

Technology Development Solution

NSSC 270

高強度・対孔食性オーステナイトステンレス鋼 スーパーステンレス NSSC 270

stainless.nipponsteel.com

スーパーステンレス NSSC 270

本社：Head Office

〒100-0005 東京都千代田区丸の内1-8-2
鉄鋼ビルディング
Tel. 03 (6841) 4800(代表)
Fax.03 (6841) 6380

支店・営業所：Branches

大阪支店

〒541-0041
大阪府大阪市中央区北浜4-5-33 住友ビル8F
Tel. 06 (4706) 1180

名古屋支店

〒450-0003
愛知県名古屋市中村区名駅南2-13-18 NSビル5F
Tel. 052 (581) 2012

新潟支店

〒950-0087
新潟県新潟市中央区東大通1-3-10 大樹生命新潟ビル8F
Tel. 025 (246) 3113

中国支店

〒730-0017
広島県広島市中区鉄砲町10-12 広島鉄砲町ビル14F
Tel. 082 (511) 5115

九州支店

〒812-0025
福岡県福岡市博多区店屋町5-18 博多NSビル4F
Tel. 092 (273) 7090

北陸営業所

〒930-0004
富山県富山市桜橋通り2-25 富山第一生命ビル
Tel. 076 (433) 8011

海外事務所：Overseas Offices

バンコク事務所

(NS-Thainox Auto Company Limited.)

1 MD Tower, 20th Floor, Soi Bangna-Trad 25, Bangna-Trad Road,
KM.3, Bangna Nuea, Bangna, Bangkok 10260 Thailand
Tel. +66-2-744-0720

上海事務所

(NIPPON STEEL Stainless Steel (Shanghai) Company Limited.)

Room No.904, UNITED PLAZA, 1468 Nanjing Road West,
Shanghai 200040, China
Tel. +86-21-62892928

広州事務所

(NIPPON STEEL Stainless Steel (Shanghai) Company Limited Guangzhou Branch)

Room No.1404, South Tower, GT Land Plaza 2, No.8 Zhujiang Xi Road,
Guangzhou 510623, China
Tel. +86-20-38739850

製造所：Works

鹿島製造所

〒314-0014 茨城県鹿嶋市光2-1
Tel. 0299 (84) 3702

衣浦製造所

〒447-8610 愛知県碧南市浜町1
Tel. 0566 (48) 7211

光製造所

〒743-8550 山口県光市大字島田3434番地
Tel. 0833 (71) 5004

周南製鋼所

〒746-8666 山口県周南市野村南町4976番地
Tel. 0834 (63) 0112

八幡製造所

〒805-0058 福岡県北九州市八幡東区大字前田字波戸2108-1
Tel. 093 (672) 2356

お問い合わせ

- 本社 商品開発部 -

03-6841-5290

※または最寄りの各支店までお寄せください。

高強度・耐孔食性オーステナイトステンレス鋼
 スーパーステンレス
NSSC 270
 STAINLESS STEELS

はじめに

NSSC 270は、海水など高塩化物イオン濃度における優れた耐食性を特徴とするステンレス鋼です。オーステナイト系ステンレス鋼の弱点とされてきた塩化物イオンを起因とする局部腐食に対し、Mo, Ni, Cuの添加により飛躍的に耐食性を高めたものです。その用途は、海水にさらされる各種装置として、例えば海水淡水化プラントや海水熱交換器に使用されるほか、肥料、製紙、食品などのプラント機器や海浜地区の屋根材等様々な需要分野において適用を広げております。

NSSC 270は、YUS 270より規格名称を変更いたしました。

適合規格

JIS及び各国際規格に相当する鋼種です

規格	鋼種名称
JIS	SUS 312L
ASTM	S31254
EN	1.4547

目次

NSSC 270の特長	1
用途例	2
1 化学成分と物理的性質	4
2 機械的性質	4
3 一般耐食性	5
4 実環境における耐食性	9
5 加工性	12
6 溶接性	13
7 製造可能サイズ	16

NSSC 270

特長

1 塩化物環境における優れた耐食性

海水環境や高塩化物を含んだ食品製造工程などにおいて、局部腐食を低減、防止する優れた耐食性を有します。

2 各種酸に対する良好な耐食性

塩酸や硫酸、有機酸に対しても良好な耐食性を有します。

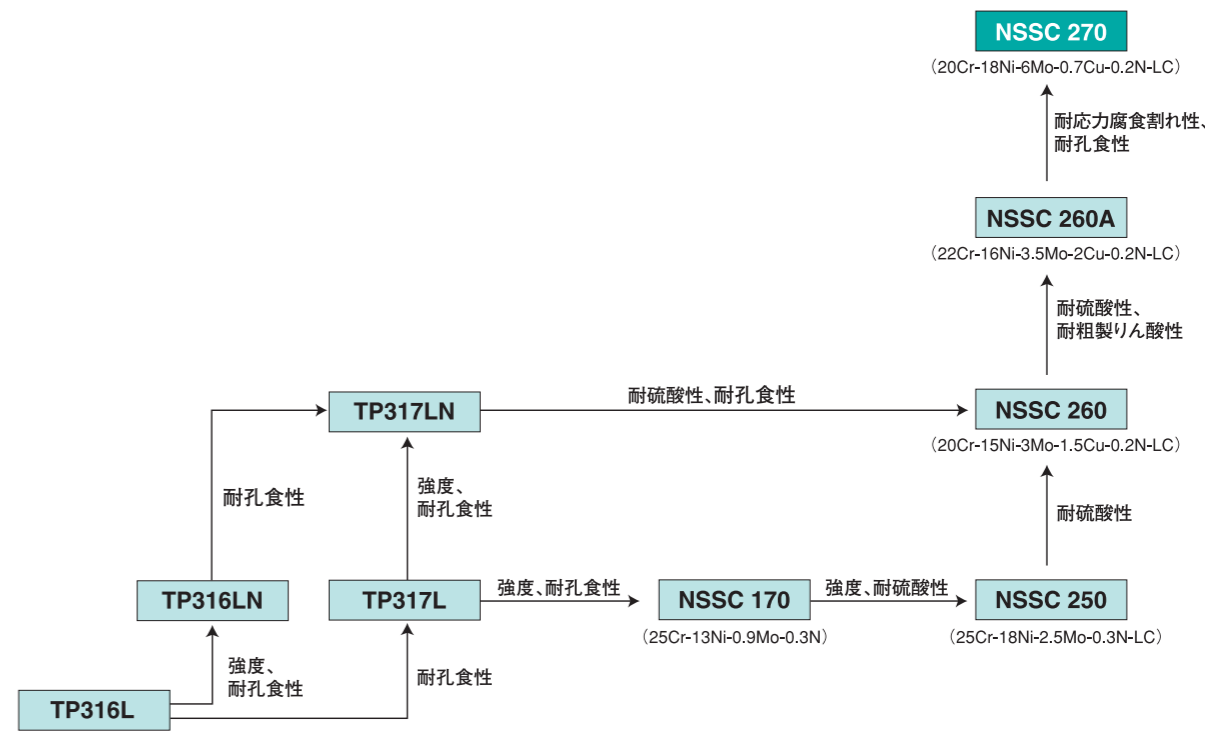
3 高強度と良好な加工性

常温における耐力は、SUS 304, SUS 316の約1.5倍と高く、構造部材としても高い性能を有します。

4 良好な溶接性

インコネル625系の溶接材料を使用して通常オーステナイト系ステンレスと同様の溶接ができます。

オーステナイト系ステンレス鋼の開発展開とNSSC 270の位置付け



スーパーステンレス NSSC 270の適用例

その優れた耐食性から様々な高塩素環境分野で適用が広がっています。

【主な用途例】

- 海水淡水化プラント、海水熱交換器などの海水環境で使用される機器、装置類
- 醤油、食酢などの食品製造機器、タンク類
- 製紙、肥料製造、排ガス処理など各種酸類にさらされる装置類
- 海浜環境に設置される建築・土木構造物、屋根材

