

(40) 塩基性平炉天井に使用されたクロ・マグ煉瓦の基礎調査

Fundamental Investigation of Chrome-Magnesite Brick after Service on the Roof of a Basic Open-Hearth Furnace

T. Hayashi.

富士製鉄室蘭製鉄所 理 林 高 朗

I. 緒 言

塩基性平炉天井に使用されたクロ・マグ煉瓦の侵蝕状況を調査し、さらにこの種塩基性耐火物の持続性を最も大きく阻害すると思われる加熱面背後からの剝脱落下 (slabbing) の原因について化学分析、X線廻折、荷重軟化試験等により基礎調査をおこなった。以下その結果についてのべたい。

II. 試 料

供試煉瓦は 150 t 平炉天井に使用され 120 回出鋼後略中央部から採取した不焼成クロ・マグ煉瓦である。その切断面の侵蝕状況を Fig. 1 に示すが、これを5つの Zone に分けた、すなわち加熱面のバースティング帯を Zone 1 とし、これよりシリケートの侵入帯を2つに区分しそれぞれ Zone 2, 3 とし、Zone 4 は冷端部の Zone 5 (未変質帯) との間にある脆弱化した部分を用いた。また化学分析およびX線試料は同一のものを用い、とくに被覆鉄板および内部埋込鉄板等による酸化鉄の吸収帯を極力避けて調製した。荷重軟化試験試料は各 Zone から加熱面に平行に切りだしたものである、なお装置は再結晶質炭化珪素を支持棒とする示差式のもので、タテ型のエレマ炉である。

III. 実 験 結 果

(1) 化学分析 分析結果から各 Zone の成分変化

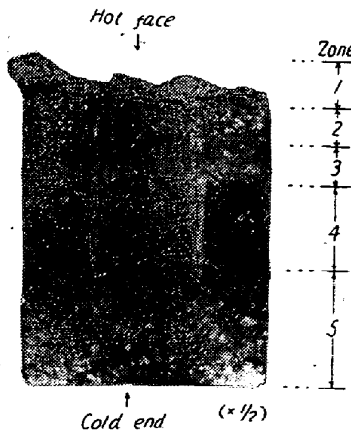


Fig. 1. Cross section of chrome-magnesite brick after 120 heats on the roof of a basic open-hearth furnace.

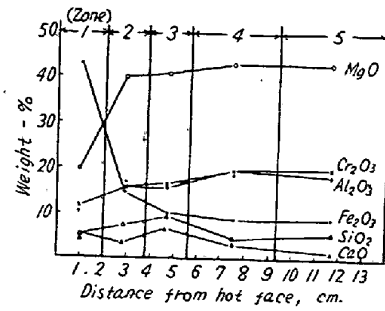
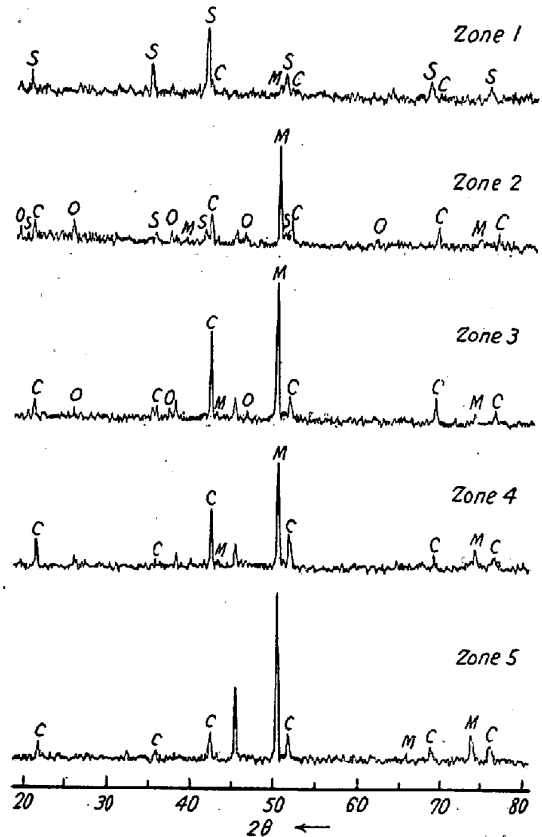


Fig. 2. Changes of composition with distance behind the hot face.

