

## VI-36

## 骨材水浸冷却によるプレクーリング工法の開発

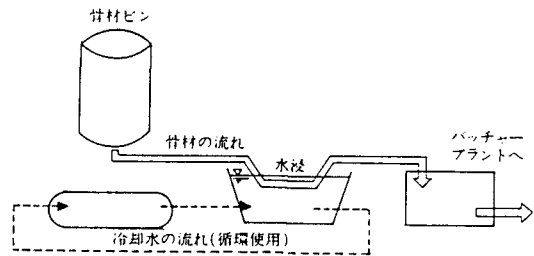
(株)熊谷組大阪支店 正会員 木村 信夫  
 本州四国連絡橋公団 正会員 有馬 勇  
 (株)セ イ ア 山田 隆三  
 (株)ア イ ビ ー 竹内 正之

## 1. はじめに

コンクリートのプレクーリング工法は、マスコンクリートの温度ひび割れ制御対策の有力な手段として多くの施工現場で採用されている。プレクーリング工法は、練混ぜ水を冷却する方法（練混ぜ水の一部を水に置き換える方法を含む）、骨材を冷却する方法および練上がったコンクリートを冷却する方法等がある。今回筆者らが開発したプレクーリング工法は、骨材を冷却水に浸すことによって冷却する骨材水浸冷却工法である。当工法は、コンクリート中の熱容量が最も大きく冷却効果の高い粗骨材に着目し、従来、同様の方法で実用化の障害となっていた濁水の処理、冷却効率および表面水の安定性の面等を改善したものである。実用化に際しては各種試験を行って性能を確認し、現在本州四国連絡橋公団が建設中の明石海峡大橋4Aアンカレイジのマスコンクリート打設に使用している。本報文では実用化に際して実施した各種試験結果および当工法におけるプレクーリング効果について記す。

## 2. 設備概要

当工法のシステムは、①冷却水製造用チラー、②骨材冷却水槽、③水切り装置で構成されている。システム全体図を、図-1に、各設備の特徴を表-1に示す。骨材の冷却は、コンクリート製造時に骨材冷却水槽でリアルタイムに行い、水切り装置によって骨材表面水を安定させた後パッチャープラントへ供給する。



①冷却水製造用チラー ②骨材冷却水槽 ③水切り装置

図-1 粗骨材の水浸冷却システム

## 3. 実用化試験の概要

実用化に当たっては、粗骨材（粒径40～5mm）を対象として、各種試験を実施した。試験項目を表-2に示す。室内試験でその特性を把握した後、小規模なクーリングプラントを製作し、実機プラントの設計資料を得ることを目的として、連続運転によるシステム全体のチェックを行った。

表-2 粗骨材水浸冷却試験

| 試験項目       | 試験内容                                                                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 水浸冷却効果確認試験 | ・水浸時間と冷却効果の確認試験<br>・積載厚さによる冷却温度の確認試験                                  |
| 冷却水濁度確認試験  | ・水洗い試験による微粒分厚の確認試験<br>・微粒分集積方法の改良試験<br>・循環冷却水の濁度確認試験<br>・チラー設備の濁度確認試験 |
| 水切り効果確認試験  | ・水切り設備の比較試験<br>・表面水率の確認試験                                             |
| 水浸冷却システム試験 | ・システム全体での確認試験                                                         |

表-1 粗骨材の水浸冷却システムの設備特長

| 設備         | 付帯装置          | 特長                                                                 |
|------------|---------------|--------------------------------------------------------------------|
| 水浸冷却水槽     | ハイドロポンプ（搬送装置） | 粗骨材を搬送する際に冷却水をパイプの間隙から透過しやすくする。また水浸時間を任意に設定できる。                    |
|            | 骨材盛上げ装置       | 投入骨材のベルコン上の厚みを調整し、一定にする。                                           |
|            | 微粒分集積管        | 水流によって水槽底に沈降した微粒分を一定の場所に集める。                                       |
|            | 微粒分回収ポンプ      | 一定の場所に集積した微粒分を吸収して水槽上部から流出させる。                                     |
| 冷却水装置（チラー） | クッションタンク      | 循環水は水槽底部から出て水槽上部に返ってくるように配管されている。冷却水槽から出た循環水の内に含まれる粒径の大きい骨材を沈降させる。 |
|            | その他           | 冷却水を濁水処理することなく循環冷却できる。                                             |
| 振動ふり       | ふり網           | 2段ふり網で、層厚を均等にして水切り効果を高めている。                                        |

