

## 造塊作業の研究(Ⅱ)

(砂疵発生に及ぼす酸性鋼と塩基性鋼との差異)

(昭和26年4月本會講演大會にて講演)

中川義隆\*・曾我政雄\*

## STUDY ON INGOT MAKING PRACTICE (II)

(Difference between acid and basic open-hearth furnace steels in the origination of sand crack.)

Yoshitaka Nakagawa and Masao Soga.

## Synopsis:

The authors have studied on the characteristics and differences of acid and basic open-hearth furnace steels in origination of sand cracks during the ingot making process. (cf Rep. 1, Tetsu-to-Hagané, 38, 1952, No. 5.) The subjects of study were as follows:

- (1) Deoxidizing products during the ingot making process.
- (2) Corrosion of various refractories by molten steel.
- (3) Oxidation of molten steel by atmosphere during the ingot making process.

The results obtained were as follows:

(1) It was evident from the analytical results of non-metallic inclusion (sand) in steel in furnace before tapping, in the ladle and in the runner, or from analysis of scum in the mould, that basic molten steel produced much more deoxidizing products than acid molten steel in the ingot making process.

(2) According to observation of the runner surface on which the molten steel had passed through, its analytical results, relation between [Mn] and [Si] contents in these molten steel before tapping and in the ladle and those oxidizing products, it was found that corrosion of various refractories by basic molten steel was more active than acid molten steel.

(3) From the changes of [C], [Si], [Mn], [Al], [Cr], [FeO], etc., in these molten steels before tapping and after the finish of casting, it was inferred that oxidation of basic molten steel by atmosphere during the ingot making process was heavier than the acid.

## I. 緒言

従来精練過程に於ける非金属介在物の生成及び侵入機構並びにその軽減法に関する研究は多数行われている。然し鋼材に発生する所謂肉眼的砂疵は造塊過程に原因すると考えられる場合も多いがその實證が困難なためこの点についての研究<sup>1)</sup>は餘り行われていない様である。

一方化學的方法によるサンド或は顯微鏡的檢索による介在物の研究の個々については相當深く究明されている

が、これらの結果と肉眼的砂疵の発生との間には定量的關連性が認められず又砂疵判定の一方法としての段削試驗法も定量的には勿論定性的にも判定の基準さえ得られていない状態である。

一般に鋼材に存在する非金属介在物の主なる生成原因としては

1) 脱酸生成物の離脱不十分及び凝集肥大(冷却過程の反應生成物も含む)

\* 株式会社日本製鋼所室蘭製作所研究部

- 2) 精練中に於ける爐床その他耐耐火材の混入
- 3) 製鋼原材料中に混入或は附着せる不純物
- 4) 造塊過程に於ける各種耐火物の侵蝕或は剝離による混入
- 5) 造塊作業時空氣による鋼浴の酸化
- 6) 鋼滓の混入

筆者等は數年來造塊作業と鋼材に發生する各種缺陷との關係について種々調査、實驗を行いその一部は既に發表<sup>2)</sup>したが茲には小型鋼塊の下注鑄込過程中に於ける非金屬介在物特に肉眼的砂疵の發生原因について、酸性及び鹽基性兩平爐鋼の特性を普通鋼を對象として 2, 3 の實驗及び調査を行つた結果の概要を取纏めて報告する。

等が考えられ、これ等は其の存在状態により砂滓、砂疵、サンド及び顯微鏡的介在物等に區分せられる。所謂肉眼的砂疵はこれらの諸原因によることは明らかであるがその發見が極めて不規、不測にして單なる化學分析或は顯微鏡的觀察のみによつてはその實態を把握し得ないものと考えられる。

## II. 實驗並びに調査要領

前記砂疵の諸原因中造塊過程に於て鋼塊に發生する種々の酸化物の一部は

- 1) 取鍋に於てはサンド
- 2) 湯道内に於ては煉瓦の内面或は湯道鋼棒に附着せ

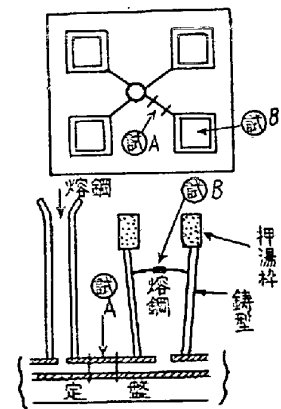
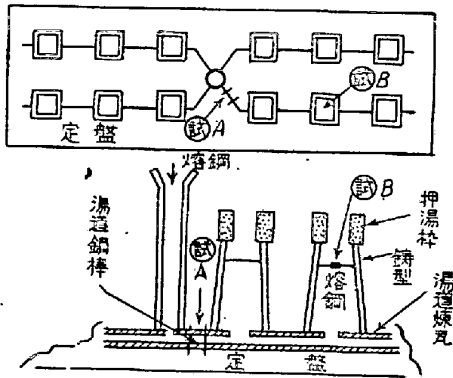
第 1 表 調 査 要 領

