

打音点検精度の平準化を目的とした熟達技能の可視化

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○ 佐々木大貴
長岡工業高等専門学校 正会員 陽田修

1. はじめに

H25年の道路法改正で、トンネルや道路橋は5年に1回の頻度で近接目視による点検を行い、異常が確認された場合には触診や打音点検等を併用することが法的に義務付けられた。打音点検は官能検査であり、点検者の技術レベルに点検精度が左右される。舟波らは、欠陥検知精度は点検者によって異なることに加え、検知精度の向上ならびに平準化には打音点検技能の可視化が必要であることを指摘した¹⁾。

打音点検における欠陥検知精度は点検者の技能に依存し、その技能は様々な要因の影響を受けて変化すると考えられる。本研究では、欠陥の埋没位置や打撃特性が欠陥検知精度とどのような関係があるのかを評価した。

2. 試験概要

2.1 試験体概要

試験体は2000mm×1800mm×280mmのコンクリートパネルを使用した。内部には、欠陥を模擬した発泡スチロール製の模擬欠陥を複数個埋没した。試験体の概要を図1に、埋設した模擬欠陥のパラメータを表1に示す。

2.2 欠陥検知率測定試験

本試験では各被験者の欠陥の検知精度を評価する。被験者は10名とし、試験体1体に対して7分30秒の制限時間を設け打音点検を実施する。被験者には欠陥と判断した領域にマーキングを行ってもらい、試験終了後、マーキングの状況をデジタルカメラで撮影し、その画面からマーキング面積等を算出し欠陥検知精度の評価を行った。

2.3 打撃特性測定試験

本試験の被験者は打撃特性として、打撃時のハンマの最大加速度、打撃回数、打撃の時間間隔、打撃時のハンマの角度を測定した。被験者は3名とした。加速度は、著者らが用意した1/4ポンドの点検ハンマのヘッド部に取り付けた加速度センサ（感度：0.05[mV/(m/s²)]、分解能：0.4[m/s²]、周波数範囲：0.4～10000[Hz]）から時刻歴波形を取得した。

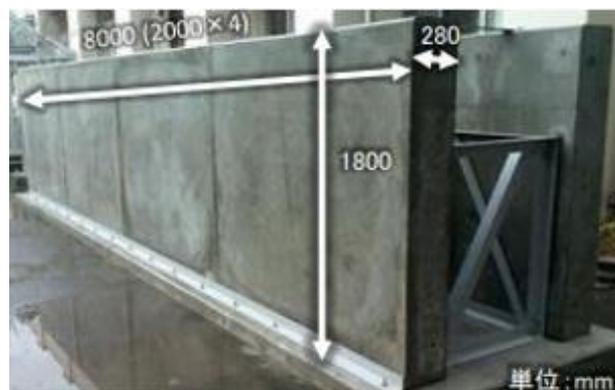


図1 試験体概要

表1 模擬欠陥の概要

欠陥深さ(mm)	30 50 60 70 80 90 100 110
欠陥領域(mm ²)	10000 40000 90000 160000
アスペクト比	1:1 1:2

3. 測定結果

3.1 欠陥検知率測定試験

各被験者の打音点検の精度は式(1)に示す欠陥上検知率を用いて評価する。

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

図2に欠陥の埋没位置を上部、下部と分類し、それぞれに埋没された欠陥ごとの欠陥上検知率を示す。なお、試験体上面から600mm以内を上部、試験体底面から600mmを下部とし、それぞれに同じパラメータの欠陥が配置されている。

上部の深さ30mm、50mm、70mm、100mmの欠陥上検知率はそれぞれ83.4%、72.4%、77.7%、40.7%となっている。一方、下部の30mm、50mm、70mm、100mmの欠陥上検知率はそれぞれ49.2%、57.5%、57.9%、0%となった。

このことから、同じパラメータの欠陥であっても上部に比べ下部の方が欠陥検知率が低下していることがわかる。欠陥の埋没位置によって、打撃時の姿

勢や打撃音の聞こえ方が異なり、このような結果が得られたと考えられる。

3.2 打撃特性測定試験

3名の被験者の欠陥上検知率を図3に示す。また打撃時のハンマの最大加速度の標準偏差を図4に示す。ここでは、欠陥を探索するフェーズと欠陥を同定するフェーズに分類して結果を示す。欠陥を同定するフェーズはマーキングの開始から終了までとした。

