

2. 現場における課題・問題点

鋼板の納入にあたっては、全国的に鉄の需要が高く鉄不足しているとの事から、製造工場への納期が10月中旬であり、その後工場での製作期間を含めると現場への納品は12月下旬となり、現場での施工が冬期間になる事は必須であった。以上より冬期施工に向けての防寒仮囲い・採暖養生、また足場解体（主体・中段・朝顔等）が設計変更で増設されたが、防寒仮囲い設置・撤去および足場解体に係わる所用日数を考慮すると、工期内に取まらなくなる事が判明した。

概略工程を表-1に示す。

表-1 概略工程

工事内容	月	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
準備工(材料発注)		■											
鋼板工場製作						■							
鋼板架設								■					
鉄筋組立て									■				
生コン打設										■			
防寒囲い									■				
床版足場解体											■		
残整理												■	

また、防寒仮囲いの構造について検討したところ当現場は少数主桁構造（3主桁部の桁間隔～5.80m、2主桁部の桁間隔～6.95m）なため一般的な鋼製単管を主体とした構造では降雪・強風等に対する強度が確保出来ない事から、四角支柱・屋根パネル・H鋼等を主体としたスーパー防寒を立案した。

そのスーパー防寒のコスト確認のため防寒仮囲い・採暖に掛かる仮設費および燃料等の経費を算出したところ、約4,800万円の見積り結果となった。それに対し、数量算出要領に基づき通常のPタイプ形状（単管+シート張り）での防寒仮囲いについて試算したところ約600万円程度と見込まれ、見積り金額と約4,200万円の差が生じたため、別途コスト的な問題も浮上した。

よって工程的・コスト的な問題点について発注者に協議を持ち掛け、その打開策を模索した。

3. 対応策・工夫・改良点

工程的・コスト的な全体的な問題の対応策として、防寒仮囲い・採暖養生に掛かる日数の短縮案、生コン養生期間の短縮等のフォローアップを行ったが効果的な工期短縮は得られなかった。そこで発注者側と工期短縮とコストダウンについて幾度回協議した結果、防寒仮囲い費・組立て解体等に於ける施工の簡略化が工程およびコスト低減に対し一番効果的である事から、シート等の簡易な囲いのみで施工が可能な「耐寒剤を使用した寒中コンクリート」の施工を行う事となった。しかし、全国的に見ても橋梁床版の様な重要構造物に「耐寒剤を使用した寒中コンクリート」の施工実績は皆無に等しく、またデータが無かったため同コンクリートの妥当性を確認するために11月～1月の期間に試験施工を行なう事となった。

1) 試験施工

コンクリートは下記（表-2）の配合で行い、別途、入札時の技術提案項目であるクラックバスターを規定量（0.91kg/m³）添加した。

表-2 コンクリートの配合

耐寒剤+クラックバスター使用配合						
セメント (kg)	粗骨材 (kg)	水 L	細骨材 (kg)	減量剤 (kg)	配量剤 (kg)	水セメント比
320	30.0	131.4	13.6	900	970	18.94
340		101	900	970	18.94	44.5%

