

## 耐寒剤を使用した冬期コンクリート供試体の 現場養生方法について

勇建設株式会社

渡 邊 大 輔

### 1. はじめに

冬季施工となるプレキャスト部材製作時の型枠・支保工取外し時期の確認を、現場養生供試体で確認を行うため、現場養生供試体の現場での保管方法を検証した結果を取りまとめた。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：小樽港-10m 岸壁その他工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局小樽開発建設部
- (3) 工事場所：北海道小樽市
- (4) 工 期：平成29年11月21日～  
平成30年7月31日

表-1に当工事で使用したコンクリート配合を示す。

耐寒剤の種類は、AE減水剤（促進形）I種であり、添加量は標準添加量であるセメント100kgあたり4ℓで施工を行った。

表-1 コンクリート配合

配合区分	セメント種類	スラブ*	空気量	W/C	s/a
RC-8S(2)	普通	12 cm	6.0 %	43.9 %	46.4 %
W	C	F	S	G	耐寒剤
156 Kg/m <sup>3</sup>	355 Kg/m <sup>3</sup>	19.88 Kg/m <sup>3</sup>	808 Kg/m <sup>3</sup>	958 Kg/m <sup>3</sup>	4 I/C=100kg

### 2. 現場における問題点

耐寒剤を用いたコンクリートの型枠および支保工の取はずし時期の適否の確認は、港湾・漁港工事仕様書内の【耐寒剤を用いる寒中コンクリートの施工指針（案）】に、『現場のコンクリートとど

きるだけ同じ状態で養生した供試体』によるか、『コンクリート温度の記録から積算温度を求め、あらかじめ調べた積算温度と圧縮強度の関係から推定した圧縮強度』によって、確認するよう規定されている。

当現場では『できるだけ同じ状態で養生した供試体により確認を行う』こととしたが、同施工指針（案）には、『実構造物のコンクリート温度と同じ温度に制御できる簡易な装置が付いた養生箱があればそれをを用いるのがよい』と記載されているが、当該装置は一般に流通しておらず、新たに製作することとなり、開発期間がかかってしまいプレキャスト部材の製作が遅れることにより、後の工程に影響が出てしまうため、温度制御装置を使わずにコンクリート内部温度を同じになるよう養生方法の検討を行う必要があった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

供試体の養生方法を保温性に優れ容易に入手することができる発泡スチロール箱 t=20mm（以後養生箱）を用いることとし、電力を必要とする加温装置等を使わずに実構造物コンクリートと同じ温度状態で養生できるか検討を行った

#### (1) 事前調査

##### ・調査条件

養生箱内を加熱する装置を使用せずに養生箱内部温度の推移を確認することを目的とするため、養生箱内の温度を、打設時のコンクリート温度で

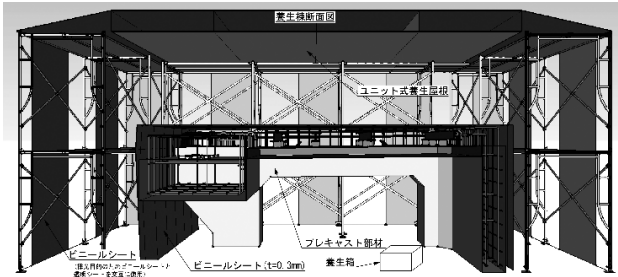


図-1 養生棟断面図

ある15℃程度となるように現場休憩所にて養生箱内に温度記録計を設置し密閉作業を行い、密閉後養生棟内部（図-1）に養生箱を移設し、実構造物と同じ環境で養生箱の保温性の確認できるよう立案した。

事前調査温度グラフ（図-2）に示すように密閉後24時間までの温度低下は大きかったものの24時間以降は穏やかな温度低下であることが確認できた。また、養生棟内に養生箱を設置しているため、直接外気に曝されることが無く、日照によって養生棟内部が温められ内部温度が外気温度と比べ3～5℃程度高く急激な温度低下が無いので、養生箱内部温度の温度降下が緩やかになったと推測される。

