

(100) 鋼塊の凝固組織に関する研究 (I)

炭素および珪素含有量の影響について  
 Study on Solidification Structure of  
 Steel Ingots (I)  
 (Effect of Carbon and Silicon Contents)

A. Inoue.

住友金属工業, 鋼管製造所 工井上 晃

I. 緒 言

キルド鋼塊の凝固現象の研究は古くから行われているが、凝固鋼塊の組織をマクロおよびミクロ的に系統的に調査した研究は余り多く見当たらない。

筆者は鋼中の合金元素が鋼塊の凝固組織におよぼす影響を知るため、小型鋼塊によつてその影響を調査しているが、今回は第1報として凝固鋼塊の柱状晶および自由晶の発達におよぼす C および Si 含有量の影響ならびにミクロ組織に関して調査した結果を報告する。

II. 試 験 方 法

試験には 50 kg の小型鋼塊を使用した凝固条件を大型鋼塊に近い条件とするため鑄型の片側を急冷(水冷)し、片側を徐冷(砂冷)する特殊鑄型を使用した。

溶解は 50 kg 塩基性高周波電気炉で行い、成分および温度 (1550 °C) を調節し、炉よりトラフを通して鑄型に鑄込んだ。

C および Si 含有量の影響について実験した範囲は C は 0.10~1.00%, Si は 0.05~5.00% の範囲である。

鑄型条件としては (1) 内径 160 mm, 外径 240 mm の二重パイプ (厚みそれぞれ 5 mm) とし片側 1/2 は水冷, 片側 1/2 は砂冷とする。 (2) 鋼塊高さ 240 mm (3) 鋼塊全量 55 kg, 本体重量 40 kg。

試験鋼塊は縦断および横断して 5% 塩化銅アンモンにてエッチしてマクロ組織を、一部鋼塊については 2% 硝酸アルコールエッチを行いマクロ組織を調査した。

III. 試 験 結 果

i) 鋼塊の組織

鋼塊のマクロ組織の概要を Fig. 1 に示す。水冷および砂冷による冷却速度の差により、鋼塊の最後に凝固した中心軸は徐冷側の方に偏倚している。

鋼塊の上部は押湯の上部からの冷却の影響を受けた組織を呈しているが底より 1/3 附近の位置においては側面からの冷却の影響が大で中心軸は鋼塊の成分には殆ど関係なく水冷側より 125~130 mm 徐冷側より 35~30 mm の所に位置している。

徐冷側の組織は一般にチル晶, 柱状晶, 自由晶が近接

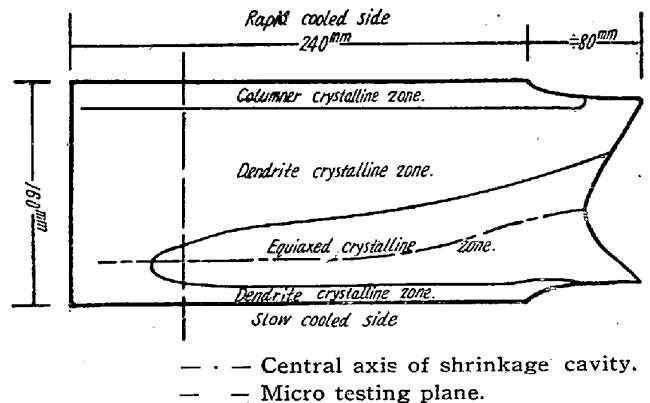


Fig. 1. Macro structure of test ingot. Sketch of longitudinal section

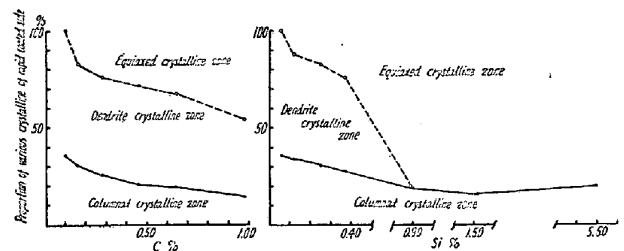


Fig. 2. Effect of carbon and silicon contents on macro structure. Lower third horizontal section of test ingots.

しているためか、その境界が明瞭でないが急冷側においては小型鋼塊にも拘らず組織の変化が極めて明瞭に現れている。従つて組織は鋼塊の急冷側の底より 1/3 高さの部分について行つた。

ii) マクロ組織におよぼす C, Si の影響, C および Si 含有量のマクロ組織におよぼす影響を Fig. 2 に示す。鋼塊下部 1/3 高さの急冷側表面より中心軸に至る迄の間の柱状晶, 樹枝状晶および自由晶の発生領域を百分率で示したものである。

C 含有量が増加すると、柱状晶帯は漸次狭くなり自由晶帯は広がる、またマクロ組織で観察される柱状晶および自由晶の個々の粒は C が増加する程小となる。

Si 含有量が増加すると柱状晶帯は C の場合と同様に狭くなり、自由晶部は増大する。個々の粒の変化は Si 0.90% 程度迄は明瞭でないが、それ以上になると柱状晶自由晶、共に粗大となり、特殊鋼によく見られる明瞭な組織を呈するようになる。

iii) ミクロ組織について

鋼塊より顕微鏡試料を切出してミクロ組織を検査した。鋼塊の C および含有量の変化により、冷却時に起る変態が異なるため、ミクロ組織は複雑であるが、ミクログレインの形状には鋼塊のマクロ組織に対応する特徴ある形状が認められた。Photo. 1 (省略会場で掲示) C 0.46% 鋼塊のチル晶, 柱状晶および自由部のミクロ組織

