3年間大気暴露したステンレス鋼と炭素鋼を接合した厚板の腐食性状

長岡工業高等専門学校	学生会員	○西脇	天太
長岡工業高等専門学校	正会員	宮嵜	靖大
東日本高速道路株式会社		中野	幸広

1. はじめに

ステンレス鋼は,高耐食性材料であるため,土木構造物主部材への活用が 期待される.しかし,構造物全体をステンレス鋼とした場合,初期コストの 観点から炭素鋼製構造物に比べて不経済となる.そのため,腐食環境の厳し い箇所のみステンレス鋼とするなど,ステンレス鋼と炭素鋼を併用した部材 または断面構成が考えられる.その際には,ステンレス鋼と炭素鋼の電位差 による異種金属接触腐食の発現が懸念される.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3 年間大気暴露試験を実施し,その腐食性状を明らかにする.

2. 大気暴露試験

本研究は,親不知試験場(北緯 37 度 00 分,東経 137 度 43 分,直線離岸距離 0.03km,海浜部¹⁾)および黒埼試験場(北緯 37 度 49 分,東経 138 度 58 分, 直線離岸距離 7.5km,準沿岸部¹⁾)にて,2014 年 11 月から 2017 年 11 月まで 3 年間大気暴露試験を実施した.対象とした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.また,図1は,本研究に用いた供試体を示す.なお,同図(a)の溶接 接合供試体については,比較用として,炭素鋼のみの供試体も製作した.そ

して,これらの供試体は,地面と水平となるよう にして設置した.表1は,本研究で用いた供試体 条件を示す.

3. 大気暴露試験結果

図 3 は,全供試体の腐食量を示す.同図中の腐 食量 *L*(g/m²)は,式(1)により算出している.

$$L = \frac{W_0 - W_1}{A} \tag{1}$$

ここで、W₀は試験前の供試体質量(g)、W₁は試験 後の供試体質量(g)、Aは評価面積(m²)である.な お、大気暴露試験後の腐食生成物の除去は、ISO に従い実施している²⁾.そして、評価面積Aは、 異材接合供試体は炭素鋼側表面および側面、炭素 鋼のみの供試体は供試体表面および側面として いる.まず、同図の異材接合供試体の腐食量に着 目してみると、親不知試験場に設置した異材接合 供試体の腐食量は、黒埼試験場に比べて平均で約 SUS SM (SM) (SM) 70mm

(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

表 1	大気暴露試験用供試体

供試体名	鋼種	大気暴露試験場所	接合条件	
MS-0440		如了行动和	溶接接合	
BS-0440	SUS304+SM400	祝小和訊練場	ボルト接合	
BL-0440		黒埼試験場		
MS-1640	SUS216 SM400	親不知試験場	· 溶接接合	
ML-1640	505510+51400	黒埼試験場		
MS-N249	SUS204N2 SM400	親不知試験場	波拉拉入	
ML-N249	505504IN2+5IVI490	黒埼試験場	俗1女1女百	
MS-J3L57		由了 <u>た□⇒</u> +115→1150-111	溶接接合	
BS-J3L57	SUS220121 + SM570	机个和码数场	ボルト接合	
ML-J3L57	20222327+2M2/0	田林学殿相	溶接接合	
BL-J3L57		羔坷迅殃场	ボルト接合	
MS-40	SM400+SM400		溶接接合	
S-40	5101400+5101400			
MS-49	SM400+SM400	親不知試験場		
S-49	3101490+3101490			
MS-57	SM570+SM570			
S-57	SIV1370+SIV1370			

キーワード ステンレス鋼,炭素鋼,大気暴露試験,異種金属接触腐食

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 TEL 0258-34-9439

1.51 倍となることがわかる.また,同図の接合条件に着目してみると,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 1.02 倍となることがわかる.つぎに,親不知試験場に設置した炭素鋼 のみ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 1.96 倍となることがわかる.

図4は、炭素鋼側表面の腐食深さ計測位置を示す.ここで、腐食深さの計測には、KEYENCE 社製3次元マ イクロスコープ 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の位置としている.そして、供試体 の腐食深さは、各計測線の平均腐食深さを表している.図5は、このように測定した各供試体の平均腐食深さ を示す. 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、破線は図3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.なお、縦軸は、負の値が供試体の断面減少を意味する.また、換算板厚減少量の 算出は、式(2)を用いる.

(2)

$$D = \frac{L}{\rho}$$

ここで、*D*は板厚減少量(m)、*L*は腐食量(g/m²)、*ρ*は炭素鋼の密度 (=7.86×10⁶g/m³)である.図5より、各試験場に設置した異材溶接接合 供試体に着目してみると、一部の供試体において正の値が生じている ことがわかる.これは、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.また、各試験場に設置した異材ボルト 接合供試体に着目してみると、各供試体における計測線 a から c の平 均腐食深さは、その他の領域に比べて平均で約1.25倍となることがわ かる.この結果より、異材ボルト接合供試体は、異種金属接触腐食に より、ステンレス鋼と炭素鋼の接合部近傍にて腐食深さが大きくなっ たといえる.

4. まとめ

本研究で得られた内容は、次の通りである.(1)3 年間大気暴露した 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1.02 倍となる.(2)3 年間大気暴露した異材ボルト接合供試体の 炭素鋼側の平均腐食深さは、ステンレス鋼との接合部近傍にてその他 の領域の平均腐食深さに比べて平均で約1.25 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

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





図5 各供試体の表面形状