

各種ステンレス鋼の耐食性データベースの作成

清水宏一* 麻生信之* 和田健太郎*

Development of corrosion Database of Stainless Steel

SHIMIZU Hirokazu*, ASOU Nobuyuki*, WADA Kentaro*,

抄録

4種類のステンレス鋼の平板と、それぞれに曲げ穴加工をしたものとで耐食性試験を行い、耐食性に関するデータベースを作成した。また、SUS304とその代替材料であるSUS443J1の耐食性を比較し、同等の耐食性であることを確認した。

腐食評価については、耐食性試験には、曲げ加工をした場合の標準的な評価方法が存在しないため、簡易的な腐食の面積評価を考案した。標準法がある平板の評価方法と比較してもよい相関があり、妥当な評価ができた。

キーワード：ステンレス，耐食性試験，腐食評価

1 はじめに

ステンレス鋼は幅広い分野で使われており、腐食しにくいことから、長期間使用が可能であり、資源の利用、環境保護的観点でも有用な材料である。

実際の使用条件では腐食が問題になる事もあり、腐食の試験方法も数多く制定されている。

当センターにも中性塩水噴霧試験等の耐食性試験の問い合わせがくる事も多い。しかし、現状ではステンレス鋼を塩水噴霧試験等で、試験した例は限定的であり、長時間試験した例も少ない¹⁾。

また近年の技術革新により、新しいステンレス鋼も開発されており、例えばSUS304の低コストの代替品として、Niを含有しないSUS443J1が注目されており²⁾、客観的な耐食性の評価が望まれている。

そこで、ステンレス鋼の中でも代表的なSUS304、SUS316、SUS430及び新しい素材のSUS443J1に関して耐食性試験を行い、適切な種

類の試験、試験時間のデータベースの作成を試みた。

また、SUS443J1が耐食性に関して、SUS304の代替品として適当であるか比較評価を試みた。

2 実験方法

2.1 腐食試験

4種類のステンレス鋼 SUS304、SUS316、SUS430、SUS443J1に関して、図1のように厚さ1mmの平板と、それに曲げ穴加工をした板を、試料として作成した。

曲げ穴加工は、ドリルで固定用の穴4個と、腐食評価用の穴1個を空けた後、材料試験機（株）島津製作所 UH-F300KNI）でU字型に曲げた。そしてナイロン製のボルトとナットで、一定の大きさに曲げを固定した。

これらの試料に表1の腐食試験を行った。

それぞれの試験には、塩水噴霧試験機（スガ試験機（株）STP120）、キャス試験機（スガ試験機（株）STP90）、複合サイクル試験機（スガ試験機（株）CYP-90）を使用した。

