

Fig. 4. Effect of casting temperature on the creep rupture strength of 28Cr-15Ni stainless steel.

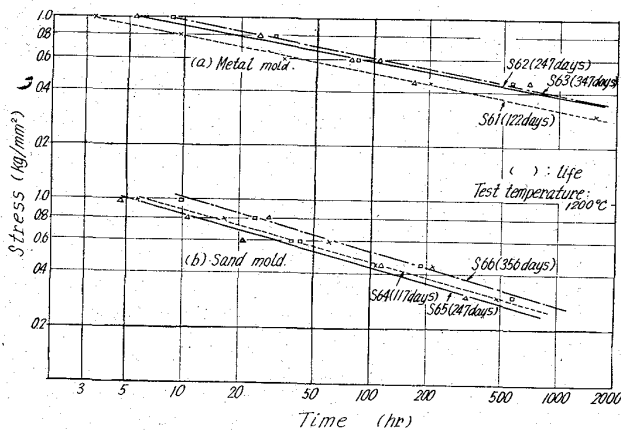


Fig. 5. Relation between retort life and creep rupture strength.

果を Fig. 4 に示す。

砂型鑄造の場合は鑄込温度の高い方がクリープ破断強度はすぐれているが、金型の場合はその逆である。しかしそのクリープ破断強度の差はあまり大きくないので、この程度の鑄造温度の差は材料の性質にそれ程大きな影響をおよぼさないものと考えられる。

3.4. レトルト寿命とクリープ破断強度との関係

1200°C で使用されたレトルトの寿命が 120, 250, 350 日であつたものから試料を採取してクリープ破断試験を行つた。この試料はレトルトの比較的溫度上昇の少なかつた処から採取した。またレトルトは金型と砂型で製造した2種類を選んだ。これらの結果を Fig. 5 に示す。これらの結果からレトルトの寿命の長いものが、クリープ破断強度がすぐれていることがわかる。金型で製造したレトルトは化学成分がほとんど同じでありながら、レトルト寿命がことなるのは溶解鑄造条件によるものと考えられる。

したがつて前述の実験結果と合せて考えると化学成分

を変えてクリープ破断強度の高い、すなわち、レトルト寿命の長いものを作ることを考えるよりも 28Cr-15Ni 系ステンレス鋼で最適の溶解、鑄造条件を求めて、欠陥の少ない、高温で組織の安定した材質を得る研究を行なうことが先決問題であると考えられる。

5. 結 言

以上の実験結果を要約すると次のごとくになる。

(1) 28Cr-15Ni 系ステンレス鋼に合金元素 (Mo, W, Nb など) および Ni, Cr 量を多少変化させても 1200°C のクリープ破断強度はいちじるしく変化しないが、Ni を 10% 程度増加するとかなり良くなる。

(2) Co を多量添加した耐熱合金 (50%Co-28%Cr-17%Fe) は 28%Cr-15Ni 系ステンレス鋼より 1200°C のクリープ破断強度はかなりすぐれている。したがつて 28Cr-15Ni 系ステンレス鋼の 1200°C のクリープ破断強度を高めるには、30~50% の Ni または Co を添加しなければいけないことがわかる。

(3) 28Cr-15Ni 系ステンレス鋼の 1200°C のクリープ破断強度は製造条件によつて、いちじるしくことなるから最適の溶解鑄造条件を求めて欠陥の少ない、しかも高温で組織の安定な材質を得ることが必要である。

文 献

- 1) 藤田, 笹倉: 鉄と鋼, 46 (1960) 10, p. 368
- 2) T. FUJITA: International Symposium on the Problems of Development and Production of Heat Resistant Metallic Materials, Sept. (1964), No. 24

(170) 遠心鑄造ステンレス鋼管の高温特性と耐食性について

住友金属工業, 鋼管製造所

川野 和男・永江 久吉

〃 中央技術研究所 ○長 野 博 夫

On the High Temperature Properties and the Corrosion Resistance of Centrifugally Casted Stainless Steels.

Kazuo KAWANO, Hisayoshi NAGAE and Hiroo NAGANO.

