

論 文

UDC 669.162.263 : 622.341.1-188

試験高炉におけるコールドボンドペレットの使用試験*

呉 平男**・桑野 芳一**・鈴木 吉哉**・張 東植**

松崎 幹康**・中村 成子**・辻 英太**・館 充***

Test Use of Cold Bond Pellet in an Experimental Blast Furnace

Hirao Go, Yoshikazu KUWANO, Kichiya SUZUKI, Tongshik CHANG

Mikiyasu MATSUZAKI, Shigeko NAKAMURA, Eita TSUZI, and Mitsuru TATE

Synopsis :

From July to August in 1977, a test on the use of cold bond pellet as burden was carried out with an experimental blast furnace in the Institute of Industrial Science, University of Tokyo.

Following results were obtained :

1) The experimental blast furnace was operated almost successfully when self-fluxed sinter of 4.9 mm mean diameter was replaced completely with cold bond pellet of 9.2 mm mean diameter at the same Fe-(ore)/C(coke) ratio.

2) The cold bond pellet retained its original shape and did not show any tendency of swelling and disintegration in the shaft.

3) By the replacement with cold bond pellet, the permeability in the shaft was improved, but in the lower part of the furnace, it became worse on account of the increase of slag viscosity, which was overcome by the use of serpentine as flux.

4) The reducibility of cold bond pellet was good enough, but its softening and melting properties were not satisfactory compared with those of self-fluxed sinter.

5) The sulfur analysis of hot metal increased, because of high sulfur content of cold bond pellet and low slag ratio.

1. 緒 言

コールドボンドペレット (以下、コールドペレットとよぶ) は環境汚染防止, 省エネルギーならびに資源有効利用などの対策としての長所がある。ヨーロッパではすでに十数年以前に使用試験¹⁾が行われているが, その結果はさまざまであり, その高炉内での挙動はまだ十分解明されていない。そのため, コールドペレットの高炉用原料としての評価も定まっていない。

著者らは, 1976年にコールドペレットの製造に関する研究に着手した。数種の原料鉱石を対象とし調査を行った結果, この種の塊成法による処理が期待されているスベキュラヘマタイト系鉱石を主原料として, 良好な熱間性状を示すコールドペレットを製造する条件をほぼ把握した²⁾。しかし, その熱間性状に関する問題点の認識を

深めるには, 高炉での使用試験を行い, 炉内での挙動を調査することが必要であると思われた。

よつて, 1977年7月に, コールドペレットに関する研究の一つの段階としてその試験高炉への100%使用試験を試み, 固体および融体試料 (以下, 固液試料とよぶ) の採取, 炉内ガス分析, 温度測定ならびにイメージスコープによる観察等によりコールドペレットの炉内での挙動の調査を行つた。以下はその報告である。

2. 設 備

試験高炉のプロファイル, 固液試料採取装置ならびにプローブ, 測温プローブおよび観察スコープは既報³⁾⁴⁾に述べたものと同じである。固液試料採取位置, 測温位置, ガス分析位置および観察位置は, 今試験内容に合わせて変更したのでそれらを Fig. 1 に示した。

* 昭和 54 年 11 月 19 日受付 (Received Nov. 19, 1979)

** 東京大学生産技術研究所 (Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 1-8 Yayoi-cho Chiba 280)

*** 東京大学生産技術研究所 工博 (Institute of Industrial Science, The University of Tokyo)

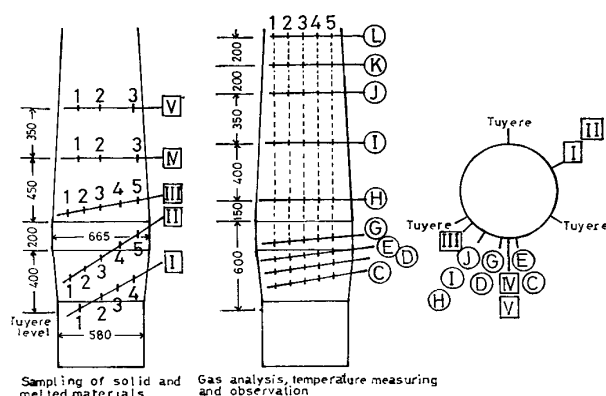


Fig. 1. Schematic diagrams of positions of sampling of solid and melted materials, gas analysis, temperature measurement and observation.

