

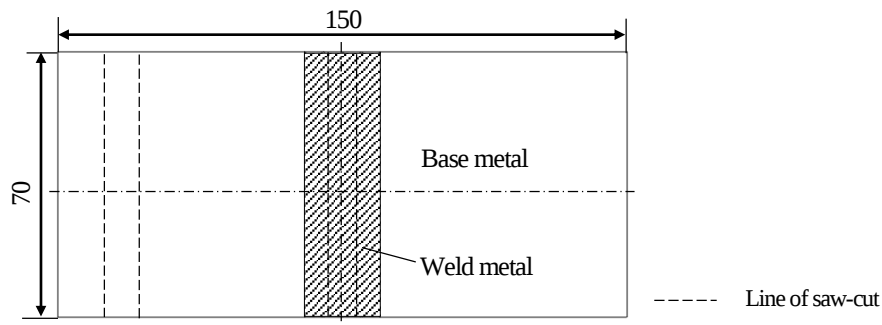
溶接継手部の塗膜劣化・腐食特性に及ぼす影響因子の評価

九州大学大学院 学生会員 ○谷川 慶太
(公財) 鉄道総合研究所 正会員 坂本 達朗

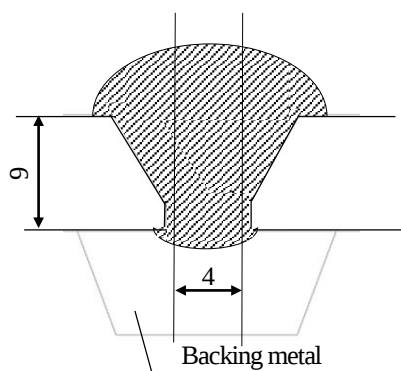
九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
(株) 三井造船 正会員 石原 修二
(株) 横河ブリッジホールディングス 正会員 井口 進

1. はじめに 鋼構造物において、母材部に比して溶接継手部（以下、溶接部）の塗膜が早期に劣化するなどにより、溶接部が先行して腐食する事例が多数報告されている。この要因として、溶接部と母材部の電位差による塗膜劣化や腐食進行性の相違などが、これまでの検討で指摘されている¹⁾⁴⁾。しかし、その詳細や主たる要因については、明らかにされていない。本研究では、突合せ溶接継手を対象にして、溶接継手部の塗膜劣化・腐食特性に関する基礎的知見を得ることを目的とした。溶接部と母材部の電気化学特性を把握するために、溶接部と母材部の自然電位、およびそれらのガルバニックカップル電流を計測した。

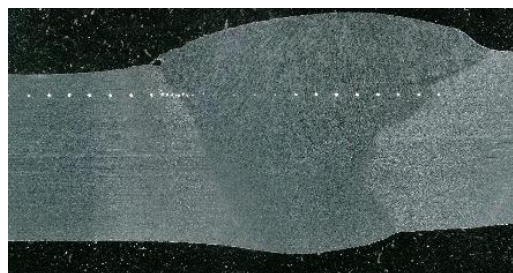
2. 試験方法 試験体の鋼板には、板厚 9mm の JIS G3106 SM490A を用いた。この鋼板 2 枚を裏当て金を用いて片側突合せ溶接（2 パス、電流：250A、電圧：34V、溶接速度：25cm/min、熱量：20kJ/cm）をソリッドワイヤ（1.2φ、JIS Z 3312）を用いて下向きで半自動 CO₂ した後、溶接部が試験体の長手方向の中央に位置するように、150×70×9mm の寸法に機械切断することで製作した。試験体の形状・寸法、溶接方法およびエッチング後のマクロ写真を図-1 に示す。本研究では溶接部と母材部における腐食特性の指標を得るために、溶接部と母材部の自然電位を計測した。また、溶接部と母材部が雨水、結露水や霧により生成される水膜を介して短絡した場合の腐食特性を明らかにするために、溶接部と母材部のガルバニックカップル電流を計測した。自然電位計測の試料電極は、図-1 に示す試験体の溶接部および母材部から 4×33×9mm の小片を機械切断して切り出すことで製作した。なお、機械切断した試料電極の表面性状が電位に及ぼす影響を極力低減するために、研磨紙（#40-#1000）により研磨した。また、ガルバニックカップル電流の計測に際して、溶接部と母材部の露出表面積が同一になるように、液面付近を PTFE 粘着テープでマスキングした。自然電位は、0.1、3.5、10 および 26.4mass%NaClaq（20℃）に浸漬し、参照電極として飽和 Ag/AgCl 電極を用いて計測した。両電極の接続には塩橋を用いた。自然電位の計測状況を図-2 に示す。自然電位は浸漬後に出力が安定した 40 分後の値とした。溶接部と母材部のガルバニックカップル電流の計測状況を図-3 に示す。試料電極は自然電位計測に用いた電極と同形状・寸法とした。溶接部と母材部の試料電極を 15mm の間隔で配置して、0.1、3.5 および 10mass%NaClaq（20℃）に浸漬し、ガルバニックカップル電流を計測した。計測には無抵抗電流計を用いて、10 秒毎に 2 時間の計測をした。



