

内地鐵鑛石使用と熔鑛爐に於ける脱硫の問題 (第2報)

(第34回秋季講演大會講演)

和田 亀 吉*

DESULPHURIZATION OF DOMESTIC IRON

ORES IN THE BLAST FURNACE. (REPORT II)

Kamekichi Wada.

Synopsis: Since the war we have operated the blast furnace by charging only domestic iron ores and produced pig iron with the average content of sulphur running up to 0.17% in 1946. Before charging the domestic ores the average content of sulphur in the charged raw material was about 12 to 14 kg. per ton of pig iron tapped, but recently it has increased up to 25 to 30 kg. Generally 70 to 75% of the sulphur runs out with the slag and 20 to 25% of it with the gas. The average content of sulphur in the coaking coal was 0.7% and practically none of the sulphur decreased by washing nor coking. The content of sulphur were generally large in the fine and sintered ore under 10 mm sizes.

Generally the ratio of desulphurization by sintering is from 80 to 90% and it is possible to make it over 90% by improving the method of crushing and screening.

To desulphurize by briquetting it is necessary to roast it up to 1200°C. By using the cement rotary kiln we found out that it is possible to desulphur the lump ore from 70 to 80%. Desulphurization within the blast furnace is 94 to 95% which gives the same ratio and shows no difference whether it be foreign or domestic. Decrease in the blast pressure and the furnace temperature give a bad effect on desulphurization. It is desirable to have a content of 1.0 to 1.5% of Mn in the pig iron and a basicity over 1.3 in the slag. After tapping about 25 to 35% are desulphurized in the ladle on the way to the pig casting machine and about 30 to 35% when the molten pig are transferred to the open hearth plant by way of dead mixer. It is also possible to desulphurize 40 to 60% by adding 3 to 5 kg. of soda ash per ton of pig iron, but at present soda ash are not available. About 15% of the sulphur are removed by slagging off in the dead mixer.

We have come to the conclusion that in order to reduce and refine domestic iron ores it is best to screen it into lump and fine ores and then give the desulphurizing treatment accordingly. This is not impossible but it requires tremendous effort and time.

目 次

第1章	緒 言
第2章	八幡製鐵所に於ける原料鐵鑛石の變遷
第3章	熔鑛爐に於けるSバランス
第4章	コークス中Sの検討
第5章	鑛石中Sの検討
.....	以上前號.....
第6章	燒結工場に於ける脱硫
第7章	團 鑛
第8章	焙 燒
第9章	熔鑛爐内に於ける脱硫
第10章	爐外に於ける脱硫
第11章	結 論

第6章 燒結工場に於ける脱硫

洞岡燒結工場に於ける脱硫状態を第13表に示す。

第13表 洞岡燒結工場脱硫状態

年・月	原料中 S	成品中 S	脱硫率
昭和 22.1	3.54 %	0.77 %	78.5 %
2	3.33	0.32	75.4
3	4.22	0.23	94.5
4	3.33	0.50	84.8
5	2.11	0.59	71.8
6	3.23	0.64	80.0

第13表は洞岡燒結工場に於ける脱硫状態を示すものであるが、戸畑工場に於ても脱硫率は大体80%~90%であり、往時90%以上の脱硫率を示した事を考へると低能率であるが、燒結鍋、グレート其の他燒結設備の老朽に加へて原料の硫酸滓中の塊部が十分に燒結されず

* 日鐵八幡製鐵所

に成品に混入する事が大きな原因である事が判明した。乃ち設備の補修を十分に行ひ、原料の粉碎、成品の篩分を完全に行ひ、周密な作業を行ふ事により十分に脱硫目的を達成し得るものと信ずる。

現在技術研究所及現場に於て郡馬、赤坂、井野等各鑛石に就いて焼結性、脱硫性の研究を進めて居り、大体の結果は現在迄の所脱硫率80%~90%を示すが、歩留が50%~60%に低下して居る。

第7章 團 鑛

粉鑛篩別設備完成後の粉鑛處理並に脱硫に関しては焼結の外に團鑛がある。群馬、赤坂、井野、阿蘇、秩父、硫酸滓の6種を手打及び機械打の成型試験を行つた結果、硫酸滓を除く外は殆んど視鐵鑛のために含有水分多く原鑛のままでは成型困難で適當な石灰の配合が必要である。熔鑛爐に於て團鑛の強度 50kg/cm² を必要とすれば、成型に適當な配合水分は第14表の通りである。

