

© 1983 ISIJ

# 炭酸ナトリウムによる炭素飽和溶鉄中の シリコン, りん, ニオブの酸化挙動

論文

井上 亮\*・水渡 英昭\*2

## Oxidation Behaviors of Silicon, Phosphorus and Niobium in Carbon-saturated Iron Melt by Sodium Carbonate

Ryo INOUE and Hideaki SUITO

## Synopsis :

The oxidation behaviors of silicon, phosphorus and niobium in carbon-saturated iron melt have been studied at 1300°C by using soda flux ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) and lime flux ( $\text{CaO-CaF}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ). Phosphorus and niobium were oxidized after the retardation of initial oxidation when flux was added by installments. The reversion of phosphorus and niobium occurred along with the desiliconization reaction after the end of flux addition. In comparison with the results obtained in the addition of soda flux by a lump, the retardation of initial oxidation was explained by the fact that the reversion rate of phosphorus and niobium was considerably fast. The effect of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  addition to the flux was found to be significant in both experiments using a lump and installments additions. The extensive removal of silicon and niobium was observed in the addition of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  by installments, while no dephosphorization took place.

From the experiment using the  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  or  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  flux which was added to the carbon-saturated iron melt containing silicon, phosphorus, manganese and niobium, it was found that the removal of niobium was possible without oxidation of manganese if silicon was oxidized to a lower value as much as possible.

### 1. 緒 言

鉄鉱石中に含まれているバナジウムはソーダ灰による新製錬プロセスでは溶鉄段階でりん, ナトリウムと共に回収される。近年ニオブを含む鉄鉱石についてバナジウムと同様に溶鉄からニオブを回収するプロセスの検討もなされている<sup>1)2)</sup>。著者らは先にバナジウムを含む炭素飽和溶鉄中のシリコン, りん, バナジウムの酸化挙動について, ソーダ系フラックス ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), ライム系フラックス ( $\text{CaO-CaF}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) を用いた研究を行った<sup>3)</sup>。その結果, 含バナジウム溶鉄のソーダ灰予備処理において, 脱りん率, 脱バナジウム率を向上させる要因を明らかにすることができた。本研究の目的はフラックス (ソーダ系, ライム系) による含ニオブ溶鉄中のシリコン, りん, ニオブの酸化挙動を調べることである。

### 2. 実験方法

用いた実験装置, 方法および化学分析法は前報<sup>4)5)</sup>と同じであるので省略する。ただしメタル中のニオブはスルホクロロフェノール S 抽出吸光光度法 (JIS G 1237)

で分析した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 系フラックス による脱りん, 脱ニオブ, 脱珪

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  (6 g),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (6 g),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (6 g)- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (6 g) 系フラックスを 30 s ごとに 10 分割で 0.1%Si, 0.1%Nb, 0.1%P を含む炭素飽和溶鉄 (420 g) に添加したときの脱りん率, 脱ニオブ率, 脱珪率と時間の関係を Fig. 1 に示す。 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスの場合,  $\text{Si} \gg \text{Nb} > \text{P}$  の順序で酸化除去量は小さくなっている。脱りん, 脱ニオブ反応は添加初期ではおそく,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  フラックス添加による脱りん反応はほとんど進行していない。 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  と比べ  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  系フラックス添加の方が脱りん, 脱ニオブ反応はより進行していることが Fig. 1 から明らかである。 $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスではフラックス添加終了後まず復りん反応が起こり続いて復ニオブ反応が生じている。一方, 脱珪反応は復りん, 復ニオブ反応と共に進行し, 両反応が終わると止まる。りんはそれらの初期濃度に戻っていることから気化脱りんは認められない。復り

昭和 57 年 7 月 8 日受付 (Received July 8, 1982)

\* 東北大学選鉱製錬研究所 (Research Institute of Mineral Dressing and Metallurgy, Tohoku University)

\*2 東北大学選鉱製錬研究所 Ph. D (Research Institute of Mineral Dressing and Metallurgy, Tohoku University, 2-1-1 Katahira Sendai 980)

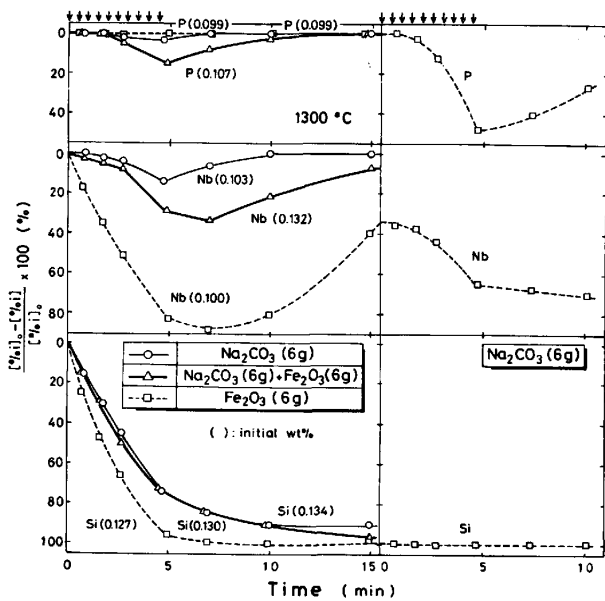


Fig. 1. Variation of Si, P and Nb in metal with time by installments addition of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  or  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  flux.

