

コンクリート構造物の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 ○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 竹之内博行
 (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

1. はじめに

トンネル覆工や高架橋におけるコンクリート部分の剥離落下が、たびたび報告されており、打設時の施工不良や劣化による異状部の点検及び対策手法の確立が急務となっている。コンクリートの点検手法については、これまでに多くの研究開発や提案が行われているが、現場での適用性、信頼性やコストの面で未解決の問題が多く、トンネル覆工では人力による打音点検が未だ主流となっている。また、落下の可能性がある剥離部は、緊急的に人力で叩き落しており、迅速かつ正確な点検技術と緊急対策手法の開発が求められている。

これらのニーズに基づき、「叩く」ことで落下の可能性のある剥離や内部空洞を検知し、かつ剥離部を除去できる効率的な打音点検システムの開発に着手した。本報告は、開発した研掃機能（打音機構による叩き落とし機能）を有する連続打音点検実験装置（以下、実験装置と呼ぶ）により実施した基礎実験と現地試験結果について述べる。

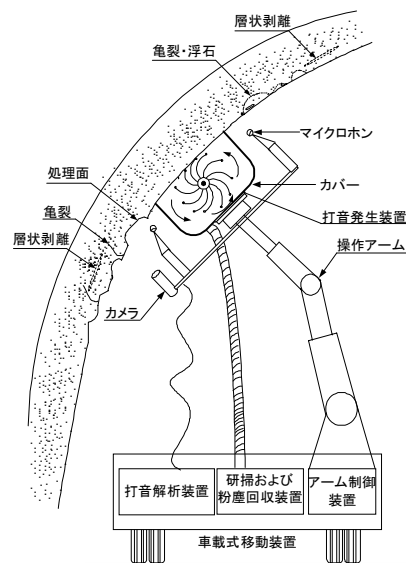
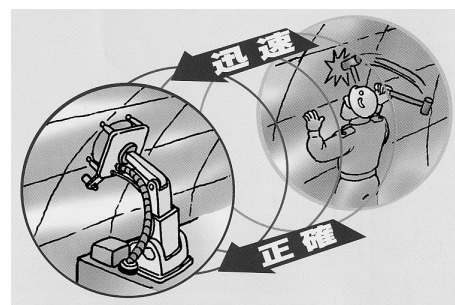


図 2.1 連続打音点検システムの構想

2. 開発した実験装置の概要

本装置は、対象とするコンクリート構造物に対して、人力での点検ハンマーによる打音点検と叩き落とし作業を機械化したもので、チェーンに繋がれた鋼球を回転軸に複数取り付け、これを回転させながら適正な打撃力を構造物に加え、打音を発生させる打音発生装置と、発生音を解析する打音解析装置で構成される。(図 2.1) 打音発生装置は、内部異状の検知と同時に表層の剥離部を落とし、これを吸引して回収する機能も有する。

打音解析装置は、前述の打音発生装置により、コンクリート表面を連続的に打撃する事によって発生する連続打音の変化を、マイクロホンで捉えて音響解析技術により分析し、コンクリート内部の欠陥を検出するものである（以下、連続打音検査法と呼ぶ）。

音響解析技術としては、図 2.2 のシステム構成に示すように、ノイズの多い環境下で異常音を検出するため、ゆらぎフィルタ（ゆらぎ解析）を導入し、音圧波形から欠陥部を視覚的に判別するソフトを開発した。また、欠陥部に生じる卓越周波数の違いを迅速に把握するため、時間・周波数解析ソフトを採用した。

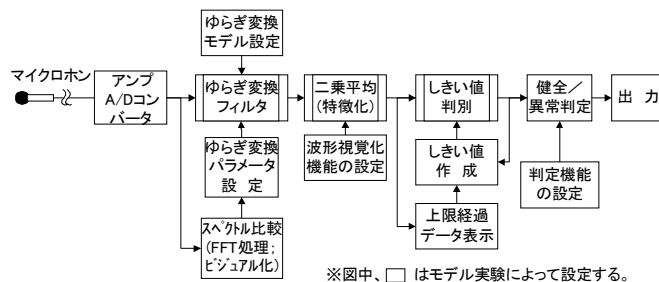


図 2.2 打音解析システムの構成

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

実験装置の設定は、玉の重さ、衝突角度および回転速度等の各パラメータに関する要素実験を行い、打音の発生機能および研掃機能として、最適な結果が得られるような条件を選定した。



