

気の影響を受けたことが明らかである。その分析は行っていないが、従来の研究から、この状態はかなり H を含む状態と見なしてよい。

S の低い鋼と高い鋼、Al で脱酸しないものとしたものの各々についてこの様な H の影響を A 型試験で実験したが、一定の影響は認められない。即ち H の影響は少ない。

VIII. N の影響

N の添加法としてスプーン中の熔鋼に N₂ ボンベから N₂ を石英管を通じて約 5 秒間吹込んだ。N の分析は行っていないので実験としては不完全であるが、この様にして N を添加したものと、普通の鋼とを A 型試験により比較し N の割れ抵抗に及ぼす影響を求めた。その結果、N 吹込の影響は少しも認められない。又空気を吹込んだ結果も同様である。

N は Al や Ti を奪う元素であるから、高 S 鋼で Al や Ti を含む鋼に対しては間接に S の害を増し有害となると考えられる。しかしこの点については実験を行わなかった。

文 献

- 1) 沖進, 鉄と鋼, **40**, 6 (1954), 599.
- 2) 沖進, 鉄と鋼, **40**, 10 (1954), 979.
- 3) W. J. Phillips, Foundry, **67**, July, (1940) 27, 87.
- 4) J. M. Middleton, H. T. Protheroe, J. Iron. Steel Inst., **168**, 4, (1951), 384.

(51) 高 C-低 Cr-低 W 鋼の低温熱浴焼入

Hot-Bath Quenching at Low Temperature Range of High C—Low Cr—Low W Steel.

Itsuro Tatsukawa

熊本大学工学部 立川逸郎

I. 緒 言

鋼のマルテンサイト変態域における熱浴焼入に関する従来の研究は、主として恒温変態の機構や、オーステナイトの安定化を個々に扱ったものが多く、又その応用も焼歪、焼割の防止法に限られている。よつて本研究では、マルテンサイト変態域における熱浴焼入を恒温変態の利用という観点から検討するため、S.K.S.2 に相当する

高 C-低 Cr-低 W 鋼について、F ベイナイト変態域の低温部ならびにマルテンサイト変態域における恒温変態、および種々の熱浴焼入後の組織成分とその焼戻性を、恒温熱膨脹曲線、硬度、顕微鏡組織ならびに焼戻の示差熱膨脹曲線と磁気分析曲線によつて調べた。

II. 試料並に実験方法

試料の主な化学組成は C 1.0%, Cr 1.0%, W 1.4% で、その変態点は Ac_1 755°C~780°C, Ar_1 715°C~693°C である。

恒温熱膨脹は、4.5φ×60mm の試料をダイヤルゲージ型の全熱膨脹計にとりつけて、焼入加熱後そのまま恒温浴に浸漬し、熱収縮が終つた時又は Ar_1 変態の膨脹が始つた時を時間の原点として測つた。焼戻の熱膨脹測定ならびに磁気分析(本多式磁気分析装置による)には 4.5φ×70mm の試料を用い、得られた曲線によつて、主として焼入マルテンサイトの量、残留オーステナイトの量とその分解の様相、および炭化物の析出などを調べた。焼戻硬度の測定には 6φ×15mm の試験を用い、各焼戻温度で 30 mn 加熱後空中放冷した。

III. 実験結果ならびに考察

(1) 油焼入における焼入温度の影響: 熱浴焼入の実験に先だつて、800°C, 850°C および 900°C から油焼入して、焼入温度の組織成分への影響を調べた。その結果、焼入温度が高くなると、炭化物がオーステナイトに固溶するために、焼入マルテンサイトと残留オーステナイトは増加し、下ベイナイトは減少する。また、マルテンサイトの組織は粗大化し、焼入硬度は低くなる。よつて以後の実験におけるオーステナイト化はすべて 850°C で行つた。

(2) 恒温熱膨脹曲線: 結果を Fig. 1 に示す。浴温が 170°C 以上は下ベイナイト変態域で、膨脹はいづれも 1.5 h 前後で開始し、205°C および 180°C では夫々

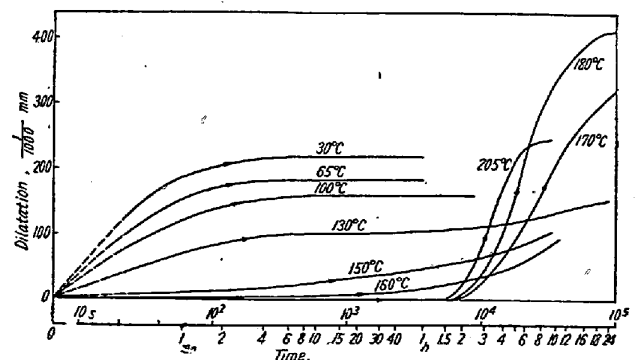


Fig. 1. Isothermal dilatation curves.

