

地域企業・産業資料デジタルアーカイブについて

- (1) このデジタルアーカイブは、東京大学経済学図書館が所蔵する地域企業・産業資料のうち、印刷物および近代の文書類について順次デジタル化をすすめているものです。
- (2) このデジタルアーカイブの利用に際しては「[東京大学経済学図書館電子資料利用規則](#)」に同意したものとみなされます。
- (3) 印刷物など他媒体への使用については、東京大学経済学図書館までお問合せください。
- (4) 画像は白黒です。画像の撮影には文字が視認できるよう十分な注意を払っていますが、資料の欠損、変色、褪色等の劣化や、ノド部分の状態によっては、原本の文字が全て写っていないものがあります。これらについては資料の原形を保ちつつ、出来る限りの範囲で撮影したものととして了解下さい。写りの悪い資料については、東京大学経済学部資料室にて、所定の手続きにより原本の閲覧をお願いします。
- (5) 本アーカイブに関する質問等については、東京大学経済学部資料室までお問い合わせ下さい。
- (6) 本デジタルアーカイブの一部は、独立行政法人日本学術振興会平成 27 年度科学研究費補助金（研究成果公開促進費）課題番号 15HP8021 の交付を受けて作成しています。

0000 0861

製鐵研究第一四七號
昭和十一年二月發行別刷

謹呈
野本
様

熔鑛爐の長壽法に就て

平川良彦

R. Yamoto

昭和11年2月

熔鑛爐の長壽法に就て

熔鑛爐の長壽法に就て

工學博士 平 川 良 彦

目 次

I 緒 言	
II 爐壁煉瓦の侵蝕原因	
(イ) 衝撃の影響	(ロ) カーボンポジションの影響
(ハ) 荷重に依る軟化の影響	(ニ) 摩擦に依る影響
(ホ) 烟又は瓦斯に依る影響	(ヘ) 鱗 萍 の 影 響
(ト) 熱 の 影 響	
III 爐頂の保護法と實驗の結果	IV 爐腹部の保護法と實驗の結果
V 朝顔部の保護法と實驗の結果	VI 爐底部の保護法と實驗の結果
VII 爐底破損の場合に於ける手常法	VIII 結 言

I 緒 言

熔鑛爐の壽命が製鉄作業上經濟的に重大なる影響があり、従つて其の壽命を長くする事が學界に於ける研究題目となつて居る事は周知の事實であるが、今日迄爐の壽命を支配して居る爐壁煉瓦の侵蝕豫防法に就ては爐頂は別として唯爐壁を薄くするか、クーリングボックス又はクーリングパイプ等を挿入し水にて冷却する方法に限られ、其の他の方法に依る研究殊に實際の熔鑛爐に就ての研究は殆んど發表されて居ない様である。

熔鑛爐の壽命は大體に於て緩操業法即ち出鉄量の少ない場合には長く、急速操業法即ち出鉄量を増加すれば増加するほど短くなるのが普通である。獨逸の最も急操業法をやつて居る熔鑛爐では其の壽命は4年乃至4年半高々5年位になつて居り、八幡製鐵所に於ても出鉄量の増加するに従ひ一時上述の傾向が著しく表われて獨逸の例と大差ない状態になつたのであるが、最近では爐頂部、爐腹部、爐底部等に於ける侵蝕豫防法の實施に依り、其の壽命は非常に長くなり、獨逸の場合に於ける殆んど2倍位になつて居るのである。勿論之は煉瓦の質の良くなつて居る事も一因であるを考へて居るのであるが煉瓦の質は別として、今日迄著者が多年實際の熔鑛爐に就て實施し、研究して來た上述の各部に於ける爐壁煉瓦の侵蝕豫防法の大體と實驗結果とを述べて御参考にも供し又御指導をも仰ぎたい希望である。

II 爐壁煉瓦の侵蝕原因

今日迄熔鑛爐の爐壁煉瓦の侵蝕原因に就ては多くの學者、技術者等に依つて研究されて居り、其
 (1)

の種類は非常に多数にのぼつて居るのであるが、著者の考へでは其の原因を大別して次の三つに分類する事が出来るを考へて居る 即ち **爐頂部** に於ける主として装入物の衝撃に依る機械的侵蝕作用、**爐腹部** に於ける主として上昇瓦斯に依るカーボンデポジションと荷重に依る煉瓦の軟化並に装入物からの摩擦に依る侵蝕作用、**朝顔部** 並に **爐底部** に於ける主として 焔、瓦斯、塵滓、熱等に依る侵蝕作用等である。

