

に、その表面に磁鉄鉱の粒子を含むものは、ゼラチン入りモリブデン酸アンモニウム溶液を作用させると、その砂鉄鉱表面に吸着している燐化合物とモリブデン酸アンモニウムとの間に反応が徐々に進行し、反応生成物が磁鉄鉱表面から次第に拡散していつて遂には粒子全体を包囲してしまうことがわかった。

(4) ゼラチンを溶解していないモリブデン酸アンモニウムでは反応が急激に起り、燐化合物はモリブデン酸アンモニウムと反応して飛散し、その周囲において燐モリブデン酸アンモニウムの結晶を晶出するため、磁鉄鉱の粒子の包有物を多く持つている角閃石や輝石では、その表面に燐モリブデン酸アンモニウムの結晶が晶出し、角閃石や輝石の表面にあたかも燐化合物が吸着しているかのごとく誤認する。筆者考案のゼラチン入りモリブデン酸アンモニウム溶液を使用すると、溶液中のゼラチンは反応生成物の結晶の拡散を極度に抑制し、極めて微細な粒子においても、その表面における反応を局部的に観察することを可能にした。

3. 結 言

海底砂鉄中に含まれている燐分の存在状態について、顕微鏡ならびにX線的に研究し、次の結論を得た。

(1) 砂鉄中の燐分は、その大部分が砂鉄粒子の表面に吸着している。

(2) 砂鉄粒子の表面に吸着している燐化合物は塩素燐酸カルシウム $\text{Ca}_{10}\text{Cl}_2(\text{PO}_4)_6$ である。

(3) 燐化合物は、砂鉄中の磁鉄鉱の表面にのみ吸着しており、チタン鉄鉱、角閃石、輝石、石英などの表面には吸着していない。

(4) チタン鉄鉱、角閃石、輝石などでも燐反応を示すものもあるが、それはそれらの鉱物の粒子の表面に磁鉄鉱の粒子が包有物としてあるため、磁鉄鉱粒子を全く含まないチタン鉄鉱、角閃石、輝石などの表面には、ほとんど燐の黄色反応は認められない。なお、これら鉱物中その粒子の表面に繊維状に黄色反応を呈するものが認められるが、これは火成岩中にて鉱物の生成時にすでに粒子の中深く燐化合物が繊維状に晶出していたものと推定される。輝石を破砕してその粒子内部に燐酸カルシウムの繊維状の結晶を発見することは、顕微鏡下にては容易であるため、二次的に吸着したのか、始めからあった一次的燐化合物がその線にそつて内部から溶出して、黄色反応を示すのか明らかでない。

文 献

- 1) 坂田, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 5, p. 830
- 2) 坂田, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 656

(32) ペレットの通気性について

八幡製鉄所, 技術研究所 工博 小 菅 高
工博 児 玉 惟 孝
八幡製造所 斧 勝 也
技術研究所 彼島秀雄・○肥田行博

On the Permeability of Pellet in the Blast Furnace.

Dr. Takashi KOSUGE, Dr. Koretaka KODAMA,
Katsuya ONO, Hideo KANOSHIMA
and Yukihiko HIDA.

1. 緒 言

周知のごとく、高炉の鉄原料としてペレットを使用しの際に出鉄量の増加、コークス比の低下などのメリットが認められており、今後ペレットの使用量が急増する方向にある。一方これに反し、ペレット多量使用による外部操業の結果、冷却板破損の激増などの問題が生じ、これに処する対策を考える必要がある。当所ではペレット装入時の通気性に関して高炉模型、充填層を用いて検討した結果、ペレットは安息角が焼結鉄などに比較して小さく炉軸部に流入しやすいために炉軸部の通気性が劣化し炉周辺流が助長されることを認めた。この対策の1つとして装入方法の変更が考えられるが、当所で研究した結果では中心流を増加させる一方法として

(1) コークスペースを減少させ鉄石の単位装入量を減少させる¹⁾。

(2) 装入レベルを降下させる²⁾ことが有効であるということが認められた。

しかしこれらの方法は、ガスの熱利用あるいは還元面よりみて不利であるので、さらに本質的な問題として下ベル径および傾斜角度を変化させた場合、装入物分布すなわち炉内通気性にいかに影響を与えるか高炉炉頂部模型を使用し検討した。その結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 実験装置