區分	要 領													
	性質 種類	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	耐火度 S・K	吸水率	見掛 比重	嵩比高	氣孔率	耐壓強度 kg/cm <sup>2</sup>	
使用耐火物の性狀	取鍋煉瓦	64.00	2.15	tr	33.00	0.42	0.53	31	強	13.26	2.52	1.99	25.04	212.8
	取鍋目地モルタル	65.44	1.84	tr	32.06	0.28	0.60	—	—	—	—	—	—	—
	注 入 管	66.16	2.72	0.56	29.36	1.12	—	31	強	16.14	2.59	1.81	29.32	180.0
	湯道煉瓦	65.30	2.20	0.40	32.00	0.80	—	31	強	12.48	2.56	1.94	24.27	159.0
	定盤目地モルタル	82.50	2.70	tr	16.05	1.77	—	—	—	—	—	—	—	—

700kg 角型鋼塊 12 本揚

1.5t 角型鋼塊 4 本揚

造塊法並びに試料採取位置



使用爐

酸性平爐 (公稱 60 吨)  
鹽基性平爐 (公稱 60 吨)

鋼種

中炭素鋼 C% 35/39 Si% 20/30 Mn% 30/50 P% <.04 S% <.04 Ni% 10/20 Cr% 10/20

鑄込温度及時間の測定要領

1. 鑄込温度……鑄込始め取鍋ノズルにて測定
2. 鑄込時間……本體鑄込終了迄の時間

調査項目

1. 浮 滓……鑄型内表面に於ける滓狀の浮遊物  
[上記試料は(試)Bの處(本體の50%前後)で採取]
2. 湯道煉瓦分離物……湯道煉瓦表面に分離生成されたもの並に湯道煉瓦が鋼浴との接觸により變化せる個  
並にその表面層 所
3. 湯道鋼棒分離物……湯道鋼棒表面に分離生成されたもの  
(上記試料は(試)Aの處より採取)
4. 非金屬介在物……溫硝酸法によるサンド分析

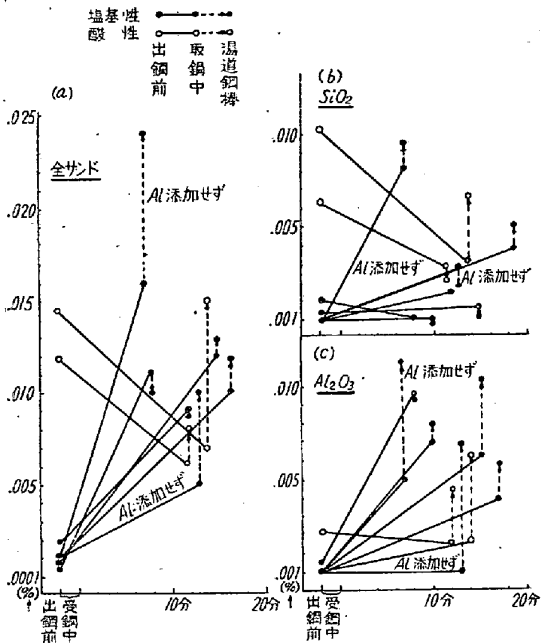
種々の分離物

3) 鑄型内に於ては鋼浴表面に浮遊する浮滓として發現するものと考え(註1) 實驗調査要領を第1表の如く定めた。

III. 實驗結果

(1) サンド

造塊過程に於けるサンド及びその主要組成の變化を夫々第1圖 a, b, c に示す。



第1圖 造塊過程に於ける鋼中サンド量の變化

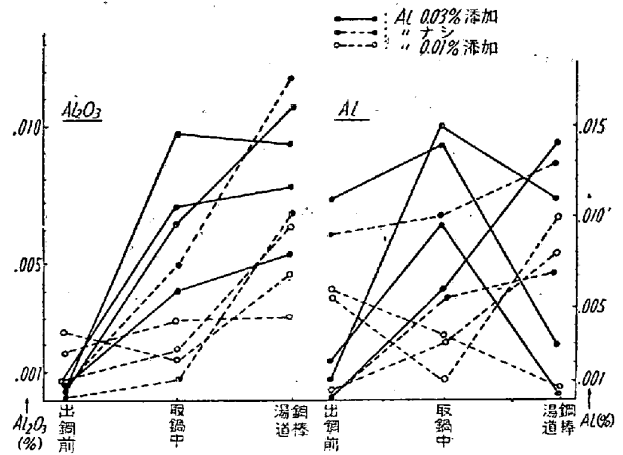
出鋼後取鋼に於て通常酸性に於てはAl(約0.01%), 鹽基性の方はFe-Si及びAl(約0.03%)を添加して強制脱酸を行つているが、サンド分析に於ては高珪酸鹽、高アルミ酸鹽以外の酸化物は分析し得ないので、出鋼前のサンド量は酸性では高値を又鹽基性の場合は低値を示し取鋼内に於ては鹽基性及び酸性にAlを多量使用

