演会, V-411, pp.822-823, 1997.9.

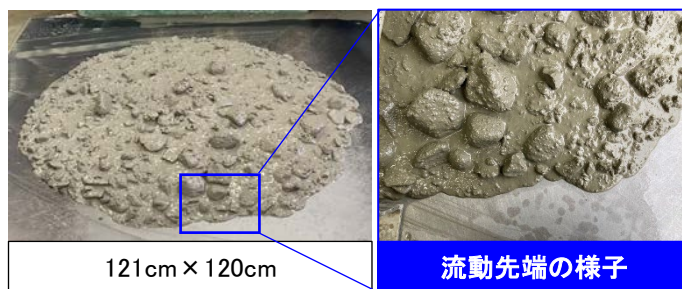


図-3 大型スランプフローの様子

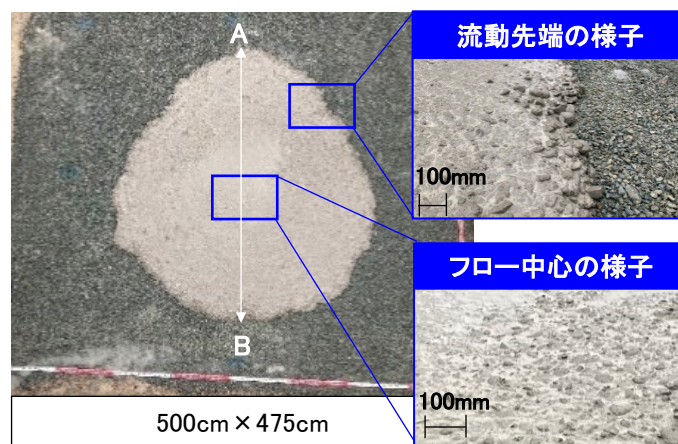


図-4 3m³の流動実験におけるフローの様子

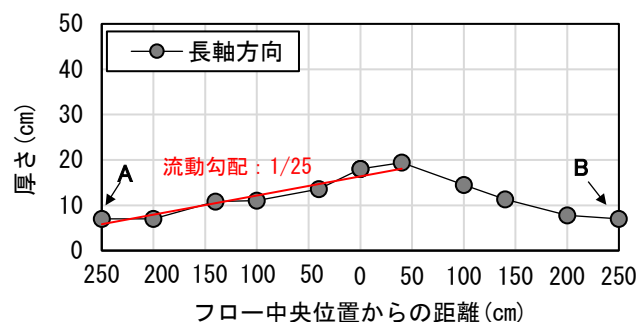


図-5 流動距離とコンクリートの厚さの関係

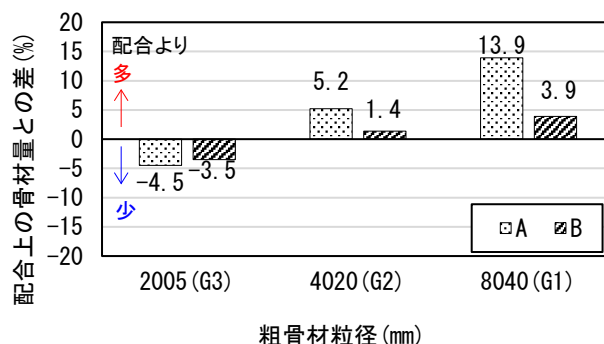


図-6 コンクリートの洗い試験結果