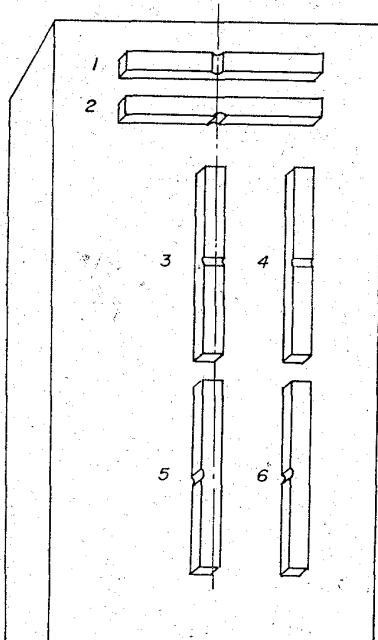


Fig. 1. Jominy curves of specimen A and B.



Specimen: B 80×10mm
Notch: 1.5mm, U-notch
Treatment: 845°C oil quench
485°C air cool

Fig. 2. Charpy specimen from rolled steel B.

- 6) シャルピー試験による方向性調査の結果は連続铸造法と鋼塊法との間に大差は認められない。
7) 機械的性質および焼入性は一般材と差は認められない。

(98) 発熱性押湯スリーブについて

八幡製鉄, 技術研究所

工博一戸正良・梶岡博幸・○福田正博

An Evaluation of Exothermic Hot Tops.

Dr. Masayoshi ICHINOE, Hiroyuki KAJIOKA
and Masahiro HUKUTA.

1. 結 言

キルド鋼塊の押湯方法の選択は, 鋼塊品質におよぼす

影響や分塊歩留りの点から重要視されている。押湯方法としては古くから種々の方法があるが, 最近では簡便な成型スリーブが従来の煉瓦に代つて広く採用されつつある。成型スリーブは発熱性スリーブ断熱性スリーブに大別できるが, ここでは積局的な押湯方法と考えられる発熱性スリーブについて検討した。

発熱性スリーブは金属 Al を配合したスリーブで, 溶鋼が接触すると発熱反応を起こし, 押湯部の溶鋼に熱を供給するか, あるいは溶鋼から吸収する熱量を小さくすることを目的としたものである。したがって発熱源である Al の配合量が重要な役割りを果たすと考えられるので, Al 配合量-発熱量-鋼塊頭形状の関係について実験した。

2. 実験要領

実験条件は次のとおりである。

Al 配合量: 10%, 20%, 30%, 40%

酸化剤配合量: 一定

形状: 1 t 上広押湯付

鋼種: 低炭素キルド鋼

フリカケ剤: 6.0 kg/Ingot

凝固後の鋼塊残留パイプに水を注入してパイプ量を測定するとともに, 鋼塊を縦断してパイプ形状を調査した。また押湯効果を熱バランスの面から検討するため示差熱分析法でスリーブの発熱量を測定するとともに, 実験に当つては下記に示す位置に Pt-Pt·Rh 線を埋込みスリーブ内の温度分布を求めた。なお比較のため煉瓦押湯の鋼塊も切断して調査した。

A点: 押湯内溶鋼の中心部。

B点: スリーブと接する位置の鋼塊肌部。

C点: 鋼塊とスリーブの境界。

D点: スリーブの発熱層。

E点: 発熱層と裏張耐火材の境界。

F点: スリーブの外表面。

3. 実験結果および検討

3.1 鋼塊頭形状

鋼塊頭形状の測定結果を一括して Table 1 に示す。パイプ量は前述したように水を注入して測定したが, 全収縮量は注入線と鋼塊頭頂面の空間の体積を算出し, パイプ量に加算して求めた。

試験鋼塊の全収縮量は側壁の収縮もあるため²⁾理論値よりやや小さくなっているが, 3.5~4.0% でほとんど一定であり, スリーブの配合組成とは無関係である。そのバラツキが小さいことよりパイプ形状の検討に試験鋼塊は適していると言える。

