

Fig. 3. Heating vs. magnetic intensity curves with the 49% (reduction of area) rolled specimen and the 20% elongated specimen.

#### IV. 要 約

圧延加工材の加熱過程において 530°C に異常膨張を示すことが認められた。この膨張は引張、鋤打あるいは線引試料においてもわずかであるが明瞭に現われる。ここで熱膨張曲線において膨張の変化を考えるとつぎの現象が挙げられる。1) 残留 $\gamma$ の分解, 2) 475°C 脆性, 3)  $\epsilon \rightarrow \gamma$ 変態, 4) 規則 $\rightarrow$ 不規則変態

第1の残留 $\gamma$ の分解は磁気および硬度に影響ないためただちに否定できる。第2の475°C脆性は18-8鋼でも $\alpha$ の量が多い場合現われる可能性もあるが、圧延試料が比較的 $\alpha$ の量は少ないにもかかわらず530°C膨張はきわめて大きいことから不適當である。第3の $\epsilon \rightarrow \gamma$ 変態は膨張曲線の形態や $\epsilon$ 相の遷移相としての性格からは一致するが、変態温度がやや高過ぎ、またX線にまったく現われないことから否定される。第4の規則 $\rightarrow$ 不規則変態は溶体化処理したCr-Niオーステナイト鋼の500°C付近に存在が推論されており、その温度は概ね一致する。然し一般に規則合金は加工によつて不規則化するのが普通であつて、加工によつて規則化するという考えは認められていない。以上の論述のごとく現在の段階ではこの530°C異常膨張の原因は未解決であつて今後の研究にまたなければならぬ。本報では常温加工したオーステナイトの不安定な18-8鋼の加熱過程においてかかる異常性が現われること、とくに圧延比の大きい圧延加工材にいちじるしいことを報告するに止める。

### (167) 18-8-Ti 鋼の高温強度におよぼす溶体化処理の影響

日立製作所日立研究所 工博 小野 健二

〃 根本 正・〇佐々木良一

#### Effects of Solution Treatment on High-Temperature Properties of 18Cr-8Ni-Ti Steel.

Dr. Kenji Ono, Tadashi NEMOTO  
and Ryoichi SASAKI.

#### I. 緒 言

18-8-Ti ステンレス鋼は大容量高温高圧ボイラの過熱管に用いられている。溶体化処理条件によつてクリープ破断特性がいちじるしく変り、これに関する研究報告は少なくないが、報告されているクリープ破断特性には相当な開きがあり、またその変動の原因については充分明らかにされていない。クリープ破断特性は同一鋼種間であつてもかなり大きなばらつきを示すものであるから、一、二の実験から断定的な結論は下し難い面があるので、当所においても本問題について実験を行なつた。

#### II. 実 験

高周波溶解炉で Table 1 に示す組成の試料を熔製し比較のため Ti を含まない材料についても実験した。950°C ~ 1150°C で 25 $\phi$  に鍛伸し、1050°C で 2h 保持して水冷の処理を施してから、500°C に加熱し 15 $\phi$  まで鍛伸してこれを素材とした。このような熱冷加工を与えた素材を約 100mm に切断し、Table 2 に示すように 800°C ~ 1200°C の範囲で 1h 保持したのち水冷の溶体化処理を行なつた。また 1100°C  $\times$  1h 水冷したのち 1000°C  $\times$  2h, 900°C  $\times$  5h, 800°C  $\times$  100h の再加熱を行ない結晶粒度が大體等しく、炭化物の析出状態の異なる試料を得た。これらについて室温および 650°C で引張試験を、650°C でクリープ破断試験を行なつた。

#### III. 実験結果および検討

熱冷加工のままでは結晶粒が流れている。溶体化温度

Table 1. Chemical compositions (%).

Specimen	C	Si	Mn.	P
No. 9	0.04	0.46	0.81	0.008
No. 5	0.06	0.93	0.79	0.009
Specimen	S	Ni	Cr	Ti
No. 9	0.014	11.58	18.22	0.40
No. 5	0.008	8.98	17.44	tr

Table 2: Heat treatment of specimens.

