

フロート式の樋門・樋管点検機械の開発による点検作業の効率化、高度化 ～未点検樋門・樋管の解消を目指して～

国土交通省 東北技術事務所 法人会員:郷家 康弘、法人会員:高橋 義孝、法人会員:小山内 健
パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員:○畠山 直樹、正会員:佐久間 謙史、非会員:森田 大作

1. はじめに

堤防内を通水させる目的で設置されている樋門樋管は、全国に約 25,000 施設あり、設置後 40 年以上経過した施設は全体の約 4 割を占め、経年劣化による機能低下等が危惧されている。このため、これらの膨大な施設を効率的に点検して劣化等状況を的確に把握する手法として 2014 年に「樋門・樋管点検機械(走行式)」(図-1)を開発した¹⁾。この機械は、12 箇所の樋門・樋管で適用し、点検の効率化・高度化に寄与することを確認した。しかし、水位の低い樋門(20cm 程度)にしか適用できないという欠点があったため、多方面から水位が高い樋門へ拡充して適用して欲しいとの要望があった。

2. 水位が高い樋門の点検における課題

従来、水位が高い樋門や土砂が厚く堆積している樋門は、函体内での作業は危険であるため、未点検のまま放置されている場合が多かった。また、水位が高い樋門は、一般に感潮区間に設置されている場合が多く、塩害等により劣化の進行が懸念されるため、早急に劣化状況を把握することが課題であった。このため、「未点検」樋門・樋管の解消を目指し、今回(2016 年)「フロート式の樋門樋管点検機械」を開発し、現地検証を行った。本稿では、その検証結果を報告する。

3. フロート式点検機械の開発

フロート式の点検機械は、2014 年に開発・製作した「走行式点検機械」をベースとして改良した。大きな改良点は、浮力を得るためのフロート(2 箇所)と、走行の安定性・直進性を確保するためのローラガイド(2 箇所)である。特徴は以下のとおりである。

Point 1 点検時の安全性の向上: 函体内での目視点検は、狭小空間での不安定な作業であるため、函体内での作業は極力回避するようにした。具体的には、点検機を吐口側からロープで牽引することにし、安全を確保するため無人で動作する仕様とした。

Point 2 点検の効率化・高度化: 点検精度の高度化を図るため、機械後部に動画撮影用カメラ(3 個)と LED 照明(7 個)を設置し、函体内をカメラにより動画撮影し、変状・劣化を詳細に計測出来るようにした。

Point 3 軽量かつコンパクトな構造: 機械を安全に運搬するために、軽量かつ分割可能な構造とした(長さ 1.6m×幅 0.5m、重量 18kg)。これにより、計測時間だけではなく、計測前後の搬入・搬出の迅速化も図った。

Point 4 点検記録作成の効率化: 撮影写真より、明瞭かつ定量的な「ひび割れ展開図」を作成できるようにした。



図-1 樋門点検機械
(走行式、2014 年開発)

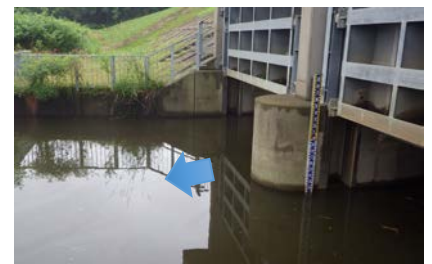


図-2 水位が高く未点検の樋門
水深 1.1m(函体高 2.2m)

