

埋込み小型振動デバイスを用いた覆工コンクリート厚の測定に関する基礎実験

金沢工業大学 学生員 ○手塚 勇策*¹
 金沢工業大学 正会員 木村 定雄*¹
 (株)建設技術研究所 正会員 戸本 悟史*²
 曙ブレーキ工業(株) 宮田 俊治*³

1. はじめに

NATMにおける覆工コンクリートの施工では、コンクリートの品質はもとより、所定の厚さを確保することが求められる。すなわち、掘削方法にもよるが、できるだけ地山を平坦に掘削し、その背面に空洞を残さないよう打上げによりコンクリートを打設して覆工厚を確保する必要がある。その際、とくにコンクリートの確実な充てんの確認が難しいことから、近年では、小型振動デバイスを用いたコンクリート充てん検知法が開発されている¹⁾。この検知法は未充てんが懸念される天端等の位置に小型振動デバイスを設置し、打ち上がるコンクリートの圧力を検知してその充てん性を把握するものである。ここで用いる小型振動デバイスは18×18×3mmの圧電セラミック製であり、コンクリートの充てんが確認された後はコンクリート背面側(地山側)に残置されるものである。

本報告は残置される小型振動デバイスを覆工厚の推定法に再利用することを考え、その推定法の精度を確認するための基礎実験について述べたものである。

2. 覆工厚の推定法

覆工コンクリート厚の測定には、一般に用いられる超音波測定器および小型振動デバイスを受信センサとする打音装置を用いる。すなわち、超音波測定器を用いてコンクリート中の伝播速度(P波)を測定し、また打音装置を用いてコンクリート背面に残置した小型振動デバイスの直上面を打撃してその伝播時間を測定し、両者の測定値を用いて覆工厚を推定するものである。式(1)はその算定式である。

$$h = V \times t \quad \dots (1)$$



写真1 試験体の外観(上側) 写真2 インパク超音波測定器

表1 実験ケースと試験体の概要

実験ケース	供試体寸法(mm) 幅×奥行×厚さ	打撃点から小型振動 デバイスまでの距離(mm)
T100	500×500×100	90
T150	500×500×150	140
T200	500×500×200	190
T250	500×500×250	240
T300	500×500×300	290

ここで、 h は推定覆工厚(m)、 V は伝播速度(m/sec)、 t は伝播時間(sec)である。

3. 実験概要

覆工コンクリートをモデル化した試験体は、その厚さが100mm～300mmの計5種類とした(表1参照)。写真1はその外観を示したものである。コンクリートの呼び強度は24N/mm²である。また、小型振動デバイスは試験体の中央付近の底側に、受信面が打撃面(上側)に向くように埋設した。

コンクリート中の伝播速度の測定には、卓越周波数が70kHzのインパク超音波測定器を用いた(写真2参照)。伝播速度は、試験体の側部にインパクト針をあて、試験体ごとに4側面で50回ずつ計200回測定した。

打音法による伝播時間の測定方法の概要を図1に示

キーワード：トンネル、覆工コンクリート、非破壊検査、超音波、打音法

連絡先 *1：〒924-0838 石川県 白山市 八束穂 3-1 Tel: 076-274-7704, Fax: 076-274-7102

*2：〒103-8430 東京都 中央区 日本橋 浜町 3-21-1 Tel: 03-3668-4299, Fax: 03-5695-1883

*3：〒348-8509 埼玉県 羽生市東 5-4-71 Tel: 048-560-1470, Fax: 048-560-1469

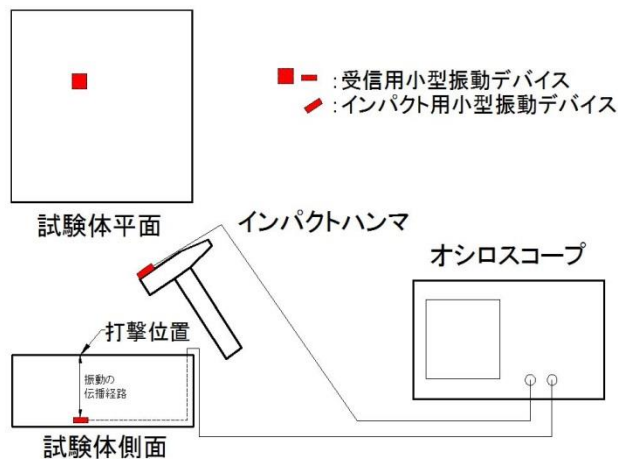


図1 伝播時間の測定方法

す。インパクトハンマは鉄製の金槌に小型振動デバイスを設置して作製した簡易なものである。打撃・測定回数は実験ケースごとに20回とした。

4. 実験結果およびその考察

伝播速度の測定結果を表2に示す。平均伝播速度は試験体ごとに差異があるものの、3,668~3,869m/secと安定していた。また、すべてのケースにおける標準偏差は平均伝播速度の3.5%以下であった。

