

釜石鐵鑛石の焙焼に関する研究

加藤 公博*

STUDIES ON THE ROASTING OF KAMAISHI IRON ORE

Kimihiko Kato.

Synopsis: I have measured the temperature of roasting kiln and the time when the iron ore pass through the kiln and have found out following proper conditions. (1) The suitable amount of coke breeze are 30~40kg/t of roasting ore and the proper roasting temperature is from 800°C to 900°C. (2) The rate of desulphurization is 50% (3) The proper size of iron ore is from 30 mm to 50mm and the fine ore damage the draft of kiln and make the roasting operation impossible.

I. 緒言

岩手縣大橋鑛山より採鑛される釜石鐵鑛石は一般によく知られてゐる磁鐵鑛で本邦鐵鑛石として廣く使用されてゐるのであるが其質は他鑛石に比して極めて緻密であり物理的に還元し難い性質を有し且つ成分中硫化鐵鑛又は黃銅鑛として混在してゐる硫黃の量も多いので焙鑛爐に裝入される鑛石處理行程として釜石製鐵所に於てはシレジャ式焙燒爐を用ひ焙燒を行ひ適度のクラックを入れ同時に脱硫を行つてゐるのである。

此目的を達成するのに現在使用中の爐に於て適當な温度とそれによる脱硫率を知り併せて鑛石の爐内通過時間を測定し今後の操業規準を知りたいと思ひ試験した。

II. 釜石鐵鑛石の組成

釜石鐵鑛石の構成鑛物組成の主なものは磁鐵鑛 (Fe_3O_4), 黃鐵鑛 (FeS_2), 黃銅鑛 (CuFeS_2), 石灰石 (CaCO_3), 柘榴石 ($3(\text{CaFe})\cdot\text{O}\cdot(\text{Al}\cdot\text{Fe})_2\cdot\text{O}_3\cdot 3\text{SiO}_2$), 石英 (SiO_2), 綠簾石 ($4\text{CaO}\cdot 3(\text{Al}\cdot\text{Fe})_2\cdot\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$) 等では是等は磁鐵鑛中に他の雜鑛物が層狀又は集合狀に入つてゐて容易に認める事が出来る。

第1表 釜石塊鑛石分析表

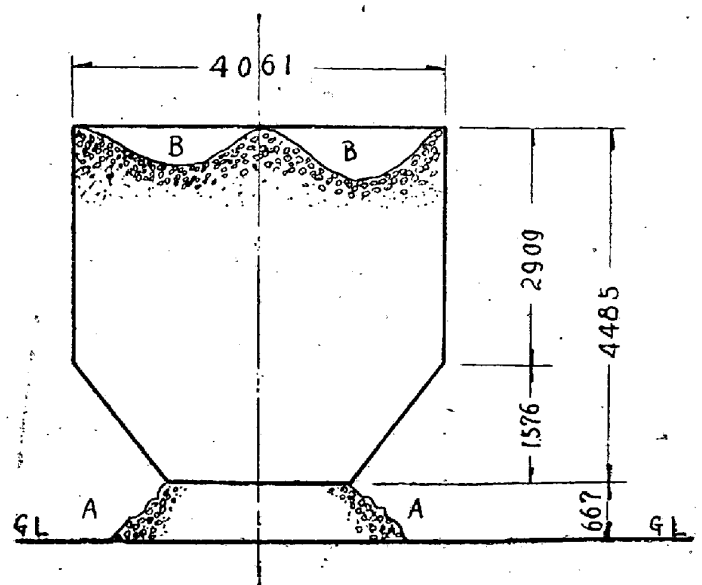
	SiO_2	Fe	Al_2O_3	CaO	MgO	Mn	S	P	Cu
釜石塊鑛石 12月	14.90	50.64	5.08	12.66	1.35	0.28	0.73	0.08	0.07
" 1月	14.64	50.35	4.34	8.95	1.59	0.24	0.37	0.07	0.09
" 2月	14.82	51.42	2.20	8.82	1.46	0.26	0.46	0.02	0.14
平均	14.79	50.80	3.87	10.14	1.47	0.26	0.52	0.06	0.10

