

函渠工におけるコンクリートの品質、耐久性の向上について

東京土木施工管理技士会

奥村組土木興業株式会社

監理技術者

現場代理人

岡部 光男[○]

山本 直樹

Mitsuo Okabe

Naoki Yamamoto

1. はじめに

公共工事におけるコンクリート構造物の品質の向上は、長期にわたる公共構造物の耐久性の確保の観点から非常に重要である。また、そのコンクリート構造物の品質や出来栄は、工事成績で高い評価を得る上で大きな要素となっている。

このことから、今回、当社が行った現場打ちの函渠において、コンクリートの品質及び耐久性の向上に有効であると思われるいくつかの工夫を実施し、その効果、問題点及び課題の確認を行った。

今回は、そのうち、特に有効であった3つの工夫（表-1参照）における、現場での課題・問題点と、その対応策、施工結果及び今後の課題について報告する。

表-1 実施した工夫

番号	実施内容
①	側壁、頂版及び翼壁部へ使用するコンクリートに水和熱抑制型膨張材「太平洋ハイパーエクспанM」を添加する。
②	底版及び頂版の天端の養生は保水性が高い「アクアマットSタイプ」を使用する。
③	側壁、頂版及び翼壁の型枠・支保の存置期間をコンクリートの内部温度と外気温（日平均気温）の差が10℃となるまで延長する。

工事概要

当工事は、山口県の日本海側に面する長門市から萩市を東西に結ぶ延長15.2kmの萩・三隅道路（国道191号）の1区間590mの新設道路改良工事である。

現在供用している現国道191号は、異常気象（連続雨量150mm）時に通行止めとなり、幹線道路の機能を保つ際の大きな障害となっている。そのため、この萩・三隅道路は、この障害の解消と地域の活性化等を目指して計画された道路である。

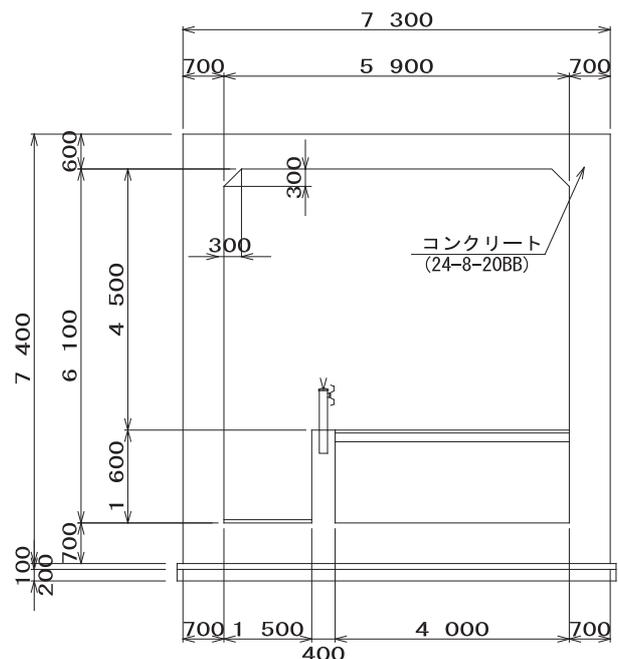


図-1 函渠工断面図

- (1) 工 事 名：萩・三隅道路蔵本改良その3工事
- (2) 発 注 者：中国地方整備局山口河川国道事務所
- (3) 工事場所：山口県萩市三見地内
- (4) 工 期：平成21年1月27日～
平成21年12月20日（328日間）
- (5) 工事内容
函渠工 1基(内空B5.9m×H6.1m×L25.0m)
掘削工 138,000m³、橋台工 1基

2. 現場での課題・問題点

(1)工夫① 水和熱抑制型膨張材の添加

水和熱抑制型膨張材は、膨張材の一種で、主にマスコンクリート構造物に利用され、ケミカルプレストレス効果により、乾燥収縮を抑制して、ひび割れの発生を低減する効果がある。また、コンクリート中の微細空隙が緻密になり、水密性が向上する効果もある。

使用する膨張材は、太平洋マテリアル(株)製の「太平洋ハイパーエクспан M」を使用することとした。

通常の函渠工では、「太平洋ハイパーエクспан（構造用）」を使用することが一般的だが、今回の函渠工は壁厚が700mmであることから、マスコンクリートとして考え、膨張材を決定した。

問題点として、「太平洋ハイパーエクспан M」は、夏季配合コンクリートで使用する AE 減水剤遅延型と反応し、遅延効果が增大するため、硬化がかなり遅くなり、打設・養生に大きな影響があることがわかった。