海水淡水化プラント



海水淡水化プラント(サウジアラビア)



同淡水化プラント内部(RO式海水淡水化装置)

海洋構造物



鉄構海洋構造物(ライニング)

建材



那覇空港ウイング屋根

モニュメント



モニュメント(東京湾横断道路“海ほたる”)

環境機器



火力発電所煙突内筒

食品製造



醤油諸味タンク

シェル&チューブ式熱交換機

NSSC 270

高い信頼性を
求められる
過酷なプラント
用途に...

海水環境での
土木建築
用途に...

1 化学成分と物理的性質

表1-1に化学成分規格値と代表例を示します。塩化物環境における耐食性を高めるためMo、N、Cuを添加した、オーステナイト系ステンレス鋼です。

■表1-1. NSSC 270の化学成分 (wt. %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N	Cu
規格値	≦0.020	≦0.80	≦1.00	≦0.030	≦0.015	17.50 ~19.50	19.00 ~21.00	6.00 ~7.00	0.16 ~0.25	0.50 ~1.00
(参考:JIS) SUS 312L	≦0.020	≦0.80	≦1.00	≦0.030	≦0.015	17.50 ~19.50	19.00 ~21.00	6.00 ~7.00	0.16 ~0.25	0.50 ~1.00
(参考:ASTM) S31254	≦0.020	≦0.80	≦1.00	≦0.030	≦0.010	17.5 ~18.5	19.5 ~20.5	6.0 ~6.5	0.18 ~0.22	0.50 ~1.00
(参考:EN) 1.4547	≦0.020	≦0.70	≦1.00	≦0.030	≦0.010	17.50 ~18.50	19.50 ~20.50	6.00 ~7.00	0.18 ~0.25	0.50 ~1.00
代表例	0.014	0.55	0.57	0.017	0.001	17.98	20.19	6.26	0.22	0.67

■表1-2. NSSC 270の物理的性質

項目	密度 (20℃)	比熱 (20℃)	熱伝導率 (20℃)	平均線膨張係数 (R.T.~100℃)	縦弾性係数 (20℃)	体積電気抵抗率 (20℃)
単位	g/cm ³	kJ/kg・℃	W/m・℃	×10 ⁻⁶ /℃	×10 ⁹ N/mm ²	μΩm
NSSC 270	8.03	0.46	12	16.6	1.96	0.9

2 機械的性質

表2-1に機械的性質の規格値と代表例を示します。Nの添加により耐孔食性を増すと共に、SUS 304、SUS 316の約1.5倍の耐力値を有しているため設計上たいへん有利です。

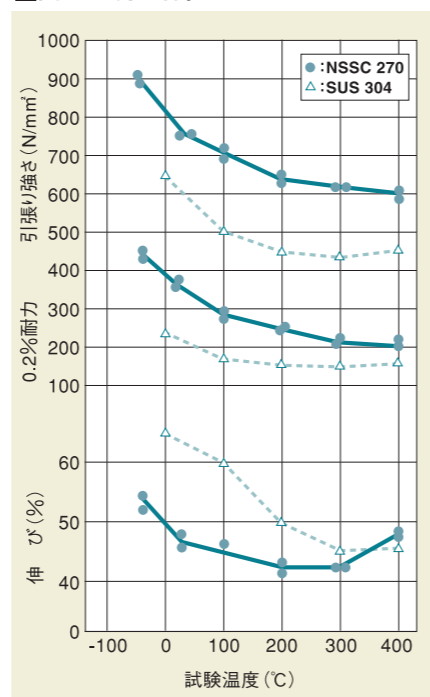
高温強度について、図2-1に常温～高温での引張試験結果を示します。

■表2-1. NSSC 270の機械的性質

(1) 厚板						
規格名	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	硬さ		
				HBW	HRBS又は HRBW	HV
規格値	≧300	≧650	≧35	≦223	≦96	≦230
(参考:JIS) SUS 312L	≧300	≧650	≧35	≦223	≦96	≦230
(参考:ASTM) S31254 plate	≧310	≧655	≧35	≦223	≦96	—
(参考:EN) 1.4547 plate	≧300	650~850	≧40	—	—	—
代表例 t= 10mm	363	755	51	170	—	—

(2) 冷延鋼板						
規格名	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	硬さ		
				HBW	HRBS又は HRBW	HV
規格値	≧300	≧650	≧35	≦223	≦96	≦230
(参考:JIS) SUS 312L	≧300	≧650	≧35	≦223	≦96	≦230
(参考:ASTM) S31254 Sheet & Strip	≧310	≧690	≧35	≦223	≦96	—
(参考:EN) 1.4547 Cold Rolled	≧320	650~850	≧35	—	—	—
代表例 t= 4mm	412	804	45	175	—	—
t= 1.2mm	461	843	39	—	—	192

■図2-1. 引張特性



3 一般耐食性

NSSC 270は海水などの塩化物濃度の高い環境において優れた耐食性を有します。

耐孔食・すきま腐食性が高く、一般オーステナイト系ステンレス鋼の弱点とされる応力腐食割れにも強いことから、様々な環境、分野において高耐食ステンレスとして樹脂、FRPなどの他素材に代わり適用することができます。

