

翻譯

鹽基性平爐 (II)

I. H. Chesters

出口喜勇爾譯

以上述べ來つた所は鹽基性平爐に於ける前板水準面(裝入口敷板)より上の部分に使用される多くの種類の耐火材料の説明であるが、これからの資料は主として爐床、格子積に使用される耐火材料に就いてであり、又空氣及びガス上昇道、鋼滓室及び變更弁用のものをも言及しよう。一般的に云つてすべてこれらの部分(爐床を除き)は珪石或は耐火粘土煉瓦で造られるが、然しその操業條件の難しい所では特殊な性質のものが使用される。蓄熱室に於ても底の方の格子は中アルミナ耐火粘土煉瓦が適當であるが、溫度が比較的高い上部の格子には珪石煉瓦又は高アルミナ煉瓦が使用される。

爐床

(第1圖に於ける符號 7, 8, 9 の部分)

爐床の各部を云ひ表はす名稱は工場によつて相當異なる。それで爐の前及び裏に於ける爐床の傾斜せる部分をば“爐胸(Breast)”と云ふ工場もあり、これではドロマイトやマグネサイトで覆つてある所のみならず、其の下の煉瓦積をも含めて云ひ表はすのである。本論文に於てはこれらの部分の煉瓦積は“土手(Bank)”と云ひ、そして兩端のそれは“噴出口前土手(Bridge bank)”と稱し、“爐胸”なる語は單にこれらの土手を覆つて居る所の爐床材即ち煉瓦積の上に撞き固めた材料を云ふ事とする。

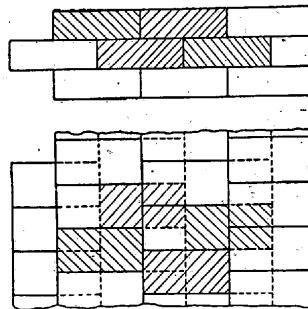
1. 構造

Buell によると米國では厚さ 85 in 迄の爐床が使用され、其の一例を擧げて見れば 60 in の耐火煉瓦、12 in のマグネサイト煉瓦、及び 13 in の粉碎したマグネサイトより成る。英國では反對に爐床の煉瓦積は 12 in 以上の厚さにする事は殆どなく、屢々僅か 9 或は 6 in である。此の例は極端な方であるが、然し實際工場によつて廣範圍に變化して居る事がこれによつて窺ひ得よう。

敷鐵板(Pan)のすぐ上に耐火粘土煉瓦を敷く事によつて爐底を或る程度斷熱する事が出来るし、又場合によつては其の耐火煉瓦の下に例へば多孔性珪石煉瓦或はマグネシアアスベスト型の低温絶縁體のやうな斷熱煉瓦の層を敷く事もある。かゝる操作は明らかに熱の損失を少くし、爐床のスタンプ部分をば一層容易に燒結させる事となるが、爐床に於ける溫度勾配が比較的少い爲に色々な困難が起り得る。即ちその爲に鋼滓及び鋼が比較的深く浸透する事となる。英國の 80 t 級の平爐は一般に 9 或は 12 in の鹽基性煉瓦で築造され(平積で 3~4 段)、其の下に耐火煉瓦の敷段を敷く事もあり敷かない事もある。其の上のスタンプは普通最小限約 12 in の厚みである。此のやうに薄い爐床を使用するのは爐 1 基當りの出鋼量を高めんとする企の結果であつて、爐床を二三年毎にとりかへて居る今日のやり方と相關聯して居る、蓋し出鋼噸當り比較的多量の爐床材(ドロマイト)を必要とする爐床を使用し續けるよりも、古い爐床のみ

を剥ぎ取りその結果爐底煉瓦を出来るだけ再び生かした方が經濟的と考へられて居るからである。

普通爐床煉瓦は第 11 圖に見る如く、爐床の抜ける危險を最小限ならしめる爲に通し目(Straight-through joint)にならないやうに積んである。昔のやり方は敷鐵板の上に煉瓦を水平に敷いて側面は直角に積み上げ(Flat sub-hearth)、そして爐床の輪廓はスタンプ材料の厚さを變へる事によつて造り上げた。最近行はれるやり方は煉瓦積の厚さを變へて煉瓦積だけで爐床の内側の大體の形を與へ(Shaped brick hearth)、此の上に大體一樣な厚みのスタンプをす



第 11 圖 爐底の煉瓦の積方

るやうにして居る。前者のやり方では必要なる膨脹代は前後及び兩端の壁の下にかくして取る事が出来るといふ利點がある。所が後者のやり方では膨脹代をかくす事が出来ないのうまる危險が充分ある。さうなれば其の結果爐床をそり上らせる事となる。

爐床のスタンプの方法(此の目的の爲に使用されるドロマイト或はマグネサイトの調整をも含めて)を適當に説明しようと思へば小さな 1 冊の本にもなる程である。特に最近數年間の進歩と經驗とをも含めるならば尙更の事である。一般に英國の平爐の裏付はタールでねつた“ベーシック(Basic”; 高温で煨燒したドロマイト)を約 6 in の厚さに迄撞き固め、これを其の位置で出来るだけ高い操業溫度で焼き付け、それから残りの厚みは大體 1 in づゝの厚みで投入しては焼き付けるといふ風に造り上げる。全體の“ベーシック”を一度に撞き固めるか或は焼き付けつゝ上つて行くかの何れかの方法も又行はれる。普通の粗く粉碎したドロマイトは燒結し難いので、通常細く粉碎した鹽基性鋼滓を大體 10% 迄下の方の層に添加する、そして湯と接觸する面近くになる程添加量を減ずるのである。此の鋼滓を添加するのは一種の間に合せであつて、若し材料の粒度分布が適當ならば、即ち微細な粒を充分含んで居るならば鋼滓は使用しなくてすむ。焼き付けてから爐床に鋼滓をしませる。80 噸爐に對しては約 4~8 t の鋼滓が要る。

使つて見た結果は造り方の技巧によつて著しく異なる。爐底の煉瓦積は最初のタールでねつたドロマイト層を撞き固める前に適當に乾燥し切つて置かなければならない。そして適當な粘性の脱水したタールのみを使用しなければならぬ。撞き固めるのに最も適當するタールの量は普通ドロマイトの重量の 5~8% である。ドロマイト

は熱くしてタールと混合した方が好ましい。そして即刻使用しない場合は撞き固める前に少くとも 122°F (50°C) に豫熱しなければならない。4×4×3 in 厚さの手撞棒 (Hand rammer) が普通に使用され、そしてこれらは爐床材がくつつくのを防ぐ爲にコークス火か或は近くの爐の扉で豫熱する。適當に調節がきくものならば氣動撞棒 (Pneumatic rammer) を使用すれば遙に緻密なもの出来る。かくて手で撞き固めて 3 in の厚さとした層が氣動撞棒によつて更に厚さに於て 1/2 in だけ撞き固められる。機械的撞棒を使用するとスタンプの各層が膚離 (はだばなれ) をして居る可能性があり、従つて爐床が持上つたり鋼に對して緻密さが缺けたりすると云ふ理由で屢々反對されて來て居るが、然し若しも 1 つの層の一番上の表面を例へば機械的鑿を使つて少し粗くして其の上に次の層をスタンプするやうにすれば、膚離れによる困難と云ふものは實際經驗されない。

傾注式爐に就いても同様な爐底の造り方が行はれるが、然し撞き固められる部分の厚さは屢々甚だしく減じ、焼き付ける部分の厚さは増す。爐底は一度始めたら數ヶ月間は鋼で覆はれて居るので各出鋼毎に調べる事が出来ない故に、最初の爐底は出来るだけ完全である事が必要である。

マグネサイトで爐床を造る場合に用ひられる方法も同じであるが、然し此の場合にはもつと耐火力が強い事と、若し之を適當に燒結させようと思へば爐床材は細かく粉碎するか (第 5 表参照) 或は何か粘結劑 (例へば) 鹽基性鋼滓或はミルスケールを添加する事を忘れてはならない。マグネサイトではタール粘結劑で以てスタンプする方法よりも寧ろ焼き付けて、爐底を造る方法が一般に用ひられる。煉瓦積に近接する下の方の部分を適當に燒結さす爲に必要な鋼滓の量は 25% 位であり、一方或る工場ではマグネサイトの最初の層を煉瓦積の上に焼き付ける前に、煉瓦積の上を一度鋼滓で洗つて居る所もある。

2. 材 料

煉瓦 既述の如く United Steel Company の工場では斷熱の爲には多孔性珪石或はマグネシヤアスベスト型が使用されて居た。然し若し爐底の煉瓦積及び爐床の厚みが斷熱材をしてその最高の安全溫度以上の溫度に曝される事がない事を保證する事が出来きすれば、殆どあらゆる種類の低温或は高温斷熱煉瓦を使用出来よう事は明らかである。爐床が薄いと底抜けの危険が考へられるので、そらういふ場合には全然斷熱煉瓦を省く人が多い。

