

## ■減量通水状態における水路トンネルの点検調査

独立行政法人水資源機構 総合技術センター 水路グループ 大津太郎 様

水資源機構の管理する水路トンネルは、水道・工業・農業に係る用水を年間を通して供給しているものが多いことから、長時間の断水を伴う水路トンネルの点検調査は、利水者への影響から困難な場合があります。

これら断水が困難な施設の中には、既存の調整池や配水槽等に一時的に用水を貯めることで、短時間ではあるが、通水量を大幅に減量することが可能な施設もあります。

この減量通水状態に水路トンネルの点検調査を行うことができれば、利水者の取水に影響を与えることなく、水路トンネルの点検調査を定期的かつ効率的に行うことが可能となります。

そこで、減量通水状態における水路トンネルの点検調査手法を確立するため、調査条件（適用断面、水深・流量、搬入経路等）に応じた自走式トンネル調査台車を開発しました。

図-1 自走式トンネル調査台車（大口径用）仕様



適用断面	2R=2, 400mm 以上
調査時水深	最大 1.0m
調査時流速	最大 1.0m/s
調査速度	約 1.0km/h
分割寸法	分割不可(重量 500kg)
積載重量	最大 200kg(乗車・牽引可)
最小回転径	約 4,000mm
駆動方式	エンジン(ディーゼル)
連続駆動距離	2km(超える場合給油)

図-2 自走式トンネル調査台車（小口径用）仕様



適用断面	2R=1, 800~3, 000mm
調査時水深	最大 0.5m
調査時流速	最大 1.0m/s
調査速度	1.0~1.5km/h
分割寸法	300×1,000mm(4分割)
積載重量	最大 150kg(乗車不可)
最小回転径	1,640mm
駆動方式	電動(バッテリー)
連続駆動距離	10km(超える場合交換)

開発した調査台車に既存のひび割れ画像計測機器及び覆工背面空洞レーダー探査機器を搭載し、減量通水状態での実証実験を行った結果、内径  $2R=1,800\text{mm}$  以上のトンネルにおいて、水深  $0.5\sim 1.0\text{m}$  以下かつ流速  $1.0\sim 0.5\text{m/s}$  以下の通水条件で、安全かつ安定的に点検調査が可能であることを確認しました。

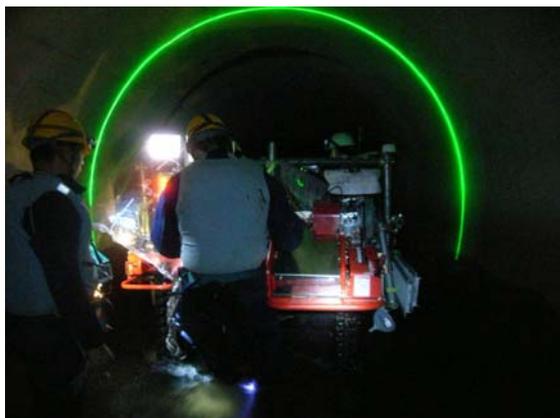


写真-1 ひび割れ画像計測実施状況

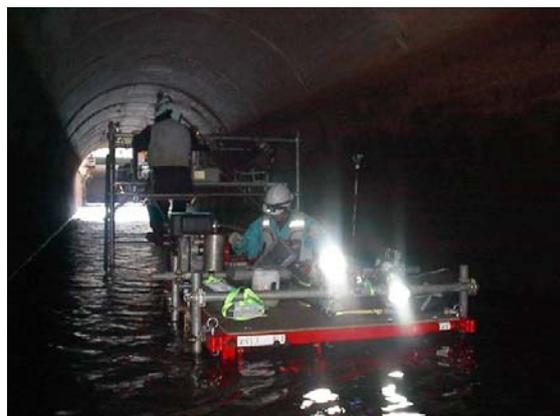


写真-2 覆工背面空洞レーダー探査実施状況

なお、これら点検調査手法の技術開発は、経済産業省からの受託事業及び日本工営株式会社との共同技術開発において実施したものであり、詳細については以下をご参照ください。

経済産業省H20委託調査報告書「[平成20年度施設更新・耐震化マニュアル検討調査](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2009fy01/0017827.pdf)」  
[http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2009fy01/0017827.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2009fy01/0017827.pdf)

【補足説明】

当該新技術の理解を深めるため、農工研メルマガ事務局から大津様に次の事項について質問し、回答を作成していただきました。さらに詳細は、前記された報告書をご覧ください。

Q 1 図1の台車の駆動方式がディーゼルエンジンとなっていますが、トンネル内で内燃機を利用して排ガス等の問題はないのでしょうか。

A 1 当該トンネル調査にあたっては、調査員の安全確保のため十分な換気を行うことを前提としています。

また、減量通水状態でのトンネル調査は、通常のトンネル調査と比較しても様々なリスク要素が考えられることから、十分な安全対策を必要とします。

Q 2 図1の台車の接地部には凹凸があるようですが、走行中に振動して画像が乱れる心配はないのでしょうか。

A 2 当該調査台車を用いた実証実験において、目視スケッチによるひび割れ計測結果と比較を行い、当該台車による画像計測が十分な計測精度を有していることを確認しています。この際、調査台車の震動による画像の乱れは発生していません。

