

ステンレス鋼の加工品の耐食性評価

高橋誠一郎* 清水宏一* 井上裕之*

Evaluation of Corrosion Resistance of Processed Stainless Steel

TAKAHASHI Seiichirou *, SHIMIZU Hirokazu *, INOUE Hiroyuki *,

抄録

3種類のステンレス鋼の薄板を使用し、5種類の方法により加工した試験片を一般的な耐食性試験（腐食促進試験）である中性塩水噴霧試験、キャス試験、複合サイクル試験でそれぞれ試験を行った。加工方法及び鋼種の違いで耐食性に差が生じた。また試験方法の違いにより腐食状態に差が発生した。

キーワード：ステンレス，耐食性試験，中性塩水噴霧試験，キャス試験，複合サイクル試験

1 はじめに

資源の有効利用や地球環境の保護の観点からも長期間の使用に耐えられ、安価で耐食性のある優れた材料の需要が増大している。その中でステンレス鋼は耐食性が高いため厨房機器・電器製品・建築材料・機械材料等で一般的に幅広く利用されている。本報告では JIS 規格のオーステナイト系ステンレスの SUS304、フェライト系ステンレス SUS430 の相当材と最近、SUS304 の代替鋼種として利用が広まっているクロム成分の含有率が高いステンレス鋼（以下「Hi-Cr」という）を加えて供試材とした。これらを一般的な利用状態を想定して次の方法で5種類の試験片を製作した。これらの試験片は耐食性試験（腐食促進試験）により鋼種及び加工法の違いによる耐食性を評価した。

ステンレスやそれを使った製品の耐食性の評価は、ステンレスの耐食性が高いために長期間の時間を必要とする。本報告では一般的に行われている耐食性試験として中性塩水噴霧試験（以下「塩

水噴霧試験」という）の他に、この試験より更に試験条件の厳しいキャス試験と複合サイクル試験を含めた試験を同時に行った。これらの試験結果からステンレスの耐食性試験には、どの試験方法が短期間で耐食性の評価に適しているかデータ収集した。

2 実験方法

2.1 供試材

供試材には表1の SUS304、SUS430、Hi-Cr の厚さ 1mm の薄板を使用した。

なお、炭素・硫黄の定量分析には炭素・硫黄分析装置（㈱堀場製作所 EMIA-920V）、その他の元素の定量分析は波長分散型蛍光 X 線分析装置（理学電機工業㈱ ZSX101e）で行った。

表1 供試材の主な化学成分（%）

	SUS304	SUS430	Hi-Cr
C	0.06	0.08	0.02
Si	0.500	0.185	0.177
Mn	0.980	0.483	0.199
P	0.034	0.030	0.031
S	0.005	0.001	0.001
Ni	8.158	0.096	0.254
Cr	18.23	16.29	20.99
Mo	0.108	0.014	0.044
Cu	0.228	0.018	0.434

* 材料技術部

2.2 試験片

試験片の種類は表2の①～⑤に示す5種類を準備した。試験片の加工は表2に示す加工方法で加工したものを使用した。③溶接及び④熱影響の加工には YAG レーザー加工装置（日本電気㈱ M806A3）を使用した。

表2 試験片の加工方法

試験片の種類	加工方法
①素材	150mm × 70mm の寸法で切断した。
②サンド	①素材の表面にサンドブラスト処理した。
③溶接	150mm × 35mm の素材2枚を突き合わせてレーザー溶接した。 図1 溶接試験片を参照
④熱影響	①素材の表面にレーザー照射出力を強(50%)、中(35%)、弱(20%)3段階に変えて25mm間隔で長さ110mmの直線3本を①素材の表面に照射した。 図2 熱影響試験片を参照
⑤曲げ	①素材を2カ所で直角に曲げた。 図3 曲げ試験片を参照

