

VI-13

細骨材気化冷却設備の冷却特性

(株)熊谷組土木本部土木技術部

正会員 古田島 信義

(株)熊谷組土木本部土木技術部

正会員 佐藤 英明

高知県坂本ダム建設事務所 所長

谷岡 孝雄

高知県坂本ダム建設事務所 工務課長

千光士 眞明

1. はじめに

最近のコンクリート構造物の大型化、多様化、および急速施工などの要請に伴って、ブレッカーリング工法は様々な大型コンクリート構造物の温度ひび割れの制御対策として注目されている。一般的なブレッカーリング工法には、練混ぜ水や骨材などの練混ぜ材料を予め冷却する方法、ならびにコンクリートを練混ぜ時に直接冷却する方法などがあるが、コンクリート骨材の気化冷却法は骨材の表面に付着している水分を低温空気（あるいは低温低湿度空気）によって積極的に気化させて骨材を冷却する方法であり、基本的には骨材の粒径に関わらず細骨材から粗骨材まで冷却が可能である。本報は、坂本ダムで運転中の細骨材気化冷却設備の冷却特性について報告するものである。

2. 細骨材気化冷却システム

細骨材気化冷却システムは、冷風製造設備、細骨材気化冷却塔、冷却砂搬送設備(バケットエレベータ)から構成されている。細骨材気化冷却塔は、細骨材を低温または低温低湿度空気と効率よく熱交換を行う設備で、写真1は坂本ダムにおける細骨材気化冷却設備である。また、図1にそのフロー図を示す。

気化冷却塔の上部にある細骨材貯蔵ビンに一時的に貯蔵される細骨材は、切出し装置により下部の気化冷却塔に排出される。気化冷却塔内部には一定間隔に並べられたローラが格子状に上下方向に配列され、細骨材はその中を分散しながら落下する。表面水を持つ細骨材は、分散・落下の過程で気化冷却塔下部より送風される冷風と効率よく接触し、顕熱および潜熱による熱交換を行うことで冷却する。数秒で約 30℃の細骨材が 10℃前後に冷却される。冷却された細骨材はバケットエレベータ等の搬送設備によりバッチャプラントのトップビンに運ばれる。

本細骨材気化冷却システムは、コンクリートの製造速度と所定の冷却温度との関係から、送風空気の温湿度と細骨材の冷却前後の温度を計測システムにより監視しながら、細骨材の切出し量や冷風の送風量を制御することで運転する。

