

は Mn 変化系列の群で Mn の増加とともに変形は少なくなり低 C のものはいちじるしく減ずる。低 Mn 範囲では C の高いほど変形は少ないが、Mn 増大とともに不明確になる。この群も円筒周囲の高さ変化は少ない。直径方向の変化は 0.2~0.9mm で僅少であつて中央高さ変化とは逆になる。図中に C=0.2, Si=0.4, Mn=0.3 の軟鋼の変形率を示した。中央変形量は 17.9% でいちじるしく大きく直径方向は中央で -1.6% 変形したのみであつた。

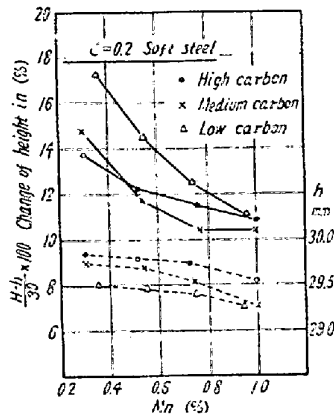


Fig. 4. The effect of manganese content on plastic deformation of ductile cast iron after 50 cycles of quenching.

(3) 熱衝撃実験後の試料硬度組織および密度 試料を半分に切断して中心の硬度を測つた。表面はマイクロピッカースを用いた。両群ともに焼鈍前の硬度に近くなつた。すなわち Si 系はブリネル 160~250, Mn 系は 190~260 になり Si の低いほど Mn の高いほど硬くなる。この硬化はフェライト基地が一部ソルバイト化したためである。結晶粒界に黒鉛の析出が見られ Si の高いものは量が多い。これは Si によつて C の溶解度が小さくなり、フェライト粒界に析出したりもつて、Mn は Si と反対の効果がある。密度は Si 系は 7.17~7.01 から 7.13~6.90 へ、Mn 系は 7.12~6.99 から 7.11~6.88 へ低下し変形量に比例して密度の低下が大きくなつた。これはフェライト粒界が脆くなり変態膨張による亀裂がミクロ的に進行し空隙生成が主原因となつたようで、成長によるものではない。フェライト DCI の成長は僅小で Si, Mn とともに減少する傾向があるからである。

VI. 結 言

(1) フェライト DCI の強度は Si に比例し Mn 0.6% 以上では低下し 42~52 kg/mm² になる。伸びは 10~28%, 硬度は Si, Mn に比例して 138~173H_B の間になる。

(2) フェライト DCI に 470°C の温度差以上の熱衝撃を繰り返し与えると軟鋼に似た粘さを示して円筒中央が 9~21% 膨んだが外面に割はできなかつた。

(3) 変形は塑性変形で回数と Si に比例し C, Mn に反比例する。また、結晶粒界への C 析出と内部のミクロ亀裂が発生した。

文 献

- 1) 草川: 鑄物, 28 (1956), 10, p. 729
- 2) W. R. GLOUGH, M. E. SHANK: J. Metals, 6 (1954) 9, p. 1093~1094

(118) 準安定オーステナイト域における塑性加工が 13Cr 鋼の二次硬化におよぼす影響について

(13Cr 鋼のオースフォーミングの研究—II)

金属材料技術研究所 細井 祐三

Effect of Deformation in the Metastable Austenite Condition on the Secondary Hardening of 13Cr Stainless Steel.

(Study on ausforming of 13Cr stainless steel—II)

Yūzo Hosoi.

