

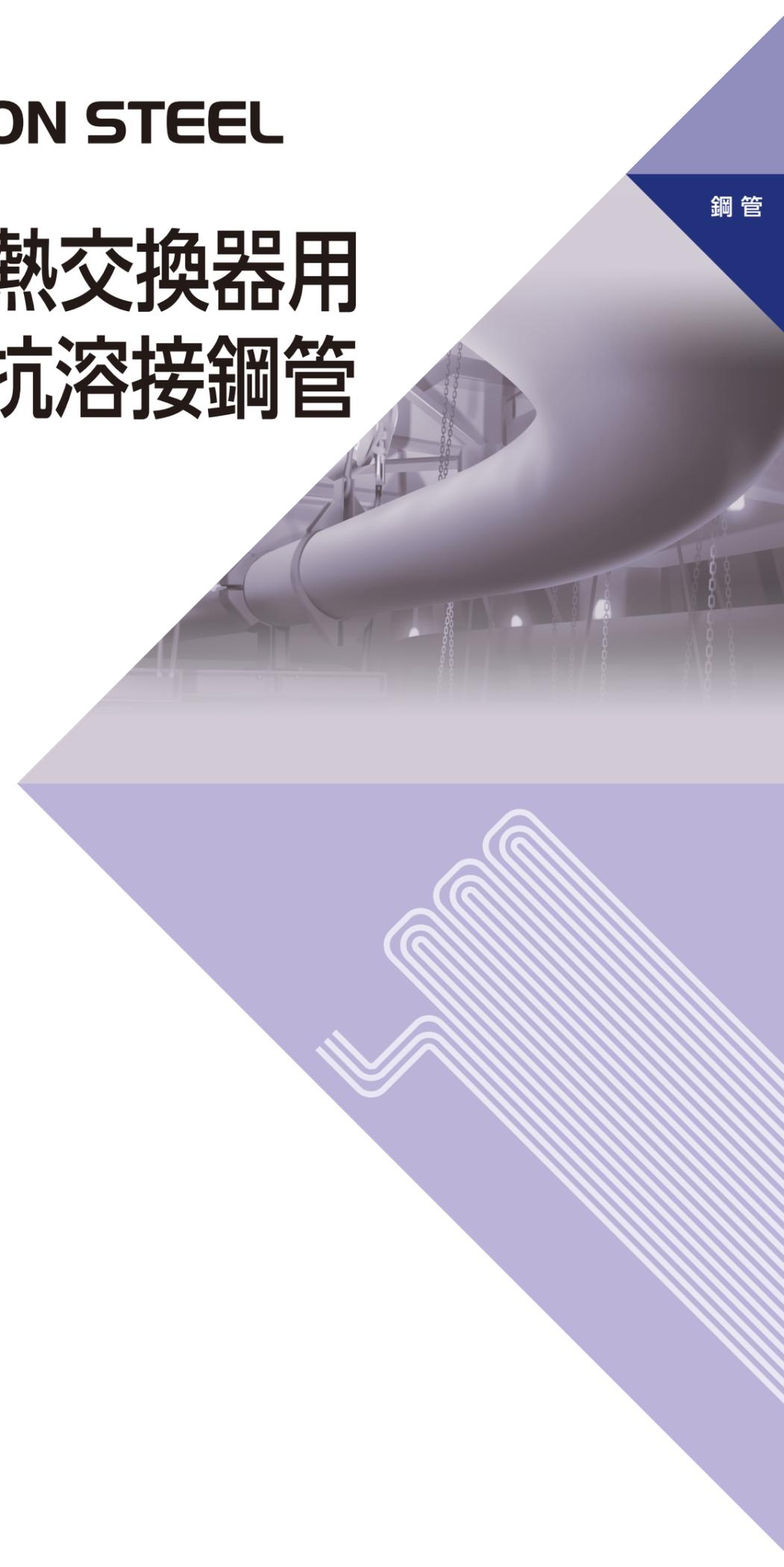


www.nipponsteel.com



鋼管

ボイラ・熱交換器用 電気抵抗溶接鋼管



日本製鉄株式会社

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
Tel: 03-6867-4111 Fax: 03-6867-5607

