

IV. 実 験 結 果

実験結果を代表させて、Si, C, Mn, Ni についての結果を Fig. 2 および Fig. 3 に示した。図中、比較のために、著者の一人\* が以前行つた鉄との二元合金に関する滲炭法による実験結果をも併記したが、傾向はどちらも大体一致している。図中、実線は本実験の、破線はその実験の結果である。

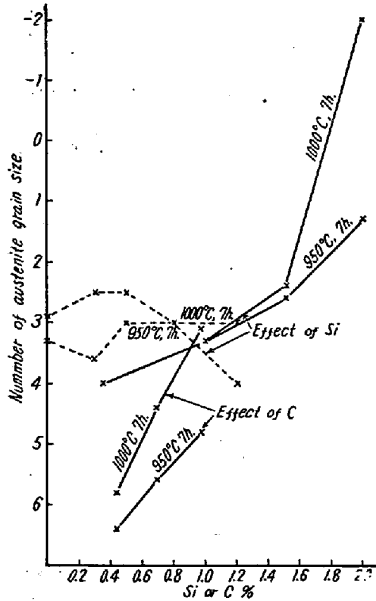


Fig. 2. Effect of Si and C on the austenite grain size.

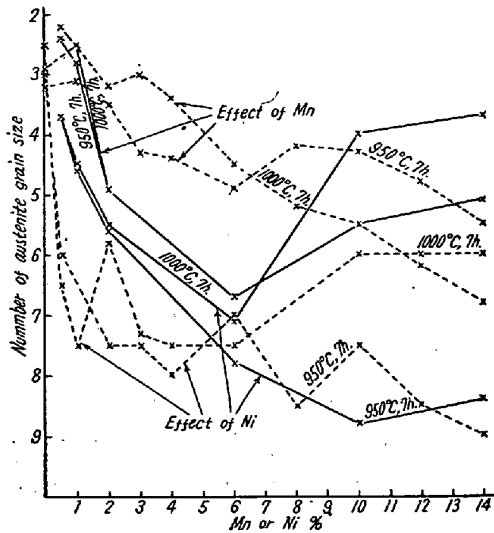


Fig. 3. Effect of Mn and Ni on the austenite grain size.

V. 結 論

実験結果を要約すると

- 1) Si の影響: Si はオーステナイト結晶粒を粗大化するが、1.5% 以上入ると特に大きくなり、2%Si では 1050°C 加熱で極度に大きな粒を呈した。
- 2) C の影響: その原子半径からしてオーステナイト結晶粒粗大化を促進すると予想したが、C 量と共にオーステナイト結晶粒を大きくする。C 量の少ないものの結晶粒度は、他種合金に比較して概して小さい。今井一矢沢の結果と比較してみても、滲炭法によると粒度数で 1~2 大きく結晶粒度が現われるようである。
- 3) S の影響: この実験では硫黄の影響に認められるものがなかった。
- 4) Mn の影響: Mn はオーステナイト結晶を粗粒化するものとの報告があるが、今井一矢沢の実験も、本実験も、共にむしろ細粒化の傾向を示している。本実験結果は、Mn 6% で最小の粒度となり、それ以上では反つて粗粒化する傾向に見えるが、今井一矢沢の結果では、950°C, 7 時間で本実験結果と同様の傾向を示し、1000°C 7 時間では、添加量と共に細粒化する傾向を示している。本実験の試料に滲炭を行つてみたが、その結果もまた細粒化の傾向を示し、粒度の極小点が 2% に現われた。また本実験では Mn 6% までは添加量が増すと共に粒成長が阻止され、6% Mn では 1000°C まで全く成長を示していない。

7) Ni の影響: Ni も細粒化の傾向を呈し、ここでも滲炭法による結果とよく一致した。即ち、950°C では Ni 量と共に細粒化しており、1000°C になると、Ni 10% で急激な粒成長を呈し、Ni 4~6% に極小を作っている。また本実験では加熱温度、および加熱時間の影響は Ni 1~2% で最も小さいという結果も得ている。

7) 実験を通じて採用した加熱時間の範囲では、時間の影響をさほど認めなかつたが、粗粒化傾向を示す元素は、添加量が多くなると、3 時間と 7 時間との間で可成りの粒成長を認めた。

(12) 鋼のオーステナイト結晶粒度並びにその成長に及ぼす添加元素の影響 (II)

(熱腐蝕法に依る)

The Effect of Alloying Elements on the Austenitic Grain Size of Steel and its Growth

(A Study by Thermal Etching Method)

\* 今井一矢沢: 日本金属学会講演 (未発表)

Hiroshi Hirodani et. al.

