

ステンレス鋼と炭素鋼の突合せ溶接継手における異種金属接触反応特性に関する研究

琉球大学 学生会員 ○木下 実梨
 琉球大学 正会員 蓮池 里菜
 琉球大学 正会員 下里 哲弘
 (株)建設技術研究所 正会員 荒牧 聡

1. 背景

鋼橋の劣化要因の一つである腐食について、高湿度かつ飛来塩分が蓄積しやすい桁端部において激しく腐食劣化した事例が報告されている。これに対し、耐食性に優れたステンレス鋼材 (SUS 材) の使用が考えられるが、材料費が普通鋼材 (SM 材) と比較し 4~5 倍程度高価であることから、腐食の進行が激しい桁端部のみへ適用し、SM 材と併用することが合理的である。一方、SUS 材と SM 材では標準電極電位が異なるため、双方を架橋するように水膜が形成されると電子のやり取りが行われ、異種金属接触腐食の発生¹⁾が懸念されている。

そこで本研究では、鋼橋で SM 材と SUS 材を併用する場合に想定される突合せ溶接継手に対し、異種金属接触腐食発生箇所の特異性と要因の検証を目的として、腐食促進試験を行った。

2. 腐食促進試験

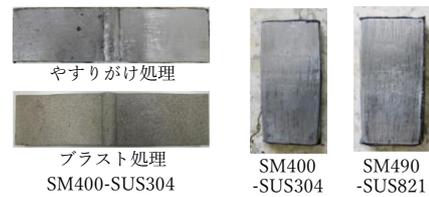
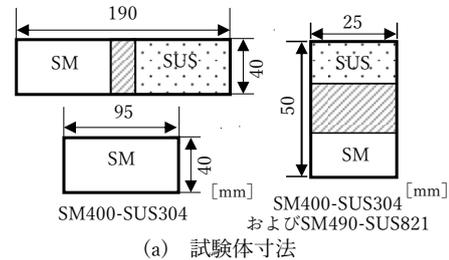
本研究では、溶接余盛有無による異種金属接触腐食特性と腐食進行程度の違い、SUS 材を溶接した SM 材と SM 材単体の場合の腐食進行程度の違い、ならびに SM400 材と SM490 材における材質、すなわち添加元素の種類や添加量の差による異種金属接触腐食特性の違いについて検証すべく、腐食促進試験を実施した。溶接金属は、すべて SUS 材の GFW309L を使用している。

試験体一覧を表 1 に示す。なお、表中の (A)、(B) の 2 体及び (D) は、表面処理について、やすりがけとブラスト処理の 2 パターンを検討した。(B) 1 体、(C) 2 体は特に材質の違いに着目するため、余盛を除去した上で別途試験を実施している。図 1 に試験体寸法および試験開始時の外観を示す。腐食促進試験は恒温恒湿器を用いて乾湿繰り返しの通常サイクル (図 2 ①)、および SM-SUS 上に水膜を形成しやすくするため、湿潤時間を長くしたサイクル (図 2 ②) の二つのサイクルで行った。3 サイクルごとにスプレーを用いて水道水 (Cl⁻濃度 0.032%)、0.1%NaCl 水溶液、および 5%NaCl 水溶液を各試験体に吹付した。表 1 には各試験体に対する、試験条件の組み合わせも併せて示す。

3. 試験結果

3.1 溶接余盛有無による検討

図 3 に (A)、(B)、および (D) 試験体の 24h、504h 経過時点の外観を示す。24h 時点のやすりがけ処理+5%NaCl 水溶液条件下では、余盛あり試験体で SM 材側の溶接止端部に沿った腐食がわずかに見られた。504h 時点では、やすりがけ処理+5%NaCl 水溶液、ブラスト処理+水道水 (Cl⁻濃度 0.032%) 条件のどちらも、SM 材で全面に腐食が進行し、余盛の有無や、SUS 材と溶接した SM 材ならびに SM 材単体での差は見られなかった。図 4 にさび厚測定箇所と測定結果を示す。さび厚は



