

トンネル覆工連続打音点検システムの開発

国土交通省 関東技術事務所

小笠原 保

国土交通省 関東技術事務所

正会員 ○持丸 修一

国土交通省 関東技術事務所

田中 義光

（社）日本建設機械化協会 建設機械化研究所

正会員 榎園 正義

（社）日本建設機械化協会 建設機械化研究所

竹本 憲充

1. はじめに

トンネル覆工の異常部の点検は、人力による打音点検が未だ主流となっており、迅速かつ正確な点検技術の開発が求められている。筆者らは、連続打音方式による打音点検システムの開発を平成12年度から実施しており、これまでに実験機を用いた基礎実験および現地試験の結果から、概ね実用化の見通しを得ていた¹⁾。本報告は、実用レベルの点検作業が行えるシステムとして、新たに打音発生装置と打音解析装置を設計・製作し、これらの装置を移動可能な車輦に搭載した実証機による実トンネルでの適用性試験を実施した結果について述べたものである。

2. 開発した実証機の概要

（1）開発コンセプト

トンネルの打音点検作業の省力化、効率化、迅速化

連続打音点検法による定量的かつ客観的な評価

点検記録のデータ化による経時変化の把握

（2）システムの概要

連続打音点検システムの主要仕様を表-1に、システムのイメージを図-3に示す。このシステムでは、図-1に示す打音発生装置等を高所作業車の作業台に搭載したトンネル点検車と、研掃片（叩き落とした劣化部）の集塵装置、発電機および打音解析装置を搭載した支援車（一般的なカーゴトラック）を、図-3に示すように連結して作業する。図-2に示すフローティング装置は、打音発生装置を覆工面に適切な力で押しつけるとともに、緩衝機構により路面や覆工面の不陸による点検時の咄嗟の位置変動（±10cm）を吸収するものである。

表-1 連続打音点検システム(実証機)の主要仕様

種別	機器の仕様・機能
①トンネル点検車	・既存の高所作業車の作業台に打音発生装置、フローティング装置を搭載 ・車体：モバイルローラ搭載（3tシャーシ） ・トンネル縦断方向に最大2km/hで検査可能
②支援車	・2トン吊りユニック車(現有車輛)を使用 ・集塵装置、発電装置、速度・距離計、解析装置用ケーブルを搭載
③打音発生装置 (図1)	チェーンに繋がれた打撃部（鋼球）を回転軸に複数取付け、これを回転させながら適正な打撃力を構造物に加える。 1)打撃部 ・鋼球サイズ φ15(H.R.C.58) ・玉の取付け：円周8等分 2)回転部 ・点検（研掃）幅：500mm ・回転径：φ300mm ・回転数：200～400rpm
④フローティング装置 (図2)	・打音発生装置を把持したアームを動かし、トンネル壁面に追従させる ・アーム可動範囲：アーム傾斜角度：0°（水平）～100° ・アーム伸縮範囲：±10cm
⑤打音解析装置	・打音検査中に異常音部をリアルタイムで検出・表示する ・検査対象壁面の画像を解析装置オペレータが確認・録画
⑥集塵装置	1.5cm角以下のコンクリート片を吸引可能
⑦発電装置	電源電圧・容量：200V/100V、60Hz、25kVA
備考	・対象トンネルの最大、最小寸法：4.5～7.0m ・アプローチ部曲率半径：R=3.5～6.0m

