ノート

ステンレス鋼の鋭敏化組織の観察

斎藤　雄治*

Metal Structure Observation of Sensitised Stainless Steels

SAITO Yuji*

1. 緒　　言

SUS304などのオーステナイト系ステンレス鋼を600～800℃の温度に加熱して徐冷すると，結晶粒界に沿ってクロム炭化物が析出して粒界付近の耐食性が低下する鋭敏化という状態になる。鋭敏化すると粒界腐食が生じやすくなる。

鋭敏化については，1000℃以上の高温に加熱後空冷程度の速度で冷却したフェライト系ステンレス鋼や，焼入れ時の冷却速度が小さかったマルテンサイト系ステンレス鋼にも生じることが分かっている[1) 2)]。

本研究では，オーステナイト系，フェライト系およびマルテンサイト系のステンレス鋼を熱処理して鋭敏化させたときの金属組織を観察した。

2. 実験条件

試験片には，オーステナイト系は冷間圧延ステンレス鋼板 SUS304（20×100×板厚 1mm），フェライト系は冷間圧延ステンレス鋼板 SUS430（20×100×板厚 1mm），マルテンサイト系はステンレス棒鋼 SUS420J2（直径 19×長さ 20mm）を用いた。これら試験片に対して表 1 の熱処理を行った。熱処理後，試験片の表面（SUS304 および SUS430）または断面（SUS420J2）を鏡面研磨して金属組織観察を行った。腐食液は，SUS304 はしゅう酸水溶液（配合：しゅう酸 10g，蒸留水 100ml）による電解腐食，SUS430 と SUS420J2 は塩酸－ピクリン酸―アルコール溶液（配合：HCl10ml，ピクリン酸 1g，エチルアルコール 80ml）を用いた。

表 1　試験片の熱処理

試験片	熱処理
SUS304	鋭敏化（700℃で 2 時間保持後に空冷） 固溶化（1050℃で 10 分保持後に水冷）
SUS430	鋭敏化（1100℃で 10 分保持後に水冷または空冷または炉冷） 焼鈍し（850℃で 40 分保持後に炉冷）
SUS420J2	焼入れ（1050℃で 25 分保持後に空冷または油冷） 焼戻し（180℃で 1 時間保持後に空冷）

実験装置には，ヤマト科学(株)製 電気マッフル炉 F0410，オリンパス光学工業(株)製 金属顕微鏡 BX-60M-53MB 型および(株)ニコンインステック製 倒立型金属顕微鏡 TME300U-NR を用いた。

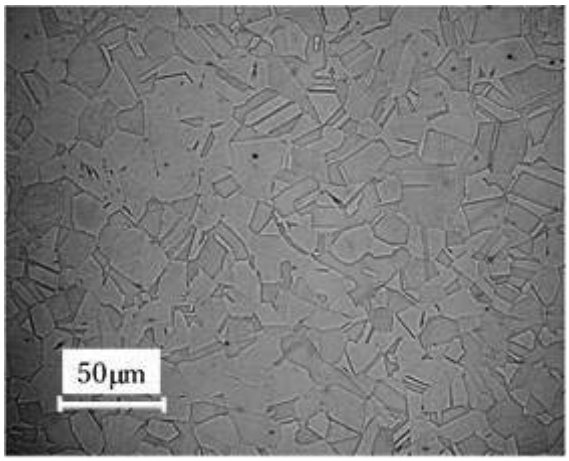
3. 実験結果

図 1 に熱処理前の試験片の金属組織を示す。図 1 において，（a）SUS304 はオーステナイト組織，（b）SUS430 と（c）SUS420J2 はフェライト基地に球状のクロム炭化物が分散した組織である。

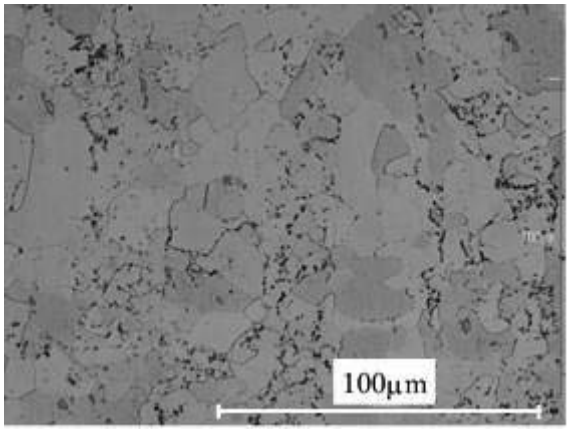
図 2 に鋭敏化後の SUS304 試験片の金属組織を示す。図 2 において，オーステナイト結晶の粒界が明瞭に見られるため鋭敏化していることが分かる。

