

擬似粒子構造設計による焼結機構の改善

芳我 徹三*・大塩 昭義*・笠間 俊次*

Analytical Research for the Improvement in Iron Ore Sintering Mechanism with the Design of Pseudo-particles

Tetsuzo HAGA, Akiyoshi OHSHIO and Shunji KASAMA

Synopsis : Several pretreatment methods of raw mix have been proposed to improve sintering reaction, such as, melting reaction of fine iron ores with limestone fines, assimilating reaction of coarse iron ores with the melt, and so on. For optimizing these pretreatment processes, it is important to clarify the effect of the structure of sinter mix pseudo-particles made by these processes on the sintering mechanism including the permeability during sintering and the combustion efficiency of coke breeze in sintering bed.

In this study, analytical research was carried out for evaluating the change in the sintering mechanism with some pretreatment methods of raw mix, i.e. the ordinary granulation [a], the high moisture granulation [b] and the fine part selective granulation method of clayish iron ores ([c] : with limestone, [d] : without limestone). Characteristics of sinter mix pseudo-particles were investigated and sintering pot tests were carried out under these pretreatment methods.

Permeability of packed bed was improved with increase in 2-5mm even-sized pseudo-particles. For increasing the amount of coke combustion ($\text{CO} + \text{CO}_2$), it was also effective to concentrate coke breeze at the surface of pseudo-particles. The complete combustion rate of coke ($\text{CO}_2 / (\text{CO} + \text{CO}_2)$) was improved with limestone concentration at the surface of pseudo-particles as case [d].

Though sintering speed was improved with these intensified granulating process [b], [c] and [d], the strength of sinter was decreased due to increasing in the cooling rate of sinter in the case of high moisture granulation [b]. By contrast, in case of the selective granulation [c] and [d], the strength of sinter was improved due to the increase in melt formation and the decrease of cooling rate of sinter.

Key words : sintering ; pretreatment of raw mix ; permeability ; melt ; coke combustion ; cooling rate ; granule design ; granulation.

1. 緒言

焼結プロセスにおける原料事前処理工程については、従来から多くの改善策が検討されてきた。生産性の向上を目的とした造粒機の機能向上策^{1,2)}やバインダーとしての生石灰の添加³⁻⁵⁾、また、粉コークスの燃焼性改善を目的とした粉コークス分割添加法^{1,3)}などがそれである。さらに最近では、焼結反応を制御することにより、使用上の制約のある劣質鉄鉱石の積極的使用や、焼結鉄鉱品質の改善などを可能とする新しい原料事前処理法が検討されている⁶⁻¹⁰⁾。これは、核鉄鉱石と付着粉とからなる擬似粒子において、付着粉部での融液生成反応や、核鉄鉱石の同化反応、それらの組み合わせとしての粒子間結合層の形成や、気孔ネットワークの形成¹¹⁾を制御することなどを目的とした原料事前処理技術である。

この焼結反応の制御を目的とした擬似粒子構造の設計には、造粒を主体とした事前処理工程を必要とする。原料事前処理工程の差は、焼結反応の差のみならず、擬似粒度の差による通気性の差や、粉コークス賦存状態の差による燃

焼性の差として、複雑に交絡した影響を焼結機構全体に与える。したがって、これらの影響を分離することはかなり困難であるが、焼結反応制御を目的とした原料事前処理工程の最適化を図って行くためには、その検討の必要性は高い。

そこで、本研究においては、原料事前処理法として、配合原料全体の水分調整による造粒法を基本とし、脈石が粘土鉄鉱物主体の鉄鉱石の微粉部を選択的に造粒する選択造粒法^{9,10)}を適用して擬似粒子構造を大きく変化させた実験を実施した。実験は焼結鍋試験装置を使用し、配合原料擬似粒子における粉コークスの賦存状態の差による燃焼性の変化、および擬似粒子を構成する化学成分のミクロ的偏在の差による融液生成の変化などの視点から、鍋焼成時のデータを解析し、焼結機構改善に向けた考察を行った。

2. 実験方法

2・1 配合原料

全ての焼結鍋試験において、使用原料配合割合は一定と

Table 1. Chemical composition of iron ores and fluxes used in experiments.