(イ) 衝 撃 の 影 響

耐火煉瓦の衝撃に対する研究に就ては V. Bodin は 800°C 附近に 1,200°C 以上に於て最も弱いと云ひ又 M. Gary は 1,000°C に於て最も強いと發表して居る。A. S. Watts は 1,200°C 附近に於て弱い現象の起るのは Silmanite の晶出に依ると云ふて居る 然し實際の煉瓦に於ては特別な場合を除き爐頂部は斯る高温度に達する事は無いので熱の影響はあまり受けず瓦斯の影響は勿論受けるのであるが主として装入物よりの衝撃に依り機械的に摩擦崩壊して侵蝕されるものを考へて居る。

(ロ) カーボンデポジションの影響

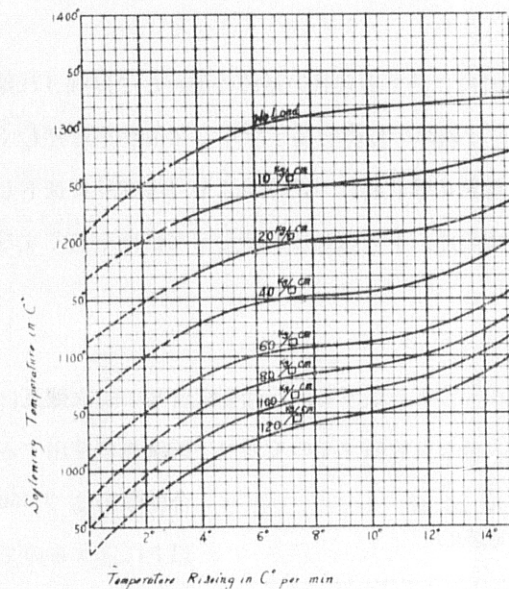
耐火煉瓦の崩壊に対する一酸化炭素 (CO) の影響に就ては多くの學者に依つて研究されて居る **Lothian Bell** は Fe_2O_3 が一酸化炭素に依つて還元され 150°C 乃至 900°C に於てカーボンデポジション (Carbon deposition) を起し其の最も起り易い温度は 417°C であると發表し、**Berthard Ossan** は此の温度を 430°C 乃至 500°C と云ひ、又 **Nesbit & Bell** は 420°C 乃至 470°C であつて若し煉瓦中に遊離したる又は遊離し易き Fe_2O_3 が存在する場合上述の温度に於て煉瓦の表面を CO が通過するに盛んにカーボンデポジションを起して其の表面に沈積し此の反応が煉瓦中にて起る時は沈積する炭素よりの内部歪に依りて煉瓦は崩壊するに云ふて居る。其の他種々の研究が發表されて居るのであるが之を要するにカーボンデポジションは $2CO = CO_2 + C$ の反応式に依りて起り其の反応は煉瓦並に酸化鐵等の觸媒に依りて促進され即ち煉瓦中に煉瓦瓦斯が侵入する場合瓦斯中の CO は 400°C 乃至 500°C 附近に於て Fe_2O_3 を還元すると同時に分解されて炭素を沈積し其の内部歪に依つて煉瓦は崩壊される理けであつてカーボンデポジションが爐壁侵蝕の一原因である事は明かである。

(ハ) 荷重に依る軟化の影響

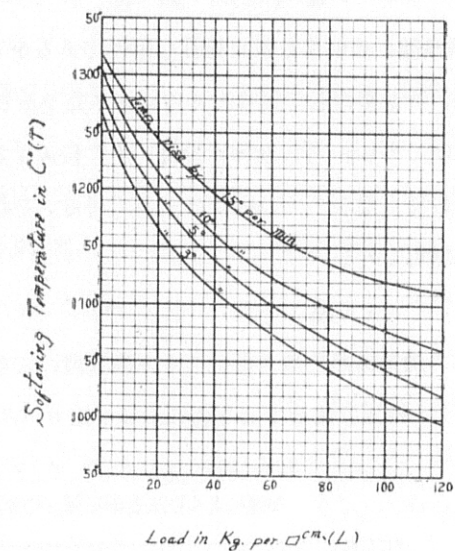
耐火煉瓦の荷重に依る影響に就ては **Bremiger & Brown** 及び **J. W. Mellor** 等に依り研究されて居るのであるが、第1圖並に第2圖に示せる通り **田所博士** の研究に依り初めて耐火煉瓦は荷重を増せば増すほど又加熱温度が緩慢になればなるほど其の軟化温度は著しく低下することが明かになつた。それで荷重最大なる爐腹部の煉瓦壁は低温にも係らず軟化する理である。又 **Sierrin & F. Carlsson** は煉瓦中に Fe_2O_3 が増加すると其の軟化温度を下げるに云ふて居るから煉瓦中の Fe_2O_3