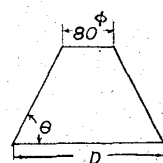
実験に使用した高炉炉頂部模型を Fig. 1 に示す。この模型は既報²⁾の当所洞岡第2高炉の1/15縮尺模型で、装入物の均一降下、装入面の観察、試料採取が容易に行なわれるように改造したものである。

2.2 下ベルの形状寸法

ベルは鋳物製でその形状寸法を Table 1 に示す。この表中ベル径 270mm, ベル傾斜角度 53°が実用高炉の場合に対応するものであり、ベルの形状寸法の影響を明確にするために、現状のベルとの差を比較的大きくとり検討した。

Table 1. Variation of bell dia. and angle.

	D (mm)	θ , degree		
		1	2	3
A	220	46	53	60
B	270	46	53	60
C	320	46	53	60



D : bell dia.
 θ : bell angle

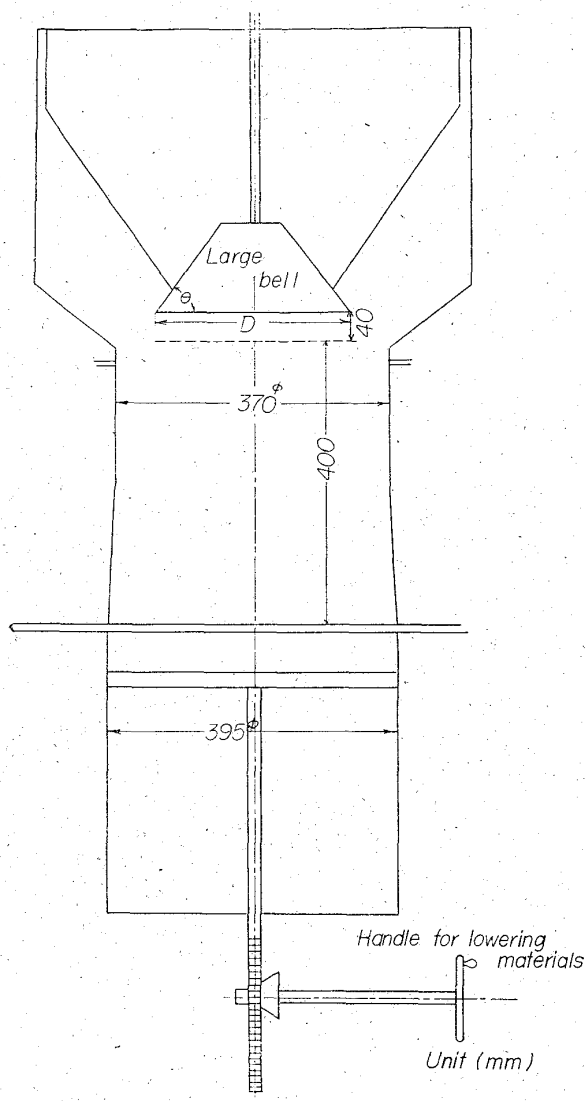


Fig. 1. Model apparatus of top of blast furnace stack on a 1/15 scale.

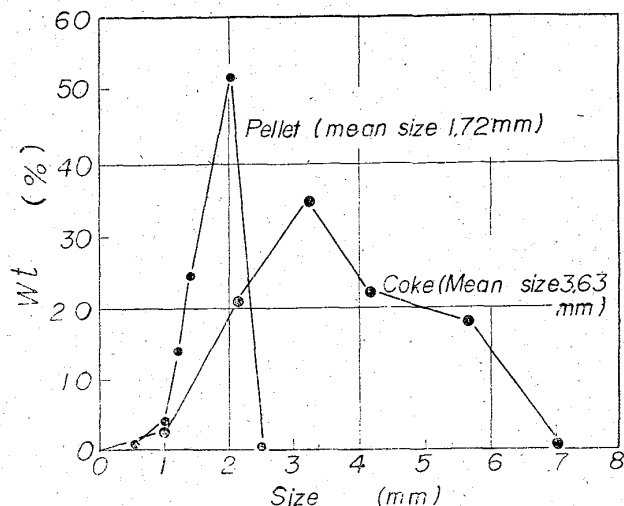


Fig. 2. Size distribution curves of model samples.