3. 操 業

3.1 原 料

コールドペレットはA社に製造を依頼したものを使用した。その製造条件、および諸原料の分析値、粒度ならびにその他の特性値を Table 1 に示した。比較鉱石としては本来焼成ペレットを使用するのが望ましいが、試験高炉に適したものがえにくいので次善策として自溶性焼結鉱を用いた。蛇紋岩は後述するようにコールドペレット操業時のスラグ流動性低下を改善するため使用したものである。このコールドペレットを焼結鉱と比べて、その特徴をあげれば次のとおりである。

(1) 高硫黄、高アルミナ、低マグネシアならびに低塩基度である。また、原料鉱石としてリモナイトを40%使用しているので、イグニッションロスを含む結晶水が多くなっており、このためみかけ上、T, Fe が少なく

なっているが脈石量(脈石量/T. Fe)は焼結鉱が327(kg/t)であるのに対し、コールドペレットは301(kg/t)でむしろ少なくなっている。

(2) 粒度が焼結鉱のそれの約2倍と大きいにもかかわらず、還元性はむしろよい。

3.2 操業の概要

操業条件は、送風量 5.2~5.3 Nm³/min, 送風温度 800°C とし、銑鉄中 $\text{Si}=1.0\%$ を目標とした。Si 目標値を高くしたのは、溶け落ちレベルを上昇させて融体試料の採取を容易にするためである。コールドペレットへの切り換えは、装入物の Fe(ore)/C(coke) を一定に保つたまま、コールドペレットの配合率を 25%, 50%, 75%, 100% と4段階で行った。

3.2.1 焼結鉱からコールドペレットへの切り換えにともなう変化

ペレットへの切り換えにしたがい以下のような変化がみられた。

(1) 炉頂ガスの変化

炉頂ガス温度の低下、ならびに H₂ と CO₂ 濃度の上昇がみられた。これらの変化は、ペレット中の結晶水の蒸発による温度低下、発生水蒸気の水成ガス変成反応による H₂ の生成およびペレットに含まれる炭酸カルシウムの分解反応によるものと思われる。なお、炉頂ガスの低温多湿化のため、排ガス系に汚れを生じ炉頂圧の上昇がみとめられたがダスト量はむしろ低下した。

(2) スラグの流動性の変化

スラグ組成が高アルミナ、低マグネシアとなつて流動性が低下したが、造滓剤を珪石から蛇紋岩に切り換えることにより改善された。

a) Coke Table 1. Characteristics of raw materials and production condition of cold pellet.

Proximate analysis (%)				Ash composition (%)				Mean diameter (mm)
F.C.	V.M.	S	Ash	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	
87.99	1.00	0.61	10.4	54.0	2.73	27.52	7.63	12.3

b) Ore

	Chemical composition (%)									Mean diameter (mm)	Grushing strength (kg/P)	Swelling index (JIS)	Reducibility (JIS)
	T.Fe	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	S	C.W.*				
Sinter cold pellet	55.69 52.76	8.14 —	5.91 5.81	9.65 8.10	1.08 1.73	0.5 —	1.59 0.24	0.010 0.057	— 7.96	4.9 9.2	— 124.6	— 0	90.5 97.0

c) Chemical composition of flux (%)

	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	Fe ₂ O ₃
Quartzite	94.53	0.04	2.88	0.58	—	1.27
Serpentine	37.28	—	0.77	—	40.5	7.25

d) Mixing ratio of raw materials at production of cold pellet

Robe River	MBR	Carol Lake	Cement clinker	CaCO ₃
40.0	23.5	23.5	9.0	4.0

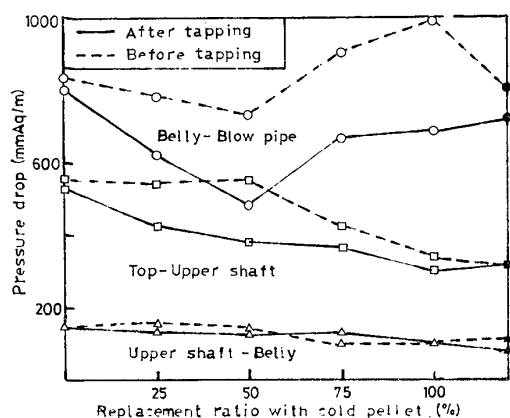


Fig. 2. Variation of pressure drop with replacement with cold pellet (Black symbols : Serpentine was charged as flux).

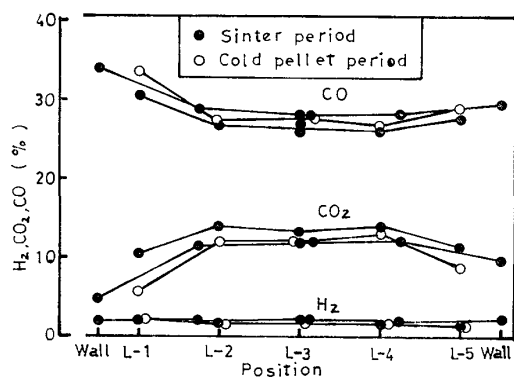


Fig. 3. Horizontal distribution of gas composition at level L.

