

Table 2. Effect of C and Si at 1% Mn and 3% Mn Series.

Specimen No.	Shell mold test pieces			Slow-cooled test pieces			Distance from the chiller at chill pieces mm				
	Bending st. kg/mm ²	Deflection mm	B.H.N	Tensile st. kg/mm ²	Elongation %	B.H.N	10	20	30	40	50
L-1	114.2	1.0	439	66.6	1.8	269	451	429	420	415	390
-2	116.7	2.0	326	81.2	3.3	273	401	350	325	321	306
-3	133.6	2.3	315	79.5	3.6	275	388	345	329	311	304
L-4	117.7	1.5	429	77.2	3.0	275	410	382	354	340	330
-5	121.6	2.7	340	78.5	4.0	263	366	306	292	285	282
-6	133.0	3.0	311	76.6	4.0	274	345	298	298	285	280
L-7	122.2	2.5	390	71.1	3.4	276	341	315	297	293	288
-8	127.2	2.3	318	74.7	4.6	259	311	297	288	285	280
-9	145.3	3.2	311	67.2	4.0	259	300	285	288	282	278
H-1	60.1	1.0	444	55.9	1.8	289	503	485	461	486	461
-2	68.8	1.3	368	62.1	2.0	285	507	451	412	392	384
-3	81.6	0.8	370	57.1	1.8	286	507	432	404	383	374
H-4	59.1	0.9	435	59.0	1.9	285	495	451	429	411	400
-5	80.3	1.0	339	57.1	2.0	285	514	454	423	356	353
-6	96.1	1.9	329	63.3	2.0	284	—	—	—	—	—
H-7	73.0	1.0	388	63.3	2.1	285	479	440	387	363	357
-8	111.4	2.1	317	61.3	1.9	285	444	380	356	354	349
-9	121.9	1.6	325	57.0	2.6	285	401	361	359	350	347

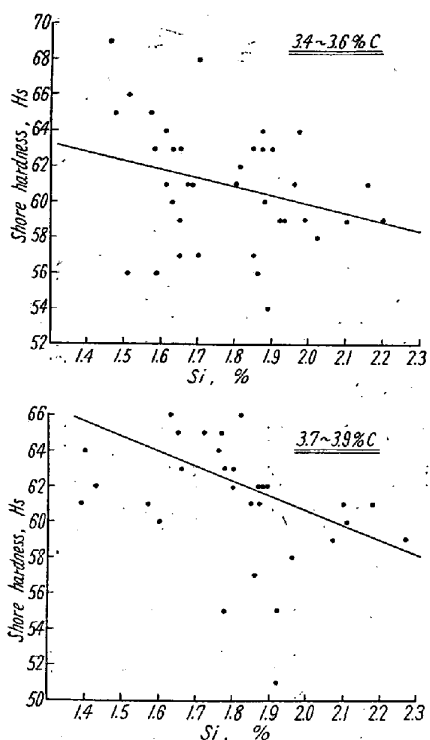


Fig. 1. Relation between Si content and Shore hardness at 1.0~1.5% Mn.

が増加すると表面硬度も増加する。

IV. 結 言

(1) ロール表面付近の硬度組織に相当するシェルモールド試片の硬度は炭素量が減少するほど上昇し、また同一炭素量では珪素量が増加するほど減少する。強度(抗折力)は炭素、珪素量の増加とともに上昇する。

(2) チル試片の硬度落ちは高炭素、高珪素ほどい

Si量の増加とともに硬度はいずれも減少している。また 3.7~3.9% Cの高炭素の方が低炭素のものよりSi量の増加による硬度低下が大である。これは高炭素の方がSi量の増加により黒鉛化し易くなるためである。

また 2.0~2.5% Mnの高硬度のロール表面硬度は低MnのものよりSi量の変化による硬度変化がい

じるしい。

(3) 1% Mn 系列でも 3% Mn 系列でも C, Si の上記傾向はほぼ同じであるが、Mn 量の増加はロール表面および中心部の硬度を上昇する。

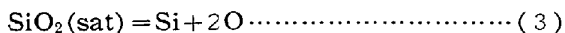
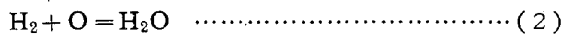
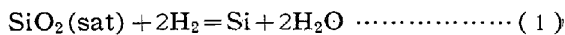
(28) 熔鉄中における珪素と酸素の平衡 Silicon-Oxygen Equilibrium in Liquid Iron.

