

床版劣化に関する打音試験法のデータ処理方法と評価

(株)砂子組 ○正員 長谷川 雅樹
 (株)砂子組 正員 川村 正之
 (株)砂子組 正員 古川 大輔
 (株)砂子組 正員 田尻 太郎
 (株)砂子組 正員 佐藤 昌志

1. はじめに

橋梁等の実構造物の点検方法で打音試験法は、非破壊検査方法の中で最も簡便であることから広く利用され、橋梁等の事前点検では主要な検査方法となっている。

しかし従来の打音検査は、健全部と劣化部の打撃音の違いを検査者の聴覚（主観）によって判断するもので、検査者の経験や熟練度によって検査結果が異なるため、データ蓄積および評価に継続性を持たせる事が困難で、過去に実施された点検結果との不整合が頻繁に起こり得るのが現状である。

打音試験法に関する研究は、およそ 60 年前に研究論文が発表された¹⁾。その後、打撃音特性やコンクリート性状に関する研究^{2), 3)}、打撃用ハンマーを改良する研究⁴⁾等が続くが、その後の研究のほとんどは、加速度測定を基本としており、点検用ハンマーの打撃音のみで損傷を評価する試みは、あまり見当たらないのが現状である。

このような背景から、本研究は、道路橋の鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版と記す。）を対象に、打音試験により発生した打撃音を分析することで、RC 床版の健全性、浮きや剥離等の欠陥の有無を定量的・客観的に判断でき、将来に向けての点検データの蓄積も可能な方法を検討した。

2. 試験概要

本研究では、打音試験法の簡便さを損なうことなく検査者の経験や熟練度に影響されない試験方法を目指していることから、床版に浮き等の損傷が著しいとされた実橋の床版上面で健全部と劣化部の打音試験(写真-1)を実施し、5 回程度の打撃音をマイクロフォンで収録し(写真-2)、FFT 解析により周波数特性を分析することで定量化が可能かを検証するものである。



写真-1 打音試験状況

3. 試験結果

図-1, 2 に示した、健全部と劣化部の FFT 解析結果から以下のことがわかった。

- ・ 健全部、劣化部とも 2.5kHz 前後で卓越した周波数が確認されたが、劣化部においては 0.5kHz でも卓越した周波数が確認された。
- ・ 健全部では 2.5kHz 前後の周波数が最大となり、劣化部では 0.5kHz 前後の周波数が最大となった。
- ・ 健全部と劣化部ともに、周波数帯域はノイズを含めて 4 つに大別でき、主要部①: 0~2.0kHz、主要部②: 2.0~3.0kHz、主要部③: 3.0~4.0kHz、なお、4.0kHz 以上はノイズと判断できる。



写真-2 マイクロフォンによる集録状況

キーワード 橋梁点検, コンクリート劣化, 打音試験, 周波数解析, 定量化

連絡先 〒060-0033 札幌市中央区北 3 条東 8 丁目-8-4 (株)砂子組 技術管理室, TEL 011-232-8231

今回の結果では、健全部、劣化部の定量的な判断としては、どちらのケースにも 2.5kHz 前後の卓越周波数が存在する事から、この付近の打撃音が、コンクリート物性などに起因するものと考えられ、1.0kHz 前後からそれ以下が損傷などに起因する卓越周波数と評価できる。

また、図-3 に示す、主要な周波数帯①、②、③を逆変換し、音声波形に戻すと、主要部②、③の逆変換結果は、健全部でも劣化部でも非常に良く似た綺麗な音声波形を示し、これらを音声再生したものを直接聞いた結果では、同じ音と判断できた。一方、①の逆変換は、明確に相違の見られる乱れた波形となり、音声再生した結果は劣化部で低く、健全部では相対的に高い音であった。

