

# コンクリート構造物の打音点検時における打撃動作が欠陥検知率に及ぼす影響

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○舟波 尚哉  
 長岡工業高等専門学校 学生会員 山岸 開  
 長岡工業高等専門学校 非会員 外山 茂浩  
 長岡工業高等専門学校 正会員 村上 祐貴

## 1. はじめに

H25.9 に道路法が改正され、トンネル、道路橋は5年に1回の頻度を基本とした近接目視による点検が法的に義務付けられた。近接目視では、触診や打音点検等を併用することで、より正確な診断を行うことも明記された。打音点検は、点検者の経験や感覚に依存する官能検査であり、点検者の経験や技能によって欠陥の検知精度は異なるものと考えられる。

本研究では、打音点検実務経験者および非実務経験者の打音点検の欠陥の検知精度を評価し、打撃動作が欠陥の検知精度に及ぼす影響について検討を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体概要

#### (1) 打音試験

試験体概要を図-1に示す。試験体は長さ2000mm、高さ1800mm、厚さ280mmのコンクリート製の壁型パネルであり、このパネルを4枚横に並べ、長さ8000mmの模擬壁を2体作製した。各パネルには内部欠陥を模擬した発泡スチロール製の人工欠陥を複数個埋設してある。人工欠陥のパラメータを表-1に示す。

#### (2) 打音点検動作測定試験

試験体概要を図-2に示す。試験体は断面300mm×300mm、幅50mmの小型のコンクリート製の試験体である。同図に示すように、試験体に埋設された鉄板を介してモニターアームと接合した。モニターアームは高さ1600mmの位置でスライドレールに固定した。

### 2.2 試験方法

#### (1) 打音試験方法

被験者は1つの模擬壁(長さ8000mm)につき、試験時間の上限を30分として、打音試験を実施し、欠陥部と判断した領域にチョーキングを行った。打音試験終了後、チョーキング状況をデジタルカメラで撮影し、撮影画像から、チョーキング面積等を算出した。被験者数

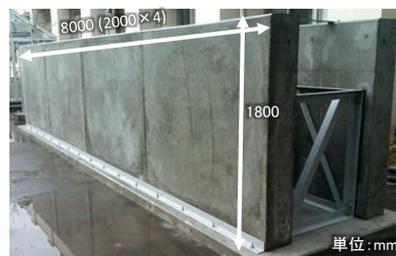


図-1 試験体概要(打音試験)

表-1 人工欠陥のパラメータ

欠陥埋設深さ(mm)	20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120
欠陥領域(mm <sup>2</sup> )	10000, 40000, 90000, 160000
アスペクト比	1:1, 1:2, 1:4, 2:1, 4:1

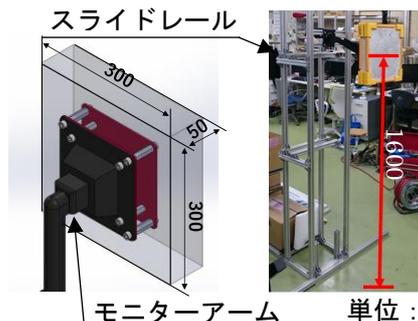


図-2 試験体概要(打音点検動作測定試験)



図-3 打音点検動作測定試験の様子

は非実務経験者5名、実務経験者5名の計10名とした。非実務経験者の年齢は10代、実務経験者は40~60代である。実務経験者については、普段の実務で使用している点検用ハンマー、非実務経験者は、1/4ポンドの点検用ハンマーを用いて打音試験を行った。

#### (2) 打音点検動作測定試験方法

カメラとマーカを用いたモーションキャプチャシステムを用いて、10回の打撃動作を撮影し、点検用ハン

キーワード 打音点検, 打撃動作, 欠陥検知率

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

マーが壁面に接触する時間および打撃時の腕部各関節角度を測定した。8台のカメラから照射された赤外線、被験者に貼り付けたマーカが反射し、反射した赤外線をカメラで受光することでマーカ位置を測定することができる。図-3に示す通り、計測の際は被験者にボディースーツを着せて、マーカを貼り付けた。

3. 打音試験結果

各被験者の欠陥の検知精度を欠陥検知率とし、式(1)より算出した。

$$(\text{欠陥検知率}) = \frac{(\text{検知した面積})}{(\text{欠陥総面積}) + (\text{検知外面積})} \times 100 [\%] \quad (1)$$

