

て鋼容器に詰め、これに鋼栓をして圧縮したる後、1100°C×1hアルゴンガス中で加熱して平衡状態に達せしめたる後、直ちに水中冷却した。この試料を切断研磨してフィルムに撮影し、これを拡大投影して α を測定した。そのマイクロ組織の例を Fig. 3 に示す。この角の頂点は γ 鉄粒界と考えられる。測定は約 200 箇所ずつ行なつた。その分布図は Fig. 4 に示す。これによると鉛90%

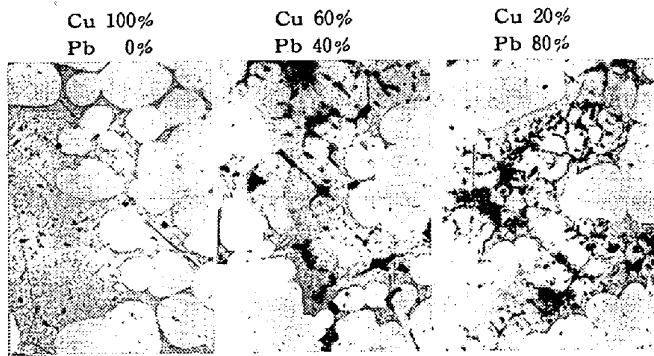


Fig. 3. Microstructures of Cu+Pb phase in steel cold-pressed, annealed at 1100°C for 1 hour and quenched.

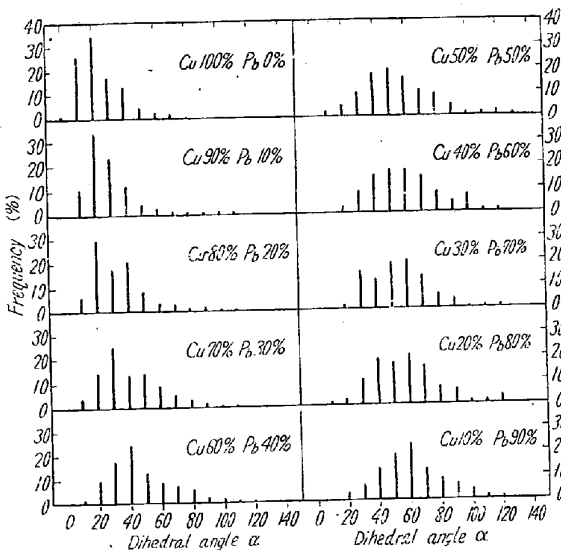


Fig. 4. Distribution of measured dihedral angles of Cu+Pb phase in steel cold-pressed, annealed at 1100°C for 1 hour and quenched.

では約 60°であるが、銅の増加とともに角度は減少し、銅 100% では<20°となつている。鉛 100% は測定不能であつた。かくのごとく銅の増加とともに α が減少することは、すなわち界面エネルギー γ_{SL} の低下を意味している。またしたがって亀裂の進行に要する次式のエネルギーが減少することになる。

Energy requirements for grain boundary cracking

$$2\gamma_{SL} - \gamma_B = \gamma_B(\sec 1/2\alpha - 1) \dots \dots \dots (2)$$

表面エネルギーと破断強度との関係式は色々提出されているが、要するに銅の増加とともに(2)式が減少し、したがって破断強度が小さくなると考えられる。このことは前述の屈曲試験および引張試験結果の傾向と一致する。

この問題についてはなお検討すべき点が多くあると思われるが、一応以上の種々の実験結果から考えて、一般に固体金属がある種の熔融金属と接触している場合、その破断強度が低下して脆性を示すのは、その界面エネルギーの低下によるものと考えてよいのではないかと思われる。

(111) わが国におけるオーステナイト結晶粒度調整法に関する従来の研究

大阪大学工学部

工博○足立 彰・水川 清

Aspect of Japanese Studies on the Method for the Austenitic Grain Size Control.

Akira Adachi, Kiyoshi Mizukawa.

I. 緒 言

鋼のオーステナイト結晶粒度が鋼質に大きな影響を及ぼすことは周知の事実である。その用途により細粒を要求されるものと粗粒を要求されるものがあり、いずれも整粒が望ましいので、所望の結晶粒度を有する鋼の製造は、製鋼技術上重要な課題となつている。

II. Al による結晶粒度調整法決定の根拠

1. 結晶粒度に及ぼす Al その他 2, 3 の元素の影響
Al による結晶粒の微細化機構に関して古来種々の説があつて判然としなかつたのは、供試材中に金属 Al, 酸化 Al, 窒化 Al が共存していたために、微細化作用を支配する真の因子は何か、またどの程度に影響するかといつたことが明白に結論し得なかつたためである。しかし鋼中微量 Al の型態別定量法が確立されるにいたり、結晶粒の微細化には AIN が最も大きな影響をおよぼすことが明らかになつた^{1)~9)}。

