

いほど介在物面積率は少い傾向を示した。なお Ca-Si-Mn, Ca-Si-Al などの複合脱酸剤を用いた場合には, Mn 歩留が向上し, Ca-系脱酸剤の脱硫作用と相まって $[Mn]/[S]$ が増大し (A+C) 系介在物面積率は減少するであろう。

iv) Tap 前 [C] と Al 歩留との関係

Tap 前 [C] と Al 歩留 (sol. [Al]) とは Fig. 3 に示すごとく関係が認められ tap 前 [C] が高いほど Al 歩留は工場, 炉容を問わず高くなっている。しかし取鍋下試料介在物面積率と Al 歩留の関係は A, B, C 系介在物ともに認められなかつた。ただ B 系介在物のみは Al 歩留が低い場合に低い傾向を示した。これは試料採取時の空気酸化が大きな原因であると考えられる。すなわち取鍋下試料による B 系介在物の値は試料採取法に問題があり妥当な数値を示しているかどうかはなお検討すべき問題である。

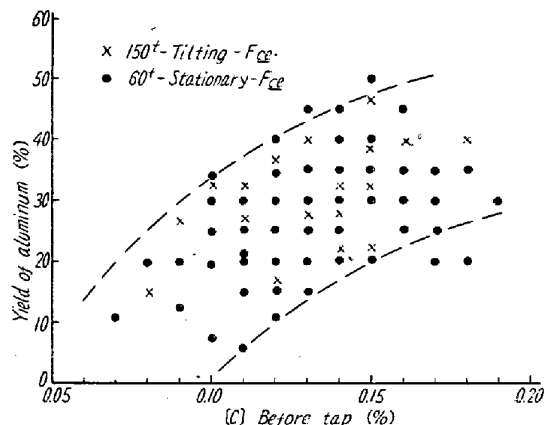


Fig. 3. Relation between yield of aluminium and [C] before tap.

この事実から鋼材中の B 系介在物を減少させるためには sol. [Al] を低くすること, すなわち tap 前 [C] を高めに維持し添加 Al を減少させるべきであり, 当所では一つの重要な管理要因として tap 前 [C] を取り上げているのが現状である。

v) 鎮静時間との関係

Fig. 4 に示すごとく, 大型炉では鎮静時間と介在物面積率との関係は脱酸剤種類のいかんにかかわらず, 明らかに認められるが, 小型炉では明瞭な関係が認められていない。これは出鋼時のスラグ流出量の多寡, 流出時期, 溶鋼流の形状など傾注式炉と固定式炉との受鋼状況の差異によると思われる, このことが両工場にみられる傾注式炉における, より低い介在物面積率の原因であると考えられる。

IV. 結 言

以上アルミキルド鋼 (C, 0.10~0.18% Si, 0.15~

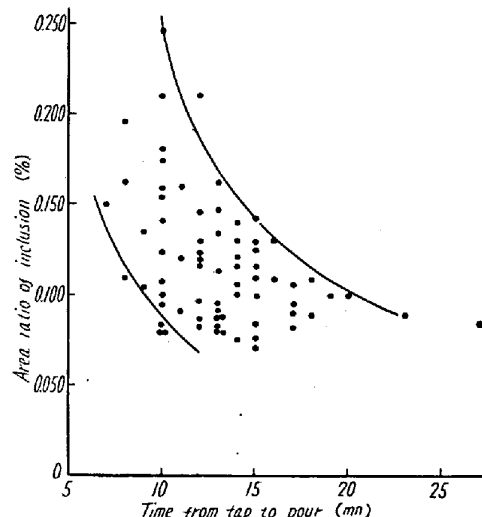


Fig. 4. Relation between area ratio of inclusions and the time from tap to pour.