ボイラ・熱交換器用電気抵抗溶接鋼管
P009_01_201904f

© 2019 NIPPON STEEL CORPORATION 無断複写転載禁止

日本製鉄株式会社

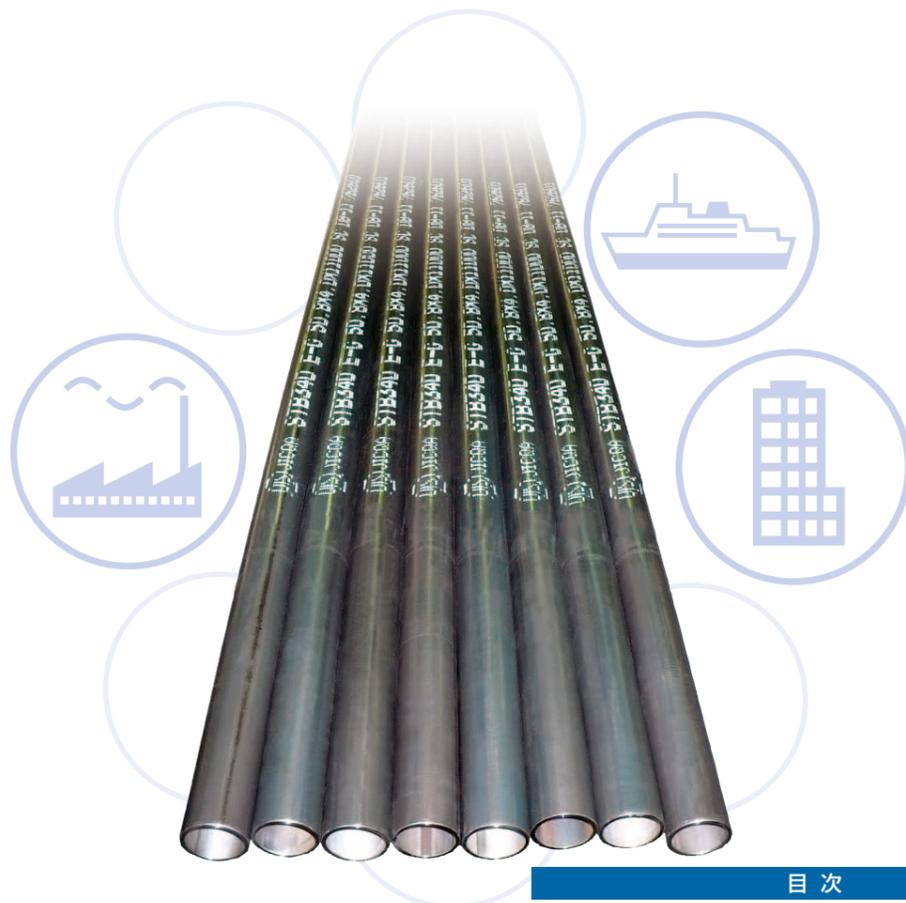
はじめに

日本製鉄では、ボイラ用、プラント用など高級チューブ専門の特殊電縫鋼管工場を設置し、継目無鋼管に匹敵する高級電気抵抗溶接 (ERW: Electric Resistance Welded) 鋼管の本格生産を行ってきました。

当社の卓越した製鋼技術、熱延設備などを基盤とし、特に高級鋼管用に設計された造管設備、自動溶接制御システム、極めて信頼度の高い各種全自動非破壊検査設備や大容量

の光輝熱処理炉などの採用によって、継目無鋼管に優るとも劣らぬボイラ・熱交換器用電気抵抗溶接鋼管を製造しています。

さらに、需要家各位のニーズにお応えできるよう、たゆまぬ努力を続けていきますので、当社のボイラ・熱交換器用電気抵抗溶接鋼管をご愛顧いただきますようお願いいたします。



目次

はじめに	1
特長	2
ボイラ構造とERWボイラチューブの使用部位例	3
用途例	4
製造規格	5
製造寸法範囲	6
製造工程	7
溝食の防止	9
溶接部の品質	10
耐硫酸・塩酸露点腐食鋼管 S-TEN®1	11
耐硫酸露点腐食用鋼管 CR1A	12
クリープ強度	13
表示・塗油・梱包	14

ご注意とお願い

本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するものであり、「規格」の規定事項として明記したものの以外は、保証を意味するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかねますので、ご了承ください。また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、担当部署にお問い合わせください。
本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。
本資料に記載された製品または役務の名称は、当社および当社の関連会社の商標または登録商標、或いは、当社および当社の関連会社が使用を許諾された第三者の商標または登録商標です。
その他の製品または役務の名称は、それぞれ所有者の商標または登録商標です。

特長

素材工程～造管・精整工程まで一貫で製造される、日本製鉄のボイラ・熱交換器用ERW鋼管は、その優れた製造設備と徹底した品質管理により、次にあげる優れた特長を有しています。

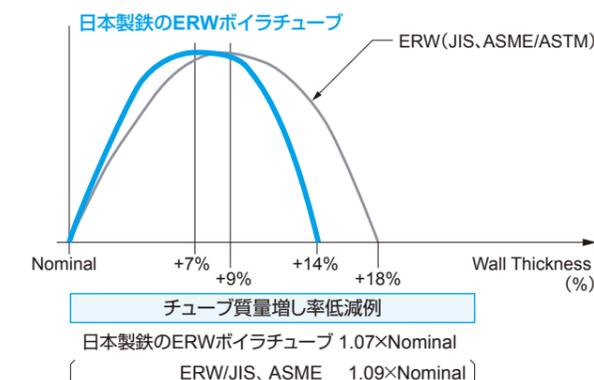
溶接部の品質が極めて良好です。

- 特にボイラチューブ用に開発された最高品質のキルド鋼を使用しており、正確な成形と自動溶接制御システムを採用した高周波誘導溶接によって溶接部の品質は極めて良好です。
- 最新鋭の全自動超音波検査を中心とする、一連の非破壊検査設備により、品質保証に万全を期し、製品はボイラチューブに要求される高度な品質を具備しています。
- 光輝熱処理により、溶接部は母材部と同じ金属組織となり、継目無鋼管と変らぬ均一で優れた品質を有しています。
- 「発電用火力設備の技術基準の解釈について」の別表第1の「注(備考1)」の(58)を満足し、継目無鋼管と同等の許容応力が適用可能です。

寸法形状が優れています。

- 最新鋭の造管機により精密に成形され、製品は極めて優れた寸法精度、真円度を有しています。
- 造管工程中の溶接部内外面のビード除去は極めて優れており、特に内面ビードの除去形状は抜群で、スムーズな内表面性状を呈しています。
- 良好な厚み精度を有しており、チューブの質量増し率の低減が可能です。
- 内径精度が高いため、蒸気供給圧損の低減が可能です。

