

い:

## V. 考 察

東田第3コークス炉は、蓄熱室の耐火度、軟化点、強度が若干低くなり、炭化室下部の気孔率、耐火度が低くなり強度が増しているが、他の部分には大きな変化は見られない。とくに炭化室下部は、従来報告されたような、コークス灰による侵食はそれほどいぢるしくなかつた。洞岡第4コークス炉は、装入口、蓄熱室珪石煉瓦の強度が低下している程度で、他は殆んど変化はなかつた。

このように、当時の炉内構造の堅牢を主として、どちらかといえば炉材の品質、形状、寸法は若干ゆるやかであつた頃のものでも、10数年の使用で物理化学性状からは、とくに危険の感じられる点は見受けられなかつた。現在の新設コークス炉は多種にわたる異型煉瓦を用い、炭化室両端などの反覆加熱条件の苛酷な部分には、シャモット煉瓦を用いるなどの考慮を払つて、膨張係数の小さく均等な、かつ高品質の形状、寸法の勝れたものを条件に使用しているので築炉技術、操業技術の進歩と相まち30年にわたる使用も技術的には常識になりつつある。

## (68) 高炉シャフト下部および炉腹部ライニングの溶食について

(高炉ライニングの溶食に関する研究—Ⅱ)

室蘭工業大学

田中章彦

## Erosion of the Lining of the Lower Part of the Shaft and the Belly Part in the Blown-Out Blast Furnace.

(Study of the erosion in blast furnace lining—Ⅱ)

Akihiko TANAKA

## I. 結 言

従来、高炉のシャフト下部および炉腹部ライニングの消耗の原因ならびにその対策については、内外ともに各製鉄会社の解体高炉についての調査研究、およびいろいろの角度からの実験室的研究がおこなわれ多くの成果が得られている。とくにその主原因と見られるライニング内の炭素の析出、アルカリによるレンガの溶食、鉄、亜鉛、チタンなどの滲透成分の挙動などについての最近の業績は注目すべきものがある。

しかしながら、この部分のライニングの溶食は炉の構造および操業条件のいかに多分に支配され、とくに最近の炉の大型化、酸素富化製錬高圧製錬の採用の傾向にともないその消耗原因がいよいよ複雑多岐となり、究明

把握が困難となつてきている。

著者はこの炉の操業条件の変化に対応して、炉の設計上、操業上、炉材選択上なんらかの資料を得んとして、富士製鉄室蘭製鉄所第1次第2高炉、第2次第2高炉、第2次第1高炉の3基の解体炉について調査研究を継続中である。このうち第1次第2高炉については29年10月、第2次第2高炉のシャフト上部については35年10月、それぞれ本講演会に発表した。本報告はこれにつぐものでシャフト下部、炉腹部ライニングについての結果とこれについての私見を述べる。なおこの炉の操業経過、成績、解体時の状況については前報において述べたので省略する。

## II. 研究方法と結果

試料は Fig. 1 に示す、5水準4方向計20カ所より、それぞれ炉外側から炉内側に至る数枚ずつを採取した。これらの試料はたとえばW-6-26などのごとく方向—水準—炉外側より採取位置までの寸法 (cm) をもつて試料番号とした。外にメチ、付着物、析出物などの試料も多数採取した。

これらの採取試料について、なるべく1系列のレンガ積の組織変化、滲透成分の挙動を連続的に観察し得るよう多数の分析試料、顕微鏡薄片を作製し、それぞれ化学分析、偏光顕微鏡による観察をおこなつた。他にX線回折、冷間耐圧試験もおこない考察の資料とした。

Fig. 2 は各滲透成分の分布曲線、Table 1 は顕微鏡組織変化の2, 3の例である。

## III. 結果の考察

各試験により判明した事実を列記し、若干の考察を加えると次のごとくである。

(1) 前報において、シャフト上部は炉外側より未変質性層、中性雰囲気層、還元性雰囲気層、ガラス質層、表

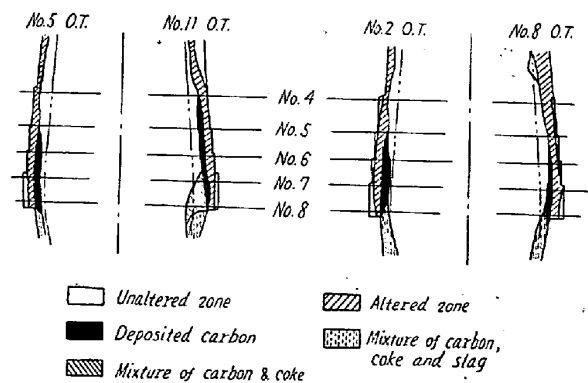


Fig. 1. Features of eroded furnace and the positions from which samples were taken.

