

Fig. 1. Effect of high-temperature soaking on the hot workability of testing materials.

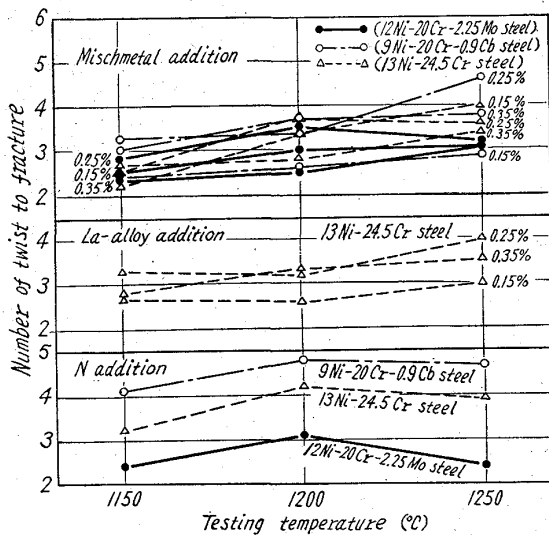


Fig. 2. Effects on rare-earth metals or nitrogen additions on the hot workability of testing materials.

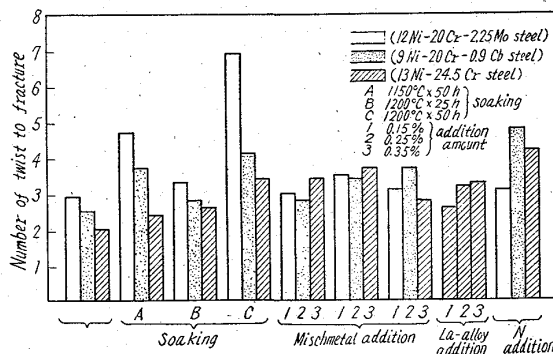


Fig. 3. Effects of additives and soaking treatment on the hot workability. (Testing temperature: 1200°C)

あることから δ フェライトが減少し γ -相に近づくためである。一方 12 Ni-20 Cr-2.25 Mo 鋼は前者ほどの効果を示さない。これは元来 δ フェライトの少ないことに起因するものと考えられる。

Fig. 3 は 1200°C におけるこれら各鋼種、各条件の高温変形能を取りまとめたものである。

IV. 結 言

2 相組織を有する 3 種類の オーステナイト系不銹鋼 12 Ni-20 Cr-2.25 Mo 鋼, 9 Ni-20 Cr-0.9 Cb 鋼および 13 Ni-24.5 Cr 鋼について均質化处理, 稀土類元素および窒素添加の熱間加工性におよぼす影響を調査し次の結論を得た。

1) 均質化处理の熱間加工性におよぼす効果は各鋼種とも認められるが 12 Ni-20 Cr-2.25 Mo 鋼に対しては特に効果がいちじるしかつた。これは均質化处理により δ フェライトが球状化する事に加えて、フェライト量の減少することによって起因するもので、均質化处理温度としては 1200°C 近辺が最も適当である。

2) 稀土類元素添加の効果は各鋼種とも認められるが最適の添加量は 0.25% である。また各鋼種間の差異は特に認められない。

3) 窒素添加の場合は元来 δ フェライトの少ない 12 Ni-20 Cr-2.25 Mo 鋼には効果が少ないが、その他の 9 Ni-0.9 Cb 鋼および 13 Ni-24.5 Cr 鋼には効果が大である。

669.15'24'26-194.3-462.2:62/1
(97) 20Cr-30Ni 鋼鋼管の試作とその性質

性質 62277
住友金属工業中央技術研究所
松岡甚五左衛門・上柴 富三
鋼管製造所 1383~1385
○和田貞雄・京谷 定男

Trial Manufacture of 20% Cr-30% Ni Steel Tubes and Their Properties.

Zingozaemon MATSUOKA, Tomizō UESHIBA, Sadao WADA and Sadao KYOTANI.

I. 結 言

石油精製ならびに石油化学工業における furnace tube の選定は重要であり、最近は大容器化、製品品種の増加および炉体構造の進歩により furnace tube に対する要求はますます厳しくなつてきている。一般に furnace tube としては、第 1 に高温強度、耐酸化性のすぐれていること、第 2 に溶接性、加工性がよいこと、第 3 に組織が常に安定していることが必要である。最近、高温における耐酸化性ならびに組織の安定性のすぐれている点から furnace tube 用材料として 20 Cr-30 Ni 鋼が使用されようとしているが、この鋼種の諸性質ならびに加工性について十分知られていないので、今回製管性、基礎的性質の調査を行なつた。この試験結果により 20 Cr-30 Ni 鋼鋼管製管の見通しが得られ、諸性質を確認することができた。

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

Marks	Type of furnaces	Ingot wt.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
A	100 kg induction	50 kg	0.06	0.38	1.12	0.011	0.014	0.01	32.91	19.90	—
B	8 t electric	2 t	0.07	0.67	0.95	0.023	0.008	0.06	32.45	19.90	0.05

Table 2. Result of preliminary tests.