1 耐孔食性、耐すきま腐食性

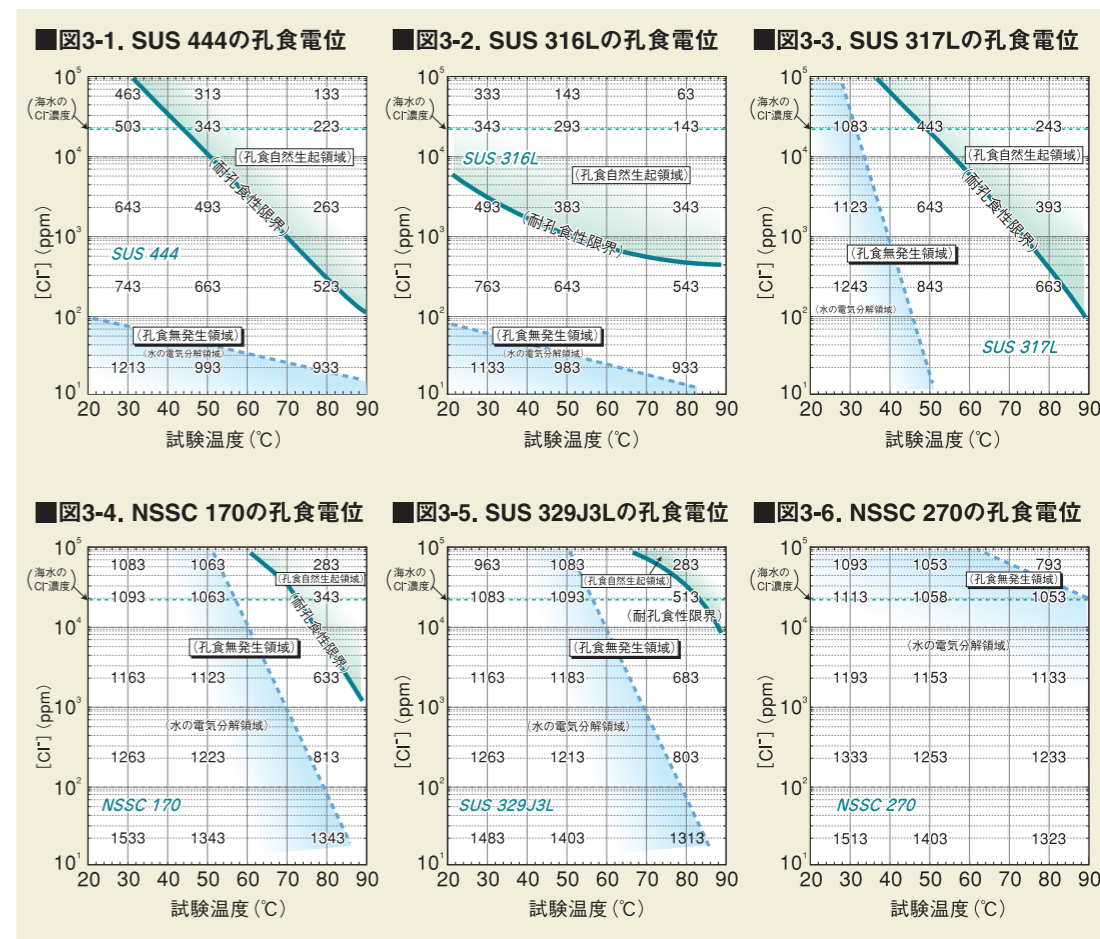
・孔食とは

塩化物イオンにより不動態被膜の局部破損が生じ、穴状に腐食が起こる現象を孔食といいます。

① 孔食電位

ステンレスを不動態域から強制的に電位を上げていき、腐食が発生し電流が急に大きくなる電位を孔食電位といい、これが高いほど耐孔食性が良いといえます。

図3-1～図3-6に各種ステンレス鋼の孔食電位に及ぼす温度、Clイオン濃度の影響を示します。NSSC 270は高温、高Cl濃度においても高い孔食電位を有し、耐孔食性に優れていることを示しています。



図中の数字はそれぞれの環境における各鋼種の孔食電位を示す。孔食が自然生起する条件は、孔食電位が自然電位(+440mv)を下回ることである。(照合電極:SCE)

② 耐孔食性

図3-7にNSSC 270の孔食発生臨界温度 (CPT:Critical Pitting Temperature) を示します。
6%FeCl₃+1%HCl 溶液中における試験 (ASTM G48-E) において、NSSC 270はCPTが70~75℃と高く、良好な耐孔食性を示しています。

■図3-7. 孔食試験結果

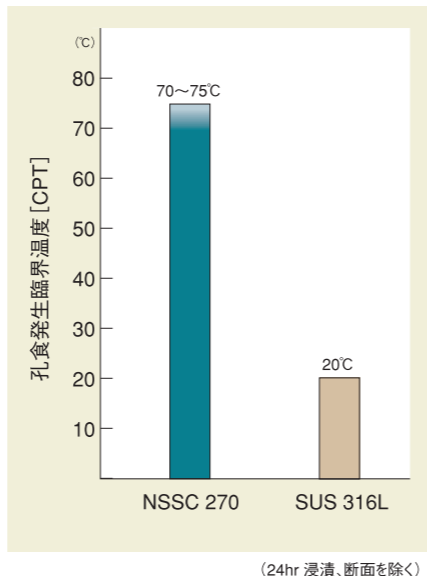
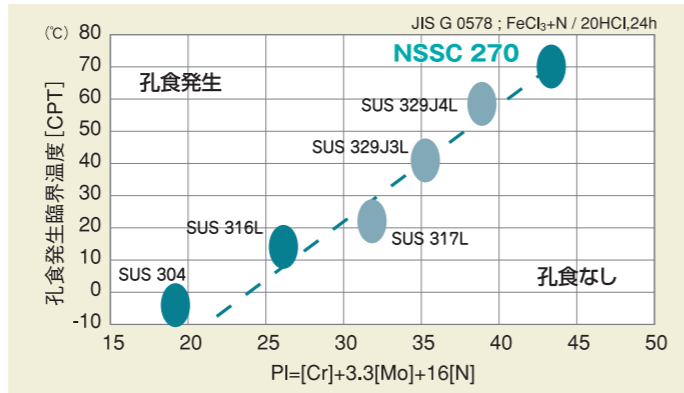


図3-8に示すように各鋼種のCPTは成分指標PIで整理できます。

PI (Pitting Corrosion Index)
=Cr%+3.3×Mo%+16×N%

■図3-8. CPTとPI値

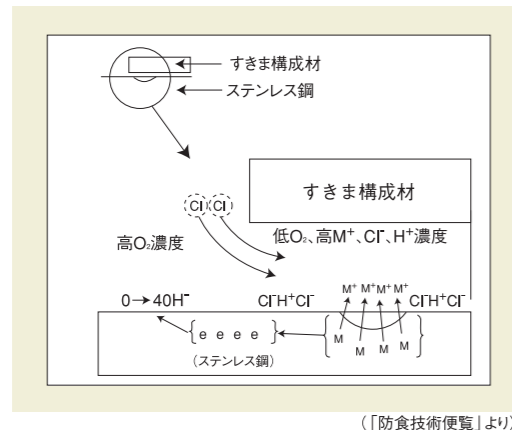


③ 耐すきま腐食性

・すきま孔食とは

構造上のすきまや表面の付着物などにより、周辺部との溶存酸素の濃度差が生じ、局部腐食が発生する現象をすきま腐食といいます。

■図3-9. すきま内部での腐食反応の概念図



■写真3-1. 海水中で約5年間使用したナットに生じたすきま腐食の例 (SUS 304)