欠陥上検知率が最も高かったのは被験者Cであった。被験者Cは探索フェーズ、同定フェーズともに、打撃加速度の標準偏差が最も小さくなっている。このことから被験者Cは打撃加速度にばらつきが少ないところがある。一方で最も欠陥検知率が低かった被験者Aは、探索フェーズ、同定フェーズともに、加速度の標準偏差が最も大きくなった。

これらの結果から、打撃時のハンマの最大加速度と欠陥検知率は相関があると考えられる。欠陥を探索するフェーズ、同定するフェーズともに、打撃加速度のばらつきを少なくすることが望ましいと考える。打撃加速度のばらつきは打撃音の聞き分けにも影響してくると考えられる。

4. まとめ

- (1) 同様なパラメータの欠陥であっても、埋没位置によって欠陥上検知率に差が出ることがわかった。下部の欠陥は上部の欠陥に比べ、欠陥上検知率が低下した。
- (2) 打撃特性測定試験において、欠陥上検知率と打撃時のハンマの最大加速度の標準偏差に相関がみられた。試験を通して、ハンマの最大加速度のばらつきが小さい被験者は欠陥上検知率も高いという結果が得られた。

文献

- 1) 舟波尚哉, 山岸開, 村上祐貴, 外山茂浩: 打音点検の打撃動作がコンクリート構造物の内部欠陥検知率に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.40 No.1 pp.1773-1778 2018.7

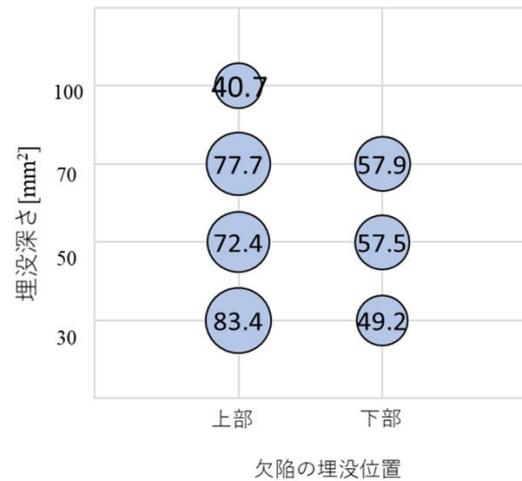


図2 埋没位置別の欠陥上検知率

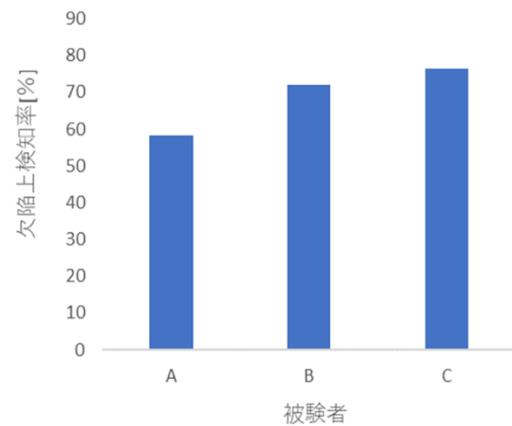


図3 欠陥上検知率

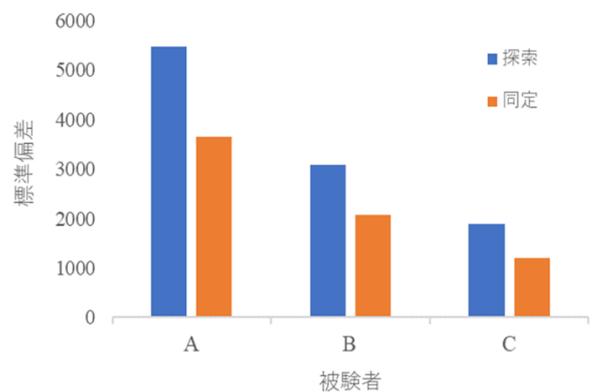


図4 打撃時のハンマの最大加速度の標準偏差