

## (39) オーステナイト結晶粒の成長性 に関する二、三の観察

(Some Observations on Grain Growth  
Characteristics of Austenite)

住友金属工業 K. K. 製鋼所 工 河 井 泰 治  
工 〇 益 子 美 明

### I. 緒 言

オーステナイト結晶粒度の顕出並に表示については既に昭和 15 年学振 19 小委において標準的方法が制定されているが、最近にいたり漸く粒度調整の定量化が製鋼工場における切実な問題となつてきた。

ところで学振法では 925°C における粒度のみを観測しているため、たとえその温度における粒度が同一であっても鋼種、精錬条件、試料採取方法及び後続熱処理加工等の如何によつては結晶粒の成長性が異なるため他の温度においては必ずしも同一の粒度を示さない場合が起りうる。

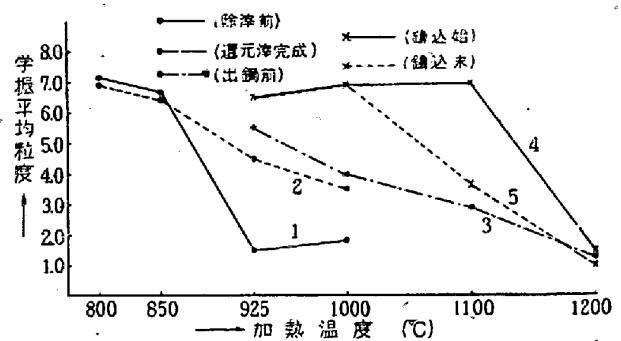
一方混粒については依田一先生<sup>1)</sup>が強調された如く、鋼質と密接な関係があり、筆者の一人も先に初期的な観察を報告<sup>2)</sup>したが、混粒は一次偏析と突然成長に基く二つの要因が複合されて表われるものと思われるから、前者の要因はさておいても成長曲線の形及び成長温度と粒度顕出温度の關係が非常に問題となる。

本報は現場溶解の粒度調整に関する二、三の問題を結晶粒の成長性に主眼をおいて実験的に観察し粒度調整に対する一参考資料とするものである。

### II. 溶解、鑄込中の結晶粒度及び成長性の變化

10t 塩基性電気炉で C 0.40%, Si 0.25%, Mn 0.70%, Cr 1.0% 及び Mo 0.25% 程度の中炭素 Cr-Mo 鋼を熔製する場合の溶解、鑄込中の結晶粒度及び成長性の變化を見るために除滓前、還元滓完成時、出鋼前 (Al 0.6kg/T 取鋼添加)、鑄込始及び鑄込末 (鑄込始より鑄込末まで約 20 分経過) の各時期に約 7kg の試験鋼塊を採取、これを約 30mmφ に鍛伸して試料とした。

粒度判定は学振滲炭法により、滲炭温度を變化させて成長性を調べた。その一例を第 1 図に示す。同図より除滓後還元精錬が進むにつれて 925°C における平均粒度は No. 1.5 より No. 5.5 に増加し Al 添加によつて No. 6.5 以上に増大すること、成長開始温度も上昇し Al 添加によつて同温度は著しく (約 200°C) 上昇するこ



第 1 図 溶解及び鑄造中における粒度及び成長性の變化と及び Al 添加後時間が経過すると又低下すること等が知られる。尚ここに加熱温度による粒の成長程度即ち突然成長段階における成長曲線の傾斜が精錬の進行と共に緩慢となり、更に Al 添加によつて急激となり時間が経過すると再び緩慢となることは注目すべき点であり、鋼質と結晶粒度 (特に成長性及び混粒) との関連を見出す上に重要な示唆を与えるものと思われる。

