

# 樋門のコンクリート躯体に生じた乾燥収縮ひび割れに対する数値解析

東北学院大学 学生会員 ○佐藤 薫  
東北学院大学 正会員 石川 雅美  
東北学院大学 非会員 川上 義仁

## 1. はじめに

N 排水樋門は、2010 年 10 月の竣工からの 3 年の間に、毎年、躯体コンクリートのひび割れ調査を行っている。2015 年 3 月現在、竣工から 4 年半近く経過している。調査により確認されたひび割れの発生原因を明らかにする目的で、数値解析による評価を行った。本解析では、施工時の温度応力とその後の供用期間中に生じる乾燥収縮応力を算出し、さらにクラックひずみ法によりひび割れ位置とひび割れ幅を推定した。その結果、竣工後 3 年時点の調査で生じているひび割れは、主に乾燥収縮によるものであることが裏付けられた。また、解析で求めたひび割れの位置は実際のひび割れ位置とほぼ一致している。また、解析による劣化予測では、ひび割れ幅の合計値が竣工後 3 年から 5 年に至る間に 2% 程度増加することが明らかとなった。

## 2. 解析によるひび割れ原因の検討

図 - 1 に示すように N 排水樋門は内空断面（片側）2.6m（幅）×2.4m（高さ）、延長 37.1m の 2 連のボックス構造である。この図の左函体（図の赤で示した側の函）のひび割れ調査結果を図 - 2 に示す。この図で、緑色で描いたひび割れは 2011 年の調査で確認されたものであり、青は 2012 年、赤は 2013 年にそれぞれ確認されたものである。頂版に生じているひび割れは 0.1mm 程度であり、壁のひび割れは 0.15～0.5mm の範囲である。

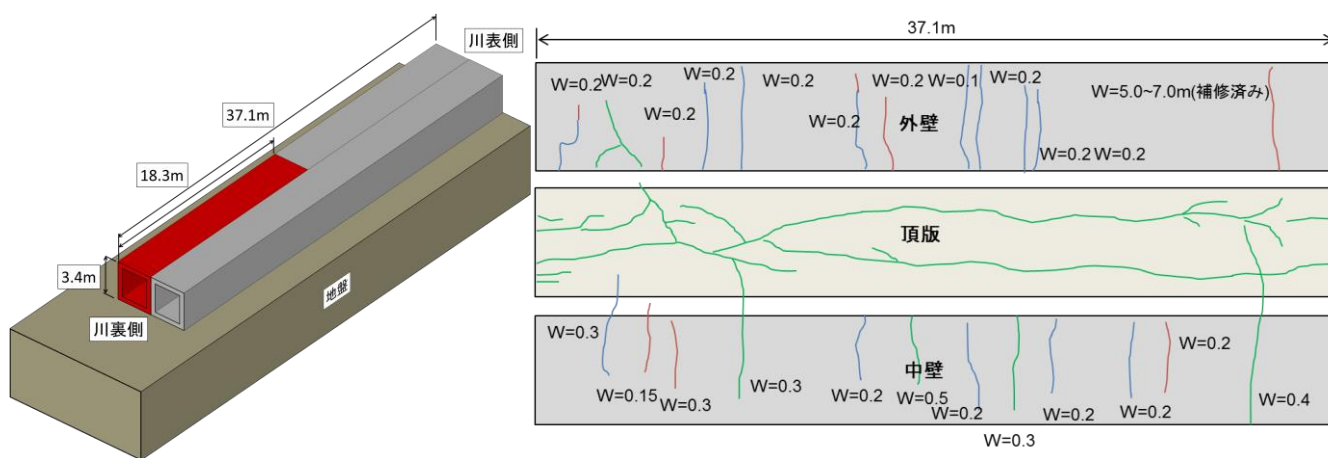


図-1 N 排水樋門の概要

図-2 左函体のひび割れ調査結果

数値解析は、構造物の対称性を考慮して図 - 1 の赤で示した 1/4 部分を図 - 3 に示すようにモデル化した。また、図 - 3 にコンクリートの打設順を示す。打設温度は構造物の建設地点である米沢の外気温をもとに外気温+5 度とした。材齢 28 日の設計基準強度は 24N/mm<sup>2</sup>、単位セメント量は 304kg/m<sup>3</sup>（高炉 B 種）である。解析は、JCMAC3（日本コンクリート工学会）を用い、実際の施工順序を再現して、温度解析、湿気移動解析、応力・ひび割れ解析の順で実施した。また、側壁および頂版への埋戻し（2010 年 6 月 19 日）の影響を考慮するため、埋戻し後は露出割合をゼロとして、水分の蒸散はないものとしている。

図 - 4 に底版コンクリートの打設から 3 年間の中壁の中心位置の温度、湿度および応力の解析結果を示す。この位置の湿度は 3 年間でほぼ年平均湿度となることから、この間に乾燥収縮が進むことが確認できる。また、応力は材齢半年程度で引張強度を超えており、この時期にひび割れが生じたと推測される。

キーワード ひび割れ、乾燥収縮、数値解析

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 東北学院大学 工学部 環境建設工学科 TEL 022-368-1189