敷鐵板或は斷熱煉瓦層を覆ふ爲に使用される耐火粘土煉瓦は、前

に装入口扉の所で述べたやうに一般に中アルミナ型で然も良質のものである。

平爐の爐底に使用される所の多數の典型的マグネサイト及びドロマイト煉瓦の性質を第 4 表に總括する。最初オーストリアで製造された型の非常に緻密なマグネサイト煉瓦一氣孔率が屢々 18% 以下一が普通に好まれる。そのやうな煉瓦の急熱急冷抵抗性はどちらかと云へば低いが、然し爐底に使用されるものでは急熱される事もなく又若し龜裂を起した場合でもその位置から剥落するやうな事は無い故に、急熱急冷抵抗性は此の場合は左程重要ではない。最近數年間に於て SiO₂ 含量 13~15% の安定ドロマイト・クリンカーで造つた煉瓦が平爐の爐底に使用されて優秀なる成績を擧げる事が發見され、固定式爐に於てはマグネサイト煉瓦に廣くとつて代つた。ここでも又氣孔率は屢々 20% 以下である。最近のドロマイト煉瓦は吸水による困難は何等伴はなく、數週間水中で煮沸しても崩壞の兆さへ示さない。常溫並びに高温耐壓強度が非常に強くて、此の點に就いては最上のマグネサイト煉瓦と匹敵し得る。其の急熱急冷抵抗性の方は低い方ではあるが、其の上を爐床材が覆つて居るのであるからこの點は特に重要であると云ふ譯ではない。又鋼滓に對する抵抗性はマグネサイトのそれ程大ではないかも知れないが、研究室並に現場で試験した所によると之を此の部分に使用するには適當して居る事を示す。

米國に於てはマグネサイト煉瓦をクロム或はクロム・マグネサイト煉瓦で置き換へ、そして此等の煉瓦をクロムの「とろ」の薄い層で覆はんとする傾向が著しい。かうすると作業休止の間に於て爐底が吸水する危険を最小限ならしめる利益がある。更に最近になつて爐床の湯に涵る部分をば、僅か 2~8 in の厚さのマグネサイト層で覆はれたる所の深さ 9 in のクロム・マグネサイトの立て積 (Soldier course; 煉瓦を立て、積む) で造られて來て居る。

爐床材 一般に英國の爐の爐床自體は所謂“完全煨燒”ドロマイト或は“ベシック”で造られる。ドロマイトは電氣的に熔融した時でさへも尙單體の石灰を含み非常に容易に吸水するので、“完全煨燒”なる語は適當でない。然し“ベシック”の吸水率は焙燒爐中で高温煨燒する事によつて非常に減殺される。一般の方法は比較的純粹な苦灰石をとり、之とコークスとを交互に積んで扇風機をかけた焙燒爐で煨燒するのである。このやうにして得られる溫度は非常に高く (約 3,092°F (1,700°C) 程度) 又一方ではコークスから出る灰分は苦灰石の熔劑含量を増す事によつて燒結を容易ならしめる。

製品の氣孔率は 2~30、平均約 12% である。嵩比重は 1.8~3.2、平均約 2.8 g/ml である。又比重は煨燒處理によつて殆ど變化しなくて一般に大體 3.35 である。嵩比重と煨燒處理との間の關係ははつきりして居る。それ故嵩比重は其の材料が受けた煨燒處理並に大體の安定化程度の指標として使はれる。もつとも製品の成分に對しては若干の考慮を拂はなければならないが、普通塊狀のドロマイトは使用前數週間貯藏して置けるが、若し粉碎してしまへばこれより

第 4 表 鹽基性平爐の爐底用煉瓦の性質

	マグネサイト 煉瓦 M 4	マグネサイト 煉瓦 M 17	ドロマイト 煉瓦 X 6	ドロマイト 煉瓦 X 7
見掛けの氣孔率, %	24.2	18.7	22.1	24.7
嵩比重, g/ml	2.67	2.89	2.58	2.53
" , lb/ft.	167	181	161	158
見掛けの比重	3.52	3.56	3.31	3.36
常溫耐壓強度, lb/in ² (kg/cm ²)	7,170(504.05)	>8,300(583.46)	>8,300(583.49)	5,090(357.83)
通氣率 (9×3 in 面に直角)	0.08	0.12	0.088	0.12
殘存收縮 (2 h, 2732°F (1500°C)), %	1.0	0.1	0.0	0.2
荷重軟化度 (2,910°F (1,600°C), 25 lb/in ² に保持)				
崩壞する迄の時間, min	11	--	32	11
昇熱試験 (50 lb/in ² に於て), °F (°C)				
初期軟化溫度	--	2,642(1,450)	2,804(1,540)	2,660(1,460)
迅速軟化溫度	--	2,768(1,520)	2,930(1,610)	2,750(1,510)
崩壞溫度	--	2,804(1,540)	3,056(1,680)	2,910(1,600)
急熱急冷繰返回数	30+	7	2	3

もづつと迅速にふける。此のふける過程は、屢々“腐敗する”と云はれるのであるが、混合酸化物中の石灰の吸水にあるのである。時々ある事であるが粉碎した爲に生じた微粉と混同してはならない。入手したドロマイトがふけて居るか否かと云ふ事は灼熱減量を測定して見れば容易に確かめられる事であつて、此の灼熱減量は普通約1%を超してはならない。若し材料中の灰色の塊が白くそして軟くなつて行くのが見出されたならば、入手したものは全部ふけて居ると認めてよしい。

普通塊状のドロマイトは篩附きの嚙碎機 (Jaw crusher) か又は穿孔輪轉粉碎機 (Perforated edge mill) で碎かれて、比較的粗い部分が爐底用又は爐床材に用ひられるやうになつて居る。爐床材を作る目的でこのやうな粗い粒の揃つた材料を使用すると (第5表参照) 其の結果氣孔率が高くなる事は以前から知られて居たが、然し適當なる粒度分布の材料を使つて緻密なる爐床を造る爲に骨を折るやうになつたのは比較的最近になつてからの事である。粒度分布と積込比重 (Packing density) との間の關係は誘導電氣爐を取扱ふ後章に於て更に詳細に論じようと思ふが、そこでは細粒は積込比重を高めるに役立つのみならず事實上材料の焼結をも調整して居る。

第5表 鹽基性平爐の爐底用典型的
爐床材の粒度分布及び成分

粒度分布	マグネ サイト	マグネ サイト	ド ロ マイ ト
	粗	粉	(鹽基性) 粗
	(%)	(%)	(%)
BS 1	大體右に 相等する	粗	粉
篩	—タイラー篩	(%)	(%)
1/2~1/4 in	1/2~1/4 in	7.5	36.9
1/4 in~7 メッシ	1/4 in~8 メッシ	13.5	28.4
7~25 メッシ	8~28 メッシ	47.5	18.4
25~72 メッシ	28~65 メッシ	25.0	7.3
72~150 メッシ	65~150 メッシ	5.0	2.3
150 メッシを 通るもの	150 メッシを通るもの	1.5	6.7
化學成分			
MgO	82.8	粗と同じ	37
CaO	3.2		55
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	8.4		4
SiO ₂	5.4		?
灼熱減量	0.2		1

マグネサイト爐床に於ても又、煉瓦を造ると同じ位の粒度分布に迄粉碎した材料で以てもつと改良された結果が得られて居たと云へ、比較的粗い粒度分布のものを使用するのが普通であつた。著名なマグネサイトであれば殆どすべてのものは爐床に使用されて成功して居り、爐床の本體にドロマイトが使用されて居る所でも出鋼口は屢々マグネサイトが使用されて居る。

爐床の修繕用には燒ドロマイトが最も普通に使用される材料であり、又粒度分布が非常に粗くなるとする傾向がある一鳩の卵大の大きさの材料と云ふやうに示して居る工場もある。米國に於ては工場の地理的な位置とか爐の特別な事情を考慮に入れて色々な變つた爐床材が使用されて居る。斯くて生のドロマイトが屢々土手の修繕には充分とする所もあるし、然しもつと嚴格なる仕事に對しては回轉燒爐に裝入する原石に5~8%の酸化鐵を加へる事によつて製造された所の半安定化ドロマイトが好まれて居る。或は又爐床がひどく掘れた場合には普通石灰の低い又は石灰の高いマグネサイトで修理されて居る。英國に於てはドロマイトがマグネサイトよりも喜ばれるといふ事實は“ベーシック”がそれを使用する工場の近くに産し、そしてマグネサイトよりも非常に安價に手に入るといふ事の

爲であるのは疑のない事である。マグネサイトは唯極軟鋼を製造する所でのみ使用するのが普通である。

爐床修繕材の粒度分布を決める際に、積込比重の大なる事及び燒結し易い事以外のもつと外の性質を持つて居なければならない事を念頭に置かなければならない。即ち理想的には材料はショベル離れがよくなければならないし、粒度の偏析をなるべく起させなくし、それから土手の急斜面にびつたりとくつつかなければならない。爐内の場所によつてはショベル投げで修繕が出来ない所がある。さういふ所は米國に於て廣く用ひられて居る爐床修繕機では尙出来ない所である。其の場合には鐵の「へら」の上のせて其の場所に持つて行つて落してやる。

新しい爐底で最も損耗する所は鋼滓線であるが、爐床が段々古くなつて行くと爐底本體が更に修繕を必要とする。出鋼噸當り約50lbの“ベーシック”位の消費であれば満足すべきものであると思はれる。若し薄鋼滓(うすのろ)で作業をしたり、精鍊時間が長くかゝつたり、或は極軟鋼を製造したりする場合は更に損耗が著しく爐床材の費用が高くなる事が経験されて居る。

3. 壽命及び破損原因

爐底の壽命は約2~17年である。有効に修繕しきへすれば殆ど無限に續くかも知れないが、然し或る期間を過ぎると修繕に必要なドロマイト或はマグネサイトの量が相當増加し、従つて古い爐底を剥ぎ取つて新しくした方が經濟的である。英國のある工場に於ては爐底が甚だしい困難を示すに至る迄待つよりも、寧ろ2~3年毎に爐底を取り換へる方がいゝやり方だと考へられて居る。爐床の損耗は主として鋼滓をからからに出してしまふか否かによつて大いに左右され、そして此の鋼滓をからからに出す事は爐底の形によるのみならず、又出鋼後に保持される温度にもよるのである。出来るだけ地鋼を爐底の掘れた所からかき出すやうにして決して爐床材で地鋼を覆つてはならない、といふのは爐床材で覆はれた地鋼は次の溶解及び精鍊期にもち上り易く、實際爐底に惡質の掘れ方が起る。出鋼口は一般にもつと屢々新しくされ、出鋼口本體及びその附近の約6ft 平方の部分も普通6ヶ月毎に取り換へられる。鋼滓線に於ける食ひ込みを惹き起す鋼滓の一例を次に掲げる。