I. 緒 言

13Cr 鋼を準安定オーステナイトの状態において塑性加工後焼入をし、マルテンサイト変態させると、普通の焼入の場合にくらべ機械的性質をかなり向上させ得ることをさきに報告したが、そのさいかような加工処理(オースフォーミング処理)を与えた場合には、その後の焼戻過程において現われる二次硬化に影響をおよぼし、普通の焼入鋼の二次硬化とやや異なつた挙動を示すことも述べた。本報告はこの現象をさらに深く追及するために試料として 410 型および 420 型ステンレス鋼を用いて、オーステナイト化温度、加工温度、加工度などがいかに二次硬化に影響をおよぼすかを検討した。

II. 実験試料および方法

実験に供した試料は 410 型および 420 型ステンレス鋼(以下 410 型および 420 型と略す)に相当する C 量の異なる二種の 13Cr 鋼で、おもな成分は 410 型は、C 0.12%, Cr 12.32%, Ni 0.30% であり、420 型は C 0.37%, Cr 13.5%, Ni 0.16% であつた。

実験方法は、410 型の場合はオーステナイト化温度として 900°, 950°, 1000°C を選び、また 420 型の場合は 1000°, 1050°, 1100°C を選んだ。これらの温度で 1 h オーステナイト化したのち、450°C あるいは 650°C に保持した塩浴中に急冷し 3mn 保持して試料を塩浴と同温度にしたのちただちに圧延を行ない、てきとうな加工度を与えて油焼入れした。つぎに半分は液体 N 中に 1 h 浸漬して残留オーステナイトをできる限り減らし、

ほかの半分はそのままとし、両方のグループともそれぞれ 550°C までの焼戻しを行ない、2次硬化におよぼす影響を硬度変化を中心に調べた。

III. 実験結果

Fig. 1 は 410 型を準安定オーステナイトの状態 (450°C) において圧延し焼入れた場合の加工度と硬化の関係を示したものである。オーステナイト化温度の相違により硬化の程度に差があるが、一般に加工度が増すにつれて硬化し、50% の加工により最大約 70 Hv の硬化を得た。また液体N浸漬処理の効果は 410 型の場合にはさして顕著とはいえなかつた。

420 型を同様にして 450°C にて圧延後焼入れた場合には Fig. 2 に示すごとく、オーステナイト化

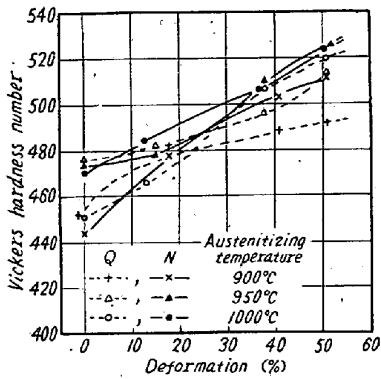


Fig. 1. Effect of deformation in the metastable austenite conditions on the hardness of 410 type stainless steel. Q and N stand for as-quenched and as-quenched + liq. N-treated conditions respectively.

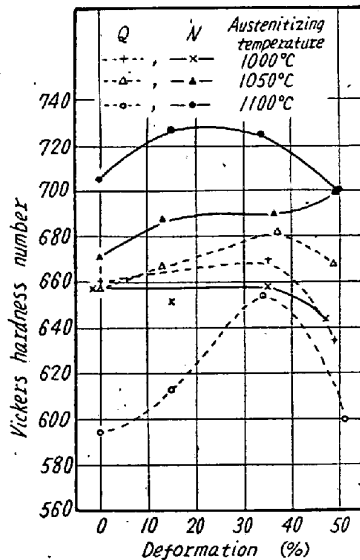


Fig. 2. Effect of deformation in the metastable austenite conditions on the hardness of 420 type stainless steel. Q and N stand for as-quenched and as-quenched + liq. N-treated conditions respectively.

