## V. 結 言

以上述べた如く圧延歩留りの向上，安定及び成品丸鋼の品質保証のためには鋼塊単重の安定が先決であるとの見地から鋼塊の重量の変動要因を求め，鋳型の寸法公差を厳格にし，鋳込長さの変動を少くすることが可能となり，現在定盤平均単重の管理図により鋳込長さの管理を行つている．そして変動が少くなつたことにより，鋼塊の指定重量も引下げることができるようになつた．

## (24) オーステナイトの混粒度の新しい表示方式について

(On the New Method of Representation of the Mixtures of Several Austenite Grain Sizes)

八幡製鐵所 理○ 堀川映二・工 伊藤悌二

オーステナイトに色々の粒度のものが混合して存在して居る場合，従来は合理的な表示法がなかつた．例えば現存する学振法で混粒を取扱う場合には次の欠点がある．

(1) たとえ整粒であつたとしてもその証明法がない．

(2) 顕微鏡の視野の範囲で大小の粒が一様に密に混り合つて居る場合には，直観的には混粒であつても整粒として表示される．

(3) 断面で見るのであるから，小粒は実際に含まれるものよりも多く現かれるであろうし，大粒は少く現われる．

(4) 試料内に含まれる小粒及び大粒の分率を推定する方法がない．

(5) 学振法で測定した場合の粒度番号のバラツキは異つた視野に於ける平均粒度番号の違いを示すに止り混粒を表示しては居ない．

そこでこの報告では之等の欠点を除き混粒を正しく表示する目的から試料の断面の顕微鏡写真の上に直線を引き粒界によつて切られる截片の長さの集合 $\{L_i\}$ を求め，その最大のものを $\Lambda_0$ とし，之等截片を次の三群に分類する：0 乃至 $\Lambda_0/4$ の小截片，$\Lambda_0/4$ 乃至 $\Lambda_0/2$ の中截片及び $\Lambda_0/2$ 以上の大截片．而して各群の截片の数を勘定し，それらの数の分率 $\alpha'$，$\beta'$ 及び $\gamma'$ を計算する．次に之等 $\alpha'$，$\beta'$ 及び $\gamma'$ を基にして

(1) 直径が $\Lambda_0/8$ 乃至 $\Lambda_0/4$ の小粒，$\Lambda_0/4$ 乃至 $\Lambda_0/2$ の中粒及び $\Lambda_0/2$ 以上の大粒の体積分率 $\alpha$，$\beta$ 及び $\gamma$．

(2) 全粒の体積の平均値を与える様な粒の半径 $\bar{x}'$．

(3) 混粒度

(4) 平均截片長 $\tilde{L}$

(5) 単位体積中の粒界面積

を与える方程式並びに図表を提出する．次に理論の詳細は省略し，理論の根本の原理とそれから得られた結果について述べよう．

理論の要点は半径の分布函数 $g(x)$ が与えられた時に截片の長さの半分が $l_1$ 乃至 $l_2$ の範囲に含まれるものゝ全截片数に対する分率を求めることにある．それは

$$\int_{l_1}^{l_2} f(l)dl=\int_{l_1}^{l_2}\left(2l\int_{l}^{\Lambda_0/2} g(x)dx\right)dl\Big/\int_{0}^{\Lambda_0/2} x^2 g(x)dx \cdots(1)$$

にて表わされる（但し此の式は半径の下限が $l_1$ 及び $l_2$ より小さい場合にのみ適用出来る．然らざる場合への拡張は茲では簡単のために省略する）．そこで半径の分布函数として

$$g(x)=\begin{cases}64K_1 & (\Lambda_0/16<x<\Lambda_0/8)\\ 8K_2 & (\Lambda_0/8<x<\Lambda_0/4)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)\\ k_3 & (\Lambda_0/4<x<\Lambda_0/2)\end{cases}$$

を想定した時に，$g(x)$ を $\int_{\Lambda_0/16}^{\Lambda_0/2} g(x)dx=1$ 及び (1) 式に代入し

$$\left.\begin{aligned}&(16K_1+4K_2+k_3)\Lambda_0/4=1\\ &\beta'=\left(\frac{4}{3}K_2+\frac{3}{4}k_3\right)\Big/\left\{\frac{7}{3}(K_1+K_2+k_3)\right\}\\ &\gamma'=\frac{4}{3}k_3\Big/\left\{\frac{7}{3}(K_1+K_2+k_3)\right\}\end{aligned}\right\}\cdots(3)$$