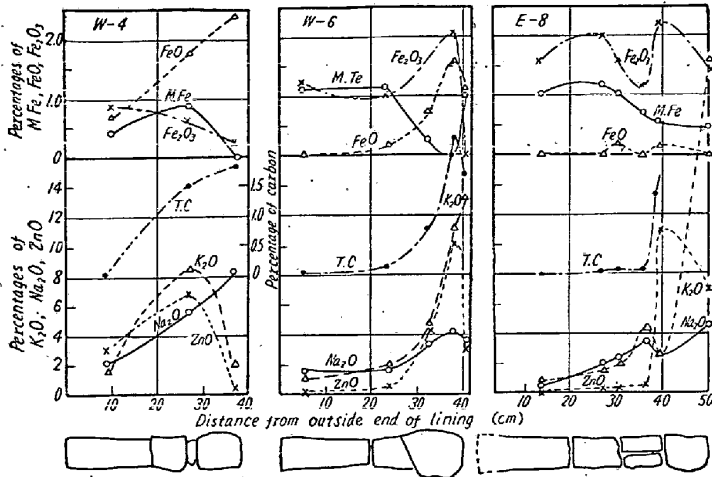


Fig. 2. Some examples of the distribution diagram of the interfused components.

面層に明瞭に区別し溶食変化を説明し得ることを報じたが、この部分のライニングは炉外側より平均 20cm 程度の未変質層とわづかな中性雰囲気層を認め得るに過ぎず、これより炉内側の組織は不規則かつ複雑である。炉の操業の初期にはシャフト上部と同様な各層を形成していたものがもつとも脆化した還元雰囲気層より崩落し、崩落後各変質層が新たな溶食条件にさらされ、さらに第 2

次、第 3 次と崩落が重なるにしたがい、それぞれの溶食履歴に応じて各位置に複雑な組織を生成したものと思われる。

(2) シャフト下部および炉腹部におけるライニングの消耗の原因は炉内側表面からの溶食と内部の欠陥の生成による崩落とに二大別される。前者は主としてアルカリ元素の浸透によるものでレンガをガラス化し軟化点を低めるとともに、アルカリ化合物の生成が浸透部を膨張せしめ、かつ成分分布の不均一により表面の剝離をおこさしめる。後者は炭素、亜鉛の析出および他の浸透成分の不均な分布による無数の小亀裂の生成でレンガをいちじるしく脆化せしむる。二者比較すると後者の型の消耗にあたる影響がはるかに大きい。

(3) 前述のごとく、ライニング内の各層の溶食履歴が複雑であるため、析出物の分布も多様で、析出炭素もいろいろな形で組織中に入りその量も上部にくらべてはるかに多い。炭素の析出は酸化鉄の触媒作用によるとみなされているが、FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の分布曲線に示されるごとく、間接的にレンガ各位置の温度、ガス濃度により多分に左右される。水冷箱の設置などにあたって考慮を要

Table 1. Some examples of the changes of microscopic structures in lining.

Sample numbers:	W 4	W 4	W 4	W 4	W 4	W 4	W 4	W 6	W 6	W 6	W 6	W 6	W 6	W 6	W 6	E 8	E 8	E 8	E 8	E 8
Structure in the clay grains	B	B	C	C	C			B	C	C	C	C	—	C	C	C	D	D	D	D
Primary glass	A	A	C	C	C			B	C	C	C	C	D	C	C	C	C	C	C	D
Primary mullite	D	C	A	B	C			C	C	C	B	B	B	C	C	C	B	B	B	B
Deposited carbon	—	—	A	C	D			—	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D
Zincite	B	B	B	B	B			B	B	B	A	B	B	B	B	B	B	C	A	A
Leucite	D	D	C	C	B			D	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C
Kaliophilite & nephelite	B	C	C	B	B			B	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
Secondary glass	B	C	C	B	B			C	B	B	B	C	B	C	B	A	C	B	A	B
Secondary mullite	D	D	D	D	C			D	D	D	D	C	D	D	D	D	D	D	C	C
Plagioclase group	C	D	D	—	D			D	C	D	C	C	C	D	D	D	D	D	D	C
Zeolite group	D	D	D	—	—			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Iron oxide	D	—	—	D	D			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	—
Corundum																				
State of quartz grains	B	B	B	C	D	—	—	B	B	B	C	C	D	D	C	C	D	C	C	D
Residual quartz	B	B	C	B	C	—	—	C	B	B	B	C	B	C	D	C	D	C	C	D
Cristobalite	D	D	D	D	D	—	—	D	D	D	D	—	D	—	—	—	—	—	—	—
Tridymite	C	D	D	C	C	B	B	C	B	B	B	A	B	C	C	B	C	C	B	A
Glassified																				
Minute crystals formed in cavities and cracks	C	C	B	A	A	B	B	B	B	A	A	C	C	C	C	C	C	A	B	B
Leucite	D	C	C	B	B	A	A	C	B	B	B	A	B	B	A	A	A	A	A	C
Kaliophilite & nephelite	C	C	C	A	A	B	B	C	B	B	B	C	B	B	C	C	C	C	C	B
Glass	B	C	C	B	A	B	A	C	C	B	B	B	A	B	C	B	C	C	A	B
Secondary mullite	D	C	A	A	B	A	C	C	B	B	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A
Deposited carbon	D	D	A	C	C	—	D	D	B	C	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D
Zincite	—	D	D	C	C	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	C
Plagioclase group	D	C	C	C	B	A	A	C	C	C	C	B	C	D	C	D	C	C	C	A
Zeolite group	—	—	C	D	D	—	—	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
Sericite	—	—	D	—	—	—	—	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
Fayalite	—	D	—	—	—	—	—	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Iron oxide																				

Remarks: A, B, C and D denote, in decreasing orders, quantities of each crystals.

