

## 討4 蛇紋岩，ドロマイトおよび石灰石の焼結性におよぼす影響

川崎製鉄 千葉製鉄所 清水政治 才野光男 栗山 莞  
技術研究所 岡部俣児 稻谷暢男

### 1 緒言

近年、高炉スラグの量および質の調整のため、造滓原料を使用する機会が多いが、川崎製鉄千葉製鉄所では、SiO<sub>2</sub>源、MgO源である蛇紋岩を焼結過程で添加して使用している。しかるに、蛇紋岩の添加により、焼結性の悪化、とくに落下強度の低下がみられた。これは、蛇紋岩の分解生成物およびMgOの反応性の悪さに起因していると考えられるので、今回、MgOの存在形態および化学組成の異なる蛇紋岩とドロマイトを用いて、MgOおよびCaOの焼結性におよぼす影響について検討した。

### 2 試験方法および試験結果

試験は、30kg試験鍋を用いて、下記の条件で行なった。

- (a) 基準鉱石 アルガロホ
- (b) 基準鉱石粒度 表2に示す
- (c) コークス配合比 5%
- (d) 配合原料水分 5%
- (e) 吸引負圧 1200 mm H<sub>2</sub>O

表1 供試鉱石化学成分

	T. Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
アルガロホ	61.25%	6.20%	1.42%	0.84%	1.00%
蛇紋岩	5.40	39.94	1.16	0.35	37.72
ドロマイト	0.42	0.76	0.30	33.90	18.10

#### [ 実験 - I ]

- (1) 試験方法 蛇紋岩およびドロマイト特有の影響を調べるため、基準鉱石と同じ粒度構成に調製した蛇紋岩およびドロマイトを、添加量をかえて試験した。

表2 基準鉱石粒度構成

	10~7 <sup>mm</sup>	7~5	5~3	3~2	2~1	-1 <sup>mm</sup>	平均粒径
実験-I, III	10%	15%	20%	10%	15%	30%	3.18 <sup>mm</sup>
実験-II A	20	25	20	10	10	15	4.48
実験-II B	0	0	15	30	25	30	1.88

添加量 5%, 10%

- (2) 試験結果 図1に示すように、焼結時間は、蛇紋岩の場合添加量が増すにつれ長くなる傾向を示し、ドロマイトの場合には逆に短くなっている。この差異は、原料の粒度構成がすべて同じことを考えれば、両者の化学的な相違によると思われる。表1からわかるように、蛇紋岩とドロマイトではCaOの含有量がことなっており、CaO含有量が焼結時間に影響していると考えられる。また、落下強度については、蛇紋岩の場合添加量が増すにつれ向上してくるが、ドロマイトの場合には低下している。これは、焼結時間および焼結組織の相違によると思われる。

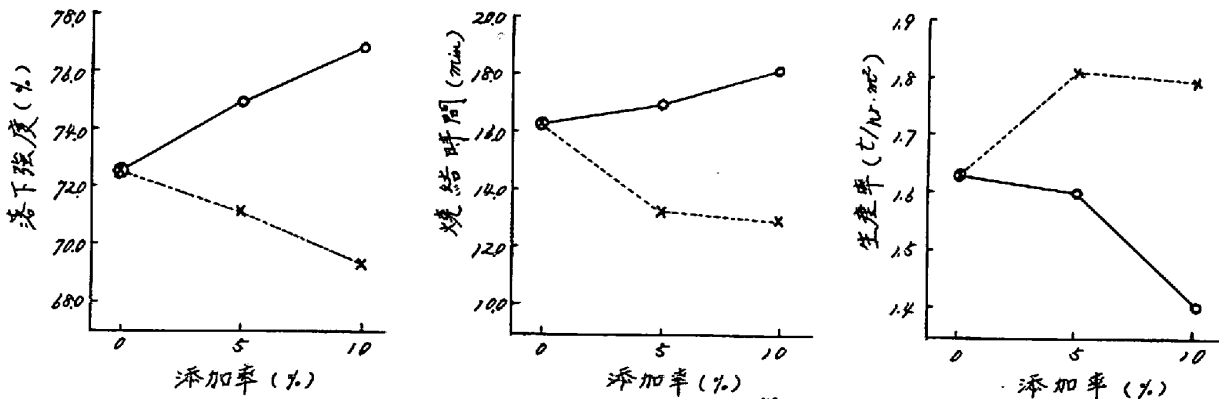


図1. 焼結におよぼす蛇紋岩、ドロマイトの添加量の影響 (石灰石無添加の場合) ○—○ 蛇紋岩  
×---× ドロマイト

〔実験 - II〕

(1) 試験方法 実験-Iの結果から、CaOが焼結時間、落下強度に影響をあたえていると考えられるので、CaOの影響を調べるため、石灰石を添加して塩基度をかえて試験した。