は前述の通りカーボンデポジションを助長し且つ其の軟化温度をも下げるわけであるから絶対禁物であるを考へて居る。

第1圖 シヤモット煉瓦試験
荷重一定なる時加熱速度と軟化點の關係



第2圖 シヤモット煉瓦試験
加熱速度を一定にして荷重を變化せる時の軟化温度との關係



(ニ) 摩擦に依る影響

耐火煉瓦の摩擦に依る影響に就ては殆んど研究されて居ない様である 殊に煉瓦の装入物に依る爐壁煉瓦の摩擦に就ては全く研究されて居ない様である、然るに著者の研究即ち硝子製煉瓦模型内に於ける装入物の降下状態の研究に依り装入物より起る爐壁の摩擦はシャフトの下部が最大であつてシャフト、アングルが小さくなればなるほど其の摩擦は減少しシャフト、アングルが84度以下になれば摩擦は殆んど無くなる事が明かになつた。加ふるに爐内に於て装入物の軟化より生ずる軟化體の構成は朝顔部に限られて起り従つて装入物の降下は全く軟化體の變形度に依つて起るのであるから特別の場合を除き朝顔部の爐壁は装入物よりの摩擦は受け無い理である。それで田所博士の荷重に依る軟化状態の研究と著者の硝子製煉瓦模型内に於ける装入物の降下状態の研究より類推して今日迄學界に於て重大なる疑問として残されて居た所謂爐腹部の煉瓦壁が可なり低温なるにも係らずかへつて高温に於ける朝顔部の煉瓦壁より急激に侵蝕されて薄くなる原因が明かになつた理けである。

(ホ) 焔又は瓦斯に依る影響

煉瓦の爐壁煉瓦は如何に念入りに積んで居ても吹入後其の目地は大抵の場合肌離れを生じ殊に

バンド式の爐壁に於ては爐況に依り朝顔部より盛んに焔及び瓦斯の洩れる場合があり爐が古くなるミシャフトの上部又は下部等の目地より盛んに焔及び瓦斯を噴出して其の間隙を増大し爐壁が烈しく侵蝕される事がある之は全く焔及び瓦斯に依つて爐壁部が熱せられ瓦斯中の CO に依るカーボンデポジションを助長し SO₂ 等の影響を受けて煉瓦が崩弱になる結果である。

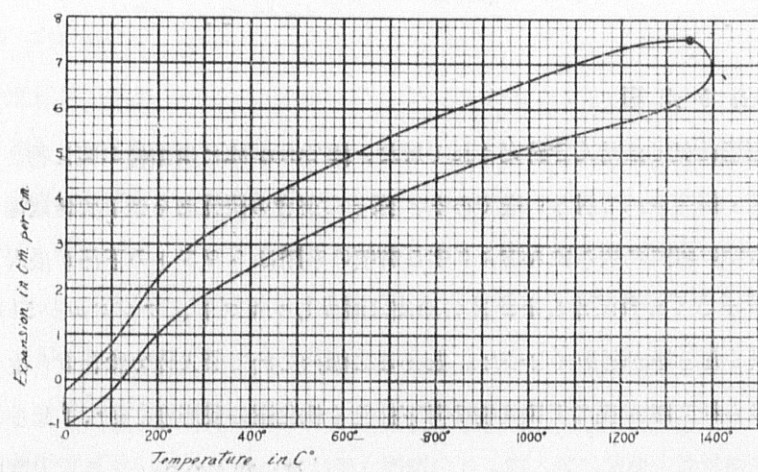
(ハ) 鑛 滓 の 影 響

煉鐵爐に使用する耐火煉瓦は酸性であるから高温度に於て鹽基性の鑛滓に觸れるミ侵蝕され殊に煉瓦の質が粗にして氣孔多く目地が不完全なる場合は鑛滓の浸潤容易となりて侵蝕作用は烈しくなる理けである、若し鑛滓が煉瓦の中に侵入するミ煉瓦の軟化點は 1,700°C より 1,400°C に低下して熔融し易くなるミ G. Riggs は云ふて居る、それで朝顔部以下の煉瓦は質密にして目地を無くする事が理想的である。

(ト) 熱 の 影 響

耐火煉瓦は熱に依り膨脹するが高温度になるミかへつて收縮する、八幡製鐵所製の耐火煉瓦は田所博士の研究に依るミ第3圖に示せる通り 1,350°C 位より收縮するので従つて煉鐵爐に使用する場

第3圖 シヤモット煉瓦試験
加熱による膨脹收縮關係 (煉鐵爐々底煉瓦)



