

(2) 鍋付量と出鋼温度

鍋付量は、出鋼温度に、曲線的に、比例しているが、若干の巾を持っている。即ち、この巾は各種の条件によつて生じたものであるが、Fig. 2より知り得る如く、1580°C以上ならば、1t以内にする事ができる。従つて鍋付量のみの見地からは、高温程、条件がよいが、しかし高温に過ぎれば、鋼塊品質上、好ましからざる状況が発生し、かつまた、不必要な燃料消費、耐火物の溶損製鋼時間の延長等の欠点があるので、適正出鋼温度が、どこかに定められなければならぬ。従つて鍋付量面から考えれば出鋼温度は1580°C以上が望ましい。

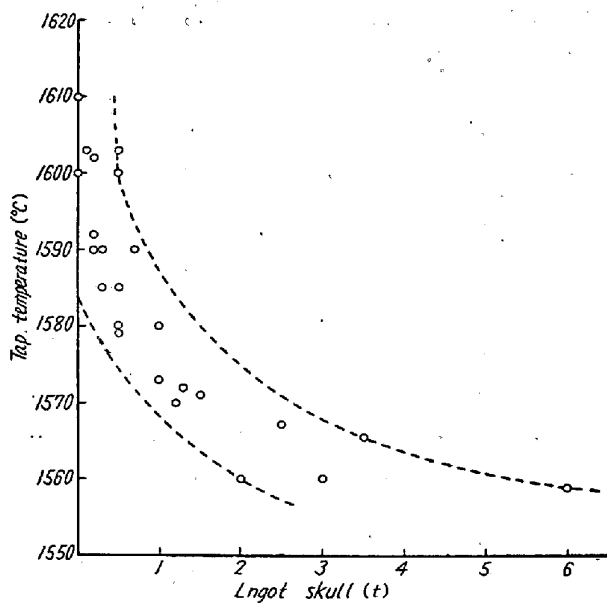


Fig. 2. Relation between tap temperature and ingot skull.

(3) 製鋼能率と出鋼温度

製鋼能率を大にするには、製鋼時間を短縮し、しかも鍋付量を最小にすることが必要である。製鋼時間の短縮は、熔鋼温度がともなわず、匪々多量の鍋付を発生す。一方、鍋付をなくするため温度を上昇せしめると、製鋼時間は延長し能率は低下する。従つて両者を満足する最も製鋼能率のよい出鋼温度が、決定されるべきで、この場合、相当のバラッキはあるが、1,570~1,600°Cがよいようである。

IV. 温度調整の結果と考察

(1) 温度調整上の各項目に対する結果概要

25チャージを対象とした結果は、次の通りである。熔落時のC量は、0.50%~1.20% Cで平均0.80% C、熔落温度は、炭素量相当熔融点以上、50°Cまでの範囲で、平均は1,500°Cである。精錬中の温度上昇率の平均値

は0.8°C/mn (酸素法) 吹精時のC量は、0.20% から0.10% までで、酸素1m³ 当り熔鋼温度は、0.4°C 上昇脱炭は0.0013% Cである。出鋼温度は、1,580~1,590°Cが、最も多く34%を占めている。熔鋼温度は、天井温度の増加および[C]の低下にともなつて上昇し、酸素の吹精によつて顕著な上昇を示す。熔鋼温度の上昇は、精錬時間の延長、[O]、並びにスラグ (CaO/SiO₂+P₂O₅<3.0の場合) 流動性の増加、および (FeO)/[O]の減少と高度の相関々係がある。

(2) 熔落炭素量と温度上昇実験図

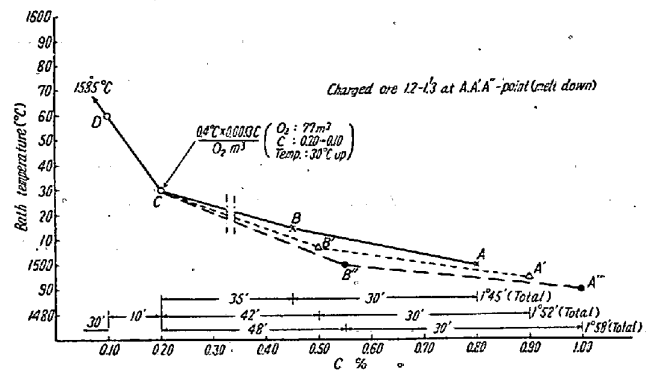


Fig. 3. Relation between bath temperature and carbon content.