と加熱面からの距離との関係を Fig. 2 に示した。これより Zone 1 では酸化鉄の吸収がいちじるしく Zone 5 の約 4 倍近い値を示し、しかもほぼ Zone 1 に極限され、MgO は逆に急減している。一方 CaO と SiO<sub>2</sub> は Zone 3 で最大値を示してあり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> はほぼ相対的に変化し、Zone 3 より Zone 1 に向つて減少の傾向が伺える。

(2) X線廻折

Fig. 3 に示すごとくこれら諸成分の変化を組成の面からみると、Zone 1 では遊離のマグネシアによる廻折

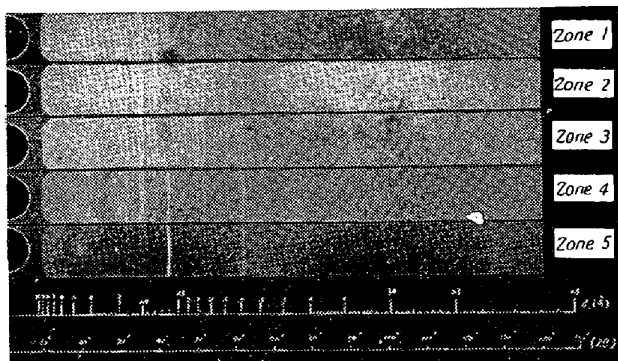


Conditions: Co K $\alpha$  radiation, 30KVP, 10mA, scanning factor 4-1-4 1°/mn.  
C: Chrome spinel.  
S: Solid solution of spinels.  
M: Magnesia.  
O: Olivine (Forsterite).

Fig. 3. X-ray diffraction patterns of zones.

ピークは弱く主としてマグネタイト成分に富んだスピネル固溶体 (格子常数  $8.33\text{\AA}$ ) と未反応のクロムスピネルからなっている。Zone 2 では遊離のマグネシアが増加しスピネル固溶体による廻折ピークは減少し、フォルステライト ( $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ ) による小ピークがわずかにあらわれている。Zone 3 ではスピネル固溶体は全く認められずクロムスピネルおよびマグネシアの主要廻折ピークの他に Zone 2 よりやや弱いフォルステライトのピークが確認できる。Zone 4 および 5 はほとんどその差がなくクロムスピネルおよびマグネシアからなっている。

さらに各 Zone のマトリックスを構成するシリケートの組成は煉瓦の熱間における性状を左右するため電磁分離器による分離試料にもとずいて実験をおこなった。その結果を Fig. 4 に示した。これよりフォルステライトは各 Zone に認められるがその主要廻折線 ( $d: 5.11, 2.51, 1.784\text{\AA}$ ) の強度より Zone 2, 3 が最も多い。次に分離前の試料では充分確認できなかつたモンティライト



Conditions: Cu K $\alpha$  radiation, 30KVP, 20mA, filter. Ni, 5h

Fig. 4. X-ray diffraction patterns of the matrix in the zones.

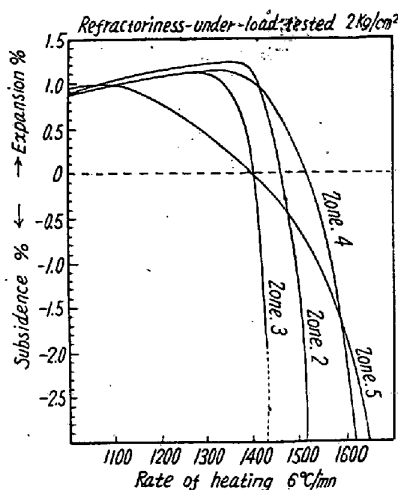


Fig. 5. Refractoriness-under-load curves of zones.

