

北海道の厳寒期におけるコンクリート工事

北海道土木施工管理技士会

会 員 小 浅 明 仁

1 . はじめに

私たち北海道で生活する者にとって、冬の寒さは良きにつけ、悪きにつけ避けて通れない問題です。特に我々のように屋外で作業をする職業にとっては、この寒さの克服こそが永遠のテーマとも言えるでしょう。そこで当社が施工する橋梁架換工事のコンクリート施工を例に取り報告したいと思います。

北海道の太平洋側に位置する帯広は、西高東低の気圧配置となる1月、2月は大変良く晴れ渡り、放射冷却現象により最低気温は - 3 0 近くに、又平均最低気温の平年値でも - 1 5 以下になります。(図 - 1) そのような環境の中、当工事は平成9年度に着手し、平成13年の供用開始を目指して、現在橋梁下部工の築造が順次行われています。

従来の寒中コンクリート施工においては、施工仕様書の管理基準に従い、かつ、経験を加味した施工対策を行って来ましたが、必しも満足できる出来ればかりでなく、クラックの発生が認められる事も有りました。そこで今回は、今までの施工管理を一歩進めて、この問題を全社的課題として取り組み、今までに蓄積したデータを活用し、現場としてどのような対策が取れるのかを検討しました。

2 . 工事概要

工 事 名 : 道々豊頃糠内芽室線 第二大川橋架換工事 (その 3)

工 期 : 平成10年10月14日 ~ 平成11年3月25日

場 所 : 帯広市大正町 (十勝川水系札内川)

工 事 概 要 : 上部工 PC5径間連続ポステン箱桁

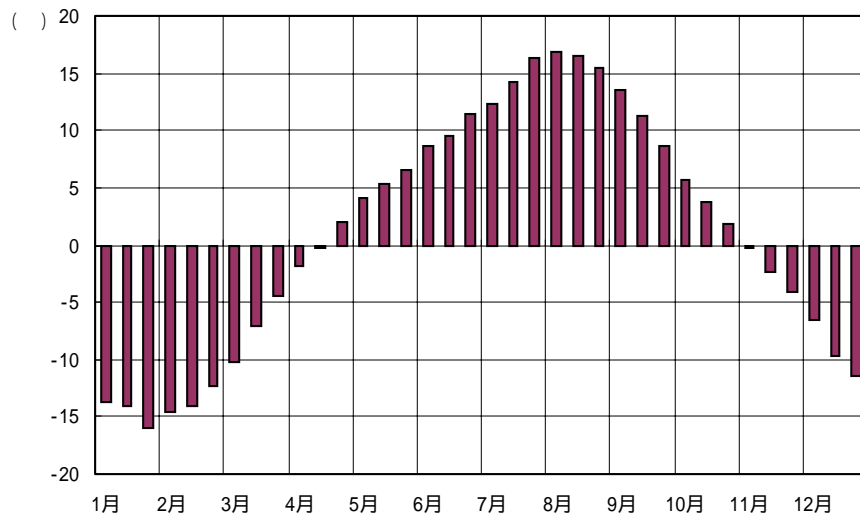
下部工 逆T式橋台2基、小判柱式橋脚4基

橋 長 395.3m

幅 員 8.50m + 2 × 3.50m

(上記工事量の内今回対象工事はP - 3橋脚1基)

帯広地区最低気温平年値（30年平均）



(図 - 1)

資料：日本気象協会帯広支部

3 . 原因の考察と計画

過去にクラックの発生した、同種構造物の同時期施工による資料を検討した所、コンクリートの内部温度と、防寒囲い内温度及び型枠脱型時期に、大きな関連が有ることがわかりました。

-) コンクリートの表面部温度と内部温度の差、すなわち温度勾配が30を超えると表面にヘアークラックの発生が見られた。
-) 帯広～十勝平野の寒風は非常に乾燥していて、型枠脱型の時期が早いと構造物の特に表面の乾燥を著しく早める事になり、その結果として水和作用による引張強度の発現が不十分な内に、表面の乾燥収縮が起こりヘアークラック発生の原因になっている。