分塊歩留りに関係するのは鋼塊に残留するパイプ量やパイプ深さである。これには Al 配合量が関係していることが伺われる。すなわち

(i) 煉瓦を使用した場合に較べて発熱性スリーブのパイプ深さは著しく小さい。

(ii) Al 配合量が高くなるとパイプは浅く, それを形成しているメタル量も小さい。

鋼塊本体の凝固の進行とともに押湯部の溶鋼は凝固収縮を補うため鋼塊本体に供給される。注入後の経過時間にもなる溶鋼頭頂面の降下量を Fig. 1 に示した。同図

Table 1. Shape of ingot top of tested ingots.

Test No.	1	2	3	4	5	6	7	Refractory top	
Al addition in board (%)	10	10	20	20	30	30	40	220	230
Teeming height in hot top (mm)	125	98	101	90	127	103	97	150	170
Pipe depth from teeming line (mm)	65	73	62	58	52	45	46	150	170
Pile depth from ingot top (mm)	54	66	52	50	36	18	25	150	170
Total cavity (cm ³)	4485	4126	4394	4347	4586	3960	4380	4100	4250
*) // (%)	3.92	3.61	3.84	3.80	4.01	3.46	3.82	3.58	3.72
Pipe volume (cm ³)	3790	3390	3420	3350	2150	820	1320	4100	4250
*) // (%)	3.31	2.96	2.99	2.93	1.88	0.72	1.15	3.58	3.72

* Liquid volume of tested ingot = 114,400 cm³

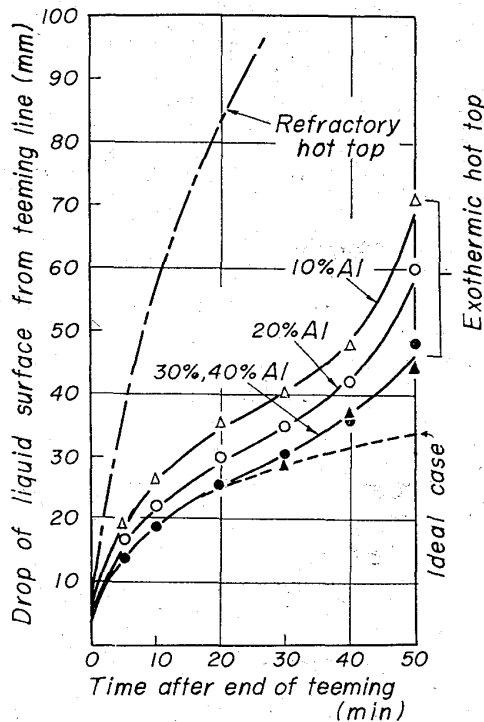


Fig. 1. Drop of liquid surface in hot top after teeming.

には鋼塊本体の凝固が完了するまで押湯部は凝固しないと仮定した、理想的押湯の例も併示した。煉瓦押湯の場合、理想的な押湯から著しくずれているが、発熱性スリーブで、しかも Al 配合量が高くなると理想的押湯の線に近づいている。

3.2 スリーブ内の温度分布

温度測定結果によると、凝固初期の数分間は鋼塊肌部の温度 (B点) が溶鋼中心部の温度 (A点) よりも高くなっている。スリーブの Al 配合量が高い場合に特に顕著である。またスリーブ内各点の温度は Al 配合量が高くなるほど早く最高温度に到達することが認められる。Al 配合量がスリーブの温度上昇速度におよぼす影響と鋼塊頭部形状におよぼす影響はよく一致していて、鋼塊頭部形状にとって凝固初期のスリーブの温度は重要な因子であることがわかる。