* 技術支援室 材料技術担当

また SUS430 の複合サイクル試験に関しては、腐食が速かったため、結果で示すように、表 1 より試験時間を短くした。

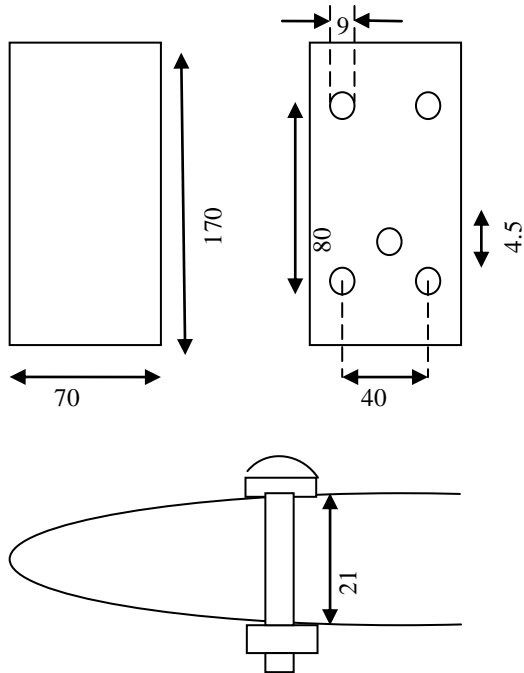


図 1 試料の作成方法

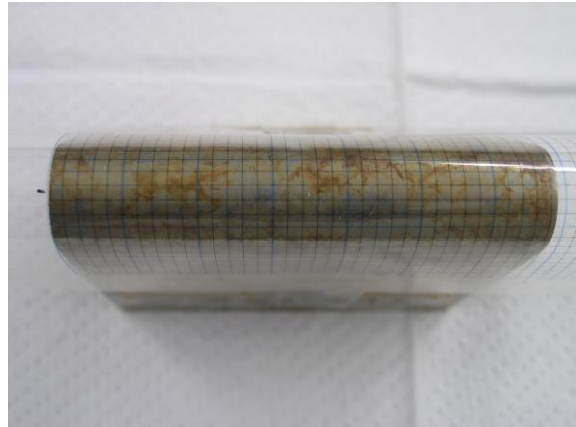
表 1 試験方法

試験方法	試験条件(平板)	試験条件(曲げ穴)
中性塩水噴霧試験	連続2088時間	連続2000時間
キヤス試験 (JIS Z2371)	連続2592時間	連続1416時間
複合サイクル試験 (JIS H8502-8.1)	1.塩水噴霧 2時間 2.乾燥 4時間 3.湿潤 2時間 1~3のサイクルで263サイクル	同じ条件のサイクルで 132サイクル (1056時間)

2.2 評価

平板の評価は JIS Z2371 のレーティングナンバで行った。曲げ穴試料の評価は、標準の方法が存在しないため、外観での腐食の状況で判断した。

また試みに、以下の方法でも評価を行った。図 2 のように試料の曲げ部分の 50 x 70mm を、2 mm 方眼を使用して 25 x 34 の 850 ポイントに分割。分割部分毎に腐食の程度を目視で観察して点数づけし、合計することで数値化した。



簡易腐食面積評価

2mm方眼紙で、腐食状況を評価する。

評価範囲は、曲げ部の頂点の両側25mm

(25 x 34=850マス)

各マスを赤錆 3点、黒腐食 2点、白腐食 1点で評価

換算表 (板のレーティングナンバと本評価の関係)

	RN	簡易評価
SUS304	7	1566
SUS443	7	1548
SUS316	9.3	435

図 2 簡易腐食面積評価

3 結果及び考察

3.1 平板の試験結果

各鋼種の腐食試験後の外観を図 3 に示した。塩水噴霧試験については、図 4 のとおり、各鋼種とも腐食は見られなかった。

キヤス試験は、図 5 のとおり SUS430 については腐食が見られたが、他の鋼種については、ほとんど腐食が見られなかった。

複合サイクル試験は、図 6 のとおり、SUS430 は短時間で腐食が見られた。SUS304 と SUS443J1 は同じような腐食が見られた。SUS316 はほとんど腐食が見られなかった。

以上の結果より、平板に関しては、塩水噴霧試験では、腐食が発生しないため、耐食性の評価を行うには不適切であると考えられた。

キヤス試験については、SUS430 に関しては有効であるが、他の鋼種に関しては耐食性の評価には不適切であると考えられた。

	304	443	316	430
塩水噴霧試験 (2088時間)				
キヤス試験 (2592時間)				
複合サイクル試験 (2104時間)				