Material		(mass%)							(°C)
		T.Fe	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	CW*	T ₂ **
Hematite ore	A	61.98	0.16	6.94	0.04	2.68	0.06	2.10	1352
Hematite ore	B	62.54	0.14	4.57	0.04	2.76	0.06	3.00	1353
Pisolithic ore	C	56.92	0.14	5.78	0.11	2.68	0.08	8.59	1345
Hematite ore	D	63.52	1.85	1.08	0.03	1.55	0.06	4.56	1325
Hematite ore	E	63.29	0.13	6.34	0.03	1.52	0.06	0.98	1325
Hematite/Magnetite	F	66.18	8.95	4.36	0.47	0.12	0.32	0.17	1290
Serpentine		5.43	2.23	39.14	1.70	0.77	37.22	12.45	
Limestone		0.15	0.05	0.35	54.96	0.13	0.32	N.D.	
Burnt lime		0.31	0.09	0.56	94.80	1.78	0.54	0.00	
Coke breeze		0.77	0.00	8.09	0.66	3.29	0.16	(C=86.02)	

* CW : Combined water

** T₂ : Deforming temperature (°C)

Table 2. Blending ratio of raw materials in sintering pot test.

Experiment	Pretreatment Name Moisture OG**, SG***	(mass%)									
		Ordinary granulation		Selective granulation							
		a	b	c-1		c-2		c-3		d	
		6.5	7.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
		OG=100	OG=100	OG=90	SG=10	OG=80	SG=20	OG=70	SG=30	OG=80	SG=20
Ore A	+3mm	1.9	1.9	1.9	-	1.9	-	1.9	-	1.9	-
	-3mm	10.1	10.1	7.8	2.3	5.5	4.6	3.2	6.9	4.1	6.0
Ore B	+3mm	3.7	3.7	3.7	-	3.7	-	3.7	-	3.7	-
	-3mm	8.3	8.3	6.0	2.3	3.7	4.6	1.4	6.9	2.3	6.0
Ore C	+3mm	5.8	5.8	5.8	-	5.8	-	5.8	-	5.8	-
	-3mm	12.2	12.2	9.2	3.0	6.2	6.0	3.2	9.0	4.2	8.0
Ore D		9.0	9.0	9.0	-	9.0	-	9.0	-	9.0	-
Ore E		5.0	5.0	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-
Ore F		5.0	5.0	5.0	-	5.0	-	5.0	-	5.0	-
Limestone	-3mm	12.0	12.0	9.6	2.4	7.2	4.8	4.8	7.2	12.0	-
Other materials		27.0	27.0	27.0	-	27.0	-	27.0	-	27.0	-
Coke breeze in sinter mix		3.1	3.1	3.1	-	3.1	-	3.1	-	3.1	-

Notes : * Without coke breeze and return sintered fine.

** OG : Ordinarily granulated materials.

*** SG : Selectively granulated materials.

し、粉コークス配合割合も配合原料中3.1mass%一定とした。また、成品焼結鉱の目標化学成分はSiO₂=5.7mass%、CaO/SiO₂=1.8、Al₂O₃=2.1mass%とした。これにより、擬似粒子構造の差のみによる焼結機構への影響を評価した。

Table 1には、実験で用いた鉄鉱石および副原料の代表的なものの化学成分を示す。鉄鉱石については、熔融特性の評価指数として変形開始温度(T₂)¹²⁾を併記した。T₂は既報¹²⁾と同一の試験装置および試験方法によって測定した。すなわち、粒径-0.5mmの鉄鉱石と石灰石を、質量比で80:20に混合し、直径8mm、長さ約10mmの円柱形タブレットを製作した。これを電気炉内で約100°C/minの昇温条件下で焼成したときに、タブレットが変形を開始する温度を読み取り、T₂(°C)とした。

鉄鉱石A, B, Cは、脈石が粘土鉱物主体(粘土系)で微粉部分のAl₂O₃が高く、脈石が石英主体(石英系)の鉄鉱石D, E, Fに比べてT₂が高い鉱石である。このような鉄鉱石銘柄毎の融液生成挙動の差に着目して、以下に示す原料事前処理を実施した。この結果生じる擬似粒子構造の差が、融液生成挙動の差だけでなく、焼結機構全体に及ぼす影響を評価した。