	300噸傾 注式爐	80噸冷銑 固定式爐	使用したドロマイト爐底を検 べて見ると、多量の鋼滓を吸収 して居り、石灰並に酸化鐵は何 れも高くなるとする傾向があ る。かへり加へて爐底面の氣孔 率は約30%から1%にも低下 して居る。何故損耗するかと云 ふ原因の精確なる機構に關して 充分理解される爲には尙多數の 未解決の問題が残つて居るが、 然し損耗は主として爐床が熔劑 を吸収した爲に耐火度が低下
SiO ₂	9.0	12.5	
Al ₂ O ₃	1.5	2.0	
MgO	6.5	6.5	
TiO ₂	0.5	—	
Fe ₂ O ₃	5.5	11.0	
MnO	7.0	5.0	
P ₂ O ₅	16.0	5.5	
V ₂ O ₅	1.5	—	
FeO	7.5	8.0	
CaO	44.5	48.0	
Cr ₂ O ₃	0.5	—	
S	0.15	—	

し、従つて軟化して上層部が損耗して行つた事によるのは殆ど疑ひのない所である。

マグネサイト爐床が使用中に受ける變化は Andersen によつて非常に明快に論議説明されて居るのであつて、その示す所によるとペリクラス* は多量の酸化鐵を吸収し古い爐床の上層部には酸化

* 化學成分は MgO, 多少の酸化鐵を含む。暗緑石正八面體の結晶として天然に産す。(譯者)

鐵が約 50% も入つて居ると、更に Andersen の示す所によると、底が再結晶するにつれて最初のペリクラス結晶は徐々に合併して連続した網状組織を作り、其の間隙は熔融した珪酸鹽及びカルシウム・フェライトを含む。誘導爐の場合のやうに熔鋼に関する還元條件は爐底の鐵の酸化状態に影響を及ぼすものであつて、鐵は屢々マグネシヤ中に固溶體となつて居り、或はドロマイト爐床ではマグネシヤ及び石灰の何れの中にも固溶體となつて居る。

4. 改良方向

(1) 焼結する傾向が大で然も適當なる粒度分布の粗材を使用して以て、積込比重のより大なる爐底を築造する事。

(2) 正しい輪廓と高温度を保持する事により（特に出鋼口附近ではさうであるが）出鋼後爐床に地鋼及び鋼滓が残つて居ないやうにする事。

(3) 粒度分布を改良するのであれ、或は附加する粘結劑を改良するのであれ、急斜面にびつたりくつきそして偏析少く、従つて積込比重のより大なる進歩した爐床材を作用する事。

一般に鋼は出鋼口を通つて出鋼樋 (Lander 又は Lounder として知られて居る) を下る、此の樋は耐火煉瓦で裏付をし、ガニスターで塗つてある。より清淨なる鋼を得ようといふ見地から鹽基性煉瓦で出鋼樋を張らんと企てられたが、そのやうな試は効果のない事が示され、少くとも殆ど大部分放棄されてしまつた。この場所に使つたクロム・マグネサイト煉瓦の耐久性は出鋼樋の地鋼を取り除く際や出鋼樋を傾けた際の機械的衝撃によつて損ぜられるために非常に低い事が知られた。

ガニスター (粘土で結合した石英岩) が使用される所では、粒度分布、粘土含量或は水分含量に於てひどく變つた事がある場合には其の爲に困つた事が必ず起り得るから、適當に調整して準備する事が肝要である。若し粘土或は水分の含量が高過ぎると異常收縮が起る可能性があり、ガニスターが龜裂しそして耐火煉瓦の裏貼りから剥げる。一方若し粒度分布が異常に粗いと耐火煉瓦の樋に饅でうまく塗りつけるのに餘りざらざらし過ぎるであらう。典型的な出鋼樋材料の粒度分布を第 6 表に示す。良質のガニスター或は石英岩でさへあれば、何れも若し適當に粉碎すればこの用途に適する。そして眞に高級の材料がこの目的の爲に必要なかどうかは實際疑問である。同じガニスターにしても他のもつと操業條件の難しい位置、例へば酸性平爐の出鋼口と云ふ所に使ふ工場では勿論最高級の材料が必要である。United Steel Company の或る工場では粉末機に發條衝 (ゼンマイばかり)、半パイントのコップ (1 パイントは我約 3 合 2 勺弱) 及び 7 メッシ (B.S.I.) の篩をつけて、非常に簡単な方法で材料の粒度分布を調節して居る。材料は適當の水と共に轉輪粉碎機 (Solid bottom edge mill) に入れて、コップ一杯の試料の中から或る一定重量の材料が 7 メッシ篩の上に残る迄碎く。第 6 表に示した粒度分布は 1 ヶ月の間に 1 週間毎に採取したものであつ

第 6 表 出鋼樋用ガニスターの成分及び粒度分布

出鋼樋用ガニスター材料: ガニスター (97% SiO₂) 6.00 t
天井に使用した煉瓦 0.75 t
珪石質粘土 0.50 t

BSI 篩	大約右に相當するタイラー篩	標準粒度分布 (%)	1 ヶ月間の典型的粒度分布 (%)			
7 メッシ以上	8 メッシ以上	15	18.6	18.4	21.2	16.4
7~25	8~28	30	28.4	30.2	25.8	29.7
25~72	28~65	10	7.8	7.4	8.4	5.4
72 メッシを通るもの	65 メッシを通るもの	45	45.2	44.0	44.6	48.6

て、此の方法によると常に極めて一樣なる結果が得られる事を示す。

出鋼樋は使用前に石炭の火か或はコークス爐ガスの焔で充分乾燥し、一般に各出鋼樋毎に修理する。

ガス及び空氣上昇道

(第 1 圖に於ける符號 2 及び 4 の部分)

1. 構造

ガス上昇道 (下降道) はガス噴出口の外側の端とガス鋼滓室とを結ぶ所の主として四角な管である。80 噸爐に於てはこれは約 2 ft 6 in から 3 ft 角であつて、爐から一番離れた側での壁の厚さ約 18 in である。

空氣上昇道は爐の兩端に 2 つ宛、即ちガス上昇道の兩側に 1 つ宛あるのであつて、80 噸爐では斷面が 6 ft × 3 ft 6 in といふやうにガス上昇道よりは大きい。最も適當なる寸法は、爐の大きさ及び設計によつて異なるが、然し壓力が著しく低下しないやうにする爲に充分でなければならない。空氣上昇道の外に出て居る壁は約 18 in の厚さである。

2. 材料

上昇道は裏壁、前壁及び噴出口の築造に使用された型の一級品の珪石煉瓦で造られる。全鹽性平爐に於ては上昇道はクロム・マグネサイト煉瓦で造られるが、然し酸化鐵を吸収する爲に起るへげは非常に重大な事であり、そして若し鹽基性塵埃が附着する爲にそのやうな上昇道が狭められる事がなくなるにしても、普通の爐ではこの方法は經濟的ではなさうである。珪石にクロム・マグネサイト煉瓦を貼りつけたものを使用せんとする企は大して成功もしなかつた。それよりもメタルケース・マグネサイト煉瓦の使用の方が少くとも上昇道の頂上部に於てはより將來性のある事を示して居る。

3. 壽命及び破損原因

80 噸爐に於ては空氣及びガス上昇道共に壽命は約 1 年であり、煉瓦の消費は出鋼量噸當り 1~2 lb 程度である。温度は非常に高い事はなく、入るガスに對しては約 2,192°F (1,200°C)、出るガスに對しては 3,002°F (1,650°C) であるが、然し渦巻く塵埃を含んで居るガスによる所の摩擦が特に悪い。その爲に起る異常なる損耗を第 12 圖に示す。



第 12 圖 使用後の平爐の上昇道 (渦巻くガスによる異常燒蝕に注意)

4. 改良方向

(1) 矩形から卵形或は圓形の構造にする事により、或は最も強くガスの突當る部分の厚さを厚くする事により、幾らか改良する事は可能である。

(2) 温度が特別に高い事はないのであるから、融點はそんなに高くはないが質が緻密で特によく結晶して居る煉瓦が更によい結果を與へるであらう。

ガス、空氣鋼滓室

(第1圖に於ける符號 17~25 の部分)

(1) 構造

鋼滓室は本質的には塵埃捕集器として作用させる爲に下降道の底に置かれた所の、本壁と離して内貼りした函(Loose-lined box)であつて、かくて格子積の塞るのを減少させるのである。一般的の配置は第13圖に示してあり、これは80噸冷銑操業固定式爐の鋼滓