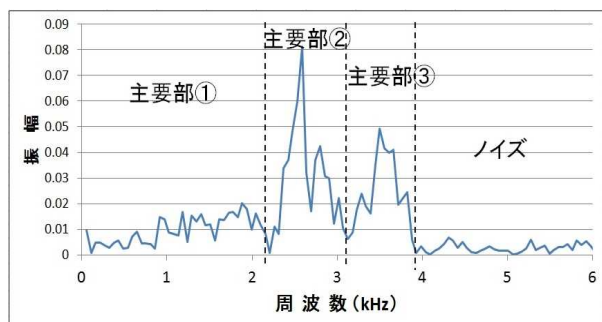


図-1 健全部の周波数分析結果

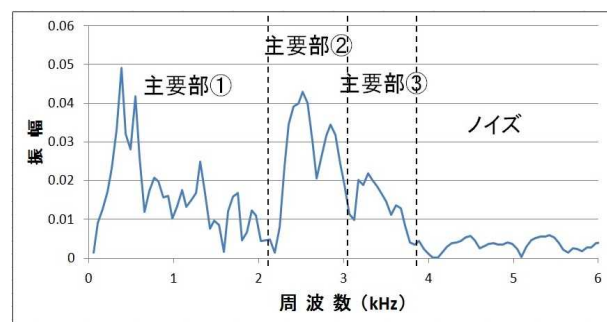
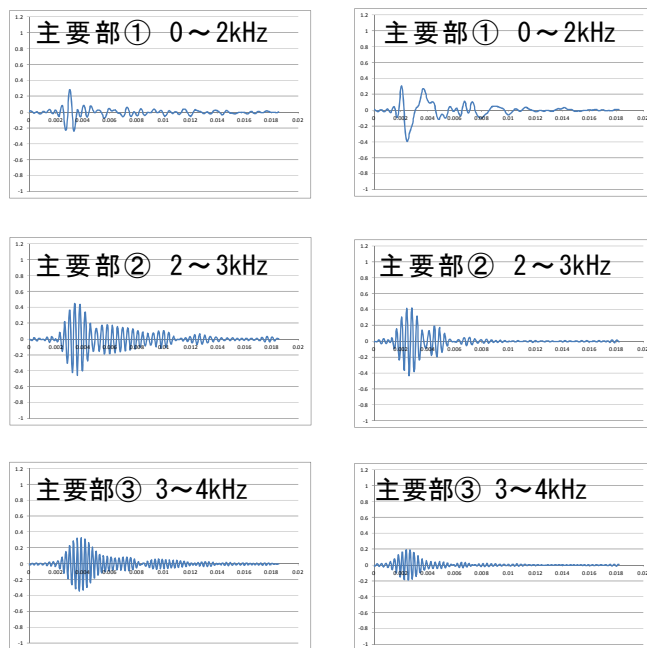


図-2 劣化部の周波数分析結果



a) 健全部

b) 劣化部

図-3 各周波数帯の音波変換

4. まとめ

- (1) コンクリート形状や物性などに起因すると考えられる打撃音の卓越周波数は、2.5kHz 前後であった。コンクリートの損傷に影響を受けていると考えられる卓越周波数は、0~1.0kHz 付近である。
- (2) 打音試験による打撃音を収録し、FFT 解析により 1.0 kHz 付近以下の低い周波数領域の特性を分析することにより、より効率的・客観的に損傷を判断できる可能性がある。
- (3) 上記2点から、今後の橋梁点検においては、打音検査の定量化とデータの蓄積、および損傷判断の継続性を確保できる可能性は高いと思われる。

熟練の技術、検査者の主観等に依存せざるを得ない打音検査において、「打音」そのものを数値化できる可能性があることは、データ蓄積やその評価を行うに当たり大変意義のあることと考えている。

今後は、コンクリート形状や物性などに起因する固有周波数を明確にし、劣化部分における周波数特性を更に分析することとしたい。

[参考文献]

- 1) コンクリートの打音と強度との関係について、福井大学工学部研究報告、第6巻 第1・2号、1958
- 2) コンクリート打撃音の周波数特性とその欠陥評価への適用、コンクリート工学年次論文集、Vol. 24 No. 1, 2002
- 3) 打音法における欠陥検知に関する一考察、土木学会第58回年次講演会講演集、2003
- 4) 劣化したコンクリート橋の回転式打音検査に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol. 31No. 1, 2009