

完全な MnS のところでは変化がないが、 $Mn/S=8.07$ 以下のところでは明らかに FeS が減少し、MnS が増加している。このことは加熱により事実鋼中の FeS は MnS に変化することを実証するものである。また実験として 1200°C 付近で約 30 mn 加熱後、鍛造の熱間加工を加えたものも $1200^{\circ}\text{C} \times 4\text{h}$ 加熱のものとはほぼ同程度に MnS が増加している。鍛造の場合加熱時間は比較的短い、このようにこの場合かなり急速に MnS に変化していることは、熱間加工を加えるとさらに $\text{FeS} \rightarrow \text{MnS}$ 変化が起りやすいことを示すものと思われる。

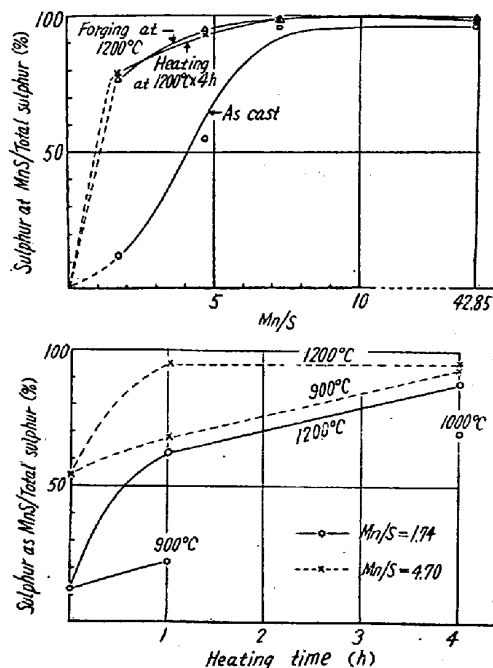


Fig. 1. Experiments on the change of FeS to MnS in steels by heating or hot working.

加熱温度ならびに加熱時間に関する定量的な問題については Fig. 1 からわかるように、加熱温度が高くなるほど、また加熱時間が長いほど FeS が MnS に変化しやすいことがわかった。

IV. 総 括

以上主として分析法による $\text{FeS} \rightarrow \text{MnS}$ 変化に関する実験の結果、加熱により鋼中の FeS はたしかに MnS に変化する。また熱間加工を加えると $\text{FeS} \rightarrow \text{MnS}$ 変化は起りやすい。また今回の実験条件の範囲内では加熱温度が高いほど、加熱時間が長いほど $\text{FeS} \rightarrow \text{MnS}$ 変化は起りやすいなどのことが明らかになった。このような実験結果から今後はリムド鋼あるいは快削鋼など実際の工業的な方面に対しさらに研究を進めて行きたいと考えている。

文 献

- 1) 池島, 森島; 鉄と鋼, 41 (1955), No. 4, p. 430
- 2) K. Born; Arch. Eisenhüttenw., 29 (1958), S. 179

(65) セミキルド鋼の脱酸と介在物

八幡製鉄所, 技術研究所

加藤 健・今井純一・〇梶岡博幸

Deoxidation and Inclusions in Semi-killed Steel Ingots

Takeshi Kato, Junichi Imai and Hiroyuki Kajioka.

I. 緒 言

前報* でセミキルド鋼塊肌近くにある巨大な珪酸塩** を問題とし、それによぼす脱酸剤の影響について検討し、凝固後の鋼塊内の気泡の分布状況が一定となるような脱酸度とする場合でも、このような珪酸塩は取鍋で使用する脱酸剤 (Al, Si) の投入比によつて異なり、Si に比して Al を多く使用した方がかかる介在物が少なくなるとの結論をえた。その理由として、セミキルド鋼塊内のこのような介在物は耐火物に由来する処が大きく、Al を脱酸剤として使用する場合、耐火物の熔損が少なくなるのではないかと考えた。

取鍋耐火物と熔鋼との反応が前報のごとく熔鋼中の遊離 [O] によると考えた場合、この [O] は取鍋に投入する脱酸剤の量によつても変化するので、脱酸剤投入量の影響について検討する必要があつた。また、前報では耐火物によるとしてえられた結果を説明したが、多くの推察を含んでいた、それを確める問題も残されていた。そこで、実用鋼塊および 100 kg 試験用小鋼塊を対象にして、これらの問題を検討した。

II. 脱酸度の影響

1. 試験要領 鋼塊肌近くにある黒点** は Si および Al の投入割合や S% に関係していることが明らかにされたので、S% が一定になるように留意し、さらに取鍋で投入する脱酸剤の投入比を一定とし、その量を Table 1 に示すごとく変化させ、2t 鋼塊を製造した。鋼塊を縦割後サルファプリントを撮り、黒点の分布状況を調査するとともに、気泡、パイプなどの鋼塊内部性状の調査を行なつた。

2. 実験結果 Table 1 の気泡状況やパイプ量より考えると、脱酸剤の投入量にしたがつて凝固時の脱酸度は強くなっている。これらの鋼塊における黒点の分布状況は Fig. 1 のごとくである。黒点指数とはサルファプリント上に鋼塊肌を平行に引いた線に接する単位長さ当

* 鉄と鋼, 45 (1959), No. 9. 1042~1043

** サルファプリント上の黒い小さな点で、巨大な珪酸塩または硫化物の集合が原因であり、気泡を伴っていない黒点は珪酸塩である。

Table 1.