東北大学金属材料研究所

今井勇之進・○広谷 宏

I. 緒言

本研究においては添加元素が如何様に鋼のオーステナイト結晶粒度並びに加熱による結晶粒の成長に影響を与えるかを熱腐蝕法によつて考察し更に先に村上教授並びに筆者の一人等\*によつて行われた滲炭法の研究結果と比較検討した。

II. 試料の作製並びに実験方法

試料は電解鉄に Cr, Mo, W, Co および P を一元素づつ添加して調整した。その添加量は Table 1 に示す。なお試料の作製過程は第 1 報と同様である。熱腐蝕の操作は一般に知られている如くエメリー紙およびバフで研磨した各試料を真空状態で加熱を行うのであるが加熱および冷却を敏速に行つて地鉄の結晶粒界現出をなるべく

Table 1

Cr steel (%Cr)	0.4	1.5	3.1	4.9	8.5	
Mo steel (%Mo)	0.3	0.6	0.9	1.0	1.5	2.4
W steel (W%)	0.5	1.0	2.0	3.0		
Co steel (%Co)	0.25	0.5	1.0	2.0		
P steel (%P)	0.1	0.2	0.25	0.3	0.45	

避けるために本研究における加熱炉としてエレマ型を使用した。なお予備実験により本法が最も合理的と考えられる酸化法と同一結果を得られるものと確認した。

III. 実験結果

加熱温度は 950°C, 1000°C および 1100°C とし保持時間は 3 時間および 7 時間としたが本報告においては加熱温度 1000°C, 保持時間 7 時間のものを主に図示し (Fig. 1~Fi. 3) 添加元素の量とオーステナイト結晶粒度との関係について述べる事にした。加熱温度によつて傾向が著しく異なる場合はそれも記載した。なお全試料において保持時間の差異による影響は殆んど認められると思われる。

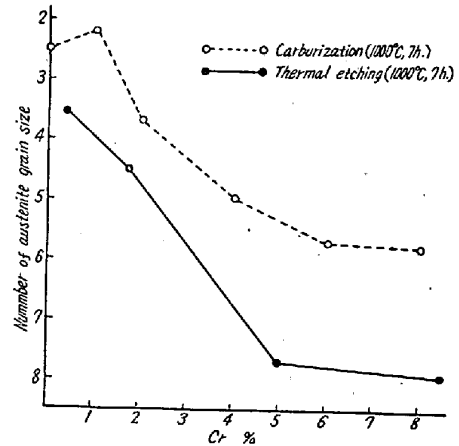


Fig. 1. Effect of Cr on the austenitic grain size.

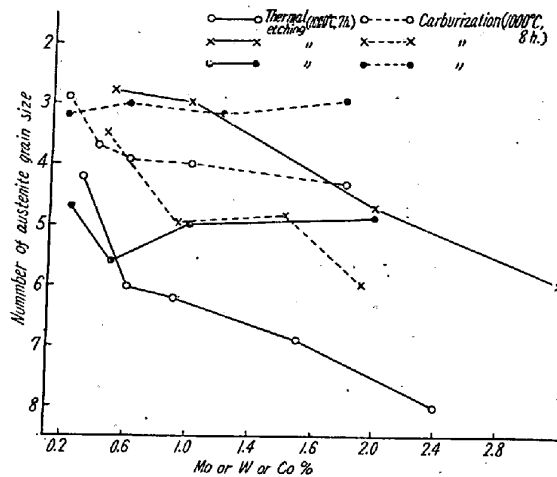


Fig. 2. Effect of Mo, W and Co on the austenitic grain size.

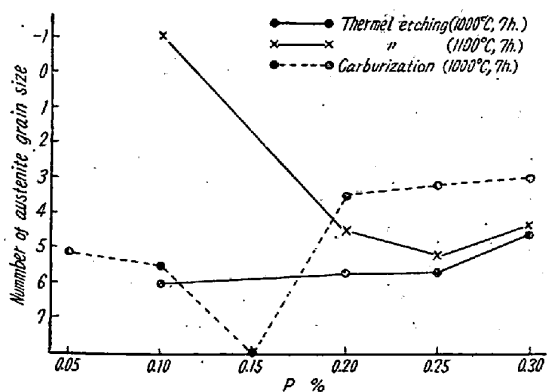


Fig. 3. Effect of P on the austenitic grain size.

1. Cr の影響: Cr はオーステナイト結晶粒も微細化させる元素であり本実験において特に Cr 量約 5% 迄の添加は著しく結晶粒を微細化する。滲炭法による結果も本実験の傾向とほぼ同じであるが、第 1 報で述べた如く予想通り滲炭法よりも結晶粒は小さく現出されてい

\* 村上・今井・中島「日本金属学会誌」第 7 巻第 8 号  
今井・矢沢「日本金属学会講演」(未発表)

る。

2. Mo の影響: Mo もまたオーステナイト結晶粒を微細化する元素である。Cr と Mo との添加量を同一にとりそれ等の結晶粒度を比較する事により Mo の方が結晶粒を微細化する能力が大である事が考察される。滲炭法によるものと熱腐蝕によるものとは保持時間が異なるので厳密な比較はできないが両者共ほぼ同じ様な傾向を有している。この場合も熱腐蝕によつて現出された結晶粒は滲炭法によつて現出したそれよりも小さい。

