

## 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

### The outdoor exposure test during two years of jointed thick plates made of stainless steel and carbon mild steel

○西脇 天太\*      宮崎 靖大\*\*      小見 恒介\*\*\*      中野 幸広\*\*\*\*  
Tenta NISHIWAKI    Yasuhiro MIYAZAKI    Kosuke KOMI    Yukihiro NAKANO

**ABSTRACT** The stainless steel structures enable to reduce life cycle costs because stainless steels have high corrosion resistance. However, there structures are concerned that the initial construction cost will increase. This paper intends corrosion behaviors of thick plates made of stainless steel and carbon steel by the outdoor exposure test for two years. The specimens are made of welding type and bolted connection type. The results of this study revealed that the average amount of corrosion of the carbon steel portion made of the bolted connection type specimen is about 1.4 times that of the welding type.

**Keywords:** ステンレス鋼, 炭素鋼, 異種金属接触腐食, 大気暴露試験

*Stainless steel, carbon mild steel, galvanic corrosion, outdoor exposure test*

#### 1. はじめに

我が国では、1960年代の高度経済成長期に数多く建設された土木構造物が供用期間 50 年を経過しはじめ、これに対する維持管理の課題が問題となっている。このような構造物の補修および補強には、従来よりも優れた高耐久性材料などを使用することで、ライフサイクルコストの低減が期待できる。近年では、構造物へのステンレス鋼をはじめとした高耐食性材料の利用がライフサイクルコストの低減に大きく寄与していることが報告されている<sup>1)</sup>。

一方、ステンレス鋼は、従来から使用されている構造用炭素鋼に比べて高価な材料であるため、構造物全体をステンレス鋼とした構造物の初期コストが炭素鋼製構造物に比べて不経済となることが予測できる。そのため、腐食環境が厳しい構造部材のみをステンレス鋼、その他を炭素鋼とする適材適所の使用が考えられる。その際には、ステ

ンレス鋼と炭素鋼など材料間の電位差による異種金属接触腐食の発現が懸念される。このような、ステンレス鋼と炭素鋼を異材接合した場合の異種金属接触腐食の発現性は、溶液中での検証が報告されている<sup>2)</sup>。また、著者らは、これらの異種金属接触腐食の発現性について、促進腐食試験および1年間大気暴露試験により検証してきた<sup>3)4)</sup>。

本研究では、ステンレス鋼と炭素鋼を異材接合した厚板供試体を用いて2地点の厳しい腐食環境下での2年間大気暴露試験を実施し、その腐食特性を明らかにする。

#### 2. 大気暴露試験方法および対象供試体

本研究の大気暴露試験は、実環境下にて供試体を直接暴露する、直接大気暴露試験法である。この暴露期間は、2014年11月から2年間である。表1は、本研究で実施する大気暴露試験の2地点の位置情報およびその地点での環境因子の観測項

\*長岡工業高等専門学校専攻科 環境都市工学専攻 (〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888)

\*\*博士(工学) 長岡工業高等専門学校准教授 環境都市工学科

(〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888) 第2種正会員

\*\*\*日鉄住金防蝕株式会社 (〒136-0072 東京都江東区大島三丁目7番17号)

\*\*\*\*東日本高速道路株式会社 (〒950-0917 新潟県新潟市中央区天神 1-1)

目を示す。同表中の2箇所の大気暴露地点は、1年を通して沿岸からの飛来塩分が多量となる親不知および冬の凍結防止剤散布の影響が大きい黒埼の厳しい腐食環境を選定した。なお、同表中の観測項目として、降水量、風向および風速については、大気暴露実施地点でのデータを取得できないため、近隣の観測地点として、黒埼試験場ではときめき橋から、親不知試験場では親不知高架橋から観測を行った。これらの大気暴露試験に用いる材料は、ステンレス鋼 SUS304, SUS316, SUS304N2 および SUS329J3L, 炭素鋼 SM400, SM490 および SM570 である。表2は、これら材料のミルシートに記載の化学成分および機械的性質を示す。

図1は、本研究で実施する大気暴露試験に用いる供試体形状を示す。同図の供試体形状の公称寸法は、同図(a)の溶接接合供試体が、長さ165mm、幅70mm、板厚12mm、同図(b)のボルト接合供試体が、長さ160mm、幅70mm、板厚9mm、同図(c)

表1 大気暴露実施地点の観測項目

暴露地点	観測地点	位置	観測項目
黒埼	現地	北緯37度00分	気温、相対湿度
		東経138度58分	絶対湿度、ぬれ時間
		直線離岸距離7.5km	硫酸酸化物、海塩粒
	ときめき橋		降水量、風向、風速
親不知	現地	北緯37度00分	気温、相対湿度
		東経137度43分	絶対湿度、ぬれ時間
		直線離岸距離0.03km	硫酸酸化物、海塩粒
	親不知高架橋		降水量、風向、風速

