

# 火力発電ボイラ用フェライト系シームレス鋼管

## Ferritic Seamless Steel Pipes for Thermal Power Generation

### 1. はじめに

火力発電ボイラでの発電効率向上から、蒸気条件の高温・高圧化が進められ、使用されるボイラ用鋼管も用途に応じた新材料開発や性能向上がはかられてきた。JFE スチールは、ボイラ鋼管の提供開始時から、フェライト系合金鋼管の優れた高温強度、耐酸化性、溶接性に着目し、各種鋼管の開発・製造を行ってきた。

本報では、JFE スチールが提供している火力発電ボイラ用鋼管のいくつかの商品を以下に紹介する。

### 2. JFE スチールの火力発電ボイラ用鋼管

#### 2.1 改良型 9%Cr-1%Mo 鋼管 (T91/P91 鋼管)

JFE スチールは、ASME SA213 および SA335 に規定される改良型 9%Cr-1%Mo 鋼管「T91/P91 鋼管」(Table 1) をマンネスマン圧延で 1980 年以降からの製造出荷以来、(1) 高い外径・肉厚寸法精度をもつスーパーホット鋼管、(2) 廃熱回収ボイラに多用される長さ約 22 m 程度の超長尺チューブ、(3) 主蒸気管やヘッダ管に用いられる肉厚 50 mm 程度の極厚・中径鋼管など時代に応える特長ある製品へ進化させつつ、世界中に安定供給している<sup>1)</sup>。

#### 2.2 W 添加 2.25%Cr 鋼管 (T23/P23 鋼管)

2001 年に ASME SA213 に T23 として規格登録された本材料は、多量の W を添加した 2.25%Cr-Nb-V 鋼であり、高い短時間高温強度と長時間クリープ強度を有する。JFE スチールは、1980 年代から研究開発を進め<sup>2)</sup>、より高い高温強度、良好な溶接性と高い耐溶接熱影響部 (heat affected

zone) 割れ性を備えた低 C-低 Al-低 N 組成鋼材を開発 (Table 2) し、国内外で廃熱回収ボイラの過熱器や再熱器に利用され、ボイラ容器の軽量化に貢献している<sup>3)</sup>。

#### 2.3 W 添加 9%Cr 鋼管 (T92/P92 鋼管)

T91/P91 鋼管より優れた高温強度とクリープ強度を有する材料として、2004 年の ASME 規格に T92/P92 鋼管が登録された。本材料は、多量の W を含む 9%Cr-Nb-V 鋼であり、過酷な蒸気条件となる主蒸気管、過熱器および再熱器用に利用され、一部ボイラにおいては、ステンレス鋼の代替として適用される場合もある。

JFE スチールにおける当該鋼管の化学組成範囲および高温強度データの一例を Table 3, Fig. 1 および 2 にそれぞれ

Table 3 Chemical composition of JFE Steel's T92/P92

(mass%)										
C	Si	Mn	Cr	Mo	W	Nb	V	B	Al	
0.07	0.10	0.35	8.50	0.35	1.65	0.043	0.16	0.002		
-0.14	-0.35	-0.60	-9.20	-0.55	-2.00	-0.070	-0.23	-0.005	≤0.01	

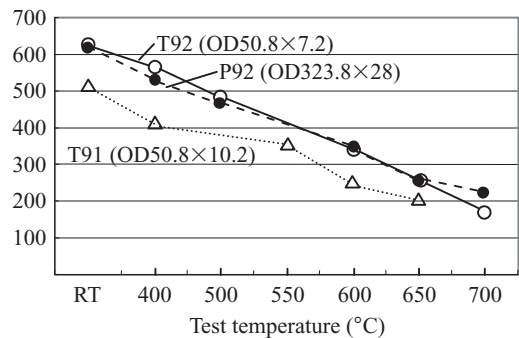


Fig. 1 Yield strength of T92/P92 at elevated temperature

Table 1 Chemical composition of T91/P91

(mass%)									
C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	V	Al	N	
0.09	0.20	0.30	8.0	0.85	0.06	0.18	≤0.04	0.03	
-0.14	-0.50	-0.60	-9.0	-1.05	-0.10	-0.25		-0.07	