8 h, 24 h で停止するが、この停止点は後述の様に所謂見かけの終結点である。160°C 以下では、浸漬当初急激に起る膨脹と、その後徐々に起る膨脹と二段の変化が認められる。当初の膨脹は、試料の温度が Ms 点から浴温に達する迄の冷却変態および恒温変態によるマルテンサイトの生成（同時に起るその焼戻を含む）であつて、浴温が低くなると膨脹量は増す。160°C~130°C で認められる恒温膨脹は、後述の様に下ベイナイトの生成である。

(3) マルテンサイト変態域の冷却方法と組織：過冷オーステナイトを 210°C に 5 mn 保持した後、マルテンサイト変態域を水冷、油冷および空中放冷（マルテンパー）して組織成分を調べた。その結果、冷却が遅くなると、焼入マルテンサイトが減つて、下ベイナイトと残留オーステナイトが多くなる。特にマルテンパーでは多量のオーステナイトが残留する。

(4) 恒温変態と組織：180°（下ベイナイト域）と 150°C, 130°C（マルテンサイト域）の各温度で種々の時間恒温処理後油冷し、恒温変態と組織の関係を調べた。いずれの場合も、硬度は変態の進行とともに漸次低くな

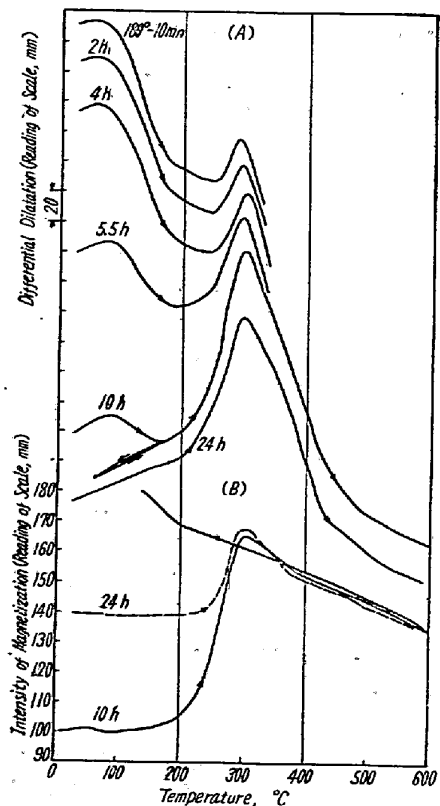


Fig. 2. Differential dilatation curves and magnetic-analysis curves on tempering after hot-bath quenching at 180°C and oil-quenching.

るが、検鏡による組織変化の判定は困難である。

180°C：Fig. 2 から判る様に、恒温変態の進行とともに、焼入マルテンサイトが減つて残留オーステナイトが増す。恒温熱膨脹が約 75% 進行した 10 h のものでは極めて多量の残留オーステナイトが存する。また 24 h のものでは、焼入マルテンサイトはないが、尚多量の残留オーステナイトが存し、武田博士らの云う見かけの終結点であることが判る。尚いづれの場合も残留オーステナイトの分解は 300°C 焼戻で完了する。

150°C：結果を Fig. 3 に示す。この場合も、恒温熱膨脹の進行とともに焼入マルテンサイトは減少し、残留

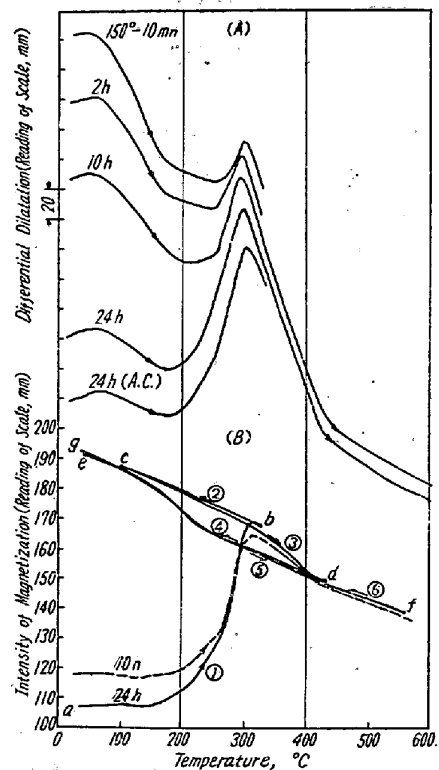


Fig. 3. Differential dilatation curves and magnetic-analysis curves on tempering after hot-bath quenching at 150°C and oil-quenching.

