

其性能から推して、製鋼用電氣爐の装入口及出鋼口、不連続操業の電氣爐の天井、製鋼用反射爐の煙道及壁、鋼材加熱爐の床敷、高壓高温のガス管、汽罐のフリンカーゾン及迫其他 H_1 H_2 質のもので尙満足せられざる個所に使用せられれば好結果を得るものと思ひます。

11. 結 び

以上北支産高礬土質粘土の化學成分、加熱膨脹並に之によつて製造した耐火煉瓦の數種に就て其化學的、物理的諸性質の概要を述べ一般に燒締り及熱間の荷重に弱いと稱せられてゐる北支粘土も製造方法さへ工夫すれば從來のシャモット煉瓦に比較して遙かに優透なる製品の得られることを工業的に立證し併せて其の製品の實績等に就て概説致しました。

全 譯

クルツプ、レン法に據る酸性貧鐵鑛の處理に就て

(St. u. E. 1939, Heft 48. Heinz Lehmkuhler)

鈴木泰次郎(譯)

緒 言

鐵分含有量低き貧鑛の選鑛方法は多種あるがレン法は酸性鑛石を何等の媒熔劑を加へずして還元し得る點特に重大意義を有するものである。先に發表せる報告(Johansen, St. u. E. 54 (1934) s 969/78) 中に小規格なる試験プラントにて得たる成績及此のレン法の實體に就て既に詳述した。其後工業的プラントを設け同所にて更に此のレン法の發達、改良進歩作業を実施せる結果今日では此のレン法を連続的に工業化する工場の設定が是認せらるるに至た。

此のレン法を他の諸種の選鑛方法と比較して其の最大特長とする所は一は鐵分の回收率良好なる點、他方には珪酸を殆んど完全に分離し得る點等である。以上の特長は次ぎの場合に重要意義がある。即ちレン法の最終製品、所謂ルツペを用ゆる事によりて熔鑛爐の配合鑛中に於て珪酸性原鑛の割合を高め得べく、又此のルツペは平爐又は電氣爐に

我國高熱工業の進歩發展の爲には量の豊富なる北支、滿洲等の高礬土質粘土を研究し、其等の特性を活かし優秀なる耐火材の出現が急務と考へます。

尙終りに一言申し上げたいことは從來我國の耐火煉瓦は多少粗製濫造せられてきた嫌がありますが優良なる耐火原料としては高礬土質のもののみならず Silicions の原料の中にも其用途に依ては適質のものがあり製造法の工夫により良質の耐火材が得られます。而して耐火材の質的改善の爲には單に其本質の研究のみでは不充分でありまして、どうしても御使用になる側の技術的援助を俟たなければならぬ點が多々ありますから將來出來得る限り御協力を御願したいのであります。

私の講演は之を以て終ります。

装入し得る。然もルツペの成分は可成り均一なるを以て製鋼原料としては寧ろ歓迎せらるる所なるもレン廻轉爐操業に際し可及的に硫黄及磷の含有量低き燃料を還元劑として用ゐざるべからず。

或る鑛石をレン法にて選鑛し得べきや否やは諸般の條件によりて定まるべく此のレン法を一律に應用し得るものに非ず。然も此の先決條件は冶金的方面の問題に非ずして寧ろ經濟的方面の諸條件が斷定的なる事である。例へば獨逸にありては酸性鑛石の處理を目的とし、必然的に珪酸の過剰を可及的完全に分離するが如き狀況にありては到る所此のレン廻轉爐が設立され得べきは確然たる事實なるも粗悪なる燃料のみしか得られないか或はコークスが全く無いと云ふが如き國では燃料が決定的條件をなし、又富鑛にありても其の物理的性質或は化學組成等が此れを熔鑛爐にて處理する事を從來不可能ならしめたるものでも此れをレン法にて處理する事が出来る。



第1圖(圖略す)は工場の外觀を示し第2圖は作業工程を系統的に示せるものである、但し此所に注意せられたきは鑛滓粉碎場の配置は新設さるべきプラントにありては本工場にて得たる經驗に基き著しく改良せられ居る點である。

レン法進化發達作業

長さ 8m 直徑 700mm の小なる試験爐の作業から長さ 50m 直徑 3.6m の大なる爐の作業に移りたる際は種々の新しき難問題に逢着した。然も此等諸問題たるや小爐の作業の時は全然問題とするに足らざりしもの或は第二義的のものに過ぎざるもののみであつた。大規模の試験作業に際し最も困難な問題は相當長期に渉る連続運轉をなし、然も相當量の装入量を達成する事であつた。尙又更に必要なる問題は長期作業に耐ゆる耐火煉瓦を得る事であつた。