ト ( $\text{CaO}, \text{MgO}, \text{SiO}_2$ ) の主要廻折線 ( $d: 2.65, 1.81, 1.59\text{\AA}$ ) が Zone 1 から Zone 4 に示されしかも強度を比較した場合 Zone 1 から Zone 3 にかけて順次増加の傾向がみられ Zone 3 で最も強くあらわれている。なおその他のシリケートについては検出できなかつた。

(3) 荷重軟化試験: Zone 1 のパースティング帯のぞき各 Zone の試験結果を Fig. 5 に示した。これより Zone 5 の未変質帯では荷重に対して緩慢な軟化曲線を示すのに対してシリケートの侵入帯は軟化温度が低くその傾向は急速におこなわれる。とくにモンティセライトがマトリックスとして最も多量に含有されている Zone 3 は  $1300^\circ\text{C}$  より軟化を始め  $1410^\circ\text{C}$  では 2.0% の軟化収縮を示している。

#### IV. 実験の考察

平炉天井に使用されるクロ・マグ煉瓦の Slabbing の一原因として稼働中塩基性スラグの飛沫との反応によって加熱面より侵入する低融性のシリケートが粗粒子を充填するマトリックスとなつて大きく働くことが考えられる。すなわちマトリックスを構成するシリケートはモンティセライトとフォルステライトを主とするが前者は低融性のもので熱面背後 (Zone 3) に蓄積増加され、荷重軟化温度の低下と、マトリックスの鉸物相の差が構造的スポーリングとして作用し Zone 4 にみられる亀裂を発生し Slabbing を引き起こすものと考えられる。また加熱面における多量の酸化鉄の吸収は常にクロムスピネルと接していわゆるパースティングを促進しこの異常膨張は間接的に Slabbing を誘発するものと予想される。

#### V. 結 言

(1) 塩基性平炉天井に使用されたクロ・マグ煉瓦の侵蝕状況を調査し、化学分析、X線廻折、荷重軟化試験等によつて検討した。

(2) 炉内に発生する酸化鉄フェームは稼働面 (Zone 1) に最も多量に吸収されかつほぼ限定されスピネル固溶体 (格子常数  $=8.33\text{\AA}$ ) を形成している。

(3) 一方塩基性スラグの飛沫との反応によつて稼働面背後に侵入する成分はおもに  $\text{CaO}$  および  $\text{SiO}_2$  で、シリケートの侵入限界 (Zone 3) で最大値を作っている。

(4) これ等の成分はマグネシアと反応してモンティセライト ( $\text{CaO}, \text{MgO}, \text{SiO}_2$ ) およびフォルステライトなどのシリケートを生成しマトリックスとして煉瓦の気孔を充填している。

(5) とくにこのモンティセライトは稼働面より背後

に向つて次第に増加しシリケートの侵入限界に蓄積され荷重軟化に対して最も弱い Zone となる。

(6) シリケートの侵入限界背後 (Zone 4) は多孔質であり、亀裂の発生も多く脆弱化している。このことは (5) と関連し平炉天井煉瓦の Slabbing の一原因となることが考えられる。

### (41) 特殊珪石煉瓦 (含 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 珪石煉瓦) 試用結果

#### Practical Test of Special Silica Bricks (Silica bricks containing $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )