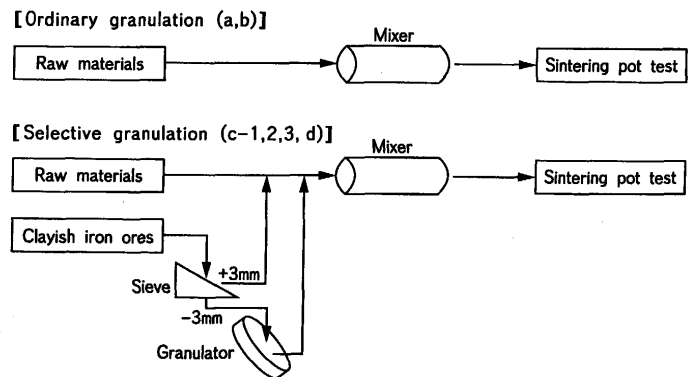


Fig. 1. Schematic flow of pretreatment and granulation of raw materials for sintering pot test.

2・2 原料事前処理

Table 2は、原料事前処理条件と原料配合割合とを示す。Fig. 1は本実験での原料事前処理プロセスを示す。aおよびbは、直径1.0mの試験用ドラムミキサーを使用して配合原料全体を造粒した。造粒時間は3min一定とし、造粒水分をa: 6.5mass%、b: 7.5mass%として造粒条件を変化させた。

c-1, 2, 3およびdは選択造粒処理^{9,10)}を行ったものである。鉄鉱石中の粘土鉱物には、カオリナイト(Al₂O₃・2SiO₂・

2H₂O), セリサイト (K₂O·3Al₂O₃·6SiO₂·2H₂O) などが含まれ、造粒性に大きく影響を与える。選択造粒技術は、この粘土鉱物の良好な造粒性を利用して擬似粒子構造を制御し、焼結熔融反応を改善することを目的とした原料事前処理技術である。すなわち、配合原料の中から粘土系鉄鉱石を主体とした原料を選択し、その微粉部分を造粒して強度の高い造粒物とした後、他の原料と混合させることで、擬似粒子構造の中に化学成分や粉コークスなどのミクロ的な偏在を起こさせることを目的とした事前処理法である。本実験では、使用した配合原料の中で、微粉部に Al₂O₃-SiO₂ 系粘土鉱物を多く含む鉄鉱石 A, B, C を選択造粒対象銘柄とした。ここで、焼結熔融反応を制御する目的からは、微粉部のみ、例えば 0.5mm 部分のみを造粒すれば良いが、焼結操業にとって配合原料の粒度構成は 2 ~ 5 mm が望ましいことや⁹⁾、2 ~ 5 mm 粒径の造粒物を製造するには、造粒物の核粒子として 1 ~ 3 mm の粒子を添加することが効率的であることから、本実験では鉄鉱石 A, B, C を 3 mm で分級した。その篩下粉を直径が 0.9m の実験用皿型造粒機で加水、造粒した。造粒時間は 1 min、造粒水分は約 9.0mass% とした。造粒物 (以下「選択造粒物」と称す) は平均粒径約 3.5mm で、篩上および他の配合原料とドラムミキサーにて混合、造粒した。ドラムミキサーでの造粒時間は 3 min、造粒水分は 6.5mass% とした。

Table 2 には選択造粒物の配合条件を示した。c-1, 2, 3 では選択造粒物に石灰石を一部配合し、d では選択造粒物に石灰石を含まず、選択造粒物以外の部分に全量配合した。また、選択造粒物には粉コークスを配合しなかった。これにより、配合原料全体の中での粉コークスと石灰石の賦存状態を意識的に変化させた。

ここで、造粒条件の差に基づく擬似粒子性状の差を把握すべく、擬似粒度分布および粒度毎化学成分を調査した。配合原料の分級は、擬似粒化状態への影響が小さく篩分け作業に支障のない水分 3 mass% の半乾燥状態として行った。また、擬似粒化の進行を判定するために、微粉部の造粒度を示す擬似粒化指数 (GI)³⁾ を求めた。

2.3 焼結鍋試験

原料事前処理方法の差は、擬似粒度の差として焼結過程での通気性の変化に直結することから、焼結機構の解析上、この通気性変化の影響を独立して評価すべく、焼成時の空気吸引流速を変化させた鍋試験を行った。試験方法としては、焼成時の鍋試験装置直下の負圧を 8.82, 10.78, 12.74, 14.70kPa とした 4 水準の定負圧焼成試験を行った。さらに、粉コークスの燃焼性の変化に関しては、燃焼性に大きく影響する空気吸引流速を一定とした試験を実施し、詳細な解析を行った。ここで、焼成時の吸引流速は、実機操業レベルに合わせて、焼結ベッドの空塔速度で 0.53m/s 一定とした。また、これらの試験においては、焼成前に吸引負圧を 3.92 kPa 一定として原料充填層の吸引流速を測定し、原料の通気