(a) 試験体寸法

(b) 試験開始時の外観

図 1 試験体寸法および試験開始時の外観

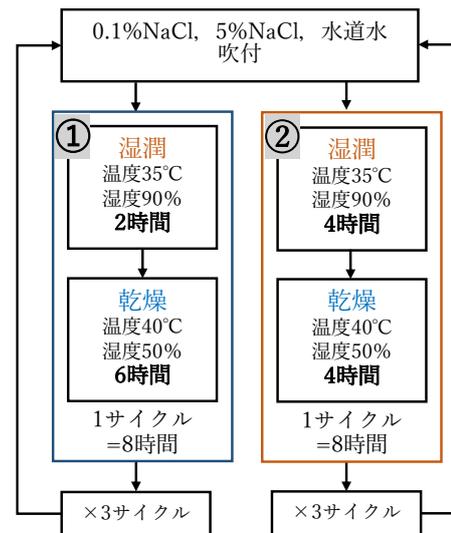


図 2 促進試験サイクル条件

表 1 材質および吹付水溶液

	材質	余盛	処理	吹付	サイ クル
(A)	SM400-SUS304	○	やすりがけ	5%NaCl	①
		○	ブラスト	水道水 (Cl ⁻ 濃0.032%)	②
(B)	SM400-SUS304	×	やすりがけ	5%NaCl	①
		×	やすりがけ	0.1%NaCl	②
(C)	SM490-SUS821	×	ブラスト	水道水 (Cl ⁻ 濃0.032%)	②
		×	やすりがけ	0.1%NaCl	②
(D)	SM400 単体	○	やすりがけ	水道水 (Cl ⁻ 濃0.032%)	②
		○	ブラスト	5%NaCl	①
				水道水 (Cl ⁻ 濃0.032%)	②

キーワード：ステンレス、炭素鋼、突合せ溶接継手、異種金属接触反応、腐食

連絡先：〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原 1 琉球大学工学部工学科社会基盤デザインコース TEL:098-895-8685

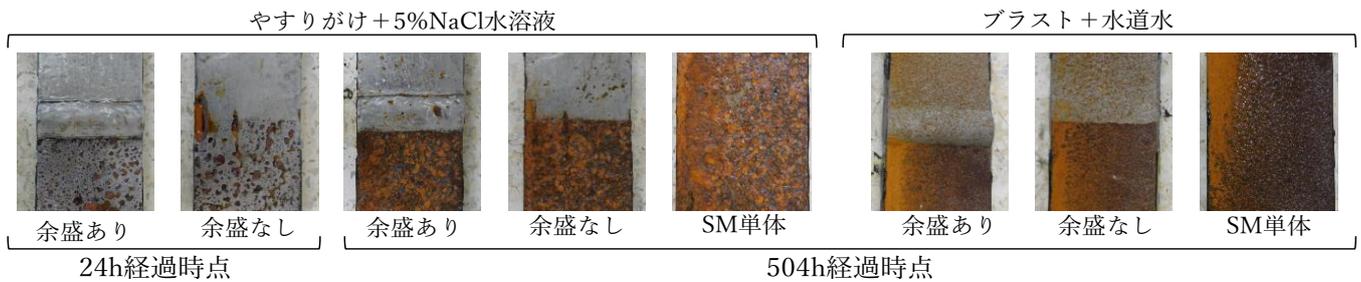


図3 24h および 504h 経過時点の SM400-SUS304 の外観

電磁膜厚計を用い、図中の網掛範囲を 20 回計測しその平均値とした。全溶接接合試験体において溶接部に最も近い①の範囲で、その他範囲より僅かに大きい傾向にあったものの、SUS 材を溶接した場合の SM 材と SM 材単体の腐食進行程度に違いはなかった。