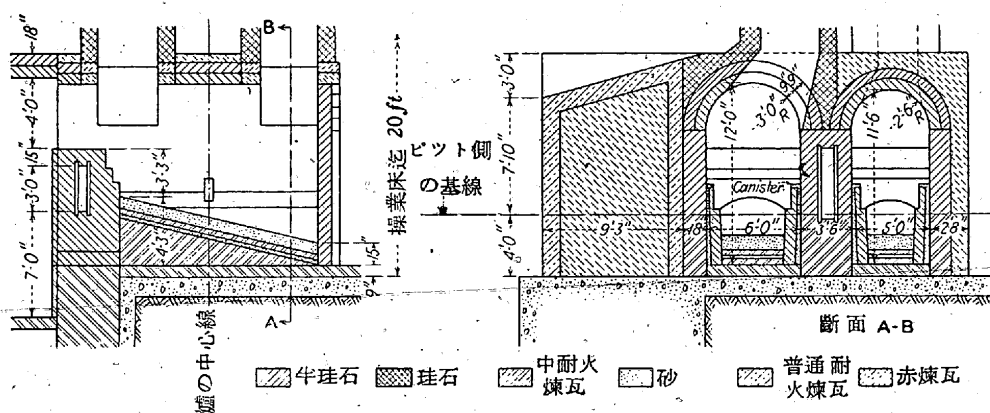
滓室敷は珪石質耐火粘土煉瓦或は回収した珪石煉瓦で造り、一方鋼滓室マンホールは二級品の珪石煉瓦又は回収した珪石煉瓦で造る。

ガス及び空氣鋼滓室壁の間に空氣冷却面を使用すると鋼滓室の壽命を延ばす傾向がある。といふのは其の面は冷却をもするし又ガスと空氣との混合を妨げるからである。

(3) 壽命及び破損原因

約13週間後には鋼滓室は鋼滓の融合した塊で滿されるが、これは爐からもつて來られた塵埃と上昇道の珪石煉瓦との間の反應生成物である。此の時期に鋼滓室を空にしてやらなければ、格子積の方に持ち去られる塵埃及び鋼滓の量が増し格子積の壽命は相當短くなるであらう。

鋼滓室に溜つた塵埃の成分は熔解する鋼の性質、上昇道の型式等によつて非常に變化するが然し大體次のやうなものである。



第13圖 平爐鋼滓室の典型的構造

室である。圖に見るやうに本壁と貼付壁との間に耐火性の砂を入れる事によつて鋼滓室の塊をマンホールから容易に取り出す事が出来るやうにしてある。第14、15圖は天井壽命約13週間の場合の最

MgO 含量が CaO 量よりも遙に低いこと、だから之は裝入した石灰の方が爐床材として使つた“ベージック”よりもより多くの塵埃を作つたことを暗示して居るのは興味深い。珪石含量の高いのは一は上昇道の壁から出た珪石により、一はガス及び空氣突當りの修理の間に鋼滓室へ落された珪石煉瓦によるのである。

(1) 改良方向

(1) 鋼滓室の鋼滓を取り除くのは貼付壁を使用すると非常に容易になるが、然し之はまだ手ぬるい、骨の折れる方法である。米國でなされた實驗によると、ドリルで孔を開けて其の中に固體二酸化炭素を入れて緩かに爆發作用を起させる所の新案は、時間並に手数の何れをも省けるものである。

(2) ガス及び空氣突當りの煉瓦が鋼滓室中に落込むのを防げば鋼滓室が一杯になる時間が伸びる。一方全鹽基性爐に於ては生成物が非常に碎け易いので容易にショベルで揃ひ取ることが出来る。

格子積

(第1圖に於ける符號 33 の部分)

平爐の本質的特徴は蓄熱系統である。空氣及びガスをば爐に入る前に豫熱すると遙に高温度を、従つてより迅速なる熔解速度を得る事が出来、同時に爐の燃料の有効率を高める事が出来る。多數の製鋼工場の格子積に就き研究した所によると、材料並に積方の型式に關するやり方は廣範圍に涉つて變化して居る。此等各種の設備の相對的能率に關して適用し得るやうな報告は然し乍ら比較的僅かしかない、之は何等驚くべきことではない、といふのは平爐の熱勘定を遂行するのは非常に困難な仕事であるし、又一方では格子積の型式のみ異つて他は類似して居る爐を比較したものは何れも、格子積の型式以外の例へば熔解經過のやうな條件が



第14圖 操業の準備なれる鋼滓室

第15圖 天井壽命一代の終りに於ける鋼滓室、鋼滓の堆積した面の高いのに注意

初と最後に於ける鋼滓室の様子を示す。

(2) 材料

鋼滓室は一般に寧ろ焼き不足(比重.240以上)の二級品の珪石煉瓦で造る。貼付壁も同様な性質のものであるが、又縁切りの砂には燒結傾向の餘り強くない良質の砂が使はれる。鋼滓室斜面及び鋼

その結果を左右したのであると論難されて居るやうな次第であるからである。

(1) 構造

多数の複雑なる格子積が設計され、それらを使用した時の長所が多数報告されて居るが、其の利点の中には表面積の大なること、蓄熱室の下の方の部分に於てもガスの速度が減少しないこと、閉塞されることなく且より丈夫であることが挙げられるであらう。何れの型式を使用するにせよ、結果は単位容積を満す格子積の重量とガスに曝されて居る加熱面との両者に依存するのである。といふ譯で次の数字は、設計が Moll 式格子積に類似せる特殊の異形のものと同型で出来た積方なものに対する典型的な相対的資料を示す。之で見ると特殊な異形ものは垂直加熱面積が遙に大であるが、然し此のことが1碼立方當りの煉瓦積の重量の小さいことを償つて餘りあるものであるかどうかはつきりと云ひ切ることが出来ない。格子積の能率の計算に對しては公式があることはあるが、然しこれらの公式は多くの假定を含み、又近似的に行はれた爲に、問題とする所の各種格子積の型式の能率の間に存する實際の相違よりも式の誤差の方が大となることが充分あるだらうことは眞實である。

格子積の型式

型 式	格子積間 隙 面 積	立方碼當り 格 子 積 煉 瓦 の 重 量*	立方碼當り 格 子 積 間 隙 の 垂 直 加 熱 積 面
9×4½×2½ in	4 in 平方	1460	81
9×4½×3 in	3 in 平方	1592	54
特殊な異形、 厚さ 1 in	複雑	1440	111

* 嵩比重は 118 lb/ft³ と假定する。

かくて若し空氣が理想的な方法で格子積の間を循環するならば格子積の能率が高いであらうが、然し實際の場合には大きな“死んだ”空間が出来るであらう。若し1つの爐の組の格子積を角型で満し、他の組の格子積を異形で満したならば効率に於ける如何なる

相違もはつきりするに違ひなからう、だが此の實驗は若し爐の操業が片ちんばになつた場合にはひどく費用のかゝるものとなるであらう。或る米國の研究所で使用されるやうな型式の小型平爐に於ける小規模の蓄熱室を使用すれば價值ある資料が得られるかも知れない、然しこれでは大規模な現場に於けると同じやうに格子積が淬化したり塞つたりした状態にして試験することは困難であらう。

(2) 材料

1. 耐火粘土及び半珪石煉瓦 英國の大抵の平爐では格子積作業には中アルミナか或は半珪石煉瓦を使用する、但上部の5~10段は別であつて、之は普通は珪石或は高アルミナ耐火粘土煉瓦^{*}で造る。現在格子積に使用されて居ると同じ半珪石及び耐火粘土煉瓦に就ての多数の試験結果を第7表に總括する。

試験せし耐火粘土材料は特殊な異形にしたものであり、他方半珪石煉瓦は角型(9×4½×2½ in)にしたものである。

氣孔率及び嵩比重 格子積の目的は流れるガスから熱を回収することであるといふ事實より見て、嵩比重の直接函數である所の熱容量は明らかに重要である。試験した格子積煉瓦の中には氣孔率が13.0%で、嵩比重が2.27 g/cm³のやうなものもあつたが、然し一般には格子積煉瓦の氣孔率は20~25%の間にある。所が Keller によると、氣孔率の函數である所の熱傳導率が格子積の能率に及ぼす影響は驚く程僅かなものであると。

比熱 耐火材料に於ては其の諸性質の中で最も變化の少い性質は比熱のやうに思はれる。其の値は單一に0.25の近くである。

熱傳導率 各試験煉瓦の傳導率は T. H. Blakeley 及び J. W. Cobb (J. Soc. Chem. Ind., 1932, 51, 83 T) の提出せしものと同様の器械を使つて廣範圍の溫度に涉つて決定した。耐火粘土煉瓦の熱傳導率は比重の場合のやうに半珪石煉瓦の比重の變化範圍内にあるやうに思はれる。

* 英國に於ける高 Al₂O₃ は一般に 42 % を示す。

第7表 格子積煉瓦の性質

化 學 成 分	半 珪 石			耐火粘土	珪 石
	(1)	(2)	(3)		
SiO ₂	88.7	92.3	88.0	53.8	95.8
Al ₂ O ₃	9.1	5.8	7.9	39.2	0.8
Fe ₂ O ₃	1.0	0.5	1.2	2.7	0.9
TiO ₂	0.4	0.7	0.7	1.6	0.0
CaO	0.2	痕跡	0.4	0.3	1.6
MgO	0.3	0.2	痕跡	0.7	0.3
アルカリ	0.4	0.5	0.8	1.4	0.5
灼熱減量, %	—	—	0.3	0.2	0.2
融點, °F (°C)	2912(1600)以上	2912(1600)以上	2912(1600)以上	2840(1560)	3074(1690)
常溫耐壓強度, lb/in ² (kg/cm ²)	1480(104.04)	8030(564.51)	1250(87.88)	2350(165.21)	4680(329.94)
氣孔率, %	23.6	23.3	27.7	26.3	26.8
嵩比重, g/cm ³	1.93	1.90	1.85	1.96	1.70
熱傳導率(加熱面 1292°F (700°C))	—	—	—	—	—
B. T. U.	5.6	7.1	5.6	6.2	7.5
c. g. s. 單位	0.0019	0.0024	0.0019	0.0021	0.0026
比熱, c. g. s. 單位 (1382°F (750°C) より)	0.26	0.245	0.27	0.25	0.255
熱容量=比熱×嵩比重	0.50	0.47	0.50	0.49	0.43
平 均		0.49		0.49	0.43
擴散因子=熱傳導率 / (嵩比重×比熱)	3.8	5.1	3.8	4.3	6.0
平 均		4.2		4.3	6.0