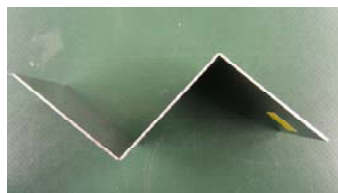
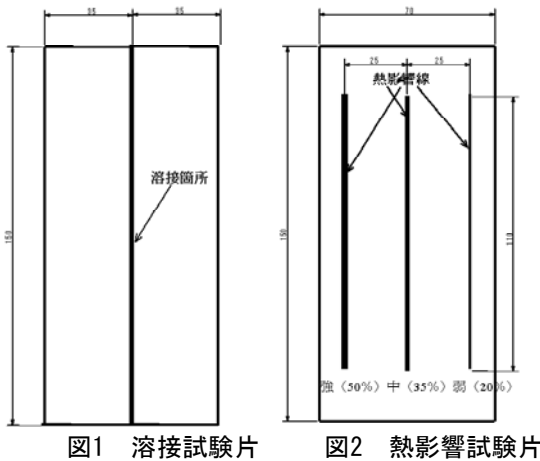


図3 曲げ試験片

2.3 試験方法

耐食性試験は各供試材を5種類の加工方法で作した試験片各2枚ずつを、表3の試験方法により塩水噴霧試験機（スガ試験機㈱ STP120）、キャス試験機（スガ試験機㈱ STP90）、複合サイクル試験機（スガ試験機㈱ CASSER-12L-CYH）を使い耐食性の評価をした。試験時間は塩水噴霧試験及びキャス試験は連続240時間の試験を行った。複合サイクル試験については表3の試験条件により塩水噴霧2時間、乾燥4時間、湿潤2時間を1サイクルとして30サイクルを行った。

試験終了後は流水で試験片を洗浄後、乾燥した。試験片の腐食状態は素材及びサンドブラストの試験片は試験片全体を目視により観察し、腐食状態を4段階で判定を行った。溶接・熱影響及び曲げの試験片については加工部分を中心に目視により観察し、腐食状態を同様に4段階で判定を行った。

表3 試験方法

試験方法	試験条件	規格
塩水噴霧試験	連続240時間	JIS Z2371
キャス試験	連続240時間	JIS Z2371
複合サイクル試験	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30サイクル	JIS H8502-8.1

3 結果及び考察

3.1 塩水噴霧試験結果

塩水噴霧試験240時間試験結果の図4より SUS304 は素材・サンドブラスト・熱影響の試験片では赤錆の発生もなく耐食性は良好であった。SUS430 は素材・サンドブラストの試験片では微少な赤錆が発生した。また溶接・熱影響の試験片では熱影響の弱の箇所を除いて赤錆が発生した。Hi-Cr は素材・熱影響・曲げの試験片では耐食性は良好であった。またサンドブラスト・溶接の試験片でも耐食性は良かった。これら塩水噴霧試験の耐食性評価結果を表4に示す。

