

一般配管用ステンレス鋼鋼管の配管について

2021年 9月版

資料作成:オーエヌ工業株式会社

 **オーエヌ工業株式会社**

一般配管用ステンレス配管のメリット

1. 衛生的です。

鉄の腐食による赤水、銅イオン溶出による青水などの発生がないステンレス鋼製です。

2. 軽量なので運搬や施工が楽に行えます。

耐食性が優れているため「腐食代」をとる必要がなく、また強度が高いため薄肉化が可能で、重量は炭素鋼鋼管の約1/3で運搬および施工が楽です。

3. 拡管作業がスピーディーです。

ねじ切り作業と比べると非常に短時間に加工ができます。

4. 拡管式は独自の構造です。

1) 引張・曲げ・耐震などに対して丈夫に設計しており、レイアウトの変更など継手の分解再利用が可能です。

2) 袋ナットの締め込み状態が目視で確認でき、袋ナットの締め忘れ防止付きです。

3) パイプのすっぽ抜けがなく安心です。

※パイプを凸型に拡管し、袋ナットを抜け止めとしています。

4) 拡管することでパイプの公差などが修正でき、ゴムパッキンの圧縮率などが均一な状態となります。

※パイプの公差は1%程度あり、管の大小が多少あります。

※拡管することで0.2mm以下に修正できます。また、多少の楕円の歪みも修正可能です。

5. 火気・油類を使用せず施工でき安全です。

火気を使わず改修工事なども安全に作業が出来ます。また、油を使用しないので洗浄が大幅に削減できます。

6. ステンレス鋼は環境にやさしく、長寿命で経済的です。

リサイクルに最も適した素材で、耐用年数(寿命推定)は建物の寿命に最も近い配管で長寿命です。

一般配管用ステンレス配管のデメリット(注意点)

1. 水質

ステンレス配管の耐食性は主に

温度、pH、残留塩素、塩化物イオン、Mアルカリ度、硫酸イオン等に影響されます。

特にpHが5以下(酸性の温泉水など)の場合、腐食の可能性があります。

上水から井戸水に水質を変更される場合は要注意です。

温泉・地下水は水質を調査してください。

2. 溶接

現場溶接などはバックシールガス不足で腐食の原因となるので注意してください。

3. 継手

施工は継手メーカーの施工マニュアルを遵守してください。

施工説明などを実施しています。

ゴムパッキンは温度により劣化があります。ゴムの選定は注意してください。

4. 絶縁

「各種材質・部材との接続時の絶縁について」を参考にしてください。

5. 保温材

「ステンレス配管の保温材について」を参考にしてください。

1. ステンレス鋼の定義

- 1) ステンレス鋼 (Stainless steel) は「不銹鋼」とも呼ばれ、文字通り「錆びない鋼」または「錆びにくい鋼」と呼ばれている。日本工業規格の用語によると、ステンレス鋼とは“耐食性を向上させる目的でCr(クローム)またはCrとNi(ニッケル)を含有させた合金鋼で、一般にはCr含有量が10.5%以上の鋼をステンレスという”と記述されている。
- 2) ステンレス鋼の耐食性はその不動態特性によるといわれる。不動態被膜とは「活性が強く酸素と反応して酸化物を作りやすい金属が、表面に薄く緻密で安定な酸化皮膜を形成して環境と反応しにくくなり、耐食性が強くなる現象」をいう。ステンレス鋼の表面は薄く緻密な酸化皮膜(不動態皮膜)で覆われており、傷を付けても、直ちに環境中の酸素を利用して自己補修する利点を備えている。この酸化皮膜の存在は、その厚さの測定など各種の実験で確認されており100万分の3mmくらいの薄い保護膜ができています。ステンレス鋼の不動態皮膜の欠点は、水溶液中で塩化物イオン、臭化物イオンなどのハロゲンイオンのなかでも、特に地球上で多量に存在する塩化物イオンにより局部的に破壊されやすい特性で、その結果発生するのが、孔食、隙間腐食、応力腐食割れなどの局部腐食である。従いステンレス鋼の使用方法を正しく理解・認識して対処する事が重要なポイントとなる。

2. ステンレス鋼の材質選定

1) ステンレスSUS304、SUS316の材質選定

① 土中埋設の注意点

埋設配管にはSUS316による施工を推奨します。SUS304で施工の場合は、必ず防食テープを1/2重ね1回巻きするか、ポリエチレンスリーブ等で配管を被覆してください。土壌状態が不明な場合は土壌調査を行ってください。

② 水質確認を実施する

井水を使用する場合や、次亜塩素酸ソーダ等による薬注をする場合は、過去に水質によるトラブル事例もあるので必ず水質確認を実施してください。材質の選定が不明な場合は水質調査後お問い合わせください。

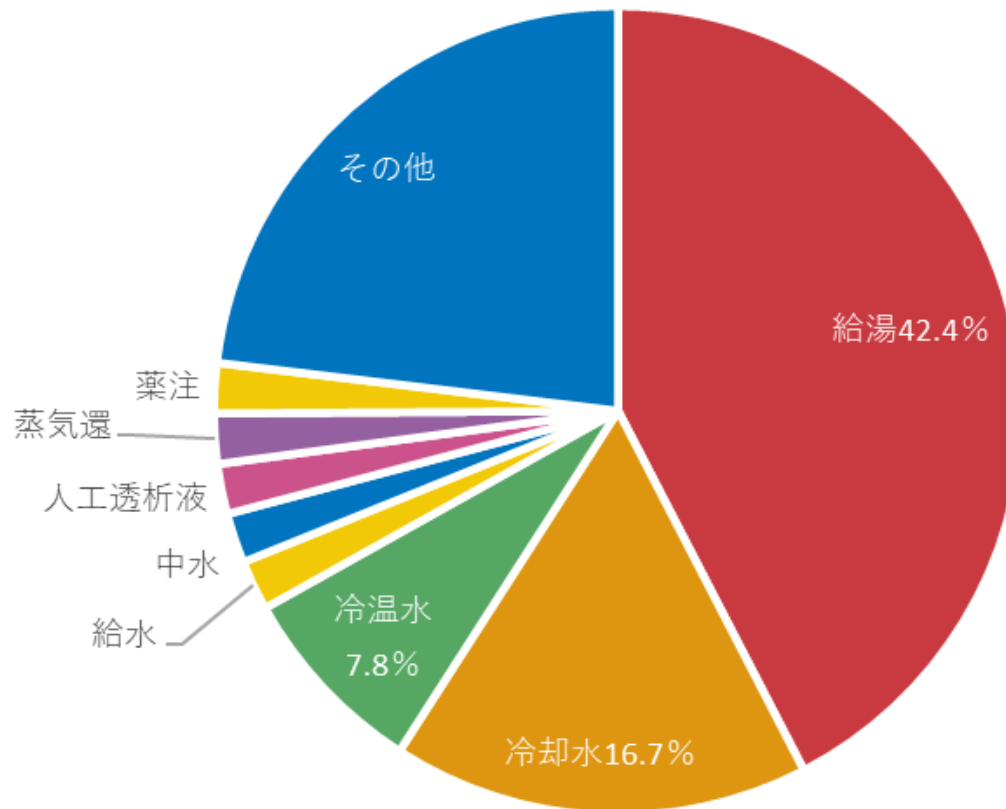
ステンレス配管の耐食性は、主に温度、pH、残留塩素、塩化物イオン、Mアルカリ度、硫酸イオン等に影響されます。
特にpHが5以下(酸性の温泉水など)の場合、腐食の可能性がります。

