

自動打音調査システムを用いたトンネル覆工健全性調査の現場実験

ハザマ* 正員 ○笠 博義, 清水 学, 正員 谷口裕史, 関 俊一郎
 ダイヤコンサルタント** 杉田信隆, 正員 小泉和広, 正員 川上義輝
 ウォールナット*** 正員 稲垣正晴, 新 弘治

1. はじめに

トンネル覆工の健全性を確認する上では、定期的な点検が重要である。この点検方法には広く行われている目視観察、ハンマー打撃調査や、目的を限定して実施される電磁波探査、超音波探査などさまざまな方法が適用されている。この中でも、ハンマーを用いた打音調査は、直接的に覆工の状況を把握できる上、剥落が懸念される場所においてはその場で叩き落としによる対処が可能であることから、鉄道や道路トンネルの点検方法として、最も基本的な調査方法となっている。しかし、この方法には、上述のような長所がある反面、打撃結果を人間の耳で判断するために、評価が主観的で個人差が生じやすいことや点検作業自体が苦渋作業であり、多大なマンパワーや調査時間を要するなどの短所も存在する。

こうした背景から、筆者らはより容易で、かつ迅速な打音調査技術の開発に取り組んできた。本報告は筆者らが開発した自動打音調査システムの適用性評価のための現場実験結果についてまとめたものである。

2. 自動打撃装置と調査システムの概要

実験に用いた自動打音調査システムは、電動式の駆動装置によって一定間隔でハンマー打撃を行うもので、この打撃音をマイクロフォンで取り込み、分析することにより、覆工の健全性を評価するものである。このとき、打撃音は全音響エネルギーに対する特定領域の音響エネルギーの比から求められる音響エネルギー指数によって示される¹⁾。調査システムは、自動打撃装置とマイクロフォンから構成される打撃ユニットと収集された音響データを分析・評価する分析ユニットおよび打撃ユニットを一定の押し付け条件で保持する保持ユニットから構成される。



図-1 調査システム概要

現場実験は、図-1に示すように保持ユニットを2tトラック上に設置・固定し、一定速度でトラックを移動させながらデータを収集することによって行った。なお、打撃位置はトラックに取り付けた距離計により求めている。

3. 実験内容と実験結果

現場実験は、建設後30年以上を経過した道路トンネルにおいて実施した。実験は、本システムの実際のトンネルにおける適用性を評価することを目的としているが、具体的には、取得データの安定性と調査データと覆工状況の対比等について確認することとした。以下に各項目に対する検討結果を示す。

3.1 取得データの再現性

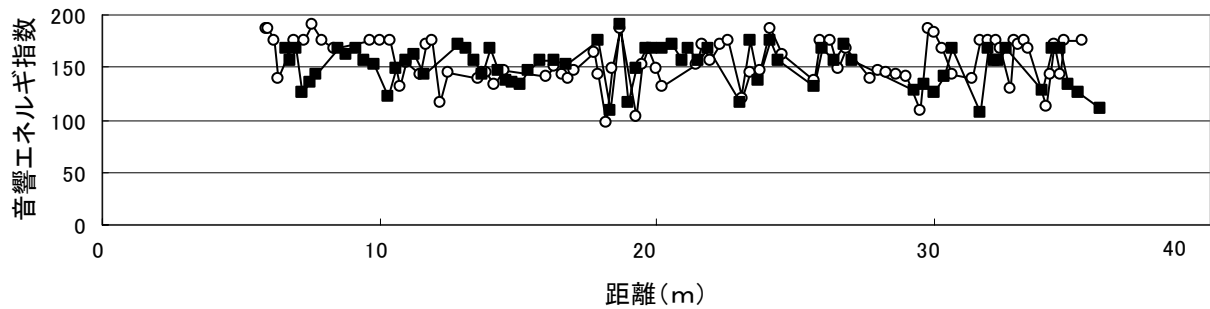
本システムによって得られるデータの安定性について評価するために、天端および肩部における延長30mの測線上で繰り返しデータを取得して検討を行った。図-2に天端部測線において2回測定した音響エネルギー