(3) 通気性の変化

Fig. 2 にペレット配合率の変化にともなう圧損の変化を示した。これからわかるように、シャフト部の通気性は焼結鉱操業時よりよくなったが、これはペレット粒径が焼結鉱のそれと比較して大きいと思われる。またコールドペレットを 75% 以上配合した時点ではスラグ流動性が低下し、出鉄直前に炉下部通気性が悪化し羽口よごれも多くなつたが、流動性改善とともに回復した。

(4) 径方向のガス分布の変化

シャフト上部 (J レベル) の径方向ガス分布を Fig. 3 に示した。それぞれの操業時にほとんど差はないが、ペレット操業時に若干周辺流が発達したようにも思われる。

(5) 高さ方向の温度およびガス組成分布

Fig. 4 に炉内高さ方向の温度およびガス組成分布を示した。ペレット操業時にはシャフト温度が上昇し、これにともないガス還元領域が上方にずれたことがわかる。

3.3 操業成績

操業成績を Table 2 に示した。

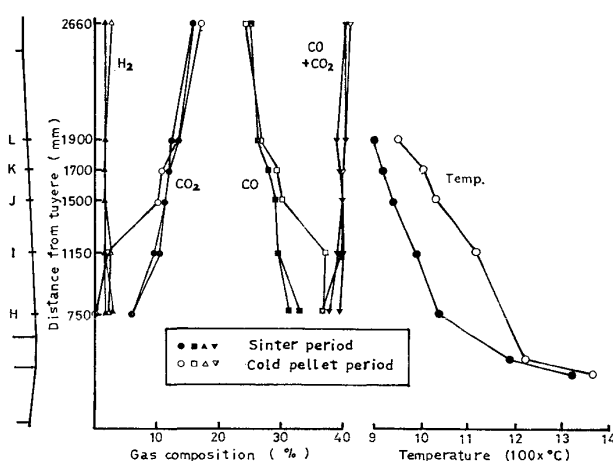


Fig. 4. Vertical distribution of gas composition and temperature.

Table 2. Conditions and results of operation.

		Sinter period	Cold pellet	
			Period 1	Period 2
Blast :				
Dry volume	Nm ³ / min	5.20	4.95	5.01
Temperature	°C	822	815	811
Humidity	%	2.65	2.76	3.01
Permeability (ΔP/V)	kg/cm ² /m ³	0.022	0.026	0.020
Charge :				
Sinter	kg/d	6 350	—	—
Cold pellet (dry)	kg/d	—	6 372	6 682
Coke (dry)	kg/d	2 450	2 351	2 421
Quartzite	kg/d	84.8	26.3	—
Serpentine	kg/d	—	57.4	101.7
Cold pellet moisture	%	—	5.40	3.21
Fe/C	—	1.64	1.61	1.65
Pig iron :				
Temperature	°C	1 407	1 410	1 383
Production	kg/d	3 749	3 563	3 736
C	%	4.19	3.83	4.03
Si	%	0.94	1.25	1.05
Mn	%	0.19	0.13	0.11
S	%	0.055	0.075	0.074
Slag :				
Temperature	°C	1 520	1 510	1 511
Slag ratio	—	0.397	0.345	0.358
SiO ₂	%	37.5	37.0	36.6
CaO ₂	%	41.6	42.5	41.0
Al ₂ O ₃	%	12.7	14.5	14.3
FeO	%	0.43	0.44	0.52
S	%	0.90	1.17	1.14
Top gas :				
CO	%	24.9	24.5	25.1
CO ₂	%	15.5	16.1	16.2
H ₂	%	1.44	2.08	2.05
N ₂	%	58.16	57.32	56.65
Temperature	°C	288	142	154
Coke ratio	—	654	660	648

3.3.1 出鉄量とコークス比

ほぼ同一の Fe/C で切り換えを行つたため、出鉄量とコークス比を焼結鉱操業時と同程度に保つことができた。しかしペレットの脈石量と塩基度が焼結鉱のそれと

Table 3. External appearance of sampled ore.

Level	Sinter period					Cold pellet period				
	Position					Position				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
V	SO	SO	SO	—	—	SO	SO	SO	—	—
IV	SO	SO	SO	—	—	SO	SO	SO	—	—
III	SO	SO	SO	SO	SO + (CO)	CO + SO	CO + SO	CO + SO + (SM)	CO + SO	CO + SO
I	CO	CO	CO	CO + SO	SO	+ SMCO	CO	CO	CO + SO	SO + (CO)
I	M + SM	SM	CO + SO	CO + SO	—	M	M + SM	SM + CO	CO + (SO)	—

SO : separate ore CO : clustered ore SM : semi-melt M : melt
Symbols in parenthesis mean relatively small amount of samples

比べて低いため、ペレット操業時にはスラグ比が 10～13% ほど低下しており、この変化分の影響を補正すると、ペレット操業時には、コークス比が約 11 kg/t-p 増加するとみつもられる。

