橋梁遊間部胸壁を対象とする新たな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	学生会員	志田爲御
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	正会員	池田富士雄

1. はじめに

道路橋の点検において、ジョイント部分(遊間部)は 幅が20~100mm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も開発されているが、人の手の届 かない範囲には対応できない.

このような背景のもと、著者らはこれまで、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、 遊間部を打撃し打撃音を収録する打撃装置を開発して きた¹⁾.まずバネとカム機構を用いた試作1号機となる 打撃装置を開発し、一連の打音点検動作が可能である ことを確認した.しかし動作音によるノイズの発生や、 不陸による打撃のばらつきの問題があった.そこで間 欠歯車とプランジャを用いて動作音を低減し、かつ狭 隘な隙間に対応できるよう小型化した2号機を開発し た.2号機も一連の打音点検は可能であったが、点検者 がインパルスハンマを用いて行う打撃と比べて打撃力 が不足し、欠陥の判別能力に疑問が残っていた.そこで 本研究では、1,2号機で生じた課題の解決を図るため、 新たな打撃装置(3号機)の開発を行い、実際の橋梁に て打撃試験を行った.

打撃装置3号機の開発

開発した打撃装置を図-1に示す.本装置は図-1(a)に 示す通り,突っ張り機構と打撃機構からなる.打撃機構 では,打撃力を発生するアクチュエータとして,通電条 件を変えることで容易に打撃条件を変えることのでき るソレノイドを用いた.図-1(b)のようにソレノイドで 発生する吸引力をリンクによってハンマ部に伝達し, ハンマ部を振り下ろして打撃を行う.このときの打撃 時間,打撃力はそれぞれ制御回路によって任意に調整 できるものとした.またハンマ部の先端にフォースセ ンサを取り付け,入力の詳細な打撃成分を測定できる ようにした.さらに図-1(c)に示すように打撃機構部を



装置内の一つの支点で保持させ,壁面に向かう方向に ばねで押し付けた.これにより打撃機構部がこの支点 を中心に回転し,不陸があってもハンマ部と壁面の距 離を一定に保つことを可能とした.

3. 模擬試験体での打撃実験

図-2(a)に示すとおり断面 900×900mm,高さ 180mm のコ ンクリート床版試験体を作製し,内部に欠陥を模擬した厚さ 5mm の円盤状のスチレンボードを,大きさと深さを種々変 更して埋設した.この床版 2 体を打撃する面を向かい合わせ にして立て、模擬的に遊間部を再現して実験を行う.打撃実 験の一例として,遊間幅を 50mm とし,直径 400mm,埋設 深さ 30mm の欠陥中心部,ならびに欠陥の埋設されていな い健全部をそれぞれ打撃した.マイクロフォンで取得した周 波数スペクトルをもとに周波数応答関数を算出し、同一の試 験体をインパルスハンマで打撃した場合の周波数応答関数 と比較した波形を図-3 に示す.図より打撃装置での欠陥部 の波形は,1500Hz 付近にピーク周波数を有し、インパルス

キーワード:打音検査,遊間部,自己組織化マップ 連絡先:〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町888 国立長岡工業高等専門学校



図−2 模擬試験体

ハンマで打撃した際のピークとほぼ同じ周波数であり、この 欠陥に特有の性質を示している.このことから本打撃装置は 十分な欠陥検知能力を有していることが示唆された.

4. 自己組織化マップの適用

野内らは自己組織化マップ(Self-Organizing Map,以下,SOM)を用いた欠陥領域判定手法を提案している²⁾. 人工欠陥を埋設した床版試験体に対し,インパルスハンマと加速度センサを用いた打撃試験を行い,周波数応答関数をSOMによってパターン認識し,欠陥領域を良好に判別可能であることを明らかにした.本研究では,先行研究と同様の条件のもとで,前述の模擬試験体を用いた遊間幅50mmの模擬遊間部において,欠陥埋設深さ20mmの試験体および欠陥埋設なしの試験体にSOMを適用し,欠陥の判別能力を検討した.5パターンにクラスタリングしたSOMの学習結果を,埋設深さ20mmの試験体の打撃点に当てはめたグレーディングマップを図-2(b)に示す.図より欠陥埋設位置以外の打撃点と異なるクラスタに分類されている直径200mm以上の欠陥領域を概ね判別できていることが分かる.

5. 実構造物での打撃実験

本打撃装置を用いて実際の高架橋において打撃試験 を行った(図-4). 測定領域は装置の進行方向が 100mm ピッチで 7300mm,高さ方向に 50mm ピッチで 3 レーン を遊間部の両面で測定した.得られた測定データと前 述の模擬試験体での実験データに加え,高架橋表面で 点検ハンマを用いて劣化部,健全部と判断された部分 を打撃装置で打撃試験をしたデータを合わせて SOM に より学習させたところ図-5 のように分類された.図-2(b)の結果と照らし合わせることにより,C1,C2 のク ラスタに分類されていれば健全,C3~C5 のクラスタに 分類されていれば欠陥であると見なすことができる. この結果より打撃位置の座標を数値で表した打撃デー



図−3 周波数応答関数の比較



図-4 実構造物での測定状況



タは全て C1, C2 の健全クラスタに分類されており,今 回対象とした高架橋の遊間部には少なくとも深さ 20mm までの欠陥は存在しないと考えられる.また高架 橋表面の劣化部および健全部はそれぞれ C5,C2 に分類 されており,実際の構造物においても打撃装置による 打撃試験と SOM による分類によって欠陥部を分類でき ることが分かる.

- 6. まとめ
- (1) 打撃力の向上および不陸対応を実現させた橋梁遊間部 を対象とする新たな打撃装置を開発した.
- (2) 模擬試験体および実構造物において本装置で打撃試験 を行い、一定の欠陥検知能力を確認した.

参考文献

- 高橋知也,志田爲御,村上祐貴,池田富士雄:橋梁遊間部 胸壁を対象とする打音点検装置の開発,第72回土木学会 年次学術講演概要集2017
- 野内彩可,村上祐貴,井山徹郎,外山茂浩:打撃応答特 性を自己組織化マップに適用したコンクリート内部の領 域判定,コンクリート工学年次論文集,Vol.39, No.1, pp. 1879-1884, 2017