

Fig. 3. Top gas temperature and oxygen enrichment.

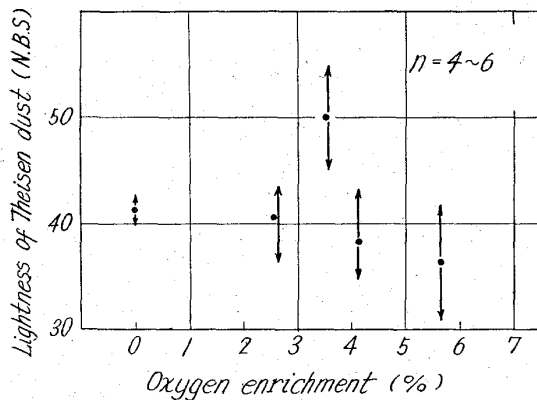


Fig. 4. Relation between lightness of Theisen dust and oxygen enrichment.

程度みられるようになった。これは、酸素富化に伴うボッシュガス量の増加(5.7%富化時で+9%)および羽口先理論燃焼温度の上昇(5.7%富化時で2150°C)によるのであろう。酸素高富化時においてはTable 2に示すように、tap間鉄成分の変動が大きくなり、熱目ないし冷目に棚をつることが多い。

4. 考 察

4.1 コークス比の低下について

Table 3に各期間における物質精算結果を示す。コークス比は、酸素富化1%に対し4.5kg/t低下したが、これは羽口先燃焼カーボンの低下、ソリューションロスカーボンの低下によつてゐる。前者は炉頂ガス温度の低下、後者はボッシュガス濃度上昇によるCO間接還元率の向上、羽口先温度上昇による水素還元率の向上に対応している。

また、COガス利用率、H₂ガス利用率も向上している。

4.2 羽口先吹込み重油の燃焼性について

高酸素富化操業においては、重油燃焼性が改善され未燃カーボンの減少によりコークス比の低下することが予測されているが、今回の試験では、この点を検討するため、一日一回定時刻にタイゼン汚水ダストを採取し、色差計による明度測定を行なつた。Fig. 4に期間平均のタイゼン汚水ダスト明度と酸素富化率の関係を示す。これ

によると、酸素富化率が上昇すると、タイゼン汚水ダスト明度のバラツキ稍々大きくなり、明確な変化はみられなかつた。

5. 総 括

鶴見第2高炉で、重油との併用吹込みで5.7%までの高酸素富化操業を行ない、出銑量、コークス比とも所期の成果をおさめた。この場合、コークス比低下の主因は、炉頂ガス温度低下に対応する羽口先燃焼カーボンの低下、ボッシュガスの濃度および温度の上昇によるソリューションロスの低下が寄与しているものと考えられる。重油の燃焼性向上については、タイゼン汚水ダスト明度測定からは、明確な結論が出なかつた。今後、高炉に低純度酸素を吹込むことも考えられ、高酸素富化操業については十分研究を進める必要がある。

669.162. 2/2: 620.193.4

(19) 高炉用炉材の損耗におよぼすアルカリ、亜鉛、炭素の影響

(高炉用煉瓦の損耗に関する研究—V)

八幡製鉄所、技術研究所

工博 大庭 宏・平櫛敬資・○田中正義

Influence of Alkali, Zinc and Carbon on Wearing of Blast Furnace Refractories.

(Study on wearing mechanism of blast furnace linings—V)

Dr. Hiroshi OHBA, Keisuke HIRAGUSHI and Masayoshi TANAKA.

1. 緒 言

高炉炉壁レンガの損耗機構は、高炉位置により異なるが、朝顔部より上部の炉内雰囲気露されている炉壁レンガ部分の損耗は、カーボン・デポジション、アルカリ析出、亜鉛析出などの気相成分による化学反応が原因となつてゐる¹⁾²⁾。前報³⁾でライニングにおける気相成分の析出量は、レンガよりもモルタル部に著しく多いことが明らかにされたが、レンガ内への気相成分の侵入も、炉内からモルタル目地を通して侵入してくる。成分がレンガ気孔内および固相に拡散するのではないかと推察されたので、外来成分のレンガ内侵入経路を確認するために解体高炉レンガの同一位置から採取されたモルタル、レンガ表面、レンガ内部試料の外来成分量を調査した。

2. 試 料

調査の対象とした高炉は、当所東田第6高炉(第5次)で、本高炉は、国産原料によるシャモット・レンガを使用した最後の高炉で、レンガおよびモルタルの品質はTable 1に示すような粘土、シャモット質レンガおよびモルタルである。現在使用中の粘土レンガに比べると、耐火度低く、気孔率高く、品質的に劣るが、総出銑量213万t、稼働日数3879日、操業期間の世界記録を樹立した。その操業履歴は次の通りである。

火入年月日 S. 26. 12. 14

吹止年月日 S. 37. 7. 25

Table 1. Properties of the refractory brick and mortar before use.

