

打音検査によるコンクリート内部の健全度評価に関する基礎的考察

九州大学工学部 学生会員 ○北本 渉 九州大学大学院 正会員 園田 佳巨
九州大学大学院 正会員 森谷 晋

1. 緒言

近年、公共構造物のライフサイクルコストの低減が重要視され、既設構造物が経年劣化により使用性や安全性が低下することを防止するために、定期的な検査を行い、適切に維持・補修する機会が多くなってきている。既設コンクリート構造物の健全性の評価は、主に非破壊検査によって行われるが、野外の大規模な構造物の点検業務は、簡易で安価な目視や打音を用いる場合が多い。本研究では、従来の打音検査の効率を改善させた回転式打音検査法に着目し、欠陥を模擬した試験体を用いた試験により、従来の打音法と回転式打音検査で得られた打音特性を比較することにより、その有効性について基礎的な考察を行った。

2. 「回転式打音検査」について

一般的な「打音検査」は、図-1 に示すようなハンマーでコンクリート面を打撃し、発生する打撃音の変化により内部の異常箇所を探索する。従来の打音検査の場合、人力によりハンマーを振って打撃力を与えるため、以前から検査精度と作業効率の悪さが指摘されていた。一方、「回転式打音検査」は、図-2 に示すような棒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回転移動させ、一定時間間隔で発生する打撃音の変化によって内部の異常箇所を探索する手法である。従来の打音検査より改善された点は、1)打撃点を連続的に移動させられること、2)構造物に与える打撃力のばらつきが低減されること、3)正常箇所と異常箇所の音質の変化を容易に聞き分けられることなどが挙げられる。本研究では、従来の打音検査と回転式打音検査で得られる打音の音圧特性について、供試体を用いた実験により比較するものである。

3. 実験

3.1 実験対象

図-3 のような 10×10×40cm のモルタル製角柱供試体を作製した。表-1 に供試体の配合を示す。モルタル供試体の動弾性係数は 32GPa で、密度は 2.15g/cm³ である。この動弾性係数は、共鳴振動試験から算出したものである。ここでは、矩形欠陥の欠陥を模擬して発泡スチロールを埋設した供試体と埋設しない（欠陥のない）供試体を作製した。図-4 に示すように、欠陥部の寸法は 2×7×20cm とし、埋設位置は供試体表面から 2cm の位置とした。打音試験は、供試体の養生期間を考慮して打設より 28 日以降とした。



図-1 従来の打音検査器

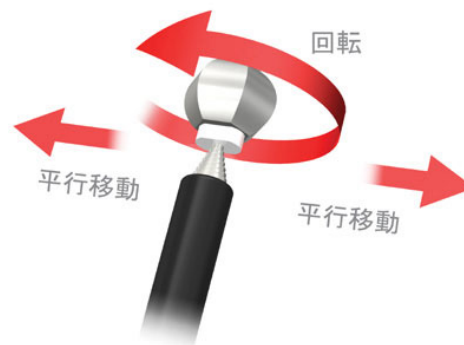


図-2 回転式打音検査器



図-3 実験供試体

表-1 モルタルの配合

W/C (%)	s/c (%)	単体量 (Kg/m ³)		
		W	C	S
50	2.25	295	590	1327

3.2 実験内容

打音の周波数特性を比較するために、従来の打音検査用ハンマーと回転式打音検査器で、欠陥のある供試体と欠陥のない供試体の表面を叩き、得られる打音をそれぞれ IC レコーダーにより、サンプリング周波数 44.1kHz で録音した。その後、録音した打音に対してフーリエ変換処理を行った。供試体の支持条件は床に置いた状態とした。打撃位置は、図-5 に示すように、従来の打音検査の場合は供試体表面中央の赤点への一点入力とし、「回転式打音検査」は、赤線に沿った線上に検査器先端を転がした。録音位置は、打撃位置から鉛直高さ 10cm、水平方向に 15cm 離れた位置にマイクを設置して、各 3 回の録音を行った。

3.3 実験結果および考察

図-6 は従来の打音検査結果、図-7 は回転式打音検査を用いて得られる打音の音圧-周波数関係を表している。人間の最大可聴周波数は約 22000Hz であるが、モルタル試験体を打撃することで得られる打音には 10000Hz 以上の周波数成分が殆ど見られないため、図中の周波数表示範囲は 10000Hz までとしている。

