

回転式打音検査器を用いた打音による RC 構造物の健全度評価に関する基礎的検討

九州大学大学院 学生会員 ○袁 野俊秋
九州大学大学院 フェロー会員 園田 佳巨

1. はじめに

打音法は、簡易に実施できる構造物の非破壊検査法として実際の診断業務に幅広く利用されている。しかし、打音の評価は検査者の識別能力に依存し、欠陥の状態を定量的に評価できるレベルには達していない。本研究では、打音法の効率向上を期待して開発された「回転式打音検査器」による診断を対象に、計測された打音データを用いて欠陥状態を簡便に評価することが可能か基礎的な検討を行った。

2. 回転式打音検査の概要

回転式打音検査は、図-1に示すような先端に回転可能な金属製の多面体を取り付けた検査器をコンクリート表面に押し当てて移動・回転させ、一定時間間隔で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効率良く探査する方法である。本法は、従来のテストハンマーを用いた検査に比べて、構造物に与える打撃力のばらつきを低減可能であること、検査箇所を短時間で連続的に移動させながら試験を行える利点があり、特に大規模な野外構造物を対象とした検査の労力低減ができる検査法として普及している。



図-1 回転式打音検査器

3. 回転式打音検査によるデータ計測

本研究では、供用中の橋梁を対象に回転式打音法の有用性を検証するために、健全部と欠陥部に対してそれぞれ規定回数の打撃音を収録した。なお、欠陥部の選定に関しては、打撃音が明らかに他の箇所と異なると判断された箇所や目視可能な大きなひび割れの近傍などの欠陥の存在が想定された種々の箇所を選んで行っている。ただし、欠陥深さ等の内部状態の確認は行っていない。計測は、図-2に示すようにコンクリート表面上で回転式打音検査器を回転させながら打撃を加え、騒音計を用いて打音を計測した。データレコーダのサンプリング周波数は 51.2kHz とし、同じ計測箇所でも 3 回の打音収録を行った。

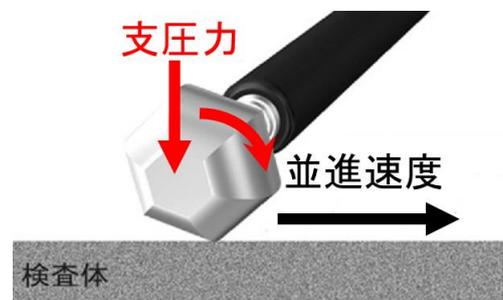


図-2 計測イメージ図

4. データ評価

既往の研究において、回転式打音検査器の並進速度と発生する打音の最大音圧には線形的な関係があることが確認されている。そこで、式(1)に示すような速度補正を用いて打撃の音圧特性の補正を行った。

$$P' = P / (0.02/t)^2 \quad (1)$$

ここで、 P' は補正済みの音圧、
 t は回転式打音の時間間隔。

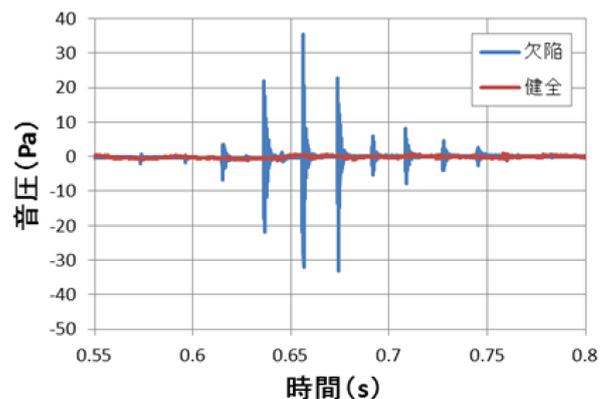


図-3 音圧の時刻歴波形

図-3は、健全箇所と欠陥箇所で作られた音圧の速度補正後の時刻歴波形を示している。この図より、欠陥箇所では健全箇所より得られる音圧が大きくなる傾向が明確に認められる。次に図-4に示すように、音圧の時刻歴波形の最大値の30%以上の値を示したピーク値をつないで囲まれた面積を求め、単位時間当たりの面積で評価した結果を図-5に示す。図-5より、単位時間当たりの面積を健全箇所と欠陥箇所と比較すると、健全部の単位時間当たりの面積は概ね10Pa以下であるのに対して、欠陥部ではそれよりはるかに大きい値が得られることが分かる。このことから、音圧面積が欠陥部を検出する有効な指標であることが確認できた。

