

# スーパーオーステナイトステンレス鋼YUS 270鋼管

## YUS 270 -Super Austenitic Stainless Steel- for Piping and Tubing Applications

三 村 裕 幸<sup>\*(1)</sup> 松 橋 亮<sup>\*(2)</sup> 野 口 岳 雄<sup>\*(3)</sup> 岡 本 潤 一<sup>\*(4)</sup>  
 Hiroyuki MIMURA Ryo MATSUHASHI Takeo NOGUCHI Junichi OKAMOTO

### 抄 録

6%のMoを含んだスーパーオーステナイトステンレス鋼YUS 270の特性を配管等への適用を中心に紹介した。本鋼は、海水、塩酸などの高Cl<sup>-</sup>濃度の環境のほか、硫酸環境などでの耐食性に優れている。また発電用ボイラでの使用が可能な許容引張応力も設定されている。そのため、海水淡水化装置のほか、塩分濃度の高い食品加工装置、石炭炭ボイラおよび発電用ごみ焼却ボイラの熱交換器などの配管への適用が期待される。

### Abstract

The paper gives the properties of YUS 270, super austenitic stainless steel containing 6% Mo, for piping and tubing applications. The steel has excellent corrosion resistance in chloride rich environment such as seawater and HCl and also in sulfuric acid environment. The maximum allowable tensile strength values for the steel have been prepared for power boiler use. Therefore, YUS 270 pipes and tubes are promising materials for desalination plants, food processing plants that deal with high salt concentration materials and heat exchangers in coal-fired power plants and incineration plants.

## 1. 緒 言

新日本製鐵グループでは、高耐食材料としてスーパーオーステナイトステンレス鋼20Cr-18Ni-6Mo-0.2N 商品名YUS 270)を板、管、棒および線などで商品化している<sup>1-3)</sup>。本鋼は、直接海水に触れる海水淡水化装置、発電所復水器、橋梁などの海洋構造物のライニング<sup>4)</sup>の他、海塩粒子が飛来する海浜地域の建造物屋根<sup>5)</sup>、モニュメント、また塩分濃度が高い食品加工装置・機器類<sup>6)</sup>、さらに硫酸が生成する火力発電所煙突内面のライニング<sup>7)</sup>など、様々な分野で使用され良好な成績を収めている。

本報では、特に配管用材料としてのYUS 270の特性を紹介する。

## 2. YUS 270鋼管の特性

### 2.1 製造方法および製造可能範囲

新日本製鐵が提供できるYUS 270鋼管には、熱間押出法により製

造する継目無管およびコイルまたは板を管状に成形して溶接するタングステンイナートガス(TIG)溶接管がある。製造可能範囲を表1に示す。

### 2.2 化学成分

YUS 270の化学成分上の特徴は、Moが6%と高く、またCrおよびNが従来ステンレス鋼に比べ増量されている点である。化学成分の規定範囲および実績例を表2に示す。YUS 270鋼管は類似規格の

表 1 YUS 270鋼管の製造可能範囲  
Available size range for YUS 270 pipes and tubes

Manufacturing process		Outside diameter (mm)	Wall thickness (mm)
Seamless		10.5-139.8	1.2 minimum
Welded	Continuous roll forming	10.5-114.3	1.2-4.0
	Press forming	114.3-1,524.0	2.0-32.0

表 2 YUS 270鋼管の化学成分規格値および実績例  
Specification and examples of chemical composition for YUS 270 pipes and tubes (mass%)

		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	N	
YUS 270	Specification	0.020 max.	0.80 max.	1.00 max.	17.00-19.50	19.00-21.00	5.50-6.50	0.50-1.00	0.16-0.24	
	Example	Seamless	0.014	0.51	0.44	17.79	19.99	6.16	0.63	0.215
		Welded	0.013	0.46	0.52	17.69	19.90	6.08	0.65	0.203
UNS S31254 specification		0.020 max.	0.80 max.	1.00 max.	17.00-18.50	19.50-20.50	6.0-6.5	0.50-1.00	0.18-0.22	

