第VI部門

2024年9月5日(木) 11:10 ~ 12:30 C104(川内北キャンパス講義棟Ｃ棟)

検査技術 (2)

座長：船津 貴弘（安藤・間）

11:30 ~ 11:40

[VI-571] 赤外線によるコンクリート内部鉄筋の腐食状況推定手法のための基礎的検討

*伊藤 均[1]、溝渕 利明[2] (1. 八千代エンジニヤリング株式会社、2. 法政大学)

キーワード：性能変化早期検知、赤外線、冷却、内部温度

塩害劣化が生じる構造物において，点検後の診断判断の質向上のためには塩害に関わるデータがあることが望ましく，費用，時間を削減しつつ，当該構造から有効なデータを得ることは重要になってくると考える．そこで，筆者らは塩害環境下にある市町村管理の小規模コンクリート道路橋を対象に，潜伏期，進展期から継続してデータを得るよう，簡易な調査・評価手法の開発および，活用について報告を行っている．本論文では，筆者らの提案する手法のうち，赤外線による手法に関連して実施した基礎的検討の結果を示す．

© 2024 Japan Society of Civil Engineers

赤外線によるコンクリート内部鉄筋の腐食状況推定手法のための基礎的検討

八千代エンジニヤリング株式会社　正会員　○伊藤　均
法政大学　正会員　溝渕　利明

１．背景

日本国内では，費用，時間の不足が橋梁維持管理を行う上での問題であり，特に日本国内の大多数の橋梁を管理している市町村において喫緊の課題となっている．一方，令和 6 年度に予定されている道路橋定期点検要領の改訂案では，予防保全段階に関しても適切な判断を求める傾向となっているが，その判断の根拠となりうる塩害に関する当該構造におけるデータの多くは取得されておらず，環境が同様な近隣構造物の劣化実績，維持管理実績，架橋条件に基づく知見から判断されると考えられる．しかしながら，判断の質向上のためにはデータがあることが望ましく，費用，時間を削減しつつ，当該構造から有効なデータを得ることは重要になってくると考える．そこで，筆者らは塩害環境下にある市町村管理の小規模コンクリート道路橋を対象に，潜伏期，進展期から継続してデータを得るよう，簡易な調査・評価手法の開発および，活用について報告を行っている．本論文では，筆者らの提案する手法のうち，赤外線による手法に関連して実施した基礎的検討の結果を示す．