ルツペ生成に要する温度は 1,250~1,300°Cにして此の温度はコークス層のみにて調整する事困難にして補助加熱なしにては作業不可能なるを認め、依て當初は熔鑛爐ガスを補助加熱に利用する事とした。然るに該ガスの利用は本工場の經驗にては不適當なる事を知た。其の理由は熔鑛爐ガス中には窒素の含有量高き爲め空氣の流入を壓迫し其結果装入物より發生せる一酸化炭素を炭酸ガスに燃燒せしめ得ざるが故なり。次ぎにコークス爐ガスを利用したが、之は不發光燃燒ガスにて輻射不良と且又過剰の空氣を要し、爲めにルツペ生成及還元鐵を鑛滓より分離するに必要な温度を得ることが出来なかつた。此の場合にも還元は満足に行はれたるも殆んどルツペが出来なかつた。其後微粉炭燃燒装置を取付くるに到りはじめて著しき改善を見た、然し還元帯にて發生する一酸化炭素の燃燒に必要な空氣は廻

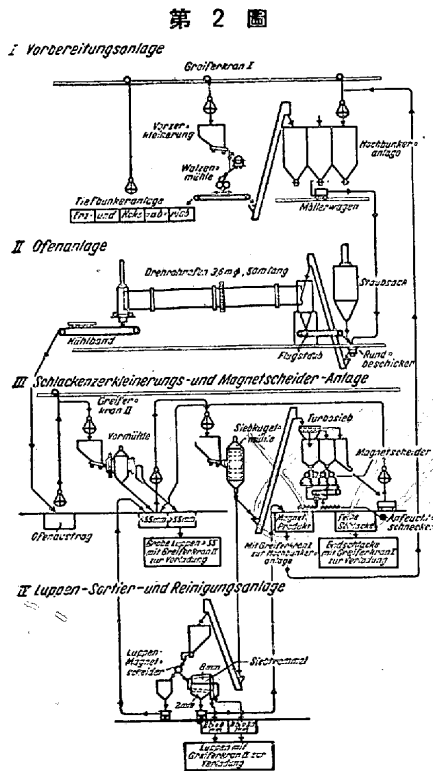


Bild 2. Fabrikationsgang der Rennanlage.

轉爐の排出口より取入れねばならぬ爲め其の調整困難にて爐の作業を均一状態に保つ事も亦頗る困難にて装入量の増加は僅かづゝ増加する事を得たる次第である。斯るが故にルツペ生成帯には空氣頗る過剰となり其結果燃燒温度は低下し爐内冷却の因を爲した。最初の試験工場にては燃料として焰の輻射力強いタール、油を用ゐたる爲め前記の空氣過剰により生ずる強き冷却の影響は認められなかつた。此の大廻轉爐を常態作業に調整し得る迄には數ヶ月を要し、相當長期に亘る練習時間を経たる後はじめて還元の際生成せられたる海綿鐵をルツペに熔合する事に成功せるものにして斯くして爐に返す磁選鋼の量が同時に装入する鑛石量を超過せざるに到つた。

更に進んで鑛石装入量を高むる目的の爲め更に實驗を進めたるに其際鑛石の爐内通過時間が減少して困難した。此の困難を或る程度防ぎ得たるは爐内にリングが出来るか或は又 Schlussring を狭めて爐内通過時間を長くすることによつてのみ大量の鑛石を還元することが出来た。然も此のリングは或る程度以上、發達するを許さざるを以て數日後には多量のコークスを用ゐて之を熔解除去せざるべからざる事を認めた。

作業開始の初期にありては爐壁損傷の爲め屢々休止した其の損傷の最も多きはキルン排出口側のライニングにして此處に最も改良の必要があつた。故に此所のライニングは装入物の化學的及物理的侵蝕の爲め極めて短時日の壽命を示した。故に耐火度高く且又充分の耐壓度を有する最上質のシヤモット煉瓦を用ゐたるも酸化鐵高き鑛滓の侵透及化學的浸蝕を受けて急激に磨滅を來した。勿論最初の間は冶金的作業修練中充分還元せられざる鑛石が加熱増加によりて熔解せられたる事屢々なりしを以て此れがライニングに異常なる影響を及ぼせる事ありしと雖も其の後此の冶金的問題が解決せられたる後も斯るライニングは將來用ゆべからざるものなる事を確認した。試験的にキルン胴體を水にて冷却せる所ルツペ生成帯に於けるシヤモットライニングの耐久力を 100% 即ち 4 週間より 8 週間に高むる事を得たるも 8 週間と云ふ壽命にては此のレン法の經濟的作業には不充分にして短かきに失す。煉瓦は充分なる抗壓力を有する以外に可及的に多孔性低きものたる事を必要とす。マグネサイト煉瓦及クロムマグネサイト煉瓦等も本工場の經驗にては充分なる耐久力を有せず、反之シユレジア産の石英片岩は好結果を示せり。然して本品は多孔性異常に尠く即ち 6~9 容積%に過ぎず。本品を用ゆる事によつて耐久力は著しく増加した。さて第1回の石英片岩は爐を短時

