

「回転式打音検査」による打音特性に関する基礎的考察

九州大学大学院 学生会員 ○三好 茜
九州大学大学院 正会員 園田 佳巨
(株)第一復建 正会員 吉田 直紹

1. 緒言

近年、老朽化した既存構造物に対して適切に維持・補修を行い、ライフサイクルコストの低減を図ることが重要視されており、種々の非破壊検査の研究・提案がなされている。しかし、従来の非破壊検査の多くは費用が高額であるだけでなく、計測環境の適用条件が厳しく理想的な環境下でなければ効果を得られないなどの問題を有しており、大規模な構造物に対して適用可能な非破壊検査は限定されていると言わざるを得ない。一方、従来から簡易な非破壊検査として利用されてきた方法の一つに打音検査があるが、検査領域が広範囲に及ぶ場合、検査員の労力が非常に大きいことが指摘されている。

「回転式打音検査」は、最も簡易な非破壊検査の一つである打音検査の精度と効率を向上させることを目的として開発されたものである。

図-1 に示すような先端に金属製の多面体を取り付けた検査器をコンクリート面に押し当てた状態で移動・回転させ、発生する打撃音の変化をもとにコンクリート内部の異常箇所を探索する手法である。特徴としては、従来の打音検査に比べて構造物に与える打撃力のばらつきを低減できること、打撃が加わる点が移動することで検査効率を飛躍的に向上させることができることなどがあり、大規模な野外構造物に対しても有効な検査であると考えられる。

本研究では、矩形モルタル供試体を作製し、従来の打音検査と回転式打音検査で得られる打音をそれぞれ時間 - 周波数解析を行うことで打音特性を比較し、回転式打音検査の有効性について考察した。

2. 実験概要

2. 1 供試体および欠陥部

本実験では、図-2 に示すような $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の矩形モルタル供試体を用いた。内部に人工欠陥のある供試体と、人工欠陥のない供試体を作製し、人工欠陥を含む供試体には矩形の欠陥を想定し、発泡スチロール（厚さ 2cm ）を埋設した。また、欠陥の大きさによる打音特性の相違を考察するため、人工欠陥の寸法を $3 \times 5\text{cm}$ 、 $5 \times 10\text{cm}$ 、 $5 \times 15\text{cm}$ 、 $7 \times 20\text{cm}$ と変化させた。供試体の作製は、型枠中で発泡スチロールを固定させた後にモルタルを打設して行った。モルタル供試体の動弾性係数は 32GPa 、密度は 2.15g/cm^3 である。供試体は水中養生とし、打設後 28 日以降で実験を行った。

2. 2 実験方法

打音の特性を比較するために、従来の打音検査用ハンマー（従来式）と回転式打音検査器（回転式）を用いて欠陥のある供試体と欠陥のない供試体を軽打し、得られる打音を IC レコーダーを用いて録音した。

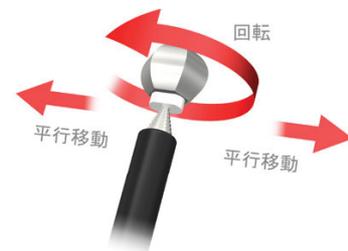


図-1 回転式打音検査器

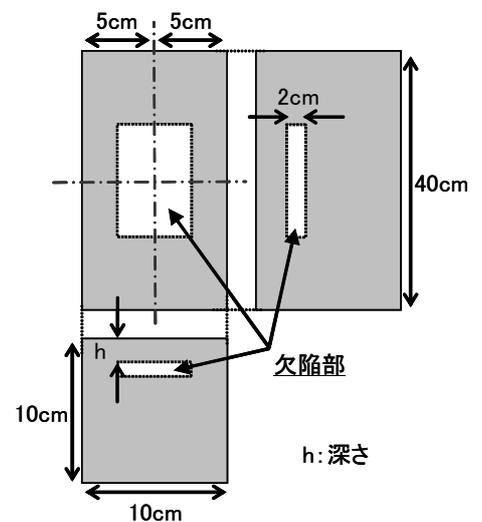


図-2 供試体寸法



写真-1 実験の様子

キーワード 音響, 回転式打音検査, 短時間フーリエ変換, 時間 - 周波数特性

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番 TEL 092-802-3370

計測におけるサンプリング周波数は 44.1kHz とした。録音した打音に対しては、短時間フーリエ変換 (STFT) 処理を行い打音の時間 - 周波数特性を求めた。なお、供試体は床に置いた状態とし、打音の測定位置は打撃位置より水平方向に 15cm、鉛直上方向に 10cm の位置に配置した。測定は各供試体につき 3 回ずつ行った。実際の測定の様子を写真-1 に示す。

3. 実験結果および考察

図-3 および図-4 に、欠陥がない供試体より得られる打音の音圧 - 時間関係および時間 - 周波数特性を示す。従来式、回転式の音圧 - 時間関係を比較すると、回転式の方が発生打音の音圧が小さいことがわかる。また、時間 - 周波数特性では両者ともに 2000Hz 付近にピーク周波数をもつことが認められた。

図-5 および図-6 に、 $5 \times 10\text{cm}$ の欠陥を有する供試体より得られる打音の音圧 - 時間関係および時間 - 周波数特性を示す。音圧 - 時間関係に関しては従来式、回転式ともに欠陥がない場合より音圧が大きくなっていることがわかる。また、時間 - 周波数特性では両者ともに欠陥がない場合と同様に 2000Hz 付近にピーク周波数をもつが、欠陥がある場合はスペクトル値が増加していることがわかる。さらに、回転式では高周波領域にピーク周波数をもつことが認められた。