合朝顔部は 1,350°C 以上に達するのであるから煉瓦は勿論收縮して目地はゆるみ焔や瓦斯噴出の原因となり、爐底に於ては例へ低硅素鉄を製造する場合でも熔銑の温度は 1,400°C を下る事は稀れであるから爐底の煉瓦は必ず收縮し如何に念入りに積んで殆んど目地を無くして置いて吹入後は煉瓦ミ煉瓦ミの間には必ず多少の間隙を生ずる理けで殊に爐が古くなればなるほど間隙は大となり従つて熔銑は其の間隙を侵透して爐底外周の鑄物板又は鋼板等に達して爐底破損の原因となるのである。

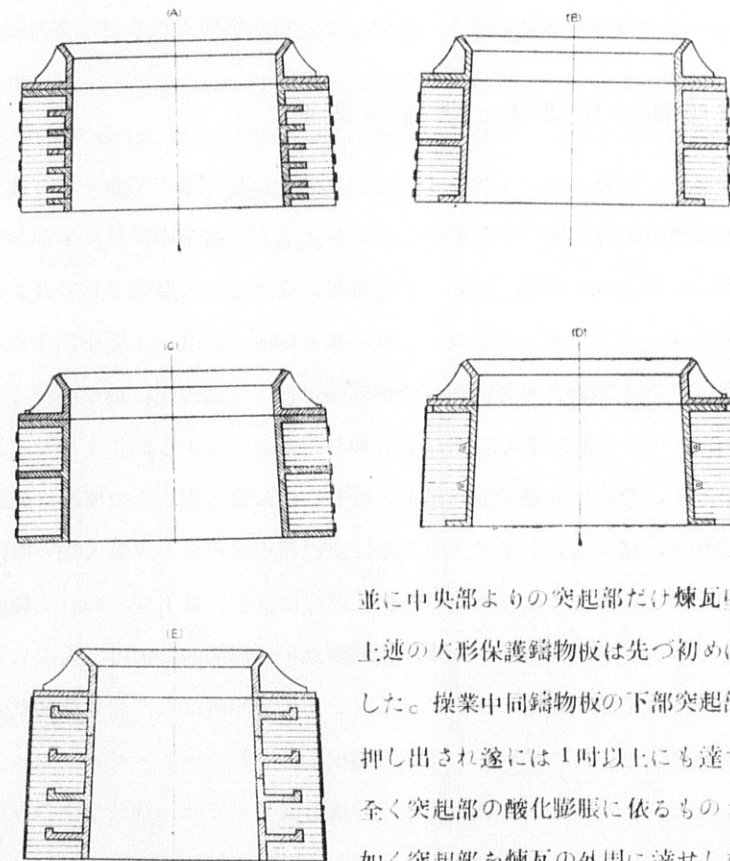
III 爐 頂 の 保 護 法 と 實 験 の 結 果

従來八幡製鐵所に於ける煉鐵爐の爐頂部は裝入物よりの衝撃に對する侵蝕豫防法として其の上端

..... (4)

より約2米位迄の内壁は第4圖(A)に示せる通り多數の小形鑄物板を煉瓦の間に連続挿入して築造して居たのであるが爐が古くなるミ漸次爐頂部より瓦斯の漏洩甚しくなり遂には焔迄伴ふ事があるので著者は操業中何ミかして鑄物板の變化状態を知り度い希望であつたが鑄物板はコーン即ち裝入鑄の下部になつて居るのであるから列へ休風しても瓦斯の上昇に依り如何ミもすることが出来なかつた。それで吹下して後爐頂を見るミ何れの煉鐵爐に於ても上述の保護鑄物板は下部尖端より3分の2位迄の間は裝入物よりの衝撃に依り煉瓦壁の崩壊ミ共に全く爐内に落下熔解して殆んど其の痕跡をも止めないのが普通であつた、加ふるに上端即ち衝撃を受けない部分に残存せる鑄物板も全く酸化して居り其の厚さは新設當時の約2倍強になつて居る事を發見した。第4圖(A)に示せる通り鑄物板は夫々煉瓦の間に挿入されて居り而も酸化に依り非常に膨脹するのであるから従つて煉

第4圖 爐 頂 保 護 金 物 縦 斷 面



瓦は崩弱となり、目地はゆるみ、瓦斯や焔の誘導を助長して其の影響一層大となり煉瓦壁の崩壊ミ共に爐内に落下するのである。それで小形鑄物板の酸化による膨脹を極力減ずる目的で第4圖(B)に示せる通り縦に6枚乃至8枚の大形鑄物板を連結使用して上下座端

