

No.015 (復刻版) \*\*\*\*\*

# 腐食センターニュース

\*\*\*\*\*平成9年12月1日

## 塗装亜鉛めっき鋼板(カラー亜鉛めっき鋼板)は塗り替えが必須

Q&A in 長野 (11.1'96) で補修塗装についての質問(センターニュース No013)がありました。塗装については、初めの適切な施行もちろん大切ですが、再塗装を早めにおこなうことも寿命を延ばしトータルコストを節減する上で欠かせないとされています。

一例として「カラー亜鉛鉄板」を紹介します。この鋼板は、上記の初めの施行(塗装)を工場の管理された条件下に実施することで、品質の向上とコスト削減を実現したという長所もっています。この塗装は、亜鉛下地を近年の酸性雨から守る役割を持っていますが厚さ15~

30μmの有機物の膜です。H(1類2類)またはF(3類)の鉛筆の芯で傷つかない程度の硬さ—それ以上の硬いものでは傷つき易いものです。また、屋外の紫外線ほかにより長期では劣化消耗します。

そこで、使用中の現況が、誕生(製造)から老衰(ふき替え)までの一生(図1<sup>1)</sup>)のうちどの年才(時期)にあるかを正しく把握するため、表1<sup>1)</sup>の点検をすすめます。理想的な塗り替えは図1の「ふくれ」が発生する前におこなえば理想的とされています。「白さび」になると亜鉛/塗膜界面に施されている化成処理層—亜鉛上塗装の技術的キーポイント—を損傷してしまうことになるからです。(K.Y.)

1) 亜鉛鉄板会：塗装亜鉛めっき鋼板—ご使用の手引き, p21,14(1994)

