

## 寒中コンクリートの温度ひび割れ防止対策

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社 土木舗装部  
主任

石田 弘樹  
Hiroki Ishida

### 1. はじめに

本工事は、北海道横断自動車道の本別町に位置し、貴老路大橋 A2 橋台を施工する工事です。A2 橋台は沢部に地下排水工を施工し、盛土体の上に橋梁下部工を施工する盛りこぼし橋台の形状(写真-1)です。橋梁下部工は場所打ち杭  $\phi 1,500$  L=28.00m×6 本に躯体コンクリート寸法は W=11.25m L=6.75m H=2.50m です。

躯体コンクリート施工時期は路体部分の高さ 30m 以上の盛土施工後に行われるので、厳寒期にあたる 1 月の施工になりました。施工場所の本別町は 1 月の日平均気温が  $-9^{\circ}\text{C}$  であり、マスコンクリートの施工について寒中コンクリートの対策検討・計画の立案・実施結果を報告します。



写真-1 盛りこぼし橋台

### 工事概要

- (1) 工事名：北海道横断自動車道 本別町  
貴老路道路改良工事
- (2) 工事場所：中川郡本別町
- (3) 工期：平成19年6月21日～  
平成20年2月22日
- (4) 工事内容：盛土工 43,550m<sup>3</sup>  
橋台下部工 (A-2) 1基

### 2. 現場における課題・問題点

施工する橋台がマスコンクリートの性状を有する事から水和発熱による温度ひび割れの発生が懸念されます。水和発熱を上げすぎない打設温度の設定・管理と寒中コンクリートの給熱温度が重要になります。

マスコンクリートは給熱養生終了時にコンクリート自体の温度と外気温との温度差が温度ひび割れを発生させる要因にもなります。本別町は最低気温が  $-20^{\circ}\text{C}$  近くにもなる地域なので養生終了時のコンクリートの温度対策も必要になります。

計画、施工で重点を置いたのは以下の2点です。

- (1) 水和発熱を抑えるために生コンの搬入および打設温度を低くする。
- (2) 給熱養生温度と養生方法・期間の検討。

### 3. 対応策・工夫・改良点

マスコンクリートの水和発熱量（温度）の推定には（社）日本コンクリート工学協会の「マスコンクリートの温度応力解析用パソコンプログラム JCMAC 1」を使用しました。

使用するコンクリートは普通ポルトランドセメント（24-8-40）、単位セメント量290kg/m<sup>3</sup>で養生方法を検討し施工しました。

(1) 水和発熱を抑えるために生コンの搬入および打設温度を低くする。

寒中期の施工になるため、生コン練り混ぜ時や打設温度を10℃以下で計画するのは施工時に生コンの凍結によるコンクリートの凝結不良や生コン圧送車の配管づまりの原因になります。生コン工場では蒸気や温水による加熱を行いますが、必要以上の生コンの加熱は施工するコンクリートの水和発熱を促進させ、温度ひび割れの発生や凝結が早められる事でコンクリート組織の緻密さが失われ、長期耐久性に劣る構造物になってしまいます。

検討時には打設温度10℃と15℃での比較検討を行いました。（図-1 参照）

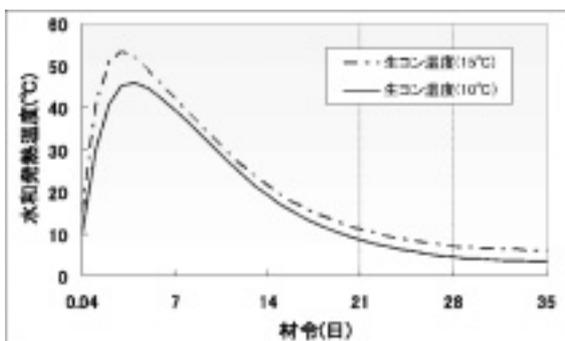


図-1 コンクリート内部発熱温度解析比較

最大上昇温度で6℃程度の差があり、生コンの温度を下げる事は、水和発熱を抑制するのに有効と判断します。施工では寒中期の凍結による施工不良も考慮して、搬入温度10℃を目標として生コン工場と打ち合わせし、施工を行いました。

(2) 給熱養生温度と養生方法・期間の検討。

コンクリート内部と表面の温度差が大きくなると拘束応力により温度ひび割れが発生します。検討では、コンクリートの強度発現後に上部工引き渡しを目的とし、給熱養生温度を10℃で設定し下記の検討1に設定しました。