また、今回使用するプラントでは、「太平洋ハイパーエクспан M」の使用実績がないことから、事前の綿密な打ち合わせが必要となるほか、試験練りでしか効果の確認がとれず、実際の効果が未知数であった。

(2)工夫② アクアマット S タイプの使用

従来型のスポンジタイプ養生マットと「アクアマット S タイプ」の違いは、主に水を含む材料が保水効果の高い材料を使用している点と片面が

不透水のフィルムになっており蒸発を防ぐ構造となっている点である。重量は330g/m²とやや重いのが、厚さは1.3mm とコンパクトであった。

従来型マットと比べて、散水頻度及び養生効果については不明なため、実際に使用することで効果を確認する必要があった。

(3)工夫③ 型枠・支保の存置期間の延長

実施前に三次元温度応力解析を行った結果、実施に対して特に問題はなかったが、躯体内に異物（熱電対）を入れることから、発注者の承諾が必要であった。

3. 対応策、施工結果、今後の課題

(1)工夫①（水和熱抑制型膨張材の添加）

夏季配合による遅延効果が增大することについては、発注者にその旨を説明し、本来、夏季配合で打設する時期であったが、標準配合（AE 減水剤標準型使用）で打設を行うことで、遅延効果の増大による影響を回避した。

膨張材の投入計画については、当社、コンクリートプラント及びセメントメーカーのあいだで綿密な打ち合わせを行って決定した。

函渠工の躯体コンクリートのベースコンクリート（設計配合24-8-20BB）に水和熱抑制型膨張材「太平洋ハイパーエクспан M」を20kg/m³の割合で添加した。

膨張材は、プラントでバッチャープラントミキサー上部の投入口から1バッチ（2.0m³）に2袋（20kg/袋）の割合で人力によって投入して混合した。

膨張材の性能については、試験練り時に拘束膨張試験（JIS A6202の参考1）を行い、膨張コンクリートの規格を満足していることを確認した（膨張率規格 $150 \times 10^{-6} \sim 250 \times 10^{-6}$ に対し確認値は 204×10^{-6} であった）。

打設の結果、「太平洋ハイパーエクспан M」を添加したことにより、クラックのない側壁、頂版及び翼壁コンクリートを打設することができた。



図-2 試験練り状況（手前が拘束膨張試験用供試体）

しかし、膨張材の添加を計画しなかった函渠の水路壁及び橋台工の躯体にはクラックが発生した（最大0.3mm）。水路壁は、幅400mm、目地間隔12mであり、底版コンクリートによる拘束のため、膨張材の添加のみでクラックを防止することは困難であったと考えられる。一方、橋台では乾燥収縮によるクラックが多かったことから、函渠への膨張材の添加は、効果があったと考えられる。

以上のことから、膨張材の添加によるひび割れ防止効果を確認することができた。今後は施工業者としてよりコンクリートの品質・耐久性を向上するため、クラックの発生が予測される重要構造物に関しては、膨張材の添加等の対策を実施することが大切であると思われる。

(2)工夫②（アクアマットSタイプの使用）

「アクアマットSタイプ」を使用した結果、

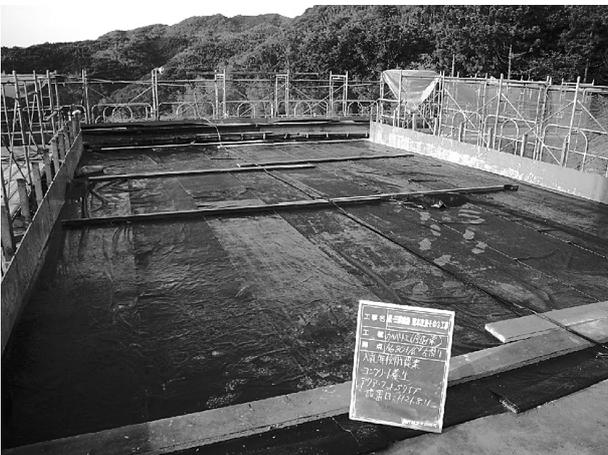


図-3 アクアマット設置状況

非常に高い保水性により、天候にもよるが、2日に1回程度の注水（通常のマットの場合1日に1回以上注水が必要）で、適切な養生を行うことができた。

ただし、保水性が高い分マット自体が重くなり撤去時にやや施工性を欠いた。また、フィルムが張ってあることで従来型と比較して柔軟性がなかった。このことから頂版など平坦で広い場所はアクアマット、鉄筋部など狭小部は従来型と使い分けることで、より効果のある養生が可能であると考えられる。