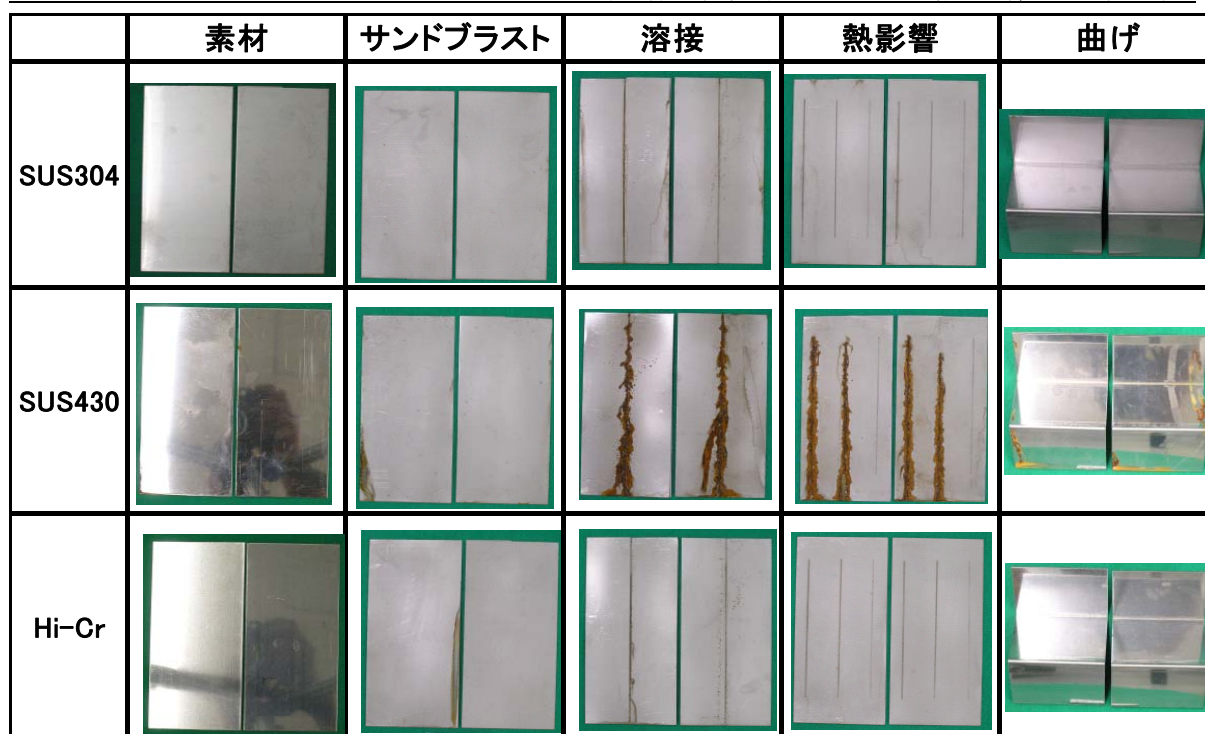


図4 塩水噴霧試験240時間試験結果

表4 塩水噴霧試験の耐食性評価結果

	素材	サンドブラスト	溶接	熱影響	曲げ
SUS304	◎	◎	○	◎	○
SUS430	○	○	×	×	△
Hi-Cr	◎	○	○	◎	◎

◎良好 ○良 △普通 ×劣る

3.2 キャス試験結果

キャス試験 240 時間試験結果の図 5 より SUS304 はサンドブラスト・熱影響の試験片では赤錆の発生もなく耐食性は良好であった。SUS430 は溶接・熱影響の試験片では赤錆の発生状況から早い時期からの錆の発生が推定される。また他の試験では赤錆の発生がなかった熱影響試験片の弱の箇所では赤錆が発生した。これは試験条件の

pH3.0 の溶液と試験環境温度の 50 °C が影響していると考えられる。しかし素材での耐食性は良かった。Hi-Cr の熱影響の試験片では SUS304 と同等の耐食性があり良好であった。ただし、溶接の試験片では SUS304 より耐食性が悪かったのは溶接により材質が変化したためと考えられる。素材・サンドブラストの試験片では耐食性は良かった。これらキャス試験の耐食性評価結果を表 5 に示す。