・検討1 : 打設温度10℃、防寒養生囲内温度10℃7日、0℃養生2日、型枠解体を材令8日で実施し、解体までの期間は湛水養生を行う条件でコンクリート内部・表面（側面、天端）の温度経過を推定しました（図-2 参照）。

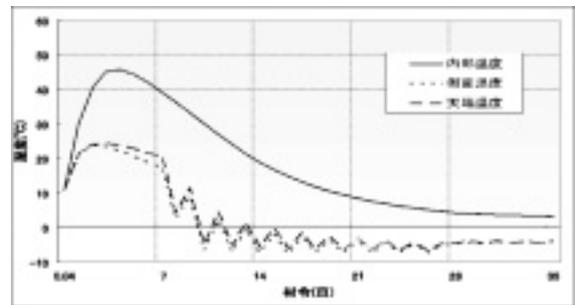


図-2 検討1 解析発熱温度

検討1の推定結果は型枠解体時にコンクリート表面部が囲内温度0℃で急冷されてしまい、温度差が大きくなる結果になります。給熱養生終了後は外気温にさらされるため30℃以上の温度差が発生し、材令もまだ14日以下でコンクリート強度も伸びている期間なので温度ひび割れの発生が懸念される結果となりました。この推定結果をふまえ、再度検討することとします。

・検討2 : 型枠解体時や給熱養生の温度を変化させコンクリート温度と外部温度との差を解消するために、防寒養生囲内温度10℃期間の後に5℃1日間の温度低下予備期間を設け、その後0℃2日間の給熱養生を検討しました。外気温にさらされる0℃養生後は、断熱材でコンクリート側面を囲い、施工箇所での平均気温-9℃、最低外気温-20℃以下に対して急冷防止対策を検討・推定しました。（図-3 参照）

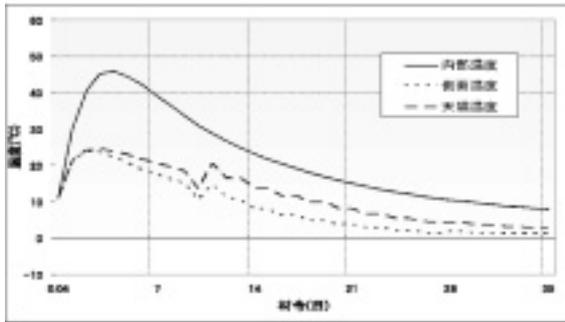


図-3 検討2解析発熱温度

推定結果は、給熱温度10℃から5℃、更に0℃と段階的に囲内温度を下げることで型枠解体時に急冷を防ぐことができ、コンクリート内部・表面の温度差を大幅に解消できる結果となりました。給熱養生終了後の断熱材の設置も保温効果が期待でき、外気温による急冷を予防できる推定結果となりました。

これらの推定により、温度ひび割れの防止対策として検討2の養生方法を採用し施工を行いました。

給熱養生はジェットヒーター4台を足場下段に、送風機2台を囲内最上部に設置する設備としました。各ヒーターにはサーモスタッドを設置し囲内の温度がある程度一定になるよう管理を行いました。

湛水養生の為にコンクリート合板型枠を底版天端より10cm程度高くし、合板継ぎ目をコーキングすることで湛水養生実施の工夫(写真-2参照)をしました。養生時の水が低温であるとコンクリートが急冷されるため、初期養生時は温水を使用しています。湛水養生を型枠解体時の材令8日目まで実施し、更に急激な乾燥予防のため型枠解体後養生マットに散水を実施しています。

