

かつた。

IV. 結 言

セミキルド原鋼板の頭部欠陥を、水媒質超音波探傷によつて調査した結果、各種製造条件の中、注入温度と相関性が認められた。また、倒立装入して均熱すればかなりの効果があり、成分的類似性から、欠陥はモールドスカムの残留せるものと思われた。防止法としては、注入温度を低くし、倒立装入均熱をおこない、分塊後の切捨量を適正にし、鋼板に圧延後確実に不良部分を切捨てることなどが考えられる。

(26) リムド鋼塊の偏析におよぼすトラックタイムの影響

Effect of the Track Time on the Segregation of Rimmed Steel Ingots

T. Ooka, et alii.

八幡製鉄所, 技術研究所

工 加藤 健・松田亀松・工〇大岡耕之

I. 緒 言

トラックタイムの選定が、熱経済、均熱能率品質におよぼす影響の大きいことは勿論であるが、リムド鋼塊の場合は、トラックタイムが鋼塊頭部のS偏析に、脱酸度、蓋置時間およびその他の因子よりも、比較的大きい影響を有することは、国内でも一部報告されている。

本報告は、リムド鋼塊の頭部Sの凝集におよぼすトラックタイムの影響を、鋼塊片断面のSプリントマクロエッチ調査、および計算による注入、均熱過程の鋼塊の凝固、鋼塊内温度分布の調査にもとずいて検討し、鋼塊品質の点から許されるべきトラックタイムの限界を調査し

併せて鋼塊品質とトラックタイムとに関連して、均熱炉操業方法にも言及し、さらにこれらの調査結果にもとずいて、鋼塊品質の向上、維持を目的とした場合のトラックタイムのあり方を考察した結果をのべたものである。

II. 実験要領とその結果

実験は C 0.18~0.20%, Mn 0.40% のリムド角型鋼塊 (4 t 800) の型入台車輸送鋼塊を対象として、30~35分, 50~55分, 75~80分の3グループのトラックタイムと、1時間 30分, 2時間, 2時間 30分の3グループの均熱炉在炉時間につ

いておこなつたが、在炉時間を、このように分けたのは、型入輸送されたかゝる鋼塊は、鋼塊表面温度の降下が少く、長時間の在炉を必要としないので、後述するが、むしろ30分前後で均熱炉に装入された鋼塊の均熱炉内での凝固完了の check を目標としたためである。精錬造塊作業は標

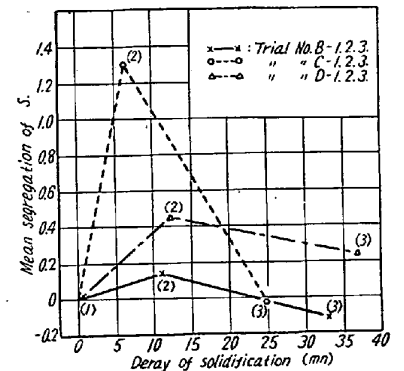


Fig. 1. Relation between degree of segregation at the top central axis of bloom and delay of solidification due to early track time.

準作業にしたがつておこなわれ、試験鋼塊のトラックタイム、在炉時間等は一括して Table 1 に示す。なお、均熱炉加熱期の加熱速度は 5.5°C/mn, 3.0°C/mn であり、このような加熱速度が、均熱炉内での凝固のおくれにおよぼす影響を計算にもとずいて検討した。調査は鋼塊切断面、205mm φ 鋼片の頭部 2m の縦断面、および鋼塊高さ 2/3 相当位置での鋼片横断面について、S p

Table 1. Summary of experimental data.