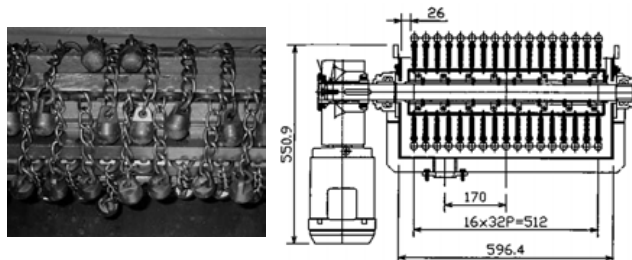


図-1 打音発生装置

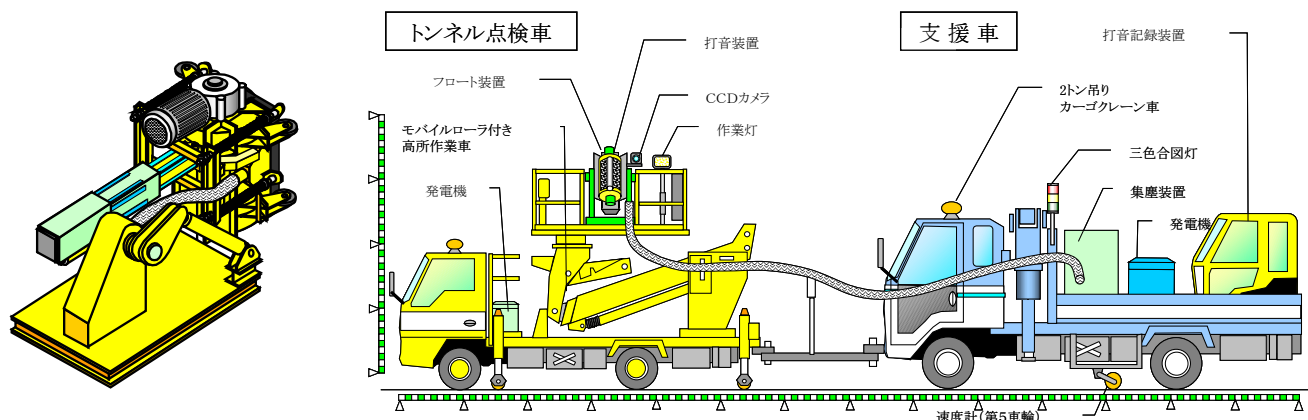


図-2 フローティング装置

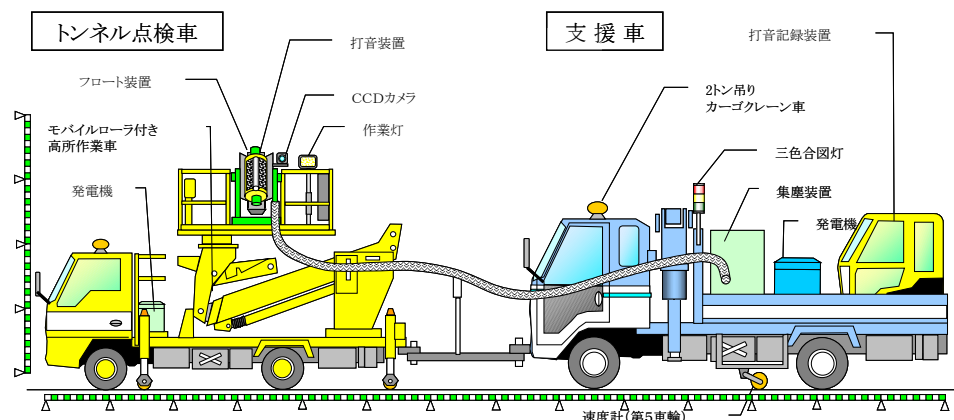


図-3 連続打音点検システム(実証機)の構成

キーワード：診断技術、非破壊検査、コンクリート構造物、打音検査、連続打音、音響解析

住所：静岡県富士市大淵 3154（社）日本建設機械化協会 建設機械化研究所 Tel：0545-35-0212 Fax：0545-35-3719

3. 適用性試験

実証機により実トンネル3現場（写真1～3）において適用性試験を実施した。



写真-1 Kトンネル(5 測線)



写真-2 Oトンネル(7 測線)



写真-3 Tトンネル(10 測線)

図-4 に打音点検システムによる音圧レベルの差から、健全度判定マップを作成し、既存のトンネル変状展開図と比較した例を示す。健全度判定マップは、健全部での音圧をキャリブレーションし、変状部の可能性がある箇所を黄色、変状部を赤で示すよう調整している。変状調査書に記載されている浮き、剥離および目地部の浮き等の位置でマップ上に黄色、赤色が検出され、本システムによって検出された異常音箇所が変状調査書に記された欠陥部とほぼ一致していることが確認できた。また、施工能力は約 1000m²/h が実証でき、本システムは従来の他の点検方法と比べると飛躍的に施工能力が向上したものといえる。