ん、復ニオブ反応は炭素との反応によつても生じるが、フラックス添加終了後の脱珪反応はシリコンによるスラグ中のりん、ニオブ酸化物の還元によると考えることができる。

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  添加の実験ではフラックス添加中に半熔融状のスラグが攪拌棒、るつぼ壁に付着し 15.5 min まで存在していた。脱りん反応は全く生じていないが脱ニオブ率が他の2つのフラックスよりも大きい。またフラックス添加終了後も脱ニオブ反応が進行している。その後、復ニオブ反応が認められる。脱珪反応は他の2つのフラックスよりも進行している。スラグ(脱ニオブ生成物  $\text{FeO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$  と  $\text{SiO}_2$  との混合物)がこの温度では軟化しやすいため炭素との反応によりニオブが還元されたものと思われる。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  フラックスの実験後 (15.5 min) 排滓せずに  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (6g) を 10 分割で添加した実験を行った。フラックス添加により半熔融付着物は消滅した。半熔融スラグ中の  $\text{SiO}_2$  等と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  フラックスとの反応のために脱りん脱ニオブ反応は初期で停滞するが、シリコン濃度が極めて低いため脱りん、脱ニオブ反応はよく進行している。またフラックス添加終了後、復りん反応が起こるが脱ニオブ反応がわずかに進行している。

### 3.2 フラックス添加方法 (一括、分割添加)

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  (6g),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (6g)- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (6g) 系フラックスを 0.1%Si, 0.1%Nb, 0.1%P を含む炭素飽和溶鉄 (420g) に一括添加したときの、シリコン、りん、ニオブの酸化挙動を Fig. 2 に示す。分割添加の結果と比べて一度に 6g または 12g のフラックス量を添加する

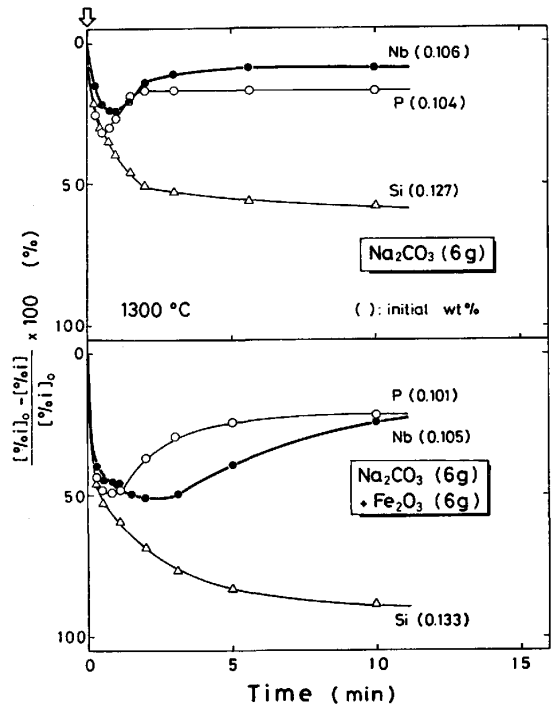


Fig. 2. Variation of Si, P and Nb in metal with time by a lump addition of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  or  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  flux.

ので脱りん脱ニオブ反応の停滞現象はみられない。復りん復ニオブ反応が始まるまでの初期の脱珪脱りん脱ニオブ量はほぼ等しいとみなせる。両フラックスの場合、復りん反応が最初に生じた後、復ニオブ反応が生じている。復りん反応が生じている間に脱ニオブ反応がわずかに進行し、復りんがおさまり始めてから復ニオブ反応が始まっていることが Fig. 2 からわかる。特にこの傾向は  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスにおいて認められる。一括添加では復りん復ニオブ反応の結果、初期の値に戻っていない。りんに関しては気化脱りんの可能性が考えられる<sup>5)</sup>。Nb についての理由は後述する。復りん、復ニオブ反応が終了すると脱珪反応もほぼ終了し、 $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  のシリコンによる還元反応:  $\text{P}_2\text{O}_5 + 5/2\text{Si} = 2\text{P} + 5/2\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5 + 5/2\text{Si} = 2\text{Nb} + 5/2\text{SiO}_2$  を考えた場合の復りん量と復ニオブ量の和が脱珪量にほぼ等しいことから炭素よりも、シリコンの方が復りん復ニオブ反応への寄与が大きいことがわかった。 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  に  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を加えることにより、脱りん脱ニオブ脱珪量が 2 倍以上となり、また気化脱りん量も大きくなっている<sup>5)</sup>。

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスを一括または分割添加したときのそれぞれの脱りん脱ニオブ脱珪率の推移を Fig. 3, 4 に示す。両フラックス共初期の脱りん量、脱ニオブ量は一括添加の方が著しく大きい。しかし初期の脱珪速度は、一括添加の方が大きい実験終期

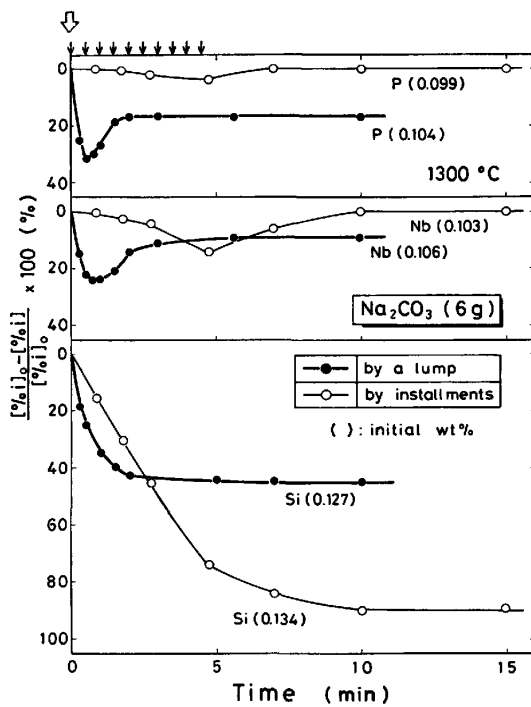


Fig. 3. Variation of Si, P and Nb in metal with time by installments or a lump addition of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  flux.

