

V-254

打撃法のトンネル覆工背面空洞調査への適用について（その1）

－ 打撃音の測定および評価方法 －

佐藤工業 正会員 伊東 良浩 高橋 浩
正会員 白木 徳夫 小池 哲生

1. はじめに

構造物の表面を打撃し、その打撃音からひび割れや剥離などの異常箇所を探知する打撃音検査法は、従来より一般的に行われてきた。しかし、打撃音に対する検討は十分にはなされておらず、判定を経験者の耳にゆだねているのが現状である。そこで本研究はトンネル覆工の背面空洞の探知を一つの目的として、空洞を有するコンクリート供試体の打撃実験を行い、打撃音の定量的な分析を試みた。また、実際のトンネルにおいて覆工表面をハンマーで打撃し、供試体実験と同様の分析を行い、その適用性について検討した。

2. 打撃音の発生機構

打撃により生じる音の主要な発生機構は、図-1の概念図に示すように打撃物と被打撃物の衝突時の急激な変形による音響放射と、主にその後の被打撃物の自由振動や内部の共振による音響放射とに分けることができると思われる。

コンクリートのように複合材料を対象とした場合、小さな打撃点の条件が一定であるとは考えにくく、上記のうち前者の成分には再現性が期待できないと考えられる。一方、後者の被打撃面からの後続放射音は、診断すべき被打撃物の形状、材質、支持条件などの物理特性に強く関連しているものと思われる。

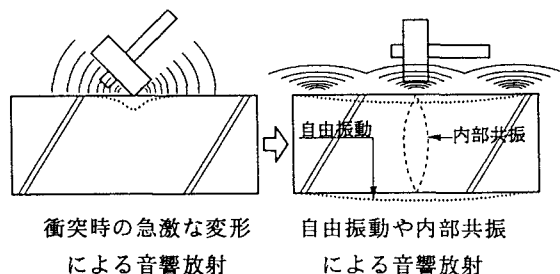


図-1 打撃音の発生機構

3. 打撃音の測定方法

コンクリート構造物の異常箇所を打撃法により探知しようとする場合、前述のようなことから、打撃点から直接到達する前者の成分を排除し、打撃点から若干の距離を保った点における後者の成分を収録するのがよい方法であると考えられる。

このようなことから、図-2の左側に示すようにマイクにゴム製のフードを取りつけ、打撃点近傍のコンクリート表面から放射される音を測定する方法を提案する。図-3、4は、提案方法（間接法と呼ぶ）と従来の方法（直接法と呼ぶ）で測定した、空洞部と空洞のない健全部の同一地点での打撃音の波形および周波数スペクトルである。

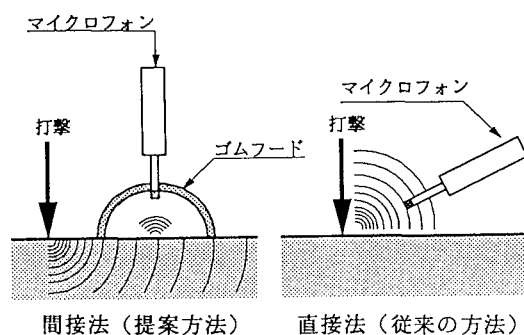


図-2 打撃音の測定方法

間接法による測定結果と直接法によるものを比較すると、両者とも健全部と比べて空洞部ではコンクリート版の自由振動と思われる比較的低周波の音が多く発生していることがわかる。しかし、間接法のほうが波形・周波数スペクトルとも健全部と空洞部の差異が顕著である。また、同一地点で打撃を繰り返したときに、間接法による方が音の波形や周波数スペクトルの再現性が高いことが確認されており、提案方法による打撃音の測定が有効であることが明らかである。

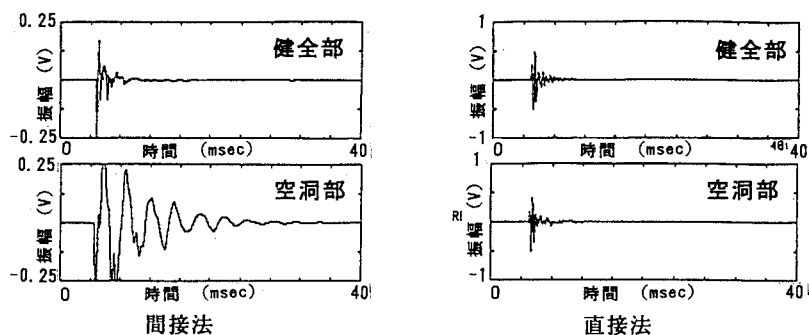


図-2 間接法と直接法の波形の比較

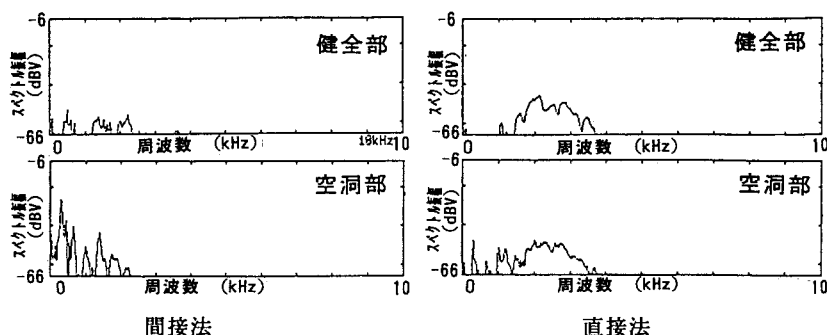


図-3 間接法と直接法の周波数スペクトルの比較

4. 打撃音の分析および評価方法

コンクリートの背面に空洞があるような場合、空洞部では健全部と比べて低周波成分の卓越した打撃音が発生する。ここでは背面空洞の存在を打撃音により判定する方法として、打撃音がある特定の周波数 f_0 で二つに分離し、これを下回る周波数成分のエネルギー L と上回る周波数成分のエネルギー H の比 L/H を算定する方法を考える。このときの測定回路の概念図を図-5に示す。

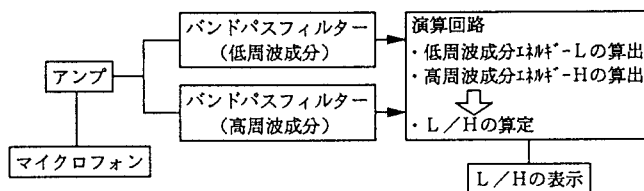


図-5 測定回路の概念

寸法の異なる空洞を有する実験供試体において打撃音を測定し、 f_0 を適当に変化させ L/H を算出した結果、 $f_0 = 2 \text{ kHz}$ 程度で最も良く空洞の有無を判定できることが分かった。

5. まとめ

本報告では、打撃音が被打撃物の物理特性に強く関連していることを述べ、打撃音を直接測定するのではなく、打撃点近傍のコンクリート表面からの放射音を測定する方法を示した。今回は、トンネル覆工背面空洞の測定を対象として検討を行ったが、さらに詳細な分析を行うことにより、その他にも被打撃物の物理特性に関する情報が得られる可能性が高いと考えている。