38時間で養生箱内部温度が5℃を下回ったが、初期凍害を予防できる打込み後24時間まで0℃以上が確保されていることが確認された。

実構造物コンクリートの部材厚さは最低箇所が300mmであり水和熱による温度上昇も小さいと推測されることと、実際に養生箱で供試体を養生した場合には、養生箱内であれば一定の温度を保っているため、供試体の水和熱による温度上昇も期待できることから発泡スチロールによる養生箱で十分実用できると判断し供試体養生は養生箱を用いて行うこととした。

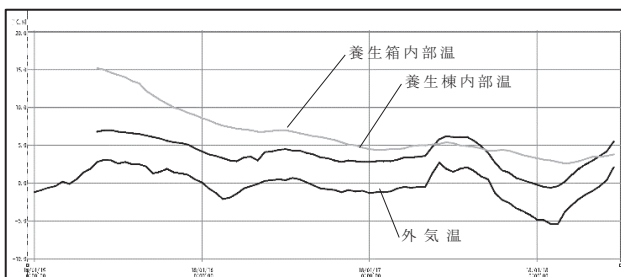


図-2 事前調査温度グラフ

## (2) 1月度現場養生供試体養生

### ・供試体養生条件

事前調査時とは違い実際に供試体を保管するために湿潤養生を行う必要があるが、発泡スチロールの水密性の高さから確実に密閉されていれば養生箱から外部へ水分が逸散する可能性が低く封かん養生と同等の効果があると考えられるが、水分供給補助として供試体天端に木製の板を敷きその上から温水を浸み込ませた養生シートを一緒に入れ、すき間から水分が逸散しても養生箱内の湿度を保てるようにし湿潤養生対策として行うこととした。

供試体はコンクリート打設当日に実構造物の打設に用いたコンクリートから試料採取し供試体（φ100×H200）を作製し、供試体の内代表1本の供試体中心部で温度測定を行い養生箱内温度と供試体内部温度の2箇所を測定した。（図-3、4）

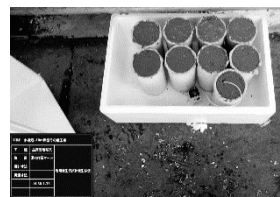


図-3 養生箱密閉前

図-4 供試体養生状況

養生箱内の初期温度は事前調査同様に15℃程度とし養生箱の密閉作業を行った後に養生棟に移設し、135時間後まで継続して測定し温度推移を確認する。

### ・1月度供試体養生結果

養生棟内部温度と養生箱内部温度を比較すると、1月度供試体養生温度グラフ（図-5）に示すように、養生棟内部温度は外気温と連動し上下しているが、養生箱内部温度は緩やかな曲線を描いて温度低下していることがわかる。

