

Fig. 2. The amount of heat transferred into the material along the kiln and the distribution of material temperature.

て扱った。また炭素の燃焼物は一応  $\text{CO}_2$  の形にした。図は 2-2 測定 (砂鉄, ホンゲイ炭操業) について計算した例である。図中曲線  $T_M$  は測定原料温度,  $I_w$  部分は原料付着水分蒸発熱,  $I_M$  部分は原料顕熱,  $I_R$  部分は還元熱の熱量を表す。測定地点間の炉長  $m$  当り, 1 時間の原料吸収熱量は平均値として算定されるので, これを等面積となるように滑らかな曲線で推定すると, 原料顕熱は  $\Delta H$  曲線で, 還元熱を含んだ原料熱含量は  $\Delta U$  曲線で表される。2.7m~5m 間は  $I_R > I_M$  となり, 本来 A にあるべき還元熱は B 部分に来て負の値をとる。すなわち還元は原料自身の顕熱を消費して行なわれている。この地点では還元反応が原料温度に対し緩衝作用として働いている。最後の排出端から 2.7m 間はフード側への輻射損失および炉口から流入する冷ガスのため大巾な放熱となる。本例には現れていないが, 排出端で原料再酸化が起ると非常に大きな発熱となり, しかも再酸化は原料層表面で局部的に進み, 部分加熱となるので, 原料層の外で, 輻射を受け最も高温となつて原料層と接する炉壁, あるいはコーティングとの間に粘着を起す原因となる。異状現象の項で述べたように原料層表面が酸化傾向となることはキルン還元の宿命であり, これに関してダムリング粘着の障害が発生する。炉内雰囲気還元性に保ち, この障害を防止しようとするれば必然的に上述した廃ガス中の未燃損失を増す結果となる。半還元処理の場合原料に配合される炭材が少ないのでことにこの矛盾が大きくなる。根本的な解決策として幾つかの改善案が提唱されているが, これらについては後報にまとめて報告する。Fig. 2 の炉内原料水分の蒸発部分は数例を検討

すると  $\Delta U$  曲線は常に炉尻で上昇する。炉内廃ガスの伝熱効率は炉尻に向つて減少するので, 湿つた原料の存在する炉内の伝熱効率は非常に高いことがわかる。このため廃ガスの熱回収を行なわない場合, 原料水分の変動は燃料原単位に影響をおよぼさない。

### V. 結 言

半還元処理ロータリーキルンの測定値を基に物質, 熱収支を行ない, 数種の操業について結果を検討し次の結論を得た。

- 1) 還元キルンは廃ガス中に逃げる未燃損失熱が大きい。
- 2) 排出端附近では還元反応が原料温度上昇の緩衝作用として働く。
- 3) 排出端付近で原料再酸化が起ると大きな出熱となり粘着の原因となる。
- 4) 原料水分の変動は燃料原単位にほとんど影響しない。

### 文 献

- 1) 伊与田, 荒川: 鉄と鋼, 48 (1962) 4, p. 423~425
- 2) 伊与田, 荒川: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1241~1242
- 3) 伊与田, 荒川: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 297~299
- 4) 伊与田, 荒川: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1340~1342
- 5) 伊与田, 荒川: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1342~1343
- 6) H. Gygi: 3rd International Sym., on the chem. of Cement (1952)
- 7) 燃料委員会報告, T-5, (Apr. 1961) 日本セメント技術協会
- 8) M. J. Udy: Iron & Steel Eng., 36 (1959) 11, p. 111~114
- 9) 化学便覧, 日本化学会, (1958), 丸善
- 10) J. H. PERRY: Chem. Eng's Hand Book, (1950)

## (11) 硫酸滓のセミペレット造粒作業に関する一考察

八幡製鉄所, 製鉄部 都留 隆・若山 昌三  
〇長尾由一・岩本 法一  
〃 技術研究所 森 久

### A Study on the Semi-Pelletizing of Pyrite Cinder.

Takashi TSURU, Shozō WAKAYAMA, Yoshikazu NAGAO, Kōichi IWAMOTO and Hisashi MORI.

### I. 緒 言

洞岡焼結工場では焼結用微粉原料処理用として, 昭和35年2月より皿型造粒機4台が稼働し, 現在硫酸滓を対象に焼結原料の5~20%の量を造粒している。セミペレットにして, 焼結原料粒度構成を向上させ生産性を上げる効果については, すでにいくつかの報告<sup>1)2)</sup>がある。本報告では強度の大きな3~10mmのセミペレットを

製造するための造粒条件, 各種添加剤のセミペレットにおよぼす効果を調べた. またセミペレットの強さを検討する一助として, セミペレットを焼結原料中に混合してロータップシーカーによる wet 粒度篩分をし, 揺動による変化を, RI トレーサー法により調査した.

