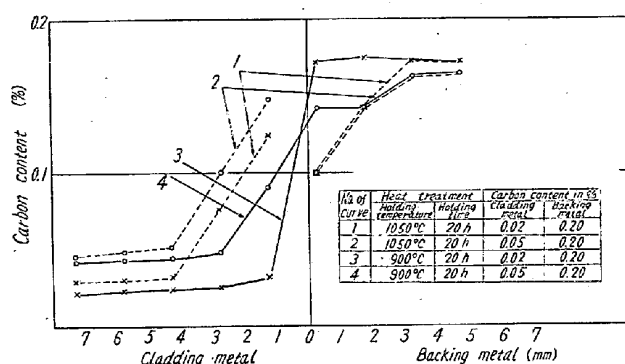


円周方向端面より剝離が進行しやすい傾向にある。

V. 炭素拡散試験

超厚ステンレス・クラッド鋼の場合、熱処理および熱間曲げ加工等において、材料が高温にさらされる場合が多いので、炭素鋼からニッケル層を越えてステンレス側への炭素拡散が問題となってくる。

ステンレス鋼の炭素量が 0.02% と 0.05% の場合で炭素鋼の炭素量が 0.20% の場合、900°C と 1050°C で 20 時間保持した場合の拡散量を測定した。その測定方法⁴⁾は境界面に平行に、1.5mm 厚さで ± 0.05 mm の誤差範囲で削り出し、炭素分析を行つたものである。その結果は Fig. 2 に示す。



Distance from boundary between cladding and backing metals.

Fig. 2. Diffusion of carbon from backing metal to cladding metal.

VI. 結 言

ステンレス厚さ 12mm、全厚 200mm におよぶステンレス・クラッド鋼を製造したが前記ニッケル鍍金法とニッケル・鉄鍍金法にて常温の機械的性質および剪断強さにおいて顕著な差異はないが、熱間曲げ加工性について両者には差があり、とくにニッケル・鉄鍍金を行つた材料は剝離しやすい傾向にある。

さらに炭素拡散については、ステンレス鋼炭素成分 2 水準 (0.02%, および 0.05%) と温度 2 水準 (950°C および 1050°C) について測定を行つた。

以上超厚クラッド鋼の製造概要および二、三の試験例について報告した。

文 献

- 1) 阿部富美夫: 鉄と鋼 38(1952) No. 4, 214
- 2) By Helmut Thielsch: Stainless Clad Steels, March, 1952. The Welding Journal.
- 3) U. S. Patents 1,997,538.
- 4) By R. E. Loreutz: Welding problems in pressure vessels for nuclear reactors, September, 1957. The Welding Journal.

(81) 410 型ステンレス鋼の準安定オーステナイト域における塑性加工が機械的性質におよぼす影響

金属材料技術研究所 ○細井 祐三
Pennsylvania State University

ケイ・イー・ピンナウ

エイ・ジェー・シャーラー

Effect of Deformation in the Metastable Austenite Condition on the Mechanical Properties of Type 410 Stainless Steel.

Yuzo Hosoi.

K. E. Pinnow and A. J. Shaler

I. 緒 言

準安定オーステナイト域における塑性加工により鋼の機械的強度を増加することができると Harvey¹⁾が 1951 年に報告したが、最近 Lips と Van Zuilen²⁾が、0.35% C, 1.5% Cr, 4.5% Ni 鋼を準安定オーステナイト域にて加工した後マルテンサイト変態させたものは、普通の焼入した場合にくらべ降伏強さが 207 kg/mm² から 280 kg/mm² に増加したとのべた。また Schmatz と Zackay³⁾は 0.28~0.57% C 鋼につき、Kula と Dhosi⁴⁾は SAE 4340 鋼について同様の実験を行ない 10% 以上の強度の増加を得ている。この新しい技術は Cohen⁵⁾などにより Austforming と呼ばれているが、強度増加の理由等については詳らかでない。

本研究は準安定オーステナイト域が広く、熱処理性の良いマルテンサイト系ステンレス鋼に同方法を適用し、同鋼の機械的性質向上をはかるとともにその強化機構を検討したものである。

II. 実験試料および方法

使用した試料は主として 410 型ステンレス鋼 (0.11% C, 12.37% Cr) であり、時に 420 型ステンレス鋼 (0.37% C, 12.98% Cr) も用いた。

実験方法は、試料を適当な温度でオーステナイト化した後、準安定オーステナイトの温度 (425°C あるいは 595°C) に保持した塩浴中に急冷し、数分保持し試料と塩浴が同温度になつた後、圧延あるいはスウェーijing により種々の加工率を与え水中に焼入れた。その後、残留オーステナイトをなるべく少なくするために液体窒素中

