

高耐食ステンレス鋼



Sandvik 254 SMO

S-1884-ENG April 1999 • Cancels all previous editions

Sandvik 254 SMO™ は、海水や塩化物溶液中での使用を目的に開発された極低炭素オーステナイト系ステンレス鋼です。

下記の特長を持っています。

- 孔食，すきま腐食に対する耐食性。
- 全面腐食に対する耐食性。
- 応力腐食割れに対する耐食性。
- 一般のオーステナイト系鋼種より高強度
- 優れた溶接性。

化学成分（公称値），%

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Cu
max.	max.	max.	max.	max.					
0.020	0.80	1.00	0.030	0.010	20	18	6.1	0.20	0.7

規格 鋼種

- UNS S31254
- EN 1.4547^{a)}
- W.-Nr. 1.4529^{b)}
- DIN X 2 CrNiMoCuN 20 18 6
- AFNOR Z1 CNDU 20.18.06AZ
- SS 2378

仕様

シームレスチューブ，パイプ: ASTM A269, A312, NFA 49-217

溶接チューブ，パイプ: ASTM A249, A269, A312, A358; A409

継手: ASTM A182

棒鋼: ASTM A276, A479, EN 10088-3^{a)}

鍛造品: ASTM A473

承認

チューブ，パイプ，継手およびフランジ

ASME Boiler and Pressure Vessel Code section VIII, div. 1.

NACE MR 0175(sulphide stress cracking resistant material for oil field equipment)

^{a)} According to EN 10088, valid for sheet/plate, strip, semifinished products, bars, rods and sections for general purposes (not for pressure purposes).

^{b)} Nearest equivalent grade

^{c)} $R_{p0.2}$ and $R_{p1.0}$ correspond to 0.2% and 1.0% offset yield strength respectively.

^{d)} Based on $L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$, where L_0 is the original gauge length and S_0 the original cross-section area.

取扱い製品

シームレスチューブ，パイプ

標準取扱い品の最大外径：230mm

納入状態：溶体化焼なまし後，酸洗または光輝仕上げ。

その他の製品

- 溶接チューブ，パイプ
- 継手，フランジ
- 棒鋼
- 鍛造品
- 鋳造品

機械的性質

焼なまし状態での値を以下に示します。

常温 20°C (68°F)

Metric units

耐力 $R_{p0.2}^{c)}$ MPa min.	$R_{p1.0}^{c)}$ MPa min.	引張強さ R_m MPa	伸び $A^{d)}$ %		硬さ Vickers approx.
			min.	min.	
300	340	650-850	35	35	180

Imperial units

耐力 $R_{p0.2}^{c)}$ ksi min.	$R_{p1.0}^{c)}$ ksi min.	引張強さ R_m ksi	伸び $A^{d)}$ %		硬さ Vickers approx.
			min.	min.	
43.5	49.3	94.2-123.3	35	35	180

1 MPa = 1 N/mm²

耐衝撃性

オーステナイト系ステンレスであることから、常温、低温のいずれにおいても優れた耐衝撃性を示します。

高温での機械的性質

600 -1000 の間では、金属間化合物析出の危険性がありますので、この温度範囲での長期にわたるご使用は避けて下さい。

温度 °C	耐力 Rp0.2 MPa min.	耐力 Rp1.0 MPa min.	温度 °F	耐力 Rp0.2 ksi min.	耐力 Rp1.0 ksi min.
100	230	270	200	34.2	40.0
200	190	225	400	27.4	32.5
300	170	200	600	24.4	28.8
400	160	190	700	23.6	28.0

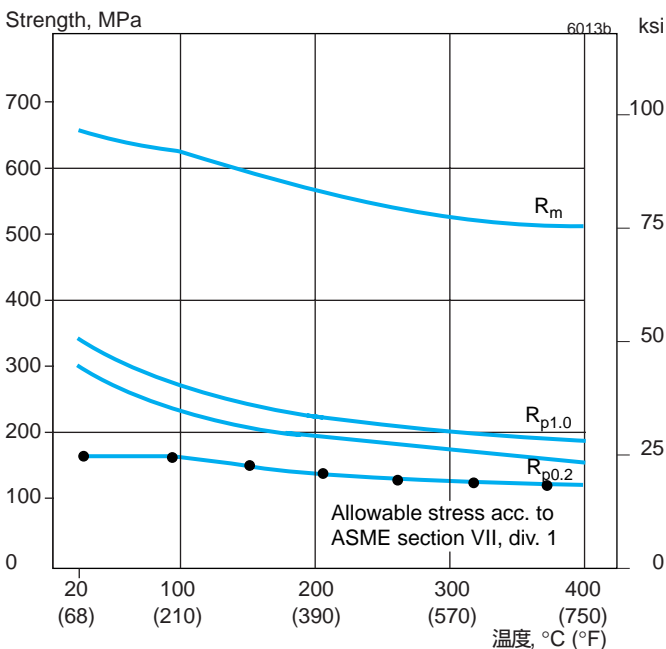


図1.ASME Boiler and Pressure Vessel Code section VIII, div. 1. による、許容応力（最小値）と温度の関係

