

赤外線を用いた非破壊試験による鉄筋腐食状態把握のための検討

法政大学	学生会員	○中村 美咲
法政大学	正会員	新保 弘
株式会社開発設計コンサルタント	正会員	野嶋 潤一郎
法政大学	正会員	溝渕 利明

1. はじめに

鉄筋腐食は、構造物の耐力低下や腐食膨張圧によるひび割れを生じさせる。そのため、構造物の管理者は定期的に検査を行い、鉄筋の劣化状態を把握しておく必要がある。本研究では、ドライアイスを用いてコンクリート表面を冷却し、冷却後の表面温度変化から内部鉄筋の腐食状態を定量的に評価する非破壊検査手法の検討を行った。

2. 研究概要

鉄筋の腐食の有無によって、比熱や熱伝導率といった熱特性が異なるという点に着目し、コンクリート内部の鉄筋腐食状態の推定を行った。本研究ではドライアイスを用いてコンクリート表面を冷却し、冷却後の表面温度変化を基に推定式を求め、コンクリート表面温度変化から鉄筋の腐食状態を推定する手法を検討した。

3. 実験概要

健全鉄筋及び腐食鉄筋が埋設された供試体について、ペレット状のドライアイスが入った銅板容器を用いて10分間冷却し、冷却後のコンクリート表面温度の測定を行った。冷却後のコンクリート表面温度の測定には焦点距離を25cmとした赤外線カメラを用い、表面温度が前と同等の値となるまで5秒間隔で観測を行った。実験室の室温は20℃、湿度は60%RH一定とした。使用機器を図-1、試験状況を図-2に示す。供試体の寸法は、200×400×100mm、かぶり30mmであり、埋設した健全鉄筋及び腐食鉄筋にはD16異形鉄筋を用いた。腐食鉄筋は屋外暴露により錆を発生させ、腐食厚の測定には電子顕微鏡および3Dスキャナーを用いた。鉄筋の腐食厚はそれぞれ0.00mm、0.56mm、1.00mmのものを使用した。

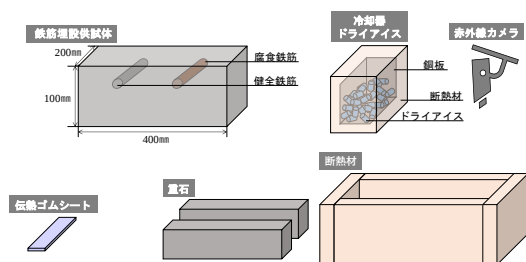


図-1 使用機器の概要

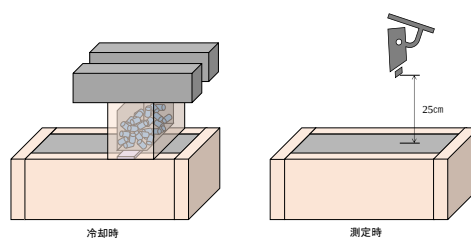


図-2 測定時の状況

4. 実験結果

健全鉄筋に対して行った試験結果と、腐食厚0.56mmの鉄筋および腐食厚1.00mm鉄筋に対して行った試験の結果を比較した。表面温度測定結果を図-3に示す。図-3から、健全鉄筋の埋設してある供試体に対し、腐食鉄筋が埋設してある鉄筋のほうが、表面温度の変化量が小さくなる結果となった。これは、健全鉄筋の方が腐食鉄筋に比べて熱伝導性が良いためではないかと推察される。つまり、健全鉄筋はドライアイスによって冷却され、放熱時には腐食した鉄筋に比べて放熱量が大きいために、表面温度の変化量が大きくなったと考えられる。一方、腐食部は温まりにくく熱を伝えにくい性質を持つため、ドライアイスによって冷却されに

キーワード 非破壊試験, 鉄筋腐食, 赤外線

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学コンクリート材料研究室 TEL 042-387-6286