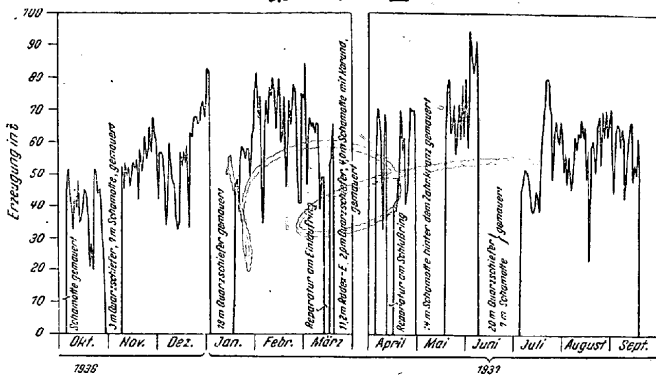
第 1 表

鑛石種類	Fe%	Mn%	P%	S%	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO%	MgO%	水分%	鑛滓量 %	鐵滓指數 p
Fortuna-Roherz	26.0	0.23	0.49	0.14	28.3	7.7	3.6	1.9	8	41.5	0.127
赤鐵鑛 (Heinrichsegen)	32.5	0.19	0.11	0.70	32.08	2.29	2.47	0.96	4.0	37.8	0.077
Pegnitz-Roheisen	27.0	0.28	0.31	0.10	32.0	7.1	0.4	0.7	11.5	40.2	0.012
Pegnitz 精鑛	40.6	0.39	0.40	0.008	14.8	11.8	0.6	0.88	3.6	28.1	0.040
Schandelah-Erz	18.0	0.40	0.74	0.17	29.47	7.43	7.37	1.38	13.9	45.7	0.250
Sulitjelma-Abbrände	54.2	0.07	0.03	0.61	2.18	0.24	0.17	0.54	16.2	3.1	0.078
Geislinger Feinerz	31.0	0.38	0.37	0.04	20.1	6.64	6.29	0.91	8.5	33.9	0.313
赤鐵鑛 Otilie	33.0	0.44	0.24	0.01	24.05	8.31	4.05	0.83	11.5	37.2	0.168
同上 Buchwald	37.7	0.11	0.12	痕跡	31.3	3.22	0.60	0.28	9.7	35.4	0.019
Haverlahwiese	30.0	0.14	0.48	0.06	17.8	8.52	3.40	1.00	12.7	31.0	0.19
Finkenkuhle	25.3	0.11	0.45	0.09	27.4	7.92	3.96	1.73	10.2	41.2	0.145

間休止せる際餘り急速に冷却せる爲め損傷したるも其後作業開始の際の爐の熱し方並びに休止の際の徐々に冷却する方法等に就て経験を重ねたる結果此のライニングは最低6ヶ月の壽命を保ちルツプ生成帯のライニングは年に2回弱

定される爲めである。本工場には鑛石粉碎用としては齒附ローラー及平ローラーを有する粉碎装置あり其の能力は毎時40~50tとす、硬き鑛石例へばラーン鑛石或は磁鐵鑛等の粉碎にはジョウクラツシャーがあり、本機にて粗碎せられたる鑛石はローラーミルに送られ微碎される。塊狀鑛石にありては此れをレン法に必要な程度の微粒に碎く事ローラーミルのみにては不可能である。所要の微粒度は5mm以下極く細碎のものは約3mm位でなければならぬから、特殊機構の粉末機例へばサイモンズ・クラツシャーの如きものを利用せざるべからず。斯る場合には粉碎費用は著しく高くなるを免れず其の理由は此等の硬き鑛石の粉碎に當りては機械部分の磨耗甚しきが爲めである。本工場にて處理されたる鑛石は大部分粘土質のものである故比較的容易に粉碎された。然しコークス屑の粉碎殊に焙鑛爐用コークス屑は時として20mm迄の粒のものを粉碎せざるべからざるを以て斯く簡單に行かず。ローラーミルのみで普通の方法にて粉碎したでは都合よく行きたる場合でも粒の大きさ5mm以下のものは85~90%を得るに過ぎず。又此れを篩にかけてもコークス屑は濕りあるを以て粗粒を篩ひ分ける事能はず。然してコークス屑中に粗粒が餘り多く存在する時は爐中の還元作業が不完全となつた。如何となれば大粒コークスは其の表面積が微粉コークスに比して尠き結果還元作用に與ること少なく殆んど最初の粒の大きさの儘にて爐より排出せらる。他方微粒即ち0.5mm以下のものは廢氣ガスと共に飛散し易い。

第 4 圖



取替ふるのみとなつた。本工場の経験にては排出口側25mに亘りて此のライニングを用ゆる事を最も適當とすべく残りの部分はシャモットにて可なるべく此のシャモットライニングの壽命は約1~2年である。