2.3 実験原料

装入原料として形状、表面状態を近似させるため、ペレットについては微粉鉄石を造粒焼成し模型粒度に篩分けし使用した。コークスについては粉コークスを使用した。実際に用いた各装入原料の粒度構成を Fig. 2 に示す。

2.4 実験方法

模型実験においてはガス流の存在しない場合、中村氏は次元解析の結果、同一材料を用いれば幾何学的相似で十分であると述べている。このため装入条件としては当所洞岡第 2 高炉に幾何的に準拠させた。すなわち上記の粒度構成を有する原料を用い、コークスペース 2.0 kg/Ch, Ore/Coke 3.5, 装入順序は C・O の順で装入した。なおストックラインレベルは実用高炉の 1m 捲に相当するベル降下位置より 130mm 下を採用した。この 1 charge 量を炉口部で同心円状の同一面積を有する 3 断面に分取し、各部分のコークス、ペレット量を測定し解析に供した。また同時にウェアリングプレートと装入物の衝突箇所を装入物をプレートに付着させることにより測定した。

3. 実験結果および考察

寸法形状の異なるベルを使用した際の装入面の形状、ウェアリングプレートでの装入物の衝突位置上限の 2, 3 の例を Fig. 3, Fig. 4 に示す。

Fig. 3, Fig. 4 より明らかなように衝突位置については実際の高炉で認められるように、コークスのほうが上部に衝突する。また装入物の落下運動を考えれば容易に推察されるように、同一ベル径ではベル傾斜角度が大きくなるほうが、同一ベル傾斜角ではベル径が小さくなるほど下部に衝突することが認められた。

装入方法により装入面の形状が V 型あるいは逆 W 型となることは広く知られた事実であるが、これは装入物の物理的性質、落下運動などの差異によるものと考えられる。本実験において、装入レベル

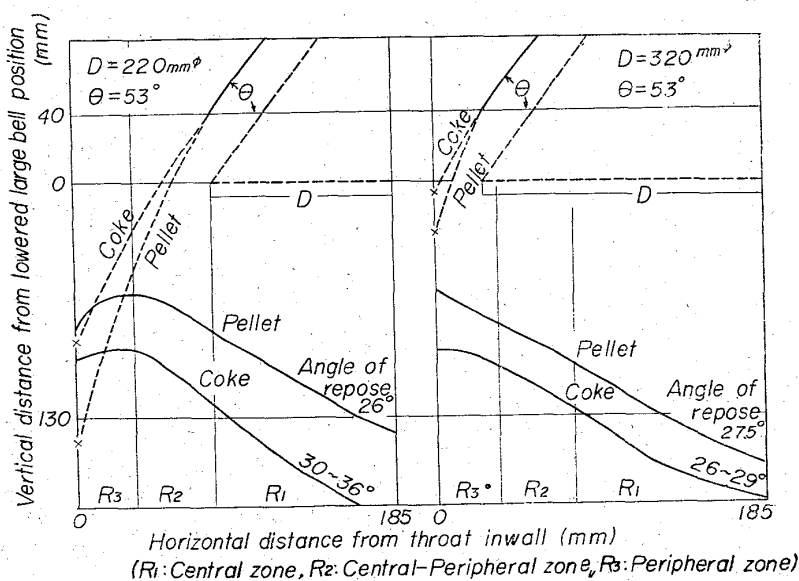


Fig. 3. Influence of bell dia. on form of stockline contour. ($\theta=53^\circ$)