1. 緒 言

最近金型によるステンレス鋼の遠心鑄造鋼管の製造が始められ、良質の遠心鑄造ステンレス鋼管がえられるようになった。一般に遠心鑄造鋼管は鍛圧製管された鋼管にくらべると常温強度は低いようであるが、高温強度はむしろ同等またはそれ以上であるともいわれている。

近年石油化学工業におけるファーンステューブをはじめとして、大径長尺オーステナイト系ステンレス鋼管の需要が増大することが予想され、製管技術の問題から遠心鑄造鋼管の利用が重要視されてくることも考えられる。この場合遠心鑄造鋼管について、高温特性あるいは耐食性などを調査し、鍛圧鋼管と比較検討する必要があるので今回の試験を行なつた。

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

Type of steels*		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb
18Cr-8Ni-Nb	C	0.06	0.70	1.64	0.021	0.006	0.11	12.23	18.00	—	0.68
	F	0.06	0.47	1.72	0.026	0.007	0.06	12.50	17.40	—	0.66
18Cr-8Ni-Mo-Nb	C	0.07	0.67	1.07	0.018	0.008	0.20	14.82	16.85	2.18	0.77
	F	0.08	0.46	1.42	0.028	0.008	0.13	12.96	16.50	2.28	0.56
20Cr-32Ni	C	0.05	0.77	1.13	0.018	0.005	0.05	31.80	20.80	—	—
	F	0.06	0.53	0.94	0.020	0.005	0.06	31.64	19.80	—	—

* C: Centrifugal casting, F: Forging

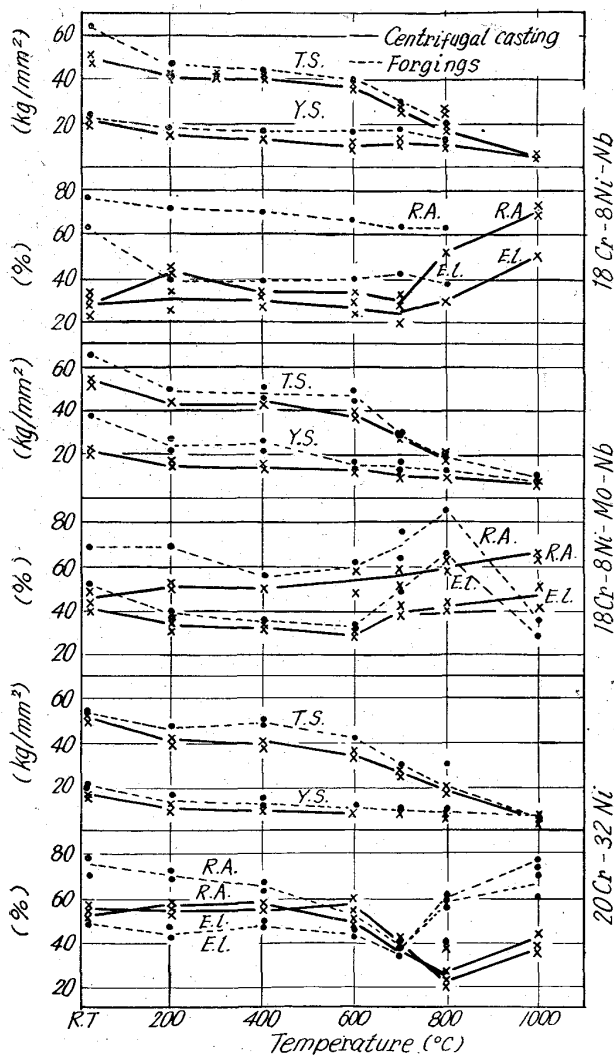


Fig. 1. High temperature tensile properties of centrifugally casted or forged stainless steels.