2) ステンレス鋳鋼品の性質・用途

材質	概略組成	性質及び用途
SCS 13 (SUS304相当品)	18Cr-8Ni	ステンレス鋼・耐熱鋼として最も広く使用。 食品設備、一般化学設備、原子力用。
SCS 14 (SUS316相当品)	18Cr-12Ni-2.5Mo	海水を始め、各種媒質に304より優れた耐食性がある。耐孔食材料。
SCS 16 (SUS316L相当品)	18Cr-12Ni-2.5Mo-低C	SCS14の極低炭素鋼、耐粒界腐食性、耐孔食性をもたせたもの。溶接後熱処理できない部品類。
SCS 19 (SUS304L相当品)	18Cr-9Ni-低C	SCS13の極低炭素鋼、耐粒界腐食性に優れる。溶接後熱処理できない部品類。
SCS 11 (SUS329J1相当品)	25Cr-4.5Ni-2Mo	二相組織を持ち、耐酸性、耐孔食性に優れ、かつ高強度を持つ。非煙脱硫装置など。
SCS 10 (SUS329J3L相当品)	22Cr-5Ni-3Mo-低C	硫化水素、炭酸ガス、塩化物などを含む環境に抵抗性がある。 油井管、ケミカル・タンカー用材、各種化学装置など。
耐熱鋼鋳鋼品	耐熱鋼	SCH13、SCH21、SCH22等の耐熱鋼。

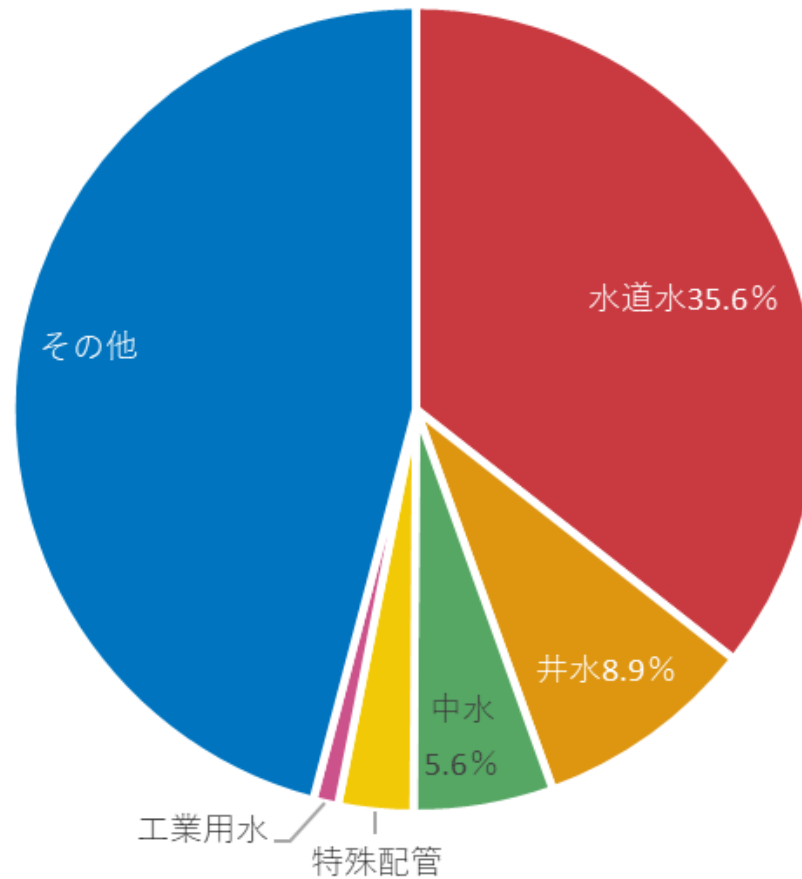
ステンレス鋼のトラブル事例

I. 系統別の分類



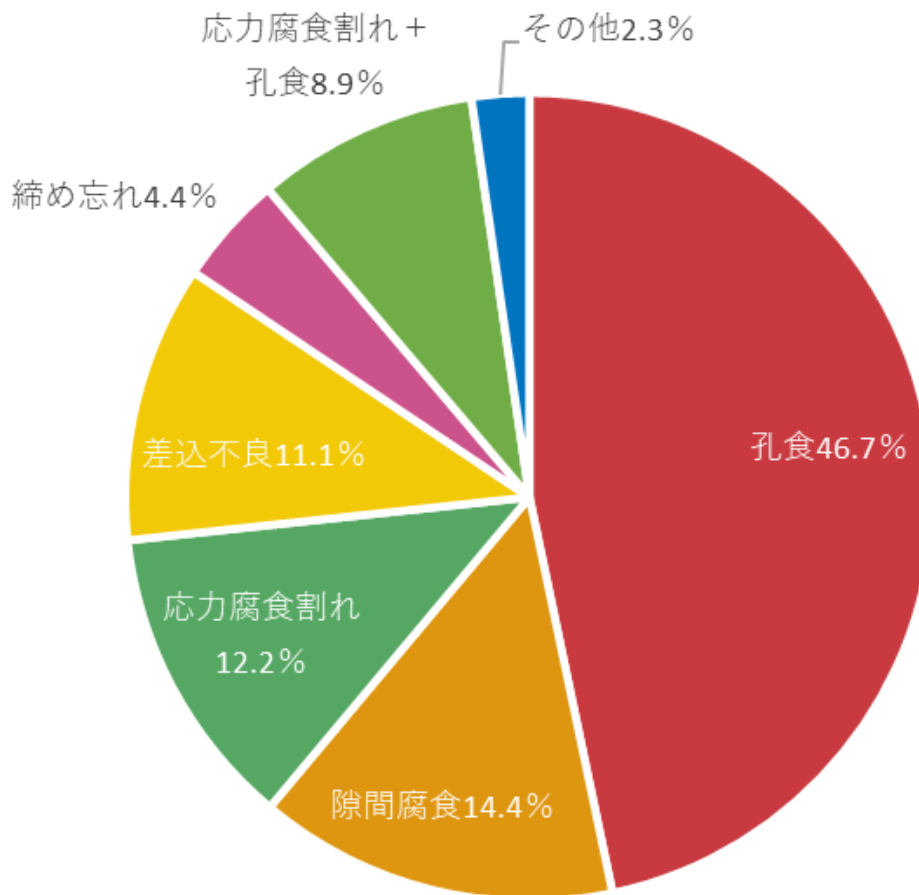
給湯が最も多く、全体の42.4%を示している

Ⅱ. 水質別の分類



不明については、調査時に水質の区分をしていなかったもので大部分は水道水である

Ⅲ.現象別の分類



3. ステンレス鋼の腐食について(一般的な腐食例の紹介)

1) 全面腐食

全面腐食は、金属材料が一般に強酸などにより全面にわたって腐食が進む場合を指している。全面腐食が発生する場合は、腐食代として余分の肉厚を見込んでおく必要がある。腐食が全面腐食か、局部腐食かにより対策が変わるので注意する。

2) 粒界腐食(局部腐食)

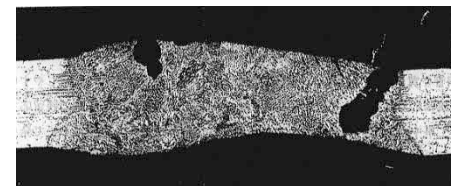
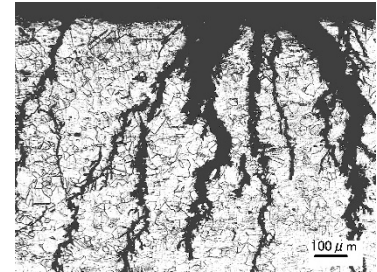
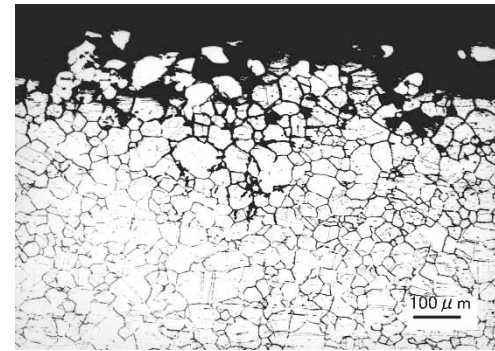
粒界にクロム炭化物(Cr_2C_6)の析出により、粒界部が腐食する。クロム炭化物は耐腐食性がそこなわれ結晶粒界に沿って腐食が進行し粒界腐食となる。