性を評価した。

使用した焼結鍋試験装置は、原料充填層が内径 300mm、層厚 450mm の円筒形で、層内温度計がグレート面より層高方向に 112.5mm, 225mm, 337.5mm の位置に設置されている。着火は COG バーナーで行った。上部フード直管部には流速計を設置して、焼成中の吸引空気流速を測定し、焼結ベッドの断面を通過する空塔速度として数値化した。鍋直下のウィンド・ボックス内では、排ガス温度および圧力の測定とガスのサンプリングとを行い、焼結終了点の判定、焼成時負圧の制御、連続ガス分析と計算機による積算などを行った。ここで、焼結終了点は、排ガス温度が最高温度に達した後、3 min 経過した時点とした。また、融液の凝固による影響を把握するために、冷却過程での 1100°C における温度変化を冷却速度とし、層内温度の冷却速度の算出には上、中、下層の測定値の平均値を使用した。焼成後の成品強度は落下強度 (SI) を JIS 法に準じて測定した。

3. 結果および考察

3.1 造粒条件差による原料充填層の通気変化

Fig. 2 は、Fig. 1, Table 2 の示す原料事前処理法の差が、点火前の吸引流速、すなわち、原料充填層の通気性に及ぼす影響を示したものである。ここで、各造粒条件に対応して、4 水準の定負圧焼成試験時の点火前吸引流速を示した。原料の混合、造粒から鍋試験装置への装入にいたる実験精度、吸引負圧の制御精度、流速計の測定精度などの影響で、吸引流速測定値にはばらつきが認められるが、以下のように、造粒条件差の影響を読み取ることができる。

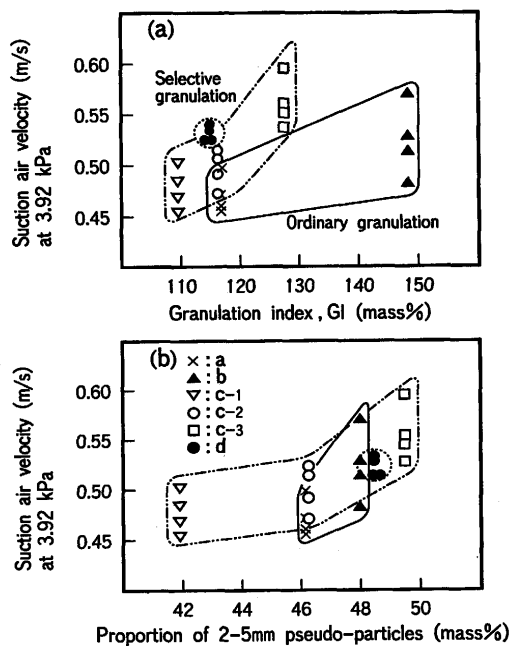


Fig. 2. Effect of granulation degree of pseudo-particles on the permeability of raw mix before ignition.

Fig. 2 (a)から、擬似粒化指数(GI)の上昇に伴い原料充填層の通気性は向上するが、通常造粒(a, b)と選択造粒(c-1, 2, 3, d)とで層別すると、選択造粒の方がGIの影響を強く受ける。これを、配合原料中の2~5mm粒径の擬似粒子の質量比率で整理するとFig. 2 (b)のようになり、通常造粒と選択造粒を同一の尺度で説明できる。すなわち、原料充填層の通気性は、原料微粉部の造粒度を示すGIではなく、2~5mm粒径の擬似粒子量の割合に強く影響されることがわかる。これは、微粉部の造粒度を上昇させ、かつ、配合原料擬似粒子の粒度分布を狭めて2~5mm粒径比率を上昇させる原料事前処理を選択することが、原料充填層の通気性改善に有効であることを示している。

