

Fig. 2. Time/temperature curve found by computation and measurement with the ingot.

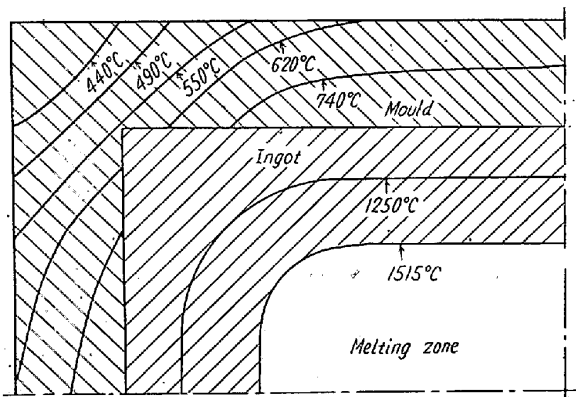


Fig. 3. One example of temperature distribution in the ingot and the mould. (1.5 h after casting by computation)

中心部および表面の3カ所の変化を Fig. 2 に実線で示す。同図には同じ鋼塊について、中心部は白金熱電対により、また表面はランド表面温度計により、測定した結果を比較のために点線で示す、図において中心部の計算値と実測値とを比較すると、凝固完了時間はいくぶん異なっており、その後の冷却過程でも最大 40°C 程度の差が認められる。このような差は物理常数、境界条件などを補正しさらに計算をすることによつて少なくなるこ

が考えられるが実用上はこの程度でも充分と見られる。なお計算では任意の時刻における鋼塊および鑄型の温度分布が求められるがその一例を示すと Fig. 3 のようである。

IV. 結 言

鋼塊中心部における凝固完了時間、凝固後の温度降下、型抜き後の表面の温度降下は計算値と実測値とはほぼ一致した。また計算によると鑄込後の鋼塊の凝固完了範囲、鋼塊および鑄型の温度分布などの推移が求められ形状、作業条件などの異なつた任意の場合に応用ができ、この方法は造塊作業、トラックタイムなどを合理的に決定する上にきわめて有用であることがわかつた。

(91) 鋼塊の凝固時におけるガス放出に関する考察

住友金属工業中央技術研究所

田上 豊 助

Fundamental Studies on the Gas Evolution during Solidification of Ingots.

Toyosuke TANOUÉ

I. 緒 言

リムド鋼塊やセミキルド鋼塊の製造においては凝固時の放出ガス量を調節することが重要であり、キルド鋼塊の製造においては凝固時の放出ガス量をできるだけ少なくすることが必要である。筆者らはさきにより、リムド鋼塊の放出ガス量について定量的な基礎を明らかにするため、Fe-C-O 系平衡より理論最大放出ガス量を計算して放出ガス量におよぼす C 含有量の影響や凝固の際の C-O 反応の進行などについて考察した。今回はキルド鋼塊の気泡の発生に関して O, H, N の影響度を明らかにするため、CO, H₂, N₂ の放出量を平衡論的に計算して比較した。また平炉鋼塊の気泡の発生におよぼす各ガスの影響を調査し、計算結果との対応を検討し、キルド鋼塊においても O が気泡の発生にもつとも大きな影響力を有していることを確認した。

II. CO の 放 出

Fe-C-O 系溶鋼が凝固する際、凝固時のある時期までに放出される CO ガスの最大放出量は近似的に次式で表わすことができる。

$$\Delta L_{CO} = K_1 W_0 \left[C_0 - \int_0^X C_{sd} X - C_L (1 - X) \right] \dots \dots \dots (1)$$

ΔL_{CO} …放出される CO 量 l (0°C , 1 atm)
 C_0 , W_0 …凝固開始前溶鋼の C%, 重量 kg
 C_s …凝固中のある時期に晶出する凝固鋼の C%
 C_L … “ の残存溶鋼の平均 C%
 X … “ における凝固率% $\times 10^{-2}$

K_1 …C 重量を CO ガス容量に変換する係数

C_s と C_L との関係がわかれば、それらと X との関係がわかり、 ΔL_{CO} と X との関係が求められる。

1. $C_0 \cdot O_0 = 0.0025$ (CO 1 atm に平衡) の場合

Fe-C-O 系平衡状態図, C-O 反応の平衡値, balanced composition の特性から (2), (3) 式が求まり

$$C_L = 5.1 C_s \dots\dots\dots(2)$$

$$\log(1-X) = 1.25 \log \frac{C_s}{C_0} - 1.247 \log \frac{C_s^3 - 0.0000717}{C_0^3 - 0.001865} - 0.88 \dots\dots(3)$$

