

他の共存元素との関連においては窒化物析出によつて、むしろ強度を低下する場合のあることがわかる。

4. 結 言

Al, N, Si を含みN含有量が AlN を形成するよりも過剰である低炭素鋼 (A) の熱処理によるクリープ強度の変化、窒素の挙動を低 Si-N-Al 鋼 (B), Si キルド鋼 (C) などと比較して検討した。

1. A鋼のクリープ強度は空冷時には高く、炉冷処理によつて著しく低下する。これは炉冷中に過剰の N が (Si, Mn) 窒化物として析出し、不活性化されるためであると推察される。

2. Si 含有量の低い B鋼においてはこのような窒化物は生ぜず、炉冷後の強度も高い。

3. Al を含まない C鋼においても、この程度の徐冷では (Si, Mn) 窒化物の析出は生じない。したがつて Al または AlN の存在は (Si, Mn) 窒化物の析出も促進すると考えられる。

なお、本実験結果は低 Si-N-Al 鋼によつて、細粒でかつクリープ強度の高い低炭素鋼製造の可能性を示唆するものである。

文 献

- 1) 三好, 岡田: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 1965
- 2) 新見: 日本鉄鋼協会鉄鋼分析部会, 非金属介在物小委員会提出資料 No. 55 (1966) Feb.
- 3) 新見, 堂谷, 仲山: 日本金属学会講演概要集, (1966) 10, p. 207
- 4) L. S. DARKEN, R. P. SMITH and F. W. FILER: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 19 (1951), p. 1174
- 5) J. GLEN, et al.: I.S.I. Special Report No. 69 (1961), p. 40
- 6) 寺井: ボイラ用鋼管用炭素鋼, Cr-Mo 鋼のクリープ特性に対する脱酸条件の影響についての研究 (昭36年)
- 7) J. GLEN: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 155 (1947), p. 501

25Cr-12Ni 系ステンレス鋼の高温強度特性について*

日本冶金, 川崎製造所

工博 深瀬 幸重・西間 勤

江波戸和男・大久保延弘

On the High Temperature Strength of 25Cr-12Ni Stainless Steels

Dr. Yukishige FUKASE, Tutomu NISHIMA

Kazuo EBATO and Nobuhiro OKUBO

1. 緒 言

25Cr-12Ni系ステンレス鋼圧延鍛造品はCの低いSUS 41 (C≤0.08%) およびCの高いSUH32 (C≤0.20%) に分けられるが、いずれも耐熱鋼として実用に供されて

Table 1. Chemical compositions of steels studied.

Steel	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu
SUH 32	0.149	0.55	1.69	13.46	23.62	0.08	0.06
SUS 41	0.067	0.54	1.93	14.14	22.60	0.12	0.06

いる。前報では 25Cr-20Ni 系の材料につき、その高温強度特性に対するC量ならびに溶体化処理温度の影響を明らかにしたりが、本報告は 25Cr-12Ni 系材料をとりあげ、同じ手順で各種試験を行ない、その結果を 25Cr-20Ni 系のそれと比較しながら高温強度特性を検討した。

2. 供試材および実験方法

市販の SUS41 (25 mm φ) および SUH32 (22 mm φ) を用い、これらを 1050~1250°C で溶体化処理後供試材とした。Table 1 に供試材の分析値を示す。

高温短時間引張試験は常温 250, 450, 550, 650, 750 および 850°C の各温度で、クリープ破断試験は 650°C 750°C の 2 温度で約 4000hr まで行なつた。試験片は常温の引張りのみ 1/2" φ, G.L. 2" とし、そのほかはすべて 6.35 mm φ, G.L. 24.5 mm とした。組織変化についてはクリープ破断試験片の平行部より試料を採取して光学顕微鏡で観察した。