0.30% Mn, 0.60~0.90%) を対象として調査した結果を要約すれば

- (1) 取鍋持続回数が多いほど (A+C) 系介在物面積率は減少する。
- (2) 脱酸剤による介在物面積率は Si-Mn 300 kg 添加, Si-Mn 800 kg 添加, Ca-Si-Al 添加, Ca-Si-Mn 添加の順に減少し, (A+C) 系介在物面積率は減少し, B 系介在物面積率は Si-Mn 300 kg 添加による脱酸法に比べて増加している。
- (3) 成品 $[Mn]/[S]$ が高いほど (A+C) 系介在物面積率は減少する。
- (4) Tap 前 [C] が高いほど Al 歩留は高い。
- (5) 傾注式平炉では鎮静時間と介在物面積率との関係が認められる。

(76) 加熱途上におけるオーステナイト結晶粒と AlN

(オーステナイト結晶粒度と AlN の関係—V)
Austenitic Grain Structure and Aluminium Nitride during Heating Process.
(Relation between austenitic grain size and aluminium nitride—V)

Shigeo Nagata, et alius.

大同製鋼, 研究所

○永田 重雄・加藤 剛志

I. 緒 言

前回の報告において二, 三の肌焼鋼を種々の温度で一

定時間加熱後、冷却速度を変えて冷却すると、その後滲炭により現出するオーステナイト結晶粒度は粗大化温度から水冷した時、粗粒を生じ、炉冷した時、細粒を生ずること、および滲炭前、すなわち前熱処理後の AIN は加熱温度および冷却速度により異なること、(滲炭後はほとんど一定値となる。)ならびに両者の間の関連性などについてのべた。この報告では試料の前熱処理がオーステナイトに変態した直後のオーステナイト結晶粒におよぼす影響ならびにこれに関連した AIN の挙動を調べたが、そのうち、ここには炭素肌焼鋼についての結果を報告する。

II. 前熱処理した炭素肌焼鋼における変態直後のオーステナイト結晶粒度と AIN

炭素肌焼鋼 (C 0.14, Si 0.26, Mn 0.54, P 0.018, S 0.021, Cu 0.22, Ni 0.12, Cr 0.08, Σ Al 0.029, N₂ 0.009, Al₂O₃ 0.008 各%, 鋼塊からの加工比 8) を実験試料とし、前熱処理として 1200°C まで、加熱して水冷したものと炉冷したものと二系列の試料を用意し、それぞれを再び常温から 400°C/h の加熱速度で 1100°C まで、加熱してその途中の温度から水冷した。

(1) 高温加熱後、炉冷した試料における再加熱途上の顕微鏡組織

925°C 以上から水冷した組織には粒界に ferrite が析出してこれにより変態後のオーステナイト結晶粒の大きさを推定することができるが、これによればいずれも細かい。

(2) 高温加熱後、水冷した試料における再加熱途上の顕微鏡組織

変態終了後 (Ac₃ 852°C) の 865°C および 925°C から水冷した組織では ferrite が針状に析出してオーステナイトの粒界を推定することはできなかつた。

(3) 炭素肌焼鋼における再加熱途上の AIN の析出

(1), (2) の実験において水冷した各試料より AIN を分析してその結果を Fig. 1 に示した。これからつぎのことがわかる。

i) 前熱処理として 1200°C から炉冷した試料を再加熱 (400°C/h) すると炉冷後、0.0089% の AIN 析出量であつたものは Ac₁ (742°C) 直下までほとんど増加せず Ac₁, Ac₃ 間で増加し始め、その後約 1000°C に達するまで、逐次析出 AIN 量は増加する。しかして 1000°C から 1100°C までの間では AIN 量にほとんど変化はない。この実験で 925°C で温度上昇を停止して保持すると保持時間の増加とともに AIN はさらに析出して漸次増加する。