金属型 Al は結晶粒度と関係なく^{1)~3)}、酸化物型 Al もほとんど影響しないが^{1)~3)}、一般の塩基性平炉に含まれる位の範囲では細粒鋼における AIN の効果を減殺し、さらにその量が多い場合には微細化作用も認められてい

る⁹⁾。

硫化物は粗粒鋼では粒度に影響するようであるが、Mn/Sが十分大きければ、その影響はあまり認められないようである⁹⁾。

Siの影響はほとんどないとする説⁹⁾と、粗粒鋼の場合には可溶AlとともにSiの影響もあるとする説⁹⁾がある。

Crは1%まで存在してもAlの結晶粒微細化作用に影響をおよぼさない¹⁰⁻⁸⁾。

2. 細粒鋼の結晶粒度調整における適正Al添加量

細粒鋼を得るには適量のAlNあるいは可溶Alが存在するようにAlを添加すればよいが、可溶Alが0.03%以上になると粗大化温度が低下し、また砂疵発生頻度が大になるので、添加Al量について種々検討されている。

この場合基礎的な平衡実験により微細化に必要なAlNを生成するために要するAl量を求めたもの¹⁰⁻³⁾と、現場試験より推定しているもの⁴⁾⁵⁾⁹⁾との2つの方法がある。

前者の場合¹⁰⁻³⁾は、溶鋼中にAlを添加するとまず酸素と反応してAl₂O₃を生成し、次で窒素と反応してAlNが生成されることから、微細化に必要なAl量は溶鋼中の酸素との平衡量と微細化に必要なAlNあるいは可溶Alを生成するために必要な量との和になることを確かめ、次の一般式で表わしている。すなわち

粒度番号5~9の場合

$$\Sigma \text{Al} = 1.12 \Sigma \text{O}_2 + 6.21 \times 10^{-5} / (\Sigma \text{N}_2 - 0.0025) + 0.005\% \dots\dots\dots (1)$$

粒度番号7~8の場合

$$\Sigma \text{Al} = 1.12 \Sigma \text{O}_2 + 6.21 \times 10^{-5} / (\Sigma \text{N}_2 - 0.004) + 0.008\% \dots\dots\dots (2)$$

ただし ΣO_2 : Al添加前の溶鋼の全酸素量 wt%

ΣN_2 : " " 全窒素量 wt%

したがって細粒鋼を得るに必要なAl添加量はその要求に応じて(1)、(2)式を満足し、かつ砂疵発生限界にあればよい。

後者には結晶粒度と全Al量の関係すなわち

$$\text{G.S. (No.)} = 163.2 \Sigma \text{Al}(\%) + 2.61 \pm 1.35 \dots\dots\dots (3)$$

なる結果から添加Al量を推定しているもの⁴⁾⁹⁾や、可溶Alと添加Alとの関係を調べ

$$y = -3.1673 + 53.636x - 4.47x^2 \dots\dots\dots (4)$$

ただし y : 可溶Al%; x : 添加Al%

なる結果から微細化に必要な添加Alを推定しているもの⁹⁾などがある。

の⁹⁾などがある。

3. Al添加法と結晶粒度および介在物との関係

粒度調整剤としてのAl炉内添加した場合と、取鍋添加した場合の比較試験が行われている⁹⁾。炉内添加の場合は微細化効果も少く混粒のものも認められた。取鍋添加によると安定して細粒鋼が得られ、同時にB系清浄度、砂疵値とも良好な結果を示した。

III. 現場における粒度調整法

1. 微細化調整法

実際現場作業においてはAlを多量に使用すると溶鋼の流動性が不良となり、造塊作業は困難となり、また砂疵が発生しやすくなるので、Al添加量はできるだけ少量にすることが望ましい。したがって実験結果をもとにして十分脱酸された溶鋼にAlを添加する方法がとられている。一例として塩基性電気炉溶製肌焼鋼SH 85 Bに対して行われている方法³⁾¹⁰⁾を簡単に述べると次のようになる。溶製法は普通であるが還元末期の仕上げ脱酸を十分に行い、出鋼時のSiは0.23%以下にならぬようにし、所望の結晶粒度に対して前記の(1)、(2)式より算出した量の純Alを取鍋に添加する。現在では歩留りも80%となり、粒度番号7~8の場合は危険率を見込んで添加量は375g/tとしている。この場合可溶Alは0.024~0.030%で、混粒、砂疵は認められない。

2. 粗粒化調整法

キルド鋼の粗粒鋼は可溶AlとSiの両者の調整が必要と認められた所⁹⁾では、SiをFe-Si、Fe-MnまたはCa-SiとしてAlとともに取鍋に添加しているが、C量によつて添加Al量を変えている。平炉製低炭素鋼の場合⁹⁾可溶Alが0.004~0.005%付近になるようにAlを添加している所もある。

3. 結晶粒度調整に対する管理

結晶粒度調整を行う場合製品本体の結晶粒度を速かに知ることが必要であるが、工程の関係で溶製時期より非常に遅れるのが普通である。各ヒートの結晶粒度すなわち製品本体の結晶粒度を迅速に判定するには次の3つの方法が考えられる。