図 3 は図 2 を固溶化した金属組織である。図

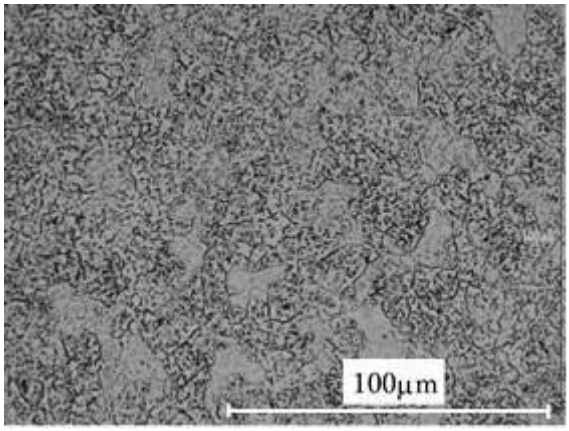
* 中越技術支援センター



（a）　SUS304 試験片



（b）　SUS430 試験片



（c）　SUS420J2 試験片

図 1　熱処理前の金属組織

2 で見られた鋭敏化が消失していることが分かる。

図 4 に鋭敏化後の SUS430 試験片の金属組織を示す。図 4 において，（a）は水冷，（b）は空冷，（c）は炉冷の結果である。いずれの金属組織も熱処理前の図 1（b）に比べて結晶粒界がよく見えるため，鋭敏化していることが分かる。また，図 4（a）と（b）の水冷と空冷については場所によらず一様に鋭敏化していることや，水冷より空冷の方が鋭敏化していることが分かる。それに対して図 4（c）の炉冷については場所により鋭敏化の程度が異なっており，鋭敏化している部位には図 4（a），（b）には見られない網状や層状の炭化物が見られる。

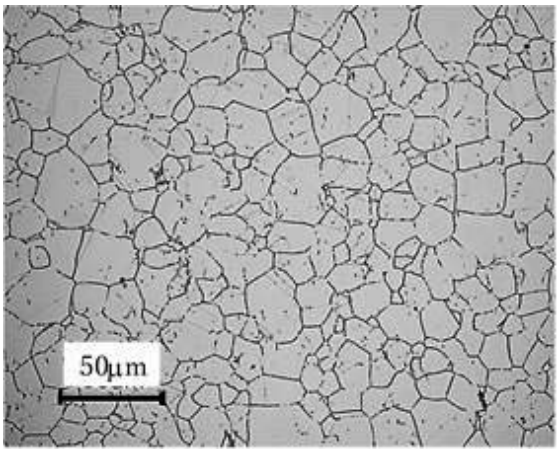


図 2　鋭敏化後の SUS304 試験片の金属組織

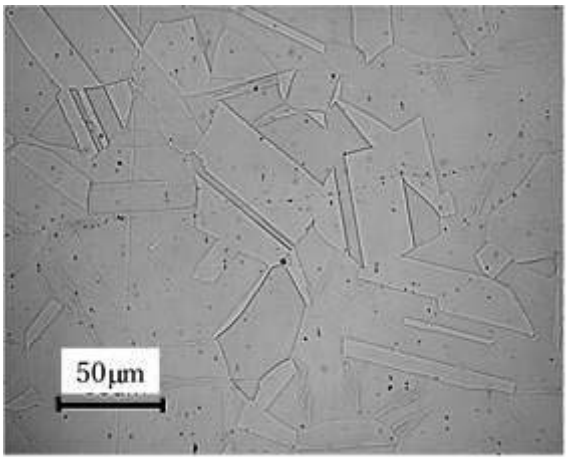
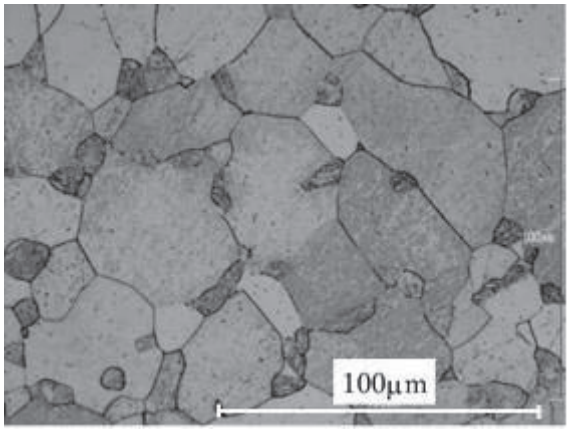


