

これらの要素は重要である。熔鐵についてのこれらの正確な値は求められていない。

然し熔鋼の對流を考える場合に、特に重要である熔鐵の粘性、及び炭素含有量並びに温度と熔鐵密度との關係は研究され、その結果が報告されている。

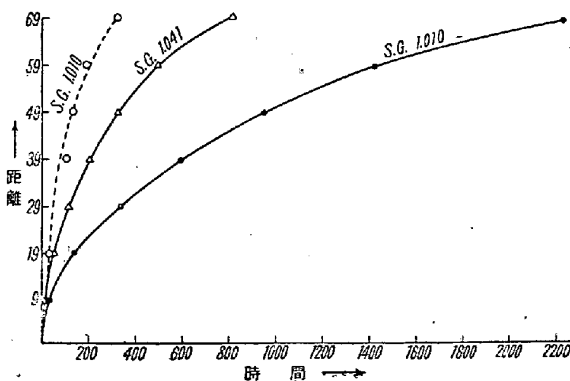
本實驗に於ては、熔鋼に相當する液として、高温に於ける熔鋼の粘性に比較的近く、而も入手し易く、透明である蒸留水を使用した。脱炭され比重の増大した熔鋼に相當する液としては、熔鋼に生ずるその比重差に等しい比重を容易に得られ、而も着色されて容易に對流現象を視うる液として  $\text{KMnO}_4$  水溶液を使用した。かくして脱炭過程にある熔鋼と、比重差及び粘性の近似する液による對流の動きを肉眼にて詳細に観察しつゝ、測定を實施し得るモデル實驗を行うことが出来る。

實驗には、先づ直徑 200mm、深さ 700mm のガラス製平底圓筒に蒸留水を充し、完全に静水させた後水面に一滴 (約 0.025cc) の  $\text{KMnO}_4$  水溶液を滴下し、その赤色水溶液が落下する状態を観察した。 $\text{KMnO}_4$  水溶液の比重は、1.01 乃至 1.04 の範囲にある數種類で、これらの液に對應する熔鋼は、例えば 1600°C ならば、0% が大約 0.04% 乃至 0.16% だけ脱炭されたときに生ずる比重の増大に相當するものである。

次に一滴の  $\text{KMnO}_4$  水溶液の代りに、可成り多量の液を滴下した場合の液の運動を観察した。

### III. 實驗結果

0% が大約 0.04% 乃至 0.16% だけ低下した際に生ずる比重の増大と略々等しい比重差を有する一滴の  $\text{KMnO}_4$  水溶液が水中を落下する際に、落下する  $\text{KMnO}_4$  水溶液の先端の位置を測定した。その終果の一部は第 2 圖に示されている。滴下された一滴は、輪になつて擴が



第 2 圖  $\text{KMnO}_4$  水溶液の落下に於ける時間と距離との關係

り、この輪の部分から更に幾つもの小さい新しい輪が

生じて擴がりつゝ落下して行くものや、雲の如く不規則に擴がりつゝ落下するものもある。比重が 0.01 だけ重い液 (0.04% だけ炭素が低下したものに對應) の一滴を水中に落下させると、600mm 落下するのに約 25 分を要し、比重が 0.04 だけ重い液 (0.16% だけ炭素が低下したものに對應) の一滴が、600mm を落下する所要時間は 8 分である。

次に、グーチ坩堝を水面に置き、約 5cc の  $\text{KMnO}_4$  液を、これを通して落下させた場合の一例を第 2 圖に點線で示した。同一比重差の液でも、その量が多いと落下速度が著しく大になる (對流が激しくなる)。600mm を降下するのに一滴の場合に約 25 分を要したものが、この例では、5cc の場合には、約 4 分に著しく短縮されている。

