

VI-6

ダム放流管周りに適用した高流動コンクリートの品質管理試験結果
—奥三面ダム本体工事—

鹿 島 北陸支店	正会員	阿部 高
鹿 島 技術研究所	正会員	坂田 昇
新潟県三面川開発事務所	正会員	峰村 修
新潟県三面川開発事務所	正会員	宇尾野雄司
新潟県三面川開発事務所	正会員	大沼 一夫

1. はじめに

奥三面ダムでは、放流管は矩形断面でかつ底面には幅 5 m の整流板を設置し、さらにその補強のため周囲に D 51 の鉄筋が 20 cm ピッチで 2 段配置されていた。このようなことから、当初から、通常のダムコンクリートによる施工が困難なものと想定されたため、施工方法について机上および実験的に検討を行ってきた。その結果、放流管周りの一部に高流動コンクリートを適用し、施工を行った。本報文では、実施工に供した高流動コンクリートの品質管理試験結果について報告する。

2. 施工概要

堤体放流管（常用洪水吐き）周りのコンクリート打設方法について検討を行った結果、放流管の設置された No.9 ブロックの EL209～EL213.7 の範囲を 3 段階に分け、第一回目施工（H.9.9.27）、第二回目施工（H.9.10.14）、第三回目施工（H.9.10.31）の 3 回について高流動コンクリートを適用することとした。高流動コンクリートは、当現場のバッチャプラント（二軸強制練りミキサ、容量 2.5m³）にて練混ぜ、アジテータ車に投入、LN₂噴射装置により冷却した後、ケーブルクレーンでコンクリートバケットにて打設した。

施工前に実施した LN₂ の予備試験結果を参考にコンクリートの練上がり温度に応じて、その都度噴射時間を調整した。このとき、LN₂ により冷却される前後のフレッシュコンクリート試験、圧縮強度試験を行った。フレッシュコンクリート試験は、アジテータ車 5 台に一回程度頻度で行った。

高流動コンクリートの打込み箇所の配合区分については、整流板下配筋部は G_{max}20 mm（D 配合）とし、ブロック外周無筋部は G_{max}40 mm（C' 配合）を基本とした（表-1 参照）。また、コンクリート材料を表-2 に示すが、セメントには温度応力の緩和を考慮して低熱ポルトランドセメント（比重 3.22、C₂S=58%、C₃A=3%）を、粗骨材に砕石（G_{max}=20 mm、40 mm）を、高性能 AE 減水剤にポリカルボン酸塩系、増粘剤にウェランガムをそれぞれ使用した。

3. 試験結果

第 1 回目施工におけるコンクリート温度は、図-1 に示すように練上がり直後 18.7～19.7℃ に対し LN₂ 冷却後 10.7～15.2℃ となった。同様に、第 2 回目施工では練上がり直後 18.6～20.6℃ が LN₂ 冷却後 10.5～16.0℃、第 3 回目施工では練上がり直後 11.6～14.4℃ が LN₂ 冷却後 6.9～9.8℃ となった。第一回目施工において LN₂ 噴射時間 180 秒、LN₂ 噴射量 524kg、冷却前温度 19.0℃、冷却後温度 13.1℃ と単位 LN₂ 必要量は 22.2 kg/m³/℃ であり、施工前の予備試験で確認した冷却前のコンクリート温度とコンクリート

表-1 コンクリート配合

Case	骨材種 寸法	スランプ D (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)									
				W	C	S	G1	G2	G3	G4	SP	VA	
D	20 mm	65 ± 5	4.5 ± 1.5	160	533	767	0	0	0	871	12.0	0.2	Gvol=330
C'	40 mm	60 ± 5	4.5 ± 1.5	140	466	826	0	0	461	459	10.0	0.1	Gvol=348

表-2 コンクリート材料

	適用
セメント	低熱ポルトランドセメント (JIS 規格品) (比重 3.22)
細骨材	川砂を用いて破砕製造した骨材 (比重 2.59、吸水率 1.75、粗粒率 2.74)
粗骨材	G3: 川砂利を用いて破砕製造した骨材 (比重 2.65、吸水率 1.39、粗粒率 7.88) G4: 川砂利を用いて破砕製造した骨材 (比重 2.64、吸水率 1.60、粗粒率 6.54)
水	三面川河水
混和剤	高性能 AE 減水剤 (SP 剤) ポリカルボン酸塩系 増粘剤 (VA) ウェランガム