(a)基礎実験状況

(b)現地試験状況

3. 基礎実験

実験装置の探查性能および研掃性能を検証するため、図 3.1 に示すように覆工コンクリートの内部欠陥および表面の欠陥を模擬した供試体（圧縮強度 18N/mm^2 ，厚さ $t=30\text{cm}$ ）を製作し、基礎実験を実施した(写真 1(a)参照)。

打音解析システムで、音圧波形から欠陥部（剥離部； $\phi 350$ ）を判別した結果の例を図 3.2(a)に、時間・周波数解析の例を図 3.2(b)に示す。基礎実験の結果、連続打音検査法によれば、探查速度 30m/分 において、従来の打音点検とほぼ同等の判別性能が得られ、点検装置としての有効性が確認できた。また、研掃性能についても、探查速度を 3.0m/分 以下に設定すると、剥離部の研掃が十分可能であることが判った。

写真 1 実験装置による探查状況

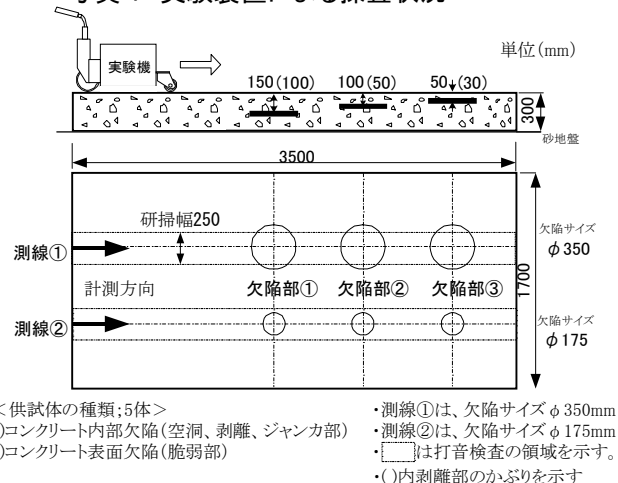


図 3.1 基礎実験用の供試体

4. 現地試験

実験装置をトラックに搭載し、供用中のトンネル現場の側壁部を対象に、実測調査を行い、異状箇所の特長が可能な検証した(写真 1(b)参照)。

現地試験の結果、異状部と判定された箇所は、トンネル変状調査図および目視調査結果から、ひび割れによる剥離や浮きの発生している箇所と一致しており、現場における適用性を十分有していることが分かった。

5. おわりに

基礎実験および現地試験の結果から、異状部の点検および研掃に、連続打音検査方式が有効であり、従来の打音検査を機械化する見通しがついた。

今後は、操作性と点検速度を向上させるため、連続打音装置の小型化を図ると共に打音発生装置の制御手法を確立し、トンネル覆工調査を対象とした実用機の開発を行う計画である。

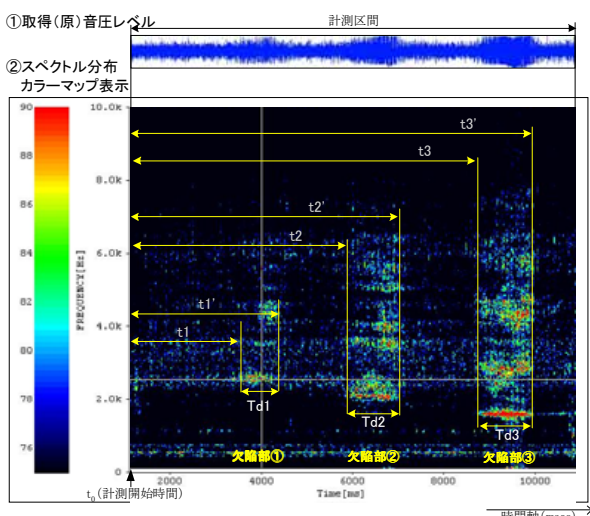
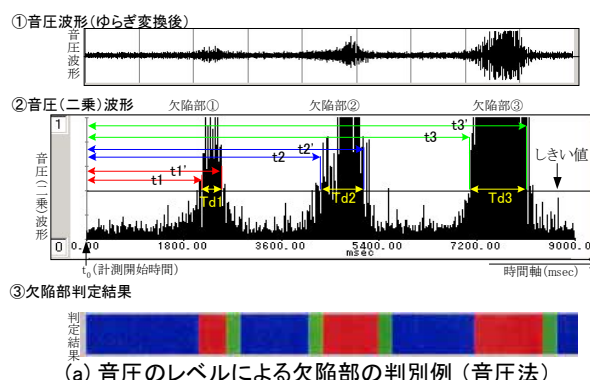


図 3.2 欠陥部の判別結果の例(剥離，測線①)