

回転式打音診断支援システム（S-SJ）の現地検証について

(株)ネクスコ東日本エンジニアリング	正会員	○清水	俊吾
(株)ネクスコ東日本エンジニアリング	正会員	高櫻	裕一
(株)ネクスコ東日本エンジニアリング		門平	篤志
公立諏訪東京理科大学		田邊	造
(株)クワキ・シビル		桑野	代介
(有)ケイ・ピー・ディ		加藤木	一明

1. はじめに

回転式打音診断支援システム（S-SJ：Smart Soundness Judgment）は、回転式打音点検器を用いたコンクリート構造物の打音点検において、点検作業の効率化および点検精度向上を目的としたシステムであり、交通反響音等のある環境下でも確実に打音を聴き取れるよう、交通反響音のリアルタイムな抑制機能および打音の判定支援機能を搭載したシステムとして開発を行った。

2. 現状の課題

使用する回転式打音点検器は、六角の軸球体がコンクリート表面を連続的に回転打撃し、その打撃音（圧）の状態によって変状の有無を判断するものである（図－1）。

打音点検で通常使用する点検ハンマーと比較すると、点ではなく線・面での点検が可能、橋梁支承周りや添架物回り等の狭隘部の点検が可能、といった利点がある。

一方、回転式打音点検器による点検は、通常一定の打撃力で行うため、交通反響音等を有する環境下で打音を聴き取る場合、聴き取りに点検員によるバラツキが生じることが懸念される。また、これら大きな交通反響音等を有する環境下において長時間の点検作業を続けることは、点検員にとって身体的、精神的な負担となっている。

このように現状の回転式打音点検器による打音点検の課題としては、確実かつ精度のよい打音点検の実施と点検員の負担軽減が挙げられる

3. システム概要

開発したシステムを図－2に示す。今回、新たに現場での可搬性を考慮した軽量小型な S-SJ 本体を製作した。点検員は回転式打音点検器によりコンクリート構造物の打音を行い、その音をヘルメットにつけたステレオマイクロホンでひろい交通反響音抑制処理用プログラムにてリアルタイムに処理を行う。また、処理された打音が健全か変状かに応じてヘルメットに設置した LED ランプが青または赤に点灯し点検員に知らせる。健全か変状か疑わしい範囲では変状疑いとして LED ランプが黄に点灯する仕組みとした。点検員は交通反響音の抑制された打音をイヤホンから聴くと共に、LED ランプの色を見てコンクリート構造物の変状有無を判断する。

交通反響音抑制処理は公立諏訪東京理科大学の雑音抑圧技術を応用したものであり、交通反響音抑制処理前

キーワード 維持管理、コンクリート構造物、打音点検、回転式打音点検器、交通反響音抑制、判定支援

連絡先 〒116-0014 東京都荒川区東日暮里 5-7-18 コスモパークビル 7 階 (株)ネクスコ東日本エンジニアリング

土木調査設計部 構造技術課 TEL：03-3805-7926 FAX：03-3805-7902



図－1 回転式打音点検器
(パソコン版 S-SJ 検証状況)



図－2 S-SJ システム概要

後のスペクトログラムの比較を図-3に示す。横軸は時間、縦軸は周波数を表す。打音信号のスペクトルはそれぞれ中～高周波数帯域に分布し、時間方向に連なっている。処理前後の比較より、打音スペクトルが色の明るい部分として残り、打音を犠牲にせず交通反響音を抑制できていることが確認できる。

また、判定支援についても同大学との共同研究により、AI（機械学習）の一種であるサポートベクターマシンを用いた正誤判定手法を取り入れた。正誤判定に使用するマッピングには教師データを用い、特徴量としては回転式打音点検器による打音における交通反響音抑制処理後の推定打音スペクトル[dB]および周波数[Hz]を設定した。判定支援の概念図を図-4に示す。

