

赤外線サーモグラフィデータを用いた鋼矢板 - コンクリート複合材の熱特性評価

(株) 水倉組 正会員 ○小林 秀一
新潟大学 正会員 鈴木 哲也

藤村ヒューム管 (株) 正会員 佐藤 弘輝
藤村ヒューム管 (株) 正会員 長崎 文博

1. はじめに

低平排水不良地域に広く普及している鋼矢板を用いた水路施設は、長期供用により腐食や断面欠損が顕在化し、既存施設の維持管理において解決すべき急務な技術的課題となっている。このため、深刻な機能低下に至る前に腐食対策を行う必要がある。筆者らは、腐食した鋼矢板水路にコンクリートを被覆し、鋼矢板 - コンクリート複合材として保護する補修技術を開発している。本技術は、コンクリートのアルカリ性による腐食抑制の効果と、ライフサイクルコストの低減が期待できるが、技術適用の可否を判断する上で、鋼矢板の腐食度の評価が不可欠である。

本報では、アクティブ赤外線サーモグラフィデータを用いて、鋼矢板 - コンクリート複合材における鋼矢板切片の腐食度と熱特性の関係について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

本研究では、表-1 および図-1 に示す 8 枚の鋼矢板切片を用いて実験を行った後、4 枚の鋼矢板切片を用いて鋼矢板 - コンクリート複合材を作製した。図-2 に作製した供試体の外観、表-2 に使用したコンクリートの示方配合を示す。腐食鋼矢板切片は、表面をケレン処理する前後の 2 段階で実験を行った。また、切片に断面欠損率 3 % となる直径 5 mm の開孔を 36 か所設け、腐食による鋼矢板の断面欠損を再現した。切片の表面粗さは、鋼矢板表面の高さ方向の振幅平均を表すパラメータである算術平均粗さを干渉型顕微鏡により計測した。鋼矢板の平均厚さは、超音波板厚計により計測した。

本研究では、対象物を人工熱源により強制加熱するアクティブ法を用いた。赤外線サーモグラフィは、供試体から高さ方向に 760 mm 離れた位置に設置し、800 W のカーボンヒーターを 2 台により 1 分間のステップ加熱を行った。熱画像は、加熱時間 1 分、除熱時間 14 分として計 15 分間の時系列データを 20 秒間隔で取得した。実験で取得した熱画像データは、図-3 に示す通り凸部を除いた横 50 mm×縦 140 mm の範囲で解析した。本研究では、表面の色ムラなど見掛けの温度差がある場合に効果が高い加熱終了時 (1 分) と除熱終了時 (15 分) の熱画像データを減算処理して表面温度差を求めた。

表-1 鋼矢板切片の種類

Series	種類	断面欠損率	鋼矢板平均厚さ t (mm)	算術平均粗さ Ra (μm)
1	未使用鋼矢板 150×150 mm	① —	6.03	6.92
		② —	6.07	5.87
		③ 3%	6.05	4.71
		④ —	5.98	4.56
2	腐食鋼矢板 150×150 mm	⑤ ケレン前	5.27	16.72
		⑥ ケレン前	4.95	14.88
		⑦ ケレン前	5.37	13.80
		⑧ ケレン前	5.37	16.49
3	腐食鋼矢板 150×150 mm	⑤ ケレン後	5.25	20.28
		⑥ ケレン後	4.48	12.84
		⑦ ケレン後	5.28	10.12
		⑧ ケレン後	5.12	12.23

鋼矢板 - コンクリート複合材の作製に用いた鋼矢板切片

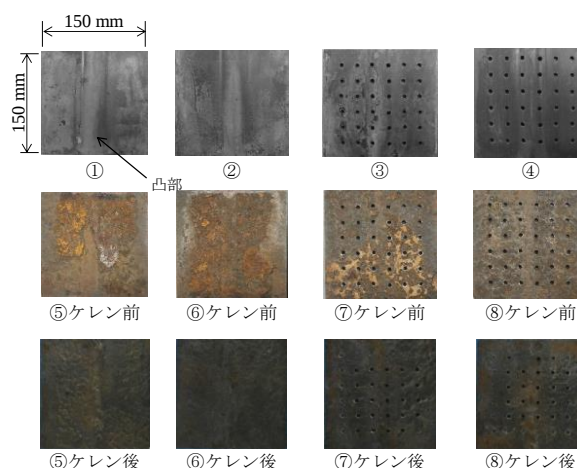


図-1 鋼矢板切片の外観

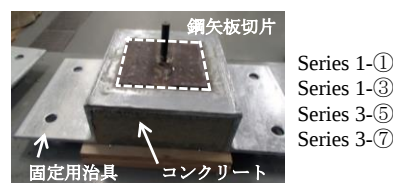


図-2 鋼矢板 - コンクリート複合材の外観

表-2 コンクリートの示方配合

設計基準強度 f_c (N/mm ²)	粗骨材の最大寸法 G_{max} (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)
18	25	12.0	4.5	58.0

キーワード 腐食, 鋼矢板 - コンクリート複合材, 赤外線サーモグラフィ, 接触熱抵抗

連絡先 〒953-0041 新潟市西蒲区巻甲 5480 (株) 水倉組営業本部 TEL. 0256-72-2371 E-mail : s_kobayashi@mizukura.co.jp