表2 対象鋼種の化学成分および機械的性質

鋼種	板厚 (mm)	0.2%耐力または 降伏応力(MPa)	引張強さ (MPa)	化学成分(%)									識別
				C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	
SUS304	12	302	606	0.020	0.38	1.66	0.033	0.002	18.04	8.24	-	-	A
	12	297	612	0.020	0.36	1.64	0.030	0.005	18.06	8.24	-	-	B
	9	339	652	0.060	0.38	0.84	0.033	0.002	18.18	8.05	-	-	B
SUS316	12	306	614	0.050	0.68	0.92	0.036	0.002	16.82	10.21	2.06	-	A
	12	325	612	0.050	0.61	0.92	0.036	0.001	16.82	10.24	2.06	-	B
SUS304N2	12	625	844	0.060	0.71	1.88	0.027	0.000	18.56	7.79	-	0.23	A
	12	770	892	0.070	0.71	1.87	0.031	0.000	18.47	7.85	-	-	B
SUS329J3L	16	521	779	0.009	0.57	1.81	0.024	0.000	22.50	5.70	3.10	0.16	A
	12	586	786	0.010	0.55	1.79	0.026	0.000	22.50	5.8	3.10	0.16	B
	9	605	799	0.009	0.55	1.80	0.025	0.001	22.50	5.7	3.10	0.17	B
SM400	12	327	461	0.150	0.17	0.60	0.020	0.005	-	-	-	-	A
	12	291	441	0.170	0.13	0.47	0.017	0.003	-	-	-	-	B
	9	297	452	0.180	0.09	0.64	0.013	0.008	-	-	-	-	B
SM490	12	419	542	0.170	0.19	1.31	0.015	0.004	-	-	-	-	A
	12	414	539	0.180	0.17	1.25	0.020	0.004	-	-	-	-	B
SM570	14	628	687	0.090	0.29	1.53	0.015	0.004	-	-	-	-	A
	12	599	604	0.150	0.28	1.55	0.012	0.003	0.02	0.02	0.00	-	B
	9	592	512	0.100	0.22	1.53	0.008	0.002	0.17	-	-	-	B

表3 溶接条件

組合せ材料	溶接材料	電流(A)	電圧(V)	時間(s)	パス間温度(°C)	パス数	識別
SUS304+SM400	SF-309L	174-197	28.9-29.5	71-132	50-134	4	A
	FCW 309LT	180-202	24.1-24.4	53-80	110-128	6	B
SUS316+SM400	SF-309L	173-199	28.7-29.5	72-132	103-131	4	A
	FCW 309LT	182-202	23.9-24.2	55-86	95-126	6	B
SUS304N2+SM490	SF-309L	172-198	28.8-29.5	70-119	64-139	4	A
	FCW 309LT	188-208	24.3-24.7	59-87	93-108	6	B
SUS329J3L+SM570	SF-309L	170-198	28.8-29.4	69-131	89-130	6	A
	FCW 309LT	192-209	24.0-24.5	62-75	86-127	7	B
SM400+SM400	SF-1	205-233	28.3-28.8	64-122	85-131	4	A
	SF-1	216-237	23.7-24.1	71-86	72-105	7	B
SM490+SM490	SF-1	206-238	28.1-28.7	82-114	24-124	4	A
	SF-1	224-241	23.8-23.9	66-86	84-111	7	B
SM570+SM570	SF-60	205-237	28.2-28.8	65-119	36-118	6	A
	SF-60	223-244	23.2-24.1	73-90	95-120	7	B

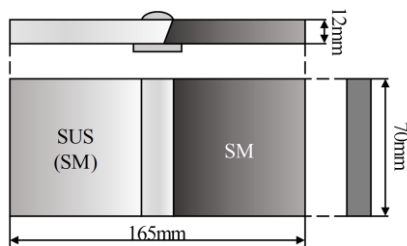
の炭素鋼のみの平板供試体が、長さ 150mm、幅 70mm、板厚 12mm である。ここで、異材接合供試体については、材料の 0.2%耐力および降伏応力が