#### 4. 試験結果

試験結果の主なものを、以下に示す。

##### (1) 水浸冷却効果確認試験

水浸時間および積載厚さをパラメーターとして、冷却効果の確認試験を行った。その試験結果の一例を図-2に示す。水浸後の骨材の温度は、骨材冷却後の冷却水の温度を $\alpha$ とすると、95%の信頼率で、

60秒水浸させた場合  $\alpha + (2.27 \pm 0.2) ^\circ\text{C}$

80秒水浸させた場合  $\alpha + (1.80 \pm 0.3) ^\circ\text{C}$  であった。

##### (2) 冷却水濁度確認試験

循環冷却水の濁度の変化を調べるために試験を実施した。試験条件を表-3に、試験結果を図-3に示す。試験結果より冷却水の濁度は約 80,000ppmで安定し、一定値に収束することが判明した。これは循環使用することで骨材中の微粒分付着量が変化しないことを示している。当システムで使用するチラーは、100,000ppm以上の濁水でも循環使用が可能であり、濁水処理および冷却効率の問題が改善されることが確認できた。

##### (3) 水切り効果確認試験

試験条件は表-3にあわせてしめす。試験結果より濁度安定時において水切り装置通過後の表面水率は、信頼率95%で  $0.76 \pm 0.03(\%)$  (40-20)、 $1.13 \pm 0.05(\%)$

(20-05) であった。したがって、振動ふるいで均一に水切りが行えることを確認した。

#### 5. 運用実績

骨材水浸冷却工法を使用して約  $73,000\text{m}^3$  のコンクリートのプレクーリングを行った。システムの能力及び実績を表-4に示す。夏場においては本工法以外にサンドスタビライザーによる細骨材のクーリング、練混ぜ水の冷水使用ならびに粗骨材の事前散水によるクーリングを併用した。その結果、表に示すように練上がり温度は、 $12 \sim 13^\circ\text{C}$  と極めて小さい値となった。このうち工法によるプレクーリングの効果は全体の6割程度と推定される。

#### 6. まとめ

本工法の特徴は、冷却水温度を任意に変化させることで、粗骨材温度を自由に調整でき必要最小限のコストで温度管理が可能である。なお今後の展開としては、細骨材に関しても良好な水切り装置が開発されれば、非常に有効なクーリングシステムが構築できると考えられる。また本システムは搬送ラインの中間に組み込むことも可能であり、既製のプラントへの適用も十分考えられる。

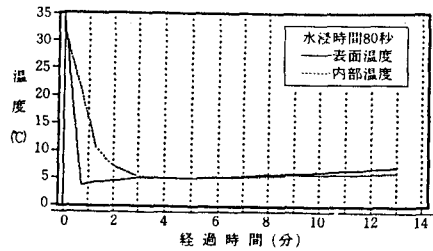


図-2 粗骨材水浸冷却効果確認試験概要

表-3 水浸冷却試験条件

| 項 目       | 条 件                    |
|-----------|------------------------|
| 粗骨材       | 粒 径 40-20mm, 20-05mm   |
| 骨 入 量     | 500kg/min              |
| 材 総 入 量   | 約350m <sup>3</sup>     |
| 水 浸 時 間   | 60秒or80秒               |
| 冷却水循環量    | 1.2m <sup>3</sup> /min |
| 振 動 ふ る い | 振幅13mm<br>振動数900rpm    |

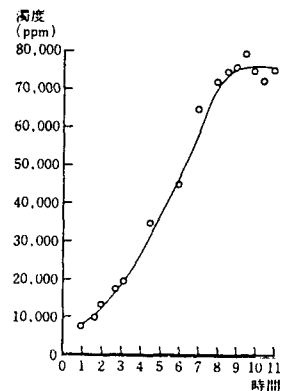


図-3 水浸による骨材温度の経時変化

表-4 水浸冷却システムと実績

| 項 目            | 能 力                                                |
|----------------|----------------------------------------------------|
| ・冷却処理能力        | 225t/h×2基                                          |
| ・水 浸 時 間       | 設定90秒 (イバ-仕様で変更可)                                  |
| ・水浸後骨材温度       | 5℃±1℃ (真夏は散水冷却併用)                                  |
| ・水浸後骨材表面水率     | (40-20) ----- 0.5~1.0 %<br>(20-05) ----- 1.0~1.5 % |
| ・コンクリート練り上がり温度 | 12~13℃<br>(ワグスチラー及練水冷水の併用)                         |
| ・冷却水濁度         | 80,000 ~ 90,000 ppm                                |