表1 カラー亜鉛鉄板の点検及び推奨塗り替え時期

項目	最初の 外観点検時期	外観点検 間隔	塗り替え時期
環境 寒冷地・田園	5~6年	2~3年	7~8年
海岸・工業地	2~3年	1~2年	4~6年

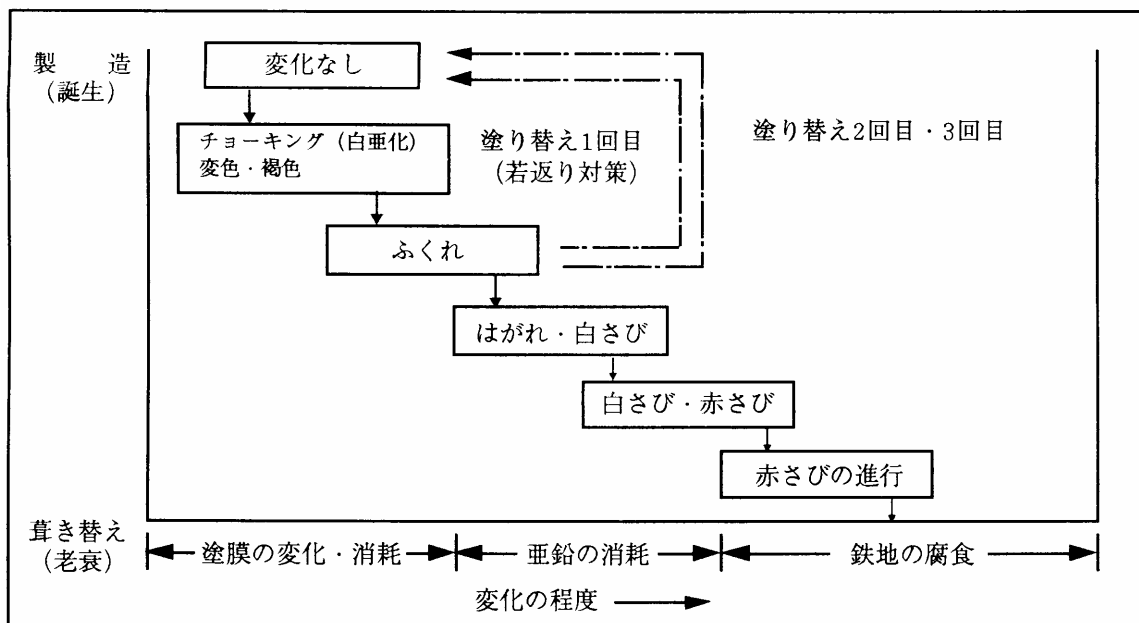


図1 カラー亜鉛鉄板の一生と塗り替えサイクル

## ステンレス鋼の可使用条件:酸・中性域

**Q:** ステンレス鋼の使用方法を酸・アルカリの濃度に着目して知りたい。

**A:** 酸性側の使用限界を決めるのは脱不動態化 pH、 $pH_d$ 、である。草津万代鉍湧出泉( $pH=1.7$ )でのステンレス鋼の腐食試験結果の一例を図1に示す。304 鋼( $pH_d=2.0$ )は  $3.3 \times 10^{-1} \text{gm}^{-2}\text{h}^{-1}$ ( $=0.3\text{mmy}^{-1}$ , 1年で 0.3mm)の大きな速度で均一に(表面のどこでも同じように)腐食する。万代鉍 pH にかなり近いがやや低い  $pH_d$  (約 1.5)値をもつ 316 鋼は  $12 \times 10^{-2} \text{gm}^{-2}\text{h}^{-1}$ ( $=0.01\text{mmy}^{-1}$ )とかなり耐食的になり、 $pH_d$ がさらに低いその他のステンレス系合金は  $10^{-3} \text{gm}^{-2}\text{h}^{-1}$ ( $\text{M my}^{-1}$ )以下の優れた耐食性を示した。

図2はFe(鉄)-Cr(クロム)合金の模式的腐食領域図中にステンレス鋼の自然電位  $E_{sp}$  を記入したもので、 $pH_d$ より酸性側にある腐食領域 A は活性態(酸)腐食域—図1の 304 鋼はこれ、電位の高いところにある B は過不動態腐食域である。大気中酸素に接した水溶液中で、ステンレス鋼は  $pH2$ (304 の場合)~13 で不動態( $E_{sp}$  付近の白い領域)とよばれる耐食性のよい状態に保たれる。