| Trial No. | Time of stripping | Time of charging | Time of drawing | Soaking time | Investigation |
|-----------|-------------------|------------------|-----------------|--------------|---------------|
|           | mn, after casting |                  |                 |              |               |
| A-1       | 82' 01"           | 83' 54"          | 228' 40"        | 144' 46"     | ingot         |
|           | 42' 09"           | 43' 11"          | 190' 42"        | 147' 31"     |               |
| B-1       | 76' 15"           | 78' 27"          | 164' 22"        | 85' 55"      | bloom         |
|           | 51' 37"           | 52' 37"          | 146' 54"        | 94' 17"      |               |
|           | 32' 02"           | 33' 18"          | 122' 42"        | 89' 24"      |               |
| C-1       | 82' 05"           | 83' 36"          | 227' 00"        | 143' 24"     | bloom         |
|           | 55' 14"           | 56' 54"          | 202' 36"        | 145' 42"     |               |
|           | 37' 44"           | 38' 51"          | 185' 57"        | 147' 06"     |               |
| D-1       | 71' 01"           | 74' 37"          | 230' 18"        | 155' 41"     | bloom         |
|           | 49' 31"           | 50' 47"          | 210' 31"        | 159' 44"     |               |
|           | 29' 42"           | 31' 08"          | 190' 41"        | 159' 33"     |               |

リントマクロエッチ調査をおこなったが、これらの調査結果を総括すれば次のとおりである。

1) 均熱炉早期装入鋼塊 (No. A-2) 切断調査によれば正常なりリンド鋼塊内質部に見られる肥大晶が認められず、内質全般にわたって粒状晶を呈している。この傾向はとくに鋼塊底部にいちじるしく、内質全般に小気泡が発生し、Sプリントによれば気泡性偏析群がいちじるしく増加しており、鋼塊頭部にSの逆V偏析がとくに顕著に発達している。

2) 鋼片調査によれば、トラックタイムの減少にしたがつて頭部偏析は増大するが、さらに減少する場合、頭部濃厚偏析はむしろ減少し、偏析帯は長くのびる傾向を示すが、これは前述したごとく鋼塊内質全般の性状の変化によるものである。これらの傾向を鋼塊高さ90~96%相当位置での鋼片中心軸におけるS平均偏析度の変化について、75~80分のトラックタイムを有する鋼片のS偏析度を標準として Fig. 1 に示した。図中横軸は後述の方法で求めた。鋼塊を鑄型内で凝固させた場合の凝固時間に対する早期トラックタイムの鋼塊の均熱炉内での凝固のおくれを示す。

3) 鋼片頭部のメカニカルパイプは、トラックタイムの短縮にしたがつて減少しているが、これはトラックタイムの差異にもとづく圧延時の鋼塊中心部と表面の温度差に起因することは明らかである。

4) No. B-3 鋼塊は、トラックタイム 33 分、在炉時間 89 分であり、注入後均熱炉抽出までの経過時間は 122 分であるが、鋼片Sプリントから圧延時、未凝固または mushy state の状態であることが明らかにされた。

### III. 考 察

以上のべたトラックタイムの変化にもとづく鋼塊鋼片の偏析状況の変化は、未凝固鋼塊を均熱炉に装入したことによる凝固進行状況の変化に起因すると考えられるので、トラックタイムおよび均熱炉操作条件の変化が鋼塊内温度分布、したがって凝固の進行におよぼす影響を明らかにし、型入台車輸送をおこなう場合の適正トラックタイムを決定すべく、一連の計算をおこなった。計算はすべて現在までの当所での研究結果を基礎として、これに一次元の熱伝導微分方程式に対する E. Schmidt の近似解法を適用して各種のトラックタイムを有する鋼塊の均熱炉内での凝固の進行と温度分布を明らかにしたがここでは計算過程は省略する。

1) 鋼塊の完全凝固時間と鋼塊内温度分布の変化について上述の方法で求めた各種のトラックタイムを有する

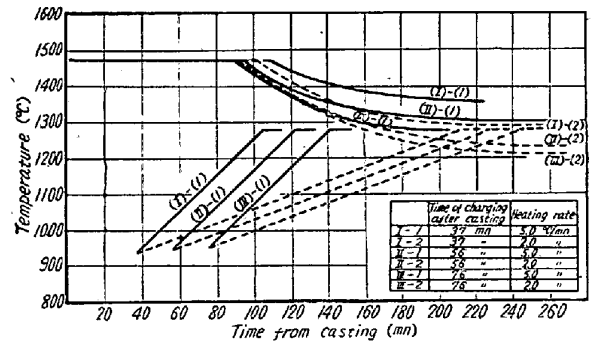


Fig. 2. Times/temperature curves from casting to drawing (calculated)

