

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

山口大学大学院 学生会員 ○筒井 皓太
 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

鋼橋の維持管理において、腐食による劣化は重大な問題のひとつとなっている。既往研究¹⁾より、桁端部では水が溜まりやすく、飛来塩分が蓄積しやすいため桁中央部に比べ腐食が激しいという事例が報告されている。その対策として、普通鋼材 (SM 材) に比べ高価だが、耐食性に優れたステンレス鋼材 (SUS 材) を桁端部のみに適用することが考えられる。しかし、SM 材と SUS 材が接触すると、異種金属接触腐食の発生が懸念される。これは標準電極電位の異なる金属が腐食環境下で電氣的に作用している場合に、卑な金属が激しく腐食される現象である。そこで本研究では、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検討を目的に、腐食促進試験および腐食断面の観察を行った。

2. 試験方法

鋼種による腐食性状の違いを検討するため、SM400 材および SM490 材試験体を作成した。SUS 材と SM 材の組み合わせは、引張強度を考慮し決定した。また、溶接余盛部での水の溜まりやすさによる腐食程度の違いを検討するため、余盛あり試験体、およびグラインダー処理により余盛を切削した余盛なし試験体を作成した。図-1 (a), (b) にそれぞれ余盛あり、余盛なし試験体の断面図を示し、表-1 に図-1 (a), (b) で示した試験体の条件を示す。試験体表面のみを観察対象とするため、防食テープで試験体表面以外にテーピングを施した。

図-2 に本試験で適用した乾湿サイクル²⁾を示す。図に示すように、湿潤を 2 時間、乾燥を 6 時間の合計 8 時間を 1 サイクルとした。時間経過による腐食状況の違いを検討するため、72 サイクル (24 日間) と 144 サイクル (48 日間) の 2 期間実施し、試験体を回収した。供給する溶液は、Cl による腐食程度の違いを検討するため、水道水と 0.1% 塩化ナトリウム水溶液 (以下、塩水) を使用し 3 サイクルに 1 回供給する。また、24 サイクル後は 12 サイクルに 1 回供給する。溶液の滴定量は既往の研究²⁾を参考に、試験体面積に対し 40 μ L/cm² となるように決定した。

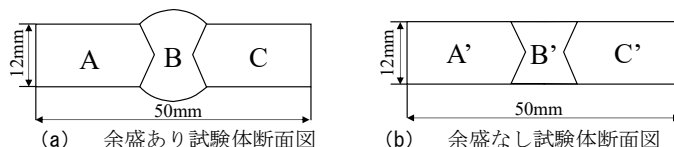


図-1 試験体断面図

表-1 試験体条件

	A	B	C	溶液	試験体数
試験体1	SUS304	GFW309	SM400	0.1%塩水	2
				水道水	2
試験体2	SUS821L	GFW309	SM490	0.1%塩水	2
				水道水	2
試験体3	SM400	YM55C	SM400	0.1%塩水	2
				水道水	2
	A'	B'	C'		
試験体4	SUS304	GFW309	SM400	0.1%塩水	2
				水道水	2
試験体5	SUS821L	GFW309	SM490	0.1%塩水	2
				水道水	2
試験体6	SM400	YM55C	SM400	0.1%塩水	2
				水道水	2

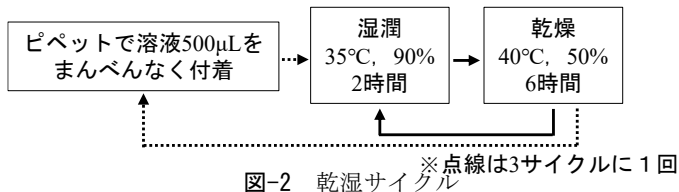


図-2 乾湿サイクル

3. 試験結果

3.1 計測項目

西脇ら³⁾は、SUS 材と SM 材の溶接接合試験体において、溶接部近傍にて最大腐食深さとなる事を報告している。本研究では、腐食深さに加え、最大さび厚発生位置から、異種金属接触腐食の発生の有無を検討した。さび厚の経時的な変化を計測するため、電磁膜厚計を用い 72 サイクル毎に計測を行った。SM 材の溶接部近傍 10mm 範囲のさび厚を 10 回計測し、最大値と最小値を除いた平均値を計測値とした。加えて、試験体の SM 材側の腐食断面を低真空走査電子顕微鏡 (SEM) で観察するため、精密砥石切断機により切断後、エポキシ樹脂にて包埋し、表面を研磨した。包埋後の各試験体の最大腐食深さ、最大さび厚、および各々の発生箇所の溶接部からの距離を画像計測により測定した。なお本概要では最大さび厚について示す。この際、腐食箇所および溶接金属と普通鋼を判別するため、図-3 に示すように EDS 分析により元素マッピングを行った。

キーワード ステンレス鋼, 炭素鋼, 異種金属接触腐食, 腐食促進試験, 腐食性状

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 TEL 0836-85-9323

3.2 水道水供給時のさび厚計測結果

図-4に水道水供給試験体の電磁膜厚計で得たさび厚, およびSEMによる画像計測による最大さび厚を示す. 画像計測により得たさび厚は, 試験体によってはサイクル数が増加した際に小さくなった. これは機械加工時に, 生成したさびが剥がれ落ちたためと考えられる. 以上より, 本概要では電磁膜厚計で得たさび厚を, SM材同士を組合せた試験体3, 試験体6を基準に比較する.