を得る．之より $K_1$，$K_2$ 及び $k_3$ を解き，(1) 乃至 (5) の諸量を次の諸式に代入して求める．即ち

(1) $$\begin{cases}\alpha=\dfrac{K_1}{4}\Big/\left(\dfrac{K_1}{4}+\dfrac{K_2}{2}+k_3\right)\\ \gamma=k_3\Big/\left(\dfrac{K_1}{4}+\dfrac{K_2}{2}+k_3\right)\end{cases}$$

(2) $\bar{x}'=A\cdot\Lambda_0/4$

但し $A^3=\dfrac{15}{4}S_{-1}/S_2$

(3) $B=C.V./0\cdot192$

但し $C.V.=\left\{\dfrac{7}{3}S_0S_2-\left(\dfrac{3}{2}S_1\right)^2\right\}^{1/2}\Big/\left(\dfrac{3}{2}S_1\right)$

(4) $\tilde{L}=C\Lambda_0/4$

但し $C=\dfrac{15}{7}S_{-1}/S_0$

(5) 単位体積中の粒界面積 $\approx 1/(0\cdot7\tilde{L})$

を得る．但し

$$\begin{cases} S_{-1}=\dfrac{K_1}{4}+\dfrac{K_2}{2}+k_3 \\ S_0\ =K_1+K_2+k_3 \\ S_1\ =4K_1+2K_2+k_3 \\ S_2\ =16K_1+4K_2+k_3 \end{cases}$$

である．上記の結果を $\alpha'$ 及び $\gamma'$ に対して表にしたものが第 1 表である．又 1000 個の截片中の小截片の數 ($X$) が与えられた時に中截片の數 ($Y$) が第 2 表の範囲にある時にその試料は整粒（即 $\alpha=\beta=0$）と見做してよい．整粒の時には 1000 個の截片の集合を幾組も取つた場合には小截片の數の平均値は 107～109，中截片の數の平均値は 322～326 個になる．

第 1 表

| $\gamma'$ \ $\alpha'$ | | 0·30 | 0·40 | 0·50 | 0·60 | 0·70 | 0·80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0·05 | $\alpha$ | | | 0·087 | 0·191 | 0·318 | 0·442 |
| | $\gamma$ | | | 0·175 | 0·192 | 0·212 | 0·222 |
| | $A$ | | | 0·685 | 0·600 | 0·536 | 0·493 |
| | $B$ | | | 2·22 | 2·36 | 2·25 | 2·04 |
| | $C$ | | | 1·072 | 0·978 | 0·884 | 0·805 |
| 0·10 | $\alpha$ | | 0·021 | 0·105 | 0·204 | 0·323 | 0·467 |
| | $\gamma$ | | 0·304 | 0·329 | 0·359 | 0·394 | 0·437 |
| | $A$ | | 0·810 | 0·686 | 0·605 | 0·544 | 0·494 |
| | $B$ | | 1·94 | 2·54 | 2·58 | 2·42 | 2·16 |
| | $C$ | | 1·732 | 1·139 | 1·046 | 0·952 | 0·858 |
| 0·15 | $\alpha$ | | 0·040 | 0·122 | 0·216 | 0·327 | |
| | $\gamma$ | | 0·333 | 0·466 | 0·505 | 0·552 | |
| | $A$ | | 0·804 | 0·688 | 0·610 | 0·551 | |
| | $B$ | | 2·42 | 2·80 | 2·80 | 2·57 | |
| | $C$ | | 1·301 | 1·205 | 1·112 | 1·019 | |
| 0·20 | $\alpha$ | | 0·058 | 0·135 | 0·226 | | |
| | $\gamma$ | | 0·548 | 0·589 | 0·653 | | |
| | $A$ | | 0·798 | 0·689 | 0·614 | | |
| | $B$ | | 2·82 | 3·05 | 2·96 | | |
| | $C$ | | 1·367 | 1·275 | 1·191 | | |
| 0.25 | $\alpha$ | 0·007 | 0·073 | 0·148 | 0·235 | | |
| | $\gamma$ | 0·613 | 0·653 | 0·699 | 0·751 | | |
| | $A$ | 0·969 | 0·793 | 0·690 | 0·618 | | |
| | $B$ | 2·23 | 3·16 | 3·27 | 2·60 | | |
| | $C$ | 1·530 | 1·435 | 1·342 | 1·248 | | |
| 0·30 | $\alpha$ | 0·023 | 0·087 | 0·160 | | | |
| | $\gamma$ | 0·705 | 0·749 | 0·799 | | | |
| | $A$ | 0·949 | 0·788 | 0·691 | | | |
| | $B$ | 2·84 | 3·46 | 3·47 | | | |
| | $C$ | 1·598 | 1·504 | 1·409 | | | |
| 0·35 | $\alpha$ | 0·038 | 0·101 | | | | |
| | $\gamma$ | 0·789 | 0·836 | | | | |
| | $A$ | 0·932 | 0·784 | | | | |
| | $B$ | 3·28 | 3·73 | | | | |
| | $C$ | 1·665 | 1·569 | | | | |
| 0·40 | $\alpha$ | 0·052 | | | | | |
| | $\gamma$ | 0·867 | | | | | |
| | $A$ | 0·917 | | | | | |
| | $B$ | 3·75 | | | | | |
| | $C$ | 1·731 | | | | | |

