

赤外線カメラを用いた塗膜劣化評価による実橋調査

本州四国連絡高速道路 正会員 ○溝上 善昭
正会員 林 昌弘
正会員 奥村 淳弘

神戸大学 正会員 阪上 隆英
正会員 塩澤 大輝
学生会員 松本 悠希

1. 目的

本州四国連絡橋は、海上に建設される鋼構造物であることから、重防食塗装が採用されている。重防食塗装は、鋼材表面に電氣的な防食作用を期待して施されている厚膜型ジンクリッチペイント、下・中塗にエポキシ樹脂塗料、上塗にふっ素樹脂塗料から成る塗装系である。本州四国連絡橋の建設時の塗装仕様を図1に示す。現在では、陸上に建設される道路橋の多くでも、ライフサイクルコスト等の観点から重防食塗装が採用されている。

重防食塗装の維持管理では、鋼材表面の厚膜型ジンクリッチペイントの塗替が非常に困難なことから、下塗が損耗する前に塗替えを完了させる予防保全を基本とし、定期的な塗替塗装を実施している。一方、本州四国連絡橋の塗装面積は、約 400 万 m²と膨大である。これらに対して下塗が露出する前に塗替えを完了させるためには、上塗塗膜の損耗速度の把握と、中塗が露出したことを検出することが重要となる。しかしながら、上塗塗膜の損耗速度は、日射の有無、風の強弱など自然環境条件により大きく異なり、また中塗露出の判定は、上塗と中塗の塗色が似ているため目視による判別が困難である。

本報告では、上塗と中塗の近赤外線領域における分光特性の違いに着目し、実橋における赤外線カメラを用いた塗膜調査を行った結果について述べる。

2. 調査橋梁

調査橋梁は、1998(S63)年に供用された A 橋(図2)と 1979(S54)年に供用された B 橋(図3)である。A 橋の調査箇所は、2001 年に上塗をふっ素樹脂による仕様で塗替塗装が実施されている。また、B 橋の調査箇所は、1992(H4)に上塗をふっ素樹脂による仕様で塗替塗装が実施されている。両橋は、塗替塗装後 16 年と 25 年が経過しており、上塗のふっ素樹脂の部分

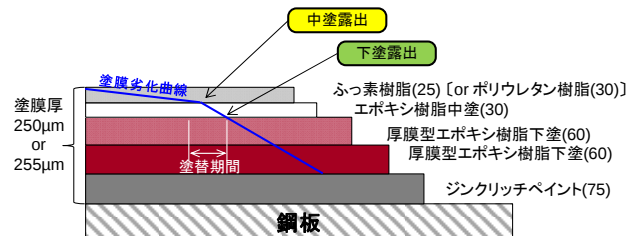


図1 塗装仕様と塗膜劣化曲線



図2 A橋 側面図



図3 B橋 側面図

表1 赤外線の測定波長帯

ケース	測定波長帯
Open	900～1700 nm
SP : Shortwave Pass	900～1450 nm
LP : Longwave Pass	1400～1700 nm