操業試験

レン爐操業試験には珪酸含有量高き獨逸の貧鐵鑛が用ゐられた。元來此等の鑛石は其配合の關係上焙鑛爐にて之れを経済的に使用する事能はざりしものにてレン法にて熱的に撰鑛された。此等の鑛石に屬するものはザルツギッター地方の各種鑛石、酸性ラーン鑛石及南獨逸ドツガー鑛石等である。處理せられたる鑛石の分析表は第1表に、又燃料の成分は第2表(略)に示す。

鑛石の處理に當りては該鑛石の化學的性質濕度及粘土含有量等を識る事は頗る重要な問題にして其理由は鑛石の粉碎に要する粉碎機の能力は主として以下の諸點により決

以上の次第にてコークス屑を利用する際最も適當なる粒の大きさとしては1~5mmの間にあるべく此の粒の大きさの燃料が最も有効に利用される。斯る微粉コークス屑を作るには所謂ロツドミルか或は又デスイントグレーターを用ゆ



るを適當とす。

燃料と鑛石とをよく混合する爲め混合機を使用する。粘土性の鑛石では燃料は頗る好く煉り交ぜられ、装入機よりバケツトエレベーターを通りて爐に入る迄の途上に於て混合が崩れる事殆んど無い。反之粒の大且又乾燥せる鑛石では粒の大なるものは爐内にて一足先きに遊離シークス粉と鑛石とが別々となり。従て爐中の還元作用の開始が區々となり。或は又還元が全然起らざる事すらあつた。此の困難の特に甚しきはラン鑛石を多量に装入せる時及ークス粉の粗き時であつた。

還元を適當の時に開始せしむるに必要な温度は装入口にて 450°C より 500°C の間にあり、其れより絶へず上昇してルツベ生成帯にては 1,250°C より 1,300°C に達す。鑛石中の濕氣及含水化合物中の水及炭酸ガス等が追出されたる後約 600~700°C にて鐵が海綿鐵に還元する作用が始まり約 1,100°C に至りて完成す。還元速度は温度の上昇と共に増加し 900~1,000°C の間に於て其速度最も大なり。混合物の炭酸ガス含有量或は又温度が頗る高き際には還元作用が遅滯する。鑛石混合物が温度高き帯に来る時は時として溶解する事がある。此の熔融物が還元する事は困難にして然も此の熔融化によりて材料の爐内通過時間が短縮せらるゝ爲めルツベの生成が妨げらる。斯して數多の實驗に徴するに石灰石を添加する際或は石灰質の鑛石を

處理する際には、此等鑛石は豫め焙燒する事を適當とする特に石灰の添加を必要とする鑛石の處理に當りては燒石灰を使用する方がよい石灰石を用ふる時は炭酸ガス追出の餘分の負荷の爲め生産力を減するか或は又鑛石装入量を減することとなる。

第3表(略)に掲げたる混合物は 1937 年より 1939 年に涉り處理せる鑛石に就て概念を與ふるものである。此等各種の混合物中第4表にはレン法にて處理して最も著しき特色を示せる二、三の混合物の指標數字を示した。各個の試験は第3試験を除き何れも 2~6 ヶ月間に涉り行はれたるものなるを以て表示せる數字は正しき平均値を表はせるものと謂ふ事を得べし。第1混合物はフォルチューナ鑛石を主としこれに少部分のラン鑛石を加へたるものにして1 噸のルツベ當りの混合物の重量は 3,884 kg にして其の鐵の回収率は 91.9% を示した。然して循環する磁選鋼を考慮せずしての鑛石よりの鐵回収率は 25.8% を示せり。1.5mm 以下の微粒のルツベの鑛滓中に結合せるものにして鑛滓選鑛の際生ずる磁精鋼は鑛石装入量の 11.5% を占む。ルツベ 1t 當りのークス屑の消費量は 932 kg 爐の加熱に要した石炭消費量はルツベ 1t 當り 276 kg なりしを以て燃料總消費量は 1,208 kg にて鑛石 1t 當り 31.1% の燃料を要す。鑛滓の量はルツベ 1t 當り 1,928 kg なり。珪酸含有量 58.3% の鑛滓の分析より鑛滓指數即ち石灰の

第 4 表 (實驗 4 及 5 を 除 く)

