

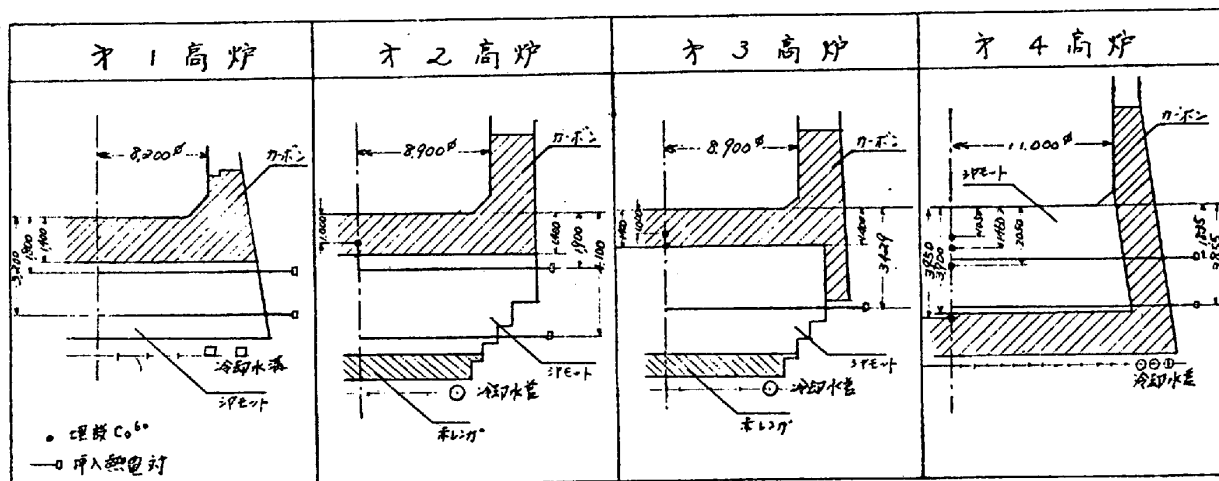
(討4) 高炉におけるカーボン煉瓦の使用について

住友金属 和歌山製鉄所 ○岡村祥三

1 緒言 近年高炉改修あるいは新設時に湯溜めおよび炉壁のライニングとしてカーボン煉瓦が使用されるようになってきた。カーボン煉瓦を使用した高炉の改修実績は未だ僅か数例を数えるに過ぎず、また作業中の炉におけるカーボン煉瓦の侵食状況についても不明な点が多く、カーボン煉瓦の優秀性について明確に結論づけられていない。和歌山製鉄所における湯溜めおよび朝顔でのカーボン煉瓦の使用状況および現在までの侵食状況と以下に報告する。

2. 湯溜めにおけるカーボン煉瓦の使用について

(1) 和歌山オ1～4高炉湯溜め煉瓦積の比較 オ1図に和歌山オ1～4高炉湯溜め煉瓦積の比較を示す。オ3高炉までは炉底内部にカーボン煉瓦と使用してきたが、後



オ1図 和歌山製鉄所オ1～4高炉湯溜め煉瓦積の比較

述するごとく、炉底カーボン煉瓦は比較的早期に侵食されることからオ4高炉では冷却効果の大きい部分に用いるとともに、カーボン煉瓦の熱伝導性の良いことと利用して内部のシャモット煉瓦の冷却を期する構造とした。

(2) 湯溜めカーボン煉瓦の侵食状況 和歌山オ2およびオ3高炉において、湯溜めカーボン煉瓦内に埋設した $Co^{60}$ の剥離状況よりカーボン煉瓦の侵食速度を推定するとオ2図に示したごとくとなる。すなわちオ2高炉においては火入後47日目にしてカーボン煉瓦1段目湯溜め内側より1,000mmに埋設した $Co^{60}$ が検出され、オ3高炉においては火入後63日目で1,000mmに埋設した $Co^{60}$ が、また火入後77日目にして1,400mmに埋設した $Co^{60}$ が検出された。埋設した $Co^{60}$ が溶錠サンプルに検出されるということは次の理由のいずれかによるものである。

- すなわち (A) カーボン煉瓦が徐々に侵食をうけた場合
- (B) カーボン煉瓦の形状不良あるいは築炉不良によりカーボン煉瓦が剥離浮上した場合
- (C) 目地が侵食され溶錠が侵入し $Co^{60}$ が目地を通って排出された場合