第14表 團鑛の成型水分

種 別	群馬	赤坂	井野	阿蘇	秩父	硫酸滓
原 鑛 水 分	20.0	36.9	20.4	47.0	12.1	18.5
手打配合水分	27.0	20.0	25.0	35.0	15.0	22.0
水壓配合水分	19.0	16.0	18.0	29.0	9.0	13.0

依つて各種鑛石に石灰を1,2,3,4,5%配合し50mm立方の機械打及手打團鑛を成型し、1,000°C, 1,100°C, 1,200°Cで各々2時間加熱し、各々3回宛試験した結果は次の通りである。

群馬鑛石：機械打……焼成温度 1,200°C, 石灰配合率 2%, 耐壓強度 84kg/cm², 石灰配合率増加するにつれ強度低下し 5%の時は 54.5kg/cm² となる。焼成温度 1,100°Cにては強度 50kg/cm² 以上出ず團鑛として價値なし。脱硫率 1,100°C 82%~98%, 1,200°Cにて93

にては強度なく團鑛として價値なし。脱硫率 1,100°C 87%~98%, 1,200°Cにて 95%~100%である。

阿蘇鑛石：機械打……焼成温度 1,200°C, 石灰配合率 0%で耐壓強度 64.1kg/cm², 脱硫率 1,100°Cで 73%~97%である。石灰の配合増加するにつれて強度増し、4%の時 174.7kg/cm² となる。1,100°Cにては強度低し。

手打……焼成温度 1,200°C, 石灰の配合 1%の場合の耐壓強度 147.6kg/cm², 脱硫率 97%, 1,100°Cにては強度低し。

井野鑛石：機械打……焼成温度 1,200°C, 石灰配合率 0%の場合耐壓強度 67.3kg/cm² 石灰増加するにつれて強度増し 5%で 167kg/cm²

手打……1,200°Cにて強度なし。

秩父鑛石：機械打……焼成温度 1,200°C, 石灰 0%の場合耐壓強度 92.3kg/cm², 脱硫率 85.4%, 石灰を増加すると 5%の時 182.2kg/cm², 脱硫率 93%となる。

手打……石灰 2%の時が最大で 388.7kg/cm², 脱硫率 90.7%。

赤坂鑛石：機械打……焼成温度 1,200°C, 石灰 0%の時強度 90.76kg/cm²。

硫酸滓：機械打, 手打共 1,200°Cにては強度なし。

以上を要約すると焼成温度は 1,200°C 以上を必要とし、石灰の強度に及ぼす影響は大體配合率に比例し、脱硫率は明かに焼成温度に比例し、石灰の配合率に反比例すると言へる。

1,200°C 2時間加熱に於ける耐壓強度並びに脱硫率の關係を第15表に示す。

八幡製鐵所煉瓦工場には現在遊休のトンネル窯があるので團鑛の加熱に利用する事も一應考へられる問題ではあるが、脱硫試験資料の大きさが小型なるため、實際作業に於ては相當脱硫率低下が想像される。

第15表 團鑛を焼成した場合の強度及脱硫率 (1,200°C)

石灰配合率	群 馬				秩 父				阿 蘇			
	機 械 打		手 打		機 械 打		手 打		機 械 打		手 打	
	強 度	脱硫率	強 度	脱硫率	強 度	脱硫率	強 度	脱硫率	強 度	脱硫率	強 度	脱硫率
0	48.3	100	80.2	99.7	92.3	85.4	100.9	94.5	61.1	95.4	101.4	98.5
1	50.8	99.3	95.2	99.5	99.6	93.0	171.0	95.2	68.6	95.4	147.6	97.1
2	84.0	93.0	92.5	98.8	92.4	78.4	388.7	90.7	76.2	87.6	88.9	98.0
3	82.5	97.5	108.0	97.9	154.4	86.9	200.6	91.0	77.7	91.6	67.9	97.6
4	54.5	95.0	194.5	97.1	148.5	94.0	364.0	92.5	174.7	89.2	90.7	90.6
5	54.5	93.2	228.9	95.6	182.2	93.0	243.3	94.5	122.6	85.0	78.0	89.3