\*<sup>(1)</sup> 鉄鋼研究所 鋼材第二研究部 主幹研究員  
 山口県光市大字島田3434番地 〒743-8510 TEL:(0833)71-5392

\*<sup>(2)</sup> 鉄鋼研究所 鋼材第一研究部 主任研究員 工博

\*<sup>(3)</sup> 鋼管事業部 光鋼管部 熱押・特殊管工場長

\*<sup>(4)</sup> 鋼管事業部 鋼管営業部 マネジャー

UNS S31254( AVESTA 254 SMO<sup>®</sup> )の成分範囲に入るように製造されている。

2.3 耐食性

2.3.1 耐孔食性

塩化第二鉄溶液による各種ステンレス鋼の孔食試験結果を合金成分による指標で整理した結果<sup>3)</sup>を図1に示す。孔食発生臨界温度はCr, Mo, N量が多いほど高くなり, SUS 316Lおよび二相系SUS 329J4Lなどの従来ステンレス鋼に比べ, YUS 270は孔食発生臨界温度が高い。

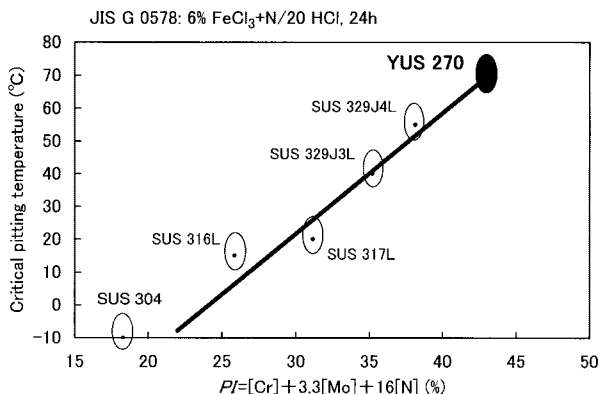
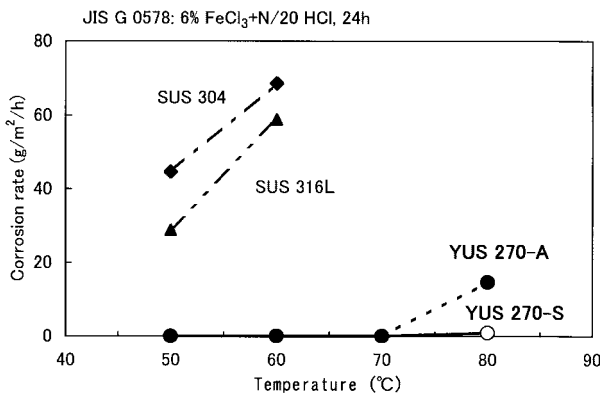


図1 孔食発生臨界温度の合金成分指標による整理<sup>3)</sup>  
Critical temperature for pitting in 6%FeCl<sub>3</sub> + N/20 HCl versus composition for austenitic and duplex stainless steels



(YUS 270-S: seamless, YUS 270-A: welded)

図2 鋼管の孔食試験結果<sup>2)</sup>  
Ferric chloride test results for tubes

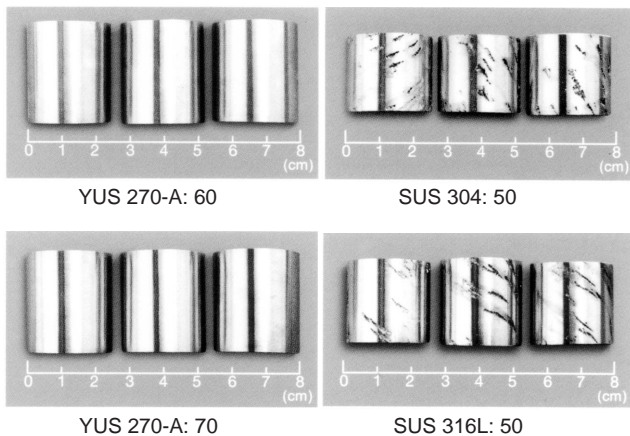


写真1 鋼管孔食試験片の試験後の外観<sup>2)</sup>  
Appearance of specimens after ferric chloride tests