並に中央部よりの突起部だけ煉瓦壁の間に挿入する様にした。

上述の大形保護鑄物板は先づ初めに第4圖(B)の如くして使用した。操業中同鑄物板の下部突起部の外周に於ける煉瓦は漸次押し出され遂には1吋以上にも達する様になつた。それで之は全く突起部の酸化膨脹に依るものミ考へ次には第4圖(C)の如く突起部を煉瓦の外周に達せしむる様にした、かくして吹下

し後鑄物板の下部尖端は稀れにはクラック(龜裂)を生じ一部分破損落下して居る事を發見したので最近第4圖(D)の如く下部を厚くし若しクラックが來ても爐内への落下を防ぐ爲めに煉瓦壁中に於てバー(金棒)にて連結する様にして居る。實際の煉鐵爐に於ける(B)(C)等の實驗に

..... (5)

より爐頂部は操業が例へ長期に渉り獨逸なごの2倍位に達しても第4圖(D)の如く厚き大形鑄物板にて保護すれば操業中は完全に保護し得るものと考へて居る。第4圖(E)は歐米等に於て最近使用されてゐる爐頂の保護金物であるが保護鑄物板の小形にして煉瓦内に挿入され居る状態は全く第4圖(A)と同様であるから鑄物板の酸化膨脹に依る煉瓦への影響は又同じわけである。

煉瓦壁の外周がバンド式の場合は鐵皮式のものに比し瓦斯の漏洩熱の移動等甚しく従つて保護鑄物板の酸化膨脹等に依る影響は鐵皮式よりバンド式の方が遙かに大なるわけである。唯第4圖(E)の(A)に異なる點は各鑄物板の突起部が夫々煉瓦中に支へられて居る事である。然るに鑄物板の酸化膨脹に依り煉瓦が崩弱になる事は明かであり殊にバンド式の場合には第4圖(E)は(A)と大差なきものと考へて居る。昨夏來所された獨逸の有名なる設計家ウオルフ博士の話に依るに最近に於ても獨逸に於ては鑄物板の壽命は爐頂部及び爐腹部の侵蝕状態に支配せられ長くて5年位であること云ふて居るのを見ても(E)に示せる保護方法があまり有効でない事が想像されるわけである。

IV 爐腹部の保護法と實驗の結果

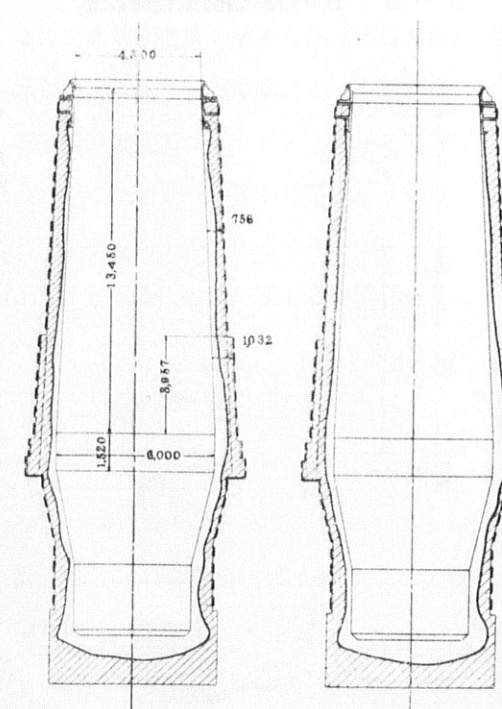
鑄物板の爐腹部は朝顔部より遙かに低熱なるにも係らずかへつて速かに侵蝕されて薄くなり従つて鑄物板の壽命が爐腹部の侵蝕状態の如何に依つて決定せらるゝ事は我が八幡製鐵所に於ては勿論獨逸なごに於ても全く同様であるが其原因は不明にして今日迄學界に於ける一大疑問として残されて居り、爐腹部の侵蝕は唯簡單にカーボンデポジションに熱に依る熔融が其の主要原因であるとの考へから英、米、獨、露等に於ては勿論世界各國何れの鑄物板に於ても爐腹部は爐壁を薄くしクーリングボックス又はクーリングパイプ等を挿入し水にて冷却して居るのであるがさうしても其の侵蝕を防ぐ事は出来ないのである。然るに前述の通り著者の研究に依り裝入物からの摩擦は爐腹部即ちシャフトの下部が最大であり、加ふるにシャフトの下部は自己荷重のみならず裝入物の摩擦から起る荷重も加わり従つて田所博士の研究に依り煉瓦壁の軟化温度は著しく低下するわけで爐腹部が急激に侵蝕されるのは當然である。爐壁を薄くする事は結局煉瓦壁の局部的膨脹度を大ならしめ煉瓦の崩弱を來たし、爐が古くなりて爐壁が薄くなればなるほど上述の傾向は大となり煉瓦壁の軟化温度を低下し其の侵蝕を誘導助長するわけである。それで爐壁を薄くしクーリングボックス又はクーリングパイプ等を挿入し水にて冷却する事は爐腹部の侵蝕豫防法として何等効果なきのみならず、かへつて煉瓦壁の軟化温度を低下し局部的膨脹度を大ならしめて爐壁侵蝕の原因になるものと考へて居る。上述の理由に依り著者は爐腹部の侵蝕豫防法としてクーリングボックス又はクーリングパイプ等を挿入するの必要なくむしろ之を除きて局部的冷却に起因する煉瓦の膨脹を防ぎシャフトの上半部は爐壁を薄くし、下半部はなるべく厚くして爐腹部の爐壁が其の單位面積に受ける荷重を

