

は認められない。したがつてこの期間の吹錬時間は、酸素流量に逆比例して短縮されることになる。C 1% 以下ではあまり明りようではないが、脱炭速度が変らず酸素効率が低下するように見られる。

吹錬中の鋼浴内は成分的に不均一な状態にあると考えられるが、これは脱炭が平炉におけるごとく、鋼浴内に一樣に気泡を形成して進行するものではなく、主にごく一部すなわち酸素ジェットの影響する火点近傍において激しく行なわれるものであることを意味する。このことは脱窒が脱炭反応の最盛期にむしろ停滞する事実によつても裏付けられる。なぜならば脱炭が主に気泡の形成によつて進行するのであれば、当然脱炭と脱窒はあい伴なつて起こるはずだからである。

一方 C が 1% 以下になると脱炭速度が低下し O が増加しはじめるが、上のような脱炭機構で考えると、これは反応域への C の供給が少なくなるためであり、この時期の脱炭反応を律速するのは C の移動速度ということになる。反応域への C の移動は反応域と主要部との C 濃度の差、および攪拌によつて定まると考えて良い。すなわち反応域の C 濃度を C_i とすると

$$-dC/dt = k(C - C_i)$$

のように書ける。k は物質の移動に関する係数で、攪拌が強いほど大きな値になる。この式から明らかなように同一 C レベルで脱炭速度が等しいならば、k が大きいほど C_i は小さくなる。いいかえれば、攪拌が良好ならば C 濃度の勾配が小さくても C の供給が順調におこなわれるから、反応域において C が極度に低下するという状態は起こりにくい。したがつて反応域における鉄の酸化はそれだけ少なく、O および (T.Fe) が吹錬中低いレベルに抑えられる可能性が大きくなる。

A, B 両グループの比較において、C 1% 以下では同一 C レベルでみて脱炭速度に差がなかつたが、簡単な計算から両グループの攪拌の強さを比較した結果、酸素流量の多い B グループの方がランス高さが高いにもかかわらず攪拌が強いと推測された。したがつて O および (T.Fe) の比較で B グループの方が低いという事実は上の考察を肯定するものである。

すなわち酸素流量を増した場合、ランス高さなどの条件が適当であれば鋼浴の攪拌が反応の進行に対してより適切なものとなり、O および (T.Fe) が低く経過するといえる。

なお、脱炭反応が主に火点付近での酸素ジェットによる直接酸化によつておこなわれるとしても、鋼浴中に気泡を発生しておこなわれる脱炭反応の存在も否定できない。脱窒が吹錬の末期に O が高くなつてから再び始まるという事実は、その割合が無視できないものであることを示している。

脱磷、脱硫については酸素流量の影響が認められず、またそれらの反応が主に脱炭速度に差のない吹錬末期におこなわれるので、酸素流量を増して吹錬時間を短縮しても、特に問題は生じないと考えられる。

5. 結 言

吹錬中炉内試料の採取によつて、酸素流量を増量した場合の諸成分の挙動を調査した。その結果酸素流量を増しても精錬上特に問題はなく、むしろ O, (T.Fe) は低

くなる可能性が大きいことが明らかとなつた。

文 献

- 1) 川名, 佐々木, 野中, 香月: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1373

(83) 純酸素転炉における屑鉄および冷鉄の溶解速度について

富士製鉄, 広畑製鉄所

大矢 竜夫・古垣 一成

松永 久・〇富永 忠男

工博 宮川 一男・野村 悦夫

On the Melting Rate of Scrap and Cold Pig Iron in the LD Process.

Tatsuo OYA, Issei FURUGAKI,

Hisashi MATSUNAGA, Tadao TOMINAGA,

Dr. Kazuo Miyagawa and Etsuo NOMURA.