YUS 270の継目無管およびTIG溶接管などの孔食試験結果<sup>2)</sup>を図2および試験後の試験片外観<sup>2)</sup>を写真1に示す。YUS 270のTIG溶接管は継目無管に比べやや劣るものの, SUS 304およびSUS 316Lより良好な耐食性を有することがわかる。

2.3.2 耐隙間腐食性

塩化第二鉄溶液による隙間腐食試験結果<sup>3)</sup>を図3に示す。耐隙間腐食性に対してもCr, Mo, Nの添加が有効で, YUS 270は隙間腐食発生臨界温度も他ステンレス鋼より高い。

2.3.3 耐応力腐食割れ性

沸騰42%MgCl<sub>2</sub>溶液(143℃)での応力腐食割れ試験結果<sup>3)</sup>を図4に示す。応力腐食割れに強いとされる二相系のSUS 329J4Lが25hで破断する負荷応力条件においても, YUS 270は500h以上破断せず, 優れた耐応力腐食割れ性を有することがわかる。

2.3.4 耐全面腐食性

塩酸中の全面腐食速度<sup>3)</sup>を図5に, 停止状態での火力発電所煙突内面の環境を模擬したCl<sup>-</sup>, Fe<sup>3+</sup>を含む硫酸中での全面腐食速度<sup>3)</sup>を図6に示す。どちらの環境でもNi, Mo, Cuの添加が有効で, Crは有害である。Ni, Mo, Cuの高いYUS 270はNi基合金と同等の優れた耐食性を有している。これらの環境では二相系のSUS 329J4LはSUS 304より耐食性が劣っている。

2.4 機械的特性

YUS 270鋼管の機械的特性規格値および実績値を表3に, また高温引張特性を図7にそれぞれ示す。YUS 270は高Nであるために引

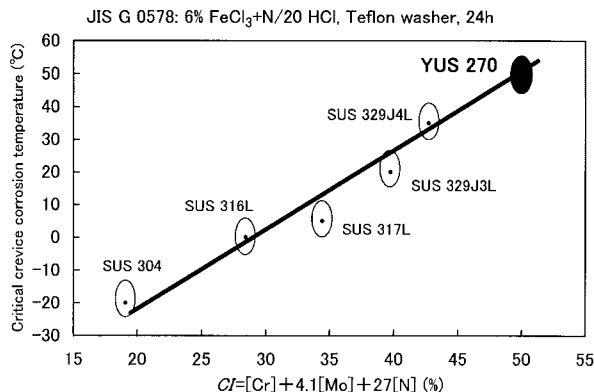


図3 隙間腐食発生臨界温度の合金成分指標による整理<sup>3)</sup>  
Critical temperature for crevice corrosion in 6%FeCl<sub>3</sub> + N/20 HCl versus composition for austenitic and duplex stainless steels