図-7 および図-8 に、 $7 \times 20\text{cm}$ の欠陥を有する場合の打音の音圧 - 時間関係および時間 - 周波数特性を示す。これまでの音圧 - 時間関係より、欠陥の寸法が大きくなるにつれて従来式および回転式ともに音圧が増大する傾向があることが認められた。また、時間 - 周波数特性については欠陥が拡大するにつれて、回転式では高周波領域のピーク周波数が顕著になる傾向が確認された。一方、従来式については欠陥の拡大に伴う顕著な変化はみられなかった。これらの結果より、時間 - 周波数特性に着目した場合、従来の打音検査より回転式打音検査の方が欠陥の有無および欠陥の大きさの変化による打音の相違が顕著に表れ、欠陥状態の把握が容易であると考えられる。

4. 結論

従来の打音検査と回転式打音検査を比較した実験により、時間 - 周波数特性に着目した場合、欠陥の有無による打音特性の相違は回転式打音検査の方がより顕著に表れることが確認された。今後は、供試体実験のシミュレーションを実施し、欠陥状態と打音特性の相関性について詳細に検討する予定である。

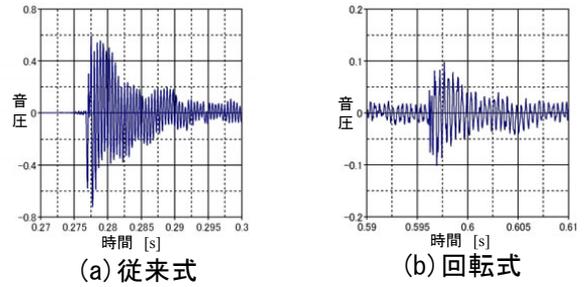


図-3 音圧 - 時間関係 (欠陥なし)

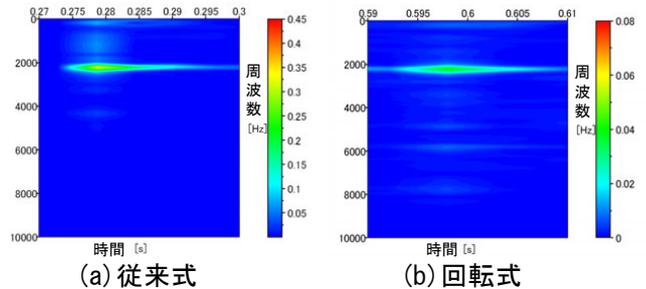


図-4 時間 - 周波数特性 (欠陥なし)

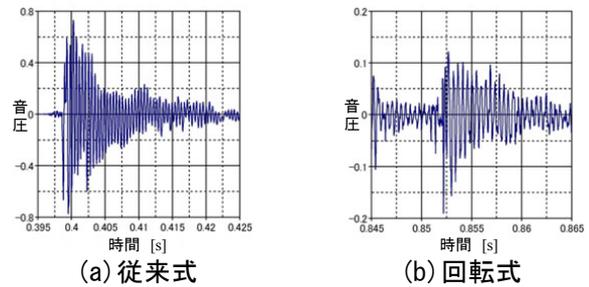


図-5 音圧 - 時間関係 (欠陥 : $5 \times 10\text{cm}$)

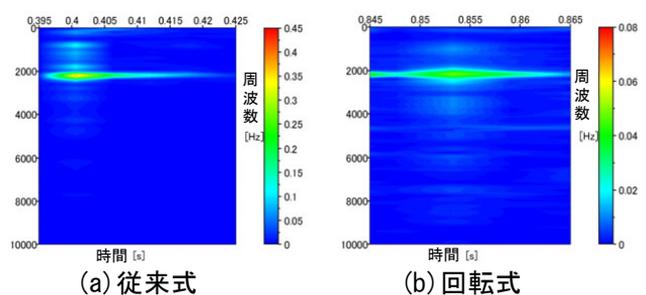


図-6 時間 - 周波数特性 (欠陥 : $5 \times 10\text{cm}$)

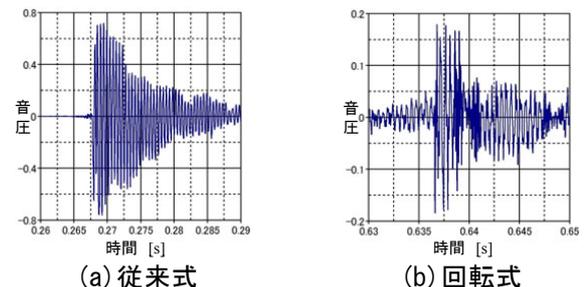


図-7 音圧 - 時間関係 (欠陥 : $7 \times 20\text{cm}$)

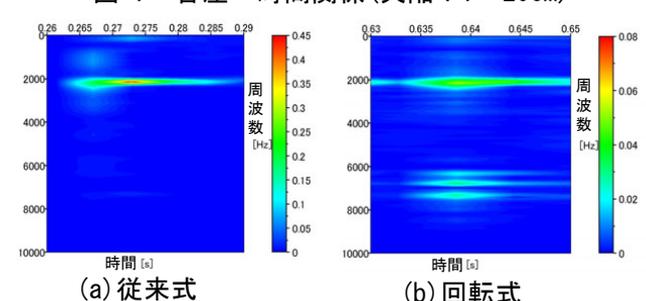


図-8 時間 - 周波数特性 (欠陥 : $7 \times 20\text{cm}$)