

## 細骨材冷却方式によりプレクーリングを行ったダムコンクリートの温度管理方法の検討

建設省四国地方建設局中筋川総合開発工事事務所 正会員 藤原 喜啓  
清水建設株式会社 正会員 宝示戸 恒夫  
清水建設株式会社 正会員 ○久保田 信弥  
清水建設株式会社 正会員 江渡 正満

### 1. はじめに

コンクリートの打込み温度を下げるプレクーリング工法は、最近では温度ひび割れ制御対策の一つとしても期待される技術であり、その冷却手段も大幅な冷却が可能な液化ガスを用いたものまで出現し、今後その施工実績はさらに増加すると考えられる。<sup>1)</sup>

一方、ダムコンクリートも打込み温度の管理は、通常コンクリート打設地点で温度測定することにより行われる。この場合コンクリート温度は均一温度であるとして測定されるが、材料の一部を冷却するプレクーリング工法においては、打込み温度測定後に  $G_{max}=150\text{mm}$  の粗骨材からの熱移動によるコンクリートの温度上昇が予測され、打込み温度測定のひとつの検討課題と考えられる。

粗骨材からの熱移動については、中原<sup>2)</sup>、大澤<sup>3)</sup>らの報告があり、実験を通してその現象が確認されているが、これを考慮した温度管理方法の提案や、実施工での検証についてはほとんど報告されていない。

本研究は、 $G_{max}=150\text{mm}$  のダムコンクリートのプレクーリングを対象に、粗骨材からの熱移動によるコンクリートの温度上昇を考慮した打込み温度の管理方法に加え、

- ・コンクリート練混ぜ中のミキサーの摩擦熱等により外部から入る熱量、
- ・バッチャープラントから打設現場への運搬中に外部から入る熱量

についても検討したものである。

### 2. 打込み温度管理手法の検討

#### 2. 1 粗骨材からの熱移動による温度上昇確認

粗骨材からの熱移動による温度上昇の程度を確認するため、室内試験および現場試験を実施した。

##### (1) 室内試験

コンクリートの冷却は、液体窒素 ( $\text{LN}_2$ ) により冷却した砂を練混ぜに使用することで行った。温度測定用の試験体は、40cm角の立方体フレッシュコンクリートの外側に、厚さ5cmの硬質ウレタンの断熱養生を施したものである。

図-1に測定結果の代表例を示す。これより、粗骨材温度がモルタル温度とはほぼ同温度になる、すなわち熱平衡状態になるのは練混ぜ開始から20~30分であり、粗骨材からの熱移動による温度上昇量はコンクリートの冷却幅6.5℃の場合、図-1では1.3℃、実験中の最大値は1.7℃であった。

##### (2) 現場試験

室内試験での結果を現場で確認するため、現場試験体を作成し、練上り後の温度上昇測定試験を行った。試験の水準は、コンクリートの冷却幅を0, 2, 5, 10℃の4水準とした。冷却方法は室内試験と同様である。結果は室内試験とほぼ同様な傾向が認められた。

#### 2. 2 打込み温度管理方法の提案

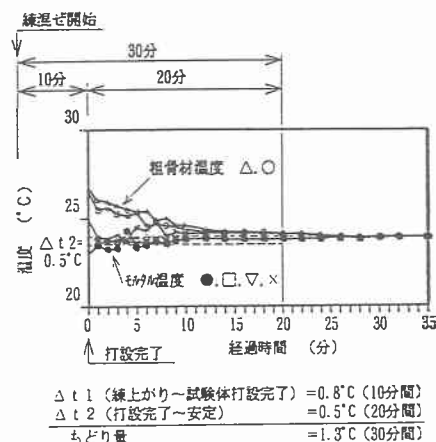


図-1 測定結果の代表例

温度規制は打込み温度に対して実施されるが、ここではバッチャープラント内での練上り温度で管理することを考える。つまり打込み温度の目標に対して、必要となる練上り温度は下記の式によるものとする。

練上り温度＝打込み温度－練上り後の温度上昇量

練上り後の温度上昇要因としては

①運搬中に外部から入る熱量

②粗骨材からの熱移動による温度上昇量（もどり温度）

を考える。上記2つの要因とバッチごとの練上り温度のバラツキを考慮し、バッチャープラントにおける練上り温度の目標値を式(1)のように設定する。

練上り温度目標値＝(打込み温度目標値－(運搬時上昇温度＋粗骨材からの戻り温度)－打込み温度のバラツキ)・・・(1)

なお、ミキサの摩擦熱による温度上昇量についても別途検証し、「橋梁用マスコンクリート設計・施工基準同解説(案)」で用いられている値、 $H=2.3 \times 10^6 \text{ J/m}^3$  で問題ないと判断した。

### 3. 実施工での検証

#### 3. 1 プレクーリング設備の概要

実施工は、中筋川ダム（建設省四国地方建設局）で実施した。プレクーリング設備の概要を図-2に示す。プレクーリングの方法は、練混ぜ水に冷水（5℃以下）を使用することを基本とし、不足分を $\text{LN}_2$ を用いたサンドプレクール工法で対応した。なお、練上りから打設までの所要時間は、約5分でありバケットにより打設を行った。

#### 3. 2 実施結果

平成3～5年の夏期に、計118回のプレクーリング施工を行い、管理手法の検証を行った。温度上昇量の計測は打設現場において1～2時間に1回のサンプリングで行った。なお、粗骨材からのもどり温度は、室内試験より練混ぜ後20分で平衡温度になることからコンクリート打込み15分後のデータを採用した。

施工を通しての平均プレクーリング量は、約2.5℃であった。それに対し、粗骨材からのもどり温度は平均で0.4℃であり、現場試験とほぼ同様な数値が得られた。

練上り温度の管理は、式(1)に基づいて行ったが、練上り後の温度上昇量はクーリング量や外気温などにより影響を受けるので、施工回数10回程度を目安に練上り温度目標値の見直しを行った。このような見直しを実施した結果、打込み温度目標値を十分に満足することができ、管理方法の妥当性が検証できた。

#### 4. おわりに

粗骨材からの熱移動を考慮したダムコンクリートのプレクーリングにおける打込み温度の管理について、温度管理方法を検討し実施工によりその妥当性を確認した。この管理方法は、特に粗骨材最大寸法が大きい配合を用いる場合のプレクーリング工法に対して広く適用できるものと考えられる。なお、末筆であるが、（財）ダム技術センターに多大な御指導御協力を得た。ここに記して、関係各位に謝意を表す次第である。

#### 〈参考文献〉

- 1) 長滝重義、他 ; コンクリートのプレクーリング工法の現状：コンクリート工学 1991.12
- 2) 中原康、他 ; 液体窒素を用いたプレクーリングのダムコンクリートへの適用性；コンクリート工学年次論文報告集 1987
- 3) 大澤賢修、他 ; 液体窒素を用いたダムコンクリートのプレクーリング施工：コンクリート工学 1988.5

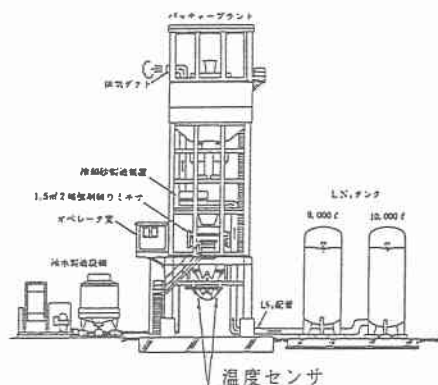


図-2 プレクーリング設備の概要図