第 2 表

| $X$ の 値 | 許容される $Y$ の範囲 |
|---|---|
| 87 ～ 89 | 319 ～ 343 |
| 92 ～ 94 | 305 ～ 352 |
| 97 ～ 99 | 298 ～ 356 |
| 102 ～ 104 | 293 ～ 357 |
| 107 ～ 109 | 291 ～ 356 |
| 112 ～ 114 | 290 ～ 354 |
| 117 ～ 119 | 291 ～ 349 |
| 122 ～ 124 | 295 ～ 342 |
| 127 ～ 129 | 304 ～ 328 |

偖て上記の結果は最小半径と最大半径との比が約 10 倍位までは有効であるがそれより激しい混粒に対しては別の方式を用いなければならない．それは実際に得た截片の集合より実測された平均截片の長さ $\bar{L}$ と (4) より計算された平均截片長 $\tilde{L}$ とを比較することによつて分る．即 $\tilde{L}$ と $\bar{L}$ との一致が良好ならば半径の分布函數として (2) を想定した上記の結果の有効性を示し，$(\bar{L}-\tilde{L})/\tilde{L}$ が 0·15 以上であるならば混粒はもつと激しく分布函數として (2) を想定する事が無理であることを示す．その場合には截片の集合も 0 乃至 $\Lambda_0/8$ の微小截片と $\Lambda_0/8$ 乃至 $\Lambda_0/4$ の小截片と中截片及び大截片の 4 階級に分類し，半径の分布函數として

$$g(x)=\begin{cases} 512K_0(\Lambda_0/32<x<\Lambda_0/16) \\ 64K_1(\Lambda_0/16<x<\Lambda_0/8) \\ 8K_2(\Lambda_0/8<x<\Lambda_0/4) \\ k_3\ \ (\Lambda_0/4<x) \end{cases} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

或は

$$g(x)=\begin{cases} 64K_0\ \ (0<x<\Lambda_0/16) \\ 64K_1\ \ (\Lambda_0/16<x<\Lambda_0/8) \\ 8K_2\ \ (\Lambda_0/8<x<\Lambda_0/4) \\ k_3\ \ (\Lambda_0/4<x) \end{cases} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4')$$

を想定すればよい．(4) について (1) 乃至 (5) の諸量を計算することは前に得られた結果を僅に拡張すればよいから，(4′) について得られた結果を記さう．即ち

$$(16K_0+16K_1+4K_2+k_3)\Lambda_0/4=1$$

$$\alpha_0'=\left(\frac{K_0}{3}+K_1+\frac{K_2}{2}+\frac{k_3}{16}\right)\Big/\left\{\frac{K_0}{3}+\frac{7}{3}(K_1+K_2+k_3)\right\}$$

$$\alpha'=\left(\frac{4}{3}K_1+\frac{3}{4}K_2+\frac{3}{16}k_3\right)\Big/\left\{\frac{K_0}{3}+\frac{7}{3}(K_1+K_2+k_3)\right\}$$

$$\beta'=\left(\frac{4}{3}K_2+\frac{3}{4}k_3\right)\Big/\left\{\frac{K_0}{3}+\frac{7}{3}(K_1+K_2+k_3)\right\}$$

$$\gamma'=\frac{4}{3}k_3\Big/\left\{\frac{K_0}{3}+\frac{7}{3}(K_1+K_2+k_3)\right\}$$

