

橋梁遊間部胸壁を対象とする打音点検装置の開発

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○高橋 知也
 長岡工業高等専門学校 正会員 池田 富士雄
 長岡工業高等専門学校 正会員 村上 祐貴
 長岡工業高等専門学校 志田 爲御

1. はじめに

近年我が国では高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物の老朽化が進んでいる。平成 24 年 12 月に発生した笹子トンネルでの天井板崩落事故に代表されるような重大事故の増加が懸念されており、これらの構造物に対して行う精度の高い非破壊検査手法の需要が高まっている。非破壊検査の中でも費用、精度の面から現在最も多く用いられている手法が打音検査である。しかし打音検査は人の聴覚による官能検査のため、点検者の主観や熟達度に左右され、かつ点検者が立ち入れない場所では実施が難しい。道路橋の点検において、ジョイント部分（遊間部）は幅が広くても 50mm 程度のため、点検者が立ち入れず従来の打音点検が実施できない。狭い隙間でも点検が可能な回転式打音点検器¹⁾が開発されているが、人の手の届かない範囲には対応できない。

そこで本研究では、点検者の立ち入りが困難な橋梁遊間の打音点検評価を目的とし、橋梁遊間を打撃し打撃音を収録する打撃装置の開発を行った。また模擬試験体にて、人の手によるインパルスハンマの打撃との比較実験を行い本打撃装置の有効性を検証した。

2. 橋梁遊間部胸壁を対象とする打撃装置の開発

2.1 点検方法の概要

本研究での打音検査システムは、図 1 のように打音点検に特化した打撃装置と、打撃装置を移動させる移動装置からなる。この移動装置は遊間部の両脇に手動式の上下移動ユニットを備えた柱を設置し、両脇の上下移動ユニット同士をワイヤーでつなぐ。このワイヤーに打撃装置を取り付け、ワイヤーを移動させることによって打撃装置の移動を行う。

2.2 打撃装置 1 号機の機構

打撃装置の試作 1 号機を図 2 に示す。本装置は打撃

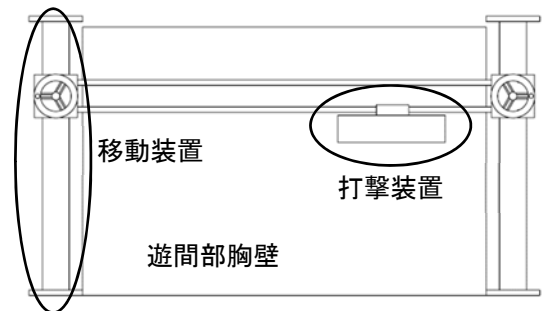


図 1 移動装置

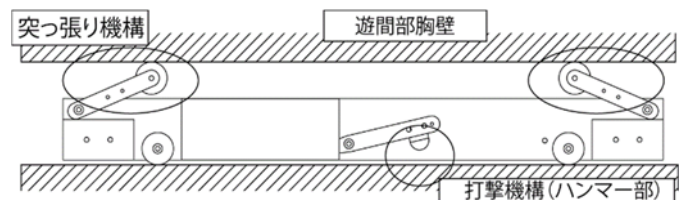


図 2 打撃装置の試作 1 号機

機構（ハンマー部）と突っ張り機構からなる。打撃機構は、モータの回転運動をカムによって位置エネルギーに変換し、位置エネルギーからバネの張力を発生させ、一定の時間間隔で一定の打撃力を発生させた。突っ張り機構は、一定の打撃力を保持させるため、遊間部の幅の変化に対応して壁面からの反力を適切に保つように、トーションバネと可動式ローラーで構成した。

2.3 打撃装置 1 号機の問題点と 2 号機の開発

実橋梁の遊間部（胸壁幅約 50mm）にて 1 号機を用いて打音検査を実施したところ、一定の打撃動作が確認でき正しく打音検査が可能であることが分かった。一方で本体サイズが大きく、幅 40mm 以下の遊間部には対応できないという問題があった。そこで最小 20mm の幅まで対応できるように装置の薄型化を図った 2 号機を開発した（図 3）。装置の薄型化に伴う打撃力の低下を補うため、図 4 のように間欠歯車とラック機構およびプランジャ（圧縮バネ）を用いた機構とした。