II. セミペレットの強度試験方法

ペレットの強度測定法として耐圧強度, ノッキング強度, 落下強度などの方法があるが, セミペレットではいずれの方法も確立されていない. そこで, 予備試験として, 焼結落下強度試験機を用いてセミペレットを各粒度別に高さ 1 m と 2 m から落下させて比較した結果, 2 m の方にはつきりとした差がみられたのでその方を採用した. Fig. 1 には 2 m からそれぞれ 10 kg と 20 kg とを, 各粒度別に 10 回まで落下させた場合の歩留を落下強度指数として示している.

10mm 以下の粒では落下回数の増加とともに指数は直線的に低下し, 10mm 以上の粒は 4 回までの落下でほとんど崩壊している, 試料は作業上の関係から, 10kg とし, その他の操作は焼結鉱落下強度測定法に準じて以下の試験を行なった. Fig. 2 には添加剤を加えない硫酸滓の, 粒度別セミペレットの強度を示す. この結果から, 以下の試験では 5~10mm のセミペレットにつ

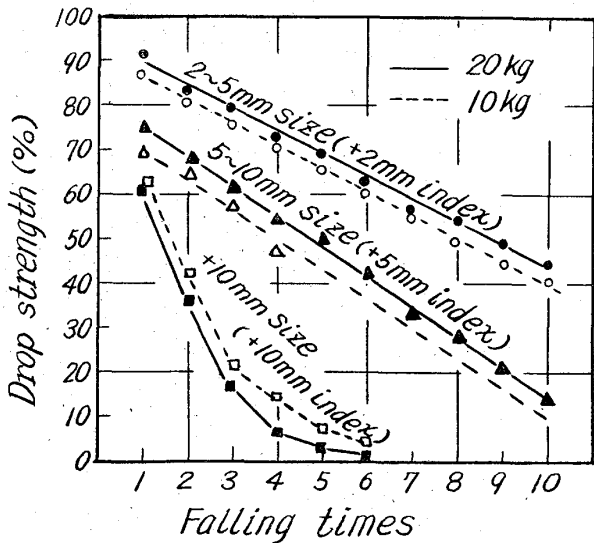


Fig. 1. Relation between semi-pellet sizes and its strength.

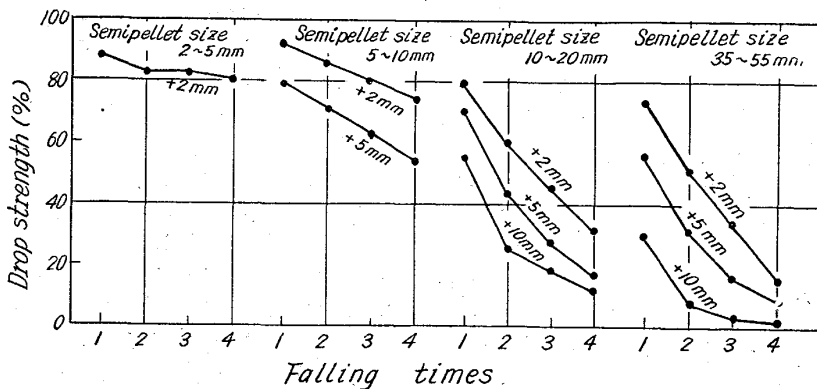


Fig. 2. Relation between semi-pellet sizes and its strength.

いて落下強度試験を行ない, 5mm 以上の歩留をもつて落下強度指数ときめた.

III. 皿型造粒機のセミペレット製造条件

使用した皿型造粒機は, ディスク直径 2.5 m, 深さ 300~600 mm, ディスク回転数 10~20 r.p.m, 角度 45°~60° に調整できる.

