

あるがそれは単に引き伸ばされて疵となるという単純な機構ではなく、複雑な熱間塑性変形と極めて密接な関係を伴って疵になるものと考えられる。従つて実際の工業的加工方法の如何が疵を発生せしむる重要な因子となることが考えられ、且つこれは現場実験に於いて極めて明確に認めることが出来た。

IV. 結 論

軸受鋼鋼材に線状に発生する疵については、外層部に存在するものはスキンプローホールが重要な因子であることが確められ又一般によく知られているが、内層部に存在するもの原因について問題が種々あるので、これについて主として行われた結果を報告した。即ち内層部の疵の性状を明かにし、次に鋼塊に於ける欠陥を示し、鋼塊内層部に於ける micro cavity が重要な因子であることを指摘した。更にこの micro cavity が疵となるには極めて複雑な熱間塑性変形機構と密接な関係のあることを示した。

(11) 高炭素 Cr 鋼鋼塊中に於ける非金屬介在物の偏析について

(Segregation of Non-metallic Inclusions in High-Carbon Chromium Steel Ingots)

住友金屬工業 K. K. 製鋼所 ○工 田 坂 鋼 二

鋼塊中に於ける非金屬介在物の偏析については既に三井三郎博士の詳細な報告¹⁾があり主として温硫酸法による非金屬介在物の分析結果よりその偏析状態について述べられている。本報告に於いては高炭素 Cr 鋼鋼塊数種につき温硫酸法により非金屬介在物の分析を行い、その量的並びに組成的偏析状態を調査すると共に顕微鏡により非金屬介在物の形態、及びその分布状態と一次組織との関係を観察し更に腐蝕法²⁾によりその組成を定性的に調べた結果について報告する。尙ここで取扱う非金屬介在物は酸化物系統のもののみを対象とし爾後単に介在物と呼ぶことにする。

I. 調 査 要 領

供試材は塩基性電気炉による高炭素 Cr 鋼鋼塊 (C 約 1%, Si, Mn 0.25~0.40%, Cr 約 1.2%, P, S 0.020% 以下) で鋼塊重量は 700kg, 500kg, 300kg の三種である。尙 700kg, 300kg 鋼塊は同一熔解に属し、500kg 鋼塊は別熔解のものである。これらの鋼塊を縦半分に切断しその切断面についてマクロ組織を検した後、鋼

塊の上中下各所より分析並びに顕微鏡試料を採取した。

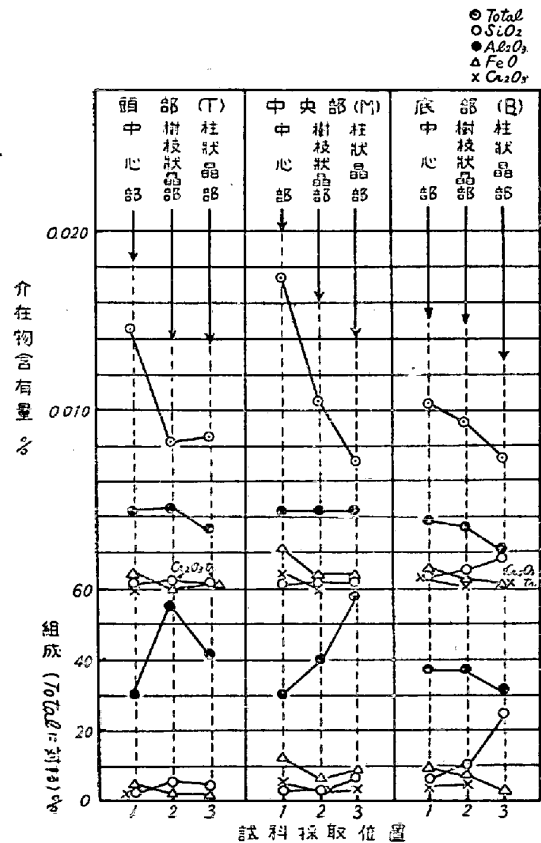
II. 調 査 結 果

(1) 鋼塊縦断面のマクロ組織

鋼塊縦断面のマクロ組織は鋼塊によつて可成り異なり 500kg 鋼塊中心部は微細な自由晶を呈しているが、300kg 鋼塊では中心部まで粗大樹枝状晶となつており、700kg 鋼塊では 300kg 鋼塊に比すれば稍々細かいがやはり樹枝状晶を呈している。このことは次に述べる介在物の偏析状態と密接な関係がある。