打音法による伝播時間の測定例を図2に示す。本実験の測定環境では、定常ノイズが $\pm 20\text{mV}$ であったことからこの値を閾値として伝播時間を測定した。伝播時間の測定結果を図3および表3に示す。平均伝播時間に対する標準偏差はT150のケースにおいて14.1%と若干大きいものの、他の実験ケースでは10%未満であった。次に、式(1)を用いて算定した推定覆工厚を表4に示す。覆工厚の最も小さいT100のケースでは10%の差異があるものの、他の実験ケースでは約5%以下となっている。

5. まとめ

本報告では簡易な伝播速度および伝播時間の測定によって、覆工厚を推定する手法の精度について示した。その結果、覆工厚が100mm以上の場合、10%未満の誤差で覆工厚を推定できることを示した。なお、トンネル内環境においては、ノイズが著しく大きい等、測定精度が低下することが懸念される。今後は、現場環境における覆工厚推定の実用性について検討する予定である。

参考文献

- 金子, 安田: コンクリート充てん検知システムとその応用技術, コンクリート工学, Vol.44, No.5, pp.98-101, 2006.5.

表2 伝播速度の測定結果

実験ケース	平均伝播速度(m/sec)	標準偏差(m/sec)
T100	3961	142
T150	3777	120
T200	3869	94
T250	3858	101
T300	3668	128
全ケース	3826	154

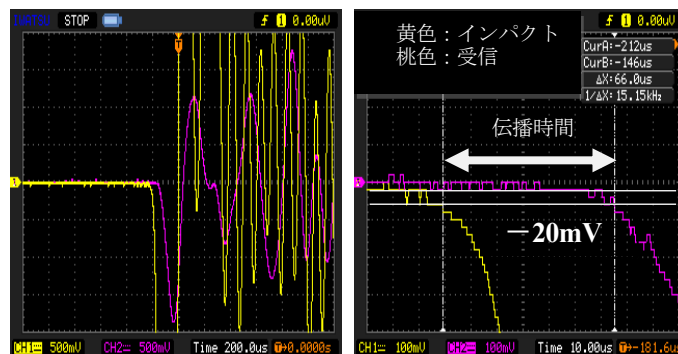


図2 伝播時間の測定例

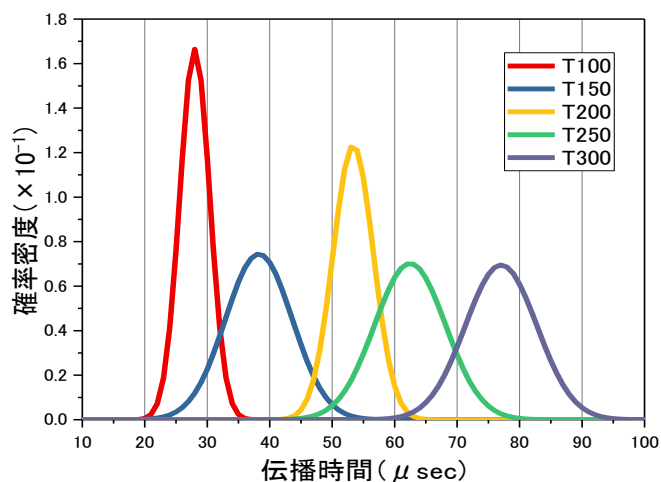


図3 伝播時間の測定結果

表3 伝播時間の測定結果

実験ケース	平均伝播時間(μsec)	標準偏差(μsec)
T100	28.0	2.4
T150	38.3	5.4
T200	53.4	3.2
T250	62.5	5.7
T300	77.0	5.7

表4 推定覆工厚

実験ケース	推定覆工厚(mm)
T100	110
T150	145
T200	207
T250	241
T300	283