

まで pulse 制御を続ける。上式で求めた速度は pulse 制御に apply できる。

3. 制御系統と制御応答

制御系統は Fig. 4 の block diagram で示される

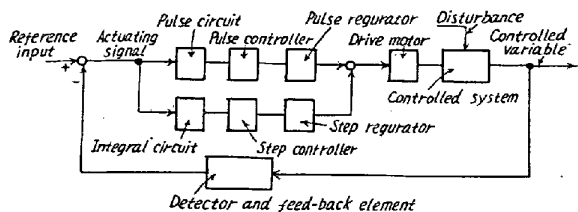


Fig. 4. Block diagram of control system at the bed level.

ごとく、目標値と帰還値が比較されて、pulse 回路と integral 回路に偏差信号を送る。そしてそれぞれ制御回路を介し制御対象を制御する。制御結果はふたたび帰還値として目標値へ feed back される。このように一巡の loop で定値制御される。本自動制御装置の制御応答を装層層高について示すと Fig. 5 のごとくなり、変量 Δw の時の層高 Δh の応答曲線は一次の無周期型として取扱うことができ $h_x = \Delta h(1 - e^{-t/T})$ で求められる。操作量 Δy_1 , Δy_2 , 操作時間 t_1 , t_2 , t_3 , は種々に調整可能である。

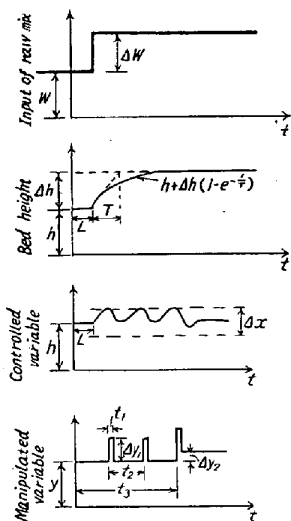


Fig. 5 Diagram of recovery.

IV. 結 論

ソ連については 1957 年以降、動向が明らかでないが米国の U. S. Steel, South Chicago 工場, Granite City Co. Jones & Laughlin Co. などの新設焼結設備の自動制御ではいまだ on-off 信号による step control の域を出ていない。決定的な自動制御装置はないようである。独はほとんど研究していない。また最近米国では computer control しようとする考え方もある。本報告でのべた自動制御装置はこれら諸外国のものに比しいちじるしく進歩したものである。今後、さらに研究を進め end point control からさらに製鉄設備一連の profit control へと発展させたいと思つてい

(23) シンターケーキの均質性について

八幡製鉄所技術研究所

石光 章利・〇沢村 靖昌

Study on the Uniformity of Sinter Cake.

Akitoshi Ishimitsu and Yasumasa Sawamura.

I. 緒 言

下方吸気焼結法において sintercake 全体を強度的に均一焼結することは(いろいろの問題を多く含み)困難であり、上層部は軟く下層部は硬くなるのが一般である。このおもな原因は、排熱利用度、原料密度、焼結帯に加わる荷重などが異なることが考えられる。本実験では焼結原料を無偏析に軽装入したときに、上層より下層にいたる間に原料密度はいかに変化しているかを調べ、原料密度による強度の不均一性への影響を調査した。また、上層部の焼結帯は下層部と比較して気孔率が高いことは原料密度の変化も大きく影響していると考えられるがその外に、焼結過程において上層部は下層と比べて、すでに焼結帯となつた部分が少ないために焼結帯に加わる圧力が小さいものと考えられる。したがって上層部ではこのような圧力による気孔の縮少が比較的行なわれにくく、その結果として気孔率が高くなり強度が上昇しないものと仮定して、焼結帯が上層部にあるとき表面に重量物を乗せて気孔の縮少を促進させて上層部の気孔率を低下させ強度の上昇を計る実験を試みたものである。

II. 実験要領

1) 原料密度の変化に関する調査に使用した容器は内径 152mm 高さ 300mm の円筒型で 6 分割することができる。また荷重焼結は内径 190mm 高さ 300mm 内容積 8.5 l の円筒型試験鍋を使用した。原料の配合割合は Table 1 に示すとおりで原料粒度は実験誤差を少なくする意味で全量を 5mm 以下に破碎した。

2) 荷重試験の考え方

逐次下降する焼結帯に加わる荷重は下部に行くにしたがい(sinter cake の厚みが増して行くので)増加して行くと考え、ブランクテストでの全焼成重量は平均 12.7 kg であつたのでグレート面を除いた sinter cake と鍋との接触面の抵抗を無視すれば、焼結帯に加わる荷重は焼結帯がグレート直前に達したとき最大で 12.7 kg (45g/cm²) と考えられる。そこで荷重を 10 g/cm², 20 g/cm², 34 g/cm² と変化させて気孔の縮少を促進させ上層部の強度上昇の効果を確める目的で試験を