(2) 温硫酸法による介在物の分析結果を第 1 図、第 2 図に示す。(700kg 鋼塊のものは省略する) これらの結果より本分析法によつて認知し得る限界内に於て次のことが知られる。

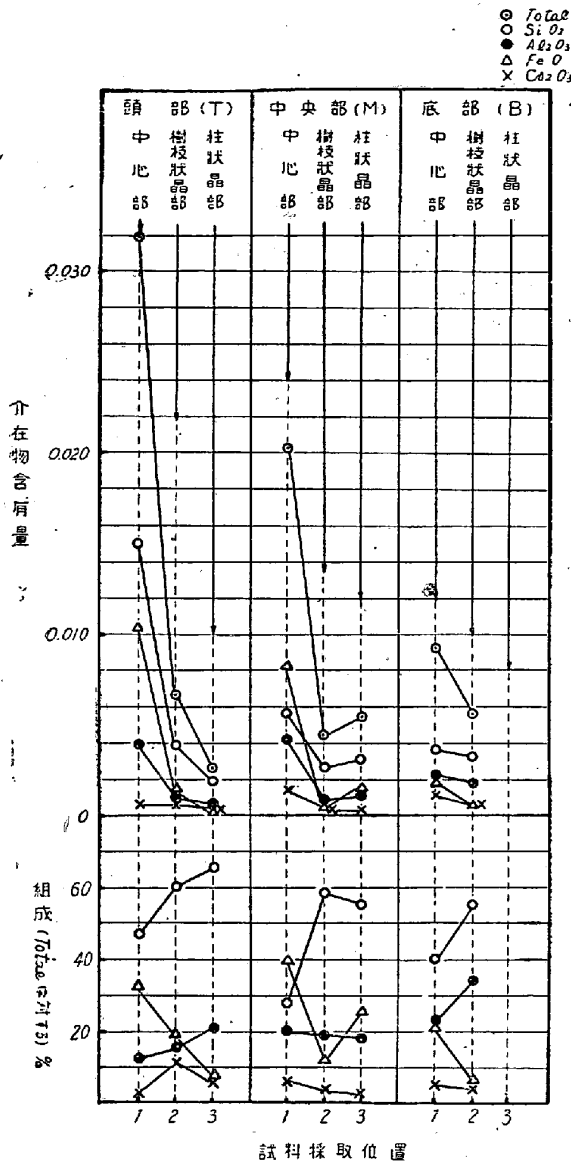
i. 偏析を量的に見た場合各鋼塊共に介在物の全量、



第 1 圖 500kg 鋼塊中の介在物の分布

及び各組成成分 SiO₂, Al₂O₃, FeO, MnO 何れも中心部に多く偏析し外周部に行くに従つて減少する傾向が認められるがその偏析程度は 300kg 鋼塊に於いて最も顕著であり、500kg 鋼塊では比較的軽微である。鋼塊縦方向に見た場合は 300kg 鋼塊のみ頭部側程偏析が大である。

