

赤外線サーモグラフィ法によるトンネル覆工コンクリートの浮き検出手法の試み

西日本高速道路エンジニアリング関西 正会員 ○中村 真
西日本高速道路エンジニアリング関西 森實 太一郎

1. はじめに

赤外線サーモグラフィ法によって橋梁構造物の浮き・剥離検出は実用化の目途が立っているが、温度変化の少ないトンネルの覆工コンクリートでは判断が難しい。そこで、覆工コンクリートを人工的に加熱する方法が数例提案されているが、短時間に温度を上げる方法や加熱装置に苦慮している¹⁾。そこで本研究では、発想を転換して覆工コンクリートを冷却することとして、その方法の検討と、浮き・剥離の検出精度の検証を行った。

2. 冷却方法の検討

冷却方法としては、既往の研究事例²⁾を参考に、トンネルの覆工コンクリートに直接水を吹きかける方法で検討を行った。これは液体が気体になるときの気化熱に着目している。車線規制等で供用中のトンネル坑内で実施することを想定した場合、散布した水の飛散や雫垂れが生じると通行車両の支障となることが懸念される。そのため、予備試験で飛散及び散布ムラが生じないノズル形状や散布水量を検討した。検討の結果、使用するノズルは、将来的なトンネル壁面清掃との協同を想定して、一部で試行している高圧洗浄ノズルとし(写真-1)、噴霧速度は雫垂れしないケースと十分湿潤させるケースとした。

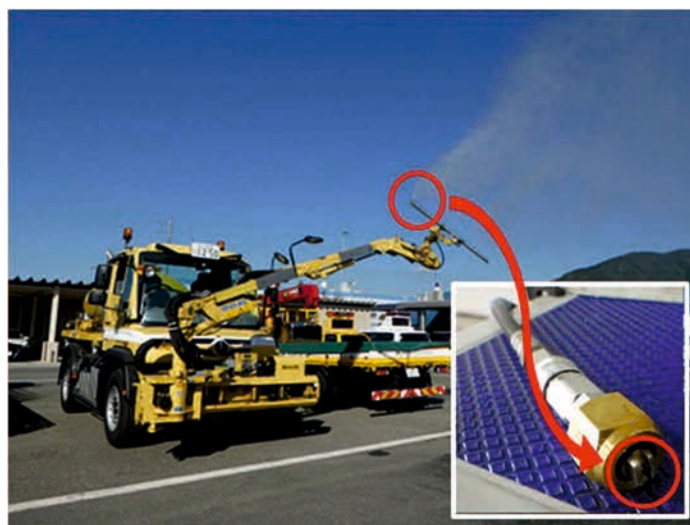


写真-1 トンネル壁面清掃で試行している高圧洗浄ノズル

3. 変状供試体作成

供試体作成に先立ち、施工技術総合研究所の変状供試体²⁾を用いた予備試験を行い、変状の検出可能な規模と深度を確認した。予備試験の結果、浮き・剥離部の空洞は厚さ1mmと5mmの発泡スチロールで模擬し、変状の規模が200mm四方のものを深さ10mm、25mm、50mmに設置した。作成後の供試体はトンネル坑内の状態を想定して、エアコンの効いた倉庫で脱型後2週間の養生を行った。供試体作成状況を写真-2に、供試体の変状模擬仕様を図-1に示す。



写真-2 供試体作成状況

4. 確認試験

試験実施状況を写真-3、4に示す。噴霧速度を2ケースで実施し、撮影は噴霧後0.5～60分で行った。なお、本検討では冷却効果が極力上がるように、予備試験でより深くコンクリート内部に水を浸透させる効果を認めたウルトラファインバブル水を冷却して使用した。

雫垂れしないケースにおける供試体表面の温度変化を図-2に示す。また、健全部に対する変状部の温度差変化の推移を図-3に示す。試験日の気温は24℃、水温は15℃であった。同図より、模擬変状の厚さと深さにより変化量とピーク時間が異なって現れることが確認できた。

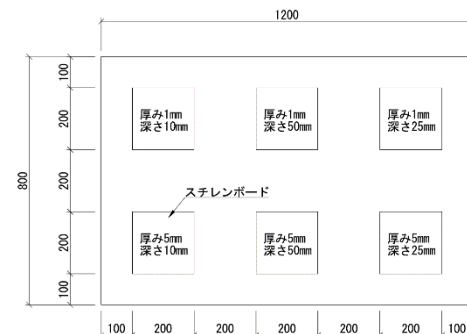


図-1 模擬変状コンクリート供試体

キーワード 覆工コンクリート、浮き・剥離、赤外線サーモグラフィ法、冷却、気化熱

連絡先 〒567-0032 茨木市西駅前町 5-4 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL072-631-5334