表 4 供試体寸法  
(a) 黒埼試験場

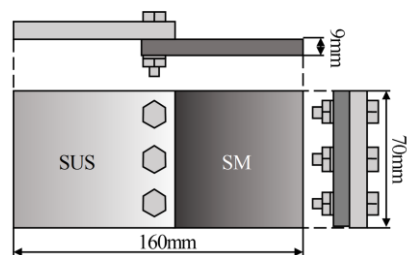
供試体名	供試体寸法(mm)			評価面積 A(mm <sup>2</sup> ) (識別)	備考
	長さ	幅	板厚		
ML-LC0440	164.43	70.40	11.72	7500.76	B
ML-H0440	164.60	70.17	11.62	7482.49	B
BL-LC0440	161.48	75.04	8.56	7386.92	B
BL-H0440	161.35	75.16	8.56	7393.97	B
ML-LC1640	164.28	70.38	11.69	7577.23	B
ML-H1640	165.28	70.15	11.88	7640.07	B
ML-LCN249	167.23	69.97	11.68	7473.35	B
ML-HN249	166.52	70.18	11.65	7535.88	B
ML-LCJ3L57	165.34	69.70	12.38	7561.40	B
ML-HJ3L57	164.70	69.51	12.35	7495.31	B
BL-LCJ3L57	160.86	75.00	9.06	7361.80	B
BL-HJ3L57	160.80	75.00	9.02	7359.63	B

(b) 親不知試験場

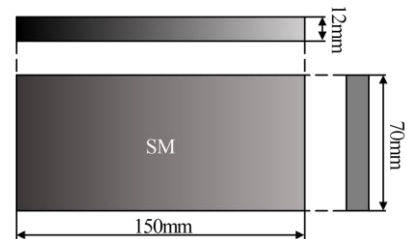
供試体名	供試体寸法(mm)			評価面積 A(mm <sup>2</sup> ) (識別)	備考
	長さ	幅	板厚		
MS-LC0440	164.90	70.40	11.69	7426.73	A
MS-LS0440	165.01	71.35	11.68	7485.00	A
MS-T0440	165.15	70.28	11.71	7549.28	A
MS-H0440	164.91	70.12	11.70	7413.48	A
BS-LC0440	161.18	75.22	8.55	7385.39	B
BS-H0440	159.86	75.20	8.52	7277.00	B
MS-LC1640	164.80	70.29	11.81	7457.30	A
MS-LS1640	165.21	71.56	11.84	7616.90	A
MS-T1640	165.21	70.03	11.84	7477.40	A
MS-H1640	165.16	70.27	11.80	7522.14	A
MS-LCN249	167.60	71.01	12.02	7480.39	A
MS-LSN249	167.83	70.49	12.08	7618.51	A
MS-TN249	168.03	69.93	12.03	7586.17	A
MS-HN249	167.67	69.98	11.96	7485.14	A
MS-LCJ3L57	166.36	71.62	15.44	8039.50	A
MS-LSJ3L57	167.05	70.14	15.37	8027.42	A
MS-TJ3L57	166.88	70.35	15.42	8037.59	A
MS-HJ3L57	167.59	70.47	15.48	8005.26	A
BS-LCJ3L57	160.65	74.99	9.06	7388.19	B
BS-HJ3L57	161.71	75.02	9.05	7455.76	B
MS-L40	165.16	70.18	11.81	10521.24	A
MS-H40	165.26	70.33	11.78	10527.58	A
S-L40	150.39	70.50	11.70	15771.32	A
S-H40	150.20	70.31	11.72	15729.32	A
MS-L49	164.31	69.79	11.63	10294.01	A
MS-H49	164.43	69.79	11.69	10387.71	A
S-L49	150.20	70.40	11.61	15696.41	A
S-H49	150.14	70.39	11.63	15697.88	A
MS-L57	164.20	70.27	14.32	11602.95	A
MS-H57	164.39	70.47	14.23	11598.53	A
S-L57	148.57	69.93	14.29	16634.23	A
S-H57	149.34	70.05	14.32	16744.60	A



(a) 溶接接合供試体

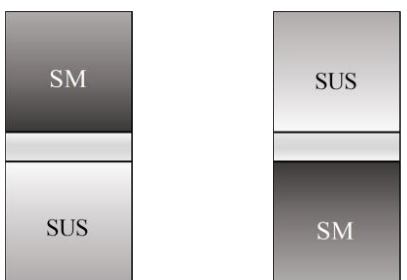


(b) ボルト接合供試体

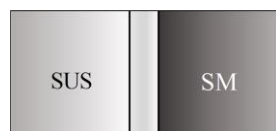


(c) 炭素鋼のみの平板供試体

図 1 供試体形状



(a) 縦置きかつ上側を炭素鋼(LC) (b) 縦置きかつ上側をステンレス鋼(LS)



(c) 横置き(T)



(d) 平置き(H)

図 2 供試体設置条件

ほぼ等しい関係にある組合せとして、SUS304 と SUS316 は SM400，SUS304N2 は SM490，SUS329J3L は SM570 を接合する。また、異材接合における溶接方法については、表 3 に示す溶接材料を用いて接合している。なお、図 1(a)の炭素鋼のみの溶接接合供試体および図 1(c)の炭素鋼のみの平板供試体は、異材接合供試体との比較として用いる。