ii. 介在物の組成としては明瞭でないが何れの鋼塊も SiO₂, Al₂O₃ は外周部程多く、FeO, MnO, は中心



第 2 圖 300kg 鋼塊中の介在物の分布

部に多く富化されている傾向が見られる。

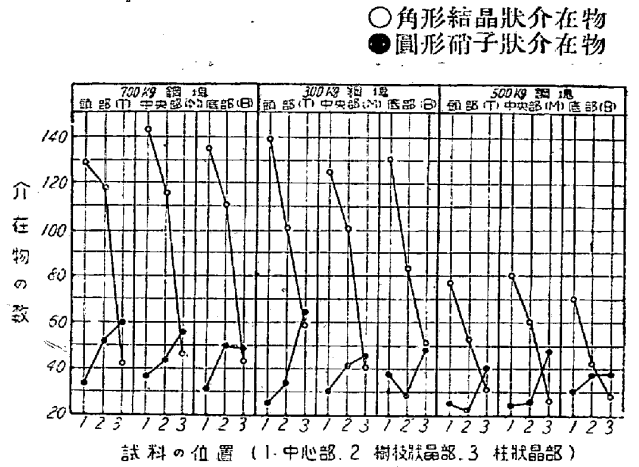
(3) 顕微鏡による介在物の形態、及び偏析程度の観察

分析試料と同じ位置より採取した 25mmφ の試料について介在物の形態を観察すると共に倍率 100 倍にて連続 60 視野の中に見出された介在物の数を形態別に読み第 3 図にその結果を示した。これらの結果より次のことが知られた。

i. 介在物の形には円形硝子状のものと三角形、矩形或いは菱形等多角形結晶状のもの二種あり、前者は個々単独に存在するが、後者は中には集団をなしているものもあり、しかもその周囲に全く別種の介在物を伴っているものが多い。この集団の大きさは相対的には 300kg 鋼塊に於いて最も大で 500kg 鋼塊が最も小である。

ii. 数量的な偏析傾向は上記 2 種の介在物により鋼

塊径方向に見た場合逆の傾向を示す。鋼塊別に相対的な比較を行えば 300kg, 700kg 鋼塊では大差なく 500kg 鋼塊に於いて著しく少ない。



第 3 圖 鋼塊各位置に於ける介在物の数

(4) 介在物の存在位置と一次組織との関係

上記試料を Oberhoffer 氏液により腐蝕し低倍率の観察によつて介在物の存在位置と一次組織との関係を調べた結果、大部分の介在物は一次晶の樹間部に存在し、とくに中心部に多く見られた結晶状介在物の集団は例外なく骨間部に存在している。このことは各鋼塊何れも同様である。

(5) 腐蝕法による介在物の定性的類別

種々の腐蝕液に対する介在物の挙動を顕微鏡により観察した結果次のことが判つた。

i. 比較的大型 (9μ 程度) の円形硝子状介在物は Mn-Silicate であるが小型 (3μ 以下) のものは Al, Ca, 或いは Fe-Silicate か、又は SiO₂ に富んだ Al₂O₃-FeO-SiO₂ 系介在物であろう。

ii. 結晶状介在物は Al₂O₃ 系或いは Cr₂O₃ 系介在物か、又は相互の固溶体であろうと考えられる。腐蝕法のみではこれ以上のことが明瞭でないが分析結果よりすれば、Al₂O₃ 系と思われる。尚結晶状介在物の周囲に附着しているものは小型の円形硝子状介在物と同系統のものである。

III. 結 言

以上の結果を要約すれば次の如くである。即ち温硫酸法による分析結果より介在物は量的に鋼塊中心部に著しく偏析してをり、顕微鏡による観察によればこれらは多角形結晶形の介在物であつてその組成は明瞭でないが何れも一次晶の樹間部に存在している。而してその偏析程度は一次晶の粗細と密接な関係があり中心部まで粗大樹

枝状晶を呈している 700kg, 300kg, 鋼塊では偏析程度著しく一次晶の比較的微細な 500kg 鋼塊に於いては左程顕著でなく、集団をなしている結晶状介在物の大きさも小さい。即ち実際上有害なこれらの大型介在物の発生は熔鋼の精錬或いは脱酸条件許りでなく鑄型内に於ける凝固の条件とも大きな関連のある現象であり従つてその発生防止のためにはこの立場からも考察が加えられなければならない。

文 献

- 1) 三井三郎: 日本金屬學會誌 7 (1973) p. 220~239.
- 2) Metals Handbook 1949 p. 449.