上記のモデル實驗によれば、この種の對流は極めて著しいものであることが示される。

### IV. 結 論

粘性及び比重の差が、熔鋼に於ける脱炭過程と近似する液を使用し、比重差による對流の現象を観察した。

これによれば、平爐鋼浴中で極めて僅かの脱炭が行われた際に生ずる程度の比重差により、極めて著しい對流の生ずることが認められた。

熔鋼中に於て、脱炭されて比重の増大したのものにより、かゝる著しい對流が生ずる際は、脱炭反應が、かゝる攪拌 (對流) に強く支配されることが考えられる。

本モデル實驗はあらゆる利點を含むが、その結果を實際に確認するためには、更に直接熔鋼について實測することが必要であり、かくしてモデル實驗は一層有効なものになる。

### (21) 塩基性平爐鋼滓の反射顯微鏡組織による判定法

東京大學助教授 工博 芥川 武  
日本鋼管 K.K. 技術研究所工〇堀川 一男

#### I. 緒 言

鹽基性平爐の鋼滓を岩石學的に觀察することによつて、その化學組成を判定し得ることは文献<sup>1)</sup>によつて明かにされているが、此の方法は試料の薄片を作製するのに技術と時間を必要とするのが缺點である。然し、松浦氏や M. Tennenbaum 等によつて、反射顯微鏡組織を観察することによつても岩石學的方法に近い精度の得られることが發表<sup>2)</sup>されているので、此の方法ならば極め

て短時間内に判定が出来て、而も試料の作製に技術を必要としないから、現場的に應用する上で實用の價值があると考えられるので、次に本法について検討した結果について報告する。

- 1) J. M. Ferguson; Iron and Coal Trade Rev., 130 (1935) 170  
W. J. McCaughey; A. I. M. E., 116 (1935) 8  
C. R. Funk; Blast furnace and Steel Plant. 35 (1947) 1490 36 (1948) 539
- 2) M. Tennenbaum and T. L. Joseph; Iron Age (1941) Feb. 27 p. 62  
松浦; 鐵と鋼 29 (1941) 508

### II. 試験方法

爐内からスプーンで採取した鋼滓のパンケーキの破断面を; グライNDER, エメリー紙及びラシヤにて研磨した後, 第1表に示す腐蝕液にて 3~5 秒 etch して金屬顯微鏡で檢鏡した。ペーパー仕上の最後(000 又は 0000)を少し入念に行つて光澤が出る位にすればラシヤ磨きは比較的短時間で完了する。

第1表 スラッグの腐蝕液

鹽基度 V	腐 蝕 液
<1.5	1% HCl 水溶液
1.6~2.4	1% HNO <sub>3</sub> 水溶液
>2.5	5% NH <sub>4</sub> Cl 水溶液

尙, 現場作業としての標準は次の如くで, 所要時間は 10 分以内である。

試料採取 (パンケーキ判定)	2.0 分	} 約 7 分
グライNDER 研磨	1.5 分	
ペーパー研磨	2.5 分	
ラシヤ磨き	1.5 分	
腐蝕及び乾燥	0.5 分	
檢鏡	1.0 分	

以上の成績を, 同一試料について行つた化學分析の結果と比較検討した。

鋼滓の鹽基度としては  $V_p (= CaO/SiO_2 + P_2O_5)$  をとることとした。調査した試料は 100 個以上に及んだが, 次にその概要について述べる。

### III. 反射顯微鏡組織と化學成分の關係

調査の結果に基き, 一般的傾向を述べると次の如くである。

$V_p$  が 1 以下の場合には, 主としてオリビン系(CaO.

