

Table 1. Raw mixture
Proportions of raw materials.

Time	Lime stone	Pyrite cinder	Foreign ore		Iron sand	O. H. Slag	Other's ore	Mill scales	Return fines	Coke breezes
			General	Hong kong						
1958.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2~3	0	27	39	4	12	5	6	7	42	3.4
5~6	5	31	33	0	15	5	4	7	38	3.4
8~10	10	21	33	0	11	5	9	5	34	3.4

Size grading, moisture content of raw mix

Lime stone %	Moisture	Size fraction								
		+10mm	10~5	5~3	3~1	mesh 1~65	65~100	100~200	mesh -200	Mean size
0	8.3%	4%	16%	12%	24%	23%	7%	8%	6%	2.9mm
5	8.2	4	15	12	22	23	6	10	8	2.7
10	7.2	6	14	15	24	21	5	8	7	3.1

Size grading, CaO content of lime stone

CaO	Size fraction								
	+10mm	10~5	5~3	3~1	mesh 1~65	65~100	100~200	mesh -200	Mean size
54.3%	0%	0%	4%	33%	29%	9%	15%	10%	1.1mm

Table 2. Sinter produced
Size grading, shatter strength of sinter (1)

Lime stone %	Size grading							Mean size	Strength S.I 10mm
	+100mm	100~75	75~50	50~25	25~10	-10mm			
0	41%	20%	12%	11%	9%	7%	92mm	80%	
5	16	11	12	20	23	18	55	76	
10	16	12	12	22	22	16	55	78	

Chemical analysis of sinter.

Lime stone %	T. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	TiO ₂	S	C	CaO/SiO ₂	Degree of oxidation
0	58.7%	16.6%	65.5%	2.4%	7.4%	1.3%	0.02%	0.04%	0.3	92.0
5	56.8	15.4	64.0	5.0	7.0	1.5	0.03	0.05	0.7	93.1
10	54.6	14.3	62.2	9.1	7.3	1.1	0.09	0.06	1.3	93.2

Remark (1) Samples of ordinary sinter were sampled by a hand sampling accompanied with a bias. Samples of lime sinter were sampled by a mechanical sampling not accompanied with a bias.

(2) Degree of oxidation = $(3T. Fe - Fe^{++})100/3T. Fe$

富士製鉄，釜石製鉄所研究所

土居の内孝・〇千田 昭夫・大淵 成二

(15) 磁鉄鉱系原料による自溶性焼結 鉱の研究

Studies on the Self-fluxing Sinter of
Made from Magnetite Ore

Akio Chida, et alii.

I. 緒 言

自溶性焼結鉱に関しては従来各地において種々な研究や実際操業が行われており，それを高炉操業に応用した場合の有効性が確認されて来ている。しかしこの効果も焼結に使用する原料によつてまちまちで，それぞれの原

料に応じた自溶性焼結鉱の製造方法が違ってくるわけで焼結原料中に含有する諸元素 (CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO etc.) の量および粒度などに左右されることも考えられる。したがって同じ磁鉄鉱でも含有成分量によっては石灰含有原料を焼結原料に添加した場合の効果に差異が生ずることは必然である。そこでわれわれは化学組成の異なる磁鉄鉱系の単味銘柄4種 (釜石特粉, 赤金精鉱, カッチーノ粉, および砂鉄) に石灰石の添加量を変化させてその効果を確かめ, さらにこのうちで CaO/SiO₂ の値の異なる釜石特粉と砂鉄について石灰石, 焼石灰およびドロマイトの添加量を変えて排ガス (CO₂, O₂, CO) の分析を行い, これとともに還元試験および顕微鏡組織の検討を実施して組織と被還元性との関連性につき若干の試験を行ったので得られた結果につき報告する。

II. 実験方法

上面 170mmφ, 下面 120mmφ, 深さ 300mmの円筒形小型試験鍋を用いて, 使用原料としては Table 1 に化学組成を示す釜石特粉, 赤金精鉱, カッチーノ粉および砂鉄を使用した。Table 2 にその粒度組成を示す。生原料と返鉱の配合比は 77:23 でこれにコークス-2.7mmのものをそれぞれの銘柄に応じて配合し, Table 3 に示す化学組成の石灰石, 焼石灰, ドロマイトの添加量を変えて試験した。これらの添加物は過去の試験から最適粒度として 1~3mm のものを用いた。混合原料水分