鐵鑛石の成分は低品位のもので Fe. 47~48%. 高品位のもので 56% 程度で平均分析値としては 50~51% であり. S は低いもので 0.3~0.35% 高いもので 0.7~0.8% で平均値としては 0.4~0.5% である。

昭和 22 年 12 月~同 23 年 2 月の平均品位を示せば第 1 表の通りである。

III. 爐内に於ける鑛石移動の概況

焙燒爐の寸法は第 1 圖に示すもので鐵皮内部に耐火煉瓦の内張をなしてあり、鑛石は下部の A より人力により掻出せば爐内を下降し、下降しただけ上部より鑛石を裝入して燃料である粉コークスを振掛けるのである。鑛石の下降状態は第 1 圖の A より掻出せば爐の上部は圖の如



第 1 圖 焙 燒 爐

* 日鐵釜石製鐵所製銑部燒結課

くBが降り、山の部分は順次谷の部に下り、爐の内部に於ても爐の上部と同様に移動してBの下部に相當する部分が最も早く下降し次に爐壁部で中心部は下降速度が最も遅い。

下降速度の試験では鑛石を装入して後其鑛石が出て来る所要期間は爐の中心部で257時間20分、爐壁から450mmの點で113時間30分、爐壁から600mmの點で89時間を要して居り中心部でも96時間45分、450mmの點でも65時間で出たものも有るが是は割合早くB部の下方に降り降下の早い部を通つて出たものである。以上の點より鑛石は80~90時間爐内にあつて焙焼されながら下降するものである。

IV. 塊鑛石の粒度

本試験を行つた時の鑛石の粒度は良好な方で粉鑛の混入も少く16mm以下の物が2.61~9.43%で50mm以上の物も操業に支障を來す程大塊の物もなく通風度は良好であつた。篩分試験値は第2表の通りで鑛石資料は装入臺車毎に採取し毎日篩分試験を実施した。

第2表 鑛石篩分試験

	50mm以上	50~30mm	30~16mm	16mm以下
2月27日	46.78%	28.38%	15.41%	9.43%
28日	40.69%	35.05%	18.97%	5.28%
29日	59.34%	28.75%	9.3%	2.61%
3月1日	39.92%	36.28%	20.39%	3.41%

V. 鑛石、粉コークス装入及焙焼鑛擧出狀況

第3表 生鑛石、粉コークス装入量及焙焼鑛生産量

	2月27日	28日	29日	3月1日
生鑛石	25.254t	20.207t	32.332t	25.833t
粉コークス	897kg	716kg	1.146kg	915kg
焙焼鑛生産量	22.125t	27.000t	23.250t	24.375t

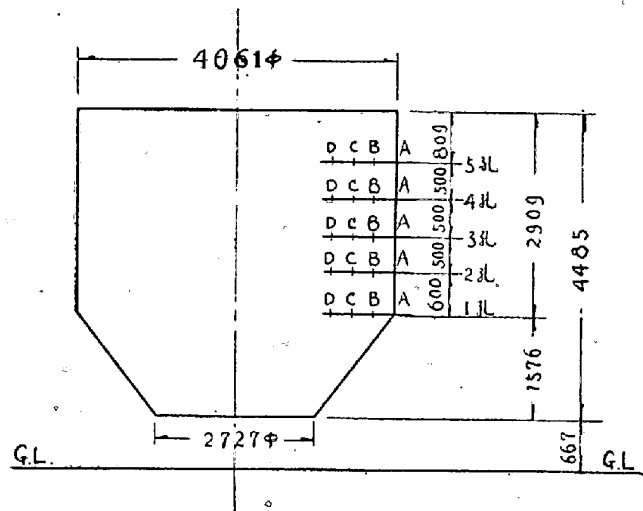
生鑛石の装入は第1圖の上部より装入し同時に粉コークスを振掛け鑛石装入時以外に於ても燃焼狀況を見て装入する。第3表に其使用量及び焙焼鑛生産量を示してあるが此場合爐況も順調で過熱の爲鑛石が半熔融して固着するものも無く順調な作業を續け得た。