図3 平板の外観

複合サイクル試験については、SUS304、443J1、430 に関しては有効であるが、SUS316 に関しては、不適切であると考えられた。

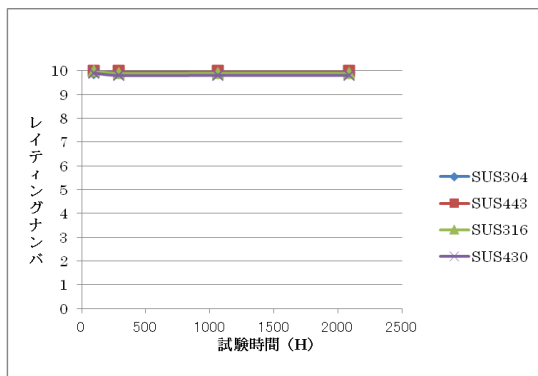


図4 平板の塩水噴霧試験による腐食

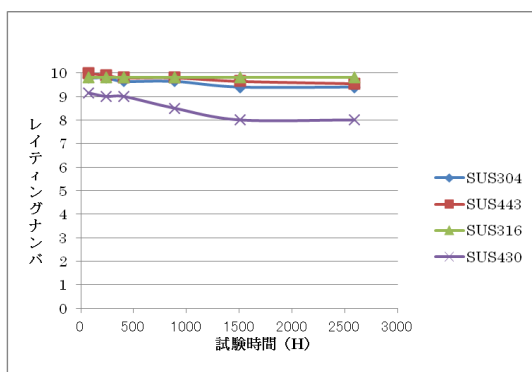


図5 平板のキヤス試験による腐食

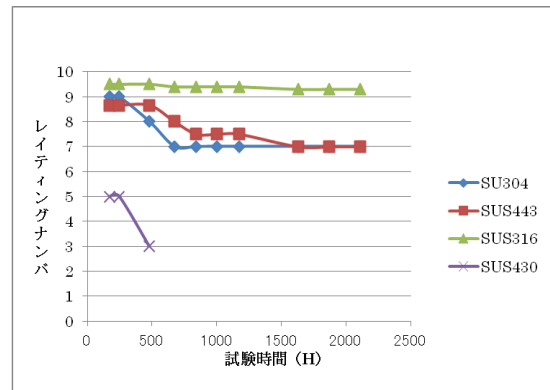


図6 平板の複合サイクル試験による腐食

3.2 曲げ穴試料の試験結果

各鋼種の腐食試験後の外観を図7に示した。塩水噴霧試験については、各鋼種とも腐食は見られなかった。

キヤス試験は、全ての鋼種について腐食が見られたが、SUS316 は他の鋼種に比べると腐食が少なかった。

複合サイクル試験は、全ての鋼種で腐食が見られ、進行具合で比較すると、SUS430 > 443J1 > 304 > 316 であった。

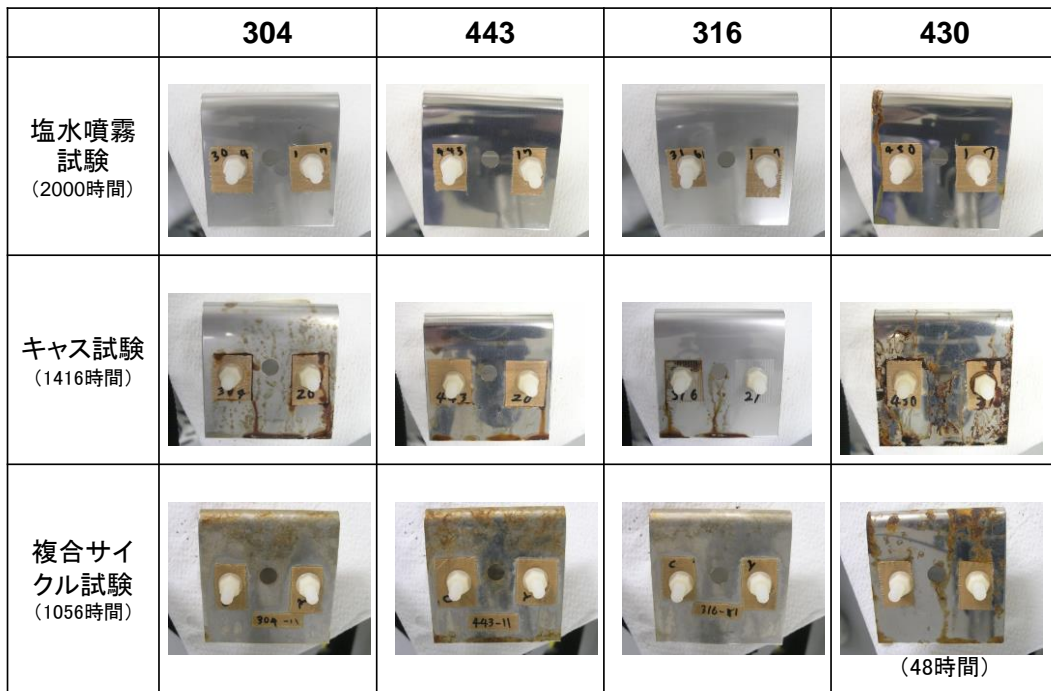


図7 曲げ穴試料の外観

以上の結果より、曲げ穴試料に関しては、塩水噴霧試験では、腐食が発生しないため、耐食性の評価を行うには不適切であると考えられた。

キヤス試験については、全ての鋼種に関して有効と考えられるが、SUS316 に関してはあまり腐食しない場合もあると思われるので、耐食性試験として採用するかは、慎重に検討すべきと思われる。

複合サイクル試験については、全ての鋼種で有効であると考えられた。

3.3 簡易面積評価

複合サイクル試験では、2mm 方眼を利用した腐食の評価も試みた。

表2 簡易法の腐食評価

	板	曲げ試料
SUS304	1566	1620
SUS443	1548	1824
SUS316	435	1077

平板と曲げ試料に関する結果は表2のようになった。曲げ穴試料の外観での腐食の印象と、数値化の結果が一致し、

腐食の多さは SUS443J1>304>316 となった。また、平板と曲げ穴試料を比較すると、いずれの鋼種でも曲げ穴試料の腐食が多かった。

なお、SUS430 については、他の鋼種より腐食が著しかったため、この方法での評価は行わなかった。

