

(140)

出鋼脱ガス時の脱水素機構について

(株)神戸製鋼所

高砂事業所

○明村正義, 田中重明, 三浦正淑

[1]緒言; 鋼中の水素は気泡系の欠陥はもうろんりこと鋼塊の内部性状にもきわめて重要な影響を及ぼす。近年真空脱ガス設備が導入されガス成分の低減に対し非常に効果を発揮している。当所においても出鋼脱ガス装置が稼働しており大型の鍛造用鋼塊の製造に有効に利用している。これまでいわゆる流滴脱ガスの機構について多くの研究があるが必ずしも解明されているとは言えない。そこで本研究では現場的なデータをもとに流滴脱ガスの機構について2,3の検討を行なった。

[2]結果と考察; 当所における出鋼脱ガス装置の処理前の[H]と処理後の[H]の関係について調査した。すなわち処理前の[H]約3ppmを境にして水素の挙動は変化する。[H]が約3ppm以下の場合には処理後の[H]と処理前の[H]はほぼ比例関係にある。従ってこの場合の脱水素率はほぼ一定で約25%である。一方それ以上の場合にはこの関係は比例関係を示さず約2.3ppmでほぼ一定である。従って処理前の[H]の増加とともに脱水素率は増加し50%程度に達する。

流滴脱ガス時の[H]の放出に対しては流滴の大きさ, 真空度, 流滴の滞留時間が影響する。流滴の大きさについては処理前の[H], [O]が本装置の場合にはほとんど問題となる。本調査の場合処理前の[O]はほぼ一定になるように選定したため流滴の大きさは処理前の[H]によって主に決定されていると推定される。すなわち処理前の[H]が3ppm以上の場合にはCOによる流滴化の他にH₂の影響も考慮する必要がある。

流滴脱ガス時の脱水素機構を考へるにあたり流滴の滞留時間を次式より推定する。

$t = [(H + \rho_1 r^2) - H_0] / (2/g)^{1/2} \dots (1)$ ここで、t; 流滴の滞留時間, (sec), H; ホーローードル内の

溶鋼高さ (cm), ρ_1 ; 鋼鉄の落下距離 (cm), g; 重力加速度 (cm/sec²)。 (1)式に諸元を代入すると約0.3sec.となる。水素の放出が1次式に従うとすると近似的に(2)式が成立する。

$\ln [H]/[H]_0 = -kA/V \cdot t = -k \cdot 3/r \cdot t \dots (2)$ ここで、[H]₀; 初期水素量 (ppm), [H]; 任意時間の水素量,

k; 物質移動係数 (cm/sec) A; 気液界面積 (cm²), V; 流滴の容積 (cm³), r; 流滴の半径 (cm)。次に(2)式のkの値を推定する。kの値の推定に対しては浸透説を用いる。すなわち $k = 2(D/\pi\theta)^{1/2} \dots (3)$ ここで D; [H]の拡散係数 (cm²/sec) ($\times 10^{-3}$), θ ; 流滴素片の更新時間 (sec)。そこで(3)式の θ を仮に0.3sec.を使用するとkは1で 6.5×10^{-2} cm/sec が得られる。この値から流滴径が6mm, 4mmを(2)式に代入するとそれぞれ[H]/[H]₀と1で0.82, 0.75が得られる。以上の結果から判断するととくに処理前の[H]が高い場合に得られる脱水素率50%の結果と計算結果はかなり異なる。すなわちこの脱水素率を得るためには上記仮定のもとでは流滴径は約2mmでなければならぬ。しかし実際にはこのような小滴になっているとは考えられない。

化学工学の分野では液滴生成時の物質移動速度がきわめて大きいことは実験的に知られている。しかし接触面積の変化, 更新, ノズル噴出による液滴内流動界面積の不安定さなど現象の複雑さのため十分に解明されていない。そこで仮に(3)式中の θ を0.05sec.とし流滴径が4mmの場合(2)式より[H]/[H]₀は0.49となり操業結果と比較的良好な一説を示す。この結果から考へると流滴脱ガス時の流滴の運動は非常に激しいものと推定される。

[3]結言; 以上のように流滴脱ガス時の水素の放出に関しては流滴径の減少とともに増加するが流滴生成時の激しい運動も十分に考慮に入れる必要があると考へる。