試験施工は実際コンクリートを施工する2月中旬の最低気温（-15℃：10ヶ年平均最低気温）を想定し、工業用冷凍庫を3基借用し実施した。（写真-2）



写真-2 No.2,3 試験用冷凍庫

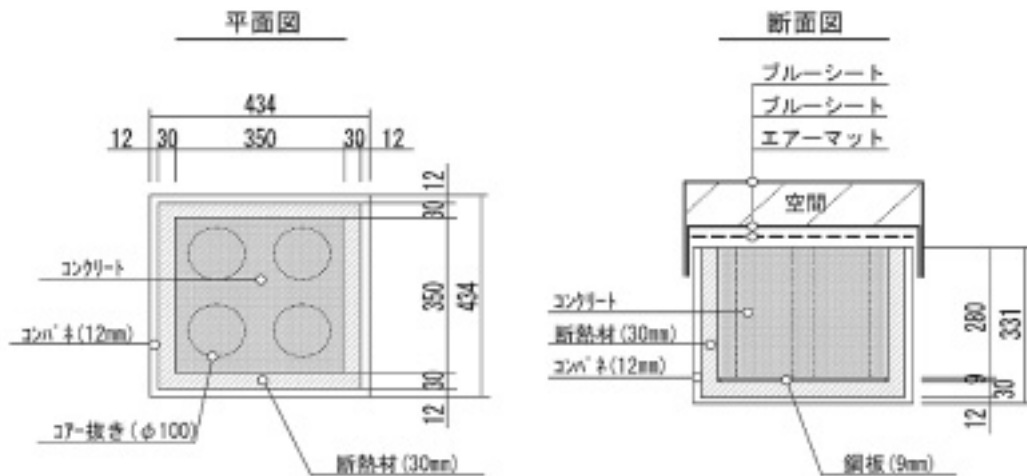


図-3 型枠図

0℃以上の簡易養生で助けると、強度的に比較的良好な結果が出ると推測された。

- ③ 耐寒剤を使用した寒中コンクリートの定義である「打設後24時間はコンクリート温度を5℃に保つ事※」は、打設後すぐに-15℃の冷凍庫に入れたケースでも水和熱によってクリア出来た。

[※耐寒剤運用マニュアル(案)より引用]

- ④ コンクリートの初期強度発現は、コンクリート温度が0℃付近以上で行われ、氷点下になると強度発現はほぼ停滞すると思われる。しかし、

今回の試験において4週以降にサンプルを5℃で暖めると再度強度発現が起こった事は「コンクリートが寝ていた状態」とであると推測され、初期凍害を受けていない事が確認された。

以上の結果および寒地土木研究所での助言を得て発注者と協議を行った結果、4週時点で設計強度をクリアする事を条件に「耐寒剤を使用した寒中コンクリート」での本施工を実施する事となった。

2) 本施工

表-4

打設箇所	現場試験					標準養生		現場養生 コア		
	SL	Air	温度	単位水量	$\sigma 7$	$\sigma 28$	$\sigma 3$	$\sigma 7$	$\sigma 28$	
①	開始時	8.0	5.5	19.0	159	37.2	45.6	36.4	35.0	39.2
	120m ³ 時	8.0	5.2	16.0	155	36.5	44.7	35.4	35.4	40.1
②	開始時	7.5	5.5	18.0	147	35.9	46.3	36.9	36.7	40.7
	120m ³ 時	8.5	4.9	18.0	156	—	—	—	—	—
③	開始時	8.0	4.8	16.0	150	36.6	45.8	30.5	34.5	39.2
	120m ³ 時	8.5	4.9	16.0	155	36.4	46.5	30.5	34.0	40.4
④	開始時	8.0	5.2	18.0	145	36.9	46.4	35.6	34.2	41.4
	120m ³ 時	8.5	4.8	18.0	155	—	—	38.5	36.9	42.6
⑤	開始時	8.0	4.9	18.0	155	35.5	45.8	31.7	34.0	42.6
	120m ³ 時	8.0	4.7	19.0	149	36.7	47.1	33.7	35.5	43.4

※ 着色部分に於いて、材令3日強度試験結果が材令7日より上回った値となっているが、コア抜き後すぐにキャッピングし試験を行ったために凍結していた可能性がある。[データは未使用とした]

本施工に於いては、発注者からの4週強度補償の要請を踏まえて試験施工と同様の施工を行い、また試験で得られた結果および情報をもとに、下記事項①～⑥を実行し施工を行った。

① 養生囲いは朝顔（仮設足場）を利用した、ワイヤーとシートによる簡易養生とした。簡易養生について図-2、写真-3に示す。

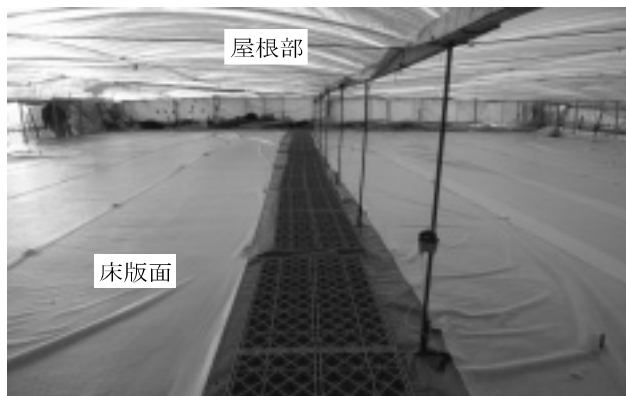


写真-3

- ② 水和熱の上昇を最大限に引き上げるため搬入時のコンクリート温度を15℃以上と定めた。
- ③ コンクリートの耐凍害性の確保、ワーカビリティの改善を図るため、エントレインドエアを出来る限り規格値範囲内のプラス側（5%～）に推移させる事を目標とした。
- ④ 生コン打設時は、寒気・風等への影響を最小限に留めるため、打設から養生囲いまでを連続

