

論文 赤外線によるコンクリート中の鉄筋腐食状況の把握に関する研究

法政大学 学生会員 ○渡部 瑠依子
法政大学 正会員 溝渕 利明

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期以降に整備されたコンクリート構造物の急速な老朽化が深刻な問題となっており、それらのコンクリート構造物の長寿命化を図ることが重要な課題となっている。構造物の長寿命化を図るためには、鉄筋コンクリート構造物の鉄筋腐食状況の把握を行うことが重要な課題の一つである。鉄筋腐食状況把握のための検査法には破壊検査法と非破壊検査法があるが、破壊検査は構造物に局所的な損傷を与えてしまう点や定量的な評価が行えない等、様々な課題を有しており、それらの課題を改善した新たな非破壊検査法の確立が求められている。

既往の研究において、コンクリート供試体表面の温度変化の違いによる鉄筋の腐食状況の把握について検討の研究が行われており、鉄筋の腐食厚がコンクリート表面の温度変化に影響を及ぼすことが確認されている。

そこで、本研究では、コンクリート冷却後の温度伝搬の違いに注目し、コンクリート内部の鉄筋腐食状況を把握する手法についての検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、冷却方法及び冷却条件を考案し、腐食量の違いによるコンクリート表面の温度変化を把握することを目的として、2.1～2.4の実験を行った。

2.1 鉄筋の腐食度評価

3D スキャナを用いて、腐食鉄筋の腐食程度の定量的な評価を行った。本実験では、健全鉄筋及び全面腐食させた腐食鉄筋 2 本の計 3 本を使用した。

2.2 鉄筋単体試験

健全鉄筋と腐食厚 0.08 mm, 0.35 mmの腐食鉄筋の計

3 本を同条件下にて液体窒素を用いて、鉄筋の先端を冷却し、腐食量の違いによる熱特性把握の検討を行った。各鉄筋とも冷却位置から 100 mm離れた箇所が-50℃になるまで冷却後、鉄筋温度がほぼ外気温と等しくなるまで計測を行った。

2.3 コンクリート供試体を用いた冷却試験

健全鉄筋と腐食厚 0.08 mm, 0.35 mm及び 0.56 mmの各腐食鉄筋を埋め込んだ供試体の表面に対して、液体窒素を用いて冷却し、腐食厚の違いによる温度特性の違いについて検討を行った。試験では、コンクリート表面を-40℃まで冷却後、表面温度がほぼ外気温と等しくなるまでデータロガー及び赤外線サーモグラフィを用いて測定を行った。コンクリート供試体の概要を図-1に示す。また、実験に用いた冷却装置は、縦×横×高さが 150 mm×180 mm×100 mmの銅板製の箱を断熱材で覆っており、銅板製の箱に液体窒素を注ぐことでコンクリート表面を冷却する装置である。

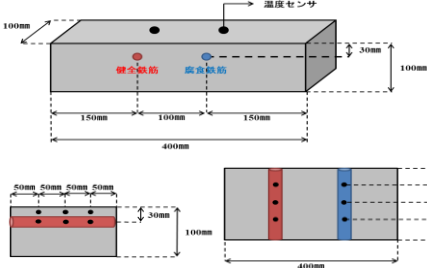


図-1 供試体の概要図

2.4 実験結果を用いた温度解析シミュレーション

2.1～2.3の実験結果を用いて、供試体表面の温度変化についての温度解析を行った。解析に用いた鉄筋の物性値を表-1に示す。

表-1 各鉄筋の物性値

鉄筋名	熱伝導率 (W/m・℃)	比熱 (KJ/kg・℃)
健全鉄筋	51.30	0.47
腐食鉄筋(腐食厚0.08mm)	1.62	1.25
腐食鉄筋(腐食厚0.35mm)	1.45	1.40

キーワード： 鉄筋劣化, 非破壊検査手法, 冷却試験, 赤外線サーモグラフィ, 熱画像
法政大学 コンクリート材料研究室 東京都小金井市梶野町 3-7-2 (042-387-6269)

3. 研究結果

3.1 鉄筋の腐食度評価

3D スキャナの測定結果による、各腐食厚の単位体積重量を図-2 に示す。健全鉄筋の密度と比較し、腐食鉄筋の密度は半分程度小さい結果となった。よって、腐食層が大きい程、断熱効果が高くなるものと思われる。