No. of sample	Ladle analysis					Ladle additions				Pouring		Function of degrees of deoxidation	
	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Mn %	Si %	Al %	Si/Al	Rate mm/s	Temp. °C	Zone of lenticular blow hole from top mm	Volume of pipe %
E 1	0.21	0.040	0.72	0.019	0.022	0.55	0.057	0.0047	12.1	17.6		600	0.42
E 2	0.11	0.050	0.63	0.013	0.018	0.53	0.072	0.0062	11.6	18.9	1530	580	0.48
E 3	0.18	0.072	0.67	0.018	0.020	0.52	0.115	0.0096	12.0	15.7	1535	160	0.62

りの黒点数を意味して、管状気泡の発生している範囲では肌近くに黒点は存在していないので、この部を除いて算出した。しかし、管状気泡の奥には一般に黒点が認められるので、黒点の発生位置が深くなっただけで、

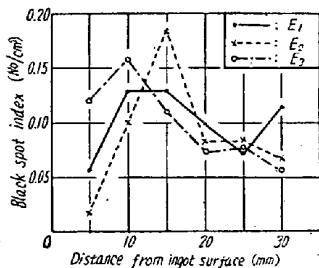


Fig. 1. Distribution of larger silicates in 2t semi-killed ingots with varied degree of deoxidation as a function of black spot index.

(ii)耐火物の熔損程度は変化するが鑄型内での介在物の浮上も脱酸度の影響を受ける、の2項目が考えられる。

後述の基礎実験における 100kg 鋼塊の結果では、Al を脱酸剤として使用した場合脱酸度が弱くなると黒点が増加したが、Si を脱酸剤として選んだ場合 Si 投入量によつて黒点は変化せず実用鋼塊の結果と一致していた。100kg 鋼塊では注入後直ちに凝固温度に達し、介在物の浮上は殆んどないと考えられるので、Fig. 1 の結果についても介在物の浮上の影響は小さいようである。さらに、Al 投入量によつて熔鋼中 [O] は変化するが、Si 投入量による変化は小さいという前報の結果から考えると、セミキルド鋼の脱酸の範囲では Si 投入量により耐火物の熔損程度は殆んど変わらないようである。Hilty Crafts の平衡値から Mn および Si と平衡する熔鋼中の [O] を算出するとセミキルド鋼の Si% では殆んど変化せず前述の結果と一致することが認められた。

III. 小鋼塊による基礎実験

1. 脱酸剤投入比の耐火物におよぼす影響: 100kg 鋼



Fig. 2. Inner-surface features of nozzle bricks, after being used to teem the molten steel deoxidized with varied Si add./Al add.

塊の注入に使用したノズルの内面状況を脱酸剤投入比別に Fig. 2 に写真で示した。Si で脱酸した熔鋼に使用した場合には暗緑色の厚いスラグ層が生成しているが、Al 脱酸になるとスケール状の薄い層に変化していて、使用する脱酸剤の種類により、ノズルの熔損状況が異なることが認められる。これらの反応層は原煉瓦に較べいずれも MnO, FeO, が高く、Si を Al に較べ多く用いて脱酸した熔鋼に使用した耐火物ほど、反応層中の MnO+FeO が高くなっていることが認められた。このことは巨大な珪酸塩が MnO や FeO によるフラックス反応の結果であると前報で考えたことと一致している。

2. 耐火物の変更試験: 取鍋内熔鋼中の [O] により耐火物が熔損され、鑄型内に捲込まれ、一部は浮上してスカムとなり、残りが鋼塊肌近くに認められる珪酸塩になると考えた。これを確かめるために取鍋耐火物の材質を変更する試験を行なった。使用した耐火物は蠟石質、シャモット質、高アルミナ質、マグネシヤ質の4種で、鍋、底、スリーブ、ノズル、ヘッドすべて同一質の耐火物を使用して取鍋を準備した。ただし、マグネシヤ質の場合のみは黒鉛ヘッドした。熔製に当つては S% が一定になるように留意し、さらにサルファプリントに黒点が現われやすくするために Si のみを使用して脱酸した。

