

## 農業用水路の機能診断のための非破壊調査適用事例

### Application of non-destructive tests for performance evaluation of agricultural cannels

森 充広\* 長束 勇\* 渡嘉敷勝\* 石村英明\* 藤原鉄朗\*\* 金光保雄\*\*\* 齋藤豊\*\*\*\*  
M. Mori, I. Natsuka, M. Tokashiki, H. Ishimura, T. Fujiwara, Y. Kanemitsu, and Y. Saito

#### 1. はじめに

農業用水路の機能診断を的確に実施するためには、水路に発生しているひび割れなどの変状や漏水などの機能低下が「いつ発生したか」、あるいは「経年的に進行しているか」という情報が必要となる。しかし、これらの情報はほとんど記録されていないのが現状である。この一因として、これまでの機能診断が、目視調査を主体としてきたことが挙げられる。農業用水路の延長はあまりにも長く、目視による調査には限界があり、変状の記録がデータベースとして蓄積されにくかったと考えられる。また、農業用水路が発電や上水道等と兼用となっている地区や、畑地かんがい用水、防火用水、地域用水として冬期における通水の要望がある地区においては、機能診断に費やせる完全断水時間が限定されるケースも多く、短時間に効率的に情報が取得できる調査法の開発が望まれている。そこで、筆者らは、長大な延長をもつ農業用水路を効率的に機能管理するための非破壊調査技術の開発、そして、これらの調査法により得られる情報から水路の機能を診断するシステムの開発を進めている。本報では、既存の非破壊調査法の適用性を探るために予備的に実施した農業用水路（開水路および水路トンネル）の調査結果について報告する。

#### 2. 調査の概要

[1] 調査地の概要： 調査は現在補修工事が行われている地区の農業用水路において、開水路（H=2.7m, B=2.3m, L=62m）と水路トンネル（2R 標準馬蹄形 R=1.2m, L = 2,462m）を対象に実施した。

[2] 適用した既存の非破壊調査法： 今回適用した非破壊調査法を Table 1 に示す。水路トンネルでは、レーザー計測車による覆工表面のひび割れ状況の調査（Photo.1）および地中レーダによる覆工背面の空洞調査を行った。また、目視調査で確認された特に変状の著しい区間については、ひび割れの深さを推定する超音波法、トンネル内空の変形状況を計測するレーザー式内空断面計測、ひび割れ周辺の温度分布を計測する赤外線サーモグラフィ法、シュミットハンマー反発度の計測などを実施した。開水路部分については、特に変状の認められない水路壁（横 2m, 縦 1.6m の長方形の領域）を選定し、この部分において配筋状態を確認できるレーダ調査、電磁誘導法、鉄筋の腐食を計測できる自然電位法などを実施した。また、摩耗などによる不陸状況を計測するため、レーザー変位計によるプロファイル測定を実施した。

[3] レーザー計測システムの概要： レーザー計測システムは、レーザーを壁面に照射し、壁面で反射する光量の強弱を光検出器でとらえることにより、クラック等の情報を検出するものである。トンネル壁面に照射されたレーザー光は、クラック内で乱反射し、反射光量が減少する。その反射光量を連続的に計測することにより、クラックの方向や長さ、位置が検出される。今回使用したシステムでは、内径 5.0m のトンネルで計測した場合 0.3mm 幅のクラックを検知できる精度を有する。

#### 3. 診断結果の一例

[1] 地中レーダによる水路トンネル変状部の調査結果： 特に変状部が顕著な箇所において、地中レーダによるトンネル覆工の厚さおよび空洞状況の確認を行った。トンネル横断面で計測した地中レーダの画像を Fig.1 に示す。トンネル天端に強い反射が認められたため、ドリルで削孔したところ、空洞に崩積土が堆積している状況であった。このことから、天端で土圧に抵抗する反力が得られないため、クラックなどの変状が現れていると考えられる（Fig.2）。

[2] 自然電位法による開水路壁面の鉄筋腐食状況調査結果： 電磁誘導法を利用し、鉄筋の配筋状態を調査した結果、主筋は 40cm ピッチで配筋され、途中底盤に近い部分では 20cm ピッチで配筋されていることが確認された。次に、自然電位法により、これら鉄筋の腐食状況を確認した。結果を Fig.3 に示す。設定した



Photo 1 Laser Measurement System

\* (独)農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering 農業用水路,非破壊調査,レーザー計測

\*\* 日本工営(株)社会環境エンジニアリング事業部 NIPPON KOEI Co. LTD.

\*\*\* コマツエンジニアリング(株)計測エンジニアリング事業部 Komatsu Engineering Corp.

\*\*\*\* (株)ウォールナット Walnut LTD.

