

最上川上流樽川排水樋門工事における劣化予防保全対策の検討

西武建設株式会社 正会員 ○白川順菜 正会員 辻田陽一郎 佐々木淳 佐々木和則
芝浦工業大学 正会員 伊代田岳史
芝浦工業大学大学院 学生会員 大橋優樹 学生会員 宮脇正嗣

1. はじめに

本工事は、最上川上流河川改修計画の一環として、山形県天童市に位置する樽川排水樋門を撤去、新設するものである。本稿は、既設樽川樋門（以下、既設樋門）の劣化度と原因を、部位別に採取したコアを用いた室内実験結果より推定し、新設樽川樋門施工における予防保全対策の検討をまとめたものである。

2. 既設樋門調査

2.1 構造物諸元

撤去対象である既設樋門は内空□2.86m×延長 21mの2連構造(写真-1)であり、1959年に竣工し、供用開始から62年(調査時)が経過した構造物である。なお、設計基準強度は不明である。

2.2 環境条件および目視調査

周辺環境は、積雪地帯(降雪量:50cm程度)であるが凍結防止剤は散布されておらず、凍害ハザードマップ¹⁾では危険度1(ごく軽微)に該当する地域である。目視調査より、樋管内の内側壁表面には砂塵が付着していた。また、門柱は雨掛かりおよび操作台からの融雪水の影響を受ける右、左柱の面において、軽微なスケーリングおよびポップアウトが生じていた。一方、中柱において、外観上では目立った変状は確認されなかった。

2.3 コア採取および試験方法

既設樋門のコア採取位置は、樋門側壁と門柱で各2箇所(図-1)とし、φ75×220mmで採取した。採取後は外気の影響を遮断するため、すみやかにコア供試体をラップ包装し、表-1に示す室内試験を実施した。

1) 圧縮強度試験

採取したコアの両端部を10mm切断し、φ75×200mmの円柱供試体を作製し、JIS A 1108に準拠して実施した。

2) 中性化試験(コア法および促進)

コア採取後の中性化深さ測定に加えて、コンクリー

キーワード 予防保全, コア, 中性化, 凍害, 樋門

連絡先 〒359-8550 埼玉県所沢市くすのき台1-11-1 西武建設(株) TEL:04-2926-3421 E-mail:a-shirakawa@seibu-const.co.jp

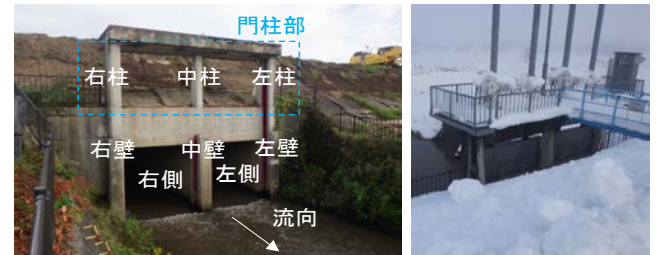


写真-1 既設樋門(左:正面,右:降雪時背面)

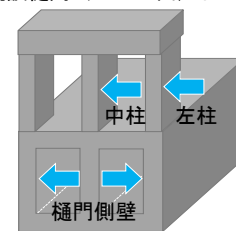


図-1 コア採取位置

表-1 室内試験項目

場所	①圧縮強度	②促進中性化	③空隙率計測
樋門側壁	○	○	△
門柱	左柱	○	○
	中柱	○	○

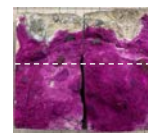


図-2 試験範囲

ト本来の中性化抵抗性を把握するため、採取コアから中性化位置より深い部分で切断し、外的影響を排除した内部コンクリートを用いて促進中性化試験を実施した。中性化促進試験装置を20℃、RH60%、CO₂濃度5%に設定し、促進期間を1,4,8週とした。なお、切断コアはアルミテープで封緘し、一面開放とした。

3) 空隙率計測

凍害による内部劣化を把握するため、空隙率を計測した。コアの中性化部と未中性化部をそれぞれ採取し、真空状態で飽水させ、飽水重量と水中質量を計測した。その後、40℃の乾燥炉で質量が恒量となるまで静置し、絶乾質量を計測し、アルキメデス法により空隙率を求めた。

2.4 試験結果および考察

1) 圧縮強度試験

圧縮強度試験結果を図-3に示す。樋門側壁部は、既往調査でも圧縮強度が報告されており、ほぼ同等の値となった。対して門柱では、中柱において JIS で規定する最小呼び強度（18N/mm²）以下となり、同時期での施工が想定される左柱の4割程度であった。