(註1) 取鋼内に於ける熔鋼中の主要酸化物は脱酸主成物、剝離又は侵蝕せられたる耐火材、鋼浴の酸化せるもの等であるが鋼浴の温度も高く、斯る酸化物の大部分は浮揚し易いと考えられる。特に耐火物が機械的原因によつて鋼浴中に侵入せるものは、その形状が比較的大きく二、三の理論計算によつてもその浮揚速度は大であつて取鋼内に於ける酸化物は所謂サンドが大部分であると考えられる。一方湯道内に於ては鋼浴の通過によつて抵抗の犬なる部分に各種酸化物が集積して各種の附着分離物となりこれが鑄込中に於ては鑄型内に入り、鋼浴表面に浮揚しない場合は砂疵の原因となり浮揚すれば所謂浮滓となる。

した場合にサンドが急激に増加している。

又取鋼より湯道に至ると大體サンド量は増加しているがこれはその組成中の $Al_2O_3$ 量が支配的因子であつて耐火材料の混入によるものと考えられる。即ち造塊各時期の $Al_2O_3$ の變化は第2圖の如く出鋼より取鋼に至る間は投入Alの影響を受けるので耐火物の侵蝕或は混入による $Al_2O_3$ の増加量は不明であるがAl投入なき場合或はその投入少きものでも $Al_2O_3$ を可成り増加しているのは耐火材の原因によるものが相當強いことが覗われる。

取鋼より湯道に至るとAl投入量の如何に拘らず大體 $Al_2O_3$ は増加を示し、耐火材よりの混入が激しいことを示している。



第2圖 造塊各時期に於ける $Al_2O_3$ 及びAlの變化

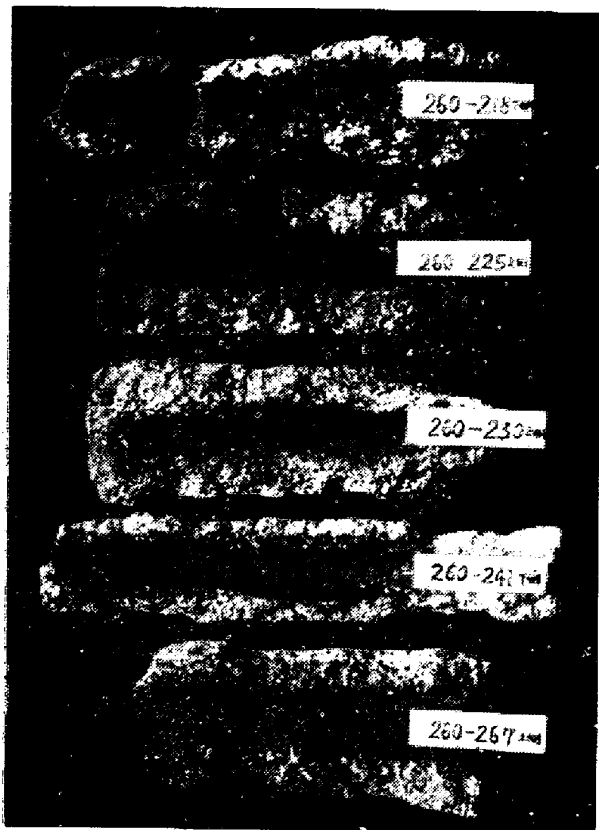
又鹽基性は酸性に比してサンド量の増加が著しいが、この間に於ては鋼浴の空氣による酸化、耐火材の侵蝕及び剝離、温度降下により脱酸反應の進行等による原因のみより考えられないので、前者が後者に比較してこれらの諸現象が活潑に行われ且激しい事が推定し得る。

(2) 各種分離物及び湯道煉瓦表面の組成變化

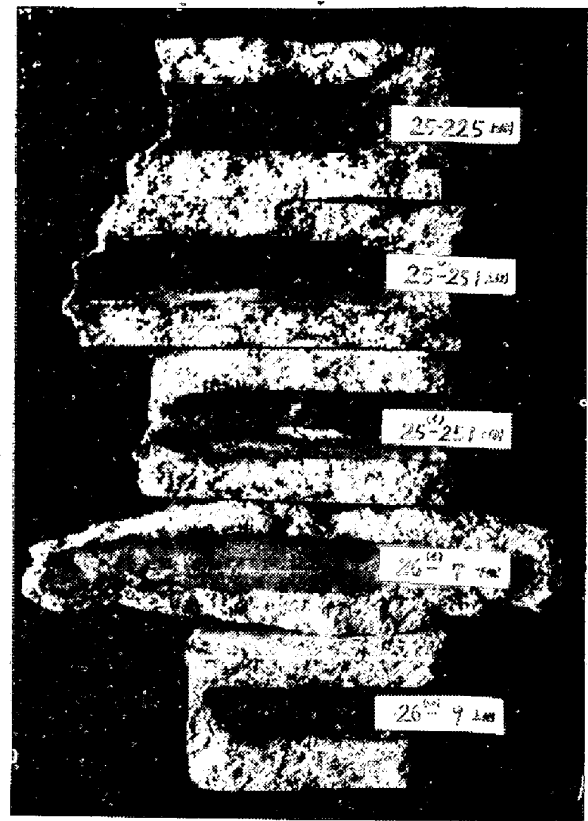
寫眞第1及び第2に例示する如く鹽基性及び酸性の何れも湯道内面の上側は下側に比して粗雑で、湯道及び鋼棒に各種の酸化物系の析出物(以下分離物と稱す)が附着しているがその程度は鹽基性の方が著しい。