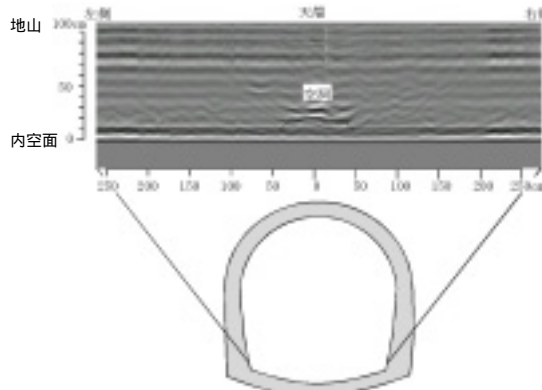
2m×1.6m の領域内で自然電位は-170 ~ -120mV を示し, ASTM の腐食評価基準による「90%以上の確率で非腐食の状態」であることが確認できた。

**Table 1** Summary of non-destructive tests

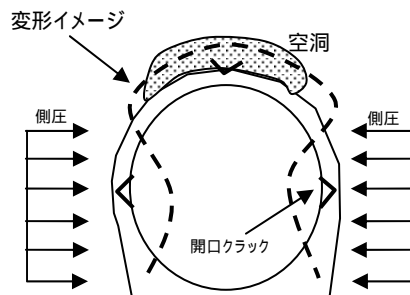
対象	計測方法	計測対象	調査数量
トンネル	レーザー計測	覆工表面のひび割れなど	2,462m
	レーダ調査	覆工背面の空洞	天端 2,462m, 変状の著しい区間では横断方向も実施
	レーザー式内空断面計測	トンネル内空の断面形状	変状の著しい区間
	超音波法	ひび割れ深さ	変状の著しい区間
	ドリルカメラ調査法	覆工背面の空洞	レーダ実施箇所数カ所
	ビデオカメラ壁面計測	覆工表面のひび割れなど	トンネル坑口から 10m
	赤外線サーモグラフィ	ひび割れ周辺の温度分布	代表的なひび割れ数カ所
開水路	シュミットハンマー反発度	コンクリート強度	変状の著しい区間
	レーザー計測	覆工表面のひび割れなど	62m
	レーダ調査	配筋状態	水路壁 横 2m×縦 1.6m の範囲
	電磁誘導法	配筋状態	水路壁 横 2m×縦 1.6m の範囲
	自然電位法	鉄筋の腐食状態	水路壁 横 2m×縦 1.6m の範囲
	電気抵抗計測	鉄筋の腐食状態	水路壁 横 2m×縦 1.6m の範囲
	レーザプロファイル計測	開水路側面の不陸	水路壁 横 2m×2 測線
赤外線サーモグラフィ法	開水路側面の温度分布	水路壁 横 2m×縦 1.6m の範囲	
	シュミットハンマー反発度	コンクリート強度	1 箇所

#### 4. まとめと課題

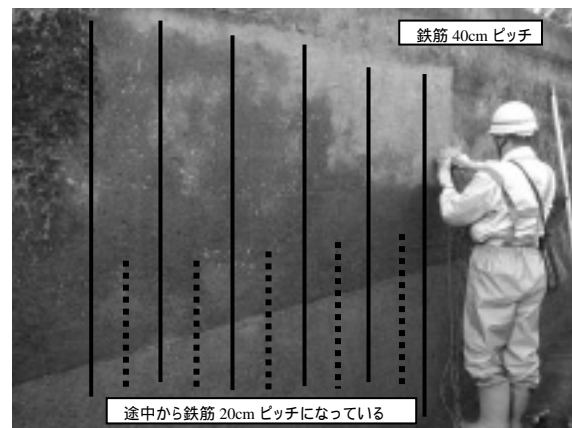
今回, 農業用水路の維持管理に有効な非破壊調査を探るため, 多くの調査を試みた。結果の大半は現在とりまとめ中であるが, 今後, これらの結果を総合的に検討して, 特に長大な延長を有する農業用水路の機能診断に適した非破壊調査技術の開発, ならびに得られる情報を記録して施設機能の診断を可能とするシステムを開発していく予定である。なお, 本研究は, 農林水産省の官民連携新技術開発研究「効率的な農業用水路維持管理のための非破壊調査技術および劣化診断システムの開発」に位置づけられ, (独) 農業工学研究所が民間三社 (日本工営 (株), (株) コマツエンジニアリング, (株) ウォールナット) と連携して実施しているものである。



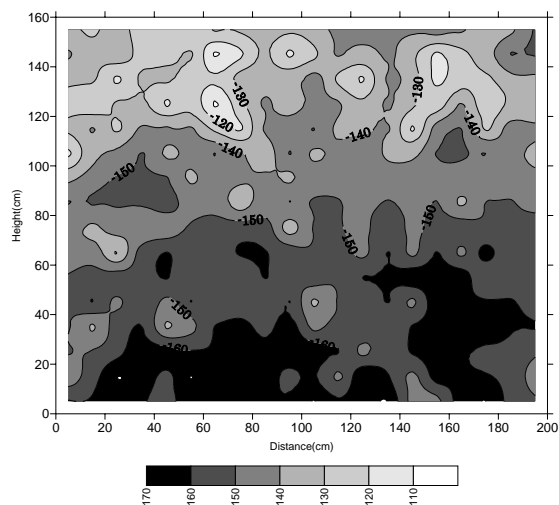
**Fig.1** Survey result of penetrating radar system



**Fig.2** Mechanism of crack



**Photo 2** Target of investigation at an open channel



**Fig.3** Survey result of Half-Cell Potential Method(unit: mV)