塩基度 (CaO/SiO<sub>2</sub>) 0 ~ 4.0

基準鉱石粒度 平均粒径 1.88, 4.48 μm

(2) 試験結果 まず、落下強度は図2に示すように、塩基度によつて変化し、低塩基度側に極小点、高塩基度側に極大点がある。また、原料鉱石の粒径が小さいほうが、大きい場合にくらべ極小点、極大点とも高塩基度側にずれている。焼結組織を顕微鏡によつて観察すると、極小点までの低い塩基度の焼結鉱はCaO-SiO<sub>2</sub>系のガラス質組織が多いが、極小点以上の塩基度の焼結鉱にはガラス質組織は見あたらず、Calcium - ferriteが晶出している。また、原料鉱石の粒径が小さいほうがcalcium - ferriteの晶出する塩基度は高くなつている。一般にガラス質組織の存在は焼結鉱の強度を低下させるといわれており、calcium - ferriteの晶出しはじめる、落下強度の極小点の塩基度までは、CaOの増加はガラス質組織の増加となり強度を低下させると考えられる。極小点以上の塩基度になると、calcium-ferriteの晶出により強度は向上する。このように、焼結鉱の強度は、その焼結組織と関係がある。

焼結組織は、焼結過程で生成する融体の化学組成で決定される。すなわち、融体中の酸化鉄、SiO<sub>2</sub>およびAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量の相対値が一定であれば、焼結組織はCaOの含有量によつて決定される。添加したCaOが、ほぼ完全に溶解するとすれば、溶けた鉱石量が多いほど融体中のCaO含有量は低くなり、溶けた鉱石量が少ないほど融体中のCaO含有量は高くなる。

したがつて、強度の極小点、極大点があらわれる塩基度の値が、原料鉱石の粒径の小さいほうが高塩基度側にずれるのは、粒径が小さいほど溶ける鉱石量が多くなり、融体の塩基度が低くなるためと考えられる。また、焼結時間についても図3に示すように、落下強度と同様の関係を示している。塩基度の上昇とともに融体量が増加していき焼結層の空隙が増加し、通気性が改善されて、焼結時間が短くなる。しかし、さらに塩基度が上昇して、融体量がある量以上になると、融体が焼結層の目づまり的な役割をして通気性を悪化させるので、焼結時間が長くなると推察される。

上述のように、CaOは原料鉱石の粒径とともに焼結過程中に生成する融体の質および量に大きな影響をおよぼし、落下強度、焼結時間などの焼結性を左右することがわかつた。

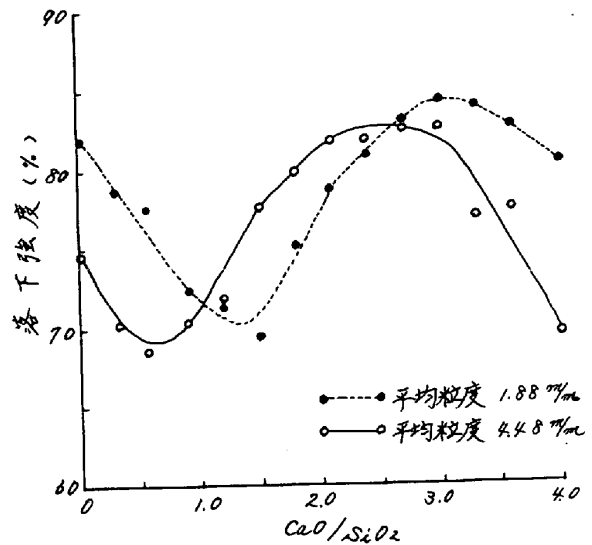


図2. 落下強度に対する塩基度および原料粒度の影響

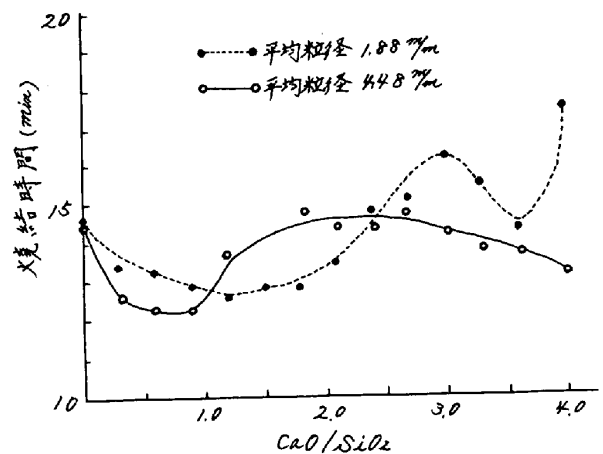


図3. 焼結時間に対する塩基度および原料粒度の影響

[ 実験 - III ]