更に湯道煉瓦表面には變色層があり、これは熔鋼が湯道内を通過する際に脱酸生成物、その他の酸化物及び耐火物の侵蝕、剝離せられたものが比較的抵抗の多い部分に集積されるのと熔鋼と湯道煉瓦表面との化學的反應による變色と考えられる。これ等の内鋼棒に附着せる分離物は熔鋼と共に鑄型内に入り砂疵の原因となる事が豫想せられる。

以上の各種分離物及び表面變色部の組成は熔鋼の状況によつて著しく左右せられるがその平均組成を第2表



鹽 基 性



酸 性

寫眞第 1 湯 道 煉 瓦

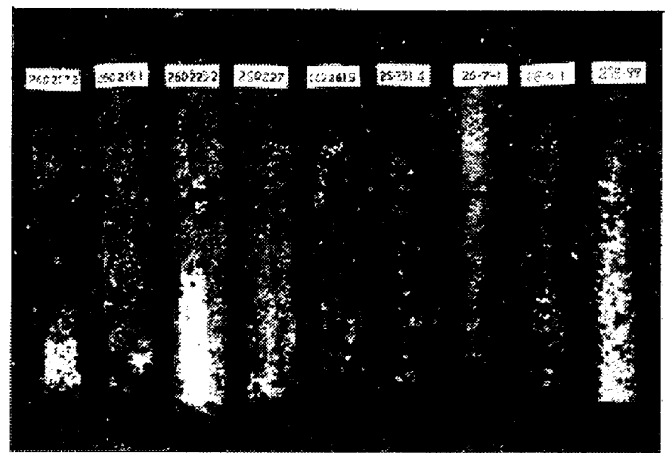
a, b (註 2) に示す。

第 2 表 (a) 湯道鋼棒分離物の組成 (平均)

爐別	種 別	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
鹽基性分離物	完全熔融	—	—	—	—	—	—
	半熔融	44.93	14.13	2.17	37.43	2.52	0.66
	完全砂狀	10.70	10.40	0.36	74.00	4.80	1.31
耐火物表面燒付	59.30	6.20	0.66	32.80	0.94	0.91	
酸性分離物	完全熔融	28.42	3.20	10.15	58.97	1.12	0.50
	半熔融	42.60	3.78	9.78	42.90	0.75	0.77
	不熔融	71.60	3.68	3.01	20.28	1.96	1.00
	耐火物表面燒付	—	—	—	—	—	—

第 2 表 (b) 湯道煉瓦分離物並に表面變色部の組成 (平均)

爐別	種別	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
鹽基性分離物	平爐表面層	36.4	5.4	0.7	51.3	2.9	2.9
	平爐表面層	55.6	4.7	0.5	38.2	1.1	1.1
酸性分離物	平爐表面層	46.7	3.5	9.0	38.0	0.9	0.7
	平爐表面層	55.9	3.4	6.4	32.2	1.0	1.9
湯道煉瓦		63.3	2.2	0.4	32.0	0.8	0.5



鹽 基 性 酸 性 電 氣 爐

寫眞第 2 湯 道 鋼 棒

(註 2) 完全熔融: 主として MnO 高く, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 低いもので Al を多量に添加しないものに多く, この場合湯道煉瓦は平滑である。

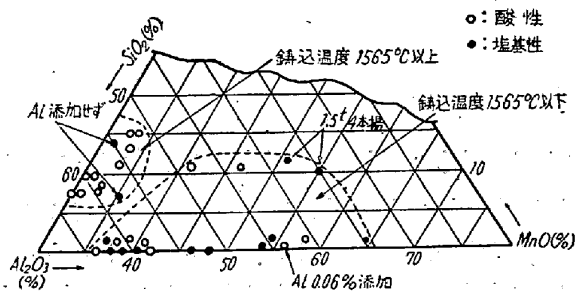
完全砂狀: MnO 低く Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が高く一般に酸性に Al を多量使用したもの及び鹽基性に多く, 耐火材がそのまゝの組成で残存していることが屢々ある。

