

## 高耐食性 Ni フリーステンレス鋼 JFE443 ファミリー

## JFE 443 Family of Ni-free Stainless Steel with High Corrosion Resistance

## 1. はじめに

ステンレス鋼は、優れた耐食性を得るために、Cr, Ni などの添加元素を多量に含有させた高合金の鋼である。近年、環境への配慮の要請が高まるなかで、ステンレス鋼の成分にも省資源化の流れが生じている。その流れの先鞭をつけ、JFE スチールでは 2005 年に貴重で高価な元素である Ni をほとんど含まない JFE443CT を開発し<sup>1)</sup>、広く普及に努めてきた。今回、新たに、より幅広い用途で Ni フリーステンレス鋼の適用を可能とするべく、JFE443 ファミリーと称する Ni フリーステンレス鋼のラインナップを拡充した。本報では、その JFE443 ファミリーの特徴と適用事例についてご紹介させていただく。

## 2. JFE443 ファミリーの特徴

## 2.1 成分設計

JFE443 ファミリーである JFE443CT, JFE443MT, JFE445NT は、表 1 に示した化学成分の代表例からわかる通り、貴重なレアメタルである Ni を添加していない。一方で、

表 1 JFE443 ファミリーの化学成分の代表例 (mass%)

Table 1 Typical chemical composition of JFE 443 family (mass%)

Steel grade	C	Cr	Ni	Mo	Cu	N	Other
JFE443CT	0.01	21	—	—	0.4	0.01	Ti
JFE443MT	0.01	21	—	0.5	—	0.01	Ti, Nb
JFE445NT	0.01	22.5	—	1.0	—	0.01	Ti, Nb
SUS304	0.06	18	8	—	—	0.03	—
SUS316L	0.03	18	12	2.0	—	0.03	—

Cr を 20% 以上とし、少量の Cu, Mo を添加することにより、大気環境における適切な耐食性が得られるように成分設計している。

C, N を 0.01 mass% 前後まで低減し、さらに、安定化元素として Ti, Nb を添加することにより、Cr 炭窒化物の析出による耐食性の低下を抑止している。そのため、JFE443 ファミリーは、同材の溶接であれば、溶接ワイヤを使用せずとも耐食性の低下なく溶接できる。

## 2.2 物理的特性・機械的特性

JFE443 ファミリーはフェライト系ステンレス鋼であるため、オーステナイト系ステンレス鋼である SUS304, SUS316L と比較して、いくつかの特性に違いがある。

表 2 に JFE443 ファミリーの物理的特性、機械的特性の代表例を示す。JFE443 ファミリーは SUS304 等に対して、密度と熱膨張係数が小さい。そのため、熱による膨張、収縮が問題となるような用途（例えば煙突内張りなど）には、SUS304 等より適している。また、熱伝導率が大い、電気抵抗率が小さい、磁性があるという特徴もある。

表 2 に示したとおり JFE443 ファミリーの引張強さは SUS304 等と比べて小さい。伸びは 30 % 程度であり、SUS304 等の半分ほどである。一方で、深絞り加工の指標となる  $r$  値は高く、深絞り成形性が良好であるため、部品形状や加工方法によっては SUS304 等よりも成形が容易な場合がある。

## 2.3 大気腐食環境における耐食性

図 1 に JFE443 ファミリーのサイクル腐食試験後の外観写真を示す。15 サイクルの腐食試験による JFE443CT の腐食

表 2 JFE443 ファミリーの物理的特性・機械的特性の代表例

Table 2 Typical physical property and mechanical property of JFE443 family

Steel grade	Thickness	Physical property			Mechanical property (Rolling direction)			
		Density	Young's modulus	Thermal expansion coefficient (0~650°C)	0.2% yield strength	Tensile strength	Elongation	$r$ -value
		g/cm <sup>3</sup>	GPa	× 10 <sup>-6</sup> /°C	MPa	MPa	%	
JFE443CT	0.8	7.74	204	11.5	305	483	31	1.3
JFE443MT	0.6	7.69	210	11.1	321	484	30	1.5
JFE445NT	0.6	7.67	212	11.6	366	513	30	1.5
SUS304	0.8	7.93	193	18.4	279	652	57	1.0
SUS316L	0.8	7.98	193	18.5	268	588	55	0.9