物理的性質

比重, 8.0 g/cm³, 0.29 lb/in³

熱伝導率

温度 °C	W/m °C	温度 °F	Btu/ft h °F
20	10	68	6
100	12	200	7
200	14	400	8
300	16	600	9.5
400	18	800	10.5
500	20	1000	11.5
600	21	1200	12.5
700	23	1300	13

比熱

温度 °C	J/(kg °C)	温度 °F	Btu/(lb °F)
20	485	68	0.12
100	510	200	0.12
200	535	400	0.13
300	565	600	0.14
400	585	800	0.14
500	600	1000	0.14
600	615	1200	0.15
700	625	1400	0.15

熱膨張係数（各温度間の平均値）, x10⁻⁶

温度 °C	Per °C	温度 °F	Per °F
30-100	16	86-200	9
30-200	16	86-400	9
30-300	16.5	86-600	9
30-400	16.5	86-800	9.5
30-500	17	86-1000	9.5
30-600	17	86-1200	9.5
30-700	17.5	86-1300	10

縦弾性係数, (x10³)

温度 °C	MPa	温度 °F	ksi
20	195	68	28.3
100	190	200	27.6
200	182	400	27.5
300	174	600	25.1
400	166	800	23.8
500	158	1000	22.5

耐食性

はじめに

塩素イオンや臭素イオンなどのハロゲンを含む溶液中では、一般のステンレス鋼は、孔食、すきま腐食、および応力腐食割れなどの局部腐食が発生します。酸の中にハロゲン化合物が存在する場合も腐食を促進させます。

硫酸に対しては、254SMOは316タイプのステンレスよりはるかに耐食性が優れており、また、塩素イオンを含む硫酸に対しても、904Lタイプ(20Cr/25Ni/4.5Mo)のステンレスよりも耐食性が優れてます(図2)。

応力腐食割れ

304および316タイプのステンレス鋼は、塩素イオンを含む水溶液中、60 以上で、応力腐食割れが発生しやすくなる傾向にあります。オーステナイト系ステンレス鋼では、ニッケルとモリブデン含有率を増加することで、耐応力腐食割れ性が向上します。下表は応力腐食割れ加速試験結果です。254SMOは優れた耐応力腐食割れ性を示しています。

沸騰25% NaCl 溶液中での応力腐食割れ試験結果。
pH = 1.5. U-字型試験片使用。

鋼種	破断までの時間	腐食の種類
AISI 316	<150 時間	孔食
904L	破断なし(1000時間)	すきま腐食
254 SMO	破断なし(1000時間)	腐食なし