..... (6)

減じて其の軟化温度を高め裝入物からの摩擦に對する抵抗力を増す事が最善の方法であること考へ第5圖乃至第9圖等に示せる通り大正13年9月23日吹入をやりし八幡製鐵所の第1鑄物板を始めし總べての鑄物板を其の煉瓦壁には全くクーリングボックスを挿入せず唯爐腹部の煉瓦壁を250mm乃至350mm厚くし其の外周は第2鑄物板よりバンド式を鐵皮式に改めて操業し、昭和5年12月減産の場合特に吹止めし第1及び第2の兩鑄物板を始めし續いて第3、第6等の鑄物板を吹止め昭和9年12月末吹止めし第4鑄物板を最後とし第5圖乃至第9圖等に示せる通り夫々實驗の結果を明かにする事が出来た。若し第5圖乃至第9圖等に示せる通り實驗前の鑄物板の如く爐腹部の煉瓦壁を點線にて示せる様に薄くして置いたとすれば操業中既に爐壁煉瓦は殆んき侵蝕し盡され従つて爐の壽命は4年乃至4年半位になり獨逸の例と大差無いわけであるが上述の如く爐壁を厚くして實驗の結果は減産の場合特に吹止めし第1及び第2の兩鑄物板の場合は勿論吹入後8年3ヶ月にて吹止めし第4鑄物板の場合に於ても爐壁は尙ほ400mm以上も残つて居るのであるから其の壽命は獨逸の2倍否其れ以上にも達するわけである。爐腹部の外周はバンド式より鐵皮式の方遙かに有効である、バンド式の場合には吹入後間もなく煉瓦は肌離れを生じ瓦斯の漏洩熱の移動等を誘導して外壁の

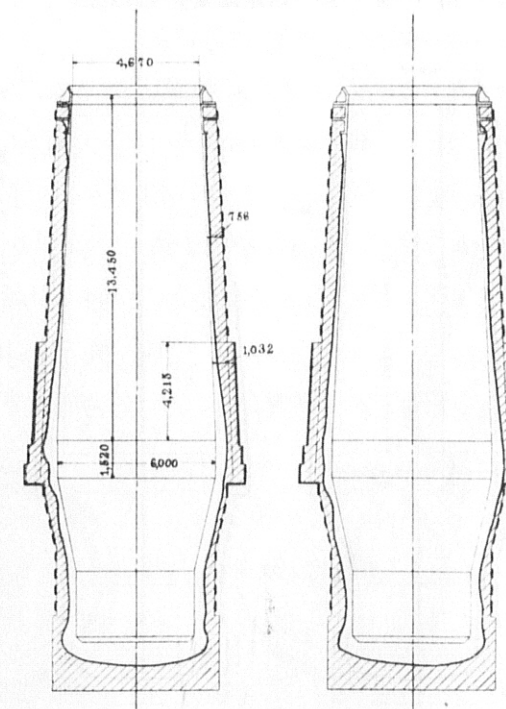
第5圖 第1鑄物板爐壁侵蝕状態

吹入 大正13年9月23日
吹止 昭和5年12月26日 (使用期間6年3ヶ月)



第6圖 第2鑄物板爐壁侵蝕状態

吹入 大正14年1月6日
吹止 昭和5年12月5日 (使用期間6ヶ月)