4. 現地検証

本システムの現地検証を橋梁及びトンネルで行った。トンネルの現地検証は昨年度と同様に交通反響音の大きい常磐自動車道（日立南太田 IC～日立中央 IC）の日立トンネルで行った（図-5）。現地検証では点検員に本システムによるトンネル覆工コンクリートの打音点検および評価をしてもらった。その結果、ほぼリアルタイムに交通反響音が抑制された状態で回転式打音点検器による打音を確実に聴き取ることができ、点検箇所の変状有無を判断することができた。また、軽量小型化を図った S-SJ 機器本体についても点検員より概ね好評を得た。

判定支援の精度検証状況を図-6に示す。判定支援については大学研究室の検証において、教師データに用いた音源で90%以上の正解率（正解率＝分類に正解した打音／打音の総数×100）を得ており、現地検証での正解率算出を試みた。しかしながら、今回の現地条件においては健全か変状か疑わしい判定が多く、正解率を数値で得る段階までは至らなかった。理由としては今回採用した教師データと検証時の打音にスペクトルの大きさ（強さ）や周波数帯域の差があったためと考えられ、今後は対象構造物およびコンクリート種別を整理した上で教師データを見直し、精度を検証する必要がある。

5. まとめ

今回の現地検証より、本システムをコンクリート構造物の打音点検に導入することで、交通反響音等のある環境下でも回転式打音点検器による打音を確実にリアルタイムに聴き取れることが確認できた。これは点検作業の効率化および点検精度向上に繋がるものである。今後、点検員の負担軽減やバラツキ解消にも寄与できるよう、さらに現地検証を重ねて、音の聴き取りやすさの向上および判定支援精度の向上を図っていきたい。

参考文献

清水俊吾, 門平篤志, 佐藤重人: 回転式打音診断支援システム(S-SJ)の開発について, 土木学会第73回年次学術講演会(平成30年8月), VI-429, p. 857-858, 2018

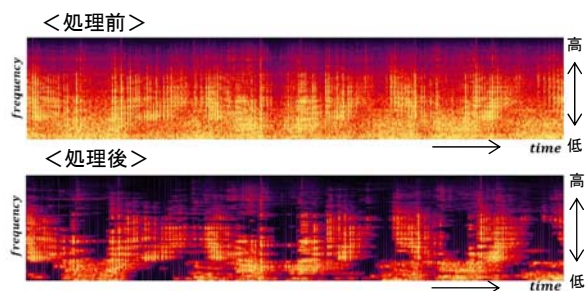


図-3 スペクトログラムの比較

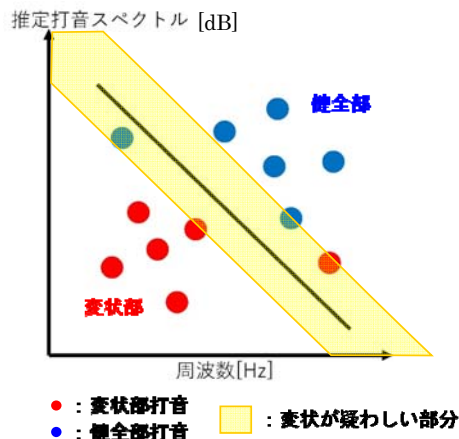


図-4 判定支援の概念図

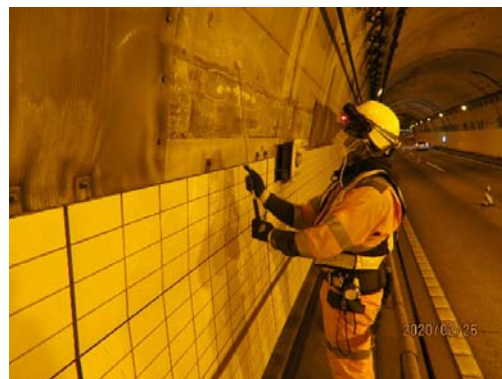


図-5 現地検証状況（日立トンネル）



図-6 現地検証状況（大森高架橋）