尙鑛石の粒度が細かく粉鑛の混入が多い場合には通風度が悪くなり、焙焼帯は爐の下部に下り温度も低下し甚しい場合には火は消えて焙焼不能となる。

依つて鑛石の粒度を揃へると云ふ事は自然通風の焙焼爐に於ては必要條件の内最も重要な事である。

VI. 温度測定

爐内の温度測定は第2圖に示すやうに上部より809mmの箇所より500mm間隔に徑2"の孔を5ヶ所設



第2圖 温度測定位置

けて各々に1 1/2"のパイプを入れて爐の内壁より順次200mm進んだ箇所の温度を熱電對により測定した。

熱電對の長さの關係で爐内壁より600mmの所迄しか測定出来なかつたが爐内の温度は爐内壁より600mm位の所が最高と思はれるので最高温度の測定には支障は無いと思はれる。

温度測定的位置は第2圖に示すやうに下より1, 2, 3, 4, 5孔として爐の内壁をAとし順次200mm内部の位置をB, C, Dとする。

第4表 第1回目温度測定値

	A °c	B °c	C °c	D °c
1孔	40	50	150	300
2 "	160	300	410	560
3 "	230	310	470	560
4 "	360	480	580	630
5 "	300	330	540	580

第5表 第2回目温度測定値

	A °c	B °c	C °c	D °c
1孔	10	35	120	260
2 "	40	120	440	560
3 "	150	240	440	620
4 "	280	440	635	720
5 "	310	420	525	630

爐内の温度は第4表及第5表の通りで第4表は第1回目の測定時の温度第5表は第2回目の測定時の温度であ

る。此處で一吋説明を加えておくが生鑛石の装入は下部より焙焼鑛を搔出ただけ装入するもので爐内では連續に焙焼行程は進んでゐるのである。第1回目の温度の測定は鑛石装入後1時間20分を經過した時に測定したもので最高温度は比較的に低く且つ朝顔部に於ける温度が高い。是は燃燒層が下部に下つて來て漸時上部に上昇し始めてゐる頃である。第2回目は生鑛石装入後3時間經過した時に測定したもので最高温度は720°Cに上つており第1回目の630°Cより高く是に反して朝顔部の温度は爐内壁で10°C600mm内部で260°Cで第1回目に比較すると大部下つてゐる。

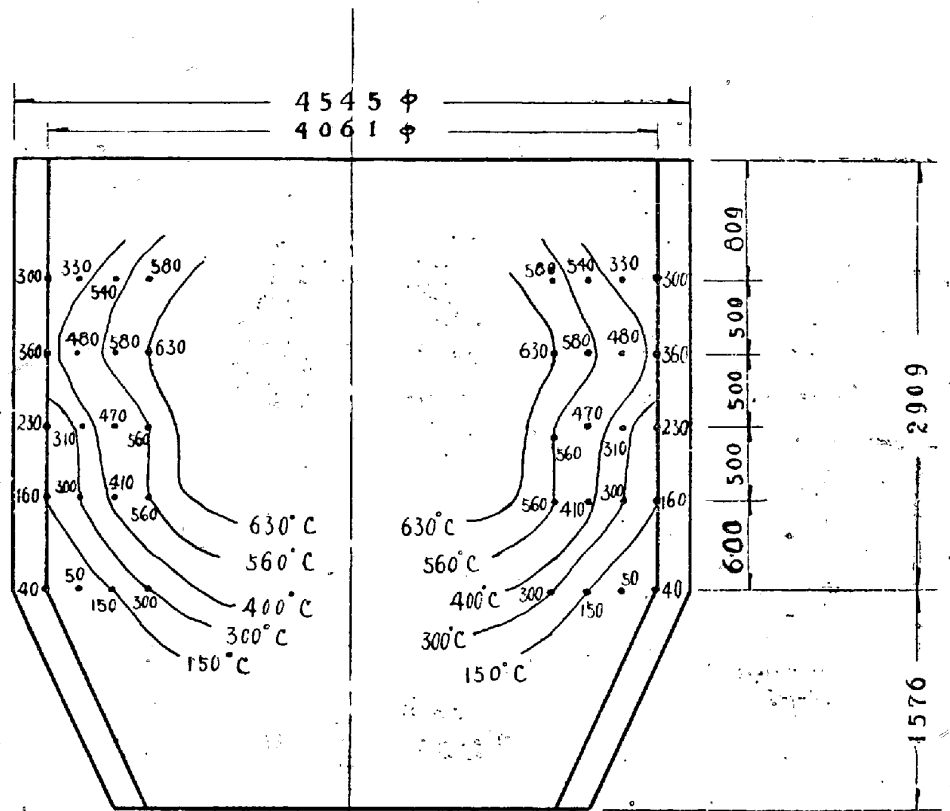
最高温度の位置は第1回目、第2回目共に第4孔即ち爐頂より1m300mmの所であつて此位置に於て最も盛んに焙焼されてゐる。