1. 緒 言

純酸素上吹転炉では、吹錬時間が短かく、また一般には燃料を使用しないために、通常の屑鉄配合率は 15~30% 程度である。当所において低溶鉄操作時に、屑鉄 20%、冷鉄 11% を使用した経験があるが、このように溶鉄配合率が低下すると、時として吹止後に冷鉄または屑鉄が未溶解のまま残存するのが認められることがある。未溶解の型鉄が残存する場合には、出鋼中にこれらの未溶解の一部あるいは全部が溶解して、取鍋成分では吹止成分よりも C 含有量が増加するなどの成分変動がある。このために、成分規格に不合格となることがあり問題となつた。そこで広畑 60 t 転炉の通常吹錬条件のもとにおける屑鉄と型鉄の使用量の限界値を知る目的で、ラジオアイソトープ ^{60}Co による屑鉄および型鉄の溶解速度の調査を行なつた。ここにその結果を報告する。

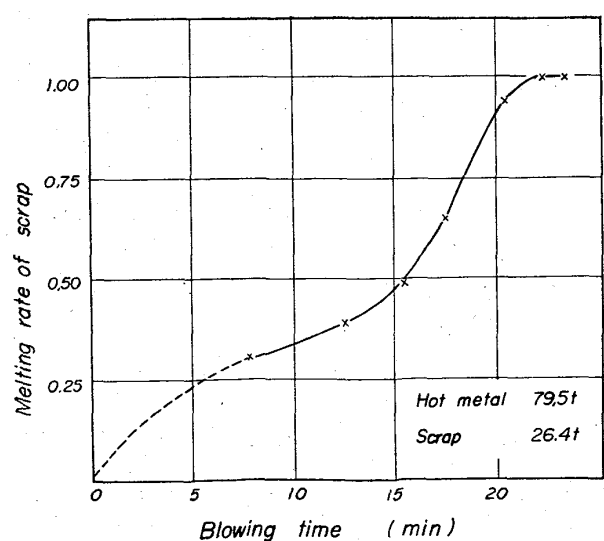


Fig. 1. Melting curve of scrap.

2. 試 験 方 法

ラジオアイソトープ ^{60}Co を含む型銑または溶銑を使用し、 ^{60}Co の物質収支にもとづいて、型銑および屑鉄の溶解速度を求めた。

2.1 屑鉄溶解状況の調査

(1) 溶銑を混銑炉より出銑する時に、溶銑中へ ^{60}Co を投入しその後 ^{60}Co の混合をよくするために、リレードルを行なつて転炉へ装入した。

(2) 主原料は溶銑と屑鉄で、型銑は使用しなかつた。屑鉄は通常吹錬で用いる分塊屑 (受入基準 1400mm × 500mm 以下、重量 1t 以下) と鋼板屑とである。

(3) 吹錬条件、酸素流量、ランス湯面間距離は通常吹錬通りである。ランスは 32mm φ × 3 の 3 孔ノズルを使用した。

(4) 吹錬途中約 3 min 間隔で溶鋼、鋼滓、ダストのサンプリングを行なつた。吹錬途中の溶鋼および鋼滓の試料は No. 2 号炉の東西に設置された 2 つの特殊サンプラーを用いて、東西交互に採取した。試料の大きさは 15mm φ × 30mm である。ダスト試料はシックナー入口で採取した。

(5) 屑鉄溶解率の求め方: 溶銑中に含まれる ^{60}Co の比放射能は、吹錬の経過につれて、屑鉄の溶解、溶銑中の 5 元素および鉄の酸化損失、鋼滓やダストへの ^{60}Co の移行などのために変化する。そこで屑鉄の溶解率 $K_s(t)$ は、 ^{60}Co の物質収支にもとづく次式より算出した。

$$K_s(t) = [K - \{W_{sg}(t)a_{sg}(t) + W(t)a_s(t) + \int^t a_d(t)(dW_d(t)/dt)dt\}] / a_s(t)W_{sc}$$