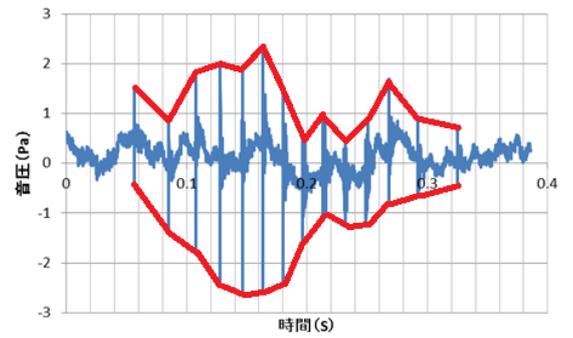


図-4 回転式打音の音圧面積

5. 通常のテストハンマーによる打音との比較

通常のテストハンマーを用いた検査では、入力荷重のバラツキが大きいため、得られた音圧データをそのまま指標とした評価は困難である。図-6は、通常のハンマーによる打音データを補正無しで評価した結果を示したものであるが、この図から音圧の大きさによる評価が殆ど不可能であることが認められる。それに対して、式(2)に示すような振幅比（単位入力荷重当たりの音圧値）を用いて音圧特性を補正した後に、評価した結果を図-7に示す。

$$\text{振幅比} = P_{\max} / F_{\max} \quad (2)$$

ここで、 P_{\max} は最大音圧、 F_{\max} は最大入力荷重

なお、図-7は同じ場所を5回打撃した際の平均値で評価した結果をまとめたものである。図-7に示すように振幅比を用いることで、健全部と欠陥部のデータが混在することは無くなり、音圧を指標とした欠陥度評価が可能であることが分かる。また、図-7と図-5の比較より、振幅比による補正を行わない回転式打音データは図-7の結果よりも精度的に若干劣るが、概ね欠陥箇所の識別は可能であることが確認できる。したがって、回転式打音検査は、打音法の簡便さを損なわずに欠陥箇所を把握できる効率性に優れた手法として有用であることが確認できた。

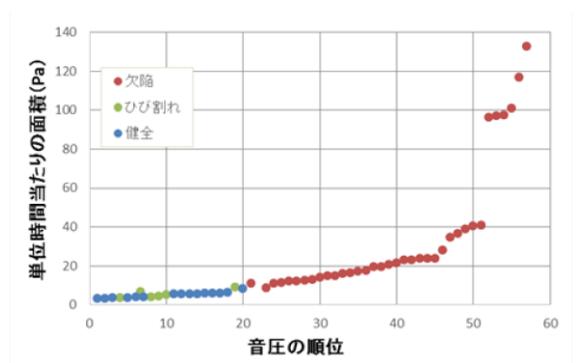


図-5 欠陥状態と回転式打音の音圧面積

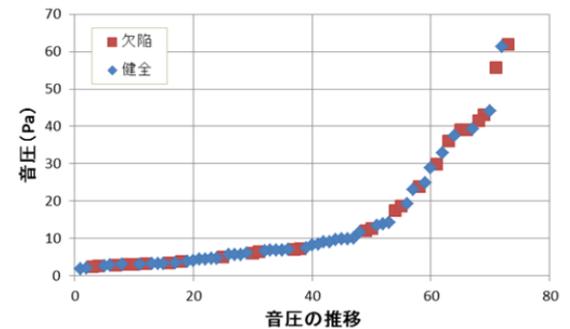


図-6 通常のハンマー（補正無し）による評価

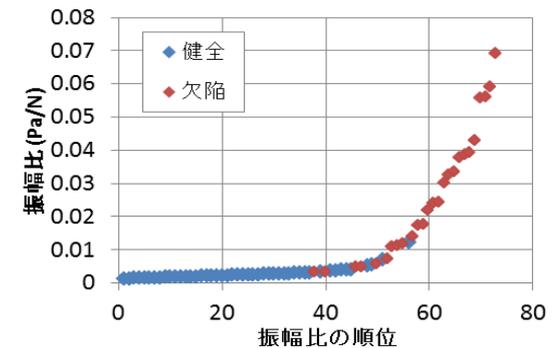


図-7 通常のハンマー（補正有り）による評価

6. まとめ

通常のテストハンマーを用いる打音検査で正確な欠陥箇所の検出を行うには振幅比による補正が必要であるのに対して、回転式打音法では単位時間当たりの音圧面積を指標として評価可能であり、打音法の簡便性を損なわない有用な検査ができることが認められた。

本研究では実構造物に対して回転式打音検査を行った。得られた打音データから音圧を抽出し、速度補正を施した後に各音圧面積を求め、音圧データだけで健全箇所と欠陥箇所の識別が可能であることを確認した。