RO.SiO<sub>2</sub>, R=Fe, Mn 又は Mg) の紡錘狀晶から成り, その太さは鹽基度の上昇と共に細くなる。この系の組織では白色金米糖狀のマグネタイト (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> を主成分とする磁性酸化物) が現われる。FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO 等の酸化物が多い程マグネタイトの量は増加する。

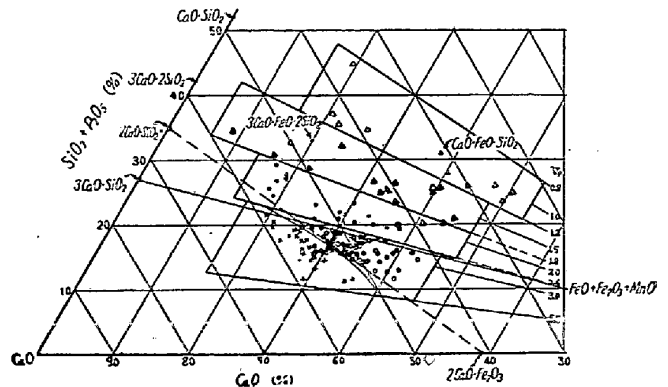
$V_p$  が 1 を超すと, 紡錘狀のオリビン晶は崩れて地は細かい灰色針狀のメルビナイト (3CaO.RO.2SiO<sub>2</sub>, R=Fe, Mn, 又は Mg) 及びこれとマグネタイトとの共晶となり, 1.2 以上になるとこれに 2CaO.SiO<sub>2</sub> の粒狀晶乃至バラ狀晶が加わり, 次第にその量が多くなつて来る。マグネタイトは細かくなつて, オリビン晶中に認められた様に發達した形を示さない。特に MnO の多い場合には, オリビン系, メルビナイト系共にマグネタイトが丸く現われると共に, 全體が一様な比較的細かい共晶組織を示す。

$V_p$  が 1.85 以上になると, 多くの場合, 粒狀で灰色の 2CaO.SiO<sub>2</sub> が現われる。5% NH<sub>4</sub>Cl 水溶液で etch すると,  $V_p$  が約 2.7 以下の場合には内部に劈開面が明瞭に現われる。

但し 2CaO.SiO<sub>2</sub> が粒狀晶として大きく現われるのは, 概ね温度が低いか鹽基度が充分高くない場合であつて, 鋼滓がよく熟成している場合には粒狀晶が消えて花狀, 共晶狀となり, 又鹽基度 3 内外で FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, 特に MnO の高い場合には多く羊齒葉狀を呈する。一方石灰石投入後まだ完全に鋼滓の出來上つていない状態では, 鹽基度 2 以下に於ても 2CaO.SiO<sub>2</sub> が集團的に現われる。

又 2CaO.SiO<sub>2</sub> 系鋼滓では, 基地は鐵酸石灰 (2CaO.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) と 2CaO.SiO<sub>2</sub> の共晶から成つている。鐵酸石灰は 1% HNO<sub>3</sub> で etch すると灰色を呈し, マグネタ

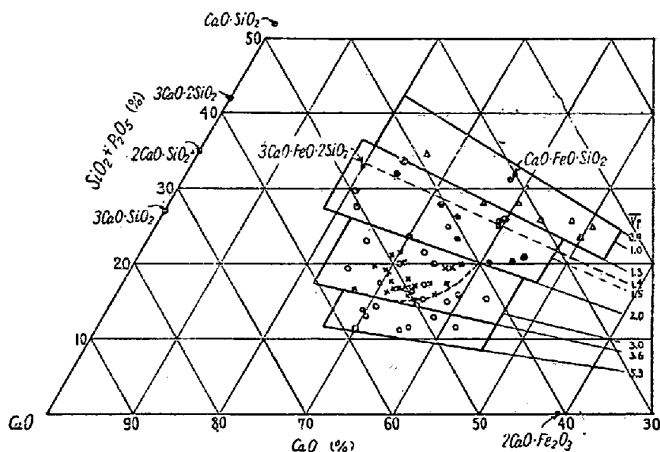
(CaO)-(SiO<sub>2</sub>+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-(FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MnO) 三元圖による塩基性平炉滓の顯微鏡組織の分類



第 1 圖

(CaO)-(SiO<sub>2</sub>+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-(FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MnO)三元圖による 塩基性平爐滓のパンケーキの分類