3) 応力腐食割れ(局部腐食)

SCCとも表現されるが、引張応力などにより結晶部が割れる現象である。これは不動態被膜の損傷によるが、一般的には塩化物を含む水環境で事例が多い。特にステンレス(SUS304・SUS316)は塩化物イオン濃度、残留塩素濃度によっては腐食領域となるので注意する。淡水化装置の配管など塩分の多い場合はSUS329J4L(SCS10)などの二相ステンレスを推奨いたします。

塩化物イオン(Cl^-)とは？

⇒塩化物で海水などに多く含まれている塩分のことです。



4) 孔食と隙間腐食(局部腐食)

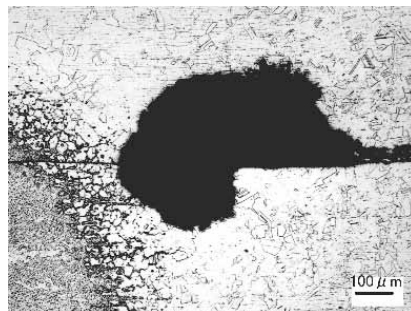
形態および機構は、特にその発生過程において多少の相違はあるものの腐食の成長過程においてはほとんど同一である。

金属の表面に孔(ピンホールと呼ばれる)ができ、その内部に腐食が進行する現象である。傷、異物など微小な(不動態皮膜の損傷による)腐食により隙間内溶液中の酸素が消費され、すきま内とすきま外の金属表面との間で酸素濃淡電池が形成され腐食が起こる。隙間が0~0.1mm以下の場合起こりやすい。金属同士の隙間腐食は起こりやすく、ゴムと金属の隙間腐食は起こりにくい。

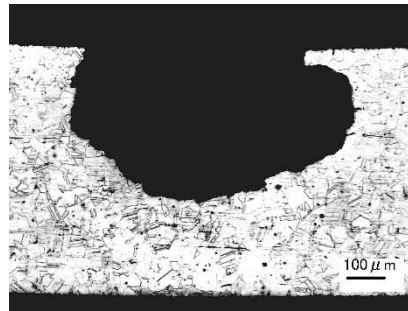
隙間腐食事例

遊離残留塩素	0.3~0.6mg/l
水素イオンpH	6.4~7.8(20°C~23°C)
塩化物イオン	22.7~36.5mg/l
硫酸イオン	-mg/l
硬度	46~51.8mg/l

スポット溶接隙間



孔食事例



4. ステンレス鋼の溶接の影響

1) 板厚が2mm以下の溶接パイプなど

溶接パイプは板を曲げ端部をTIG溶接されるが、この場合は冷却が早いいため鋭敏化の影響は受けにくく通常はJIS G 3448などのパイプは固溶化熱処理はしない。ただし、波状管など応力の発生している場合は光輝熱処理を実施する。

ステンレスの鋭敏化とは

ステンレスの鋭敏化は、金属が500°Cから900°Cの範囲で長時間保持された場合に発生し粒界にクロム炭化物(Cr₂₃C₆)が形成される。

(参照は図4. 6オーステナイトステンレス鋭敏化の組織分類C6)

2) 3mm以上のパイプ、鋳造品

溶接部はTIG溶接、アーク溶接などがされるが肉厚のため冷却が遅いため鋭敏化されやすい。この場合は固溶化熱処理が必要となる。固溶化熱処理のできない場合はローカーボンのSUS316L(SCS16)、SUS304L(SCS19)材などを使用し鋭敏化を防ぐ対策が必要となる。

L材はCが少なく(0.03%以下)溶接による熱影響部のクロム炭化物の発生は微少である。

5. オーステナイトステンレス鋼の熱処理

1) 固溶化熱処理

JIS G 5121では1030°C～1150°Cの範囲で実施される。実施時間は製品の肉厚により異なり、1インチあたり通常1時間の保持時間とし、その後急冷する。急冷は通常水、液体窒素などが使用される。

(18-8ステンレスの変態点は980°Cであり1030°C以上で固溶化し急冷する。)

①ステンレス鑄造で鑄型に溶湯(約1600°C)を鑄込んだ状態はAs Castで固溶化熱処理を実施すればC1～C3のように粒界の析出物は無くなる。

C4は析出物が中量以上で熱処理不足か熱処理をされていない状態である。

C5、C6は連続して粒界が続いており組織が鋭敏化された状態である。

②薄板、パイプなども油分が付いていれば、加炭され、耐食性が劣るので注意を要する。

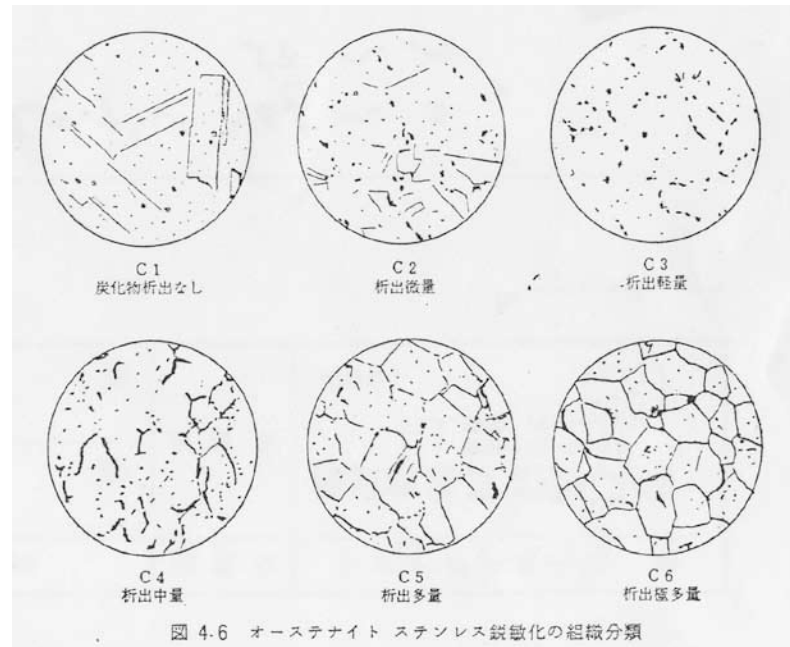
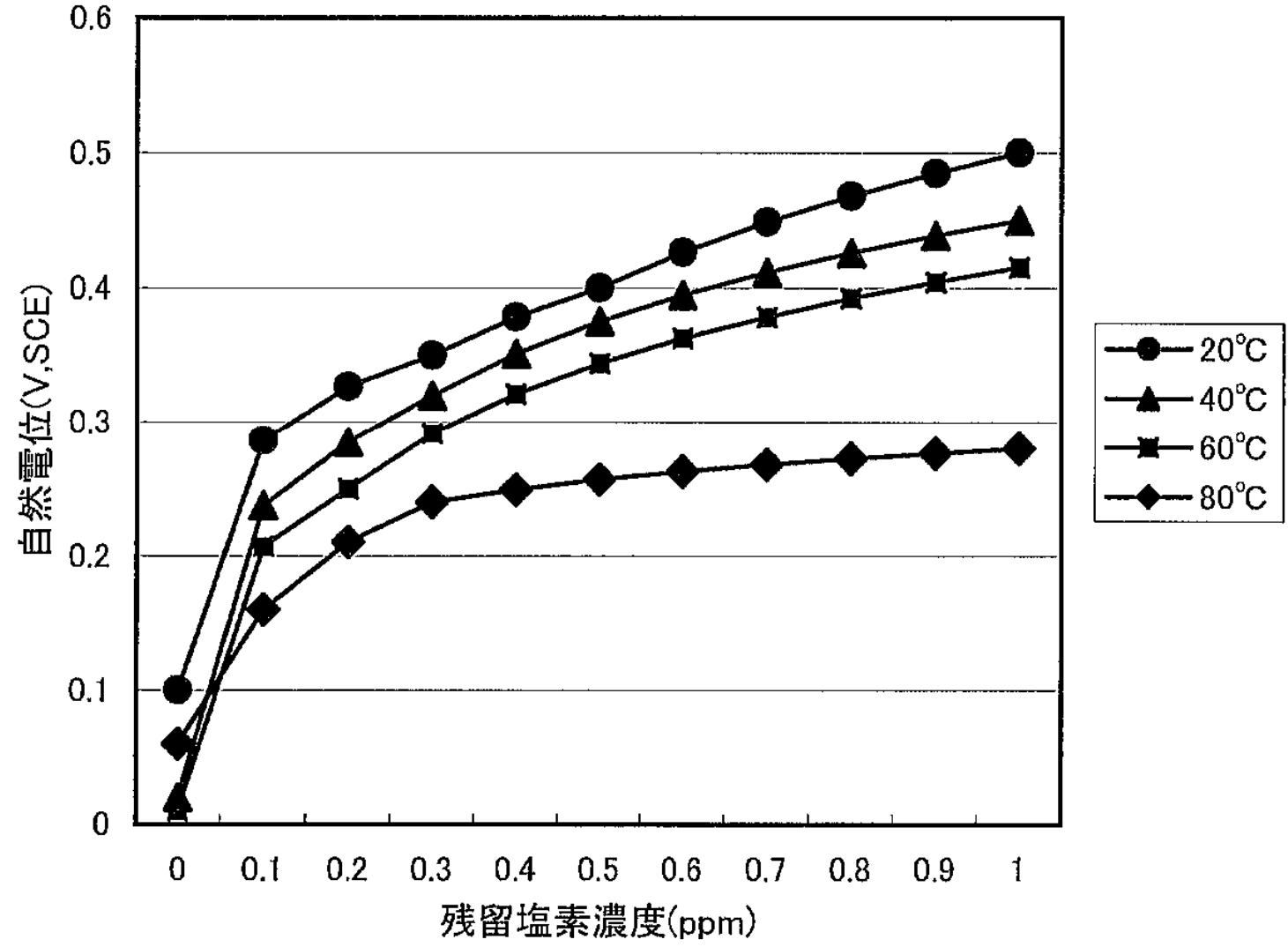


