

図の介在物番号が規定せられている比分布と全く異なつた比率を示している。これらの点を考慮して新しい合理的な標準図を作成すべく努力している。

尙これらの研究は今後鋼に及ばず非金属介在物の影響の定量的研究の予備段階として行われているもので委員会(八幡、富士、鋼管、住友、神戸、日本製鋼、日特及び日立)ならびに委員各位の御協力を深謝すると共に広く専門家の御援助を御願ひする次第である。

(110) Point Counting 法による非金属介在物標準図の定量的検討

(On Quantitative Considerations of Standard Chart of Non-metallic Inclusions in Steel by Point-Counting Method.)

Koji Tasaka, Lecturer, et alii.

住友金属工業 K. K. 製鋼所技術部研究課

工 河井泰治・工〇田坂鋼二・工 田辺政三

I. 緒 言

鋼中非金属介在物の顕微鏡による測定は、学振法あるいは ASTM にて規定せられているように、その形状、分布、並びに厚さにより定められた標準図と比較対照して評価を行うのであるが、最近この方法について日本学術振興会第 19 委員会第 3 分科会において検討せられた結果、同一試料に対する観察結果が著しい個人誤差を伴い、再現性が至つて乏しいことが判明し、現在同分科会に非金属介在物協議会が制定せられ、学振法標準原案の再検討と共にこれに代るべき新測定法の確立に対して検討が行われつつある。

非金属介在物の判定に対しては、従来の形状、分布、厚さと共にその占める面積率の大小をも考慮に入れねばならないが、本報告はこれらの諸点を加味した合理的な標準制定のための参考資料とする目的で、まず従来の学振法及び ASTM に定められている標準図について非金属介在物面積率を測定し、その各等級の分類が如何なる数量的関係にあるかを定量的に検討したものである。

II. 測定方法

面積率の測定には point-counting 法を用いた。この方法は lineal analysis 法²⁾³⁾と共に、金属組織に対して利用せられ、その精度もかなり良好なことが示されている²⁾が非金属介在物の如き面積率の小さなものではあまり高い精度は期待出来ない。しかし本法は簡便且つ能率的であり、限られた視野中の面積率の測定には適す

るのでこれを用いることにした。測定方法は手札乃至は 4 つ切写真乾板上に 2.5 mm 間隔の網目を作り、これを標準図の上におき介在物上にのせた網目の交点の数をかぞえ、これを視野全体に含まれる交点の数で割れば介在物の面積率が求められる。このような測定を一つの視野について網目を無作為的において 10 あるいは 20 回繰返し、その平均値を求め、測定値が正規分布するものとして標準偏差及び精度の算出を行つた。尙学振法及び ASTM-A 法の標準図について同一人が 10 回の測定を行い、ASTM-B 法の標準図については 3 名が夫々 20 回宛別個に測定した。

III. 測定結果とその考察

学振法及び ASTM (A 法及び B 法) 制定標準図中の各介在物 type の各番号について、求められた面積率の平均値と番号との関係についてみると、面積率を対数目盛、番号を等尺目盛でプロットしてみると、Fig. 2~3 に示す如く極めて高い有意水準で直線相関関係が成立し、同図中に附記した回帰方程式が得られた。これらの相関係数は 0.95~0.99 の範囲内である。

1. 精度の検討

標準誤差 ($\pm Sx/\sqrt{n}$) と面積率平均値 (\bar{x}) との比を相対誤差と仮称し、これと面積率平均値との関係を両対数グラフで示すと、Fig. 1 の如く直線関係にあり高度に有意な回帰直線が求められる。これより知られる如く面積率の少ない場合は、相対誤差がかなり多く精度が悪いが、面積率が大きくなると共に精度は向上し、10 回の測定では面積率 0.2~0.6% のところで相対誤差 10~20% 程度となりこれが 1% 以下になるには面積率

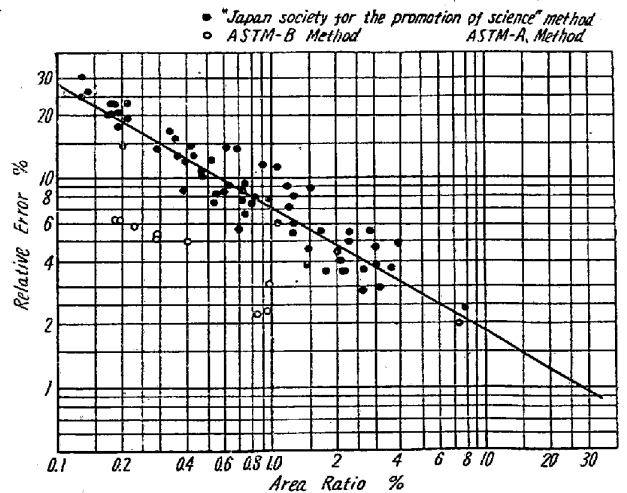


Fig. 1. Relation between area ratio obtained and relative error

$$\left[\text{Relative error} = \pm \frac{Sx}{\sqrt{n}} / \bar{x} \times 100(\%) \right]$$

