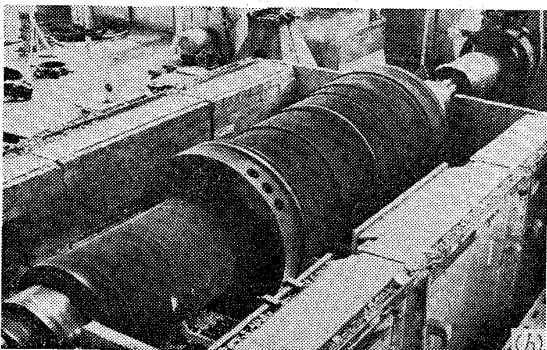
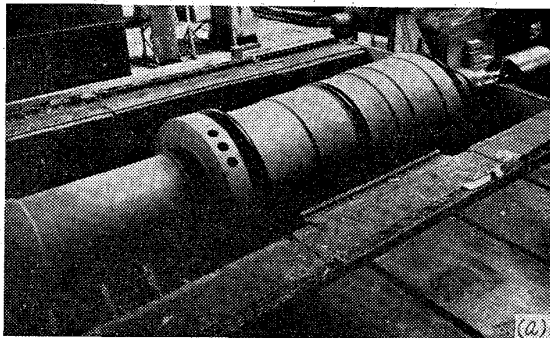


Fig. 2. Experimental results of heat indication test carried out with a 175 MW HP rotor.



(a) A typical case coated with "Silicaron-Graphite".
(b) A typical case as machined. (No treatment with "Silicaron-Graphite" (cf. Fig. 2))

Fig. 3. 175 MW HP rotor forging after the heat indication test.

Fig. 3 に示す。

V. 考察と結言

本報に示した実験によつて現在最も重要な問題の一つであつたA型およびD型たわみ(C'型たわみについても同様に論ぜられる)は軸材材質の本質的な欠陥で出現するものではなく、単なる見掛け上のたわみであることが実物軸材によつて確認された。すなわち必要ならばA型、D型およびC'型たわみは熱処理を行なうことなく一軸材材質に本質的な変化を与えることなく一確実に消滅せしめ得る。実際の検査業務に適用した十数例では各種タービンおよび発電機軸について、満足すべき良好な結果が例外なく得られている。

加熱計測試験における各たわみの成因が実物軸材による諸実験によつて確認され、これに関連した諸問題が体系的に解決され、さらに各たわみを消滅せしめる方式が知られ、必要ならば直ちに実施し得る実際的な方案が確

立された。軸材メーカーで実施する加熱計測試験ではその目的とするところからB型およびC型たわみには注意すべきであるが、反対にA型、D型およびC'型たわみは軸材としての欠陥とは認められず、検査の対称とすべきでない。

加熱計測試験は筆者の知る限り世界的に実施されている最も一般的な試験法である。しかしたとえばフランスのRateau社での試験法、一部メーカーで実施されているヒータ・ボックス試験法は注目し、これらは加熱計測試験と同類の試験ではあるが、その持つ意義に思想的な差異が認められる。軸材メーカーで実施する試験では一再機械加工などを前提とする中間試験としては一加熱計測試験のみで十分であると考えられることを付言する。

文 献

- 1) 下田, 大野寺, 徳田, 本間, 吉田: 鉄と鋼, 47 (1961) 4, p. 591~599.
- 2) 下田, 小野寺, 徳田, 相沢: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1549~1551.
- 3) 下田, 小野寺, 徳田, 本間: 日本機械学会論文集, 27 (1961) 182, p. 1628~1636.

Weaverをはじめとする従来の諸研究についてはつきを参照して頂きたい。

下田, 小野寺, 徳田: 日本機械学会誌, 64 (1961) 507, p. 621~1092.

620.186.82:669.112.227.1

P.544~546

(119) 截片法によるオーステナイト 粒度および混粒度判定法について

千葉工業大学 岡田 厚正

Discrimination of Austenite Grain
Sizes and Mixed Grain Sizes by
"Lineal Analysis".

Atumasa OKADA.