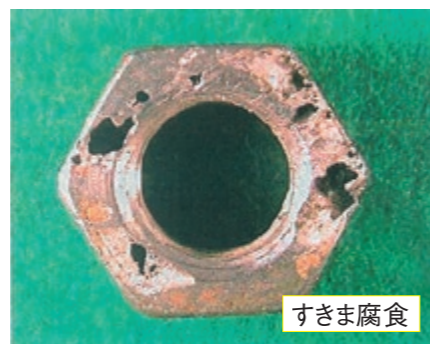
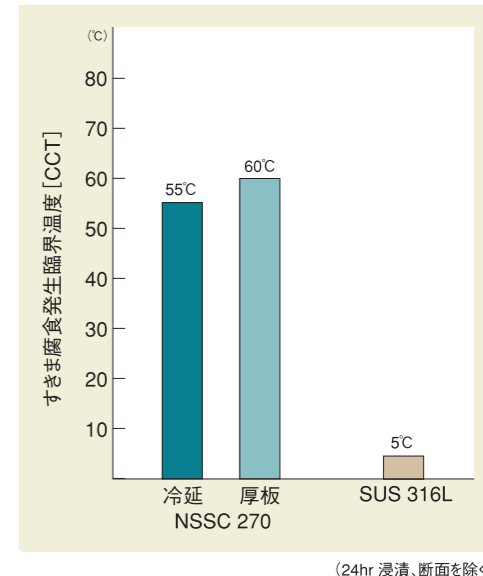


図3-10に6%FeCl₃+1%HCl溶液中におけるすきま腐食発生臨界温度 (CCT:Critical Crevice Temperature) を示します。(ASTM G48-F)
NSSC 270はCCTが55℃と高く、良好な耐すきま腐食性を示しています。

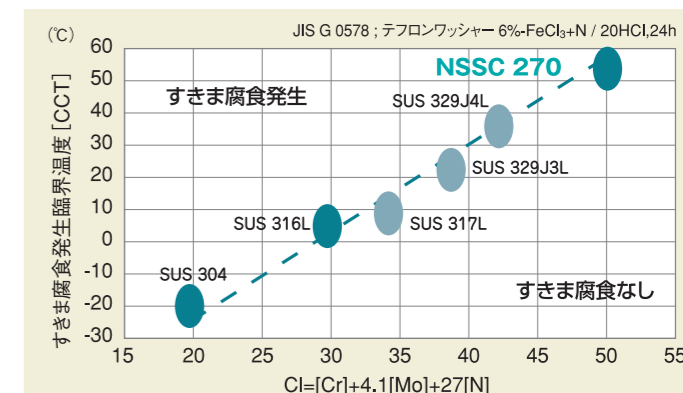
■図3-10. すきま腐食試験結果



各鋼種のすきま腐食発生臨界温度 (CCT) を成分指標CIで整理したものを図3-11に示します。

CI (Crevice Corrosion Index)
=Cr%+4.1×Mo%+27×N

■図3-11. CCTとCI値



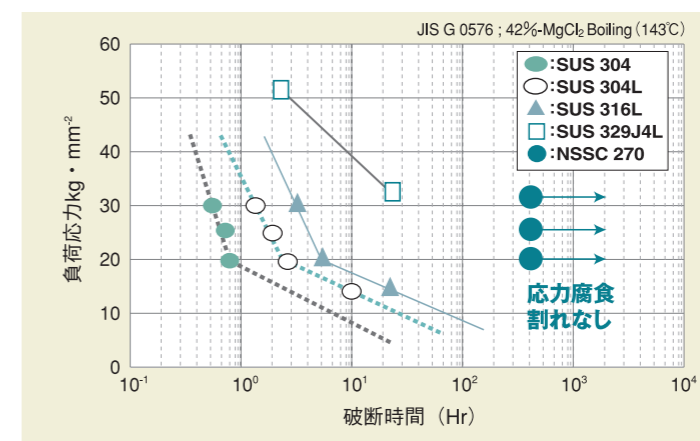
2 耐応力腐食割れ性

・応力腐食割れとは

材料に熱応力や加工の残留応力などが作用して、環境や材料の要因と相まって腐食が割れ状に進展する現象を応力腐食割れといいます。

図3-12にJIS G0576による42%MgCl₂中における各鋼種の耐応力腐食割れ性を示します。
本試験においてNSSC 270は500時間で破断せず、優れた耐応力腐食割れ性を有することが示されました。

■図3-12. NSSC 270の耐応力腐食割れ性



3 耐酸性

① 耐硫酸性

表3-1、表3-2、および表3-3にNSSC 270の硫酸腐食試験結果を比較鋼と共に示します。

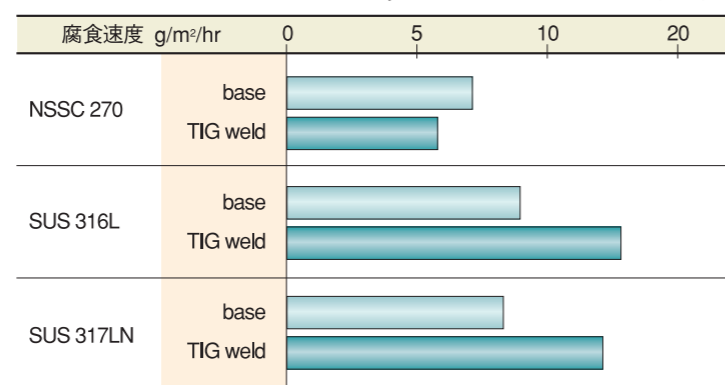
■表3-1. H₂SO₄溶液中の腐食試験結果 80°C, 6hr

	腐食速度 g/m ² /hr			
	硫酸濃度 %			
	20	40	60	80
NSSC 270	1.18	2.58	0.72	10.9
NSSC 260	5.11	4.77	8.93	6.60
SUS 316L	38.0	617	101	19.1
SUS 317LN	4.33	216	140	10.7

■表3-2. Cl⁻、Fe³⁺を含んだH₂SO₄溶液中の腐食試験結果 H₂SO₄:50%、Fe³⁺:1000PPM、80°C, 6hr

	腐食速度 g/m ² /hr		
	Cl ⁻ 濃度 (ppm)		
	100	1000	10000
NSSC 270	4.2	6.1	6.8
NSSC 260	3.7	4.3	5.5
SUS 316L	591	12	53
SUS 317LN	412	16	28

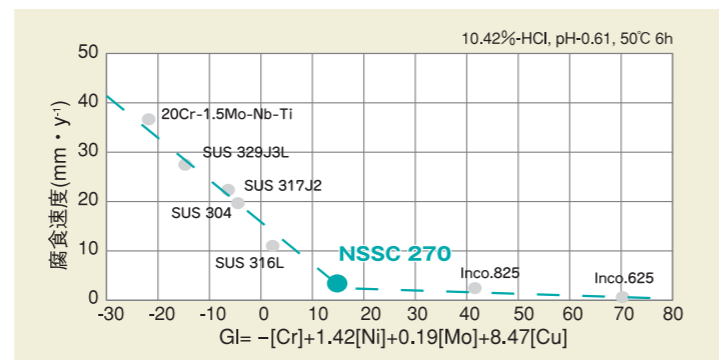
■表3-3. Cl⁻、Fe³⁺を含んだH₂SO₄溶液中の溶接継手の腐食試験結果 50%H₂SO₄+Cl⁻1000PPM+Fe³⁺1000PPM、80°C, 6hr