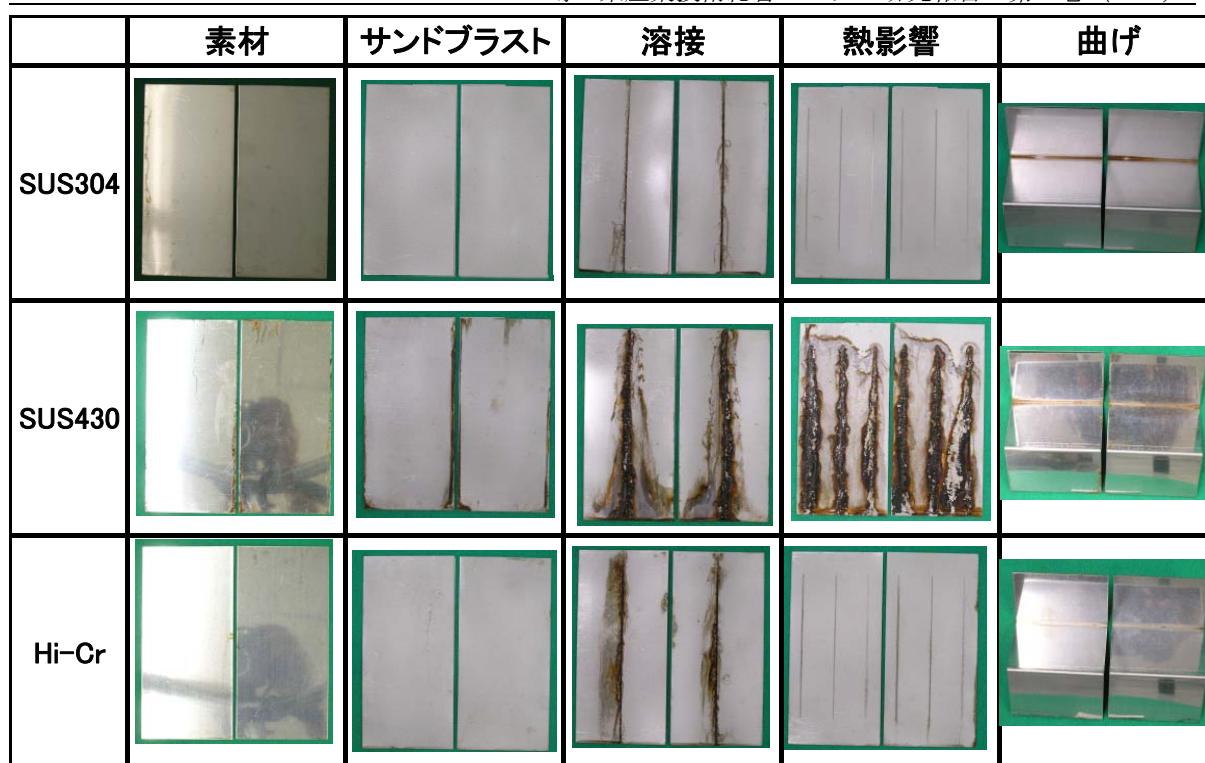


図5 キャス試験240時間試験結果

表5 キャス試験の耐食性評価結果

	素材	サンドブラスト	溶接	熱影響	曲げ
SUS304	○	◎	△	◎	△
SUS430	○	△	×	×	×
Hi-Cr	○	○	×	◎	△

◎良好 ○良 △普通 ×劣る

3.3 複合サイクル試験結果

複合サイクル試験 30 サイクル試験結果の図 6 より SUS304・SUS430・Hi-Cr の各試験片で赤錆が発生した。これは塩水噴霧試験、キャス試験では見られなかった現象であった。

複合サイクル試験では試験条件が塩水噴霧・乾燥・湿潤と試験環境が変わるのでサイクルの回数が増えるにつれて段々と不動態被膜が破壊されて

赤錆が発生したと考えられる。

SUS304 及び Hi-Cr は試験結果より耐食性の傾向としてほぼ同等の耐食性があった。Hi-Cr は素材の状態では SUS304 より若干耐食性は良かった。SUS430 の各試験片の赤錆の発生量は SUS304・Hi-Cr に比べて多かった。この状態から推定すると試験開始後の早い時期から赤錆の発生が考えられる。これら複合サイクル試験の耐食性評価結果を表 6 に示す。