3.3.2 銑鉄およびスラグの組成

硫黄装入量の増大ならびにスラグ比の減少の結果、銑鉄中 $\underline{S}$ が上昇した。さらに $\underline{Si}$ の上昇、 $\underline{C}$ の低下、溶銑温度の低下がみられた。スラグの (Al_2O_3) が上昇し、(MgO) が低下 (分析していないが焼結銑操業時の 6.9% に対し 1.3% と推算される。) したため、流動性の低下がおこったが蛇紋岩の使用により改善され、これとともに $\underline{Si}$ は低下傾向を示した。

4. コールドペレットの炉内での挙動

採取された固液試料を肉眼観察した結果を Table 3 に示した。これによればコールドペレットはシャフト部では、よく原形を保ちふくれないし破壊がみられない。Photo. 1 に示すように、シャフト下部ではじめて少々の変形と融着を開始する。コールドペレットの軟化融着と溶融は焼結銑のそれと比較するとより上部でおこり、

Photo. 2 に示すように、溶融に先だつてスラグが表面にしみでる現象が多くおこる。これらの現象は炉内観察の結果ともよく一致した。なお、造滓剤の珪石から蛇紋岩への切り換えによる変化は確認できなかった。

4.1 還元挙動

還元は一般にトポケミカルに進行し、炉下部から採取された還元がほぼ終らしたとみられるペレット試料では

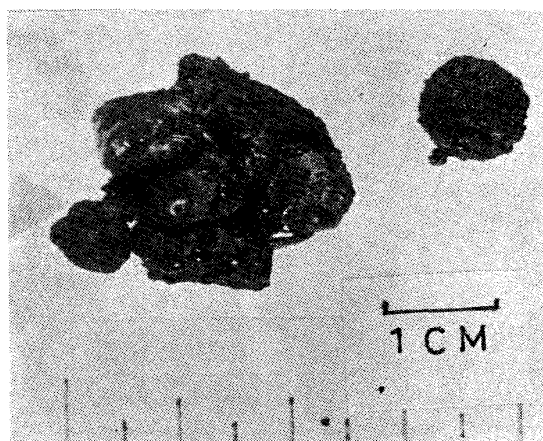


Photo. 2. Exuded out slags sampled at I-4.

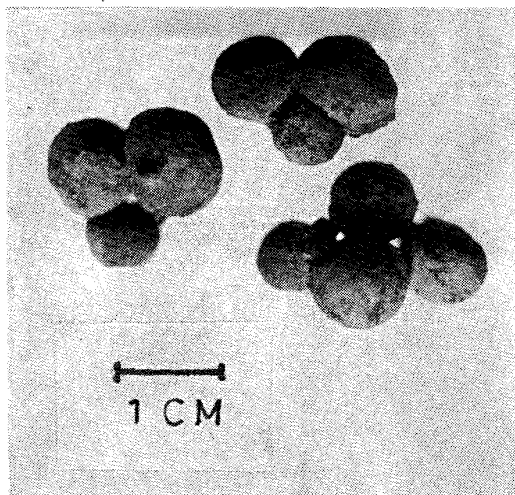


Photo. 1. Deformed pellets sampled at III-5.

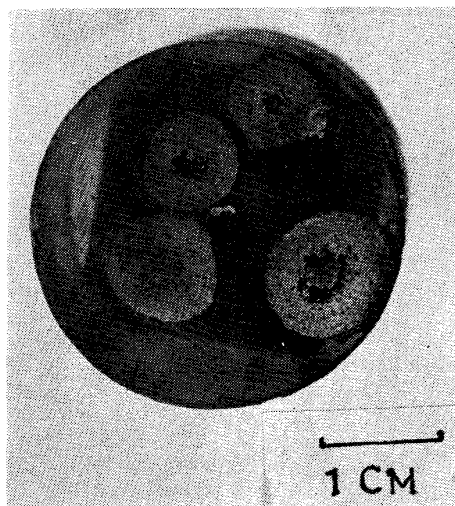


Photo. 3. Cross section of sampled pellets at III-5.

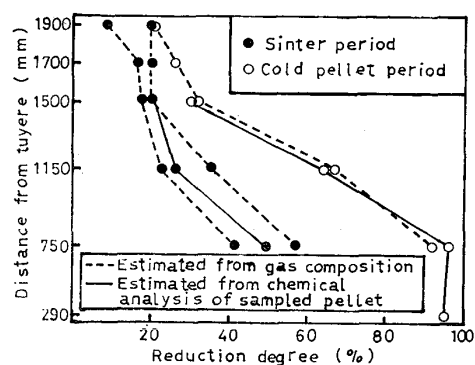


Fig. 5. Distribution of reduction degree.