(3)工夫③（型枠・支保の存置期間の延長）

函渠における温度計測は、躯体内に異物を入れることから事前に発注者に施工計画を提出し、承諾を受けた上で設置を行った。

計測機器は、表-2のとおりである。

コンクリートの内部温度は、図-4に示すとおり、各スパンにおいて側壁部及び頂版部で3箇所計6箇所（2スパン分）を計測した。

8月10日に起点側のスパンを打設した後の温度計測の結果、打設した翌日のコンクリート温度が約60℃まで上昇し、その後徐々に下がっていき、

表-2 計測機器

機 器	用 途	数 量
熱電対(T型)	温度計測	7本
データロガー(MV112)	データ記録	1台
無停電電源装置	電 源	1台

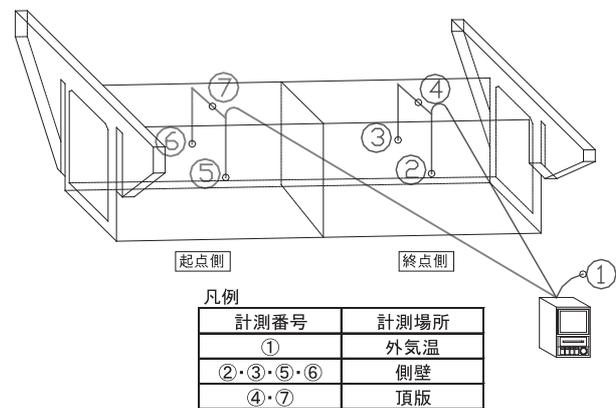


図-4 温度計測位置図



図-5 熱電対(側壁部)

7日目には30~35℃となり、日平均気温との差が10℃を下回ったため、強度確認後の脱型が可能となった(図-6)。その後、強度確認用のテストピースをσ9で確認した結果、必要強度14N/mm²に対し27.3N/mm²が確認できたため、10日目に脱型を行った。

また、計測結果を分析したところ、側壁部では外気温の温度変化の影響をほとんど受けず内部温度の降下速度がほぼ一定なのに対し、頂版部では1日の間で温度変化が生じた。さらに温度が1日の間で最大になるのが夜間という結果となった。

これは、頂版部に太陽光が直射することに加えて、アクアマットの表面が黒いことが、さらに温度の上昇を助長したものと思われる。夜間の温度上昇については、昼間にコンクリート表面が温められ、その温度が頂版内部に設置した熱電対に届くまでに時間を要したためと考えられる。

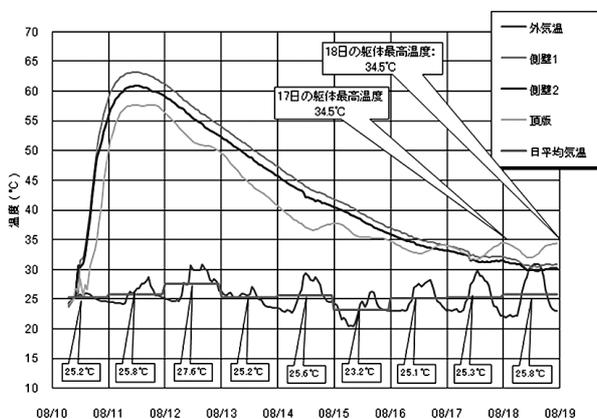


図-6 温度計測結果

従来、強度のみで脱型の時期を決定していたが、三次元温度応力解析を行うことで、脱型の適切な時期の決定の根拠となった。発注者に対して数字でその根拠が示せることもアピールの一つとなる。

ただし、温度計測の結果分かった頂版部のコンクリートの温度変化はクラックの発生の要因となり、コンクリートの品質面であまり好ましくないと考える。今後、アクアマットを使用した頂版の養生時には、直射光による温度変化を極力減らすことが必要であることから、遮光ネット等で直射光を遮った方がコンクリートの品質、耐久性の向上につながると考えられる。



図-7 脱枠後の状況

4. おわりに

今回実施した工夫を活用することにより、品質・耐久性の高い函渠コンクリートを打設することができた。各工夫の内容については『3.』の中で述べた今後の課題を改善することによりさらに効果が期待できるものと思われる。

コストに関して、膨張材添加は、コンクリート価格の2割強増とややコストがかかるが、アクアマット及び熱電対に関しては、費用対効果はあるものとする。

最後に土木技術者として、今後はコストとのバランスをよく考慮しながら、さらにいろいろな技術を採用することにより、よりよい品質のコンクリートを打設するよう努力していきたいと思う。