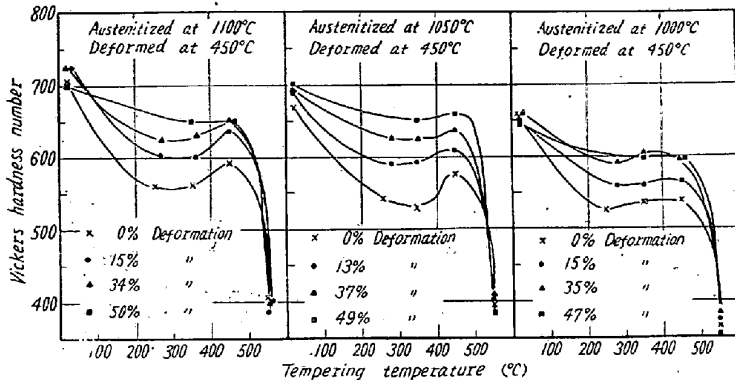


Fig. 3. Effect of tempering temperature on the hardness of 420 type stainless steel. Steel was deformed in the metastable austenite condition, oil-quenched, treated in liq. N for one hour and tempered.

温度の相違にかなり影響され 1000°C にてオーステナイト化した場合には加工度を増してもほとんど硬化しないが、1050°C および 1100°C にてオーステナイト化した場合には液体N浸漬処理したものは約 20% の加工度により硬化が飽和値に達するごとくであり、焼入のまま液体Nに浸漬しなかつたものは約 40% の加工度で最大値に達した。一般に 420 型の場合には 40% 以上の加工を与えたとかえつて硬度が低くなるという結果を得た。また 420 型の場合はC量が多く油焼入れによりオーステナイトが残留しやすく、しかもオーステナイト化温度

の高いほどその量が多くなるので、Fig. 2 に見るごとく 1050°C、1100°C にてオーステナイト化した場合には液体N浸漬処理した試料としなかつた試料の間の硬度に大きな差が生じる。これは液体Nに浸漬することにより残留オーステナイトがマルテンサイトに変態したことを示すものと思われる。

かようにして準安定オーステナイトの状態にて加工し焼入れたものを焼戻すと Fig. 3 にその一例を示したごとく、焼戻し曲線は変化をきたす。Fig. 3 は 420 型をオーステナイト化後 450°C にて圧延して焼入れ、液体N中に1時間浸漬したのち、550°C まで焼戻した場合である。図に見るごとく加工度が増すにつれて 450°C 付近に現われる二次硬化は、はつきりしなくなる。この現象はオーステナイト化温度の高低にかかわりなく、また加工温度を 650°C とした場合にも同様に認められ、液体N浸漬処理を施さず焼入れ焼戻した場合にも認められた。また 410 型の場合にも同様な結果を得た。Fig. 3 においてオーステナイト化温度が高いほど二次硬化現象が顕著なのは、二次硬化の原因になると思われる Cr 炭化物などが、オーステナイト化の温度が高いほど多く地のオーステナイトに溶けこみ、そのため焼戻しのさいの析出量も多く硬化もいちじるしいと思われる。準安定オーステナイトの加工度が増すと焼戻しのさいの二次硬化がはつきり現われなくなるのは、加工中に Cr 炭化物などがすでに一部析出するか、あるいは加工により析出温度が 450°C より低温側に移り焼戻しによる軟化と析出硬化とが相殺し合い、軟化の度合がゆるやかになるためと思われる。

IV. 総 括

13Cr 鋼を準安定オーステナイトの状態に塑性加工後焼入れると、その後の焼戻し過程において現われる二次硬化現象は、普通の焼入れ焼戻しの場合にくらべかなり異なる。加工度が増すにつれて二次硬化現象は不明瞭になつてくる。すなわち加工度が高い場合には焼戻しによる軟化が鈍くなり 450°C における二次硬化をはつきり示さなくなる。これは二次硬化の原因と考えられる Cr 炭化物などが準安定オーステナイトの加工により析出を促進されることと関係をもつのではないかと思われる。また二次硬化現象は 410 型、420 型ともにオーステナイト化温度の高い方が顕著である。

オースフォーミングによる硬化を効果的に行なうには 420 型の場合は、オーステナイト化温度をてきとうに選り液体 N 処理をするのが望ましい。

文 献

- 1) 細井, K. E. PINNOW, A. J. SHALER: 鉄と鋼 46 (1960), 3, 363
Trans. ASM53 (1961) に掲載予定

(119) 準安定オーステナイト域における塑性加工が 13Cr 鋼の耐食性におよぼす影響について

(13Cr 鋼のオースフォーミングの研究—Ⅲ)

金属材料技術研究所 細井 祐三
Effect of Deformation in the Metastable Austenite Condition on the Corrosion of 13Cr Stainless Steel.