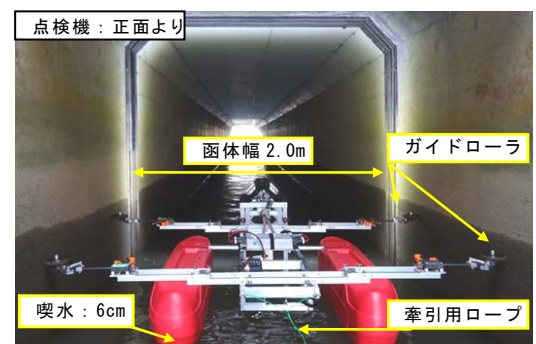


図-3 点検機械の正面からの状況



図-4 点検機械の上部からの状況

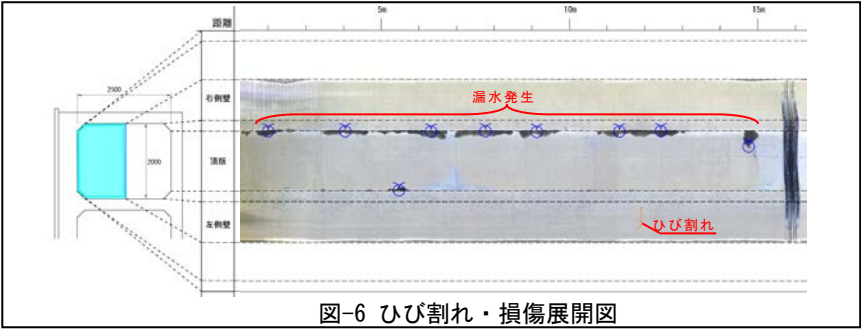
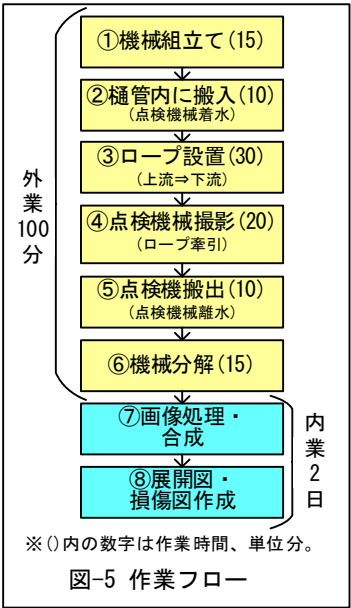
5. フロート式点検機械の現地検証結果

下記のN樋管において、フロート式点検機械の現地検証を実施し、結果を表-1に示した。

竣工年：平成2年（26年経過）
函体断面：幅2.0m×高さ2.5m×長さ36.0m×2連
水深：1.0m～1.5m（感潮区間）

表-1 現地検証結果

項目	検証結果
作業手順・時間	作業フローを図-5に整理した。搬入・搬出も機械が軽量で有るため人力で対応できることを確認した(図-7)。外業の時間は100分程度を要したものの、今回の樋門は2連であるため、通常の1連の場合は80分程度と想定される。また、牽引用のロープ設置に30分を要したため、この作業時間を短縮させる工夫が今後必要である。
機械の安定性	撮影時は2箇所ガイドローラにより、ブレが少なく安定した撮影ができることを確認した。ガイドローラは左右の安定性だけでなく、上下の動きも抑制できることを確認した。
操作性(牽引)	機械の操作は人力で行ったが、大きな力は必要とせず、片手で容易に牽引できることを確認した。
計測精度	作成したひび割れ・損傷展開図を図-6に示す。頂版ハンチ部の連続した漏水とひび割れ(0.3mm)を確認した。



6. 適用条件

前述の検証結果より、フロート式点検機械の適用条件を整理した。流速等の条件は今後も検証が必要である。

表-2 フロート式樋門樋管点検機械の適用条件

項目	適用条件	備考
適用断面	内空幅：1.0m以上、内空高：0.5m以上	高さは機械高の制限による。
適用水深	0.1m以上	喫水は6cm程度である。
流速	1.0 m/s程度	今後検証が必要である。
波浪	波浪等時は適用不可	点検機が不安定の場合は、撮影精度低下する。

7. まとめ

今回のフロート式点検機械の検証により、感潮区間で水位の高い「未点検」樋門・樋管を効率的かつ効果的に点検が可能になったことがわかった。全国には多数の「健全度の低い未点検樋門」が潜在しているものと考えられるため、この機械の普及により、劣化や変状の早期発見と補修対策を行い、予防保全型の維持管理として施設の長寿命化にも寄与していくものと考えている。今後は、「CIM」や「i-Construction」などの「三次元的な維持管理」についても研究を進めていきたいと考えている。まだ試行段階ではあるが、今回の点検機械により取得した画像データと樋門のCIMモデルを合成したものを図-8に示す。3次元的管理により、損傷箇所が可視化できるため、損傷原因、劣化状態管理(属性管理)が容易になるものと考えられる。この他、損傷展開図の作成を効率化するため、取得画像からひび割れ等を「自動判読」する技術についても研究していきたいと考えている。

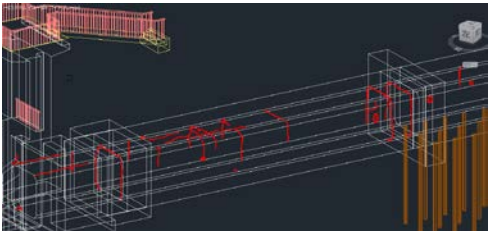


図-8 CIMによる3次元の変状図

参考文献 1) 畠山直樹、高田浩穂、高橋義孝：「樋門樋管点検機械の開発による点検作業の効率化、高度化」、土木学会第70回年次学術講演会、VI-174