

回転打音を用いたトンネル覆工変状調査に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○村田真一 山口大学工学部 正会員 吉武 勇
 山口大学工学部 正会員 進士正人 山口大学工学部 FELLOW-会員 中川浩二

1. 目的

トンネル構造として最も重要な機能は、安全かつ快適な空間を確保することである。しかし、現在供用中のトンネルの中には、覆工や路盤に何らかの変状が認められるトンネルが数多く、中には危険な状態のものも多数存在している可能性があるが、その評価は難しい¹⁾。

トンネル覆工変状調査で頻繁に行われるのは、覆工をハンマーで叩き、打撃音を聞き、変状の有無を判断する、打音法である²⁾。この手法は経験に頼る部分が大きく、定量的な評価になり、また、手法の性質上、肉体的負担が大きい問題点がある。そこで本研究は従来法の欠点を補うため、開発された転検棒を用い、スリットを入れたコンクリート供試体に回転打撃を与え、周波数分析を行い、その結果から転検棒の適用範囲を明確にするとともに従来の打音法の代替法になりうるかを検討した。

2. 実験概要

2-1. 転検棒の説明

本実験で用いた回転打音を与える道具（以下、転検棒）とその録音器具を写真-1に示す。実験は転検棒を左右に転がすことにより行う。すなわち先端多面体が回転し、検査体に突起部が衝突しそのときに音が発生する。多面体の突起部の間隔が狭いため、音は細かく連続的に発生し、異常箇所を調査することができる。広範囲を確実に早く探査することができ、作業者の肉体的負担を極力少なくし、作業性を格段に向上させることができる。

録音には超指向性であるコンデンサーマイクロフォンとマルチトラックレコーダーを用い、入力レベルは常に一定とした。

2-2. 実験手順

スリットの入ったコンクリート供試体を製作し、回転打音を録音した。そして、ひび割れ深さと周波数、音圧の関係を調べた。供試体の寸法は400mm × 200mm



写真-1 実験道具

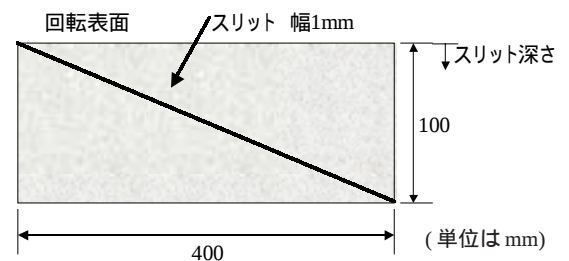


図-1 供試体断面図

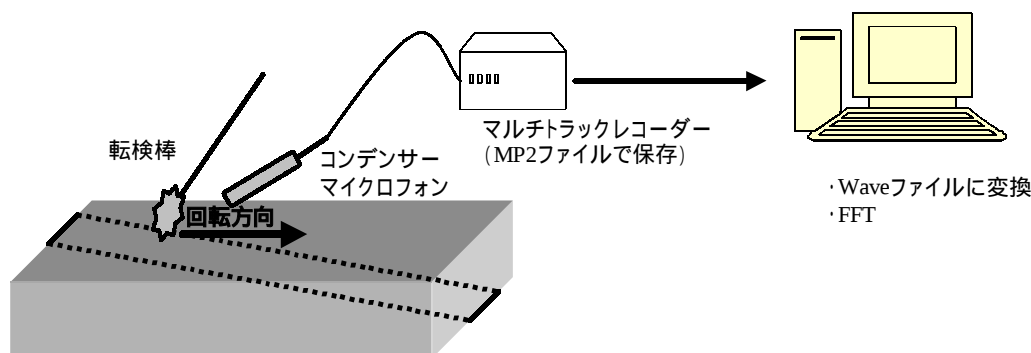


図-2 実験の概念図

キーワード 覆工変状調査，回転打音，FFT，周波数分析

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 山口大学大学院 理工学研究科 TEL 0836-85-9382

× 100mm でスリットは厚さ 1mm で図 -1 に示すように入っている。スリット深さは図 -1 に示すように表面からの深さで定義する。

実験は個人差をなくするため複数人数で行う。供試体表面を直線上に転がした。そして音響データを、FFT を用いて周波数分析を行った（図 -2 参照）。0.3kHz 以下はノイズとし、音圧 -40dB 以上を卓越周波数とした。サンプリングタイムは 31.25 μ s である。