3. W の影響: W もまたオーステナイト結晶粒を微細化する元素である。1000°C に保持した場合 W 量約 3% になるとオーステナイト結晶粒と地鉄結晶粒との duplex structure になつており 1100°C において再びオーステナイト結晶粒のループ内に入つている様に思われる。また保持時間が短い場合(約 3 時間以内)結晶粒界は結晶粒度を判定し得る程に腐蝕されていない。滲炭法によつても熱腐蝕によつて W 添加量とオーステナイト結晶粒度との関係はほぼ同一な傾向を示している。

4. Co の影響: Co の添加量約 0.5% 以上ではオーステナイト結晶粒を微細化する能力は無くむしろ結晶粒の成長を助ける傾向がある。1100°C に保持した場合 Co 添加 2% の試料は極端な混粒状態になつており結晶粒の粗大化を物語っている。滲炭法による結果も本研究の結果とほぼ同一な傾向を示しているがやはり熱腐蝕によつて現出した結晶粒の方が小さい。

5. P の影響: P はオーステナイト結晶粒の粗大化を阻止する能力はあまりなく P 量約 0.25% 以上になると結晶粒の成長を助長する傾向にある様に思われる。1000°C に保持した場合 P 量 0.1% の試料は著しい結晶粒の成長をしている。1050°C に 1 時間保持した場合も図示された 1100°C に保持した時と同じ傾向にある。P 量 0.45% の試料はオーステナイト結晶粒を有せず地鉄結晶粒が現出されている。この地鉄結晶粒は P の偏析により著しい混粒状態になつている。滲炭法による実験結果と熱腐蝕による実験結果との間に著しい差異を生じているのはこの偏析のためと思われる。

#### IV. 結 言

1. 熱腐蝕によつてオーステナイト結晶粒を現出し判定する事は可能でありまた正しい。Cr, Mo, W の添加は結晶粒を微細化しまた加熱による結晶粒の粗大化を阻止し Co および P の添加は却つて結晶粒を粗大化する傾向にある。

2. P 添加の場合を除けば滲炭法によつても熱腐蝕に

よつても添加元素の量とオーステナイト結晶粒度との関係は類似しているが Cr, Mo, Co 添加の場合熱腐蝕によつて現出したオーステナイト結晶粒の方が小である。

### (13) 三带式鋼塊加熱炉の改造による加熱作業の改善について

(Improvements of Operation by Reconstruction of the Triple-Fired Ingot-Reheating Furnace)

Taiji Yoshinari, et alii.

住友金属工業鋼管製造所

工 大塚 武彦・松本 晴雄

理 〇吉成 大治・小林真喜夫

三带式加熱炉で鋼塊(断面 400mm 角以上)の加熱を行う場合の設計については既に報告した。吾々は 26 年 5 月より三帯加熱炉による鋼塊の加熱を行つている。設計に当つては特に均質加熱の点に考慮を払つたが、作業面で種々の問題を生じ、過去 4 年半の間に種々の改造を加えてこれらの解決をはかつた。ここに主な改造の経過と、これによつて改善された加熱作業上の諸点について述べる。

#### I. 主な改造の経過

設計時および改造後の炉型は Fig. 1 に示す通りである。

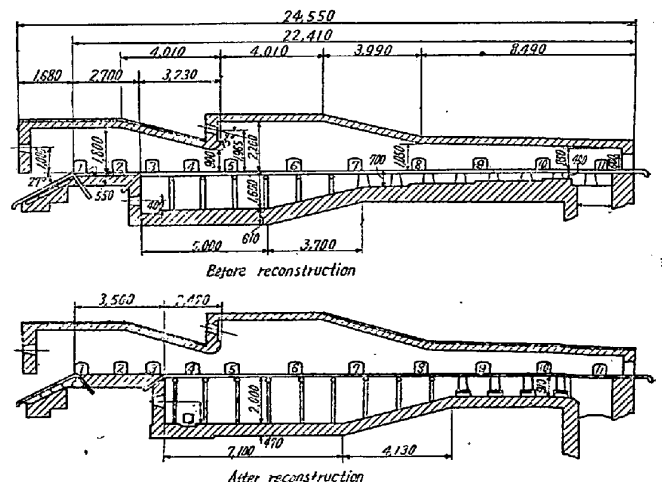


Fig. 1. Triple-zone ingot reheating furnace

#### 1. 炉体の改造

下部加熱室の熱負荷は  $20 \times 10^4$  kcal/m<sup>2</sup>h 以下であり無理のない値であるが、操業開始後 2 箇月位で下部炉床にスラッグが平均 300mm も堆積して燃焼室容積を狭