3. 結果および考察

検討の結果、鋼矢板切片の熱特性は腐食度の影響を受ける傾向が確認された。図-4 (A) および (B) に示す通り表面温度差平均値は、平均厚さが薄く算術平均粗さの大きい腐食鋼矢板で高くなる傾向が確認された。その傾向は、ケレン処理前後の段階で同様に確認された。腐食が進行し、断面減少や欠損が顕在化した鋼矢板は、未使用鋼矢板と比較して熱容量が小さいことから、温度変化が拡大する傾向にあり、腐食度の違いが熱特性に影響を及ぼしたものと考えられる。図-5 (A) および (B) に示す鋼矢板 - コンクリート複合材では、未使用鋼矢板と腐食鋼矢板との表面温度差平均値の差は 2.59°C であり、鋼矢板切片の 9.75°C と比較して 30 % 以下となることが確認された。

本研究では、コンクリートと比較して熱伝導率の大きい鋼矢板切片方向からパルス加熱を行っていることから、既往の研究¹⁾でも示されたように鋼矢板とコンクリートの付着面における接触熱伝達率が低下し、接触熱抵抗により温度変化が抑制されたものと考えられる。図-6 に接触熱抵抗の概念図を示す。同様に、算術平均粗さと接触熱伝達率は反比例の関係にあることから、表面温度差が縮小したものと考えられる。以上のことから、鋼矢板 - コンクリート複合材では、使用する鋼矢板切片の腐食度により熱特性が変化することが確認できるが、鋼矢板切片と比較して表面温度差は小さいことが示唆された。

4. まとめ

本論では、アクティブ赤外線サーモグラフィ法を用いて鋼矢板の腐食度による熱特性の相違について検討した。検討の結果、未使用鋼矢板と腐食鋼矢板の熱特性は異なることが確認された。以下に、本研究から得られた結果を挙げる。

- (1) 腐食が進行し、断面減少や欠損が顕在化した鋼矢板切片は、未使用鋼矢板切片と比較して熱容量が小さいことから、温度変化が拡大する傾向にある。
- (2) 鋼矢板 - コンクリート複合材では、鋼矢板切片と比較して表面の温度変化が抑制されることが確認され、使用する鋼矢板切片の腐食度による接触熱伝達率の影響で熱特性が変化することが示唆された。

参考文献

- 1) 福岡俊道, 野村昌孝, 山田章博: 異材界面における接触熱抵抗の評価, 日本機械学会論文集 A 編, 76(763), pp.344-350, 2010.3

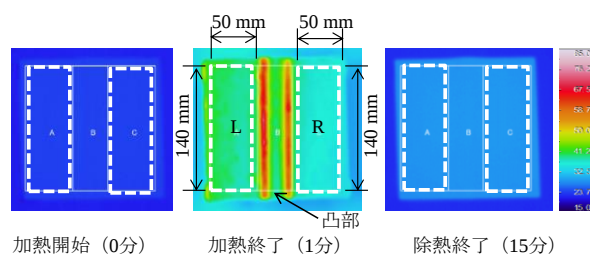
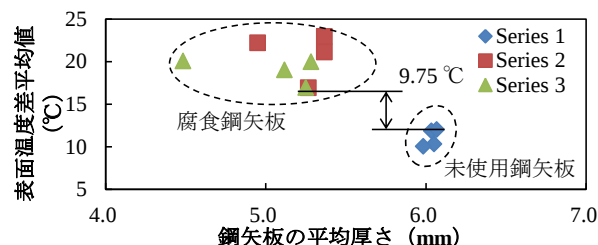
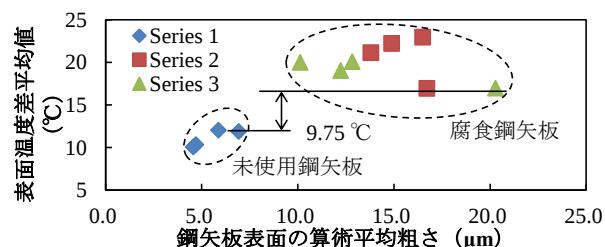


図-3 熱画像データの取得範囲

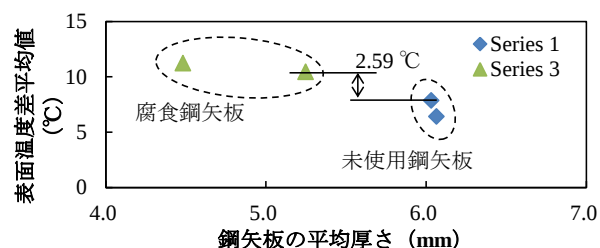


(A) 表面温度差と板厚の関係

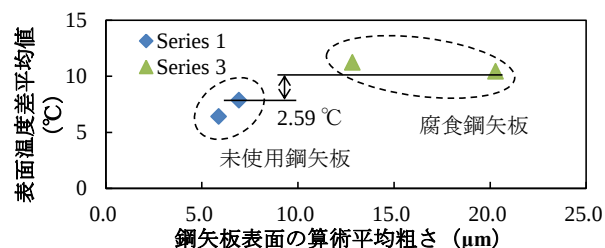


(B) 表面温度差と算術平均粗さの関係

図-4 鋼矢板切片の熱特性



(A) 表面温度差と板厚の関係



(B) 表面温度差と算術平均粗さの関係

図-5 鋼矢板 - コンクリート複合材の熱特性

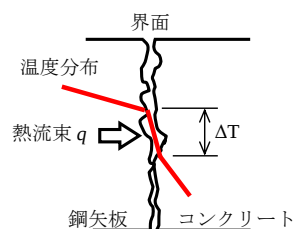


図-6 接触熱抵抗の概念図