

Al 含有量の低い金属 Si を使用した Group 5 においては, Fig. 1 に示す如く Al_2O_3 の増加は殆んど認められなかった。

SiO_2 は予想に反して Fe-Si, Fe-Cr 等の合金鉄の添加によつても全く増加しない傾向が見られた。酸化期末に Si- O_2 の高いチャージは出鋼時においても SiO_2 が高い傾向が見られる。 SiO_2 量は酸化期の精錬条件の如何に影響されるものと思われる。

III. 低炭素鋼の試験

0.1%C-Cr-Mo 鋼 9 チャージについて Lime→Si→Cr 法による次の 2 Group を比較試験した。

Group (イ). High C, high Si Type

(試験数 2 チャージ)

目標成分 C 0.12% Si 0.30~0.35%, 25%Si 使用

Group (ロ). Low C, low Si Type

(試験数 7 チャージ)

目標成分 C 0.10% Si 0.20~0.25%, 45%Si 使用

Group (イ) では Fe-Si 添加後 Al_2O_3 が増加し SiO_2 は増加せず, 高炭素鋼の場合の Group 1 の場合と全く同様な傾向が見られた。 Group (ロ) では Group (イ) の場合とは全く異り, Fig. 2 (図省略, 講演会場において掲示) に示す如く Fe-Si 添加後 SiO_2 が増加し Al_2O_3 は増加しない傾向が見られた。 Group (ロ) も Al の高い Fe-Si を使用したチャージであり, しかもかかる相反した傾向を示すことは Fe-Si 添加時の鋼浴の状態と Fe-Si 添加量の相異によるものと思われる。本試験の結果より見れば SiO_2 の増加は鋼浴の O_2 量高く添加 Si 量の少ない条件の下で起るものではないかと思われる。

IV. 成品材質との関係

成品丸鋼より試験片を切出し浄度検査を行った。高炭素鋼の場合には学振法により測定した。 Group 1~4 のチャージにおいては Al を添加しなかつたチャージにおいても B 系の介在物が多かつたが, Group 5 では Al を添加しなかつたチャージには B 系の介在物は少かつた。精錬中 SiO_2 の高かつたチャージは A 系介在物が多かつた。

低炭素鋼の場合には両 Group 共に出鋼時約 200g/t の Al を添加したが, ASTM 法による測定結果によれば Group (イ) では B 系多く C 系少く, Group (ロ) では C 系多く B 系は少かつた。

何れの場合も Fe-Si 添加時の Al_2O_3 , SiO_2 の増加傾向とよく一致した傾向が認められ, Fe-Si 添加時の介

在物の生成が成品鋼材の清浄度に影響することが確認された。

V. 結 論

試験の結果認められた事項を要約すれば次の通りである。

1. 高炭素鋼の場合においては,

i) Al_2O_3 は主として Fe-Si の添加により増加する。還元期初め石灰前に Fe-Si を添加すれば Al_2O_3 の増加は少い。 Al の低い Fe-Si を使用すれば Al_2O_3 は増加しない。 Al_2O_3 の増加は Fe-Si 中の Al によるものである。

ii) SiO_2 は Fe-Si, Fe-Cr 等の添加によつては増加しない。 SiO_2 の高いチャージは酸化期末より SiO_2 が高い。 SiO_2 の多寡は酸化期の精錬条件によるものと思われる。

2. 低炭素鋼の場合においては,

i) C, Si 高目の鋼種では Fe-Si 添加後 Al_2O_3 が増加する。 SiO_2 は増加しない。

ii) C, Si 低目の鋼種においては Fe-Si 添加後 SiO_2 が増加する。 Al_2O_3 は増加しない。

3. 成品の清浄度と精錬中鋼浴の介在物の種類, 量との間には明瞭な関係が認められた。

以上は高炭素および低炭素の低合金鋼の溶解において認められた現象である。高合金鋼になれば Fe-Cr その他の合金鉄中の Si, Al 量も SiO_2 , Al_2O_3 の生成に影響してくることは当然予想されることで, これら介在物の生成条件の法則性については, 合金鉄添加時の鋼浴の O_2 量, 温度, 添加される Si 量, Al 量の 4 因子について定量的関係を探究してゆかねばならない。

(88) 高温における鋼の変形能に関する研究 (III)

(オーステナイト系不銹鋼の熱間加工性)

Study on the Hot-Workability of Steels

(III)

(Hot-Working Properties of Austenitic Stainless Steels)