3.4 SUS443J1 の耐食性

平板に関しては、SUS304 と同等の耐食性と考えられた。

曲げ穴試料に関しては、SUS304 より若干腐食が多い結果であったが、今回使用した評価方法は標準のものでなく試用段階のものであるので、さらなる調査が必要と思われた。

4 まとめ

本研究では、4 種類のステンレス鋼に関して耐食性試験を行った。そして、以下の結論を得た。

(1) 耐食性データベース

各鋼種に関して適切な試験は、以下の表3のようになった。

表3 ステンレス鋼に対する腐食試験の適合性

	塩水噴霧試験		キヤス試験		複合サイクル試験	
	平板	曲げ穴	平板	曲げ穴	平板	曲げ穴
SUS304	不可	不可	不可	可	可	可
443	不可	不可	不可	可	可	可
316	不可	不可	不可	可	不可	可
430	不可	不可	可	可	可	可

塩水噴霧試験は有効ではなく、キヤス試験は平板は SUS430、曲げ穴加工をした時は全ての鋼種で有効であった。

複合サイクル試験はほとんどの試料で有効であるが、SUS316の平板には有効ではなかった。

(2) SUS443J1 の耐食性

耐食性試験の結果より、SUS443J1 は SUS304 と同等の耐食性を示した。しかし若干違いも見られるため、さらなる調査は必要と思われる。

(3) 曲げ穴加工の評価法

今回の研究で、腐食に関する数値化の試みで、良い結果が出た。

今後はこの方向を発展させて、以下のことに留意し、曲面のある試料での「腐食の評価技術」を確立させたい。

- ・写真撮影や、コンピューターでの画像処理³⁾
- ・腐食の種類分析による、数値化の精度向上
- ・腐食の原因の解明 応力、不動態膜の状態等

参考文献

- 1) 小松秀和：アルミニウム、銅及び SUS304 板材の塩水噴霧・キヤス試験結果に基づく腐食データベースの作成，群馬県立産業技術センター研究報告(2011)
- 2) 石井和秀，石井知洋，太田裕樹：Ni、Mo フリー高耐食フェライト系ステンレス鋼 JFE443CT，JFE 技報，**20** (2008)10
- 3) 小松秀和，田島創，岩沢友幸：金属材料における画像解析による白錆及び赤錆面積率算出手法の開発，群馬県立産業技術センター研究報告 (2012)