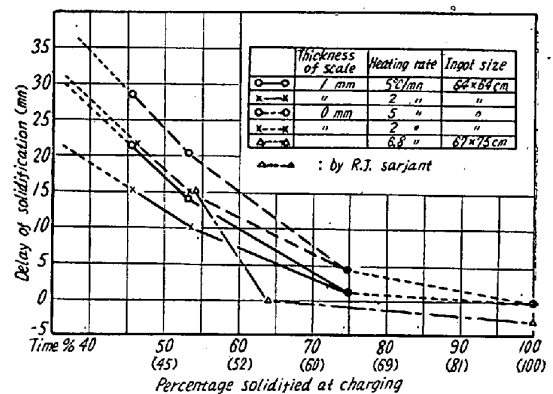


Fig. 3. Relation between delay of solidification and percentage solidified at charging. (calculated)

鋼塊の注入後の鋼塊表面温度と中心温度の変化を Fig. 2 に示す。計算をおこなった均熱炉加熱期の加熱速度は 5°C/mn, 2°C/mn であり、鋼塊を鑄型内で冷却した場合の角型鋼塊 (64×64cm) の完全凝固時間は 88 分となるが、この値は J. R. Chigwidden の実測値、R. J. Sarjant の計算値等と比較検討しても、一応妥当なものと考えられる。Fig. 3 はこれらの結果を用いて鋼塊の均熱炉装入時の凝固量と均熱炉での凝固のおくれとの関係を示したが、これによると均熱炉装入直前に型抜きされ、均熱炉内で 5°C/mn, 2°C/mn の加熱速度で加熱された場合の鋼塊の凝固のおくれはおのおの 35 分、25 分程度である。前述した未凝固、または mushy state で圧延されたトラックタイム 33 分の No. B-3 鋼塊の操作経過と比較すれば、このようにして求めた凝固時間のおくれが妥当な値であることは明らかである。

2) 均熱炉装入直前型抜きした場合の角型鋼塊の最適トラックタイムについて

均熱炉装入直前、型抜きしたトラックタイムを異にする鋼塊鋼片の偏析におよぼすトラックタイムの影響について、切断調査による偏析度の変化と計算にもとづく均熱炉内での鋼塊凝固のおくれとの関係を明らかにした。

このような均熱炉内での凝固のおくれに起因する鋼塊品質と計算にもとづく均熱炉抽出時の鋼塊均熱度（関係図表省略）等を総合検討した結果、かかる作業条件にある角型鋼塊（64×64cm）の最適トラックタイムは70～80分がのぞましいと考えられ、R. J. Sarjant が提唱した式（均熱炉装入前20分以上で型抜した鋼塊を対象とする）にもとずいて計算すると72分となり、N. H. Bacon が提唱した式で計算した89分は若干おそい感じである。

IV. 結 言

1) 鋼塊鋼片の切断調査の結果、軽度の凝固のおくれは単に頭部偏析を増加させるのみであるが、過度の凝固のおくれは鋼塊内質全般の不均一性を増大さす傾向がある。

2) 計算にもとずいて、均熱炉装入直前に型抜きしたトラックタイム30～35分の鋼塊の均熱炉内での凝固のおくれは30～35分程度であり、50～55分のトラックタイムの鋼塊は10～15分凝固がおくれる。また均熱炉内での加熱速度の影響も無視できず、その影響の程度はトラックタイムが早い程大きい。