また、72時間後以降は非常に緩やかな温度低下となり供試体内部温度と養生箱内部温度の差がほとんどなくなっていることが分かる。

事前調査時よりも養生箱内温度の低下が早いのは事前調査時よりも外気温度が低下し、日照時間も短かったため、養生棟内温度が上昇しなかったことが原因であると思われる。

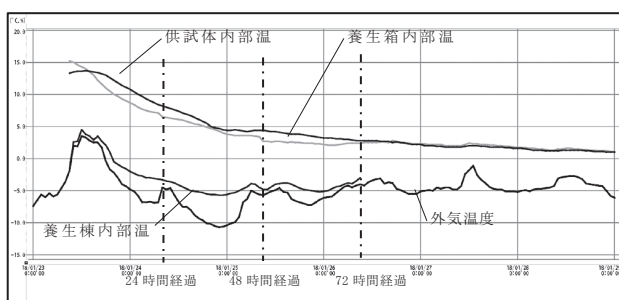


図-5 1月度供試体養生温度グラフ

供試体採取から24時間後（ $\sigma 1$ ）にキャッピングを行うために養生箱を開けた時と、48時間後（ $\sigma 2$ ）に供試体取り出し時に蓋を開けたことによって養生箱内温度がおよそ1℃ずつ低下してしまいましたが、加温することなく再度密閉した。また、24時間後の段階では、蓋内側に水滴があり養生シートにも若干の湿り気があり、箱側面部も水滴が目視で確認できるほど湿っていたため追加の湿潤養生を行う必要が無いと判断し再度密閉したが、48時間後には蓋内側及び箱側面部を指で触ってわずかに湿り気を感じる程度になっていたため、現場養生 $\sigma 3$ 以降の強度確認を行う場合は追加の湿潤措置を行う必要があると思われる。

実構造物コンクリートは72時間後に養生棟を移設しビニールシートのみでの養生を行っていたが、供試体も同様に外気に曝してしまうとコンクリート温度が外気温度まで急激に低下することが予想されるため引き続き養生箱内で135時間後（ $\sigma 5+15H$ ）まで養生を行い温度推移の確認を行った。

一番の心配事である供試体の初期凍害については、供試体内部温度ではあるが、24時間0℃以上を保っており、48時間経過段階で養生箱内部温度も5℃あったことから初期凍害を受けてはいないと判断し、圧縮強度試験を行った結果 $\sigma 2$ で平均14.2N/mm<sup>2</sup>の強度発現を確認できたため、養生箱での供試体養生は初期凍害を防止することには、有効であることが確認できたが、実構造物コンクリートとの温度差については、実構造物・供試体内部温度グラフ（図-6）に示すとおり、供試体内部温度は採取直後から6時間後までほぼ横ばい

に温度推移し、その後一定温度ずつ下降し続けることから養生箱の効果はある程度はあったと判断できるが、実構造物コンクリート温度は打設終了から24時間後まで発熱してから緩やかに温度が下降しており供試体と実構造物コンクリートの最大温度差が供試体採取から29時間後に最大温度差10.1℃と大きいため、2月度供試体養生時には温度差を小さくなるよう対策を行うことにした。

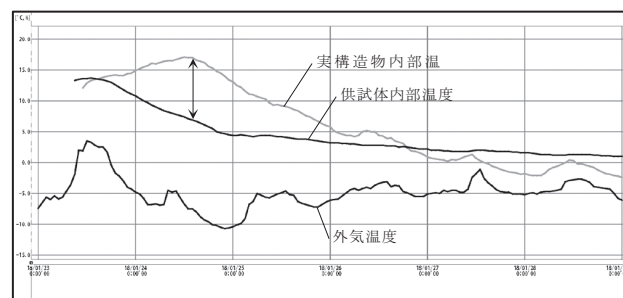


図-6 実構造物・供試体内部温度グラフ

### (3) 2月度現場養生供試体養生

#### ・2月度供試体養生条件

1月度供試体養生結果より、養生箱内部温度の低下を防止するために、空気層を増やし保温効果が高くなることを期待し養生箱外側からビニールシート（ $t=0.3\text{mm}$ ）で覆うと同時に、外気温度の低下が見込まれ、養生箱直置きのみだと地表への放熱による養生箱内の温度低下も考えられるため、養生箱底部に厚さ20mmの発泡スチロールを敷きその上に養生箱を設置するよう変更し、養生箱内温度と湿潤養生方法については前回と同様に行った。

#### ・2月度供試体養生結果

2月度供試体養生温度グラフ（図-7）に示すように、1月度供試体養生時と比べると供試体内部温度と養生箱内部温度の温度低下がかなり緩やかになったことが確認された。

1月度と比較すると外気温度が高く養生棟の内部温度が高くなったことに併せて、ビニールシートと養生箱底部の発泡スチロール敷設により養生箱の放熱が少なくなったと思われる。