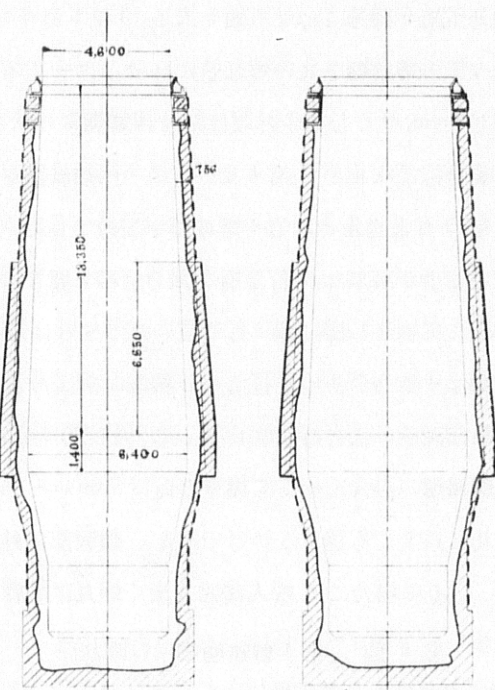
..... (7)

温度を高め従つてカーボンポジジョンを助長して煉瓦の崩弱を來すのみならず爐が古くなり爐壁が薄くなれば煉瓦壁は自己荷重に絶へずシャフトは傾斜するか又は壓縮され遂ひに吹止めの己むなきに至るからである。それで唯爐腹部の煉瓦壁を厚くし外周を鐵皮にすれば爐腹部の壽命を如何様にも長くする事が出来るわけで此の事實は今迄の學説を覆へす事になり實に重大なる発見であるを考へて居る。

V 朝顔部の保護法と實驗の結果

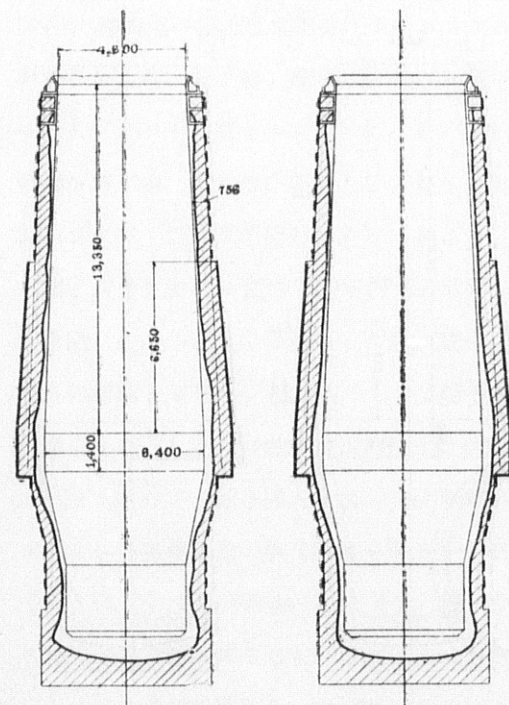
朝顔部の侵蝕作用は前述の通り主として輻射と熱に依るのであるから八幡製鐵所に於ては第10圖(b)に示せる通り爐壁はバンド式にしてクーリングボックスを挿入し水にて冷却し

第8圖 第4熔鐵爐爐壁侵蝕状態



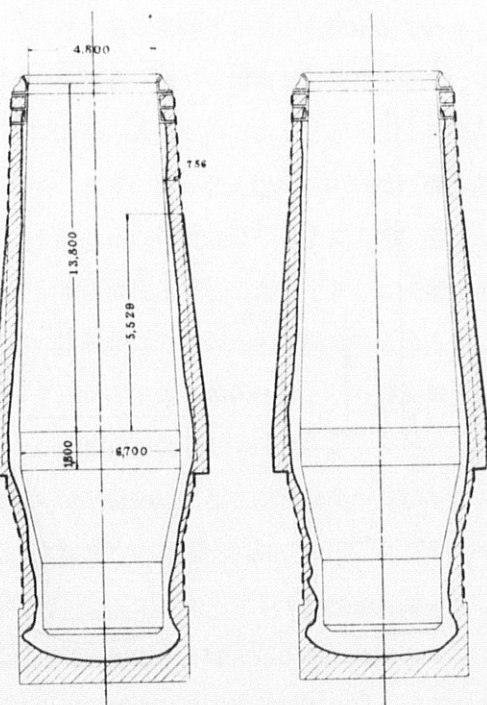
吹止 昭和6年12月31日
吹入 大正15年10月6日 (使用期間8年3ヶ月)

第7圖 第3熔鐵爐爐壁侵蝕状態



吹止 昭和8年10月5日
吹入 昭和2年11月24日 (使用期間5年10ヶ月)

第9圖 第6熔鐵爐爐壁侵蝕状態



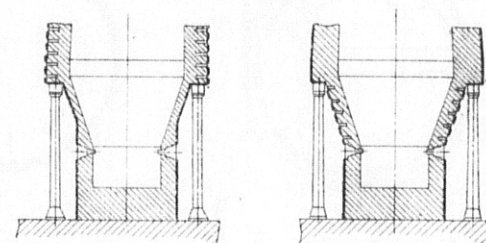
吹止 昭和7年7月9日
吹入 大正14年9月29日 (使用期間6年10ヶ月)

