

ステンレス鋼に溶接された耐候性鋼の異種金属接触腐食範囲の非接触検出およびその抑制

山口大学大学院 学生会員 ○浦 拓海
 山口大学大学院 正 会 員 蓮池里菜
 山口大学大学院 正 会 員 麻生稔彦

1. はじめに

耐候性鋼材(SMA 材)は適度な乾湿を繰り返す環境下において、腐食速度を低減する保護性さびを形成する。一方、鋼橋の桁端部では桁中央部より腐食が激しいという事例が報告されている¹⁾。この対策として、桁端部のみに耐食性に優れたステンレス鋼材(SUS 材)を適用することが考えられる。しかし、SMA 材と SUS 材の表面が水に覆われ電氣的に接触すると、卑な金属が激しく腐食される異種金属接触腐食の発生が懸念される。これまで、普通鋼材(SM 材)と SUS 材の溶接接合試験体において、電磁膜厚計によるさび厚測定から、溶接部近傍での腐食促進が把握できることが報告されている²⁾。しかし、さび厚計測による評価では、鋼材への接触が必要であり、その適用は制限がある。また、異種金属接触腐食の対策として塗装による絶縁が考えられるが、抑制可能な塗装範囲の検討は不十分である。

そこで本研究では、SUS 材に溶接された SMA 材の異種金属接触腐食範囲の非接触検出およびその抑制に向け、ハイパースペクトル(HS)イメージングによる表面分析と、SMA 材の塗装範囲を検討した。

2. 試験方法

図-1(a), (b)に試験体の上面図と断面図、表-1に試験体の条件を示す。鋼種による腐食の違いを検討するため、SUS304材およびSUS821L1材とSMA400材の溶接接合試験体を作成した。また、塗装範囲の違いによる異種金属接触腐食の抑制効果を検討するため、無塗装試験体、塗装範囲を溶接止端から10mm、30mmおよび止端から10mm+余盛10mmの20mmとした試験体を作成した。塗装はC5系塗装とした。図-2(a)-(d)に塗装範囲別の試験体上面図およびさび厚測定箇所を示す。また、試験体表面のみを観察対

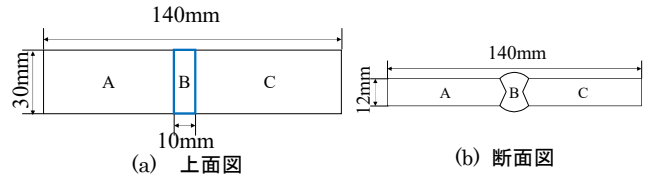


図-1 試験体寸法

表-1 試験体条件

塩分濃度	A	B	C	塗装範囲 (mm)
0.1%塩水	SMA400	GFW309	SUS304	0
				10
				20
3%塩水	SMA400	GFW309	SUS821L1	0
				10
				20
0.1%塩水	SMA400	YM55C	SMA400	0
				10
				20
3%塩水	SMA400	YM55C	SMA400	30

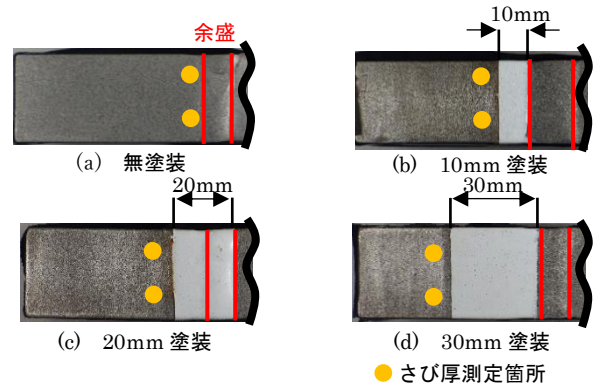


図-2 試験体上面図

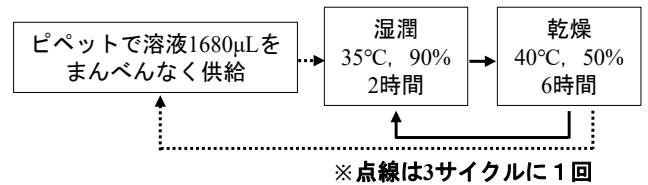


図-3 乾湿サイクル

象とするため、防食テープで試験体表面以外にテーピングを施す。

図-3 に本試験で適用した乾湿サイクル³⁾を示す。塩分濃度による腐食の違いを検討するため、0.1%と3%の塩化ナトリウム水溶液(塩水)を3cycleに1回供

キーワード 異種金属接触腐食, 塗装, ハイパースペクトルイメージング, 腐食促進試験

連絡先 〒755-8651 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 山口大学工学部 TEL0836-85-9323

給する。溶液の滴定量は試験体面積に対し $40\mu\text{L}/\text{cm}^2$ となるように決定した³⁾。

HS イメージングによる分析に際し、本研究では、400-1000nm の波長を、3nm 間隔で 204 個のバンドに分光したスペクトルが取得可能なハイパースペクトルカメラ(HSC)を使用した。暗室環境下で光源にはハロゲンライト(500W)を使用し、被写体表面の照度が 400-700Lux となるように光源を被写体に直射した。HSC は被写体の真上に設置し、被写体との距離は 20cm で固定した。