熱容量及び擴散度 格子積煉瓦の熱容量は、煉瓦全體が均一な温度になつたものと假定すれば、單に嵩比重と比熱との函數である。前掲の表により常溫から 1382°F (750°C) の範圍内に對して嵩比重と比熱との積を計算するならば、耐火粘土並に半珪石煉瓦の何れに對しても 0.50 に近い値となる。擴散因子 (= 熱傳導率 ÷ (嵩比重 × 比熱)) は兩方の煉瓦が非常に似て居る事が見られる。

上述の比較は多數の假定を含みそして限られた數の試料の實驗に基いたものである。それらは格子積の條件を餘りにも簡單化して表はしたが、然し少くとも典型的な耐火粘土と半珪石煉瓦との間には熱容量或は熱が吸収される速度に關しては僅かの相違しかない事を示すには役立つ。

他の諸性質 煉瓦の融點は特に高い事はないが融けるやうな見込は殆どない、といふのは格子積の最高温度が 2462°F (1350°C) を超える事は稀であるからである。

2. **珪石煉瓦** 格子積の頂上部に於ては温度が高く又腐蝕性塵埃が見出される爲に、珪石或は高アルミナ耐火粘土煉瓦を使用する必要がある。格子積全體を通じて珪石煉瓦を使用して居る工場もある。第7表に擧げた結果より見ると嵩比重が異常に低い所の此の珪石煉瓦では、熱容量は耐火粘土或は半珪石煉瓦のそれよりも低いであらうが、然し此の事は少くともある程度迄は擴散度の比較的高い事によつて償はれるであらう。

3. **高アルミナ耐火粘土煉瓦** 米英何れの國に於ても Al_2O_3 40% 或はそれ以上の耐火粘土煉瓦が格子積の頂上部に使用されて成功して居る。そのやうな煉瓦は嵩比重が大きく形状が安定であり、そして荷重軟化度が異常に高く有用であり、又一方鋼滓に對するそれらの抵抗性は明らかに低アルミナ質のそれに優つて居る。

(3) **壽命及び破損原因**

格子積煉瓦 特にその中でも格子積の頂上部のものは、主として酸化鐵及び石灰より成り又鉛、亞鉛、アルカリの如き材料をも相當

量含む所の鹽基性塵埃によつて激しく腐蝕される。一般に頂上部は約 26 週間の天井壽命を經過した後に於ては全く使用に適しなくなるが、温度がそれ程高くない所の格子積の下の方の煉瓦は、塵埃で覆はれても激しく滓化する事はない。一度使用した格子積煉瓦の大部分を棄て、居る製鋼工場もあり、又其の大部分を綺麗にして再使用して居る工場もある。或る工場に於ては色が未使用煉瓦に似て居る所の空氣格子積煉瓦は再使用するが、然し赤い色をしたガス格子積煉瓦は棄るといふやり方を行つて居る。後者は弱くて昇熱時に龜裂が入り易く、煉瓦の性がなくなる ("natureless"), 即ち所要量の熱を吸収或は放出出来ない主張されて居るのである。此やり方が正しいかどうかを見る爲に次の様な煉瓦の研究を行つた。

使用煉瓦の表皮面から削り出した試料の成分は未使用煉瓦のそれと同様であり (第8表参照)、唯著しい相違はガス格子積煉瓦のアルカリ含量が増加して居る點のみである。後者の赤い色は、通常思はれて居たやうな鐵含量の大なる事を表はすのではなく、唯酸化の異つた状態を表はすのである。この事は、そのやうな煉瓦を酸化性雰囲気中で再加熱する時に未使用煉瓦と同じ色を帯ぶるといふ事實によつて確められる。

融點 格子積煉瓦の表皮面の融點及び化學成分の決定は、不純物の量が浸透した深さに従つて減少して行くといふ事實によつて複雑して居る。本試験に於てはガス格子積煉瓦 (1/8 in 厚の表皮面) から切り出した角錐は 2300°F (1260°C) に於て突然熔融したが、他方滓化した表面で熔けたり膨れたりして居るやうな空氣格子積煉瓦から切り出した角錐は 2462°F (1350°C) に於ても尙直立して居り、鋼滓が淺くしか浸透しない事を示した。

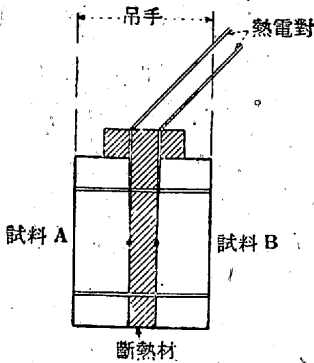
常溫耐壓強度及び通氣率 試験した煉瓦は未使用煉瓦よりも硝子化して居り従つてより脆かつたが、然し常溫耐壓強度は一樣に大であつた。通氣率は鋼滓の滲透した表面のできへも原煉瓦のそれと同じ桁數であつた。

第 8 表 未使用格子煉瓦に對する使用煉瓦の比較

化學成分	未使用煉瓦	使用ガス煉瓦		使用空氣煉瓦	
		表皮面	内部	表皮面	内部
SiO ₂	56.9	53.4	—	55.7	内部
Al ₂ O ₃	33.7	33.4	—	34.0	—
Fe ₂ O ₃	5.8	5.1	—	5.8	—
TiO ₂	0.9	1.1	—	1.1	—
CaO	0.1	0.3	—	0.2	—
MgO	0.9	0.5	—	0.6	—
アルカリ	1.4	5.3	—	1.4	—
ZnO	—	0.8	—	0.8	—
MnO	—	0.1	—	0.05	—
灼熱減量, %	0.2	—	—	—	—
融點, °F (°C)	2840(1560)	2300(1260)	2822(1550)	2300(1260)	2624(1451)
常溫耐壓強度, lb/in ² (kg/cm ²)	2350(165.21)	3310(232.69)		4960(348.69)	
氣孔率, %	26.3	21.7	26.4	21.3	27.0
嵩比重, g/cm ³	1.96	2.04	1.92	2.09	1.98
平均		1.98		2.01	
熱傳導率 (加熱面 1292°F (700°C))	—	—	—	—	—
B. T. U.	6.2	6.2		6.6	
c. g. s. 單位	0.0021	0.0021		0.0022	
比熱 (1382°F (750°C) より c. g. s. 單位)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
熱容量	0.49	0.495		0.50	
擴散因子	4.3	4.2		4.6	
通氣率, c. g. s. 單位	0.0052	0.0071		0.0028	

比熱及び熱傳導率 使用煉瓦の熱傳導率及び比熱の兩者共に未使用煉瓦のそれに非常に似て居た。

熱容量及び擴散度 熱容量の計算が示す所によると使用煉瓦は未使用煉瓦よりも多量の熱量を蓄積する能力がある、他方擴散因子は中間の値である。擴散度に於ては何等大した變化のない事は第 16 圖に示した装置を使つて直接實驗して確かめられた。同じ形の 2 枚の板状の試料の間に斷熱材料の層と 2 本の熱電對とを挟み、此の全體をば 1652°F (900°C) の爐中に沈めた場合に各試料を通して傳つて來る熱の速度を熱電對によつて測定した。對流によつて熱電對が加熱されるのを最小限ならしむる爲に、試料と斷熱材とはびつたりと合はせて線で結び接ぎ目はすべてセメントにて接合した。温度は兩熱電對を交互に 30 秒毎に讀んだ。同一の煉瓦から切り出した 2