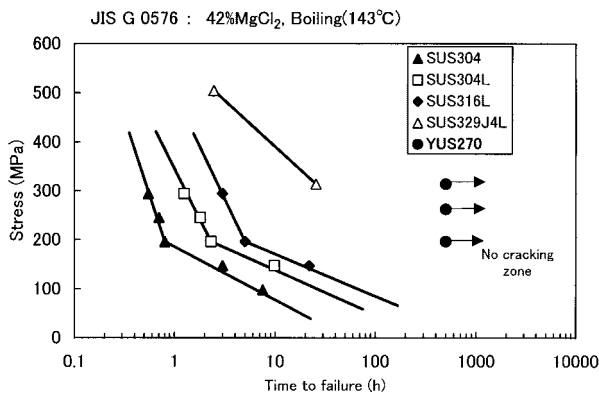


図4 応力腐食割れ試験結果<sup>3)</sup>  
Stress-corrosion cracking test results

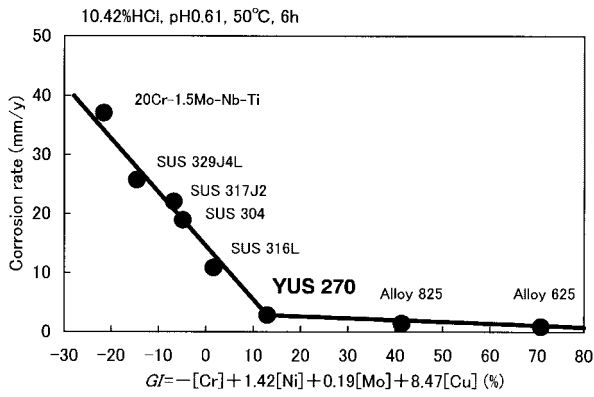


図5 塩酸中における腐食速度の合金成分指標による整理<sup>3)</sup>  
Corrosion rate in 10.42% HCl versus composition for Ni-Cr-Mo-Fe alloys

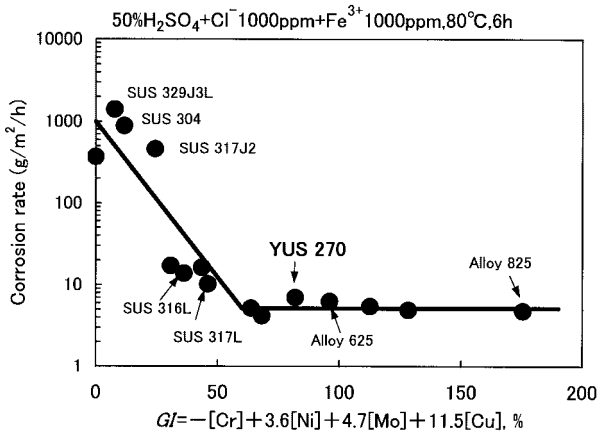


図6 Cl<sup>-</sup>・Fe<sup>3+</sup>を含む硫酸中における腐食速度の合金成分指標による整理<sup>9)</sup>  
Corrosion rate in 50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + Cl<sup>-</sup> + Fe<sup>3+</sup> versus composition for Ni-Cr-Mo-Fe alloys

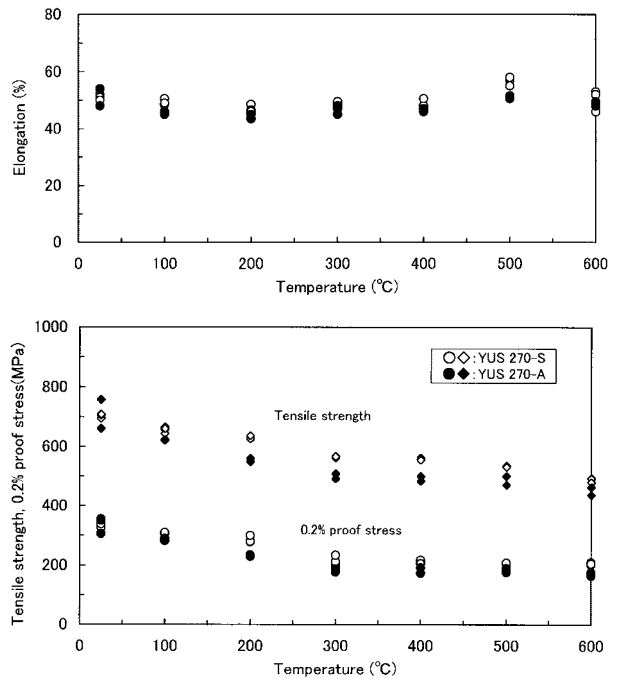


図7 YUS 270鋼管の高温引張特性  
Tensile properties at elevated temperatures for YUS 270 pipes and tubes