半熔融狀: 組成的にも發生條件も前 2 者の中間的傾向を示す。

湯道及び鋼棒分離物の主要組成は類似しているが前者の  $Al_2O_3$  は低く  $SiO_2$  が高くなっている。又鹽基性は兩分離物共 (Al を使用しない場合を除いて) 酸性 (Al を多量に使用した場合を除いて) よりその量が多く組成的には  $Al_2O_3$  が高く  $CaO$  が低い。

一般にこの種分離物が熔鋼と共に鑄型内に入るとそれが熔融状態であれば熔鋼より浮揚離脱し易いが然らざれば浮揚離脱困難で砂疵發生の虞れが多分にあると考えられる。更に分離物は鋼浴の脱酸方法与温度によつてその形態が變化し寫眞第3の如く鹽基性は酸性に比して砂狀分離物の發生が多く又酸性でも Al の使用量を増加するに従つて同様な傾向を示す。

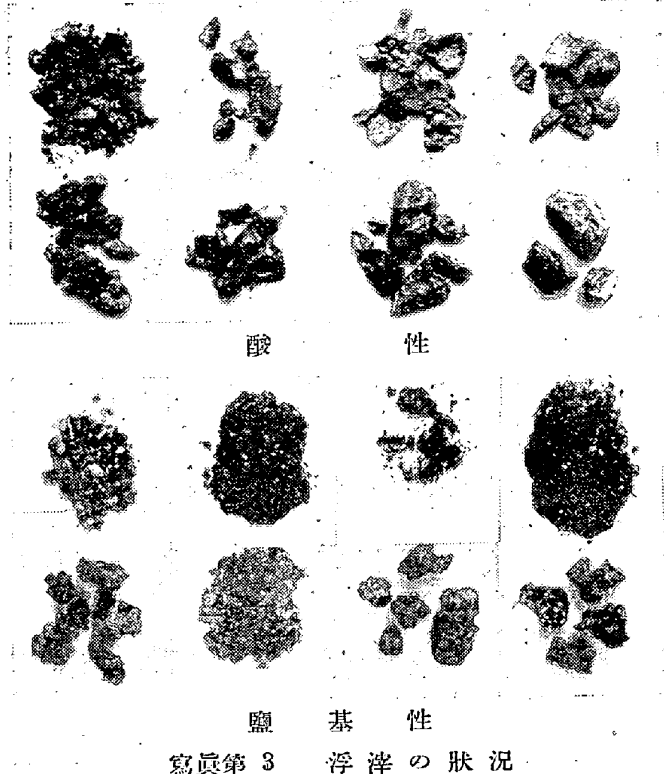
湯道表面變色部の組成及び状態も分離物と同じ傾向を示し煉瓦の組成に比して  $SiO_2$  が可成り減少し  $MnO$  及び  $Al_2O_3$  が増加しているがその程度は鹽基性の方が甚だしい。この關係は第3圖の如く熔鋼の温度によつても可



第3圖 表面變色部の組成變化と鋼浴温度との關係  
成り影響を受け且つその狀況は高温にして  $MnO$  高く  $Al_2O_3$  低く又 Al 使用量の少いもの程平滑である。

(3) 浮 滓

浮滓は湯道内より来る各種酸化物、熔鋼の温度降下によつて生ずる脱酸生成物及び熔鋼の空氣による酸化等に



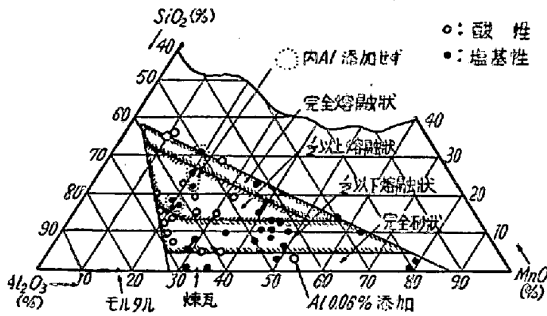
寫眞第3 浮滓の狀況

第3表 浮滓の種類と組成 (平均)