ただしここで、

W_{sg} : 鋼滓重量(t), $W(t)$: 溶銑重量(t), $W_d(t)$: ダスト重量(t), $W_{sc}(t)$: 屑鉄重量(t), $a_{sg}(t)$: 鋼滓の比放射能 (cpm/g), $a_s(t)$: 溶鋼の比放射能 (cpm/g), $a_d(t)$: ダストの比放射能 (cpm/g), K : 定数である。

2.2 型銑溶解状況の調査

(1) 溶銑、屑鉄および ^{60}Co を含む型銑 (520 × 95 × 60mm) を転炉へ装入した。

(2) 吹錬条件、吹錬途中のサンプリング法は 2.1 と同様である。

(3) 型銑溶解率の求め方: ^{60}Co を含む型銑が、吹錬の経過につれて溶解して、 ^{60}Co が溶鋼中に溶解するのを、途中サンプリングの試料の放射能によつて追跡した。型銑の溶解率 $K_p(t)$ は、2.1 の屑鉄溶解率を用いて ^{60}Co の物質収支にもとづく次式より算出した。

$$K_p(t) = \frac{1}{W_{cp}[A - a_s(t)]} \times [a_s(t)W(t) + a_s(t)W_{sc} \cdot K_s(t) + W_{sg}(t)a_{sg}(t) + AW_{cp} + \int^t a_d(t)(dW_d(t)/dt)dt - K']$$

ただしここで、

A : 型銑の比放射能 (cpm/g), W_{cp} : 型銑の重量(t), K' : 定数である。

その他の記号は前出のものと同様である。

3. 試 験 結 果 と 考 察

3.1 屑鉄溶解速度について

この試験チャージは、溶銑 79.5t, 屑鉄 26.4t, 装入量 105.9t で、溶銑配合率 75% で吹錬を行なつたものである。

Fig. 1 に吹錬時間と屑鉄溶解率との関係を示す。この図によれば、屑鉄配合率 25% で、22.5min の吹錬の場合には、15min 頃までかかつて屑鉄の約 50% が溶解し、その後溶解速度は急速に上昇して 21min までに完全に溶解した。

屑鉄の溶解速度は溶鋼の温度上昇状況と密接な関係がある。転炉操業上では、溶銑の Si 含有量、溶銑温度、屑鉄使用量および冷却材の使用量が重要な因子である。

Fig. 1 では吹錬開始後 9min ~ 15min 頃の間では、屑鉄の溶解速度は比較的ゆるやかであるが、これはこの時期に石灰石、焼結鉄などの冷却材が投入されて、鋼浴温度の上昇がゆるやかになつたためであろう。16min 以降では酸素流量を上げたため、ならびに吹錬末期に近づくにつれて鉄の酸化が激しくなるために鋼浴温度は急激に上昇するであろう。この領域では屑鉄の溶解も急速になり、吹止 1.5 ~ 2min 前までに完全に溶解する。屑鉄使用量が増加した場合には、当然屑鉄溶解時間はさらに延長するであろう。

なおこの試験では、吹錬途中の鋼浴温度の測定は行なえなかつたので、当所で行なつた別のチャージの連続測温のデータの 1 例を Fig. 2 に掲げ、温度上昇状況を知

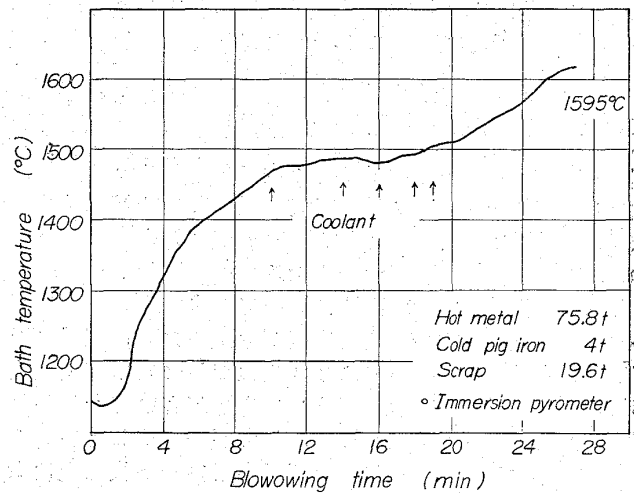


Fig. 2. Continuous measurement of bath temperature during blowing.