Takeshi Kuwana, et alii.

東北大学工学部 工博 的 場 幸 雄
 " 工 郡 司 好 喜
 " 工 修 〇 桑 名 武

I. 結 言

SiO₂ 飽和における熔鉄中の Si と H₂-H₂O 混合ガス間の平衡反応式はつぎのように示される。



これらの反応については従来比較的多くの研究が見られるが、それ等の結果は必ずしも良く一致しているとはいえない。例えば柴田、三本木氏等が熔鉄中の Si の活量は約10%までHenryの法則にしたがうとす

II. 実 験 の 方 法

(1) 試料および坩堝

内径 25 mm, 高さ±50 mmの石英坩堝に約 70 g の電解鉄および実験室的に精製した金属珪素を装入して熔解した。

(2) H₂-H₂O 混合ガスの調整と熱分離防止

恒温槽にて一定温度に保持された純水(P_{H₂O}/P_{H₂}>0.027)または LiCl 飽和水溶液 (P_{H₂O}/P_{H₂}<0.027) に, よく洗滌された電解水素を通じて所定の P_{H₂O}/P_{H₂} 比の混合ガスを得, 熱分離を防止するためにAガスを加えさらに反応管内にて約 1,000°C に予熱した後, 石英製ガス導入管を熔鉄中に挿入して反応せしめた。

(3) 熔解操作

所定の混合ガス中にて, 一定温度で 10~20 時間熔解した後, 4 mm φ の石英管にて試料を吸上げ Si および O の分析を行った。平衡値は同じ条件の下に数熔解を行い, 酸化と還元により得られた値がほぼ一致する点とし測定温度は, 1,570, 1,625 および 1,680°C である。

III. 実験結果および考察

(1) 熔鉄中の珪素の活量および活量係数

Fig. 1 は Si とガス組成との関係を示したものであるが, 本研究の結果は Chipman 等と同じように Si の低濃度より Henry の法則にしたがわない。

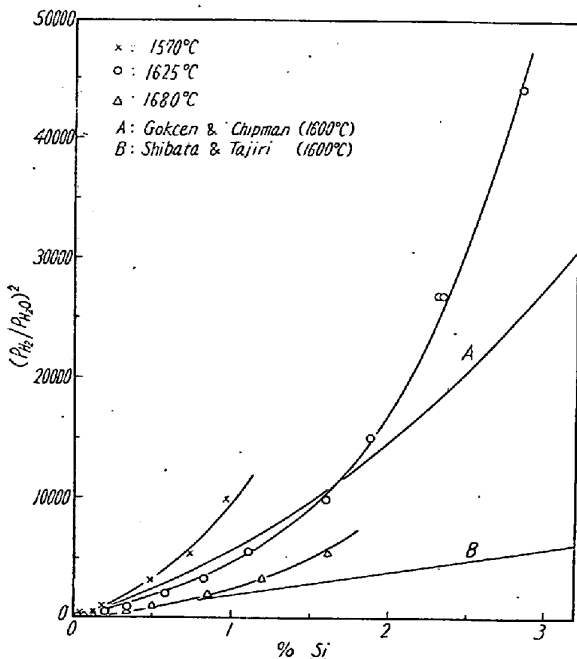


Fig. 1. Comparison of data on equilibrium between H₂-H₂O and Si in liquid iron.