(12) 耐熱鋼の研究 (VII)

微小硬度計による Timken 16-25-6 耐熱鋼の析出現象の研究

(Study of Heat-Resisting Steels. VII)

東都製鋼 K. K. 技術部 浅野 榮一郎

I. 緒 言

Timken 16-25-6 耐熱鋼に於ける析出現象の研究は既に二三の発表があり著者もこれに関する報告を鉄と鋼誌及び本講演会に於いて行つて来た。本合金の析出現象を概観せるに固溶体化処理を行つたものを 700~900°C 附近の温度で時効させると析出硬化を行うものであることは既に知られている。その析出現象は時効温度によつて異なり、又含有成分 (N, Mo, C 等) によつても差異が認められる。而して一般の析出過程としては先づ粒界に析出が行われて粒界が検鏡の際に明瞭に見られる様になり、続いて粒内に僅かづつ析出が始つて顕微鏡観察上の視野を暗くする。やがて析出は粒内に於いて更に進行し、粒内一面の微細な析出物が認められる様になる。この際の析出物は、時効温度に就いても相違がある。即ち比較的低温では析出物が微細であるのに対し高温では凝集して稍々大きい塊となつて現われてくる。

さて、著者はこれ等の析出現象を更に深く考察する為に、今回の実験に於いては微小硬度計(明石製作所製)を使用して結晶粒内粒界粒縁等のそれぞれの微小硬度を測定し本合金の析出現象の研究の一助となさんと試みた。

以下これらの結果に就いて報告するが、その前に予め微小硬度計の特徴欠点を認識して、その結果を検討せねばならない。その利点は小荷重である為に圧痕が小さく、

従つて狭い部分(例えば結晶粒内)、薄い試片等の硬度測定が可能なる点である。しかしこゝに留意すべきは研磨面の影響で、機械的に研磨された試料面には Beibly 層と呼ばれる歪を相当もつた層がある為に微小硬度の測定ではこの影響から免れ難い。この場合機械的研磨の代りに電解研磨を用いればその影響を除くことが出来よう。又圧痕を結晶粒界近くにあけた場合には、ダイヤモンド・コーンの圧入によつて排除された金属の流動が粒界によつて妨げられるので真の硬度数を示さぬこととなり、結果的には稍々高い値となつてあらわれ易い。その他、微小硬度計による測定値はたとえそれがその部分の硬度の真の値を示すとして、且つ均一相の完全焼鈍状態の場合としても、測定値は種々の因子の影響でかなりばらつくものである。普通のヴィツカース硬度と微小硬度の比較についても文献に参考となるべき資料も二、三報告されているがこゝでは紙面の都合上省略する。

II. 実験方法

実験に供した試料は Timken 16-25-6 合金で、成分は標準の N0.16% のもの及び N0.10%, N0.04% 及び Ti によつて脱 N したものと等である。前報に於いて発表せる析出現象の研究に使用した試料中、適当なものを採り上げてそのまま微小硬度測定用とした。研磨は普通のバフ研磨仕上でありこれを従来の方法でエッチして組織を出してある。この為前述の Beibly 層の影響が残つていると思われるが何れも同一人によつて同一方法で処理したものであるから、硬度の傾向を調べる上には差支えないものとする。測定は 1ヶの試料につき結晶粒内、粒界、粒縁の三種類づつ行い、1ヶの試料でも組織上に析出程度の異つた箇所のあるものはその両者について測定した。測定硬度は、先づそれぞれの試料の粒内、粒界、粒縁の硬度に就いて硬度差が認められるか否かを統計的手法によつて検定し、各々 6ヶの測定点により有意差検定を行つた。次に析出による硬化の過程を微小硬度、普通ヴィツカース硬度、顕微鏡組織について比較検討した。

III. 実験結果及び考察

(1) 粒内、粒縁、粒界の硬度差及び同一試料内の硬度差 (註: 粒界近くの部分に於いて硬度が稍々上るということは既に述べたが、この部分を便宜上粒縁と呼んで粒内、粒界と區別する。)

粒内、粒縁、粒界上の微小硬度は、同一試料に於いてそれぞれの測定値について有意差検定を行つた結果によ