

柱状晶の末端を核として樹枝状晶が成長し始め、その樹枝状晶の間に介在物が偏在して凝集し、また熔解酸素を比較的に多く含有する湯が偏析するからこゝで非金属介在物の肥大成長が盛んである。ゆえに鋼塊のこの部分の非金属介在物は比較的に大型でありまた球形をしている。それよりも鋼塊中心部に近い自由晶部は温度勾配のより少ない状況で凝固し、こゝでは湯中に浮遊する非金属の介在物を恰好の結晶核として捕捉して、その非金属介在物の以後の成長を阻止するから、その形は前者に比べてやゝ小型であり、また形もやゝ角張つたものとなる。

鋼塊の形状は上拡りであるために上記の現象は鋼塊の頭部にはなはだしく、底部に少ない。さらに鑄型の肉厚は上部に薄く、下部に厚く、さらにまた底部には定盤の冷却効果も働くために一層その現象を助長する。ゆえに鋼塊の頭部の非金属介在物は底部のそれに比べて大型でありまた内部自由晶初期の部分の非金属介在物は大きい。その他造塊作業における熔鋼被膜のマクレ込みもある。この鋼塊の非金属介在物の大きさの関係は鋼材の砂疵の現われ方と規を一にする。すなわち鋼材の比較的外周部に砂疵が多い。

下注法による時は定盤と鑄型で囲まれた鋼塊の隅角部(底部側)は一般に鋼塊中でサンド量が最も多いが砂疵はむしろ少ない。これは上記の凝固速度と非金属介在物の大きさの関係による。以上を要説すると、砂疵の原因となる非金属介在物はその個々の大きさが重要な意味を持ち鋼塊全体としての清浄度あるいは全サンド量は第2義的の意味しかない。小さくある程度以上散在する非金属介在物は砂疵とならないのである。

[H] の多い時は砂疵が多いと言われるが、R. Hohage¹⁾によると熔鋼中の [H] が高い時は柱状晶が長くなり一次晶が良く発達する傾向があると言われる。ゆえに [H] が高い時は偏析による非金属介在物の成長が助長されるから砂疵も多くなるのであろう。

IV. 総 括

以上の考察より鋼材の砂疵の主原因は比較的に大きい非金属介在物と見做される。さらに端的には酸素が砂疵をもたらすと考えられる。ゆえに砂疵を減少させるためには鋼浴を良く脱酸すること、出鋼に際し鋼滓を破碎し捲き込まさないこと、非金属介在物を細く分散させること、造塊作業の際鑄型内湯面を酸化させず、また被膜を作らないこと、マクレ込まさないこと、そのためには浮板や不活性ガスの使用、鑄型の傾斜を大にすることおよび鋼塊は急冷し迅速に凝固させるか、または逆にきわめて徐冷すること等が考えられる。

文 献

- 1) R. Hohage: Arch. f. Eisenhüttenwes. 12 (1939/40) 123

(102) 鋼塊の縦割れに関する考察

Some Consideration on Longitudinal Crack of Ingot

S. Iwamura, et alius.

関東製鋼 工 高梨省吾・工〇岩村貞光

I. 緒 言

キルド鋼塊に発生する縦割れは鋼塊の最も重要な本体の中央部に発生し、これが発生した場合においてはこの疵の除去に非常な時間と経費を要するのみならず、致命的な欠陥となり廃却する場合もしばしばである。この縦割れは注型温度、注型速度、樹間部の組織を脆化せしめる非金属介在物特に硫化物の析出状態、したがってその析出状態に影響をおよぼす Al の使用量、ガステに H₂ ガスの含有量、冷却時の熱応力、変態応力等の因子によつて左右せられることは既に多くの人々によつて研究せられた。しかしこの鋼塊に発生する縦割れを詳細に検討すると、鋼種特に C 含有量と鋼塊の型状、大いさにより割れの発生率並びに発生した割れの性状に明らかに異つた2つの類型がある。すなわち C 含有量が 0.18% 以下の丸型鋼塊に主として現われる包晶反応に起因すると考えられるものと、C 含有量が 0.30% 以上の大型鋼塊に主として現われる熱応力、および γ から α への変態に伴う諸応力に起因すると考えられるものの2種類である。

この問題について過去8カ月間のデーターを鋼種別、鋼塊の型状別に調査して発生原因に対する考察を行なつた。

II. 調 査 方 法

この調査の対象とした鋼塊は昭和31年8月以降昭和32年3月までの間に一定の作業標準にしたがつて、塩基性電弧炉にて熔製し、タンディツシュ使用の上注法で鑄込まれた。機械構造用炭素鋼、Ni-Cr 鋼、Cr-Mo 鋼の鋼塊である。

鋼塊の型状および大いさは Table 1 に示す通りである。

270 kg 丸型鋼塊については鋼種別に縦割れ発生率を調べ、さらに S15C, S25C については C 含有量と縦割れ発生率との関係を調査した。

650 kg 以上の大型鋼塊は熱塊処理、または鋼塊徐冷の

Table 1. The shape of ingot.