30% 以上であることを要する。しかしある番号の標準誤差が隣接番号の標準誤差の範囲に重複しなければ一応目的は達せられるわけであり、このために最低必要測定回数を求めると学振法 B type 標準図を除いて他は 10 回程度でよいことになる。もとより面積率が非常に少ない場合には、更に細かい網目を用いればそれ程手順を要せず精度を向上し得る。

ASTM-B 法の場合には視野が広いのと測定回数が 20 回になつていたので相対誤差ははるかに減つている。

2. 標準図の検討

i. 学振法標準図について

Fig. 2 より知られる如く、A type では分散して存在するもの (chart の左側の列) と連続して長く存在するもの (chart の右側の列) とで面積率にあまり大きな差がないのに対し、B type では左右列相互の差が甚だしく大であり、例えば番号 3 でみると連鎖状のものでは面積率 0.79% に対し、分散型のものは 0.18% で 4 倍程度の開きがあり番号 4, 5 についても更に大なる差を示している。又 50 回測定による結果も同様の傾向を示した。このことはその分布よりみて機械的性質に対し実際に有害であると考えられ、且つ面積率も大である連鎖状のものより余り有害とは考えられない分散型のものの評価に差別が加えられていないわけであり合理的でない。又 A type と B type で全く傾向が異なり、一

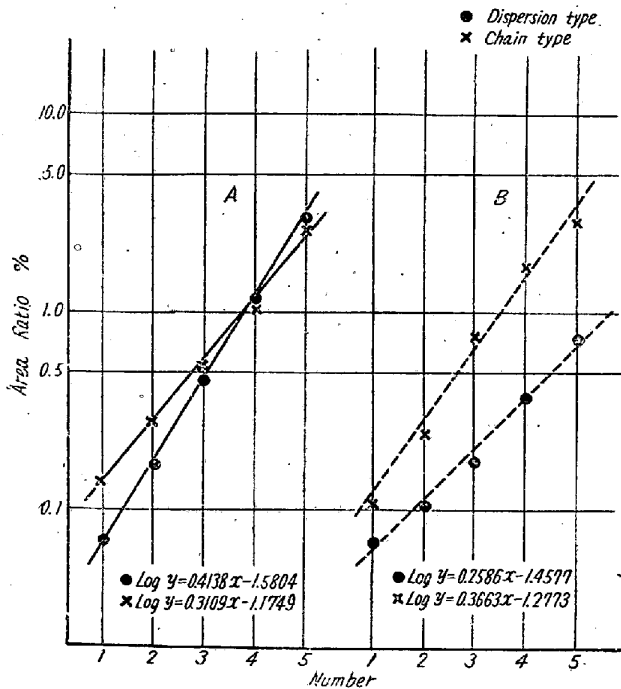


Fig. 2. Relation between area-ratio and number in the standard chart (number) of "the Japan Society for the Promotion of Science" method.

貫した制定がなされていないことも指摘せられる。厚みの制定においては同じ介在物番号、形状のもので、厚み従つて面積率の異なるものが同番号に評価せられることは適切でなくこの点についても考慮せられねばならない。

ii. ASTM-A 法標準図について

Fig. 3 より知られる如く、番号 1 では thin 及び heavy series 共に比較的接近した面積率を示し番号が多くなると共に各 type の差が大となる傾向を示す。即ち同番号でも各 type により面積率は異なっており、例えば alumina type (B) と globuler oxide type (D) を比較すると heavy series では番号 4 の B type 面積率 3.03% に対し D type は 1.68% でかなりの差がある。即ち面積率の見地よりすれば学振法程の大きな差はないが同様の不合理性が本 chart にも認められる。

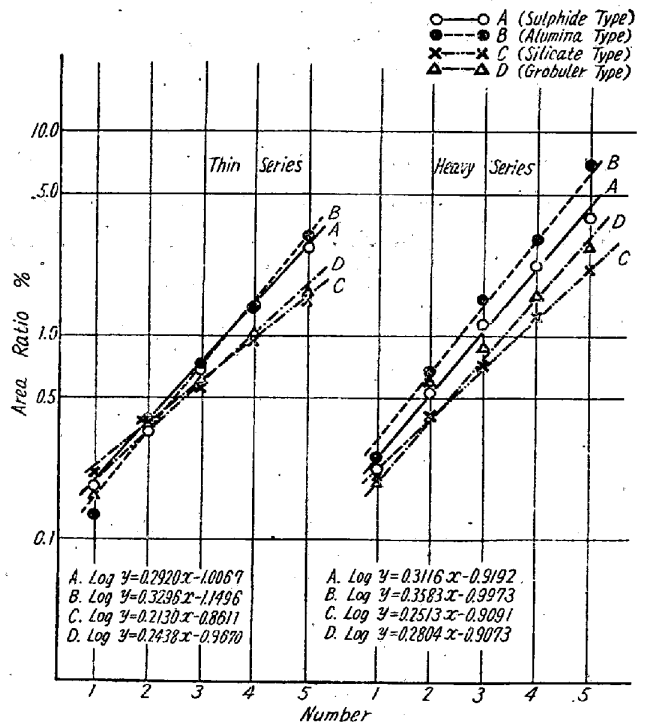


Fig. 3. Relation between area-ratio and number in the ASTM-A standard charts.

