

冷風ミストを用いた粗骨材冷却によるコンクリート温度の抑制実績

鹿島建設(株) 正会員 ○藤田祐作 近藤正芳 沼本仁志
正会員 奈須野恭伸 人見志郎 大木洋和

1. はじめに

第二浜田ダムは、島根県浜田市に位置し、洪水調節を主たる目的とした堤体積約 32 万 m³、堤高 97.8m、堤頂長 218m の重力式コンクリートダムである。当ダムの建設工事においては、コンクリートの温度ひび割れの抑制を目的として、打込み温度を 25℃以下とすることが定められている。一方で、周辺環境への配慮から、コンクリートの打込み作業時間が昼間（7：00～21：00）に限定されており、特に夏期施工（6月～9月）において、打込み温度を遵守することが課題であった。本稿では、暑中コンクリート対策として実施した中で、特に粗骨材の冷風ミスト冷却について、概要とその実績を報告する。

2. 概要

夏期におけるコンクリートの打込み温度を 25℃以下とするため、コンクリートの運搬時の温度上昇 1℃を見込み、練上がり温度の目標を 24℃と設定した。

当ダムのコンクリートに使用される粗骨材は、粒径により G1（150－80mm）、G2（80－40mm）、G3（40－20mm）、G4（20－5mm）の 4 つの区分に分かれている。表－1 にすべての区分の粗骨材を使用し、単位結合材量が多くコンクリートの温度上昇が最も高くなると見込まれた外部配合を示す。また、表－2 に外部配合のヒートバランス計算の例を示す。ヒートバランス計算を行う際の条件として、練混ぜ水は水温 8℃の冷却水を使用し、結合材および細骨材の温度は夏期期間中（6月～9月）の材料温度の平均値を用いた。表－2 より、コンクリートの練上がり温度を 24℃以下にするためには、粗骨材の目標温度を 21.5℃以下にする必要があることがわかる。

粗骨材の冷却は、冷風設備からダクト（冷風用配管）を通してコンクリート製造設備（BP）内にある粗骨材貯蔵ビンへ冷風（15℃程度）を送ることにより行った。また、送風口には 10～100μm のミストを連続的に噴射できるミストリングを設置した。湿った空気を送ることで骨材表面の乾燥を防いで表面水率の安定を図るとともに、ミストの気化熱効果による骨材冷却効果も期待することができた（写真－1 参照）。

表－1 コンクリートの配合（外部配合）

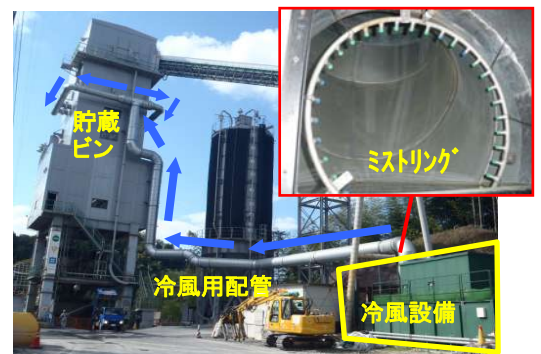
配合名	W/B (%)	s/a (%)	SL (cm)	air (%)	単位量(kg/m ³)							
					水 W	結合材 B	細骨材 S	粗骨材				
								G1	G2	G3	G4	
外部配合	47.6	25.0	3.0	3.0	100	210	522	353	402	374	503	

表－2 ヒートバランス計算例（外部配合）

項目 材料	単位量 kg/m ³	表面水率 %	配合 kg/m ³	比熱 kJ/kg℃	単位熱量 kJ/m ³ ℃	材料温度 ℃	含有熱量 kJ/m ³
粗骨材G1	353	0.0	353.0	0.84	296.5	21.5	6,375.2
〃表面水			0.0	4.19	0.0	21.5	0.0
粗骨材G2	402	0.0	402.0	0.84	337.7	21.5	7,260.1
〃表面水			0.0	4.19	0.0	21.5	0.0
粗骨材G3	374	0.1	374.0	0.84	314.2	21.5	6,754.4
〃表面水			0.4	4.19	1.7	21.5	36.0
粗骨材G4	503	1.0	503.0	0.84	422.5	21.5	9,084.2
〃表面水			5.0	4.19	21.0	21.5	450.4
細骨材S	522	4.0	522.0	0.84	438.5	28.0	12,277.4
〃表面水			20.9	4.19	87.6	28.0	2,452.0
結合材B	210		210.0	1.13	237.3	34.4	8,163.1
水W	100		73.7	4.19	308.8	8.0	2,470.4
ミキサメカニカルヒート							3,933.8
計					2,466		59,257
練上がり温度℃							24.0

※ミキサ出力 90kW×2 台、ミキサの容量 2.75m³、練混ぜ時間 60sec

※ミキサメカニカルヒート：(3,606kJ/kW×90kW×2 台×60sec) / (3,600sec×2.75m³) = 3,933.8kJ/m³



写真－1 冷却方法およびミストリング

キーワード ダムコンクリート、暑中コンクリート、粗骨材冷却、冷風ミスト

連絡先 〒732-0814 広島県広島市南区段原南 1-3-53 鹿島建設(株) 中国支店 TEL082-553-7900(代)