I. 緒 言

オーステナイト粒度および混粒度を表示する方法は、学振法、JIS、その他の方法としてすでに規制されている。しかし偏在または混在する混粒の場合には、実用上簡単な混粒度の定量的な判定法についてなお問題が残されている。

ここでは、オーステナイト結晶粒度の判定をきわめて容易にする粒度分布を求め、この問題を解決することを試みた。

学振粒度標準図の粒度分布は、ここに示す方法によりほとんど正規分布として取扱うることを明らかにした。正規分布として取扱うので、確率紙を用いることによつてオーステナイト粒度および混粒度(偏在型および混在型の場合)をきわめて容易に定量的に判定しうることを示し、その取扱ひ法の例を示した。

II. 球状粒子のモデルについての考察

オーステナイト結晶粒度を考察するに先立つて、もつとも簡単な場合として球状粒子のモデルを考察する。まず、球状粒子の半径はすべて r に等しく、単位体積内の

粒子総数 N は十分大きいと考えた場合、このような粒子の集合体の任意の断面上にあらわれる粒子の切断円の分布状態は、半径 r なる一つの球を $2r/N$ なる間隔を有する N 個の平行平面群で切つた場合に生ずる断面の分布と同一である。この分布を半径 50mm の球のモデルについて実測した結果を Fig. 1 に示した。Fig. 1 中の a 曲線は、断面の直径 2ρ に対する頻度分布を示したものである。同じモデルについての同一データを用いて切断平行平面の位置（原点からの距離）に対する頻度分布を Fig. 1 の b 曲線に示した。a 曲線は

$$f(\rho) = N\rho / r(r^2 - \rho^2)^{1/2}$$

で示される。しかるに b 曲線の分布は

$$f(x) = a$$

なる簡単な直線になる。ただし x は切断平行平面の位置を示す原点からの距離である。この場合には、球の半径が r_i でその個数が N_i なるときには頻度は a_i で示される ($i =$ 整数)。整粒粒子の半径 r_i の分布が一般の自然現象の偶発事項にしばしば見られるのと同様に正規分布をなすと考えた場合、その切断面に実際に見られる粒の

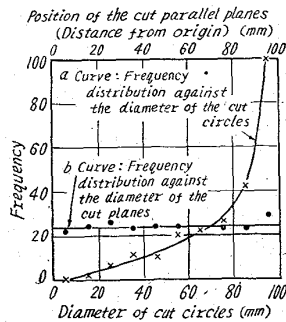


Fig. 1. Frequency distribution of the sectional circle of spheres.

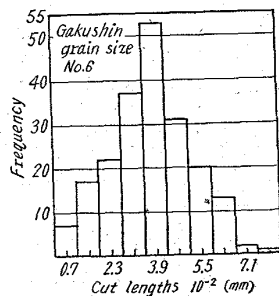


Fig. 2. Histogram of the grain size number 6 (Gakushin standard graph) vs. the cut length*.

* By the "cut length" is meant a length of the part cut by a straight line, when a circumference of the grain area has been intersected by the straight line.

(測定値の総数: $n = 200$), 截片長の測定値の範囲を等分に 10 階級に分ち、截片長の度数分布をヒストグラムとしたものである。Fig. 2 のヒストグラムは正規分布の形をしているが、これが正規分布であるか否かを考察した。同様に粒度番号 1 乃至 8 についてもその正規性を検討した。正規性は確率紙および積率法を用いて検定した。確率紙は正規分布の累積度数 (%) の図表が直線になるように縦軸が目盛られているので、与えられた度数分布の累積度数が確率紙上で直線か非直線かを見れば正規性が判定できる。Fig. 3 (a), (b) の確率紙にそれぞれ粒度番号 1~4 (a) および 5~8 (b) の累積度数の図表を示した。両図によ

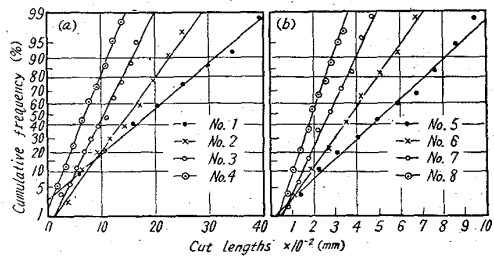


Fig. 3. Cumulation frequency of grain size No. 1~4 (a) and No. 5~8 (b) in the Gakushin standard graph.