### III. 取鋼試料と製品本体との關係

製鋼工場において粒度調整を行う場合粒度試験を目的として採取する小型取鋼試料が果して製品本体を代表しうるかどうかは重要な問題であるので以下の如き調査を行つた。

15t 塩基性電気炉で熔製した C 0.30%, Si 0.10% 及び Mn 0.8% 程度の炭素鋼 (Al キルド) につき取鋼中より採取した約 7kg の取鋼試料 (鍛造比≒10) と 5.7t 鋼塊に鑄込みこれを 300×620×885mm のスラブに熱間鍛造した製品本体 (鍛造比≒2.3) とにつき 925°C におけるオーステナイト粒度を学振滲炭法により求めた結果は次表の通りである。但し粒度は各試料についての 5 視野の平均を示す。

以上の結果より両者の粒度は観測誤差範囲内でよく一致していることが知られる。

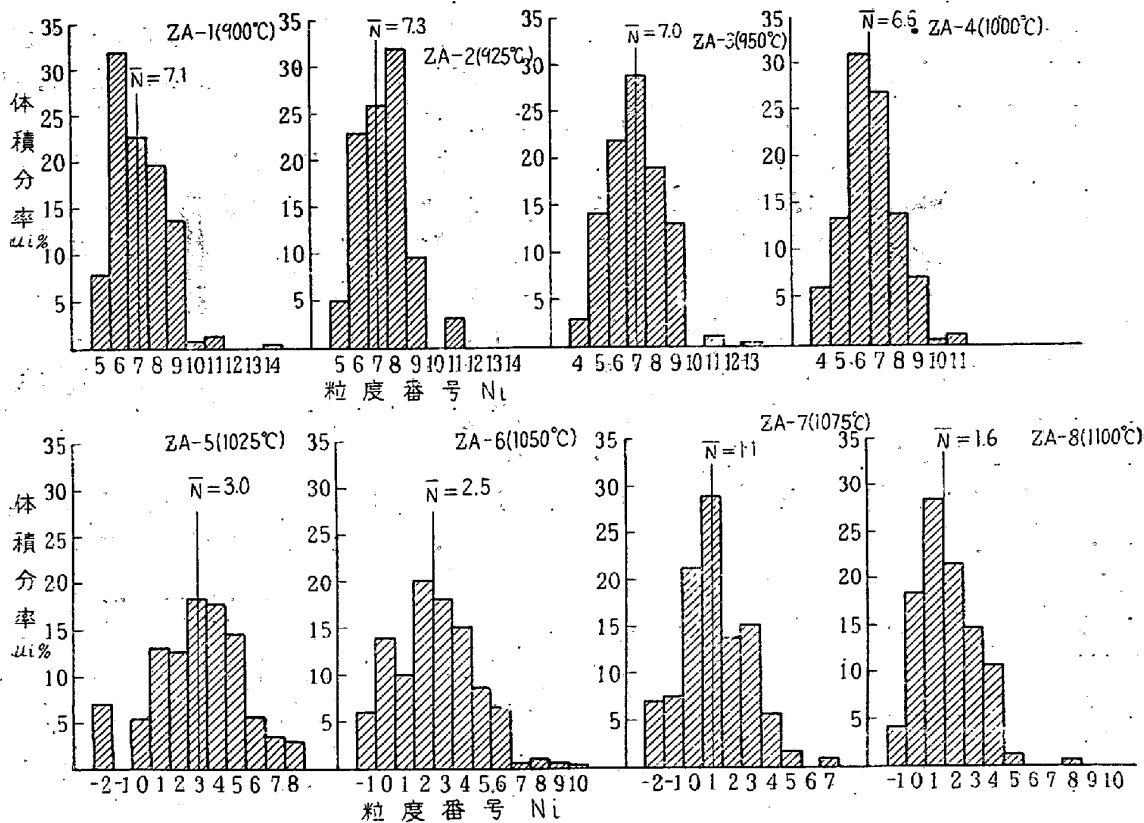
又同様なことを Ni-Cr-Mo 肌焼鋼についても行つた結果、取鋼試料と製品本体とは 6.5~7.0 の一致した粒度を示した。

