# 打音点検装置を用いた道路橋遊間部の打撃試験に基づく欠陥領域評価

# 1. はじめに

道路橋遊間部は止水材の脱落,損傷等により,凍結防 止剤を含む路面水が遊間部に侵入し,遊間内部において 著しく鉄筋腐食が進行する場合がある.道路橋遊間幅は 20mm~100mm 程度であり,点検者が立ち入ることは出 来ず,目視点検や打音点検を実施することが困難である.

このような背景から,著者らは点検者が立ち入ること ができない道路橋遊間部を打撃し,打撃音を収録する打 撃装置を提案した<sup>1)</sup>.しかしながら,提案した打撃装置 は,打撃時にノイズが発生する等の課題を抱えていた. そこで本研究では,打撃装置の改良を行うとともに,人 工欠陥を埋設した試験体で模擬した遊間部に対し,改良 した打撃装置を用いて打撃試験を実施し,コンクリート 内部の欠陥検知精度について検討した.

## 打撃装置の概要

図-1に打撃装置の概要を示す.打撃装置は,ローラー を有するアームとねじりバネからなる突っ張り機構,お よび動力源であるソレノイドとハンマー部からなる打撃 機構の2つで構成される.突っ張り機構は,ばねにより 遊間部における打撃時の安定性の確保を,ローラーによ り遊間部における円滑な移動を可能にしている.打撃は, 電流を流すことによりソレノイドで発生する吸引力を, リンクによってハンマー部に伝達しハンマー部を振り下 ろすことで打撃を行う機構となっている.

# 3. 実験方法

#### 3.1 試験体概要

打撃装置の欠陥検知精度を評価するため,図-2 に示 す試験体を作製した.試験体内部には、内部欠陥を模し た厚さ5mmのスチレンボード製人工欠陥を,深さや直径 を変えて埋設した.欠陥配置は図-2に示す通りであり、  $\phi$ 100mm~400mmの人工欠陥を埋設した.試験体は2体 作製し、それぞれ埋設深さ20mmおよび30mmとした. 各試験体は、「大きさ比較試験体-欠陥埋設深さdmm」

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	学生会員	高橋知也
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



と称することとする.また、大きさ比較試験体との比較のため、人工欠陥を有しない健全試験体を作製した.

# 3.2 打撃試験方法

2 つの試験体をコンクリートブロックで支持して遊間 を構成した.遊間幅を 50mm とし、上下および奥行き方 向に 50mm 間隔で打撃試験を行った.なお、大きさ比較 試験体-30mm については、音の反響の影響について検 討を行うため、遊間を構成せずに単体(開放状態)でも打 撃試験を行っている.各打撃点は図-2 に示す座標で称 することとし、例えば試験体中心部を打撃した場合の打 撃点の名称は I9 とする.最外縁の打撃点は打撃装置の構 造上打撃できないため試験は行っていない.

遊間部における打撃装置の移動は可動式ワイヤーを用

キーワード 遊間部,非破壊検査,周波数応答関数,自己組織化マップ

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258-34-9276

-335-

いて行った.遊間部の外側に支柱を設置して,遊間内に ワイヤーを通した.支柱のワイヤー設置部は回転駆動す るため,上下および奥行き方向の移動が可能であり,遊 間部全面を打撃することができる.

サンプリング周波数,測定範囲,データ数は,それぞれ 25.6kHz,0~10kHz,2048とし,周波数応答関数(伝達関 数)は3回の打撃の平均値を測定値とした.

#### 4. SOM による欠陥領域評価

#### 4.1 入力データ

SOM に適用する入力データには、周波数応答関数を所 定の間隔で積分した面積(以下,周波数応答面積)を用 い,周波数応答面積の積分間隔は100Hz,積分範囲は0~ 5000Hz とした. 各試験体の解析に用いる入力データは, 大きさ比較試験体-20mm は同試験体及び健全試験体, 大きさ比較試験体-30mm は同試験体のみの周波数応答 面積を用いた.また,各クラスタが健全部であるか欠陥 部であるかの判定には、各クラスタのプロファイルの二 乗和(以下,二乗和)を用いた.ここでプロファイルとは, 全打撃点の平均周波数応答面積に対する,各クラスタに 分類された打撃点の平均周波数応答面積の偏差である. また、二乗和とは、各周波数帯におけるプロファイルを 二乗し、総和をとったものである.いずれの解析におい ても、健全部のデータが多いため、平均は健全部に近づ くと考えられる.本試験体では、健全部の卓越周波数は 5kHz より高周波帯にあるため、偏差の大きいクラスタ、 すなわち二乗和の大きいクラスタを欠陥部と判断した.

#### 4.2 グレーディングマップ

図-3(a)に大きさ比較試験体-20mm のグレーディン グマップ(以下,マップ)と二乗和を示す.マップ中の色 は,各打撃点が分類されたクラスタを示しており,同色 であれば,同じクラスタに分類されていることを示す. マップ中の赤字の値は欠陥検知率(%),二乗和の灰色領域 は,二乗和の大きさおよびマップを勘案して欠陥領域と みなしたクラスタである.図-3(a)より,埋設深さ20mm の位置の人工欠陥については, φ100mm を除き,8割以 上の領域を検知できていることがわかる.

図-3(b)に,遊間幅を 50mm とした場合の大きさ比較 試験体-30mm のマップを示す.本条件下では \$ 400mm の欠陥中心部近傍のみ検知が可能であった.これには, 音の反響が関係していると考えられる.遊間部打撃時に は音の反響により特定の周波数の増幅や減衰が生じ,同 じ打撃点であっても遊間幅の違いにより周波数応答関数



図-3 グレーディングマップとプロファイルの二乗和

が大きく異なる場合がある. 図-3(c)は、開放状態で打撃 試験を行った結果である. 同図より、音が反響しない条 件下では、反響する条件下に比べ欠陥検知率が高くなっ ていることがわかる. これより、遊間部におけるマイク ロフォンを用いた打撃試験では、音の反響の影響を除外 することが必要であると考えられる.

#### 5. まとめ

提案した打撃装置では、埋設深さ 20mm、 φ 200mm の 人工欠陥まで検知が可能であった. 埋設深さ 30mm 以深 の人工欠陥については、遊間内で打撃を行った場合に音 の反響の影響により SOM による分類が適切に行われな くなる可能性があり、これは今後の課題である.

#### 参考文献

 志田為御,高橋知也,池田富士雄,村上祐貴:橋梁 遊間の打音点検法に関する基礎的研究,コンクリー ト工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.1891-1896, 2017