(1) 試験方法 [ 実験 - I ] および [ 実験 - II ] より CaO

が焼結性に影響することがわかつたので、実操業に近い塩基度で蛇紋岩およびドロマイトを添加した場合の影響を調べた。すなわち、塩基度 2.0 で蛇紋岩およびドロマイトの粒度をかえて試験した。

添加率	(蛇紋岩)	1.5%, 3.0%
	(ドロマイト)	3.0%, 6.0%
添加物粒度		3~5 $\mu\text{m}$ (粗), -1 $\mu\text{m}$ (細)

(2) 試験結果 図 4 に示すように、焼結時間は、蛇紋岩の場合粗粒、細粒とも添加量が増加するにつれて短くなる傾向を示すが、粗粒のほうがこの傾向は大きい。一方、ドロマイト添加での焼結時間は粒径によつて異なり、細粒の場合は添加とともに長くなり、粗粒の場合は短くなる傾向を示している。塩基度 2.0 の条件で試験したため、蛇紋岩の場合は添加によつて焼結鉱中の SiO<sub>2</sub> 含有量が増加し、このため CaO 量も増加する。したがつて、焼結過程に生成する融体量が増加し、焼結層の空隙が多くなり、焼結時間が短くなると考えられる。しかし、ドロマイトの場合は SiO<sub>2</sub> 含有量はほぼ同一なので CaO 量もほとんど変化がないので CaO の影響ではなく、添加物の粒径によると考えられる。すなわち、基準鉱石粒度より粗い粒子の場合には焼結層の通気性を良くするが、細粒の場合には、通気性を悪化させるためと考えられる。

また、落下強度については、はつきりした傾向はわからないが、蛇紋岩の場合 1.5% 添加では、いくぶん向上するが、3.0% 添加では低下する傾向を示している。ドロマイトの場合には 6.0% 添加で粗粒のものは低下するが、細粒の場合には向上している。

3 考察

まず、落下強度については、今回の実験では明確に把握することが出来なかつた。しかし、実機での蛇紋岩添加時と無添加時の操業結果によると(表 3)、蛇紋岩の添加によりシャッター強度が低下している。この原因として、蛇紋岩の分解生成物および MgO の反応性が悪いため、蛇紋岩と接触する CaO は反応しがたく、したがつて、融体中の塩基度は低下する。実操業の塩基度は約 1.7~1.8 であり、この塩基度は図 2 における落下強度の極小点と極大点の中間にあたり、塩基度の低下は落下強度の低下をもたらす。したがつて、同一の塩基度では、蛇紋岩の添加により焼結過程に生成する融体の塩基度が低下し calcium-ferrite の晶出量が減少するため強度が低下すると考えられる。

つぎに、焼結時間については、[ 実験 - II ] の結果より焼結過程に生成する融体量によつて左右されるといえる。[ 実験 - I ] と [ 実験 - II ] の結果をくらべると、蛇紋岩、ドロマイトともに石灰石を添加した場合