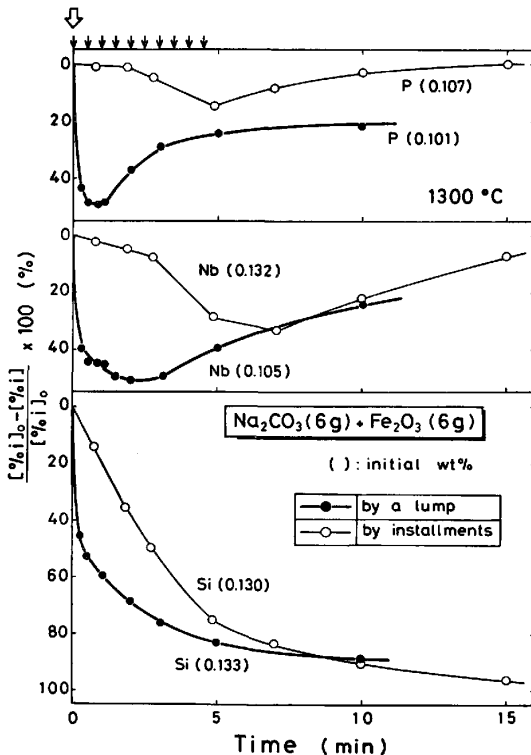


Fig. 4. Variation of Si, P and Nb in metal with time by installments or a lump addition of  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .

の脱珪量は分割添加の方が大きい値になっている。この傾向は Fig. 3 の  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  フラックスで特に顕著である。一括添加の場合、りん、ニオブは初期濃度まで戻ら

ないが分割添加では初期濃度まで戻る傾向を示している。この理由は一括と分割添加では  $\text{Na}_2\text{O}$  の残留率が異なるために、一括添加の方が固体化しやすくなり元の値に戻りにくくなると考える。一括、分割添加共に復りん復ニオブ反応が終了すると脱珪反応も終了している。 $\text{Na}_2\text{-CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスの実験では一括、分割添加共に復りん反応は終了しているが復ニオブ反応が進行中のため脱珪反応も進行している。

以上のことからつぎの結論が導かれる。分割添加で添加フラックス量が少ない場合、シリコンまたは炭素との反応による復りん復ニオブ速度が大きいために脱りん脱ニオブ反応に停滞現象が現れる。一方、一括添加すれば初期でのシリコン、りん、ニオブの酸化量はほぼ等しくなり、添加方法によらず  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  添加の効果は脱りん脱ニオブ脱珪反応共に大きいことがわかった。ただし脱珪に関しては分割添加では  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  添加の効果は認められない。従って脱りん脱ニオブ脱珪反応を充分起こさせるためにはフラックス量を多くする（さらに  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を加える）ことは当然であるが、フラックス添加量と添加方法との間に最適条件が存在するであろう。復りん復ニオブ反応がシリコンによっても生じるので、初期シリコン濃度は極力低い値にすべきである。本実験では復りん復ニオブ現象を調べるために黒鉛棒で攪拌をしているがフラックス添加終了後攪拌を止めれば復りん復ニオブ量は本実験で得られたほど大きくはないと予想される。しかし、分割添加の実験で添加中の攪拌作用の脱りん脱ニオブ反応に及ぼす効果は明らかではない。一括添加の実験では添加直後に攪拌を行うべきであるがそれ以後の攪拌は脱りん脱ニオブ反応にとって望ましくないことは Fig. 2 から明らかである。

### 3.3 $\text{CaO-CaF}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 系フラックスによる脱りん、脱ニオブ、脱珪

$\text{CaO}(3\text{g})\text{-CaF}_2(3\text{g})\text{-Fe}_2\text{O}_3(6\text{g})$  フラックスを 0.1%P, 0.1%Nb, 0.1%Si を含む炭素飽和溶鉄に添加したときのりん、ニオブ、シリコンの挙動を  $\text{Na}_2\text{CO}_3(6\text{g})\text{-Fe}_2\text{O}_3(6\text{g})$  系フラックスのそれと比較して Fig. 5 に示す。両フラックス共脱りん脱珪復りん復ニオブ量はほぼ等しいが脱ニオブ量はライム系フラックスの方が大きい。

### 3.4 ニオブとバナジウムの酸化挙動の相違

#### a) ソーダ系フラックス

著者らが先に報告した  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスによる 0.1%Si, 0.1%P, 0.1%V を含む炭素飽和溶鉄中のシリコン、りん、バナジウムの酸化挙動<sup>9)</sup> と、同じフラックスによる 0.1%Si, 0.1%P, 0.1%Nb

