

20 品質管理

水門工事における躯体コンクリートの品質確保について

愛知県土木施工管理技士会

株式会社七番組

監理技術者

現場技術者

杉 浦

剛○

山 本

豊

1. はじめに

神戸川は、その源を半田市南西部の標高60m程度の丘陵地に発し、半田市の南部を南東方向にまっすぐ流れ、半田市青山町の市街地を流れた後、衣浦港を経て三河湾に注ぐ、河川延長約4.7km、流域面積約13.2km²の二級河川である。

当該流域では、過去に昭和28年9月の台風13号、昭和34年9月の伊勢湾台風、昭和51年9月の台風17号、平成12年9月の東海豪雨などによる浸水被害を受けている。

現在の神戸川樋門は昭和34年の伊勢湾台風の被害を受け、高潮対策として整備されたものであるが、老朽化が進んでおり今後起こる可能性のある南海トラフ地震に備え新しく水門を築造する事業の第8期工事である。

新水門は現在の樋門の約50m下流、川幅約45mの位置に作られる。(図-1)

本工事は老朽化した水門の建替工事であり、半断面ずつ施工する左岸側躯体工事である。その水門躯体部におけるコンクリートの品質向上についてのいくつかの取組を紹介する。

工事概要

- (1) 工 事 名：中小河川改良工事 緊急防災対策
河川工事合併工事（神戸川水門8号工）
- (2) 発 注 者：愛知県知多建設事務所
- (3) 工事場所：愛知県半田市新浜町地内始め

- (4) 工 期：令和2年9月9日～
令和3年9月11日

- (5) 工事内容：左岸堰柱工 940.02m³
中央堰柱工 867.49m³

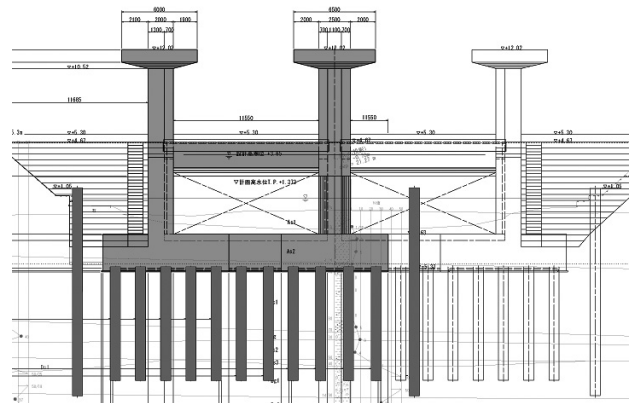


図-1

2. 現場における問題点

今回工事のコンクリートボリュームは約2,200m³であり、1回当りの打設量も最大約560m³もの構造物であるが、施工の留意点としてひび割れの発生があげられた。さらに渇水期中に施工しなくてはならないというかなりタイトな工程のため、必要以上に養生期間を取ることができないという条件が重なった。また、中庸熱セメントや低熱セメント、パイプクーリングなどは大幅なコスト増になるため、それらを避けて品質を確保できるような工夫を行った。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 コンクリート配合の検討

今回の現場に則したコンクリートを配合するために標準JIS配合に替えて、新たに以下の点に注意しながら配合を行った。

- 1) セメントの代替として、フライアッシュを約10%混合した。このことにより単位セメント量と単位水量を減量することとなり、水和熱を低減させることができた。
- 2) 粗骨材の材質を一部石灰石に変更した。この付近には花崗岩の産地があるため、全量を石灰石に置き替えることはコスト面からみて不可能であったが、当初全体数量の約1/3を置き替えることにした。このことにより、コンクリートの収縮を低減させることができた。
- 3) 同じくコンクリート収縮低減を目的として、細骨材率を可能な限り低くなる様に配合した。結果として標準JIS配合より細骨材率を4.4%低減させることができた。このことにより粗骨材による咬み合わせが増し、材料分離も抑えることができ、モルタルペーストによる脆弱な部分を低減させることができた。
- 4) ブリージング抑制効果のある高性能混和剤を使用した。

これらの点をふまえたコンクリートを配合試験により確認し、今回工事に採用することを決定した。



図-2

3-2 打設ブロック割の検討

打設ブロック割の検討を行った。特にひび割れ発生の確率が高いと思われる、壁部分についてはH=7300なので2回で打設したいところだが、3回に分けるように計画し、水和熱の上昇を抑えるようにした。その代わりにひび割れ発生確率が低いと思われる柱部分(H=5220)については1回で打設するように計画した。この際には足場・型枠支保工・鉄筋の飲み込み・継手位置・工程などあらゆることを考慮しなければならず、何度も検討を行った。(図-3)