Materials	Billet-reheating furnace			Ingot-heating furnace		
	S-content on surface (0.2mm)		Wt. loss (%)	S-content on surface (0.2mm)		Wt. loss (%)
	Before heating (%)	After heating (%)		Before heating (%)	After heating (%)	
Low-C steel	0.035	0.095	3.0	0.031	0.104	7.1
2 Cr-1 Mo steel	0.006	0.016	1.3	0.005	0.037	9.9
9 Cr-1 Mo steel	0.006	0.019	1.6	0.005	0.042	6.3
16 Cr steel	0.006	0.036	1.1	0.005	0.052	5.3
18 Cr-8 Ni steel	0.006	0.006	0	0.006	0.006	0
25 Cr-20 Ni steel	0.006	0.006	0	0.006	0.006	0
20 Cr-32 Ni steel	0.016	0.016	0	0.010	0.010	0

II. 試作経過

1. 予備試験

20 Cr-30 Ni 鋼の製管についての基礎資料をうるために予備試験を実施したが、概要は次のとおりである。

(i) 雰囲気試験

Ni の高い合金を加熱した場合、ガス中の S により表面が浸されて劣化するといわれている。この点を確認するため、Table 1 の成分 A の鋼塊 (100 kg 高周波炉) からリング状の試料を削りとり、S の低い燃料 (C-重油, S: 1.09%) を用いた丸鋼加熱炉および S の高い燃料 (C-重油, S: 1.92%) を用いた鋼塊加熱炉に装入し加熱した。廃ガス中の S は SO₂ としてそれぞれ 0.09% および 0.18% であった。加熱後外観、面表の S 増加、ミクロ組織などを調査したが、その一部を Table 2 に示した。丸鋼や鋼塊を加熱する場合、S-attack の心配がないことが明らかとなった。

(ii) 冷間抽伸

20 Cr-30 Ni 鋼は 25% までの冷間加工ではなんら問題はなく、18 Cr-8 Ni 鋼と全く同一の方法で行なうことができる。de-scale は塩浴と硝酸の併用によつて容易に行なわれ、表面処理としては硫酸塩被膜と脂肪酸塩の併用により十分な潤滑効果が得られることが確かめられた。また、冷間加工後 1050°C 以上に加熱すれば、硬度は H_B 80 以下となり、十分軟化される。

2. 製管試験

(i) 工程

Fig. 1 に製管工程を示した。マンネスマン製管工程では 125mm φ の丸鋼から 89.2mm φ × 11.1mm t の管を試作し、ユジーンセジュールネ (Ugine-Séjournet) 押出製管工程では 165mm φ の丸鋼から 25.4mm φ × 2.8mm t の管を試作した。圧延上とくに問題はなかったが、鋼塊を 1200°C 以上に加熱した場合、corner crack が多くなる傾向がある。マンネスマンおよびユジーンセジュールネ押出製管にあたり、圧延時の経験から丸鋼温度を 1200°C 以下に抑えて良好な素管を得た。冷間

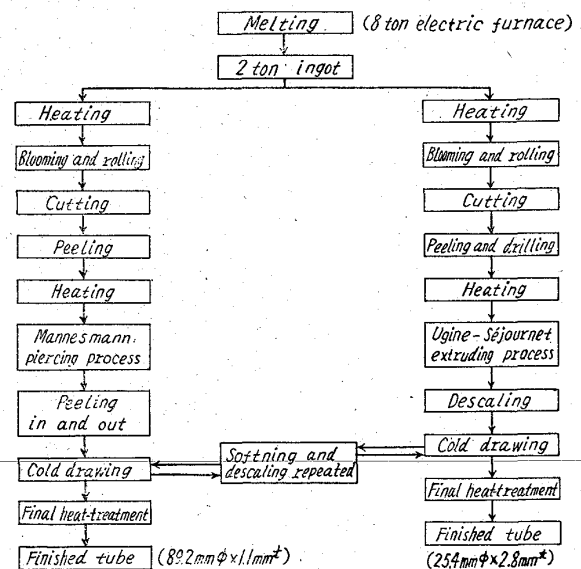


Fig. 1. Flow sheet for tube making.