実務経験者、非実務経験者の欠陥検知率の平均はそれぞれ 46.8%, 38.7%であり、実務経験者の欠陥検知率の方が約 8%高かった。さらに、チョーキングした領域において、非欠陥部の領域である検知外面積の平均は、実務経験者が 453215mm<sup>2</sup>、非実務経験者が 963404mm<sup>2</sup>であり、非実務経験者の方が実務経験者に比べて検知外面積が約 2 倍大きく、誤判定した領域が大きかった。

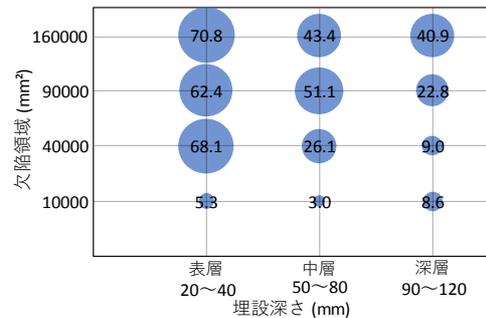
各欠陥上の検知精度を欠陥上検知率とし、式(2)より算出した。

$$(\text{欠陥上検知率}) = \frac{(\text{検知した面積})}{(\text{欠陥面積})} \times 100 [\%] \quad (2)$$

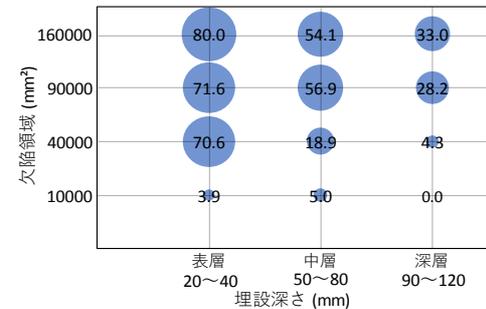
式(1)は、検知外面積を考慮した欠陥検知率だが、欠陥上検知率では、誤判定である検知外面積を含まない。式(2)から算出した欠陥領域毎の欠陥上検知率を図-4に示す。同図では、欠陥埋設深さを表層(20~40mm)、中層(50~80mm)、深層(90~120mm)の3層に区分し、各層における平均値を示した。なお、対象とした欠陥のアスペクト比は 1 : 1 である。実務経験者は欠陥領域が大きい程、欠陥上検知率が非実務経験者より大きい傾向にあり、経験によって検知率を向上させることが出来ると思われる。

4. 打音点検動作測定試験結果

計測されたマーカの空間座標から 1/4 ポンドの点検用ハンマーを最も後方に引いた時点と打撃時点の肘および手首の関節角度変化量を算出し、10回の打撃動作の平均値を算出した。図-5に各被験者の手首の関節角度変化量と欠陥検知率の関係を示す。同図より手首の



(a) 非実務経験者 (1/4 ポンドの点検用ハンマー)



(b) 実務経験者 (実務で使用する点検用ハンマー)

図-4 各欠陥領域の欠陥上検知率

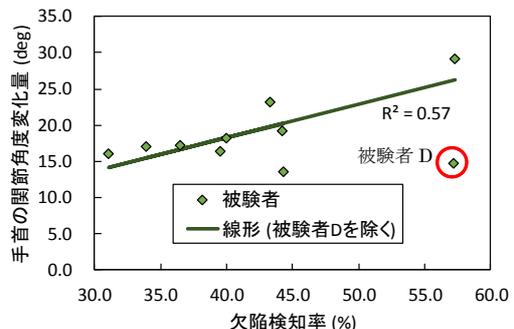


図-5 手首の関節角度変化量と欠陥検知率 (1/4 ポンドの点検用ハンマー)

関節角度変化量は、特異的な打撃動作であると思われる被験者 D を除き、欠陥検知率と高い相関性が得られた。肘の関節角度変化量に関しても、被験者 D を除く被験者の欠陥検知率と相関性が認められ、手首の場合と同様、関節角度変化量が大きい程、欠陥検知率が高くなる傾向にあった。

5. まとめ

- (1) 実務経験者の欠陥検知率は非実務経験者に比べて約 8%高かった。非実務経験者の方が、検知外面積が約 2 倍大きかった。また、実務経験者は非実務経験者より欠陥領域が大きい程、欠陥上検知率が大きくなる傾向にあった。
- (2) 肘および手首の関節角度変化量が大きい程、欠陥検知率は高くなる傾向にあった。

謝辞 本研究は科学研究費補助金 (基盤研究(B)課題番号: 17H03290) により行った。ここに謝意を表す。