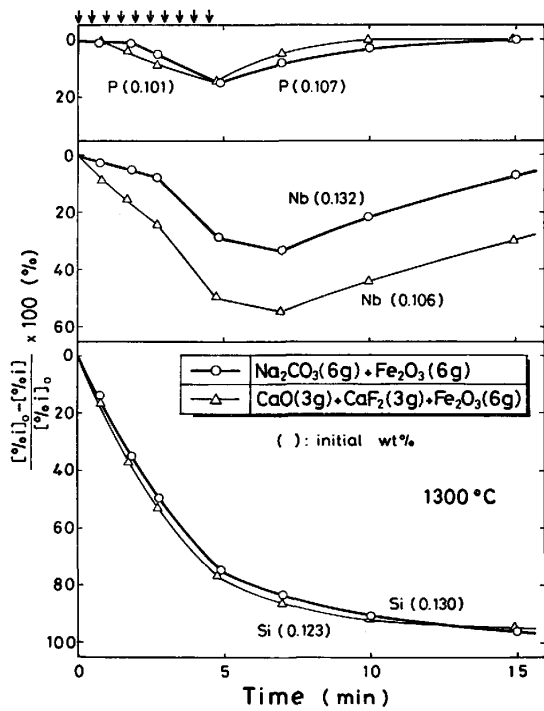


Fig. 5. Variation of Si, P and Nb in metal with time by installments addition of CaO-CaF<sub>2</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> or Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

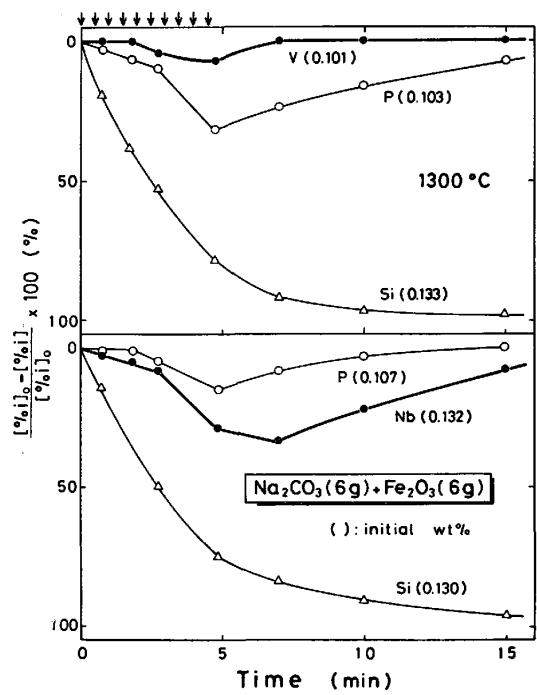


Fig. 7. Variation of Si, P and Nb in metal with time by installments addition of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> flux compared with that of Si, P and V.

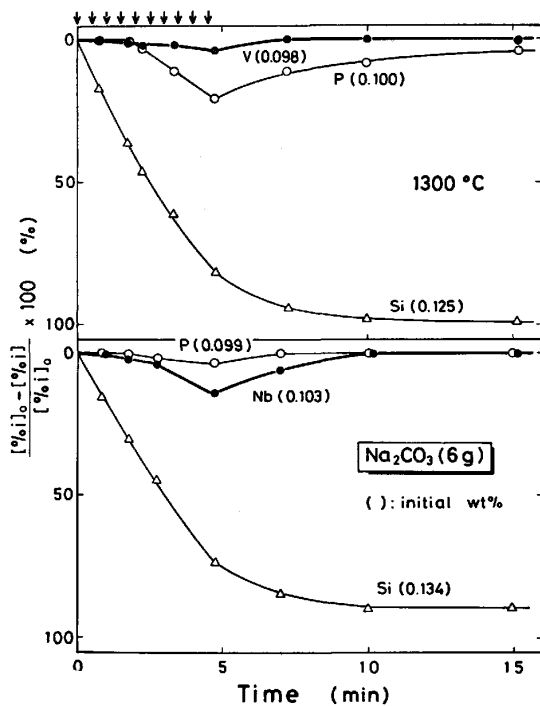


Fig. 6. Variation of Si, P and Nb in metal with time by installments addition of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> flux compared with that of Si, P and V.

を含む炭素飽和溶鉄中のシリコン、りん、ニオブの酸化挙動とを比較した結果を Fig. 6, 7 に示す。Fig. 6, 7 においてバナジウムを含む場合には酸化量、酸化速度は Si>P>V の順序で酸化されているがニオブを含む場合

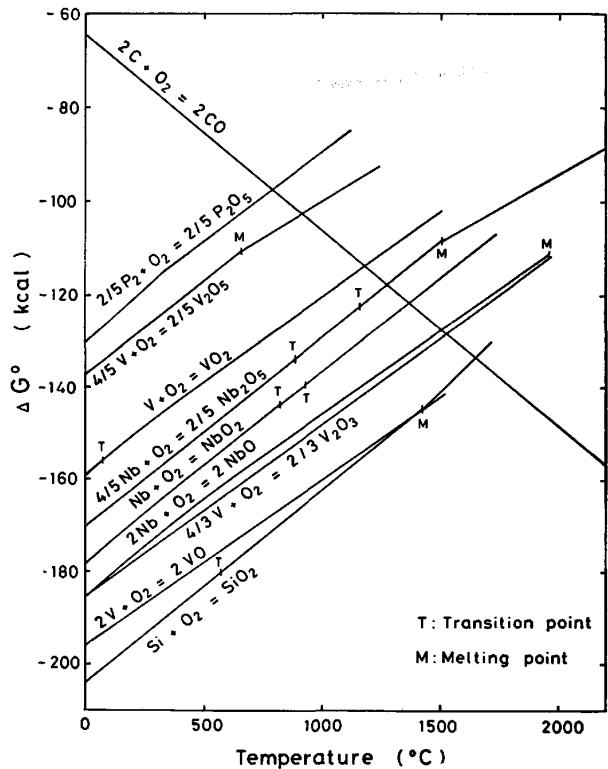


Fig. 8. Free energies of formation of CO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, vanadium oxides, niobium oxides and SiO<sub>2</sub> against temperature.

