

# 夏季施工における橋脚コンクリートの品質向上について

(社)高知県土木施工管理技士会  
 入交建設株式会社  
 土木部 次長  
 山本 稔 治  
 Toshiji Yamamoto

## 1. はじめに

県道高知南インター線は、高知自動車道の高知ICから高知東自動車道の高知南ICを結ぶバイパス道路で、高知市の東部を南北に縦断し、高知市内から桂浜、牧野植物園などの観光地や高知龍馬空港へのアクセス道路としても早期の完成が期待されている高規格道路である。

県道高知南インター線の建設工事の内、絶海池

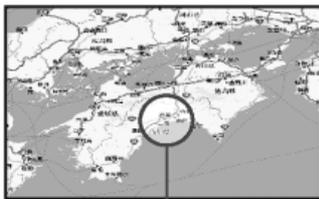


図-1  
 施工箇所位置図



図-2 施工箇所位置図

に架かる橋梁の下部工事は工期が制約され、夏季での躯体コンクリートの施工を余儀なくされた。この時期のコンクリートは暑中コンクリートとして取扱われ、特に橋脚等のマッシブな構造物ではセメントの水和反応が顕著となりコンクリートの品質に悪影響を及ぼす。当工事ではコンクリートの品質確保のため、様々な対策を講じた。

工事概要

- (1) 工事名：県道高知南インター線道路改築  
 (絶海池橋下部工P1～P5) 工事
- (2) 発注者：高知県
- (3) 工事場所：高知県高知市高須
- (4) 工期：平成21年1月14日～  
 平成21年10月25日

## 2. 現場における課題・問題点

セメントの水和熱の影響により、コンクリートにコールドジョイントや温度ひび割れの発生が懸念された。温度ひび割れには内部拘束によるものと外部拘束によるものの2種類があり、そのメカニズムは以下のとおりである。

### (1) 内部拘束による温度ひび割れ

橋脚のようなマスコンクリートは形状寸法が大きい為に水和反応による発熱が高くなり、コンクリート中心部で断熱状態に近くなる。しかし表面部分は外気に接している為に放熱が大きく温度上

昇は少ない。その為、中心部は熱膨張しようとするが表面部に拘束され圧縮力が作用し、逆に表面部分は熱膨張により引張力が生じる。コンクリートの特性として圧縮強度には強い抵抗性を有しているが引張強度は圧縮強度の1/8～1/13程度と非常に小さい為、引張力が作用するコンクリートの表面にひび割れが発生しやすくなる。

内部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの内部と表面の温度差が最も大きい内部温度上昇のピーク時（打設後3日～4日）に発生しやすい。

## (2) 外部拘束による温度ひび割れ

水和反応により体積が熱膨張した状態で硬化したコンクリートは部材の温度下降とともに体積は収縮しようとする。そこで部材の端部が旧コンクリートに拘束された（外部拘束）場合には、温度降下過程において部材内に引張応力が発生する。その時の引張応力がコンクリートの有する引張強度を超えた時に温度ひび割れが生じる。外部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの内部温度がある程度降下した時期（打設後7日～1ヶ月）に発生しやすい。

## 3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

### 〔基本事項〕

コンクリートの品質を阻害する要因として内部拘束と外部拘束による『温度ひび割れ』は特定できたが、この対策だけでなく、当現場ではコンクリート施工の基本に基づき『より良いコンクリート構造物』の構築という総括的な目標を掲げた。

対策はわかりやすくするため施工順序に基づいてコンクリート打設前・打設中・打設後における項目に整理し、関係者全員に周知させコンクリート構造物の品質向上に努めた。

### A. コンクリート打設前における事前対策

#### (1) コンクリート工場における設備の確認

施工に先立ち生コン工場の設備や材料（セメント・骨材・練混ぜ水等）の品質及び保管方法、配合や運搬方法の調査を当社所属のコンクリート専門技術者（コンクリート主任技士・コンクリート

診断士）の立会によって調査して確認を行った。

#### (2) 暑中コンクリート配合における確認

コンクリート夏季補正においては単位水量を増加せず、混和剤の種類のみで夏季の配合にした。単位水量で補正する場合はセメント量の増加が必要となり、その分水和熱の発生も多くなる。また、今回使用した混和剤は遅延型であり、水和熱の発生を抑える効果があったと思われる。

#### (3) コンクリート講習会（勉強会）の実施

コンクリート工事の施工関係者全員（作業員・コンクリートポンプ圧送会社・生コン会社の試験室担当者・施工現場職員・発注者）で施工に先立ち『より良いコンクリート構造物を施工する工夫』と題して講習会（勉強会）を行った。

