

【農工研ニュース 76 号から】

■断水が困難な水路トンネルの変状調査手法

施設工学研究領域 施設機能担当主任研究員 森 充広

Q 1 研究の端緒となった誘因を教えてください。

A 1 本研究の前に、レーザー光や CCD ラインカメラを使った調査技術を開発しましたが、断水時間が制限されている現場や、まったく断水が不可能な現場も数多く存在することがわかりました。このような折り、平成 18 年に H 県で送水トンネルの崩落事故が発生し、農業用水路トンネルの健全性を点検する機運が高まり、本研究開発に着手（平成 19～23 年）しました。



▲水路トンネル天端付近の開口ひび割れ

Q 2 トンネルはどのような原因で変状するのか教えてください。

A 2 大きくは 3 つのパターンに区分されます。一つ目は地山がトンネルを押し圧力による破壊、二つ目はトンネルの天端背面に地山の崩積土が積み重なり、重さに耐えられなくなることによる破壊、三つ目は地すべりなどによるせん断破壊です。

Q 3 この発明の新規性は何ですか。

A 3 ケーブルを取り付けて手元で操作するタイプは既製品があります。また、画像を撮影する機能はないものの、流水中に球体を投入し、流下中の「音」を記録することによって漏水の位置を検出するものなどが開発されています。本装置は、流水中を流下する船にカメラを取り付け、水路トンネルの壁面に発生しているひび割れ、漏水などを撮影するものです。ケーブルレスでありながら、壁面自動追尾機能により、変状発生箇所の見落としがしないことです。

Q 4 どのような試行錯誤（苦心）があったのか教えてください。

A 4 試作機はどうしても装置が回転し、適切な画像が得られませんでした。これを防ぐ手段のアイデア出しに苦労しました。実は苦労はまだ残っていて、水中部の変状をどう見つけるのかという課題が解決できていません。



▲試作 1 号機

Q 5 カメラの撮影範囲はどの部分をカバーしているのですか。

A 5 カメラは、天端撮影用、左右岸撮影用の計 3 台を搭載し、それぞれのカメラの撮影範囲をオーバーラップさせているので、気中部分はすべて撮影できます。



▲開発した装置（完成形）

Q 6 電磁波送受信アンテナはどのような役割を果たすのですか。

A 6 これはレーザードップラー速度計です。アンテナから天端に電磁波を発射し、天端で反射した電磁波（の周波数の変化）を捉えることで装置の移動速度を計測します。得られた画像のみからは、撮影した場所の特定は難しいのですが、ドップラー速度計による移動速度分かれば、流下時間との関係からひび割れなどの大きい変状が発生している位置の見当をつけることが可能です。

Q 7 自動調査を行うことができる反面、目視しないことから、この装置で発生する誤謬はどのように処理されるのですか。

A 7 CCD カメラの映像は、装置内のメモリーカードに記録されています。トンネル内部を撮影できたかどうかは、下流で装置を回収した後、メモリーカードの画像をパソコンに写し、その場で確認します。うまく記録できていなければ、もう一度上流から投入することになります。

流下速度が速いと、画像がぶれてうまく画像が撮影できない可能性があります。計算上では、直径 1.7m の水路トンネルで流速が 1.38m/s 以上になるとひび割れ検出に影響が出る可能性があります。

変状の抽出は、基本的に人が画像を見て行います。現状では、ひび割れ幅などの正確な数値情報は分かりません。比較対象となるものの大きさ（型枠跡の大きさ、目地間隔）などから比例計算で求めています。

本研究の実証試験において、3 時間断水時間を確保しました。その間に人が踏査してひび割れ幅を記録し、壁面に数値を記述しておき、本装置で得られた計測結果と突き合わせました。この実証試験により、どの程度のひび割れ幅まで見極めることができるかを確かめました。

以上のことをまとめると、本装置は、

- ①「変状の有無」を確認するための概査手法
 - ②一度断水して点検はしているものの、その後の「進行性を追跡調査」する手法
- という目的で活用して頂きたいと考えています。

Q 8 このような研究開発に取り組む場合に、研究者にはどのような資質が要求されるのでしょうか。

A 8 この装置の開発には、農林水産省の競争的研究予算を獲得して充て、民間と共同で実施しました。本装置の完成までに、実に大勢の技術者が関わりました。そして、様々な角度からの議論の中から壁面自動追尾機能というアイデアも生まれました。こうして生まれたアイデアが、民間技術者によって次々と試作機になりました。一方、現場実証試験には国や土地改良区の多くの職員の協力が必要でした。

以上のように、本研究開発はとても一人の力では成し得ないプロジェクト研究でした。研究はこつこつと一人で進めていくというイメージをお持ち方もいらっしゃると思います。でも、基盤研究を実用化したり、製品化したりする研究ステージに入ると、産学官の協働の活動になります。関係する様々な機関や多くの方々と信頼関係を築き、仕事を確実に前に進めることができるコミュニケーション能力も大切と実感しています。



▲農村工学研究所内での試作機の試験



▲試作機の開水路での予備試験



▲農村工学研究所内でのドップラー速度計のチェック



▲試作機の開水路での予備試験



▲最終形状での実証試験



▲下流に戻ってきた装置



▲日本コンクリート工学協会年次大会での展示