(1) 式の平衡恒数を次式で示すと,

$$K_1' = [\%Si] \cdot (P_{H_2O}/P_{H_2})^2 \dots \dots \dots (1 \cdot a')$$

本実験結果では, log K₁' は Si 濃度とともに大体直線

的に減少することが知られる。すなわちこの場合は当然熔鉄中の Si の活量係数を考慮すべきことが明らかで, 今その活量の基準を無限稀薄溶液に採るものとすれば % Si → O における K₁' の値が真の平衡恒数 K₁ である。したがって log K₁' と % Si との関係直線とみなして各温度で % Si → O における log K₁' すなわち log K₁ を求めて温度式で示せば (1·a) 式が与えられる。

$$\log K_1 [= a_{Si} \cdot (P_{H_2O}/P_{H_2})^2] = -15,640/T + 4.85 \dots \dots \dots (1 \cdot a)$$

$$\Delta F_1^0 = 71,540 - 22.17T \dots \dots \dots (1 \cdot b)$$

つぎに熔鉄中の Si の活量係数 f_{Si} を考慮すると (1) 式の平衡恒数は (4) 式の如くなる。

$$K_1 = [\%Si] \cdot f_{Si} \cdot (P_{H_2O}/P_{H_2})^2 = K_1' \cdot f_{Si} \dots (4)$$

したがって Si の活量係数の対数 log f_{Si} は (5) 式により求められる。

$$\log f_{Si} = \log f'_{Si} + \log f_{Si}^{(0)} = \log K_1 - \log K_1'$$

ここで f'_{Si} は Fe-Si 溶液の活量係数であり, f_{Si}^{(0)} は Si に対する酸素の相互作用係数である。この場合 log K₁' と Si 濃度とが大体直線関係にあることを考慮すると, f_{Si} におよぼす影響は主として Si 自身であり, 酸素の影響はきわめて小さいと考えられ, (5) 式において log f_{Si}^{(0)} を無視するならば (6) 式が与えられる。

$$\log f_{Si} = \log f'_{Si} = \log K_1 - \log K_1' \dots \dots \dots (6)$$

かくのごとくして得られた log f'_{Si} と % Si との関係は Fig. 2 に示す。log f'_{Si} は Si 濃度とともに直線的に増加し, 温度が高くなるほど小となる。この場合相互作用係数 e_{Si}^{(Si)} はつぎのごとく与えられる。

$$e_{Si}^{(Si)} = \log f'_{Si} / [\%Si] = 3,910/T - 1.77 \dots (7)$$

(2) 熔鉄中の酸素の活量および活量係数

熔鉄中の酸素の活量を示す反応式は (2) 式であり, 平衡恒数は (2·a') 式のごとくなる。

$$K_2' = P_{H_2O} / (P_{H_2} \cdot [\%O]) \dots \dots \dots (2 \cdot a')$$

本実験結果によると K₂' の値は Si 濃度とともに減少する。著者らの Fe-O 系における最近の測定によればその平衡恒数の温度式は (2·a) 式のごとく与えられる。

$$\log K_2 = 7,220/T - 3.30 \dots \dots \dots (2 \cdot a)$$

$$\Delta F_2^0 = -33,030 + 15.10T \dots \dots \dots (2 \cdot b)$$

したがって酸素の活量係数 f_O はつぎのごとくして求められる。

$$\log f_O = \log f_O' + \log f_O^{(Si)} = \log K_2' - \log K_2 \dots \dots \dots (8)$$

ここで f_O' は Fe-O 系における酸素の活量係数であり, f_O^{(Si)} は酸素に対する Si の相互作用係数である。本実験のごとき酸素含有量の少ない場合は f_O' = 1 と考えら