図-5 の上から2つの図は、左函体中壁のひび割れ調査結果と解析によるひび割れの比較である。この図は、呑み口から中心までの18.3mの位置までを示す。実測と解析のひび割れ発生位置はよく対応している。実測のひび割れ幅の合計値は2.0mmであるのに対して、解析のひび割れ幅の合計値は5.48mmであり、実際の値に対して、かなり大きい値となった。これは、解析で仮定している”相対湿度と収縮ひずみの関係式”が、収縮ひずみを大きめに評価していることに起因している。この関係式をコンクリートの収縮試験等から適切に定めることによって改善可能であると思われる。一方、頂版の長手方向のひび割れについてもよく再現できている。

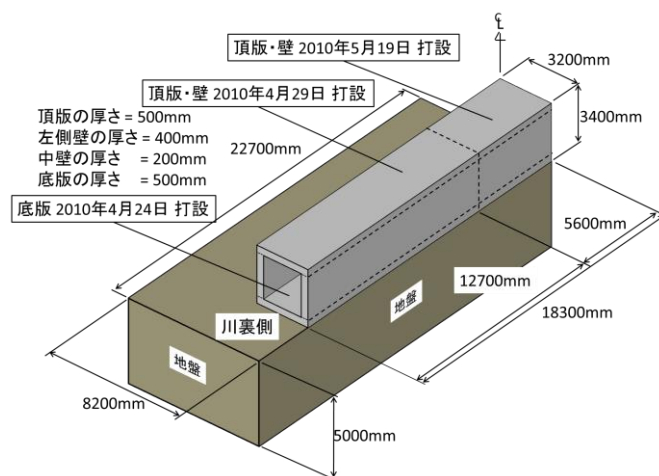


図-3 解析モデルと施工順序

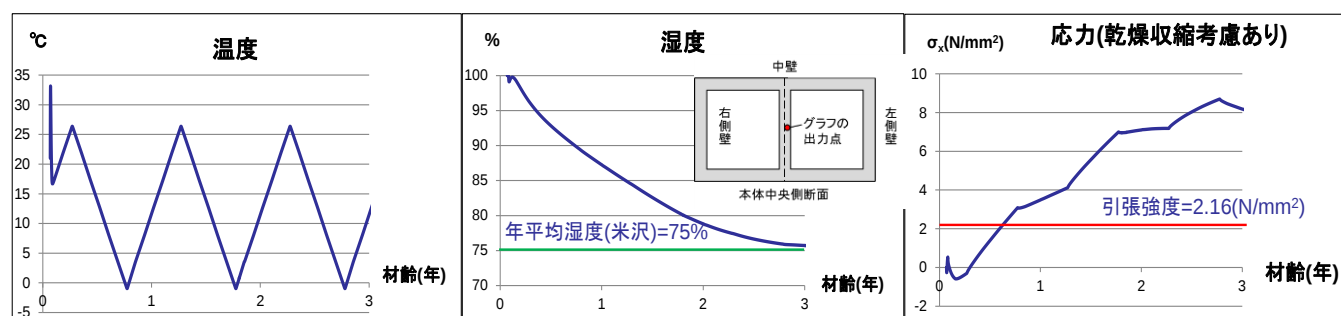


図-4 解析による温度、湿度、応力の履歴

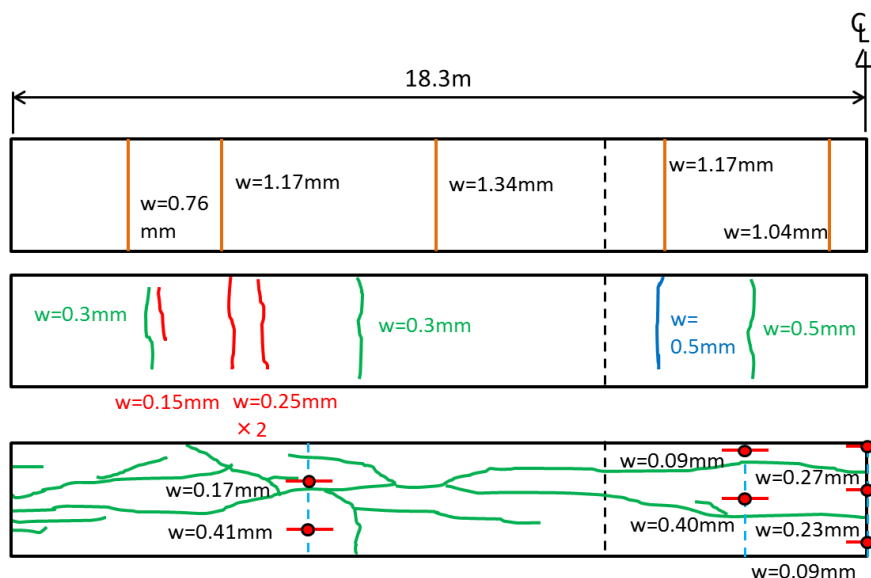


図-5 ひび割れ状況の比較

### 3. まとめ

乾燥収縮を考慮した解析により、長期間にわたって生じるひび割れを再現することができた。特に頂版の長手方向のひび割れについても再現することができた。解析によれば、頂版の背面（埋戻し土側）は圧縮になっており、貫通ひび割れには至っていない。この結果は補修方法を検討するうえで極めて有用な情報である。本報告では、長期にわたり乾燥収縮によって徐々に生じるひび割れを、解析によって表しうることを示した。したがって、この種の解析技術を、今後の樋門・樋管コンクリートの合理的な維持管理計画や補修方法の検討につなげていきたいと考えている。