100kg 鋼塊では黒点の分布状況が実用鋼塊のそれとは相違していて、肌に密集する傾向は少く、鋼塊内部に不規則に分布していた。鋼塊内部の黒点は顕微鏡観察の結果、鋼塊肌部にある珪酸塩と同種類のものであることが

明らかになったので、この場合には縦断面のサルファプリント上に現れた黒点数を縦断面積で除した値を以つて黒点指数とした。

使用後の耐火物を観察した処では、高アルミナ質、マグネシヤ質の内面状況はシャモット質耐火物を Al 脱酸した熔鋼に使用した場合の状況に類似していて、耐火物の熔損は小さいと想像され、シャモット質、蠟石質では厚いガラス状の反応層が生成していて、耐火物の熔損が大きいように思われる。

各鋼塊の黒点指数は Fig. 3 に示すごとく、蠟石質を使用した場合にもつとも高く、シャモット質、マグネシヤ質、高アルミナ質と減少している。Fig. 3 では熔損程度を現わす尺度として、反応層の耐火度を選んだが、マグネシヤ質を使用した場合を除くと、耐火度が大きくなるにつれ黒点が減少していて、黒点が耐火物に由来するものであることが認められる。熔損程度を現わす尺度として耐火物の使用前の径の変化を選んだ場合、熔鋼は取鍋内で 3 mm 程度しか保持されないで耐火物の侵蝕量は小さく測定は困難であつたが、マグネシヤ質の径の変化は高アルミナ質より大きく、シャモット質より小さく、黒点指数の変化と一致している。マグネシヤ質を使用した場合黒点が多かつた原因の一つとして、化学的熔損ではなくスポーリングなどによる機械的侵蝕が大きかつたことが考えられる。

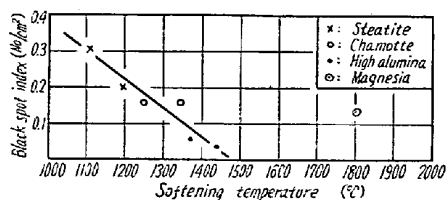


Fig. 3. Relation between black-spot index and softening temperature of reacted zone in used refractories.

IV. 結 言

2 t 鋼塊による現場実験、100 kg 鋼塊による基礎実験を行なつた結果、前報に引き続きつぎの点が明らかになった。

1. 黒点におよぼす脱酸度の影響は脱酸剤の種類により異なり、Si を脱酸剤として選んだ場合、セミキルド鋼の範囲でその投入量を変化させても黒点の数は殆んど変化しない。この傾向は Si 投入量 (Si%) による熔鋼中の [O] の変化と一致している。

2. 黒点となる巨大な珪酸塩は熔鋼中の MnO, FeO はより耐火物が熔損され、熔鋼中に侵入したものである。したがつて熔鋼中の [O] を減少すると黒点は減少

する。また、熔損され難い耐火物を使用しても同じ効果がある。

(66) 鋼中の窒化アルミの形体

(電子顕微鏡による鋼中の窒化アルミの研究—I)

住友金属工業、和歌山製造所

長谷部 茂雄

Shape of Aluminum Nitride in Steel.

(Study of aluminum nitride in steel with an electron microscope—I)

Shigeo Hasebe.

I. 緒 言

本研究は鋼中の窒化アルミがその性質におよぼす諸影響を解明するために、それらの個々の現象について鋼中の窒化アルミがどのような形体で析出また成長するものかを直接電子顕微鏡によつて観察し、マクロ的な手法で明らかにされているそれら諸現象の機構を考察するのを目的としている。また Ti などの Al よりも N との結合力の強いものが添加された場合の各種の窒化物の挙動について直接観察することを目的としている。

II. 鋼中の窒化アルミがその性質におよぼす影響

鋼に Al を添加した場合に形成される窒化アルミが鋼の性質におよぼす影響については比較的多くの現象が知られている。それらを列記してつぎに示した。

1) 鋼中の窒化アルミがその結晶粒を微細化する効果がある現象については多くの研究があり、鋼中に微細に析出する窒化アルミの効果とされている。

2) 炭素鋼の降伏強度を増加させる効果があるが、たとえばトーマス鋼中の N を多量の Al 添加によつて固定し、その降伏点を上昇させるのに利用されている。

3) 鋳鋼あるいは鋼塊の高温割れの原因になるといわれている²⁾。

4) 炭素鋼、低合金鋼などのアーク溶接熱影響部の割れの発生はその硬化と析出する水素によるものとされているが、その熱影響部に析出する窒化アルミも関係していると考えられる³⁾。

5) 低炭素鋼の歪時効現象に関係があることはよく知られている。

6) 鋳鋼の強度 (常温の衝撃値) にも関係のあることが報告されている⁴⁾。

7) 炭素鋼のクリープを支配する大きな因子は鋼中に遊離して存在する N であり、過剰の Al の添加はクリー