3. 実験結果および考察

3.1 高温短時間引張試験結果

SUH32 および SUS41 の高温短時間引張試験結果を

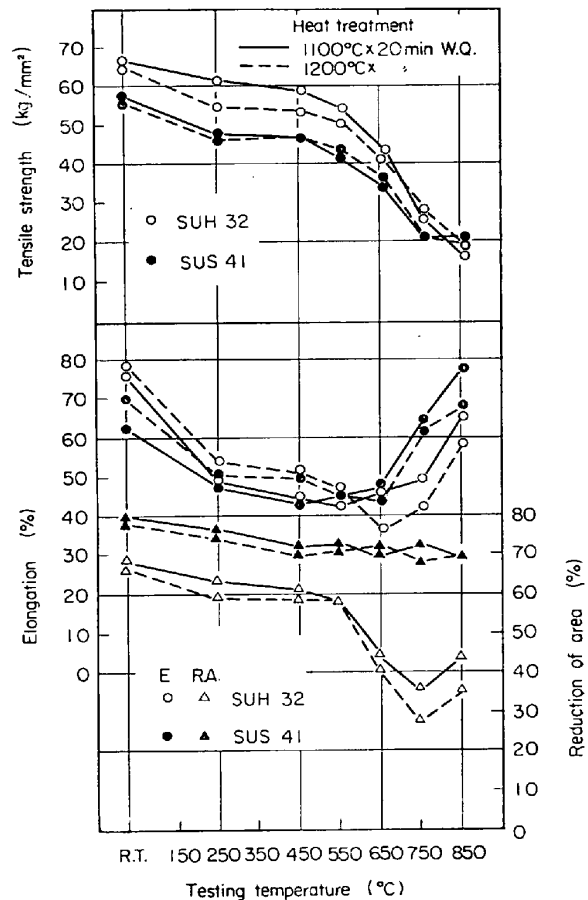


Fig. 1. High temperature mechanical properties of SUH32 & SUS 41.

* 第73回講演大会にて発表 講演番号 186 昭和42年5月17日受付

Fig. 1 に示す。溶体化処理温度によって多少異なるが、試験温度が低い場合引張強さはCの高い SUH32 が強い。しかし試験温度が高くなるにしたがって両者の差が少なくなり、850°Cではほとんど等しくなる。伸びの傾向はあまりはつきりしないが、絞りはCの低い SUS41 のほうが大きく、試験温度が高くなると SUH32 の絞りはかなり低くなる。両鋼種とも溶体化処理温度が高いと引張強さは若干低くなり、伸びは低温側でやや高く、高温側では幾分減少する傾向を示している。

3.2 クリープ破断試験結果

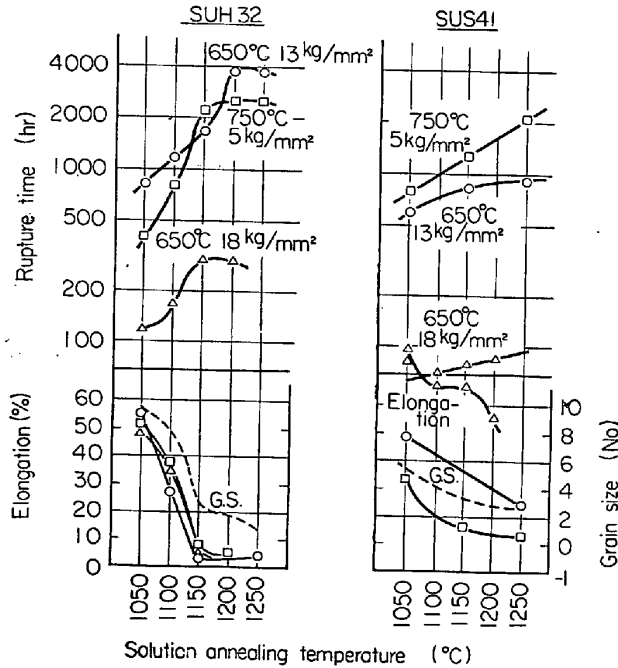


Fig. 2. Creep rupture properties of SUH32 & SUS41.

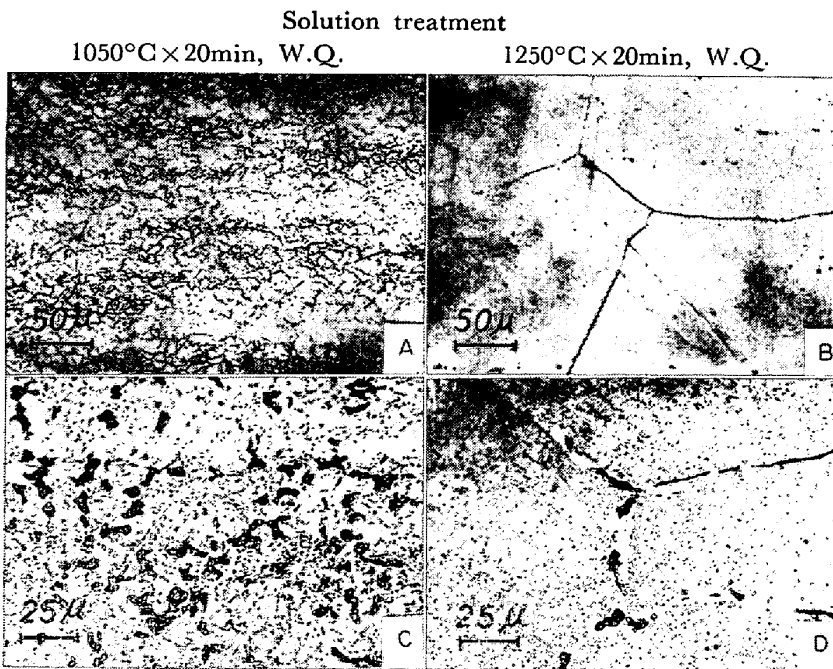


Photo. 1. Microstructures of SUH32 before and after creep rupture test.