Ingot	Wt of ingot kg	The shape of cross section	Top diameter of ingot (mm)	Bottom diameter of ingot (mm)	Height of ingot (mm)
270 kg	270	Round	240	190	900
650 kg	690	Square	345	270	820
1,000 kg	1,000	Square	400	310	890
1,200 kg	1,450	Dodecagonal	480	390	1050
2,000 kg	2,000	Octagonal	520	430	1150

関係上鋼塊での疵の検査が充分に行ない得ないために、
 鋳込後鍛造の粗角になるまでの間に縦割れによつて廃
 却せられた量を鋼種別に調査した。なお同一鋼種でも型
 別により、縦割れ発生率にある程度差はあると考えられ
 るが熔製量が比較的少なく、かつ割れの発生率も非常に
 少ないため型別の差異を検討するに至らず、一応総括し
 て考えた。

III. 調 査 結 果

(1) 縦割れ発生率

270 kg 丸型鋼塊の場合の鋼種別の発生率は Fig. 1 に
 示した通りである。これを見ると 270 kg 丸型鋼塊の縦
 割れはC含有量の低い部分に非常に多く現われ、C含
 有量が0.30%以上になるとほとんど現われなくなってい
 る。さらに最も発生率の多いS15C, S25Cについては
 C含有量別にプロットすると Fig. 2 のようになる。す
 なわちC含有量が0.18%を境として急に減少する傾向
 を持っている。

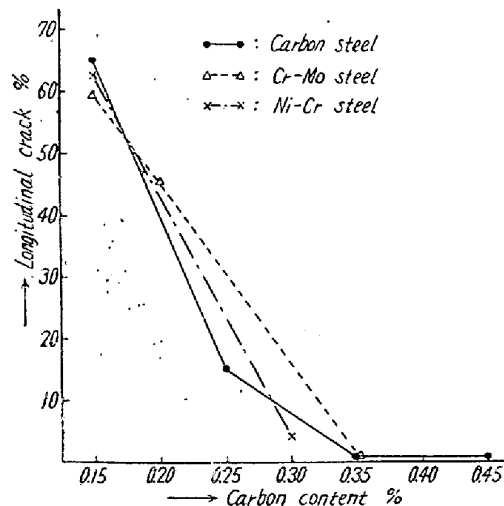


Fig. 1. Influence of the carbon content on the longitudinal crack of 270 kg round ingot.

650 kg 以上の大型角型鋼塊の縦割れによる鍛造粗角の
 廃却率は Fig. 3 に示す通りでC含有量の低い肌焼系の
 のものについては全然発生しないでC含有量が0.25%を
 超えると発生し、C含有量の増加と共に発生率は増大す
 る。また炭素鋼, Cr-Mo 鋼に比して Ni-Cr 鋼は発生

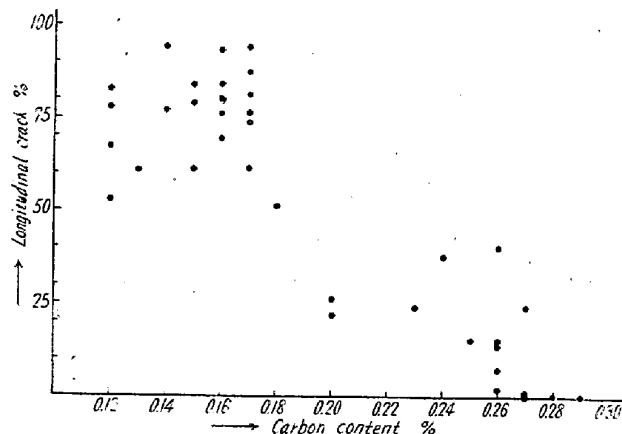


Fig. 2. Relation between carbon content and longitudinal crack of 270 kg round ingot. (C%: 0.10~0.30)

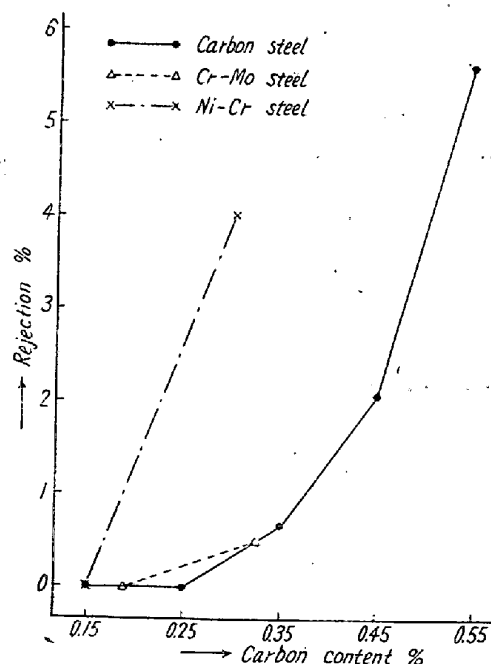


Fig. 3. Influence of the carbon content on the rejection of forged billet due to the longitudinal crack of large ingot.

