

る。

(5) 時効処理

試料 S1, S2 を 1150°C で溶体化処理を行ない 550 ~ 750°C で 3000 h 時効処理を行なったがほとんど時効硬化は起きない。(Table 略)

(163) 304L ステンレス鋼の焼鈍硬化と加工温度について

金属材料技術研究所 細井 祐三

On the Anneal-Hardening and Deformation Temperature for 304L Type Stainless Steel.

Yuzo Hosoi.

I. 緒 論

冷間加工した金属を焼鈍した場合、合金によつては再結晶軟化に先立つて一度硬化する現象があり、焼鈍硬化として知られている。銅合金特に黄銅については、すでに詳しく研究がすすめられ、焼鈍硬化理論として (i) 規則格子生成による、(ii) 固溶体内の転位と溶質原子との相互作用による、(iii) 析出過程の一種と考える、(iv) 冷間加工の際の合金の異方的収縮に原因する、などの理論が提出されている。

かような焼鈍硬化が 304L ステンレス鋼においても見出されたので、まず加工温度が焼鈍硬化におよぼす影響を中心に検討を加えた。

II. 実験試料および方法

試料は 304L ステンレス鋼の薄板を使用し主な化学成分は 0.03% C, 11.15% Ni, 19.78% Cr である。

実験方法としては、最初に試料を 1000°C にて 30mn 保持し室温に空冷することにより焼準を行なった。つぎに -60°C ~ 600°C の各温度に 15mn 試料を保持したのち、それぞれの温度にて約 30% までの加工を圧延により与え空冷した。その後 900°C までの温度に 1 時間焼鈍を行ない、機械的性質の変化を中心にして焼鈍硬化を調べ、あわせて顕微鏡組織の観察、X 線回折線の変化などを検討した。

III. 実験結果および考察

オーステナイト系ステンレス鋼は加工硬化しやすい合金であるが、その硬化の割合は、特に 0°C 以下においていちじるしい。これは加工によりマルテンサイト変態を起こし、その影響が、加工硬化に加わるからであろうといわれている。また Fig. 1 の加工硬化曲線に見るご

とく、400°C と 600°C の加工硬化の割合がほとんど同程度であるのは興味あることに思われる。かようにして各温度において圧延加工をした試料を焼鈍すると Fig. 2 に示すごとく 400°C 以下において加工を与えたものは、いずれも 400 ~ 500°C で焼鈍硬化を起した。焼鈍硬化の大きさは加工温度の低いほどいちじるしく、400°C にて加工したものはビッカース硬度約 10、引張り強さ約 5 kg/mm² の増加であつたが、-60°C

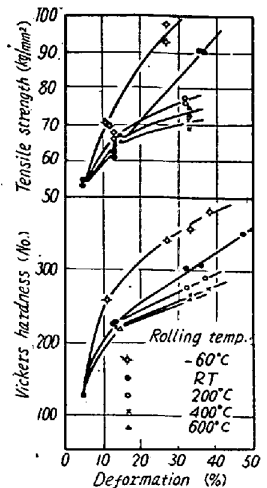


Fig. 1. Effect of rolling temperatures on hardening characteristics of 304L type stainless steel.

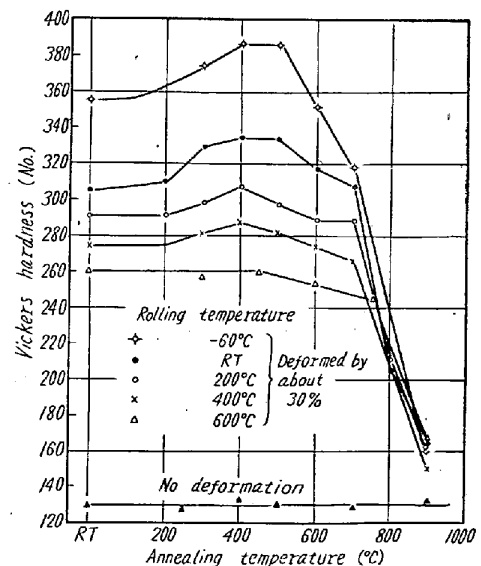


Fig. 2. Variation of hardness of 304L type stainless steel with different annealing temperatures after deformation of various temperatures.