より $K_0$, $K_1$, $K_2$ 及び $k_3$ を計算し

$$(1)\quad\begin{cases}\alpha_0=\dfrac{K_0}{16}\Big/\left\{\dfrac{12}{4}\left(\dfrac{K_0}{60}+\dfrac{K_1}{4}+\dfrac{K_2}{2}+k_3\right)\right\}\\ \alpha=\dfrac{K_1}{4}\Big/\left(\dfrac{K_0}{60}+\dfrac{K_1}{4}+\dfrac{K_2}{2}+k_3\right)\\ \beta=\dfrac{K_2}{2}\Big/\left(\dfrac{K_0}{60}+\dfrac{K_1}{4}+\dfrac{K_2}{2}+k_3\right)\\ \gamma=k_3\Big/\left(\dfrac{K_0}{60}+\dfrac{K_1}{4}+\dfrac{K_2}{2}+k_3\right)\end{cases}$$

$$(2)\quad \overline{x}'=A\cdot A_0/4$$

但し

$$A^3=\frac{15}{4}\left(\frac{K_0}{60}+\frac{K_1}{4}+\frac{K_2}{2}+k_3\right)\Big/(16K_0+16K_1+4K_2+k_3)$$

$$(4)\quad \overline{L}=C\cdot A_0/4$$

但し

$$C=\left\{\frac{K_0}{4}+15\left(\frac{K_1}{4}+\frac{K_2}{2}+k_3\right)\right\}\Big/\{K_0+7(K_1+K_2+k_3)\}$$

(5) 単位体積中の粒界面積≈$1/(0{\cdot}7\overline{L})$

を得る.

## (25) コイル状帯鋼の焼鈍について

### Annealing of Band Steel in Coils

日本金属産業 K.K. 王子工場
工○ 池津福次郎・工 矢吹 豊

### I. 緒言

帯鋼の焼鈍にはベル型炉によるもの, 連続炉によるもの, ポット焼鈍によるもの等があるが, このうちポット焼鈍は小規模に行う場合には甚だ簡便且経済的でその割に効果があり, 容易に光輝焼鈍を行う事が出来るので, 多くの欠陥を持つにも拘らず未だに用いられている. しかし帯鋼コイルという特殊な物を焼鈍するため, 通常の場合とはかなり異つている. 従つてこの点に注意して作業を行わぬと思わぬ事故を起し易い. 以下これらの点について行つた調査結果を, 主として熱的特性の面から述べて見たい.

### II. 試験方法及び装置

試験に用いたポット及び炉は実際に現場で用いられているもので, ポットは直径約 65cm, 高さ約 150cm の軟鋼製のもので, 蓋はダライ粉でシールし材料の酸化を防止する. 炉は竪型電気抵抗炉でポット1個を収容し, 容量は約 48KW, 発熱体は側面のみにある.

温度測定には 1mm 径の CA 熱電体を用い, これを直接測定箇所に取付けて測温した.

### III. 試験結果及び考察

a. 一般的特性

一般的特性を知るために先づポット内のコイル積上中下内外6ヶ所と, 中段のコイル内の直径方向の数ヶ所の温度分布を測定した. 材料には材質, 規格, 束厚等の差があり, 又炉の状態の差もあるので得られた温度分布はかなりばらついているが, 全般的に温度分布は甚しく悪い. 特にコイル内での温度差は大きく通常の操作ではスイッチオフ時に 100°C 以上の温度差が狭い範囲内に存在する. この温度差は加熱速度によつて大きく変るが, いづれにせよコイルの均一加熱は仲々困難だという事がわかる. これはコイルの直径方向の熱伝導度 $\lambda_r$ が通常の材料に比して異常に小さいためである. 此の点については古くから多くの研究が行われているが, これによればコイル直径方向の熱の伝達は殆どがコイルラップ間に存する気体薄層を通じて行われ, コイル面の接触による伝導と, 輻射による伝熱は非常に僅かであり, そのために $\lambda_r$ は甚だ小さくなる. そして此の様なコイルの焼鈍に際してはコイル軸方向の伝熱及びコイル間の気体による伝熱を重視せねばならぬ事 (例えばコンベクタース・ペーサー) 又経済的見地からコイル重量を増すのも限度がある事が知られている.

此の様に $\lambda_r$ が小さいためこのまゝの状態では如何に炉の容量を大きくして熱量の注入を多くしても, 徒らに受熱面即ちコイル外側の温度上昇を来すのみで, 最低温度部分の上昇速度は早くならない. そして急激な温度上昇は温度に対して敏感な高炭素鋼の球状化焼鈍には甚だ危険であり, 容易に過熱, 脱炭等の事故を起すので, 安全な作業を行うためにはコイル重量, 束厚に応じて適当な炉の容量, 廻転率等が定る.

ポット内の温度差はコイル内のもの程大きくなく, 稍下部が低めに出る程度であるが, これは炉の特性によるものである.

b. ポット内の対流の影響

前述の如く $\lambda_r$ が小さいためにコイル外側からのみ加熱すれば甚しいコイル内外の温度差を生ずるが, これはポット内に自然対流を起させる事により著しく減少し得る. 第1図にその結果を示したが, これはコイル台に間隙を設けるという簡単な改良により得られたものであ