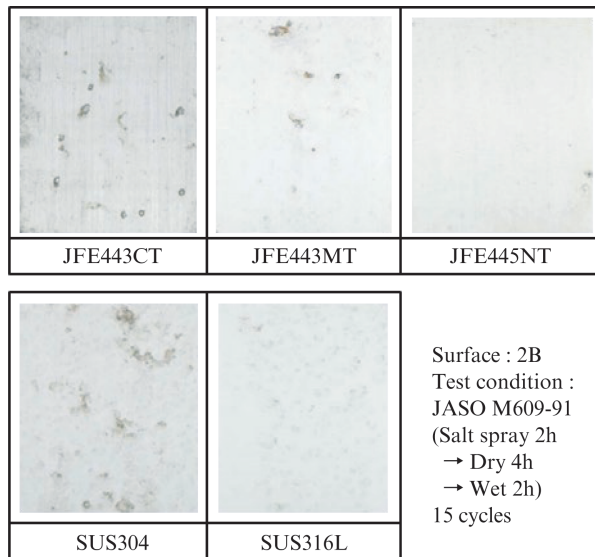


図1 JFE443 ファミリーのサイクル腐食試験後の外観写真

Fig. 1 Appearance of JFE443 family after cyclic corrosion test

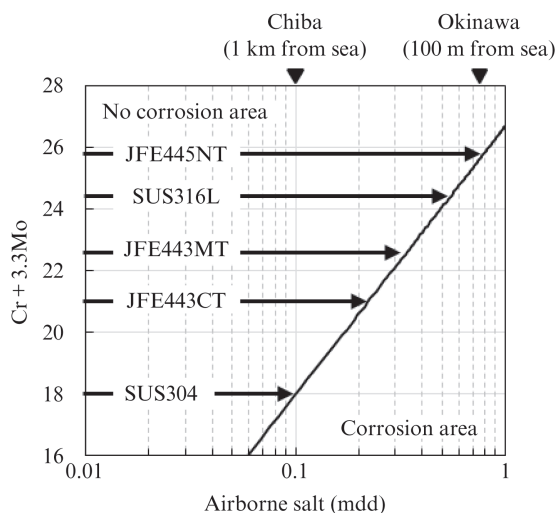


図2 JFE443 ファミリーの適正使用環境

Fig. 2 Suitable environment of JFE443 family

状況は SUS304 と同等であった。SUS316L はわずかに腐食が観察されたが、JFE445NT はほとんど腐食がなく、サイクル腐食試験で良好な耐食性を示した。

大気環境におけるステンレス鋼の腐食の有無は飛来塩分量により整理可能であり、孔食指数の  $Cr+3.3Mo$  に比例して腐食の発生しない限界の飛来塩分量が決まる。図2に JFE443 ファミリーの適正な使用環境を示す。海岸から 1 km ほどの環境においては、SUS304 は腐食が発生する可能性があるが、JFE443CT、JFE443MT は腐食が発生しない。JFE445NT は、沖縄の海岸から 100 m ほどの環境でも良好な耐食性を示すと予想される。

このように JFE443 ファミリーは、使用される環境に応じて最適鋼種を選定できるようになっている。

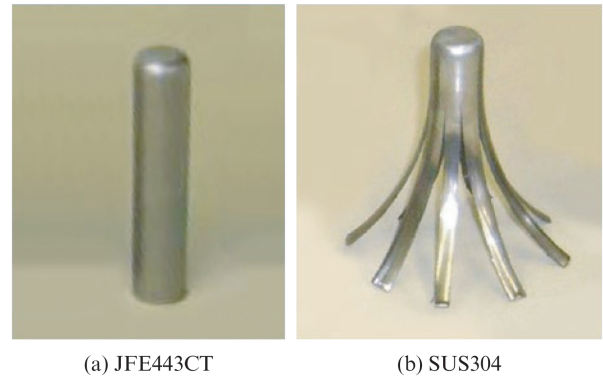


図3 JFE443CT と SUS304 の多段深絞りによる置割れ性の比較

Fig. 3 Comparison of delayed failure between JFE443CT and SUS304 by multistage deep drawing

## 2.4 加工性・耐食性に関するその他の特徴

JFE443 ファミリーには、オーステナイト系ステンレス鋼でしばしば問題となる置き割れが起りにくいという特徴がある。図3に JFE443 CT と SUS304 を多段絞りした後に 1 日放置した後の外観写真を示す。JFE443CT では深絞りで成形した形状が保たれていた一方、SUS304 では深絞り方向に沿って割れが発生した。

そのほか、JFE443 ファミリーには応力腐食割れが発生しにくいという特徴もある。JIS G 0576 に規定される 42% 塩化マグネシウム応力腐食割れ試験を実施すると、SUS304、SUS316L では 4 h 程度で割れが発生するが、一方で JFE443 ファミリーでは 100 h 経過後も割れが発生しないという結果が得られている。

## 3. 適用事例

JFE443CT は、2005 年の販売開始以来、建築金物、ダクト、エントランスやエレベータの外装材、電機機器や制御盤の筐体、ドラム缶、厨房機器や食器など様々な用途に適用事例がある。JFE443MT、JFE445NT は、電気温水器の缶体や配管など、より高い耐食性が求められる用途に適用されている。

## 4. おわりに

JFE443 ファミリーは、大気腐食環境において、SUS304 や SUS316L を代替する優れた耐食性を有するだけでなく、熱膨張係数が低い、応力腐食割れが起こらないなど、オーステナイト系ステンレス鋼にはない優れた特徴を有した、汎用的な取り扱いが可能なフェライト系ステンレス鋼の商品群である。優れた耐食性が必要な部位に用いる材料の選択肢の一つとしてご一考いただけると幸いです。

参考文献

- 1) 石井和秀, 石井知洋, 太田裕樹. Ni, Mo フリー高耐食フェライト系  
ステンレス鋼 JFE443CT. JFE 技報. 2008, no. 20, p. 10-15.

〈問い合わせ先〉(2021年10月～)

JFE スチール ステンレスセクター部

TEL : 03-3597-3631 FAX : 03-3597-3415

ホームページ : <https://www.jfe-steel.co.jp/products/stainless/index.php>