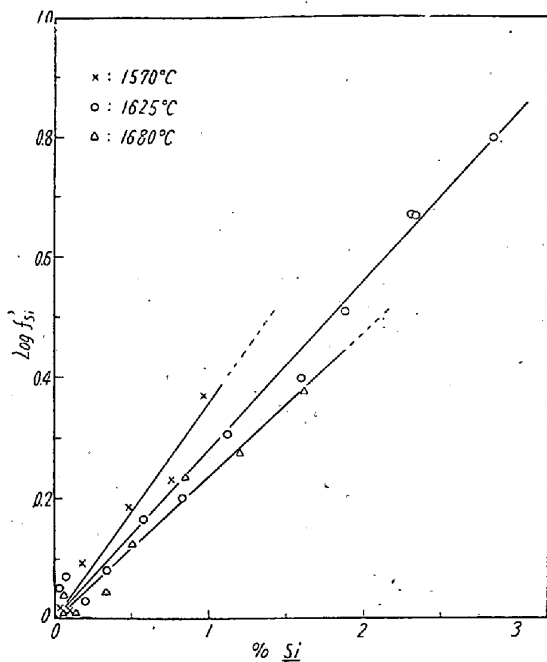


Fig. 2. Logarithm of activity coefficient of silicon.

れ, (9)式が成立する.

$$\log f_0 = \log f_0^{(Si)} = \log K_2' - \log K_2 \dots\dots (9)$$

かくのごとくして得られた $\log f_0^{(Si)}$ と % Si との関係を図 3 に示す. すなわち Si 濃度 0~3% の範囲では, $\log f_0^{(Si)}$ は Si 濃度とともに大体直線的に減少することが知られ, 温度による差異は本実験では明瞭に

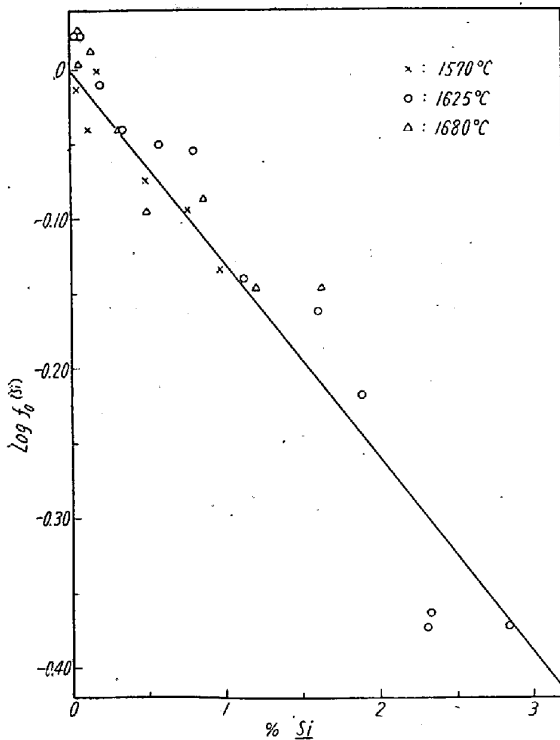


Fig. 3. Effect of silicon on the activity coefficient of oxygen.

は認められない. したがってこれらの測定値を統計的に処理し相互作用助係数 $e_0^{(Si)}$ を求めると (10) 式が与えられる.

$$e_0^{(Si)} - \log f_0^{(Si)} / [\%Si] = -0.13 \dots\dots (10)$$

(3) 熔鉄中の珪素と酸素の積

(3) 式は熔鉄中の珪素と酸素の積を示す反応式であり, 平衡定数としては (3·a') 式に示される.

$$K_3' = [\%Si] \cdot [\%O]^2 \dots\dots (3·a')$$

本実験結果によると K_3' は各温度において多少のバラツキはあるが Si 濃度 0~3% の範囲ではほぼ一定値を示す. 今, K_3' を 1,570, 1,625 および 1,680°C において平均値で求めると, おのおの 1.25×10^{-5} , 3.65×10^{-5} および 10.58×10^{-5} となる. かくして各測定値より $\log K_3'$ の温度式を求めると (3·a') 式が与えられる.

$$\log K_3' = [\%Si] \cdot [\%O]^2 = -30,410/T + 11.59 \dots\dots (3·a')$$

$$\Delta F_3^{10} = 139,120 - 53.02T \dots\dots (3·b')$$

一方 (1·a) 式および (2·a) 式より (3) 式の真の平衡定数 K_3 はつぎのごとく与えられる.