%~100%である。

手打……焼成温度 1,200°C, 石灰配合率 0 で耐壓強度 80.2 kg/cm², 石灰配合率を増加するにつれて強度増し、5%の時は 228.9kg/cm² となる。1,100°C 以下

第8章 焙 燒

篩分後の塊鑛は焙燒により約 50% 脱硫が可能である。特に釜石鑛石の焙燒は脱硫と共に 1%~2%の氣孔率が 6%~8%に増す事により熔鑛爐の能率を増す

事は周知の事實である。八幡製鐵所に於ても生塊鑄は遊休ドロマイト窯により一部焙燒實施中である。此の外に遊休セメントキルンで微粉炭を用ひ釜石塊鑄の焙燒試驗を實施した結果を第16表に示す。

第16表 ロータリ,キルンに依る焙燒試驗(釜石)

サイズ別	原鑄中 S	焙 燒 鑄			脱硫率	資料採取回数
		T.Fe	FeO	S		
> 50 mm	0.590	49.91	21.70	0.119	79.83	7
< 50 mm	0.630	44.95	18.89	0.173	72.54	6

爐壁最高溫度 970°C. 通過時間 45 分間.

第9章 熔鑄爐内に於ける脱硫

硫黃の熔鑄爐内に於けるバランスは第3表で示した通りである。脱硫率は94%~95%で昔と殆んど變らず、鑄滓中のSは昔より遙かに多くて2%近くなる事がある故、爐内に於ける脱硫は現在以上は期待し難い。爐内の脱硫は爐況の安定が第一であり、爐熱低下、棚落ち、減壓、長期休風は不可である。第17表は洞岡第2熔鑄爐の減壓前後のSの變化を示し、爐況が良好な場合は減壓すると減壓後の鉄鐵中のSは上昇する事が分かる。

第17表 減壓と脱硫率の關係

月日	減壓壓力	減壓時間	減壓前 S	減壓後 S	増減率	備 考
7.15	400 gr	1~30 時分	0.145 %	0.148 %	2.1 %	爐況良
7.16	400	2~00	0.180	0.144	-20.0	出鉄後減壓
7.22	400	1~00	0.112	0.180	16.8	爐況良
7.26	400	2~00	0.187	0.134	-28.2	棚氣味
7.27	400	0~0	0.134	0.205	53.0	爐況良
7.28	400	4~25	0.142	0.239	68.3	爐況良
8.31	400	2~00	0.138	0.160	15.9	爐況良
9.5	400	1~00	0.092	0.128	31.9	爐況良
9.6	600	1~40	0.224	0.163	-27.2	冷氣味裝入速度大
9.11	400	1~25	0.190	0.342	80.0	爐況良

第19表 鉄鐵及鑄滓成分 (昭和22年4月22日東田No.2 B.F)

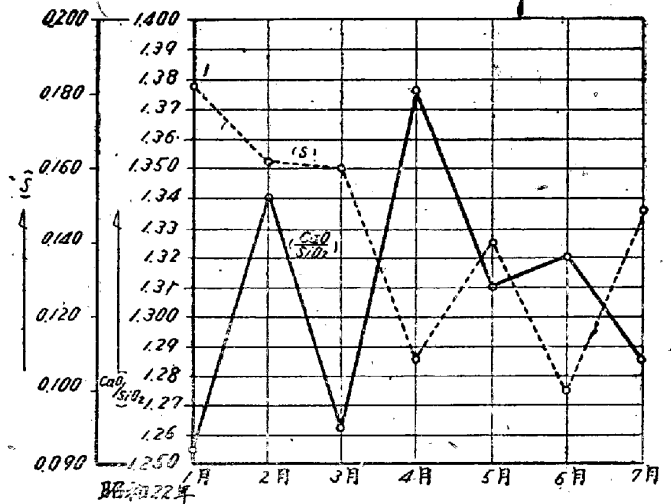
時刻	採取時	鉄鐵成分			出 鉄 口 鑄 滓 成分						出 滓 口 鑄 滓 成分						
		Si	Mn	S	FeO	SiO ₂	CaO	MnO	Al ₂ O ₃	S	FeO	SiO ₂	CaO	MnO	Al ₂ O ₃	S	
14~50	出鉄初期	2.78	2.03	0.082													
	中期	3.22	1.86	0.072	0.29	30.60	51.48	1.68	12.10	1.962	0.29	31.40	50.08	1.06	12.36	1.910	
	終期	3.11	1.53	0.075													
20~05	出鉄初期	3.60	1.63	0.081													
	中期	3.83	1.57	0.086	0.29	30.00	51.48	1.71	12.40	1.880	0.29	30.60	51.29	0.65	12.46	1.682	
	終期	2.80	1.53	0.094													