(a) 試験体の形状・寸法、切断線および表面性状の対象領域



(b) 側面図



(c) マクロ写真

図-1 試験体の形状・寸法、切断線およびマクロ写真

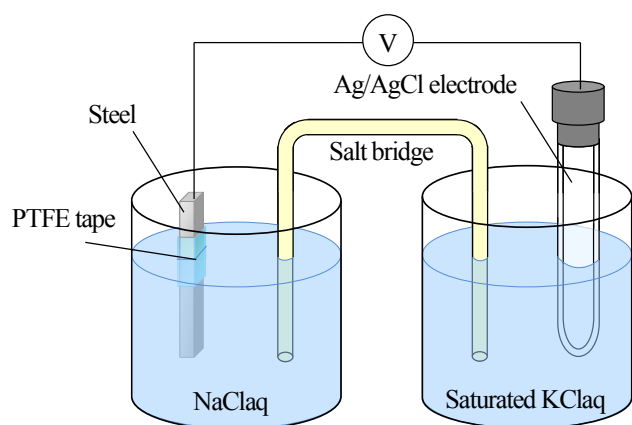


図-2 自然電位の測定状況図

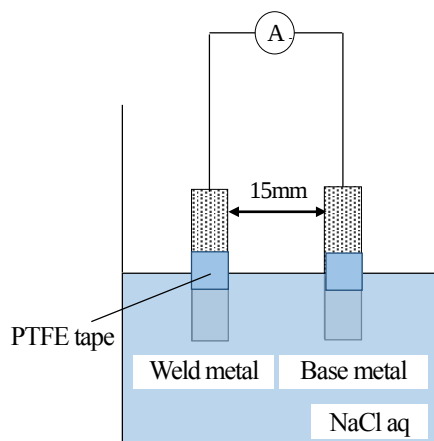


図-3 ガルバニックカップル電流の測定状況図

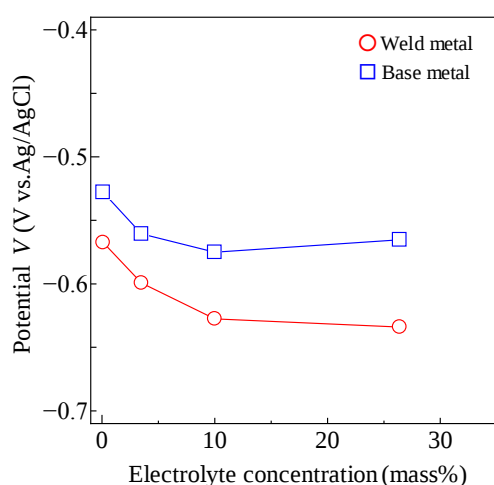


図-4 自然電位の測定結果

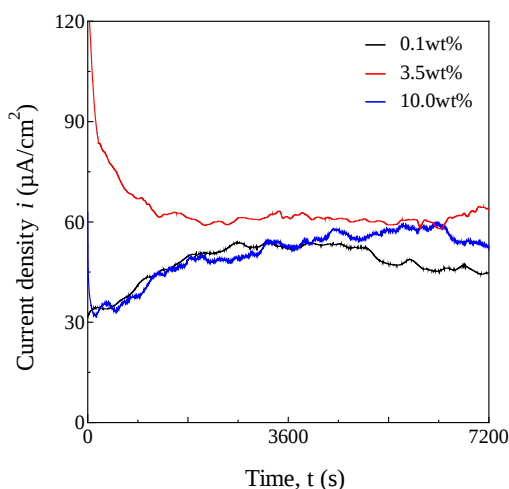


図-5 ガルバニックカップル電流の測定結果

3. 試験結果 NaCl の各電解液濃度における溶接部と母材部の自然電位の測定結果を図-4 に示す。溶接部と母材部に関わらず、電解液濃度が増加するほど、自然電位が同程度の勾配で概ね低下する傾向にあり、耐食性が低下していると言える。溶接部と母材部の電位差は、電解液濃度が増加してもほとんど変化していない。また、溶接部の自然電位は、電解液濃度によらず、母材部に比して卑となっていることから、溶接部は母材部に比して耐食性が低いと言える。NaCl の各電解液濃度における溶接部と母材部のガルバニックカップル電流の測定結果を図-5 に示す。図-4 で示したように、溶接部の自然電位が母材部に比して卑であるため、図-5 についても溶接部をアノードとしたガルバニック腐食が生じている。また、ガルバニックカップル電流が最終的に同じ電流値に収束していく傾向があり、この傾向は図-4 で示した溶接部と母材部の電位差の傾向と一致している。また、電解液濃度が変化してもガルバニックカップル電流が同程度の値に収束しているため、電解液濃度が溶接部と母材部の間のガルバニック電流による腐食進行に及ぼす影響は、ほとんど無いと言える。しかし、実際の溶接部では、塗膜厚の不整や塗膜の鋼素地表面との付着力の低下に伴う塗膜欠陥や塗膜の剥離などによって、溶接部のアノードと母材部のカソードの面積比などの影響が著しく異なる場合もあるため、これらとの相乗作用についても考慮する必要があると考えられる。ガルバニック電流値の大小関係については、測定開始直後から電流が安定するまでの段階では、電解液の溶存酸素量の違いにより電流の経時性の傾向に差異が生じていることも考えられる。すなわち、電解液濃度が 3.5wt% の場合に比して、0.1wt% の場合は溶存酸素が多く、10.0wt% の場合は溶存酸素量が少ないためと推察されるが、オーダーが異なるほどの有意差は生じていない。

4. まとめ

- 1) 溶接部の自然電位は、電解液濃度によらず、母材部に比して卑になることから、溶接部は母材部に比して耐食性が低い。
- 2) 電解液濃度 0.1～10mass% NaClaq が溶接部と母材部の間のガルバニック電流による腐食進行に及ぼす影響はほとんど無い。

【参考文献】 1) 日本塗料工業会：重防食塗料ガイドブック，第4版，pp.159，2013。 2) 廣畑幹人，伊藤義人：環境促進実験による構造用鋼溶接部の腐食特性および防食塗装劣化特性に関する基礎的研究，構造工学論文集 Vol.60A，pp.622-631，2014。