② 耐塩酸性

図3-13に塩酸に対するNSSC 270および各鋼種の耐食性を示します。ステンレス鋼種の中できわめて高い耐塩酸性を表します。

■図3-13. NSSC 270の耐塩酸性



4 実環境における耐食性

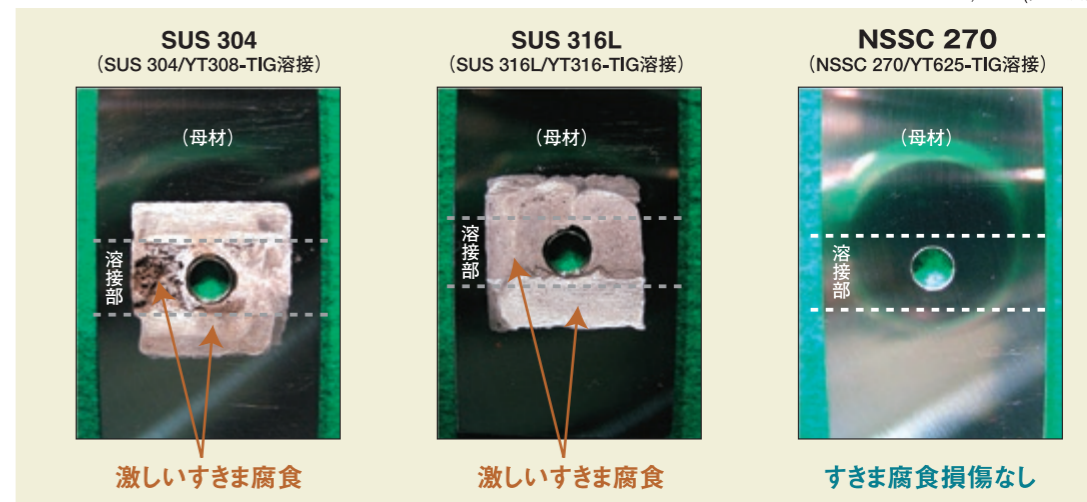
1 海洋

① 自然海水中浸漬試験

写真4-1はTIG溶接で接合した各鋼種のすきま腐食試験片を、自然海水中に長期間浸漬した後の表面状況です。SUS 304、SUS 316Lが溶接部を中心に激しいすきま腐食を生じているのに対し、NSSC 270は損傷無く良好な表面を保っています。

■写真4-1. 自然海水浸漬試験

2,136h (完全浸漬)



② 海洋大気中暴露試験

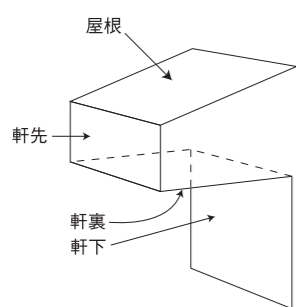
NSSC 270は海中のみならず、海浜近傍の建築物の屋根材やモニュメントなど幅広く適用できます。写真4-2は、海洋での自然海水半浸漬状態で283日間暴露した際の、表面状況です。汽水境界域における塩分濃度の変化に対してもNSSC 270は良好な耐食性を示しています。

■写真4-2. 自然海水浸漬試験

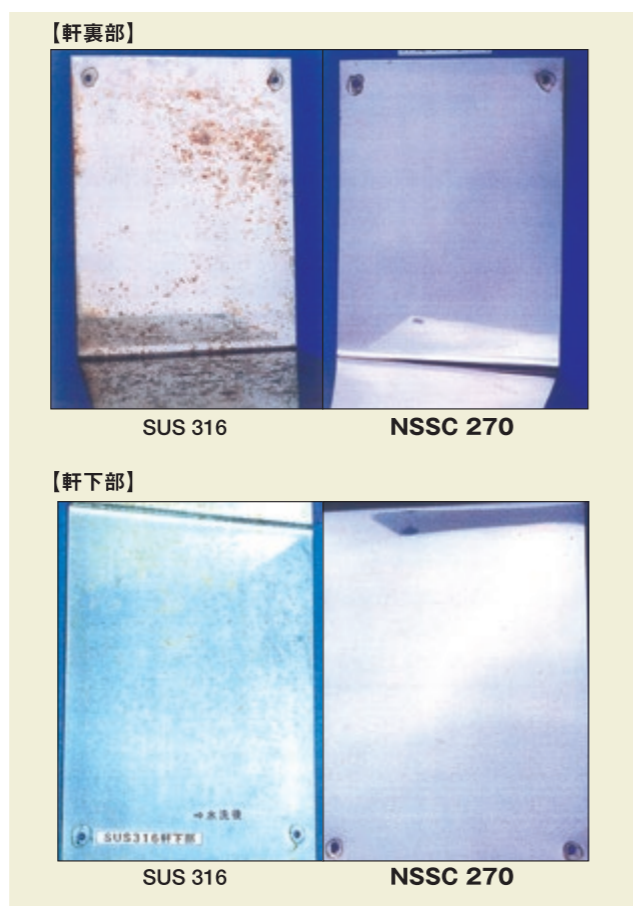
6,808h (自然海水半浸漬)