鑄滓の塩基度は高い方が脱硫率はよい。一例として東田第四熔鑄爐の例を第18表及第2圖に示す。

第18表 鑄滓の塩基度とSの關係

年 月	鉄 鐵 中 S	鑄滓中 CaO/SiO ₂
22. 1	0.182	1.25
2	0.162	1.34
3	0.161	1.26
4	0.109	1.38
5	0.140	1.31
6	0.100	1.32
7	0.149	1.29

第2圖 鑄滓の塩基度とSの關係



第19表は鑄滓の高塩基性の一例を示すが、高塩基性の場合も鉄鐵中のSは0.08%程度であり、斯る鑄滓で作業を続ける場合は棚吊又はライムセツチングの現象を惹起する恐れがある故、實際問題としては塩基度は1.25~1.35に制限される。

鑄滓の成分と脱硫の關係に就いては既に多數の研究があるが、滓の流動性の良い事が大切である。鑄滓量を増して脱硫率を増す事は燃料消費量の節約と相反する。

熔鉄の溫度の高い程、Siの多い程、亦たMnの多い程鉄鐵中Sの低い事は事實であるが、用途及經濟面か

ら Si 及 Mn 共に限度がある。

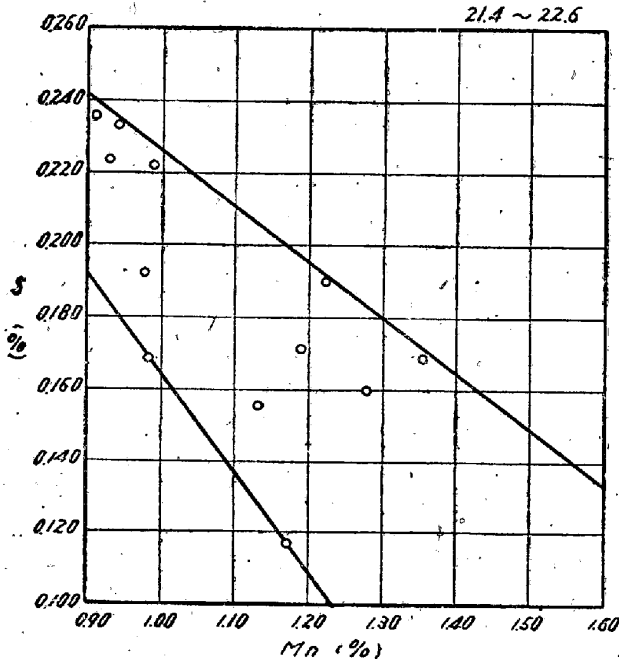
鉄鐵中 Mn と S の關係を第20表及第3圖に示す。(洞岡第2熔鑄爐例)。

第20表 鉄鐵中 Mn と S の關係

年月	Mn	S	年月	Mn	S
21. 4	0.98	0.193	12	1.13	0.156
5	0.93	0.223			
6	1.82	0.107	22. 1	1.19	0.172
7	0.99	0.168	2	1.28	0.160
8	1.36	0.168	3	1.17	0.117
9	0.94	0.234	4	1.16	0.179
10	0.99	0.222	5	1.34	0.094
11	0.91	0.236	6	1.22	0.190

第3圖

鉄鐵中 Mn と S の關係 (洞鑛 No. 2 B.F.)