3.3 スリーブの発熱量

昇熱速度 12°C/min で 1000°C まで徐々に加熱した場合の示差熱分析によつて求めた発熱量を Table 2 に

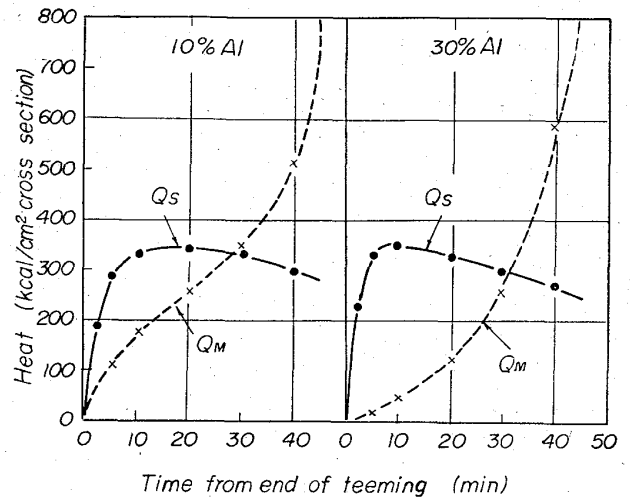


Fig. 2. Relation between Qs (or Qm) and time after teeming.

示した。Al 配合量とともに直線的に発熱量は増大している。

4. 考 察

4.1 Al 配合量と有効発熱量

(i) 凝固初期では押湯部溶鋼の熱量はほとんどスリーブに吸収される。

(ii) スリーブを通して大気中へ流れ去る熱量は凝固初期の 10 min 間は小さい。

(iii) 鋼塊本体への熱移動も凝固の初期には無視できる。

と仮定する³⁾とスリーブの含熱量 (Qs) と溶鋼が放出する熱量 (Qm) を知れば、その差 (Qs - Qm) をスリーブが溶鋼と接した時に生ずる発熱量と考えることができる。またスリーブ内の温度分布曲線からスリーブの含熱量は求められる。また溶鋼が放出する熱量も凝固量の関数として算出できる⁴⁾。このようにして求めた熱量と時間の関係を Fig. 2 に示した。発熱量 (Qs - Qm) はいずれの場合も注入後 6~10 min で最大となる。この最大値をもつてスリーブの昇温に利用された有効発熱量と考え、示差熱分析法による発熱量との比を効率と考え、有効発熱量および効率を算出した。その結果を Table 2 に示す。一般に Al 配合量が高くなると、スリーブの昇温に利用される熱量は増大するが効率は低下している。この原因としては

(i) 発熱量が高くなると発熱量の一部は溶鋼へ流れ

Table 2. Thermal characteristics of tested exothermic heat tops.

Test No.	1	2	3	4	5	6	7
Al addition in board (%)	10		20		30		40
*) Ignition heat (kcal/kg)	222		384		597		811
Effective heat (kcal/kg)	219	175	272	260	475	396	378
Efficiency (%)	98.6	78.9	70.9	67.7	78.5	66.3	46.6
Ignition time (min)	8	10	8	9	6	6	8

*) by differential thermal analysis.

