



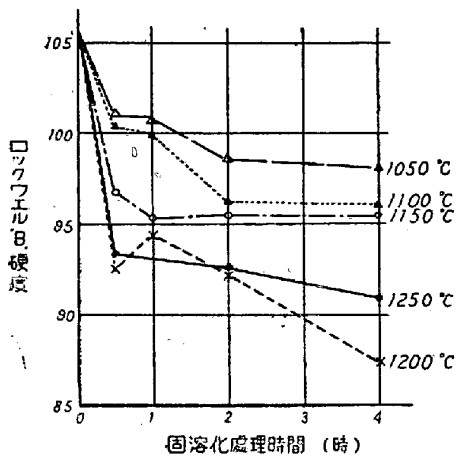
×300  
(2/3 縮寫)

寫眞 3. M1: 1250°C×1hr 水冷  
750°C×25hr 空冷

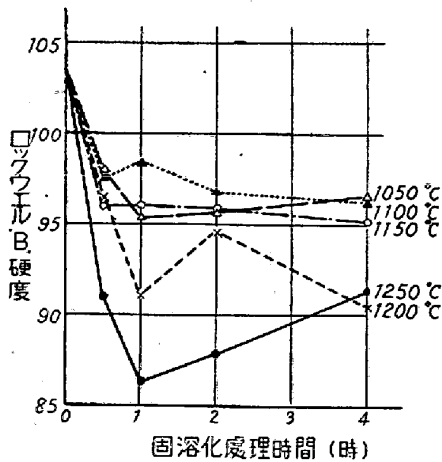


×300  
(2/3 縮寫)

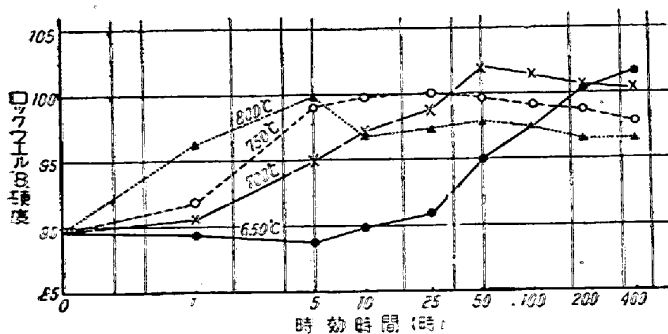
寫眞 4. M1: 1250°C×1hr 水冷  
800°C×25hr 空冷



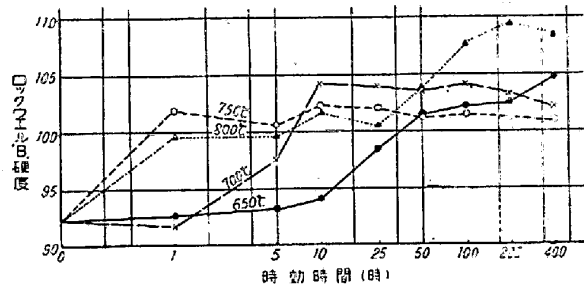
第1圖 固溶化處理溫度時間と硬度の關係 (M1)



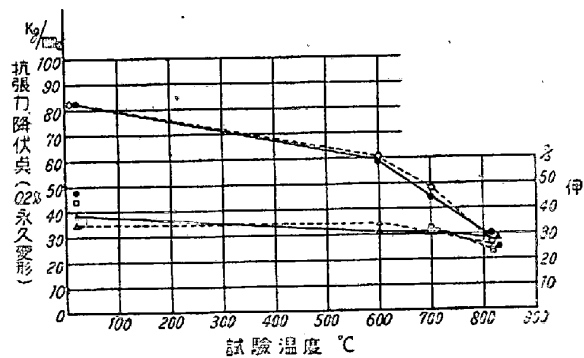
第2圖 固溶化處理溫度時間と硬度の關係 (M4)



第3圖 時効溫度、時間と硬度の關係 (M1)



第4圖 時効溫度、時間と硬度の關係 (M4)



化學成分 C 0.20, Si 0.80, Mn 1.03, Cr 20.02, Ni 20.14, Mo 2.82, W ≐2, Co 21.37, N 0.070, Nb+Ta ≐1

熱處理 ●▲■—— 1270°C×1hr-水冷, 816°C×4hr-空冷  
○△□----- 1270°C×1hr-水冷, 816°C×24hr-空冷  
○●抗張力, △▲伸, □■降伏點

第5圖 L.C.N. 155 引張試驗結果

### (10) 軸受鋼に現われる特殊の疵について

(On the Special Flaw-Mark of Bearing Steel)

株式會社日本製鋼所室蘭製作所研究所

川口三郎

#### I. 緒言

軸受鋼鋼材として高炭素低クロム鋼 (C: 1%, Cr:

1.4%) が使用されているが、これに地疵状の特殊な疵が線状に発生することがある。これらの疵は言う迄もなく実際の軸受鋼の寿命に甚しく影響を与えるものと考えられ、この疵を減少せしめるように特に留意せねばならない。

この疵の生成原因或は生成機構について、これ迄に行われて来た研究の一部を報告することにする。特に茲に於いては、外周部に存在する疵については問題が比較的簡単であるため殆んど触れず、主として内層部に存在する疵について報告することにする。

## II. 疵の一般的性状

軸受鋼用小型鋼塊 (450kg 鋼塊) より圧延によりパー材となしたのものについて、肉眼・顕微鏡・破断等の方法を用いて疵の性状及び分布を明かにしたが、その結果より次の諸点を知ることが出来た。

