

ダムコンクリートの温度規制の緩和実績について (奥胎内ダム工事報告)

新潟県新発田地域振興局 奥胎内分所

山元長裕樹

鹿島建設(株)北陸支店 正会員

○門脇 要, 阿部 高

鹿島建設(株)北陸支店 正会員

大井 篤, 柴田 勝博, 赤井 喬

鹿島建設(株)技術研究所 正会員

橋本 学, フェロー 坂田 昇

1. はじめに

奥胎内ダムは、2002年3月(H14.3)に着工し、2004年11月(H16.11)1次転流、2010年8月(H22.8)基礎掘削完了、2010年10月(H22.10)打込み開始、2011年10月(H23.10)定礎式と部分工期を着実にこなしてきた堤体の進捗状況は、2012年(H24)11月末現在で、7.8万 m^3 のコンクリートの打込みを完了している。進捗率は、堤体コンクリート:32%、コンクリート工事全体:35%となる。ここでは、奥胎内ダム特有の施工条件を考慮して温度規制計画を検討した経緯および施工実績について報告する。

2. 奥胎内ダムの施工条件について

奥胎内ダムは、磐梯朝日国立公園内でのダム建設工事であり、環境保全の観点から夜間の施工が制限されている。そのため、夏期においても気温が高い日中での打込みを避けることができないことから、コンクリート標準示方書に示されるダムコンクリートの一般的な打込み温度の上限値:25℃以下を満足することが困難であると考えられた。さらに、ダムサイトの気象条件は、2010年(H22)の観測結果から夏期において日平均気温が25℃以上となる期間が7月初旬から9月初旬までの2ヶ月間となり、コンクリートの打込み温度の上限値を25℃とした場合、打込み不可能日数の続発による工期延伸が懸念された。そのため、材料のプレクーリング設備の増強を行うとともに、温度応力解析の結果を基に、奥胎内ダム特有の施工環境を考慮した温度規制計画を策定することとした。

3. 温度規制計画について

(1) 温度規制の方法

コンクリートは硬化時に大量の水和熱を発生し、特にダムコンクリートのようなマスコンクリートでは、適切な対策を講じないとコンクリートの内部温度が著しく上昇し、硬化したマスコンクリートの温度が降下する過程で温度ひび割れが発生するとされている。このため、温度規制の方法として奥胎内ダムでは以下の対策を行っている。

- ①. 水と熱の少ない中熱フライッシュセメント（フライッシュ混合率30%）の採用。
- ②. 内部コンクリート配合のセメント量を当初の計画配合140 kg/m^3 から130 kg/m^3 へ低減（-10 kg/m^3 ）。
- ③. 練混ぜ水をチラーユニットにて冷却。（写真－1）
- ④. 骨材貯蔵ビンの遮光ネット及びチラーユニットによる冷却水での粗骨材への散水冷却。（写真－2）



写真－1 チラーユニット



写真－2 遮光ネット, 散水冷却

キーワード コンクリートダム, 温度規制計画, 温度応力解析, 中熱フライアッシュセメント

連絡先 : 〒950-8550 新潟市中央区万代 1-3-4 鹿島建設(株)北陸支店 TEL 025-243-3761

前述の①～④項目の対策を実施することで、夏期におけるコンクリートの練上がり温度をヒートバランス計算から算出した結果、プレクーリングを行わない場合（練上り温度：32.7℃）に対して対策を行った場合では、コンクリートの練上がり温度を27℃以下に低減できることが判明した。

(2) 温度規制値（打込み温度の上限値）緩和の検討

温度規制対策を具体的に立案した上で、温度応力解析の結果から温度規制値（打込み温度の上限値）を定めることとした。温度応力解析は、2次元 FEM 解析モデルを用いて行い、打込み温度の上限値を 33℃、27℃、25℃の3ケースにおいて実施した。その結果を図-1に示す。解析結果からは、打込み温度の上限値を 33℃とした場合、発生する最大ひずみは93 μ となった。これは、コンクリート標準示方書【ダムコンクリート編】に示される許容ひずみの一般値である 100 μ より小さい値ではあるものの、非常に近い値である。本検討では、コンクリート練上がり温度をヒートバランス計算から算出し、温度応力解析を行った。しかしながら実施工では、夏期の外気温が高い時間帯にコンクリートの打込みを行うため、日中の気温の上昇等によってコンクリートの打込み温度が解析条件より高くなる可能性があり、さらにひずみが増大することが懸念される。一方、打込み温度の上限値を 27℃とした場合、発生するひずみは 50 μ 以下と小さく、この値はコンクリートの引張限界ひずみ 100 μ の半分以下の値でありコンクリートの打込み温度を 27℃としても、温度応力解析上は問題ないと判断された。そこで、温度規制計画では、打込み温度の上限目標値である 25℃を原則とし、夏期の日中に一時的に打込み温度が 25℃以上となる場合は 27℃まで緩和することとした。