1050~1250°C で溶体化処理後、クリープ破断試験を行なった結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 には破断時間とともに破断後の伸びおよび使用した試験片全数の平均粒度も示した。

溶体化処理温度のクリープ破断強度におよぼす影響は両鋼種とも類似し、いずれも溶体化処理温度が高くなるとその破断時間は長くなる。しかしCの高い SUH32 では 1200°C で最高となり、1250°C になるとやや低下の傾向を示す。また1200°C までの増加量はCの高い SUH32 のほうがCの低い SUS41 よりも大きく、この傾向は前回報告した SUH33 と SUS42 のそれによく一致している。

このように25Cr-12Ni 系ステンレス鋼の高温クリープ破断強度は、25Cr-20Ni 系ステンレス鋼と同様溶体化処理温度によって大きな影響を受け、またその効果はC量によって異なるために、この鋼種の高温強度を評価する場合には常に溶体化処理温度ならびにC量に注意しなければならない。

3.3 クリープ破断試験中の組織変化

Photo. 1 および Photo. 2 にそれぞれ SUH32 および SUS41 のクリープ破断試験前後の組織を示す。

SUH32 の組織は Photo. 1-A に示すように溶体化処理温度が 1050°C の場合、結晶粒が細かく多少未固溶の carbide が残っているが、溶体化処理温度を 1250°C に高めると Photo. 1-B のように結晶粒が大きくなり、未固溶の Carbide はほとんどなくなる。

750°C でクリープ破断試験を行なうと、試験後の組織は溶体化処理温度が低い場合 Photo. 1-C のように結晶粒界、粒内ともかなり多くの粗大なσ相が析出しているが、溶体化処理温度が高いと Photo. 1-D のようにσ相の析出が非常に少なくなり、粒内には微細な carbide の析出がみられる。Photo. 1-D では粒界にかなり太い析出のない denuded zone がみられるが、1250°C でクリープ破断強度が低下するのはこのような組織のためではないかと考えられる。650°C で試験した場合の組織変化の傾向は前述750°C の場合と同様であるが、σ相および carbide の析出量は750°C に較べるとずつと少ない。

一方 SUS41 の組織は Photo. 2 に示すように前述の SUH32 とは多少異なり溶体化処理状態では 1050°C、1250°C ともδフェライトを含んでいる。750°C クリープ破断試験後の組織は Photo. 2-C、D にみられるごとく溶体化処理温度が低い場合はσ相の析出が多く、高い場合はσ相が少ない。650°C 試験後の組織は SUH32 の場合と同様にσ相および carbide の析出量は少ない。また当然のことではあるが、SUS41 の試験後の組織は 750°C、650°C ともに carbide の析出量が SUH32 に較べて非常に少ない。

なお25Cr-12Ni 系の組織変化を前報の25Cr-20Ni 系と比較した場合特に前者が不安定ということはない。またクリープ破断試

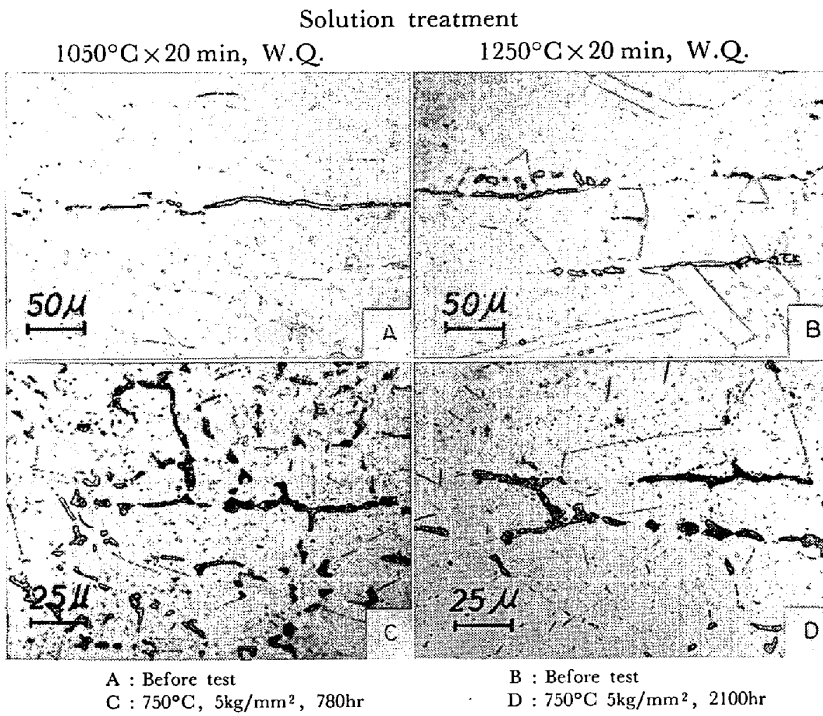


Photo. 2. Microstructures of SUS41 before and after creep rupture test.