(1), (2), (3) 式から CO の放出量を計算することができる。計算結果を Fig. 1 に示す。

2. $C_0 \cdot O_0 < 0.0025$ の場合

凝固する際に選択凝固によつて溶鋼中に C と O が富化し、 $C_L \cdot O_L$ が 0.0025 に達したとき CO の発生が開始する。そのときの C_L と凝固率 X がわかれば放出ガス量を求めることができる。 $C_L \cdot O_L$ が 0.0025 に達するまでは CO の放出は起らないから次式が成立する。

$$C_0 = \int_0^X C_s dX + C_L(1-X) \dots\dots\dots(4)$$

これを解けば C_L と X との関係 (5) がえられる。

$$\log(1-X) = 1.244 \log \frac{C_0}{C_L} \dots\dots\dots(5)$$

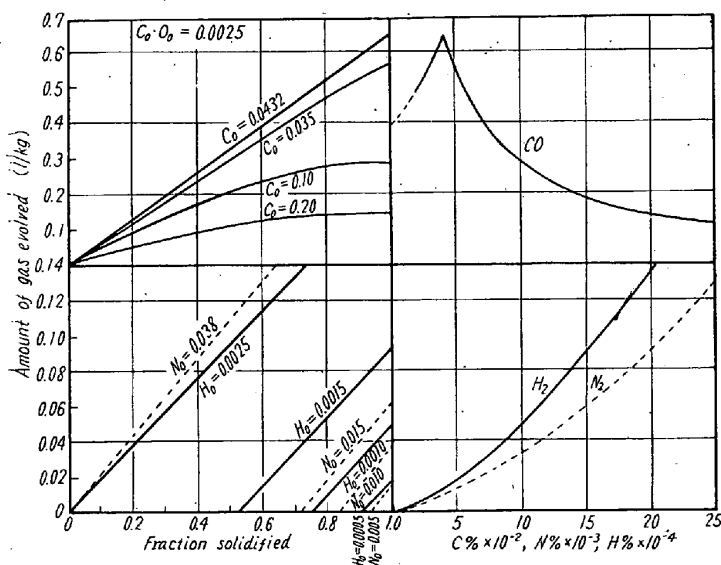


Fig. 1. Effect of C, H and N content on amount of gas evolved.

O_L と X との間にはつぎの (6) 式がえられる。

$$\log(1-X) = 1.250 \log \frac{O_0}{O_L} \dots\dots\dots(6)$$

$C_L \cdot O_L = 0.0025$ と (5), (6) 式から、CO 放出開始時の C_L を表わす次式 (7) がえられる。

$$\log C_L = 0.499 \log C_0 - 0.501 \log O_0 - 1.30413 \dots\dots\dots(7)$$

(7) 式より C_L がわかれば (5) 式から CO 放出開始時の X を知ることができる。その後起きる CO 放出の量は前に述べた平衡組成の溶鋼の場合と同様にして求めることができる。

III. H₂ の 放 出

H₂ の放出は溶鋼中に H が富化して H₂ i atm の下での凝固温度における溶解度 0.0025% に達した時に開始する。凝固中のある時期までに放出される H₂ 量は、

$$\Delta L_H = 0.190 W_0 (X - X') \dots\dots\dots(8)$$

ΔL_H …放出される H₂ の量 l (0°C , 1 atm)

X' …H₂ の放出開始時の凝固率% $\times 10^{-2}$

$X \geq X'$

ΔL_H を求めるには凝固開始前溶鋼の H 含有量 H_0 と X' との関係を知る必要がある。Fe-H 系の H の偏析係数は 0.68 であるから、H₂ の放出開始以前の残存溶鋼の H の富化に対して次式が成立し、

$$\log(1-X) = 1.47 \log \frac{H_0}{H_L}$$

H_0 と X' との間にはつぎの (9) 式が成立する。

$$\log(1-X') = 1.47 \log H_0 + 3.825 \dots\dots\dots(9)$$

(9) 式より X' を求めて (8) 式に代入すれば ΔL_H と X との関係を知ることができる。

IV. N₂ の 放 出

Fe-N 系の N の偏析係数 0.72 を用いて H₂ の場合とまったく同様にして計算することができる。 N_0 と X' との間に (10) 式が成立し、 ΔL_N と X との間に (11) 式が成立する。

$$\log(1-X') = 1.39 \log N_0 + 1.974 \dots\dots\dots(10)$$

$$\Delta L_N = 0.219 W_0 (X - X') \dots\dots\dots(11)$$

H, N の含有量 (H_0 , N_0) と H₂, N₂ の放出量との関係を計算した結果を Fig. 1 に示す。

V. キルド鋼塊の気泡の発生におよぼす O, H, N の影響度の比較

鋼塊の気泡発生におよぼす含有ガスの影響力の尺度として溶鋼内のガス圧と最大放出ガス量について比較した結果を Fig. 2 に示す。CO の圧力と放出量の計算は C 0.12% 鋼を対象として行なった値である。平炉鋼の造塊時における溶鋼の含