$$\log K_3 = [a_{Si} \cdot a_O^2] = -30,080/T + 11.45 \dots (3·a)$$

$$\Delta F_3^0 = 137,600 - 52.37T \dots\dots (3b)$$

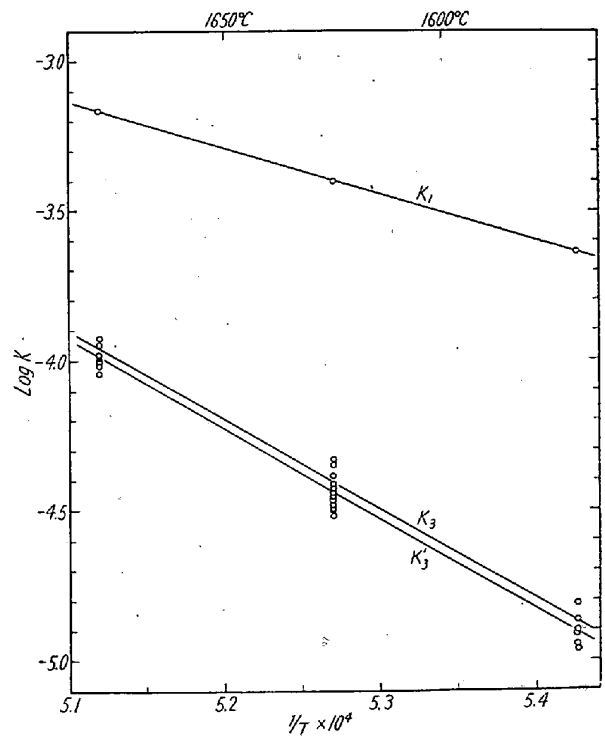


Fig. 4. Relation between $\log K$ and $1/T$
 $K_1 = a_{Si} \cdot (P_{H_2O}/P_{H_2})^2$, $K_3 = a_{Si} \cdot a_O^2$, K_3'
 (average deoxidation product) = $[\%Si] \cdot [\%O]^2$

Fig. 4 は $\log K_1$, $\log K_3'$ および $\log K_3$ と温度の関係を示したものである。今、 K_3' と K_3 とを比較すると図においても明らかなごとく実験誤差の範囲内においてよく一致し、近似的に $K_3' = K_3$ とみなすことができる。

(29) 酸素製鋼における鉄バランスについて

Fe-balance in Oxygen Steelmaking.

Akira Ono, et alii.

富士製鉄, 広畑製鉄所

工 野田 郁也・工 土肥 正治

工 小沢 幸正・工〇大野 章

I. 結 言

広畑製鉄所においては、昨年1月 3,000 m³/h 酸素工場の稼働とともに酸素使用量 26 m³/h 程度の酸素製鋼を実施して製鋼能率の向上、燃料原単位の低下などにいちじるしい効果をあげているが、鋼塊原価への影響度の高い良塊歩留も同時に若干低下しつつある。

このことは酸素使用量の増大によつて鉄鉱石使用量が減少する以上ある程度は免れがたい現象であるが、そのほかに酸素使用量の増大によつて鋼滓への鉄損やダスト損失が急増しているとすれば酸素製鋼の経済性に対する大きな障害とならざるを得ない。

この点を明らかにするために、今回酸素使用量 15m³/t および 30 m³/t の場合について鋼滓の鉄損状況を比較し、かつ後者の場合について鉄バランスを作成したので、以下にそれらの状況について報告する。

