

VI-2

ダムの放流管周りへ用いる高流動コンクリートのポンプ圧送性と品質管理

青木建設 研究所 正会員 原 田 和 樹
 北海道開発局 石狩川開発建設部 滝里ダム事業所 正会員 高 橋 義 春
 青木・岩田・中山特定建設工事共同企業体 正会員 西村健太郎
 青木・岩田・中山特定建設工事共同企業体 非会員 若 崎 富 男
 青木建設 研究所 正会員 牛 島 栄

1.はじめに

滝里ダムオリフィス部放流管周りのコンクリート工事では、放流管下端の空間が狭隘で、コンクリート打設時の締固め作業が困難になると予想されたので、充てん性の確保を目的に、高流動コンクリートを打設した。

本工事では、事前にポンプ圧送実験を行い、圧送後のコンクリートの性状を考慮したコンクリートの品質管理を行ったので、本報では、それらの結果について述べる。

2.使用材料および配合

高流動コンクリートの使用材料および配合を表-1 および表-2 に示す。使用した高流動コンクリートは、温度ひび割れの抑制などを考慮して増粘剤系の配合としている。また、表-2 では、Gmax を 20mm および 40mm とした 2 種類の配合が示されているが、後述する理由から、本施工では配合 No.1 (Gmax20mm)を使用した。また、打設されるコンクリートの品質は、スランブ

フロー（以下、Sf と略記）が $60 \pm 5\text{cm}$ 、空気量が $6.0 \pm 1.0\%$ を満足することを目標とした。

3.ポンプ圧送実験

本工事では現場内のプラントを使用してることから、製造直後から打設直前までに要する時間が極めて短い。そのため、高性能 AE 減水剤（以下、SP と略記）などを用いる場合には、コンクリートの流動性が安定する以前に、圧送を開始することになる。したがって、圧送に伴い SP の流動性を付与する作用が促進され、圧送後には Sf が増大することなども予想される。一方、本施工時における圧送管の水平換算距離の最大値は、約 250m と比較的長いので、圧送に伴う流動性の低下も懸念され、圧送後のコンクリートの品質の変動が予知しがたい。そこで、プラントにおける品質管理試験の管理値を定めることを主目的に、ポンプ圧送実験を実施した。圧送実験の配管・圧送

表-1 使用材料

材料名	種類・物性・成分など	記号
セメント	低発熱セメント（中庸熱 70%+7517℃ $\times$ 30%、比重 2.85）	C
細骨材	空知川産川砂（表乾比重 2.67、吸水率 1.95%、F.M.2.66）	S
粗骨材	空知川産川砂利（表乾比重 2.72、吸水率 1.83%、F.M.6.99、実積率 64.0%、Gmax20mm）	G20
混和剤	高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸）	SP
	空気量調整剤（ポリアルキレングリコール誘導体）	AE
	増粘剤（水溶性セルロースエーテル）	V

表-2 コンクリートの配合

配合 No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	S	G20	G40	V
1	45.7	50.7	160	350	886	881	—	0.5
2*	45.5	51.9	150	330	935	441	439	

*) Gmax40mm のコンクリート（ポンプ圧送実験で使用）

記号「G40」は、40～20mm の粗骨材

表-3 ポンプ圧送実験の配管条件と管内圧力の測定結果

配管条件（5B 管使用）				配合	吐出量 (m ³ /hr)	管内圧力損失 N/mm ² /m
水平管	ベント管 R=1.0m	配管 実長	水平換算距離			
183.5 (m)	9 本 14.1(m)	198 (m)	238 (m)	No.1	12	0.010
					18	0.013
				No.2	13	0.011
					17	0.015

表-4 ポンプ圧送実験における圧送前後のコンクリートの品質

配合	吐出量 (m ³ /hr)	スランブフロー(cm)		空気量(%)		σ_{28} (N/mm ²)		σ_{91} (N/mm ²)		耐久性指数*	
		圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後
No.1	12	55.0	61.5	5.4	5.7	—	—	—	—	—	—
	18	54.5	61.5	5.0	5.7	20.6	22.9	32.4	36.8	84.6	93.2
No.2	13	54.0	55.0	8.2	5.0	—	—	—	—	—	—
	17	55.5	57.0	8.0	5.5	19.0	24.7	34.2	39.5	95.1	96.3