写真4-3は、屋根構造材として2年3ヶ月間沖縄で暴露試験を行った結果です。
NSSC 270は腐食が見られず良好な表面を維持しています。



■写真4-3. 海洋大気暴露試験

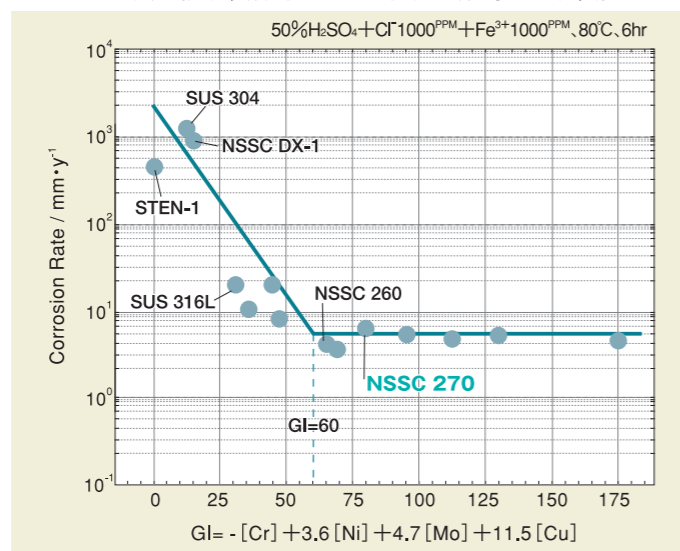


2 環境機器

硫酸濃度の高い脱硫プラント、煙突などにも適用可能な耐食性を有しています。

図4-3に煙突模擬腐食液中における各鋼種の腐食速度を比較していますが、NSSC 270はNi合金並みの耐食性を示しています。

■図4-3. 煙突模擬腐食液中における各種鉄鋼材料の腐食速度

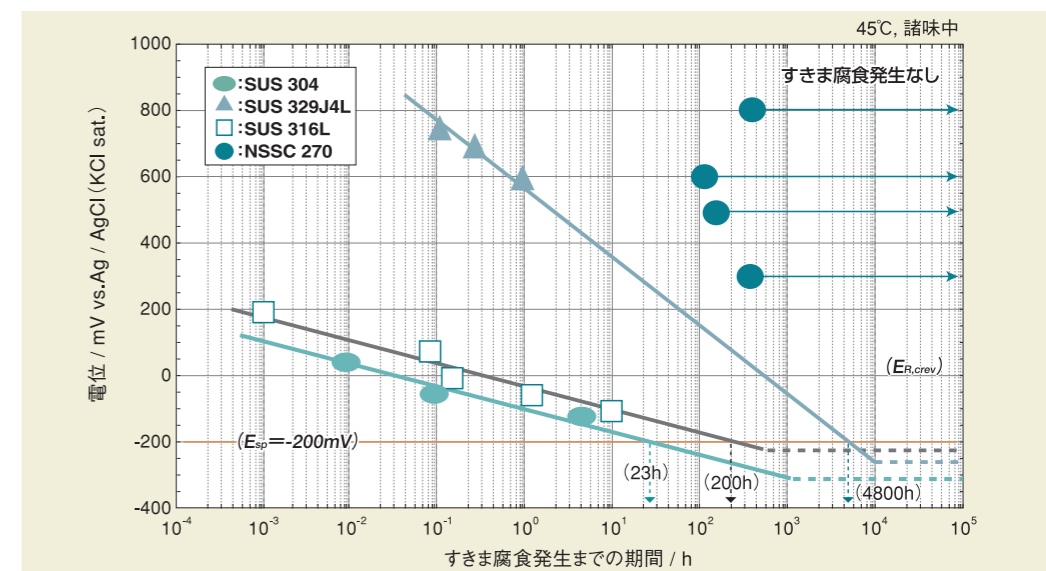


3 食品

衛生面での厳しい仕様から装置のステンス化が進展している食品工業においても、塩分濃度の高い醤油などの製造機器、容器類に高耐食NSSC 270が用いられています。

環境中において高電位の負荷をかけ腐食発生までの時間を測定し、使用環境(自然電位)での腐食発生までの潜伏期間を実験室で推定することができます。

■図4-4. 定電位電解法



醤油(諸味)環境(自然電位-200mV)においてNSSC 270はすきま腐食が発生しませんでした。

様々な溶液環境中における金属材料のすきま腐食発生までの期間について、このような手法で推定することができます。

NSSC 270は食酢や飲料など多様な食品関連用途に適用が可能です。

5 加工性

NSSC 270の加工特性について、表5-1、表5-2、図5-1、図5-2で示します。

■表5-1. NSSC 270冷延鋼板の加工特性

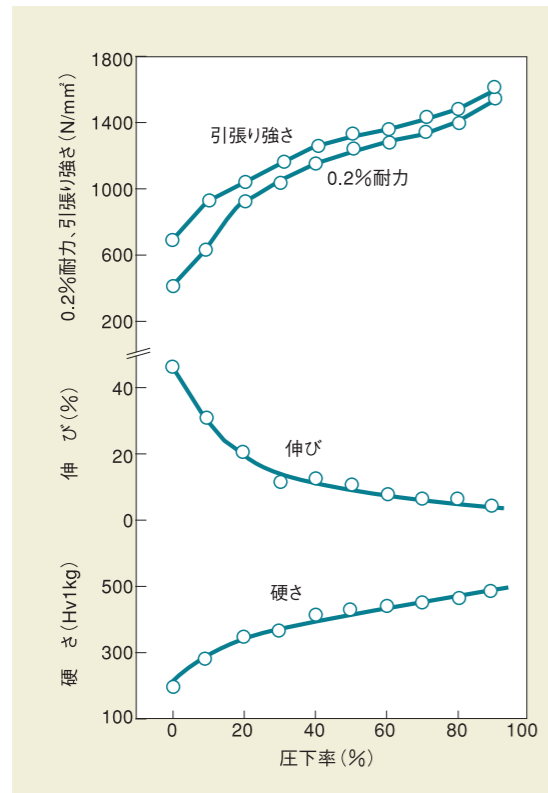
鋼種	板厚 mm	方向	0.2%耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %	r値	n値	比強度
NSSC 270	1.2	0°C	466	843	38.8	0.84	0.37	0.55
		45°C	449	802	41.5	1.13	0.36	0.56
		90°C	469	806	41.2	0.81	0.36	0.58
SUS 304	1.2	0°C	331	682	49.8	0.90	0.40	0.49
		45°C	325	643	51.2	1.06	0.38	0.51
		90°C	333	654	51.2	0.83	0.38	0.51

■表5-2. NSSC 270冷延鋼板の加工C曲げ性

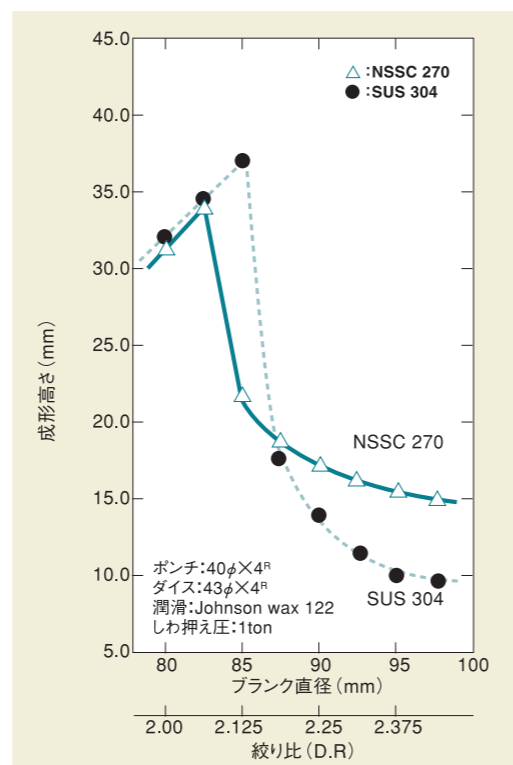
鋼種	板厚	密着	0.5t	1.0t
NSSC 270	1.2mm	○ ○	○ ○	○ ○
SUS 304	1.2mm	○ ○	○ ○	○ ○

○：割れなし

■図5-1. NSSC 270冷延圧下率と引張り特性の関係



■図5-2. NSSC 270鋼板の円筒深絞りにおける成形高さとブランク直径の関係



6 溶接性

NSSC 270は、一般にはTIG溶接、抵抗溶接が適用できます。

1 TIG溶接施工条件

NSSC 270は、溶接材料にインコネル625を用いてTIG溶接を行います。溶接作業性は、一般的なオーステナイト系ステンレス鋼と同等であり、予熱後熱を必要としません。