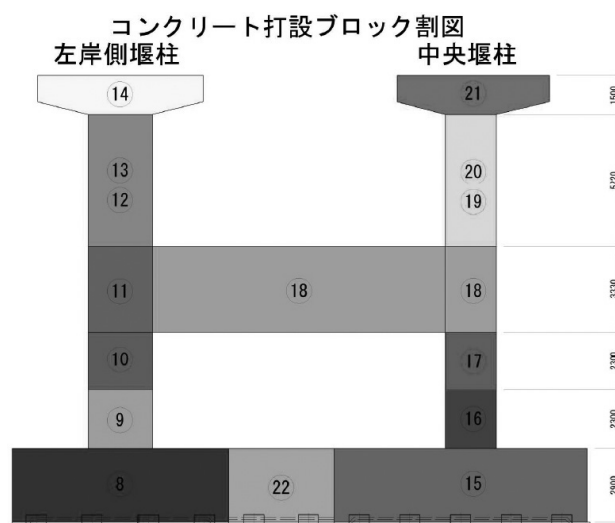


図-3

3-3 温度応力解析の実施と温度管理

施工計画作成時に決定した打設ブロック割と打設予定日を基に温度応力解析を行った。(図-4) なお、コンクリートの打設は1月下旬から4月上旬に計画された。

打設したコンクリートの温度を躯体中心部と型枠付近の2か所でブロック毎に計測し、解析時の想定温度との比較を行った。

結果としては想定通り、もしくは想定より低い温度となり、予定通りの養生を行うこととした。

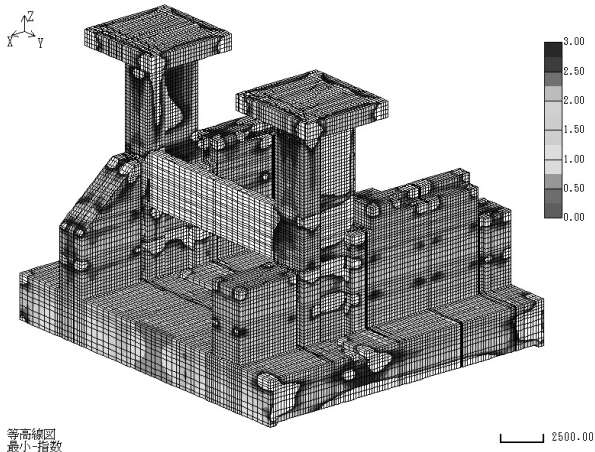


図-4

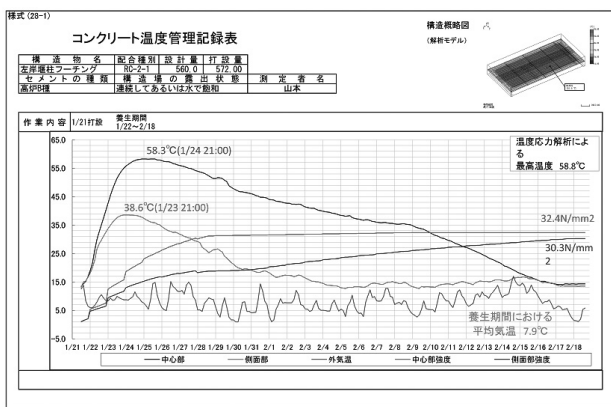


図-5

算出された強度のほうがより安全側に算出されていたため、この数値を以後の脱型強度として利用することを決定した。

さらに、今回の現場では大型構造物ということで半田市ふるさと景観条例により有識者などによる事前審査の結果、コンクリート表面に模様付けを行うことになった。発泡スチロール製の化粧型枠を利用したために、その部分は自然と保温効果が出て、ひび割れ発生を防ぐことの一つの要因となることができた。(図-6)



図-6

養生は初期段階におけるコンクリート内外温度差による内部拘束力の発生を抑制及び湿潤養生を行うために、気泡緩衝材でコンクリートを包み養生を行った。このことにより、コンクリート天端及び側面部分が外気に触れることがなく湿潤養生ができる上に、気泡緩衝材により保温効果が得られて外側部分のコンクリート温度降下を防ぐことができ、内部との温度差を25℃以下に保つことができた。そのため、内部拘束力が起因と思われるひび割れの発生を防ぐことができた。