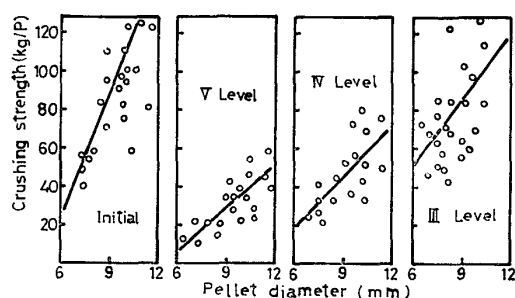


Fig. 6. Crushing strength of sampled cold pellet.

焼結が進み、内部に空洞が形成されていることが多かった。その例を Photo. 3 に示した。径方向中間部で採取された試料の化学分析値から求めた還元率を Fig. 5 に示した。(図には Fig. 4 の炉内ガス分布より求めた還元率も併記したが両者はよく一致している。)これからわかるようにコールドペレットは焼結鉱よりも還元が速く進行し、シャフト下部では還元率は 95% にも達している。これは(1)コールドペレットの粒径が大きいのにもかかわらず被還元性が良好であり、(2)シャフト温度が上昇した結果ガス還元が活発になる一方、ソリューションロス反応も活発になったためと思われる。

4.2 強度の変化

Fig. 6 に装入前ペレットと炉内採取ペレットの冷間圧潰強度を示した。これから冷間強度は(1)加熱による脱水および低次酸化物への還元のため低下するが(2)温度上昇による焼結および金属鉄殻の生成により回復するといえる。採取試料は健全で破壊したものもほとんどなかったので V レベルのもののように強度が低下しても問題がなかったと判断されるが、しかし試験高炉では生産炉と比べ装入物の静荷重が小さいことにも留意せねばならない。また、いずれにしても、この強度は冷却後強度であり熱間強度は別に検討する必要がある。

4.3 軟化溶融挙動

先にも述べたように、コールドペレットの軟化融着と

Table 4. Results of temperature measurement of lower part of the furnace (°C).

Point	Sinter-period	Cold pellet period
G-1	—	1 275
G-2	1 185	1 225
G-3	1 260	1 215
G-4	1 250	—
E-1	—	1 310
E-2	1 310	1 355
E-3	1 300	1 370
E-4	1 320	—

Table 5. Chemical analysis of sampled slag in cold pellet period (%).

Point	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	FeO	CaO/SiO ₂
I-1	45.75	35.27	10.91	2.68	0.77
I-1	33.88	39.01	9.12	6.90	1.15
I-2	34.45	42.25	10.44	3.72	1.23
I-3	36.33	43.51	11.01	1.44	1.20
I-4*	46.07	32.18	7.67	4.56	0.70

*: Oozed out slag

溶融は焼結鉱のそれより上部で始まる。III レベルでは非常に強固に融着しているものが採取されたが、この位置の温度は 1 250°C 以上と推定された。溶融に先だつてペレット表面にスラグがしみだす現象が II-2 や I-4 の採取位置の試料で観察されたが、この温度は Table 4 に示す測温結果によると約 1 350°C であった。Table 5 に分析値を示した炉内スラグ試料のうち、I-4 はしみ出しスラグであるが、それによれば低塩基度と高 FeO を特徴としているように思われる。その他の分離した溶融スラグ試料の FeO 濃度は、従来の焼結鉱操業時のそれに比べて特に変化は認められない。軟化から溶融にいたる挙動の調査は融体試料の採取量の不足や測温の困難性などの問題があつて低温塊状域におけるそれに比べてきわめて不十分であった。

5. 解体調査

Fig. 7 に解体調査のスケッチを示した。その特徴点は次のとおりである。

(1) 最上部のペレット層 (P-1) は V 型の装入物分布を示し、その勾配は従来の焼結鉱操業時のそれと比べ急である。

(2) P-2, P-3 層で小さなき裂の入つたものがみられた。しかしこれはこの層だけで採取されていることから、休風後の冷却期間でおきたものと思われる。

(3) C-3 層の壁際から鉱石とヨークスの混合層があらわれ、下方に向かってその傾向が強まる。なお、層間の混合は焼結鉱の場合より著しいようにみられた。

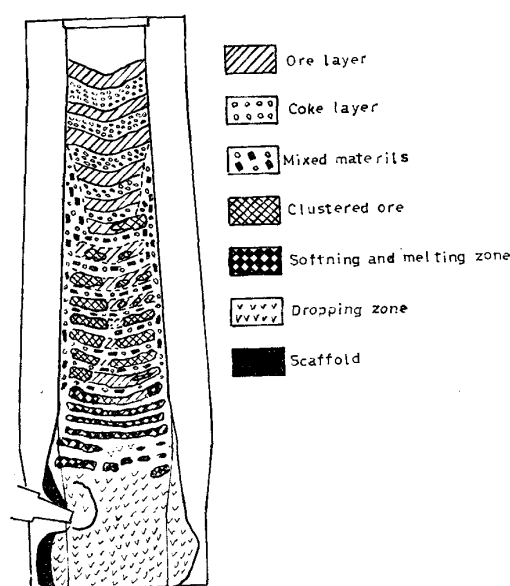


Fig. 7. State of burdens after blowing-out.