上記各調査項目を纏めると、Fig. 3.の如く集約することができる。即ち、Fig. 3において、例えば、熔落A点 (C: 0.80%, 1,500°C)にて、鉱石1,200~1,300t投入、30分後のB点では、C 0.45%、温度1,515°Cになることを示す。同様に30分後において熔落A'はB'となり、A''はB''となる。次にC点 (C: 0.20%、1,530°C)にて、10分間 (77m³) 酸素吹込を行えば、D点 (C: 0.10%、1,560°C)になることを示すものである。D点以後は、酸素を用いないで、0.8°C/mnの割で温度上昇の実績の傾向あることを確認したので、イマージョン、パイロメータを使用することによつて、適正出鋼温度に到達し得る見透しがついた。

(27) リムド鋼の表面疵について

(On the Surface-Defect of Rimmed Steel)

Takeo Horigome, et alius.

富士製鉄 K.K. 釜石製鉄所研究所

○堀 籠 健 男

工 戸 田 陽 一

I. 緒 言

スラブ、ピレット等のリムド鋼圧延の際これらのコーナーに鱗状疵(或いはヒビ割れ)の発生する事が間々ある。本報告はこの種疵の生因およびその防止対策のため行つた研究結果である。ところでこの疵の発生原因として 1) 鋼そのものの性質, 2) 外部条件に二大別できる。1) に関しては 2) との関連においてであるが鋼中の Cu, Sn, As, S 或いは O₂ 等高温脆性を示す有害元素の影響, 2) の外部条件としては圧延前の加熱による酸化, 焼き過ぎ, 従つて加熱雰囲気, 温度, 時間等の影響および圧延条件等が従来いわれている。従つて本実験は以上の諸原因の何れが今の場合主な factor になっているかを調査した。

実験は現場的統計調査のうえ, 圧延実験, 高温酸化状況, その他 2, 3 の金相学的調査によつた。

II. 統計的調査

25 charge, 480 本のスラブにつきその疵の発生傾向を実際に調査した。その結果を鋼片加熱時間と charge を要因として分散分析を行つた結果が Table 1 である。

Table 1.

Factor	Sum of squares	Degree of freedom	Variance	F ₀
Heating time (S _B)	2000.9	1	2000.9	24.76××
Charge (S _A)	606.7	2	303.35	3.75×
SA×B	186.6	2	93.3	1.14
SE	1940.0	24	80.8	
SBAR	4734.2			

この事より疵の発生に対して加熱時間と charge が有意である事が判る。

III. 実 験

実験試料として調査の結果疵発生率の大なる charge (Z 45, Z 47) と少なる charge (Z 24, Z 33) の 4 種を使用した。

1) 圧延実験

上述の 4 種の charge を 100×50 mm, 厚みを一端は 19 mm 他端は 13 mm としてテーパーを付した試片を作成した。これらをマッフル炉で加熱温度, 時間等を夫々変化させて加熱しこれを小型圧延機でロールしこの際生ずるヒビ割れの状況を検した。試片にテーパーを付したのは 1 試片で連続的に圧下を変化せしめるためで、

疵発生難易は試片に疵が発生し始める圧下率で示す事ができる。この結果を統計的調査の場合と同様に加熱時間と charge を要因として分散分析したものが Table 2 である。この圧延実験結果からも疵発生に対してチャージと加熱時間が高度に有意である事が分る。

上述の結果は加熱時間と圧下率の相乗的影響を示すが無酸化加熱試片は圧下率を相当大にしてロールしても疵は発生せず圧下率は二義的影響しかあたえない事が分る。

Table 2.

Factor	Sum of squares	Degree of freedom	Variance	F ₀
Charge (S _B)	104.665	3	34.88	8.3××
Heating time (S _A)	200.425	3	66.808	15.9××
SA×B	37.79	9	4.20	
SAB	342.88	15		

2) 酸化実験

以上で加熱による酸化が疵の主原因である事は判明したが、これら外部条件が一定でも charge によつて疵発生に難易がある。この charge 間の差異の原因を追求するため以下の実験を行つた。

各 charge のリム部より約 20 g の立方体試料を作成しこれらを圧延実験の場合と全く同じ条件で加熱後、その酸化増加量と焼き減りを秤量した。その結果、加熱時間の増加につれて酸化増量の増すのは当然であるがその増加割合は charge によつて異なり、疵発生率の大なる charge は酸化傾向も大きい。即ち疵発生難易はある程度酸化増量によつて定量的に示し得る事が判つた。

3) 非酸化性元素の影響

上述酸化傾向差異の原因としては鋼質そのものの影響

Table 3.

