

壁面自動追尾型水路トンネル診断装置による点検

日本工営(株) 正会員 ○中山 宣洋
 日本工営(株) 正会員 金本 康宏
 日本工営(株) 正会員 本多 学
 日本工営(株) 正会員 藤原 鉄朗

1. はじめに

農業用水, 上水道, 工業用水のための無圧水路トンネルには, その利用目的から水を止めることが出来ないものがあり, 供用後1度も点検調査が実施されていない施設が多くある. そのため, このような施設ではトンネル内の状態が把握できないことから突発的な崩落事故発生の危険があり, 維持管理における課題となっていた. そこで, 断水を伴わない通常の水運用下で一次調査を行う手法として, 水面よりも上方の覆工コンクリートに対して目視調査の代替調査を行うことを目的に, 「無圧水路トンネルの無人調査・診断システム」の開発を行った. なお, 本システムは平成19年度から実施された農林水産省官民連携新技術開発事業により, (国研) 農研機構 農村工学研究所, 日本工営(株), (株) ウォールナット, 日本シビックコンサルタント(株) が共同研究し, 開発したものである(特許第5487409号「壁面自動追尾型水路トンネル撮影装置」).

2. 壁面自動追尾型水路トンネル診断装置の概要

写真1に開発した壁面自動追尾型水路トンネル撮影装置を示す. 本調査期の特徴は下記のとおりである.

- ・調査機にはカメラが3台搭載されており, これを自然流下させることで水路壁面アーチ部の画像(動画)を撮影する.
- ・自然流下の際に画像撮影を行うカメラは常に同じ方向を撮影できるように姿勢制御を行いながら撮影を行う.
- ・ケーブルレスの無人調査機であり, 調査延長は最大 m
- ・得られた動画からトンネル展開画像作成ソフトにより, 撮影装置の流下速度やトンネルアーチの歪みを補正した画像展開図を作成する.



写真1 壁面自動追尾型水路トンネル撮影装置

表1 適用条件

| 適用条件 | |
|------|-------------------------------------|
| 流速 | 2.0m/s以下※1 (1.2m/s以下)※2 |
| 適用施設 | 無圧水路トンネル 2R=1.5m以上, 水路延長10.0km以下 |
| 搬入出口 | 75x75cm以上 |
| 適用水深 | 0.5m以上 |

3. 点検の手順

点検の流れを図1に示す.

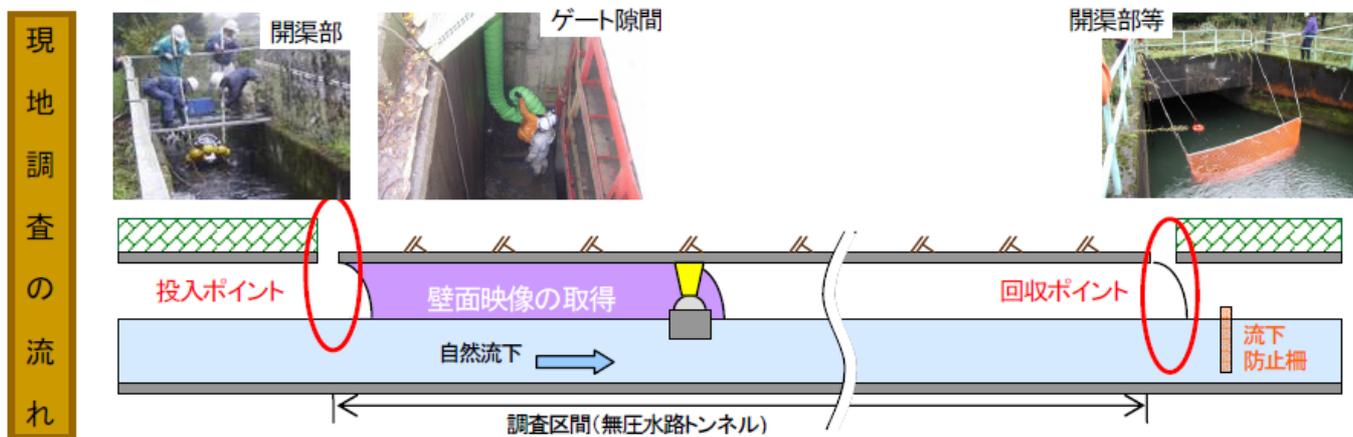


図1 壁面自動追尾型水路トンネル撮影装置による点検調査の流れ

キーワード 水路トンネル, 連続展開画像, 一次調査, 壁面自動追尾型水路トンネル診断装置

連絡先 〒980-0803 宮城県仙台市青葉区国分町3-1-11 日本工営株式会社 仙台支店 TEL:022-227-3526 FAX:022-268-7661

4. 点検調査の事例

(1) 点検対象

点検対象は上水道の原水を河川から浄水場へ引くためにつくられた導水施設(隧道)である。供用年数は50年を越えているが、これまで点検を行ったことがなく、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響も懸念されたことから、壁面自動追尾型水路トンネル撮影装置による点検を行うこととなった。