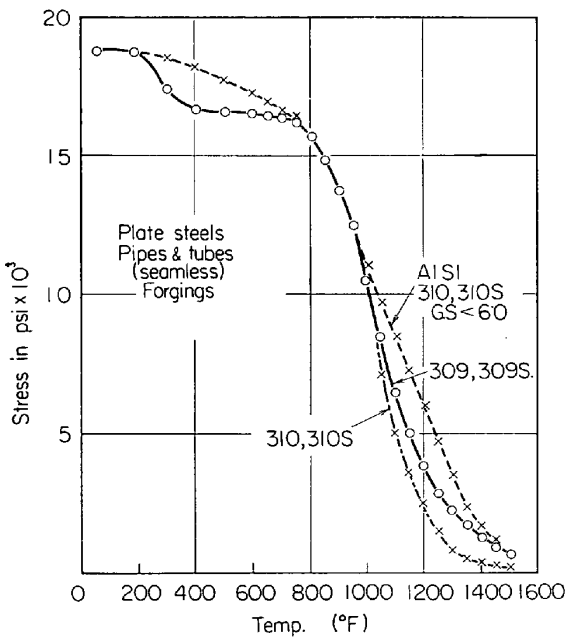


Fig. 3. Maximum allowable stress values in tension. (ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Sec. VIII, 1965)

験中に発生する割れは、破断後試片についての観察では、 σ 相自身あるいは σ 相と γ 相の境界かははっきりしないが、いずれにしても σ 相が析出している粒界に認められる。

3.4 25Cr-20Ni 系との比較

以上 3.2 および 3.3 で述べたように 25Cr-12Ni 系ステンレス鋼のクリープ破断強度およびクリープ破断試験中の組織変化は溶体化処理温度によつて大きく左右されるが、その傾向は 25Cr-20Ni 系と非常によく似ている。さて ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Sec.

VIII, (1965) は Fig. 3 に示すように 25Cr-20Ni 系に相当する AISI 310, 310S に対して 1050°F (566°C) 以上で結晶粒度により異なつた許容応力を与えているが、25Cr-12Ni 系に相当する AISI 309, 309S にはこの区別がみられない。しかしながら本実験結果より明らかとなり、25Cr-12Ni 系でも高温長時間強度が要求される場合には、本質的に 25Cr-20Ni 系と同じように、溶体化処理温度が高く結晶粒の大きいものは小さいものより高い許容応力を与えるような使い分けをしてもさしつかえないであろう。

4. 結 言

- (1) 高温短時間引張強度は溶体化処理温度によつて多少異なるが、全体の傾向としては高C材の方が強く、延性は低い。
- (2) クリープ破断強度は 1200°C まで溶体化処理温度が高いほど強く、その傾向は高C材の方が顕著である。
- (3) クリープ破断試験中の組織変化は carbide および σ 相の析出によつて起こり 25Cr-20Ni 系の材料と比較した場合本供試鋼については特に 25Cr-12Ni 系が不安定

ということはない。

- (4) 25Cr-20Ni 系の材料については結晶粒が大きいものは小さいものより高い許容応力を与られている例があるが、25Cr-12Ni 系にはこの区別がされていないようである。しかし本実験結果より明らかとなり、25Cr-12Ni 系の高温強度特性は 25Cr-20Ni 系と全く同じ傾向を示しているので、高温長時間強度が要求される場合には 25Cr-20Ni 系と同じ考え方を採用することが望ましい。

文 献

- 1) 深瀬, 西間, 江波戸, 大久保: 鉄と鋼, 53(1967) 7, p. 820

SUS 32 の高温強度におよぼす Al と N の影響について*

山陽特殊製鋼

工博 結城 晋・梶川和男・矢木敬二

Effect of Al and N on High Temperature Strength of SUS 32

Dr. Susumu YUKI, Kazuo KAZIKAWA and Keigi YAGI

1. 緒 言

オーステナイト系ステンレス鋼に N を添加することは、高温強度を高めるために有効な方法であるが、Al と共存すれば Ti 同様窒化物を生成して、添加の効果がないとも考えられ、また溶体化処理では分解して Ti と異なつた作用を示すとも考えられる。また Al は Ni との

* 第73回講演大会にて発表 講演番号 180 昭和42年5月23日受付