2) 中性化試験（コア法および促進）

促進期間は一律で1,4,8週とする予定であったが、中柱は4週の段階で中性化深さが大きくなったため、5週で完了とした。促進中性化深さと中性化速度係数の結果を図-4に示す。これより、樋門側壁と左柱では中性化の進行が同程度であったが、中柱では初期で左柱の3倍程度の中性化深さを示し、その後も中性化の進行が停滞することは無かった。

また、促進中性化試験で得られた速度係数を実環境の炭酸ガス濃度に割り戻すことで、促進環境から換算した実環境中性化速度係数を算出（魚本・高田式²⁾）し、コアの中性化深さより算出した中性化速度係数と比較した（表-2）。樋門側壁では、60年以上の供用期間中において、わずか1.37mmの中性化深さであり、中性化速度係数も促進環境より実環境が低い値を示した。これは、樋門側壁の表層付着物により、実環境において表面の物質移動抵抗性が大きくなったためと推測した。一方、門柱では、樋門側壁よりも中性化深さおよび中性化速度係数が大きい結果となった。特に、中柱の中性化速度係数は実環境と促進環境は比較的近い値を示していることから、中柱では深部まで劣化の影響を受け、耐久性が低下している可能性があると考えた。

3) 空隙率計測

コア供試体の中性化部と未中性化部の空隙率の結果を表-3に示す。これより、中柱の未中性化部に着目すると、空隙率が非常に高く、部材内部まで空隙（クラック含む）が及んでいることから凍結融解作用によるマイクロクラックが生じていると考えた。

2.5 評価

本調査結果より、既設樋門側壁では砂塵等の表面付着と高い湿潤環境が相乗し、中性化がほとんど進行せず、健全度が長期にわたり保持されていた。一方、門柱は部位（左柱、中柱）によって圧縮強度と中性化深さに差が生じていた。これは凍結融解と中性化の劣化度の差に依存すると推測した。すなわち、樋門操作台

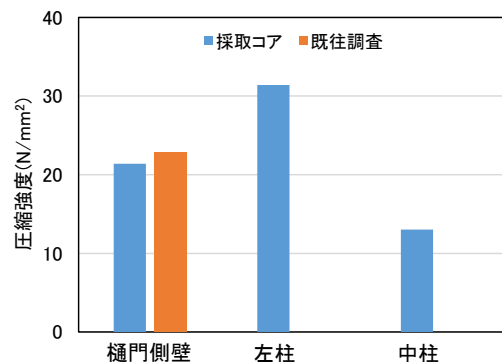


図-3 圧縮強度試験結果

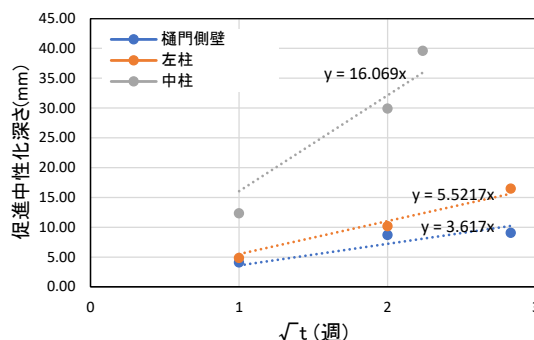


図-4 促進環境の中性化深さと中性化速度係数

表-2 中性化深さと中性化速度係数

場所	実環境 中性化深さ(mm)	中性化速度係数(mm/年)	
		実環境	促進環境
樋門側壁	1.37	0.20	2.58
門柱	左柱	13.78	4.70
	中柱	70.77	11.80

表-3 空隙率

場所	空隙率(%)	
	中性化部	未中性化部
樋門側壁	-	11.17
門柱	左柱	12.43
	中柱	18.13

が屋根となる中柱では積雪影響を受けにくく、凍結融解回数が端部の柱（調査対象では左柱）よりも多くなるためマイクロクラックが内部まで及び、著しい中性化進行と圧縮強度低下を招いたと考えた。

3. 予防保全対策の検討

調査結果より、中性化と凍害に対する予防保全対策が有効である。まず、中性化では、新設樋門「かぶり」は十分確保されるため、門柱部において表面含浸材の塗布を追加措置として検討した。また、凍害では、凍害抑制に適切な気泡を連行させるため、コンクリート打込み時の空気量を標準（3～6%）から上限値側（5～6%）での管理を検討した。

参考文献 1)東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)、国土交通省東北地方整備局、

2)魚本健人、高田良章：コンクリートの中性化速度に及ぼす要因、土木学会論文集、No.451