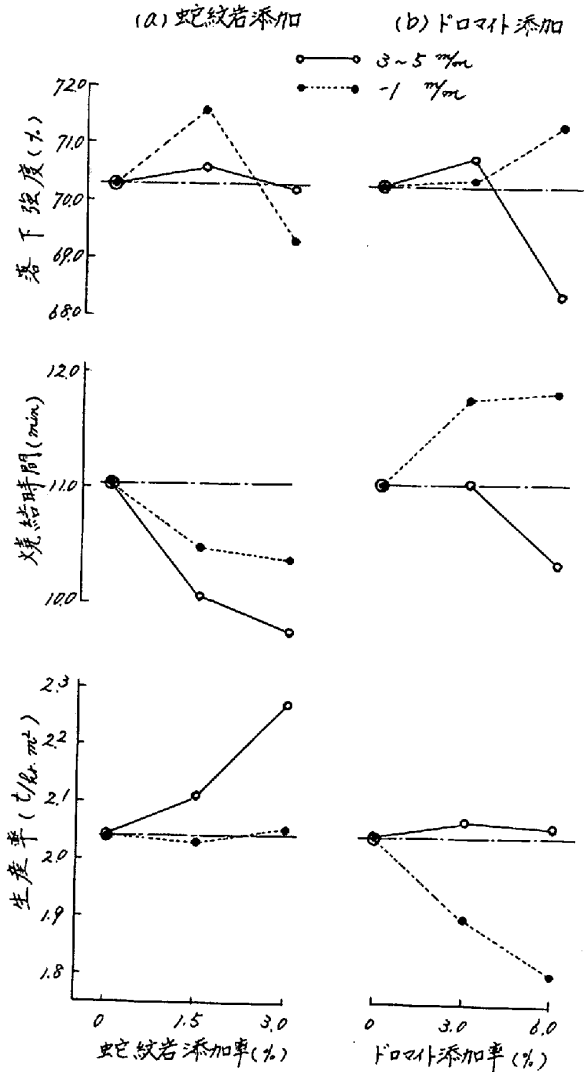


図 4. 焼結特性におよぼすドロマイト、蛇紋岩の添加量および粒度の影響 (CaO/SiO<sub>2</sub> = 2.0 の場合)

のほうで、焼結時間は明らかに短くなっている。また、〔実験-I〕のドロマイトの場合のように、添加量が増すにつれ、すなわち、CaO量の増すにつれて焼結時間が短縮している。さらに、〔実験-III〕の蛇紋岩の場合のように同一の塩基度でもCaO量の多い方が焼結時間は短くなる。以上の結果、CaO量の増加により生成する融体量が増加し、このため焼結層の通気性が改善され、焼結時間が短くなるといえる。しかし、蛇紋岩、ドロマイトの添加によつて、その分解生成物およびMgOの反応性の悪さからくる融体の生成量の減少により焼結時間が長くなることも、〔実験-I〕の蛇紋岩添加の結果から推定されるが、その影響は、〔実験-III〕の蛇紋岩の添加量が増してもCaO量が増すことにより焼結時間が短くなっている結果より、CaO量の影響にくらべて非常に小さいものと考えられる。

したがつて、焼結過程で蛇紋岩あるいはドロマイトを添加する場合、焼結鉄の塩基度を同一にし

た場合には、その分解生成物およびMgOの反応性の悪さによつて、生成する融体の質および量が変わり、落下強度の低下、あるいは焼結時間の増大が生ずると思われる。したがつて、蛇紋岩、あるいはドロマイトを添加する場合には、塩基度を上昇させることにより、その悪影響を少なくすることが可能と考えられる。

#### 4 結言

蛇紋岩、ドロマイトを添加した場合の焼結性の変化をCaOの影響とあわせて検討した。

- (1) 焼結時間、落下強度は焼結過程に生成する融体の質および量によつて左右される。この融体の量および質は、CaO量あるいは原料鉄石の粒径によつて変化する。
- (2) 蛇紋岩、ドロマイトを添加した場合、その分解生成物およびMgOの反応性の悪さから融体の量が減少し、落下強度の低下、焼結時間の増大の悪影響があらわれる。しかし、CaO量の増加によつてこの影響を少なくすることができると思える。

#### 文献

- 1) 近藤ら : 鉄と鋼 55(1969)11, P. 45

表 3 焼結操作データ

	I - a	I - b	II - a	II - b
蛇紋岩添加率 %	0	1.9	0	1.9
生産率 $t/hrm^2$	1.73	1.70	1.80	1.77
シヤクタ強度 %	85.1	84.7	85.4	84.2
成品中-5 $\mu m$ %	4.8	4.6	3.6	4.5
還元崩壊指数 %	11.7	8.8	7.2	7.4
層 厚 mm	328	334	340	340
ベルト速度 m/min	2.56	2.63	2.68	2.66
コークス配合比 %	5.20	5.38	5.16	5.05
返鉄配合比 %	50.7	55.4	48.7	48.4
成品成分 %				
SiO <sub>2</sub>	4.90	5.27	5.07	5.39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.92	1.94	1.91	1.94
CaO	8.97	9.32	8.86	9.46
MgO	0.73	1.27	0.62	0.94
FeO	10.64	10.19	10.51	10.57
CaO/SiO <sub>2</sub>	1.83	1.77	1.75	1.75