Item	Chemical composition (%)								Refractoriness (sk)	Porosity (%)	Apparent Density (g/cm ³)
	Ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Total			
Brick	0.59	58.40	36.98	2.71	—	0.81	0.59	100.08	33	20.9	2.61
Mortar	Chamotte	0.73	58.91	37.50	1.73	0.78	0.35	100.45	33		
	Fire clay	15.00	50.78	30.95	2.08	0.72	0.60	100.53	33		

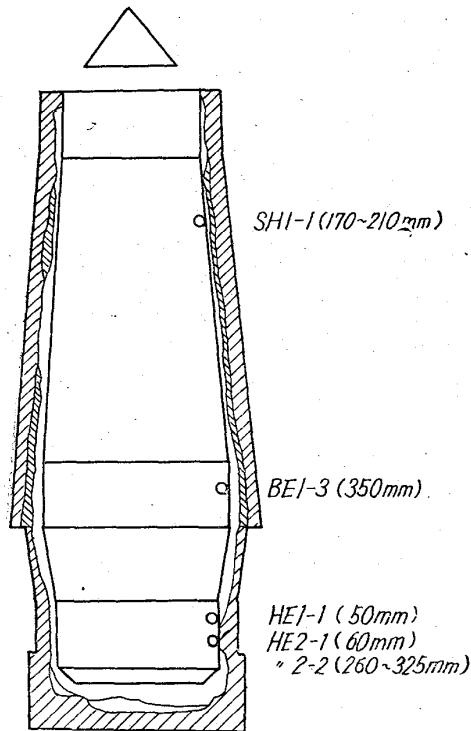


Fig. 1. Vertical section lining in worn state and sampled positions.
(): Distance from inner face (mm)

操業日数	3879日(10年7ヶ月)
出鉄量	213万 t
コークス比	682
焼結鋳使用割合	36%
内容積	668m ³

試料は解体高炉のシャフト上部、炉腹、炉床の3箇所から採取した残存レンガおよびモルタルで稼働面からの試料位置は Fig. 1 に示すとおり 50mm から 350mm にわたるものである。個々のレンガについて、外来成分の分布状態を知るために、試料レンガを表面に平行に 10mm 間隔で切断した。切断方向が稼働面に平行な場合は (A), (B), (C)……, 垂直な場合は (1), (2), (3)……, と符号をつけた。

3. 試験結果

解体高炉から採取したモルタルとレンガ細分試料の化学分析, X線回折, 顕微鏡観察を行なった。

3.1 化学分析

耐火物に関する化学分析法 (JIS-R 2215) によつて, 全分析を行なった。分析結果のうち, 代表的外来成分,

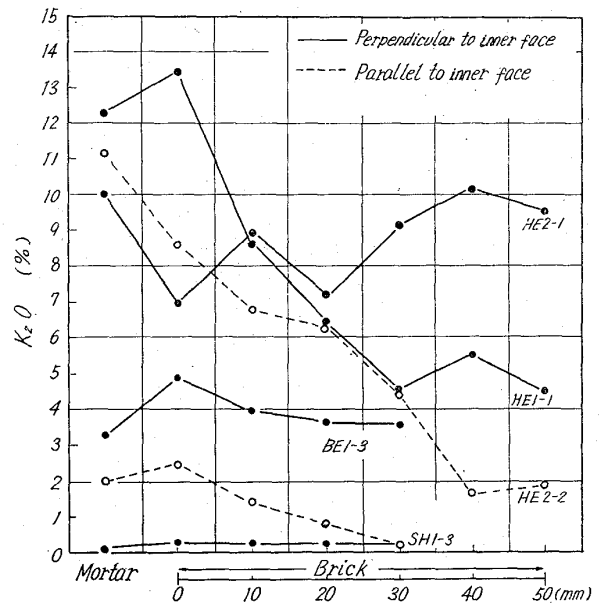


Fig. 2. Distribution of K₂O in a used brick and adjoining mortar.