はそれぞれの銘柄ごとの適正水分をとった。排ガス分析はヘンペル・ガス分析法によった。

III. 実験結果ならびに考察

(1) 各原料におよぼす石灰石添加の影響

釜石特粉, 赤金精鉱, カッチーノ粉および砂鉄について石灰石添加量を0, 5.0, 7.0, 9.0, および 11.0 と変化させ負圧 -1200mm Aq で焼結試験を行った。鍋歩留では特粉は 5.0%, 赤金 5.0% カッチーノも 5.0%付近, 砂鉄だけが5.0~7.0% 石灰石添加の場合が高い値を示した。落下強度は石灰石添加にともなうて低下の傾向がみられ, 焼結時間は赤金, カッチーノ砂鉄は石灰石添加により短縮されるが釜石特粉のみは 5.0% が短かく, その後長くなつて低下する傾向を示した。Fig. 1 にこの試験における生産率を図示する。

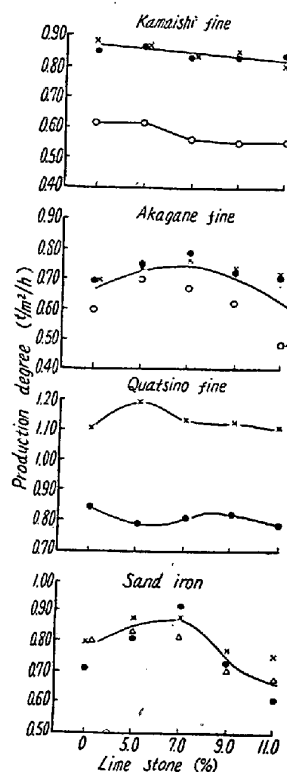


Fig. 1. Relation between production degree and additional lime stone%

Table 1. Chemical analysis of raw materials (%)

Raw materials	%	T. Fe ₂	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Mn	P	S	Cu	TiO ₂	AS	Zn	CaO/SiO ₂
Kamaishi fine		61.29	28.05	5.84	4.43	1.94	0.79	0.18	0.020	0.765	0.046	0.05	0.002	0.030	0.76
Akagane fine		60.78	22.63	6.98	3.58	0.64	0.54	0.11	0.011	1.228	0.016	0.09	0.005	0.017	0.51
Quatsino fine		58.16	24.50	6.66	4.00	2.66	1.56	0.18	0.019	0.163	0.010	0.09	0.014	0.015	0.60
Sand iron		59.77	27.36	4.87	0.31	3.09	1.33	0.40	0.073	0.038	0.013	8.54	0.006	0.067	0.06

Table 2. Size analysis of raw materials (%)

Raw Materials	Mesh										
	>2	2~4	4~8	8~16	16~32	32~60	60~100	100~150	150~200	200>	
Kamaishi fine			0.5	0.5	4.7	19.7	21.8	16.9	16.3	19.6	
Akagane fine		0.1	0.3	0.4	1.3	6.2	17.0	23.2	20.0	31.6	
Quatsino fine		5.1	10.4	20.0	20.2	14.3	18.9	4.9	3.4	7.9	
Sand iron				0.2	2.7	37.9	40.1	16.0	2.2	0.9	

Table 3. Chemical analysis of lime stone, burnt lime, and dolomite (%)

Name	%	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	P	S	Cu	Ig. loss	H ₂ O
Lime stone		48.95	4.52	2.86	0.78	0.03	0.024	0.009	0.040	40.56	0.82
Burnd lime		74.36	4.49	0.38	1.07	0.01	0.030	0.075	0.060		
Dolomite		32.78	1.34	0.28	18.56	0.65	0.016	0.025	0.053	44.28	0.13

これからみて各原料ごとに焼結性の良くなる適正石灰石添加量が存在することがわかる。

(2) 特粉, 砂鉄における石灰含有原料添加の影響

以上の結果から CaO, SiO₂ の含有比の違つた特粉, 砂鉄を選んで初期負圧 -900mm Aq. で 1~3mm の粒度の石灰石, 焼石灰およびドロマイトを 0, 5.0, 10.0, 15.0 および 20.0% と添加量を変えて, その焼結性, 成品の性質などにつき検討を加えた。

i) 焼結性

鍋歩留生産率は特粉, 5.0%, 砂鉄は 10.0% 付近の添加の場合が高い値を示し, 落下強度は添加量が増加するにもなつて低下する. このように特粉と砂鉄で適正添加量が異なるのは単に焼結原料の通気性の良否によるばかりではないことも確かめられた. 焼結性は石灰石, ドロマイト, 焼石灰, の順に悪くなる.

ii) 排ガス分析

焼結過程における添加剤の効果を確かめる一手段として排ガスの分析を行つてみたが, Fig. 2 に焼結開始後 5 分時における排ガス中の CO₂ 量と添加剤量変化について図示したが, 石灰石添加の場合, 特粉, 砂鉄とも CO₂ 量は高い. これは CaCO₃=CaO+CO₂ なる反応にもとづくもので当然であろう.