K. Isoda, et alius.

住友金属工業小倉製鉄所

工 永見 勝茂・工〇磯田 健一

#### I. 緒 言

珪石煉瓦は荷重軟化点が高く膨張線上にみると比較的低温で安定し、また目地部が煉瓦間でよく融着し崩落し難いなどの特性を有するため、平炉においては主としてアーチ天井などに使用されてきた。しかしながら酸素製鋼実施後平炉炉体上部においては珪石煉瓦の損傷が特にはなほ大きく、上部炉体はほとんど塩基性煉瓦に移行したが塩基性煉瓦についても酸素製鋼の影響大きく損傷はかなり増加した。また炉体下部の珪石煉瓦には特に影響が大きく中でも台円部は上昇道下部と鋼滓室天井の接合部であり、上昇道煉瓦の荷重に耐え、かつアーチ形状を維持する必要があるため、煉瓦の性質上従来は珪石煉瓦を使用しなければならなかつた。したがって酸素製鋼を遂行するためには、この台円部の珪石煉瓦が、重大な弱点となつてきた。かかる折から K 社において  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  を添加した特殊珪石煉瓦 (以下シクロン煉瓦と称する) が製造され酸化鉄に対する抵抗力が普通珪石煉瓦に比較してかなり大きいことが予想されたので、当所においても 3 回にわたつて実用試験を行い、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  添加による珪石煉瓦性状の変化について検討した。

#### II. シクロン煉瓦の概要

珪石煉瓦はその欠点とされている matrix 部分に slag, または fume が浸透し低熔融物を作るため、この matrix 部分から急激に煉瓦が熔損されるものと考えられている。したがってこの matrix 部分にたとえ slag あるいは fume が浸透しても容易に低熔融物を作らない、すなわち耐火度の低下を来さない、煉瓦として製造されたものがシクロン煉瓦であり、珪石煉瓦の特性である高度の荷重軟化点、耐圧強度、あるいは熱膨張率などの性

状は従来の珪石煉瓦とほとんど大差なく、従来の珪石煉瓦の特性にさらに酸化鉄に対する抵抗力が加つた煉瓦である。シクロン煉瓦の化学成分および物理的性質を普通珪石煉瓦と比較すれば Table 1 および Table 2 に示す通りである。

Table 1. Chemical composition.

	Sikron bricks	Silica bricks
$\text{SiO}_2$ (%)	86.70	94~95.5
$\text{Al}_2\text{O}_3$ (%)	1.12	0.5~0.8
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (%)	0.30	1.5~1.8
CaO (%)	2.64	2.0~2.5
MgO (%)	0.46	0.2~0.3
$\text{Cr}_2\text{O}_3$ (%)	8.16	—

Table 2. Physical properties.

	Sikron bricks	Silica bricks
Apparent specific gravity	2.42	2.33~2.35
Bulk density	1.98	1.89~1.92
Porosity (%)	18.5	21.0~24.0
Refractoriness (S.K.)	33	32 $\frac{1}{2}$ ~ 33
Crashing strength (kg/cm <sup>2</sup> )	400	350 ~ 400
Thermal expansion at 100°C (%)	1.57	1.15~1.20
Softening temperature $T_1$ (°C)	1638	1640 ~ 1645
$T_2$ (°C)	1653	1650 ~ 1655
Spalling test (%)	6.1	11.9

#### III. 実用試験結果

##### (1) 第 1 回試験

上昇道側壁下部の炉前側々壁にシクロン煉瓦、炉裏側、側壁に高  $\text{Al}_2\text{O}_3$  質シヤモット煉瓦を張分け煉瓦積してその損傷状況を比較検討した。

(a) シクロン煉瓦の損傷は、高  $\text{Al}_2\text{O}_3$  質シヤモット煉瓦の損傷に比較して 36~64% 程度減少し、その損傷状況は、側壁上部の高温の場所程大きく、流れの方向にしたがつて低下している。

(b) シクロン煉瓦の目地 (珪石モルタル使用) は普通珪石煉瓦の場合に比較してやや損傷が大であつた。

##### (2) 第 2 回試験

第 1 回試験結果よりシクロン煉瓦は、高  $\text{Al}_2\text{O}_3$  質シヤモット煉瓦に比較して損傷がかなり小さいことが判明し、また荷重軟化点、耐圧強度などの性状は普通珪石煉瓦とほとんど大差はないから第 2 回試験としては、炉体下部において主要な部分であり、台円部の基礎となる鋼滓室隔壁に煉瓦積して普通珪石煉瓦と比較検討した。

(a) シクロン煉瓦の損傷は、普通珪石煉瓦の損傷に