K₂O について, レンガ表面からの距離と K₂O 含有量の関係を Fig. 2 に示した。稼働面に垂直方向試料は, レンガ内部ほど K₂O 含有量は少なくなるが, 平行方向では HE-1-1 を除けば, 表面と内部間の含有量に相異は認められない。K₂O 以外の外来成分, Ig-loss, Na₂O, PbO についても同様な傾向がある。ZnO はモルタル試料にのみ含有され, レンガ内部には認められなかった。

3.2 X線回折

モルタルからレンガ内部に入るほど, 外来成分量が減少する試料 HE-1-1 と HE-2-2 について, 粉末法 X線回折試験を行ない, 化学成分と鋳物組成の関係を調査した。その結果外来成分のうちでも侵入量の多い K₂O 成分とレンガおよびモルタルの主成分 SiO₂-Al₂O₃ から成る結晶生成が認められ, K₂O 含有量に応じて Kalsilite (K₂O·Al₂O₃·2SiO₂), Leucite (K₂O·Al₂O₃·4SiO₂), Sanidine (K₂O·Al₂O₃·6SiO₂) が同定された。Fig. 3 に HE-1-1 のモルタル部, レンガ表面から 0~10mm, 20~30mm, 50~60mm 試片の X線回折図を示したが, レンガ内部から K₂O 含有量の多いモルタル部に向かって K₂O/SiO₂ 比の大きい結晶が生成し, かつ回折線強度が大きくなつていた。また, レンガおよびモルタルの結晶成分 Mullite (3Al₂O₃·2SiO₂) および Cristobalite (SiO₂) は, K₂O 含有量の多いレンガ表面およびモルタルほど回折線強度が減少し, レンガ表面から 20mm よ

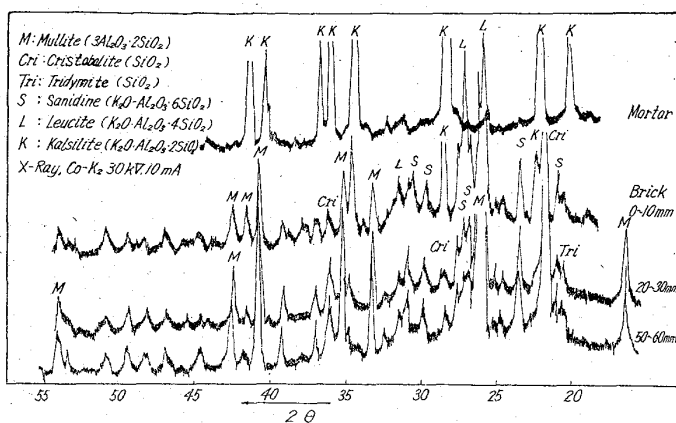
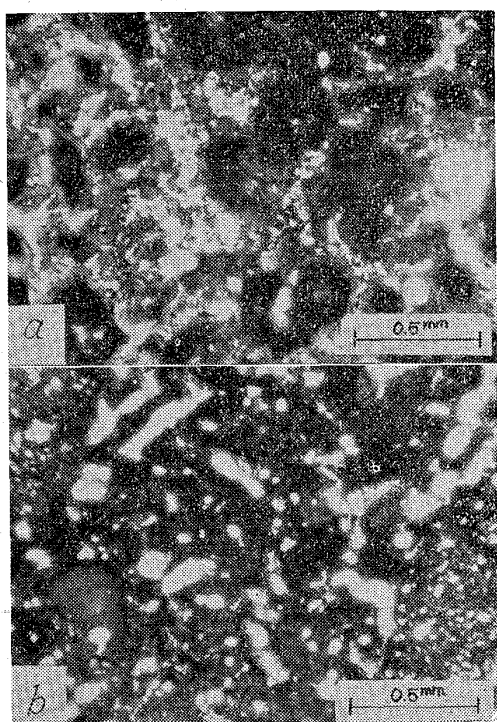


Fig. 3. X-Ray diffraction data of used mortar and brick (HE1-1).



a) Near surface (0~10mm)
b) 20~30mm distant from brick surface

Photo. 1. Microstructure of used brick (HE1-1).