張強度が高いのが特徴である。母材部、溶接熱影響部および溶接金属部の靱性も十分に高い。

最近では石炭火力発電所およびごみ焼却プラントなどの熱交換器管などでも腐食環境が厳しくなり、高耐食材料のニーズが高まっている。これらの部位は耐圧部であるために、許容引張応力が必要となるが、YUS 270はS31254相当品であるために、ASME SA-249 S31254の許容引張応力を適用することができる。表4にその許容引張応力を、N/mm<sup>2</sup>の単位に換算して示す。2002年度に経済産業省委託の電気施設技術基準国際化調査(発電設備)委員会において、S31254がわが国の発電用火力設備の技術基準に適合していることが確認され、今後の技術基準改定時に取り込まれる予定であり、本鋼の火力発電用耐圧部適用の環境は整いつつある。

表3 YUS 270TIG溶接鋼管の機械的特性規格値と実績例  
Specification and examples of mechanical properties for YUS 270 welded pipes and tubes

	Tensile properties at room temperature			Hardness HV(9.8N)		Impact value at 0 (J/cm <sup>2</sup> )		
	0.2% proof stress (MPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Base metal	Welded portion	Base metal	Heat affected zone	Weld metal
Specification	300 min.	650 min.	35 min.	-	-	-	-	-
Example	21.7 mm × 1.5 mm thickness	348	712	61	185	184	-	-
	114.3 mm × 3 mm thickness*	550	832	43	212	197	147	151

\*: The pipe was welded with type 625 filler wire and stretched by 1% for straightening.

表4 YUS 270鋼管の許容引張応力  
Maximum allowable stress values for YUS 270 pipes and tubes

Temperature (°C)	0	40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
Maximum allowable stress (N/mm <sup>2</sup> )	157	157	157	156	153	149	146	143	141	139	137	135	134	134	132

Note: Conversion from ASME SA-249 S31254 (ASME Boiler & Pressure Vessel Code Section II Part D (1998 Edition))

## 2.5 施工性

溶接には625系(22Cr-9Mo-3.5Nb-Ni bal.)以上の高Mo系Ni合金の使用が推奨される。母材以上にMo量を高めなければ、溶接金属での偏析による低Mo部の耐食性劣化が避けられないためである。他のオーステナイトステンレス鋼と同様に予熱・後熱処理は不要である。

YUS 270はオーステナイト系であるために、熱間も含め加工性は良好である。ただし、高Mo故に熱間では相が生成しやすく、耐食性劣化を招くことがあるために、熱間成形後は高温(1150 以上)での再溶体化処理が望ましい。

## 2.6 継手類

実際の配管においては、直管のみならずティー、エルボ、レデューサーなどの継手類が必要となることが多いが、YUS 270の継手類の供給体制が最近整えられた<sup>2)</sup>。また、前述のように、板、棒なども揃っているために、装置全体を本鋼で製作することが可能で、管/管板などで異種金属材料との組み合わせとなった場合に生じる電位差による腐食の可能性を回避できる。写真2は食品加工装置に使用されたYUS 270の配管およびフランジである。



写真2 食品加工装置に使用されたYUS 270の配管およびフランジ  
YUS 270 pipe with flange for a food processing plant

## 3. 結 言

本報では配管用としてのYUS 270を紹介した。本鋼は、直管のみならず、継手類など周辺部品も入手しやすくなっており、利用しやすい環境が整いつつあり、従来の海水淡水化装置のほか、食品加工装置、ボイラ熱交換器管など多方面での適用が期待される。

### 参考文献

- 1) 新日本製鐵株式会社カタログ:Cat.No.SS107
- 2) 新日本製鐵株式会社カタログ:Cat.No.PC308
- 3) 新日本製鐵株式会社カタログ:Cat.No.PC310
- 4) 佐藤弘隆ほか:新日鉄技報 (377) 34(2002)
- 5) 中田潮雄:高耐食金属建材セミナー,1996
- 6) 末次和広ほか:新日鉄技報 (377) 31(2002)
- 7) 井上裕滋ほか:ステンレス鋼の利用分野から見た接合技術の最近の進歩 平成14年 2002 p.17
- 8) AVESTA 254 SMO, Alloy Digest ,(May) 9(1984)
- 9) 松橋亮ほか:第36回腐食防食討論会講演予稿集,1989 p.359