

(81) 結晶粒度調整法の研究

日本製鋼所 藤 田 春 彦

Study on Grain Size Control.

Haruhiko Fujita.

I. 緒 言

筆者は厚鋼板につきその品質特性の問題点を明らかにし品質に影響を与える製造要因について解析を行ない、合理的、数理的技術標準値を決定した^{1)~5)}。これら品質特性のうち結晶粒度についていかなる要因が原因となり影響を与えるかを測定し、寄与度の定量的数値を得るために実験計画法により実験を行ない解析したものである。

本文では上記の目的をもつて実験反復数を決定し実験を行ない、その結果に基づき結晶粒度におよぼす要因を決定し数量的解析を行ない製造要因として投入 Al% を検出し、これが与える品質指数として mt Al, AlN についての関係を函数式で明らかにした。ついで投入 Al% による mt Al の収量の差を求め、この両者の関係を曲線回帰式として求めた。この二次曲線式より細粒に要する mt Al 値の推定から投入 Al 量をまた結晶粒度推定の標準偏差も考慮して決定できた。

終りに品質指数である mt Al, AlN と結晶粒度との関係式を現場作業で解りやすくするために、対数変換を行なつて簡単な一次直線回帰式を作製した。この詳細を報告する。

II. 反復数の決め方

2つの処理法の効果における平均値の差を検出するには各処理法から大きさ n の試料をとつて有意水準 5% で検定するとき、検出力 90% (第2種の過誤の確率 10%) で検出されるような差 δ を求める。一般には標準偏差 σ が知られてなく試料から推定する。この場合は真の反復数から 1 引いたものを等価の試料数として求める。

i) $\sigma/\bar{x}$ の決定

分析法はエステルハロゲン法で製品の分析を反復し、その標準偏差 σ と平均値 $\bar{x}$ を求めた。

$$\sigma/\bar{x} = 3.4\%$$

また別の試料で 2.9% であった。

ii) 検出したい差 (Δ) の決定

AlN% の結晶粒度におよぼす影響は現場試料からでは細粒を得るには 22×10^{-4} 以上、実験試料では 12×10^{-4} 以上が必要で、この差とまたプロットカーブより、曲線の急激な下降の屈曲部の巾は $10 \times 10^{-4}\%$ である。したがつて検出したい差 (Δ) としてこれだけあればこの 屈曲

部の臨界点の検出は可能と推定した。

iii) 反復数の計算

k コの方法があり各方法で得られた母集団を $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_k$ とする。このうち π_1 との比較で π_i を分類し π_i を取りたい。 π_i が残りより差 Δ だけあるときこの π_i を選択する確率を $1 - \beta$ より大にしたい。この場合の標準偏差 σ とすると反復数 n は

$$n = 2(\sigma/\Delta)^2 (U_\alpha^2/k - 1 + U_\beta)^2$$

$$\alpha = 0.05 \quad 1 - \beta = 0.90$$

U_α, U_β はそれぞれ正規分布上側 α, β の点

σ は各試料の平方和をプールして σ^2 の不偏推定値 S^2 より求む。

$$S^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 / k(n-1)$$

$$\text{自由度 } \phi = k(n-1)$$

実測値を入れて計算すると $n = 5.2$ 回

ゆえに安全を見積ると反復数 6 回でよいこととなる。したがつて各投入 Al 量水準を 0, 0.03, 0.06, 0.09, 0.12% の 5 水準で各実験を 6 回行なつた。

III. 実験結果

i) 結晶粒度におよぼす要因の決定

mt Al, AlN% はそれぞれ対数曲線に近似でき有意な関係があるが、Total N, Al_2O_3 は有意な関係はない。

ii) 各要因間の相関関係の検定

mt Al と Al_2O_3 の間には相関はないが AlN% とは高度に有意、全 N% と AlN% の間には 5% で相関関係がある。AlN と mt Al % は直線性はなく二次曲線として求めた。

iii) 投入 Al 量により mt Al の収量に差があり Fig. 1

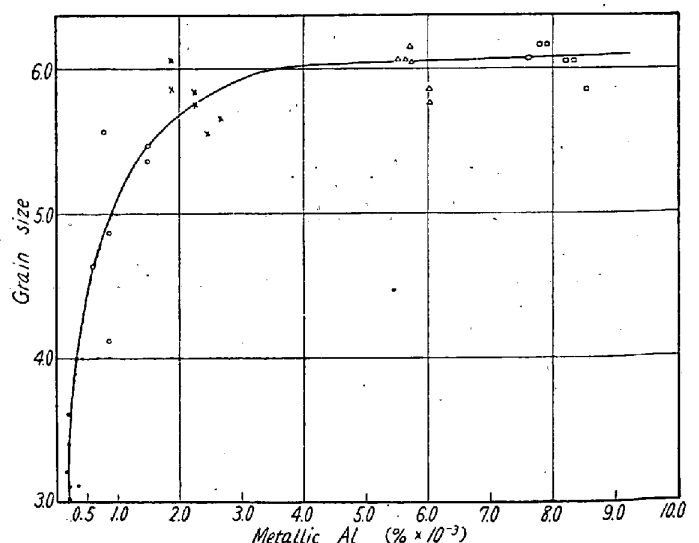


Fig. 1. Effect of metallic Al content on grain size.