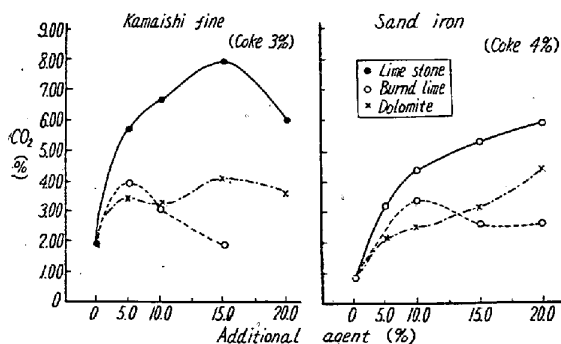


Fig. 2. Relation between CO₂ content in exhaust-gas and changes of additional agent (at after 5mn)

iii) 顕微鏡組織と被還元性

Fig. 3 に特粉に石灰石を添加した場合の顕微鏡写真, 165×2 倍のものを示すが石灰石 5.0% までは Fe₂O₃

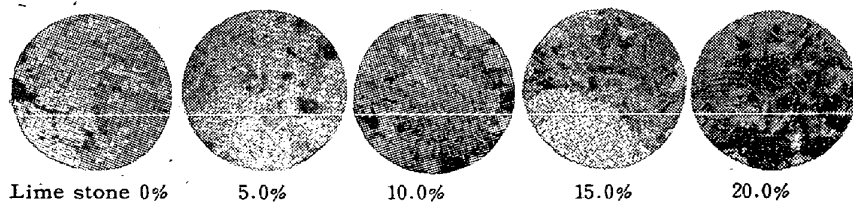


Fig. 3. Microstructure with changes in additional amount of lime stone (Kamaishi fine) 165×2 (×2/5)

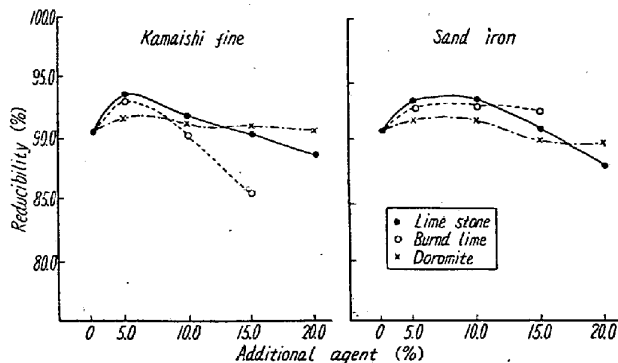


Fig. 4. Relation between reducibility and changes of additional agent (at 900°C, 2h)

と Fe₃O₄ 組織で余り変りないが 10.0% では Fe₂O₃ の量が多くなり, また Ca-ferrite の針状結晶が存在している. この傾向は石灰石の添加量が増すにしたがつて多くなつてくる. 砂鉄の場合は Fe₂O₃ の析出量は増大してくるが Ca-ferrite の析出は石灰石 10% 以上添加後みられる. 焼石灰, ドロマイトも石灰石と同じ傾向を示すがその度合は低い. Fig. 4 に学振法粒状還元試験法によつて行つた 900°C, 2h における石灰添加剤量を変えた焼結鉱の還元率を示すが特粉の場合は 5.0% 添加の際が還元率高く, 砂鉄は 5.0~10% の時が高く, それ以外は低い. これらのことから, 焼結鉱の品質的にみても添加剤の分解による CO₂ 発生により焼結過程において Fe₃O₄ が Fe₂O₃ になる反応が促進され Fe₂O₃ の析出は大になるが, 多量に添加するとスラッグ相に Ca-ferrite が析出してこれが還元性を阻害する一つの原因となることが考えられる. したがつて焼結原料に最初から含まれる CaO や SiO₂ 量により添加剤の作用で顕微鏡的組織が変化し, それが被還元性にも影響してくるものと考えられる.

IV. 結 言

以上磁鉄鉱系単味銘柄 4 種をえらび石灰石, 焼石灰, ドロマイトを配合しその効果を確かめた. 結果的にみてそれぞれの銘柄によりその効果は区々で, 使用する原料に応じた適正添加量が存在するものと思われ, これは主に原料中に含有する CaO, SiO₂ によつて差異を生ずるものと考えられる. また成品焼結鉱の品質について顕微鏡的, 化学組成的にまた還元性等につきその関連性につき若干の考察を行つた.