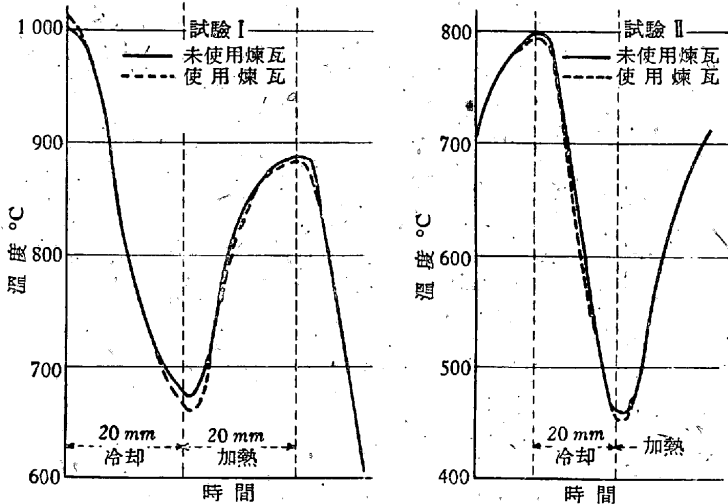


第 16 圖 格子積煉瓦に於ける熱の透過を比較する爲に使用する器械

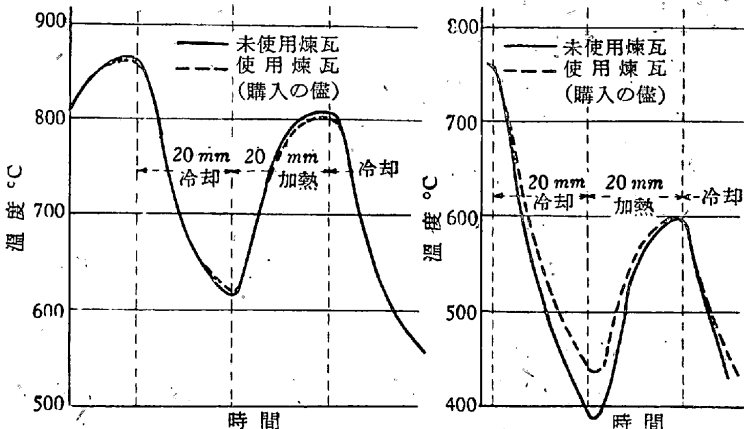
個の資料に就いて試験して見ると兩者の時間温度曲線の間には無視し得る程度の相違しかないが、一方の側にはマグネサイト煉瓦を、他の側には耐火粘土煉瓦を使用した場合の試験は、マグネサイト煉瓦の擴散度が大なる爲に相當の相違を示した。第 17 圖は未使用及び使用空氣格子積煉瓦に就て 2 回連続して試験して得られた結果を示し、又第 18 圖はガス格子積煉瓦に對する結果を示す。何れの場合も何等大した相違が認められない。然し若しガス格子積煉瓦を最初に 2282°F (1250°C) に加熱して硝子化して置くならば、第 18 圖の右圖に見るやうに夫々上昇及び下降する温度の割合が著しく下る。此の差異は多分硝子化した表面からの熱の反射によつたのであらう、そして硝子化した煉瓦は格子積に再使用するには不適當であるとの意見が之によつて確かめられる。上述の實驗では對流によつて傳はる熱は殆ど考慮されて居ないのであるが、然し綺麗なそして硝子化して居ない煉瓦は未使用煉瓦と同じ表面をして居るから、一般的の結論は恐らく保留されよう。

工場試験 上述の實驗によつてガス及び空氣格子積煉瓦の兩者を再使用する試験を行つたが何等著しい効率の損失が認められなかつた。それ故にガス及び空氣蓄熱室の兩方の綺麗な硝子化して居ない格子積煉瓦をすべて使用して相當の節約がなされた。

格子積煉瓦に及ぼす爐の塵埃の作用 格子積煉瓦、特に格子積の頂上部に於ける煉瓦が、廢氣ガスと共に齎される塵埃によつて侵される程度は第 19、20 圖に明かに示される。第 21 圖は空氣蓄熱室のマンホールを通して見た所の 60 噸鹽基性平爐の新しい格子積を示し、第 22 圖は同じ格子積を中仕切り壁 (Bridge wall) 越しに見たものである。第 23 圖に示してある所の格子積の頂上の 3 段は操業開始の時は珪石煉瓦であつたが、2462°F (1350°C) もの高温度に長らく加熱された結果として、幅の廣い薄片の形をしたトリヂマイト結晶とガラスとの混合物に變化してしまつて居る。熱膨脹曲線は未使用珪石煉瓦に於ける様な著しいクリストブライト變化の徴候を示さなかつた。格子積の此の部分に於ける珪石煉瓦の一般的組織は、平爐用天井煉瓦に於て見られる所の灰色のトリヂマイト面の後にある第 2 層 (黒) の組織に甚だしく似て居る。クリストブライトは 2678°F (1470°C) 以上に於てのみ安定であるから、頂上部の珪石煉瓦に於ては粗い結晶のトリヂマイトによつて置換された事は驚くべき事ではない。



第 17 圖 使用及び未使用空氣格子積煉瓦に關しての熱透過試験



第 18 圖 使用及び未使用ガス格子積煉瓦に關しての熱透過試験。左側：購入のまま、右側：再加熱によつて硝子化せるもの

珪石煉瓦は中心迄全部熔劑を以て飽和して居るが、第 20 圖に示したやうな半珪石煉瓦は唯表面の所が侵されて居るのみである。これらの煉瓦の頂上部に突當つた塵埃と半珪石材料との間の反應生成物は一種の鋼滓を生じ、これが垂直面上をば流れ下り、その途上にある珪石を熔解して深い溝を造つて行く。

平爐のガス格子積に使用した後の硝子化せる半珪石煉瓦の表面の化學成分をば未使用煉瓦の成分と共に第 9 表に示す。此の煉瓦の侵されるのは、アルカリ含量が僅かに増して居るとは云へ、殆ど唯酸化鐵によつたものと思はれる。

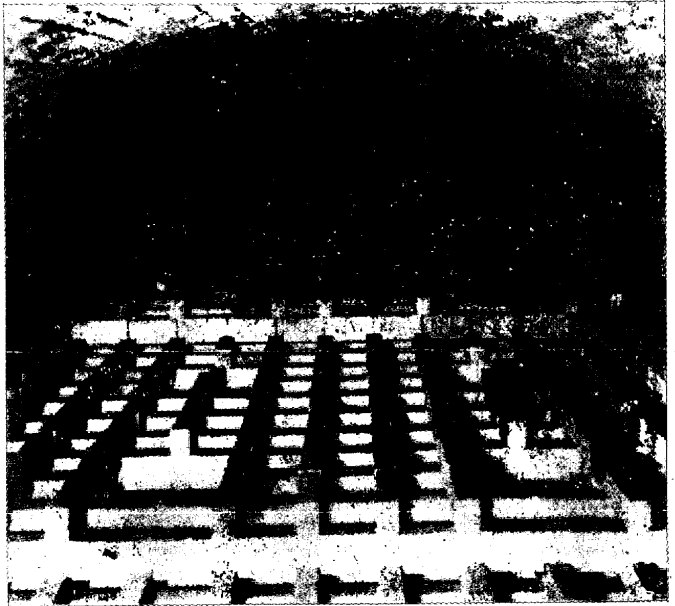
格子積塵埃の化學成分は溶解材料の型式、鋼滓室の設計及び狀況によつて非常に異なる。第 9 表の第 3、4 欄は、すべて鹽基性平爐に關して、7 つの空氣格子積塵埃及び 6 つのガス格子積塵埃の成分の平均である。何れの場合にも最も多量に含まれる酸化物は酸化鐵 (約 45%) 及び石灰 (約 10%) である。酸化鐵は Fe_2O_3 として報告されて居るが、然し少く



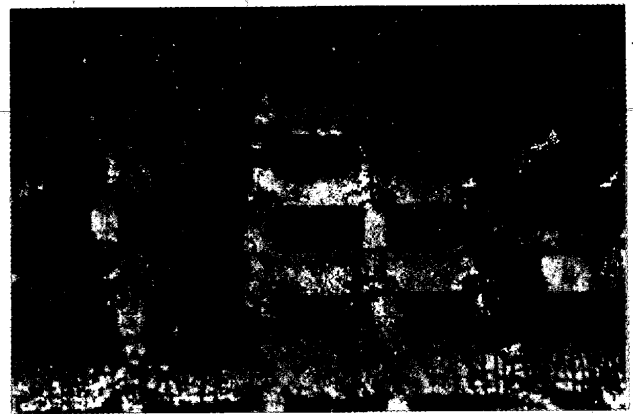
第19圖 第23圖に示せる空氣格子積より取つた珪石煉瓦



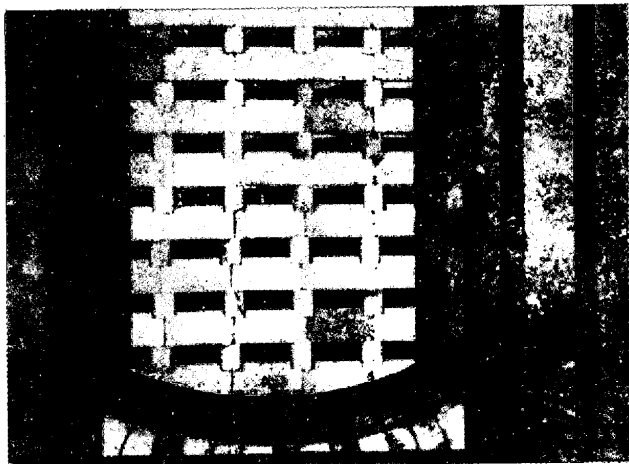
第20圖 第23圖で見える最下段より取つた半珪石煉瓦



第22圖 中仕切り壁越しに見た所の新しい空氣格子積



第23圖 天井壽命29週間の後の空氣格子積



第21圖 マンホールを通して見た所の新しい空氣格子積

ともガス格子積では操業温度に於ては多分還元された状態にあるであらう。個々の場合の成分は他の酸化物の性質及び量が驚く程の變化を示して居る。24%の酸化亜鉛を含有する試料が見出された事もあるし、又11%のアルカリ或は25%の硫酸鹽を含むやうな試料もあつた。同一の耐火材料で以て如何なる種類の格子積塵埃に就いても同様によくやつて行けさうには思はれない、實際最近の研究によると塵埃が酸化亜鉛を多量に含む所では珪石煉瓦よりも高アルミナ耐火粘土煉瓦を使用する方が望ましい事が暗示された。

珪石煉瓦 “綜合的格子積塵埃”及び酸化亜鉛の三元混合物、陶土、“綜合的格子積塵埃”及び酸化亜鉛の三元混合物の兩者の融點狀態圖を決定する事によつて到達したこの結論は工場試験によつて著しく確かめられたのである。

(4) 改良方向

(1) 個々の爐に適合するやうに注文に應じて格子積を製作する事、これは廣く試みと失敗の問題であつて、格子積の頂上部と底部とに對しては異つた型式の格子積を要する事があるかも知れない。