III. ASTM-B 法標準図について

ASTM-B 法に定められている back ground rating A~D について、各 20 回の測定を 3 名が行つた結果はかなりよく一致した値が得られ t 検定の結果等級 C において 1 名を除き他は有意差が認められずこれより point-counting 法は個人間の誤差が比較的僅少であることが結論される。等級 A~D を番号 1~4 (等尺) で

表わし面積率平均値を対数目盛でとると Fig. 2, 3 同様高度に有意な直線相関関係が成立し、各等級間には面積率について一定の関係があることがわかった。

IV. 結 論

Point counting 法により、学振法及び ASTM (A 及び B 法) 制定の非金属介在物標準図について介在物面積率を測定し、その各等級の分類が如何なる数量的関係にあるかを検討すると共に、本測定法による面積率平均値の精度を検討した。

1. 2.5 mm 網目により 10 回の測定を行つた学振法及び ASTM-A 法標準図では、面積率の少ないところでは相対誤差が相当大となるが、面積率の多いところではかなり良好な精度が得られる。

2. 同じ網目で 20 回の測定を行つた視野の広い ASTM-B 法標準図では上述のものよりはるかに良好な精度が得られた。

3. 本法による測定値は個人間の誤差が比較的僅少である。

4. 何れの標準図も面積率平均値の対数と番号(等尺)との間には高度に有意な直線相関関係が成立する。

5. 学振法標準図ではとくに B type の連鎖状のものと分散型のもので同番号でも面積率に著しい差異があり、実際の見地からの考慮が余り加味されておらず合理的とはいえない。ASTM-A 法標準図にも同様の矛盾があるが、学振法程顕著ではない。

6. ASTM-B 法標準図については 3 名の別個に行つた測定値がかなりよく一致し、何れも面積率(対数)と等級(等尺)の間には直線関係が成立する。

尙本測定の遂行は大阪大学工学部実習学生平田泰弘君の勞に負うところ多大であつたことを附記し感謝の意を表する次第である。

文 献

- 1) 学振第 19 小委員会第 3 分科会第 46, 47 回会議事録
- 2) R.T. Howard, M. Copen, A.I.M.E. (1947) 413
- 3) 河井; 住友金属 5 (1953) 128, 日本學術振興会提出報告 19 委-2644 June (1952)

(111) キルド鋼の非金属介在物に関する研究 (I)

Research on the Non-metallic Inclusions of Killed Steel (I)

Yosaku Koike, Lecturer, et alius.

富士製鉄株式会社釜石製鉄所 工〇小池 与作
野田 左兵衛

I. 緒 言

高級キルド鋼に於ける非金属介在物、特に肉眼的な大きさのものは高温加工、冷間加工、熱処理又は仕上等に於いて材質的な欠陥となる。顕微鏡的な介在物も材質に対する影響を無視することは出来ないが一般には廢材の原因となる程顕著な悪影響を示す場合は少い。又肉眼的な介在物でも極めて小さいものは鋼種によつてほとんど廢材の原因とならない場合もあるが、高度の材質的要求のあるものでは勿論重要な問題とされている。

ここでは主として 4~5 号の鋼塊より圧延した高級炭素鋼材に於けるこれ等非金属介在物の防止を目的として行つた 2, 3 の研究結果について報告する。

II. 実 験 結 果

1. 顕微鏡的非金属介在物

(1) 学振法による測定値

非金属介在物の状況を主として学振法により調査した。鋼材の清浄度は鋼中に含まれる酸化物、硫化物又はその他の化合物の量により支配されるのであるから溶鋼の酸化精錬、脱酸、造塊更に鋼塊の大きさ圧延比等が重要な要因となる理である。これ等の諸条件を次の通り変えてその影響を調査した。

(a) 脱酸用 Al 添加量; 0.57 kg/t, 0.43 kg/t, 0.22 kg/t

(b) 注入法; 上注法, 下注法

(c) 鋼塊の大きさ; 4.8 号, 3.7 号

(d) 鋼塊の部位; 鋼塊の頭部と底部の比較

取鍋下試料; 鋼塊試料と取鍋下試料の比較

(e) 圧延比; 150 mm 角と 100 mm 角の比較

顕微鏡試料は 150 mm 角及び 100 mm 角ピレットの中心部で圧延方向に平行な面につき調査した、又取鍋下試料は学振法に準じて試験した。結果の概要は次の通りである。

(i) 鋼塊の頭部は底部に比して A 型の清浄度は大差がないが、介在物の平均厚さは大であり、B 型の清浄度は頭部に比して底部が不良であり、平均厚さも幾分底