(1)厚み精度良好

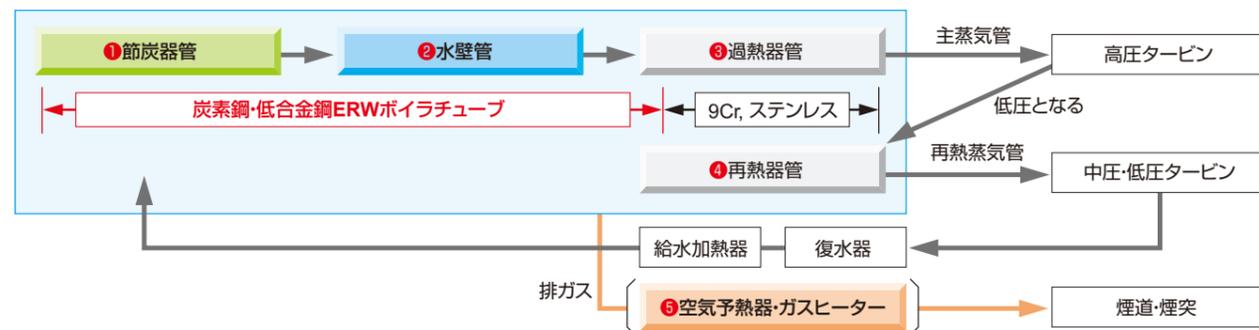


管理体制が充実しています。

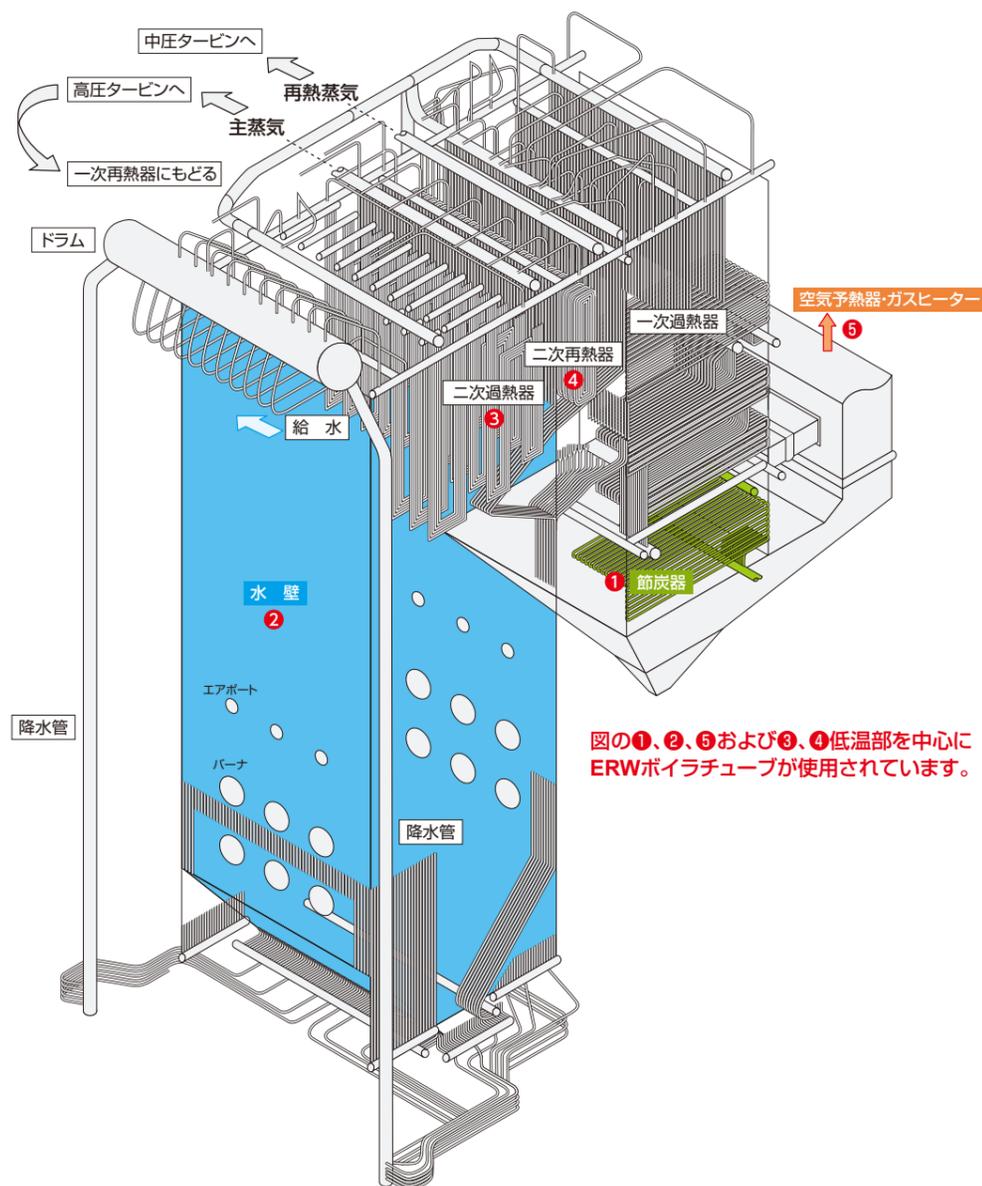
- 技術サービスをはじめ、製品納入に至るまで十分な管理体制をとり、ご使用についてのあらゆるご要望、ご相談に応じています。