(Study on ausforming of 13Cr stainless steel—Ⅲ)

Yuzo Hosoi.

I. 緒 言

13Cr 鋼 (410 型ステンレス鋼) を準安定オーステナイトの領域で塑性加工を与えたのち焼入れをすると機械的性質をかなり向上させ得ることを前々報りにて報告したが、一般に金属に塑性加工を加えるとその耐食性が害されることがあるので、13Cr 鋼の重要な性質の一つである耐食性に、このような加工処理 (オースフォーミング処理) がいかに影響を与えるかを実験した。

II. 実験試料および方法

実験試料は 410 型ステンレス鋼を用い、おもな成分は C 0.12%, Cr 12.32%, Ni 0.30% である。

実験方法は、900°, 950° あるいは 1000°C にて 1 h オーステナイト化したのち 450° あるいは 650°C の塩浴中に急冷し 3mn 保持してから圧延によりいろいろの加工度を与えただちに油焼入れし、ついで液体 N 中に 1 h 浸漬した。つぎにこれより長さ 24mm, 巾 10mm, 厚さ 2.5mm の短冊形の試験片を削り出し、これを腐食試験に供した。腐食試験は JIS の沸騰 40% HNO₃ (比重 1.25) による全面腐食試験に準じて行ない、8 時間ごとに試験片をとり出し重量変化を測定し、表面の状態を観察した。

III. 実験結果

Fig. 1 は沸騰 40% HNO₃ 中にて試料を腐食した場合の腐食減量と試験時間の関係を示す。オーステナイト化温度がいずれの場合も普通の焼入試料および 450°C にてオースフォーミングした試料ともに腐食減量は時間とともにほぼ直線的に増加するようである。900°C にてオーステナイト化した場合はオースフォーミング試料は焼入試料にくらべ、やや腐食量が多いようであるが、950°, 1000°C にてオーステナイト化した場合には、オースフォーミング試料の方がわずかに腐食減量が少ないようである。この結果をより明瞭に示すためにオーステナイト化温度に対して腐食率 (mg/cm²-day) をプロットすると Fig. 2 を得る。同図より明らかなごとく 900°C の場合を除き、オースフォーミング試料は焼入試料にくらべ耐食性が劣るとはいえない。

Fig. 2 の結果および前報²⁾の結果より 410 型をオースフォーミング処理する場合には 950°C にてオーステナイト化するのが適当と思われるので、同温度にてオーステナイト化したのち 450°C にて圧延し、加工度と腐食率 (mg/cm²-h) の関係を求めた。Fig. 3 に見るよう約 40% までの加工を与えた場合には少なくとも耐食性に悪影響を与えることはないと思われる。

一般にマルテンサイト系ステンレス鋼の耐食性は焼戻温度によりいちじるしく左右され、とくに 550°C 付近に焼戻すと非常に耐食性を害す³⁾といわれている。本実験の場合もこの事実は認められ、オースフォーミング試料、焼入試料ともに 450°C までの焼戻しでは、ほとんど耐食性に変化がないが、550°C に焼戻した場合はいちじるしく耐食性が劣り、腐食量は約 30 倍に達した。

IV. 総 括

準安定オーステナイト域にて加工後焼入れした低炭素 13Cr 鋼の耐食性を普通の焼入れの場合と比較検討した。腐食試験は JIS の沸騰 40% HNO₃ 全面浸漬試験に準じて行なつた結果、同鋼の HNO₃ に対する耐食性はオ