有ガス量は,

- O 0.003~0.007%
- H 0.0003~0.0007%
- N 0.003~0.006%

である。これらの含有量について各ガスの溶鋼内の圧力と最大放出ガス量を比較すれば、O によつて生成するCO が H₂ や N₂ よりも圧力、放出量ともいちじるしく大きいことが認められた。

C 0.10~0.12%の平炉製キルド鋼の造塊時に取鍋下より溶鋼試料を採取し、鋼塊のスキン・ホールの発生量と O, H, N 含有量との関係を調べた結果を Fig. 3 に示す。O との間にもつとも強い相関が認められた。H との間にも若干の相関が認められたが、N との間には相関はまったく認められなかつた。計算結果によく一致した傾向が認められた。また電気炉鋼塊より製造した製品に現われた気泡疵と O 含有量との間にもきわめて明瞭な相関が認められた。キルド鋼塊の気泡の発生についても O がもつとも大きな影響力を有しているものと考えられる。

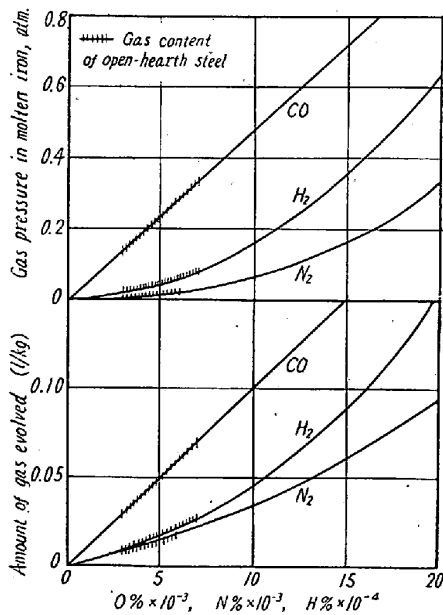


Fig. 2. Effect of gas content on gas pressure in molten iron, and on the amount of gas evolved during solidification.

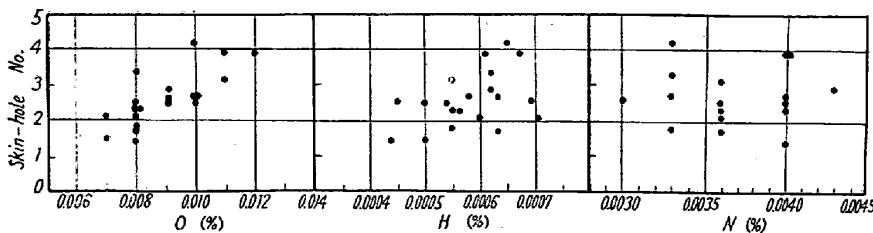


Fig. 3. Effect of gas content on the formation of skin-holes.

VI. 結 言

鋼塊が凝固する際に放出されるガスについて定量的基礎を明らかにするため、Fe-C-O 系、Fe-H 系および Fe-N 系について最大放出ガス量を計算した。キルド鋼塊の気泡の発生におよぼす O, H, N の影響について検討し、O の影響がもつとも大きいことを確認した。

文 献

- 1) 下川, 田上: 扶桑金属, 3, (1951), No. 2 p. 9~14.
- 2) A.I.M.E.: Basic Open Hearth Steelmaking p. 632.

(92) 核状高級発熱体を有する低級発熱保温剤 (Feedex 21) について (押湯保温剤の研究—V)

大同製鋼

工博 浅田千秋・酒井糸三郎・高橋徹夫

Foseco Japan

小林英夫・伊東俊明・桜山輝世

Study on Lower-Grade Exothermic Compounds including Higher-Grade Exothermics as Triggering Kernel.

(Feedex 21)

(Study on the exothermic hot top—V)

Dr. Chiaki Asada, Kumesaburo SAKAI,

Tetsuo TAKAHASHI, Hideo KOBAYASHI,

Toshiaki Ito and Teruyo Sakurayama

I. 緒 言

第3報¹⁾に従来の単層 Feedex 92 のかわりに遅感度・緩燃性 Feedex 20 と Feedex 92 を組合わせた複層ないし多層式 Feedex を、また、第4報²⁾には、第3報でのべた層状 Feedex 中の内層 Feedex 92 をシエルモールド法により造型した shell Feedex で置換え、これと粒状 Feedex 20 を併用したシエル式発熱保温剤を発表した。多層式、たとえば複層材の溶鋼と接触する内層 Feedex 92 の肉厚を 5mm, その外層を Feedex 20 とする成型体をえようとする場合、スリーブの形状、寸法により、容易に造型しうる場合といちじるしく困難か、またはまったく造型不可能な場合がある。シエル式はこの点を解決しようとして考えられた