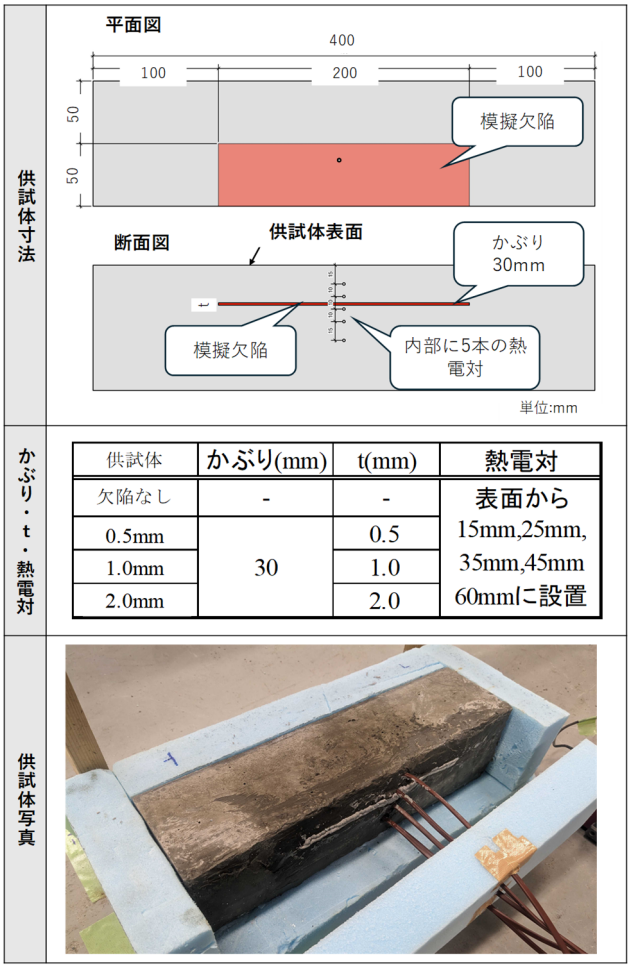
２．赤外線によるコンクリート内部欠陥の検出

赤外線を用いた方法は，温度上昇に着目したものが報告されており [1]，コンクリート内部の空気層により異なる温度上昇になると考察されている．ここで，筆者らはコンクリート内部に存在する水に着目し，水の凍結，つまり相変化による影響も生じる可能性があると考えた．そこで，ドライアイスによる構造物表面冷却後の放熱に伴う表面温度の上昇速度の違いから，構造内部の鉄筋腐食程度を推定することを試み，ある程度推定できることを報告している [2]．

３．冷却時のコンクリート内部の温度変化

コンクリート表面冷却時後の放熱に伴う表面温度の上昇速度の違いを分析するための基礎実験として，欠陥を模擬した供試体を作製し，表面温度および，熱電対による内部温度計測を実施した．**図-1** に作製した供試体を，**表-1** に温度計測条件を示す．

温度計測は，供試体表面をドライアイスで一定時間冷却し，その後ドライアイスを除去した後，表面温度が 5℃程度まで回復するまで行った．熱電対での内部温度計測結果を**図-2** に，赤外線による表面温度計



供試体	かぶり(mm)	t(mm)	熱電対
欠陥なし	-	-	表面から15mm,25mm,35mm,45mm 60mmに設置
0.5mm	30	0.5	
1.0mm		1.0	
2.0mm		2.0	

図-1 作製した供試体

表-1 温度計測条件

供試体	計測日	冷却開始	冷却終了（赤外線計測開始）
欠陥なし	2024/1/29	10:15:00	10:59:10
0.5mm	2024/1/29	16:33:00	17:31:10
1.0mm	2024/1/26	10:29:00	11:50:00
2.0mm	2024/1/29	13:05:00	14:18:00

キーワード　性能変化早期検知，赤外線，冷却，内部温度
連絡先　〒460-0004　愛知県名古屋市中区新栄町 2-9　八千代エンジニヤリング(株)
TEL.052-950-2648 E-mail：ht-ito@yachiyo-eng.co.jp