No. 9	No. 5	Heat treatment
9	5	As hot-cold worked
98	58	800°C × 1h water cooled
99	59	900°C × 1h water cooled
910	510	1000°C × 1h water cooled
9105	5105	1050°C × 1h water cooled
911	511	1100°C × 1h water cooled
912	512	1200°C × 1h water cooled
9 A	5 A	1100°C × 5mn water cooled
9 B	5 B	1100°C × 15mn water cooled
9 C	5 C	1100°C × 30mn water cooled
9 F	5 F	1100°C × 1h furnace cooled
9 X	—	1100°C × 1h water cooled and 900°C × 5 h air cooled
9 Y	—	1100°C × 1h water cooled and 1000°C × 2 h air cooled
9 Z	—	1100°C × 1h water cooled and 800°C × 100 h air cooled

800°C では再結晶が開始され、900°C ではほぼ完了しているが、結晶粒はいちじるしく微細であり、溶体化温度の上昇とともに結晶粒は粗大化する。

Fig. 1 は引張試験結果で溶体化処理温度の影響を示す。室温の引張強さは熱冷加工のままでは 80 kg/mm<sup>2</sup> 以上を示すが、900°C で再結晶すると 61~63 kg/mm<sup>2</sup> に減少し、以後溶体化処理温度の上昇とともにわずかに低下し、1200°C の溶体化では 55~57 kg/mm<sup>2</sup> となる。これに対し 650°C の引張強さは 900°C の溶体化処理で最小値を示し、それ以後溶体化処理温度の上昇とともにわずかに高くなる。

Fig. 2 および 3 はクリープ破断試験結果の一部を示す。溶体化処理温度が高いものおよび長時間で破断したものは破断伸びが小さい。炉冷したものは水冷のものに比べいちじるしく破断伸びが小さい。Fig. 4 は 1000h クリープ破断強度および結晶粒度の溶体化処理温度による変化を示したもので、再結晶終了後結晶粒の成長とともに破断強度が増大する。Ti を含まない No. 5 材は Ti を含む No. 9 材に比べて溶体化処理温度の影響が小さい。また 1100°C から水冷後 1000°C × 2h, 900°C × 5h 再加熱したものの破断強度は水冷のままのものとはほとんど変わらない。18-8-Ti 鋼が溶体化処理温度にとくに敏感であるよ

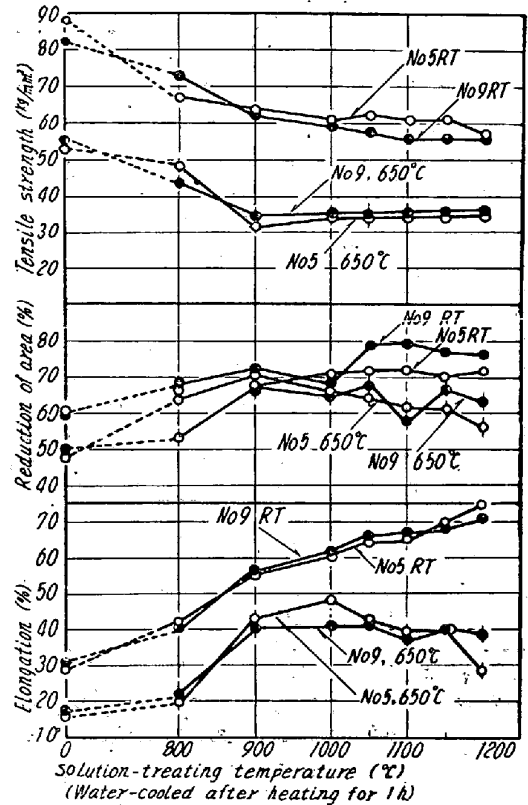


Fig. 1. Results of tensile test.