爐種	形 態	類 別	化學成分		$SiO_2$		$FeO$		$MnO$		$Al_2O_3$		$CaO$	
			種 別	種 別	種別によるもの	形態によるもの	種別によるもの	形態によるもの	種別によるもの	形態によるもの	種別によるもの	形態によるもの	種別によるもの	形態によるもの
鹽基性平爐	完全熔融	熔融以上	融態	煉瓦系	—	33.8	—	8.7	—	15.0	—	45.9	—	2.9
					—	52.7	—	45.2	—	5.0	—	8.8	—	32.1
	1/2以上	融態	煉瓦系	—	41.3	—	5.7	—	8.8	—	39.1	—	3.7	
				—	43.4	—	7.3	—	8.3	—	42.6	—	3.8	
	1/2以下	融態	煉瓦系	—	35.4	—	8.3	—	6.4	—	46.3	—	3.5	
				—	34.9	—	7.1	—	5.3	—	45.3	—	1.1	
	完全砂狀	砂狀	煉瓦系	—	62.7	—	5.5	—	1.0	—	29.0	—	3.7	
				—	17.5	—	10.0	—	2.8	—	65.8	—	6.3	
	總 平 均 值				37.8	8.0	7.0	49.6	3.9					
	酸性平爐	完全熔融	熔融以上	融態	煉瓦系	—	45.2	—	8.3	—	25.7	—	17.8	—
—						53.7	—	5.7	—	13.1	—	25.2	—	1.9
1/2以上		融態	煉瓦系	—	55.3	—	5.7	—	14.9	—	22.2	—	2.0	
				—	55.1	—	6.3	—	17.9	—	26.9	—	2.2	
1/2以下		融態	煉瓦系	—	58.0	—	4.6	—	5.5	—	27.7	—	1.5	
				—	57.3	—	4.9	—	11.9	—	21.3	—	2.4	
完全砂狀		砂狀	煉瓦系	—	54.9	—	4.3	—	4.8	—	30.6	—	2.8	
				—	54.9	—	4.3	—	4.8	—	30.6	—	2.8	
總 平 均 值				53.0	5.9	14.6	22.6	2.0						

よつて生成されるが、これ等が容易に熔鋼表面に浮揚離脱し得ないとき、或は浮揚離脱しても再び熔鋼中に捲込まれる場合に砂疵の一素因となる可能性が強い。

浮滓の組成とその形態による分類を第3表に又主要組成 ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ) 間相互の関係を第4圖に示す。



第4圖 浮滓の形態とその主要組成間の相互關係

鹽基性（酸性で取鍋に於て Al を多量に使用せるものを含む）は  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  低く,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が高く砂状のものが多く, 熔鋼中に於ては浮揚し難く鋼中非金属介在物或は砂疵發生の公算が多いと考えられるに反して酸性に於ては  $\text{MnO}$ ,  $\text{SiO}_2$  高く,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が低く熔融状で容易に浮揚離脱し得るものと考えられる。

(4) 概 括

上述の事を括約すると次の如くである。

1) シ ン ド

鹽基性はその脱酸方法の特性から出鍋より取鍋内に入ると急激にサンド量を増加し酸性は逆に急減する。湯道に入るに従つて兩者共  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が増加し耐火材の混入によ

るものと考えられるサンドが増加する。

2) 各種分離物及び湯道煉瓦表面變色部の組成變化  
各種分離物の生成量は酸性に比して鹽基性的場合が多い。しかし酸性の場合でも Al 使用量の異なる時はその組成、及び生成量が鹽基性に類似して形態も砂状のものが増加する。又鹽基性的場合變色部の組成は酸性に比較して  $\text{SiO}_2$  の減少及び  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の増加が甚だしくその外觀は粗雑であるが  $\text{MnO}$  は兩者共増加する。

3) 浮 滓

各種分離物と大體類似の傾向を有し, Al の使用量及び鋼浴温度の影響を大きく受ける。

IV. 非金属介在物發生因子に及ぼす酸性並びに鹽基性兩平爐鋼の特徴及び差異

上述の結果から酸性及び鹽基性共に夫々その特性が認められるが所謂肉眼的砂疵の生成原因として考えられる主要因子についてその比較を述べる。

(1) 脱酸生成物

脱酸生成物が砂疵の原因となることは當然考えられるがこれはその發生時期により爐内脱酸生成物, 取鍋脱酸生成物及び鑄型内に於て温度降下に伴う所謂低温脱酸生成物に大別される。今兩爐種の特徴を一括して第4表に示す。

即ち脱酸生成物が砂疵の原因となる場合は(鋼浴の温度, 生成物の浮揚離脱の問題もあり一概には断定し得ないが) その生成時期及び量より見て鹽基性的の方が酸性に比較して可成り大いと考えられる。