より5以上の細粒にするには mt Al 0.018% 以上を要する。0.06% 投入 Al の 95% 信頼区間を求めると、 $0.0143 < \mu < 0.0317$ ゆえに下限で細粒は得られない。95% で細粒を得るには $\bar{x} = 0.018 + t\alpha \cdot \sigma / \sqrt{n-1} = 0.0267$, すなわち mt Al 量は 0.0267% 以上を要する。したがって Al 量は 0.068% 以上を要する。

iv) 投入 Al による mt Al の収量は計算すると回帰からの二乗和は級内二乗和より大となり回帰は直線的ではない、したがって曲線回帰を行なつて二次曲線で推定した。最小自乗法で截片、一次、二次回帰係数を計算すると Fig. 2 のごとくなりその計算式は次式で示される。

$$y = -3.167 + 53.636x - 4.47x^2$$

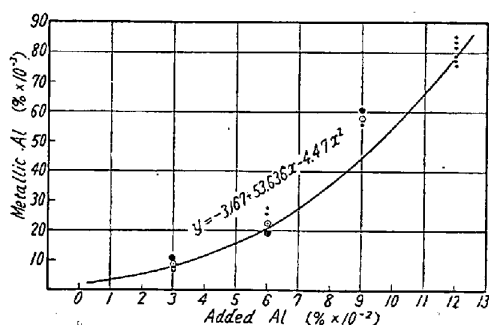


Fig. 2. Relation between additional Al % and metallic Al%.

v) mt Al 量と結晶粒度間には高度の対数関係があり対数に変換すると Fig. 3 となり直線回帰式が得られる。

$$Y = 5.2 + 2.62(x - 0.023)$$

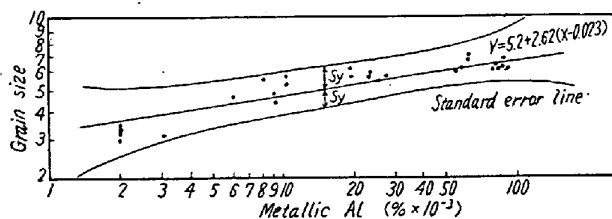


Fig. 3. Relation between metallic Al% and grain size. $n=30$

この相関係数 $r = 0.90$ で高度に有意である。結晶粒度推定の標準誤差 $Sy = 1.069 \approx 1.1$

vi) AlN と結晶粒度も対数関係があり対数変換すると

$$Y = 5.38 + 56.67(x - 0.0066)$$

相関係数 $r = 0.905$ である。

IV. 結 言

i) 投入 Al 量と mt Al 量の平均値との間に関係があり、投入 Al 量が 0.06% 以上の場合細粒となる。

ii) 細粒には 0.018% 以上の mt Al が必要だ。95% 信頼度では 0.027% 以上の存在が必要で投入 Al 量 0.068

%以上を要する。

iii) mt Al, AlN と結晶粒度を対数変換するとつぎの直線回帰式となる。

$$Y = 5.2 + 26.2(x - 0.023)$$

$$Y = 5.38 + 56.67(x - 0.0066)$$

iv) 当反復実験で得られた結晶粒度の推定誤差は $Sy = 1.1$ である。

v) 投入 Al 量と mt Al 量は曲線回帰で推定すると次式となる。

$$y = -3.167 + 53.64x - 4.47x^2$$

これら数値は実験材によるので製品では安全量を見積り加算する必要がある。

文 献

- 1) 「細粒鋼の結晶粒度調整について」学振19委 4694
- 2) 品質管理 8 No. 5 「厚鋼板材力値の推計論的解析」板内変動について——
- 3) 品質管理 7 No. 10 「抗張力におよぼす船用鋼板製造要因の推計的解析」
- 4) 品質管理 7 No. 10 「高級船用鋼板衝撃値におよぼす製造要因の統計的解析」
- 5) Studies on Bendability of Plate Steel Quality Proceedings of The First Japan Congress of Testing Materials 1958

(82) 鋳片の内部割れの発生機構について

(鋼の連続鋳造に関する研究—Ⅳ)

住友金属工業車輻鋳鍛事業部

牛 島 清 人

On the Mechanism of Evolution of Inner Cracks of Cast Billets.

(Study on continuous casting of steel—Ⅳ)

Kiyoto Ushijima.

I. 結 言

第2報においてスプレー帯の二次冷却が、鋳片の内部割れの発生傾向におよぼす影響について実験を行ない、スプレーの強さ、鋳込温度などを鋼種に応じて適切な条件下に設定しないと、鋳片の内部に割れが発生することを明らかにした。

本報告においては、この実験結果に基づき連続鋳造における鋳片の内部割れの発生機構を考察した結果について述べる。

内部割れの発生機構は、鋳片内部の凝固部分に生ずる応力が、この部分の強度を起えることに基づくものであ