

打音検査における劣化評価の定量化に関する基礎的研究

福島工業高等専門学校 学生会員 ○長瀬 大和
 福島工業高等専門学校 正会員 江本 久雄

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設された多くの構造物が経年劣化しており、適切な補修などによる効率的な維持管理が急務になっている。現在の日本では、橋梁点検は5年に1度義務付けられている。コンクリート構造物の点検方法としては、一般的には、まず、コンクリート表面や表層近傍における変状を把握するため目視や打音検査が実施される。これらの点検は診断結果が検査員の経験や主観による影響が含まれてしまうため技量が必要不可欠になってくる。今後、膨大な数のコンクリート構造物をより合理的に調査・点検していく必要がある。そのため、打音検査を定量化し、経験の少ない若手技術者でも点検できるようにすることや、ロボット技術への応用などが望まれている。その一方で、建設技術者が不足しているという問題点も挙げられる。2015年には必要建設技術者数と建設技術者数は約5万人の差があるが、10年後の2025年には約11万人不足すると予測されている。点検する橋梁数は増えていく一方で建設技術者は不足していく傾向にあるのが現状である。そこで、本研究では打音検査に着目して研究を進めた。打音検査の特徴は、目視によっては把握できない構造物表層部の浮きや剥離などの欠陥・損傷の有無を音によって抽出することである。既往の研究¹⁾では、打音の有用な特徴量とみなされる周波数特性については、種々の要因が複雑に関連していると思われ、ピーク周波数が複数存在したり、ピークスペクトルの大きさが様々だったり特定の傾向を見出すことが困難であり、点検や診断に直接的に用いられることはあまりなかった。そこで、これらの研究背景から本研究では、打音検査の結果の判定を人間ではなくシステムが支援するのを目的とする。つまり、この打音検査を客観的で、かつ定量的な評価手法として活用するため採取した音声データを機械学習させ、誰でも健全部・欠陥部の判断ができる評価システムの構築を目指し、教師データとなる打音データを収集し、ラベリングを行った。

2. 計測概要とその方法

2.1 計測概要

本計測では、供用中である実構造物を対象とし、**図1**に示すようなそれぞれの健全部と欠陥部に対して打撃点近傍の音声を収録した。その際、明らかに打撃の際の異音で容易に判断できる場所を欠陥部と見なした。計測方法としては、供用中の構造物ごとに健全部・欠陥部のポイントをそれぞれ選定し、チョーキングによって印をつけた。その後、打撃ハンマーで打撃した際の音声を収録した（**図2**）。また、1回の検査で5回の打撃を行い、打撃点から少し離れた位置に録音機を設置した。録音機は打撃点の方向に向けるようにして支持した。使用した録音機の計測可能範囲は60~200000Hzである。



図1 健全部・欠陥部



図2 打音検査の様子

キーワード 維持管理, 打音検査, コンクリート, 劣化診断, 音圧特性, 機械学習

連絡先 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30 TEL:0246-46-0808

2.2 測定音（打音）の音圧特性

本計測で得られた結果の一例として、A 橋における健全部の音圧の波形を図 3 に示す。今回使用した録音機のサンプリング周波数は 44.1kHz であることを確認した。また、これは 16bit で量子化されているデータである。量子化とはサンプリングした音圧の値を、何段階かの値に変換する作業のことをいう。つまり、今回は 16bit で量子化するので値を 2 の 16 乗である 65536 段階に分割して、その中で一番近い値をその時の値とする。

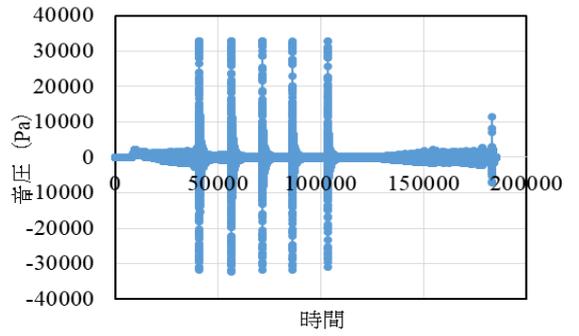


図 3 音圧特性

3. 教師データの作成方法

採取した健全部・欠陥部の打音データを数値データ（テキストファイル）に変換した。この作業はフリーソフトの wavflt2 を用いて実施する。データ収集及びラベリングの一連の流れを図 4 に示す。

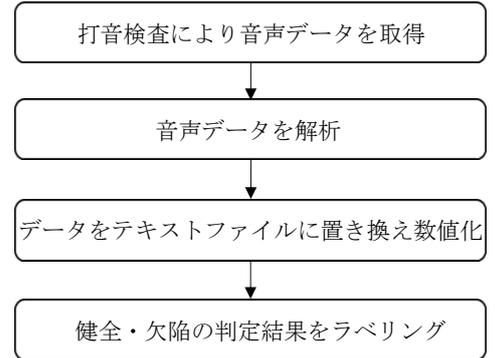


図 4 データ収集及びラベリングの流れ

4. 測定結果の分析及びラベリング

機械学習を行うには教師データが必要であるため、供用中の橋梁から打音検査によって採取した打音データを整理し、その結果を表 1 に示すようにラベリングを行った。

表 1 ラベリング表の抜粋

測定日	測定場所(橋名)	測定箇所	写真	健全	欠陥
2018/8/23	天ノ川橋	G5桁 側面		 028A	 030A
2018/8/23	天ノ川橋	G5桁 側面		 031A	 032A
2018/8/23	天ノ川橋	G2桁 側面		 033A	 034A

5. まとめ

機械学習で使用する教師データとして供用中の橋梁から健全部・欠陥部の打音データを採取した。また、これらのデータを整理してラベリングを行った。今後はサンプルデータ数を増加させ、打音データを機械学習させることで誰でも健全部・欠陥部の判断ができる評価システムの構築を目標とする。

参考文献

- 1) 大曲正紘, 園田佳臣, 宗本理: 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. 31, pp. 2143-2136, 2009, 7.