3. 冷却実績

図-1 に粗骨材 G1 の冷却による温度降下実績を示す。温度の測定は、1 日を通して外気温が最も高くなる時間帯（13：00～15：00）に、骨材貯蔵設備の引出口（冷却前）および BP 内の貯蔵ビン（冷却後）にて行った。冷却後の粗骨材温度は、平均で約 20℃程度（約 5℃程度の冷却効果）となり、目標とする粗骨材温度 21.5℃以下を満足する結果となった。また、粒径区分ごとでの差は見られず、いずれも同様の結果となった。

次に、外気温と練上がり時および打込み時におけるコンクリート温度の実績を図-2 に示す。練上がり温度および打込み温度については、当現場にて用いた外部配合、内部配合、構造物配合すべての測定結果を示す。外気温が 20～35℃程度にて推移しているのに対し、コンクリートの練上がり温度は 24℃以下となっていることが確認できた。また、コンクリートの練上がり温度を 24℃以下にて管理したことで、打込み温度についても 25℃以下を確保することができた。

4. まとめ

夏期のコンクリート施工において、打設速度の最大値は 100m³/h 程度であった。この打設速度の範囲内においては、今回実施した冷風ミストによる粗骨材の冷却対策の効果が得られた。また、第二浜田ダムでは、暑中コンクリート対策として、上記対策の他に中継サイロを經由させることによるセメント納入温度の低減対策、セメントサイロ・骨材貯蔵設備への寒冷紗やツタ系植物の設置、骨材輸送用ベルトコンベアへの日よけカバーの設置などを実施している（写真-2 参照）。これら対策の複合的な効果により、練上がり温度 24℃以下を実現することができ、打込み温度 25℃以下の確保に繋がったと考えられる。

今後の課題として、打設速度が速くなるに従い、BP 内の貯蔵ビンにおける粗骨材の滞留時間が短くなることで、十分な冷却効果が得られない可能性がある。そのため、冷却効果の得られる最大の打設速度を把握しておく必要がある。また、それぞれの暑中コンクリート対策の効果を定量的に把握し、より効果的な対策を実施することが重要であると考えられる。

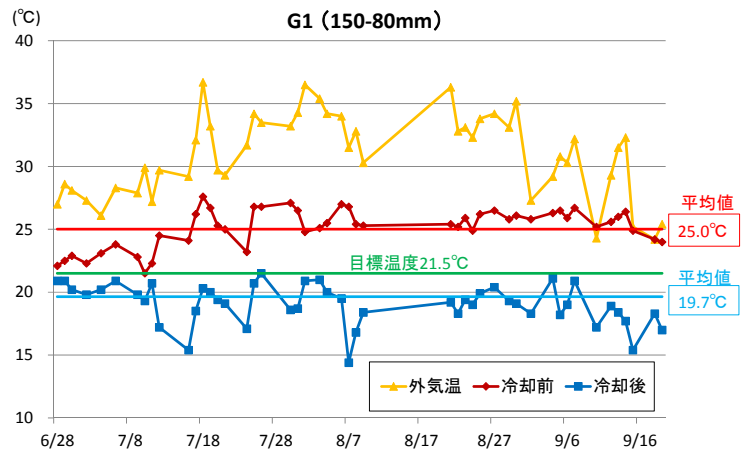


図-1 冷却による粗骨材 (G1) の温度実績

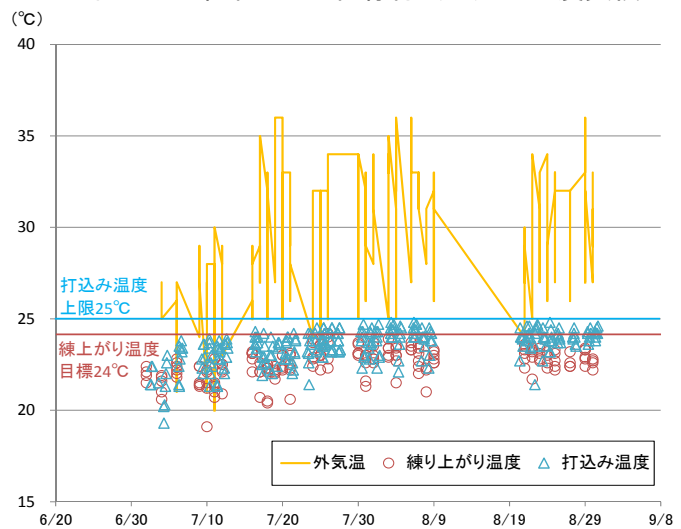


図-2 コンクリートの練上がり温度と打込み温度



(i) セメントサイロへの寒冷紗の設置



(ii) 骨材貯蔵設備への寒冷紗・ツタ系植物の設置
骨材輸送用ベルトコンベアへのカバー設置

写真-2 暑中コンクリート対策