*)凍結融解試験は JSCE G 501 に従った

キーワード：高流動コンクリート、ポンプ圧送性、品質管理、ダム、スランブフロー

〒300-26 茨城県つくば市要 36-1, TEL:0298-77-1114, FAX:0298-77-1137

条件は表-3 に、試験項目は、表-4 に示す通りである。なお、表-3 には管内圧力の測定結果も併せて示した。

表-4 に圧送前後のコンクリートの性状を示す。配合 No.1 の Sf 試験結果に着目すると、圧送後において Sf が 6~7cm 程度増加していることがわかる。すなわち、プラントでの Sf を 55cm 程度とすれば、筒先での目標値を確保できることが判った。なお、この結果は、前述したように、ポンプ圧送に伴う時間の経過やせん断変形が SP の流動性を付与する作用を促進したこと起因すると思われる。一方、配合 No.2 の Sf の試験結果では、特に吐出量が小さい場合には、圧送前後の Sf に変化が認められない。この場合、筒先での Sf を目標値に近い値とするためには、ペースト量を増加させるなどの対策を施して流動性を付与する必要があるが、一方では、骨材の最大寸法を大きくする利点も失われる。配合 No.1 と No.2 で、圧送前後の Sf の変化の傾向に相違が生じた理由は定かではないが、練混ぜ効率の相違などが影響した可能性が考えられる。また、仮に圧送前後におけるモルタル部分のレオロジー特性の変化の割合が配合 No.1 と No.2 において同一であったとしても、Gmax が異なっているため Sf の変化の割合も異なることが予想され、これが影響した可能性も考えられる。

以上より、ポンプ圧送性も考慮して、放流管周りに使用するコンクリートとして、配合 No.1 のコンクリートの方が適切であると判断した。なお、圧送に伴う強度や耐凍害性の低下などは認められていない（表-4 参照）。

4.本施工における高流動コンクリートの品質管理

本施工におけるコンクリートの品質管理試験項目は、表-5 の通りである。ただし、前述したようにプラントから打設現場までのコンクリートの運搬時間が極めて短いため、コンクリートの品質は原則としてプラントで管理した。また、その品質管理試験の目標値は、前述の実験結果を考慮して同表のように定めた。なお、充てんセンサ¹⁾を用いて、打設されるコンクリートの充てん管理も行った。

コンクリートの品質管理試験結果を表-6 に示す。Sf は、全 54 回の試験の内、1 回のみ目標値を僅かに外れた(61.5cm)。しかし、

この場合においてもコンクリートの材料分離は全く認められず、良好な品質を有しているものと判断された。また、空気量は、比較的厳しい管理であったが、全て目標値を満足していた。なお、材齢 28 日における圧縮強度の変動係数が 12.1%と若干大きな値を示す結果となった。これは、細骨材の表面水率の設定値と測定値の誤差が影響したものと考えられる。いずれにせよ、表-6 に示した試験結果より、比較的安定した品質のコンクリートが製造・打設されたことが伺える。

なお、本施工では、プラントでの管理目標値を調整する目的で、任意の頻度で圧送後のフレッシュコンクリートの性状を確認した。その結果を図-1 に示す。この図より、プラントでの品質管理が適切であったことが確認された。また、充てんセンサによる充てん管理においても、コンクリートが密実に充てんされていることが確認された。

5.まとめ

本工事では、ポンプ圧送後のコンクリートの品質（流動性）が予知しがたい状況にあった。そのため、事前にポンプ圧送実験を実施して、圧送前後の流動性の変化を定量的に把握し、適切なコンクリートの品質管理をプラントで行った。その結果、良好な品質の高流動コンクリートを安定して供給することが可能となり、充てんセンサによる充てん管理においても、放流管周りにコンクリートが密実に充てんされていることが確認された。

【参考文献】 1)谷口、牛島、塩野谷：充てん感知センサによるコンクリート工事の信頼性向上について、（社）セメント協会、第 50 回セメント技術大会講演要旨、pp.288-229、1996

表-5 品質管理試験項目と目標値

試験項目	目標値	
	プラント	(筒先)
Sf	55±5cm	(60±5cm 程度)
空気量	6±1%	(6±1%程度)
圧縮強度	設計基準強度(21.0N/mm ²)以上	

表-6 品質管理試験結果

試験項目	n	最大	最小	平均	標準偏差	変動係数	
Sf(cm)	54 個	61.5	50.5	54.8	2.6	4.7%	
空気量(%)	54 個	6.9	5.0	6.2	0.5	8.6%	
圧縮強度 (N/mm ²)	28 日	18 個	25.1	17.2	21.5	2.6	12.1%
	91 日	18 個	41.2	33.4	38.3	2.3	6.0%

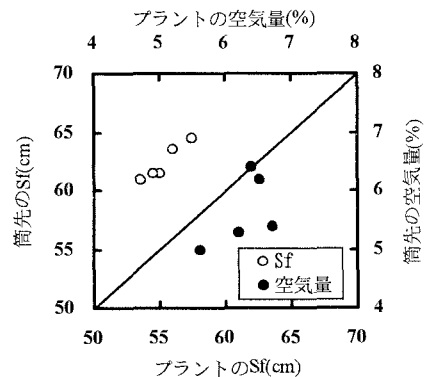


図-1 圧送前後のフレッシュ性状