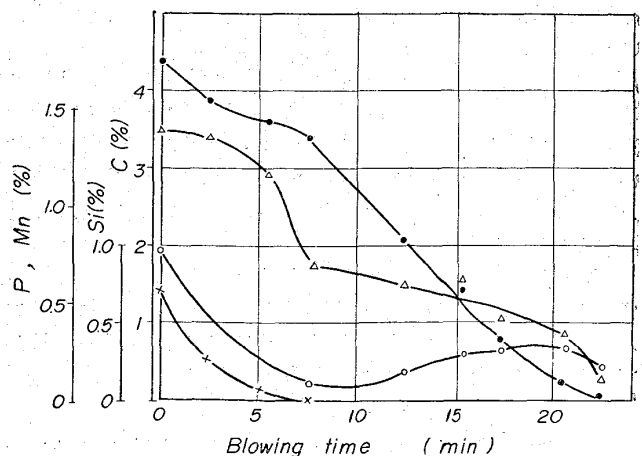


Fig. 3. Change of metal composition during blowing.

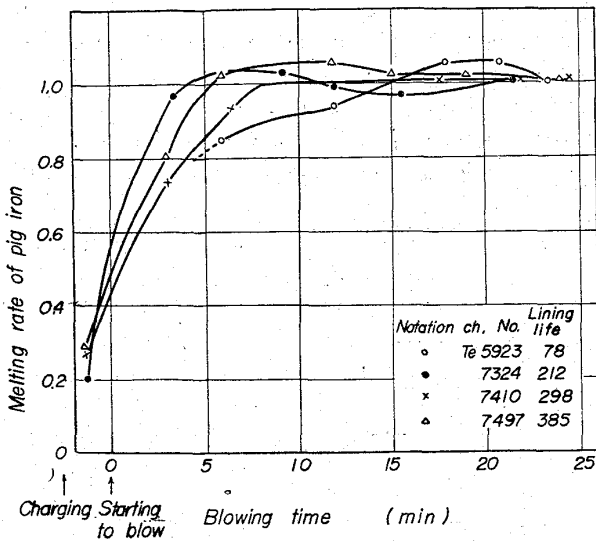


Fig. 4. Melting curve of pig iron.

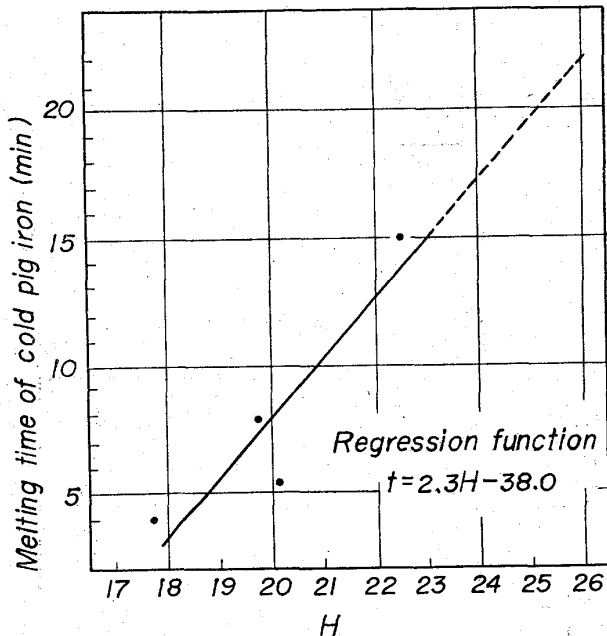


Fig. 5. Relation between H and melting time of cold pig iron.