(i) 取鍋試料の結晶粒度を測定する。

(ii) 取鍋試料の全Alを定量(分光および化学分析)する。

(iii) 取鍋試料の可溶Alを定量する。

以上の3方法の検討結果¹⁰⁾によると、(iii)の場合が最も有用性に富んでおり、製品本体の結晶粒度番号yと取鍋試料の可溶Al% xとの間には

$$y = 162.5x + 3.36 \dots\dots\dots (5)$$

なる関係のあることを確かめた。

(ii) の分光分析による方法は迅速性、費用の低廉な点で優れているが、現在では精度がやや不十分で、粗粒、細粒の判定のみに有効である¹⁰⁾。

また(i)を用いている報告⁹⁾もあるが、この場合には鑄込中期に採取した相当大きな試料を用いないと両者の関連性に乏しいとの報告¹⁰⁾もある。

IV. バナジウムによる結晶粒度調整 (微細化) 法

中炭素電気炉鋼を対象にして V による結晶粒度調整の研究¹²⁾が行われた。酸素および窒素がそれぞれ 0.008% 程度の鋼では V を約 0.06% 添加すると粒度番号 5~6 のものが、また 0.1% 添加すると粒度番号 8 程度の細粒鋼が得られる。V は Fe-V として出鋼直前炉中に添加するが、酸化による損耗はほとんどなく、粒度調整に必要な量を正確に容易に添加できる。とくに大型の鑄鋼品ならびに鍛鋼品の製造には砂疵発生の恐れがない。

V. 結 言

オーステナイト結晶粒度調整法についての研究結果を総括すると次のようになる。

1. 結晶粒の微細化調整法についてはほぼ安定な方法が確立されているが、粗粒化調整法の報告は少ない。
2. 結晶粒を微細化せしめるには AlN が大きな役割を果たしている。
3. 結晶粒微細化に必要な Al は基礎的な平衡実験または現場試験により決定されている。
4. Al は歩留りがよくかつ一定し、その上非金属介在物の減少を計るため取鍋に添加する。
5. 結晶粒調整に対する管理は、取鍋試料の可溶 Al を分析して製品本体の粒度を推定するのが正確である。
6. V による結晶粒度の調整は微細化に必要な適正量を容易に添加でき、砂疵発生の危険がない点で Al より優れている。

以上記したように微細化調整法はほぼ確立されているが、なお今後考慮すべき点は

1. Al 添加法の改善により歩留りを向上一定せしめること。
2. 炉前における酸素量の迅速定量法の確立であり、これによつて Al 添加による結晶粒度調整技術はもちろん、Al 処理鋼の製鋼技術が飛躍的に向上することは論をまたないところである。

文 献

- 1) 高尾善一郎 19 委 3740
Al による結晶粒度調整に関する基礎的研究
- 2) 高尾善一郎 19 委 4210
鋼のオーステナイト結晶粒度調整法について
- 3) 高尾善一郎 19 委 4382
細粒鋼の結晶粒度調整について
- 4) 小柴定雄 19 委 4820
Ni-Cr 肌焼鋼の結晶粒度調整について
- 5) 小林佐三郎 19 委 4694
細粒鋼の結晶粒度調整について
- 6) 日本鋼管技術研究所 19 委 4554
オーステナイト結晶粒度調整法について
- 7) 小田助男 19 委 4384
粗粒鋼の粒度調整について
- 8) 錦織清治 19 委 4389
オーステナイト結晶粒度と窒化アルミニウムの関係について
- 9) 和田亀吉 19 委 4551
オーステナイト結晶粒度調整上の 2, 3 の問題について
- 10) 高尾善一郎 19 委 4872
肌焼鋼の結晶粒度調整について (現況および管理について)
- 11) 池田 正 19 委 4552
オーステナイト結晶粒度調整法の一例について
- 12) 高尾善一郎 19 委 4873
バナジウムによる結晶粒度調整 (微細化) 法について

(112) 鋼材々質におよぼす微量 Ni, Cr の影響

八幡製鉄所, 技術研究所

工 大竹 正・工 村山周治・○江口直記

Influence of Small Quantities of Ni and Cr on the Mechanical Properties of Steel.

Tadashi Ohtake, Shuji Murayama,
Naoki Eguchi.

I. 緒 言

普通鋼の性質におよぼす不純元素として存在する少量の Ni, Cr の影響を調べた報告は非常に少ない。先に大竹¹⁾は従来のデータから相当量の添加による効果を少量の場合にまで延長して考察する手段によつて少量のこれら両元素が鋼の諸性質におよぼす影響を整理、総括した。

また A. Schepers & R. Krauss²⁾は Ni, Cr 含有量の高い Conakry 鉍石使用による転炉および平炉鋼の材質におよぼす Cr の影響を調べ、製造される鋼種がこのため制約されることを報告している。そこで本報告では普通炭素鋼の機械的性質、切欠靱性、冷間加工性、硬化能などにおよぼす微量の Ni, Cr の影響を詳細