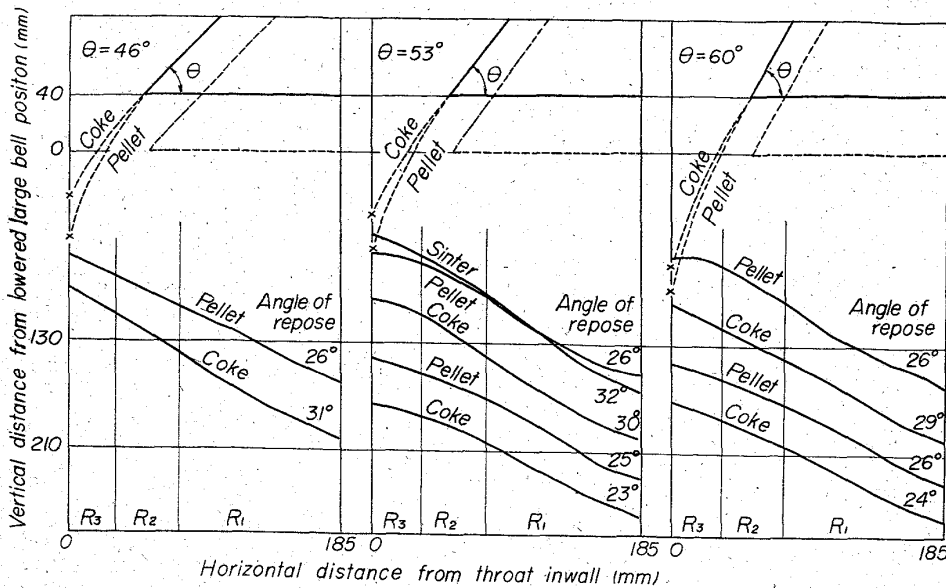


Fig. 4. Influence of bell angle and stockline level on form of stockline contour. (Dia=270 mm)

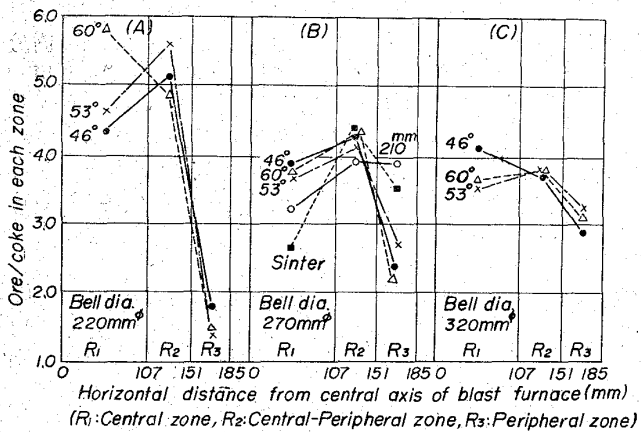


Fig. 5. Influence of large bell dia and angle on distribution of materials in each zone of throat cross-section.

を 1m 捲相当に一定としベルの寸法形状による装入面の形状を調べた結果、Fig. 3 より明らかなようにベル径が小さい場合、ベル傾斜角度が大きい場合落下途中において直接装入面あるいは反発した装入物に当り衝突面近傍に最高点を有する逆 W 型分布となりベル径の影響が大きいことが認められた。また一方、装入物がいつたんウェアリングプートに衝突し炉内に分布される場合、ペレットの反発係数が小さいため炉壁近辺にいつたん落下しその後安息角になるまで炉軸方向に転り込みその結果 V 型分布をとっている。

安息角についてはベル傾斜角度による差異は認められなかつたが、ペレット装入の際ベル径 220mm φ の時 24°~25°、270mm φ の時 25°~26°、320mm φ の時 26°~27° とベル径による差異がわずかながら認められた。比較として現状ベルにて焼結鉱を装入した際の分布、安息角を Fig. 4 に示したが、これより明らかなようにペレットの安息角は焼結鉱に比較し 4° 程度小さく、炉軸部に転り込みやすいことを認めた。これが炉軸部の通気

性を劣化させる大きな原因となることは改めて言うまでもないことである。また安息角は装入深度によつても異なるが、この結果を Fig. 4 に示す。コークスの安息角は装入レベル 130mm の時はペレットより大きく焼結鉱と同程度であるが、すでに報告されているように装入深度が下つた場合あるいはベル径が大きくなり衝突位置がかなり高い場合は小さくなりペレットの場合よりも小さくなることが認められた。