り内部では新たに Tridymite(SiO₂) が生成していた。

3.3 顕微鏡観察

X線回折試験と同一試料 (HE-1-1, HE-2-2) について透過光顕微鏡観察を行なった。外来成分としてKalsilite, Leucite などの K₂O-Al₂O₃-SiO₂ 系結晶とカーボンが認められた。これらは、いずれもモルタル部からレンガ内部に入るほど生成量が減少していた。K₂O-珪酸塩は 10μ, カーボンも 20μ の微粒子で、ともにマトリックスの空隙に析出し、マトリックス組織に影響をおよぼしているが K₂O 含有量の多いモルタルおよびレンガ表面ほどその影響は大きい。X線回折試験では、原モルタルの結晶成分は完全に Kalsilite, Leucite に変化しているが、顕微鏡下では原モルタルの粗粒子は、原形を保っていた。しかしながら、これは仮像で、粒子内部は、K₂O-珪酸塩化していると推察される。試料 HE-

1-1 のモルタル部およびレンガ内部の顕微鏡写真を Photo. 1 に示す。

4. 考 察

4.1 外来成分の侵入機構

一般に目地モルタルはレンガに比較して、気孔率および通気率が大きいため、外来成分は目地を通って侵入し易く、気相からの析出も、目地、亀裂、レンガ表面に多く、レンガ内部が目地と同程度に変化するには長時間を必要とする。今回の調査によつて、稼働面から一定距離の3試料は、モルタル、レンガ表面、レンガ内部の K₂O 含有量から推察される変質が同程度になつているが、他の1試料は、一定条件に保定後の時間が短かいためか、モルタルからレンガ内部に向けて K₂O 含有量、K₂O-珪酸塩生成量がほぼ直線的に減少していた。したがつて、外来成分は通気抵抗の大きいレンガ内を通るよりも、目地、亀裂を通り、レンガの側面、裏面からも、レンガ表面内に拡散する侵入径路をとり、外来成分は逐次、レンガ表面から内部に析出し、時間とともに析出量は均等化すると推定される。

4.2 侵入成分

外来成分として K₂O, カーボン, Na₂O, ZnO, PbO などが認められた。モルタルとレンガの材質は同一であるため、侵入成分種類の選択性は認められなかつた。これらの成分は、いずれも酸化物として存在していたが、析出時に酸化するものか、もしくは、酸化物として拡散するかは不明である。ZnO およびカーボン以外は、珪酸塩として存在しているが、K₂O の場合、K₂O 侵入量に応じて、Sanidine(K₂O·Al₂O₃·6SiO₂), Leucite(K₂O·Al₂O₃·4SiO₂), Kalsilite(K₂O·Al₂O₃·2SiO₂) と変化する。HE-1-1 試料の化学成分を K₂O-Al₂O₃-SiO₂ 三成分系状態図にプロットすると、Fig. 4 に示すように (B) (C) (D) 成分は、Mullite-Sanidine-Silica の領域に、

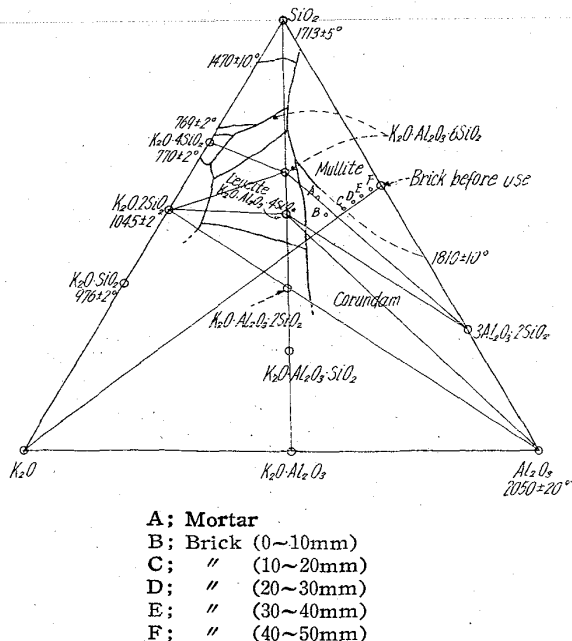


Fig. 4. Compositions of used Mortar and brick (HE1-1) plotted in K₂O-Al₂O₃-SiO₂ phase diagram.