(4) P-8 から P-13 層にかけてコークス層と鉱石層の境界がはつきりしなくなる。

(5) 蛇紋岩はペレットが溶落すると同時に急激に溶融する。

6. 検 討

6.1 炉頂ガスの変化とその評価

炉頂ガスの CO_2 と H_2 濃度の上昇は水性ガス変成反応と炭酸カルシウムの分解反応によるものと考えられるので、次のように仮定してその補正を試みる。

(1) 炭酸カルシウムの分解反応はソリュージョンロス反応域より低温側で進行し、そのため生成 CO_2 は反応しない。

(2) コールドペレットの操業時の送風水分由来の

H_2 の利用率は焼結鉱操業時の η_{H_2} (26.2%) と同じであり、炉頂ガス中の H_2 の場合は水性ガス変成反応 $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$ によるものである。したがって H_2 と同量の CO_2 の増分もある。

仮定にしたがい炉頂ガス組成と還元率などを計算すると Table 6 のようになる。(湿り炉頂ガス組成の計算にあたっては、コークス揮発分の H_2 を無視している。)

これによるとコールドペレット操業時の η_{CO} は焼結鉱操業時より若干小さく間接還元率も小さいということになる。ソリュージョンロス炭素量の 16.5 kg/t-p の増加もこのためとみられるが、その原因の一つとして、ペレット操業時にシャフト温度が顕著に上昇したことが考えられる。なお、板谷ら⁵⁾によれば、水性ガス反応は 800°C 以下では平衡からずれることが指摘されているが、コールドペレット期間 I における結晶水の H_2 への転化率、つまり水性ガス反応率は 8.4% であった。

6.2 硫黄の挙動

焼成塊成鉱と異り、コールドペレットは塊成化工程で脱硫されないこと（ならびにバインダにセメントを使用する場合にはセメント中の硫黄も増加すること）から硫黄含有量が高くなることが多い。この理由で硫黄の挙動について検討を加える。

6.2.1 鉄鉄中の硫黄含有量の変化

Table 7 に硫黄バランスの計算結果を示す。これからコールドペレット操業時には、装入硫黄量が増大したことならびにスラグ比が減少したことから S の上昇は当然の結果といえる。さらに、植谷ら⁶⁾の提案している平衡分配比に対する実績分配比の割合 R_s は溶鉄温度で比較すると、焼結鉱操業時には 53.4% であるのに対し、コールドペレット操業時には 67.1% とむしろ大きくなつ

Table 6. Estimation of top gas composition.

	Calculated top gas							Top gas utilization		Degree of reduction			Sol. loss carbon
	Dry (%)			Wet (%)				η_{CO} (%)	η_{H_2} (%)	R_{CO} (%)	R_{H_2} (%)	R_d (%)	(kg/t-p)
	CO	CO ₂	H ₂	CO	CO ₂	H ₂	H ₂ O						
Sinter period	—	—	—	24.8	15.4	1.43	0.51	38.4	26.2	69.6	2.28	28.1	81.9
cold pellet	25.3	15.1	1.50	23.4	14.0	1.96	6.64	37.4	26.2	65.3	2.30	32.4	98.4
period 1													

Table 7. Sulfur balance.

	Sulfur input (kg/t-p)				Sulfur output (kg/t-p)			$\frac{(S)}{S}$	Desulf. ratio (%)	Slag ratio
	Coke	Sinter	Pellet	Total	Pig iron	Slag	Top gas			
Sinter period	3.987	0.169	—	4.156	0.55	3.573	0.033	16.36	85.97	0.397
cold pellet	4.025	—	1.019	5.044	0.75	4.037	0.257	15.60	80.04	0.345
period I										

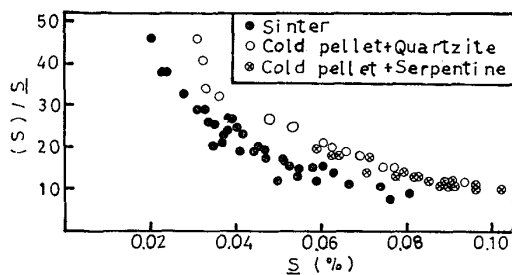
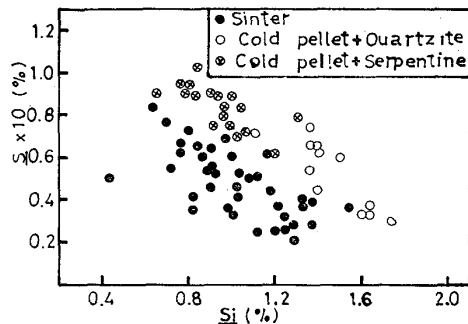
Fig. 8. Relation between $\underline{S}$ and $(S)/\underline{S}$.Fig. 9. Relation between $\underline{Si}$ and $\underline{S}$.