号  
 △ Creased  
 ○ Furrowed + Creased  
 ⊙ Convex, Concave, Furrowed  
 × Spinel Web  
 ○ Flat



第 2 圖

イトとの區別が出来る。FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO 特に MnO の少い場合には Vp が 2.7 以上になると細長い短冊状乃至針状の 3CaO·SiO<sub>2</sub> が現われるが、第 1 圖の三元圖で示すように、FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MnO の高い場合には可成り鹽基度が上らないと 3CaO·SiO<sub>2</sub> は現われない。

更に Vp が 4 内外に上昇すると不規則な粒状の CaO が遊離して認められる。

第 1 圖は以上の結果を (CaO)-(SiO<sub>2</sub>+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-(FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MnO) の三元圖上にプロットして分類したものである。圖から判るように、鹽基性平爐滓の顯微鏡組織は、唯鹽基度によつて變化するだけでなく、他の成分(此の場合は FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO)によつても影響を受ける。

#### IV. 結 言

前述の如く、鹽基性平爐滓の反射顯微鏡組織は化學組成によつて順次に變化し、判定に要する時間も比較的短いから現場の急速判定に充分實用出来る。

判定精度は、鹽基度の高い側では多少落ちるが、普通 0.2 程度は容易である。又組織が他の成分の影響を受けることから、FeO, MnO 等も或る程度は判定出来る。MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等によつても多少影響されることも考えられるので、實際に應用する場合には、工場や鋼種毎に標準寫眞を作製しておき、これと比較することが望ましい。

本法をパンケーキテストと併用することにより判定精度を上げることが出来る。

終りに、試験課齋藤、松本兩氏の御援助を感謝する。

## (22) 塩基性平爐鋼滓のパンケーキテストによる判定法

日本鋼管 K.K. 川崎製鐵所技術研究所

工 堀 川 一 男

### I. 緒 言

製鋼反應に於ける鋼滓の重要な役割に關しては改めて強調する迄もない。製鋼作業に携わる者は常に鋼滓の調節に注意を拂つており、その目安として鋼滓成分を急速且つ正確に判定する方法の確立を望んでいる。

鋼滓の急速判定法としては現在迄に種々の方法が提案されているが、パンケーキテストによる方法は最も急速且つ經濟的で實用性があると思われるので、これに就て検討した結果を次に報告する。

### II. 試験方法

當所の鹽基性平爐の製鋼作業中、精鍊の各期に爐内よりスプーンにて熔滓を汲取り、徑約 75mm 高さ約 10mm の軟鋼板製鑄型に鑄込み、所謂パンケーキとして、その表面、裏面及び破断面の色調、光澤、模様、組織、氣泡等の狀況を調査し、同一試料について行つた化學分析の結果と比較検討した。

調査した試料の總數は 100 個以上に及んだが、次にその概要に就て述べる。

化學成分との關係を論ずる場合に、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MgO, MnO, 等が少い場合には従來行われていたように、 $V = \text{CaO} / \text{SiO}_2$  をとつて鹽基度の値としても差支えないが、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 其他が相當含有されている場合にはこれらの影響が明かに認められるので、本報告では假に  $V_p = \text{CaO} / (\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5)$  を鹽基度を表わす數値とした。

### III. パンケーキの狀況と化學成分の關係

調査の結果に基き、一般的な傾向を表面、裏面及び破面に分けて述べると次の如くである。

#### (1) 表面

鹽基度 Vp が 1.3 以下の弱鹽基性滓では、梅干のヒダの様な模様があつて、金屬光澤のある所謂 creased slag であるが、此のヒダは MnO, FeO の高い程深く明瞭である。色は灰黒色を呈している。Vp が増すとヒダは細かくなり、1.7 を超すと表面は黒色に輝き緩かな岡の様なシワを有する所謂 furrowed slag となる。Vp の増す程シワの數が減少し (MnO の低い程シワの深さが淺くなり) 遂には convex 或いは concave 型となる。