	(1) Fortuna/Lahn-Erz	(2) Fortuna/Pegnitz	(3) Schandelah/Abbrände
ルツベ t 當り 鑛石量 M.K. (返し磁精鐵)	Fortuna 3,363 赤鐵鑛(Heinrichsegen) 221 M. K. (鑛石 11.4%) 443 合計 4,327	Fortuna 2,641 Pegnitz 478 Pegnitz 精鑛 478 M. K. (鑛石の 13.3%) 478 合計 4,075	Schandelah 2,344 Sulitjelma-Abbrände 1,073 M. K. (鑛石の 12.5%) 427 合計 3,844
鑛石中の鐵分回収率 (M.K. を 除 く) 鐵の回収率	25.8% 91.9%	27.8% 92.9%	29.3% 91.6%
ークス使用量/tルツベ 加熱用石炭使用量/tルツベ 總燃料使用量/tルツベ 燃料使用量/t鑛石	932 kg 276 " 1,208 " 31.1%	857 kg 281 " 1,138 " 31.6%	832 kg 209 " 1,041 " 30.5%
鑛滓量/tルツベ 鑛滓成分 (A) 鑛滓中の炭素% (1)=6.7% (2)=5.0% (3)=5.8% $P = \frac{CaO}{SiO_2}$	1,928 kg A { FeO 5.44% Al ₂ O ₃ 18.30% MnO 0.25 CaO 9.40 P ₂ O ₅ 0.56 MgO 4.80 S 0.12 AlK 1.45 SiO ₂ 58.30 P=0.16	1,800 kg A { FeO 4.77% Al ₂ O ₃ 17.90% MnO 0.45 CaO 7.50 P ₂ O ₅ 0.28 MgO 3.40 S 0.11 AlK 1.20 SiO ₂ 62.30 p=0.12	1,660 kg A { FeO 5.87% Al ₂ O ₃ 19.10% MnO 0.81 CuO 13.80 P ₂ O ₅ 0.41 MgO 2.73 S 0.25 AlK 1.13 SiO ₂ 53.50 p=0.26
ルツベの成分(%)	Fe 93.40 C 0.88 Mn 0.04 P 1.05 S 0.41	Fe 93.70 S 0.37 Mn 0.03 C 0.86 P 1.11	Fe 92.20 C 0.55 Mn 0.04 P 1.12 S 0.65



珪酸に對する比 $P=0.16$ である。ルツペの成分は 92.4 Fe, 0.04% Mn, 0.41% S, 1.05% P, 0.88% C で此の外少量の機械的に混合せる鑛滓を認めた。此の鑛滓は本工場に於けるルツペ精製方法が未だ完全に解決せられなかつた爲めルツペと共に篩分られたるものである。ルツペ精製装置は新事態に基き改造せらるべきを以て尠くとも 96~97% の金屬を含む純ルツペを作り得べしと思ふ。

ペグニツ鑛石は珪酸含有量高き爲め單獨にて處理し能はざるを以て第 2 試験にてはフォルチューナ鑛石とペグニツ鑛石と混合せる混合物を處理した。但し此のペグニツ鑛石も亦燒石灰を加ふる時は完全に處理する事を得たるも鑛滓の量が増加せる爲め此の試験は中斷してフォルチューナ鑛石を混用する事としたるものにして此の混合物の鑛滓指數はペグニツ鑛石の 0.012 に比し $p=0.12$ を示せり。斯して鑛滓の量はルツペ 1t 當り 1,800kg にして第 1 試験の混合物より幾分尠し、尙又鑛石の量尠き爲め燃料消費量も 1t のルツペ當り 1,133kg にして、同様尠し鑛滓の分析は其の性質より見て唯珪酸含有量が増加せる點のみが異なるのみにして此の珪酸含有量の増加は酸性頗る高きペグニツ原鑛を裝入する以上已むを得ざる結果である。ルツペの分析には別段の相違を認めず、磁精鋼の割合は 13.3% にして第 1 試験より高し。

第 3 試験にてはシャンデレーラ鑛石を用ゐた。其の鐵含有量は頗る低く即ち僅かに 16~18% なるを以て斯ては日々のルツペ生産高僅かに失するを以て相當量のルツペ生産高を得る爲め此の鑛石に品位頗る高き黃鐵鑛燒滓を混合して處理した。然るに此混合は塵埃狀且粘土質のものなるに加へて燒滓は水分含有量比較的多きを以て、酸素が段々に分解せらるゝ故還元を調整する事頗る困難なりき。即ち此の混合物は異常に早く熔融しこの鐵分少なき熔融鑛滓より鐵の還元は單に一部分成功せるのみであつた。此の作業に當り 1,000~1,100°C にて熔融せる鑛滓は爐のライニングを異常に甚しく損傷せしめた。其の原因の一はシャンデレーラ鑛石は石灰の含有量高きを以て炭酸ガス及濕氣の發散の爲め著しく多くの時間を要するを以て還元時間が不足する結果となつた。比較的鹽基性で鑛滓指數即ち $P=0.26$ か上記の推理の正しき事を確認せり。鑛滓指數 $P=0.16$ を示せる酸性ペグニツ鑛と混合せるに上記シャンデレーラ鑛石は完全に處理する事を得た。ルツペの分析により前記二試験との相異は硫黃の含有量高き點のみである。然して之は黃鐵鑛燒滓を混入せる結果で已むを得ない。