防寒養生囲解体時には厚さ5cmの断熱材(写真-3参照)を設置し、コンクリートが外気温によって急冷されて起こる温度ひび割れを予防しました。

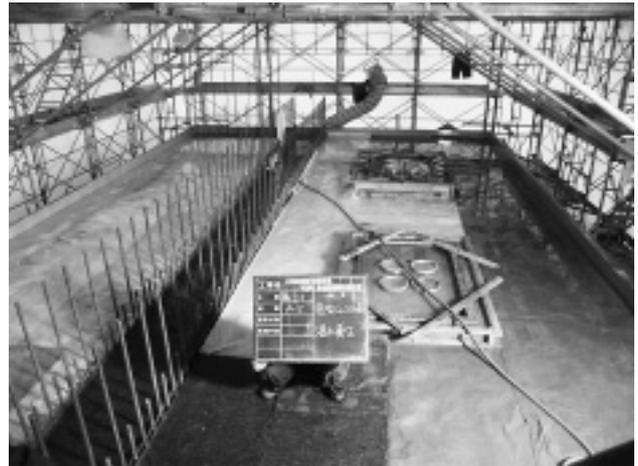


写真-2 湛水養生実施状況



写真-3 断熱材養生実施状況

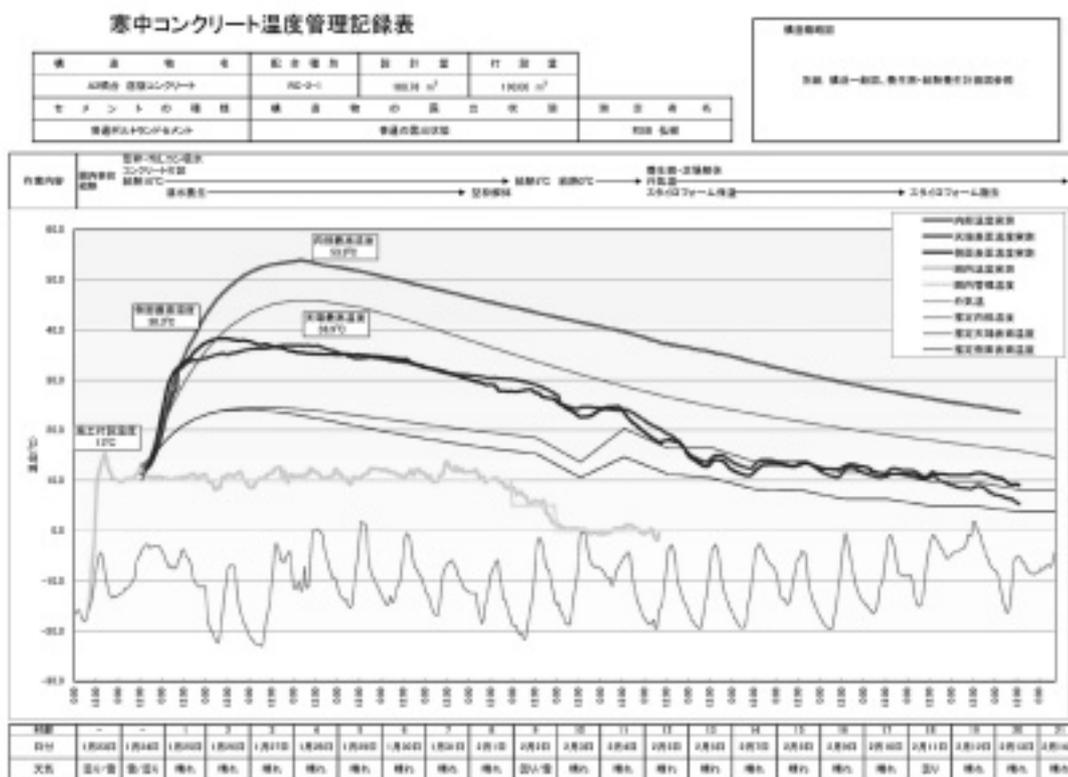
#### 4. おわりに

検討・計画では設定打設温度を10℃で予定していたのが、施工では平均13℃での打設になった事、湛水した養生の水がコンクリートの発熱によって25℃程度まで上昇し、予想以上に保温されたためかコンクリート内部温度の温度降下が予定より緩やかになりました。

また、-20℃近くまで外気温にさらされる給熱養生終了後に断熱材を設置しなければ温度ひび割れが発生していたと考えられます。(表-1：囲い撤去後、連日最低気温が-20℃)

マスコンクリートは、水和発熱による温度管理の難しさ、目的にあった養生方法の計画・施工が重要だと実感しました。今回は予想を超えてコンクリート温度が上昇したものの、湛水による乾燥

表-1 寒中コンクリート温度管理記録表



防止、給熱温度・期間、断熱材保温を計画・施工したのは適切であったと考えます。北海道の厳しい冬期間のコンクリート品質管理は、同じ現場条件があり得ないので毎回思案の連続です。

これからは、過去の施工例も参考にしながら自

分なりに問題点を分析し、温度解析を行います。

また、自分自身の技術向上のためにも今年もコンクリート技士の資格試験に挑戦し、1回で合格するよう頑張るつもりです。