上記の考察に基づき施工計画の段階で、重点計画項目を次の3点に決めました。

- a) コンクリートの打込み温度と単位水量について
- b) 囲い内養生温度の管理について
- c) 養生期間の設定について

a) コンクリートの打込み温度と単位水量について

コンクリートの内部最高温度抑制と、乾燥収縮の低減を目的として、以下の2点を決めました。

- 1) 打込み時のコンクリート温度を下げる事により、最高温度の上昇を抑えようと考えました。一般的に北海道の寒中コンクリートの場合、練り混時に温水を使用し、コンクリートの打込温度を+14 ~ +15程度にするわけですが、今回はそれを示方書の下限近くの+7に設定しました。(示方書範囲+5 ~ +20)
- 2) 乾燥収縮を少なくする為に、単位水量を減らす事にしました。この場合単位水量とスランプの間には相関関係が有りますので、製品のばらつきとワーカビリティを考慮した結果、規格値の8.0cm±2.5cmを超えない範囲で6.5cmに設定し、それに対応し単位水量を1.8%少なくする事にしました。
(設計値W = 138 kg / m³、計画値W = 136 kg / m³)

b) 囲い内養生温度の管理について

コンクリートの囲い内養生温度を高くすると、コンクリート内部温度の降下速度が遅くなり、防寒養生囲い解体時点でコンクリート内部と外気との温度差が大きくなることにより、コンクリート表面部の急激な収縮が起こり、クラック発生の恐れがあります。構造物を長期にわたって防寒養生できれば良いのですが、工程上の制約により、そうも行かないのが現状です。今までの資料を検討した結果、1週強度発現前にコンクリート表面と、内部の温度勾配が30以上になると、クラックが発生している事例が見られるので、内部温度勾配が30を超えないように、コンクリートの温度と囲い内温度の差を観測する事にしました。その上で、当初の囲い内温度を+7と設定し、表面温度を緩やかに下げるように誘導する事にしました。

暖房器具については、一般的に灯油を使用したヒーターを使用する事が多いのですが、当現場では、蒸気発生器(貫流ボイラー)と灯油ヒーターの併用による防寒養生を行う事としました。蒸気発生器使用の利点としては、

- 1). 囲い内に配管して蒸気を放出するので、囲い内全体を均一な温度に保てる。
- 2). 蒸気の放出量を変えることにより微妙な温度調節が行える。
- 3). 囲い内を湿潤状態に保てるなどの点です。

又、型枠材も保温性の高い木質パネルを使用した上で、コンクリート表面の乾燥収縮を避けるため、脱型の時期を工程上許される中でぎりぎりまで行なわない事にしました。

c) 養生期間の設定について

防寒養生の終了は、コンクリートの表面部温度が外気とほぼ同じ温度になる時期とするのが望ましいのですが、工程上の都合により表面部温度と外気の最低温度との差が20 前後になる時期に設定する事とし、防寒養生囲い解体後は、コンクリートが直接外気に触れないよう、埋戻しまでの間、資材等の梱包に使用するエアーマット(気泡シート)を用い保温する事としました。

4. コンクリート打込み

1月20日、今日はいよいよ打込み日です、今まで鉄筋組立、型枠取付けと順調に進んできましたが、今日からが本番という気持ちで、心臓が高鳴ります。

打込み開始AM8:00、工場での練混から打込みまで30~40分程度かかるので、当日の外気温(-10)から運搬中の温度降下を考慮して、練混温度を+8.0 とするように、指示してあります。1号車の打込み時実測温度は+7.5 と、まずまずの温度となりましたが、正午に近づくにつれ異変が表れました、コンクリート搬入時の温度が上がり始め、+10 を超えるまでになったのです。その頃の外気温は±0 前後であったので、運搬中の温度降下が有ったとしても1 以内であろうという事で、8 で出荷したのですが、結果は前述の通り+10 超『これはどうした事だ?』思わず腕を組み、天を見上げる、そこには雲一つ無い青空にサンサンと輝く太陽『これだ!!』アジテータのドラムが太陽の光で暖かくなっている。ここまで計算に入れていなかった、直ちに工場に連絡して、出荷温度を3 下げてください。このような時に冷たい北海道の水は便利である。水温が高いとコンクリートの温度を下げるのもさぞかし大変で有ろう。これ以降は、外気温と打込み前の温度と太陽を見比べて、工で6.7cmとほぼ予定の数値に近いものでした場と連絡を取り合いながら、温度設定を行った。