Table 8. Sulfur analysis of sampled ore.

	V-1	IV-1	III-4	II-4	II-2	I-2
Sinter period	0.026	0.029	0.122	0.087	0.188	0.119
Cold pellet period 1	0.096	0.126	0.314	0.241	0.455	0.099*

* Semi-melt

ており、脱硫機能が低下したと考える根拠はない。Fig. 8 は硫黄分配比 $(S)/\underline{S}$ と $\underline{S}$ の関係を、Fig. 9 は $\underline{S}$ と $\underline{Si}$ の関係を示したものである。これらからコールドペレット操業時に焼結鉱操業時と同程度の $\underline{S}$ をえるためには、 $(S)/\underline{S}$ を大きくするか、 $\underline{Si}$ を高くする必要があることを示唆している。また蛇紋岩の使用は脱硫には有利な効果をもたらさなかつた。

6.2.2 炉内試料中の硫黄の分布

焼結鉱操業時とコールドペレット操業時の硫黄の分布について化学分析および EPMA による分析により調査比較した。Table 8 は炉内試料を化学分析した結果である。

コールドペレットおよび焼結鉱が完全に脱水・還元され、かつ硫黄の増減がないとすると各々の硫黄濃度は 0.083% と 0.013% になるはずである。したがって Table 8 はコールドペレットと焼結鉱の硫黄がいずれもシャフト中部 (V と IV レベル) から増加し始め、シャフト部で急激に増加すること、またこの増加率はコールドペレットの方が多いことを示している。これは装入硫黄量の増加により、硫黄循環量も増加したことによるもの

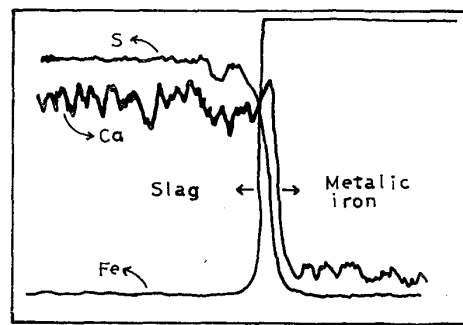
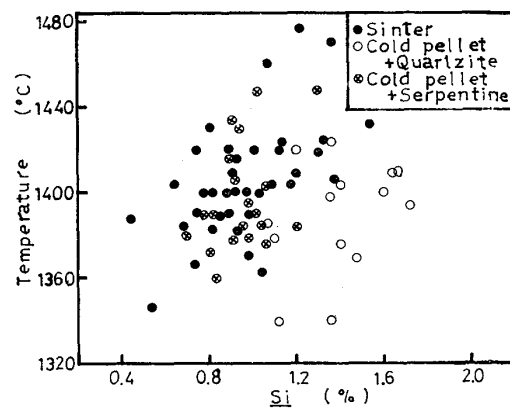


Fig. 10. Analysis of sulfur by EPMA.

Fig. 11. Relation between $\underline{Si}$ and pig temperature.

と考えられる。

Fig. 10 は EPMA により分析した結果の一例である。これによると循環硫黄は脈石 (スラグ) 側に吸収されること、ならびに熔融時にはコールドペレット、焼結鉱ともに $(S)/\underline{S}$ はほぼ 10 である。

6.3 $\underline{Si}$ の変化について

前述のように、コールドペレット操業の初期に、溶銑中 $\underline{Si}$ が上昇したが造滓剤を珪石から蛇紋岩に変えることにより $\underline{Si}$ が低下するという結果になった。しかし $\underline{Si}$ のこの変化は Fig. 11 に示されているように、溶銑温度の特徴的な変化と結びつけており、初期における $\underline{Si}$ の上昇は溶銑温度の上昇ではなく相対的低下を、そして蛇紋岩使用時の $\underline{Si}$ の低下は溶銑温度の低下ではなく相対的上昇を伴っている。 $\underline{Si}$ と溶銑温度のこのような変化の原因として、まず第一に考えられるのはコールドペレットの溶落性状の問題である。事実コールドペレットの溶落挙動は焼結鉱のそれとは異なっており、とくにその溶落温度の低いことが溶落ちレベルの上昇、したがって比較的低い溶銑温度のもとでの高い $\underline{Si}$ をもたらしたと推察することが許される。かりにこの観点に立つとすれば蛇紋岩の使用によつてコールドペレットの溶落性状が改善されたと考えねばならないが、このことを裏づける

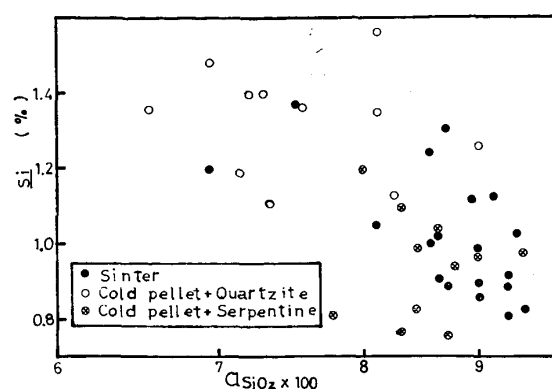


Fig. 12. Relation between $\underline{\text{Si}}$ and a_{SiO_2} of final slag.