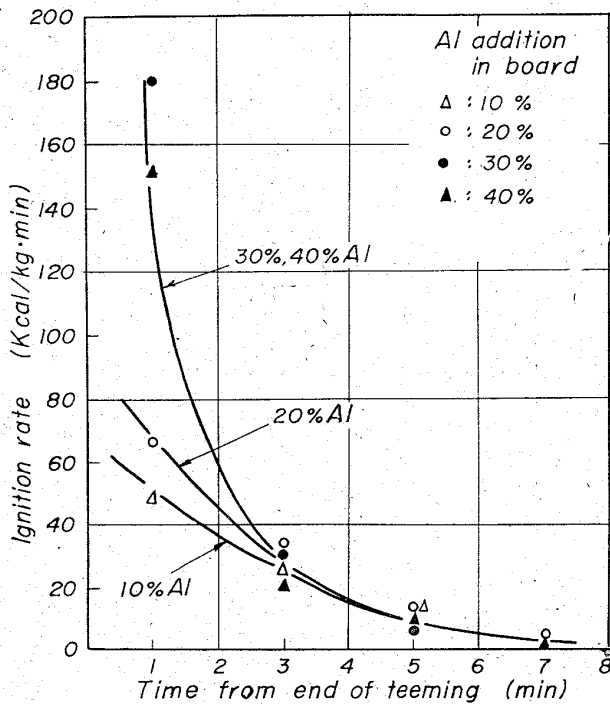


Fig. 3. Ignition rate of exothermic hot top after teeming.

る。

(ii) スリーブの温度が高くなるため熱損失も大きくなる。ことが考えられる。Al 30% および 40% を配合したスリーブで鋼塊頭部形状に差がないことより、発熱量が高い場合には熱損失も無視できないようである。

4.2 Al 配合量のパイプにおよぼす効果

押湯部の凝固を抑えるためにはスリーブ自身が注入後早く高温になり、スリーブが溶鋼に熱を供給するか、少なくとも溶鋼からスリーブが熱を吸収しないことが必要である。発熱速度がパイプ形状に関係していると考えられる。Fig. 2 の結果を利用して発熱速度を求め Fig. 3 に示した。注入後 4 min までの発熱速度はスリーブの Al 配合量によつて異つている。すなわち Al 配合量が増加すると発熱速度は大きくなるが 30% 以上では差がない。

注入後 4 min までの平均発熱速度と鋼塊パイプ形状の間には強い相関が認められる。したがつて本実験の範囲では、スリーブの Al 配合量を増加するとスリーブ自身の発熱反応によつて早く高温となるためパイプが小さくなつたと説明される。Al 配合量の限界としては 30%

が考えられる。

5. 結 言

発熱性スリーブの Al 配合量の鋼塊頭部形状におよぼす効果を 1 t 鋼塊で調査した。結果を要約すると次のとおりである。

(i) Al 配合量を増加するとスリーブが注入後早く高温となり、溶鋼からスリーブが熱を吸収しないばかりでなく、溶鋼に熱を供給することがあるため、スリーブ側壁からの凝固が遅れ鋼塊に残留するパイプ量が減少する。

(ii) Al 配合量を増加すると注入直後のスリーブの温度上昇速度は大きくなるが、30% 以上増加しても差はない。一方、大気中への熱損失は大きくなる。したがつて、ある値以上 Al を配合してもパイプ形状に有利とならない。その配合量は 30% である。

文 献

- 1) Foseco 社: 鑄鍛造, Vol. 9, No. 10
- 2) 加藤, 他: 製鉄研究, No. 228, p. 2580
- 3) G. FEUTON: J. Iron and Steel Inst. (U.K.), (1957), p. 396
- 4) L. H. W. SAVAGE: J. Iron [and Steel Inst. (U.K.), (1952), p. 277

(99) ストッパーヘッドの一般物理的性質と耐熱衝撃性の関係

住友金属工業, 中央技術研究所

理博鈴木和郎・〇平岩 修・大原昭三

Relation between the Physical Properties and the Thermal Shock on the Stopper Head.

Dr. Kazurō SUZUKI, Osamu HIRAIWA and Syōzō ŌHARA.

1. 結 言

ストッパーの良否は製鋼歩留および作業の安定に大きな影響をもたらすため、1 回使用の消耗品ではあるが使用者においては常に煉瓦メーカーとともに品質の管理¹⁾²⁾、品質の改良に努力してストッパー事故の防止につとめている。ストッパー事故はストッパーヘッドに起因することが多いが、ストッパーヘッドはノズルと一対で使用されるのでノズルの特性を無視することはできないのである。ストッパーヘッドの良否は製鋼条件、鋼種に大きく支配されるために各使用者において適正な材質、形状、品種が使分けされている現状³⁾であるがとくに