次に炉内各部の Ore/Coke に与えるベルの形状寸法の影響を Fig. 5 に示す。この結果ベル径の影響に関しては、ベル径が小さすぎ逆 W 型分布

を示すものは中心部にペレット、周辺部にコークスが多く中心部の Ore/Coke の高い分布となる。一方ベル径が大きくなるとペレットは漸次多くなりコークスは逆に少なくなつて周辺部の Ore/Coke が高くなる傾向が認められた。しかしベル径が 270mm φ 傾斜角度 60° の場合 53° の場合より中心部の Ore/Coke が高いのは Fig. 4 から推察されるように、装入物が直接装入面に衝突し丁度ベル径 220mm φ の際と同じ現象が起こるためである。したがつてこの際装入レベルを下げて、210mm にすると、ペレットの安息角はあまり変化しないが、コークスは反発係数が大きく容易に炉中心部に流れ込み、炉周辺部に Ore/Coke の高い分布が得られることが認められた。いずれにせよこの Ore/Coke と通気性とは密接な関係があることから考えれば、ペレット装入時の中心流を焼結の状態にまで増大せしめるには、単にベルの寸法形状の改良のみによることは不十分のように思われる。

4. 結 言

高炉炉頂部模型を使用してペレット装入の際の炉内分布について実験を行ない次の結果を得た。

1. ペレットの安息角は焼結鉱に比較し 4° 程度小さく、いつたん炉壁近傍に落下しても十分炉軸方向に転りやすい性質を持つている。この結果ペレット装入の場合は炉軸部の通気性は劣化する。一方コークスの安息角は焼結鉱とはほぼ同じでペレットよりも大きく、炉軸方向に流れ込みにくい、装入しベルを下げると反発によつて炉軸方向には入り込み、炉内の安息角はペレットよりも小さくすることができる。
2. ベル傾斜角度の影響については明白でなかつたが大きい過ぎる場合逆 W 型分布あるいはそれに近い分布が得られるおそれがあるので好ましくない。
3. ベル径が小さ過ぎる場合は逆 W 型分布となり炉周辺部の Ore/Coke が著しく高くなり好ましくなく V 型分布とする必要がある。ベル径が大きい方が一般に周辺部にペレットを多く装入することができ炉中心部の通気性を良くすることができる。

4. 以上の実験の結果、ペレット装入に伴う炉中心部の通気性の劣化を改良する方法として、ベル径を大きくすることによりペレットを炉周辺部へ落下運動エネルギーの小さな状態で装入するとともに、装入物が直接装入面に当たらず V 型分布とすることが好ましいがこれだけでは十分とは言えない。さらにコークスの安息角がペレットより小さくなるよう装入レベルを下げるのが有効であり特に後者の効果は、他の報告をも合わせ、大きいものと推定される。

文 献

- 1) 児玉, 重見, 斧, 彼島: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1596
- 2) 児玉, 斧, 彼島: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 593
- 3) R. BAAKE: Stal, (1959) 10, p. 729
- 4) Hans DICHGANS and Herbert W. KÖHLER: Stahl u. Eisen, 17 (1961) 8, p. 1106

(33) 高炉模型による装入物分布試験とその実際高炉への適用

日本鋼管, 川崎製鉄所

小林 正・〇里見弘次・斎藤 汎

Charge Distribution in Blast Furnace: A Model Experiment and its Application.

Tadashi KOBAYASHI, Koji SATOMI and Hiroshi SAITO.

1. 緒 言

高炉々頂における装入物の分布は、炉内の通気性および装入物の降下状況に影響をおよぼし、高炉の能率ひいては経済性を大きく左右するものである。川崎 No. 3, 4, 5BF で採用しているようなシングルコーン式の装入装置は、ダブルベル式のそれと比較して装入物の分布が劣ることが一般に知られている。このシングルコーン式の装入装置を継続使用して長期間操業すると内部操業となつて壁付が生ずるので、その対策の1つとして装入物分配装置を使用しているが、この装置のみではシングルコーン式の欠陥を十分に補うことができない。川崎 4BF の改修にあたり、諸般の事情から再度シングルコーン式の装入装置を採用せざるをえなくなり、この装入装置の欠陥を改善する方法を模型高炉を用いて調査した。その結果ダブルベル式に匹敵する装入物分布が得られるセルフライニング型のディストリビューターを考案採用し、操業成績も火入れ以来好調を続けているので報告する。