直接的な知見はえられていない。また蛇紋岩を内装させるのではなく単に配合装入するだけで溶落性状が改善されるとすれば、たとえば燃焼帯付近の高温域で Mg ないし MgO が気化し、それが上部でペレットにとらえられるといった再分配機構を考えねばならないが、そのことを裏づける知見もえられていない。それ故、蛇紋岩ないし MgO 源の内装がコールドペレットの性状改善の一つの可能性として今後検討すべき課題であるとしても、溶落挙動の観点から Fig. 11 にみられる溶銑温度と $\underline{\text{Si}}$ の推移を説明する根拠は不十分である。

一方、蛇紋岩の使用によつてスラグの流動性がよくなり、その結果炉下部の通気通液状態が改善されたが、この状態のもとでは熱交換も正常化され、したがつて溶銑温度は高くなるが、溶落ちレベルが低下するので相対的に低い $\underline{\text{Si}}$ がえられたとみることができる。(炉下部における熱交換の正常化はシャフト温度の低下など炉上部の諸過程にも反映するはずであるがそうした状態を確認するにいたっていない。)

蛇紋岩使用時の $\underline{\text{Si}}$ の低下の原因としてただちに考えられることは (MgO) の上昇による a_{SiO_2} の低下であるが、Fig. 12 にみられるように最終スラグ組成について計算された a_{SiO_2} は $\underline{\text{Si}}$ の高い場合に低いという逆の結果になつている。このことは初期スラグから最終スラグにいたるまでの過程における $\underline{\text{Si}}$ の還元への MgO の影響を調査する必要があることを示すものであるが通液性の改善が熱交換を改善する一方ホールドアップ量の減少、したがつて滞留時間の短縮を介して、 $\underline{\text{Si}}$ の低下に寄与しうることをも考慮する必要がある。なお、蛇紋

岩使用時にスラグ量がわずかながら増加し、理論燃焼温度がこれもまたわずかながら低下していることも $\underline{\text{Si}}$ の低下傾向の一因とみられる。

7. 結 言

試験高炉においてコールドペレットの 100% 使用試験を行い、次の結果をえた。

(1) 平均粒度 4.9 mm の自溶性焼結鉱を平均粒径 9.2 mm のコールドペレットで 100% 置換し、両者の Fe/C をほぼ等しくすることができた。

(2) コールドペレットは炉内で割れ、粉化、ふくれなどを生じることがなく、シャフト部での通気性は良好であつた。

(3) コールドペレットの使用によりスラグの Al_2O_3 含量の上昇、 MgO 含量の低下のため、その流動性が低下し、炉下部の通気性が悪化した。溶剤として珪石の代わりに蛇紋岩を使用することによつて改善された。

(4) コールドペレットの被還元性は良好であつた。しかし、焼結鉱と比べ早期に軟化する傾向を示し、分離スラグは高アルミナのため粘性が大きく軟化から熔融にいたる挙動については改善を必要とする。

(5) コールドペレットへの切り換えによりシャフト温度の上昇、溶銑温度の低下、溶銑 $\underline{\text{Si}}$ の上昇をみたが、その原因は今後の研究課題である。

(6) コールドペレットの硫黄含有量が多く、スラグ量が減少したため、溶銑 $\underline{\text{S}}$ が上昇した。溶銑 $\underline{\text{S}}$ の上昇を防ぐ適切な対策が必要である。

文 献

- 1) P. HOHENSTEIN and H. K. WAPLER: Stahl u. Eisen, 90 (1970) 21, s 1165
- 2) 呉 平男, 桑野芳一, 鈴木吉哉, 辻 英太, 松崎幹康, 館 充: 鉄と鋼, 64(1978), S 521
- 3) 館 充, 鈴木吉哉, 李 海洙, 桑野芳一, 張東植, 呉 平男, 松崎幹康, 中村成子: 鉄と鋼, 62 (1976), p. 483
- 4) 館 充, 桑野芳一, 鈴木吉哉, 張 東植, 呉平男, 松崎幹康: 鉄と鋼, 62 (1976), p. 495
- 5) 板谷 宏, 福武 剛, 岡部俠児, 長井 保: 鉄と鋼, 62 (1976), p. 472
- 6) 槌谷暢男, 田口整司, 高田至幹, 岡部俠児: 鉄と鋼, 63 (1977), p. 1791