

Table 3. Special composition of ash in coke produced in Higashida coke plant.

Names of coke	Special composition (%)					
	Ni	Cr	V	As	Zn	Cu
Coke produced in Higashida coke plant						
No.1	0.006	0.015	0.008	0.006	0.002	0.025
No.2	〃	0.011	0.026	0.011	0.003	0.022
No.3	0.000	0.018	0.033	0.001	0.000	—

2. 結果

Table 2 には一般および特殊性状を一括した。

(1) 一般性状

平均粒度ではミナス製コークスが戸畑製よりも若干小となつている。コークス製造時のフリーユ温度はミナス製コークスは 1070°C, 戸畑製コークスは 1230°C で、乾溜温度では当然ミナス製コークスが平均粒度が大となる筈であるが、ミナス製コークスの平均粒度が小となつているのは、輸送中において衝撃を受け、破砕されたためと解釈される。次に分析上の特性では、ミナス製コークスは灰分 13.8%, 硫黄 0.74% で、戸畑製に比べて可成り高めとなつている。強度は D_{50} , D_{15} の両指数およびタンブラーの T_6 指数は何れも戸畑製よりも高く、特に潰裂強度の D_{15} 指数では 94.6~95.1% という非常に高い値を示している。併しタンブラー強度の T_6 指数は戸畑製が少し大となつている。即ちミナス製コークスは耐破砕性強度は非常に高いが、摩耗には少し弱いと判断される。一方コークス灰分組成の主な相違はミナス製が TiO_2 が少し高いが、 P_2O_5 は反対に低目になつている。次に特殊成分では、ミナス製コークス灰分中の Ni, Cr および V の三成分が当所製のもの (Table 3) より、可成り多く含まれ、Cu は反対に少くなつている。

(2) 特殊性状

主なる点を述べると下記の通りである。マイクロストレングスはミナス製が若干高い。乾溜温度が低いにもかかわらずマイクロストレングスが高いのは粘結成分量を多量に含んでいるためと思われる。次に燃焼性は殆んど相違が認められていないが、燃焼炉内の温度勾配はミナス製コークスは戸畑製に比べて羽口附近の温度が少し低く、かつ炉頂部の温度は反対に少し高くなつている。コークスの燃焼性試験では羽口附近の温度を高温に保持し、かつ炉頂における温度が低目を示すコークス程燃焼性は良好であるので、この点から判断すると、ミナス製コークスは戸畑製に比べて燃焼性の面では少し劣るのではないかと考えられる。しかし其の差は極めて僅かである。

III. 結 言

ミナス製コークスと戸畑製コークスを色々の角度から性状を調査した結果、分析上の特性を除くと、ミナス製コークスは戸畑製なみの性状を具備していると判断される。

669,181,4,622,782,6,622,341,11-492
(42) キルン内の造粒過程および再酸化

について 63232

(ロータリーキルンによる砂鉄予備還元の
検討—Ⅳ) 1340~1342

東北電化工業大間々工場

伊与田隆蔵・〇荒川 秀雄

On the Agglomeration and the Re-Oxidation in the Kiln.

(Study on the pre-reduction of iron sand with a rotary kiln—Ⅳ)

Ryūzo IYODA and Hideo ARAKAWA.

I. 緒 言

ロータリーキルンによる半還元砂鉄スポンジ製造の目的は、電炉精錬における還元電力の縮小と同時に、粉鉄である砂鉄を造粒して電炉製鉄時ガス抜けをよくし、炉況を良好に保つことである。造粒の効果については第1報で述べた。還元処理における造粒は熱量を必要としないのでその付加価値は大きく重要である。反面造粒の作用はキルン操業の障害となるコーティングの問題とも密接な関係にある。半還元法は配合還元材の量が低く、排出端近くでは原料中還元材濃度が低下し多少とも海綿鉄の再酸化が起る。再酸化は程度の問題であつて、軽度の場合は造粒に寄与するので害とはならないが、過度の再酸化は発熱のため操業上大きな障害となる。本報では表題の二作用について操業キルンの諸測定を中心に検討する。

