

トンネル覆工の健全度評価に関する資料・文献調査

鉄 建 建 設 フェロー ○笹尾 春夫
セントラル技研 正会員 池尻 健

1. はじめに

地下空間研究委員会、維持管理小委員会では平成19年度末の報告書作成に向けて作業を行っている。そのうち、「性能・健全度評価WG」の中間報告として健全度評価方法の現状に関する資料・文献調査の結果を報告する。

2. 基準類について

鉄道、道路、電力等のトンネルに関してそれぞれの事業者によって健全度評価に関する基準が定められ、また、多くの事業者で維持管理マニュアル等にまとめられている。一覧を表-1に示す。

それぞれ、一次点検（定期点検、全般検査等）と二次点検（詳細調査、個別調査等）について判定区分と判定基準が定められている。これらは、それぞれの構造物の要求性能に応じて点検項目毎に詳細な表としてまとめられている。そのため、各事業者間で内容的に共通するものも多いが、重点を置く項目が異なったり、内容は同じであるが表現が異なったりしているものも多々ある。共通する部分については、今後、判定基準を統一化する必要があるものと考えられる。

表-1 対象トンネル、事業者と維持管理マニュアル等の一覧

対象トンネル	事業者	維持管理マニュアル等	発行元	年
道路トンネル	国土交通省	道路トンネル維持管理便覧	日本道路協会	1993
		道路トンネル定期点検要領(案)	国土交通省道路局道路課	2002
	旧日本道路公団	道路構造物点検要領(案)	旧日本道路公団	2003
鉄道トンネル	JR	トンネル保守マニュアル(案)	鉄道総合技術研究所	2000
下水道トンネル	東京都下水道局	-	-	-
電力用水路トンネル	東京電力	トンネル点検の手引き	東京電力	2000
		水路トンネル支援システムの開発	電力土木	2000
通信トンネル	NTT東日本	-	-	-
送電トンネル	東京電力	-	-	-

3. 健全度評価に関する資料・文献

健全度評価に関する論文、報告に関する文献調査を行った。調査には科学技術振興機構（JST）のデータベース、JST Plusを用いた。これには1981年以降の文献情報が収録されている。このデータベースで「健全度評価 and トンネル」でヒットした国内文献の内、トンネル覆工に係わる研究と技術開発に関するもので、重複するものを省いた69件について整理した。

まず、研究、技術開発の発表年別の件数を図-1に示す。この図は、過去5年ごとの文献数を示したもので、2002年以降、文献数が急増している。健全度評価のキーワードが用いられている最も古い文献は1988年に発表されている。以下、文献の内容毎に概略を報告する。

(1) 検査手法

調査した文献中で多いのは詳細検査における点検作業の自動化、省力化に関するものである。図-2に件数を示す。

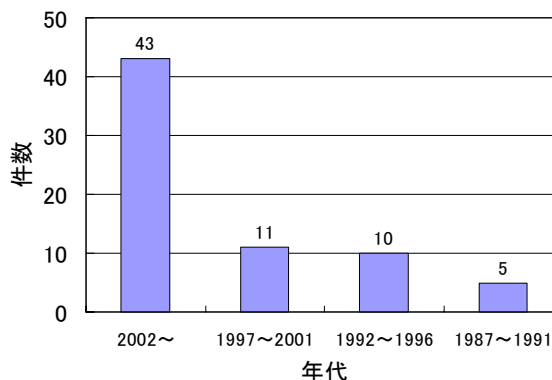
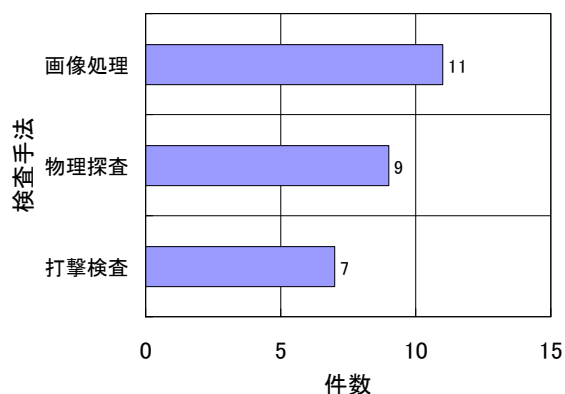