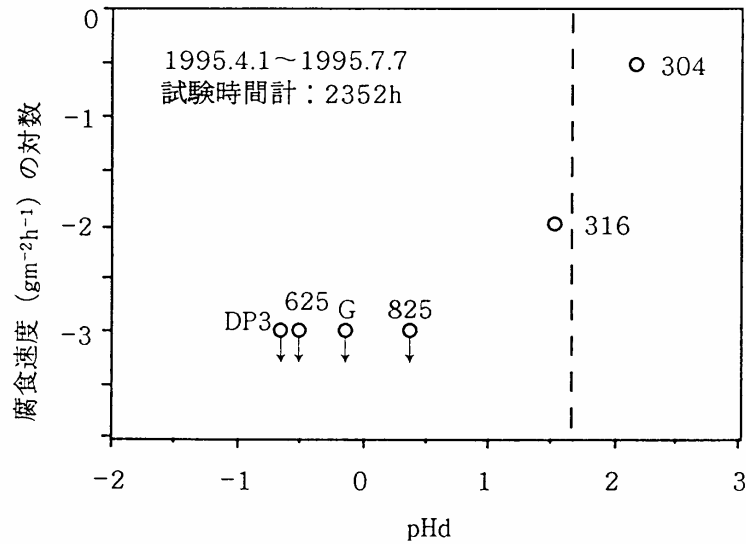


図1 草津万代鉍湧出泉( $pH1.7$ )での各種ステンレス鋼の腐食速度

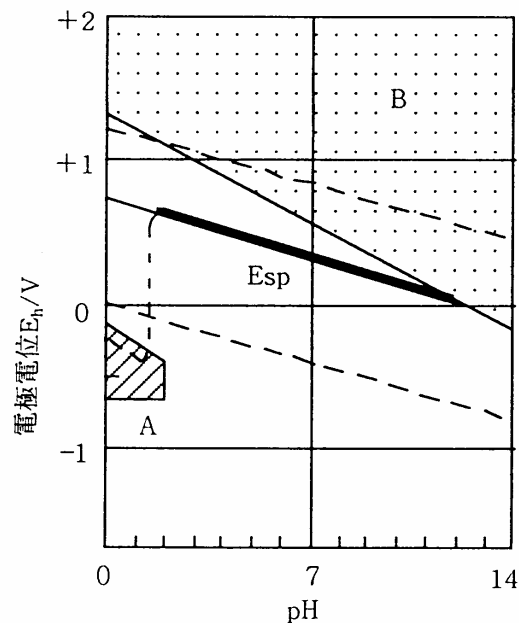


図2 Fe-Cr合金の腐食領域図と、ステンレス鋼の自然電位  $E_{sp}$

このような挙動を普通鋼(鉄)とともに図3にまとめた。鉄は高アルカリ域になってはじめて不動態を示す。コンクリート中鉄筋がこれの好例である。ステンレス鋼は、かなり低いpH(pH<sub>d</sub>)以上で、したがって中性の広いpH領域、において不動態を示す。両者の挙動は定性的にはよく似ている。しかし通常の中性(pH=7)液環境でみると、ステンレス鋼はぴかぴか、鉄はさびびいて、大きな差がある。

このようなpH<sub>d</sub>以上の中性pH領域でステンレス鋼が使えるのは、水中に塩化物イオンCl<sup>-</sup>を含まない場合である。Cl<sup>-</sup>が含まれる場合、孔食(自由表面上で起こる孔あき)、すきま腐食(金属同志のあわせ面、ガスケットとの接触面・付着物下などでおこる侵食)等の局部腐食の懸念がでてくる。

電極電位-pH 図中にこれらの腐食領域を書き込むと図4のようになる。孔食(Pitting)、すきま腐食(crevice corrosion)はそれぞれの下限界電位、V<sub>CPIT</sub>、E<sub>RCREV</sub>より高い電位域でおこる。いずれの下限界電位もCl<sup>-</sup>濃度の増大とともに低下し、pHにはほとんど依存しない。V<sub>CPIT</sub>はかなり高く、E<sub>RCREV</sub>はかなり低い。

さらに図2のE<sub>sp</sub>を書き込むと図4aのようになることが多い。孔食は起らず、しかしすきま腐食は避けられない。304・316鋼にとって淡水で特にCl<sup>-</sup>濃度が低い場合のみ、図4bのようになりすきま腐食も回避できる。例えばCl<sup>-</sup>が20~30ppm以下の場合である。

図2、図4のE<sub>sp</sub>は不動態化した(局部腐食を起こしていない)ステンレス鋼で測られた自然電位で、大気から水中に溶け込んだ酸素がそれを決めている。他の酸化剤、例えば水道水中に添加される塩素(Cl<sub>2</sub>)が加わると1ppmでもE<sub>sp</sub>をもっと高くする作用があり、図4bのE<sub>sp</sub>をすきま腐食域に上げてしまう懸念がある。このような酸化剤にも留意せねばならない。

(S.T., Q&A in 群馬, 11.15'96 より)