ボイラ構造とERWボイラチューブの使用部位例

蒸気循環フロー

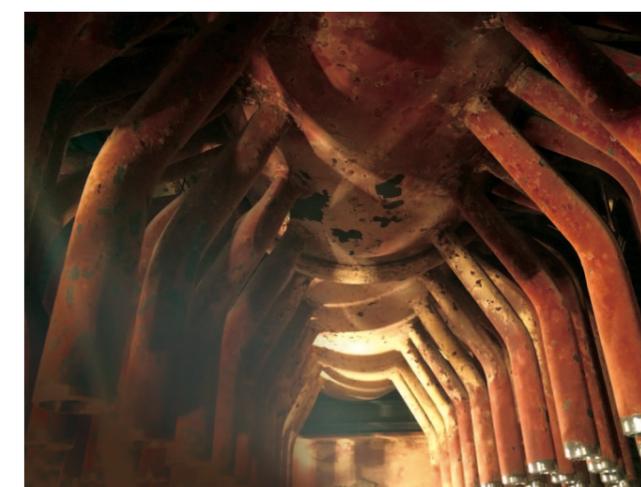
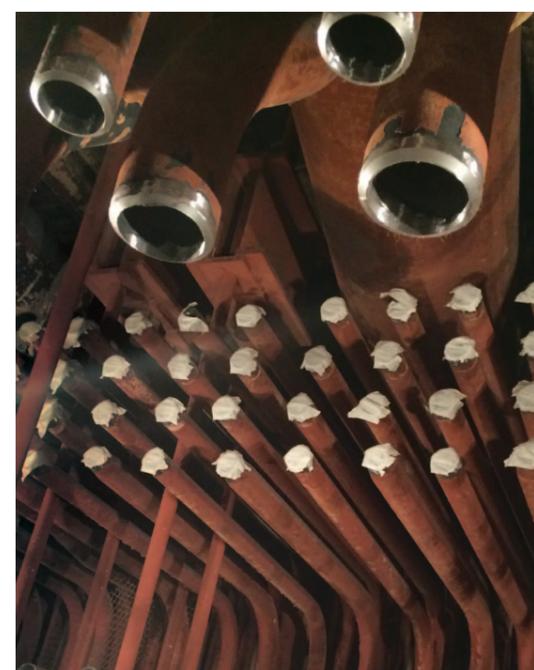


自然循環単胴式の例



図の①、②、⑤および③、④低温部を中心にERWボイラチューブが使用されています。

用途例



製造規格

区分	グレード	規格例		
		国家規格		
		JIS (日本)	ASTM/ASME (アメリカ)	BS (イギリス)
低炭素鋼管	320		A214/SA-214	
	340	G 3461 STB340	A178/SA-178-Gr.A	3059-Pt.1-320
	360			3059-Pt.2-360
中炭素鋼管	410	G 3461 STB410	A178/SA-178-Gr.C	3059-Pt.2-440
高抗張力鋼管	440			
	480		A178/SA-178-Gr.D	
	510	G 3461 STB510		
モリブデン合金鋼管	0.5Mo	G 3462 STBA12	A250/SA-250-Gr.T1	
		G 3462 STBA13	A250/SA-250-Gr.T1a	
			A250/SA-250-Gr.T1b	
クロムモリブデン合金鋼管	1Cr-0.5Mo	G 3462 STBA22	A250/SA-250-Gr.T12	3059-Pt.2-620-460
耐硫酸・塩酸露点腐食鋼管	S-TEN [®] 1 ²⁾	火STB380J2 (METI)	A423-Gr.3/ ASME Code Case 2494	
耐硫酸露点腐食用鋼管	CR1A	火STBA10 (METI)		

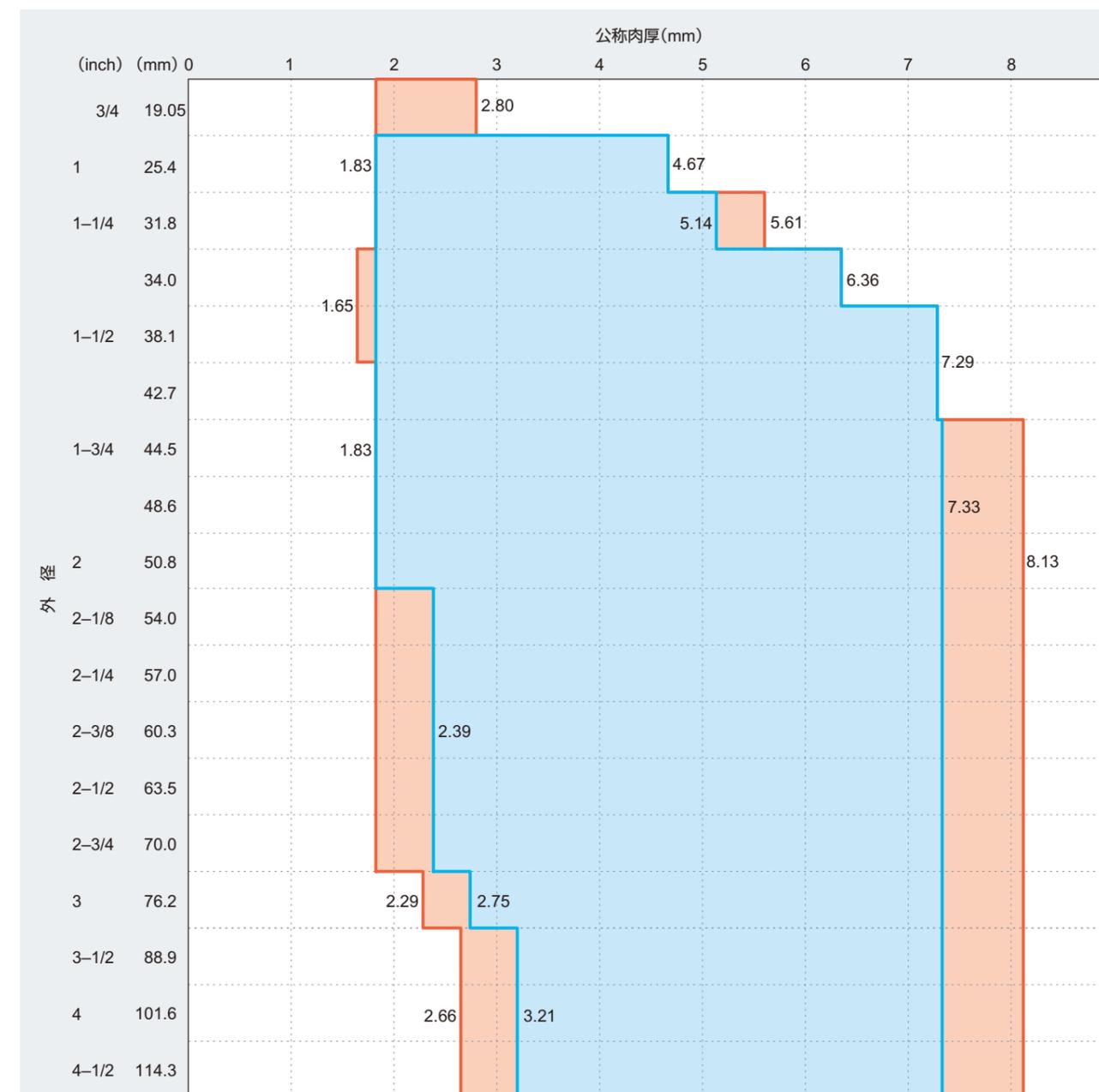
区分	グレード	規格例				
		船級規格 ¹⁾				
		NK (日本)	ABS (アメリカ)	LR (イギリス)	DNV (ノルウェー)	BV (フランス)
低炭素鋼管	320	KSTB33	AB-G			B320
	340	KSTB35				
	360			LR-1-B360		B360
中炭素鋼管	410	KSTB42	AB-D			
高抗張力鋼管	440					
	480		AB-F			
	510					B510
モリブデン合金鋼管	0.5Mo					
クロムモリブデン合金鋼管	1Cr-0.5Mo					B1Cr-0.5Mo
耐硫酸・塩酸露点腐食鋼管	S-TEN [®] 1 ²⁾	S-TEN1-EG				
耐硫酸露点腐食用鋼管	CR1A	CR1A				