3. 試験結果

3.1 無塗装試験体の異種金属接触腐食範囲の検討

図-4 に 3% 塩水供給をした無塗装試験体の 216cycle 腐食促進試験実施後の、波長 960nm における HS イメージング結果、および各範囲のさび厚測定結果を示す。ここでは、溶接止端から 20mm 範囲を示す。

SMA 材同士試験体(図-4 (a)) に対し、異材溶接試験体 (図-4 (b), (c)) は HS イメージングの反射強度が低くなった。一方、異材溶接試験体の溶接止端から 10mm 範囲と、10mm-20mm 範囲を比較すると、反射強度の分布に大きな違いはなかった。さび厚と反射強度を比較すると、SMA400-SUS304 試験体でさび厚が最も大きく、反射強度は最も低くなった。また、10mm-20mm 範囲に対する 10mm 範囲のさび厚は、SMA 材同士試験体で 0.83 倍、SMA400-SUS304 試験体で 0.99 倍、SMA400-SUS821L1 試験体で 1.1 倍となり、既往研究²⁾のような溶接部近傍での腐食促進は発生していなかった。以上より、同一試験体の溶接止端から 20mm の範囲でのさび厚の違いは 1~24 μm と小さく、HS イメージングでもその差は検出されなかった。一方、さび厚が 39~64 μm 異なると、HS イメージングの反射強度に影響を及ぼす可能性を示した。

3.2 塗装による異種金属接触腐食抑制効果の検討

図-5 に 3% 塩水を供給した無塗装試験体の、216cycle 腐食促進試験実施後の溶接止端、および塗装端部から 10mm 範囲の平均さび厚を示す。無塗装の場合、SMA 材同士試験体に対し SMA400-SUS304 試験体はさび厚が 1.5 倍、SMA400-SUS821L1 試験体は 1.2 倍となっており、材質によらず SUS 材を溶接することで SMA 材の腐食が促進されていた。異材溶接試験体を塗装した場合、SMA400-SUS304 試験体の無塗装に対し、塗装 10mm, 20mm, 30mm では、0.74 倍、0.88 倍および 0.77 倍、SMA400-SUS821L1 試験体では 0.82 倍、0.97 倍および 0.87 倍と、腐食進行が

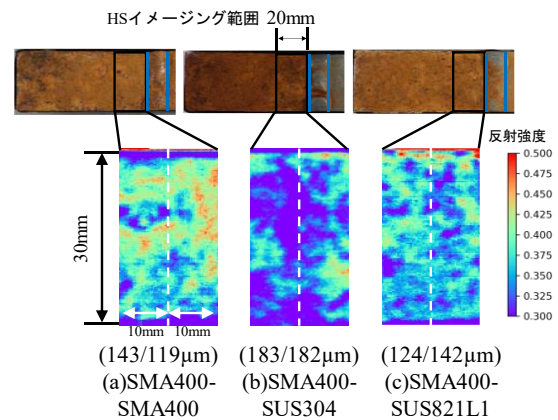


図-4 無塗装試験体の HS イメージング
(960nm, 3%塩水供給)

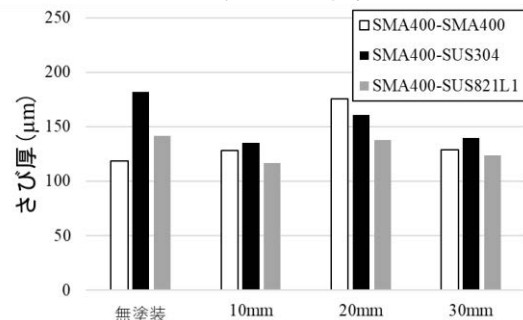


図-5 各塗装試験体のさび厚

抑制された。SMA400-SUS304 試験体、SMA400-SUS821L1 試験体を比較すると、前者で異材溶接による腐食促進が大きく、また塗装による腐食抑制程度も大きくなった。

4. まとめ

HS イメージングの測定結果より、さび厚が 40~64 μm 異なるとその反射強度に影響があり、異種金属接触腐食範囲の非接触検出の可能性を示した。また、塗装範囲を変更した腐食促進試験結果より、3%塩水環境下では、10mm, 20mm, 30mm の塗装を施すことで、塗装範囲によらず腐食が抑制可能であった。以上より、本試験条件下では、鋼種によらず溶接止端から 10mm 以上の塗装によって、異種金属接触腐食の抑制が可能と考えられる。

参考文献

- 1) 名取暢, 西川和廣, 村越潤, 大野崇: 鋼橋の腐食事例調査とその分析, 土木学会論文集 No.668/I-54, pp.299-311, 2001.
- 2) 筒井皓太, 蓮池里菜, 麻生稔彦: ステンレス鋼に溶接された炭素鋼の異種金属接触腐食性状のさび厚に基づく検討, 土木学会中国支部, 2022.11.3)
- 3) 三木千尋, 市川篤司, 鶴飼真, 竹村誠洋, 中山武典, 紀平寛: 無塗装橋梁用鋼材の耐候性合金指標および耐候性評価方法の提案, 土木学会論文集 No.738/I-64, pp.271-281, 2003.