これはコンクリートの性質や施工上の注意点（特に暑中コンクリートでの注意点）について関係者全員に理解をしてもらう目的で実施した。



写真-1 コンクリート講習会の状況

### B. コンクリート打設時における対策

#### (1) コンクリート打設手順の確認会（打合せ）実施

事前に各施工箇所や打設ロットごとに打設計画（作業手順書）を作成して、打設量や打設時間の設定を行った。そして、打設方法・作業の役割分担を確認する目的で『コンクリートの打設手順の確認会（打合せ）』を作業開始前に実施した。

打設手順の確認会（打合せ）は全てのコンクリート打設前に実施し、打設方法の徹底を図った。



写真-2 コンクリート打設手順確認会の状況

### (2) 運搬方法の工夫と確認

コンクリート打設計画については、各打設ロット毎に打設計画書を作成して時間当たり打設量を設定し、生コン工場にはアジテーター車の配車間隔を指示して待機時間を減らし、コンクリート温度の上昇を防いだ。コンクリートの施工時間帯はすべて気温の低い早朝から開始し、午前中には完了させるようにした。

アジテーター車においては運搬中の温度上昇を抑える為、生コン工場に依頼してドラムの部分に日射をさえぎる『ドラムクーリングカバー』を取付けた。



写真-3 コンクリート運搬時遮光カバー設置状況

### (3) ガラス繊維ネットと用心鉄筋の設置

温度ひび割れを防止する為、『ガラス繊維ネット』を鉛直方向に50cm 間隔で鉄筋の外面に設置した。また、外部拘束ひび割れは下部より上部に向かって発生が予想されるので、打設ロットの最下部には延長方向にD16mm の用心鉄筋を20cm の間隔で配置しひび割れを未然に防止した。

### (4) コンクリート打設時の温度上昇対策と養生について

コンクリート打設中には、日射による影響を緩和させる為、打設箇所上部に遮光ネットを全面に設置した。また、外気温の高い時期である事から、コンクリート表面より水分が急激に蒸発して発生する初期乾燥ひび割れ（プラスチック収縮ひび割れ）も懸念されたので、天端の仕上げ時に被膜養生剤を散布して水分の蒸発を防いだ。



写真-4 初期乾燥ひび割れ防止（被膜養生剤使用）

### C. コンクリート打設後の対策

① 独自のパイプクーリングによる施工について  
温度ひび割れ対策として打設時のコンクリート温度を低く抑えることも効果はあるが、特に大切な事は打設後の水和熱によるコンクリート温度の上昇を制御する事である。今回は暑中のマスコンクリートで水和反応が促進され温度ひび割れの発生する危険が高い事から、通常は行わない独自の『パイプクーリング』を採用した。

〔当現場で行ったパイプクーリングの方法〕

躯体内部鉛直方向に各打設ロットの上から下までφ75mm のシース管を2 m 間隔に設置した。コンクリート打設後ゴムホースによりシース管下端より冷水を入れ、そのまま管上部よりオーバーフローさせる様にした。供給した冷水（10 l /min）はコンクリート内部で熱交換を行い、26℃であった冷水はオーバーフロー時には48℃になっていた。実に220kcal/min の発熱を抑えたことになる。

この方法はコンクリート内部は冷水で温度を下げ、コンクリート表面は温水により温度を上げる事が出来る為、双方の温度差を少なくでき、ひび割れ抑止効果は絶大であった。

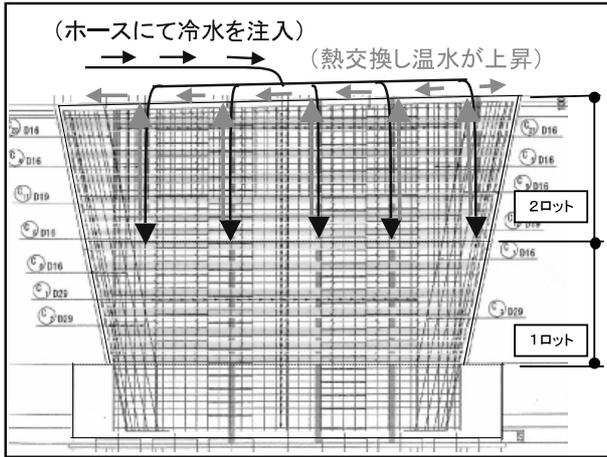


図-3 パイプクーリング施工図（正面図）

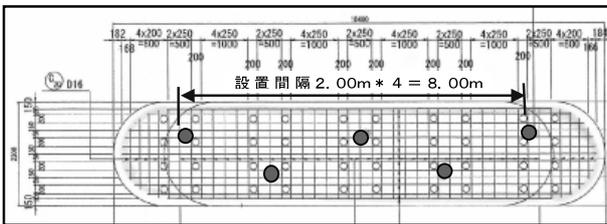


図-4 パイプクーリング施工図（平面図）

② その後の湛水養生と温度管理について

コンクリート内部の温度上昇は打設後3日～4日でピークとなり、その後は緩やかに下降する。その温度降下によりコンクリートが収縮し、外部拘束によるひび割れが発生する。このひび割れを防ぐには、コンクリート内部の温度下降を出来る