II. 良塊歩留の推移

1 昨年4月から昨年9月にいたる間の当所における鉄

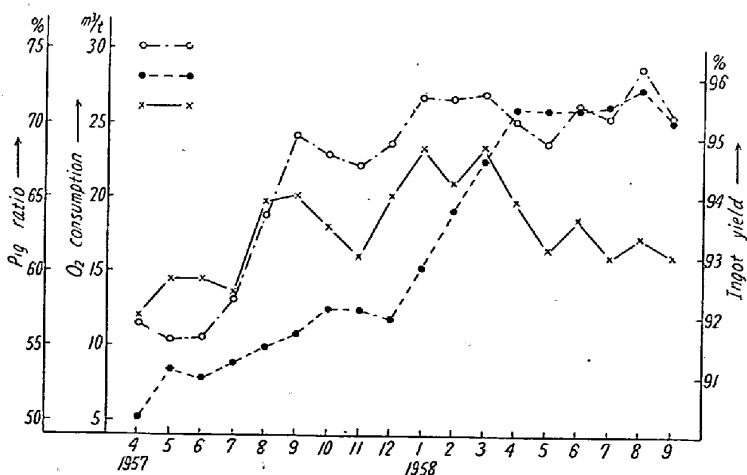


Fig. 1. Transition of pig-ratio, O₂ consumption, and ingot yield.

鉄配合率、酸素原単位、および良塊歩留の推移について示せば Fig. 1 のごとくである。

すなわち良塊歩留は昨年3月までは鉄鉄配合率とともに上昇しているが、4月以降は鉄鉄配合率がほぼ一定であるにもかかわらず酸素原単位の上昇とともに急激に低下している。この原因の一つは前述のごとく鉄鉱石原単位の低下であつて、すなわち上記期間における鉄鉱石原単位を横軸に良塊歩留を縦軸にとれば Fig. 2 のごとくなり明らかに正相関関係を認めることができる。

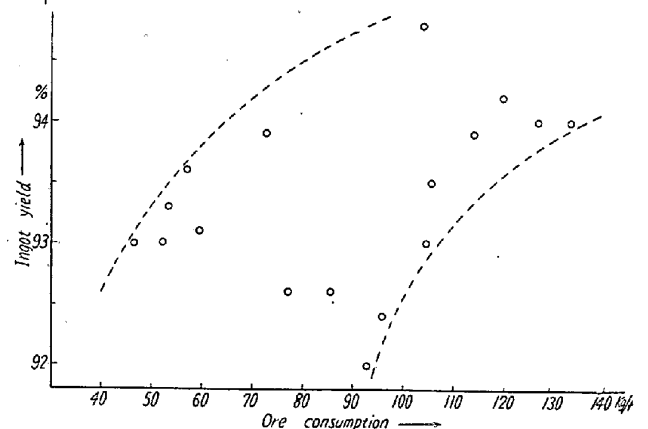


Fig. 2. Relation between ore consumption and ingot yield.

しかし Fig. 2 のデータにはなおかなりのバラツキがあり、酸素使用量と鋼滓中への鉄損などの関係について調査しなければならないことはいうまでもない。

III. 酸素製鋼の鋼滓中への鉄損におよぼす影響(鉄バランスの作成)

(1) 調査方法の概要

当所の平炉は塩基性単一昇降道傾注式で、実装入 210 t 燃料はCガスおよび重油、天井は全塩基性である。

調査対象としてはリムド極軟鋼 (C0.1 程度) およびセミキルド軟鋼 (C0.2 程度) 各2ヒート計4ヒートを選び、これを酸素原単位約 15m³/t および 30m³/t の場合についてそれぞれ熔製した。ただし鉄配合はいずれも約 70% である。

装入物、製出鋼、および鋼滓はすべて貨車秤量したほか、鋼滓は粉碎して磁選装置(鋼滓を磁選して鉄分の高い鋼滓は高炉へ送り、鉄分の低い鋼滓は磷酸肥料とするために1昨年より当所に設けられた設備。磁選系統図は会場に提示) にかけて鉄分含有量別の発生量を秤量して鋼滓中の全鉄分含有量を算出した。

ダスト発生量は煙突下で廃ガスを一部吸引して平均のダスト含有量を求め、これに全廃ガス量(装入期を除く)を乗じて算出した。