図 2 は、図 1 に示した大気暴露試験における供試体の設置条件を示す。ここで、同図(d)の平置き H を除く設置条件は、水平から 45° となるように設置した。また、同図(b)のステンレス鋼を上側とした縦置き LS および同図(c)の横置き T は、異材溶接接合供試体のみとしている。なお、これら供試体は、評価面以外の腐食を防止するため、炭素鋼の裏面をエポキシ樹脂系の塗料により保護した。表 4 は、以上で説明した本研究に用いる供試体をまとめている。同表中の供試体名は、接合条件、大気暴露地点、供試体設置条件、組合せ鋼種の順に表している。例えば、ML-LC0440 は、M が溶接接合、L が黒埼暴露地点、LC が炭素鋼を上側とした縦置き、0440 が SUS304+SM400 の組合せを意味している。なお、同表中の備考欄は、表 2 および表 3 で示した識別部分と対応している。

### 3. 大気暴露試験結果

#### 3.1 環境因子測定結果

図 3 および図 4 は、各大気暴露地点の環境因子の一つである気象因子について、2 年間の月平均

気温および月平均相対湿度を示す。両図より、大気暴露試験を実施した 2 地点での月平均気温および月平均相対湿度は、ほぼ同等の傾向となることがわかる。

表 5 は、2 年間の大気暴露試験実施地点での気象因子である累計降水量および累計ぬれ時間、大気汚染因子である平均海塩粒付着量および平均硫酸化物付着量を表している。ここで、ぬれ時間は、気温が 0℃以上かつ、相対湿度が 80%以上の場合の時間として算出している<sup>5)</sup>。また、海塩粒付着量および硫酸化物付着量は、ドライガーゼ法および二酸化鉛円筒法により観測している<sup>6)</sup>。同表より、親不知の 2 年間累計降水量および累計ぬれ時間は、黒埼に比べて約 2.17 倍および約 1.07 倍となることがわかる。つぎに、親不知暴露地点の平均海塩粒付着量は、黒埼暴露地点に比べて約 10.42 倍となることがわかる。これは、親不知暴露地点が日本海に近接しているためである。一方、大気暴露試験を実施した 2 地点での平均硫酸化物付着量は、ほぼ同等となることがわかる。

#### 3.2 供試体外観

表 6 は、SUS304 と SM400 の組合せについて、2 年間大気暴露試験前後および腐食生成物除去後

表 5 各試験場における環境因子測定結果

観測項目	2年間測定値	
	黒埼	親不知
累計降水量(mm)	2352.5	5109.0
累計ぬれ時間(h)	7357.0	7861.6
平均海塩粒付着量(mg/(m <sup>2</sup> ・d))	45.1	470.0
平均硫酸化物付着量(mg/(m <sup>2</sup> ・d))	0.3	0.4