2. 供試材

本実験に供した3種のオーステナイト系ステンレス鋼の遠心铸造材と鍛伸材の化学組成を Table 1 に示す。

2.1 遠心铸造材

金型を用いて製造された 193φ×25t (mm) の遠心铸造鋼管で、铸込後 1100°C×1 hr A.C. の熱処理が行なわれたものである。

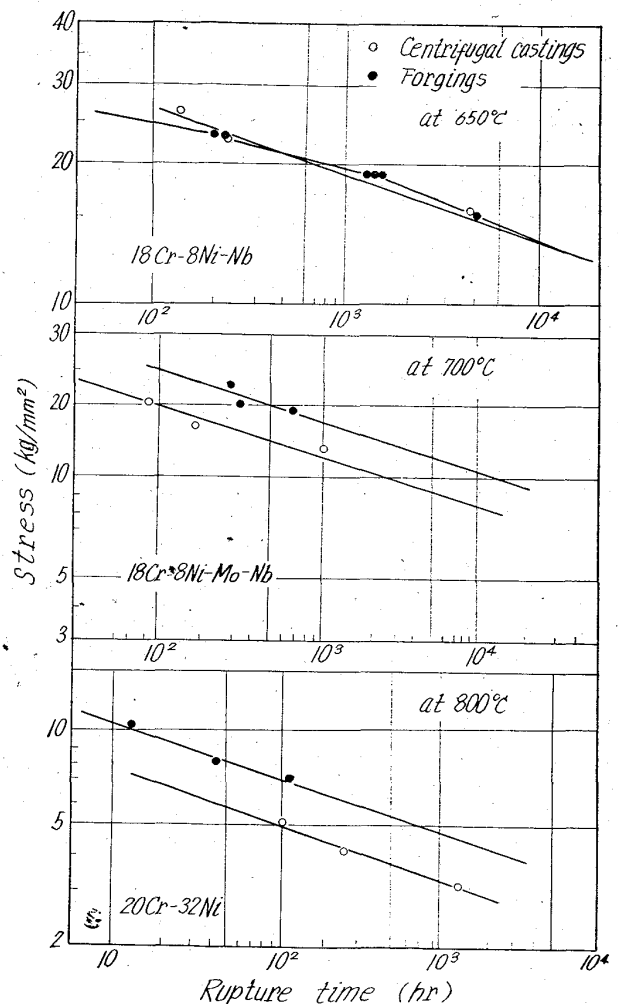


Fig. 2. Rupture stress-time curves of centrifugally casted or forged stainless steels.

2.2 鍛伸材

8 t 電気炉溶製の 150φ~260φ (mm) の圧延丸鋼を熱間鍛造して各試験片を製作した。試験片の熱処理条件は次の通りである。

18Cr-8Ni-Nb; 18Cr-8Ni-Mo-Nb, 1030°C×1/2 hr W.Q., 20Cr-32Ni; 1100°C×1/2 hr W.Q.

3. 実験結果と考察

3.1 高温引張性質

遠心铸造材は管軸方向、鍛伸材は鍛伸方向に 8~10φ

Table 2. Corrosion resistance of centrifugally casted or forged stainless steels.

Test media		65% HNO ₃ boiling		Acidified Cu+ CuSO ₄ boiling	5% H ₂ SO ₄ boiling	70% NaOH boiling	
Type of steel		Corrosion rate g/m ² /hr	Intergranular crack*	Intergranular crack	Corrosion rate g/m ² /hr	Corrosion rate g/m ² /hr	
18Cr-8Ni-Nb	C	Outside Inside	0.741 0.186	× ×	○ ○	116 148	3.75 4.64
	F		0.141	○	○	138	3.87
18Cr-8Ni -Mo-Nb	C	Outside Inside	0.719 0.339	× ×	○ ○	3.16 3.42	2.30 2.38
	F		0.391	○	○	5.08	7.30
20Cr-32Ni	C	Outside Inside	Failed in test "	— —	× ×	6.49 5.33	0 0.29
	F		0.130	○	○	11.3	0.01
Standard 18Cr-8Ni	F		0.113	○	○	67.5	3.38
Standard 18Cr-8Ni-Mo	F		0.252	○	○	3.02	6.24

* ×: intergranularly cracked, ○: not cracked.

×35 l (mm) G. L. の引張試験片を採取して室温から1000°Cまでの引張試験を行なった。その結果を Fig. 1 に示す。

(1) 18Cr-8Ni-Nb: 引張強さ、降伏強さ、伸び、絞りとも鍛伸材の方がすぐれている。とくにその傾向は伸び、絞りにおいて顕著である。遠心鑄造材では NbC カーバイドがマトリックスに密集して存在し、そこが破断の源となつている。

(2) 18Cr-8Ni-Mo-Nb: 室温から 800°C までは強度、延性とも鍛伸材の方がすぐれている。しかし高温側になると強度の差は少なくなる。鑄鍛両材とも 600°C で延性が少し低下し、これ以上の高温になると、遠心鑄造材では増加しつづけるのに対し、鍛伸材では 800°C で最大となるのが認められた。

(3) 20Cr-32Ni: 700°C までは伸びだけ遠心鑄造材の方がすぐれている。高温脆化が遠心鑄造材では 700°C、鍛伸材では 800°C に顕著に現われるが、これは Cr₂₃C₆ カーバイドの析出のためと考えられる。

3.2 クリープ破断強さ

6φ×30 l (mm) G. L. または 10φ×50 l (mm) G. L. の試験片でクリープ破断試験を行ない、外挿法によりクリープ破断強度を求めた。その結果を Fig. 2 に示すが、これらを比較すると次の通りである。