第 4 試験ではガイスリンゲン粉鑛石とラーン鑛石との混合物を處理せり。即ち鑛滓指數 $P=0.313$ なるガイスリンゲン鑛石と酸性頗る高きラーン鑛石とを混合したもので其の結果生ぜる鑛滓の石灰と珪酸との比は 0.19 なりき。此の比較的鐵分高き混合物は總計僅かに 1,050kg の燃料を消費したるに過ぎず其の理由は鑛滓が僅かに 1,448kg なりしを以てなり。ガイスリンゲン鑛石單獨處理は強酸性ラーン鑛石とガイスリンゲン粉鑛との混合物を處理せる際の如く其の作業順調に行はれなかつた。最善の爐況は石灰の珪酸に對する割合か 0.15~0.2 の間にある時にあつた。最終鑛滓に石灰の含有量が僅か増加してもルツペ中の硫黃含有量は既に 0.4~0.3% は低下した。然して此の試験期間中此の硫黃含有量は 0.25% にも達し得た。以前の試験にての鐵回收率は 92~93% の間にありたるも此の試験では鑛滓を減少せる爲め鐵回收率は 95.5% に上昇した。以上と同一理由にて循環を考慮せずして鑛石の鐵回收率は 32.3% に高められた。

第 5 試験にては純粹のザルツギッター鑛石が處理せられた。即ち比較的富鑛と貧鑛石との混合物なり。鑛滓指數 P は此の場合にも同様 0.16 程度なりしを以てレン法鑛滓として最も適當なるものを得る如き配合を作り得た。斯して約 6ヶ月に渉る操業全體を通じて鐵の回收率は月平均 93% 以上に達する事を得た。燃料消費量は既に記述せるものと著しき相違なきのみならず後述する如く諸種の方法を用ゐて此の消費量を低下する事を得べし。

當大試験工場に於ける本格的試験は合計 5 種類の混合物に就て行はれた。其の結果より綜合的に謂ひ得る事は次の點である。即ち酸性鑛石の處理に當りては其の鑛滓の成分か鑛滓指數約 0.15 と 0.20 の間にあるものが最も良好なる還元を爲し得たる事である。或る鑛石にして其の脈石か上記の鑛滓成分と異なるものでは強酸性の鑛石、燒石灰或は又微碎せる平爐鑛滓等を添加して混合物を作りて此れを處理せり。炭酸ガスを追出す爲め餘分の負荷を來す時は還元を困難ならしめ從て爐の操業は不安定となるべし。反之炭酸ガス含有量少き場合には爐の操業には何等著しき影響を來さなかつた。今若し實質上石灰を全然含有せざる鑛石を處理するが如き場合には常に石灰を含む鑛石を混合する事によりて、適當なる鑛滓指數を與ふるを可とす。爐操業中に燃焼せられずして鑛滓と共に排出せられたるコークスの量は、第 1 混合物では鑛滓の 6.7%, 第 2 混合物にては 5% 第 3 混合物にては 5.8% 第 4 混合物にては 6.5%



然して第5混合物にては4.8%なり。此の残留コークスの大部分は頗る粗粒のものにて、既に屢々述べたる如く微碎作業が充分ならざりし爲め粗粒の儘にて装入せられ爐内にて反應せずして爐内を空しく通過せるものである。故に此の残留コークスは鑛滓分析中には計上せられず。單に鑛滓と機械的に混合せるに過ぎない。廢氣ガスの分析を見るに平均約22%の炭酸ガスと3~4%見當の一酸化炭素及水素を含みたり。加熱期間中に炭酸ガスが約18%に低下したが其の原因は微粉炭が爐内の酸素を吸收せるを以て其結果装入物より發生せる一酸化炭素の完全燃焼が達せられなかつた爲めである。此の作業方法の明かなる缺點を將來は燃焼空気を豫熱する事に依りて除去されるであらう。斯せば強酸化性の高温の焰を以て爐を操業し得べく又之によつて爐の能力の増加を期し得べく従て燃料の利用良好となり同時に燃料の節約を期待し得べし。

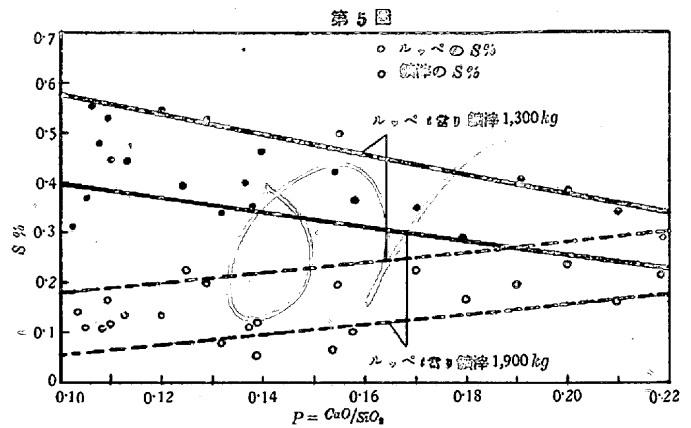
珪酸60%或は其以上を含む鋼滓は何等の脱硫作用無き爲め鋼滓中の硫黄含有量は自然極少量である。熔鑛爐の作業と比較して異なる點は廻轉爐では装入物が酸化性のガスを間斷なく接觸するが故に硫黄の酸化が行はれ従て送入せられたる硫黄の一部の揮發が行はるゝ事である。揮發硫黄の量は爐の温度狀況に關係し、特に燃料又は鑛石との結合状態如何によりて定まるものである。恐らく燃料中にある有機性硫黄の大部分は亞硫酸としてガス中に逃ぐるものなるべし。褐炭コーライトによりては其の硫黄は主として石筍として存在するが、此のコーライトを用ゐたる際の硫黄のバランスを見るに硫黄は石炭によりて還元せられず却て石筍は珪酸と結合して珪酸カルシウムとなり然して其際發生する硫酸はガスと共に排出せらるゝが故に硫黄の大部分はガス中に逃る。此の點が熔鑛爐にて褐炭コークスを使用するに比べて大なる特長とす。