第4表 各時期に於ける脱酸生成物の爐種による差異

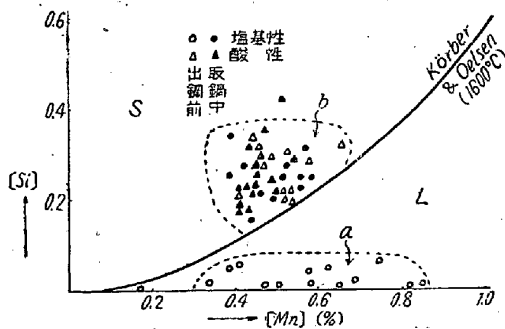
	酸 性	鹽 基 性
爐内脱酸生成物	Fe—Mn に次で Fe—Si を投入し約 15 分間爐内で熔鋼を保持するので脱酸は充分進行すると思われるが脱酸生成物は浮揚し難いためかなり鋼浴中に残存し, $\text{SiO}_2$ を主成分とするサンドが出鋼前に於て多量で爐内脱酸生成物の鋼中に存在する量は鹽基性より壓倒的に多い。	爐内に於ては殆ど脱酸せず僅かに Fe—Mn を投入するのみであり爐内脱酸生成物は酸性に比して少量で出鋼前のサンドは低値である。
取鍋脱酸生成物	取鍋で Al 投入量の少い場合この脱酸による生成物量は微々たるもので鑄込開始までに却つて $\text{Al}_2\text{O}_3$ が減少している。又全サンド量もこの間に減少しているので脱酸生成物(温度降下に伴うものも含めて)は問題にならない。	取鍋で Fe—Si, Al を多量に投入するため $\text{Al}_2\text{O}_3$ を主成分とする脱酸生成物は急激に増加するが漸次浮揚し去る。この脱酸は時間的關係により完全に反應を終結しないので鑄込中取鍋に於てもこの反應が繼續せられると考えられる。
低温脱酸生成物	脱酸剤投入以降の時間が長いため反應は鹽基性に比して平衡に近付き湯道, 鑄型内の温度降下に伴う脱酸も急激でなく生成物も少量と考えられる。	脱酸剤投入以降の時間が短いため酸性に比して平衡よりの偏差が多いため湯道, 鑄型内の低温脱酸がかなり激しくその量も酸性に比して大なるものと考えられる。

(2) 耐火材の侵蝕

造塊過程に於て熔鋼が耐火材と接触する箇所は出鋼樋、取鍋、湯道、押湯部等であり、これら耐火材の侵入による原因の砂疵が可成り多いと考えられる。

酸性及び鹽基性鋼の出鋼前及び取鍋中の [Mn], [Si] の量は第5圖に示す如くで耐火材の熔鋼による侵蝕は熔鋼に接触する耐火物と熔鋼中の MnO, SiO<sub>2</sub>, FeO, [Mn], [Si] 等の関係から推定し得る。

然し熔鋼中のこれら酸化物は本実験では温硝酸法によつたため高珪酸鹽系のものより求められれないが酸性爐に於ては SiO<sub>2</sub> を主組成とする介在物が圧倒的に多い事は明らかで且つ [Mn], [Si] は出鋼前、取鍋中共に固體 (SiO<sub>2</sub>) を含む脱酸生成物と平衡を保つ範圍にあり、(SiO<sub>2</sub>) を主組成とする耐火物との反応性が弱く従つて化學的侵蝕は少くない様に考えられる。



第5圖 酸性及び鹽基性鋼の出鋼前と取鍋中の [Mn], [Si]

一方鹽基性の場合出鋼前は Fe—Mn を投入せるのみでその時の [Si], [Mn] の関係は第5圖 a 域に示す如

く出鋼樋及び取鍋の受鋼初期に於ける耐火物の侵蝕は甚だしいことになる。

然し取鍋に於ては Fe—Si 及び Al を投入するので鑄込途中に [Si], [Mn] の関係は b 域に移動し酸性の場合と同様固體 (SiO<sub>2</sub>) を含む脱酸生成物と平衡を保つ様になるが、脱酸剤の投入が取鍋で行われる爲に擴散及び温度低下等により反應が不充分となり局部的に反應の時間的遅れを生じ熔鋼中の不安定な MnO, FeO 或は a 域に近い状態の熔鋼によつて耐火物の侵蝕が進行し續けるものと考えられる。實驗結果より兩爐種の侵蝕状況の特徴を第5表に示す。

以上の諸點から耐火物の熔鋼による化學的侵蝕は明らかに鹽基性の方が酸性より甚だしく従つてこれによる砂疵或は非金属介在物の發生率は前者が大であると推定し得る。

然し乍ら耐火物の侵蝕は鋼浴中の [O], [Si], [Mn], [Fe] の相互關係或は温度等の多くの因子に影響されていると考えられるがこの點に就ては別途實驗中である。

(3) 造塊過程に於ける熔鋼の空氣による酸化

造塊時熔鋼が空氣により酸化されて酸化物を生成し直接砂疵、非金属介在物等の原因となり又間接的には耐火物の侵蝕に影響を及ぼすものと考えられる。

造塊作業中熔鋼が空氣により酸化される状態を正確に求める事は困難であるが、出鋼前より鑄込終了に至る間の熔鋼中の [C], [Si], [Mn], [Al], [Cr], [P] 等の諸成分の變化よりこれらの元素の減少が何れも酸化によるものと假定し酸性及び鹽基性の夫々數例について酸素の導入量を比較し第6表に示す。