図 4.6 オーステナイト ステンレス鋭敏化の組織分類

残留塩素濃度と自然電位の関係

残留塩素濃度でステンレスの自然電位は変わる



残留塩素と自然電位の関係早見表

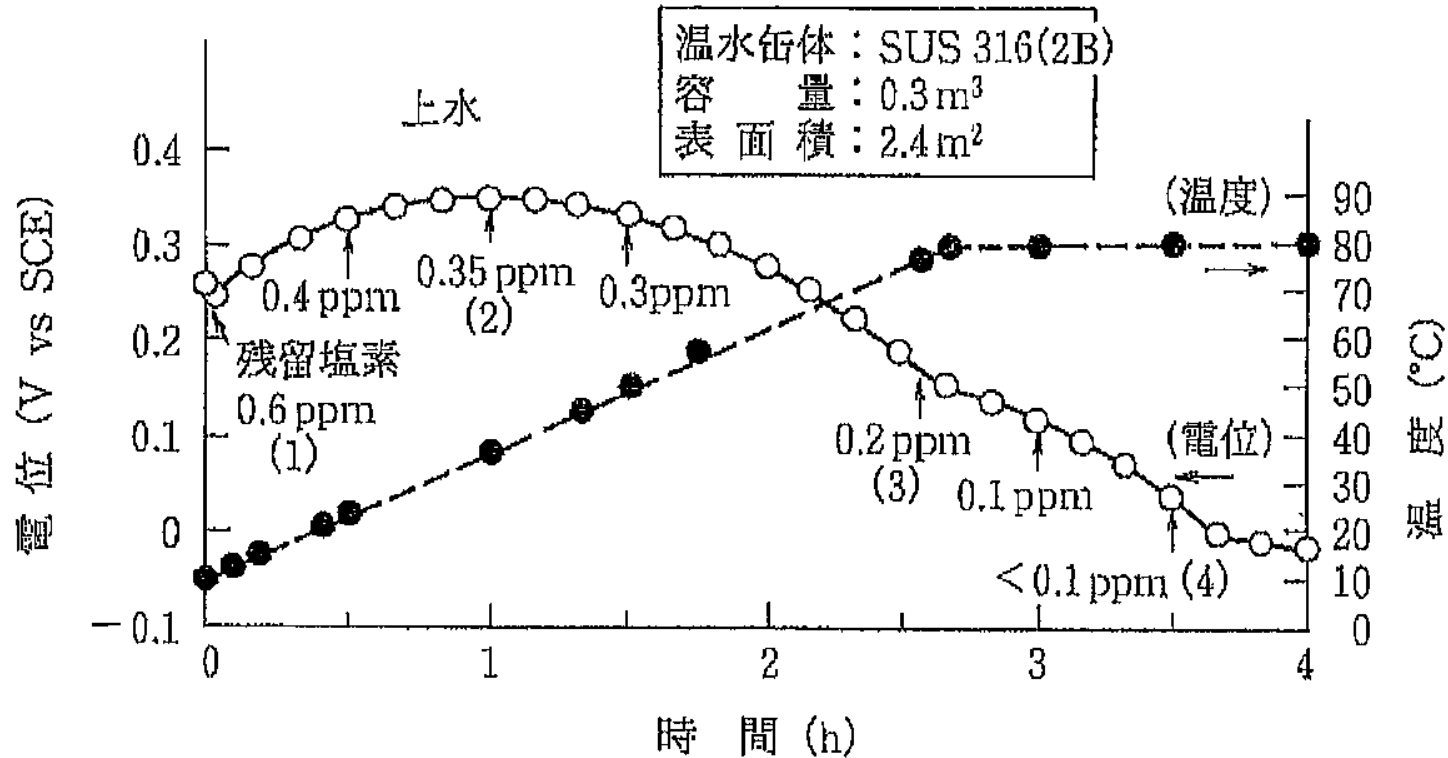
残留塩素 濃度 (ppm)	対数	自然電位 (V、SCE)			
		20°C	40°C	60°C	80°C
0.0	—	0.10	0.02	0.00	0.06
0.02	-1.699	0.193	0.129	0.103	0.16
0.05	-1.301	0.246	0.191	0.161	0.194
0.1	-1.000	0.286	0.238	0.206	0.22
0.15	-0.824	0.310	0.265	0.232	0.257
0.2	-0.699	0.327	0.285	0.25	0.283
0.25	-0.602	0.339	0.30	0.273	0.303
0.3	-0.523	0.35	0.320	0.292	0.32
0.4	-0.398	0.378	0.351	0.321	0.330
0.5	-0.301	0.40	0.375	0.344	0.337
0.6	-0.222	0.426	0.395	0.363	0.343
0.7	-0.155	0.449	0.411	0.378	0.348
0.8	-0.097	0.468	0.426	0.392	0.353
0.9	-0.046	0.485	0.439	0.404	0.356
1.0	0.000	0.50	0.45	0.415	0.36

残留塩素(ClO^-)とは

塩素ガスを水に溶かすと、水と反応し次亜塩素酸と塩酸が発生する。更に次亜塩素酸の一部は次亜塩素酸イオンと水素イオンとに解離する。次亜塩素酸と次亜塩素酸イオンは遊離残留塩素と呼ばれる。