(2) 点検調査のフロー

点検は図2に示すフローにより行った。まず、導水路トンネル内に調査機を投入するための投入口、及び調査機を回収するための回収口を設置した。本調査の前に調査機が水路トンネル内で障害物などにより回収口まで流れ着くことを確認するため、調査機の高さ、幅が同じ模擬浮体を流下させ、調査機が自然流下可能であることを確認した。また、小型カメラを搭載したフロートを流し、簡易的に画像による障害物の有無の確認を行った。水路トンネル内に障害物がないことを確認した後に、本調査を行った。本調査は2回行い、比較的画像の状態が良い方を利用して解析を行うこととした。

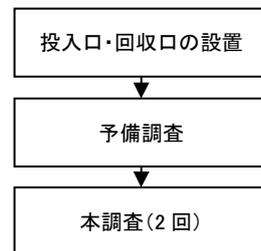


図2 点検調査フロー

(3) 点検状況

写真2に点検状況を示す。

(4) 点検結果の事例

動画からトンネル内面の展開画像を作成し、展開画像からひび割れや漏水箇所等の変状を読み取った。点検を行った対象施設では、1mm以下のひび割れや滲み程度の漏水箇所が見受けられたが、覆工コンクリートの剥落や構造上問題となるひび割れ等は見受けられなかった。



写真2 点検の状況(左:調査機投入 中:回収口 右:調査機回収)

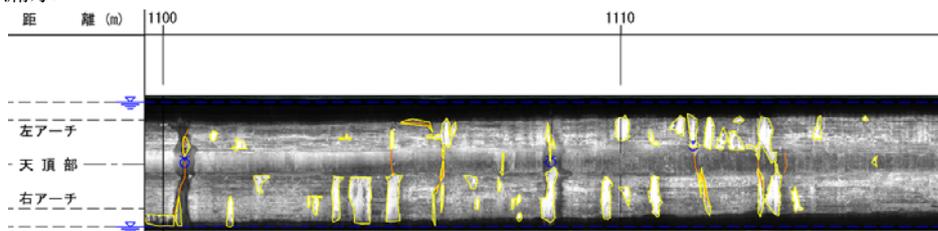


図3 展開画像と変状展開図

(5) 健全度の評価方法

水路トンネルの健全度を評価する方法の一つに水路トンネル診断マニュアル(案) (平成5年4月, 通商産業省資源エネルギー庁) がある。本マニュアルに沿って評価を行った結果、今回の点検対象施設については、トンネル評価はI : 一般的に健全である評価結果を得た。

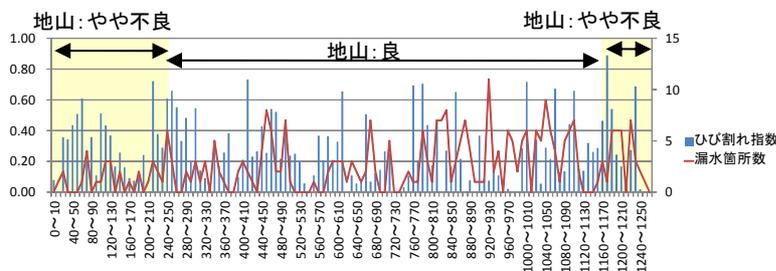


図4 ひび割れ指数・漏水箇所数と地山状況の関係

また、既往の文献から地山の状況と10m区間毎のひび割れ指数及び漏水箇所数の関係を比較した。結果は図4であり、地山がやや不良と考えられる区間で必ずしも変状が顕著である傾向はなく、このことから今回の点検で確認されたひび割れは地山の影響により発生したものではなく、施工当初の初期ひび割れがそのまま残っている状態であると推定した。

5. 今後の展望と課題

- ・ 今回の点検調査で隧道内の展開画像を取得していることから、今後の定期的に同手法で展開画像を取得し、今回調査結果と比較することで、変状の進展を確認することが容易となる。
- ・ 水面下の覆工コンクリート状況を展開図で把握することは課題であり、今後の調査技術の開発が望まれる。

6. 参考資料

- ・ 森充広・森丈久・渡嘉敷勝・中矢哲郎・藤原鉄朗・齋藤豊 (2012) 通水状態での農業用トンネル調査・点検技術の開発, 農業農村工学会論文集 No. 278, pp. 9-17.
- ・ 藤原鉄朗 (2015) 農業用・水道用水路トンネルの診断技術の開発と適用, Civil Engineering Consultant, Vol. 258, pp52-55.