皿型造粒機によるセミペレット粒度および強度に影響を与える要因として, 原料の物理的, 化学的性質, 水分量, 送鉱量, ディスクの深さ, 角度, 回転数などが考えられる. 一方, 造粒作業ではディスク内の原料滞留時間がわずかに 1~3 分程度であるため, 適確なアクションが必要とされる. そこで送鉱量は 6~7 t/hr でディスクの深さを 300, 450, 600 mm にして造粒したが, 深さが増すにしたがい, 滞留時間が長くなるため粗粒化が著しく, 電力消費量も増えてセミペレット製造には適さないことが判明したので, ディスクの深さは 300 mm にして以下の試験を行なった. Fig. 3 にセミペレットの強

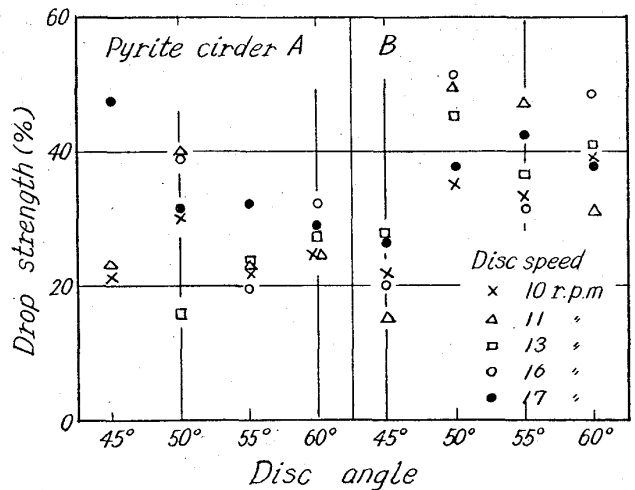


Fig. 3. Relation between disc conditions and semi-pellet's strength

度とディスクの角度および速度との関係を示す. Table 1 は使用した硫酸滓の粒度分布である. 粗い方の硫酸滓 B では, ディスク角度を 50° より小さくした場合, 強度は急激に低下している.

細粉の硫酸滓 A では, この場合でもディスク速度を増せば強度の低下は認められず, むしろ上昇しているが, 粒度, 強度はいずれもばらついてくる.

ディスク角度を小さくするにしたがつて, ディスク底部の原料付着量が増加するため 50° 以下にはしない方が好ましく, ディスク回転数は 16~18 r.p.m の範囲であればよいことがわつた. 水分添加量は造粒適正水分範囲が狭いために, 頻りに調整しなければならないが, 現在手作業で行なっている. 水分添加個所は, 造粒され排出している部分以外の場所であれば他の要因に較べて造粒状態にはあまり影響をおよぼさないようである. なお, 当工場ではディスクの底部に特殊なライニングを使用し, セミペレ

Table 1. Size Analysis Pyrite Cinders. (%)

	>10mm	10~5mm	5~2mm	2~1mm	1~500 $\mu$	500~250 $\mu$	250~125 $\mu$	125~62 $\mu$	62 $\mu$ >	Saturated moisture (%)	Bulk density
A	0	0	0.2	0.2	0.2	1.6	11.2	79.5	7.1	29.4	0.99
B	0	0.1	0.8	0.9	1.5	7.8	17.4	58.5	13.1	36.2	1.19

Table 2. Chemical Analysis of the Additives. (%)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Ig. loss
Bentonite	77.30	13.50	1.50	1.00	2.00	2.90	0.30	3.80
Clay	69.20	21.62	2.39	0.75	0.74	—	—	5.30
Cement dust	16.20	7.00	2.60	40.51	1.20	0.80	3.30	20.3
Flue dust	5.34	2.60	17.35	5.33	0.76	—	Carbon	57.12%

Table 3. Size Analysis of the Additives. (%)

	>2mm	2~1mm	1~500 $\mu$	500~250 $\mu$	250~125 $\mu$	125~62 $\mu$	62 $\mu$ >
Bentonite	0	0	0	0	0	88.4	11.6
Clay	0	0	0.2	1.0	19.5	58.9	20.4
Cement dust	0	0	0.2	0.7	0.7	75.4	23.0
Flue dust	1.2	1.9	9.7	23.9	37.1	16.6	9.6

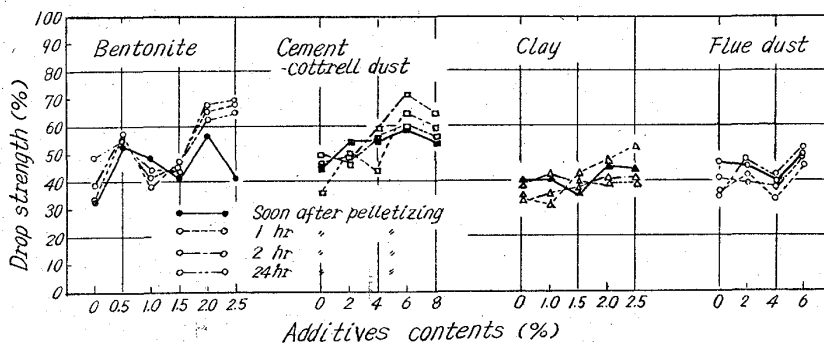


Fig. 4. Effect of additions of Bentonite, cement-cottrell dust, clay and flue dust to the strength of semi-pellets.