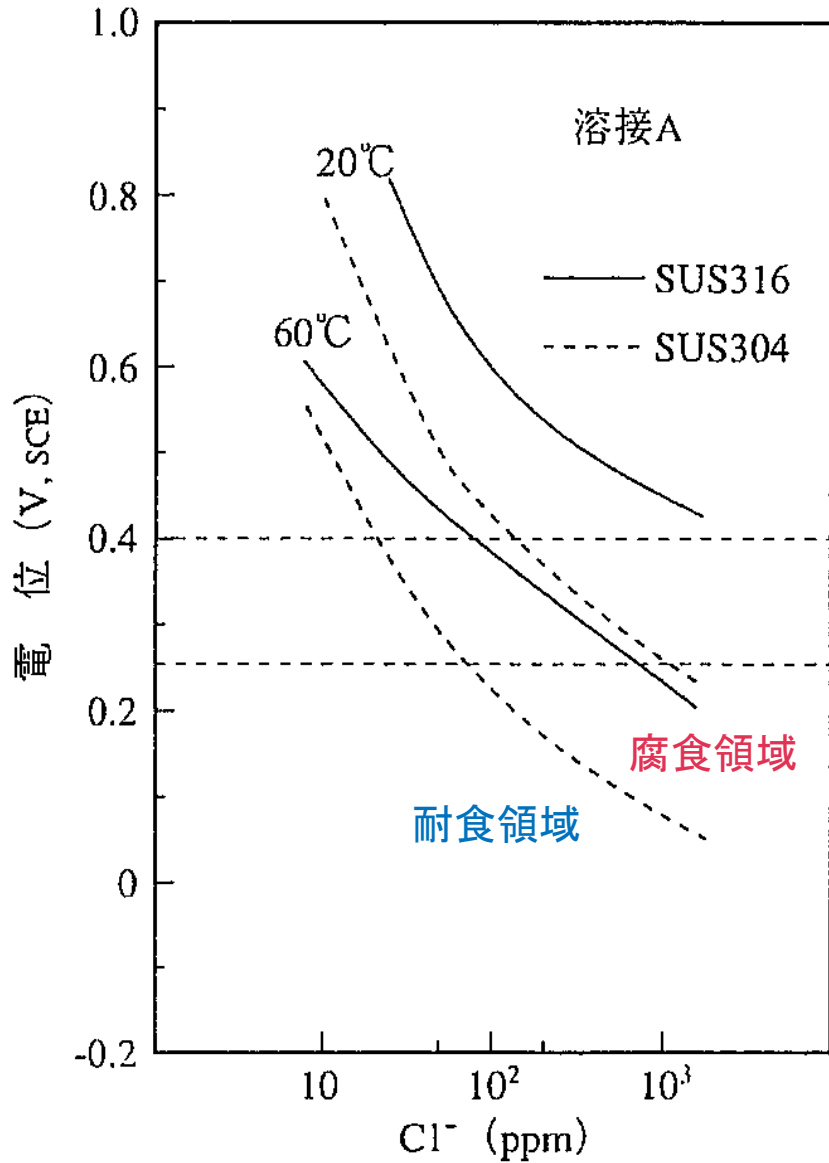
その強い酸化力で微生物やウイルスなど病原生物の細胞膜や細胞壁を破壊し、殺菌または消毒の効果がある。水道法第22条では遊離残留塩素を0.1mg/l以上保持するよう規定されている。

電気温水器の環境で昇温時の残留塩素量を測定したデータ

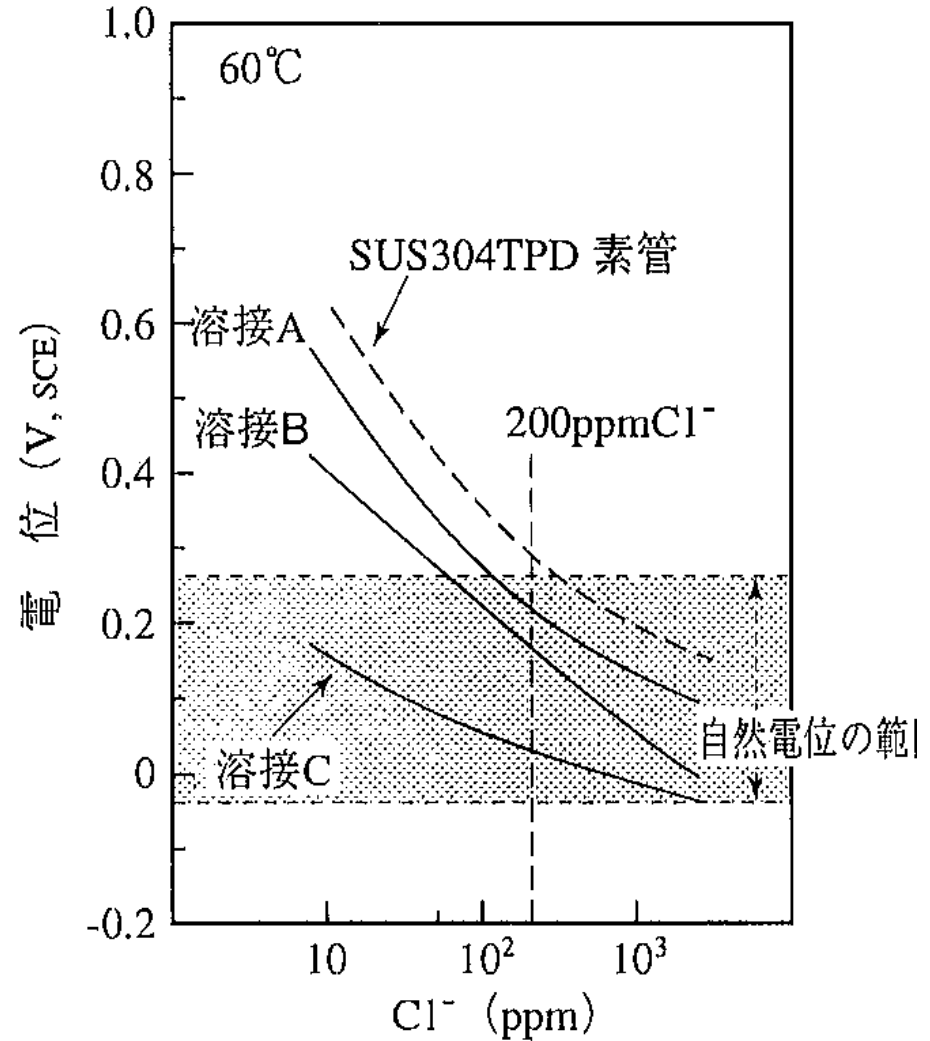


昇温開始時に残留塩素濃度が0.6ppmであったものが、昇温過程に減少し、温度50°Cでは0.3ppmと50%の低下、温度80°Cの時点では約0.2ppmと67%低下し、80°Cで約20分保持されると0.1ppmと昇温開始時の濃度と比較すると83%低下している。