(1) 18Cr-8Ni-Nb では鑄鍛両材はほぼ同じクリープ破断強度を示す。

(2) 18Cr-8Ni-Mo-Nb, 20Cr-32Ni ではクリープおよびクリープ破断強度とも鍛伸材の方が遠心鑄造材よりかなりすぐれた値を示す。

3.3 長時間加熱後の性質

15φ×55 l (mm) の角材をエレマ炉の中で 650°C と 800°C に 3000 hr まで加熱して、加熱後シャルピー衝撃値 (2V ノッチ)、硬度 (H. R. B.) および電顕、X線回線によるマイクロ組織を調べた。

(1) 18Cr-8Ni-Nb: 650°C および 800°C において衝撃値は鑄鍛両材ともほとんど加熱時間による変動はなく、鍛伸材は遠心鑄造材の2倍の靱性がある。遠心鑄造材は加熱前にすでに NbC カーバイドがかなりマトリックスに密集して析出しているのに対し、鍛伸材には加熱前にはあまり析出していないが 650°C で加熱することにより、カーバイド析出が促進され硬化する。

(2) 18Cr-8Ni-Mo-Nb: 衝撃値、硬度とも鍛伸材の方が高い。両材とも時間の経過とともに靱性は低下する。鍛伸材の 800°C×1000 hr の加熱で σ 相, α 相が同定された。

(3) 20Cr-32Ni: 650°C および 800°C において、100 hr の加熱で両材とも衝撃値は加熱前の値に比較してその 1/2 に低下する。この脆化現象はマトリックス全面に Cr₂₃C₆ カーバイドが析出したためと考えられる。

3.4 耐酸化性

5φ×40 l (mm) の棒状試験片を 700°C および 900°C で、空気中で 336 hr ならびに 6 hr 加熱-空冷を 50 回繰返す断続加熱を行なった。加熱後、溶融塩電解により脱スケールして酸化増量を測定した。Fig. 3 に 900°C で繰返し加熱した結果を示す。一般に 700°C では繰返し加熱の方が連続加熱したよりも酸化速度が大きい。900°C ではその逆のようであるがバラッキも大きいので断言できない。鋼種間、鑄鍛の別による差はあまり認められず、耐酸化性の点からは遠心鑄造材でも鍛伸材でも十分な耐酸化性を示し、両者間に大きな違いはないと思われる。

3.5 耐食性

40×10×3 (mm) の腐食試験片の表面をエメリー研磨紙で 0.2 まで研磨した。Table 2 にステンレス鋼の耐食性の判別法に用いられる代表的な腐食試験法による腐食試験結果を示す。沸騰 65% HNO₃ 試験では、遠心鑄造の3材質ともひどい粒間腐食を起すのに対し鍛

669.245'26'28'3.018.2
:620.193.41

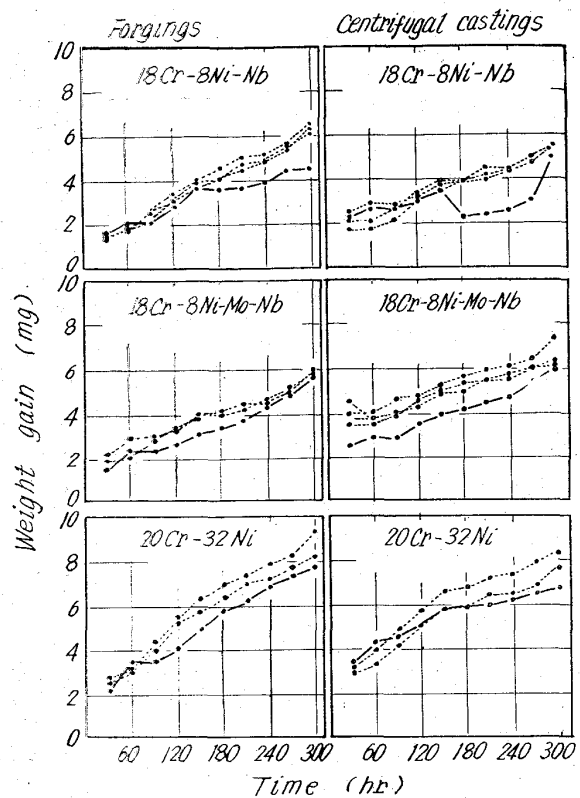


Fig. 3. Oxidation of centrifugally casted or forged stainless steels by intermittent heating at 900°C in air.