また、計測した温度データの二次利用として型枠付近で計測したデータを脱型時期の判断に利用した。計測温度からコンクリート強度を推定するソフトを利用して脱型強度を求めるようにした。当初2回の打設時に採取した現空養生のテストピースによる圧縮強度と、ソフトから算出されたコンクリート強度を比較したところ、ソフトから

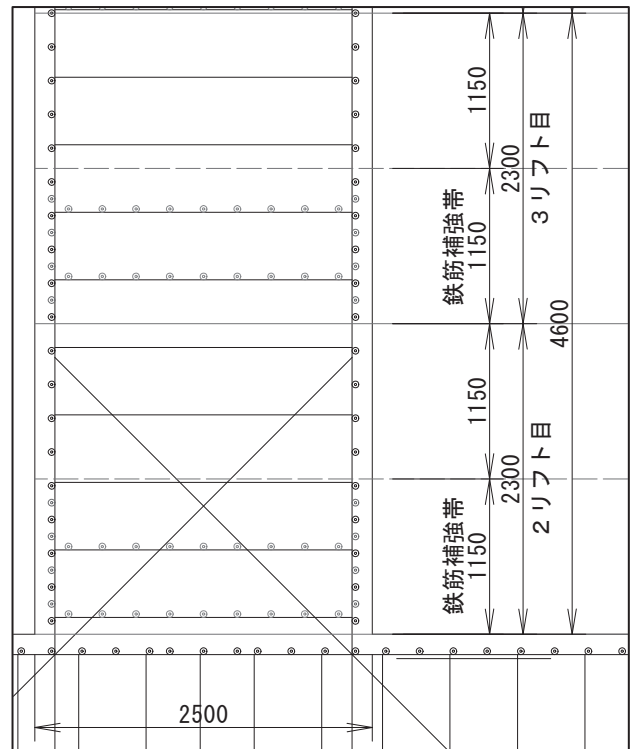


図-7

3-4 ひび割れ防止補強筋の配置

躯体の中で最もひび割れ発生の確率が高いと予想される壁部分（ $B=2.0\text{m}$ 、 2.5m 、 $H=7300$ ）において、コンクリート収縮の際の外部拘束力によるひび割れに対する措置として補強筋を配置した。補強筋のタイプは配力筋に補強するタイプと、幅止め筋上に鉄筋を追加するタイプの2種類とした。それぞれの追加鉄筋は当初から設計されている配力筋や幅止め筋と同径のものを配置した。配置目安として外部拘束力は前回打設箇所から伝わってくることから、打設リフト高の下半分の鉄筋比を0.3以上にすることを目標に補強筋の配置を行った。（図-7）ここで、鉄筋比とはコンクリート断面積に対する鉄筋の断面積の割合である。

3-5 コンクリート打継間隔

先行リフトの収縮が初期のうちに当該リフトを打設するほうがひび割れ発生の確率が少ないとの研究結果から、先行リフトを打ち込んでから当該リフトを打込むまでの間隔が15日以内になるように工程を計画した。^{※1}

3-6 コンクリート打設講習会の実施

コンクリート打設作業に入る前に、躯体のひび割れ発生抑制を目的としたコンクリートの打設を施工面から良くするために、(株)総合コンクリートサービス岩瀬氏を講師に招いて打設講習会を開催した。（図-8）



図-8

当日はコロナ禍のため、打設作業に係る土工・圧送工・型枠大工など作業員18名が会場に集まり、弊社技術者など22名がリモートで各現場から参加し、合計40名が参加した。講義により、今までの勘や経験で実施していたことの裏付けをすることができた。打設においてやらなくてはならないことや、やってはいけないことなどのルール作りをすることができた。作業員に対してはより良い品質のコンクリートを打設することの意識付けができ、活発に質問の出る大変有意義な講習会を開催することができた。

打設当日には講義で学んだ内容の人員配置や機械類の準備、施工方法の確認などをして打設に取り掛かることができた。

4. おわりに

今までも橋脚・橋台などの躯体工事は何度も経験し、その際もより良いコンクリートを作るための努力をしてきたつもりであったが、今回はさらにもう一步踏み込んだ工夫をしたことにより、大変満足のいく当初描いていたような、ひび割れの発生が見られない非常に良好なコンクリートの出来であった。

今後残りの半断面の施工があるので、さらに一段上の工夫を行い発注者・請負者共に満足のいく仕事が残せるように努力をしていきたい。



図-9

参考文献

- ※1 コンクリート構造物品質確保ガイド
【山口県土木建築部】