以上より、本促進条件下では、異種金属接触腐食は溶接余盛の有無に関わらず発生しなかった。

3.2 材質の違いによる検討

図5に(B)、(C)試験体の48hおよび504h経過時点の外観を示す。48h時点のSM490-SUS821試験体の0.1%NaCl水溶液条件下で、SM材溶接止端部において腐食進行を確認した。504h経過後には、この腐食がさらに進行し、SM材上の周囲一帯にもさびが広がっていた。また、水道水(Cl濃度 0.032%)条件下において、504h経過時点のSM490-SUS821試験体では、SM材側の溶接止端部で腐食が発生した。同条件のSM400-SUS304試験体では、504h経過時点であっても腐食は確認されなかった。図6に図5で示した試験体の、SEM-EDX(卓上顕微鏡)による断面観察結果を示す。SM490-SUS821試験体において、水道水(Cl濃度 0.032%)、0.1%NaCl水溶液条件ともに、SM材側の溶接部近傍1mm程度の範囲で腐食深さが大きくなっていた。この溶接部近傍について、溶接時の熱影響部の範囲を確認するため、同試験体にエッチング処理をし、デジタルマイクロスコープを用いて観察した。図7にSM400-SUS304試験体の水道水(Cl濃度 0.032%)条件の観察結果を示す。溶接線から1mm程度の範囲でSM材の粒径が大きくなっており、この範囲が熱影響部であると推察される。SM490-SUS821試験体においても同様の傾向が確認され、SM490-SUS821試験体の溶接部近傍での腐食は熱影響部のSM材側領域の粗粒域で、より腐食促進していた。SM材の熱影響部と腐食促進程度の関係については今後明らかにする必要がある。

以上より、本促進条件下では、異種金属接触腐食の反応特性は、SM材の材質によって異なると考えられた。

4. 結論

- (1) 余盛の有無に関して、余盛ありでは腐食初期において溶接止端部で腐食進行が確認されたものの、504時間経過では余盛の有無にかかわらず全面的に腐食が進行しており、異種金属接触腐食の影響はないと考えられる。
- (2) SUS材と溶接した場合でも、SM材の腐食進行程度に影響はなかった。
- (3) SM490の試験体では、水道水および0.1%濃度NaCl水溶液の吹付により、溶接部近傍で異種金属接触腐食とみられる腐食進行を確認した。一方、SM400の試験体ではこのような腐食は確認されなかった。よって、異種金属接触腐食の反応特性は、SM材の



	5%NaCl水溶液			水道水		
	余盛あり	余盛なし	SM単体	余盛あり	余盛なし	SM単体
①	302	303	273	21	15	19
②	277	278	273	16	17	19
③	281	258	291	16	19	15

図4 さび厚測定箇所と測定結果

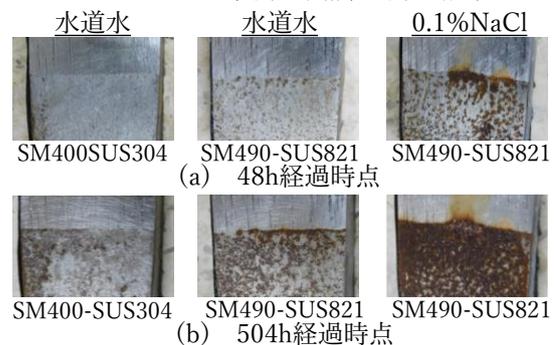


図5 48h および 504h 経過時点の SM400-SUS304, SM490-SUS821 の外観

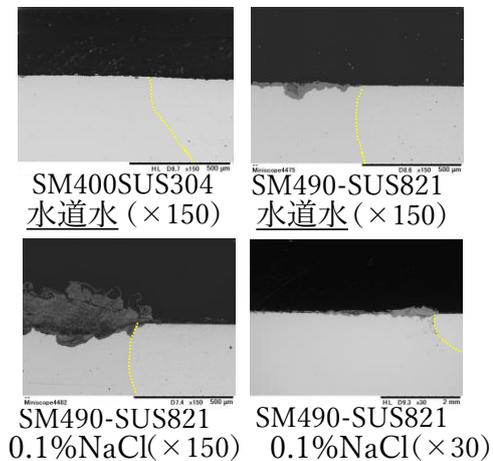


図6 504h 促進試験後 SEM 断面観察結果



図7 デジタルマイクロスコープ観察結果

材質によって異なると考えられる。

【参考文献】1) 松下久雄, 山本規雄: 船体構造部材の異種金属間腐食, pp.43-50, 2008.