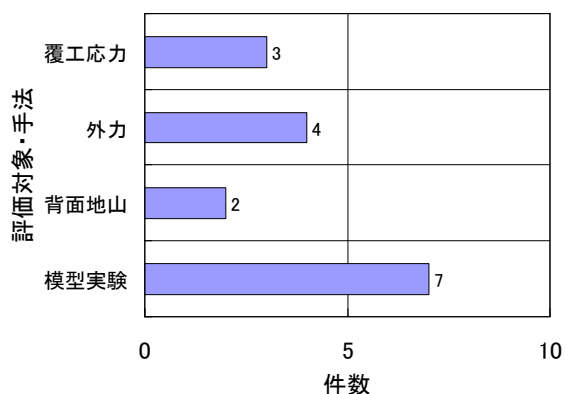
図-1 年代ごとの文献数

キーワード トンネル、覆工、健全性、健全度評価

連絡先 〒101-8366 東京都千代田区三崎町2-5-3 鉄建建設(株)エンジニアリング本部 TEL 03-3221-2298



図－２ 検査手法ごとの文献数



図－３ 評価対象・手法ごとの文献数

自動化で最も多いのはレーザの反射や赤外線画像処理を用いた覆工表面の自動検査手法である。これは、覆工コンクリート表面にレーザを照射し、反射光を連続的に記録して、亀裂の状態や、劣化状況、湧水状況を把握するもので、検査用車両に搭載して移動しながら検査される。また、赤外線を照射して時間領域での表面温度の変化を見ることによりコンクリートの浮きや空洞の存在が確認できる検査手法が開発されている。

次に多いのは物理探査の手法を用いて電磁波や弾性波の伝播・反射の状態より、表面からではわからないコンクリート内部の劣化状況を確認するものである。非破壊で、広範囲の状態を把握できる利点がある。

また、従来から多用されているハンマー打撃による検査手法は検査員に多大な労力を課し、また経験により評価に差がでるため、これを自動化するシステムの研究・開発が進められている。打撃音を解析し、コンクリートの状態を定量的に評価することを目的としている。

(2) 覆工応力、地圧評価

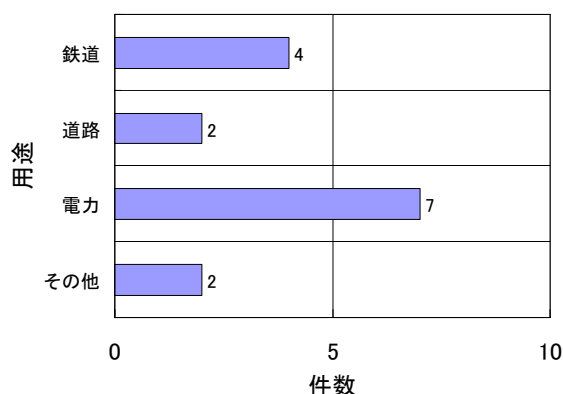
図－３に文献の件数を示す。外力による変状に対しては、覆工応力を測定する手法と、測定した応力より覆工に作用している地圧を推定する手法が研究、開発されている。また、模型実験を行い地圧の大きさと方向、背面空洞の状態と覆工に発生するクラックの関係を評価する研究が行われている。物理探査の手法を用いて覆工背面の地山の状態を評価する試みも報告されている。

(3) 統合システム化

検査手法の開発とともに、その結果をデータベース化して蓄積し、覆工の状態を定量評価し、また、判定を自動化するシステムも開発が進められている。これらは「維持管理支援システム」、「評価支援システム」等の名称で統合システムの開発が進められている。トンネルの用途別で見ると、電力の水路を対象とするものが最も多く、ついで鉄道、道路の順である（図－４）。

4. 今後の課題

今回の文献調査により事業者による基準類の整備状況を概観し、また、それらに規定された判定基準に沿った検査手法の技術開発状況を把握することができた。今後はトンネル用途ごとの要求性能に着目して健全度評価との関連を整理し、合理的な評価基準の提案を行うことを目的として作業を進める予定である。



図－４ トンネル用途ごとのシステム開発件数