には Si>>Nb>P の順序になっていることがわかる。この理由としては、りん、ニオブ、バナジウムの酸化速度が等しいと仮定すれば復バナジウム速度が復りん速度よ

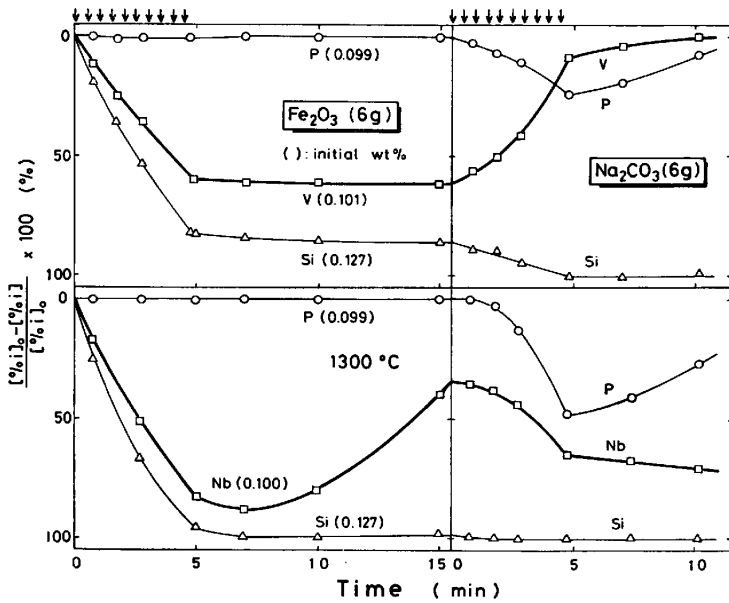


Fig. 9. Variation of Si, P and Nb in metal with time by installments addition of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  fluxes compared with that of Si, P and V.

りも大きいためであり、また復りん速度が復ニオブ速度よりも大きいためであると考えられる。Fig. 8 にりん、バナジウム、ニオブの各酸化物の生成の自由エネルギーと温度との関係を示す。Fig. 8 からスラグ中の  $\text{P}_2\text{O}_5$  の活量、ニオブ、バナジウムの酸化物の形態およびそれらの活量値が明らかでないと厳密な議論はできないが、ニオブ酸化物 ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) の方がバナジウム酸化物 ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) よりも酸化されやすいことがわかる。このような平衡論的議論の他にスラグの性状が重要である。スラグの性状については実験中または実験後スラグが少量のため観察することができなかつたのでバナジウム、ニオブを含む酸化物と  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  系の 2 成分系状態図を参考にして考察した。

つぎに  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  フラックスを用いた実験結果を Fig. 9 に示す。脱りん反応はニオブ、バナジウムを含む両実験では生じていない。復バナジウム反応が起こらないで復ニオブ反応が起こっている理由は脱バナジウム生成物 ( $\text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_5$ ) と脱ニオブ生成物 ( $\text{FeO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ ) の融点の差によつていられる。シリコンがほとんどない場合にもニオブが戻っていることから炭素による復ニオブ反応が生じていることがわかる。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  添加の実験後、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を分割添加した場合、復バナジウム反応は生じるがニオブは酸化除去されている。復バナジウムする理由はスラグの液状化による反応界面積の増加、および復バナジウム速度が大きいためであり、また復ニオブせずに脱ニオブする理由はシリコン濃度が低いため、および復ニオブ速度が小さいためであると思われる。

b) フラックス添加方法

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスを一括添加したときのシリコン、りん、バナジウムの酸化挙動とシリコン、りん、ニオブの酸化挙動を Fig. 10, 11 にそれぞれ示す。両フラックス共復りん、復バナジウム、復ニオブ反応が始まるまでの初期の酸化除去量は Si, P, V, Nb とほとんど変わらないとみなせるが、その後の復

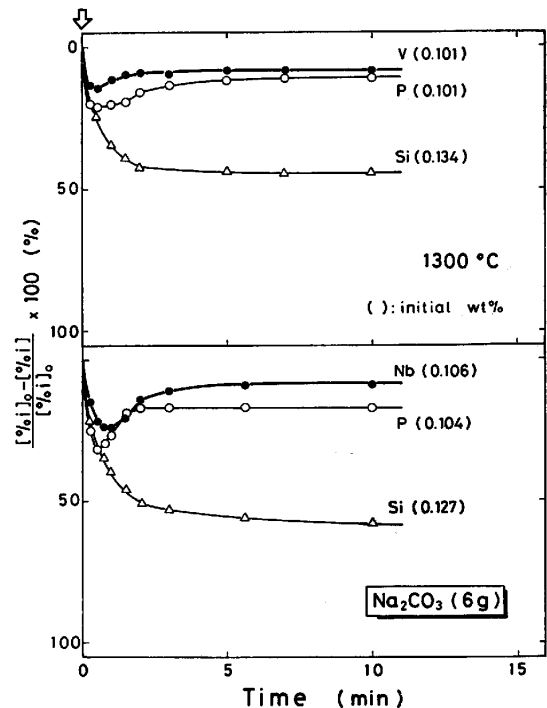


Fig. 10. Variation of Si, P and Nb in metal with time by a lump addition of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  flux compared with that of Si, P and V.