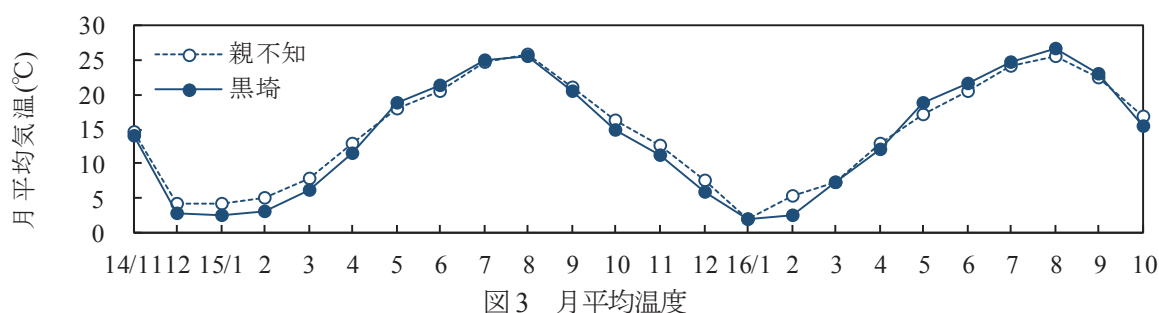


図 3 月平均温度

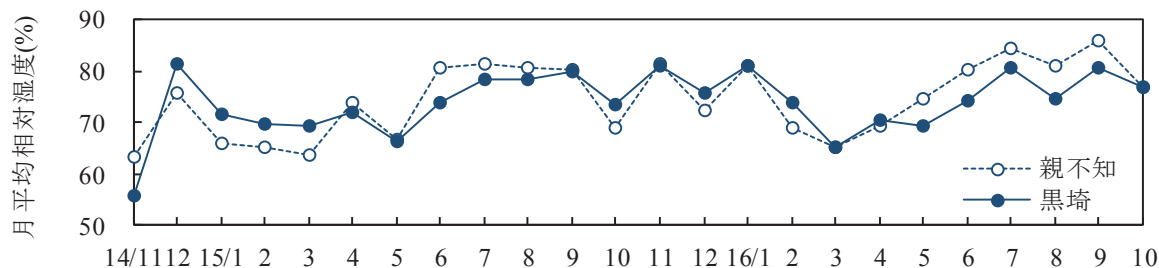


図 4 月平均相対湿度



の供試体外観を示している。ここで、腐食生成物の除去については、ISO に従い、機械的および化学的除去により、質量変化量が微量になるまで除去する<sup>7)</sup>。また、機械的除去ではスクレーパーおよびワイヤーブラシを用いることとし、化学的除去では 20% クエン酸水素二アンモニウム溶液を用いる。紙面の都合上、一部の設置条件およびその他の鋼種の組合せについては割愛する。同表より、異材ボルト接合供試体に着目してみると、腐食生成物除去後の写真から、ステンレス鋼と接触している炭素鋼側表面の領域で腐食していることがわかる。これは、異材ボルト接合供試体の母材の接触部における隙間での異種金属接触腐食が発現していると考えられる。つぎに、全供試体の 2 年経過した表面形状に着目してみると、異材接合供試体と炭素鋼のみの供試体の表面形状は、その腐食性状に明確な違いを確認できないことがわかる。また、設置条件 LC の 2 年経過後の供試体外観は、ステンレス鋼側に錆のようなものが確認できる。これは、炭素鋼側からの錆汁の影響であり、腐食生成物除去後には、ステンレス鋼側の腐食は

ほぼ確認できないことがわかる。これらのことから、以降では、ステンレス鋼と炭素鋼を接合した供試体について、炭素鋼のみの腐食として評価する。


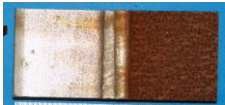


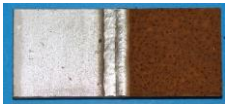


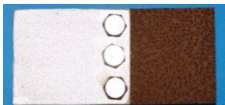













### 3. 3 各供試体の腐食量

表 7 は、2 年間大気暴露した全供試体の大気暴露試験後の質量減少量および腐食量を示す。ここで、同表中の大気暴露試験後の質量減少量  $W(g)$  を算出する際に用いる試験後の供試体質量は、ブランク減量直線を延長して値を決定している<sup>5)</sup>。また、同表中の腐食量  $L(g/m^2)$  は、式(1)で求める。

$$L = \frac{W}{A} \quad (1)$$

ここで、 $A$  は評価面積( $m^2$ )を意味する。なお、評価面積  $A$  は、炭素鋼側表面および側面としている。同表より、異材ボルト接合供試体の腐食量は、異材溶接接合供試体に比べて、平均で約 1.38 倍となることがわかる。これは、ボルト接合供試体は溶接接合供試体に比べて、母材接触部の隙間での異種金属接触腐食の影響が大きいためであると考えられる。つぎに、親不知試験場に設置した炭素鋼のみ

表 6 SUS304+SM400 および SM400 の供試体の外観性状

供試体名	試験前	2年経過	腐食生成物除去後
ML-LC0440			
ML-H0440			
BL-H0440			
MS-LC0440			
MS-H0440			
BS-H0440			
MS-H40			

の溶接接合供試体の腐食量は、異材溶接接合供試体に比べて平均で約 1.17 倍となることがわかる。この結果の一因として、炭素鋼のみの溶接接合供試体にて、評価面以外の防食部での部分的な腐食が見られ、完全な防食が行われていなかったことが考えられる。

つぎに、表 7(a)に着目してみると、異材溶接接合供試体の平置き供試体(H)の腐食量は、上側を炭素鋼とした縦置き供試体(LC)に比べて、平均で約 1.13 倍となることがわかる。また、異材ボルト接合供試体の腐食量は、溶接接合供試体の結果と同じ傾向を示すことがわかる。これは、平置き供試体(H)が上側を炭素鋼とした縦置き供試体(LC)に比べて、水分や堆積物を長時間保持するためである。一方、同表(b)の親不知試験場に設置した供試体に着目してみると、腐食量は設置条件とは関係なくばらついていることがわかる。これは、親不知試験場の架台上方にある高架橋の存在および平置き供試体(H)を設置している架台の段差によって、日照条件が一樣でないことが考えられる。