Charge	Before oxidation			
	Sn	As	Cu	S
Z 24	0.026	0.041	0.15	0.011
// 33	0.038	0.036	0.11	0.013
// 45	0.050	0.036	0.14	0.014
// 47	0.045	0.036	0.11	0.010
Charge	After oxidation			
	Sn	As	Cu	S
Z 24	0.050	0.065	0.23	0.034
// 33	0.049	0.063	0.17	0.032
// 45	0.070	0.114	0.20	0.034
// 47	0.057	0.059	0.14	0.014

が考えられるが本項では高温酸化による非酸化性元素、Cu, Sn, As および S の鋼片表面濃縮状況について調べた。

実験は各 charge のリム部を air 中で 1300°C, 2時間加熱後スケール直下の表面層を分析し上述諸元素の濃縮量を求めた。

また表面層の鏡検も行つたが特にこれら諸元素が異相として析出してはおらず上表の濃縮量とも併せ考慮してこれら諸元素が疵発生の直接的原因になつては思われぬ。但し Cu, Sn 等が鋼中に存在すればその含有量に比例してスケール生成量が増加するといわれている。然らば charge 間の Cu, Sn 等の微少なる差異が間接的に疵発生率に影響する事も考えられるので次の実験を行つた。

Z 24 を mother alloy としてこれに Cu, Sn および As を夫々 0.1~0.9% まで添加した試料を作成、これを前述の酸化実験と同様な処理を行い、添加諸元素が酸化に如何に影響するかを調べた。この結果 Cu は実験範囲内の含有量では、その量に比例して酸化増量は減少、Sn は増加、As は特に一定の傾向は示さない。この事から今の場合各 charge の Sn 含有量の微少なる差異が鋼の酸化傾向助長の一原因、従つて疵発生率の差異の一原因という間接的影響も推測できようが、これだけでは明言できない。

この他ガス分析をも行つたが特に O₂ の影響とも思われぬ。

4) その他の実験について

a) 酸化後の表面組織について

酸化後の表面組織を検鏡すると前述の如く特に非酸化性元素が異相としては存在していないが、加熱時間の増加と共に地鉄の全面酸化と平行して粒界酸化が進行しているのが明らかに認められる。従つて加熱時間の増加による疵発生率の増加は粒界酸化に基因し、前述の酸化増量の多いものは粒界酸化を起し易い鋼質であると推定される。

b) 過熱について

圧延前に鋼材が過熱を受ければ当然割れの原因になる。実際の加熱炉では過熱を受ける事はまずあり得ないと考えられるが念のため各 charge の過熱温度を求めた。1350~1450°C の温度に加熱後 Austin の方法によつて腐蝕鏡検した。Z 45 は約 1400°C 附近で過熱組織を示したが他は 1450°C でも過熱を受けない。実際の加熱炉では 1400°C の高温加熱を受ける事はまずあり得ず今の場合過熱が疵の原因ではない。しかし過熱温度の低い

Table 4.

Charge	Grain size
Z 24	-0.3
# 33	0.3
# 45	1.5
# 47	0.4

い鋼質のものが実際に過熱を受けないでも疵が出易いという事も考えられる。

c) 結晶粒度について

圧延時の粒度が問題になるので、1200°C における粒度を真空加熱法によつて求めた。Table 4 にこれを示す

を示す

疵発生率の高い Z 45, 47 は明らかに粒度が大である。

なお疵の一原因になると思われる清浄度も測定したが疵の多い charge のものが一般に清浄度は悪いが余りこの傾向は明確ではなかつた。

IV. 総 括

以上を総括すると、

コーナー鱗状疵の根本原因は圧延前の酸化特に粒界酸化である。

これを前提として第二義的に圧延と鋼質が疵の原因になつている。圧延関係としては、本概要では省略したが鋼片の形状不良、孔型嚙込の際の泳ぎ、鋼片の温度不均一があげられる。鋼質としては高温で酸化し易く高温結晶粒の小さい、更に過熱温度の低い傾向のものが疵発生容易である。

(28) セミキルド鋼の表面気泡と縦疵 とについて

(Sub-surface Blow Holes of Semi-killed Steel Ingots and Seams of Products)

Takayuki Kinoshita, et alii.

八幡製鉄所技術研究所

工 加藤 健・工 今井純一

製鋼部

○木下孝之・清水正晴

I. 序 言

セミキルド鋼は多量生産用鋼種として重要なものであるが、その製鋼造塊法或いは鋼塊の内部状況については Tenenbaum の可成り詳細な報告、その他若干の文献があるとはいえ、我々はその作業法或いは応用分野の確立のために更に多くの知識が必要である。このために我々はセミキルド鋼に関して種々の方面から研究を行つて、ここにその一部として、鋼塊の表面気泡の状況