

## (20) 平爐製鋼法に於ける脱炭機構の 一考察

千葉工業大學

教授 雀部 高雄・講師○岡田 厚正  
〃 工學部 澤藤 和夫・佐藤 清

### I. 研究の目的

一般の化學反應では、幾個かの反應段階を経て進行する全反應に於て、これらの反應段階中一番反應速度の遅いものが全反應を支配する。不均一系反應は、反應相間の境界で行われ、反應相の全量に比して、界にある物質の反應が一般に速かに行われるから、全反應は表面積の大きさの外に、明らかに反應成分の新たな量が如何なる速度で境界面に到達するか、或は境界から遠ざかるかにより著しく強く左右される。これに對しては、多くの場合擴散過程が必要である。

實際の工業的製鋼爐の爐内に於ける反應では、擴散の外に攪拌が重なり合い、これらの兩者を考慮に入れなければならない。實際の製鋼爐に於ては、攪拌の極めて強い場合が多く、かゝる場合には擴散は必然的に後退し、攪拌が前面に強くあらわれてくる。このとき全反應は攪拌される速度に強く支配されることになる。轉爐製鋼法に於ては、送風による攪拌があり、高周波電氣爐に於ては、渦流効果がある。鹽基性平爐等に於ては、反應生成物(脱炭された鋼)の比重の差による可成り強い攪拌(對流)を考慮しなければならない。

従來の製鋼過程に於ける脱炭の研究は、主として擴散により論究し、又平衡を論じ、或は CO 氣泡の發生の難易等が論じられている。實際の製鋼爐に於ける脱炭機構に關しては、攪拌の影響が極めて重要であるが、この方面の研究は未だ殆んど推進されていない。

本研究では、平爐製鋼法の脱炭機構に關し、攪拌(對流)の及ぼす影響が如何に大きいものであるか、又如何なる影響を及ぼすかを考察しようとするものである。

### II. 研究方針及び實驗法

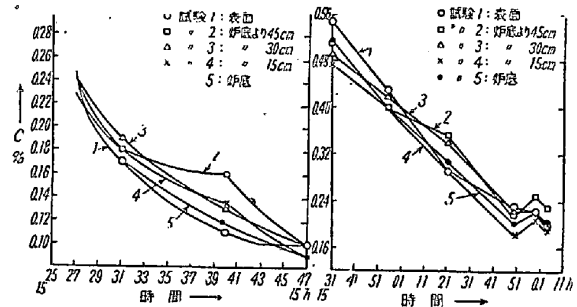
平爐製鋼法に於ける脱炭反應が、擴散速度の作用だけの場合には、燃焼速度が鋼浴の深さの二乗に反比例すべきであるが、實際の平爐實績は必ずしもそうではない。

又擴散速度が非常に大きいものでなければ、鋼浴の脱炭過程に於て、鋼浴の底部は炭素含有量が高く、鋼滓との界面に近づく程炭素含有量が低いという現象が認められるべきである。熔鋼中に於ける C, Si, Mn, P, S の擴

散速度は W. F. Holbrook 等の研究によれば比較的小さいものである。熔鋼中の酸素の擴散速度は、實測により求めなければならないが、「分子の擴散速度が、分子量の平方根に反比例する」という点のみより考えれば、酸素の擴散速度が非常に大きいという假定をすることは簡単には行えない。

さて、脱炭された鋼浴部分は比重が増大するので、このために對流が生じ、脱炭されたものが爐底に向つて降下してゆく。かゝる場合には脱炭反應中の鋼浴に於て、その深さに關係なくその成分濃度が殆んど同じであるような場合が考えられる。又爐底に近い部分の方が早く脱炭しているという珍しい現象も起り得る。(後述する本實驗により、よくこれらの場合が考えられる。)

S. Schleicher は、實際の平爐について、脱炭過程に於ける各鋼浴深さの炭素含有量の變化を測定し第 1 圖の結果を示している。彼はこの結果により、「鋼滓と鋼浴



第 1 圖 脱炭過程に於ける平爐鋼浴の深さと炭素含有量との關係

との間の化學反應は、全鋼浴を通して殆んど瞬間に行われる。」と述べている。更にこの第 1 圖を詳細に觀察すれば、爐底に近いものの方が、逆に、早く脱炭していることを見るであろう。

實際の平爐内では可成り急速なる反應が行われている。脱炭されて比重が増大した熔鋼によつて平爐内に生ずる對流の規模はどの程度のものであるか、又これが平爐内で行われる急速なる反應に對し、どのように作用しているのであろうか。これらの點を明らかにするためには、鋼浴内に起り得る對流現象を把握することが必要である。

この鋼浴内の對流現象を研究するに當つて、簡單なるモデル實驗が實施出来れば好都合である。しかもモデル實驗により、對流の動きを肉眼で見得るように出来るならば更に便利である。

溶液の運動に影響を與える主なる要素としては、粘性、表面張力、壓縮率、容器の形状とその性質、及び慣性等があり、運動速度が大きくなつたときには、特にこ

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。

然し熔鋼の対流を考える場合に、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関係は研究され、その結果が報告されている。

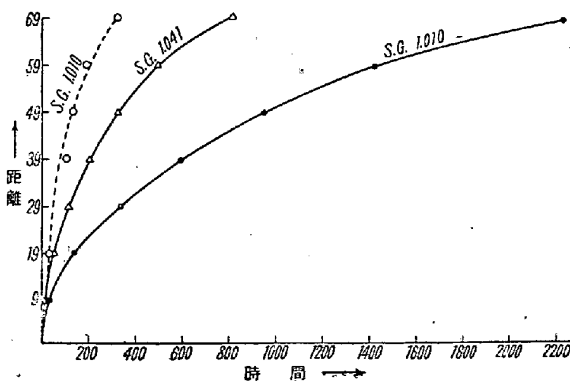
本実験に於ては、熔鋼に相當する液として、高温に於ける熔鋼の粘性に比較的近く、而も入手し易く、透明である蒸留水を使用した。脱炭され比重の増大した熔鋼に相當する液としては、熔鋼に生ずるその比重差に等しい比重を容易に得られ、而も着色されて容易に對流現象を視うる液として  $\text{KMnO}_4$  水溶液を使用した。かくして脱炭過程にある熔鋼と、比重差及び粘性の近似する液による對流の動きを肉眼にて詳細に観察しつゝ、測定を實施し得るモデル實驗を行うことが出来る。

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