

走行式コンクリート点検システムの実用化（その2）

ーサーモグラフィによる表層部欠陥検知技術の検証

竹中土木 正会員 ○松尾 和彦 福本 忠浩 森 信智

中西 弘 市川 晃央

1. はじめに

トンネルの覆工コンクリートの通常点検手法として、筆者らは走行式コンクリート点検システムの基礎的研究¹⁾を行ってきた。この度、供用中の道路トンネルにおいて、本システムの一部（ハイビジョン、サーモグラフィ）を利用した調査を実施し実用化に至った。本報告は、道路トンネルの覆工コンクリート点検にサーモグラフィを適用するにあたって実施した各種検討結果について報告する。

2. 与熱方法の検討

サーモグラフィ調査概要を図-1に示す。サーモグラフィ調査は、コンクリートの健全部と欠陥箇所との温度変化の違いを検知する調査法である。このため、トンネルのような温度変化の少ない構造物に対して走行しながらサーモグラフィ調査を行う場合、熱源によって調査面を与熱し温度変化を起こす必要がある。

道路トンネルにおいて走行しながら調査を行うにあたり、使用する熱源の仕様と作業熱条件を室内実験より決定した。室内実験及び現地調査で使用したサーモグラフィの仕様を表-1に示す。

(1) 熱源種類の検討

熱源を選定するため、基礎的研究¹⁾の結果を踏まえ、3種類の熱源に対してコンクリート供試体から50cm離れた位置より表面温度を4℃上昇させるのに必要な与熱時間を検討し、表-2のような結果を得た。これより、熱源は遠赤外線ヒータ（表-3）を適用することとした。

(2) 点検台車の走行速度の検討

点検台車の走行速度と熱源長さ、与熱時間との関係は、以下の式で表される。

$$v=(L\times3600)/(1000\times t)$$

ここで、v：点検台車の走行速度(km/h)、L：熱源長さ(m)、
t：与熱時間(秒)とする。
室内実験より、t=5.0(秒)と求められており、点検台車に搭載するために、L≦3.0(m)という条件を設定し、v=2.0(km/h)とした。

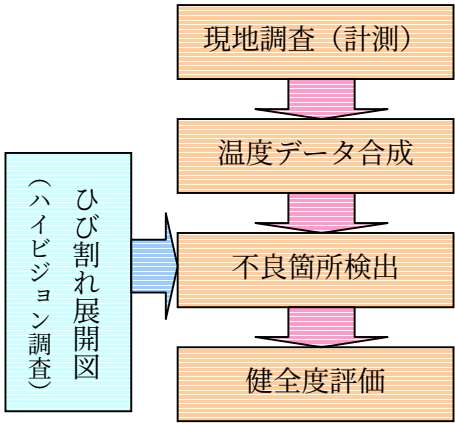


図-1 サーモグラフィ調査概要

表-1 サーモグラフィの仕様

項目	仕様
絵画素数	65,536画素
観測温度範囲	-40～900℃
最小温度分解能	0.025℃以下
測定距離	30cm～∞
視野角	水平14.6° ,垂直13.7°

表-2 熱源種類評価表

熱源 \ 項目	与熱時間	耐久性	安全性
遠赤外線ヒータ	◎	○	○
赤外線ヒータ	×	△	○
ジェットヒータ	○	△	×

表-3 遠赤外線ヒータの仕様

項目	仕様
電源電圧	3相200V
ヒータ容量	5kW×6台
寸法	H1030×W2700×D325
重量	約120kg

キーワード： トンネル点検, 調査診断, サーモグラフィ, 覆工コンクリート, 与熱, 遠赤外線

連絡先： 東京都中央区銀座 8-21-1, TEL03-3542-6321, FAX03-3248-6545

3. 現地調査

道路トンネルに使用する点検台車は、多様なトンネル断面に対応するため、熱源及びサーモグラフィを伸縮回転可能なブームに固定する構造にした。

熱源の設定を検証するため、現地調査前に熱源通過前後のコンクリート表面温度の計測を行った結果、与熱により表面温度が約4℃上昇した。これは室内実験より求めた目標与熱量と同等であり、熱源種類と点検台車の走行速度の設定が適当であることを確認した。

サーモグラフィ調査は、進行方向側ブームに熱源を、後方側ブームにサーモグラフィを取り付けた点検台車をトンネル縦断方向に2km/hで走行させ、与熱、計測を行った。1回の走行で幅75cmの範囲を調査し、これを繰り返すことにより調査面全面を調査した。

4. 調査結果

ひび割れの状況を写真-1に、角度検知を行った調査結果を写真-2に示す。角度検知は、周辺の温度分布より、表面から内部に進展するひび割れの角度を検知する手法¹⁾である。写真-2のひび割れに直交する線は、傾斜角度を色で、傾斜方向を向きで表している。

漏水・付着物（すす）の状況を写真-3に、調査結果を写真-4に示す。漏水箇所は低温部として、付着物のある場所は高温部として検出できた。漏水部については、目視で確認できない部分（写真-4左上部）も検出できた。

補修箇所の状況を写真-5に、調査結果を写真-6に示す。補修箇所が高温を示していることより、この部分が浮いていると考えられる。



写真-1 ひび割れ状況

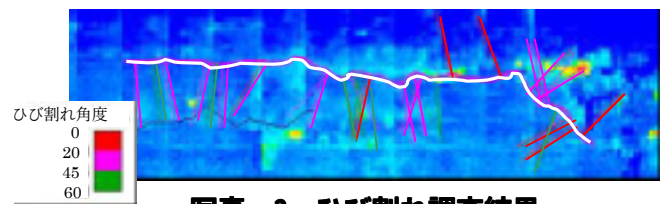


写真-2 ひび割れ調査結果



写真-3 漏水、付着物状況

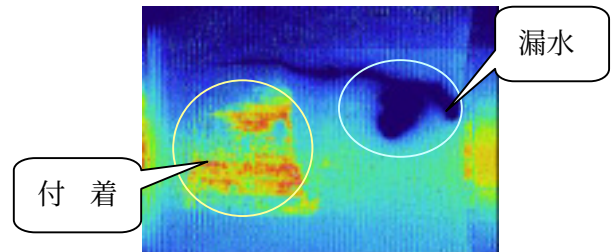


写真-4 漏水、付着物調査結果



写真-5 補修箇所状況

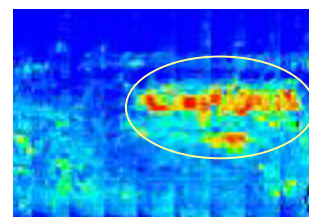


写真-6 補修箇所調査結果

5. まとめ

- 1) 熱源について事前検討した結果、目標どおりの与熱量を得ることができた。
- 2) 道路トンネルでも表層部の欠陥を検出でき、走行式コンクリート点検システムの実用化ができた。
- 3) 今後、打音検査結果との照合を行い、検査結果の整合性を確認する。

（参考文献）1) 大野ら：走行式トンネルコンクリート調査・診断システムの概要、セメント・コンクリート、No.656、pp68-73、2001