抽伸工程では、マンネスマン素管は内外面施削後水圧抽伸機により、ユジーンセジュールネ 押出素管は鎖式抽伸機により冷間加工した。いずれの場合も加工、軟化、descale 表面処理に問題はなく良好な成績が得られた。

(ii) 鋼質調査

125mm φ および 165mm φ の丸鋼について調査した結果では、マクロ組織、ミクロ組織、ガス含有量に異状はなく、製鋼上、圧延上の問題はないといえる。

(iii) 成品の性質

冷間仕上げした 2 種の寸法の管について機械的性質、組織を調べ、扁平、押上げ、曲げの実用試験などを行なった。Table 3 に試作管の機械的性質を示した。最終熱処理として 1100°C WQ (バレル炉) の状態では、18Cr-8 Ni 鋼とはほぼ同等の性質を示して常温では加工性は優れており、28.4mm φ × 2.8mm t の管について cold draw bending 試験をしたが、半径が 1.2D の最

Table 3. Mechanical properties of finished tubes.

Size of finished tubes (mm)	Yield strength (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Hardness (H _B)	Charpy impact value (kg-m/cm ²)
89.1 φ × 11.1 t	26.3	56.8	54	72.3	28.9
	26.1	58.0	56	72.4	28.3
25.4 φ × 2.8 t	31.0	59.4	53	74.2	—
	29.0	58.9	52	73.5	—

Table 4. Mechanical properties of 20 Cr-30 Ni steel after solution treatment at 1050°C and aging at 750°C.

Duration of aging (h)	Yield strength (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Impact value (kg-m/cm ²)	Hardness (H _B)
As solution-treated	23.4	59.4	50	67.7	21.1	79.2
	23.8	59.4	50	68.9	18.9	80.3
1	25.0	60.0	50	65.5	20.9	80.2
	25.0	59.9	48	64.2	19.8	78.8
					19.1	82.2
10	24.7	60.1	46	61.6	16.3	82.5
	25.3	59.7	48	62.4	15.3	81.4
					17.0	82.5
100	23.3	59.9	48	63.5	14.8	81.1
	24.0	60.3	47	60.9	17.0	78.3
					16.0	79.4
1000	25.7	58.6	44	56.0	16.4	77.0
	29.9	59.0	45	56.1	16.9	78.7
					15.9	77.6

小径のロールダイスで曲げ加工しても割れを生じなかつた。

III. 20 Cr-30 Ni 鋼の諸特性

1. 高温強度

750°C における 1000 h のラプチャ強度は、1050°C で溶態化処理したものは 6 kg/mm²、1200°C で処理したものは 8 kg/mm² であつて、25 Cr-20 Ni 鋼、その他 18 Cr-8 Ni 系と比較してほぼ同等の高温強度を示している。

2. 長時間加熱による性質の変化

溶態化処理後 750°C で長時間加熱した場合の機械的性質の変化を調べた。Table 4 にその結果を示した。衝撃値は 1000 h 加熱後も約 15 kg-m/cm² を示し、いちじるしい脆化の傾向は認められない。

3. 耐酸化性

静止空気中での 100 h 加熱による耐酸化試験を行なつた。18 Cr 鋼、18 Cr-8 Ni 鋼はいずれも 900°C 以上では急速に酸化されるが、20 Cr-30 Ni 鋼は 1200°C ではいちじるしい酸化を示さず良好な耐酸化性を示した。

4. 耐食性

種々の沸騰溶液により腐食試験を行なつた。5%硫酸、50%苛性ソーダーでは 18 Cr-8 Ni 鋼と比較して 20 Cr-30 Ni 鋼の耐食性がよく、他では差が認められなかつた。65%磷酸沸騰溶液中では 18 Cr-8 Ni 鋼に比し腐食減量が多かつた。

応力腐食については、4点支持式定歪試験片ホルダーを用い、42%塩化マグネシウム沸騰溶液中での応力腐食試験を行なつた。20 Cr-30 Ni 鋼の割れ発生までの時間

は 18 Cr-8 Ni 鋼、25 Cr-20 Ni 鋼の 50 倍以上で、20 Cr-30 Ni 鋼は他の 2 鋼種に比し、応力腐食感受性が相当小であると考えてよい。

5. 溶接試験

市販されているインコネル (Inco-weld A) および 15 Cr-35 Ni (Chromend 13/15) 溶接棒を用いてフイスコ割れ試験、引張りおよび曲げ試験を行なつた。15 Cr-35 Ni 溶接棒では成績が悪く、90° 以内の曲げで割れが発生したが、インコネル溶接棒では 180° に曲げても割れることなく十分な性質を示した。

溶接部は as-weld のままでは粒間腐食をおこすので、粒間腐食がとくに問題となるような場合は安定化処理を施す必要がある。

IV. 結 言

Furnace tube 用材料として 20 Cr-30 Ni 鋼の試作を行ない、マンネスマン製管、ユージーセジュールネ押出製管のいずれの方法によつても、良好な冷間抽伸仕上げ管を製造し得ることを確認した。さらに高温特性、溶接性、耐食性についても試験を行ない、その結果を報告した。