Table 1. Raw materials

Pyrite cinder	Larap	Sand iron	Lime stone	Open hearth slag	Mill scale	Imported ore fine	Returns	Coke breeze
12.2	6.1	9.1	6.1	3.1	3.1	21.3	35.0	4.0

行なつた。また荷重は焼結帯が上層および中層を進行中に加えることを目的とし、焼結帯の速度を推定して点火直後より8分間各水準重量の全量をかけ8分から15分まで重量を1/2に減じ15分以後はそれを取り除いて焼結を完了した。できた sinter cake は上中下3層に分割し気孔率耐圧強度などを測定し検討した。

III. 試 験 結 果

1) 装入密度試験

6分割できる円筒型容器に焼結原料を粒度的に無偏析に軽装入すると、各層の原料密度はFig. 1のごとく表面より下層に行くにしたがい上昇している。これは下層部に行くにしたがい装入時の原料落下による圧縮および原料自体の重量による圧縮の度合が大きくなり密度が上昇するものである。

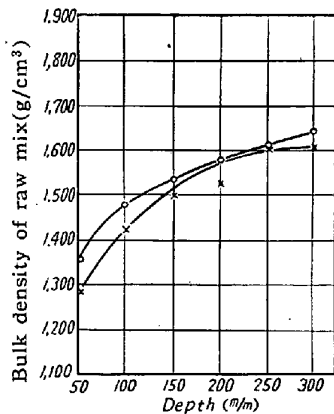


Fig. 1. Variation of the raw-mix bulk density with increasing depth of the bed.

2) 荷重試験

i) 焼成収縮

荷重は鍋表面 1cm^2 当たり0から 34g まで4段階実験した。焼成収縮と荷重の間にはFig. 2のように0.5%の危険率で荷重を増すにしたがい焼成収縮は増大する。すなわち荷重 $20\text{g}/\text{cm}^2$ まで急激に上昇し以後はあまり変化しなかつた。

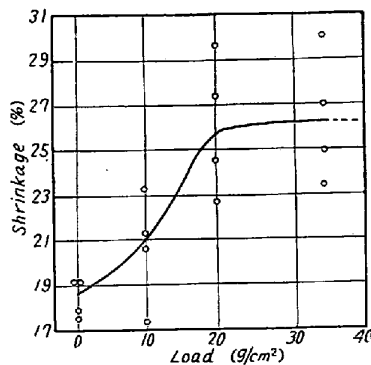


Fig. 2. Shrinkage of sinter cake vs. load.

ii) 焼結時間

荷重をかけることによつて焼結時間がいかに変化するかを焼結過程の排ガス温度のプロットにより検討したが荷重をかけることによつて排気温度が大きく変化するような傾向は認められない。焼結終了時間および排ガス温

度が 100°C になる T_{100} $^\circ\text{C}$ と荷重の関係は Fig. 3のように焼結終了時間は荷重を増加することによつてわずかに短縮し、 $T_{100}^\circ\text{C}$ はわずかに延長した。

iii) 増減率

FeO増減率は次式を用いた。

$$\text{FeO増減率} = \frac{\text{原料のFeO\%} - \text{成品のFeO\%}}{\text{原料のFeO\%}} \times 100$$

Sinter cake を上中下に3分割しおのおの FeO% より FeO 増減率を求め荷重平均および上下の測定値の差について検討した。いずれも荷重との関係はなかつたが荷重の増加にともない各水準の測定値のバラツキは大きくなった。

iv) 気孔率

気孔率は Fig. 4, 5のごとく荷重を増加することにより sinter cake 全体 (平均値) は1%の危険率で低下することが認められた。これは前述の焼成収縮と同様である。また上層部のみの気孔率と荷重との関係を見ると、Fig. 5のごとく有意性は平均値のそれよりも劣るが5%の危険率で有意である。これで上層部の気孔率は荷重をかけることによつて期待したように低下することが確認できた。しかし上下層の均質性を考える場合荷重をかけることによつて気孔率上下層の差は広くなり均質性は悪化した。これは荷重試験の考え方で述べた。仮定の

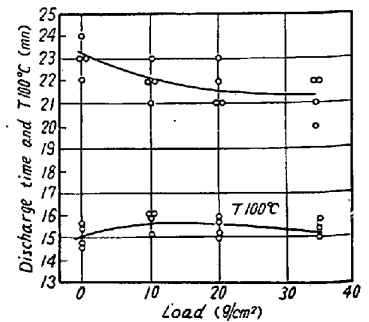


Fig. 3. Relation between the discharge time and $T_{100}^\circ\text{C}$ vs. load

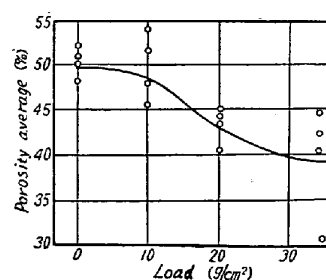


Fig. 4. Effect of load on the decreasing average porosity

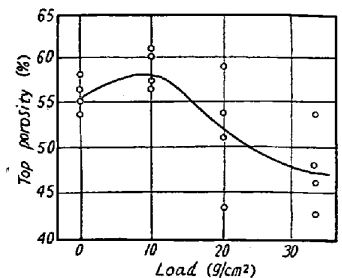


Fig. 5. Effect of load on decreasing porosity of the top layer.