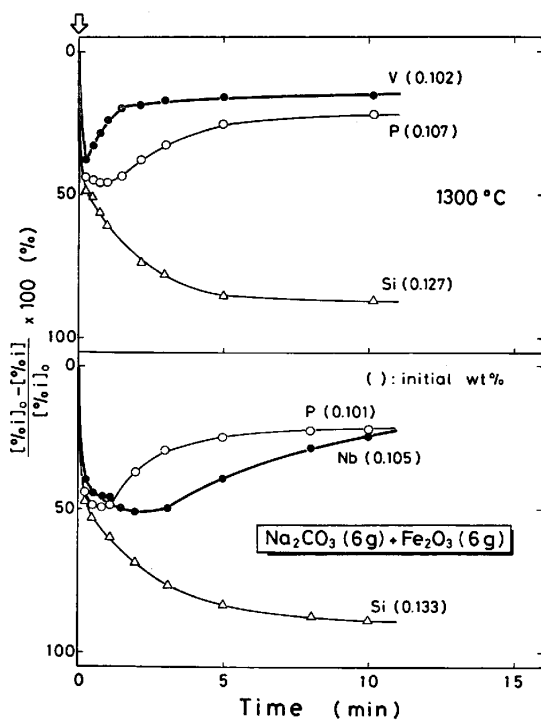


Fig. 11. Variation of Si, P and Nb in metal with time by a lump addition of  $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  flux compared with that of Si, P and V.

りん、復バナジウム、復ニオブ反応の挙動が異なっている。すなわちバナジウムを含む実験では復バナジウム反応が起こっている間りんはほぼ一定で復バナジウム反応がおさまってから復りん反応が進行している。また復バナジウム、復りん反応に伴って脱珪反応も進行している。一方、ニオブを含む実験では復りん反応が起こっている間、脱ニオブがわずかに進行するが復りんがおさまってから復ニオブ反応が開始し、それに伴って、脱珪反応も進行している。また  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  添加の効果はニオブ、バナジウムを含む実験共に顕著に現れている。

### c) ライム系フラックス

Fig. 12 に  $\text{CaO-CaF}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスによるバナジウム、ニオブの酸化挙動の比較を行った。脱バナジウム反応はほとんど起こらないが、ライム系フラックスでは 50% 以上の脱ニオブ率が得られている。脱りんについてはバナジウムを含む実験の方が大きいが両者ともに脱りんされている。 $\text{CaO-CaF}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$  系フラックスを用いることによってもソーダ系フラックスと同様に、バナジウムをメタル相中に残して脱りん脱珪処理は可能である。また Fig. 1 に与えた  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  フラックスの結果と同様にりんをメタル相中に残して脱ニオブ、脱珪処理も可能であることが Fig. 12 からいえる。

### 3.5 含ニオブ溶鉄の処理

含ニオブ溶鉄中のニオブ、りんを一段プロセスで除去

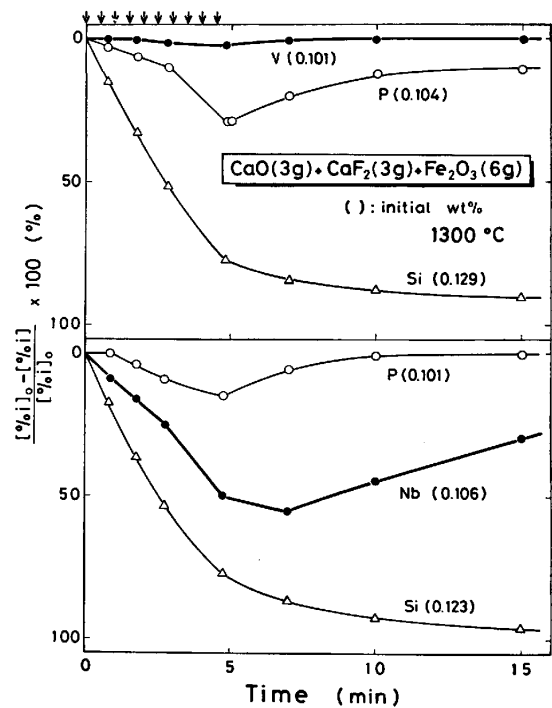


Fig. 12. Variation of Si, P and Nb in metal with time by installments addition of  $\text{CaO-CaF}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$  flux compared with that of Si, P and V.

するためには、りんについてはライム系またはソーダ系フラックスを用いなければ酸化鉄、酸素ガスのみでは十分な脱りんは期待できない。またこれらの塩基性のフラックスの使用は脱マンガン反応をおさえる利点がある。前章までの結果から脱りんに関してはライム系、ソーダ系どちらでも同程度脱りんされていたが、ニオブに関してはライム系の方が脱ニオブ率は高かった。ソーダ系の脱ニオブ生成物はソーダ系の脱バナジウム生成物と違って完全な水溶性ではない。なぜならば脱ニオブ生成物の sodium niobate は水に溶けないからである。脱バナジウム生成物でも  $\text{V}^{5+}$  イオンにしないと水溶性でなくなるが脱ニオブ生成物中のニオブを  $\text{Nb}^{5+}$  としても水溶性にはならない。しかし、ライム系、ソーダ系フラックス共に処理後のスラグを酸処理することによりニオブを加水分解させて水酸化物の形で沈澱させ回収することができる<sup>6)</sup>。