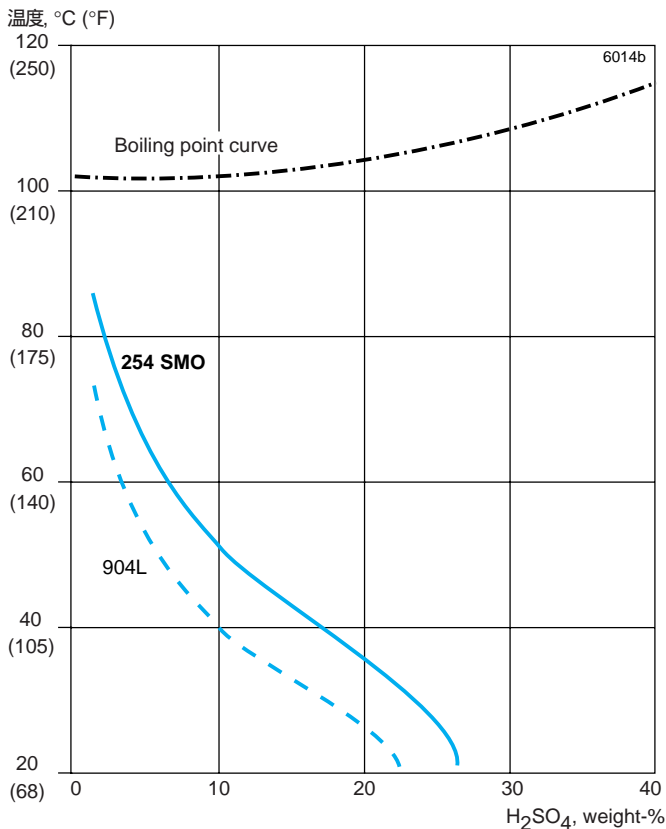


図2 塩素イオン2000ppmを含む硫酸に対する0.1 mm/年 等腐食線図

応力腐食割れ試験結果 (滴下試験)
 応力: $0.9 \times R_{p0.2}$

鋼種	破断までの時間,h
AISI 316	105
904L	225
254 SMO	425

300 に電気加熱した引張試験片上に0.1 M NaCl溶液を滴下

粒界腐食

Sandvik254SMOは極低炭素であるため、溶接などで加熱された場合の炭化物析出のリスクはわずかです。たとえ600-1000 間で一時間、鋭敏化させた状態であっても、ASTM A262,practice E (ストラウステスト) をパスします。

しかし、合金元素含有率が高いため、600-1000 間に加熱された場合、粒界に金属間化合物が析出する可能性があります。これらは粒界腐食を引き起こす恐れはありませんので、溶接による粒界腐食発生リスクはありません。

孔食

254SMOの特徴である、高Cr%、高Mo%によって、耐孔食性、耐すきま腐食性を高めています。また、窒素の添加も耐孔食性向上に貢献しています。3%NaCl溶液中での孔食発生温度測定実験結果を図3に示します。

316Lおよび904Lタイプ(20Cr/25Ni/4.5Mo)と比較して、254SMOの孔食発生温度は高く、より腐食性の厳しい環境での使用が可能です。

すきま腐食

一般のステンレス鋼の弱点として、耐すきま腐食性の低さが挙げられます。例えば、海水中では、配管ガスケットとの間にできるすきまや、堆積物との間のすきまにおいて、腐食発生の危険性が非常に高くなります。254SMOは、60 の自然海水中でもすきま腐食の発生は見られませんでした。図4にすきま腐食発生温度測定試験(ASTM G-48)結果を示します。

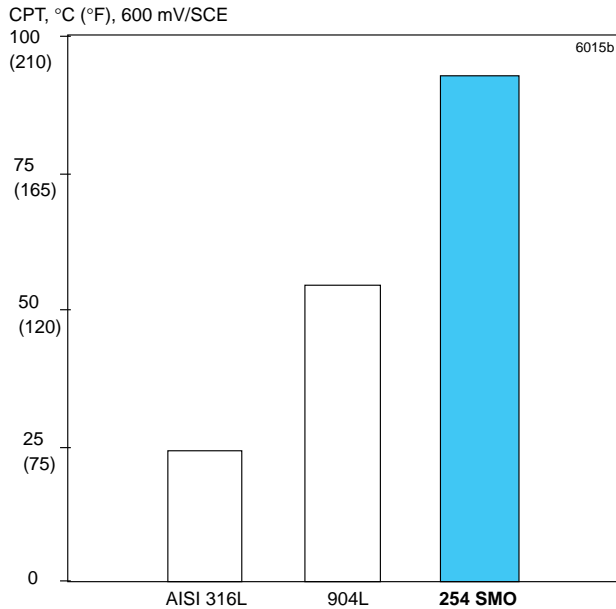


図3 孔食発生温度(Critical pitting temperature,CPT) 3%NaCl, 腐食電位600mV/SCE.

温度, °C (°F)

