

導水路トンネルの各調査手法を用いた健全度診断

日本工営（株） 正会員 ○沢田 陽佑
日本工営（株） 正会員 小谷 拓

1. はじめに

現在、わが国では、管理すべき土木構造物が年々増加しており、従来の対症療法的管理から予防保全的管理へ移行することが望まれている。本稿では、導水路トンネルに対し、水深計測等のトンネル内部調査、コンクリート強度調査、壁面連続画像計測および覆工コンクリート背面空洞調査を行った結果を示し、水路トンネル診断マニュアル（案）〔通商産業省 資源エネルギー庁〕を用いて健全度評価を行った上で、今後の維持管理に資する検討を行った事例を報告する。

2. 調査方法

対象となる導水トンネルは、1号トンネル（1,025km）、2号トンネル（1,200km）で構成されており、通常90cm程度の水深がある。本調査では、通水量を減らした上で、通水したままでも調査可能な減量通水台車を使用して調査を行った。

今回の調査では、施設の状態を把握するため、トンネル内部状況調査、コンクリート強度調査、壁面連続画像計測、覆工コンクリート背面空洞調査を実施した。トンネル内部状況調査では、トンネル内部の水深、流速、酸素濃度を計測し、コンクリート強度調査では反発度法によりコンクリート強度を推定した。また、壁面連続画像計測では、トンネル内部をデジタル画像により連続的に記録し、記録した画像から壁面の変状（ひび割れ、湧水、剥離、摩耗等）状況を把握した。さらに、覆工コンクリート背面空洞調査では地中レーダー探査機器により、トンネルアーチ部の空洞の発生状況、覆工厚、支保工の位置等を確認した。

表-1 調査内容

調査項目	数量	調査対象
トンネル内部状況調査	2.255km	水深、流速、酸素濃度
コンクリート強度調査	9箇所	コンクリート強度
壁面連続画像計測	2.255km	表面の変状
覆工コンクリート背面空洞調査	2.255km	覆工裏の背面空洞等



図-1 壁面連続画像計測状況



図-2 背面空洞調査状況

3. 調査結果

3. 1. トンネル内部状況調査結果、コンクリート強度調査結果

トンネル内部状況調査を行った結果、水深は平均 35.4cm、流速は平均 0.69m/s、酸素濃度は平均 20.9%であり、トンネル全線について調査可能であることが確認できた。また、コンクリート強度調査を行った結果、コンクリートの推定圧縮強度が平均 35.8N/mm^2 であることが確認され、対象トンネルの設計基準強度が無筋コンクリートの設計基準強度 18～21 (N/mm²) が採用されていると考え、設計基準強度は満足できていると判断された。

3. 2. 壁面連続画像計測結果

壁面連続画像計測を行った結果、主な変状として、ひび割れ、エフロレッセンス、湧水が確認された。その他、剥離、コールドジョイント、ジャンカ等確認されたが、その数は少なかった。ひび割れは最大幅 1.0mm が4箇所（1号、2号）、湧水は最大湧水量 10.0L/min（1号）が1箇所を確認された。また、エフロレッセンスは、1号、2号ともにほぼ全線で発生していた。

キーワード 導水路トンネル、調査・診断、維持管理、壁面連続画像計測、空洞調査、健全度

連絡先 〒812-0007 福岡県福岡市博多区東比恵 1-2-12 日本工営株式会社福岡支店技術第二部 TEL 092-475-4330

3. 3. 覆工コンクリート背面空洞調査結果

覆工コンクリート背面空洞調査を行った結果、空洞発生割合は1号、2号ともに5%程度とほとんど確認されなかったが、最大空洞厚さが1号で45cm、2号で34cmと比較的規模の大きい空洞も確認された。(表-2) また、覆工コンクリート厚さは、全線で7割以上は設計巻厚35cmを確保していたが、3割程度は設計巻厚に満たないことが確認された。

表-2 空洞探査結果

トンネル	空洞			
	覆工裏空洞	充填材裏空洞	滞水層裏空洞	計
1号	3.2%	0.0%	0.0%	3.2%
2号	3.7%	0.0%	3.1%	6.8%

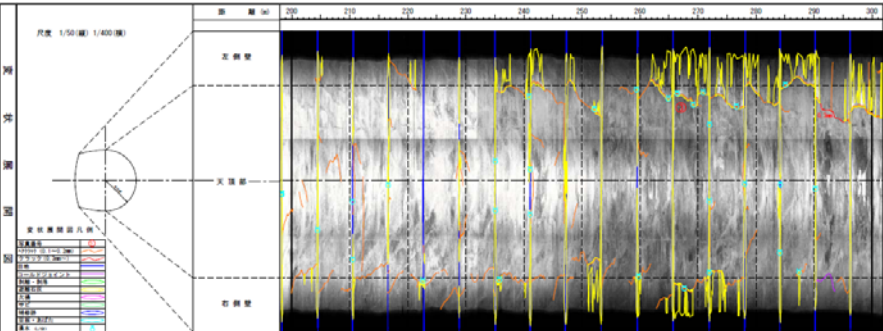


図-3 壁面連続画像計測結果

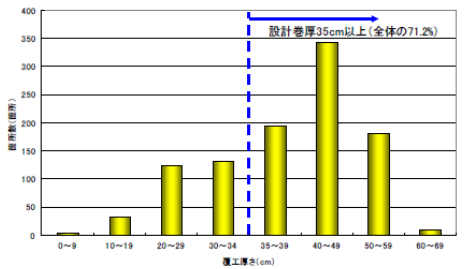


図-4 トンネル覆工厚さ調査結果

4. 健全度診断結果

調査結果より、水路トンネル診断マニュアル（案）〔通商産業省 資源エネルギー庁〕を用いて、トンネル全体を5段階に分けて健全度診断を行った結果、評価ランクⅠ「全般的に健全である」と評価された。当トンネルでは、ひび割れ、湧水等の変状規模が小さく、また覆工裏の空洞もほとんど確認されなかったため、対策の緊急性は比較的低いと思われるが、ひび割れ幅が大きい箇所、湧水量が多い箇所、空洞厚さが大きい箇所等は今後も留意して定期的に確認することが望まれる。



図-5 健全度診断結果縦断図

5. 今後の維持管理に向けて

今回、各調査を実施したことで、トンネル内部の状況、コンクリート強度、変状状況および覆工背面の空洞状況等を把握することができた。また、本調査で変状規模、空洞規模の大きい箇所が把握できたため、今後重点的にモニタリングが必要となる箇所が抽出された。導水路トンネルの調査では、断水もしくは通水量を減らして調査を行う必要があるため、通水量をなるべく確保することが求められる。そのため、今後は本調査結果を活用して効率的・効果的な維持管理を推進していきたいと考える。