キーワード：トンネル，打音調査，覆工健全性，現場実験

連絡先* 〒107-8658 東京都港区北青山2-5-8 TEL03-3423-1801, FAX03-3405-1854

** 〒330-8660 埼玉県さいたま市北区吉野町2-272-3 TEL048-654-3011, FAX048-654-3833

*** 〒190-0002 東京都立川市幸町1-19-13 TEL042-537-3838, FAX042-537-3820



図－2 データ取得安定性の確認実験結果

ギ指数の分布を示した。この図からわかるように、2回の測定結果はほぼ一致しており、音響エネルギー指数の値は130～180の間で分布している。同様に、肩部における調査結果では、平均的な音響エネルギー指数が130程度と天端と比較してやや低いものの、全体としてはほぼ同等な結果が得られたことから、本装置による調査結果には十分に再現性があるものと考えられる。ここで、これまでの室内実験や現場実験から、通常のトンネル覆工においては、この指数が100以上の部分では覆工が健全であると判定できることが確認されており、本実験を行った区間では覆工の健全性が保たれているものと判断される。

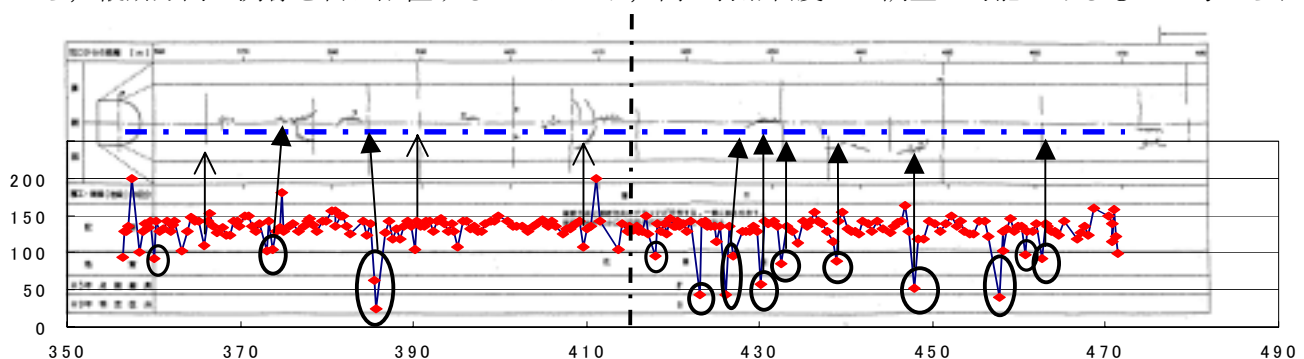
なお、取得データにばらつきが生じた原因としては、打撃位置が各測点とも微妙に異なっていることや、本トンネルの覆工の表面には泥が付着していたことなどが考えられる。

3.2 調査結果と覆工状況との対比

本システムで連続的に測定した場合のデータの安定性と、実際の覆工の状況との対比を確認するために、約100mの測線を設けて連続測定を実施した。図－3に示した測定結果から、安定したデータが取得されており、音響エネルギー指数の平均値は131、標準偏差20.6と、安定性確認実験結果とほぼ等しい結果が得られた。

このうち、音響エネルギー指数が100以下を示す位置は、図－3に示したように、そのほとんどが展開図に示された覆工面のひび割れまたは目地近傍に対応しており、これらの近傍で覆工表面の劣化または浮き等が存在していたことが考えられる。

なお、実験時のトラックの移動速度は時速1.5～2.0km/h程度であり、打点間隔は30～45cm程度であったことから、縦断方向の測線を密に配置することにより、高い打点密度での調査が可能であるものと考えられる。



図－3 調査結果と展開図の対比状況

4. まとめ

本実験から、自動打音調査システムによって十分に再現性のあるデータを取得できることと、得られた結果が覆工表面の状況を正しく捉えていることが確認された。今後は、新設トンネルの竣工時検査への適用や既設トンネルの健全性評価への適用を念頭において、より多数の現場でのデータ取得を行って信頼性を高めると同時に、より実用性の高いシステムとするための開発・改良を行っていく予定である。

1)小泉他：トンネル覆工の健全性調査におけるハンマー打音分析技術の開発，土木学会第58回年次学術講演会，2003