621.929:622.788

モルタル, ④成分は Mullite-Sanidine-Leuciteの領域に入るが, これらの三成分以外の影響をうけ, かつ, 未平衡状態にあるため, X線回折試験により同定された結晶とは若干ずれている。しかし大略 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 線上の原レンガ成分と K_2O を結ぶ Tie Line に沿ってレンガ変質は進行している。

4.3 炉材の問題点

外来成分の気相侵入を防止するには, レンガおよび目地の通気性を小さくすることが必要である。レンガに関しては, 低気孔性が最も重要な品質項目の一つにあげられて, 製造メーカーの努力によつて, 見掛気孔率15%以下が一般的となり, これ以上の低気孔性は耐熱衝撃性の低下をもたらす危険性があるので, 今後は外来成分の侵入によつて熱間容積安定性, 耐火性などの性質が劣化していくレンガ材質の開発が必要である。目地に関してはできるだけ薄目地が望ましいが, 材質についても通気率が小さくなる。粒度組成およびバインダーの選択が必要である。高炉用炉材の場合, 高炉内の位置によつて温度雰囲気異なり, 炉材の損耗機構も異なつているので, 使用条件に応じた材質の選択, すなわち, Zoned Lining が必要である。目地のモルタルについても同様で, 最近当所で採用した Zoned Lining 用モルタルの通気率は, レンガの通気率に近いものとなつてい

5. 結 言

外来成分の気相侵入経路を確認するために, 解体高炉の同一位置から採取したモルタルおよびレンガの組成を調査して次の結論をえた。

1. 外来成分の侵入は, 通気抵抗の小さい目地を通り目地からレンガが内部に拡散する割合が大きい。したがつて, 炉材の変質が平衡に達するまでは, 目地モルタル部レンガ表面部, レンガ内部の順に変質程度および外来成分の析出量は小さい。

2. 外来成分の析出量が最も多いのは, K_2O で, 以下カーボン, Na_2O , ZnO , PbO などである。外来成分の析出によりレンガおよびモルタルの微粒部分の組織が影響をうける。 K_2O は, Sanidine, Leucite, Kalsilite として, 微粒部分に存在し, 大略 $\text{K}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 三成分系状態図から推定される結晶変化と一致していた。

3. 高炉レンガの侵食に対して目地の影響は無視できない。今後さらに目地の施工および材質の検討が必要である。

文 献

- 1) 大庭宏, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 290
- 2) 大庭宏, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 384

(20) ペレット原料混合用ピケーミキサーとドラムミキサーの混合能の検討

八幡製鉄所, 技術研究所

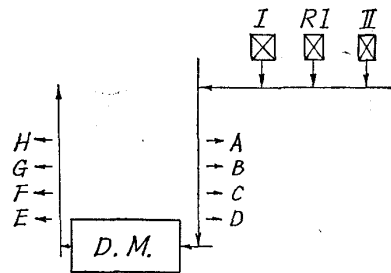
理博 森 久・竹村哲郎・山手 実

Mixing Efficiency of Pekay Mixer and Drum Mixer for Pellet Feed.

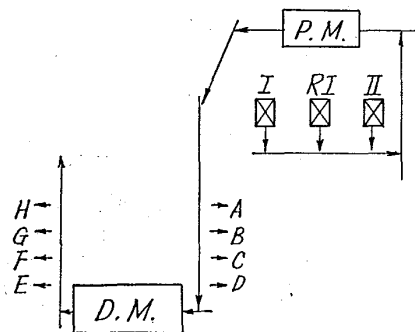
Dr. Hisashi MORI, Tetsurō TAKEMURA and Minoru YAMATE.

1. 緒 言

ペレット製造工程においては, 添加原料の節約やペレット品質の均一化を目的として, 配合原料を混合するためのミキサーを造粒機前に設置することが多い。ミキサーの混合能としては, 2つの機能が考えられる。第1は配合率は均一であるが配合ベルト上に層状偏析している配合原料を均一化する機能であり, 第2は, 配合ベルト上に間欠的に供給される配合率の不均一なものを均一化する機能である。この第2の機能については, 焼結原料用のドラムミキサーおよびパグミルを対象とした調査結果をすでに報告したが, 本報では, 第1の機能について, ペレット原料用ピケーミキサーとドラムミキサーを対象として, RIトレーサー法により調査した結果を報告する。



Test A: Mixing with Drum mixer only



Test B: Mixing with Pekay mixer and Drum mixer

D.M.: Drum Mixer
 P.M.: Pekay Mixer
 R.I: Vibrating feeder for RI tagged calcium hydroxide
 I and II: Belt feeder for pyrite cinder
 A, B, C and D: Sampling position before drum mixer
 E, F, G and H: Sampling position after drum mixer

Fig. 1. Flow-sheet of the tests.