に 1 時間保持し、機械的性質の測定、検鏡などを行なった。

III. 実験結果および考察

オーステナイト化温度は、410 型ステンレス鋼の場合は 955°C、420 型ステンレス鋼の場合は 1010°C をえらんだ。

Fig. 1 に準安定オーステナイト域における塑性加工

として圧延を行なった場合の結果を示す。この図より 425°C にて加工を加えた場合は、410 型ステンレス鋼の場合約 50% の加工率で硬さの増加が飽和に達し、420 型ステンレス鋼の場合は約 40% の加工率で飽和に達することがわかる。595°C での加工は、410 型ステンレス鋼の場合は約 30% で飽和に達し、硬さの増加は、約 3 H_RC で 425°C にての加工による場合と変りないが、420 型ステンレス鋼の場合は約 10% で飽和に達し、約 1 H_RC の硬さ増加にとどまり、425°C にての場合の約 3 H_RC の硬さ増加に比べて低い。この硬さ増加の加工温度による相異は鋼中の炭化物の挙動と関係があると思われるが、現在のところ明らかではない。Fig. 2 は 425°C にて、410 型ステンレス鋼にスウェッジングにより塑性加工を与えた場合の加工率と機械的性質の変化を示す。図よりわかるごとく、約 57% の加工を与えると

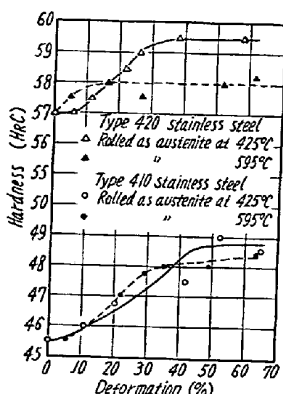


Fig. 1. The effect of deformation at 425°C and 595°C of the metastable austenite of types 410 and 420 stainless steel on the hardness after transformation to martensite. Steels, oil-quenched treated in liquid nitrogen for one hour after rolling.

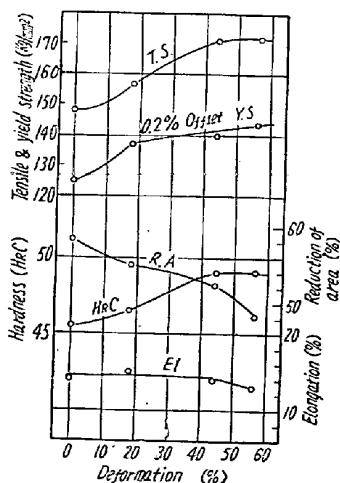


Fig. 2. The effect of deformation by swaging on the mechanical properties of type 410 stainless steel. Steels deformed as metastable austenite at 425°C, oil-quenched, and treated in liquid nitrogen for one hour.

引張り強さは 148 kg/mm² から 172 kg/mm² に降伏強さは 125 kg/mm² から 144 kg/mm² に増加した。この場合伸び率はほとんど変化がなかったが、断面収縮率はやや減少した。

この種の合金鋼は焼入焼戻しの際 400~500°C 付近で一般に二次硬化を起すが、この二次硬化は Fig. 3 に見るごとく、加工率が増加すると顕著になるが、ある程度以上の加工—57%—を与えると、かえつてはつきり現われなくなる。これは準安定オーステナイト域における加工により、二次硬化を起す原因と考えられる炭化物等の析出物が、析出温度が低温側へ移るためと推察される。また 540°C に焼戻すと、いずれの場合も軟化を始め、引張り強さ、硬さは減少し、伸び率は増加する。

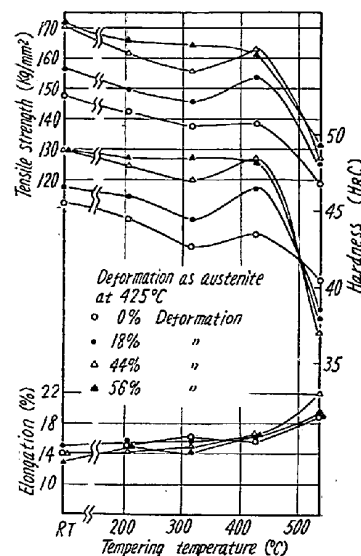


Fig. 3. The effect of tempering temperature on the mechanical properties of type 410 stainless steel. Steels deformed by swaging as metastable austenite, oil-quenched, treated in liquid nitrogen for one hour, and tempered at indicated temperatures for one hour.

顕微鏡組織を見ると準安定オーステナイト域にて加工を与えた試料は、結晶粒が展伸しオーステナイトが冷間加工を受けたことを示した。またこのような加工によりマルテンサイトの核生成個所が増えマルテンサイト組織が、普通の焼入の場合に比べて微細化されると思われる。一般に同種の金属において結晶粒度の細かい方が粗いものより強度が大きいことを考えると、Austformingにより鋼の強度を向上させる主な原因は、オーステナイトの冷間加工による加工硬化およびマルテンサイト組織の微細化によるものと思われる。

IV. 結 言

準安定オーステナイト域にて塑性加工を与えた後焼入すると (Austforming) 410 型 (および 420 型) ステンレス鋼の機械的性質を改良できる。すなわち、