高りん高マンガン高シリコンの含ニオブ溶鉄の脱りん脱ニオブ挙動を明らかにするために 1%P, 1%Mn, 1%Si, 0.1%Nb を含む炭素飽和溶鉄に  $\text{Fe}_2\text{O}_3(10\text{g})$  を  $1300^\circ\text{C}$  で分割添加した後、 $\text{Na}_2\text{CO}_3(15\text{g})$  を分割添加した実験を行った。その結果を Fig. 13 に示す。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を添加することにより脱珪、脱ニオブ、脱マンガンされるが脱りんされないことは先に示した Fig. 1 から明らかである。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  添加後、復マンガン、脱りん反応を

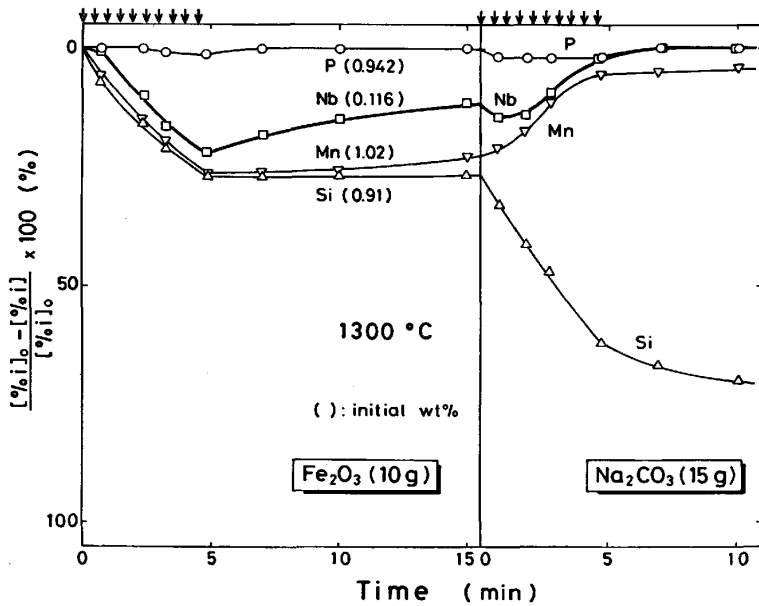


Fig. 13. Variation of Si, P, Nb and Mn in metal with time by installments addition of  $Fe_2O_3$  and  $Na_2CO_3$  fluxes.

促進させる目的で  $Na_2CO_3$  を分割添加した。その結果、復マンガン反応は生じたが、 $Fe_2O_3$  による脱珪量がわずかであったため、すなわち初期シリコン濃度が高いために  $Na_2CO_3$  を添加してもりん、ニオブは分割添加では酸化しない。ニオブは復ニオブしていることが Fig. 13 からわかる。

これらの結果を参考にして 1%P, 1%Mn, 0.1%Nb, 0.18%Si を含む炭素飽和溶鉄に  $Na_2CO_3$  (30g) を分割添加した実験を 1300°C で行つた。Fig. 14 にその結果を示す。脱マンガン反応は生じないが脱りん脱ニオブ脱珪反応が生じている。また、フラックス添加終了以後も攪拌を行つているが著しい復りん復ニオブ反応は起こっていない。

以上のことから高マンガン高りん高シリコン含ニオブ溶鉄からりん、ニオブを回収する場合には予備脱珪処理を行い、シリコンをできるかぎり低くすることが重要である。 $Fe_2O_3$  または酸素ガスでニオブのみを酸化することはマンガンの酸化損失をまねくので好ましくないが、シリコン濃度が低ければ脱りんのために添加した  $Na_2CO_3$  による復マンガン反応が期待できる。シリコン濃度を極力低くして、 $Na_2CO_3$  を最初から添加してりん、ニオブを同時に下げる方法と  $Fe_2O_3$  によりニオブを下げてから  $Na_2CO_3$  によりりん、ニオブを下げる方法が考えられる。 $Na_2CO_3$ - $Fe_2O_3$  混合フラックスにより脱りん脱ニオブを行うことも有効であると思われる。

#### 4. 結 言

ソーダ系フラックスによる炭素飽和溶鉄中のシリコン、りん、ニオブの酸化挙動について実験を行い、以下

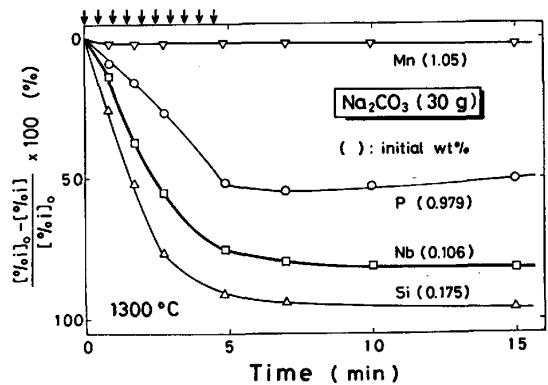


Fig. 14. Variation of Si, P, Nb and Mn in metal with time by installments addition of  $Na_2CO_3$  flux.

