

## 現場計測による打音法と赤外線検出法による欠陥検出能力の基礎的考察

九州大学工学部 学生会員 ○福井 雄気  
九州大学大学院 学生会員 川端 健太  
九州大学大学院 正会員 園田 佳巨

### 1. 緒言

近年、老朽化したコンクリート構造物の数が非常に多くなり、既設構造物の健全度に関する調査・診断の必要性が高まる中で、様々な非破壊検査法が提案・開発されている。中でも、打音法は簡易かつ低コストで実施可能な手法であることから、実際の診断業務で幅広く利用されている。また、安全性と効率性の面で優れている赤外線検出法による診断についても、計測温度の精度の大幅な向上にとともに、その適用事例も増加しつつある。しかし、どちらの検査法にも一長一短あり、計測において留意すべき点も少なからず存在する。そこで、本研究では実際に劣化が認められるコンクリート構造物を対象に、打音法と赤外線検出法の両方を用いた現地計測を行い、それぞれの検査法の欠陥部の検出能力について検証を行なった。

### 2. 現地調査について

今回の調査は、現在も供用中の鉄筋コンクリート高架橋を対象に実施した。計測手順として、まず回転式打音検査器によって構造物表面を調査し、打音が明らかに異なる部分を欠陥部として抽出した。図-1 に、回転式打音検査を行なった検査線の一例を示す。図に示すように5cm間隔で検査器を転がしながら、発生打音をICレコーダーにより録音した。その後、同じ箇所でも赤外線カメラによる撮影を行なった。実際の検査では、7箇所の欠陥を抽出したが、今回の報告では、その中から代表的な2箇所の検査結果について報告する。

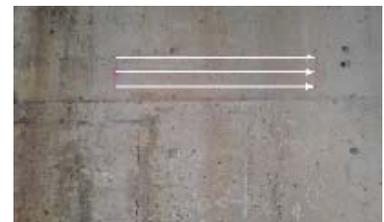


図-1 検査箇所と打撃方向



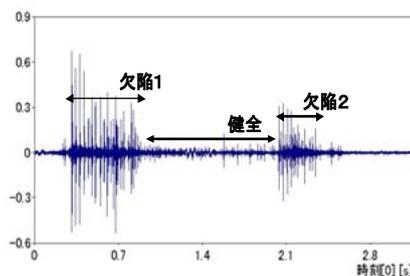
図-2 検査箇所1の状況



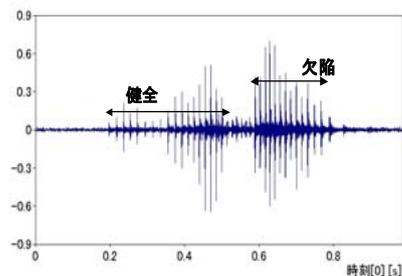
図-3 検査箇所2の状況

### 3. 検査結果

検査箇所1の状況を図-2に示す。この検査箇所では、計11個の打音データを収録したが、ここでは図-2中の矢印で示した検査線に沿って得られた打音結果を示す。同様に、検査箇所2の状況を図-3に示す。図-4は、2つの検査箇所でも得られた打音波形を示したもので、どちらにも他と比べて明らかに音圧値が大きくなっている部分があるが、この部分が欠陥部と推測される。特に、検査箇所1の波形については、欠陥と推定される部分が2箇所あることが認められた。次に、欠陥部とそれ以外の健全部において計測された打音の周波数特性を調べ、考察を行なった。ここでは、音圧振幅が大きくなっている部分を欠陥、それ以外の振