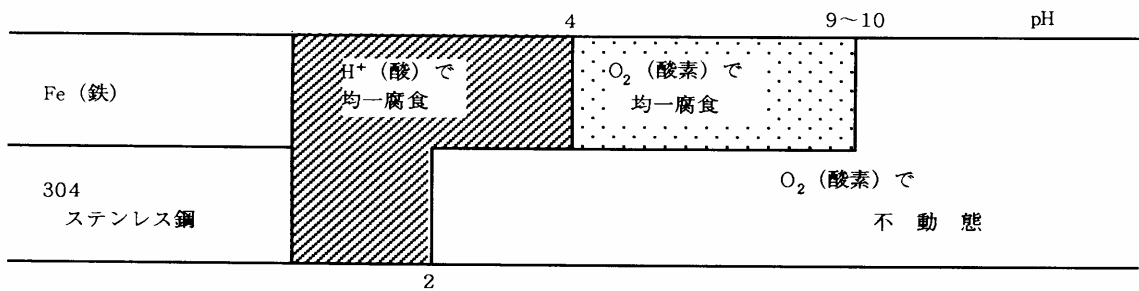
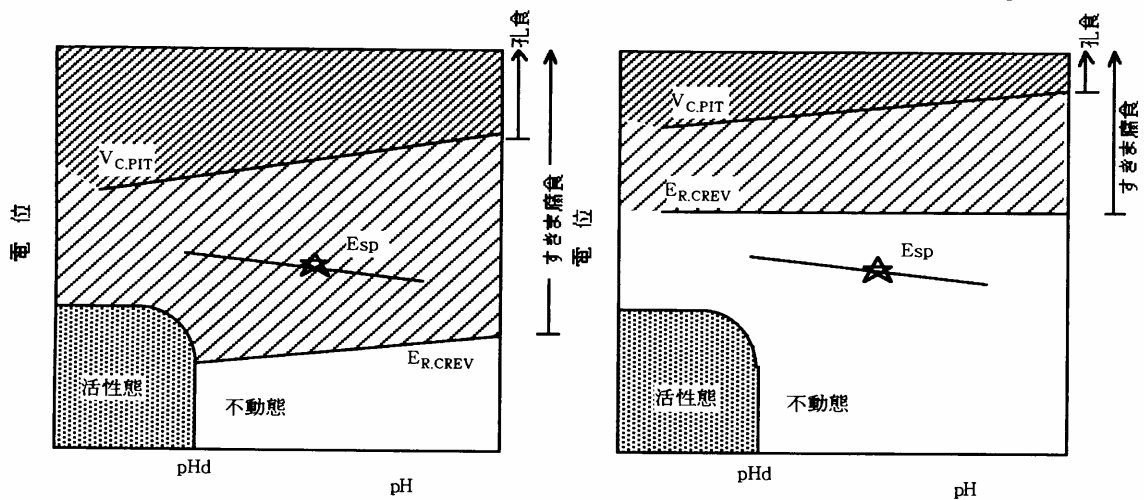


図3 大気中酸素に関する通常の水環境におけるFe、304(18Cr-9Ni)鋼の腐食形態のpHとの関係



a) Cl<sup>-</sup>が多い場合

b) Cl<sup>-</sup>が少ない場合

図4 塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)が共存する場合にステンレス鋼に局部腐食がおこる条件

## ステンレス鋼の耐アルカリ性

**Q:** ステンレス鋼は温度・濃度があまり高くないアルカリ水溶液中で不動態化すると聞いているが、その温度・濃度条件は？ 2) 70℃以上の苛性ソーダ液で洗浄を行うと酸化皮膜が溶出し始めると聞いているが、そのときの苛性ソーダ濃度は何%位か？ また 3) 大気圧下 150～200℃での腐食速度はどの程度か？

**A:** 苛性ソーダ水溶液中でのステンレス鋼の腐食速度は、図1に示されるように、温度・濃度条件により大きく異なる。図より、温度条件 60℃以下では 18Cr8Ni ステンレス (304) 鋼の腐食速度は全濃度域で 0.0025mm/y 以下で不動態を保つことが判る (1)。しかし、温度が 70℃の場合、苛性ソーダ濃度が 67%以上では腐食速度の増加が顕著となり、濃度 70%で 0.75mm/y 程度と速い腐食速度となる (2)。図1中に併記した沸点曲線から、大気圧下で苛性ソーダの溶液温度が 150℃になるとき、その濃度は 55%以上になることがわかる。この領域での腐食速度は 0.75mm/y 以上であり、さらに応力腐食割れの発生を懸念しなければならない。また、溶液温度 200℃の場合は苛性ソーダ濃度 75%となり、この条件での腐食速度は 150℃の場合と同様に 0.75mm/y 以上となる。しかし、応力腐食割れ領域からは外れるため、均一 (全面) 腐食のみ考慮すれば良い。図1の腐食領域図は、ステンレス鋼の種類により異なるが (3) の条件では図示の 18-8(304) 鋼と 316 鋼とで違いはない。高温・高濃度のアルカリ環境中では、上述のように均一 (全面) 腐食のほか応力腐食割れも起こる可能性があることに留意する (3)。

(T.H., Q&A in 群馬, 11.15'96 より)

