

企業名：蔦井株式会社

研究代表者：社会環境工学科

准教授 谷口 望

研究テーマ：「打音による床版コンクリート
等の健全度測定システム（T.
T. Car）」

打音による床版コンクリート等の健全度測定システムの開発

企業名： 蔦井株式会社

研究代表者：社会環境工学科 谷口望

1.背景・目的

近年、道路橋の5年に1度の近接目視が義務化され、地方自治体における橋梁点検業務における作業量は膨大なものとなってきている。しかし、自治体における橋梁点検に対する予算は限られているのが現状であり、これらにどのように対応するかが大きな課題となっている。

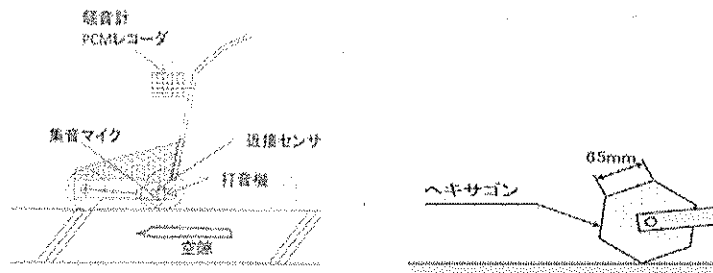
本研究では、これら近接目視の補助的な役割を担うものとして、回転式打音試験機の活用を検討している。この回転式打音検査システムとは、図1に示すような台車式の装置の中に、ヘキサゴンと呼ばれる6角形の金属を配置し、これを橋梁床版上で回転させることにより打音を行い、この音を集音器で録音する機器のことである。この打音試験機の特徴としては、

- ① 打音の大きさがほぼ安定して得られる、
- ② 打音の位置がヘキサゴンの角の間隔で一定化するため、打音位置が特定できる、
- ③ 録音するため、検査後の音響分析等が可能である、
- ④ 交通規制が必要な道路上でも、短い時間で膨大なデータ収集が可能である、
- ⑤ 測定にあたっては特殊な技能は必要なく、誰でも計測が可能である、
- ⑥ 特殊な機器や精密機器が設置されているわけではなく、装置自身が比較的シンプルである、

であり、これらのメリットから地方自治体における活用に目途が立てば、検査業務の軽減に大きな効果があると考えられる。

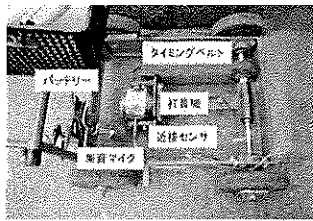
その為、著者らは、このシステムの更なる精度向上を図る目的で、

- ① 打音結果の分析方法、
 - ② 打音結果と床版の変状の関係、
- の2点について、実橋での計測実績や、供試体試験を行い、検査結果の明確化を目指して、産官学連携体制を構築して研究を行ってきた。

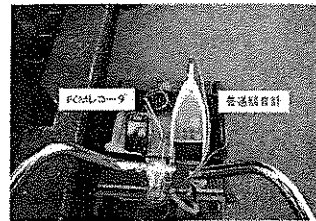


(a) システム側面図

(b)ヘキサゴン概要



(c)システム写真 (内部)



(d)システム写真 (集音器)



(e) 道路橋床版での計測例

図 1 回転式打音検査システムの概要

文献 1) では、群馬県前橋市内の道路橋床版 22 橋分に対して本システムにおける打音試験データを集め、打音試験結果における異音の現れ方について検討を行った。また、文献 2) では、床版内の変状と異音の関連性を把握すべく、空隙を再現したコンクリート模擬供試体 (図 2) を作成し打音実験を行い、異音の程度の表現として、音響周波数分析が活用できることを示した。それぞれの結果により、本システムにより生じる異音発生条件とその分析方法の研究に進捗があったが、残された課題としては、実橋における音響周波数分析の結果が、従来の異音発生位置を正確に表現できるかどうかの確認は行われていない。

そこで本研究では、実橋の計測結果に対して音響周波数分析を行い、人間の聴覚で判断してきた従来手法と比較を行い、人工でない床版の異音について、両者結果に相関性があるかどうかを確認することとした。