自然電位と塩化物イオンの関係



自然電位で塩化物イオン濃度
による腐食発生領域を推測する



オーエヌ工業基準

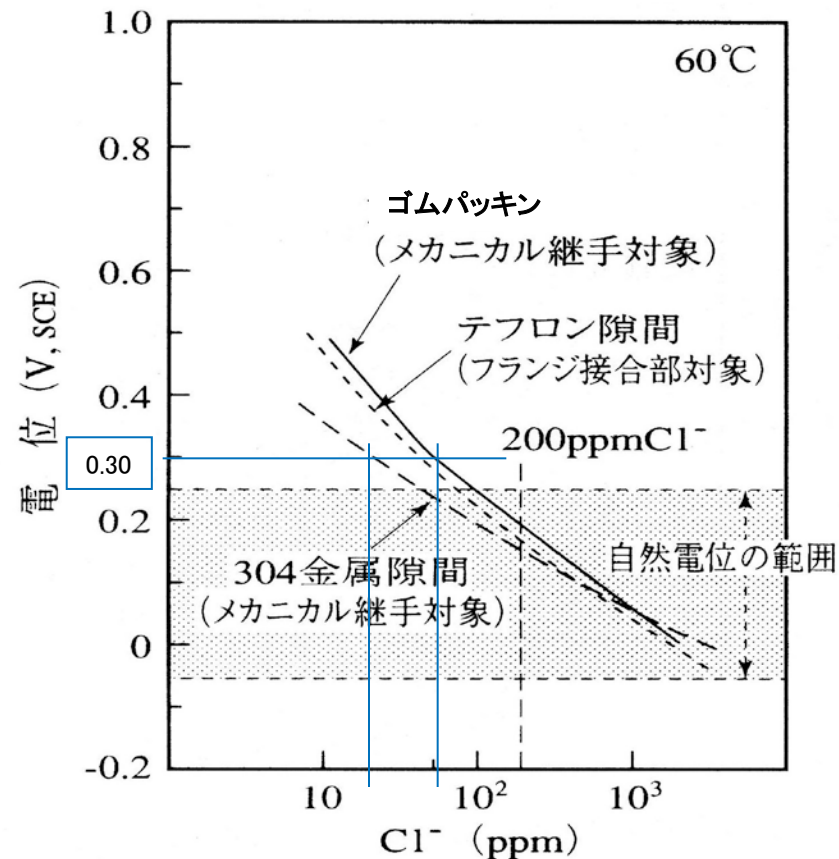
孔食と隙間腐食発生

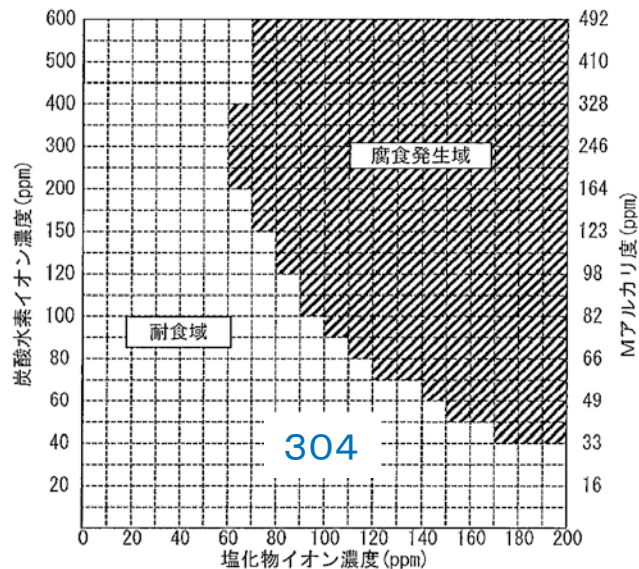
プレスは下記目安以下で使用してください。

プレス式は給湯で塩化物イオンが高いと隙間腐食が発生しやすいので水質に注意する。

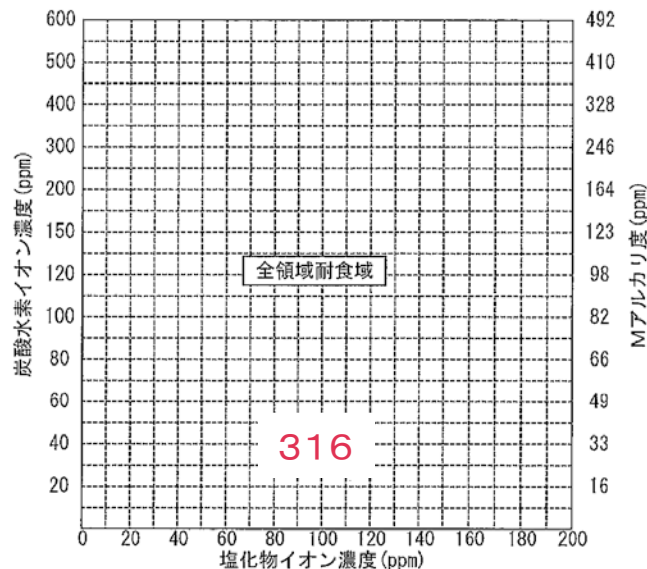
目安は給湯:60°C、残留塩素:0.5ppm、塩化物イオン:30ppm以下で使用してください。