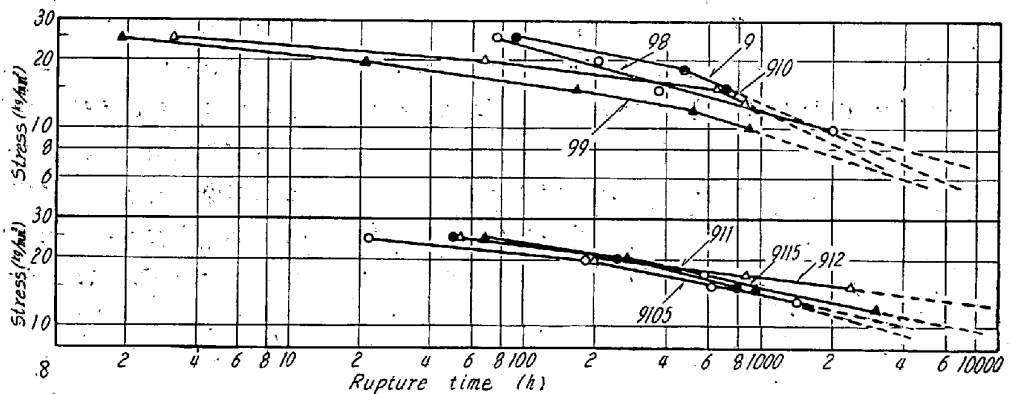


Fig. 2. Stress-time curves for No. 9 (1).

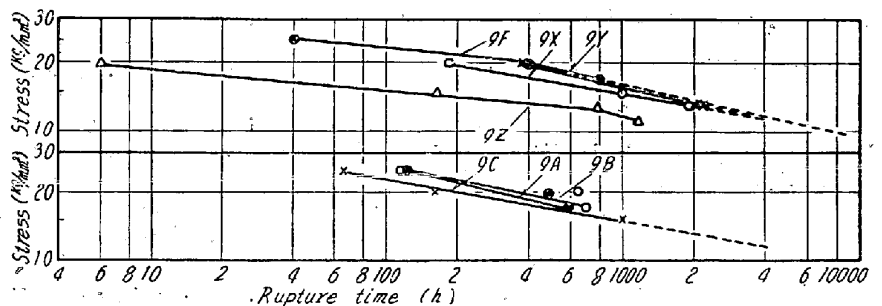


Fig. 3. Stress-time curves for No. 9 (2).

うに思われ、このことは TiC の固溶析出と密接に関連していると考えられる。しかし前述のように炭化物の析出状態が変わっても 200h 位までの破断強度にはほとんど影響がないので TiC の影響のみと断定することはでき

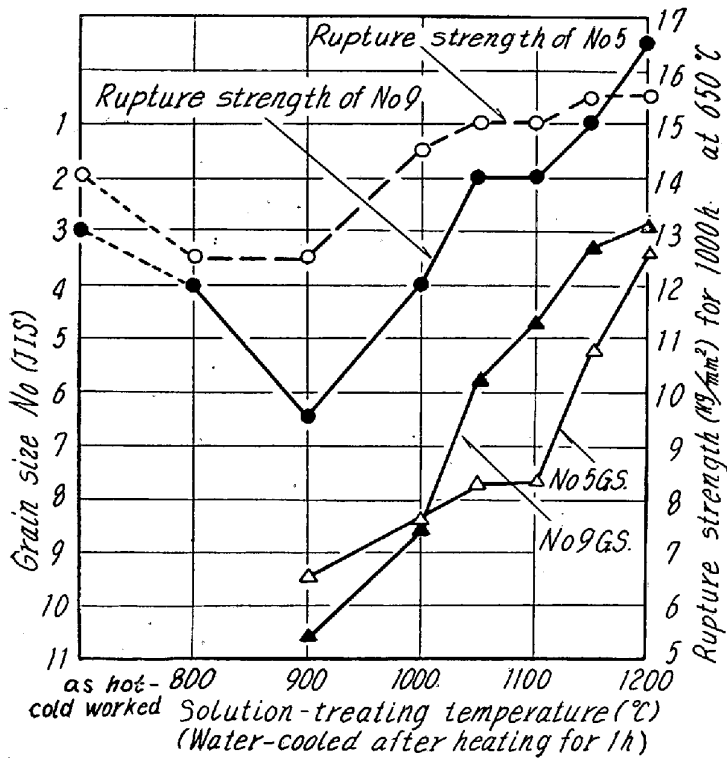


Fig. 4. Effect of solution-treating temperature on creep-rupture strength and grain size.