3.2 擬似粒子構造による粉コークス燃焼性の変化

Fig. 3は、焼成時排ガス中のCO、CO₂発生量から、石灰石の熱分解によるCO₂発生量を控除して求めた粉コークスの完全燃焼率($\eta_{Fuel} = \text{total CO}_2 / (\text{total CO} + \text{total CO}_2)$)と焼成時平均吸引流速との関係を、a, b, c-2およびdの4水準の造粒条件について示したものである。ここで、石灰石はTable 1に示したCaO成分が全てCaCO₃に由来し、その全量が熱分解したものとした。いずれの造粒条件においても、完全燃焼率は吸引流速の影響を強く受け、低流速側で向上する。さらに、同一吸引流速においては、基準とした試料aに対して、造粒条件を変化させたb, c-2およびdはいずれも完全燃焼率が改善されている。

一方、粉コークスの燃焼性に関して、燃え残りを残さずどれだけ燃えたかという視点から、焼成時排ガス中のCO、CO₂発生量から石灰石の熱分解によるCO₂発生量を控除して求めた[total CO+total CO₂]量を、粉コークスの燃焼C(カーボン)量と定義した。Fig. 4は、焼成時平均吸引流速と燃焼C量との関係を示す。これから、造粒条件を問わず、燃焼C量は吸引流速の影響を受け、高流速側で向上する。また、同一吸引流速における燃焼C量を比較すると、基準とした試料aに対して、選択造粒を実施したc-2およびdはほぼ同等もしくは改善されるが、水分を上昇させて造粒したbは悪化

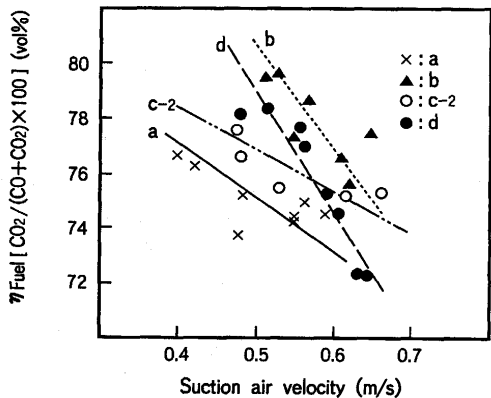


Fig. 3. Influence of suction air velocity on the complete combustion rate of coke (η_{Fuel}) for different granulation method a, b, c-2 and d.

する。

以上から、焼結過程における粉コークスの燃焼性は吸引流速の影響を強く受けるが、平均吸引流速一定下では原料事前処理方法の差の影響が見られ、通常造粒での高水分化では、完全燃焼率は改善されるものの燃焼C量は低下すること、および、選択造粒によれば完全燃焼率が改善され、燃焼C量もほぼ同等もしくは改善されることが明らかとなった。

3.2.1 粉コークス燃焼C量変化の要因解析

造粒条件の差による通気変化の影響を分離して評価すべく、焼成時吸引流速がほぼ一定(0.53~0.58m/sec)のもとで解析を行った。解析結果をFig. 5に示す。燃焼C量は、配合原料中の2~5mm粒径の擬似粒子の質量比と-0.5mm中に存在するカーボン量(配合原料全体に対する質量比で表示)に強く影響される。配合原料の2~5mm比率の上昇は、微粉部の造粒度が上昇し、さらに、擬似粒度分布が狭まることを示す。-0.5mm中のカーボン量の上昇は、0.5mm以上の粒径の擬似粒子内部へのコークスの埋まり込みが減少することを示す。したがって、燃焼C量を改善するためには、粒径の揃った擬似粒子をつくり、吸引空気を層内に均一に流すことと、粉コークスの擬似粒子内部への埋まり込みを

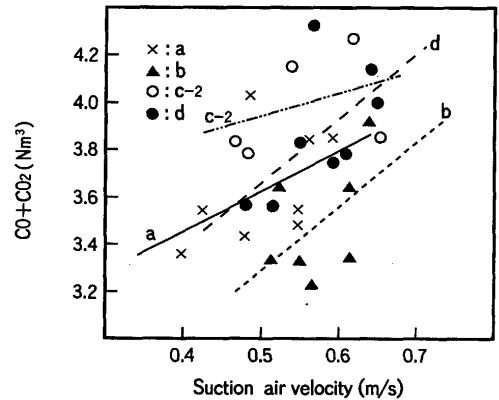


Fig. 4. Influence of suction air velocity on the amount of coke combustion (CO+CO₂) for different granulation method a, b, c-2 and d.