鉄鐵中 Mn は滿俺資源の乏しい現在、平爐滓或は滿俺滓により或る程度高め得るが、Mn は平爐に於て大部分滓化されるものであり、鉄鐵中 Mn が MnS として S を鉄鐵中に含むとすれば、鉄鐵中 Mn は 1.0% ~ 1.5% に止めて、矢張り CaO を増して CaS として S を滓化する方が燃料經濟上から得策である。

第10章 爐外に於ける脱硫

熔鑛爐より出鉄せる熔鉄は熔鉄鍋で混鉄爐又は鑄鉄機或は平爐に運搬する途中にて、溫度降下のため自然に脱硫されて鍍化されるものである。

第21表 熔鉄輸送中の脱硫

試験期日	試験回数	混鉄爐		脱硫率	混鉄爐		全脱硫率
		爐前 S	注入前 S		排出時 S	脱硫率	
22年		%	%	%	%	%	
3.1~3.28	59	0.157	0.117	24.5	0.100	14.5	35.5
4.1~4.30	113	0.126	0.104	17.4	0.089	14.4	29.3
5.1~5.20	40	0.134	0.101	24.6	0.090	10.8	32.8
5.21~5.31	4		0.099		0.085	14.1	

乃ち第21表にみる如く熔鑛爐、平爐間の脱硫率は混鉄經由の場合は30%~35%であり、また熔鑛爐、鑄鉄機間の脱硫率は第22表に示す通り25%~35%であ

る。爐外に於ける脱硫率は S 含有量が大きい程大なる傾向がある。

第22表 高爐鑄鉄機間の脱硫率

爐別	試験回数	爐前 S	鑄鉄機型鉄中 S	脱硫率
東田 No. 2 B.F.	10	0.165%	0.106%	35.8%
東田 No. 4 B.F.	13	0.086	0.065	24.5

ソーダ灰に依る脱硫は10年程前から各所で實施されて居り、入手さへ可能ならば脱硫問題に就いては最も容易にして確實な方法であるが、其の入手が困難である。ソーダ灰を何處で使用するのが最も良いかと言ふに、S の一番多い所乃ち熔鑛爐で湯樋に入れるのが最も賢明である。熔鑛爐々前に於てソーダ灰を混入した場合の實績を第23表に示す。

第23表 ソーダ灰に依る鉄鐵の脱硫成績 (昭和22年7月低銅鉄)

鉄鐵適當ソーダ灰使用量	使用前	使用後	脱硫率	試料採取回数
3.0 > kg	0.101%	0.060%	41%	18
3.0 ~ 5.0	0.125	0.070	44	27
5.0 <	0.145	0.063	57	3

註 使用前 熔鑛爐出鉄孔資料 使用後 鑄鉄機型鉄混鉄爐に於ける排滓も第24表に示す通り脱硫に尠からず影響する故、努めて排滓しなくてはならない。

第24表 混鉄爐排滓による脱硫率 (昭和22年5月)

爐號	試験回数	排滓前	排滓後	脱硫率
一號混鉄爐	5	0.096%	0.083%	15.3%

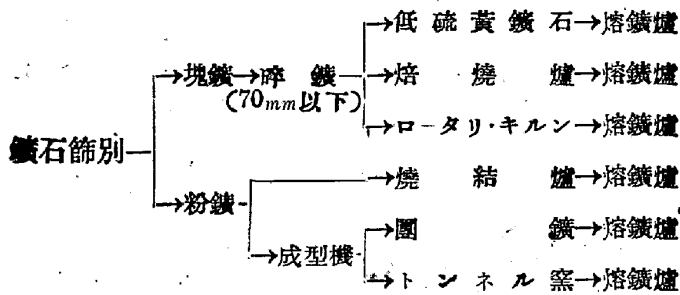
此の外實際問題としては、熔鑛爐々前スキンマーで熔鉄と熔滓を完全に分離する事を勵行する事が大切である。熔鉄鍋に入った熔滓は折角爐内で脱硫された熔鉄をスポイルするのみである。戦時中一時研究された緩流式吹製法は脱硫効果が少なかつたが、此種の研究も更に必要な問題である。

第11章 結 論

終戦以來内地鑛石のみにより製鉄作業を行ふ事により、熔鑛爐裝入物中の硫黄は鉄鐵適當往事12kg~14kgのものが現在25kg~30kgに増大し、此の硫黄はユークスから約30%鐵鑛石から約70%入る。洗炭及製鉄作業では脱硫は期待出來ず鑛石を熔鑛爐に裝入前に粉鑛の篩別處理を行ひ、塊及粉部に就いて夫々脱硫處理する事が最も大切な事である。