ト強度向上、造粒面の磨耗防止に効果をあげている。

#### IV. 各種添加剤のセミペレット強度におよぼす影響

添加剤として使用したベントナイト、粘土、セメントコットレルダスト(以下セメントダストとよぶ)およびガス灰の化学組成と粒度分布を夫々 Table 2 と Table 3 に示した。

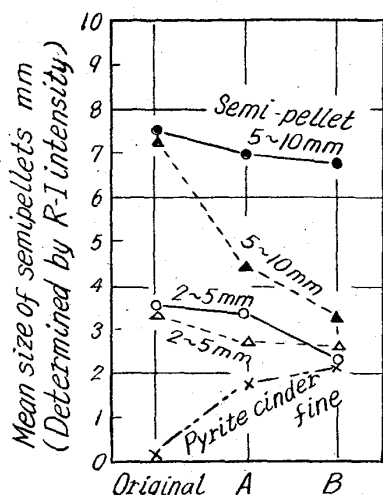
Fig. 4 に各添加物のセミペレット強度におよぼす影響を示すベントナイトでは 2.0% 以上で効果が明瞭になり、セメントダストでは約 6% でベントナイト 2% 添加の時と同じ程度の強度が得られ、粘土は 2.5% まで添加しても効果はあまり認められない。ガス灰を燃料代替としてセミペレット中に添加した場合、6% までは強度には悪影響がないことも判明した。また経過時間の影響では、とくにベントナイトの場合、膨潤現象が完了してから効果が現れるため、1 時間以上経過しなければ強度が上昇しないのに対して、セメントダストや粘土では特に時間の影響はうけない。この点、造粒後直ちに焼結原料中に配合されるセミペレット用には、セメントダ

ストなどの粘結剤がのぞましいものと考えられる。

#### V. RI トレーサー法によるセミペレットの崩壊の検討

焼結配合原料中にセミペレットを約 6% 混入し、ロータップシーカーにかけて wet 粒度分布を求めると同時に、揺動による崩壊について RI トレーサー法で検討を加えた。配合原料は水分 5.3% と 6.2% のもの 2 種を調製した。一方 <sup>198</sup>Au 標識硫酸滓で造粒したセミペレットおよび粘結剤としてセメントダスト 6% を添加し、同様にして標識した硫

酸滓でセミペレットをつくり、これを 2~5 mm のものと 5~10 mm の粒に篩分けた。これら 4 種の <sup>198</sup>Au 標識セミペレットを上記の 2 種の配合原料に加えて手作業により混合し、3 分間ロータップシーカーにかけ、同時に篩分けによつて 2 mm 以下、2~5 mm、5~10 mm の 3 種に区分した。その後、各々の粒度について放射能を計数し <sup>198</sup>Au 標識セミペレットの粒度分布を求めた。Fig. 5 にはこのようにして求めたそれぞれの平均粒度の変化について示している。すなわち焼結原料中に配合して揺動することにより、セミペレットはある程度崩壊し平均粒度の低下を示しているが、特に 5~10 mm のセミペレットについてはセメントダストの効果が明瞭にうかがえる。また配合原料の含有水分にも影響をうけている。なお同時に <sup>198</sup>Au で標識した硫酸滓を同一割合で加えて同様の操作を行なっているが、その結果では異種原料の粗粒に付着することによつて硫酸滓擬似粒度の上昇を見せており、この現象も無視できないことがわかった。



Remarks; A---5.3% moisture in raw mix.  
 B---6.2% moisture in raw mix.  
 ●, ○---with 6% cement-cottrell dust.  
 ▲, △---no binder

Fig. 5. Change of semipellet's size after 3 min. shaking in the wet sizing tests.