5. 養生と型枠脱型

内部温度計は(図-2)の通り6ヶ所設置しました。打込直後からの、コンクリート内部温度の変化を(図-3)に示しますが、中心部の最高温度はごらんの通り、前年同期同種構造物に比較し6 下がっていますが、これは打込み時のコンクリート温度を低くした事が反映されたと考えられます。

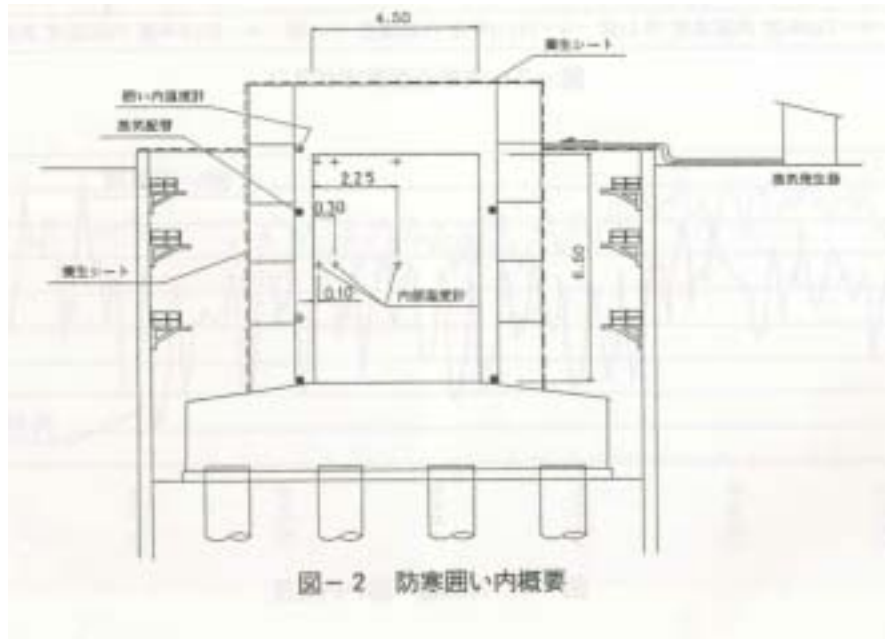
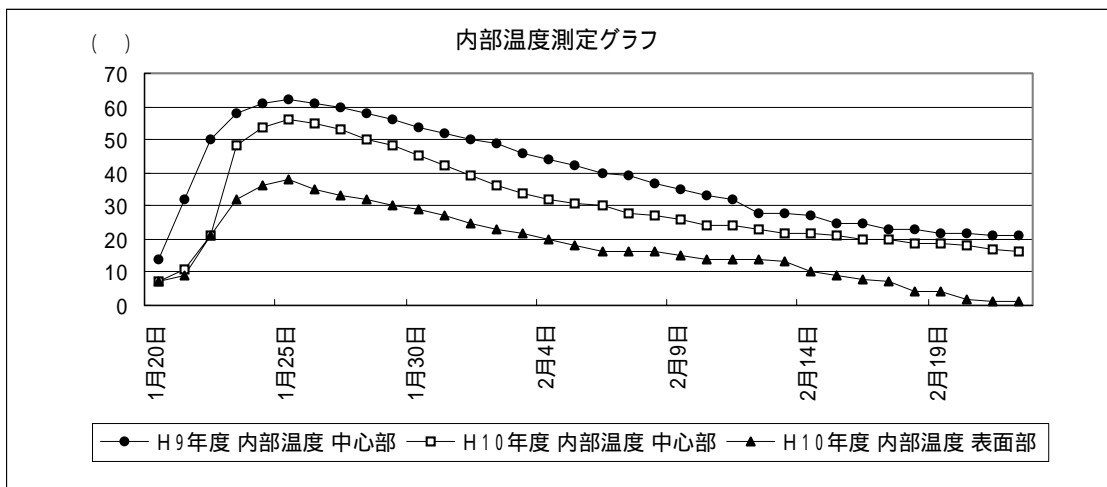


図-2 防寒囲い内概要

(図 2)