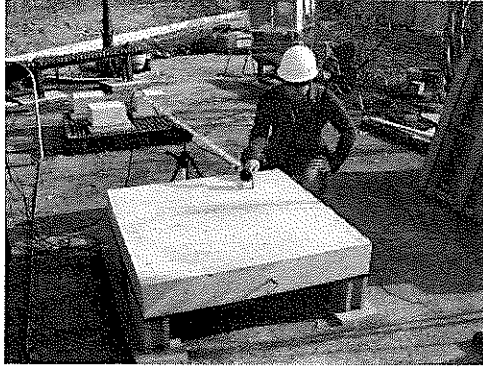


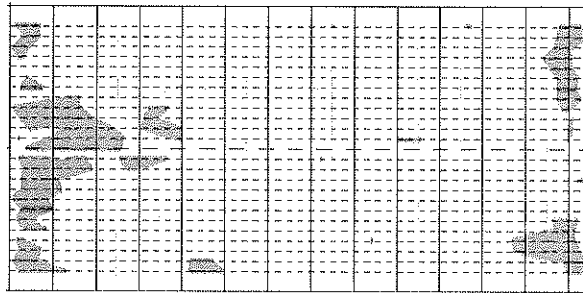
図2 コンクリート模擬供試体 (1m×1m×150mm) 2)

2.調査対象

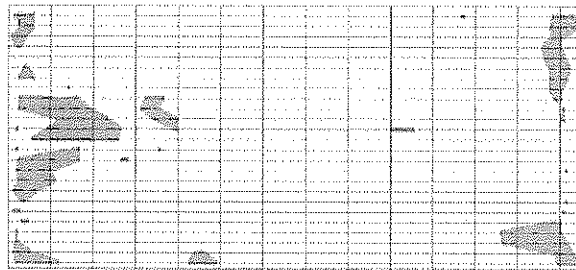
調査対象は、スパン 13.5m, 幅員 7m の PC 橋とした。本橋の舗装はコンクリート舗装となっており、この舗装上から打音検査を行っている。また、本橋の PC 構造本体には損傷は見当たらないため、異音は PC 橋床版とコンクリート舗装との剥離を検知していると明確ではないが考えられる。

3.調査結果 (従来法)

従来法による橋梁床版上面での異音分布図 (異音マップ図) を図 3 に示す。本手法では、録音された打音検査結果を、人間の聴覚で異音と健全音を聞き分け、異音と判断できる部分をオレンジ色で示している。



(a) 有経験者による異音マップ図 (従来法)



(b) 未経験者による異音マップ図 (従来法)

図3 対象橋梁床版の異音マップ図 (床版上面図)

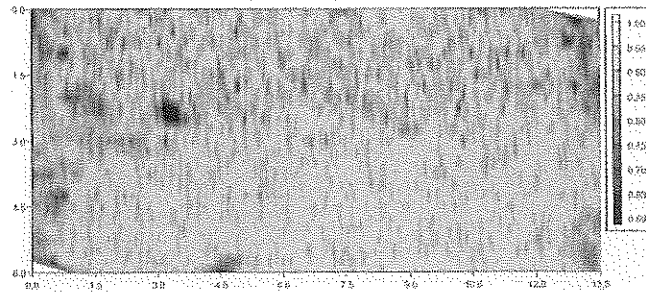


図4 対象橋梁床版の異音マップ図（音響周波数分析）

また、異音の判断を聴覚で判断するため、図3には、有経験者と、未経験者（大学生）の2名分のマップ図をそれぞれ示した。両者の比較では、マップ図の異音範囲にあまり差異は生じなかった。

4.調査結果（音響周波数分析）

今回の分析手法としては、得られた打音点の音をフーリエ変換（FFT）し、周波数スペクトル分析を行い、健全音と考えられる点の音との差異を内積により計算し表現することとした²⁾。なお、本計算で健全音とした点は、現地計測時に明らかに健全であると判断できた点の音を用いている。対象橋梁の分析結果コンター図を図4に示す。図4では健全音と差がない部分を1.0（白）とし、差が大きくなるにつれて黒色になるように表現している。本結果は、図3の両図とも類似する結果となっていることが分かり、これより従来法と同様な判断ができる結果となっていることが分かる。

5.まとめ

本研究では、人間の聴覚に頼らない、異音の検出方法について検討を行った。結果として、打音結果を周波数分析し、内積計算をすることにより、表現が可能であることが分かった。また、今回提案する手法では、1か0で判断する従来と異なり、異音の程度が数値化できる可能性もあり、従来法よりも優れた判断手法になりうると考える。

《参考文献》

- 1) 秋山他：床版打音試験の検査精度向上に関する研究，第43回土木学会関東支部技術研究発表会，2016.
- 2) 秋山他：模擬損傷を有する床版の打音の周波数特性に関する研究，第71回年次学術講演会講演概要集，2016.