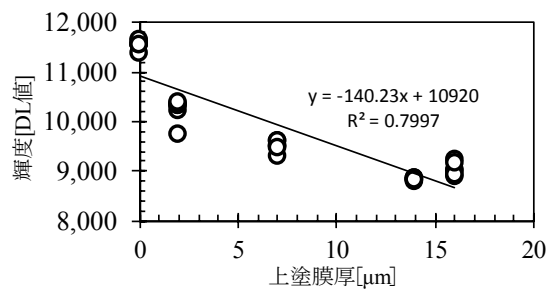
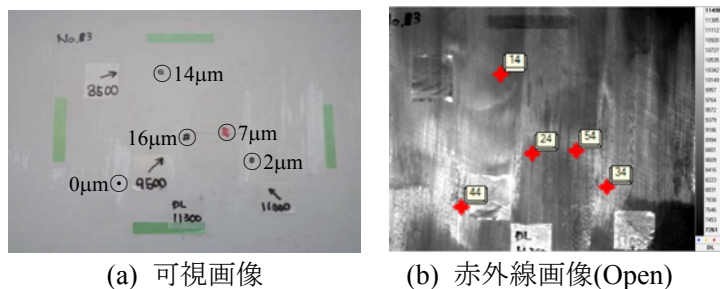
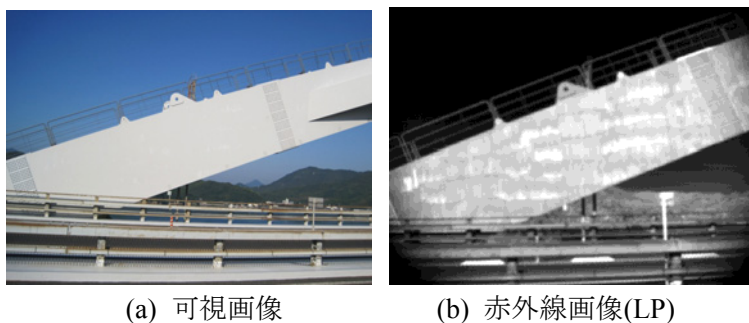
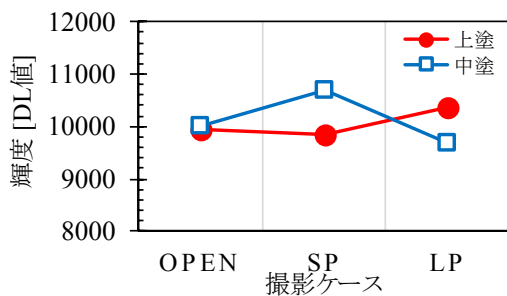
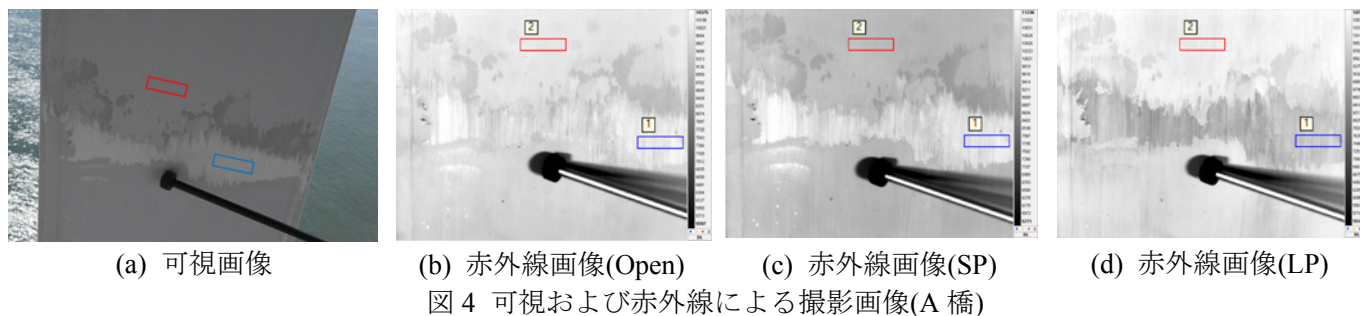
的な劣化が一部報告されている橋梁である。なお、A 橋と B 橋における塗替塗装材料は、異なるメーカーのものが採用されている。

3. 調査内容

調査は、2017 年 8 月に A 橋、2017 年 9 月と 2018 年 1 月に B 橋において実施した。使用した赤外線カメラは、InGaAs センサを搭載した感度波長帯 900～1700nm の機種である。撮影においては、1400nm 以上と 1450nm 以下の波長帯を通過するフィルターを用意し、フィルター無しのケースと合わせ、表1に示す3ケース撮影を実施した。

キーワード 赤外線、重防食塗装、塗膜劣化、ふっ素樹脂塗料

連絡先 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本州四国連絡高速道路(株) TEL 078-291-1000



4. 調査結果

(1) A 橋

可視および3つの赤外線撮影画像を図4に、赤外線画像上の各領域の輝度値を示すグラフを図5に示す。図4に示す赤枠と青枠の塗料は、それぞれ上塗と中塗である。赤外線各ケースの撮影結果は、Open(図4(b))では中塗と上塗がほぼ同じ輝度を示している。一方、SP(図4(c))では中塗の輝度が高く、上塗が低いのにに対し、LP(図4(d))では中塗の輝度が低く、上塗が高い結果となっている。つまりSPとLPでは、上塗と中塗の輝度が逆の傾向を示している。また図6も同様の結果である。上塗と中塗で逆の傾向を示す理由としては、約1500nmを境にそれぞれの塗料の吸光度が逆転しているものと推察される。

(2) B 橋

可視および赤外線(LP)での撮影画像のうち、遠景のものを図6に、近景のものを図7に示す。可視と赤外線を比較した場合には、遠景および近景のいず

れも、可視画像での中塗が露出している範囲より、赤外線画像での輝度が高い白色の範囲が広いことが確認できる。また、誌面の都合上SPによる撮影画像は掲載しないが、LPの方が輝度の差は大きく、より広い範囲が白色となっている。

近景では、微破壊による上塗膜厚測定を実施した。上塗膜厚と膜厚測定部の赤外線の輝度(DL値)の関係を図8に示す。中塗が露出している部分の輝度が高く、上塗が厚いほど輝度は低くなる。上塗膜厚と輝度(DL値)には、線形的な相関が見られる。

5. まとめ

赤外線カメラを用いた実橋における計測の結果、以下の知見を得た。

- (1) 上塗と中塗の区分のみならず、上塗膜厚まで測定が可能である。
- (2) 塗装材料ごとにより、分光特性が異なる。

赤外線カメラを用いた塗膜劣化評価は、可視(目視)より優れた手法であることが確認できた。