II. 造 粒 過 程

還元キルンの造粒は2種類の作用で推進される。前報で還元過程炉中試料の X 線廻折結果を報告したが、23m 以後で Fe_3O_4 が分解し $FeTiO_3 \rightarrow Fe_2TiO_4$ の発生が認められ、遊離の wüstite は 15m から現われ、9m から優先的に MFe に還元されることが解つた。初期の粒子結合は還元初期の拡散系の bond による。Fig. 1 は炉中から抽出した試料を粒度分析した結果である。砂鉄を原鉄とするキルン原料は磁選によつて還元材を除去することができる。図は分離した砂鉄または海綿鉄について測定した例である。使用砂鉄の粒径は全量 0.5mm 以下であるのでこの分の減少は粒径の成長を意味する。造粒は 9~15m の間に始発していることがわかる。この部分は主として wüstite 相の拡散が支配的である。然し粒の点接触面に生ずる bond が主体となるので甚しく脆い。9m を越すと 1~4mm, +4mm と急増し速かな造粒が行われる。この部分は Ulvospinel と一部の wüstite より成る相が bond となり、高温で軟化するの

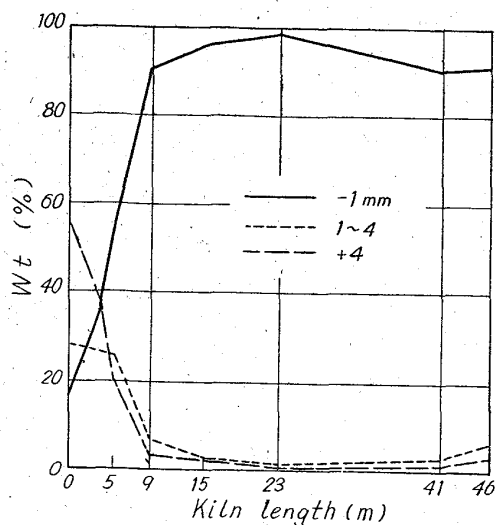


Fig. 1. Variation of grain size on the sponge & ore along the kiln.

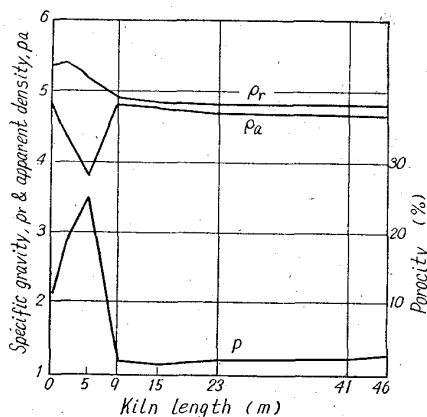


Fig. 2. Variation of specific gravity, apparent density and porosity on sponge along the kiln.

粘着が支配的である。更に以後還元が進行すると相中に連接 metal が発生し metal bond となるので海綿鉄は急速に強靱な組織となる。この時期の溶着温度は原料表面で受ける直接輻射および部分酸化によつて達成される。即ち造粒作用は局部過熱による処が大きい。粘着による造粒を推定する一手段として、Fig. 2 に炉中摘出試料の真・見掛比重および空隙率変化の例を示す。空隙率変化は炉況によつて異つた形状となるが、一般に 9~15 m の間で最低値を示し、後急増して 3~5 m で最大値を示す。この地点以後は排出端に向つて再び下降する。中間の山は原料粘度が上昇し、急激に粗笨な海綿鉄粒に成長する過程で、最後部の下降はダムリングを越えた原料が表面再酸化を受け発熱収縮したためと思われる。一般に操業実績面から見ると、造粒率は海綿鉄の還元度の上昇に従つて増加し、ほぼ比例関係が認められる。造粒した海綿鉄の特性は処理温度と炉内酸化に左右されるようで、高温で酸化を受けたもの程緻密な表面を持ち、低温で酸化の少ないもの程粗笨な外観となる。

III. 再 酸 化

半還元海綿鉄粒子は一般に金属鉄粒が独立していて表

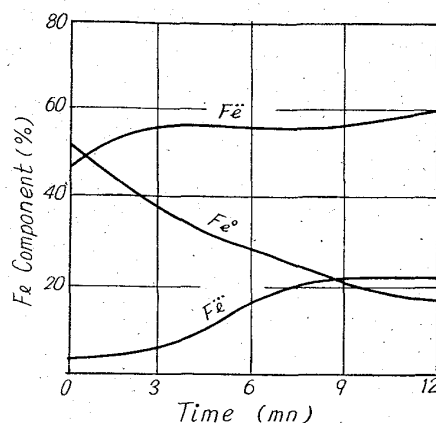


Fig. 3. Variation of Fe component of sponge through oxidation in air at 1000°C.

