

669.14.018.85:669.14-126-462.3  
 669.15'24'26-194.58:669.15'24'25'26-194.56

(149) ボイラ用耐熱鋼鋼管の試作と  
 その性質 6597~598

住友金属工業中央技術研究所  
 工博 三好 栄次・丸岡 秀俊  
 〃 鋼管製造所  
 工博〇寺井庄治・中村久司・森礼次郎

Trial Manufacture of Heat-Resisting  
 Steel Tubes for Boiler Tubing and  
 Their Properties.

Dr. Eiji MIYOSHI, Hidetoshi MARUOKA,  
 Dr. Shoji TERAI, Hisashi NAKAMURA  
 and Reiji Mori

I. 緒 言

発電用大型ボイラの蒸気条件は近年いちじるしく高温  
 高圧に進み 190 kg/cm<sup>2</sup> 570°C 級のものが実用化され  
 過熱器管など高温部分には 18-8 系ステンレス鋼が使用  
 されているがさらに温度圧力の高い 350 kg/cm<sup>2</sup> 650°C  
 といった条件に対してはこれらの材料でも高温強度が不  
 充分である。このような使用条件に対応する高温高圧ボ  
 イラ用鋼管として数種の耐熱鋼鋼管の試作を行ない、そ  
 の諸性質を調べた。以下にその概要を報告する。

II. 試作概要

供試材の化学成分を Table 1 に示す。いずれもオース  
 テナイト鋼で A, B, C 3 鋼種は 18-8 系ステンレス鋼  
 に添加元素を加えて高温強度を高めた材料, D, E はさ  
 らに Co を加えた耐熱合金で、いずれも高周波炉で 1 t  
 の鋼塊として溶製された。

この鋼塊を鍛造後機械仕上げして外径 140mm の短  
 尺鋼片に研削し、ユージーセジュール製管機により熱間  
 押出しを行なつて各鋼種数本ずつの素管を製管した。製  
 管温度は 1050~1150°C、押出し寸法は外径 80~55  
 mm、肉厚 12~7.5mm である。A, B, C は変形抵抗  
 も 18-8 Mo 鋼と同程度で製管も容易であつたが D, E  
 は熱間加工性が相当悪く製管温度の高い場合は疵の発生  
 する傾向がみられ、また変形抵抗も高く他の鋼種の約  
 1.5 倍を示した。

この熱間押出し管を素管として内外面旋削後冷間加工  
 して外径 25mm、肉厚 5mm の管に仕上げた。A, B,  
 C 3 鋼種については 18-8 系ステンレス鋼とはほぼ同様に  
 加工できる。D, E は十分な軟化が困難なので変形抵抗  
 が高く引抜においては一回の減面率は相当小さくせざる  
 を得ない。しかし冷間圧延では反力は大きいが前 3 種と  
 はほぼ同様な加工を行なうことができる。なお D, E は表  
 面処理もやや困難である。脱スケールは 5 鋼種とも 18-  
 8 系ステンレス鋼と同様に実施できる。最終熱処理は

Table 2. Mechanical properties of materials.

Materials	Yield strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Hardness (HB)	Charpy impact value (kg-m/cm <sup>2</sup> )
A	41.3	67.6	30	88.7	10.1
	43.1	67.3	40	87.8	10.2
B	43.4	74.0	50	90.8	11.0
	44.1	74.2	48	93.5	11.5
C	33.1	61.5	51	80.1	12.5
D	44.5	73.4	20	93.9	6.7
	45.6	73.5	20	93.0	6.5
E	41.7	82.6	54	94.2	10.3
	39.1	81.4	43	93.1	10.0

1100°C 水冷としバレル炉で行なつた。

冷間仕上げされた管については機械的性質、組織を調べ、  
 扁平、押抜け、曲げの各試験を行なつた。Table 2  
 に試作管の機械的性質を示した。いずれも 18-8 系ステン  
 レス鋼よりは相当硬く、とくに D, E の引張強さは 70  
 kg/mm<sup>2</sup> を超えているが、扁平、押抜け試験では D を  
 除きステンレス鋼に対する JIS 規格を満足する成績を  
 示し、巾 10mm の試験片による曲げ半径 5mm、試験  
 温度常温および 950~1100°C の曲げ試験では各鋼種各  
 温度とも 180° 曲げでなんらの欠陥も示めさなかつた。