図-6 から、一般的なハンマーによる打撃入力の場合、欠陥の存在により 2000Hz 付近に見られる卓越周波数の音圧がかなり増大することが認められた。一方、図-7 に示すように、回転式打音検査器を用いた場合にも、通常の打音法と同様に 2000Hz 付近の周波数帯で音圧レベルが大きくなる傾向が認められ、どちらを用いても健全部と欠陥部の音圧の違いを 2000Hz 付近の周波数帯で把握できることが確認された。さらに、回転式打音検査を用いた場合には、欠陥のある供試体で、健全な供試体では得られなかった 7000 Hz 付近の高周波成分が卓越することが確認された。したがって、従来の打音検査より回転式打音検査の方が欠陥の有無による打音の高低がより明確となり、コンクリート内部の欠陥を察知し易いと考えられる。

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、どちらの方法においても音圧特性の相違により、欠陥の有無を判別することができた。従来の打音検査と回転式打音検査のより詳細な比較を行うためには、打音の周波数特性だけでなく、減衰性に関する考察も行う必要があると考えられる。さらに、図-8 に示す圧電センサーを用いて打撃力の荷重-時間特性を明確にし、得られた打撃力を用いた音響解析によって理論的な検討も行う予定である。

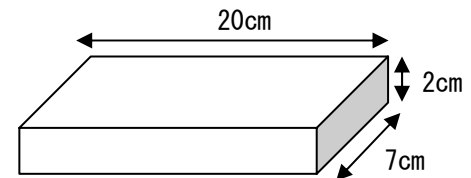


図-4 欠陥寸法

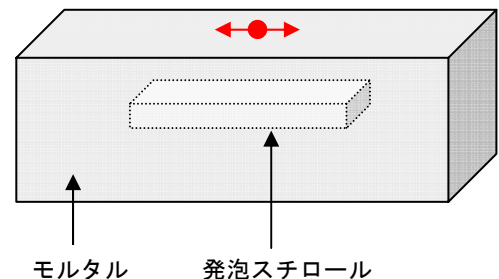


図-5 打撃入力位置

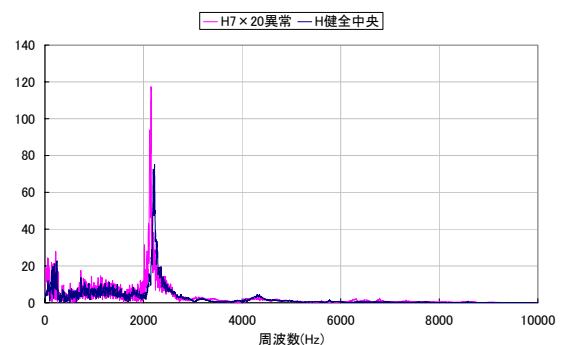


図-6 従来打音検査の音圧-周波数関係

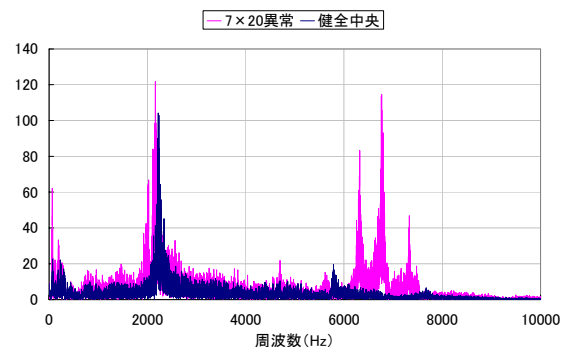


図-7 回転式打音検査の音圧-周波数関係

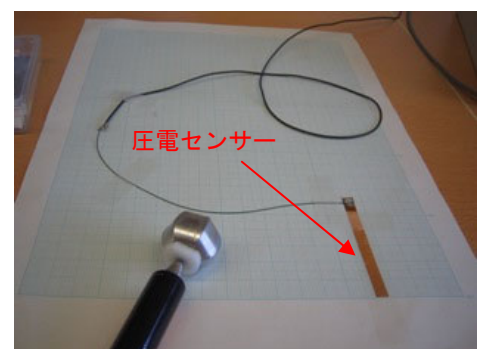


図-8 圧電センサー