

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帯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・〇荒川 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

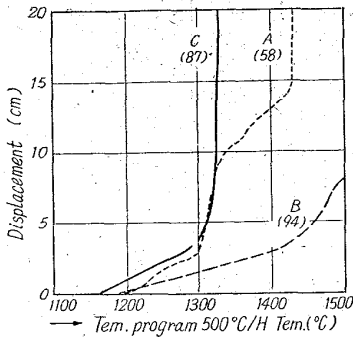


Fig. 1. Softening & melting curves on specimens of dam ring. Specimen A is surface, B is middle and C is bottom layer. () are indicate DR. in % on specimens.

となり極めて強固な構造となる。表面層は操業中酸化還元を繰返され、ガスを含み脆い組織となる。ダムの組織は炉況によつて影響され、附着してから時間が経つと除去し難くなる。調査結果の詳細は講演時述べる。

II. 団鉱・コーティング

団鉱とは異状に大きく成長した焼結原料塊をいう。団鉱は主として炉内の軟弱なセルフコーティングが剝離して原料中に入り、核となり、攪拌中雪だるま式に成長することが原因である。Photo. 2 は中程度の団鉱が発生した炉内状況を示す。団鉱の大きさがある限度以上になるとパーナー輝焰を浴び、また自重のためダムを越すことが困難となり益々成長する。即ちダムと同様に暴走性がある原料のコーティングは炉内 17m 付近から附着し始め、排出口に向い漸時厚くなり、かつその硬さと還元度を増す。適当なコーティングは煉瓦を保護し、高温帯の断熱に寄与するので有益である。調査の結果コーティングは原料層の還元雰囲気と炉内酸化性雰囲気とを交互に受け、層表面は概して酸化し、内部は時間と共に還元が進むことが解つた。原料コーティングは熱衝撃に弱くスポーリングするので、団鉱発生を防止するため熱変化を与えぬよう注意が必要である。一般に団鉱は小さい中に排出することが望ましい。

III. 偏析

キルン炉内原料の偏析は带状偏析と縞状偏析があることを第 2 報原料移動の項で報告した。縞状偏析は還元帯



Photo. 2. An agglomeration developed into a big lump.

化溶解曲線を測定した中、リング炉内側の例である。曲線は一定粒度に調整した試料が一定加圧下に温度と共に変形した度合を示す。本キルンは数次に亘り間歇的に操業されたため、ダムは肉眼的にも明瞭に区別出来る数層で構成されていた。一般にダムリングは深部程還元が進む傾向があるが、長時間経過すると MFe は加炭され溶解は低温側に現れる。MFe は接続して bond

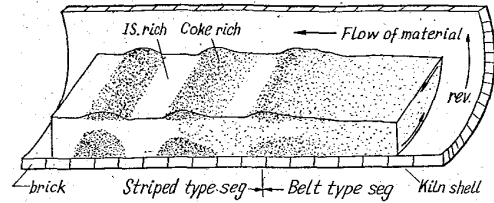


Fig. 2. Section of segregate zone in material.

初期迄続き、往々還元帯を炉端に圧縮する。従つて高温部に低還元度の原料を送る危険性がある。前報では安息角の大きい炭材が原料層周辺に偏析すること、層中心部に近い粒子程移動速度の遅くなることを幾何学的に証明した。Fig. 2 に带状偏析が縞状偏析に発達する過程を層断面で示した。図の右方带状に偏析した炭材は回転傾斜円筒内粒子移動の法則に従つて砂鉄より早く移動し、中央部では滑動層の安息角は炭材のそれに近付き増大する。移動則によれば粒子の移動速度は安息角に逆比例する。従つて図の中央部では一時的に炭の最も濃い部分は砂鉄の移動速度に近付き過渡的に停滞する。この時進行方向に向う炭の前線はキルン軸方向に新しい安息角を形成し、結果的には砂鉄層よりわずか宛早く移動する。この部分的な炭の安息角は一定間隔で発生し外観的に縞状となる。縞を成した炭層は孤立して進むが中心部を経て砂鉄はわずか宛遅れて進行する。講演時は以上の現象を定量的に扱い縞偏析の起る条件について検討する。前報還元過程項目で縞偏析が還元帯に影響をおよぼす事実を指摘した。偏析が還元反応を抑制すれば高温帯に低還元度の原料を送る恐れがあり、前記の理由でダムリングの粘着を招く結果となる。この現象は殊にキルン始動時に起り易いので適当な対策を施さねばならない。

IV. 結 言

還元キルン操業上障害となる現象の中ダムリング、団鉱、偏析について測定実績および解析を基に検討を行なつた。炉内高温帯における原料粘着は過度の昇温および低還元度の原料が原因となる。後者の間接原因には炉端に流入する酸化性ガス或は炉内原料の偏析が挙げられる。

文 献

- 1) A. MAJDIC, H. E. SCHWIETE: Zement Kalk Gips, 3 (1959), p. 89~101
- 2) E. VOGEL: Silikattechik, 9 (1958) 8, p. 361 10 p. 449, 11 p. 502
- 3) C. E. WILLIAM: Repts of Investigation Serl 2578, Bureau of Mines USA, Feb. (1924)