供試体内部温度と養生箱内部温度差は前回とほぼ同じ75時間後に無くなりその後緩やかに温度が

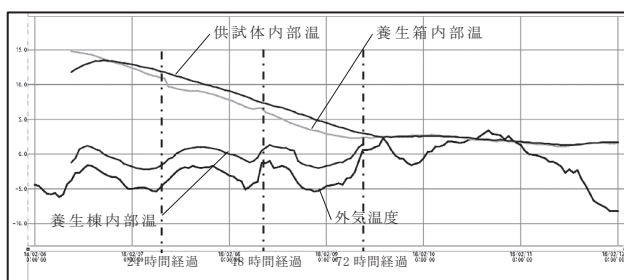


図-7 2月度供試体養生温度グラフ

低下していることがわかる。この事から供試体採取後3日間は供試体の発熱がありその後保管されている空間温度と同じになるが、供試体の初期凍害は十分予防することができると言える。実構造物コンクリートとの温度差については、実構造物・供試体内部温度グラフ（図-8）に示すとおり最大温度差は供試体採取から31時間後に4.9℃となり1月度の時と比較すると最大温度差が半分程度となった。

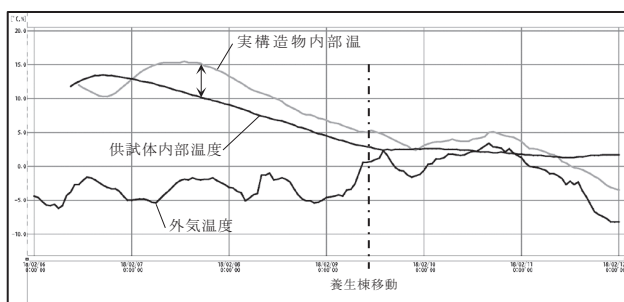


図-8 実構造物・供試体内部温度グラフ

その後の温度推移は、実構造物内部温度の方が高いものの概ね同様の温度推移になったが、72時間後に養生棟を移動してからは、実構造物内部温度は外気温に影響され上下するに対し、供試体内部温度は養生箱内で保管されていることから横ばいとなってしまう実構造物コンクリートの温度が低くなってしまった。この事から $\sigma 3$ 以降の現場養生による圧縮強度試験を行う場合には、実構造物内部温度と供試体内部温度がほぼ同じとなった

段階で実構造物と同様に養生箱から出し、実構造物コンクリートと同様に養生する必要がある。

2月度供試体の $\sigma 2$ 圧縮強度試験の結果は、1月度の供試体より $0.5\text{N/mm}^2$ 上昇し $14.7\text{N/mm}^2$ であったが、サンプル回数がないため、供試体の誤差なのか保管箱の効果によるものなのかは不明である。

1月度、2月度共に供試体内部温度の方が実構造物コンクリートより低い温度で推移しているため、実構造物より発現強度は低くなっていると推測されるが、強度確認という意味合いでは安全側になっているため、発泡スチロールによる現場養生供試体の保管は有効だと判断できる。

養生箱内の湿潤状態は、24時間経過時は1月度と同様であったが、48時間経過時も養生箱内部に水滴を確認できた。ビニールシートで包んだことにより水分の逸散が減ったと思われる。

#### 4. おわりに

今回の調査により、耐寒剤を使用した供試体の現場養生には発砲スチロール内で養生することで、72時間程度までは、実構造物内部温度とほぼ同様の温度推移となることが分かった。72時間以降に関してはさらに検証が必要ではある。

当現場のように養生棟内で養生箱を保管し、さらに養生箱の外部を断熱して実構造物内部温度と同様になったことから、当現場よりも気温が下がる地区では更なる工夫が必要であると思われるが、耐寒剤使用時の供試体保管手法の一助となればと思う。

最後に現場施工中での検証でありましたが、快く検証を快諾していただいた関係各位厚く御礼申し上げます。