注：1) 船級規格のうちDNV (ノルウェー) については、2005年度版より国際/国家規格を引用することと規格改訂されたため、特にご指定のない場合はJIS規格を適用させていただきます。

上記の他にKR (韓国)、CR (台湾) 等の認証も受けています。また、認証を受けていない船級協会 [例: CCS (中国) 等] については、個別認証で対応可能な場合もありますのでご相談ください。

2) S-TEN[®]は当社が開発した独自鋼種です。詳細はS-TEN[®]シリーズの技術資料をご参照ください。

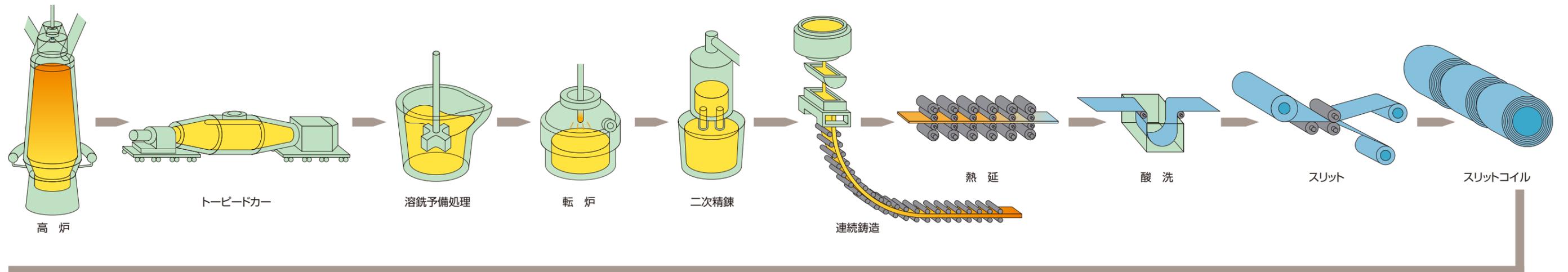
製造寸法範囲



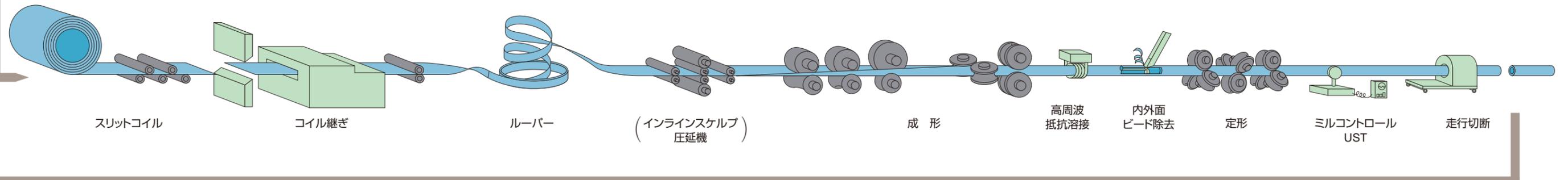
■ : Cr-Mo鋼含め、全鋼種製造可能

■ : 炭素鋼、S-TEN[®]1、0.5%Mo鋼製造可能

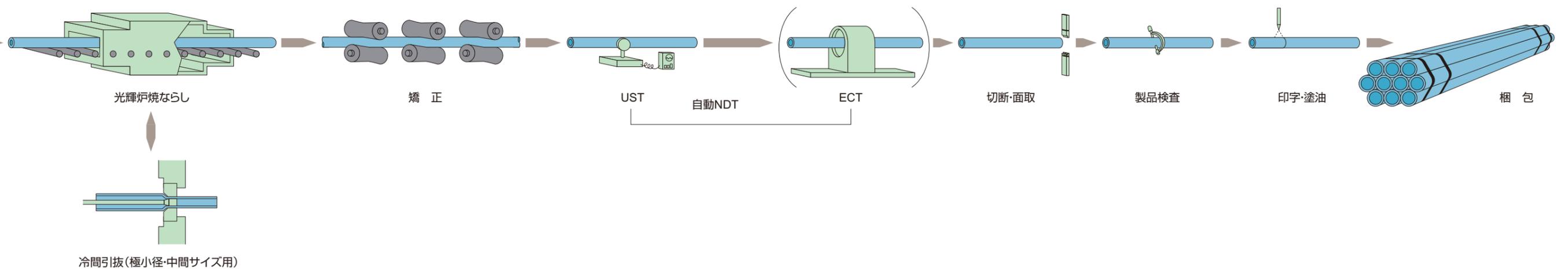
製造工程



ERW工場 (造管ライン)