實際操業では甲、乙兩番で搔出し丙番(午前12時~午前8時)に於ては動かさないで生鑛石を装入してから6~7時間經過した後に搔出を行ひ最高温度は850°C~900°Cに達してゐる。

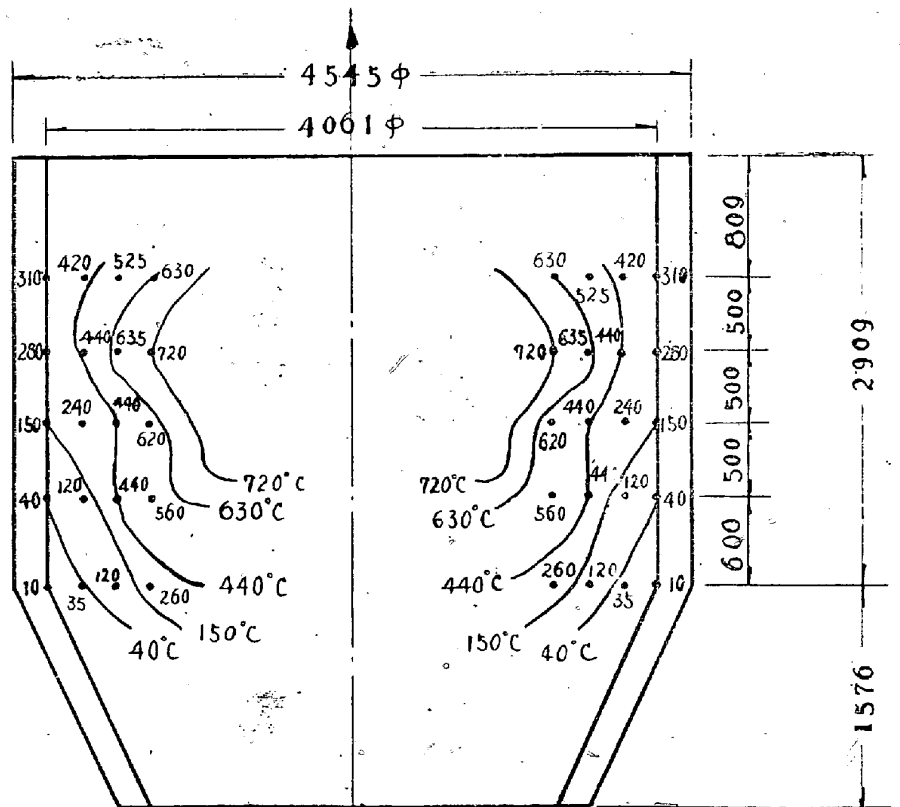
此試験に使用した粉コークスは3t674kgで焙焼鑛生産量が96t750kgであるから成品噸當り粉コークス使用量は37kgであつた。

ホフマン氏の實驗によると黃鐵鑛(FeS₂)よりSO₂として脱硫され始める温度は粒の大きさが0.1mmの粉鑛で325°C, 0.1~0.2mmで405°C, 0.2mm以上の粉鑛で472°Cであるので600°C~700°Cになれば塊鑛でも脱硫が始められ塊鑛の内部まで脱硫されるには爐内の温度は850°C~900°Cまで上げれば