設定に不備な点があつたものと考えられる。また焼成収縮と気孔率の間には有意な相関関係が成立する。

v) 耐圧強度

焼結鉱は大きな気孔が多く焼結鉱のみで耐圧強度試験用試料を成型することは非常に困難なので試料を加熱したパラフィンで気孔を埋めて成型し耐圧強度を測定した。しかし試料の深部の気孔までパラフィンを滲透させ置換することは實際上、なかなか困難でその結果、成型中に試料に亀裂が入り、また破壊したものができた。したがって Table 2 のごとく欠測試料および技術的に判断して納得がいかない数値が出たので結果の検討は除外した。しかし耐圧強度と気孔率との間には高度に有意な相関関係があることはいろいろの実験で確認できているので、荷重の増加にともない耐圧強度は上昇するものと推定できる。

Table 2* Compressive strength (kg/cm²)

Load	Upper	Middle	Bottom	Aver.	Range
0 g/cm ²	48*6 43*7 —	119*7 52*2 —	79*7 104*9 —	82*6 69*3 —	71*3 61*2 —
10g/cm ²	31*6 24*7 55*8 29*5	78*7 53*0 — 33*5	193*0 102*8 66*8 92*7	101*1 60*1 — 51*9	161*6 78*1 — 63.2
20g/cm ²	57*9 85*5 36*3 —	45*8 81*6 182*0 —	186*0 65*8 198*1 —	96*5 77*5 138*7 —	128*1 19*7 161*8 —
34g/cm ²	67*8 51*1 71*8 63*3	— 43*9 121*0 129*4	111*4 136*0 81*8 294*0	— 77*0 91*5 162*1	— 92*1 49*2 230*7

IV. 結 言

i) Sinter cake. 上下層の強度的な均質性を阻害している要因として排熱利用度もある程度影響をおよぼしているが本実験によつて原料の不均一性、すなわち原料を粒度的に無偏析軽装入しても上層部と下層部では原料密度が異なることを確認した。原料密度が上昇すれば当然強度は上昇するので、密度の変化は強度の均質性に大きく影響している。

ii) 焼結過程において焼結帯に加わる荷重の変化によつて気孔の縮少率が変化することが判明した。また、焼結帯が上層部にある時表面を重量物で押えるることによつて焼結時間の延長を起さずに気孔の縮少を促進させ、上層部の強度を向上させ得ることがわかつた。

(24) 焼結における通気度について

日本鋼管川崎製鉄所

村上 惟司・O深谷 一夫

On the Permeability of the Bed in Sintering.

Tadashi Murakami and Kazuo Fukaya.

I. 緒 言

焼結における通気度は焼結原料の性状とともに重要な問題である。しかし、その重要性が認められているわりにまだ解析が充分でない。そこで当所においては、混合原料の全量を対象としたボーリング・ドラムによるセミ・ペレット法の採用と平行して、本プラントでの通気度の測定を開始し、解析を行なつてきた。ここで、その結果について報告する。

II. 測 定 方 法

通気度の測定にさいし、測定位置の撰択が問題であつたが、われわれは焼結初期の通気度を問題として取り上げ、Fig. 1 に示すようなベンチュリー管を No.1 焼結機の No.3 支煙管に取り付け風量、負圧の測定を行なうことにした。

なお、No.3 支煙管の排ガス組成は Table 1 に示すとおりである。

II. 解析結果

(1) 通気度と排風量との関係
通気度の算定は E.W. VOICE によりつぎのように呈示されている次式により

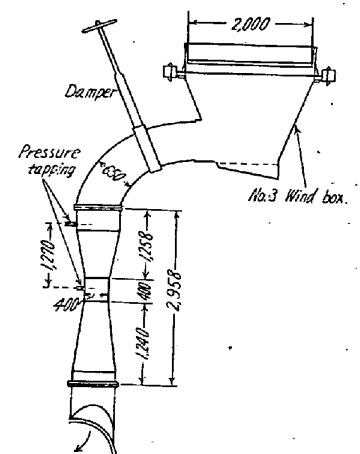


Table 1. Result of exhaust gas analysis of No. 3 wind leg.

CO ₂	O ₂	CO	N ₂	Moisture	Temp.	Press.
5.2%	13.0%	1.0%	73.4%	7.4%	46.5°C	-65mmHg