率が大である。

(2) 発生した割れの性状

270 kg 丸型鋼塊に発生する割れと 650 kg 以上の大型
 鋼塊に発生するものとの間には、その性状に非常に大き

な差がある。前者の場合は発生した割れは断続しておりその割れの部分が僅かではあるが変形して凹んでいるような傾向を持つている。また割れの深さも浅く、深い場合においても 10mm 以上におよぶことはまれである。これに対して後者の場合は連続的でかつ割れの深さも非常に深く、ほとんど中心部に達する程の深さを持つている。

IV. 考 察

以上の調査から 270 kg 丸型鋼塊に発生する割れと大型角型鋼塊に発生する割れとは全く異つた時期に異つた原因によつて発生するものと考えられる。270 kg 丸型鋼塊に発生する割れはその性状から言つて、凝固初期のある程度変形可能な時期に発し、C 含有量が 0.18% を超すと共に発生率が急激に減少している点から考えてこの割れは鉄-炭素系状態図における包晶反応に起因するものと考えられる。すなわち C 含有量が 0.18% 以下のものにおいては包晶反応に際して $(\delta + L) \rightarrow (\delta + \gamma)$ の変化が行われ、この際生成する γ の量に応じて体積の収縮が行われる。この変態による収縮は鋼塊の凝固した外殻部にて最初に起るが丸型の場合にはこの収縮が表面積の小なるために充分に行われず、最も弱い部分にて割れを発生するに至る。C 含有量が 0.18% を超すものについては $(\delta + L) \rightarrow (\gamma + L)$ の変態による体積の収縮が行われるのであるがこの際共存するものが液相であるためにこれが緩衝帯となつて割れたまで発達しない。これに対して大型鋼塊においてこの割れの発生しないのは角型であるために変態の際の体積変化に応じた収縮が丸型に比して容易であり、かつ応力の集中が行われ難いためであると考えられる。

他方大型鋼塊に発生する割れは割れの性状から判断して可成り温度が低くなつてから発生したと考えられる。

しかも大型鋼塊の縦割れによる廃却率は C 含有量が高くなるにしたがつて高くなり。これに対してこの C 含有量の範囲の 270 kg 型鋼塊にはこの割れは発生しない。また Ni-Cr 鋼が炭素鋼に比し割れの発生率が大なること等から考えてこの割れば冷却時における冷却速度、冷却方法による鋼塊各部の温度差に起因する熱応力、 γ の α への変態に伴う応力によつて割れが発生したのものと考えられる。

(103) 鋼の水素吸収による内部摩擦の変化におよぼす組織の影響

Effects of Structures on the Changes of Internal Friction of Some Steels Caused by an Absorbed Hydrogen

M. Mizuta, et alius.

大阪大学 工博 美馬源次郎・工修○水田三千雄

I. 緒 言

有害元素としての水素の鋼中での状態を明らかにすることは現在必要であると考えられる。

われわれは先に C-鋼の水素脆化と内部摩擦との関係について報告(本誌第 43 年第 2 号)した。今回はその関連研究として行なつた鋼の水素吸収による内部摩擦の変化と鋼の組織との関係についての実験結果を報告する。すなわち C-, Ni-Cr, および Ni-Cr-Mo 鋼のマルテンサイト, バイナイト, パーライト組織のものに水素を吸収せしめて後常温放置し、この水素の放出過程における放出水素量と構造敏感性の内部摩擦の変化の測定比較を行なつてこれ等の関係におよぼす組織の影響を調べた。

II. 試料および実験方法

試験として Table 1 に示すような化学組成を有する C-, Ni-Cr, Ni-Cr-Mo 鋼を用いた。

これ等の材料は約 10×10×200 mm の大きさに鍛造後表示した温度にて 30mn 保持したる後焼準し、次に水素放出量測定試片(9×9×30 mm)および内部摩擦測定試片(9×9×160 mm)を切削し最後に所要組織を得るための熱処理を施した。すなわち C-鋼のパーライトマルテンサイト, バイナイト各組織の熱処理はそれぞれの鋼の A_3 点以上 60~70°C の温度にて 1h 保持後炉冷(約 1.7°C/mn の冷却速度), 油中急冷, 300°C 塩浴恒温保持(2h)を行なつた。また Ni-Cr, Ni-Cr-Mo 鋼の焼鈍は 850°C 1h 保持後炉冷(前記と同様の冷却速度)焼入焼戻は 850°C 油中急冷 630°C 2h 焼戻後水中急冷を行なつた。また水素吸収は電解法[電解液: 5vol % H_2SO_4 aq, 水素吸収増加剤: (1 grs. Pin 20cc CS_2) 0.2 vol. %, 電流密度: 0.1 amp/cm², 電解時間: 3h 等]により行ない、水素放出量の測定は一般に用いられている方法、すなわち試片を水銀中に浸漬して拡散放出する水素を水銀上に捕集してその容積を測定する方法を用いた。なおまた内部摩擦測定は既報の装置(美馬源次郎, 井本正介: 大阪大学工学部報告 Vol. 2, No. 33, 1952, p. 93)を用いて磁気歪振動法(横振動: 2K.C.