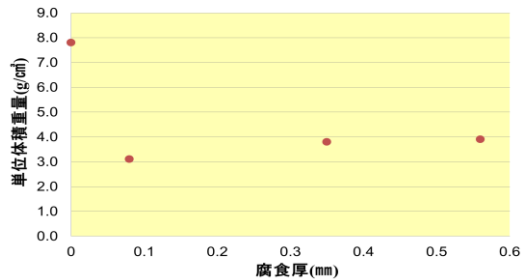


図-2 各鉄筋の単位体積重量

3.2 鉄筋単体試験

各鉄筋 100 mm位置の冷却後の温度上昇量を図-3 に示す。腐食厚が大きい程、温度上昇量が大きい結果となった。これは、腐食層による断熱効果によるものではないかと思われる。

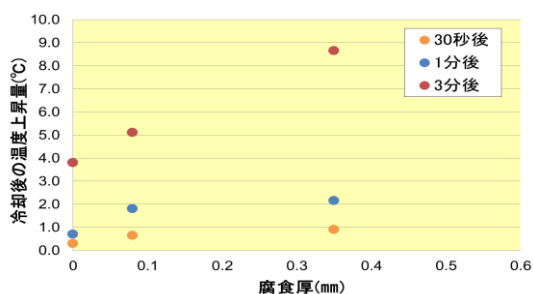


図-3 各鉄筋の冷却後の温度上昇量

3.3 コンクリート供試体を用いた冷却試験

各腐食厚での、冷却後のコンクリート供試体表面の温度上昇量を図-4 に示す。鉄筋単体試験の結果と同様に、腐食厚が大きいほど温度上昇量が大きい結果となった。

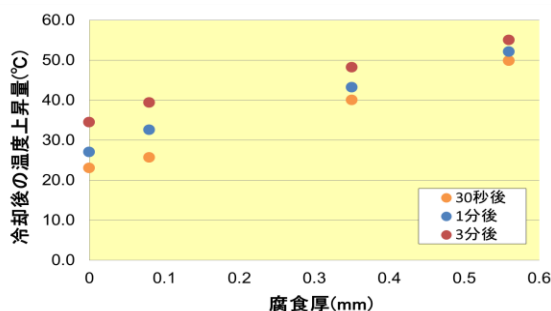


図-4 各鉄筋の冷却後の温度上昇量

また、コンクリート供試体表面の冷却終了 30 秒後から 2 分後までの熱画像を表-2 に示す。実験結果と同様に腐食厚が大きい程、温度上昇量が大きくなる傾向を示した。特に冷却 30 秒後の熱画像において、腐食厚の違いによる温度上昇量の違い顕著な差異がみられた。以上より、熱画像を用いてコンクリート表面の温度変化を把握出来る可能性を見出した。

表-2 腐食鉄筋側コンクリート表面の熱画像

冷却後経過時間	30秒	1分	1分30秒	2分
腐食鉄筋Ⅰ (腐食厚 0.08mm)				
腐食鉄筋Ⅱ (腐食厚 0.35mm)				
腐食鉄筋Ⅲ (腐食厚 0.56mm)				

3.4 実験結果を用いた温度解析シミュレーション

温度解析シミュレーションにて得られた腐食厚の違いによるコンクリート表面温度変化を図-6 に示す。図-5 と同様に、腐食厚が大きいほど温度上昇が大きくなる傾向にあった。このことから、鉄筋の腐食状況をコンクリート表面温度変化から推定する可能性があると思われる。

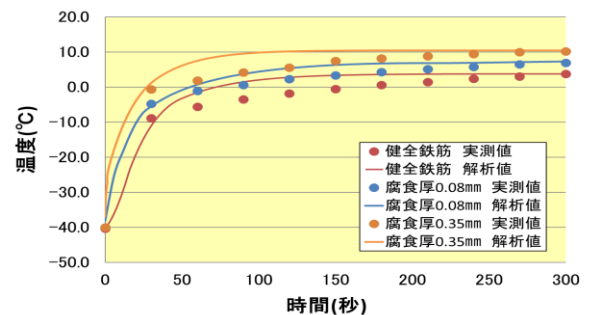


図-6 温度解析シミュレーション結果

4. まとめ

本検討では、腐食厚の異なる鉄筋を埋設した供試体の表面を冷却し、その後の温度変化を測定することで、鉄筋の腐食の程度を把握する可能性を見出すことができた。今後は、より実用的な検査法の確立に向けた検討を行っていく予定である。