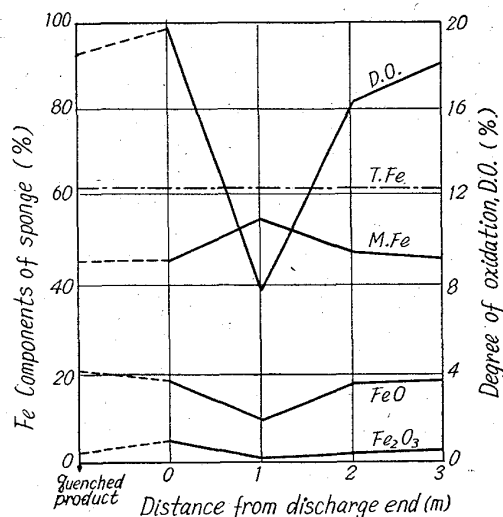


Fig. 4. Re-oxidation of sponge near discharge end in the operating kiln.

面積が大きく酸化を受け易い。甚しい炉内再酸化は原料の粘着或は溶融を起し操業上大きな障害となり、炉端での酸化は排出原料の頭熱となるので熱損失を増す。半面原料層表面の適度の酸化は造粒を促す効果がある。半還元海綿鉄の酸化時の成分は Fig. 3 に示すように酸化物の形で $Fe \rightarrow Fe^{\bullet\bullet}$, $Fe^{\bullet\bullet} \rightarrow Fe^{\circ}$ の変化があるが、初期には前者が早く一時的に wüstite の量が増す。これが還元末期まで残存した Fe_2TiO_4 と相互溶解して軟化し易い matrix をつくり、同時に酸化発熱のため昇温して粒子間の粘着或いはダムリングの成長となる。Fig. 4 は操業キルン排出端において測定された比較的大きな再酸化の例である。各地点の試料は炉端よりサンプラーを挿入して採取した。この場合ダムリング頂点は 1.2m 附近にあり、原料はダムリング直前まで還元が進行しているが、ダムを越した後急激に酸化を起している。各地点試料成分は T.Fe を一定として補正し成分の絶対量変化を示している。海綿鉄成分の挙動は Fig. 3 の実験と同様な傾向と思われる。この場合の酸化量は degree of oxydation 12% で原鉄の degree of oxydation を 86% とするとダム地点迄の還元エネルギーの 14% に相当する。

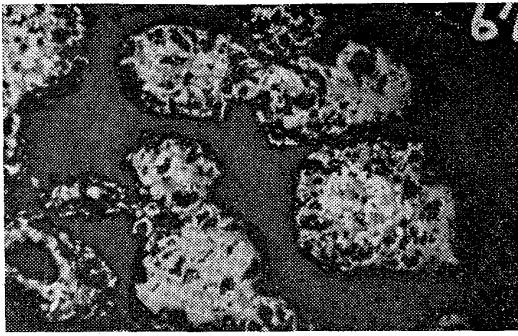


Photo. 1. Microstructure of re-oxidation sponge, unetched $\times 200$ (1/2)

Photo.1 はこのような再酸化を受けた海綿鉄組織の例を示す。構成粒子周辺部の MFe が完全に消失し、中心部だけに残留しているのが見られる。周辺部は発熱の際発生したガス孔が認められる。Fig. 4 の左端はクーラーから排出した海綿鉄の品位を示すが、一般にクーラー内のシャワーで急冷した時の酸化量は 1~2% の小さな値である。炉内の再酸化は主として炉端から流入する三次空気、クーラーから発生した水蒸気などの酸化性雰囲気の原因とする。操業時炉内原料に対するガスの影響は空気が最も大きい。上記した以外、海綿鉄の酸化は貯鉄時山積み状態など低温でも起るが詳細は講演時報告する。

