

をり、これは単なる偏析部の散在したものと考えられない。

V. 結 言

500 kg 試験鋼塊を早期動揺し鋼塊内部に現れる欠陥として次の事項を認めた。

(1) 完全凝固前に鋼塊を転倒すると斑点状Sの異常偏析が現れる。しかし鋼塊早期動揺でも転倒のごとき過激な動揺を与えぬ限り異常偏析は生じない。

(2) 転倒鋼塊の斑点状S偏析の箇所は顕微鏡検査によると硫化物の数が多い。

(3) C, Mn 等の成分は早期動揺により異常偏析を生じない。

(32) キルド鋼塊偏析部の熱間変形能について

Hot-workability of the Segregation Zones in the Killed Steel Ingot

J, Kubodera, et alii

日本鋼管技術研究所

工 西尾好光・工 耳野 亨・〇久保寺治朗

I. 緒 言

キルド鋼塊内部には周知のごとく、横方向凝固で出来た柱状晶帯に続く樹枝状晶帯に存在する逆V偏析層、縦方向凝固で出来た自由晶帯と一部沈澱晶帯にわたり、収縮孔直下から連なるV偏析層と沈澱晶帯がある。逆V偏析層とV偏析層は層状偏析でかつ正偏析であり、沈澱晶帯は負偏析帯であることもよく知られているところである。これらの各偏析部の性状・生成過程については種々の研究があるが、熱間変形能についての報告はほとんど見当らない。本報では6t, 1.6t, 1tの鋼塊の各偏析部の熱間変形能について述べ、マンネスマン穿孔時の資料とした。ここで熱間変形能と定義するのは熱間加工時における疵の発生の難易を言うもので、変形抵抗に関しては触れない。

Table 1. Pouring condition of the test ingots.

Ingot mark	Charge No.	Tap temp. (°C)	Mean pouring rate (mm/mn)	Ingot size (mm)	Chemical composition (%)					
					C	Si	Mn	P	S	Cu
A	4780	1575	1200 Top poured	650φ (590φ) × 2050 Big-End-Down	0.17	0.18	0.40	0.011	0.029	0.13
B	5020	1642	123 Bottom Poured	495φ (486φ) × 960 Big-End-Down	0.23	0.27	0.60	0.018	0.017	0.17
C	4494	1630	195 Bottom poured	345φ (335φ) × 900 Big-End-Down	0.12	0.24	0.45	0.019	0.018	0.16
D	5383	1648	213 Bottom poured	345φ (335φ) × 930 Big-End-Down	0.15	0.21	0.53	0.029	0.022	0.19

II. 試 験 方 法

熱間変形能の試験方法としては簡単な熱間曲げ試験法を採用した。鋼塊各偏析部よりガス切断ならびに機械切削により5×15×55mmの試験片を切り出して、曲げ表面をベルトサンダーでNo. 100に仕上げた。試験片は実験用シリコニット電気炉で空気中で1h加熱後直ちに曲げた。加熱温度すなわち試験温度は鋼塊Aでは1000°C, 1100°C, 1200°Cの3水準とし、鋼塊B, C, Dは1250°Cとした。曲げは2段で行い、密着迄曲げその外周部に発生した裂疵の程度により変形能を判定した。この際加熱温度が1100°Cを越えると外表面一面にCuによる亀甲状の疵が発生するが、これは判定には考慮しなかつた。供試鋼塊の造塊条件をTable 1にまた各鋼塊からの試験片採出位置をFig. 1に示した。A-1とA-2は鋼塊表層部の試料で柱状晶帯に属する、A-3, A-4, A-5は逆V偏析層に沿って試料を採っており、A-6とB-1は収縮孔直下のV偏析層頭部である。A-7, B-2, C-5 D-7はV偏析層底部側で、A-8, B-4, C-6, D-8は沈澱晶帯に位置している。裂疵の判定規準は大裂疵・中裂疵

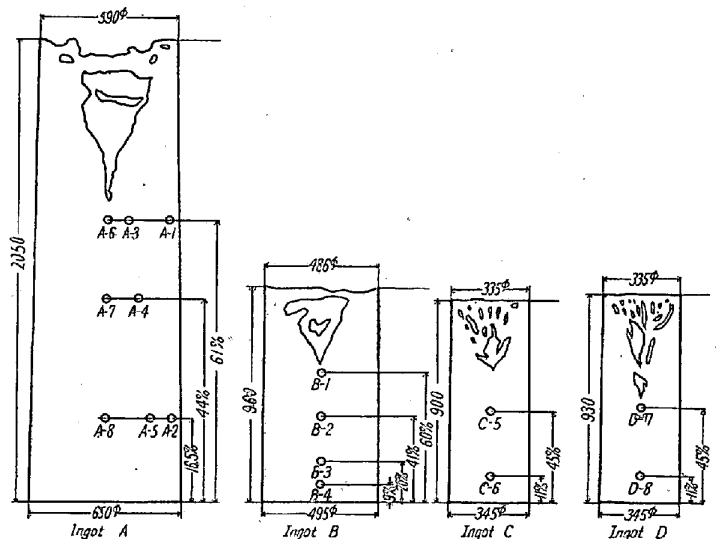


Fig. 1. Location of specimen in the test ingots.