### 3. 4 腐食深さ

図 5 は、炭素鋼側表面の腐食深さ測定位置を示す。腐食深さの測定には、KEYENCE 社製 3 次元マイクロSCOPE VR-3000 を用いた。なお、同図(a)中の計測線 a から g は、炭素鋼側接合端部を基準(=0mm)として、1mm, 2mm, 7mm, 17mm, 27mm および 47mm の位置、同図(b)中の計測線 a から g は、炭素鋼のみの平板供試体中央を基準(=0mm)として、左右に 1mm, 11mm および 31mm の位置とし、各計測線にて平均腐食深さを測定している。これらの計測は、基準面として供試体の厚さとはほぼ同じ厚さの精密パラレルブロックを供試体と同時に計測し、その基準面からの高さを腐食前後で測定している。図 6 および図 7 は、このように計測した各供試体の各計測位置での平均腐食深さを示す。なお、同図中の縦棒は各供試体の各計測位置での平均腐食深さを、破線は表 7 の結果を用いた各供試体の換算板厚減少量を表している。この換算板厚減少量の算出は、式(2)を用いる。

$$D = \frac{L}{\rho} \quad (2)$$

ここで、 $D$  は板厚減少量(m)、 $L$  は腐食量(g/m<sup>2</sup>)、 $\rho$  は炭素鋼の密度(= 7.86 × 10<sup>6</sup>g/m<sup>3</sup>)である。

図 6 および図 7(a)より、各試験場に設置した異

表 7 各試験場に設置した供試体の腐食量  
(a) 黒埼試験場

供試体名	質量減少量 $W(g)$	腐食量 $L(g/m^2)$
ML-LC0440	3.99	531.95
ML-H0440	5.38	719.01
BL-LC0440	6.55	707.62
BL-H0440	8.19	884.94
ML-LC1640	3.87	510.74
ML-H1640	6.24	816.75
ML-LCN249	4.11	549.95
ML-HN249	5.55	736.48
ML-LCJ3L57	3.03	400.72
ML-HJ3L57	4.07	543.01
BL-LCJ3L57	6.31	682.11
BL-HJ3L57	7.10	768.99

(b) 親不知試験場

供試体名	質量減少量 $W(g)$	腐食量 $L(g/m^2)$
MS-LC0440	8.50	1144.51
MS-LS0440	9.52	1271.88
MS-T0440	7.78	1030.56
MS-H0440	6.76	911.85
BS-LC0440	18.50	2000.16
BS-H0440	9.49	1026.38
MS-LC1640	9.71	1302.08
MS-LS1640	10.39	1364.07
MS-T1640	7.74	1035.12
MS-H1640	5.63	748.46
MS-LCN249	11.89	1589.49
MS-LSN249	12.76	1674.87
MS-TN249	10.97	1446.05
MS-HN249	6.30	841.67
MS-LCJ3L57	8.41	1046.09
MS-LSJ3L57	7.90	984.13
MS-TJ3L57	8.72	1084.90
MS-HJ3L	7.95	993.10
BS-LCJ3L57	14.66	1582.36
BS-HJ3L57	9.79	1056.45
MS-L40	20.50	1197.33
MS-H40	22.74	1327.00
S-L40	21.19	1343.58
S-H40	22.86	1453.34
MS-L49	24.52	1448.14
MS-H49	28.47	1676.42
S-L49	21.00	1337.89
S-H49	37.54	2391.41
MS-L57	16.20	888.89
MS-H57	29.07	1593.17
S-L57	12.52	752.66
S-H57	29.63	1769.53

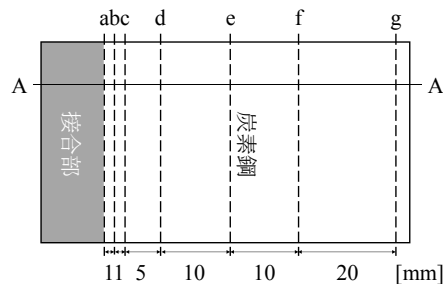
材溶接接合供試体の表面形状は、ML-H1640、MS-H0440 および MS-LC0440 を除いて、接合部

近傍にて最大腐食深さとなることがわかる。また、異材溶接接合供試体に着目してみると、各供試体の腐食深さは、換算板厚減少量に比べて大きくなっていることがわかる。これは、図8に示すように、試験後の異材溶接接合供試体の炭素鋼側にてそりが生じているためである。ここで、図8は、SUS304とSM400の組合せについて、2年間大気暴露試験後の図5(a)中のA-A断面の腐食深さを表しており、同図より、異材溶接接合供試体における試験後の炭素鋼側表面高さが、試験前に比べて接合部から離れるほど高くなっていることがわかる。紙面の都合上割愛するその他の一部の異材溶接接合供試体にて同様の傾向が確認できた。このようなそりおよびねじりが発生している供試体については、評価面を10mm×10mmに等分割した領域にて腐食深さを測定し、全ての値を平均した結果を腐食後の高さに減じて補正している。つぎに、異材ボルト接合供試体の表面形状に着目してみると、各供試体における計測線aから計測線cの平均腐食深さは、その他の領域に比べて約1.08倍となることがわかる。この結果からも異材接触部にて腐食深さが大きくなる異材ボルト接合供試体では、異種金属接触腐食が発現したと判断する。最後に、図7(b)の炭素鋼のみの溶接接合供試体の腐食深さに着目してみると、これらの供試体では、接合部から離れるほど腐食深さが大きくなることがわかる。一方、炭素鋼のみの平板供試体の表面形状は、計測線位置の違いによる明確な違いを確認できない。