だけ緩やかにし、コンクリートの収縮を遅らせ、引張応力を受ける時期にコンクリートの引張強度を確保する事である。その為、今回実施したパイプクーリングでは、内部温度のピーク時以降は冷水の供給を止めて温水をそのまま湛水し、コンクリートを保温した。コンクリートの温度管理はデータ管理の容易なハンディロガーを使用して、コンクリート内部と外部の温度を常に把握し、水和熱による温度ひび割れの抑制を行った。



写真-5 パイプクーリングによる温度抑制状況

4. おわりに

今回の施工は、ひび割れ制御には非常に厳しい時期の工事であった。当工事では最善と考えられ

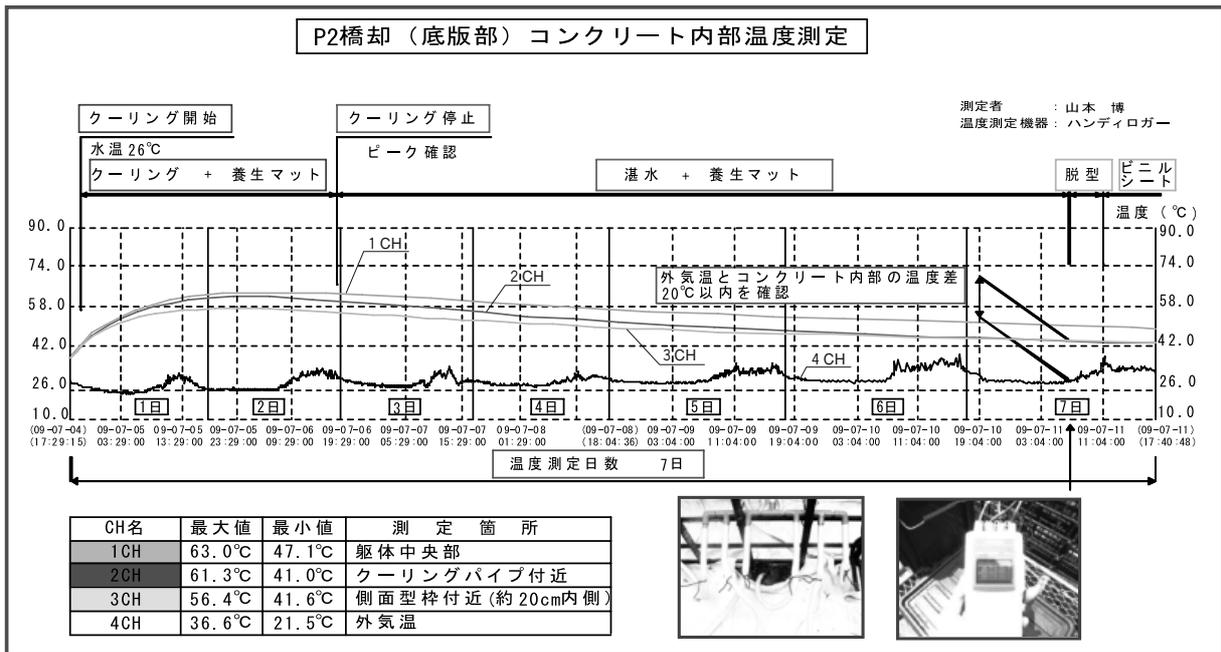


図-5 パイプクーリングによる温度管理状況

る施工方法はすべて取り入れ実施した。結果はひび割れはもとよりその他の初期欠陥も無く、出来映えの良いコンクリートに仕上がったと思う。

今回の施工は、橋脚5基のみであり、その重要性からこの施工方法はすべての構造物で実施した。そのため、残念ながらどの施工方法が最も効果的であったかの検証はできていない。個人的な所見としては、どの施工方法もそれなりに効果はあると思えるが、中でもパイプクーリングが最も効果的であり、コンクリート内部温度の上昇時には冷水にて内部を冷やし、下降時には保温して温度降

下を緩やかにしたことが良かったと思う。

施工開始前より『より良いコンクリート構造物を造る』事を目標に掲げて施工管理を行ってきたが、発注者の御理解、施工現場の職員、作業員の積極的な取組みにより、厳しい施工時期に良い品質のコンクリート構造物の施工が出来たと思う。

私共、土木構造物の構築においては経済的な事など多くの課題はあるが、いかなる時でも品質に妥協せず、『より良い構造物』を造っていかなくてはならないと再認識をした。