にて加工した場合には硬度約 30、引張り強さ約 10 kg/mm² の増加を得た。加工を加えなかつた場合および 600°C にて加工を加えた場合には焼鈍硬化は認められなかつた。

この現象をより明瞭に示すために、硬化率として次式の値を求め、加工温度に対してプロットすると Fig. 3 を得る。

$$\text{硬化率(\%)} = \frac{\sigma_{45} - \sigma_{RT}}{\sigma_{RT}} \times 100$$

ここに

σ_{RT} ; 加工後焼鈍しなかつた場合の引張り、あるいは

は降伏強さ (kg/mm^2)

σ_{45} ; 450°C にて焼鈍した場合の引張り, あるいは

降伏強さ (kg/mm^2)

Fig. 3 よりわかるごとく焼鈍硬化率は加工温度が 0°C 以下がいちじるしく 9~10% を示し, 600°C では 0 となる。

顕微鏡組織を検討すると Fig. 4 に見るように加工した場合には結晶粒内に多くの平行

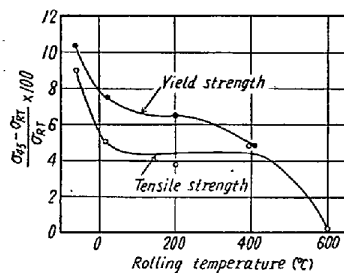


Fig. 3. Increased percentage in yield and tensile strength due to annealing at 450°C after deformation.



Fig. 4. Microstructure of 304L type stainless steel deformed 27% by rolling at -60°C followed by annealing at 450°C for 60mn.

Etching reagent, $1\text{HNO}_3 + 2\text{HCl}$. $\times 200(1/2)$

線組織が観察される。この平行線組織は加工率が増すほど, また加工温度が低いほど多く現われる。600°C において加工を加えた場合にも明瞭に現われた。そして 400°C ~ 500°C に焼鈍した試料においてもこの組織は観察され, 光学顕微鏡的には焼鈍しない場合にくらべて特に相異は認められず, X 線回折の結果においても 400°C ~ 500°C で析出物などによる回折線の変化はなかつた。しかし電子顕微鏡により詳細に観察すると焼鈍硬化した試料には sub-boundary がみられる。この sub-boundary の形成は 304L ステンレス鋼の焼鈍硬化の原因の一つと考えられる。

T. ANGEL²⁾の計算によると $\Delta F_T \rightarrow M = 0$ の温度は 367°C であるので, 600°C の加工において観察される平行線組織はマルテンサイト組織とは考えられない。

また X 線回折によると -60°C にて加工した試料において, はじめてマルテンサイトの生成が認められた。以上の事実から加工温度がある温度以下 (M_d 以下) の場合には平行線組織はマルテンサイト組織と strain-marking より成り, ある温度以上では strain-marking と

思われるが今後さらに実験を重ねる必要がある。

IV. 総 括

304L ステンレス鋼を加工後焼鈍すると 400~500°C で硬化を起す。その量は加工温度が低いほど増加するが 600°C で加工した場合にはこの硬化は認められなかつた。

焼鈍硬化を起した試料には電子顕微鏡により sub-boundary が観察されるので, この形成は焼鈍硬化の一因と考えられる。

また加工した試料には結晶粒内に平行線組織が観察されたが, これは M_d 点以下の加工において見られる場合にはマルテンサイト組織と strain-marking の混合組織と思われる。

文 献

- 1) 篠田: 金属物理 4 (1958) 186
- 2) T. ANGEL: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 177 (1954) 165

(164) Zr 添加 18-12 ステンレス鋼におよぼす熱処理の影響

(Zr 添加 18-12 ステンレス鋼の研究—I)

防衛庁技術研究本部 ○安 達 豊
京都大学

時実 正治・工博 盛 利貞

Effect of Heat-Treatment on 18-12 Stainless Steel Containing Zirconium.
(Study of 18-12 stainless steel containing zirconium—I)

Yutaka Adachi, Masaharu Tokizane
and Dr. Toshisada Mori.

I. 緒 言

Zr は炭化物形成元素であり Ti や Nb と同様オーステナイト系ステンレス鋼において炭化物安定化の機能が考えられ, 同時に強力な脱酸元素である。本研究は Zr 約 2.8% までを含む Zr 添加オーステナイト 18-12 ステンレス鋼を真空熔解鋳造法によつて熔製し, 鋳造後溶体化処理ならびに長時間焼鈍を行ない, これらの熱処理過程における各種の炭化物, 窒化物その他の諸相の変化を検討したものである。

II. 供 試 材

純鉄, 電解 Ni, 低炭素フェロクロム, 電解 Mn, 金属 Si, 金属 Zr などを用い高周波誘導加熱式 5kg 真空