(A) 検査箇所1



(B) 検査箇所2

図-4 打音の時刻歴波形

幅が小さい部分を健全として周波数スペクトルを調べた。また、検査箇所 1 については、最初に音圧の振幅値が大きくなった部分を欠陥 1、後の部分を欠陥 2 として周波数スペクトルを調べた。その結果を図-5, 6 に示す。図-5 において、欠陥 1 と健全部ではスペクトルに明らかな相違が確認され、全体的に欠陥 1 の方が低周波数 (2kHz から 4kHz) のスペクトルが卓越しているが、欠陥 2 と健全部では明確な区別がしづらいことがわかる。図-6 においても、スペクトルの形こそ違うものの、ピーク周波数により欠陥と健全を区別することは困難であることがわかる。時刻歴波形では音圧の大小によって欠陥部と健全部を容易に区別できたことと比べると、周波数による識別は容易でないことがわかる。次に、検査箇所の赤外線画像を図-7 に示す。(A) に示すように検査箇所 1 は周囲と比べて温度が低くなっている箇所が存在するが、その一部は検査面が黒く汚れている部分と重なっている。一般に、検査面の汚れや着色で放出される赤外線の量が異なることから、検査面に汚れが存在する場合には、赤外線画像から一概に欠陥箇所を識別できないと考えられる。一方、検査箇所 2 については、図-7 (B) からは欠陥部分を明確に識別できなかったが、同じ箇所を約 2 ヶ月前の外気温が高い状況で計測した際の赤外線画像 (図-7 (C) 参照) からは、明確に欠陥部分の特定をすることができた。このことから、赤外線検出法は、周囲の外気温など測定環境の条件による影響が大きく、自然環境下で用いる場合には安定した欠陥検出能力が期待できないことが確認できた。

#### 4. 結言

打音法と赤外線検出法を単純に効率の面で比較すると、測定環境の条件による影響を受けない打音法の方が安定した診断結果が得られることが確認された。打音法の課題として、周波数による欠陥の評価は容易ではなく、現状では音圧の大きさだけが有意なデータとして利用可能なことから、打音特性について様々な視点から欠陥判定の方法を検討していく必要があることが挙げられる。赤外線検出法については、人工的な熱源で検査面に温度変化を与える工夫は既に数多く行われている。したがって、野外において定量的かつ計測効率を損なわない検査方法の改善を検討していくことが必要であると考えられる。

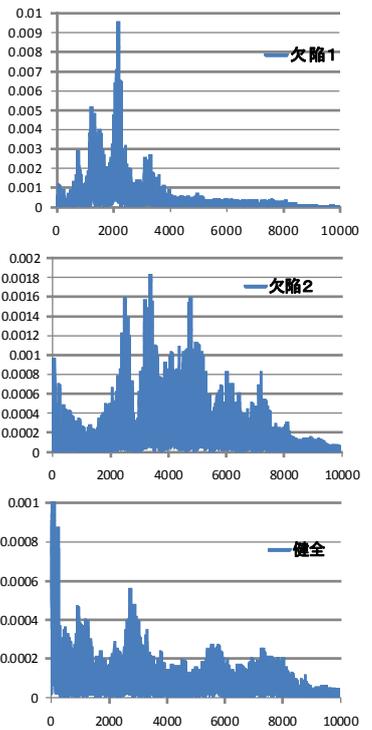


図-5 検査箇所 1 における周波数スペクトル

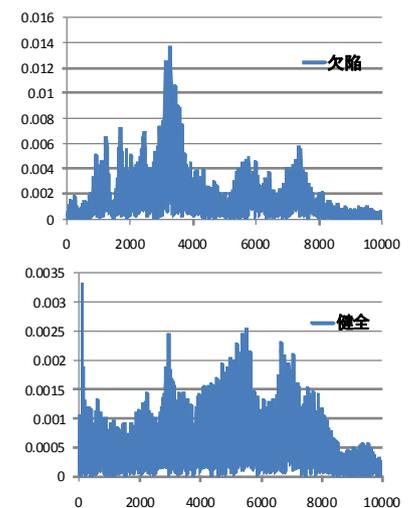
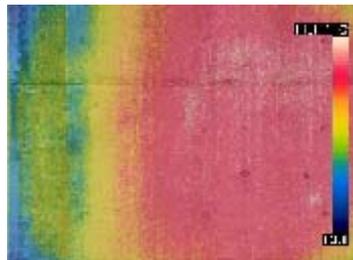


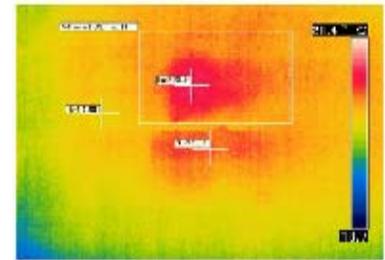
図-6 検査箇所 2 における周波数スペクトル



(A) 検査箇所 1 (12月13日)



(B) 検査箇所 2 (12月13日)



(C) 検査箇所 2 (10月31日)

図-7 検査箇所の赤外線画像