図 3　鋭敏化後に固溶化した SUS304 試験片の金属組織

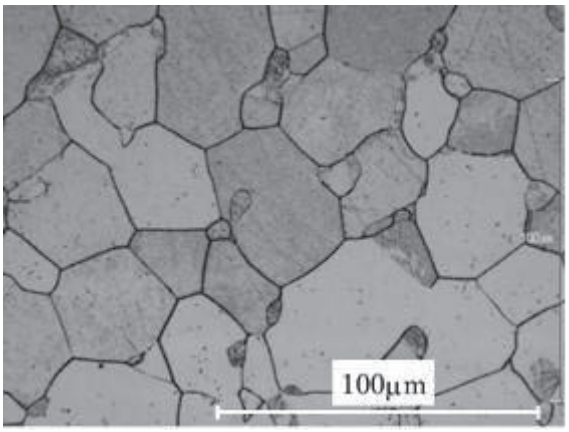
図 5 に鋭敏化後に焼鈍しした SUS430 試験片の金属組織を示す。図 5 において，図 5（a）は図 4（a），図 5（b）は図 4（b），図 5（c）は図 4（c）をそれぞれ焼鈍しした結果である。焼鈍しにより，図 5（a）と図 5（b）の鋭敏化はかなり低減している一方で，図 5（c）では図 4

（c）に見られた網状や層状の炭化物が残っていることが分かる。

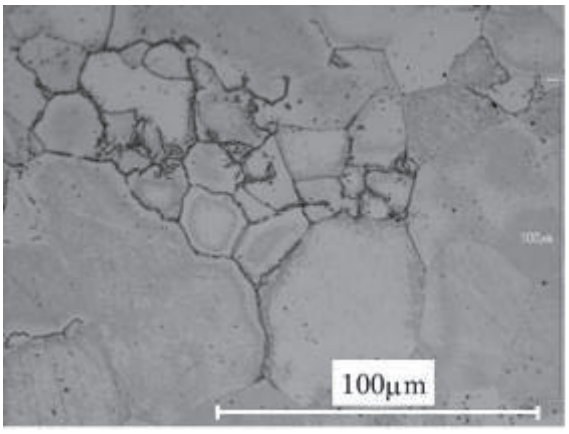
図 6 に焼入れ焼戻し後の SUS420J2 試験片の金属組織を示す。図 6 において，（a）は焼入れ時に油冷，（b）は焼入れ時に空冷した結果である。図 6 より，基地組織は焼戻しマルテンサイ