第5表には各種の混合物處理の際に於ける硫黄のバランスを示す。熔鑛爐に用ゆる混合物と等しくレン爐にて亦

第5表

装 入	1t ルツベに付装入量 kg	ルツベ中の S% 21.9	鑛滓中の S% 12.3	ガス中の S% 65.8	鑛滓指数 P 0.16	燃 料
1)Fortuna/Lahn-Erz	18.78	21.9	12.3	65.8	0.16	コークス屑
2)Fortuna/Pegnitz	15.60	23.7	12.7	63.6	0.12	〃
3)Schadelab/Abbrände	20.93	31.1	19.8	49.1	0.26	〃
4)Geislingen/Lahn-Erz	11.74	25.6	28.4	46.0	0.19	〃
5)Haverlahwiese/Finkenkuhle	13.63	31.6	19.5	48.9	0.16	〃
6)Fortuna	40.60	14.5	7.1	78.4	0.35	褐炭半成コークス

コークス屑が硫黄の大部分即ち80%をもたらしものにし



て鑛石より來るものは僅か20%に過ぎず。鑛滓と共に排出せられたる硫黄の量の割合は鹽基性度によりて定まる。第5圖は此の關係を表はし其際鑛滓の指數 $P=0.11$ のものが既に熔鑛爐の酸性操業の際よりも一層脱硫が良好に行はるる事を示せり。故に鑛滓中に石灰の含有量を僅か高むる事によりてルツベ中の硫黄含有度を低減せしむる事を得べし。然しながら此の方法によりてもルツベ1t當りの鑛滓量を異常に増加する事は不可なり。

燐のバランスは第6表の如く、燐の還元は平均60~70%に達す。燐の還元は温度及鑛石中の結合状態によりて

第6表

	1t ルツベに付装入量 kg	ルツベ中の P% 56.8	鑛滓中の P% 22.9	其他 P% 20.3	鑛滓指数 P 0.16	燃 料
1)Fortuna/Lahn-Erz	18.49	56.8	22.9	20.3	0.16	コークス屑
2)Fortuna/Pegnitz	16.61	66.8	11.9	21.3	0.12	〃
3)Schadelab/Abbrände	17.93	62.5	15.7	21.8	0.26	〃
4)Geislingen/Lahn-Erz	9.93	60.5	20.5	19.0	0.19	〃
5)Haverlahwiese/Finkenkuhle	15.54	69.5	20.8	9.7	0.16	〃

定まり恐らく其の一部は燐化水素となりて排氣中に逃れ去るものなるべくバランス表によれば此の數量は正に20%なり。装入せられたる燐中約60~70%は鐵の中に入り一少部分は鑛滓中へ、然して約20~30%は排氣と共に失はる。

ルツベ中の炭素含有量は0.5~1.0%の間にあり、炭素含有量高き場合は爐の温度が頗る高い時或はルツベ帯に燃料が過剰なりし時である。この吸收された炭素の一部は再び除去せらるるを以てルツベ帯に於ける燃料の過剰が頗る多き場合にも炭素含有量は1.5%を超ゆる事は無かつた。

珪素、クロム及マンガン等はレン爐中にては其等の酸化物より還元せらるる量は頗る僅少である。酸化チタンの場合も同様の狀況にあるを以てチタン含有砂鐵も亦レン爐に



て處理し得べし。

レン爐の所要燃料は還元劑としてはコークス屑、加熱炭としては石炭が吹込まれる。装入されたる還元燃料の量は鑛石の鐵含有量によつて定まり、貧鐵鑛にして鐵の含有量 26~35% のものにあつては約 22~25% にて加熱炭は 24 時間に装入せられる鑛石の數量によりて定まり。此の装入量の約 6~8% である。加熱用石炭は揮發分約 22% を含む中位の有煙炭が用ゐられた。以上合計 30~34% の燃料を要す、然しながら排氣の溫度を低下するか、或は空氣を加熱するか、又はコークス屑を一層良好に利用するか又は排氣の完全燃焼をなすか等により燃料の總消費量を低減し得べし。