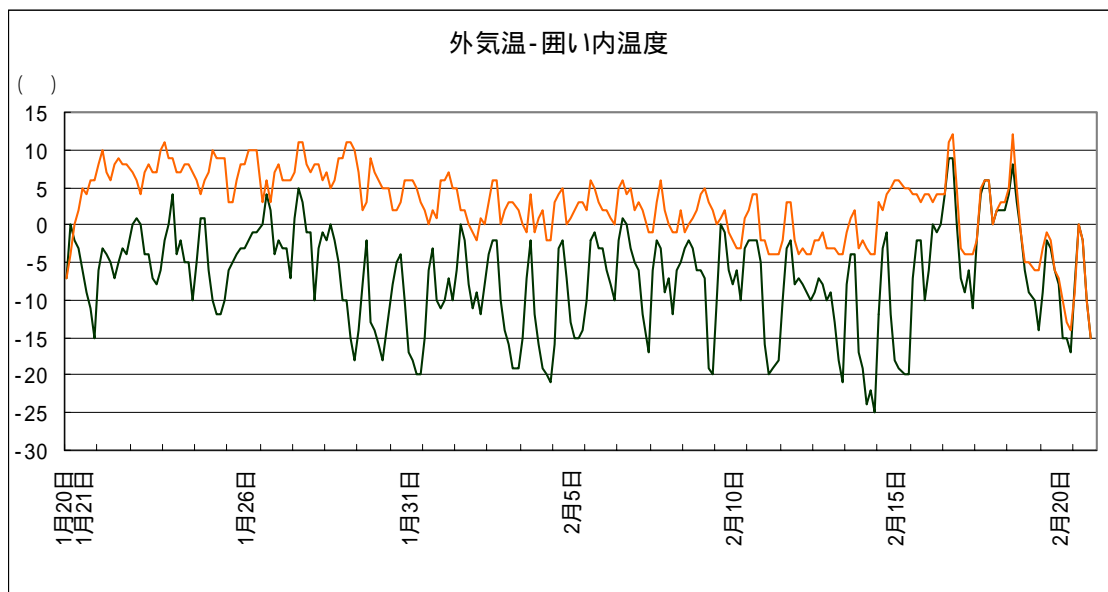


(図 3)

脱型までの養生期間の外気温は - 20 を下回るまで下がり、囲い内との温度差は最大で 25 以上になりました。(図 - 4) 囲い内温度も一日の中で大きく変動してしまった事も有りましたが、型枠が断熱材代わりとなり、表面部温度は単純に引きずられて低下する事はなく、中心部との温度勾配を 20 以内に保ちながら徐々に降下するように誘導できました。

打込みから 25 日、工程上の型枠脱型予定日となりました。この段階でコンクリートの表面部温度は 10 、中心部温度は 22 です、ここまで囲い内温度は

± 0 前後を保って来ましたが、脱型後にコンクリート表面が急速に冷えるのを防ぐため、囲い内温度を + 5 程度まで上げて作業を行いました。型枠の取りはずされた表面は、ピカピカに輝き（少なくとも私にはそう見えた。）1本のクラックも無いコンクリートがそこには有りました。その後5日かけ表面温度を + 5 付近まで下げました。この時期最低気温は - 15 程度で、コンクリート表面温度との差は 20 と計画温度まで縮まりましたので、予定通りコンクリート表面にエアパックを取付けてから、防寒養生を終了する事にしました。



(図 - 4)

6 . 結 論

今回の工事においては、冬期間の厳しい環境の中、温度管理に腐心しましたが、結果的にクラックの発生はなく、又コンクリートの強度試験結果においても満足のいく構造物となったと思います。しかし、今後もコンクリートがどのような変化を見せるかを、継続して計測し、それらから得られたデータを参考にしてこれからの現場施工に生かしていきたいと思います。

7 . おわりに

帯広～十勝平野に遅い春がやってくるのは4月下旬です。3年連続で清流日本一に選ばれたこの札内川のほとりにも、厳しい冬の事など忘れ去ったように花が咲き、鳥が飛び、子供たちが走り回るでしょう。しかしまた必ず冬はやって来ます。私たち北海道の土木技術者は宿命として、この厳しい環境の中で物を作って行かなければなりません。その中でこの環境をどう克服して、地域社会に貢献するかが、私たちの務めだと思ひます。