尙ほ各種鑛石の團鑛の強度は石灰の配合率に比例し脱硫率は燒成溫度に比例するが石灰の配合率に反比例する事を確めた。此等の結果により鑛石篩別工事の完成を前提として將來の研究方針を第4圖の如く定め各項目に就いて究明する方針である。

第4圖 鑛石の脱硫處理方針



爐内の脱硫は昔も現在も脱硫率は94%~95%で變化ない事、鑛滓の基度と銑鐵中 Mn に注意し、爐況安定をはかる事、爐外に於てはスキンマーに於て完全に熔滓を分離する事、鑛銑をする事により脱硫が30%前後

行はれる事、ソーダ灰による脱硫が確實な事、熔銑は可及的混銑を通し排滓を勵行する事により、熔鑛爐と平爐間で30%~35%の脱硫が可能な事が判然とした。

以上内地鑛石のみによる製銑作業の脱硫に關し最近の狀況及び將來の對策に關し説明し、其の必ずしも不可能でない事が判明した。此の完遂に當つては更に絶大な努力と相當の時日を要する事と思ふが、再び外國鑛石の輸入される日まで、今後製銑技術者の總努力により銑鐵の質と量の確保に邁進する事を誓ふ次第である。終りに本研究に對し委員各位の眞摯な努力を感謝し、更に今後の協力を期待する次第である。

(昭和 22.12 寄稿)

耐火煉瓦の形狀について (第1報)

(第32回講演大會講演) 高良義郎* 藤井稔*

ON THE SHAPE OF THE REFRACTORY BLOCK (1)

Yoshio Kōra & Minoru Fujii

The suitable size and shape of refractory blocks which are used for furnace construction, are investigated from the following points.

- (1) suitable size for handling by brick masonry.
- (2) efficiency of shaping during production.
- (3) accuracy of size of finished products.
- (4) prevention of damage on manufacturing.
- (5) relation between shape and thermal expansion tendency.
- (6) expansion and dynamics of arch are studied on small models.

I 緒言

耐火煉瓦の形狀規格統一は戰時中から種々論議されたが、耐火煉瓦の使用並に製造の條件が極めて複雑で容易に結論に達し得ず、今日でも未解決の問題が山積してゐる。その原因の一つは基礎的資料に乏しく科學的根據が薄弱で從來の經驗を餘りに固守してゐる点にあるように考へられる。

筆者等はこの点に鑑み基礎的資料を求めることに努力して來たが、今日までに得た資料は極めて僅少であるが、その研究經過を述べ使用者各位の御批判を仰ぎ、今後の研究指針にしたいと考へ敢て未完成を省みずこゝに一部を發表する次第である。

最初に筆者等が取上げた問題は (1) 築爐、(2) 成形能率、(3) 破損防止、の諸点から要求される煉瓦の形狀寸法、並に形狀寸法と (4) 正確度、(5) スポーリング性、(6) 膨脹、(7) 熔損、等との關係及び (8) 目地の大きさと耐久力の關係、等の諸問題であるが、本報に

於ては (1)~(5) と目下實驗中の (6) に就て申述べてみたいと思ふ。

II 煉瓦積には如何なる大いさ形狀が手頃か

形狀は簡単な程良いことは勿論であるが、大きさの点について成形能率、荷造運搬、目地等の問題について調査した結果を綜合すると、片手で取扱ふには重量3~4kgが適當で5kgが最高である。厚みは60~65mmがよく70mmでは指の短い日本人には無理である。兩手で取扱ふには重量7~12kgが適當で20kgを超へると急に能率が低下する。

III 成形能率の點から如何なる大いさ形狀が手頃か

熟練度、体力、作業條件を可及的同一にして各種の大いさ形狀のものを成形せしめ、又連続一週間以上同一のものを成形した場合の1日平均能力を比較し次の如き結論を得た。(1) 成形能率は5~8kgのものが最高でこれよりも大きくても小さくても能率は低下する。(2) 短時間の成形能率に就ては、單位重量に對する成形所要時間(1個當成形所要時間/單重)を比較

* 黒崎窯業株式会社研究所