(2) 主格子積の次に第2次蓄熱装置を使用する事、即ち鑄鐵のブロックを使用する事。

(3) 嵩比重をより高める爲從つて熱容量及び鋼滓に對する抵抗性をより大ならしめる爲に、格子積煉瓦に空氣が含まれぬやうにする事。

第9表 格子積煉瓦及び塵埃の分析

	(1) 半珪石煉瓦の硝子化する表面	(2) 未使用半珪石煉瓦	(3) 空氣格子積塵埃	(4) ガス格子積塵埃
Fe ₂ O ₃	29.4	1.1	48.3	39.3
FeO	21.6	—	0.0	0.2
CuO	痕跡	痕跡	7.9	13.6
MgO	痕跡	0.2	2.6	4.1
MnO	痕跡	0.05	1.8	1.2
SiO ₂	39.9	89.6	4.0	17.9
Al ₂ O ₃	5.9	7.7	3.0	9.9
SO ₃	—	—	17.3	6.1
P ₂ O ₅	—	—	2.6	1.9
ZnO	—	—	2.5	0.8
アルカリ	1.8	0.6	6.3	1.7
雜	0.3	0.5	3.7	3.3

蓄熱室

(第1圖に於ける符號 27~32 及び 34~37 の部分)

蓄熱室及び其の附屬物の各部分をば個々に取扱はうと企てるものではない。此等の各部分が受ける操業條件は格子積其のものゝ夫々の高さの部分に於ける條件と本質的には同じである事、そして膨脹代のやうなものに關しての普通の注意を拂へばよい事を述べれば充分である。

(1) 構造

一般に蓄熱室側壁は外側に斷熱或は赤煉瓦を、内側に耐火粘土或は珪石煉瓦を使ふ所の組合はせ構造である。斷熱材を施す所では各高さに於ける中間面の温度は斷熱材が過熱されたりしない事が確實であるやうに考慮しなければならない。更に最近の構造に於ては蓄熱室は一般に鐵板で包み、ガスと空氣との混合する危険を全然避ける爲にガス及び空氣蓄熱室をば狭い溝を造つて分離させる。蓄熱室アーチは一般に或る程度の斷熱を施す。

(2) 材料

蓄熱室側壁の頂上部及び蓄熱室アーチには珪石或は高アルミナ*耐火粘土煉瓦の何れかが使はれる。使用される珪石煉瓦は多くは二級品に過ぎず、又屢々焼き不足のものである。若し此の部分に耐火粘土煉瓦を使用するならば操業温度に於て著しき殘存膨脹或は軟化のないものでなければならない。然らざれば壁及びアーチの壽命が恐しく短くなるからである。蓄熱室の下の方の部分には格子積に使用されて居るやうな中アルミナ耐火粘土煉瓦が使用される。蓄熱室の頂上部には最高安全温度 2552°F (1400°C) の高温斷熱(70% 氣孔率)耐火粘土煉瓦が使用されるが、然し下方の爲は珪土煉瓦が適して居る事が證明された。蓄熱室を檢查したり或は改修する爲に時々敲き出す所のマンホールは、一般に煉瓦或はプラスチックの斷熱材で裏貼りをした所の厚さ 9in の耐火粘土煉瓦で造る。

(3) 壽命及び破損原因

蓄熱室の各部の壽命は一般に長いものである、之は特に攻撃の矢面に立たす爲に貼付壁を設けてあるからである。各部の狀況は夫々相當する高さの格子積煉瓦其のものゝ狀況と本質的には同じである。壁の損耗は格子積の頂上に相對して居る所が最も著しい。

(4) 改良方向

(1) 蓄熱室の斷熱(若し既になされて居るのではないならば)は操業床の上部と下部とに於ける完全斷熱計畫の一部として好ましい。

(2) 空氣の滲入及びガスと空氣との混合する危険を減少させる爲に、ガス及び空氣蓄熱室を別個に鐵板にて圍ふ事。

ガス、空氣變更弁及び煙道

(第1圖に於ける符號 38, 39 及び 40 の部分)

(1) 構造

變更弁の構造は殆ど耐火物の問題ではない、そしてこれに就て研究したいと思ふ人は Buell の "The Open Hearth Furnace" なる本を参考にされたい。特に弁を通る時の壓力降下に關しては、異つた型式を行ふと其の間に大きな相違のある事を云へば充分である。

(2) 材料

弁及び煙道共に二級品の耐火粘土煉瓦で裏付する。

(3) 壽命及び破損原因

煙道は非常に壽命が長い—10~20年—といふのは爐の塵埃と著

しい反應を起すやうな温度よりも充分下の温度で操業するからである。故障がないといふ事は、次のやうな鹽基性爐の空氣煙道中のダンパーの底から取つた材料の成分が示すやうに、腐蝕性鋼滓がない爲ではないのである。

	緻密性鋼滓, %	多孔性鋼滓, %		緻密性鋼滓, %	多孔性鋼滓, %
SiO ₂	45.3	42.8	P ₂ O ₅	0.4	0.5
FeO	13.6	15.2	アルカリ	4.4	4.0
Al ₂ O ₃	21.7	22.0	CuO	0.1	0.1
MnO	0.7	1.6	SnO ₂	0.2	0.1
CaO	2.8	2.4	PbO	6.7	6.4
MgO	1.4	1.4	ZnO	2.9	3.3
SO ₃	0.1	0.2			

煙道の裏付に使用されたる下級品の耐火粘土煉瓦中に存する鐵の粒に及ぼす還元性ガスの作用の爲に故障の起る事が豫期されようが、然し我々の經驗した中ではそのやうな故障は實際なかつた。然し水冷却せるダンパーの所の水封弁からの漏洩の爲に煉瓦積が“ぼろぼろになる (rotting)” やうな事があるかも知れない。

以上述べ來つた所は、耐火材料の使用者及び製造者に關係する所の、鹽基性平爐の建設及び維持より起る問題の輪廓であるが、斯る材料の基礎的性質に關しては比較的僅かしか觸れなかつた。粗材に關しての次回の論說に於て之を取扱はうと思ふ。

鋼が鋼塊の状態に到達する迄には尙多數の耐火材料の問題に遭遇しなければならない、取鍋、下注法に於ける湯道其他鑄坑に於て使用される耐火物の種類に關しても次回に譲らう。

文獻

概論

- 1) Manual of A. S. T. M. Standards on Refractory Materials (1937)
- 2) The Open Hearth Furnace, Vols. I, II and III, by W. C. Buell, Jr.
- 3) Hayman, J. C., Trans. Ceram. Soc., 1939, 38, 529 and 536
- 4) Special Report of the Iron and Steel Institute, No. 26, 1939
- 5) Larsen, B. M., Schroeder, F. W., Bauer, E. N., and J. W. Campbell. Carnegie Inst. of Techn. Mining and Metallurgical Invest., Bulletin No. 23, 1925
- 6) Leineweber, M., Sonntag, A., und A. Heger, St. u. E., 1935, 55 (10), 265
- 7) Longenecker, L. S., Steel, 1939, 105 (7), 44
- 8) Morawa, F. W., St. u. E., 1935, 55 (19), 509
- 9) Smith, R. P., and A. McKendrick, Trans. Ceram. Soc., 1933, 32, 167
- 10) Stein, A., J. West Scot. I. and S. Inst., 1939-40, 47 (1), 3
- 11) Swinden, T. and J. H. Chesters, Iron and Steel Inst., Special Report No. 22, p. 275
- 12) Work H. K. and M. H. Banta, Metal Progress, 1939, 35 (5), 479

天井

(1) 構造

- 13) McDowell, J. S., Blast Fce. Stl. Plnt., 1939, 27, 592; 1939, 27, 947; 1940, 28, 161.

* 英國では 42% が高アルミナである。

(2) 材 料

- 14) Buell, W. C., Jr., Mining and Met., 1935, 16 (345), 398;
A. I. M. E., Tech. Pub., No. 641, 15 pp: 1935
- 15) Cone E. F., Metals and Alloys, 1936, 7, 109
- 16) Dodd, A. E., Ref. J., 1936, 12 (2), 669
- 17) Entwistle, E. F., Brick and Clay Recd., 1933, 83 (1),
17-18; Fuels and Furn., 1933, 11 (3), 105
- 18) Jackson, A., Iron and Steel Inst., Special Report No.
22, 1938, 442
- 19) Kinney, C. L., Am. Iron and Steel Inst., Yearbook 1922
- 20) Leun, A. V., Iron and Steel Eng., 1937, March, p. 37
- 21) Reinartz, L. F., Blast Fce. Steel Plnt., 1936, 24, 594;
Industrial Heating, 1936, 3 (8), 515; Blast Fce. Steel
Plnt., 1938, 26, 995.
- 22) Robinson, A., J. Iron and Steel Inst., 1933, 128, 109
- 23) Robitschek, J., F. Singer, Rev. Univ. des. Mines, 1939,
15, 21
- 24) Soler, G., and E. E. Callinan, Steel, 1935, 96, 62
- 25) Soler, G., Blast Fce. Steel Plant, 1935, 23, 799
- 26) Sullivan, J. D., J. Amer. Ceram. Soc., 1936, 19, 213

“全鹽基性”:

- 27) Anon, The Iron Age, 1940, 145, No. 18, p. 52
- 28) Chesters, J. H., The Iron Age, 1940, 146, No. 8, p. 35;
1940, 146, No. 8, p. 39
- 29) Smith, L. A., Blast Fce. Stl. Plnt., 1940, 28, No. 5, 487

(3) 壽命に影響を及ぼす因子

溫度測定:

- 30) Dodd, A. E., Iron and Steel Ind., 1937, 10, 372
- 31) Elcock, E. W. ibid. 1936, 9, 431
- 32) Johnson, J., Steel, 1939, 104 (2), 49
- 33) Larsen, B. M.; Fuels and Furnaces, 1938, 6, 1, 163
- 34) Leun, A. V., Steel, 1937, 101 (7), 60
- 35) Liesegang, W., Arch. Techn. Mess., 1935, 5, T. 165
- 36) Schlutter, A., St. u. E., 1930, 50, 1, 393
- 37) Sosman, R. B., J. Amer. Ceram. Soc., 1938, 21, 37

熱 成:

- 38) Bigot, A., Trans. Ceram. Soc., 1919, 18, 165
- 39) Clark, G. L., and H. V. Anderson, Ind. Eng. Chem.,
1929, 21, 785
- 40) Graham, C. S., Foundry Tr. J., 1919, 21, 42
- 41) Groum Grjmailo, W. E., Feuerfest., 1928, 4, 129
- 42) Harvey, F. A., J. Amer. Ceram. Soc., 1935, 18, 86
- 43) Miller, L. B., Bull. Amer. Ceram. Soc., 1935, 14, 359
- 44) Nesbitt, C. E. and M. L. Bell, Iron Tr. Rev., 1919,
65, 1112
- 45) Pierce, R. H. H. and J. B. Austin, J. Amer. Ceram.
Soc., 1936, 19, 276
- 46) Rees, W. J., ibid. 1925, 8, 40
- 47) Rengade, M., Comp. Rend., 1918, 166, 779
- 48) Scott, A., Trans. Ceram. Soc., 1918, 17, 459; ibid. 1926,
25, 339
- 49) Smith, E., J. Amer. Ceram. Soc., 1937, 20, 33

- 50) Stead, J. T., Spec. Report Geol. Survey, 1920, 16, 65

裏壁, 前壁, 其の他:

(1) 構 造

- 61) Naismith, S., U. S. Pat., 1,563,038 (24-11-25)
- 62) Naismith, S., U. S. Pat., 1,778,505
- (2) 材 料
- 63) Douglas, M., Bradley, A. L. and J. H. Chesters, B. P.
530,168 (6-12-40)
- 64) Heuer, R. P., Steel, 1935, 97, 22
- 65) Hirsch, H., Tonind. Ztg., 1932, 56 (93), 1147
- 66) Austro-American Magnesite Co., Brit. Pat. 418,580,
28-2-33
- 67) Austro-American Magnesite Co., Brit. Pat. 435,448,
22-1-34
- 68) Morawa, F. W., St. u. E., 1935, 55 (8), 201
- 69) Schmauser, J., Tonind. Ztg., 1932, 56 (93), 1123
- 70) Sittard, J., St. u. E., 1932, 52 (42), 1014
- 71) Trostel, L. J., Iron Age, 1935, Dec. 5 th, p. 26; Blast
Fce. Stl. Plnt., 1935, Sept., p. 621
- 72) Birch, R. E., Brick, 1938, 92, 38
- 73) Birch, R. E. and F. A. Harvey, J. Amer. Ceram. Soc.,
1935, 18, 176
- 74) Bórgetsad, Fabriker., Brit. Pat. 260,298, 23-10-26
- 75) V. M. Goldschmidt, Brit. Pat. 441,516 (19-1-35), 447,452
(30-1-35), 456,207 (3-6-36); German Pat., 605,371 (9-10-34),
623,644 (31-12-35), 650,717 (30-9-37), 682,062 (14-9-39); U.
S. Pat., 2,105,943 (18-1-38)
- 76) Ind. Eng. Chem., 1938, 30 (1), 32
- 77) Greaves, Walker, A. F. and R. L. Stone, Eng. Expt.
Sta., N. Carolina. Coll. Bull. No. 16, 1938
- 78) Harvey, F. A. and R. E. Birch, Ind. Eng. Chem.,
1938, 30, 27. U. S. Pat. 2,077,795 (20-4-37)
- 79) Heindl, R. A. and W. L. Pendergast, Bur. Stand. J.
Res., 1934, 12, 215
- 80) Pieper, L., Ber. deut. keram. Ges., 1937, 18, 41
- 81) Pulfrich, M. ibid. 1937, 18, 177
- 82) Stone, R. L., J. Amer. Ceram. Soc., 1939, 22, 342
- 83) Sullivan, J. D., ibid. 1936, 19, 213
- 84) Wilson, H. and K. G. Skinner, ibid. 1940, 23, 136

噴 出 口

(1) 構 造

- 85) Anon, Iron and Steel Inst., Spec. Report No. 22, 373,
1938
- 86) Geary, W., ibid. Spec. Report No. 22, 473
- 87) Jackson, A., ibid. Spec. Report No. 22, 452
- 88) Puppe, J., St. u. E., 1920, 40, 1, 1592, 1648
- 89) Soc. Anon. d'Escaut et Meuse, B. P. 451,002 (28-7-36).
Bull. Tech. de l'Union des Ingénieurs de Louvain, 1938,
No. 11, p. 3-83

(2) 壽命に影響を及ぼす因子

- 90) Cronshaw, H. B., Trans. Faraday Soc., 1917, 12, 153
- 91) Keil, O. von und A. Dammann. St. u. E., 1925, 45, 890.

- 82) Scott, A., Trans. Geol. Soc., Glasgow, 1918, 16, 405
爐 床
 (1) 構 造
- 83) Lister W., "Practical Steelmaking."
 (2) 材 料
- 84) Andersen O. and H. C. Lee, J. Was. Acad. Sci., 1933, 23, 338
- 85) Chesters J. H. and L. Lee, Trans. Ceram. Soc., 1937, 36, 377
- 86) Crespi G. B., Brit. Pat., 507,715. 20-6-39
- 87) Engan, F., Berg. und Hütte, 1924 (1) 75
- 88) Griggs, J. O., Blast Fce. Stl. Plnt., 1940, 28, 981
- 89) Karnaoukhov M., ibid, 1929, 17, 545
- 90) Lister W., Metallurgia, 1934, 9, 145
- 91) Meyer H. J., St. u. E., 1936, 56 (29), 815
- 92) McCaughey W. J. and H. C. Lee, Metals and Alloys, 1937, 8(6) 153
- 93) Morton A. M., Steel, 1939, 104, (18) 44, 77; Blast Fce. Stl. Plnt., 1938, 27, 469; 1940, 28, 47
- 94) Reinartz L. F., J. Iron and Steel Inst., 1938, 138 (ii) 356
- 95) Tranter G. D., Blast-Fce. Stl. Plnt., 1929, 17, 69
- 96) Westmann A. E. R. and H. R. Hugill, J. Amer. Ceram. Soc., 1930, 13, 767
 (3) 壽命及び破損原因
- 97) Andersen O., J. Amer. Ceram. Soc., 1934, 13, 221
- 98) Binks K. R., Iron and Steel Inst., Spec. Report No. 22, 1938, 487
- 99) Cape A. T. and K. B. Bowman, U. S. Pat. 1,894,755; 17-1-33
- 100) Donald W., Trans. Faraday Soc., 1917, 12, 136
- 101) Soler G., Bull. Amer. Ceram. Soc., 1935, 14, 383
- 102) Veach C. W., Rolling Mill, 1931, 5, 175, 335, 407
ガス及び空氣上昇道
- 103) Clements F., J. Iron and Steel Inst., 1922, 105, 429
- 104) Cornell S., J. Amer. Ceram. Soc., 1924, 7, 697
- 105) Schack., Arch. Eisenhüttenwesen, 1929, 3, 7
格子積
 (1) 構 造
- 106) Anon., Blast Fce. Stl. Plnt., 1934, 22, 653
- 107) Buell W. C., The Open Hearth Furnace, Vol. III.; Amer. Ceram. Soc., 1937, 16, 139
- 108) Danforth G. L., Blast Fce. Stl. Plnt., 1936, 24, 899, 981
- 109) Green A. T., Trans. Ceram. Soc., 1929, 28, 165
- 110) Keller J. D., Bull. Amer. Ceram. Soc., 1937, 16, 144
- 111) Lamort J., Zeit. Tech. Physik., 1936, 17, 164
- 112) Mitchell W. B. and H. D. Bennie, J. Soc. Glass Tech., 1933, 17, 102; Brit. Pat. 385,151, 18-3-32
- 113) Moll K. H. and P. Stickel, Steel, 1934, 95, 5, 42
- 114) Phelps S. M., J. Amer. Ceram. Soc., 1925, 8, 649
- 115) Sarjant R. J. and E. J. Barnes, Iron and Steel Inst. Spec. Report No. 22, 1938, 238
- 116) Soler G. and R. M. King, J. Amer. Ceram. Soc., 1932, 15, 545
- 117) Trinius H., J. Inst. Fuel., 1933, 6, 357; Iron and Coal. Trades Review, 1933, 126, 3403, 790
- 118) Schack A., Industrial Heat Transfer, 1933
- 119) Trinks W., Industrial Furnace, Vol. 1, 1934
 (2) 材 料
- 120) Birch R. E., Bull. Amer. Ceram. Soc., 1937, 16, 152
- 121) Leun A. V., Iron and Steel Engineer, 1937, 14, 36
- 122) Swinden T. and J. H. Chesters, Trans. Ceram. Soc., 1936, 35, 469
 (3) 壽命及び破損原因
- 123) Callinan E. E. and G. Soler, Bull. Amer. Ceram. Soc., 1937, 16, 331
- 124) Chesters J. H. and T. W. Howie, Trans. Ceram. Soc., 1941
- 125) Cornell S., J. Amer. Ceram. Soc., 1924, 7, 672
- 126) Cronshaw H. B., Iron and Steel Inst., Carnegie Scholarship Memoirs, 1916, 7, 172