© Japan Society of Civil Engineers

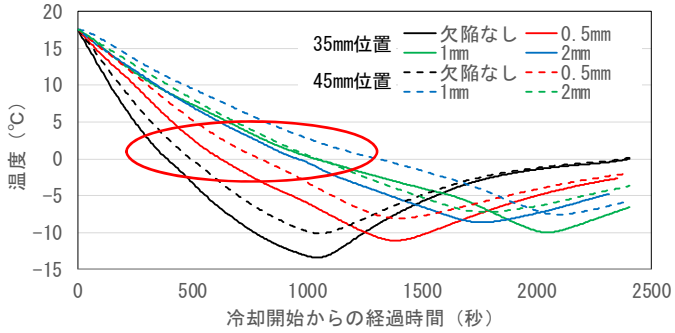


図-2 コンクリート内部の温度計測結果

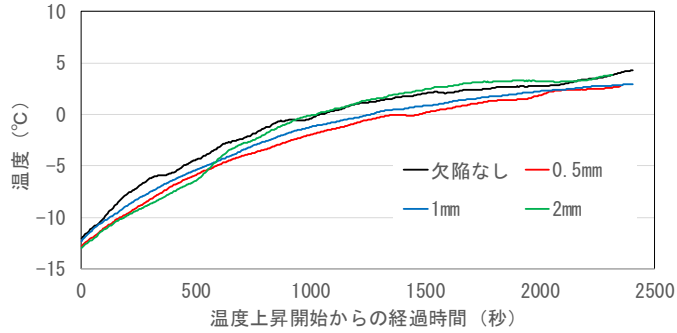


図-3 コンクリート表面の温度計測結果

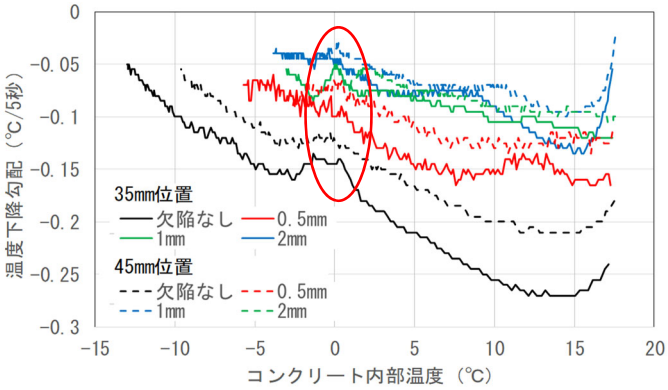


図-4 冷却時の各温度における温度勾配（実験結果）

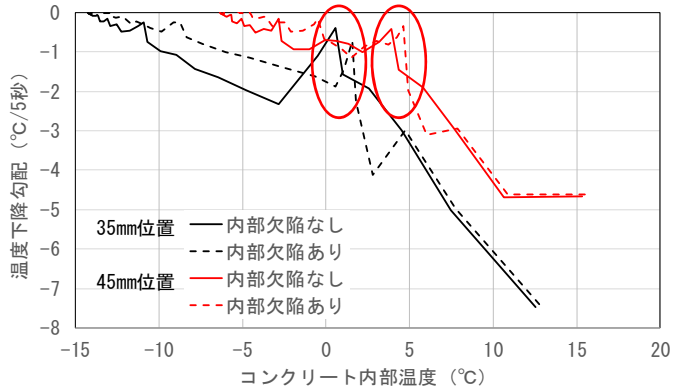


図-5 冷却時の各温度における温度勾配（解析結果）

測結果を図-3に示す．図-2で欠陥厚:t=2mmと1mmの傾向は逆となっているが，概ね模擬欠陥厚が大きくなるほど温度下降勾配が緩やかとなる傾向が確認できた．また，図-2の赤丸箇所，つまり0℃付近で，前後と異なった下降勾配がみられる．図-3の表面温度計測結果でも欠陥厚により傾向が異なっており，これは内部温度変化の差が表面にも影響しているためと考えた．そこで，まずは下降勾配の違いに着目し，各温度における温度勾配として整理した．結果を図-4に示す．0℃付近で勾配が小さくなっていることが確認できる．

4．コンクリート内部の温度推定

実験で確認された傾向，現象について数値解析による確認を試みた．解析は凍結モデルを組み込んだHydrus[3)]により行い，欠陥なし，欠陥ありの条件についてコンクリート内部温度を推定した．欠陥ありの条件では，欠陥部の初期水分量が多い条件を与えた．結果を図-5に示す．温度下降速度等，実験とのフィッティングに課題はあるが，実験と同様の傾向，現象が確認された．

5．まとめ

コンクリート内部の水の存在に起因する温度変化の差，また，相変化に伴う影響について，実験，解析により以下の現象が確認された．

- 欠陥の厚みが大きくなるほど温度下降勾配が緩やかとなる
- 0℃付近において，前後と異なった下降勾配がみられる

本論文では冷却による温度降下について実験，解析の比較を行ったが，今後，温度上昇についても比較を行う予定である．また，その結果をふまえ，赤外線での計測対象であるコンクリート表面温度の変化について，観測現象と解析結果の比較を行い，欠陥を有する場合，有しない場合における表面温度変化の違いについて明らかにする予定である．

参考文献

1) 根岸沙織,大下英吉：鉄筋腐食診断におけるコンクリート表面温度性状に及ぼすひび割れの影響に関する研究,コンクリート工学年次論文集,Vol.32, No.1,2010
2) 中村美咲,伊藤均,溝渕利明：赤外線試験によるコンクリート内部鉄筋の腐食状況推定のための検討,セメント・コンクリート論文集,Vol.74,pp.251-257
3) 渡辺晋生,取手伸夫,坂井勝, Jiri, S.：凍結をともなう土中の水分・熱・溶質移動モデル,土壌の物性,No.106, No.106, pp.21-32,2007

© Japan Society of Civil Engineers