ればいづれの累積度数も直線に近似している。つぎに積率法により正規性を検定した。その結果は、粒度番号 3, 4, 6, 7, 8 は正規分布の限界に入るが、1, 2, 5 番は限界より少し外れた。しかしその外れの度合はきわめて僅かであった。以上の結果によれば学振粒度標準図の截片長は正規分布をなすと考えてよい。したがって確率紙を用いることによつてオーステナイト結晶粒度の判定および混粒度をきわめて容易に定量的に判定できることが考えられる。

III. 整粒および混粒の判定法

一般に正規分布函数を採用すると計算が面倒であるので、確率紙を用いて正規分布を簡単な直線としてあらわし、正規分布の取扱いを容易にした。上記の理論にしたがえば、整粒と非整粒を区別するには、截片長の累積度数が確率紙上で直線か非直線かを見ればよい。また整粒と非整粒の判別のみならず、整粒の該当する粒度番号を知り混粒の度合を定量化できる。そこで以上の考えにしたがつて整粒および混粒の粒度判定を目的とする図表を確率紙を用いて作成し Fig. 4 に示した。Fig. 4 は市販の確率紙に学振粒度標準図の各粒度の截片長累積度数に該当する直線を引いたものである。

Fig. 4 の図表を用いる粒度判定法は、整粒の場合は、顕微鏡の視野内にてマイクロメーターの一定距離内に含まれる粒数から平均截片長を計算し、Fig. 4 の各直線が示す標準図の平均截片長と比較して該当粒度を判定する。

つぎに混粒の場合は、顕微鏡にダイヤルゲージを取付けて試料の移動距離がこのダイヤルゲージで読み取れるようにし、試料をメカニカルステージで移動しながら視野内の標線によつて切られる粒の截片長を測定し、測定値の範囲を等分に 10~20 階級に分つて度数分布表を作

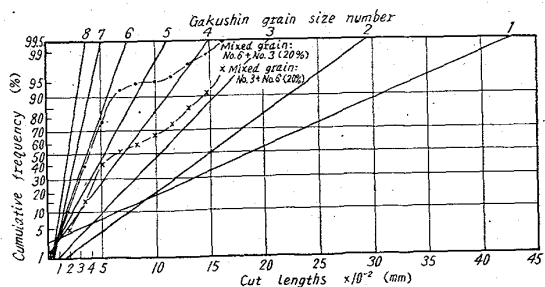


Fig. 4. Discrimination diagram for the grain size and the mixture ratio of different grain sizes.

り、得られた度数を累積度数として Fig. 4 の確率紙にプロットする。JIS の混粒というのは、この判定図の上でどのように、示されるかを見るために、一例として粒度番号 6 に 3 番が面積比にて 20% 混入した場合および粒度番号 3 に 6 番が 20% 混入した場合を Fig. 4 の図中に示した。すなわち、これによれば JIS の混粒は、直線より著しくはなれ、著しい混粒度の場合であることがわかる。

IV. 結 言

学振粒度標準図の截片長の度数分布は正規分布として取扱いうることを明らかにし、その結果を用いて確率紙による粒度判定図を作成して粒度判定の例を示した。この判定図によれば、顕微鏡写真を必要とせず顕微鏡の全視野についての粒度判定ができる。きわめて小さい混粒度の場合も明白となり、また JIS 法では判定できない混在型混粒についても、混粒の最大頻度を有する粒と混入した粒の該当する粒度番号および混入の割合を知ることができる。

620.192.45:669.14
(120) 鋼中酸化物の形状と組成について P. (546~547)

(鋼中非金属介在物の研究—I)
八幡製鉄所技術研究所 No. 62120
工博 瀬川 清・島田 春夫
神田 光雄・横大路照男

Form and Composition of Oxide Inclusions in Carbon Steel.