る参考に供する。また Fig. 3 に参考のために、試験チャージの吹錬途中の成分変化を示す。

3.2 型鉄の溶解速度について

試験は装入量 110 t 前後のチャージで、溶鉄配合率 72.6~76.5%, ⁶⁰Co を含む型鉄 6 t を使用して行なつた。

Fig. 4 に型鉄の溶解曲線を示す。この図からわかるように、溶鉄装入後 1~2min 間に型鉄は 20~30% 程度溶解する。その後通酸を開始して溶鉄の温度が上昇すると急速に溶解し始めやがて完全に溶解する。型鉄の溶解速度は屑鉄の場合と同様に、溶鉄成分、溶鉄温度、型鉄使用量などの操業条件によつて決る鋼浴温度の上昇状況と密接な関係がある。Fig. 5 はFig. 4 より求めた型鉄の溶解時間とファクターHとの関係である。ここでHは、溶鉄中の Si 含有量、溶鉄温度、屑鉄および冷鉄配合率

で示した潜熱顕熱のファクターであり、次式で与えられる。

$$H = (W_{sc} + 0.6W_{cp}) / (W_{HM} + W_{cp} + W_{sc}) \times 100 + 0.133(60 - [Si]_{HM}) + 0.06(1300 - T_{HM})$$

ただしここで、 W_{sc} : 屑鉄重量(t), W_{cp} : 冷鉄重量(t), W_{HM} : 溶鉄重量(t), $[Si]_{HM}$: 溶鉄中 Si 含有量(×10⁻²%), T_{HM} : 溶鉄温度(°C)である。

この図からHが増加すると、型鉄の溶解時間tが直線的に増加することがわかる。この直線の回帰式は次式で与えられる。

$$t = 2.3H - 38.0$$

この直線を外挿して考えると、Hが26を越えると、型鉄の溶解時間が 22min を越えることになり、通常吹錬で吹止時に未溶解が残存する可能性が予想される。

広畑転炉における低溶鉄操業のデータによれば、屑鉄配合率 21%, 冷鉄配合率 11% で、溶鉄の Si 含有量 0.6~0.7%, 溶鉄温度 1300~1330°C であつた。この時のHは 26~28 になるが、この場合未溶解が散発したことを思えば、H26という限界値はほぼ妥当であると思われる。

屑鉄、型鉄装入に続く溶鉄装入後 1~2min 間に型鉄の 20~30% が溶解した点については、固体内の非正常熱伝導より推定した屑鉄および型鉄内の温度分布ならびに熱収支より計算した溶解率と大略一致する。

4. 結 言

純酸素転炉では、溶鉄配合率が減少すると屑鉄あるいは型鉄が未溶解のままに残存し製鋼作業上支障をきたす。そこで屑鉄および型鉄の使用量の限界値を知るために、⁶⁰Co を用いて型鉄および屑鉄の溶解状況の調査を行なつた。その結果次の結論が得られた。

(1) 広畑転炉の通常の吹錬条件のもとで、屑鉄配合率 25%, 吹錬時間 22.5min の場合に、屑鉄は約 15min までにその約半分が溶解し、その後溶解速度は急速に上昇して 21min 頃までに完全に溶解した。

(2) 溶鉄配合率 72.6~76.5%, 型鉄 6 t 使用の場合について型鉄の溶解曲線を求めた。この場合溶鉄装入後サンプリングまでの 1~2min 間に、型鉄は 20~30% 溶解した。

(3) 型鉄の溶解時間tは、ファクターHと次の関係がある。

$$t = 2.3H - 38.0$$

Hは溶鉄中 Si 含有量、溶鉄温度、屑鉄および型鉄の配合率からなる関数である。

Hが増加すると型鉄の溶解時間は延長する。型鉄の未溶解が残らないHの最大値は、約26である。

文 献

- 1) 大矢, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 748
- 2) 本間, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 13, p. 2168