ERW工場 (精整ライン)



溝食の防止

1960年代に、海外製のERWボイラチューブが日本の火力発電所や各種プラント配管に採用されましたが、溝食によるトラブルが発生したことからERWボイラチューブの採用は中断されました。その後、溝食メカニズムの解明およびERWチューブ製造技術が進み、ERWボイラチューブの特性が大幅に改善されたため、産業用のみならず事業用発電所でも採用が進んでいます。

図1に溝食のメカニズムを示します。

ERW溶接時に衝合部近傍は急速に加熱・冷却され、非金属介在物であるMnSは溶融した後再析出しますが、冷却速度が大きいため元素の拡散が追いつかず、MnSの再析出は不完全となり、S濃化部がMnSの周囲に形成されます。S濃化部とMnSの間で電位差があることから腐食が始まります。また、衝合部近傍の急冷組織と通常の冷却組織の間の電位差も溝食の要因となります。

したがって、溝食の解決策は、①鋼中のS濃度を下げること、②溶接後に焼きならしなどの熱処理を施し、組織を均一化して母材との電位差を少なくすることとなります。

図2は溝食深さに及ぼすS濃度と焼きならし温度の効果を示しています。

過去に海外から輸入されたERWボイラチューブのS量は0.020~0.040%程度であったと言われていましたが、その後日本国内（高炉メーカー）の製造技術は格段に進歩し、現在当社の実績では $\leq 0.003\%$ と1桁低いレベルまで低減しています。

当社のERWチューブは、上記の①極低S化、②溶接後に溶接部を含め全体を焼きならし熱処理を実施しているため、使用中に溝食が発生する懸念はありません。

図1. 溝食のメカニズム

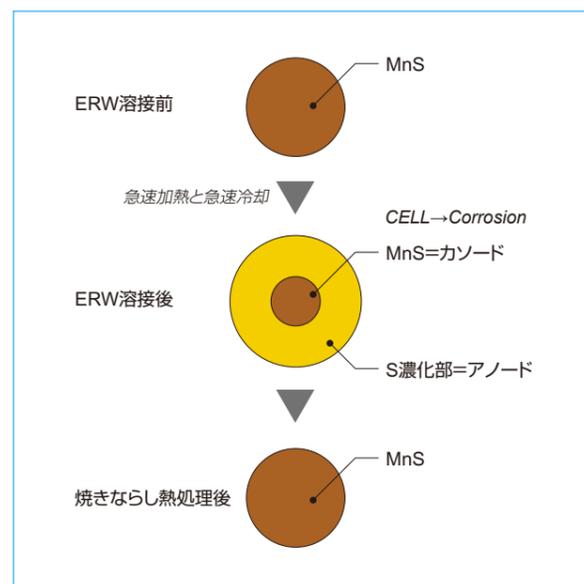
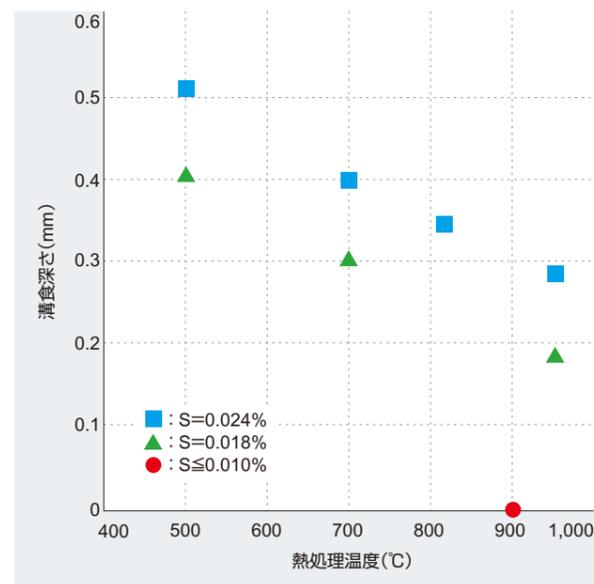
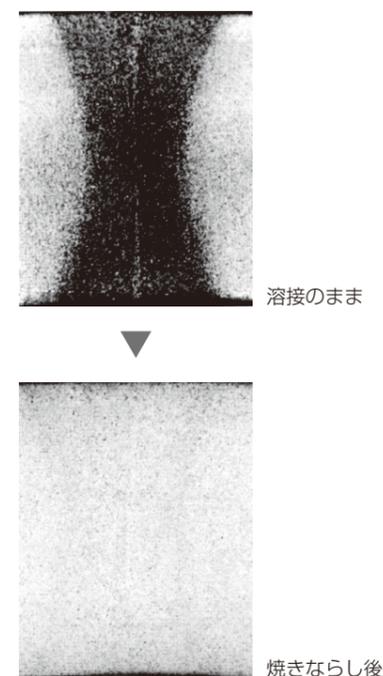


図2. 溝食に及ぼすS濃度と焼きならし温度の影響 (40℃、人工海水、1ヵ月間)