他の還元劑としては従來褐炭、半成コークス、非粘結石炭及熔滓等が装入せられた。半成コークス及非粘結石炭等は其反應能力高きを以て操業に最も都合よき結果を示した。然しながら揮發分が煉瓦を卷かざる煙突中にて燃焼せる爲め此の試験は短時日の後中絶した。

熔滓は頗る利用價值ある事を示せるも他の還元劑にても然るが如く固定炭素の含有量無きを以て多量の燃料を要する。

濕鑛石装入量約 240~250t の回轉爐の日産能力と磁化焙燒式により作業する回轉爐との能力とを比較するには此の兩者の能力は分離されたる珪酸の量により判斷すべきである。第 6 圖(略)には此の二つの種類の爐の能力が 24 時間に分離されたる珪酸の數量を以て表はされた。該圖に示す如く一例を挙げればレン法にてはフィンケンクーレ鑛石より 100t の珪酸を分離する爲めには 340t の鑛石を装入すべきであるが他方還元焙燒法によれば同一能力を得る爲めには 24 時間に 730t の鑛石を處理すべきである。然も此の場合前者にありては珪酸分離 95% 後者は 50% と想定せらる。

全長 70m 直徑 4.2m の日産 500t レン爐と比較するに磁化焙燒法にて作業する廻轉爐は毎日 1,075t (730:340 = 2.15 × 500 = 1,075t) の鑛石を處理せざるべからず、然も此の場合後者は冶金作業に於て鐵の還元を成さざるを以て 1,000kg の鐵に對して 400~500kg の珪酸を分離する爲めには熔鑛爐を必要とす。

レン作業にて發生する多量の鑛滓の運搬積込み積下し等に相當多額の費用を要し。又高價且有益なる場所を鑛滓置場として使用しなくてはならぬ爲め鑛滓の適當なる利用方法を考慮した。數多の困難の後鑛滓の相當數量を道路築造

用として利用する事に成功した。此の場合充填材として特に適當し。更にタールと混合して道路舗装にも用ゐて好成績を挙げた。鑛滓はその主成分は珪酸なるを以て天然砂と同一利用價值を有し。且又其形狀裂片的粒狀をなす爲め處理容易なり。廣場や道路の舗装として頗る美事なる表面を作り其の面は多孔性なるを以て排水溝を設くる必要なし。國營自動車路にも數ヶ所に試験的に微粉鑛滓を以て舗装を行ひたる所今日迄は頗る好結果を示せり。此の場合には鑛滓をアスファルト又は瀝青等と混合し。走行路の上層舗装として 30mm の厚さに敷かれた。其の結合は頗る良好にして土や壤土成分を含まざるを以て表面龜裂の心配なく、重量は 1m³ につき 1,200kg にして 20t 車には 16m³ を積込み得べし。尙又この鑛滓は餘り負荷の大ならざる個所にはコンクリート用混合物として利用し得べし。

結 論

以上に説明せるレン工場は既に約 4ヶ年作業を繼續し。此間ザルツギッター地方、ラーン地方及南ドイツ、ドツガー等の鑛石を處理せり。本法の實施を一小試験工場より長さ 50m 直徑 3.6m の大同轉爐に移して行へる時には最初の間は種々の困難に直面せり。特にライニング材質の判定に困難した。然し今日にては既にキルン中最も負荷の甚じき部分のライニングでも其の壽命半ヶ年に及ぶに到た特に注目に値することは鐵分 1t に對し珪酸 1t 以上の割合にあるザルツギッター鑛石にありても石灰石を附加せずして處理し得る事なり。此際製造せられたるルツペは硫黃含有量 0.3~0.4% なるを以て、同一鑛石を用ゐる且多量の石灰を加へて熔鑛爐にて酸性操業生産鉄鐵の硫黃含有量の最低限界と同一程度にあるを知るべし。適當なる混合及作業方法によりてルツペ中の硫黃含有量は加減する事を得べき事及装入せられたる硫黃の大部分は排氣中に導かるる事等が實證された。此の事實は硫黃含有量頗る多き燃料例へば褐炭乾溜コークスを利用するが如き際には重要の事である。装入されたる磷の約 70% は鐵の中に入るを以てルツペ中の磷の含有量は鑛石の磷含有量に依て定る。

還元劑としては特にコークス屑、半成コークス、非粘結性粉石炭及鑛滓等を以て處理された。レン法は鐵の含有に基きて謂ふ時は磁化焙燒撰鑛法より 2 倍もの珪酸を分離す。然し同一回轉爐がレン法にて作業する時は單に約半分の量の鑛石を通過せしむるものなるを以て珪酸分離能力は兩法共同一なり但し此の場合レン法は同時に鐵を金屬に還元する特長を有す。

大試験工場にて發生せる鑛滓の一部は道路築造用として使用せられタール及アスファルトを配合して利用されたる所には好結果を収めた。(鐵と鋼第 25 年第 11 號参照)