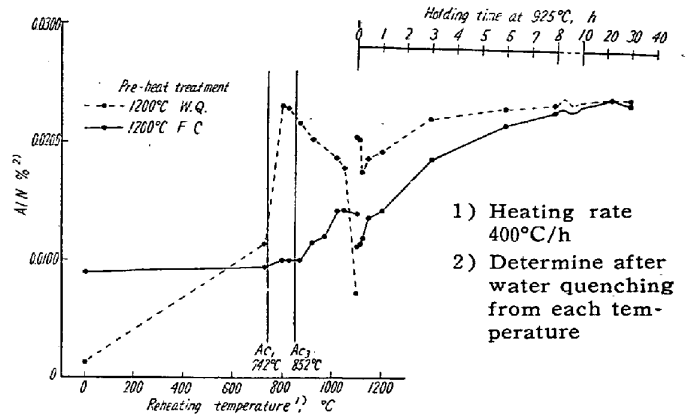


Fig. 1. AIN of pre-heat treated specimen during reheating process.

ii) 1200°C から水冷した試料を同じく再加熱すると、始め約 0.0014% すなわちほとんど析出していなかつた AIN が Ac₁ 直下まで加熱すると 0.0124% まで急増し、炉冷試料で同様なことを実験した i) の結果といちじるしい差異を示す。Ac₁, Ac₃ 間まで加熱すると 800°C で AIN は 0.0230% となり、非常に高値 (析出量の山) を示し、その後は加熱温度の上昇とともに漸次オーステナイト中に溶解して減少してゆく。925°C で温度上昇を停止して保持すると始めはなお、800°C 以後の減少の傾向が続くが、約 10 分後には再び AIN は増加し始め、保持時間の増加とともに増大する。しかして約 10 時間で炉冷、水冷試料の AIN が一致するのは 925°C の平衡値に達したことを意味するのであろう。

iii) 前熱処理で 1200°C から水冷および炉冷した試料をそれぞれ再加熱して Ac₃ 上の 865°C から水冷した試料の電子顕微鏡写真によると水冷試料では炉冷試料より析出 AIN が大きくて多い。かつ、その分布は均一でなく、数個ずつ連つている。これに対し炉冷試料では細かい AIN が比較的均一に分布している。また別に 1150°C × 1 h の処理でほとんどオーステナイトに溶解し、その後炉冷中に再び析出した AIN の電子顕微鏡写真によるとその大きさは 0.1 μ 以下で分布も比較的均一である。

III. 前熱処理した炭素肌焼鋼を再加熱して高温顕微鏡により観察した結晶粒

前熱処理 (1200°C より炉冷あるいは水冷) した試料を常温から 400°C/h の加熱速度で 925°C まで再加熱してその後 925°C に保持し、その過程の結晶粒を高温顕微鏡により観察した。用いた試料は II と同じ炭素肌焼鋼である。その結果の一部を Fig. 2 に示す。写真中央、黒色の四角は目印として微小硬度計でつけた圧痕である。高温顕微鏡による観察結果からつぎのことが判る。