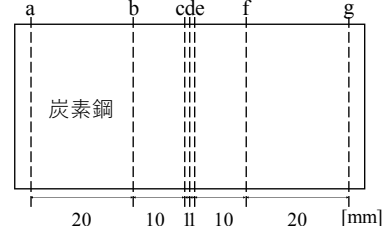
#### 4. おわりに

本研究は、厳しい腐食環境である2地点にて、異種金属接触腐食の発現が懸念されるステンレス鋼と炭素鋼の厚板を溶接またはボルト接合し、これら供試体の2年間大気暴露試験を実施した。本研究で得られた結果は、以下の通りである。

- (1) ステンレス鋼と炭素鋼をボルト接合した供試体の腐食量は、異材溶接接合供試体に比べて平均で約1.38倍となる。
- (2) 炭素鋼のみの溶接接合供試体の腐食量は、ステンレス鋼と炭素鋼を異材溶接接合した供試体に比べて平均で約1.17倍となる。
- (3) 黒崎試験場に設置した平置き異材接合供試体の腐食量は、炭素鋼を上側とした縦置き供試体に比べて、平均で約1.13倍となる。



(a) 異材接合供試体



(b) 炭素鋼のみの供試体  
図5 腐食深さ測定位置

(4) ステンレス鋼と炭素鋼をボルト接合した供試体における接合部近傍の平均腐食深さは、その他の領域に比べて平均で約1.08倍となる。

最後に本研究で用いた供試体は、平成26年NEXCO東日本技術研究助成により製作したものである。さらに、一部の供試体は、日本鋼構造協会より、提供いただいたものである。ここに記して謝意を表する。

#### 【参考文献】

- 1) 福田敬則：ステンレス鋼の腐食試験法，IIC REVIEW, No.43, pp.43-46, 2010.
- 2) 松下久雄，山本規雄：船体構造部材の異種金属間腐食，日本海事協会会誌, pp.43-50, 2008.
- 3) Y. Miyazaki, K. Komi. Galvanic corrosion behavior of the welding of stainless steel and carbon steel, Mechanics of Structures and Materials, Advancements and Challenges -- Hao & Zhang (Eds), pp.207-213, 2016.12.
- 4) Kosuke Komi, Yasuhiro Miyazaki, Yukihiro Nakano. Galvanic Corrosion Behavior of Thick Plate Made of Stainless Steel and Carbon Mild Steel by One Year Weathered, The 11th Japanese-German Bridge Symposium, Osaka Institute of Technology, Paper No. 097, 2016.
- 5) 日本ウェザリングテストセンター：大気暴露

試験ハンドブック, 2007.

- 6) 日本工業規格協会 : JIS Z 2382, 大気環境の腐食性を評価するための環境汚染因子の測

定, 日本工業規格協会, 1998.

- 7) ISO8407 : Corrosion of Metals and from Corrosion Test Specimens, ISO, 2009.