3. 細骨材気化冷却システムの冷却特性

細骨材が冷却する過程で細骨材の表面水は気化し、

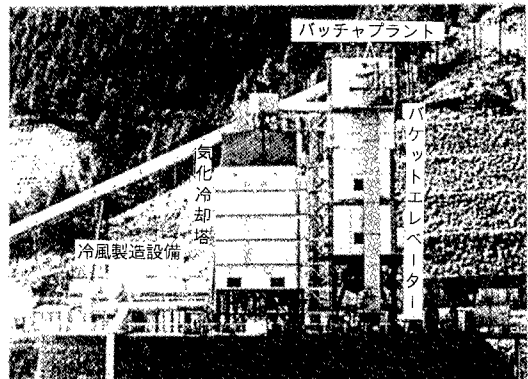


写真1 坂本ダムにおける細骨材気化冷却設備

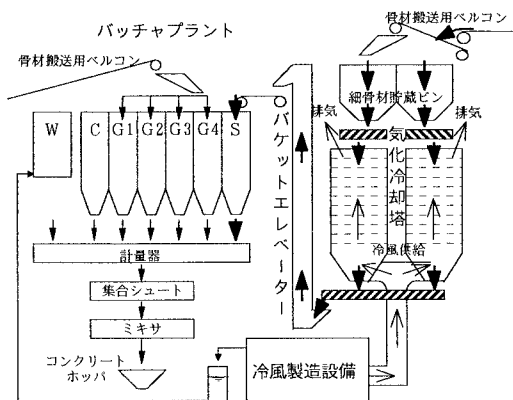


図1 細骨材気化冷却システムフロー図

キーワード：ブレッカーリング、気化冷却法、マスコンクリート、気化、温度応力

連絡先：(株)熊谷組土木技術部 〒162-8557 新宿区津久戸町 2-1 TEL:03-3235-8647 FAX:03-3266-8525

表面水率は低下する。図2は、坂本ダムにおける細骨材気化冷却システムの冷却特性確認結果の一例を示したもので、冷却温度幅が約12℃～17.5℃に対し表面水率の低下量は約0.2%～1.2%、平均で約0.62%であった。若干ではあるがこれらの間には冷却温度幅が大きくなるに従って、表面水率の低下量が増加する傾向が見られた。また、細骨材の冷却温度は、送風空気の状態や送風量および細骨材の処理量などによって異なる。図3は、それらを変えて坂本ダムにおける細骨材気化冷却システムの冷却特性を確認した結果で、砂空気比と冷却効率(=(骨材初期温度－骨材冷却温度)/(骨材初期温度－送風湿球温度))をパラメータとして示した。砂空気比とは細骨材の処理量に対する送風空気量であり、以下の式で現される。

$$\text{砂空気比} = \frac{L \cdot C_L}{G}$$

ここに、砂空気比 (kcal/kg℃)、L：細骨材の単位時間当たりの処理量 (kgf/min)、 C_L ：細骨材の等価比熱 (kcal/kgf℃)、G：単位時間当たりの送風空気量 (kg/min) である。ここで等価比熱とは表面水率を考慮した換算比熱であり、次式で求めることができる。

$$C_L = \frac{C_S + C_W \cdot W_{SA}/100}{1 + W_{SA}/100}$$

ここに、 C_S ：細骨材の表乾比熱(kcal/kgf℃)、 C_W ：水の比熱(kcal/kgf℃)、 W_{SA} ：表面水率(%)である。図3より砂空気比が小さいほど冷却効率が高く、砂空気比が2.0以下では冷却効率が最大で約90%程度になっていることが分かる。つまり約30℃程度の細骨材を湿球温度7℃程度の冷風で冷却する場合、およそ9℃(湿球温度+2℃程度)まで冷却することができることになる。以上の結果は、室内実験結果とほぼ一致していることを確認した。1) 2) 3)

4. おわりに

気化冷却法は細骨材および粗骨材のブレーキング方法として(株)熊谷組が石川島建機(株)と共同で開発したもので、気化冷却法の特徴としては、有害な排出物が無く無公害、同一原理で細骨材から大粒径の粗骨材まで対応可能、構造が単純でメンテナンスが容易、コンクリートの製造・打設サイクルに影響を与えない、ランニングコストが比較的安価、濁水処理設備が不要等があげられる。これら多くの特徴と今回報告した冷却特性の結果から、ここで紹介した気化冷却法はコンクリートダムをはじめとして大量にコンクリートを打設するような場合における、コンクリートのブレーキング工法として非常に有効であることを確認した。

<参考文献>

- 1) 佐藤英明、本名誠二、他／ダムコンクリートの骨材冷却に関する基礎的研究（その1）、（その2）、第17回土木学会関東支部技術研究発表会 講演概要集 平成2年3月
- 2) 佐藤英明、本名誠二、谷口安夫／ダム用コンクリート骨材の気化冷却技術に関する基礎研究、熊谷技報第49号 1991.3
- 3) 佐藤英明、本名誠二、江上良二／気化冷却を利用した細骨材冷却法の開発、熊谷組技術研究報告、第53号、1994.10

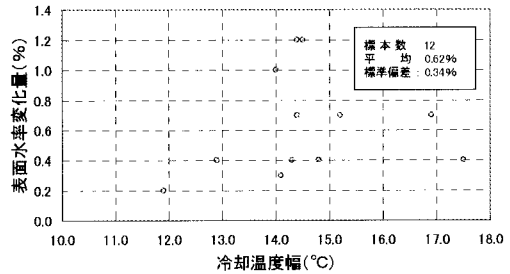


図2 表面水率の変化量

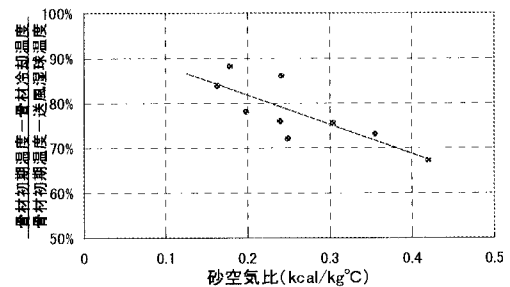


図3 細骨材気化冷却システムの冷却特性