このうち(B)の場合についてはオ3図に示した炉底部温度指示よりもレカーボン煉瓦が剥離浮上したものであれば急激な温度変化がみられるはずであるが、この形跡はない。(C)の場合についても $Co^{60}$ が目的地を通過して排出されたものとすれば、目的地の侵食はかたまり大きいものと考えられ、当然レカーボン煉瓦は浮上するものと考えられる。したがってレカーボン煉瓦は(A)のごとく徐々に侵食をうけたと考えるのが妥当である。また高炉改修実績に明らかにされているように炉底レカーボン煉瓦は期待に反して操業過程において相当侵食をうけ、炉底中心部のレカーボン煉瓦は殆んど残存していき、シヤモット煉瓦で侵食は止っており、湯溜周辺部のレカーボン煉瓦は残存している。

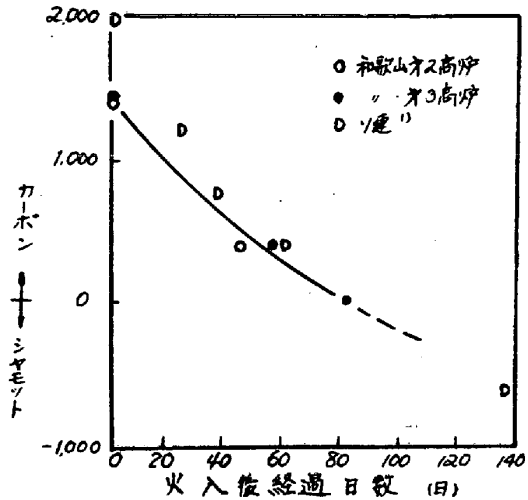
オ2図に合せて示したようにリ連における $Co^{60}$ による湯溜レカーボン煉瓦の侵食状況の調査結果によると、和歌山オ2およびオ3高炉とほぼ類似した侵食状況である。

炉底レカーボン煉瓦の侵食原因については、外來成分の侵入によるレカーボン煉瓦組織の劣化または破壊、レカーボン煉瓦の高温域における黒鉛に等起因する収縮、 $CO_2$ 、 $H_2O$ 等の酸化性気体による酸化、溶融酸化珪スラグによる酸化、溶銑への加炭、溶銑めがスラグによる機械的摩耗等が考えられるが現段階では推測の域と出ていき、いずれにしても湯溜にレカーボン煉瓦を用いる場合、周辺部は健在であることと併せ考えると充分に冷却効果が及ばなければ有効でない結論づけられる。

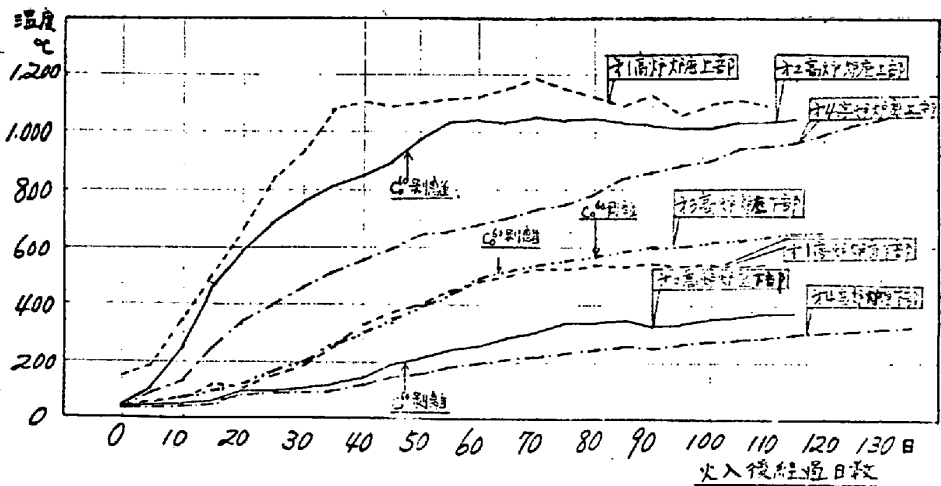
和歌山オ2およびオ3高炉の炉底部炉内側レカーボン煉瓦1,400mmが火入後約80日で侵食されたが、冷却効果が及ばないことが原因していると判断し、オ4高炉ではオ1図に示したように炉底煉瓦積を改良した。