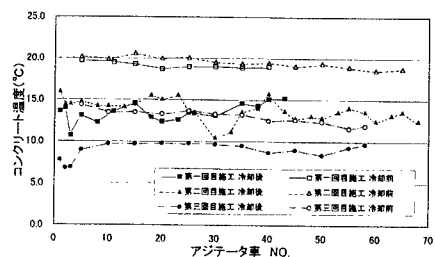


図-1 コンクリート温度

温度低減に必要な LN_2 量の関係式にほぼ一致したことを確認した。第二回及び第三回施工時においても同様な結果が得られている。

スランプフローは、図-2に示すように、冷却前よりも冷却後打込み時に増大する傾向が見られた。これは LN_2 による冷却の影響ではなく²⁾、使用した高性能 AE 減水剤によるものである。すなわち、今回使用した高性能 AE 減水剤はポリカルボン酸塩系であり、この混和剤による分散性が完全に発揮するのに要する時間がコンクリート練上がり後 15 分程度であることが主な原因であると考えられる。打込み時のコンクリートのスランプフローは、D 配合で 62.0~66.0cm、C 配合で 65.0cm であり、すべて所定の値を満足した。第 2 回、第 3 回ともに第 1 回目と同様の傾向を示し、打込み時のコンクリートのスランプフローはすべて所定の値を満足した。

第 1 回目施工における空気量は図-3に示すように冷却後 3.2~5.8% であり、冷却前よりも冷却後に若干増大する傾向が見られたがすべて所定の値を満足した。また、第 2 回、第 3 回ともに第 1 回目と同様の傾向が見られた。空気量増大の理由としては冷却の際にアジテータ車を高速撹拌することによる空気の巻込みが考えられる。

圧縮強度試験結果を図-4に示す。第一回目~第三回目の施工における圧縮強度の発現に若干の違いが見られるが、材齢 91 日で 65~75 N/mm^2 に達している。

4. まとめ

高流動コンクリートの品質管理結果について次のようなことがいえる。

- ①施工前の予備試験で得られた結果同様、 LN_2 温度低減必要量は冷却前のコンクリート温度 20℃で 20 $\text{kg}^\circ\text{C}/\text{m}^3$ 、15℃で 30 $\text{kg}^\circ\text{C}/\text{m}^3$ であることを確認した。
- ②冷却後のスランプフロー及び空気量は、冷却前の値に比べ若干違いがあるものの、すべて所定の値を満足した。
- ③圧縮強度試験結果についても、冷却による強度のばらつきはほとんどなく高強度が得られた。

以上のように、今回の施工では、高流動コンクリートを液体窒素で冷却したにも関わらずコンクリートのフレッシュ性状は極めて安定しており、そのコンクリートを使用した結果、放流管周りに密実にコンクリートを打設することができた³⁾。今回の報文が今後のダム工事の高性能化、合理化に向けての参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 竹迫 淳、丸山 久一、坂田 昇、原 竜也、峰村 修：温度応力を考慮した高流動コンクリートの実験的検討、土木学会第 52 回年次学術講演会第 IV 部門、1997. 9
- 2) 木村 淳二、峰村 修、坂田 昇、瀬戸 謙一郎、村松 直人：液体窒素 (LN_2) による高流動コンクリートの冷却効果について、土木学会第 53 回年次学術講演会第 IV 部門、1998. 9
- 3) 阿部 隆英、峰村 修、大内 斉、坂田 昇、柳井 修司：ダム放流管周りへの高流動コンクリートの施工実績、土木学会第 53 回年次学術講演会第 IV 部門、1998. 9

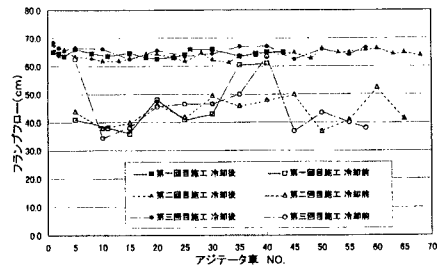


図-2 スランプフロー

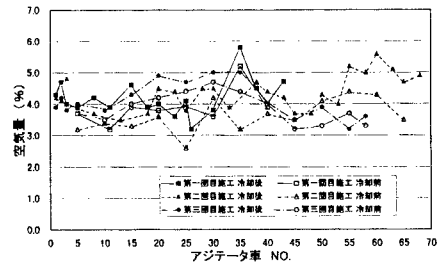


図-3 空気量

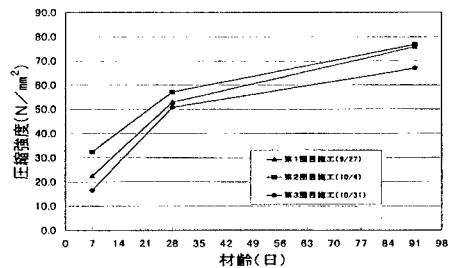


図-4 コンクリート圧縮強度