■表6-1. 溶接材料の銘柄、化学成分例

銘柄	サイズ例	化学成分例 Wt%								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb
インコネル625	1.2φ、1.6φ、2.0φ、2.4φ	0.029	0.17	0.04	0.004	0.003	21.95	61.30	8.72	3.38

一例として、板厚4mmおよび8mmの場合の開先形状と溶接条件を示します。(表6-2、6-3 図6-1)

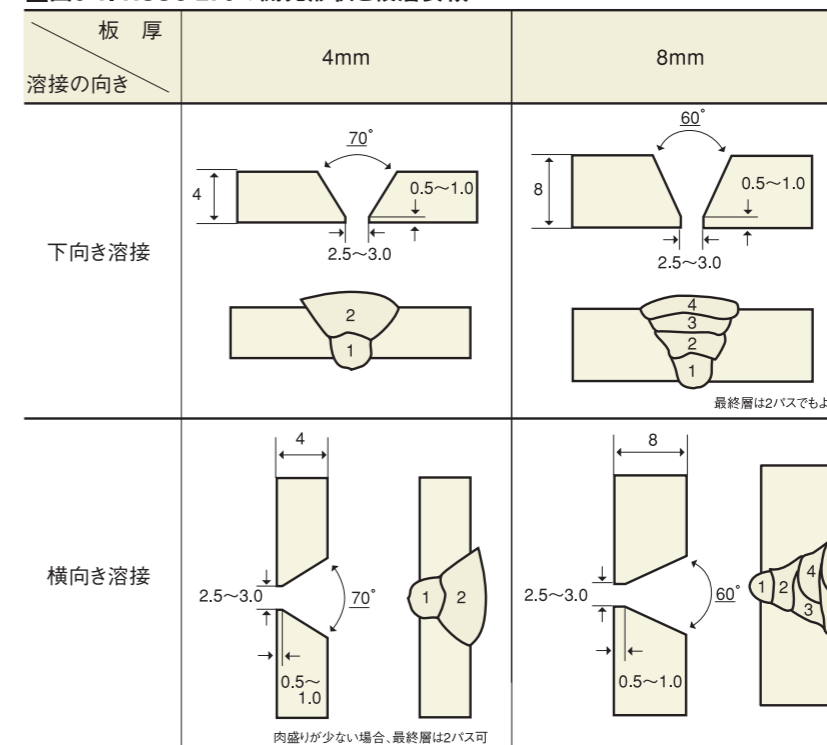
■表6-2. 溶接条件 (板厚4mm・8mm、下向き)

層数	溶接方法	溶接ワイヤ/寸法	溶接条件				溶接入熱 (KJ/cm)
			溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	AC/DC +/-	速度 (mm/min)	
1	TIG	インコネル625/2.0φ	60-80	10.5	DC-	30-100	12.6-5.0
2層目以降			110-120	11.0		40-140	

■表6-3. 溶接条件 (板厚4mm・8mm、横向き)

層数	溶接方法	溶接ワイヤ/寸法	溶接条件				溶接入熱 (KJ/cm)
			溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	AC/DC +/-	速度 (mm/min)	
1	TIG	インコネル625/2.0φ	60-90	10.5	DC-	50-130	7.6-4.6
2層目以降			90-110	11.0		60-120	

■図6-1. NSSC 270の開先形状と積層要領



【溶接施工時の注意事項】

インコネル625溶接材料を使用して溶接することにより、良好な溶接部の耐食性が得られます。溶接時の注意事項としては、初層ルート部における母材希釈をできるだけ低減することです。したがって、
 ①初層への溶接材料の供給を十分に行う
 ②ルートギャップを広くする(3mm程度)
 ③ルートフェースを小さくする(0.5mm程度)
 等がより優れた耐食性を持たせるために推奨されます。さらに、耐食性確保の観点からシールドを十分に行い、かつ、高温割れ防止の観点から溶接入熱を小さくし、クレータ処理を行うことを推奨します。
 薄板をTIG溶接される場合にも、インコネル625溶接材料をご使用下さい。

2 TIG溶接部の特性

① 機械的性質

表6-4に溶接部の機械的性質を示します。

■表6-4. 溶接部の機械的性質

試験材	溶接材料	継手引張試験		溶接金属試験		シャルピー 衝撃値 vEo (J)	曲げ試験 R=2t、180°	
		引張強さ N/mm ² (kgf/mm ²)	破断位置	引張強さ N/mm ² (kgf/mm ²)	伸び (%)		表曲げ	裏曲げ
NSSC 270	インコネル625	733 (74.8)	溶接金属	759 (77.4)	42.0	56	Good	Good
SUS 316L	ER316L	586 (59.8)	溶接金属	590 (60.2)	37.0	—	Good	Good

② 耐食性

図6-2にインコネル625を使用した溶接金属および溶接継手の孔食発生限界温度 (CPT) を示します。

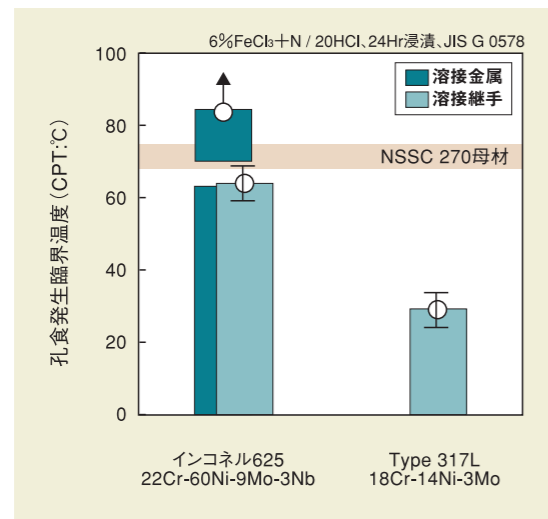
母材同様に良好な耐食性が溶接部にも得られます。

図6-3は溶接金属を使用しないTIG溶接継手の耐食性です。

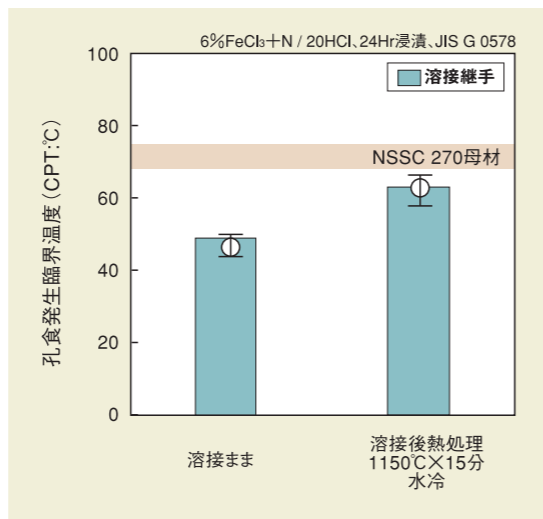
溶接部のCPTは母材よりも20℃ほど低くなりますが溶接後熱処理を行えば、母材並みの耐孔食性が得られます。