小裂疵・無疵の4段階とし、れこれにそれぞれ、3点、2点、1点、0点、という疵点数を与えた。

III. 試験結果ならびに考察

1. 鋼塊の熱間変形能

A-1 から A-8迄の試料については、試験温度1水準について各試料共おのおの3回の試験を行った。鋼塊表層部の A-1 と A-2 は裂疵を発生せず、すべて無疵であつたがその他の各部の試験片には大なり小なりの裂疵を発生した。これを1カ当りの平均疵点数に直して Fig. 2 に示した。これによると鋼塊頭部側の A-3 と

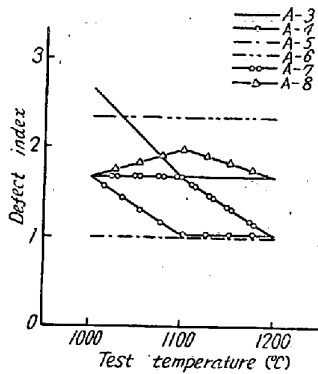


Fig. 2. Relation between test temperature and defect index.

A-6 および沈澱晶帯の A-8 の変形能は小さいことが判つた。特に一般的には試験温度が上昇するにしたがつて変形能は大きくなる傾向にあるが、収縮孔直下の A-6 と沈澱晶帯の A-8 においてはほとんど変形能の向上が認められなかつたことは注目される。

2. 鋼塊 B, C, D の熱間変形能

試験温度は 1250°C の1水準で各試料共おのおの4回の試験を行った。この結果を鋼塊Aと同様に1カ当りの平均疵点数に直し、鋼塊Aの鋼塊縦方向中心軸に沿つた A-6, A-7, A-8 の結果と共に鋼塊縦方向高さをグラフの横軸にとつて Fig. 3 に示した。これによると鋼塊Aと鋼塊Bではほぼ同型の曲線を描き、共に鋼塊頭部側

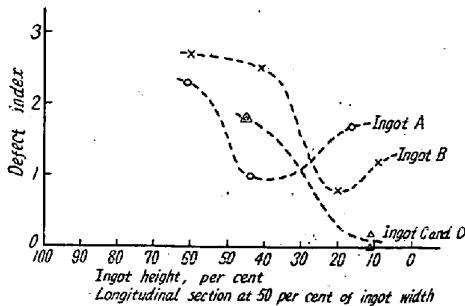


Fig. 3. Relation between ingot height and defect index.

の収縮孔直下のV偏析層が最も熱間変形能が劣り、底部に向うにつれ漸次変形能が向上するが、沈澱晶帯に至るとふたたび変形能が小さくなつてゐる。これに反して鋼塊CとD(同型鋼塊)では、最も変形能が劣るのはV偏析層頭部であることは変りないが上記2鋼塊のように沈澱晶帯に当る位置に至つても変形能が小さくなることは認められなかつた。

3. 考察

以上の試験の結果偏析部中最も変形態の劣るのは、鋼塊の大きさに拘わらず収縮孔直下Vの偏析層頭部であつた。曲げ試験前に試験片表面について採つた S-print および割れ部の S-print, macro-etch 等と比較してみると、V偏析層と逆V偏析層に発生した割れはこれ等に現われる macro 的な偏析と大体一致している。顕微鏡の結果によると、macro 的な偏析には例外なく MnS 系非金属介在物が存在し、特に鋼塊頭部側の偏析は MnS-FeS 系非金属介在物を含有している。したがつて V偏析層頭部の変形能の劣る原因は MnS-FeS 系非金属介在物が存在する macro 的な偏析にあるものと考えられる。

これに反して沈澱晶帯の変形能が劣ることは予想しなかつた所であり、その上割れは macro 的な偏析とは一致しないようである。もちろん S-print は立体的に分布したSの偏析をある一平面で截つた表現であり、かつ沈澱晶帯のSの偏析点は余り大きくないのでこの間の関係が明瞭に出て来ないのかも知れない。しかし熱間曲げ試験で発生した疵の大きさとSの偏析点の大きさを比較すると、割れの原因を他のなんらかのものに求めることが妥当なようである。沈澱晶帯について SiO₂ と Al₂O₃ のサンド分析と検鏡をした結果、鋼塊C, Dを除いては特に大きい非金属介在物が存在するという事は認められなかつた。また割れ部を検鏡しても非金属介在物を伴つてゐるということは見当らなかつたので、原因を非金属介在物に帰するにも無理があるようである。

沈澱晶帯の生成過程については種々の説があるが、大別すると自由晶沈降説と偏析物浮上説になる。今自由晶沈降説を採るとすると、沈降して来た自由晶自体は割合純度が高いものであるが、沈降後堆積して底面に固着する時はその周囲を縦方向凝固で出来た不純物が富化した熔鋼により囲まれ、これが沈降自由晶粒の境界で凝固することは考えられる。したがつて沈澱晶帯には特有の micro 的な正偏析が存在する可能性がある。実際に沈澱晶帯を Oberhoffer 氏試薬で腐蝕したものを100倍で検鏡したところ、網目状のPの偏析を認めた。さらに