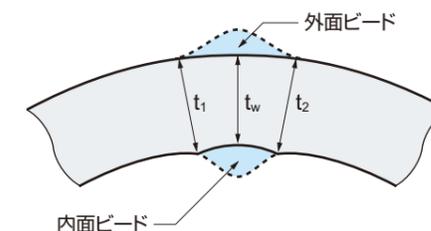
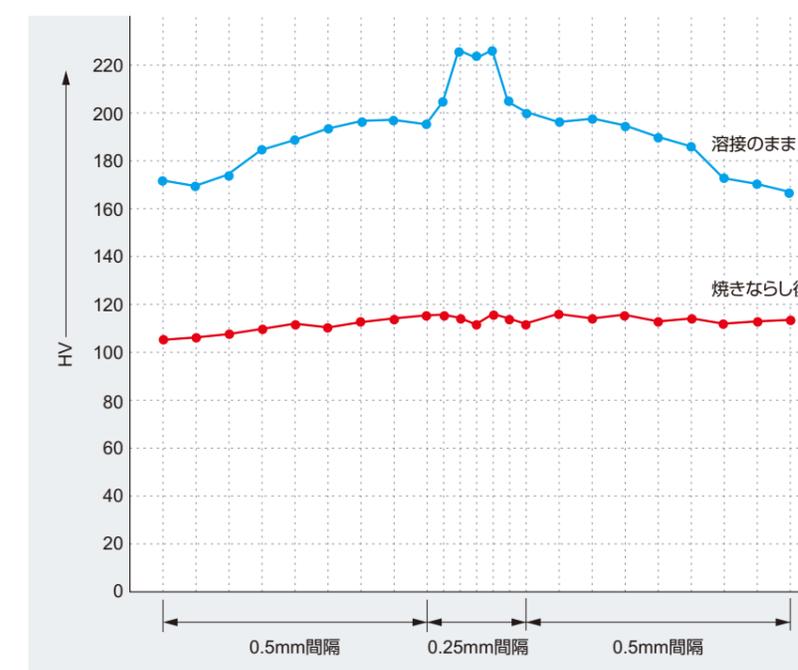


溶接部の品質

溶接部の組織



硬さ分布 (STB340 E-G 63.5 × 3.1mm)



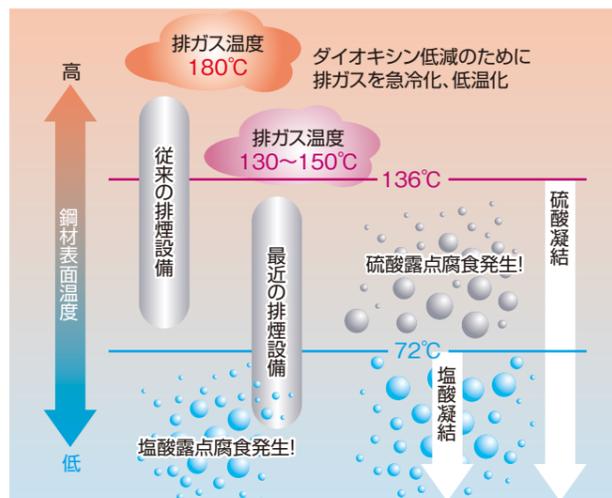
注 1) 内面ビード高さ = $t_w - (t_1 \text{ または } t_2)$
 2) t_1, t_2, t_w いずれも肉厚規格下限を満足しています。

耐硫酸・塩酸露点腐食鋼管 S-TEN[®]1

ゴミ焼却施設の排ガス処理設備、あるいは硫黄、塩素を含んだ燃料を用いるボイラの空気予熱器などでは、硫酸および塩酸露点腐食を生じるケースがあります。このような酸露点腐食環境では、普通鋼のみならずステンレス鋼も使用することはできません。

当社では、このような環境下で使用できる材料としてS-TENを開発しており、鋼管ではS-TEN[®]1を製造・販売しています。

S-TEN1鋼管は、発電用火力設備の技術基準適合材料「火STB380J2」「火STPT380J2」、「ASME Code Case 2494」として使用することが可能です。また、NK（日本）、LR（イギリス）船級協会の認証も受けています。



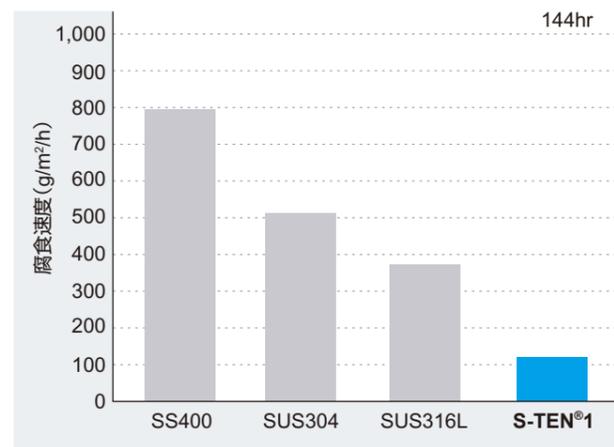
化学成分 (mass%)

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Sb	Ni
S-TEN1	≤0.14	≤0.55	≤1.60	≤0.025	≤0.025	0.25~0.50	≤0.15	≤0.50

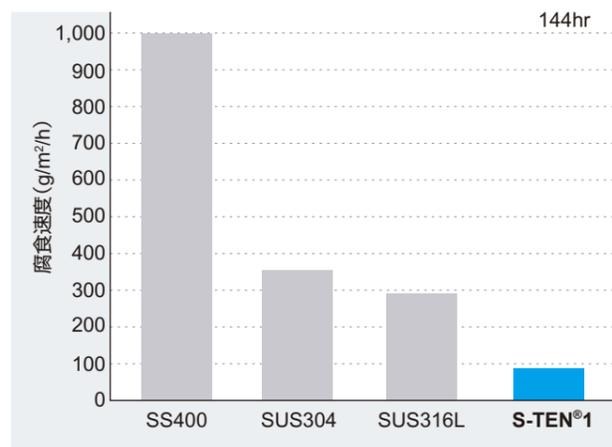
品質特性

●耐食性

耐硫酸性 (50%、70℃ H₂SO₄)



耐塩酸性 (10.5%、80℃ HCl)



鋼管の腐食試験サンプル (10.5% 塩酸、80℃、144hr)



このような環境では、ステンレス鋼よりも優れた耐食性を有します。

●機械的性質

	引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)
仕様	≥380	≥230	≥35

より詳細な特性については、当社カタログ「耐硫酸・塩酸露点腐食鋼 S-TEN[®]技術資料」をご参照ください。

耐硫酸露点腐食用鋼管 CR1A

重油専焼ボイラなど硫黄を含む燃料が燃焼する時発生する廃ガスを利用した空気予熱器、節炭器等では低温部の硫酸露点腐食が問題となることがあります。これらの用途には左記のS-TEN[®]1鋼管とともに、Cr-Cu系で防食するCR1Aも製造・販売しています。