図-4(a)より, 余盛あり試験体のさび厚では, 72サイクル, 144サイクルでそれぞれ, 試験体3に対し試験体1は約1.2倍および約1.3倍, 試験体2は約1.3倍および約等倍となった. 図-4(b)より, 余盛なし試験体のさび厚では, 72サイクル, 144サイクルでそれぞれ, 試験体6に対し試験体4は約1.1倍, および約1.1倍, 試験体5は約1.2倍, および約1.4倍となった.

3.3 0.1%塩水供給時のさび厚計測結果

図-5に0.1%塩水供給時のSEMによる画像計測で得たさび厚と電磁膜厚計で得たさび厚を示す. 3.2同様に電磁膜厚計で得たさび厚を, SM材同士を組合せた試験体3, 試験体6を基準に比較する.

図-5(a)より余盛あり試験体のさび厚では, 72サイクル, 144サイクルでそれぞれ, 試験体3に対し試験体1は約1.9倍, および約4.7倍, 試験体2は約1.4倍, および約4.9倍のさび厚となった. 図-5(b)より, 余盛なし試験体のさび厚では, 72サイクル, 144サイクルでそれぞれ, 試験体6に対し試験体4は約2.1倍, および約3.9倍, 試験体5は約2.0倍, および約4.2倍となった.

3.4 考察

3.2, 3.3の結果より, SUS材と溶接されたSM材のさび厚が, SM材同士の溶接試験体のさび厚に比べ増大したことから, SUS-SM材で異種金属接触腐食が発生したと考えられる. この傾向は, 水道水供給に比べ0.1%塩水供給時に大きくなったことから, Clの供給により異種金属接触腐食が促進されると考えられる. 一方, 水道水, 0.1%塩水供給試験体それぞれにおいて, 鋼種および余盛形状による腐食性状の違いは確認されなかった.

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) 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. 3) 西脇天太, 宮崎靖大, 小見恒介, 中野幸広: ステンレス鋼と炭素鋼を接合した厚板の2年間大気暴露試験, 鋼構造年次論文報告集 VoL.25, 2017.

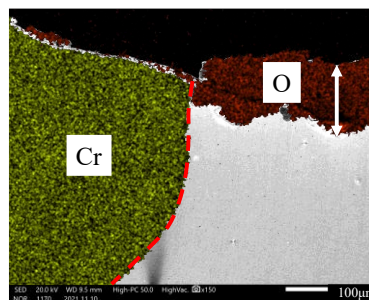


図-3 試験体1のEDS分析による元素マッピングおよびさび厚の画像計測例

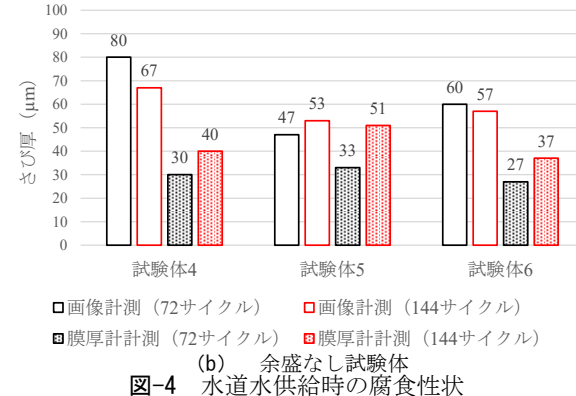
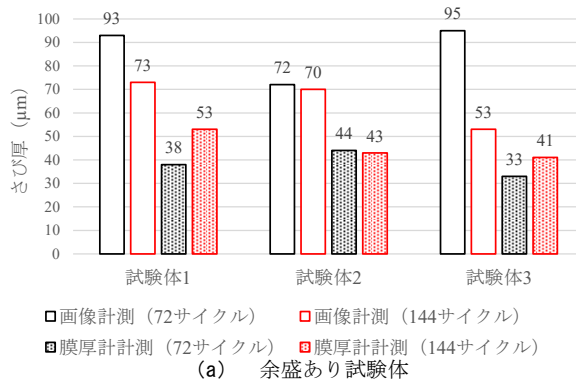


図-4 水道水供給時の腐食性状

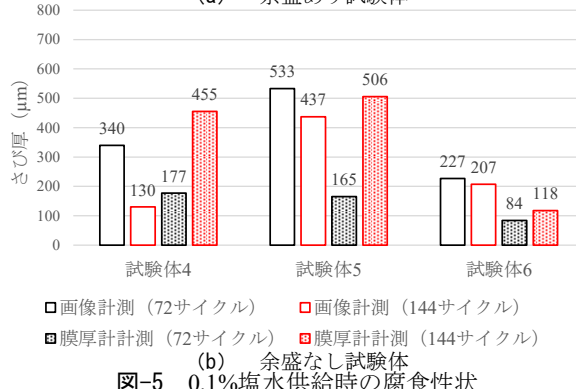
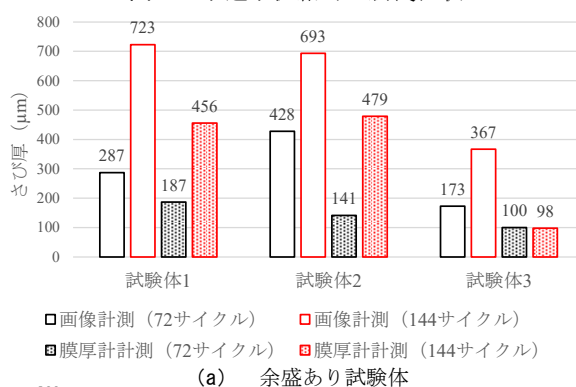


図-5 0.1%塩水供給時の腐食性状