溶接後熱処理条件としては、1100～1150℃×15分 水冷を標準とします。

■図6-2. 溶接部の耐孔食性 (1)
— 溶接材料使用の場合 —



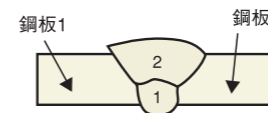
■図6-3. 溶接部の耐孔食性 (2)
— 溶接材料不使用の場合 —



3 溶接の応用例

① 異材溶接

NSSC 270は、炭素鋼または他のステンレス鋼と異材溶接も可能です。この場合は溶接材料として、インコネル625またはER309をご使用下さい。



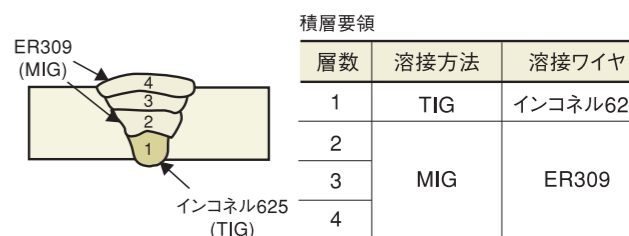
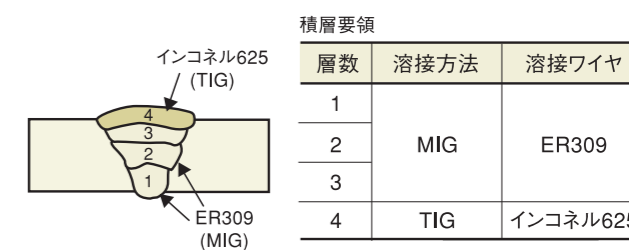
■図6-4. 異材溶接の例

鋼板1	鋼板2	溶接方法	溶接ワイヤ
NSSC 270	SUS 304	TIG	ER309
	SUS 316L		
	SM 490		
NSSC 270	SUS 304	TIG	インコネル625
	SUS 316L		
	SM 490		

② 高能率溶接

図6-5に示すように、腐食環境に晒される側の溶接のみにインコネル625溶接材料を使用してTIG溶接し、その他をER309溶接材料でMIG溶接することも可能です。

■図6-5. 腐食環境



●高能率溶接方法の考え方
腐敗環境に晒される前の溶接にのみインコネル625ワイヤを用いてTIG溶接する

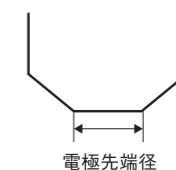
③ 抵抗溶接

スポット溶接条件およびシーム溶接条件の一例を示します。

■図6-6. スポット溶接条件の一例

板厚	電極先端径 (CF型)	加圧力 (kg)	電流 (kA)	通電時間* (cycle)
0.8mm	4.5mmφ	300	5.5	10
1.5mm	6.5mmφ	600	7.0	18

*50Hzの場合



■図6-7. シーム溶接条件の一例

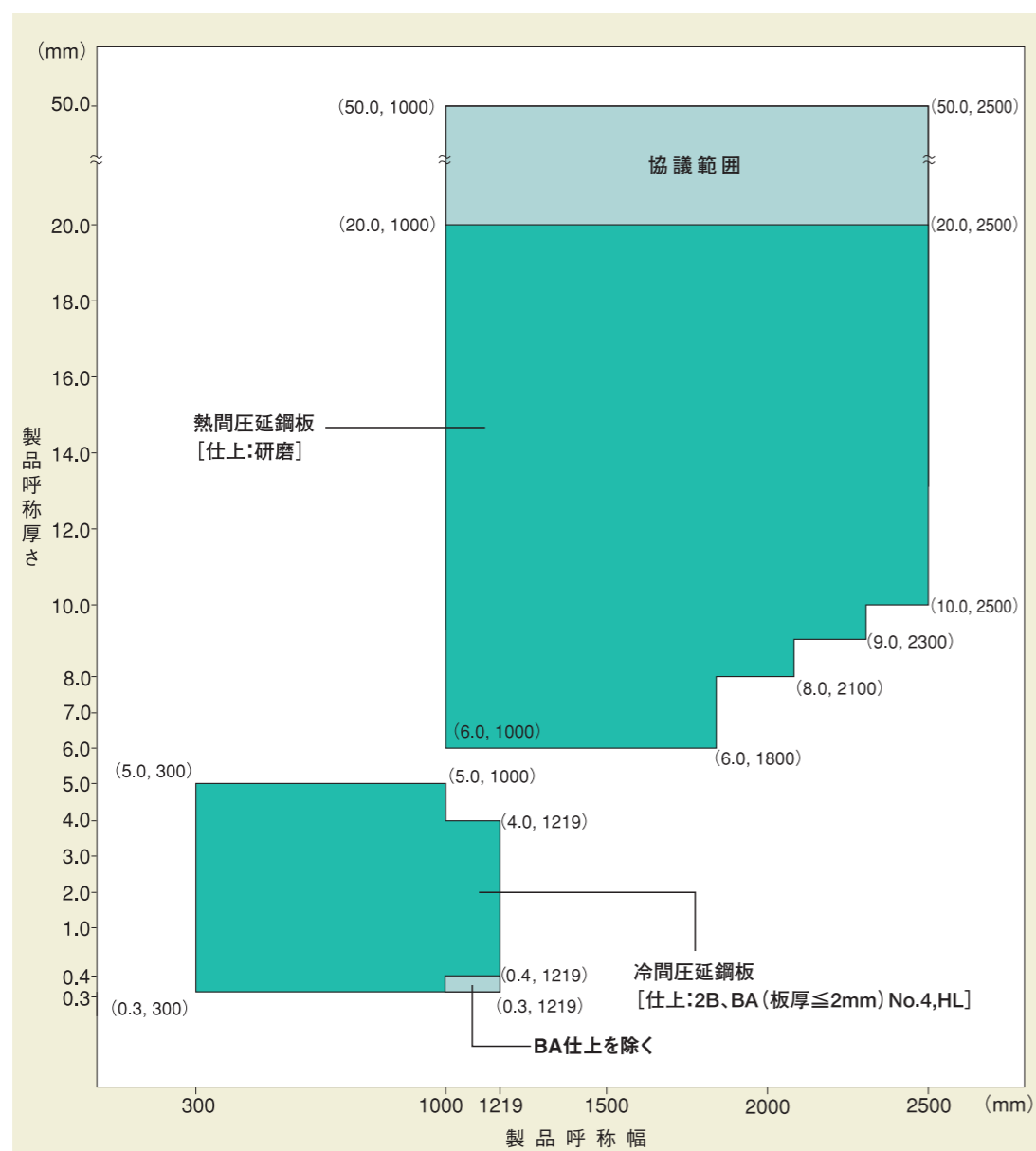
板厚	電極先端形状 (R型)	加圧力 (kg)	溶接速度 (m/min)	電流 (kA)	通電時間* (cycle)
1.0mm	R=15mm	800	1.5	8.0～10	2 ON—1 OFF

*50Hzの場合



7 製造可能サイズ

MEMO



他の仕上げについても、ご相談ください。