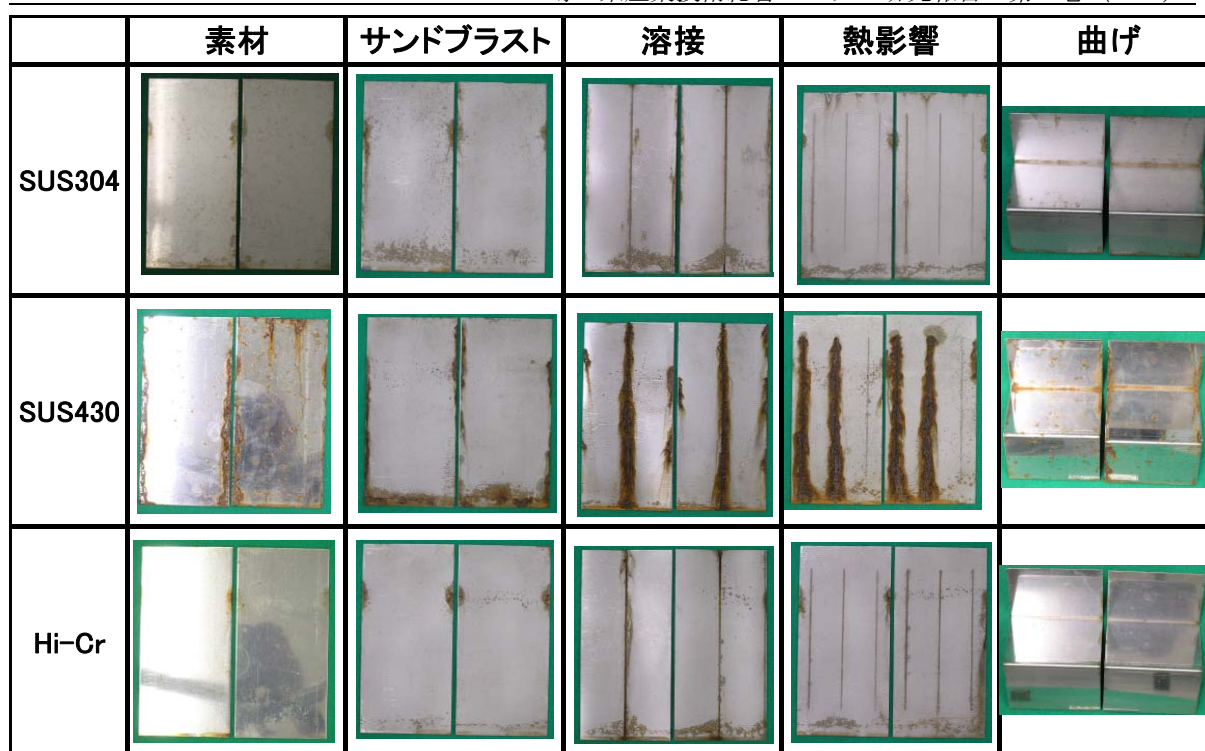


図6 複合サイクル試験30サイクル試験結果

表6 複合サイクル試験の耐食性評価結果

	素材	サンドブラスト	溶接	熱影響	曲げ
SUS304	△	△	△	○	△
SUS430	×	△	×	×	×
Hi-Cr	○	△	△	△	△

◎良好 ○良 △普通 ×劣る

4 まとめ

(1) 加工法の違いによる腐食傾向としては素材、サンドブラストの状態では同等の耐食性であった。

次に熱影響、曲げ、溶接の順に耐食性が低下する傾向だった。特に SUS430 は溶接、熱影響、曲げ加工した状態では耐食性が特に悪かった。

(2) 3種類の試験方法による試験結果を総合的

に評価すると SUS304、Hi-Cr の耐食性は同等の耐食性であった。SUS430 はこれらの鋼種より耐食性は劣っていた。

(3) 試験片の腐食状況から試験方法の違いによる腐食促進試験として試験効果を評価するとステンレスの耐食性試験では複合サイクル試験、キャス試験、塩水噴霧試験の順で腐食促進試験としての効果が確認できた。