i) 前熱処理で水冷した試料では 925°C に達する頃

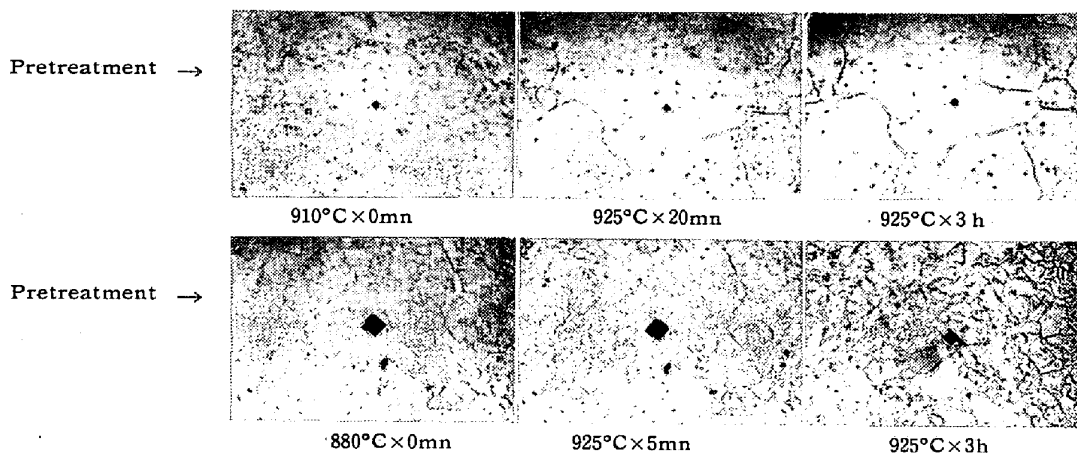


Fig. 2. Grain structure of pre-heat-treated specimen containing adequate amount of Al (Σ Al 0.029%) during process.

(Heating rate: 400°C/h, $\times 100$. ($\times 2/5$) by high temp. metal-microscope)

からオーステナイトの粗大な粒界が現われ始め、約20分保持すると粒界は明瞭に観察できる。これは Al を添加しない炭素肌焼鋼による同様な実験とよく似ている。

ii) 炉冷試料では 925°C に3時間保持してもオーステナイト結晶粒は細粒であり、変態終了後、認められたものとほとんど同様である。かつ 925°C のオーステナイト結晶粒は変態前の粒界と関係があるようである。なお Al を添加しない試料では前熱処理のいかんにかかわらず 925°C \times 3 h で相似した粗粒となり、これはそれぞれ 925°C \times 10mn 頃から出現する。

IV. 考 察

以上の実験結果から前熱処理で水冷した試料ではオーステナイトが生成し始める頃には AIN はほとんど析出し終っており (800°C 付近)、したがってその AIN は生成したオーステナイトの粒界とは無関係に分布しているはず (フェライトの粒界などに析出したであろう) であり、(高温顕微鏡写真でもオーステナイトの粒界はまだ明瞭には出現していない。) 大きさも成長して大きく、数個ずつ連つて析出している。(電子顕微鏡写真) しかも変態終了する頃には逆にオーステナイト中に溶解して減少する傾向を見せるので、オーステナイト結晶粒は変態後ただちに成長を開始してよいわけである。(高温顕微鏡写真によると変態点の上ですでに成長して大きくなりつつある。また、大きくなった結晶粒の粒界が見え始める。)

AIN がオーステナイトに溶け込んでゆけば粒界は移動を開始して結晶粒は成長するであろう。したがって Ac_3 後 925°C 保持のしばらくの間の、いわゆる初期オーステナイトの生成期の AIN の挙動が、オーステナイト結晶粒のその後の成長に最も大きく影響するであろう。この意味で水冷試料の 800°C 以後の AIN の減少とオーステナイト結晶粒の生成、成長とは上述のごとく関連が

ある。一方炉冷試料では Ac_3 通過後、925°C \times 6h まで適当な大きさの AIN が連続的に適当な分布状態で相ついで析出してくるということは、その間の加熱保持中の結晶粒界の移動を妨げて成長を抑制することになるであろう。また、前熱処理の炉冷に際して析出する AIN もその大きさと分布から (電子顕微鏡写真) これと同じような効果を持つとみてよい。以上の理由から 925°C で6時間保持 (滲炭などの粒度現出の場合) した場合、水冷してある試料には粗粒が出現し、炉冷してある試料には細粒が出現することは不思議ではない。同様な実験を Cr-Mo 肌焼鋼についても行い同様な結果を得た。

V. 結 言

Al を添加しなければ一般に鋼のオーステナイト結晶粒は細粒とならない。Al を細粒であることを保証するに足る量添加した肌焼鋼でも前熱処理の影響を受けて 925°C で6時間滲炭して求めたオーステナイト結晶粒は粗粒となることがある。粗粒となる場合には変態直後のオーステナイト結晶粒の生成はあたかも Al を添加しない場合のごとき挙動をとる。細粒となる時は変態直後のオーステナイト結晶粒の生成とその時の AIN の挙動が密接に関連している。