

DX 時代における通水点検技術の機能診断調査への適用

Apply and evaluate uninterrupted water surveying technology to functional diagnostic in the DX Era.

○中山 宣洋^{*1}, 財部 伸一^{*2}, 高岩 庸博^{*2} 佐藤 京介^{*1}, 増田 真実^{*1}

Nakayama Nobuhiro, TAKARABE Shinichi, TAKAIWA Tsunehiro, SATO Kyosuke, MASUDA Mami

1. はじめに

農林水産省の新たな土地改良長期計画(令和3年度~7年度)では、政策目標として「ICTなどの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保全管理」が掲げられ、ロボットやICT等も活用した施設の計画的かつ効率的な補修・更新等による戦略的な保全管理の徹底が求められている。農業水利施設のうち、地中に構築された水路トンネルは、一般に施設の延長が長く、また幹線水路として農業用水、上水道、工業用水を供用するため、年間を通して断水が困難であり、通水中に施設内部の状態を把握することは通常困難である。

著者らは、H19年より開発してきたトンネルの通水点検技術に、DX時代において急速に発展した画像・空間認識技術を適用することで、水路トンネルの状態把握に必要な①覆工表面の変状、②覆工巻き厚と背面空洞の有無、③トンネル内空断面情報、が把握可能な新型装置を開発し、機能診断調査へ適用した。本稿では、機能診断調査への適用性評価と、今後の維持管理への活用展望について提示する。

2. 適用水路トンネル点検装置の概要

図-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、人肩での作業が装置の投入と回収のみで、トンネル内調査は無人で自動化されており、3つのトンネル状態把握必要事項に対して、それぞれ以下の特性で計測を行う。

- ①覆工表面の変状: 変状記録の光学カメラと、トンネルと装置を正対させかつ相対位置の自動姿勢制御機能により、常時品質が安定した壁面画像撮影を行い、撮影画像から連続展開画像を作成
- ②覆工巻き厚と背面空洞の有無: 自動操作型非接触レーダによる無人データ取得
- ③トンネル内空断面情報: LiDARによるトンネル内空断面の常時計測



表-1 新型通水点検装置自動姿勢制御部の仕様

項目	仕様	
形状・寸法	円盤形、 $\phi \times H = 500 \times 460\text{mm}$	
重量	約17kg	
航行方式	自然流下方式	
位置・姿勢制御	推進装置	スラスタ 出力390W×4個
	自己位置計測	測域センサ×2個、ジャイロセンサ
	測定位置	GPS
主電源	4セル14.8 6セル22.2V、Li-ionバッテリー×2個	

図-1 新型通水点検装置

*1 日本工営株式会社, *2 株式会社ウォールナット

キーワード: DX, ドローン, トンネル, 通水点検, 機能診断

3. 機能診断事例

トンネル径 2.6～3.4m へ適用した結果、調査精度についてはひび割れ有無の認識可能な幅は 0.2mm、ひび割れ幅が判別できる幅として 1mm であった。これらの調査精度は、評価基準（農業水利施設の機能診断の手引き）で求められるひび割れ判定幅を認識できる精度を確保できた。また、覆工背面空洞および覆工厚については、10cm 単位程度での調査精度であったが、評価基準に必要な空洞の有無の判定は可能であることを確認出来た。

また、内空断面計測は、無覆工トンネルの風化等による崩落を把握可能な状況を確認出来た。なお、水中部については、盤ぶくれ等の緊急的に対策が必要な変状、インバートの摩耗や洗堀（欠損）程度を把握可能か、試行的に音響カメラによる水中撮影を行った。試行の結果、凹凸差 1.5cm の深さ寸法を計測することは出来なかったが、凹凸の有無は確認をすることが可能であり、欠損状況および緊急的な対策の要否は判断可能であると考えられた。

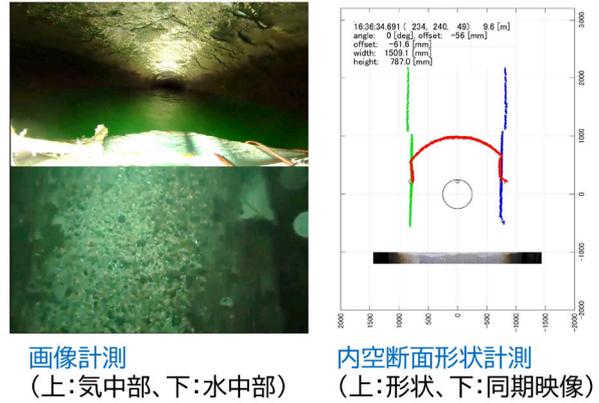


図-2 内空断面計測および、計測位置画像との同期

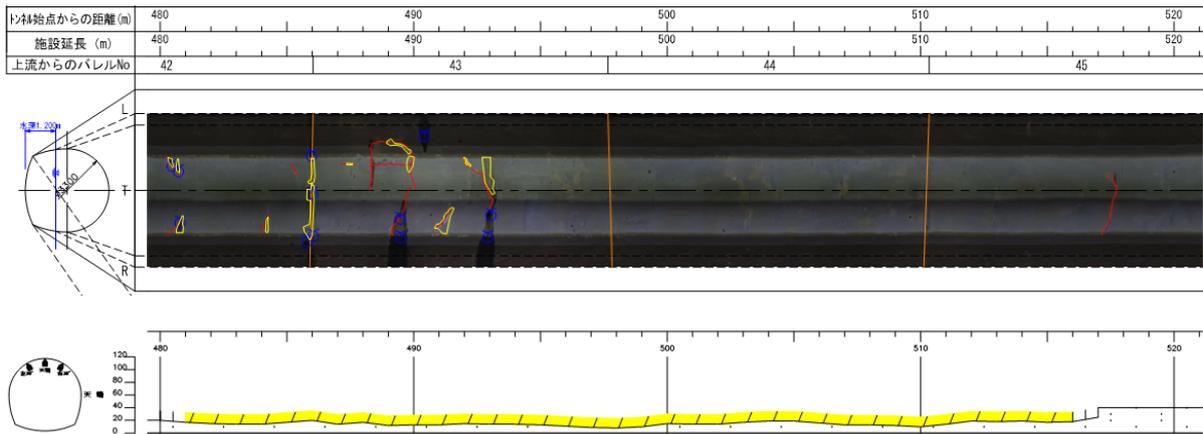


図-3 新型通水点検装置による調査結果例（変状展開図、覆工背面縦断面図、

4. 今後の展開

新型モモタロウは、データ駆動型の機能診断の実 60 現に向けて、人×ロボット×AI を統合化し、施設保全の活動プロセスを通じて得られた新たな知識や認識をベースに、より合理的な保全業務モデルへと発展させて、人とデジタルのベストミックスの追求を指向するものである（図-4）。その実現へ向け、今後も技術開発と現場実装の取組を加速させていく。

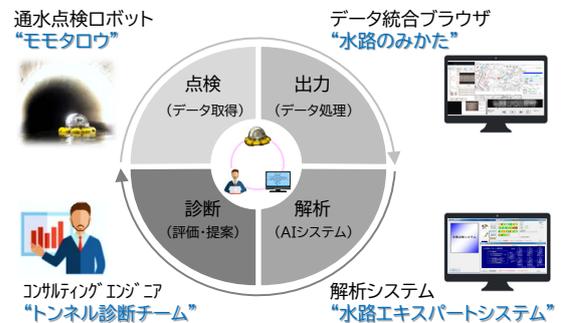


図-4 人×ロボット×AI 統合型の保全業務モデル