

(84)

高炉炉底カーボンブロックの損傷形態に関する考察

日本鋼管(株)技術研究所 島田 信郎 ○小山 保二郎 小林 基伸
 京浜製鉄所 伊沢 哲夫 池田 晴一 竹元 克寛

1. 緒言：当社の京浜製鉄所では、現行大型高炉の過半数を占める下カーボン・上シャモット型と基本的に同一構造であるプラグ型の炉底を昭和35年に採用し始めた。最近これらの3基の炉底を調査し、本炉底構造の評価と、カーボンブロックの損傷原因について検討した。

2. 調査結果：図1～図3に示すとおり、大島5BFの炉底侵食はカーボン層に達し、層状亀裂とメジの楔形侵食が見られた。炉床壁カーボンは3基とも稼働面に平行な大亀裂を生じていた。鶴見1BFでは側板方向の異常侵食が観察され、この部分の上部のカーボンブロックは底面に空洞が、側面に脆化帯が発生し、脆化帯の上端に接する炉内側スタンプ層の最上部に小空洞が見られる。空洞内にメタル侵入はなく、気相侵食を示唆している。

炉底カーボンが侵食した大島5BFのカーボンブロックとカーボンスタンプ層の変質状態は、Fe、K、NaおよびZnが主要侵入成分であって、ブロック中のFeは稼働面付近に多く(10%)、アルカリは深部に集中する(3~4%)傾向がある。炉内側スタンプ層では、出銑口レベルにアルカリが多く、底部の約2倍(K5.8%)であった、またZnは底部で最大値2.3%を検出し、Feは微量であった。

これらの侵入成分はX線回析で、 α -Fe、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 (微量)、 $KAlSiO_4$ およびZnOが同定され、反射顕微鏡下では3 μ 程度の微小気孔内までメタルが侵入し、またアルカリ化合物がマトリックス中の気孔を充填し、亀裂を生じていた

3. 結果考察：炉底カーボンの侵食は、溶銑への溶解以外に、アルカリの脆化作用と熱応力に基づく亀裂が関与していると考えられる。アルカリは、カーボンブロックとスタンプ層内の侵入成分分布から、炉底内を貫流するガスを供給源としスタンプ層、メジおよびブロックに生じた亀裂と空洞が主な貫流径路と思はれる。炉床壁の異常侵食も同様に考えられるが、炉床壁に生じた大亀裂は伝熱抵抗を増すから、局部的昇温による損傷も考慮すべきであろう。なお鶴見1BFは空洞、脆化帯の発生を考え合わせて、ガスアタックが特に激しかったものと思はれる。

また、大島5BFの炉底侵食ラインが特に深い理由について溶銑凝固ラインとの位置関係を1次元伝熱計算によって検討すると、鶴見1BF炉芯の稼働面推定温度(1240℃)に対して炉底残厚が等しい時の大島5BFでは、110℃高く、溶銑凝固ラインが鶴見1BFより低いためであることを示している。

鶴見1BFの上記稼働面の温度は通常の溶銑凝固点より約100℃高いので、吹止めまで侵食が継続していたと考えて、全稼働期間中の平均侵食速度を求めると、鶴見1BFと扇町2BFは殆ど等しく(表1)、この値を大島5BFに適用しカーボンの侵食速度を算出するとシャモットの1/2となり、上カーボン¹⁾またはオールカーボン²⁾の数分の1にあたり、下カーボンは合理的なことが分かる。

4. 結言：実炉調査によって、下カーボン・上シャモット型炉底の合理性について一つの裏付けを得た。また、カーボンブロックの侵食には、炉底内を貫流するガスをソースとするアルカリの侵食と熱応力損傷も寄与していると考えられる。

5. 文献 1) 平谷達雄 他：鉄と鋼，60，1974，PA79-A82
 2) H. Wysocki et al：Stahl und Eisen，96，1976，P618-624

表1. 調査高炉概要

項目	高炉大島5BF(3次)	扇町2BF(3次)	鶴見1BF(2次)
火入・吹止年・月	35.7~46.12	40.10~49.4	44.4~51.5
炉内容積 m^3	903	1148	1143
出銑量 $万t$	517.5	565.8	413.1
稼働年数	11.42	8.50	7.08
平均侵食速度 $cm/年$	シャモット(註1) 16.4 カーボン(註2) 8.2	16.5	16.3

(註1) 扇町2BFと鶴見1BFとの平均値
 (註2) 上記平均値をシャモットに適用し算出

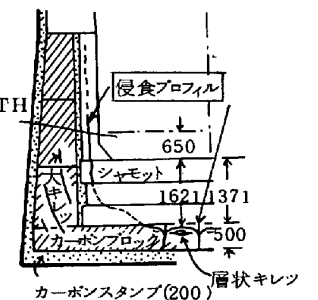


図1. 大島5BF侵食プロフィール

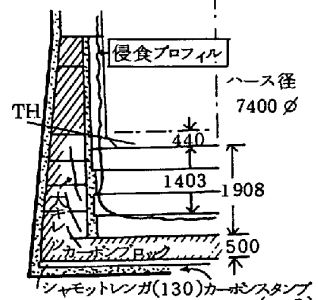


図2. 扇町2BF侵食プロフィール

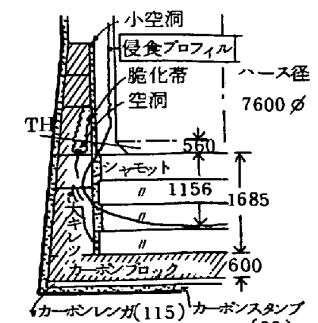


図3. 鶴見1BF侵食プロフィール