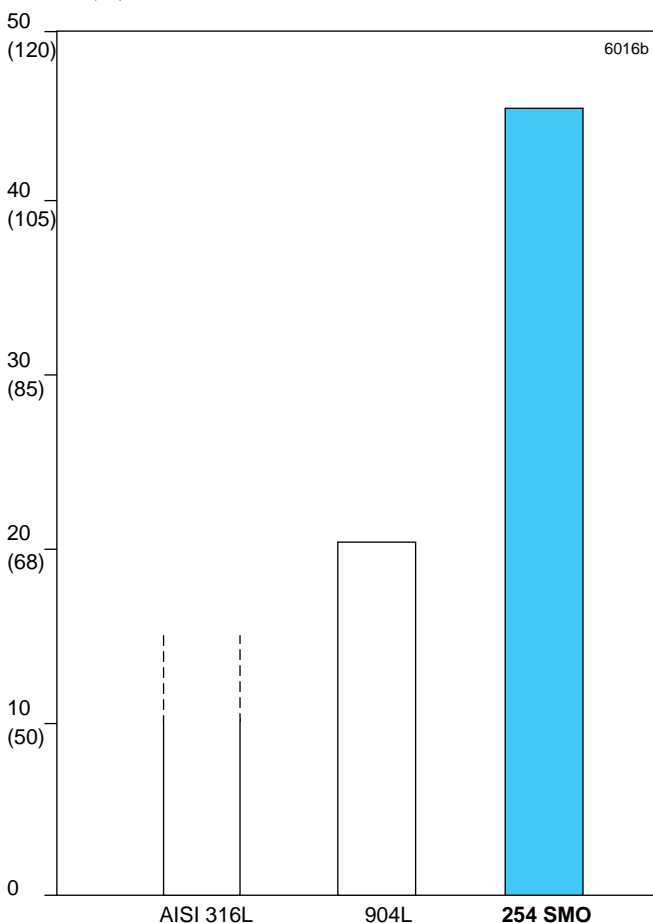


図4 FeCl3溶液中でのすきま腐食発生温度(ASTM G-48)

熱処理

チューブ、パイプは熱処理された状態で出荷されます。加工後など、お客様による熱処理をなされる場合は下記条件を推奨します。

固溶化熱処理推奨条件

1150 ~ 1200 加熱後、水冷。
薄肉管はmin.1130 加熱後、水冷または空冷

溶接

254SMOの溶接性は良好です。予熱は必要ありません。また適正な条件で溶接された場合であれば後熱処理も必要ありません。被覆アーク溶接、TIG溶接、MIG溶接いずれも適用可能です。254SMOは厳しい腐食環境で使用されます。溶接金属および熱影響部の耐食性を良好に保つためにも溶接時は細心の注意が必要です。溶接時、入熱は1.5kJ/mmを超えないようにして下さい。また、多層溶接の場合の層間温度は100 を超えないようにご注意ください。運棒法はストリングピードとして下さい。一般のオーステナイト系鋼種の溶接時には溶接金属の高温割れの危険性がありますが、254SMOは不純物含有率を極端に抑えてありますので、割れの危険性は低くなっています。銅合金製の裏当てやこの種の器具のご使用は控えてください。接触部分において、254SMOの結晶粒界への銅原子の浸入による割れ発生の原因となります。オーステナイト系鋼種全般の共通点として、254SMOも低熱伝導率および高熱膨張係数を示します。したがって、溶接時のひずみを最小に抑えるためにも溶接条件にお気を付け下さい。このような場合でも、残留応力が心配される場合は固溶化熱処理されることを推奨します。フィラーなしの溶接はこれらの組織の変化を生じさせ、耐食性を低下させますので、この場合は溶接部の耐食性を保つために、必ず固溶化熱処理をおこなってください。ワイヤおよび電極はSandvik Sanicro 60を推奨します。このフィラーメタルは母材よりも合金元素含有率を高くしてあり、溶接部の良好な耐食性を保つように調整してあります。Sandvik Sanicro 60は254SMO同士の溶接だけでなく、254SMOとニッケル合金、その他のステンレス鋼および炭素鋼との溶接にもご使用いただけます。

加工

銅、銅合金および類似の金属との接触は避けてください。熱処理や熱間加工時、金属間化合物による割れ発生の原因となります。

曲げ

254SMOの曲げ加工性は良好です。冷間加工後の焼なましは通常、必要ありません。

機械加工

254SMOは高合金ステンレス鋼であることから、通常のオーステナイト系鋼種よりも高強度の切削工具が必要と304(L)、316(L)の快削鋼種より切削速度は落としてください。

用途例

下記のような用途に使用されています。

- 海水を取り扱う機器。熱交換器、冷却水パイプ、タンク、消防設備など
- 水圧配管、油圧配管など
- 製紙・パルプ用漂白設備
- 発電所向け排煙脱硫設備内配管
- ケミカルタンカー、パイプライン（ハロゲン化合物を含む環境）

その他

ご不明な点はお近くのサンドビック(株)営業所まで御問い合わせください。

これらの資料はガイドラインとしてのみご参照ください。実際の適合性は材料のご使用環境によって左右されます。本資料記載の内容は予告なく変更されることがありますのであらかじめご了承ください。

Sandvik(サンドビック)はSandvik ABの登録商標です。