を示す。

チル晶帯は表皮より 1mm 程度の深さ迄で 0.2~0.3mm 程度の粒が集積しており、柱状晶帯には巾 0.5mm, 長さ 5mm 程度におよぶ冷却方向に伸びた粒が見られる。自由晶帯には等軸の比較的大きな粒が見られ、0.5~0.7mm 径程度の大粒すら認められた。粒界と考えられる部分は明瞭なフェライト組織であり、またその部分に sulphide や micro cavity が多数認められる。C が低い鋼塊ではフェライトが多量析出するため自由晶帯の粒界は明かでないが柱状晶帯の粒は明瞭に表われており、0.10% の低炭素鋼では 1~1.5mm  $\phi \times 10$ mm 程度の巨大粒であるに反して 1.00% の高炭素鋼では 0.1mm  $\phi$  程度の比較的小さい粒が多数集合している組織を示しており、マクロ組織とミクロ組織とエッチの方法は異なっているが同様の傾向にあることを示している。Photo 2 (省略会場で掲示)には 5% Si のフェライト鋼塊のミクロ組織を示しているが、これによつてもチル晶帯、柱状晶帯、自由晶帯の粒の特長を明瞭に示している。併し炭素鋼に比べ、グレンの巾が相等大であるに拘わらず長さは短かく冷却速度の影響が少いような組織を呈している。1.5% Si 鋼においては  $\gamma$  loop にかゝるため明瞭ではないが、5% Si 鋼と同様の傾向があり、Si の上昇と共に冷却速度の比較的影響のない組織を呈することがミクロ的にも観察された。

#### IV. 総 括

鋼塊のマクロ組織におよぼす C および Si 含有量の影響、ならびにマクロ組織とミクロ組織の関係を特殊鋳型を使用した 50kg 鋼塊の主として急冷側の組織について調査した。

その結果

1. マクロ的には C 含有量が増加すれば柱状晶帯は減少し自由晶帯が増加する。かついずれの領域においても個々の結晶粒は微細化する。Si 含有量は Si 0.90% 位迄は漸次柱状晶帯が減少し、自由晶帯は増加するが、0.90% 以上ではその領域の変化はない。併し個々の結晶粒は大となる傾向が認められた。

2. ミクロ的に見られる粒もマクロ組織に対応する形態を示しており、特に柱状晶帯においては冷却方向に伸びた粒が観察された。その粒は C および Si の含有成分によつて特徴づけられ、C の増加によつて細く短く Si の増加では巾の割に長さが比較的短かく、冷却の影響が余りない組織を示す等のことが明らかとなった。

## (101) 冷間引抜用燐酸塩被膜の諸性質について

### On the Properties of Phosphate Coatings for Cold Drawing

C. Misumi, et alii

日本特殊鋼管

工 今井 宏・工〇三角親慶・猿橋秀夫

#### I. 緒 言

冷間引抜の場合、潤滑剤の下地として燐酸塩処理を利用することは、断面減少率の増加、表面仕上程度、作業時間の短縮等の点で秀れた方法である。燐酸塩被膜は処理方法により被膜の性質が異なるので、処理条件が被膜におよぼす影響を知ることは、処理液管理上、あるいはその作業に最も適した処理条件を見出す上に大切な問題である。そこでわれわれは、処理条件が生成被膜の性質にどのような影響をおよぼすかを調査した。

#### II. 実験方法

被膜の特性は処理液の組成により異なるので、先ず組成の研究をしなければならないが、この研究では、市販の処理液 8 種について、処理条件の影響のみを調査した。

この 8 種の被膜処理液は、冷間引抜用のものを中心に代表的なものを選んだ。すなわち Zn 系 3 種、Mn 系 3 種および Fe 系、Ca 系各 1 種を用いた。

処理条件としては、処理温度、処理時間および処理濃度の 3 つの因子につき調査した。被膜の性質を調査する際先ず問題となる点は、性質を数量的に示す手段である。われわれは、被膜の強度、厚さ、粗さおよび附着量等について測定し、検討をおこなつた結果、附着量で示すことが最も適当であるとの結論をえたので、附着量を測定し調査をおこなつた。附着量は被膜処理前後、被膜除去後の重量変化より算出し、これと同時に地金減少量も求めた。被膜の除去には 15% NaOH, 60°C 液を使用した。この他スンプ法によりレプリカした試料で顕微鏡観察もおこない、被膜の附着状況を観察した。

#### III. 実験結果

##### 1). 処理温度の影響

各種の被膜について求めた処理温度の影響を Fig. 1 に示す。この図は、結果の数例に過ぎないが、温度と附着量の関係は 2 通りある。例えば、[Zn-1], [Zn-2], [Zn-3]のごとく、ある温度迄温度の増加と共に増加し、それからほぼ一定となるものと、[Mn-1], [Mn-2], [Ca]のごとく温度と共に増加して一定値を示さないものがある。これは処理時間、処理濃度等他の条件によつ