規格 火力技術基準:火STBA10(シームレス管、溶接管製品有)

化学成分 (mass%)

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr
CR1A	≤0.10	0.20~0.80	≤0.80	≤0.025	0.015~0.030	0.25~0.35	1.00~1.50

品質特性

●機械的性質

鋼種	寸法 (mm)	引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)
CR1A	仕様	≥410	≥255	≥25
	例	φ63.5×t7.0	473	322

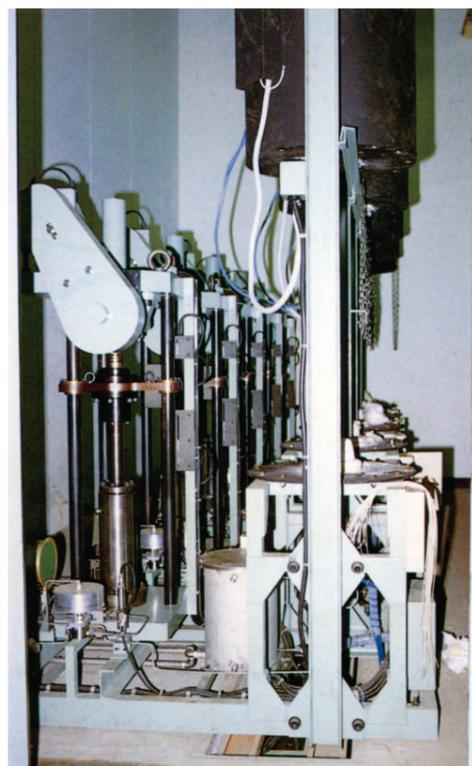
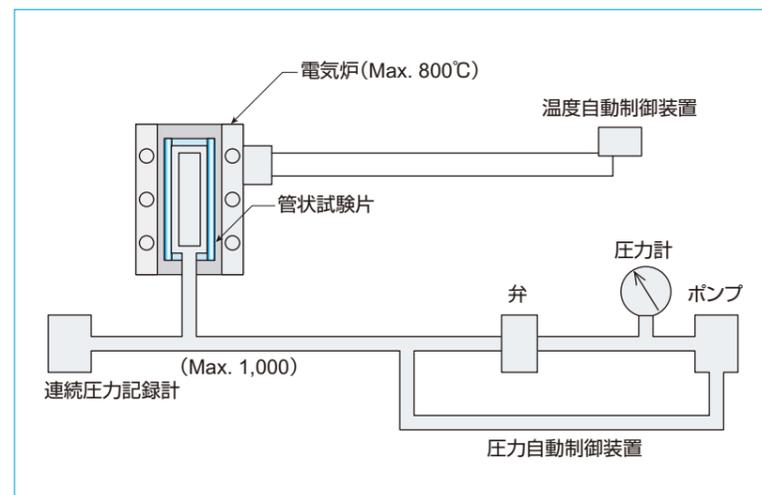
使用実績例

使用条件	使用材					
	寸法(mm)	記号	腐食量		腐食深さ	
			平均(%)	比率	平均(mm)	比率
ボイラ空気予熱器 燃料: C重油 使用条件: 2627hr 外面: 空気 管内: 燃焼ガス	48.6φ×3.6t	CR1A	1.85	1.00	0.17	1.00
炭素鋼		9.32	5.04	1.61	9.48	

クリープ強度

当社では、ERWボイラチューブの内圧クリープ試験を有しています。図1は試験システムの概略図です。

図1. 内圧クリープ試験システム



内圧クリープ試験機



内圧クリープ試験片と破断位置

表示・塗油・梱包

検査に合格した鋼管は、社名または社標、JISマーク、規格記号、製造方法、寸法、製造所略号、製造年月等の表示を行い、ご指定の防錆塗油をしたのち、結束・梱包のうえ出荷します。

表示例

JIS G 3461 STB340の例



①社名または社標	③種類の記号	⑤寸法	⑦製造年月 (月-西暦下2桁)	*製造方法記号 E-G:電縫鋼管(熱間・冷間仕上以外) E-C:冷間仕上電縫鋼管
②新JISマーク	④製造方法*	⑥製造所略号		

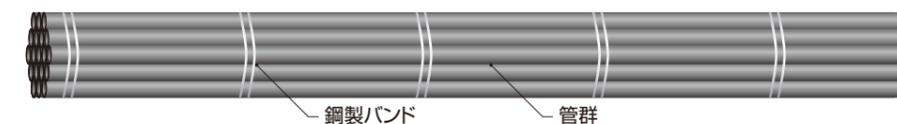
*船級規格等で検査管の刻印を必要とするものは、管本体ではなく束にメタルタグを取付け、このメタルタグに刻印を行います。

塗油・梱包

特に指定がない場合、最大2.5トンで六角形形状とし、鋼製バンドで結束します。鋼製バンド結束部は鋼管に直接結束を基本としますが、ご指定によりビニルシート、化繊クロス等で管群を保護したうえで鋼製バンドによる結束とすることも可能です。

※標準仕様

当社のボイラ・熱交換器用電気抵抗溶接鋼管の標準的な塗油・結束仕様は、以下のようになります。



塗油：長期防錆塗油
管端保護：なし
結束：鋼製バンド(結束下保護なし)

ご注文に際してのお願い

当社の鋼管のご注文、お問い合わせにつきましては、次の事項をお知らせくださるようお願いいたします。

1. 鋼管の規格・種類
2. 寸法(外径、厚さ、長さ)
3. 数量
4. 納期および納入先
5. 用途および使用条件
6. 梱包の種類
7. 検査証明書の枚数
8. 立会検査の有無
9. その他、特に要望される事項