和歌山オ4高炉は昭和42年3月3日火入され、約140日経過した現在シヤモット煉瓦内炉底内側を1,050mm、1,450mmおよび2,050mmに埋設した $Co^{60}$ は未だ剥離していき、炉底指示温度も約140日経過したところで約1,100℃で平衡状態に達したようである。

煉瓦厚 (mm)



オ2図 炉底レカーボン煉瓦侵食速度の比較



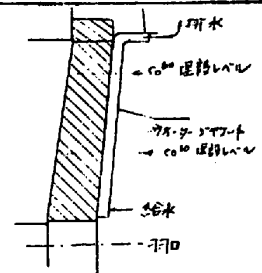
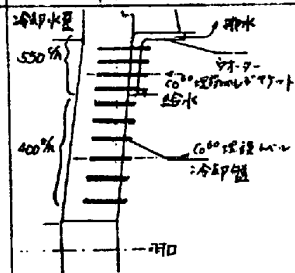
オ3図 和歌山製鉄所オ1～オ4高炉炉底温度の推移

3 朝顔に於けるカーボン煉瓦の使用について、和歌山オ2およびオ3高炉は同一プロファイルであって、朝顔にオ2高炉では冷却盤による冷却でシヤモット煉瓦を使用し、一方オ3高炉はウエータージャケットによる冷却でカーボン煉瓦を使用した。両者の侵食状況と以下に述べる。

(1) 和歌山オ2およびオ3高炉朝顔煉瓦積の比較  
オ1表に示す。両炉とも炉口レベルよりほぼ同一レベル2水準に炉内側より200mm, 300mmおよび400mmにCo<sup>60</sup>と埋設した。また炉壁管理のためCo<sup>60</sup>の埋設レベルと同一レベルに熱電対を挿入した。

項目		オ2高炉	オ3高炉
火入年月日		8.28.4.5	8.40.4.1
内容積		1.657 m <sup>3</sup> (註) 同一プロファイルであるが、大バレルレベルの相異に由	1.672 m <sup>3</sup>
使用煉瓦	炉胸	シヤモット	シヤモット
	炉腹	シヤモット	シヤモット
	朝顔	シヤモット	カーボン
冷却方式	炉胸	冷却盤	冷却盤
	炉腹	冷却盤	冷却盤
	朝顔	冷却盤(上部ジャケット)	ウエータージャケット
	朝顔冷却水量	950 t/h	400 t/h

朝顔煉瓦積



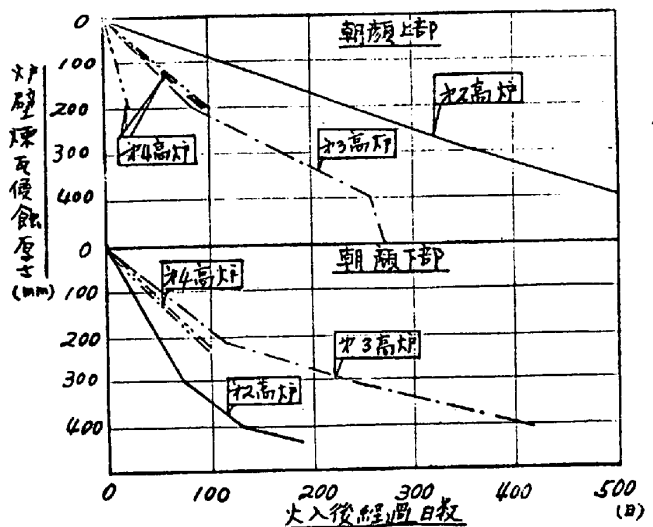
(2) 朝顔炉壁煉瓦侵食状況 オ4図にCo<sup>60</sup>の分離より推定した侵食曲線を示す。  
すなわち

- (A) 朝顔下部に於いてはオ3高炉のカーボン煉瓦よりオ2高炉のシヤモット煉瓦の侵食速度は大きい。
- (B) 同一部に於いてはこの傾向は逆であり、オ3高炉のカーボン煉瓦の侵食速度はオ2高炉のシヤモット煉瓦の侵食速度より大きい。

すなわち、オ3高炉はオ2高炉にくらべ立上り速度は急速であり、この相異を考慮して累積出鉄量と煉瓦侵食厚さとの関係とオ4図に示したがオ4図と同じ傾向である。すなわち、朝顔上部に於いてはカーボン煉瓦が、同下部に於いてはシヤモット煉瓦がその侵食速度は大きい。