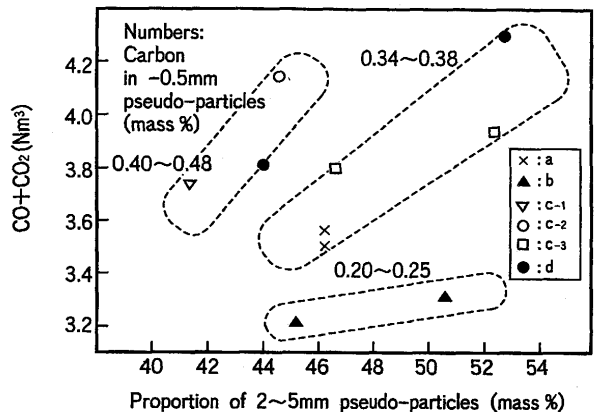


Fig. 5. Effect of the property of pseudo-particles on the amount of coke combustion (CO+CO₂). (Suction air velocity : 0.53~0.58m/s)

減少させることが効果的であると解釈できる。

Fig. 5において、この視点から原料事前処理法の差を評価すると、通常造粒における高水分化bでは、粉コークスの擬似粒子内部への埋まり込みの影響が大きく、基準aより燃焼C量が低下する。基準a、および、選択造粒を実施したc-1, 2, 3, dでは、擬似粒度分布と粉コークスの擬似粒子内部への埋まり込みの程度に応じて、燃焼C量が変化する。

3.2.2 粉コークス完全燃焼率変化の要因解析

Fig. 6は、完全燃焼率の詳細な解析のために、焼成時吸引流速を0.53m/s一定として実施した鍋試験の解析結果を示す。横軸は擬似粒子-0.5mm粒径部分のCaO/Fe₂O₃であり、0.5mm以上の粒径の擬似粒子内部への石灰石の埋まり込みが少ない場合に、この指標は上昇する。この指標と完全燃焼率との間にはFig. 6に示す強い相関が認められる。このことから、石灰石を擬似粒子内部に閉じ込めず、擬似粒子表層部に偏在させることで、完全燃焼率が改善されると解釈できる。

Table 2に示す造粒条件差から、この現象は以下のように考察される。配合原料中の高Al₂O₃部分は、良好な造粒性を示す粘土鉱物が多く含まれるので、石灰石がこの部分と共存すると擬似粒子内部に埋まり込みやすくなる。したがって、擬似粒子内部への石灰石の埋まり込みが最も少なくなるのは、全ての石灰石が粘土鉱物の少ない低Al₂O₃部分に偏在している選択造粒dのケースである。選択造粒cは、石灰石の一部が高Al₂O₃の選択造粒物に閉じ込められているので、低Al₂O₃部分に存在している石灰石量はdより少ない。通常造粒aおよびbは均一混合されているので、石灰石の擬似粒子内部への埋まり込み量は、造粒水分差などによる擬似粒子強度変化の影響を受ける。

一方、焼結プロセスにおける融液生成反応は鉄鉱石と石灰石との接点から始まることから¹³⁾、CaO/Fe₂O₃の大小はカルシウム・フェライト(CF)系融液生成反応に大きな影響を与える。したがって、Fig. 6における粉コークスの完全燃

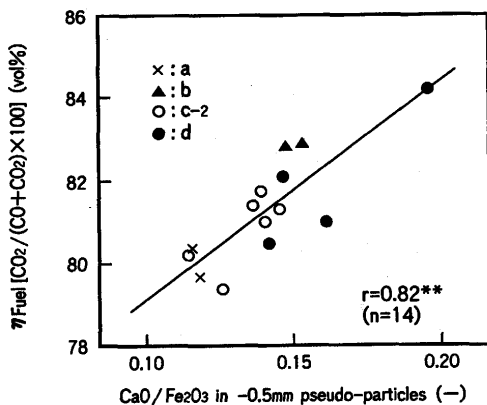


Fig. 6. Effect of limestone concentration at the surface of pseudo-particles on the complete combustion rate of coke (η_{Fuel}). (Suction air velocity: 0.53m/s)

焼率の差は、擬似粒子表層部へのCaO成分偏在による融液生成状況の差が、融液の移動によって形成される気孔ネットワークの構造に大きな影響を与えた結果、生じたものであると考えられる。すなわち、配合原料中の擬似粒子表層部にCF系融液を生成しやすい部分を積極的につくることにより、焼結体の通気性を支配する気孔ネットワークの形成が促進される。その結果、粉コークスへの酸素供給が促進されて、完全燃焼率が上昇するものと考えられる。