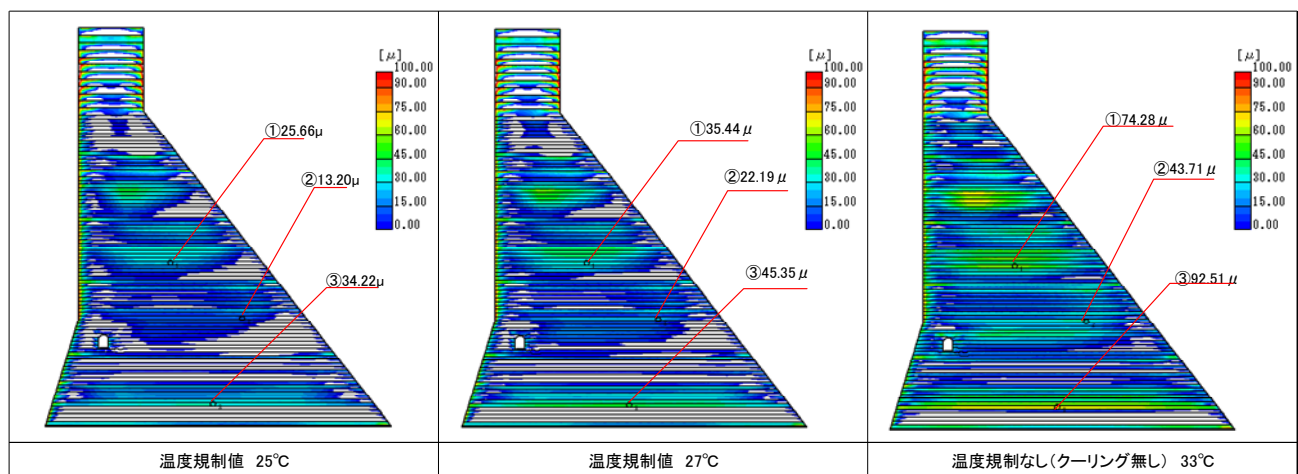


図-1 解析結果の比較（水平ひずみ分布）

4. 施工実績

検討結果より、打込み温度の規制値を 25℃から 27℃に緩和し、2011 年（H23）から 2012 年（H24）の暑中コンクリートの施工を行っている。この期間中のコンクリート温度の測定結果を図-2に示す。

測定結果からは、日平均気温が 30℃近くなる夏期においてもコンクリートの打込み温度が目標値である 25℃以上となったのは数回であり、コンクリート打込み温度の上限値である 27℃を満足することができた。また、2012 年（H24）5 月のひび割れ調査及び同年 11 月まで継続した調査では、堤体上下流方向に発生する有害な温度ひび割れは確認されていない。

5. まとめ

奥胎内ダムは国立公園内でのダム建設工事であり、環境保全面からの施工に関する制約が多い。近年、奥胎内ダムと同様の気象環境条件の山岳ダムや、民家に近いため夜間の制約を受ける里山ダムも多くなっており、当ダムの温度規制緩和の実績が、これらのダムの参考になれば幸いである。

参考文献

1)土木学会：コンクリート標準示方書・ダムコンクリート編，2002，2007

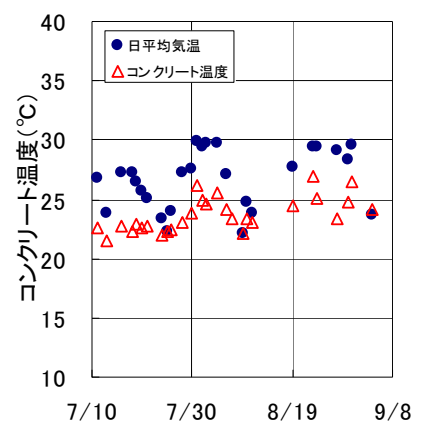


図-2 コンクリート温度