(3) シヤモット煉瓦およびカーボン煉瓦の侵食の相異

朝顔下部に於ける煉瓦は火入後比較的早期に侵食され、その後ある一定の炉壁厚さで平衡に達するものであるが、この侵食速度の相異については煉瓦材質の他に冷却方法およびその能力、煉業方法等



オ4図.和歌山製鉄所オ2~4高炉朝顔部炉壁煉瓦侵食推移(標準日取の關係)

等種々の要因が影響している。朝顔上部のカーボン煉瓦の侵食速度がシヤモット煉瓦と比較して大きい原因としては、

- (A) 未還元鉱石中の酸素によるカーボン煉瓦の酸化消耗
- (B) 冷却能力の相異、すなわちオ1表に示したようにシヤモット煉瓦の場合、冷却盤およびシヤワー(現在ウォータージヤケットに改造した)の併用による冷却であるが、カーボン冷却の場合、ウォータージヤケットによる冷却である。後者の場合冷却が不足しているのではないかと考えられる。

が考えられる。未還元鉱石中の酸素によるカーボン煉瓦の酸化があるとすれば高炉におけるカーボン煉瓦の使用可能範囲は自ずと制限が生ずるものと考えられる。

和歌山オ4高炉ではオ2およびオ3高炉の実績検討の結果、オ6図に示したように朝顔上部にはシヤモット煉瓦を、同下部にはカーボン煉瓦を使用するように改善した。現在までのところ和歌山オ3高炉にくらべ特に侵食速度に差異があるとは思われないが、オ2高炉と比較して上部のシヤモット煉瓦の侵食速度が早いのは火入後の立上り速度の相異によるものと考えられるが、未だ侵食初期の状況なので今後の侵食過程をみなくては結論は出せないようである。

4 結言 和歌山製鉄所における高炉カーボン煉瓦の使用状況および侵食状況について報告した。すなわちカーボン煉瓦は

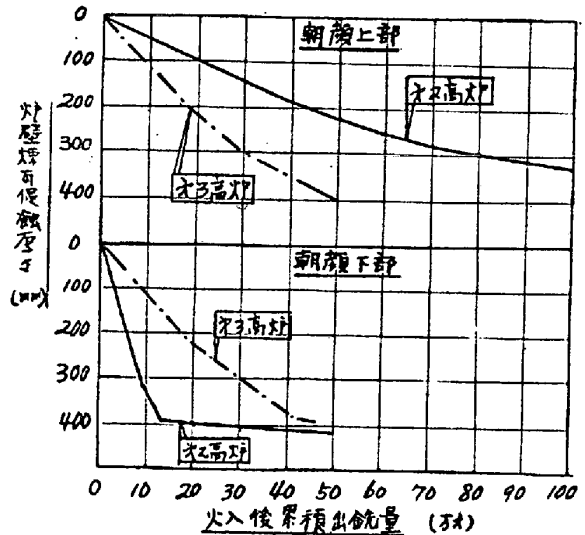
- (1) 冷却が充分でない部分
- (2) 酸化される怖れのある部分

では寿命が短い。したがって

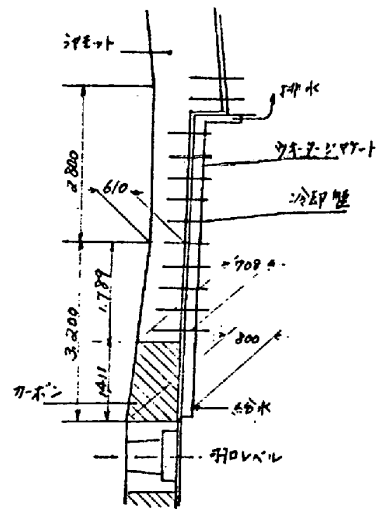
- (1) 湯溜りにけるカーボン煉瓦は冷却効果が大い範囲、炉底マ部および周辺部に使用すべきであろう。
- (2) 朝顔上部においてはカーボン煉瓦よりシヤモット煉瓦の方が適当であろう。

参考文献

1) "Steel" Nov. 1959, "Steel" Sep., 1960



オ5図 和歌山製鉄所オ2,3高炉朝顔部炉壁煉瓦侵蝕推移(累積出鉄量との関係)



オ6図 和歌山製鉄所オ4高炉朝顔部の構造