ない。

#### IV. 結 言

18-8-Ti 鋼および 18-8 鋼の高温強度におよぼす熱冷加工後の溶体化処理条件の影響を検討しつぎの点を明らかにした。

(1) 溶体化処理温度が低いときは結晶粒が細かく、クリープ破断強度は低い、処理温度の上昇とともに結晶粒は大きくなり、クリープ破断強度は高くなる。溶体化処理温度が高温強度におよぼす影響は 18-8Ti 鋼に対する方が 18-8 鋼に対するよりもいちじるしく大きい。

(2) 溶体化処理温度の上昇により破断強度は高くなるが、破断伸びはいちじるしく小さくなる。全体的に 18-8 鋼の方が伸びは大きい。

(3) 1100°C から炉冷したもの、1100°C から水冷したのち 1000°C および 900°C で加熱したもののクリープ破断強度は 1100°C 水冷のままのものと大きな差はない。

## (168) Ni-Cr ステンレス鋼の諸性質 におよぼす $\delta$ フェライトの影響 (Ni, Mo の影響)

金属材料技術研究所

中川 龍一・〇乙黒 靖男

Effect of  $\delta$  Ferrite on Properties of Ni-Cr Stainless Steel. (The Effect of Ni and Mo)

Ryuichi NAKAGAWA and Yasuo OTOGURO.

### I. 緒 言

Ni-Cr ステンレス鋼を高温から急冷した場合の Ni, Cr 量による組織の変化については早くから研究されており、マウラーの組織図として知られている。この組織図に影響をおよぼす元素としてはオーステナイトを安定にする C, N, Ni, Mn, Cu, フェライトを安定にする Al, Cr, Si, Mo, W, Nb, Ti などがあり、その影響について数多くの研究が発表されている。

一方ステンレス鋼溶接のさいの溶着金属の組織図も A. L. SCHAEFFLER によつて表わされており、研究の結果 C, Mn の Ni 当量, Mo, Si, Nb などの Cr 当量も計算されている。

また組織図作成のさいに $\delta$ フェライト量を測定する必要があり、その方法、装置もいろいろ考案されている。

本実験においては Ni, Mo 量の Ni-Cr ステンレス鋼の組織におよぼす影響と $\delta$ フェライトの諸性質におよぼす影響を調べるため、18Cr-8Ni 系の Ni 量を減少させ、また 18Cr-12Ni 系の Mo 量をいろいろの量添加することにより $\delta$ フェライト量を変化させ、ハルパートカウンターによる $\delta$ フェライト量の測定、顕微鏡組織、X線回折による組織の決定、引張強さ、時効硬さ、クリープ強さなどの機械的性質におよぼす影響などを調べた。

### II. 試 料

本実験に用いた試料の化学組成を Table 1 に示す。Mn, Si, Cr は 2, 1, 18% と一定とし、S 系列については Ni を 4, 5, 6% 添加し、M 系列については Ni 12% 一定にし、Mo を 4, 6, 8% 添加した。C はできるだけ低く抑えた。S1~S3, M11~M13 は硬さ顕微鏡組織用のみ、S4~S7, M14~M16 はその他の実験に使用した。

溶解は 10kg 高周波溶解炉で 6kg 溶製し、80mm $\phi$  × 120mm の鑄塊とし、鍛造は硬さ、組織用には 10mm 角に、引張試験用には 13mm $\phi$ 、クリープ試験用には