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各種製品の製造に当つて問題となる点は種々あるが, 就中重要な問題は熱間加工の際の疵の発生である。一般にオーステナイト系不銹鋼は

普通鋼或いは低合金鋼に較べると鍛造或いは圧延等の熱間加工の際に疵が発生し易い。特に Stiefel-Mannesmann 穿孔機で製管する場合には他の加工法に較べると加工が極めて苛酷であるために疵が発生し易く、疵の発生は製管上の大きな問題となつてゐる。従つて疵の発生とその防止策の点よりオーステナイト系不銹鋼の熱間加工性に関する研究は極めて重要な問題であるが、従来この方面の研究は遅れており現状においてまだ十分な研究が行われていない。そこで筆者は製管の場合を中心として、オーステナイト系不銹鋼の熱間加工性に関し基本的な研究を行うことにした。今回研究の対象にした鋼種は AISI 304 および 316 タイプの 18-8 および 18-12-Mo 鋼であるが、現在迄に得られた 2, 3 の成果について報告することにする。

II. 高温振り試験法

熱間加工性の良否を知る研究手段としては高温振り試験を採用した。高温振り試験については既に第1報、第2報で報告したので詳細は省略するが、試験機の構造および試験片の形状を Fig. 1 に示す。振り試験の骨子は図に示す如き丸棒試験片を高温に加熱し、試験片の片端は固定し他端をぐるぐる振り何回振れて切断するかを見、この振り数の多い少いをもつて加工性の良否を判定するものである。この試験法は加工性の良否を極めて敏感に判定することができる。

III. 振り試験と製管成績との関係

Fig. 2 に 18-8 不銹鋼について行つた振り試験の結果を示す。振り試験と製管成績の関係を調べると、図において group ①のものはよく製管できる範囲であり、group ②は内面は良好であるが製管条件によつては時に外面に横切疵の出る範囲であり、group ③は内外とも不良で製管成績がよくない範囲である。高周波炉で溶解したチャージは group ③に属するものが多い。これに対し電気炉で溶解したチャージは group ①~②の範囲にあり、高周波炉材に較べると加工性は一段と良好である。併し同じ電気炉材でもチャージによつて group ①から②迄のかなり広範囲な差がある。18-12-Mo 鋼についても group ①, ②, ③関係はそのままあてはまる。併し 18-8-Mo の場合は略々 group ①, ②の中間から group ③の範囲にあり、18-8 に較べると大部加工性が悪くなることが判る。

また、この試験を通じて明らかになつたことは、たとえ group ①に属するものでも矢印で示したチャージの如

く、1300°C 附近で振り数が急激に減少するのは内面に疵が発生し易く製管成績が余りよくないことである。これは group ②, ③の場合も同様で、これらの group 内で 1300°C で振り数が急激に減少する場合は group ①の場合よりも更に製管成績が悪くなる。1300°C 附近で振り数が急激に減少するのは Cr が比較的が高く、この温度附近で α が出、 $\gamma + \alpha$ の 2 相になるためである。これは顕微鏡試験および磁性測定の結果から実証された。丸鋼の穿孔温度は 1150~1200°C の所であるが、plug の先端ではその程度は明らかでないが局部的に穿孔温度以上著しく温度が上がることが考えられる。1150~1200°C 附近では材料がたとえ γ 均一相であつても温度が上がると 2 相になり、これがために plug 先端では疵が発生し易く、内面疵が生ずる結果になるものと思われる。従つて不銹鋼の加工性の面では各チャージ固有の加工性の他に成分バランスの問題も極めて重要であることが判る。

IV. 振り試験成績と鋼中の含有ガスの関係

振り数と O₂ 量の関係を Fig. 3 に示す。1200°C における振り数は O₂ が高くなるに従つて明らかに減少し、この間には極めて明瞭な関係が見られる。従つて O₂ がステンレスの加工性に極めて影響が大きいことが判る。1300°C においては余り明瞭な O₂ との関係は見られない。1300°C でも O₂ との関係は当然ある筈と思われるが、この様に関係が明瞭でないのは後述する 2 相の影響がより大きいためと考えられる。H₂ および N₂ については振り数との関係は見られず、これらのガスは加工性に余り影響はないものと思われる。

V. 振り試験成績と成分の関係

振り数と成分バランスの関係を調べた結果を Fig. 4 に示す。図は 18-8 不銹鋼について検討した結果で、横軸に Ni lad-Ni cal をとつている。Ni cal は次式によつて計算したものである。

$$\text{Ni cal} = 1.1(\text{Cr} + 1.5\text{Si} + \text{Mo} + 0.5\text{Cb}) - \text{Mn}/2 - 30\text{C} - 8.2$$