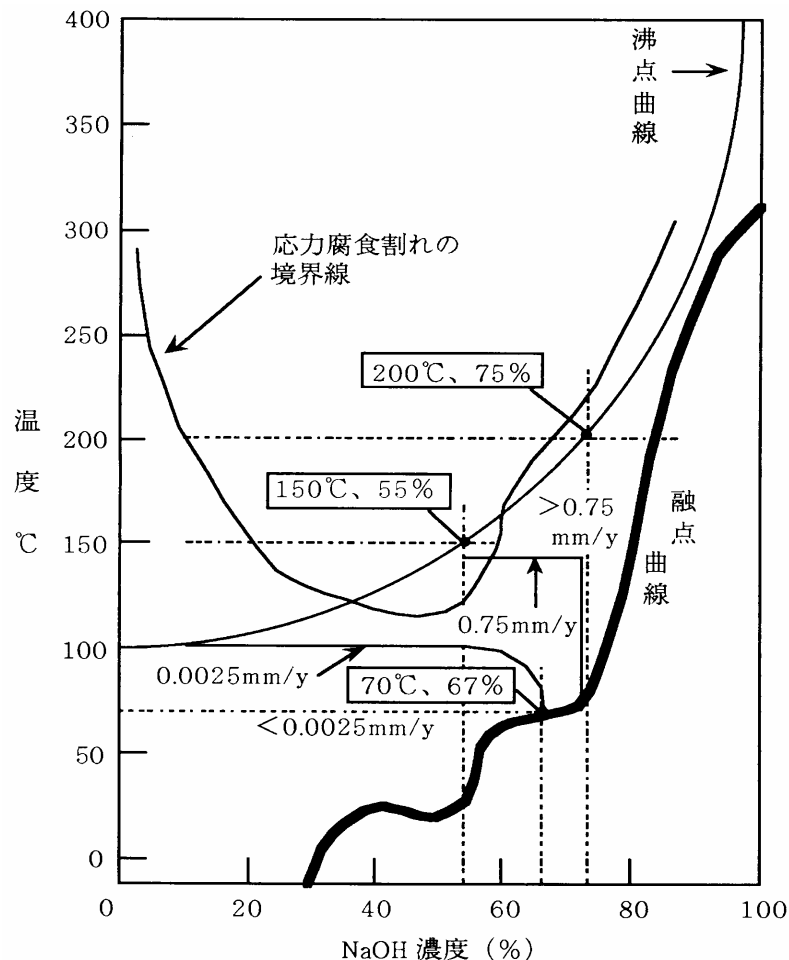


図1 18-8ステンレス鋼の耐アルカリ性

## 酢酸中でのステンレス鋼

**Q:** 酢酸 (pH<1, 液温 150~200℃) 中での 316 鋼の腐食速度はどの程度か。

**A:** 濃度 50% の沸騰酢酸中での各種ステンレス鋼の腐食速度を表 1<sup>1)</sup> に示す。SUS304、SUS316 の腐食速度はそれぞれ、3.12、1.59mm/y である。一方、29Ni-20Cr-25Mo 系ステンレス鋼の腐食速度は 0.41mm/y と前述のそれに比して 1/8~1/4 程度となる。

表 1 50% 酢酸沸騰水溶液中での各種ステンレス鋼の腐食速度

鋼種	腐食速度 (g/m <sup>2</sup> /h)	腐食速度 (mm/y)
SUS304	2.715	3.12
SUS304L	2.700	3.11
SUS316	1.385	1.59
SUS316L	1.355	1.56
NTK30A*	0.360	0.41
SUS329J1	3.130	3.60

NTK30A\* : 29Ni-20Cr-2.5Mo-3.5Cu

酢酸水溶液中でのステンレス鋼の等腐食速度 (0.1mm/y) 線を図 1<sup>2)</sup> に示す。腐食速度が 0.1mm/y 以下で使用できる領域は狭い。図中の沸点曲線より表に腐食速度のデータが示された 50% 酢酸の液温 (沸点) は約 115℃ である。また、質問の温度条件、150~200℃、となる大気圧下の酢酸濃度は少なくとも 70% であり、表の値よりさらに大きな腐食速度になるであろう。表および図よりステンレス鋼中の Ni および Mo 成分の増加に伴い、酢酸中での耐食性が改善されるが、150~200℃での酢酸中ではかなり大きな腐食速度となることは避けられない。

(T.H., Q&A in 群馬, 11.15'96 より)