電位0.3V、SCEは給湯60°Cの自然電位です。



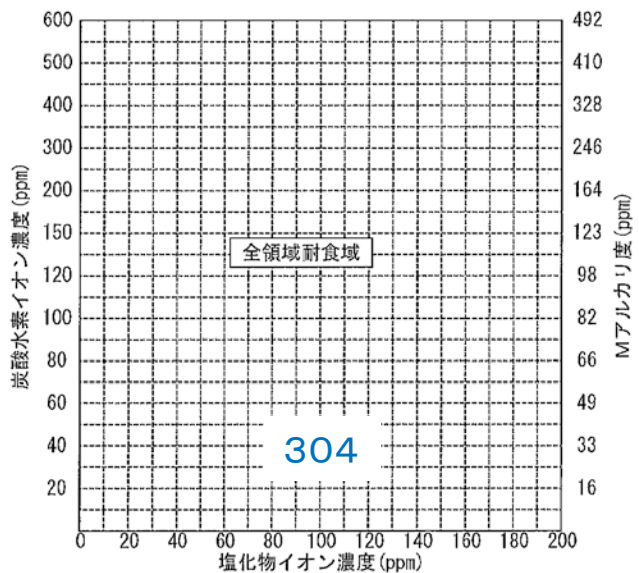


(A-1) SUS304溶接部 給水配管用

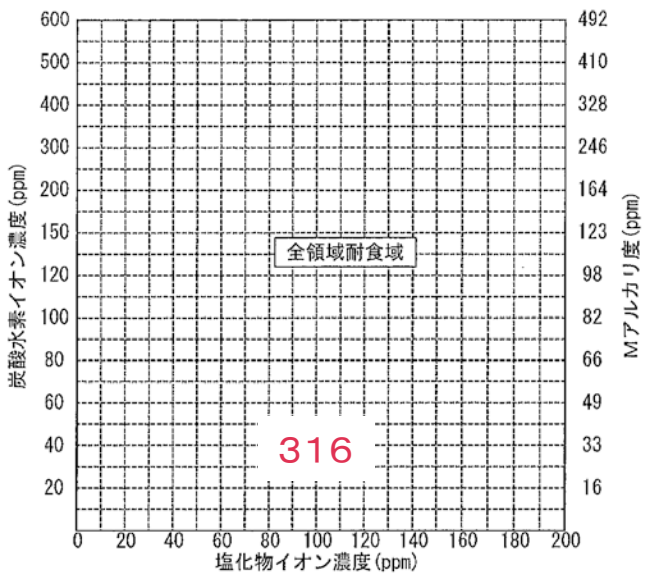


(A-2) SUS316溶接部 給水配管用

給水配管
304・316

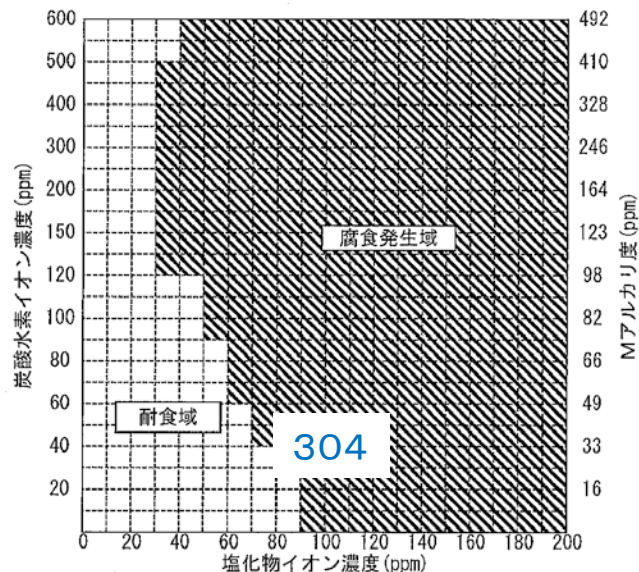


(B-1) SUS304溶接部 空調配管用

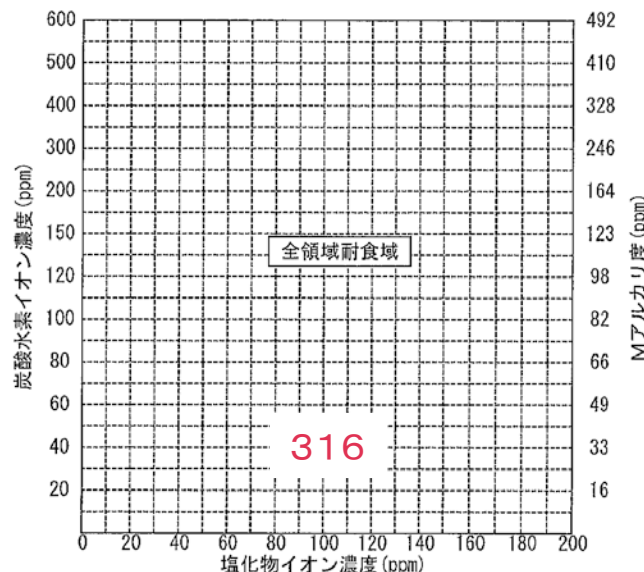


(B-2) SUS316溶接部 空調配管用

空調配管
304・316



(C-1) SUS304溶接部 給湯配管用



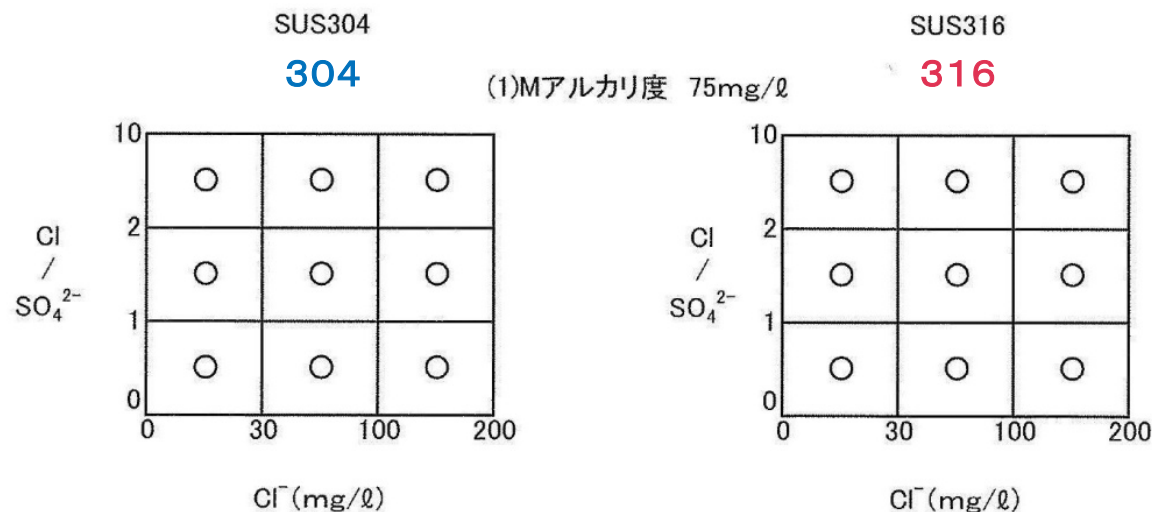
(C-2) SUS316 給湯配管用

給湯配管
304・316

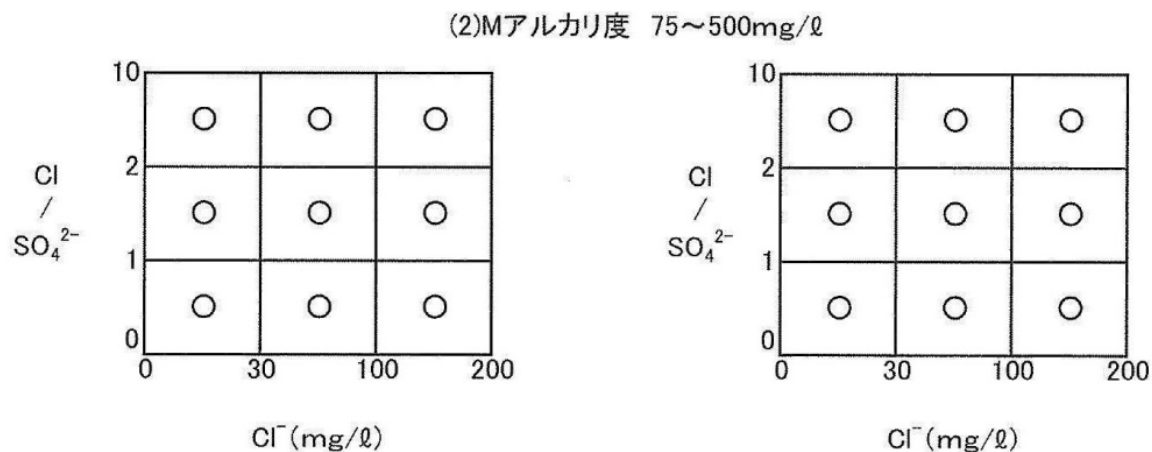
各用途における配管内残留塩素および自然電位の推定

設定条件	給水用途(20℃)	給湯用途(60℃)	空調用途(60℃)
B 補給水の残留塩素濃度(ppm)	1.0	1.0	1.0
C 循環水の残留塩素残存率	85%	10%	2%
D 配管系内水量に対する補給水の比率	60%	60%	5%
E 補給水の残留塩素残存率	95%	60%	60%
A 配管内の残留塩素計算値(ppm)	0.91	0.40	0.05
残留塩素減少率	9%	60%	95%
自然電位の短時間応答率	70%	90%	90%
配管自然電位計算値(V,SCE)	0.340	0.289	0.145

