

電気化学的手法によるステンレス鋼の耐食性評価

Quantitative Evaluations of Corrosion Behavior for Stainless Steels by Electro-Chemical method

松原 敏夫*1, 山下 有平*2

Toshio Matsubara and Yuhei Yamashita

抄 録

電気化学的手法を用いて各種ステンレス鋼の耐食性を定量的に評価した。まずアノード分極曲線から不動態化挙動を明らかにし、結晶構造（フェライト系、オーステナイト系及びフェライト/オーステナイト二相系）の影響について評価した。次に孔食電位からはオーステナイト系において Cr 量の影響を定量的に評価した。また Mo 添加による不動態膜の補修機能も確認できた。本評価は供試材料の表面状態に影響を受けるものの、数多いステンレス鋼について成分量や結晶構造が耐食性に及ぼす影響を数値的に示すことが可能である。

1 はじめに

金属材料は金や白金などの例外を除き、腐食することは避けられないため、これらを用いた装置や構造物には要求される機能を必要な機能維持するような設計が求められる。しかし腐食や酸化といった劣化は材料特性と環境の相互作用であるため、一律に耐食性を評価することは困難である。こういった背景から腐食に伴うトラブル事例は後を絶たず、腐食による直接的な損失と腐食対策費を積算したコストは GNP の約 1%にも及ぶとされている¹⁾。

ステンレス鋼は Fe ベースに Cr を添加することにより耐食性を著しく向上できることから原子力容器など重要構造物から食器など日用品まで幅広く用いられている。ステンレス鋼は現在成分や結晶構造の異なる約 100 種類が JIS 規定鋼種であり、用途に応じて適切に選択する必要があるが、使用環境に応じた最適化は必ずしも容易ではない。

本研究では、各種ステンレス鋼の耐食性について電気化学的手法により定量的に評価を行い、材料選択や品質管理の支援ツール開発を試みた。

2 実験方法

図 1 に作製した電解槽を示す。対極には白金を用いた。照合電極には Ag/AgCl 電極を用い、塩橋 (KC1 寒天橋) を介してルギン管と接続した。ルギン管

の先端は、試験片の試験面の中央部分で表面から 1mm 程度の位置に設置した。試験溶液は 5wt.%硫酸溶液を用いた。表 1 に本研究で用いたステンレス鋼の化学成分を示す。14mm×14mm×1mm に加工後、エメリー紙 800 番まで湿式研磨し、アセトン洗浄後試験に供した。試験温度は 30℃とし、電解槽に入れた試験溶液にアルゴンガス (99.99%以上) を 1 時間程度フローして脱酸素を行った。その後、アクリル樹脂で被覆した試験片 (評価面積 100mm²) を試験溶液に浸し、ポテンショスタットにより JIS アノード分極曲線を測定した。なおスキャン速度は 20mV/min とした。孔食電位測定については、同様の実験系を用い、試験溶液は 1mol/L の NaCl 溶液を用いた。



図 1 電気化学測定電解槽

*1 機械技術担当, *2 材料技術担当

表 1 供試材料

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
301	-0.15	-1.00	-2.00	-0.045	-0.030	6.00-8.00	16.00-18.00	-
304	-0.08	-1.00	-2.00	-0.045	-0.030	8.00-10.50	18.00-20.00	-
310S	-0.08	-1.50	-2.00	-0.045	-0.030	19.00-22.00	24.00-26.00	-
316	-0.08	-1.00	-2.00	-0.045	-0.030	10.00-14.00	16.00-18.00	2.00-3.00
430	-0.12	-0.75	-1.00	-0.040	-0.030		16.00-18.00	
631	-0.09	-1.00	-1.00	-0.040	-0.030	6.50-7.75	16.00-18.00	

3 実験結果及び考察

本研究で用いたステンレス鋼は化学成分によりオーステナイト系（300番台）、フェライト系（400番台）、マルテンサイト系（400番台）及び析出硬化系（600番台）に大別できる。本研究では耐食性が要求され、流通量の多い鋼種を選定した。図1に測定したアノード分極曲線を示す。いずれの鋼種においても電位を貴（高電位）側へ移動させると、活性態から電流が低下し、不動態へ移行した。さらに電位が貴になると不動態がなくなり、再び電流が上昇する過不動態へ移行した。不動態へ移行する電流ピーク値はフェライト系、析出硬化系、オーステナイト系の順に小さくなった。この電流ピーク値は小さいほど容易に不動態化し、耐食性が良いといえる。またオーステナイト系と比較すると301, 304, 316, 310Sの順で小さくなったが、その差はわずかであった。電流ピーク値は一般にはNi量が多くなるほど小さくなり、Cr量が多くなるほど卑側へ移動する。今回の実験結果もそれらの知見を支持した結果となった。次に不動態の電位幅についてはフェライト系、析出硬化系、オーステナイト系の順に大きくなった。また不動態時の電流密度について同様の傾向を示したが、316についてはやや過大となった。本測定はサンプルの表面粗さなど試験条件の影響を受けやすい。安定したデータ取得に向けたサンプル調製は今後の課題である。なお不動態膜は Cr_2O_3 を主体としており、Cr量が多いほど安定する結果となった。

図2に孔食電位測定結果を示す。フェライト系の430は0.12V程度で孔食が発生した。またオーステナイト系では301, 304, 316の順に孔食発生電位が貴側へ異動した。301と304ではCr量の増加によって不動態膜が安定化したものと考えられる。また

316については、Moが不動態膜を安定化させ、皮膜が浸食された際の補修機能によると考えられる。

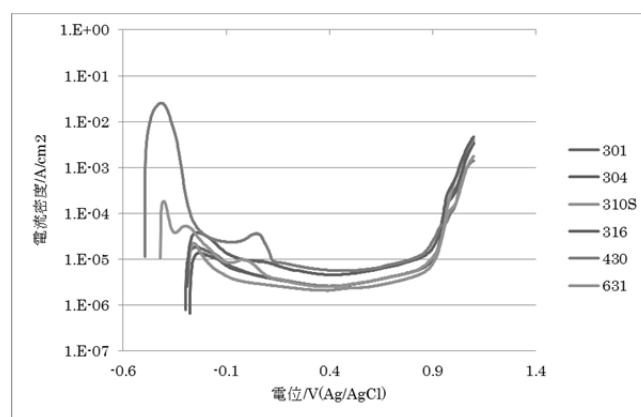


図1 アノード分極曲線

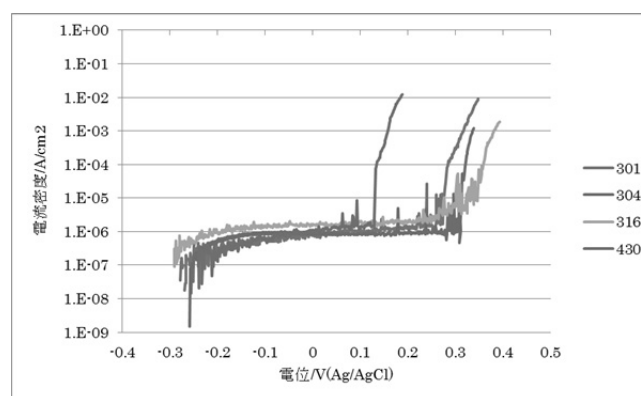


図2 孔食電位曲線

4 まとめ

本研究により電気化学測定によりステンレス鋼の耐食性について定量的に評価することができた。

謝辞

本研究は公益財団法人 JKA の調査研究「CFRP 等高機能材料の電気化学的評価」において実施した。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 腐食防食協会・日本防錆技術協会. 腐食コスト調査委員会報告書. 2001.