オーステナイトは著しく増加する。また 24 h—空冷のものも油冷のものと同程度の熱膨脹曲線を示している。24 h—油冷のものについては、焼戻を段階的に繰返して磁気分析した。その結果、310°C 焼戻後の冷却曲線 ② では Ao 変態が起らない。即ち、恒温変態で炭化物は完全析出していないことが判る。

130°C：150°C と同じ傾向を示すが、10 mn のもので残留オーステナイトが少々増加している。

以上、150°C と 130°C の恒温熱膨脹の進行によるオーステナイトの安定化等は、180°C と同じ現象であつて、この膨脹が下ベイナイトの生成であることが結論さ

れる。

(5) 焼戻硬度：上記種々の熱浴焼入後の焼戻硬度を測定し油焼入のものと比較した。いずれも焼戻温度が高くなると硬度は低くなるが、熱浴焼入で残留オーステナイトの多いものでは、低温焼戻による軟化が他のものに比して少い。尚残留オーステナイトの多いものも、本鋼種が工具材として使用される場合の標準硬度簡囲 Rc 63~65 の硬度を保持している。

IV. 総括

油焼入では焼入温度が高くなると、焼入マルテンサイトと残留オーステナイトは増加し、下ベイナイトは減少する。マルテンサイト変態域を徐冷するマルテンパーでは残留オーステナイトが多い。Ms 点以下の熱浴焼入では、マルテンサイトの冷却～恒温変態に引続いて恒温的に下ベイナイト変態が起る。Ms 点の上下を問わず下ベイナイト変態によつてオーステナイトは著しく安定化する。低温熱浴焼入によつて、多量のオーステナイトを有し相当の硬度を保持する組織が得られる。

(52) 高温における鋼の変形能に関する研究 (IV)

(オーステナイト系不銹鋼の熱間加工性)

Study on the Hot-workability of Steels (IV)

(Hot-Working Properties of Austenitic Stainless Steels)

Tatsuaki Morishima

住友金属工業 K. K. 鋼管製造所 森島達明

I. 緒言

オーステナイト系不銹鋼の熱間加工性の良否を研究する手段として高温振り試験を採用し^{1),2)}、現在迄に熱間加工性に関する基本的な事柄がかなり明らかとなった³⁾。即ちステンレスの熱間加工性に影響する因子には成分的な面と材質的な面の二つが考えられる。材質的には鋼中の O₂ 量が加工性に及ぼす影響が大きく、O₂ が高くなるに従つて加工性は悪くなることが判り、成分的には成分バランスが悪く高温でαが出るものは加工性が悪くなることが判つた。この中成分的な問題は実際の面で対策もたて易く、今後更に検討すべき点は比較的少いと考えられる。併し乍ら材質的な面では尚検討すべき

点が多く、特に O₂ 量の影響に就いては更に掘下げた研究が必要である。そこで今回は O₂ 量に関連して鋼中の inclusion と加工性の関係に就て検討した。但し此処で述べる inclusion は化学分析で求めたものであり、所謂 sand、即ち酸化物系の inclusion のことで、硫化物等も含めた凡ての inclusion のことではない。

II. 研究方法の概要

研究の対象にした鋼種は主として 18~8 ステンレス鋼で、凡て 8t 塩基性電気炉で作られたものである。鋼中の inclusion は学振温硫酸法に準じた方法で分析した。分析方法の詳細は細田、東出⁴⁾によつて既に報告されているが、この方法では一部硫酸に可溶性な inclusion を除き SiO₂、Al₂O₃、Cr₂O₃、FeO および MnO 等がかなり正確に定量出来る。この様に分析で求めた inclusion 量と振り試験における振り数との関係、および inclusion 量と O₂ 量との関係等を求め inclusion がどの様な型で加工性に影響しているかを調査した。

III. inclusion と振り数の関係

Inclusion 量と振り数の関係を調べた結果、鋼中の total inclusion、Cr₂O₃、MnO が多くなる程振り数は減少する。この間には明瞭な相関関係が見られる。Fig. 1 は一例として total inclusion と振り数の関係を示し

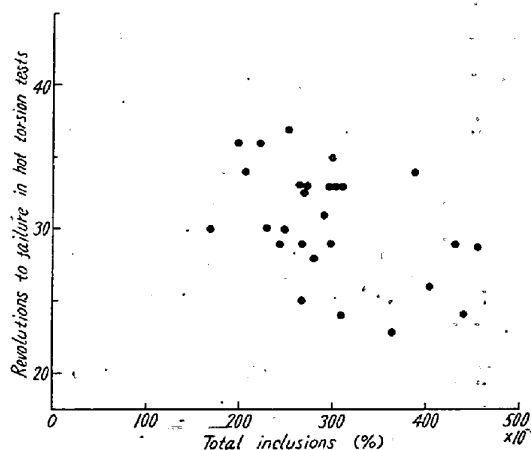


Fig. 1. Relation between total inclusions and hot-workability of 18~8 stainless steels.

たものである。Al₂O₃ に就ては余り明瞭ではないが、Al₂O₃ が多くなる程振り数が増加する傾向を示す。これは total inclusion、Cr₂O₃ 或は MnO と逆の傾向である。SiO₂ および FeO は振り数との関係は見られない。これらの結果は total inclusion、即ち鋼中の inclusion が全体として多くなればなる程熱間加工性が悪くなる