VI. 結 言

2.5 m 径の皿造粒機での硫酸滓のセミペレット製造条件としてディスク角度 50~60°, 回転数 16~18 r. p. m, ディスクの深さ 300 mm で送鉱量 6~7 t/h の場合に安定した操業が可能となり, 強度大なるセミペレットが作れる. 粘結剤としてベントナイト 2% 以上, セメントダスト 6% 以上添加すれば強度は向上するが, 前者は 1 時間以上の熟成時間を置かなければ効果は大きくない. またガス灰を燃料として 6% までセミペレットに混合しても強度に悪影響は認められなかつた. さらに RI トレーサー法によるセミペレットの揺動による粒度変化の検討をしたが, 添加剤の効果が認められた.

文 献

- 1) 芹沢 他: 鉄と鋼, 44 (1958) 3, p. 286~287
- 2) F. D. BALL: J. Iron and Steel Inst. (U. K.), May (1959), p. 40~54

(12) ペレットの性状に対する焼成条件の影響

川崎製鉄, 技術研究所

佐々木健二・岸高 寿  
 春 富夫・小笠原武司

Influence of Firing Condition on Qualities of Iron Ore Pellets.

Kenji SASAKI, Hisashi KISHITAKA,  
 Tomio HARU and Takeji OGASAWARA.

I. 緒 言

ペレットの性状は, 原料, および焼成の際の温度履歴, 雰囲気などによつて影響されるが, これらの要因のうち主として, 焼成の条件について実験を行なつた.

この実験では, 焼成温度とその温度での保持時間の影響を, 混合原料(A), 純マグネタイト系原料(B), および純ヘマトイト系原料(C)の3種の原料について検討した.

II. 試 料

使用した3種の原料および, それによるグリーンボールの性状を Table 1 および Table 2 に示す.

III. 実験方法

(1) 焼 成

約 20 mmφ に成型されたグリーンボールは, 105°C で乾燥後焼成した. 焼成温度は, 1150°C, 1200°C, 1250°C とし, 原料Cの場合のみに 1300°C の水準を加えた. 各焼成温度での保持時間は 30 分, 60 分, 120 分の3水準をとり, 常温から所定焼成温度まで約 30 分で昇温し, 所定時間保持したのち, 所定温度から 800°C まで約 45 分, 800°C から室温まで約 30 分で冷却した.

焼成には, Fig. 1 のような装置を使用した. 焼成鍋の炉壁はキャストブル耐火物でライニングしてある. この中に約 10 kg の試料を図のように鍋の中心部に装入するが, 焼成温度に保持した場合, 全試料は ±10°C の温度範囲に入る. 燃料としては C ガスを用い, 空気量を調

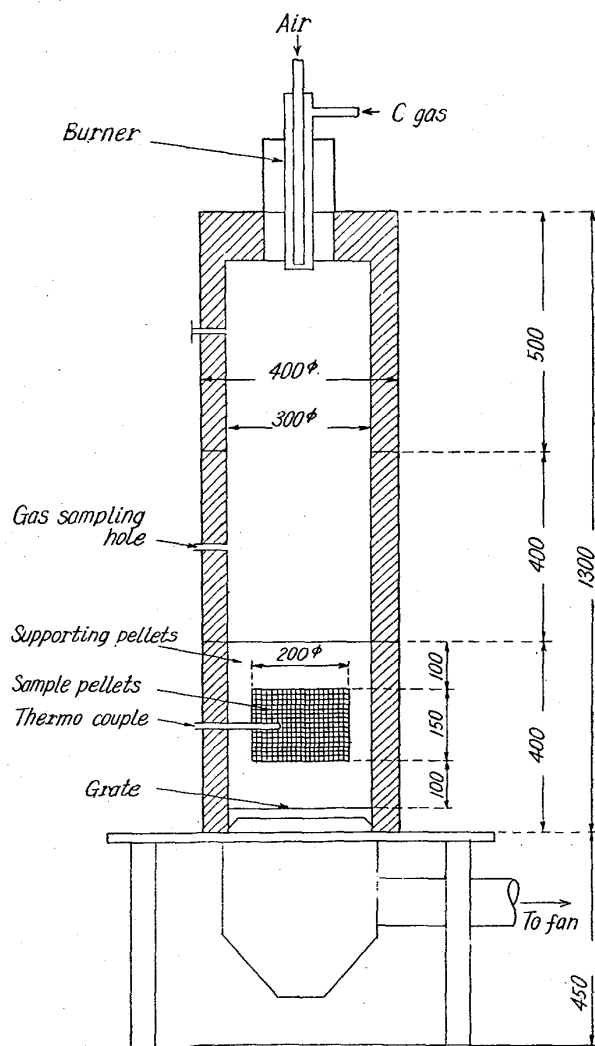


Fig. 1. Pelletizing furnace.