この式は Weld deposit についての式で、鍛造、圧延材には厳密には当てはまらない所があると思われるが、Cr, Si, Mo, Mn, C 等の含有量に対して完全な γ 組織にするためには、どれだけの Ni 量を必要とするかの計算式である。Ni lad は実際のチャージの ladle 分析値で、Ni lad-Ni cal が 0 の所は ladle 値とこの計算値が一致する所である。0 より + 側は実際のチャージが計算値よりも余分の Ni が含まれていることを示し、- 側

は不足気味を示す。従つて Ni lad-Ni cal が一側から十側になるに従つて相が安定することを示す。図において 1200°C では Ni lad-Ni cal と振り数の関係は見られない。併し 1300°C では Ni lad-Ni cal が大きくなる程振り数が増加することを示している。そして Ni lad-Ni cal = -1 を境として製管成績不良と良に分れている。従つて 18-8 不銹鋼の場合、疵の出ないものを作るためには Ni lad-Ni cal が略々 -1 以上の成分をねろう必要がある様に思われる。

VI. 総 括

以上研究の結果を総括すると次の様になる。

振り試験の結果 18-8 或いは 18-12-Mo 不銹鋼の熱間加工性に関する特性乃至はその性状が極めて明瞭となり、振り試験成績と製管成績はよく一致することが判つた、従つて製管性の判定に振り試験は有効な試験方法で

あることが実証された。各チャージ毎の加工性のばらつきについては 1200°C 附近では鋼中の O₂ 量により支配されることが判つた。1300°C 附近でも勿論 O₂ の影響はあると考えられるが、1300°C 附近では振りの様相が大部変つてくる。1300°C 附近で振り数が急激に減少するものは製管成績（内面疵）が悪く、これらのチャージは成分バランスが適当でなく高温で 2 相になることが判つた。製管上の点からは O₂ の影響よりもむしろこの影響が大きい様に考えられ、充分成分バランスを考えて材料を作る必要がある。O₂ の問題については製鋼で如何にして O₂ を下げ、加工性の安定した材料を作るかが問題になつてくるが、O₂ については鋼中で如何なる型で存在する O₂ が悪いのか、或いはまた O₂ が何故加工性に影響するかといった様な点について更に掘下げて研究する必要がある。（Fig. 1, 2, 3, 4 省略、講演会場において掲示）

新 刊 紹 介

“工業材料規格便覧”（金属材料試験法）

日本材料試験協会編

本書は日本材料試験協会企画の工業材料便覧シリーズの第 2 番目として刊行されたもので、金属材料試験に関するわが国の規格並に外国規格を翻訳したものであつて、その内容は次の各項即ち（1）引張及び圧縮試験（2）曲げ試験（3）衝撃試験（4）硬さ試験（5）エリクセン試験（6）疲労試験（7）クリープ試験（8）X線試験（9）試験並に検査通則（10）金相学的試験（11）品位判定試験の 11 章よりなつている。従来金属材料試験法に関する規格のみを集録したこの種の規格集はわが国においては見られず、その意味においても本書は金属材料の試験に係る多くの技術者にとつて利するところ少なくないと思われる。掲載している規格は JIS 及び ASIM が主体となつており、図表を含め総頁数 547 頁の内、JIS 77 頁、その他の規格 470 となつておる。（B6 547 頁 500 円）

**枚値・作業能率の
飛躍的向上に**

ニイカタのミ-ハナイトメタル

種 類

- 一般機械用(Gタイプ)
- 耐 熱 用(Hタイプ)
- 耐 磨 耗 用(Wタイプ)
- 耐 蝕 用(Cタイプ)
- 粒状黒鉛(GSタイプ)


特 長

- a. 強度、靱性及び剛性が特に高い
- b. 耐磨耗性振動吸収能及び切欠抵抗性が大きい
- c. 鑄造後の変形、経年変形が少い
- d. 機械加工性が良好で、精密仕上が可能

株 式 新 潟 鐵 工 所

本社 東京都千代田区九段 1-6 電話(33)8391・8491
支社 大阪・新潟 営業所 名古屋・札幌・下関

ミ-ハナイトメタル
製 造 工 場



新潟製鋼工場 電話 6 1 2 1 ~ 8
(新潟支社内)
浦田鑄造工場 電話(73) 2 1 3 1