3.3 融液生成状況の変化に関する考察

Fig. 7は、焼成時の吸引流速に対して、焼成時の通気圧損と冷却速度の変化とを整理したものである。焼成時の通気圧損は、基準とした試料aに対して、b, c-2およびdのいずれの場合も低下している。一方、冷却速度は造粒条件によって違いが見られる。すなわち、選択造粒を行っていないaおよびbについては、ほぼ同程度の冷却速度であるが、選択造粒を実施したc-2およびdについては、aおよびbに比べて冷却速度が低い結果となっている。この原因としては、焼結過程で生成する気孔ネットワークの違いによる伝熱面積の差と、焼結過程での融液の凝固に伴う熱放出量の差とが考えられる。前者は、Fig. 7 (a)と(b)とで、aに対するb, c-2, dの大小関係に相関がないことから主要な原因とは考えられず、後者の被冷却物の性状の差、すなわち融液量の差が冷却速度の差に大きく影響しているものと考えられる。

この視点からFig. 7 (b)について考察する。まず、通常造粒のaと高水分化したbとは吸引流速と冷却速度の関係に差は生じていない。一方、選択造粒処理を行ったc-2およびdでは、吸引流速が一定のもとで冷却速度が低下している。

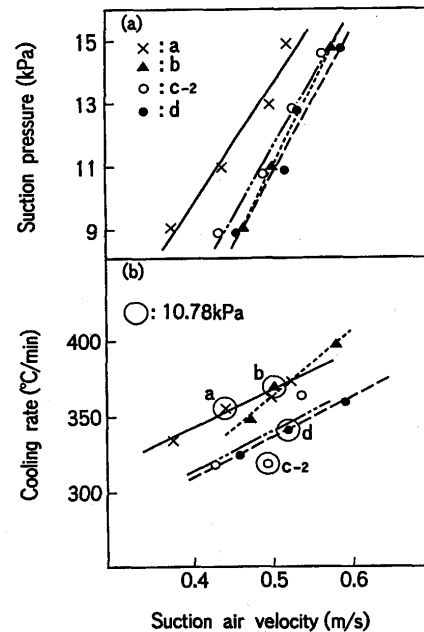


Fig. 7. Influence of suction air velocity on permeability in sintering and cooling rate of sinter for different granulation method a, b, c-2 and d.

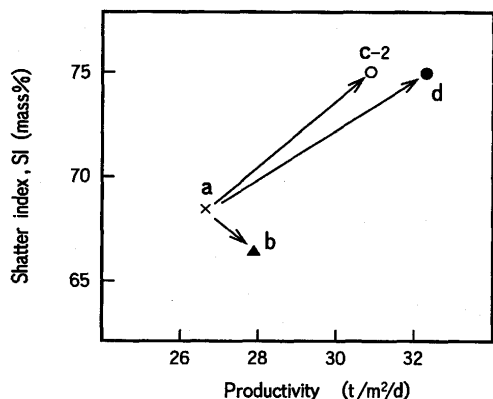


Fig. 8. Influence of productivity on strength of sinter (SI) for different granulation method a, b, c-2 and d. (Suction pressure: 10.8kPa)

また、Fig. 7 (b)中の丸印は吸引負圧が10.78kPa一定で焼成を行ったものである。同一負圧下において、b, c-2およびdは、基準aに対していずれも通気性は改善され吸引流速が上昇する。ここで、bは基準aに比べて冷却速度も上昇するが、選択造粒処理を行ったc-2およびdでは冷却速度が低下する。

これらの現象は、以下のように解釈できる。bは基準aに対して、粉コークスの完全燃焼率は改善するが燃焼C量が低下することにより、融液の生成状況に大きな変化はなく、吸引流速と冷却速度との関係に差は生じなかった。一方、c-2およびdの焼成過程においては、aに比較して、粉コークスの完全燃焼率、もしくは燃焼C量が改善される。さらに、原料事前処理段階でCaO成分を偏在させたことにより、カルシウム・フェライト系融液の生成量が増加する。その結果、冷却過程で、融液の凝固に伴う熱放出量が大きくなり、吸引流速と冷却速度との関係に差が生じる。