給水・給湯・空調用途の推定をして腐食発生限界水質区分図を作成しました

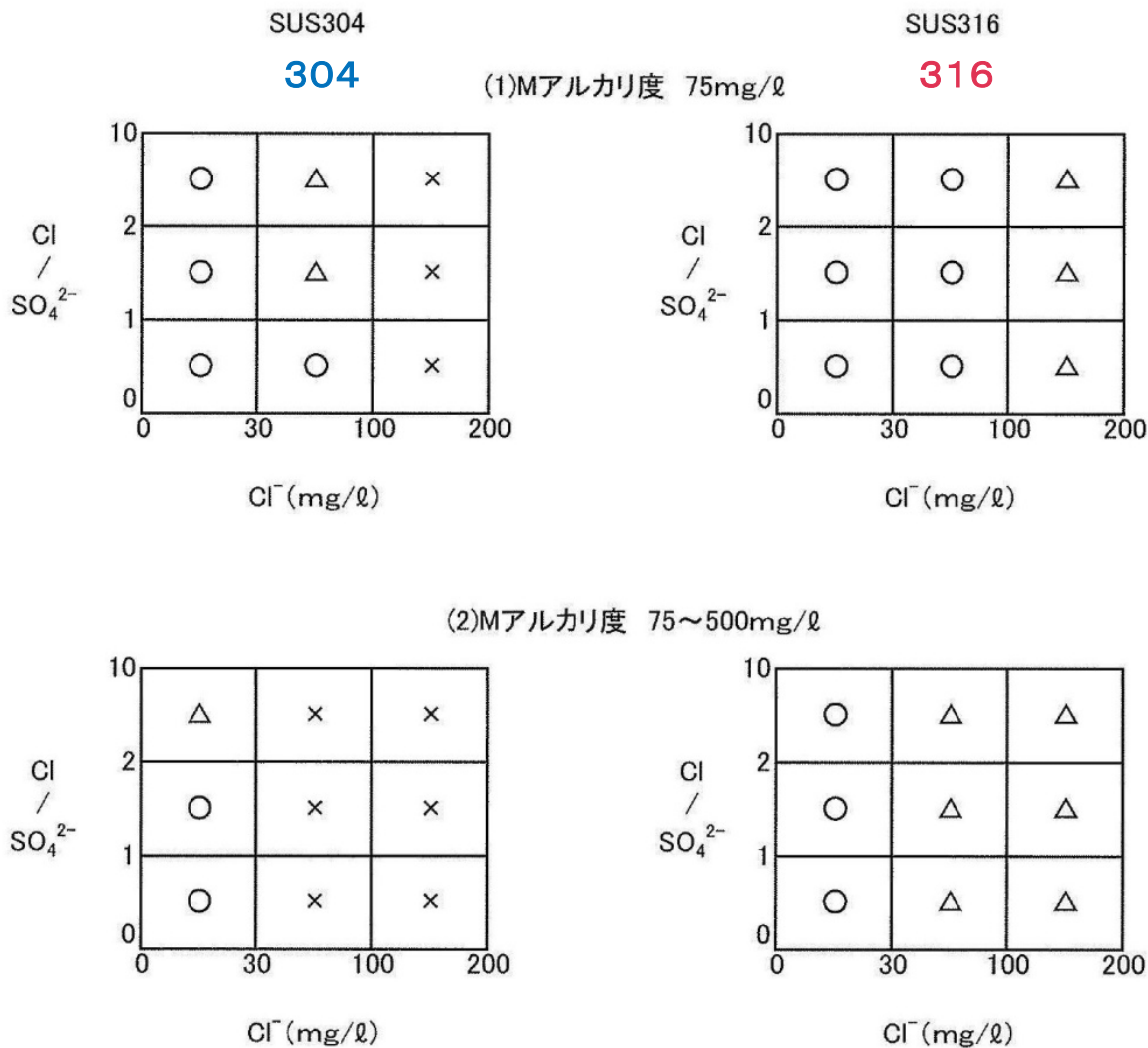


給水配管
Mアルカリ度
75mg/L以下
304・316



給水配管
Mアルカリ度
75~500mg/L
304・316

図 2.9-2 メカニカル継手部の水質基準（給水用）
○：腐食の可能性小 ×：腐食の可能性大 △：○または×
注 ステンレス協会作成



給湯配管
Mアルカリ度
75mg/L以下
304・316

給湯配管
Mアルカリ度
75~500mg/L
304・316

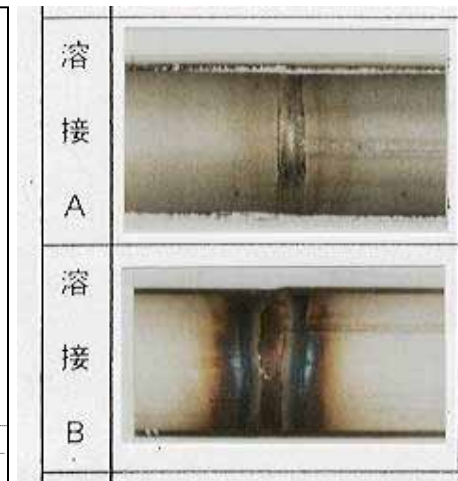
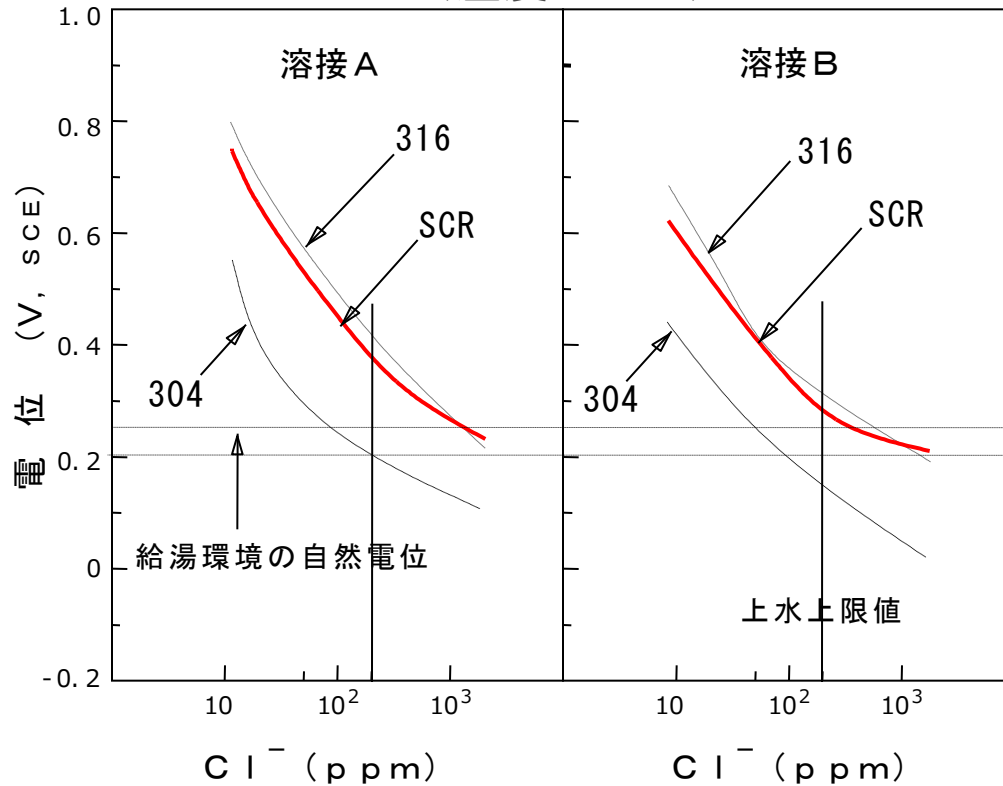
図 2.9-3 メカニカル継手部の水質基準 (給湯・空調用)

○：腐食の可能性小 ×：腐食の可能性大 △：○または×

注 ステンレス協会作成

自然電位と塩化物イオンの関係

(温度:60°C)



酸化スケール無

酸化スケール有

給湯環境における円周溶接部の孔食発生電位

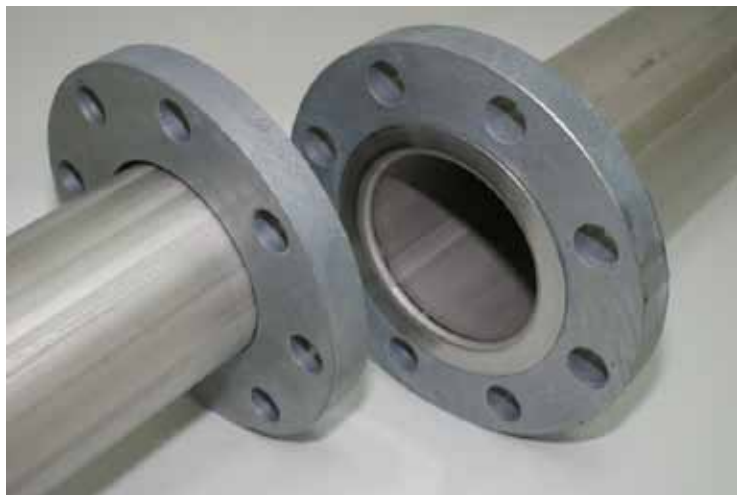
溶接Bは現場溶接などでバックシールガス不足の状態では腐食の原因となる。

残留塩素が高くなると自然電位が高くなり、それに伴って腐食発生領域は拡大し腐食しやすくなります。

また溶接Aは溶接Bに比べ、腐食発生電位が高く腐食しにくいです。

ステンレス配管のプレハブ加工の事例

ステンレス協会資料より



管端つば出し加工



転造リング加工



バーリング加工



グループ加工