（a）　1100℃で 10 分保持後に水冷

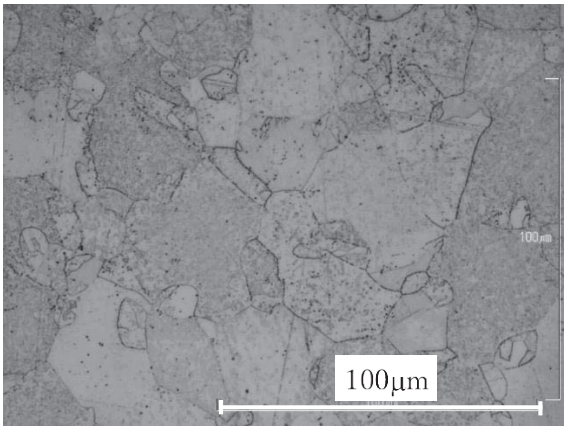


（b）　1100℃で 10 分保持後に空冷

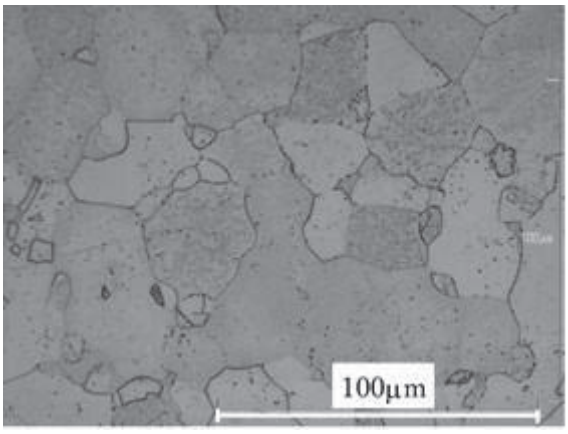


（c）　1100℃で 10 分保持後に炉冷

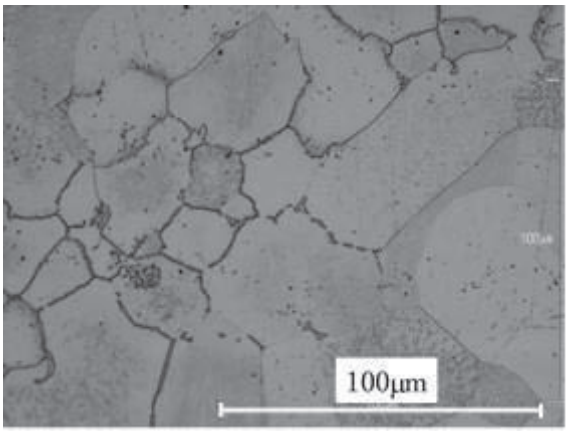
図 4　鋭敏化した SUS430 試験片の金属組織



（a）　図 4（a）を焼鈍し



（b）　図 4（b）を焼鈍し

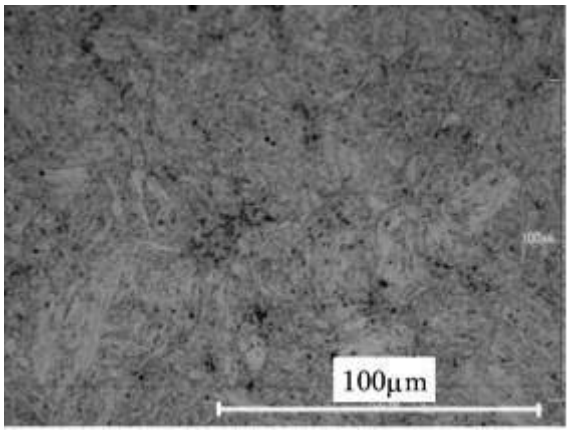


（c）　図 4（c）を焼鈍し

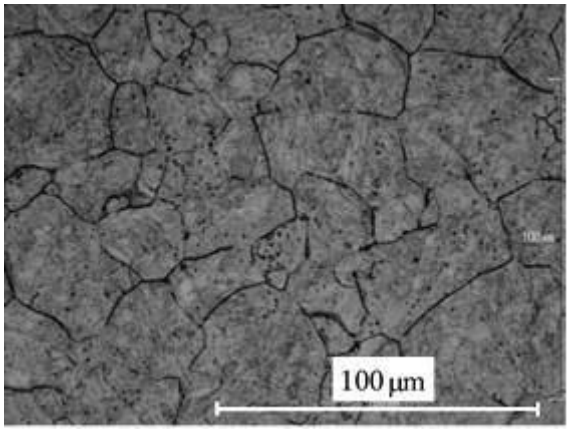
図 5　鋭敏化後に焼鈍しした SUS430 試験片の金属組織

トで同じであるが，空冷では油冷には見られない旧オーステナイト結晶粒界が見られることが分かる。

なお，本報告書の実験結果については当研究所のホームページに掲載している[3)~5)]。



（a）油冷



（b）空冷

図 6　焼入れ焼戻しした SUS420J2 試験片の金属組織

4. 結　　言

熱処理によって，市販のステンレス鋼板 SUS304，SUS430 およびステンレス棒鋼 SUS420J2 が鋭敏化することを確認した。また，鋭敏化の消失や低減に対しては，SUS304 は固溶化，SUS430 は焼鈍し，SUS420J2 は油冷の焼入れが有効であることを確認した。

参考文献

1）板倉邦輔ほか，マルテンサイト系ステンレス鋼における焼入れ途中での炭化物析出，熱処理，35-1，1995，pp.36-41.

2）田中良平編，JIS 使い方シリーズ ステンレス鋼の選び方・使い方［改訂版］，2010，pp.104-105，（財）日本規格協会.

3）http://www.iri.pref.niigata.jp/topics/ H29/29kin20.html，ステンレス鋼 SUS304 と SUS430 の異常組織，「新潟県工業技術総合研究所ホームページ」，2019 年 2 月 15 日.

4）http://www.iri.pref.niigata.jp/topics/ H30/30kin5.html，マルテンサイト系ステンレス鋼 SUS420J2 の旧オーステナイト結晶粒界への炭化物の析出について，「新潟県工業技術総合研究所ホームページ」，2019 年 2 月 15 日.

5）http://www.iri.pref.niigata.jp/topics/ H30/30kin6.html，フェライト系ステンレス鋼 SUS430 の鋭敏化について，「新潟県工業技術総合研究所ホームページ」，2019 年 2 月 15 日.