第5表 耐火物の侵蝕状況概括

區分		酸性	鹽基性	備考
銅取		耐火物の鋼滓による侵蝕が大なるため熔鋼による侵蝕は明瞭に認められないが鹽基性の方が甚だしい。		
湯	表面状況	平	滑	耐火物の侵蝕程度に就て、鹽基性、酸性の差異は明瞭で前者が甚だしい。
	表面變色部組成	SiO <sub>2</sub> は減少し Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> は増加するが湯道煉瓦の組成に比して一般に低い。MnO の増加大なり。	SiO <sub>2</sub> は減少し Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> は増加するがその程度は甚だしい。MnO の増加は酸性より小なり。	
道	各種分離物	熔融状態のもの多く且その量は少い。Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 低く MnO が高い。	砂状のもの多く且その量が多い。Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 高く、MnO が低い。	
押その湯他	浮滓	浮滓のうち明らかに煉瓦、モルタルが混入したものと見られるものもあるがその發生状態は區々で押湯等耐火物の落下その他による原因は明確にない。		

第6表 鋼浴の被酸化性の比較

爐種	試料番號	熔鋼中の諸成分減少のために消費された酸素量 (A) *	出鋼前以降の熔鋼中の減少酸素量 (B)	(A)-(B)
酸性平爐	1	0.040	0.028	0.012
	2	0.017	0.013	0.004
	3	0.059	0.023	0.036
	4	0.062	0.018	0.044
	5	0.184	0.015	0.169
	6	0.200	0.015	0.185
	7	0.120	0.002	0.112
	8	0.135	0.027	0.108
	平均	0.102	0.018	0.084
鹽基性平爐	1	0.880	0.060	0.820
	2	1.396	0.075	1.321
	3	0.605	0.051	0.554
	4	1.360	0.034	1.326
	5	0.360	0.080	0.280
	6	0.650	0.077	0.573
	平均	0.875	0.063	0.812

\* 造塊時空氣に接觸する程度は大體同一と見做し得るからこの値が大なるに従つて熔鋼の酸化程度が大である結果となる。酸素量は [FeO] の形で表わす。

鋼滓或は耐火物との接觸による變化、熔鐵自體の酸化等の因子が含まれていて一概に断定し得ないが鹽基性の熔鋼が酸性に比較して甚だしく酸化を受け易い事を示し、これは鋼浴中の [Al], [Si], [Mn] 等の投入時期の相違によりその存在状態に影響されている様である。

従つて砂疵、非金属介在物生成の一原因として空氣による酸化は鹽基性の方が大なる可能性がある。

#### (4) その他

上述の事項以外に耐火材の鑄型内に剝落せる場合、或は鑄型、湯道等の清掃不十分なる場合等特別な原因によつて砂疵を生ずることはあり得る。浮滓の形態及び組成からも煉瓦系、モルタル系と類似の場合が多々ありこれらの點は輕視し得ないものである。

#### (5) 概 括

以上造塊過程中に於ける砂疵生成の原因について酸性及び鹽基性兩者の特徴及び差異について述べたが諸因子の中で最も砂疵の生成に影響するものについては從來よ

り種々論議せられて居り一概に確論し得ないが本實驗結果より鹽基性の方が酸性よりも遙かに砂疵發生の危険性大なる事は明らかである。

## V. 結 言

以上下注鑄込による小型銅塊に發生する砂疵の原因につき二、三の調査を行い化學治金的に酸性及び鹽基性兩平爐鋼の現象的な特性を概述したが簡単な實驗から直ちに結論を得る事は勿論出来ない。

然し乍ら鹽基性平爐鋼に砂疵發生の危険率が多い事は從來の實驗からも明らかである。これは精鍊狀況特に脫酸方法の差異による根本的熔鋼の性質に基くもので本報告では省略したが鹽基性電氣爐に於て爐内で脫酸せる同一銅種の砂疵發生率が鹽基性平爐鋼より低いこと並びにこれの湯道及び鋼棒、分離物、湯道煉瓦變色部の組成變化が酸性平爐の場合に類似していることから認め得る所である。

尙本研究は更に繼續中で基礎的實驗の結果に就ては稿を改めて報告する豫定である。終りに本研究の發表を許可せられた株式會社日本製鋼所室蘭製作所々長嶋下克己氏に謝意を表すると共に種々御教示を賜りました故吉川晴十博士並びに依信次博士及び細部にわたり御指導を賜りました研究部第三課長前川靜彌博士、並びに御援助を頂いた研究部員小松文彦氏に深く感謝する。

又本研究遂行上種々御便宜御助言を賜つた製鋼部熔鋼工場長館野萬吉氏に厚く御禮申し上げる。

(昭和 27 年 12 月寄稿)

## 文 献

- 1) K. Daves; S. u. E., 52 (1932), S. 1162.  
里 井; 日窯誌 48 (1940). 12.  
鹽 谷; 砂疵の研究 (昭 24).  
越 谷; 鐵と鋼 35 (1949) No. 12.  
H. Wentrup, u. F. W. Linder; S. u. E., 63 (1943), S. 873.
- 2) 中川・曾我, 鐵と鋼 38 (1952) No. 5.