Q 3 図2の台車の駆動方式は電動バッテリーとなっていますが、どの部分が電動になっているのでしょうか。

A 3 自走式トンネル調査台車（小口径用）は、左右前輪上部に電動モーターが設置されており、ローラーの回転を車輪に伝えることで走行します。



【駆動部】

レバーを押し下げ駆動部を車輪に押し当てることで、駆動部の回転力が車輪に伝わり自走する。

【制御部】

コントローラー（ジョイスティック）を操作することで前進・後進を制御する。

Q 4 通水中の調査の場合、上流側から下流に向かって調査するのでしょうか。

A 4 当該調査台車を用いた実証実験において、順流方向での計測結果と、逆流方向での計測結果の比較を行い、調査方向による計測結果への影響がないことを確認しています。

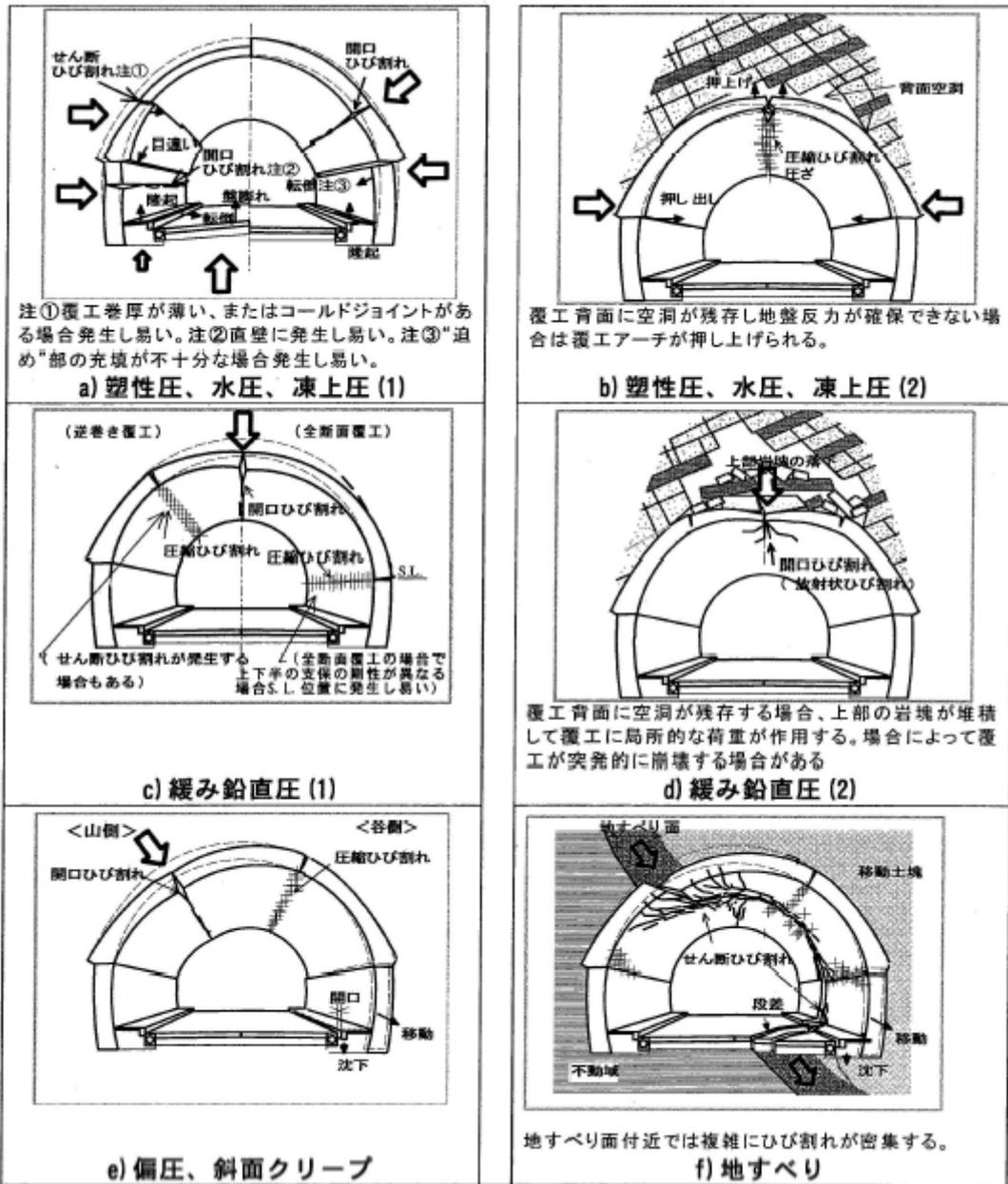
なお、調査方向により以下のとおり計測速度に影響を与えることを確認しています。  
(作業員の歩行速度・調査機器の操作時間等)

作業内容	計測速度	
	調査台車（大口径用）	調査台車（小口径用）
移動のみ	1.0 km/h	2.3km/h
空洞探査	1.0 km/h	順流：1.5km/h、逆流：0.85km/h
ひび割れ調査	1.0 km/h	順流：1.0km/h、逆流：0.85km/h

Q 5 水深0.5～1m以下の水中部は調査対象から外れるのでしょうか。それは、トンネルのひび割れが発生する場所と関係しているのでしょうか。

A 5 外力により発生するトンネルの変状は、下図に示すようにアーチ部のひび割れとして表れる傾向があります。また、突発的なトンネルの崩壊は、アーチ部の覆工背面における空洞が原因で発生することが多いです。

このため、トンネルの健全性はアーチ部の状態（覆工表面ひび割れ・背面空洞）に代表されるといえます。



(「山岳トンネル覆工の現状と対策」 土木工学会)

図 外力に伴うトンネル覆工の代表的な変状形態