このような焼結原料事前処理法の違いによる融液生成状況の変化を踏まえて、その適切な処理法を選択することにより、生産性や品質などを改善することが可能になると思われる。Fig. 8は上記の10.78kPa一定負圧での焼成試験結果で、造粒条件を変化させた場合の生産性と強度との関係を示す。通常造粒aに対して、高水分化したbでは通気性の改善に伴い生産性が向上するが、冷却速度の上昇等により成品の冷間強度は低下する。一方、選択造粒処理を行ったc-2およびdでは、通気性の改善と併せて融液量の増加と冷却速度の低下とが実現でき、生産性および強度をとともに向上させることができる。

以上述べてきたように、造粒方法の差による焼成状況変化の要因を解析することにより、焼結原料の事前処理工程に求められる機能としては、造粒強化による通気性の改善だけでなく、擬似粒子構造における粉コークスや石灰石などの賦存状態の制御による、粉コークス燃焼性の改善や融

液生成能力の改善なども重要であることが明らかとなった。

4. 結言

焼結反応の改善を目的とした原料事前処理工程の最適化を図るために、異なる擬似粒子構造の下での焼結機構の変化に関して要因解析を行った。通常の造粒法aに対して、水分だけを上昇させたケースb、粘土系鉄鉱石微粉部と石灰石を選択造粒したケースc、粘土系鉄鉱石微粉部のみを選択造粒したケースdの各ケースに関して、4水準の定負圧焼結鍋試験と1水準の定風量焼結鍋試験を実施し、以下の知見を得た。

(1)原料充填層の通気性は、配合原料微粉部の造粒度を上昇させるだけでなく、擬似粒子の粒度分布を狭めて2~5mm粒径比率を上昇させることにより改善される。

(2)配合原料中の粉コークスの燃焼C量(CO+CO₂)を上昇させるには、2~5mm粒径の擬似粒子量の増加による原料充填層の通気性改善と、粉コークスの擬似粒子表層への偏在が有効である。

(3)配合原料中の粉コークスの完全燃焼率(CO₂/(CO+CO₂))を改善するには、擬似粒子表層部のCaO/Fe₂O₃を上昇させることが有効である。すなわち、選択造粒dのように、擬似粒子内に石灰石を閉じ込めず、擬似粒子表層に偏在させることが効果的である。

(4)通常造粒aに対して、造粒水分を上昇させたbでは、焼結速度は上昇するものの冷却速度も上昇し、成品強度は低下する。

(5)選択造粒cおよびdによれば、通常造粒aに対して焼結速度が上昇する。さらに、融液量増加に起因すると考察される冷却速度の低下が可能となり、成品強度が向上する。

文 献

- 1) 佐藤勝彦：浮選，28 (1981)，99.
- 2) 鈴木 悟，佐藤勝彦，藤本政美：鉄と鋼，73 (1987)，1932.
- 3) 古井健夫，川頭正彦，菅原欣一，藤原利之，香川正浩，沢村 惇，宇野成紀：製鉄研究，(1976) 288，11797.
- 4) 肥田行博，伊藤 薫，佐々木稔：鉄と鋼，66 (1980)，S82.
- 5) 渋谷倬二，丹羽康夫，中尾亜男，谷中秀臣，黒沢信一，竹元克寛：鉄と鋼，67 (1981)，S92.
- 6) 肥田行博，岡崎 潤，中村圭一，上川清太，葛西直樹：鉄と鋼，78 (1992)，1021.
- 7) 川口尊三，栗山和益，佐藤 駿，高田耕三：鉄と鋼，73 (1987)，1924.
- 8) 大友崇穂，田口 昇，葛西栄輝，大森康男：鉄と鋼，76 (1990)，683.
- 9) 芳我徹三，福田 一，吉本博光，香川正浩：鉄と鋼，70 (1984)，S16.
- 10) 芳我徹三，大塩昭義，福田 一，吉本博光，香川正浩：鉄と鋼，70 (1984)，S17.
- 11) S.Kasama, T.Inazumi and K.Sato: Proc. of 6th Int. Iron and Steel Cong., ISIJ, Nagoya, (1990), 118.
- 12) 芳我徹三，空閑俊次，小園琢磨，緒方就昭：鉄と鋼，82 (1996)，981.
- 13) 肥田行博，宮崎武志，佐々木稔，相馬英明，佐藤勝彦，内藤文雄，香川正浩，谷口正彦：製鉄研究，(1987) 325，70.