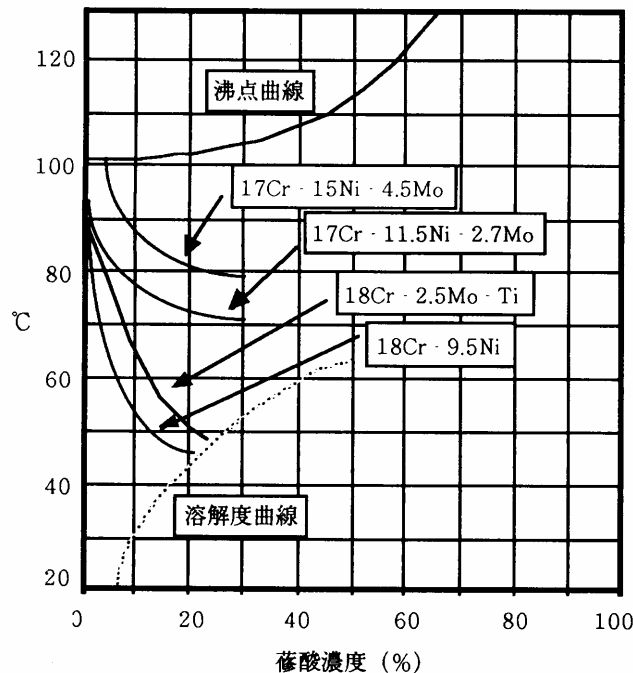


図 1 酢酸環境中での各種ステンレス鋼の等腐食速度曲線

- 1) 日本金属工業 (株) による
- 2) D.PECKNER, L.M.BERNSTEIN: Handbook of Stainless Steels, 1997, McGraw Hill Co

## 第5回技術講習会と相談会 腐食セミナー in 石川

当腐食センターは平成9年10月24日(金)、(財)石川県産業振興基金協会石川トライアルセンターによる石川県産業大学講座の一環としての標記セミナーを共催した。聴講者は41名で、以下の5講演と7件の公開相談がおこなわれた。コーディネーターの労をとられた南川俊治(石川トライアルセンター)・舟木克之(石川県工業試験場)・小川洋之(金工大)の諸氏に深謝申し上げます。

### プログラム

挨拶	金沢工業大学教授	小川洋之
10:00～	石川県工業試験場次長	吉田博幸
10:20	腐食センター長	岡田秀彌
講演	司会：東京大学 辻川茂男	
10:20～	腐食疲労	三菱重工業(株)広島研究所
10:50		江原隆一郎
10:50～	ステンレス鋼の応力腐食割れ	石川島播磨重工業(株)技術研究所
11:30		明石正恒
11:30～	酸性雨による屋外構造物の	前橋工科大学建築学科
12:10	腐食	松島 巖
講演	司会：鋼管計測(株) 酒井潤一	
13:00～	電子部品の表面状態と	日立電線(株)システムマテリアル研究所
13:40	はんだ接合不良	尾崎敏範
13:40～	電子部品・デバイスに	(株)日立製作所機械研究所
14:20	おけるマイグレーション	石川雄一
公開相談	司会：石川トライアルセンター 南川俊治	
	石川県工業試験場 舟木克之	
14:30～	回答者：山本一雄 腐食センター 相談員	
16:30	辻川茂男 腐食センター中立技術委員/東京大学 教授	
	酒井潤一 腐食センターパフォーマンス研究会委員長/	
	鋼管計測(株) 技監	
	岡田秀彌 腐食センター長/日本パーカライジング(株) 顧問	
	村田朋美 腐食センター運営委員/新日本製鐵(株) 顧問	

### 目次

塗装亜鉛めっき鋼板(カラー亜鉛めっき鋼板)は 塗り替えが必須	.....1
ステンレス鋼の可使用条件:	
酸・中性域	.....2
ステンレス鋼の耐アルカリ性	.....4
稼働中でのステンレス鋼	.....5
第5回技術講習会と相談会、 腐食セミナー in 石川	.....6

No.015 平成9年12月1日  
 (社) 腐食防食協会  
 腐食センター  
 〒113 東京都文京区湯島1-12-5  
 小安ビル6F  
 03-5818-6245(TEL・FAX 兼用)

ここに掲載された文章および図表の無断使用、転載を禁じます。 ©腐食防食協会