伸材には起らない。また沸騰 $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ 試験では、20Cr-32Ni の遠心鑄造材にのみ亀裂が発生する。このような現象は NbC あるいは Cr_{23}C_6 カーバイドの密集の析出と密接な関係があるように思われる。沸騰 5% H_2SO_4 、沸騰 70% NaOH 試験では、耐食性は製造方法の差よりもむしろ成分元素の影響を大きくうける。

4. 総括

遠心鑄造ステンレス鋼管の諸性質を調べ、鍛伸材と比較した結果次のことが判明した。すなわち、従来鑄造材の高温強度は鍛伸材と同等またはそれ以上といわれているが、今回の実験では鍛伸材の方が高温強度および延性の点で遠心鑄造鋼管よりすぐれている。しかしその差はあまり大きいものではない。このような遠心鑄造鋼管の性質は、組織が鑄造組織であるために、粒が巨粒で、カーバイドが密集して析出し、しかも porosity が多数あるためと考えられる。遠心鑄造鋼管のこのような欠点は、加工をいろいろと加えることより改良されると考えられ、現在改良を検討中である。

耐酸化性については、鋼種間、鑄鍛別による差はあまり認められず、両材とも十分な耐酸化性を示す。また全面腐食の点では鑄鍛の差はほとんどないが、遠心鑄造材は粒間腐食感受性が大きい。

(171) Ni 基 Cr-Mo-Cu 系耐酸合金について

(耐酸合金鋼に関する研究—III)

日本特殊鋼

工博○沢 繁樹・森 俊雄

On the Nickel Base Cr-Mo-Cu Acid Resisting Alloys.

(Studies on acid resisting alloy steels—III)

Dr. Shigeki SAWA and Toshio MORI.

1. 緒言

現在広く用いられている耐酸合金の耐食性を調べるとそれぞれの特色が認められる。しかし 100°C 前後の高温の硫酸に対する性能にはなお不満があり、ことに工業的に用いられる硫酸液には種々の夾雑物を含む場合が多いので、その適用は場合ごとに慎重な試験が必要である。著者などはさきに石油化学工業におけるアルキレーション用装置に適当と認められる耐酸合金を報告したりが、さらに硬度が高く耐食性のすぐれた析出硬化型合金の開発研究を行つた。本報告はその概要である。

2. 試料と試験方法

供試材は小型高周波炉にて溶製し、シェルモールド鑄型 $\phi 25\text{mm} \times 120\text{mm}$ 下注湯押付に注入し、溶体化処理後 $\phi 22\text{mm} \times 6\text{mm}$ に旋削して中央部の鑄巣部分を避けるとともに腐食試験の懸吊に便利のように孔をあけた。腐食液は各濃度硫酸水溶液 300 cc に対して 1 コを逆流冷却器付の瓶中にガラスフックで吊し、24 hr, 85°C または 100°C に静置した。Table 1 は供試材の化学組成を示す。

3. 著名耐酸合金の耐食性

市場に出ている耐酸鋼の 6 種類を選び、耐食性について求めた試験結果は Table 2 に示される。実験の結論として

- a) 40% 以上の硫酸還元性の条件では Hastelloy B は完璧の性能を示し改善の余地を認めない。
- b) 30% 以下の濃度の硫酸において試験した合金は、全く耐酸性が不満足である。
- c) 酸化性の条件で強く腐食される Hastelloy B の改良として Laugloy 5R (Hastelloy C 相当) が製造されているが 85°C 20% 以上の硫酸に耐えない。

以上の耐硫酸性の問題を解決させるため著者らは次の 2 点に重点を置いた。

4. Ni 基 Cr-Mo-Cu 系合金の耐食性

Table 1 において No. 6985~6989 は "STC-85A" (前報) の組成を基準として、Ni 量を 10% 増量し、Si を変化させ Si の影響を、Si 1.5% に置き Zr 添加の効果を見たもの、および Ni をさらに 10% 増加せしめて Cu を 3% まで増量したものを、これに Cr を 31.5% にして Cr の効果を、そして Mo を 7.79~10.65% にした場合の耐食性について検討した。これら腐食試験の結果を Table 3 に示す。

40%Ni 系における耐食性は単に Ni を増加させただけでは STC-85A より劣り、Si の 4% までの添加は高濃度域の耐酸性を改善する傾向が認められる。しかしこの程度の値では到底実用に耐えない。Zr の添加は脱