Table 2 Chemical composition of JFE Steel's T23

(mass%)										
C	Si	Mn	Cr	Mo	W	Nb	V	B	Al	N
0.055	0.20	0.43	2.25	0.10	1.65	0.06	0.25	0.003	0.002	≤0.005

2007 年 4 月 19 日受付

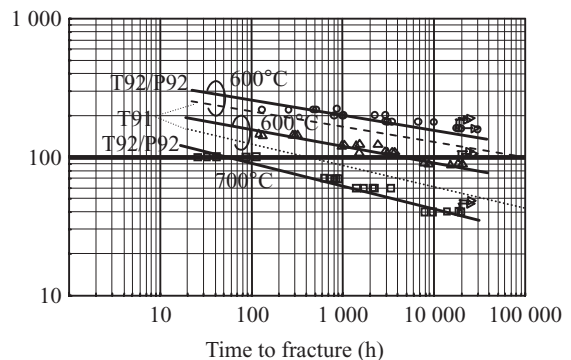


Fig. 2 Creep rupture strength of T92/P92 compared with T91

れ示す。化学組成的には、低 C-低 Si-高 W-高 Nb-低 Al を特長としており、使用性・高温強度・高温クリープ特性により配慮した成分設計がなされている。

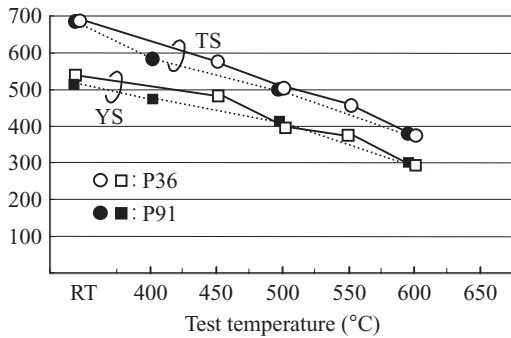
T92/P92 鋼管の熱伝導度などの物性値は従来 T91/P91 鋼と同様で、高温強度が著しく改善されている。使用鋼管の薄肉・軽量化による溶接施工の負荷軽減効果が期待できる。

### 2.4 Ni-Cu-Mo-Nb 鋼管 (P36 鋼管)

2006 年に ASTM A335 規格に登録された Ni-Cu-Mo-Nb 鋼管 (P36 鋼管) は、厚肉・大型化する SA106B/SA106C な

Table 4 Chemical composition of P36

(mass%)									
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	Nb	Al	N
0.10	0.25	0.80	≤0.30	0.25	1.00	0.50	0.015	≤0.05	≤0.02
-0.17	-0.50	-1.20		-0.50	-1.30	-0.80	-0.045		



RT: Room temperature

Fig.3 Tensile strength of P36 at elevated temperature

どの炭素鋼管の代替材料として開発された。本材料の化学組成範囲および高温強度を Table 4 および Fig. 3 に示す。

本材料は、改良型 9%Cr 鋼管とほぼ同じ短時間高温強度を有し、たとえば、90 mm 越えの極厚 A106C 鋼管の代替とした場合、本鋼管の肉厚は約 59 mm 程度の薄肉化が可能である。

### 3. おわりに

JFE スチールのボイラ用シームレス鋼管は、素材の溶製やビレット圧延の上工程から始まり、熱間圧延での鋼管製造や検査技術の開発を含めた製品検査・出荷までの全工程が一貫管理され、さらに、トリプル NDE (MLFT-ET-UT) による高い品質保証体制で製造されている。

高機能ボイラ鋼管適用による発電効率向上は、地球環境保全につながり、今後とも環境改善への貢献を果たす意味でも高機能・高品質鋼管を市場に安定供給できるよう製造体制のいっそうの強化をはかっているところである。

#### 参考文献

- 1) 林謙次, 小関智也, 小川隆生, 池田倫正, 畠山耕太郎, 建設・産業機械, プラント用鋼材. JFE 技報, 2003, no. 2, p. 47.
- 2) 川崎製鉄, クリープ特性および耐水素侵食特性の優れた低合金鋼. 特公平 6-6771, 1994-01-26.
- 3) 2.25%Cr-1.6%W フェライト系ボイラ用鋼管. JFE 技報, 2005, no. 9, p. 51.

#### 〈問い合わせ先〉

JFE スチール 鋼管輸出部 TEL : 03-3597-3253  
 鋼管セクター部 TEL : 03-3597-3511