疵はその外観上より多くの分類が出来るのであるが、サンド等の異物を含んでいることが稀であり一般に砂疵と呼称するのは妥当でない。疵の周辺には非金属介在物が多く存在しており、又内部に非金属介在物を点々と含んでいる場合もあつた。疵の表面状況は破断により露出せしめ、これによつて明かにすることが可能となつたのであるが、鈍い凹凸を有し且つ鈍い光沢を伴っている。又これ等の疵の分布を見ると一つの特異性のある分布をなしていることが確められた。

これらの一般的な性状より疵の原因についてある程度の推定が可能であると言ひ得よう。

## III. 軸受鋼用小型鋼塊に於ける缺陷

次に疵の原因を具体的に把握するため、軸受鋼用小型鋼塊に存在する缺陷について研究を進めた結果を報告することにする。言う迄もなく熱間加工を了えた圧延パー材に於いては、激しい加工のためにややもすると疵の性状が曖昧になる恐れがあるに反し、鋼塊の状態に於いてはその原因となるべき缺陷が容易に把握され、且つそれが如何なる缺陷であるかを極めて容易に又正確に知ることが可能となるのである。

今この報告に於いては、鋼塊に於ける缺陷をその位置により外層部の缺陷及び内層部の缺陷との 2 通りの区分を行うことにする。前者の缺陷については既述の如く簡単に触れるに止め、主として後者の内層部の缺陷について報告することにする。

鋼塊の外層部にはスキンプローホールが激しく存在しこれが外層部の缺陷の殆んど総てである。このスキンプ

ローホールが棒材表面部の疵の重要な原因であることは当然考えられ又実験的にもそれを確めることが出来た。しかしこのスキンプローホールが疵になる機構は、単に鍛接されずに残存すると言う単純なものではなく、複雑な熱間塑性変形機構と密接な関係のあることを知ることが出来た。

鋼塊の内層部に存在している缺陷は、中心部に存在する shrinkage cavity を除いては極めて微小であり、試験方法によつてはその殆んどを見逃して了う程である。内層部には上述の shrinkage cavity の他にサンド・ブローホール。その他 (気泡偏析、非金属介在物の異常偏析) があるが、これらは余り多くはない。しかし極めて微小な cavity (著者はこれを micro cavity と呼称することにする) が比較的多く見ることが出来、且つこの micro cavity が鋼塊内層部の缺陷の大部分を占めることが確められた。

従つて鋼塊内層部の缺陷として以上記した種々の缺陷を挙げる事が出来るが、この micro cavity が最も大きな問題と言ひ得る。以下その性状について破断・顕微鏡等により確められた結果を報告する。

micro cavity は所謂 interdendritic cavity をなし鋼塊の結晶粒界間隙の如く見え、従つてその形状は極めて複雑である。その表面に鈍い凹凸を有し鈍い光沢を伴っている。又 micro cavity の周辺には非金属介在物が多く偏析し且つ周辺炭化物も一般に粗大化しているものが多いことが確められた。このような micro cavity の性状は既に記した疵の一般的性状と極めてよく一致している。

次に micro cavity が熱間加工を受ける場合如何なる変化を受けるかについて研究を進めた。micro cavity を可成り含んだ 20mm 寸の試験片を採取し、巾 17mm の巾狭金敷を用い局部鍛造を行い、内部を切断し micro cavity の変化状況を見た。この巾狭金敷による局部鍛造により塑性変形に於ける迂り変形機構を容易に見ることが出来、従つて塑性変形の如何なる部分に於いて micro cavity が如何なる影響を受けるかを見ることが可能となる。更に極端に巾の大なる金敷を用い甚しい圧縮応力を与えた場合、或は hot torsion により剪断応力を与えた場合等について、micro cavity が如何なる影響を受けるかについて実験室的に確めた。その結果、micro cavity は金敷直下の圧縮応力より極めて容易に殆んどが鍛造されるが、剪断応力による迂り変形を行う部分に在る場合は疵となることが確められた。

このように micro cavity は疵の原因となり得るので

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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>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。

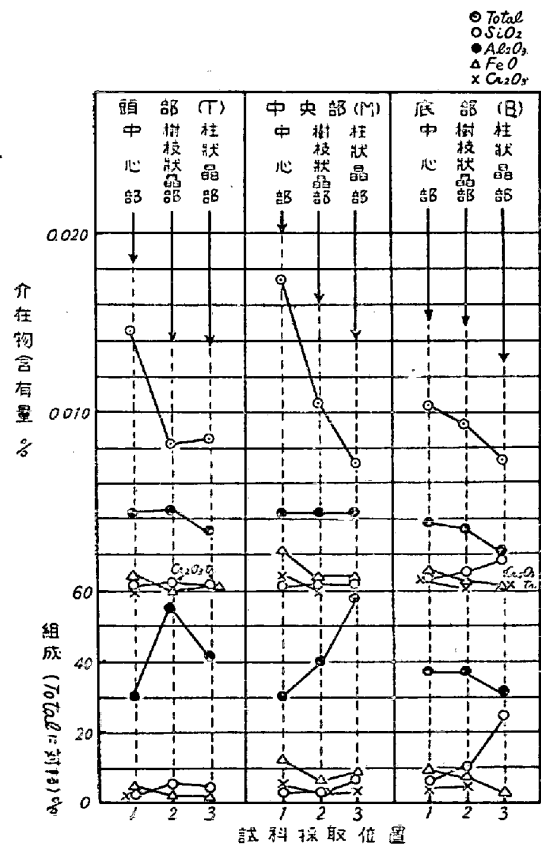
#### II. 調 査 結 果

##### (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 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 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 鋼塊に於いて最も顯著であり、500kg 鋼塊では比較的輕微である。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 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は外周部程多く、FeO, MnO, は中心