(Study of nonmetallic inclusions in steels—I)

Dr. Kiyoshi SEGAWA, Haruo SHIMADA, Mitsuo KANDA and Teruo YOKOJII.

I. 緒 言

これまで鋼中に存在する酸化物は、もつぱら顕微鏡観察によつて分類され、たとえばその形状により、A系、B系などと略記号で呼称されているが、そのA系、B系の化学組成の詳細については明らかにされていない。しかし、ここ 10 年前ごろから各種の報文¹⁾²⁾³⁾にみられるように、鋼中に存在する酸化物をそのままの形で、電子線解析したり、あるいは抽出したものの化学組成、結晶構造を調査して、酸化物の形状と組成との関連性が明らかにされつつある。当所でも、これまで酸化物の分析法⁴⁾についてはかなり検討されているが、この方面に関してはあまり触れていなかった。したがって、今回は先ず 250 kg 電気炉で試験溶解した鋼 2 種および実用鋼として

セミキルド鋼をえらび、その中に存在する酸化物の形状と組成との関連性を明らかにすることにした。

II. 実験経過ならびに結果

1. 試 料

実験に供した試料の種類および化学組成を Table 1 に示す。なお Table 1 の試料 A, B は試験溶解した鋼であり、試料 C は実用鋼である。

2. 実験方法ならびに結果

Table 1 の各試料から、適当な大きさの試片 (試料 A, B は 13mm φ × 30mm, 試料 C は 15mm φ × 70mm を切りとり、つぎの条件で電解抽出をおこない、残渣を採取し、2% Na-citrate (窒素を通したもので 2 回、メチルアルコールで 2 回洗浄後、ピペットで上澄液をほとんど除去し、すばやく空気乾燥した。しかる後、60°C で 2 時間真空乾燥し、直ちに磁性ボートにうつし、つぎの塩素化条件で塩素化処理をおこなつた。塩素化処理後の残渣には、塩素化で分解した Fe₃C の C が無定形炭素となつて酸化物の数十倍乃至 100 倍の量近く、混在しているのでこのままではその形状を調査できなかつた。したがつて定量用のものは、そのまま化学分析に供したが、その形状ならびに結晶構造を調査するものはあらかじめ 500°C 乃至 800°C に加熱して無定形炭素を燃焼させ、酸化物だけを採取することにした。

電解条件

使用装置 Koch-Sundermann 式縦型電解槽
電 解 液 陽極室 5% Na-citrate + 1.2% KBr + 0.6% KI.
陰極室 5% Na-citrate + 1.2% KBr + 0.6% KI + (1+1) HCl.
(ただし、(1+1) HCl の添加量は試料 A, B には 30 ml, 試料 C には 50 ml とした。)

電解時間 20 h

電流密度 10 mA/cm²

通気ガス 窒素

塩素化処理条件

塩化温度および時間 A, C: 100°C × 3 h

B: 200°C × 3 h

昇華温度および時間 800°C × 2 h

以上の操作によつて抽出採取した酸化物の結晶構造を調べるために、粉末写真法で X 線解析した。その結果、試料 A, C のものは結晶性が悪く明瞭な回折線は認められなかつたが、試料 B のものは α-アルミナの回折線が明瞭に認められた。つぎに抽出採取した酸化物の形状を調べるために顕微鏡観察をおこなつた。その結果を Photo. 1, Photo. 2-b に示す。なお試料 C のものは形状が大きいため、塩素化前でもセメントイトと見分ける

Table 1. Chemical analysis of samples.

Marks	Deoxidizers	Classification of samples	Chemical composition %						
			C	Si	Mn	P	S	Sol. Al	O (V. F)
A	Si	Steel ingot	0.12	0.318	0.09	0.005	0.020	—	0.035
B	Al, Mn	Steel ingot	0.14	0.028	0.93	0.001	0.020	0.026	0.022
C	Si	Hot plate	0.15	0.10	0.71	0.013	0.021	—	0.034