IV. 結 言

半還元海綿鉄製造ロータリーキルンにおける造粒は拡散と粘着の作用で行なわれる。原料層表面の局部加熱は製粒に効果的に作用する。炉内原料の再酸化はキルン排出端数mの間に起り易い。多くの場合ダムリングを越えてから排出される迄の間に起る。排出端フード内圧の調整およびダムを越えた原料の速かな排出が必要である。



Photo. 1. Heavy adhesion of dam ring in the kiln.

ない。本報ではこれらの現象を解析して発生機構を解明し、適切な対策を樹てる上の資料としたい。

II. ダムリング

ダムリングはキルン内高温帯の炉壁に原料が粘着するセルフコーティングの一種で、キルンに特有な現象である。一般には排出端から数m内部にリング状の堰堤を形成するものを云う。軽度の場合は還元帯の原料滞留量を増し、還元帯滞留時間を延長して炉況の安定に寄与するが、甚だしいダムリングは還元帯温度を下げ、バーナーの燃焼を妨げ、遂にはフレームバックを起して運転を停止せざるを得なくなる。Photo. 1 は高いダムリングが付着した時の状態を示す。ダムの狭窄部は1m以下になり規定量の重油燃焼が困難となる。このような状態ではダムは輝焰に晒され高温となり、益々粘着の度を増す。即ち或る限界を越えたダムリングには暴走性がある。ダムリングに関してセメントキルンについては詳細な研究がある^{1)~2)}。還元キルンについては操業上の障害として古くから問題になっているが³⁾、詳細な検討はなされていないようである。

還元キルンの場合ダムリングは過度の高温操業の場合と、軟化溶融し易い原料が高温帯に流入した場合に発生する。前報造粒の項で報告した海綿鉄の還元率と軟化度の測定結果から明かなように、鉄の全量が wüstite 領域にある還元度 25%~30% 附近が最も軟化し易い。従つて低還元度の原料、または再酸化で還元度が下つた原料が高温度に熱せられると速に炉壁に粘着する。キルン排出端からある距離迄は酸化性雰囲気となるので、輝焰焦点下に入った原料は粒子表面が先ず酸化され軟化を起し壁に粘着する。粘着が進んで或る高さのダムが出来ると、炉口附近の雰囲気はこのダムが境界となり、奥が還元性か中性、外が酸化性となる。ダムを越えた原料は熱放散が大きいので粘着度が下り炉壁に付かないのが普通である。従つて全くダムのない状態から操業し始めると最初ある高さまでダムが付着するが、以後成長しないのが普通である。

以上のことからダムの過度の成長を防止するためには、排出端高温部の原料中の還元材濃度と海綿鉄還元度のある限度以上に保つこと、炉端からの酸化性ガスの侵入を防止すること、原料温度を安全限度以上に上昇せぬことが必要である。約 2000 h の稼動後付着したダムリングについて構造、試料の組織、軟化溶融度などを調査した。Fig. 1 はダムリングから採取した試料について軟

622,782,6:669,181,4

(43) キルン内の異状現象について

(ロータリーキルンによる砂鉄予備還元の検討—V) 63233

東北電化工業大間々工場

伊与田隆蔵・○荒川 秀雄

On the Abnormal Phenomena in the Kiln.

1342~1343

(Study on the pre-reduction of iron sand with a rotary kiln—V)

Ryūzo IYODA and Hideo ARAKAWA.

I. 結 言

キルン内の異状現象とはキルン操業上障害となる固有の諸現象を総括したものである。大きな障害となる現象にはダムリング、団鉄、偏析が挙げられる。これ等の現象は元来因果関係があるので、防止対策を樹てる上でも相互の関係を考慮しなければならない。障害事故が起れば操業の中止或は停止を余義なくされるので、熱効率の低下、原単位の上昇、製品のバラツキを招く結果となる。従つてその防止対策が重要であることは云うまでも