2. 試験装置および試験条件

試験装置は Fig. 1 に示すごとく川崎第 3 次 4 BF (内容積 895 m³) の 1/40 模型を用いた。装入物の降下が均一に行なわれるように炉底中央部には炉芯に相当する円錐をつけ、その周辺部には 8 個の孔を設けて装入物を降下させた。装置の半割した面には装入物分布状態を観察できるようにガラス板を設けた。

試験用装入原料としてコークス: 8~16メッシュ 60%, 16~32メッシュ 40%, 鉱石(ゴア): 16~32メッシュ 80%, -32メッシュ 20% を用い、コークス比を 500 kg /

t として実際高炉の Ore/Coke の容積比を計算すると 0.85 となるので、この試験においても容積比がこの値になるようにした。

装入物分布に影響をおよぼす大きな要因として、(1) 装入物の性状 (鉱石, コークスなどの粒度構成, 物理的性質), (2) 装入装置 (シングルコーン式, ダブルベル式), (3) 装入方法, (4) 装入単位置 (Ore/Coke, コークベース) などが考えられるが、今回の試験では特に装入装置に重点をおき、シングルコーン式の装入装置による装入物分布をダブルベル式のそれに近づけるための試験を行ない。炉の中心部, 中間部, 周辺部における鉱石, コークスの層厚を調べた。

試験条件は Table 1 に示す通りであり、まずシングルコーン式とダブルベル式の比較を行ない、前者は後者と比較して劣ることを確認した。これら 2 つの装入装置における装入物分布の差違におよぼす因子として

- (1) 装入物がコーンまたは大ベルから落下するときの落下速度。
- (2) コーンまたは大ベルの降下速度。
- (3) シングルコーン式におけるディストリビューターの斜面の長さ, および斜面における反発係数。
- (4) ディストリビューターの径または大ベルの径と炉口径との比。
- (5) ストックライン。

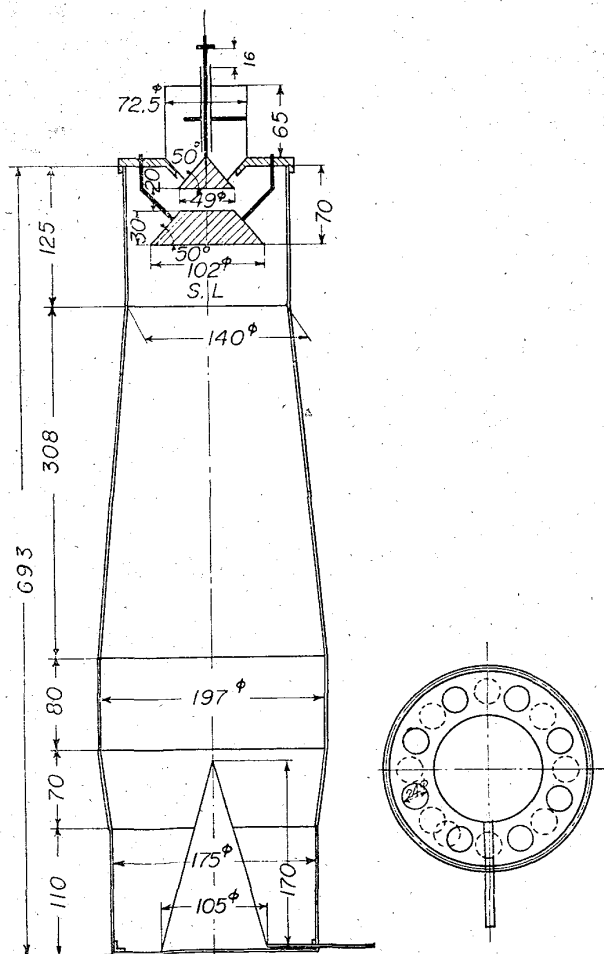


Fig. 1. Model apparatus.