する問題である。珪酸亜鉛の生成は微量であり、したがってこの際生ずる FeO による触媒作用は重視すべき問題ではない。

(4) アルカリの作用はシャフト上部と大差なく、組織のガラス化、ムライトの再結晶、リュースサイト、ネフェリン、カリオフィライト、プラチオクレース属、ゼオライト属の結晶を生成するが、シャフト上部に比べ高温のために反応速度が早く、表面層付近におびただしく晶出する。この反面操業初期において、メヂをガラス化焼結せしめ炉内ガスの滲透を防止する作用がある。したがって炉外側レンガは比較的健全な状態を保つ。

(5) 数次にわたる崩落のため、生成物は結果的に広く分散しているが、崩落間の一つの溶食期についてみれば炉内温度がシャフト上部に比し変動少ないため、析出物は局所に集中しやすく、明瞭な脆化層を形成し、レンガのつぎの崩落を早める傾向にある。

(6) 第1次第2高炉レンガの崩壊の主因とみられたレンガの膨張にもとづくライニングの屈曲は、この炉においても多少その傾向があり、環状方向のレンガのメヂを相当ゆるめ析出物の分布にいちじるしい影響をあたえている。

IV. 結 言

緒言においても述べたごとく、この部分のライニングの消耗は炉の操業条件に多分に支配され、著者の調査した2基の炉の結果をもつて早急に結論することは危険であり、さらに多数の同様な調査が必要である。

(69) 高炉シャフト下部および炉腹部のレンガ積の溶食におよぼす水冷の影響について

(高炉ライニングの溶食に関する研究—Ⅲ)

室蘭工業大学 田中章彦

Influences of Water Cooling on Erosion of Lining of the Lower Part of the Shaft and the Belly in a Blast Furnace.

(Study on the erosion in blast furnace lining—Ⅲ)

Akihiko TANAKA

I. 緒 言

著者はさきに富士製鉄室蘭製鉄所、第1次第2高炉、第2次第2高炉の2基の解体炉について調査研究をおこなない、シャフト下部および炉腹部の結果についてはすでに報告した。さらにつづいて第2次第1高炉の同じ部分

について同様の試験をおこなつた。この炉は前二者と異なりシャフト下部をも冷却箱をもつて水冷をほどこしたので、この結果を前二者の場合と比較することによつてシャフト下部の水冷のライニングの溶食におよぼす影響を知ることができる。したがって著者はこの点に研究の重点をおき諸調査をおこなうこととした。

なおこの炉は昭和28年5月26日吹入、同34年8月10日吹卸された。この間炉況その他の原因により若干の休風もあつたが比較的順調な経過をたどり2,260日間の操業において総出鉄量167.5万tに達し、従来の各炉の成績に比べ大体良好な成果を得たものといふことができる。解体修復の直接原因は今回報告するシャフト下部および炉腹部のレンガ積のはげしい消耗にもとづくガス洩れによるものであり、解体の結果 Fig. 1 に示すごとくこの部分のライニングのはげしい消耗を示していることがわかつた。この現象は過去のいずれの炉にも見られる一般的なものといふことができるが、とくに急激な消耗を示す部分の上端の線が水冷箱を設置した上端の線と大体一致していることは興味がある。

II. 実験結果とその考察

本炉で使用したレンガは Harbison Walker 社製耐火粘土レンガでその組成、物理的性質、機械的性質などの資料は保存されていない。試料は水冷をほどこしてないNo. 4 と水冷部の No. 5, No. 6 および炉腹部の No. 7 の4水準について東西南北4方向計16の位置よりそれぞれ炉内側高熱面より炉外側までとおしておのおの数枚ずつ採取し、従来と同じ方法により番号を付して試験試料とした。また参考のために析出物、付着物、メヂ、水冷箱との接触部の試料を多数採取した。

試験方法は肉眼的観察、化学分析、偏光顕微鏡による観察を主とし、必要に応じて粉末法によるX線分析を行なつた。Fig. 2 は化学分析値より得られた各滲透成分の分布曲線の数例を示すものであり、Table 1 はその

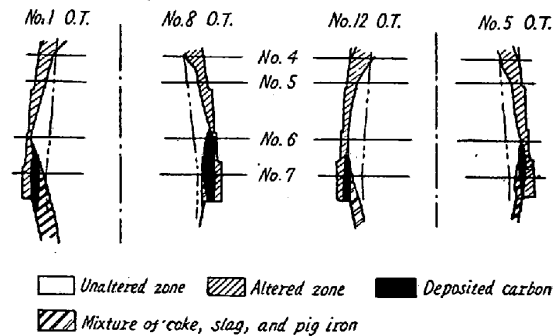


Fig. 1. Features of the eroded furnace and the positions from which samples were taken.