キュボラ熔解における湯溜内部状況に関する考察*

養 田 實**

Minoru Yohda : On the Well Condition in Cupola Operation. In cupola operation, it is generally believed that the bed coke is fills the furnace, and the molten metal filled the gaps in the bed coke. Therefore the coke has influence upon the metal, and the carbon or the sulphur content of the metal is increased by the contact with the coke in the well ; so that the depth of the well is believed to have influence on the components of the metal. But the author noticed that as the molten metal stayed in the well, the bed coke came gradually to float up on the metal and the slag ; and three layers were formed in the furnace, that is, of molten metal, at the bottom, then slag, and bed coke. Therefore the chemical reaction in the well should be

** 富山大学工学部

* 1957 年 4 月本会東京大会に発表

considered as similar to that in a pan-typed furnace, i.e. the reaction between the molten metal and the slag layer, rather than that between the molten metal and the coke.

(Received October 2, 1967)

I. 緒 言

キューボラ熔解においては炉内に床積コークスが充填され、湯溜内に滞留する熔湯はこの床積コークスの間隙を縫って存在するといわれている。しかしこのコークスに熔湯が影響を受け炭素や硫黄を吸収するために、湯溜部の深淺は出湯成分に相当変化を与えるとされている。事実このことは一般に経験されている事柄であろうが、そうでない場合もしばしば認められるのでこれについて考察を加えてみることにした。

II. 床積コークスと湯溜コークス

操業の初めに当って炉内に装入するコークスが床積コークスであつて、この床積コークスは当然湯溜部をも充填しているわけである。一般には湯溜内にあるコークスを床積コークスと区別してはいない。しかしながら概念的に見れば湯溜部に填っているコークスはそのままであつて、羽口より上方に存在する炉内コークスが燃焼によって新陳代謝することになる。しかし床積コークスの高さを表わす場合には羽口面を基準にしてそれより上方の高さを以て示すことになっている。従つて湯溜内部にあるコークスは床積として操業当初装入されるが床積コークス高さの寸法に含まれない。しかしながら床積コークスは湯溜部から継続して存在し、炉内における1本の火柱を形成していることから考えれば一体のものである。ただ羽口からの送風によつて燃焼することから、いわゆる床積高さ内にあるコークスと湯溜内のコークスとは本質的に相違している。従つてある程度の区別を考える必要があるように思われる。しかし後で述べる事柄によつて湯溜コークスは操業中固定したものでないということが問題となるところである。

III. 湯溜コークス移動の問題

一般には湯溜内のコークスは固定されたもので、熔湯はそのコークスの間隙を縫って存在するものと考えられている。従つて湯溜を深くすればコークスとの接触が多くなり、それに関連して C, S などの吸収も進行するといわれている。しかし実際には湯溜コークスは固定しているわけではなくて常に変動し、溶けた湯滴が滴下して炉底に達すると、次第にその量を増すに従つて全くの湯の層を形成するようになる。つまりコークスの間を縫って湯が存在するのではなくて、コークスは上に浮き上つて湯だけの層が形成されるようである。その理由として考えられることは、

(1) コークスの比重が 1.8 程度であるのに対して、熔湯の比重は約 6.8 ほどで充分浮揚され得ること、またスラッグの比重は 2.6 程度であるために結局湯溜コークスは熔湯およびスラッグの層の上に浮き上ることになる。

(2) この場合炉内はコークスの充填塔であり、上からは装入物の荷重がかかるから、炉底のコークスが浮き揚るこ

とはなさそうにも思えるが、実際には充填状況がそれほど稠密なものではなく、それほど徹底した荷重でもないでコークスが上下に移動することは可能であると考えられる。しかしこの上下移動の程度は、個所によつて必ずしも同じでないことも考え得られるわけであつて、上部の方は殆んど移動がないのに下部では相当大巾の移動が起つていると見られる場合がある。

(3) 次のような事実からもこのような事柄の起る見当がつく。

(a) タップホールから鉄棒を挿入してもコークスに突き当たることがない。(b) 出湯の際にタップホールからコークスが飛び出したり、コークスで孔が塞がるようなことは殆んどない。(c) 湯が溜っている場合上段のタップホールから鉄棒を挿入してもコークスに触れることがない。なおスラッグホールについても同様である。(d) 出湯の後には炉内装入物が降下の傾向を示す。

(4) 湯溜に熔湯

Fig. 1 Relation between carbon content and stayed time in the well.

Fig. 2 Relation between silicon content and stayed time in the well.

が滞溜している時間とその成分の関係を調べると、特別明瞭な影響が見られなかった。これは出湯間隔の長短に特別

Fig. 3 Relation between sulphur content and stayed time in the well.

の関係がないという意味にもなる。この数値を C % については Fig. 1 (a), (b), (c), Si % については Fig. 2 (a), (b), (c); S % については Fig. 3 (a); (b), (c) にそれぞれ示した。

このことは熔湯が充填されたコークスの間隙を縫って滞溜しているわけではないということを裏付けしているものと考えられる。この点についての炉内状況を Fig. 4 (a) に従来の考え方、同じく (b) に本論の考え方として模型的に示してみた。

(a) Traditional section.

(b) According to the present subject.

Fig. 4 Cross-sectional view of cupola showing the charged materials and the state of the well.

Fig. 5 Cross-sectional view of the well.

IV. 湯溜部内反応

湯溜部を解体してみると炉の最底部には熔湯の層が純粹に形成されており、その層のままのブロックが得られる。さらにそれに接して上部にはスラッグの層が、これもブロックとして取り出すことができる。しかしその上にコークスが存在している。Fig. 5 にこの状況を示した。

従つて湯溜内においては湯層とスラッグ層との相互反応について鍋型炉のような状態を考えることが可能である。経験的にもスラッグを溜めた場合と、抜き取つた場合とで湯の性質が違ふことが認められている。

結局キューボラの羽口から上部は筒型炉本来の特性を有しており、羽口から下の湯溜部は鍋型炉としての特性を持つておつて、この両者の組合わされたものがキューボラ炉内の反応であるというような見方ができるのではないかと思います。

従つて湯溜部はスラッグその他の条件によつていろいろに変化がある。湯溜部のこのような反応は特に強調せねばならぬほど強力なものでないにしても、熔湯がコークスの間隙を縫って存在しないで、コークスは浮揚の傾向があるとすれば、湯溜部における熔湯のコークスより受ける影響は一般に考えられているほど大きなものではないように思われる。むしろ反対に熔湯の C % などが湯溜部で減少する場合も見られた（この点については別の機会に改めて触れることにする）。

V. 結 言

以上要するに湯溜部はコークスが充填された状態ではなく、熔湯が滞溜するに従つてコークスは湯層とスラッグ層の上に浮揚して行く傾向が考えられる。

従つて湯溜部の反応はコークスの影響というよりは、むしろこの湯層とスラッグ層との反応、すなわち鍋型炉の状態或いはさらにスラッグ層とこの層を降下する湯滴との反応ということに関しても考慮をはらうべきであらうと思われる。