3. 実験結果

ひび割れ深さと卓越周波数の関係を図 -3 に示す。若干のばらつきはみられるが、約 0.7kHz、1.5kHz、2.7kHz、3.5kHz の 4 個の卓越周波数が検出できることが分かる。それぞれの卓越周波数の検出量とひび割れ深さの関係を図 -4 に示す。ここで、0.7kHz 卓越周波数に着目すると、スリットの位置が表面より、深くなるに従い、多く検出され、逆に浅くなればなるほど数は減少する。また、2.7kHz 卓越周波数についてみると、0.7kHz 卓越周波数とは全く逆の傾向を示す。このことから、2.7kHz、0.7kHz 卓越周波数の存在は変状の有無に影響を受け、卓越周波数が多く検出される箇所はひび割れの位置を示していると考えられる。すなわち卓越周波数の検出量は、すなわち音圧であり、音圧がスリットの深さを表す指標になると考えられる。

また、1.5kHz 卓越周波数は位置に関わらずランダムに検出されるため、転換棒を転がした時のエネルギーの不安定な部分によるもの、また 3.5kHz 卓越周波数は中央部になるに従い、検出量が増えることから、供試体形状によるものと考えられる。

以上のことより、供試体のスリットの位置は、回転打音から卓越周波数、音圧を検証することで、概ね推定できると考えられる。

4. 結論

本実験から以下のことが分かった。

卓越周波数には若干のばらつきがあるが、用いた供試体では、スリットの位置に関わらず 4 個の卓越周波数が存在する。

スリットの有無は、本供試体では 0.7kHz と 2.7kHz 卓越周波数の存在量で判断できる。またスリットの深さも両者の卓越周波数の検出割合で推定可能である。

人力による打撃の不安定さ、供試体形状による影響も周波数分析を行うことである程度除去が可能である。

以上の結果から、スリットの入れたコンクリート供試体においては、従来のハンマーによる打音法の代替法になる可能性があることが分かった。しかし、実際の覆工は厚さがあり、変状状態も複雑である。今後も転換棒の適用の範囲等、更なる検討が必要である。

参考文献

- 1) 日本道路公団試験研究所：試験研究所技術資料 第 356 号トンネル変状調査マニュアル
- 2) 伊東良浩，魚本健人：ひび割れを有する鉄筋コンクリート梁の打撃音，土木学会論文集 No.564/V-35，pp169～176，1997.5

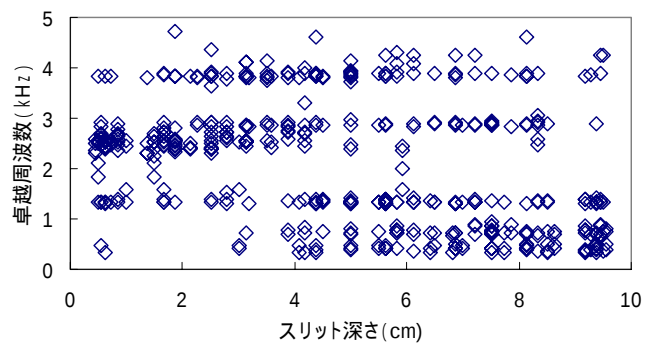


図 -3 スリット深さと卓越周波数の関係

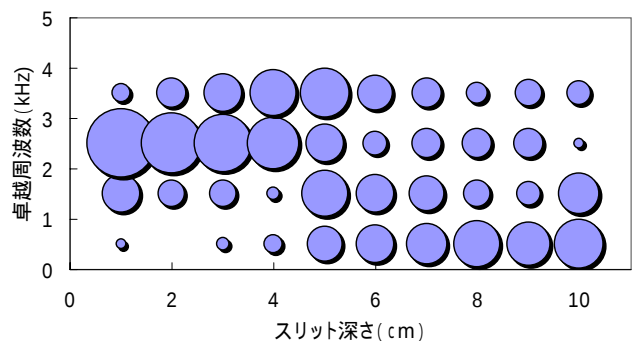


図 -4 卓越周波数の数