充分だと思われる。石英は575°Cでα~β變態が起り原子配列を變じて高温形の物となり容積の増加をなし細微な割目を生じ低温となつても割目は殘存してゐるが、



第3圖 第1回目等温線圖



第4圖 第2回目等温線圖

石灰石の分解温度は 895°C であるから焙焼温度 900°C では塊状の石灰石は分解せず只膨脹收縮の變化により割目を生ずるだけで分解して割目を生ずる事はない。

其他の成分も亦膨脹收縮の差により割目を生じ焙焼鑛の内部に多數の割目が入り焙鑛爐原料として還元し易いものとなる。

此試験を行つた時の爐内温度は少し低いやうに思はれるが鑛石を動かしてゐない深夜に於ては $850^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ に上り此程度の粉コークス量で充分である。

尙是以上使用する時は爐内温度は上り過ぎ鑛石の一部は半熔融して固着するので好ましくない。

第3圖及第4圖は第1回目及第2回目の温度測定値より爐内の等温線を畫いたもので第3圖は生鑛石装入後時間が餘り経過してゐないので等温線が爐の下部まで長く延びてゐるのに比し第4圖は生鑛石装入後3時間経過したもので等温線は割合に爐の上部に集つてゐて最高温度も 720°C に上り第1回目の 630°C より 100°C 高く焙焼行程が盛んに行はれつゝある事を示してゐる。

以上の事より兩回共最高温度の箇所は爐の上部より $1\text{m } 309\text{mm}$ 下つた所であり焙焼行程は爐の上部より 1m から 2m 範圍で盛んに行はれ順次冷却されて掻出されてゐる。

釜石塊鑛石及焙焼鑛の分析結果は第6表に示す通りで2月27日に装入した鑛石は4日間爐内で焙焼されて出るので3月2日に其試料を採り28日以後も4日後に焙焼鑛の試料を採つた。第1回目及第2回目は夫々脱硫率は 71.9% 及 2.7% で前者は大き過ぎ後者は小さ過ぎるので是は信用する事は出来ないが、第3回目、第4回目は夫々脱硫率は 46.5% 及 51.8% で此程度が眞實なものである。

此平均をとると脱硫率は 49.15% となり、目的を達しており昭和22年12月より昭和23年2月までの分析結果では脱硫率は 49.01% で爐内最高温度を 900°C に維持すれば脱硫率は 50% まであげ得られる。

第6表 釜石生鑛石及焙焼鑛分析結果

	SiO ₂	Fe	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S
2月27日	10.14	56.40	4.20	6.98	1.09	1.14
釜石生						
鑛石						
28日	14.26	52.55	3.00	7.86	1.63	0.37
29日	11.50	52.90	5.82	9.47	0.92	0.86
3月1日	15.54	53.25	1.82	9.69	1.22	0.83
3月2日	17.54	45.31	8.24	13.05	1.70	0.32
焙焼鑛						
3日	13.10	52.90	4.63	9.47	1.56	0.36
4日	13.10	52.29	5.22	9.69	1.20	0.46
5日	12.36	53.72	1.60	8.91	1.25	0.40

VII. 結 論

以上の試験によより粉コークスの使用量は成品 1t 當り 37kg で充分で爐内温度は深夜に於ては $850^{\circ}\sim 900^{\circ}\text{C}$ に達し脱硫率も 50% 位である。是以上の温度にする事は鑛石が半熔融固着して作業を困難にするので好ましくなく此程度で充分割目も入つてゐる。

次に鑛石の粒度であるが 16mm 以下の粉状の鑛石は通風度を害し燃焼層は上部に上らず停止し火力を失ひ火が消えるか又は此状態で焙焼鑛を掻出せば燃焼層は朝顔部の下部まで下り爐より出る鑛石は冷却出來ず暗赤色を呈し脱硫率も低下する。依つて通風度を良好ならしめるには鑛石の粒度は 50mm 以上の物が 60% 以上で 16mm 以下のものは出来るだけ少い鑛石を装入しなければならない。

尙参考までに釜石鑛石を焙焼した焙焼鑛は磁石にかゝり變化を起してゐない。

終りに臨み此試験を行ふにあたり御指導下された當所佐伯製銑部長及御協力下さつた岩橋俊勝氏に深甚の謝意を表する次第である。(昭和24年9月寄稿)

参 考 文 献

Hofman. [General Metallurgy].