自由晶が沈降堆積する際には bridging を起すことも考えられる。これ等の micro 的な偏析がその存在形態によつては熱間変形成能を害する一原因になるものと考えられる。しかし鋼塊 C, D では沈澱晶帯に当る部分の変形成能が大きかつた。この原因は鋼塊の凝固過程によるものであり、鋼塊直径が小さいため、完全な縦方向凝固過程がなく、沈澱晶生成が大型鋼塊（鋼塊径 15in 以上¹⁾）に比較して不十分であつたためと考えられる。

IV. 結 言

1. V 偏析頭部が最も熱間変形成能が劣る。この原因は MnS-FeS 系非金属介在物を伴つた macro 的偏析にある。
2. 逆偏 V 析層・V 偏析層底部側の熱間変形成能は V 偏析層頭部に比して大きい。
3. 完全な鋼塊縦方向凝固過程を持つた鋼塊では、沈澱晶帯の熱間変形成能が小さい。これは沈澱晶特有の micro 的偏析によるものと考えられる。

- 1) E. Marburg: j. of Metals, vol. 5 (1953), No. 2, p. 157

(33) 炉頂ガス分析計による高炉々況判断 (II)

Blast Furnace Operation by a Top-Gas Analysis Meter (II)

K. Yasuda, et alii.

八幡製鉄, 八幡製鉄所製鉄部

工 井上 誠・工 光井 清・○安田弘路

I. 緒 言

第 1 報において炉頂ガス分析計の機構上の問題点およびスリップ, 棚, 炉況冷え込み, その他の場合における CO₂ の変化について定性的な報告を行つたが, 今回は CO₂ の変化と他の現象との関連性について検討したことを報告したい。

II. 懸滞時の CO₂ の変化についての考察

一般に懸滞前には CO₂ が上昇すること, CO₂ 上昇の型には比較的長時間にわたつて徐々に上昇するものと短時間に上昇して棚になるものと大別出来ることは第 1 報において述べた通りであるが, 今回洞岡 2 高炉において最近 8 カ月に懸滞した 21 例について分類して見た。これは Table 1 に示す通りである。

CO₂ の緩上昇後懸滞するものはその前から通風状態が悪く CO₂ の上昇と共に下降速度の低下が見られる。一般に風圧の高い通風困難な炉況で下降速度が遅くなり炉

Table 1. CO₂ の変化による棚の分類

CO ₂ の 変 化	回 数
緩上昇して懸滞したもの	9
急上昇して懸滞したもの	8
低下して懸滞したもの	0
変化ないもの	4
計	21

頂ガスの CO₂ が上昇の傾向を取れば棚は充分予想される。この場合は棚の回避も不可能ではないと考えられる。また此の種の棚は爾後の炉況は一般に上向となるよう炉況回復期の棚はほとんど此の型である。CO₂ の急上昇後懸滞するものは突発的な棚で, スリップの後や送風機の不調で風量に変動があつた場合の棚は此型の多い。また炉況が冷え気味の場合の棚は CO₂ の変化が小さいようである。懸滞前 CO₂ に変化のない 4 件中 3 件は炉況が冷えた場合の棚であつた。

棚落し後 CO₂ が低下するもの, 変化のないものあるいは上昇するものがある。棚落し後 CO₂ が低下したものは調査例中 12 件あつたがこれらは爾後の通風が良好で回復が速かつた。CO₂ の変化のない 6 例は通風状態の回復が非常に遅かつた。したがつてこのような場合, 棚落し後の処置は充分慎重を期さねばならない。棚落し後 CO₂ が上昇した 1 例は引続き懸滞した。此のように棚落し後の CO₂ の変化によつて明瞭に爾後の通風状態を推測出来るから, その後の処置を適切に打つことが出来る。また懸滞後 CO₂ が低下するものは自然棚落ちをするようである。調査例中 2 件は懸滞後 CO₂ が低下したがいずれも自然棚落ちをした。Fig. 1 は此の一例を示すものである。

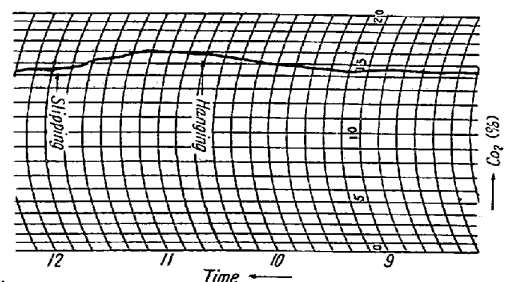


Fig. 1. Variation of CO₂ in the top-gas by slipping.

III. 吹抜け現象時の CO₂ の変化

Fig. 2 は吹抜け現象を起した場合の CO₂ の変化を示した例であるが CO₂ の低下が見られる。此の場合は装入物中に粉鉄石が多い時急速度に増風したためこの現象を起したものであるが, CO₂ の低下と共に風圧が低下し