の結果を得た。

1) ソーダ系フラックス( $Na_2CO_3$ ,  $Na_2CO_3$ - $Fe_2O_3$ ) の分割添加において添加初期には脱ニオブ脱りん反応の停滞が起こり、フラックス添加後は復りん復ニオブが脱珪とともに進行する。一括添加においては初期の停滞現象は起こらず、復りん反応がおさまってから復ニオブ反応が進行し、同時に脱珪反応も進行する。 $Na_2CO_3$  に  $Fe_2O_3$  を混合する効果は分割添加、一括添加とも顕著であつた。 $Fe_2O_3$  フラックスの分割添加によつてソーダ系フラックスと比較して脱珪脱ニオブ率は上昇するが脱りんは起こらない。またフラックス添加終了後に復ニオブ反応が起こつた。

2)  $CaO$ - $CaF_2$ - $Fe_2O_3$  系フラックスを用いた実験では  $Na_2CO_3$ - $Fe_2O_3$  系フラックスと比べて同程度脱珪脱りんが起こるが脱ニオブ率は高い。

3) 反応生成物である  $P_2O_5$ ,  $Nb_2O_5$  はシリコンによつて還元され、復りん速度が復ニオブ速度よりも大きい

ため分割添加において初期に停滞現象が現れた。また酸化除去量も見掛け上  $Si \gg Nb > P$  となつた。

4) ニオブ、バナジウムの酸化挙動の比較において、 $Na_2CO_3$ 、 $Na_2CO_3-Fe_2O_3$  および  $CaO-CaF_2-Fe_2O_3$  各フラックスによる酸化除去量が  $Si \gg Nb > P$ 、 $Si \gg P > V$  であつたことから、本実験条件下では、それらの酸化除去量は  $Si \gg Nb > P > V$  の順になると思われる。また脱りんを考えずに、脱珪および脱ニオブまたは脱バナジウムを得るには酸素吹きや酸化鉄の添加のみで十分であり、フラックスの添加は必要ではない。さらに予備脱珪を十分行い、酸化源の供給によつてスラグ-メタル界面の酸素ポテンシャルを高く保てば、フラックスの分割添加によつても脱りん、脱ニオブ、脱バナジウムが期待できる。

5) ニオブを含む鉄鉱石を高炉で処理してできる高シリコン高マンガン高りん溶銑に  $Fe_2O_3$  を加えると脱珪

脱マンガン脱ニオブ反応が生じ、排滓せずに  $Na_2CO_3$  を加えると脱珪反応は進行するが復マンガン復ニオブ反応がみられた。脱珪処理後の高りん高マンガン含ニオブ溶銑に  $Na_2CO_3$  を多量に加えると脱珪脱ニオブ脱りん反応は起こるが脱マンガン反応は起こらなかつた。また復りん復ニオブ反応もほとんど起こらなかつた。

#### 文 献

- 1) L. ZONGCAI, Z. RONGHANG, H. CONGJIA, L. H. HUANG YE, and W. YUANHAO: Iron Steel, 16 (1981) 6, p. 6
- 2) C. YONGDING, D. KAIWEN, and Q. GUOJUN: Iron Steel, 16 (1981) 5, p. 10
- 3) 井上 亮, 水渡英昭: 鉄と鋼, 69 (1983), p. 951
- 4) 井上 亮, 水渡英昭: 鉄と鋼, 65 (1979), p. 1838
- 5) 水渡英昭, 石坂 祥, 井上 亮, 高橋愛和: 65 (1979), p. 1848
- 6) R. A. GUSTISON and J. A. CENERAZZO: J. Metals, 23 (1971) 8, p. 45

## コ ラ ム

### Siitari San

昨春の講演大会で、身長 2m に近いのつぼの外人さんが比較的流ちょうな日本語で講演した事を御記憶の方がおられるであろう。彼 Dr. D. Siitari は、米国 National Steel 社の研究所から交換研究員として日本鋼管の技研に派遣され、その研究成果の一部を発表したものである。

33 Metal Producing 誌 July 1982, に日米鉄鋼技術の交流が "The Great Technology Swap" として特集されている。この中で、新しい技術交流の手段として研究員の交換が注目され、具体例として Dr. Siitari が紹介されている。

「技術交流の多くは、Meeting 型式であり、この場合は必要に応じ通訳をつける事も可能で、言葉はあまり障害にならない。しかし派けん研究員となると、言葉は必要不可欠である。Dr. Siitari は来日前約半年間日本語を特訓し Dave Siitari から Siitari San になつた。(Dave Siitari became Siitari San)」というくだりがある。事実彼は来日直後から私共と机を並べ、同じ作業衣を着用、工場弁当を箸を使つて食べるという積極的な態度で日本の研究所生活に入り込んで

来た。また会社外でも忘年会、新年会、グループ旅行等に常に参加し人間としてのふれあいを深めて行つた。

鉄鋼協会での講演は彼の研究生活にとつては一つのエポックであり、また満開の桜の下でのジュニアパーティーで多くの知己を得た事等、講演大会という場が、彼にとつて日本を理解するための大きな役割を果たしている。

国際化の時代、科学技術は経済にも国際関係にも無縁ではない。いろいろな局面での摩擦が問題になりました今後問題になつて行くであろうが、これを解消するには、根底に人間として信頼感があるという事が必要ではなからうか。彼の様な人間が一つのかげ橋として相互の理解を深め本当の国際化に役立って行くであろう事を期待したい。

なお蛇足ではあるが、彼は一年間の在日中に「Siitari San」から更にすすんで「デーブさん」になり、離日の際には涙をうかべながら「さようなら」といつて成田を立つて行つた事および帰国後も日本語の勉強をし続けているという手紙が来た事をお伝えする。

(日本鋼管(株)技術研究所 原 富啓)