(1) 伸び率などで現わされる鋼の靱性にほとんど影響を与えることなく、約 50% の加工により引張り強さ約 15%、降伏強さ約 16% の増加を得た。

(2) 焼入焼戻しの際約 400°C にて現われる二次硬化の量は、準安定オーステナイト域における加工率と関係し、加工率が増加すると二次硬化量を増すが、ある程度以上の加工率により、かえつて明瞭に現われなくなる。

(3) 鋼の強度向上の主な原因は、オーステナイトの冷間加工による加工硬化および変態前の加工によるマルテンサイト組織の微細化にあると思われる。

文 献

- 1) R. F. Harvey, Iron Age. 168 (1951) Dec. 27 p. 70.
- 2) E. M. Lips, H. Van Zuilen, Metal Progr. 66 (1954) No. 2 p. 103.
- 3) D. J. Schmatz, V. F. Zackay, Trans. ASM, 51 (1959) 476.
- 4) E. B. Kula, J. M. Dhosi, Trans. ASM. 52 (1958) preprint No. 129.
- 5) M. Cohen, Metals Review, 32 (1959) No. 5 p. 5.
- 6) R. H. Harrington, Age Hardening of Metals, (ASM's Book) (1952) p. 314.

(82) クリープ・ラプチャー試験に関する一考察

金属材料技術研究所

中川 竜一・〇乙黒 靖男

A Consideration on Creep Rupture Test.

Ryuichi Nakagawa and Yasuo Ootoguro.

I. 緒 論

近年高温材料の用途の増加に伴い、設計基準となる重要な高温性質としてのクリープ強さ、あるいはクリープ破断強さの試験方法も発達改良され、各国において規格に規定されているが、これらの性質は非常にばらつきの多いもので設計の際この点をかなり考慮する必要があると思われる。本実験では 18-8 ステンレス鋼を用い、クリープ破断強さのばらつき、あわせてクリープ破断強さにおよぼす温度の影響、試験片寸法の相違による影響などを調べたので報告する。

II. 試料および試験片

試料は Table 1 に示した化学組成を有する 20mm ϕ の 18-8 ステンレス鋼を用い、ばらつきおよび寸法効果の試験では 1100°C $\times$ 1 h, 焼入温度の影響に関する試験では 1000, 1050, 1150, 1200°C の各温度で各々 1 h の焼入処理を行なった。試験片は一般に 6mm ϕ , 平行長

30mmとし、寸法効果を調べるために、8mm ϕ $\times$ 40mm, 10mm ϕ $\times$ 50mm の 2 種類の試験片を使用した。試験片平行部と肩の間の曲率はいずれも 3mm とした。

Table 1. Chemical composition.

C	Cr	Ni	Si	Mn	P	S	Fe
0.06	18.82	8.72	0.45	0.97	0.035	0.011	Bal.

III. 試験機および試験方法

実験機は最大荷重 1.5 ton, 最高温度 800°C, 横カン比 1:10 の同一ラプチャー試験機 15 台を使用した。荷重精度は規格により $\pm 1.5\%$ 以内と規定されているが、実験に使用した試験機の荷重誤差は 250, 500, 1000, 1500 kg の 4 種類の検定荷重で 0.742% 以内におさまっており、なおレバーの位置による差は最も差の大きい試験機の例を示すと、250 kg の荷重で試験機 No. 14 の上中下のレバー位置に対し、荷重誤差は各々 +0.614, -0.061, -0.213 でレバー位置による誤差も充分規格内に入っている。伸び測定は試験機支柱と引張りロッドの間で行なった。試験は 650°C で、10, 13 kg/mm² の応力で行なった。試験温度への加熱は約 5 時間でその後の均熱を約 20 時間行なった。温度は試験片上下に Pt-PtRh 熱電対を取り付け、ポテンシオメーターで 1 日 1 回測定した。

IV. 実験 結 果

a) 焼入温度のクリープ・ラプチャー時間におよぼす影響

最初に 150 $\times$ 250 $\times$ 500mm のエレマ炉で 1100°C $\times$ 1 h の焼入処理を行なった試験片のクリープ・ラプチャー時間は 650°C, 10 kg/mm² で最高 2210 h 57 mn, 最低, 1068 h 20 mn, 13 kg/mm² ではおのおの 337 h, 194 h で非常にばらつきが大きい。従つてこれはエレマ炉の温度分布が悪いため、焼入処理温度の相違によるものではないかと考え、温度分布の良い直径 80mm の管状シリコニット炉で 1200, 1150, 1100, 1050, 1000°C の各温度で 1 h 保持後水冷した試験片について実験を行なった。Fig. 1 に 650°C, 13 kg/mm², 10 kg/mm² での焼入温度とクリープ・ラプチャー時間と伸びの関係を示す。クリープ・ラプチャー時間、伸びともに焼入温度の低い方が高く、1100°C までは温度の上昇につれて低下し、それ以上温度を上げてほとんど変化がない。焼入温度 1000°C では 1100°C の場合より破断時間は約 2 倍になり、焼入温度の影響はかなり著顕である。なお焼入温度による顕微鏡組織の相違を調べるため前述の焼入処理のまま、および 170 h, 1200 h 時効後の組織を観察した結果、結