3. 実験

キーワード：打音検査、遊間部、打撃装置、周波数スペクトル

連絡先：〒940-8702 新潟県長岡市西片貝町 888 国立長岡工業高等専門学校

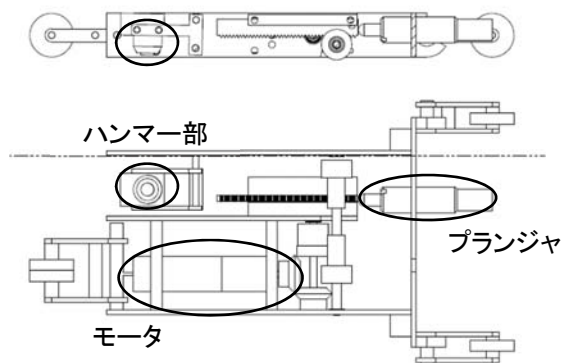


図3 打撃装置の試作2号機

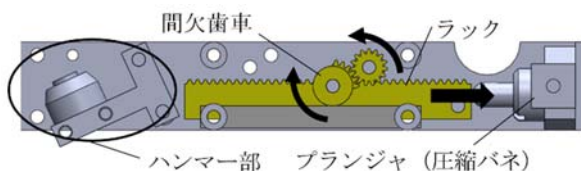


図4 2号機の打撃機構

3.1 打撃力の測定

高精度な欠陥検知のためには、打撃の加振力がある一定以上の大きさとなる必要がある²⁾。そこで人の手によるインパルスハンマの打撃力を目標値とし、本装置の打撃力をロードセルにより測定した結果(5回平均値)を表1に示す。本装置の初期状態では、目標とする打撃力の15%程度であり、十分な加振力が得られなかった。

3.2 打撃力増加への改良

装置のプランジャ部を変更してバネ力を増加させ測定した結果、目標の60%程度の打撃力が得られた。さらに打撃力を増すため、ハンマー部直上におもりを追加し質量を増加させ打撃力を測定した結果、目標と同程度の打撃力が得られた(表1)。

3.3 点検実験の概要

装置の打撃特性を定量的に評価するため、模擬試験体 900mm×幅 900mm×高さ 180mm の無筋スラブ型コンクリートの内部に、欠陥を模擬した厚さ 5mm の直径の異なる円盤状の人工欠陥(スチレンボード)を深さ 50mm の位置に4個埋設した(図5)。この試験体を縦 17×横 17 の計 289 箇所の測定箇所に分け、それぞれの測定箇所を本装置で打撃し、装置に取り付けたマイクロフォンからの電圧値をFFTアナライザで高速フーリエ変換し周波数スペクトルを求めた。

3.4 実験結果

図5の赤点で示した欠陥部と見なせるE13座標(φ400mm欠陥中心部)の周波数スペクトルを図6に示す。図よりプランジャ変更のみ(おもり無)の場合では、目立ったスペクトルのピークが見られなかった。その一方おもり有の場合では、

表1 2号機の打撃力の測定

		打撃力 (N)	目標値との 比較(%)
装 置	初期状態	67	14.6
	プランジャ変更	271	58.9
	プランジャ+おもり有	444	96.5
インパルスハンマ(目標値)		460	100.0

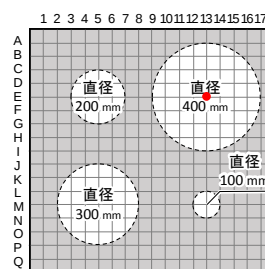


図5 模擬試験体

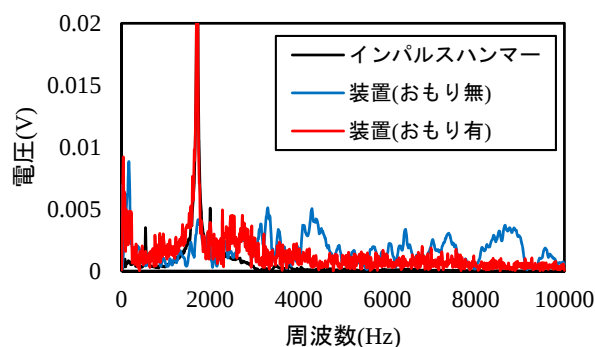


図6 E13座標(欠陥部)での周波数スペクトル

インパルスハンマの結果と同様に欠陥検知の特徴と思われる2000Hz付近での卓越周波数が見られた。これにより本装置でインパルスハンマと同程度の欠陥判別を行える可能性が高いことが分かった。

4. まとめ

本研究では、点検者が立ち入れない橋梁遊間部を打音検査する装置を製作した。本装置の打撃力をインパルスハンマ並みに向上させることにより、欠陥判別を行える可能性が示された。

謝辞 本研究を実施するに際し、株式会社NEXCOメンテナンス新潟(株)に協力頂いた。ここに記して謝辞を表す。

参考文献

- 1) 園田, 渡邊: 回転式打音検査の欠陥検出能力に関する定量的評価, 土木学会構造工学論文集, Vol. 59A, pp. 682-692, 2013
- 2) 志田, 高橋, 池田, 村上: 橋梁遊間の打音点検評価手法に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, 2016 (投稿中)