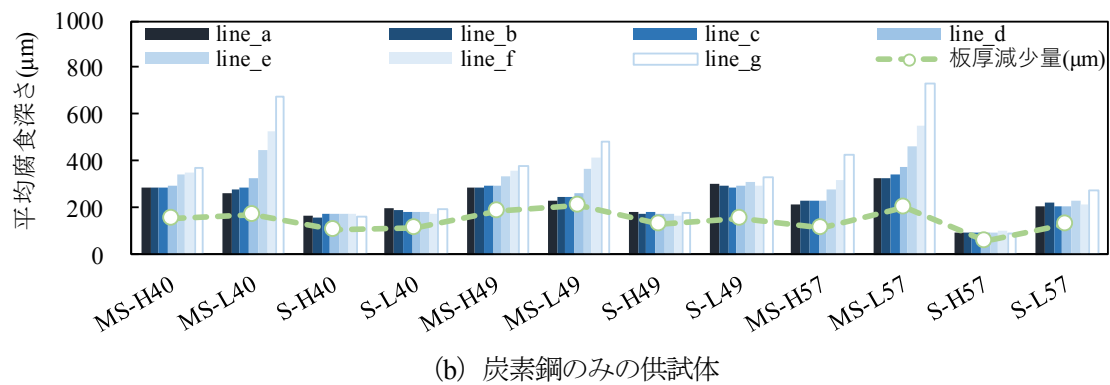
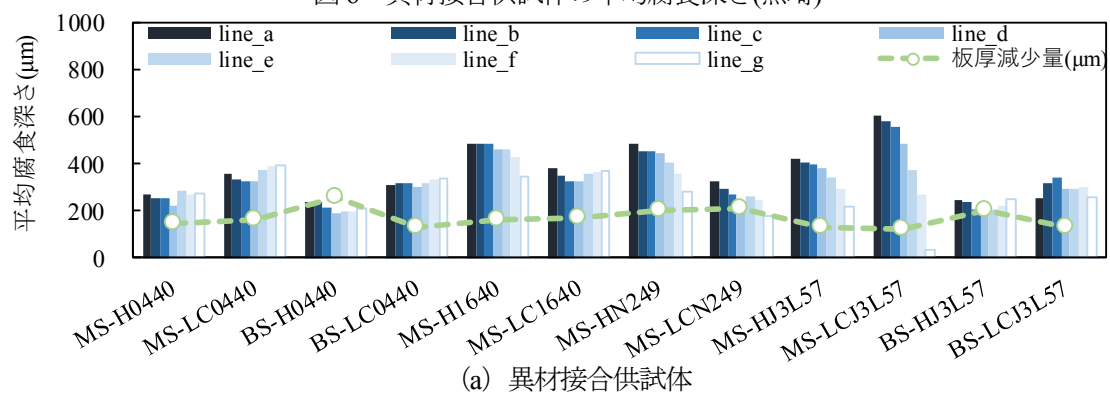
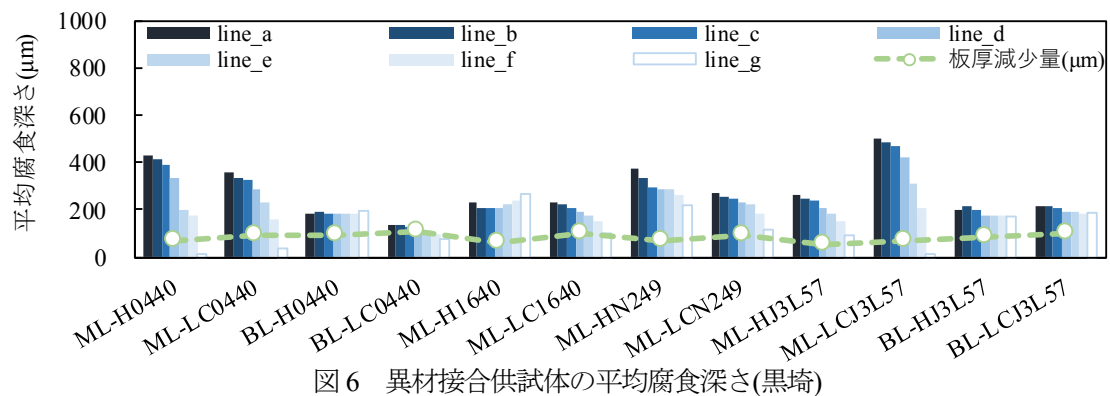


図7 供試体の平均腐食深さ(親不知)

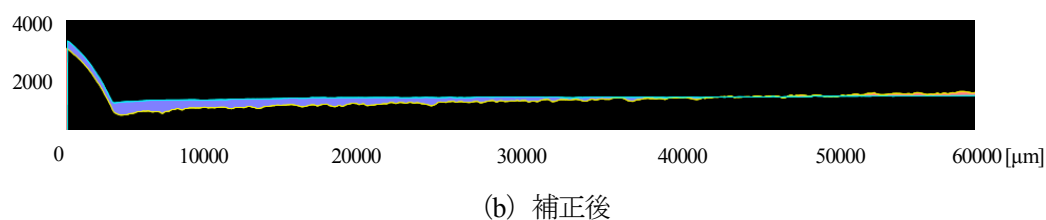
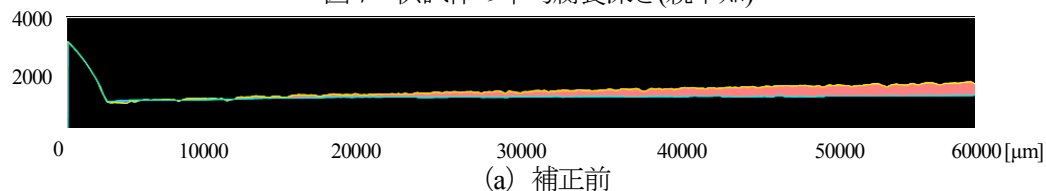


図8 ML-H0440の腐食形状