3) 均熱炉装入直前、型抜きする場合、リムD角型鋼塊（4t 800）のトラックタイムは鋼塊品質の点を加味して70～80分が妥当である。

(27) 鋼塊内収縮管の熱間圧延による  
圧着の研究

A Study on Reduction and Solid Phase  
Welding of Ingot Pipes by Hot Rolling

T. Oda, et alii.

八幡製鉄所技術研究所

工博 豊島清三・理 坂本九州男・○小田悌五

I. 緒 言

鋼塊の圧延過程におけるパイプの挙動を明らかにし、併せてパイプによる成品の障害を圧延により減少させる方法の検討を目的としてこの研究をおこなった。ここでは鋼塊内部の収縮管または管状気泡のような空洞部分が圧延加工で変形されて押し潰される状況と鋼塊の圧延による変形との関係を求めた。また押し潰された面がその後の圧延で接着されるとき、この接着率に影響する圧延条件について総て模型試験片と試験用圧延機を用いて実験した。鋼塊の変形と収縮管の圧潰との関係を求める実験からえられた結果については分塊工場の4, 5t 鋼塊の分塊圧延試験の二, 三の結果と比較して実験結果の実

用性を検討した。

収縮管の実験に供した模型試験片は底部50mm×50mm, 頂部43mm×43mm, 長さ190mmの金型鑄込みの鋼塊に直径5～30mmの錐孔を穿つたもの、および厚さ35mm, 巾65mm, 長さ100mmの鋼塊に直径10～18mmの錐孔を穿つたもので、錐孔の開口部は鋼塊をねじ止めした。押し潰しの面の固相接着の実験に供した試験片は厚さ5, 10, 15mmの鋼板の片面を研磨し、研磨面を向い合せて2枚重ねとし四周を電気熔接した。その面積は80mm×180mmとした。

II. 実験結果

1. 圧延による収縮管の圧潰

それぞれことなつた直径の収縮管を与へた角型鋼塊について、圧延温度を1150°Cとして総圧減率がそれぞれ15, 30, 45, 60%に到達した時圧延を止め、試片を切断してその断面寸法と収縮管の寸法とを測定した。鋼塊の圧減寸法 $\Delta h$ と収縮管の圧潰寸法 $\Delta\phi$ との関係はFig. 1に示すように直線になる。そしてこの $\Delta\phi$ の値が始

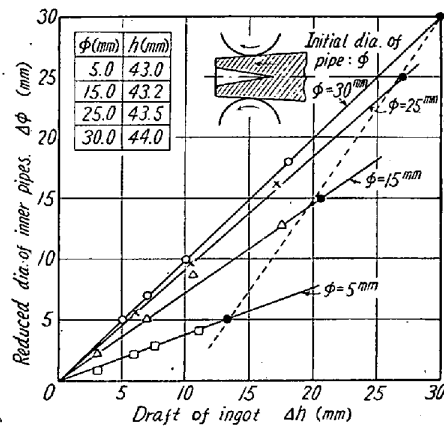


Fig. 1. Relation between draft of small ingots and reduced dia. of inner pipes.

めの収縮管径 $\phi$ に等しくなる点すなわち収縮管圧潰が完了した時の点を連ねると同図点線で示すようにこれも $\Delta h$ に対して直線関係があることが分る。巾広鋼塊の場合では $\Delta\phi$ の値が角型鋼塊のものよりわずかに大きいという相違があるのみで $\Delta h$ との関連性は角型鋼塊と同様であつた。なほ収縮管の巾方向の径は、圧下量の小さい間は初径よりも拡つてゆくが、縦径がほぼ50%押し潰されたところから急激に両端から圧着され始める。

Fig. 1でも見られるように収縮管の直径が大きいと当然これを圧着させるには鋼塊に大きな圧減率を与へねばならぬ。同図の $\Delta\phi = \phi$ の各点から横軸へ垂線を下し横軸とまじわる時の $\Delta h$ の値を $\Delta h/h$ で示し、一方収縮管の太さ $\phi$ を鋼塊断面寸法 $h$ と収縮管の径 $\phi$ との比 $\phi/h$