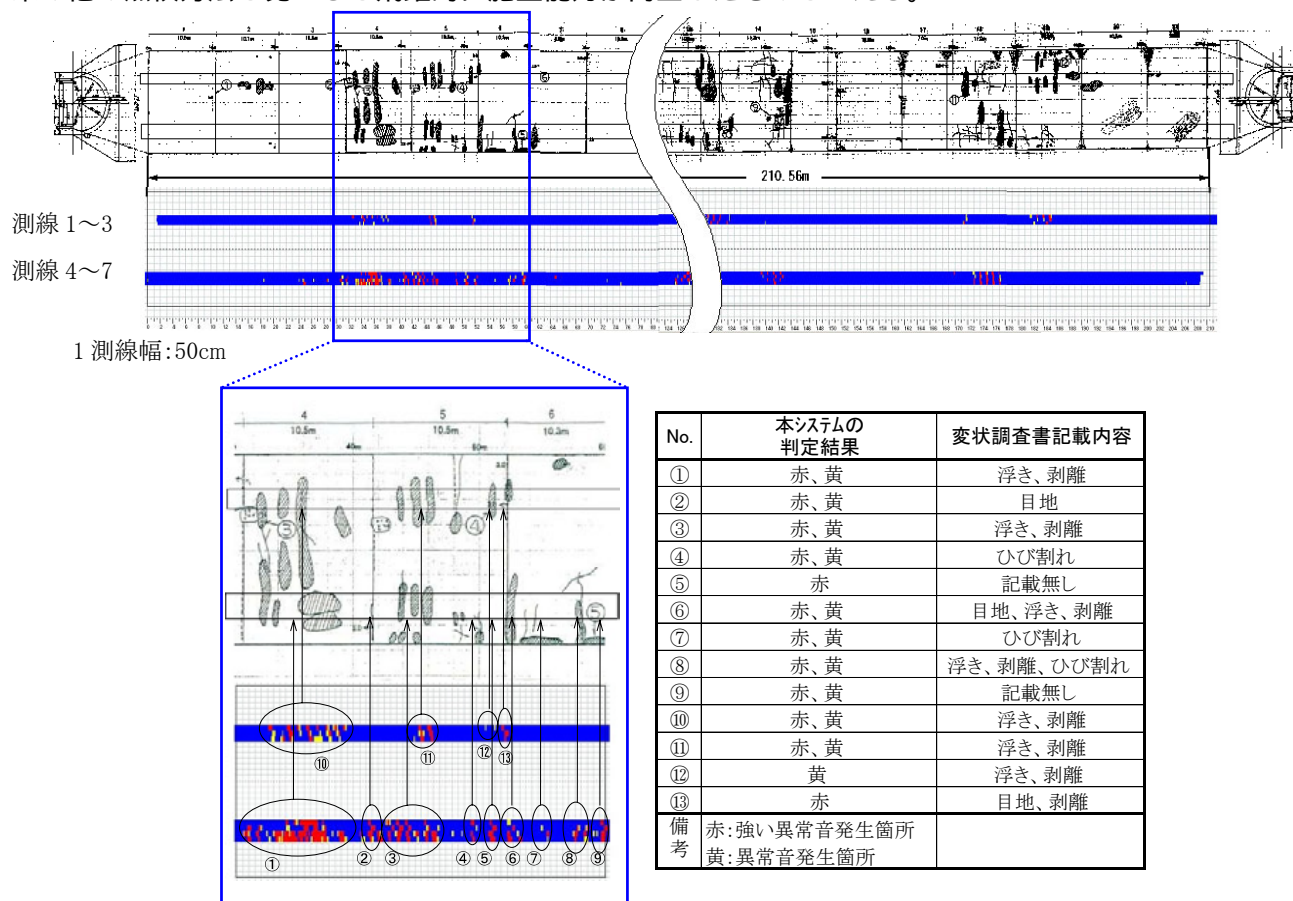


図-4 既存トンネル変状展開図と本システムによる健全度判定マップの比較例（Oトンネル）

4. おわりに

実証機による実トンネル適用性試験の結果、欠陥部の検出が人力打音検査と同等にでき、かつ、従来の他の点検方法に比べ飛躍的に施工能力が向上した。今後は、本点検システムの作業・操作性を向上させるために、各装置の大幅な小型・軽量化、トンネル点検情報のデータベース化を図り、全ての装置を専用車一台に搭載した連続打音点検システムの実用機を導入し、道路トンネルの定期点検に活用する予定である。

【参考文献】

- 1) 持丸修一、他:コンクリート構造物の連続打音点検システムの開発、土木学会第56回年次学術講演会、2001.10