的な流れ作業体制として、作業時間の短縮を図った。

⑤ 防寒仮囲い内の室内温度、コンクリート養生温度の管理はもとより、施工前日より直接コンクリートが触れる下鋼板の温度測定を行った。

温度管理はデータロガー式の自記温度計を各所に設け、冬期間における外気温の変化に対応出来る様に養生中は24時間体制で管理した。

養生管理図を図-5に示す。

⑥ 打設後の初期養生段階において設計強度以上を目指した事によるリスクとして、水和熱等によるクラックが予想されたが、それは膨張剤・クラックバスター、および橋面防水工でひび割れに関するリスク対策が可能であると発注者と協議のうえ判断した。

本施工結果のまとめとして

試験施工でのデータおよび経験をもとに本施工を行った結果、予想通り初期段階である材令3～4日で設計強度をクリア出来た。簡易養生の撤去後は、外気温およびコンクリート温度が0℃付近で推移したため4週まで緩やかな伸びを見せ、試験施工以上の結果を本施工で発揮したと思われる。圧縮強度結果表を表-4に示す。

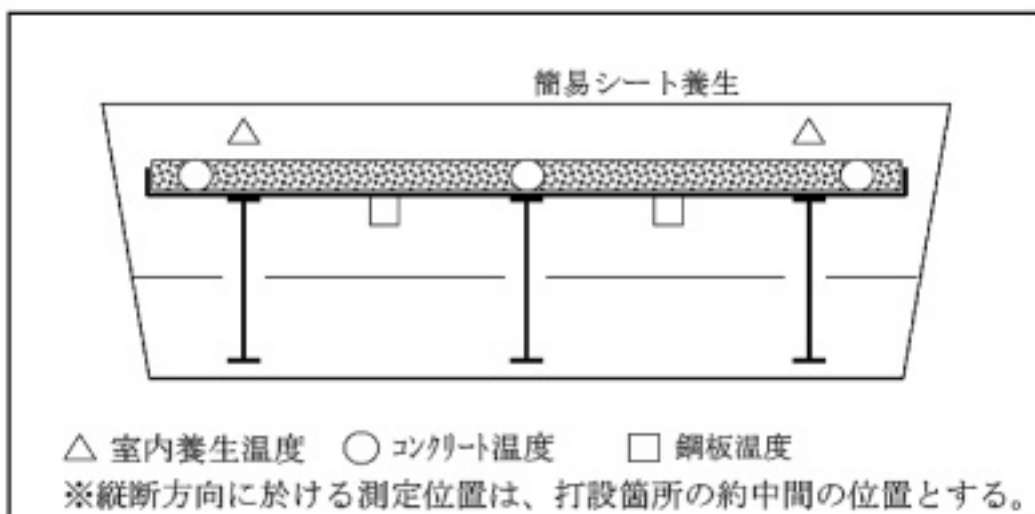


図-5

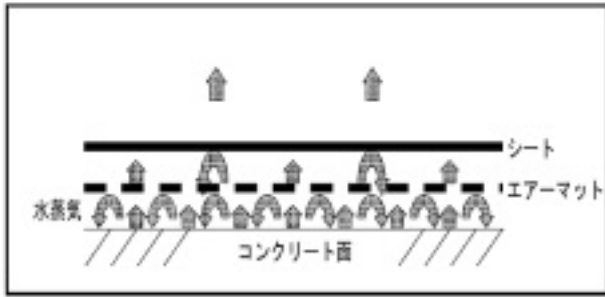


図-4

当初懸念されていた工程問題は、防寒仮囲いの簡略化により生コン開始時期を3月初旬より2月中旬に短縮でき、全体的に工期内に収める事が出来た。また防寒仮囲いに要したコストは約1,600万円であり、当初立案時よりも約3,200万円縮小出来た。

4. おわりに

今回の経験より、「耐寒剤を使用した寒中コンクリート施工」は北見市のような極寒冷地による施工に於いても有効であることが実証された。ただし、その施工に於いては、天候・気温・風向等の数値的情報も必要であるが、自然条件に関してはその地域に根ざし、また地域の特性を知り尽くした経験者でなければ、相当厳しい判断が必要になると考える。

最後にこの様な貴重な施工体験を決断して下さった発注者および関係者各位の皆様方に、感謝の意を表すところであります。