尚上記の試料につき 925°C の粒度のみならず成長性の見地からも取鋼試料と製品本体との比較を行つている。

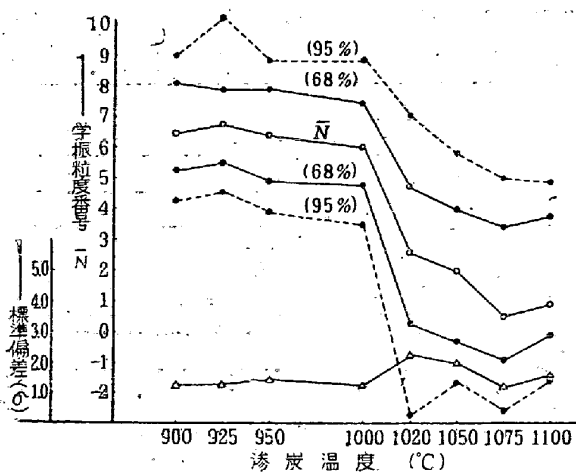
### IV. 結晶粒の成長性と混粒程度の關連性

10t 塩基性電気炉で熔製 (Al 0.6kg/T 添加)、210kg 鋼塊に鑄込み 60mmφ に圧延後 30mmφ に鍛伸した Ni-Cr-Mo 肌焼鋼 (C 0.20%, Si 0.35%, Mn 0.55%,

熔 解 番 号		E31564	E31615	E31624	E31634	E31647	E31700	E31714
925°C におけるオ ーステナイト粒度	取 鋼 材 料	6.6	6.8	6.0	6.7	6.2	7.1	6.5
	製 品 本 體	6.5	6.2	6.4	6.7	6.3	6.5	6.1
	そ の 差	-0.1	-0.6	+0.4	0	+0.1	-0.6	-0.4



第2圖、各試料の柱狀圖表



第3圖 成長性と混粒程度の関係

P<sub>2</sub> 0.010%, S<sub>2</sub> 0.007%, Cu 0.19%, Ni 1.88%, Cr 0.40%, Mo 0.55%, 全 N 0.0137%, 可溶 Al 0.006% を試料として透炭温度を 900, 925, 950, 1000, 1025, 1050, 1075 及び 1100°C の 8 通りに変化させて (但し

加熱時間は 6 時間に一定) オーステナイト結晶粒の成長性と混粒程度の関係を求めた。粒度の測定及び混粒程度の判定は倍率×100 乃至 500 を用い、Lineal analysis 装置<sup>2)</sup>により接眼鏡の十字線下を通過する結晶粒試片長をダイヤルゲージにより 1/1000mm まで読みとり東大芥川博士の方法<sup>3)</sup>により計算を行つた。その結果を第2及び第3図に示す。第2図において  $w_i$  は上記結晶粒切片長より求めた各結晶粒の体積分率(%),  $\bar{N}$  は平均粒度を示し、第3図において標準偏差  $\sigma$  は各結晶粒の体積分率分布からその散布度 (混粒程度) を表わすものとして求めたものであり、(68%)及び(95%)の折線は体積分率の累積曲線から、正規分布と仮定した場合は  $\bar{N} \pm \sigma$  及び  $\bar{N} \pm 2\sigma$  なる範囲に期待される粒の確率が夫々 68% 及び 95% であるから累積曲線の上下両端から夫々 16% 及び 2.5% に相当する粒度番号と  $\bar{N}$  との距離を便宜上混粒度を表わすものとして求めた結果を示す。以上の結果より 1000°C 以下では略同等な細粒であり混粒程度も

概ね一定であるが 1000~1025°C で結晶粒の急速な成長を開始すると共に混粒程度も最大となり、その後粒の粗大化に伴つて混粒程度が減ることがわかる。尚このことは第2 図の柱状図表における分布の歪み、とがり等からも知ることが出来る。

V. 結 言

以上の観察結果を総括すれば次の通りである。

(1) 中炭素 Cr-Mo 鋼を塩基性電気炉で熔製する場合、還元精錬が進むにつれて結晶粒は微細且つ均一となり成長温度は上昇する。又 Al 添加により結晶粒は更に微細となり成長温度も著しく上昇するが時間が経過すると同温度は低下する。