III. 高温の諸性質

上記の試作と平行してこれら各材料の高温特性を調べ  
 るため高温引張、クリープ、長時間加熱、耐酸化性など  
 の各試験を行なつた。

Fig. 1 にクリープ・ラプチュア試験結果の一部を示し

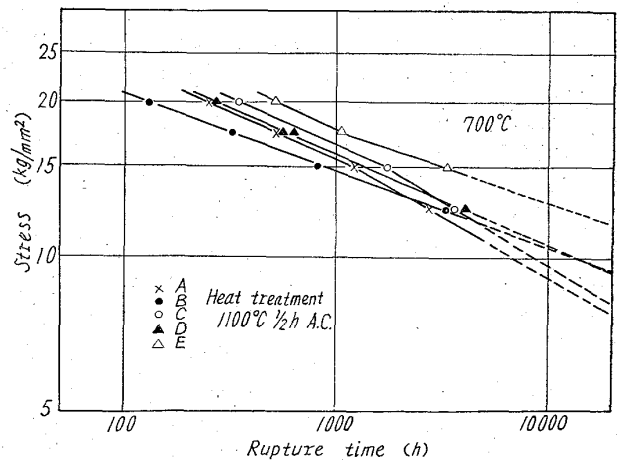


Fig. 1. Relation between stress and rupture time.

Table 1. Chemical composition (%) of steels tested.

Materials	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	W	Co	Cb	V	N	Ti
A	0.10	0.52	1.39	0.019	0.010	0.21	13.80	17.25	1.35	—	—	1.27	0.78	0.15	—
B	0.15	0.56	1.40	0.021	0.010	0.21	14.88	16.95	1.69	1.41	—	1.06	—	0.14	—
C	0.12	0.67	0.84	0.019	0.015	3.07	13.78	15.90	2.43	—	—	0.58	—	—	0.20
D	0.35	1.25	0.72	0.021	0.014	0.08	12.75	13.35	2.05	2.26	9.77	2.91	—	0.027	—
E	0.12	0.47	1.45	0.014	0.009	0.005	19.16	20.50	2.70	2.88	19.12	1.05	—	0.12	—

Table 3. Result of tensile test of welded joints.

Materials	Electrodes	Conditions	Yield strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Position of fracture
A	TIG	As-welded	32.3	63.6	40	Mother metal
B	//	//	33.0	67.5	38	//
C	//	//	29.1	59.0	35	//
D	20Cr, 20Ni, 20Co	//	38.0	70.4	36	//
//	TIG	//	30.7	70.8	34	//
E	20Cr, 20Ni, 20Co	//	40.3	79.6	29	Welded metal (without defect)
//	TIG	//	41.2	81.9	28	//

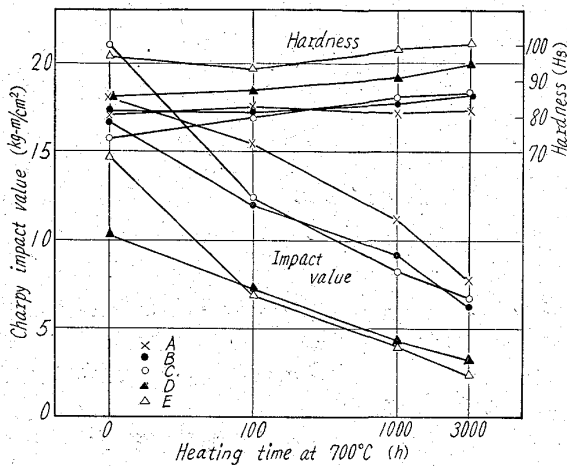


Fig. 2. Impact value and hardness after prolonged heating.

た。700°C, 1000 hの強度はいずれも 15 kg/mm<sup>2</sup> 以上で、Eが長時間側でとくに高い値を示している。1250°Cの熱処理では D, E の高温強度がとくに改善され、他の3鋼種との差は大きくなる。

Fig. 2に 700°C, 3000 h までの加熱による硬度、衝

撃値の変化を示した。衝撃値はいずれも時間の経過とともに低下し D, E はその絶対値も低いながら低下率は 18-8 系ステンレス鋼と同程度である。

#### IV. 溶接試験

各材料のボイラ用鋼管としての溶接性を調べる目的で 1100°C A.C. の熱処理を行なった板材についてアーク溶接およびイナートガスアーク溶接によつて溶接継手を作り引張試験、曲げ試験その他を行なった。

引張試験の成績は Table 3 に示すとおりで大部分が母材部から破断しており溶接部で破断しているものも相当大きな伸びを示し溶接部に特に欠陥は認められなかった。

溶接施行の実際的な条件の確立にはなお検討を要するがこれらの鋼種はいずれも材質的にはボイラ鋼管用として必要な溶接性をもつものと考えられる。

#### V. 結 言

18-8 系ステンレス鋼よりさらに高温高圧の条件に対応できるボイラ用鋼管として5種類の耐熱鋼の試作を行ない熱間押し出しと冷間加工により良好な管が製作できることを確認するとともにそれらの高温強度、溶接性などについて試験した結果を報告した。