くく、腐食層下の鉄筋健全部への熱の移動が少なく、結果的に表面温度の変化量が小さくなったと考えられる。

5. 鉄筋の腐食厚の推定

試験により得られた温度変化量に対して、以下の推定式を用いて同定を行った。使用した推定式を式(1)に示す。ここで、 T_{∞} は測定開始から 30 分(1800 秒)後の温度、 t は経過時間(s)とした。 α と β を速度変化に関する係数とした。測定値と同定した推定値の比較結果を図-3 に示すとともに、係数 $\alpha \cdot \beta$ と腐食厚の関係を表-1 に示す。腐食厚が増加すると係数 α の値は減少する傾向にあった。腐食厚と係数 α の関係を式(2)に示す。ここで、 x は腐食厚(mm)とする。試験により得た係数 α をこの近似曲線の式に代入することで、腐食厚の推定が行えると思われる。

$$T = T_{\infty}(1 - e^{-\alpha t^{\beta}})$$
 (1)

$$x = -503701\alpha^2 + 3379.3\alpha - 55.677$$
 (2)

6. 鉄筋の腐食厚推定精度の検証実験

腐食厚の推定式を用いて、再現性の確認を行った。ここで、腐食厚の推定において α の値が 0.038 以上のとき、推定腐食厚が負の値になる。そのため、 α の値が 0.038 以上のときは、推定腐食厚を 0mm とした。推定腐食厚を表-2、推定腐食厚と実際の腐食厚の関係を図-4 に示す。図-4 より、健全鉄筋および腐食厚 1.00mm では腐食厚を精度よく推定することができたものの、腐食厚 0.56mm 鉄筋では腐食厚を安全側に判定する結果となった。この原因については、今後の検討課題とする。

7. まとめ

ドライアイスを用いてコンクリート表面を冷却し、冷却後の表面温度変化量から、コンクリート内部の鉄筋腐食厚の推定を検討した。その結果、腐食厚を推定できる可能性を見出した。

参考文献

・金本恒之介，大下英吉，林詳悟，福岡養祐：剥離・空洞を誘発した鉄筋腐食の定量的評価の精度向上に関する研究，コンクリート工学年次大会論文集，Vol.38，No.1，pp.2175-2180，2016

・高德類，新井淳一，野嶋潤一郎，溝渕利明：赤外線を用いたコンクリート中の鉄筋腐食状況の把握に関する研究，コンクリート工学年次大会論文集，Vol. 36，No. 1，pp. 2032-2037，2014

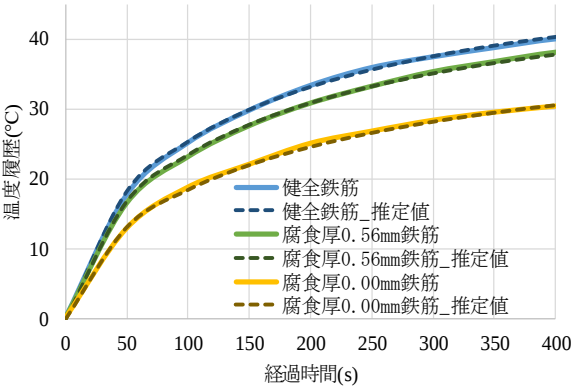


図-3 試験結果と推定値の同定結果

表-1 変数 $\alpha \cdot \beta$ と腐食厚 (mm)

試験名	腐食厚 (mm)	α	β
健全鉄筋	0.00	0.0380	0.65
腐食厚 0.56mm	0.56	0.0365	
腐食厚 1.00mm	1.00	0.0335	

表-2 変数 α と推定腐食厚 (mm)

試験名	腐食厚 (mm)	α	推定腐食厚 (mm)	差分 (mm)
健全鉄筋	0.00	0.0385	0.00	0.00
腐食厚 0.56mm	0.56	0.0340	0.99	0.43
腐食厚 1.00mm	1.00	0.0340	0.99	0.01

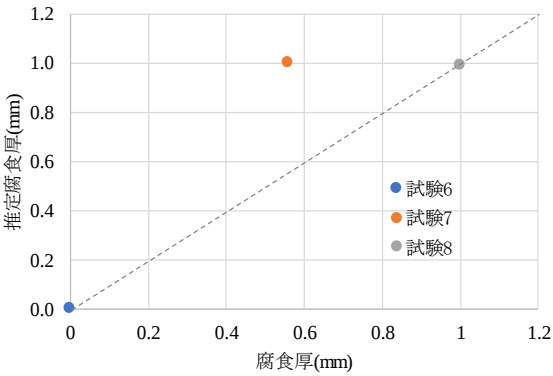


図-4 腐食厚 (mm) の推定結果