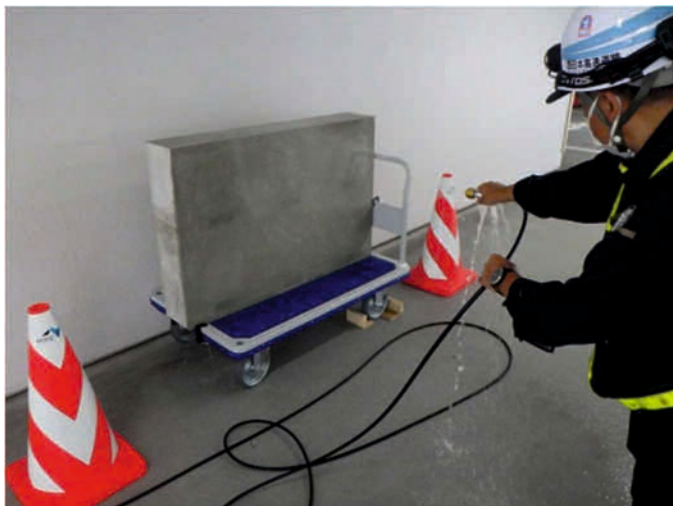


写真-3 噴霧状況



写真-4 熱赤外線カメラ撮影状況

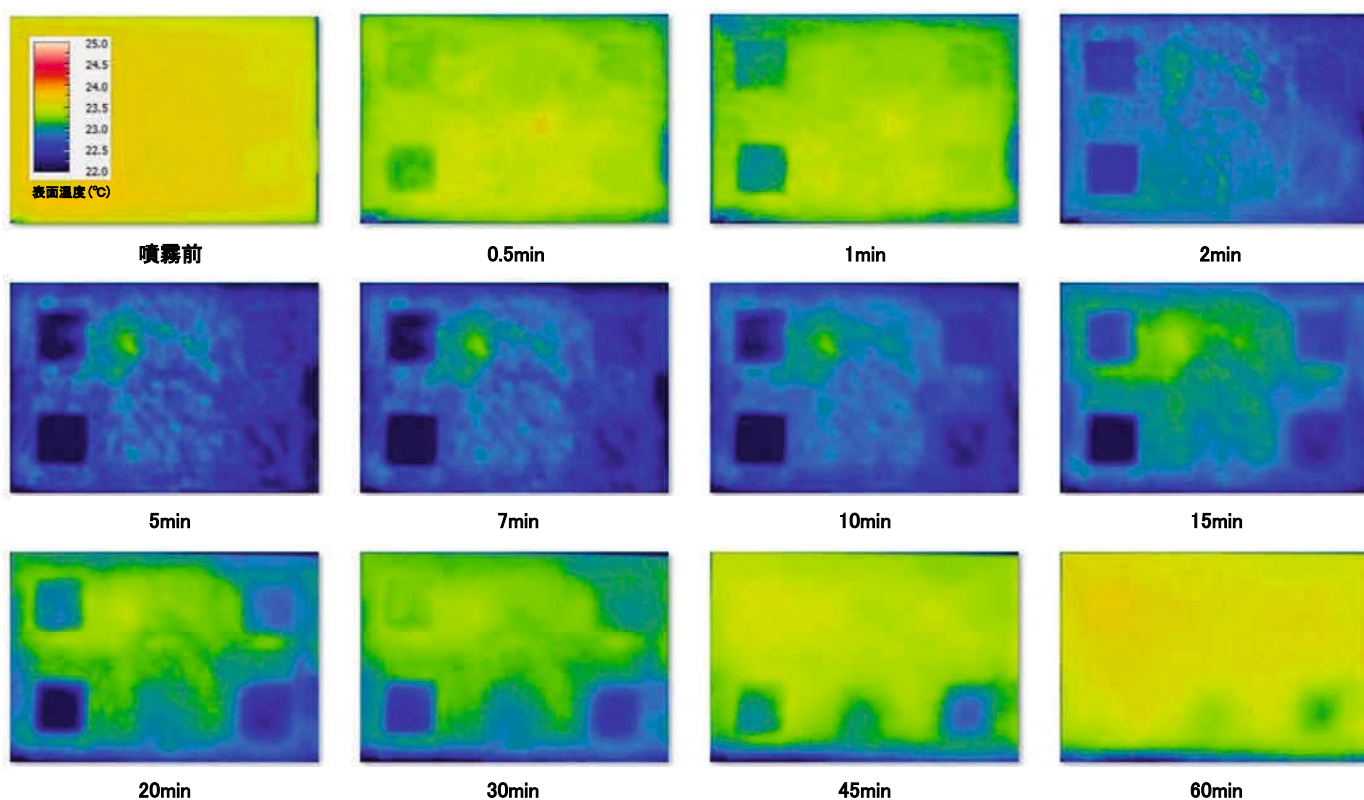


図-2 供試体表面温度の経時変化 (雫垂れしないケース)

5. まとめ

今回の試験では、浅部の変状では短い時間で温度差が顕著に現れ、深部の変状では時間がかかって温度差が現れる傾向を確認できた。また、噴霧速度においては雫垂れしない程度に噴霧した方が、気化熱の効果が得やすく温度変化が大きくなることも分かった。今後も、温度変化の傾向で規模と深さを推定できるような分析を行うとともに、現地トンネルでの適用性についても確認していきたい。

参考文献

- 1) 杉浦高広他：熱赤外線映像法による覆工コンクリート健全度評価について，トンネル工学研究論文・報告集，第13巻，359-364，2003.
- 2) 中村美夫他：トンネル覆工レーザ・赤外線計測システム，日本ロボット学会誌，Vol. 34，No. 9，593-594，2016.

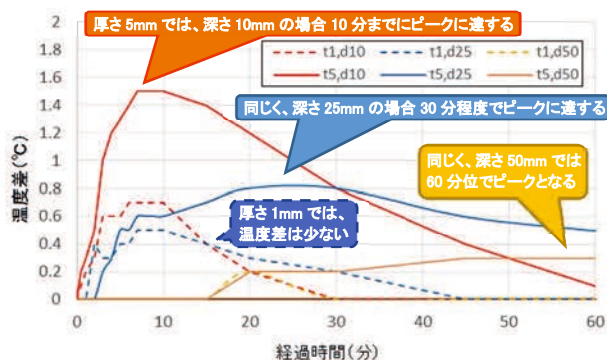


図-3 健全部と変状部の温度差の変化