(2) 0.3% C 炭素鋼 (Al キルド) 及び Ni-Cr-Mo 肌焼鋼の場合、取鍋試料と製品本体は 925°C で殆んど同一の粒度を示す。

(3) Ni-Cr-Mo 肌焼鋼の場合、成長開始温度において著しい混粒度を呈することを芥川博士の方法を用い定量的に示した。

尙最近の文献<sup>5)6)</sup>によればオーステナイト結晶粒の成長を阻止するものは AlN であると報じられているので上記観察諸結果と関連づけて鋼中の Al の存在形態につき若干考察を行つている。

文 献

- 1) 學振第 19 小委第 3 分科會記事録, 第 35 回(1950)
- 2) 河井; 學振, 19 小委, 2644 號 (昭 27.6.)
- 3) 河井; [住友金屬] 5 (1953) 128.
- 4) 芥川, 山田; 學振, 19 小委, 2857, 2644 號 (昭 28.6.)
- 5) Kurt Born u. Walter Koch; St. u. Ei. 72 (1952) 1268.
- 6) J. Schuyten; Trans. of A. S. M. 44 (1952) 853.

(40) 高周波焼入を施した鋼の諸性質 (VI) (繰返へし衝撃強さについて)

Properties of Induction-Hardened Steels. (VI) (On the Repeated-Impact Strength.)

鐵道技術研究所 理 宮 入 官 人

I. 緒 言

筆者は第 5 報において高周波焼入を施した鋼の衝撃直が、試験片のノッチ底部を焼入することによつて急激に

低下するということを報告した。本報告では更に進んで高周波焼入を施した鋼が衝撃的繰返へし負荷を受けた場合どのような性格を示すかを実験したのでこれについて報告する。

II. 試験片及び試験方法

試験片は SF 55, SF 60, STY 80 およびクロムモリブデン鋼第 2 種の各鋼種から松村式繰り返へし衝撃試験片を作製した。

試験片のノッチ底部の太さはすべて 13mmφ となし、ノッチの形は種々に変化した。

高周波焼入は火花式 200KVA の装置によつて定置式のコイルを用い入力と時間の調節で種々の焼入深さの試験片を用意した。

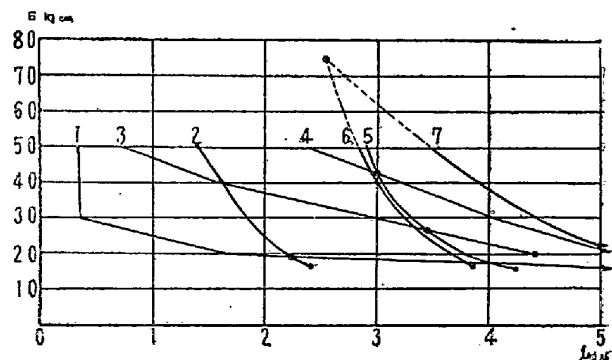
繰返へし衝撃負荷は松村式繰り返へし衝撃試験機を用い主として破断までの繰り返へし数が研究の対象になつた。

予備実験としては、種々の焼入形式が特に衝撃接点の硬度が、結果にどのように影響するか予め検討した。

III. 実験結果の概要

実験の結果は、試験片に与えた衝撃エネルギー E と破断に要した繰返へし数 N とをもつて、疲労試験における S-N 曲線に対応して E-N 曲線に整理した。

その一例を第 1 図に示す。これからわかるように高周波焼入を施したものは一般的に 20kg-cm 以下の低衝撃エネルギーでは素材に比して、はるかに大きな繰返し数を示している。



1. STY 80 V ノッチ 高周波焼入
2. " " 素材
3. SF-55 5R ノッチ 電気爐加熱水冷
4. " " 高周波焼入
5. " " 素材
6. CrMo 鋼 5R ノッチ 素材
7. " " 高周波焼入

第 1 図 各種鋼材の E-N 曲線 ○印は素材との交点