..... (8)

て居り、獨逸にては唯爐壁を薄くし外周は鐵皮式にして居るのであるが何れの熔鐵爐に於ても實驗の結果朝顔部の壽命は意外に長く未だかつて朝顔部の侵蝕に依り爐を吹止めた例はないのみならず獨逸に於ては朝顔部は2代も使用した例が多くあるほきである。此の事實は實に面白い事であつて今日迄普通考へられて居る侵蝕原因からはさうしても説明する事は出来ないのである。

第10圖 朝顔部縦断面

(a) 獨逸の場合 (b) 八幡の場合



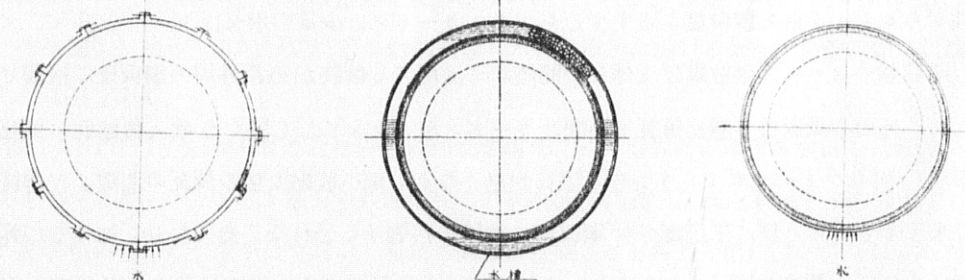
ある。朝顔部に於ても尚ほ爐腹部と同様に裝入物からの摩擦が起るものゝすれば朝顔部の壽命は爐腹部の壽命より遙かに短くなるわけであるが斯る場合は全く無いのである。それで朝顔部の侵蝕は上述の通り唯爐壁を薄くするか又はクーリングボックスを挿入し水にて冷却する事によりて完全に防ぎ得るのである。之は全く熔鐵爐内に於ける裝入物の降下は著者の所謂朝顔部に生ずる軟化體の變形に依つて起り従つて朝顔部に於ては裝入物よりの摩擦は殆んど無いからである。

VI 爐底部の保護法と實驗の結果

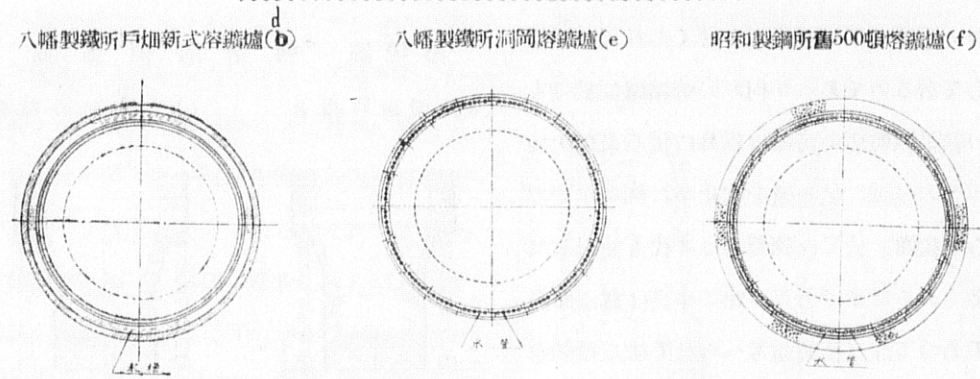
今日迄爐底部の保護法に就ては世界の學者、技術者等により研究され種々の方法が實施されて居るのであるが爐底の破損を防ぐ事は非常に困難であつてさうしても防ぐ事は出来ないのである。八幡製鐵所に於ける熔鐵爐に於ても又同様であつて第11圖(a)及第12圖(A)に示せる通り從來熔鐵爐の爐底部はフランジを有する厚き鑄物板にてボルト、ナットに依り連結し強く締め付けて其の上に水をかけ冷却して居たのであるが吹入後2年乃至2年半位を経過するに破損しさうしても其の破損を防ぐ事は出来なかつたのである。破損の場所は必ず鑄物板と鑄物板との継ぎ目の處に限られて起り殊に鑄鉄の流れが急激に良くなる場合に破れる事が多かつたから著者は其の原因を次ぎ

第11圖 爐底横断面

八幡製鐵所舊式密鑄爐(a) 八幡製鐵所新式密鑄爐(b) 八幡製鐵所新式密鑄爐(c)



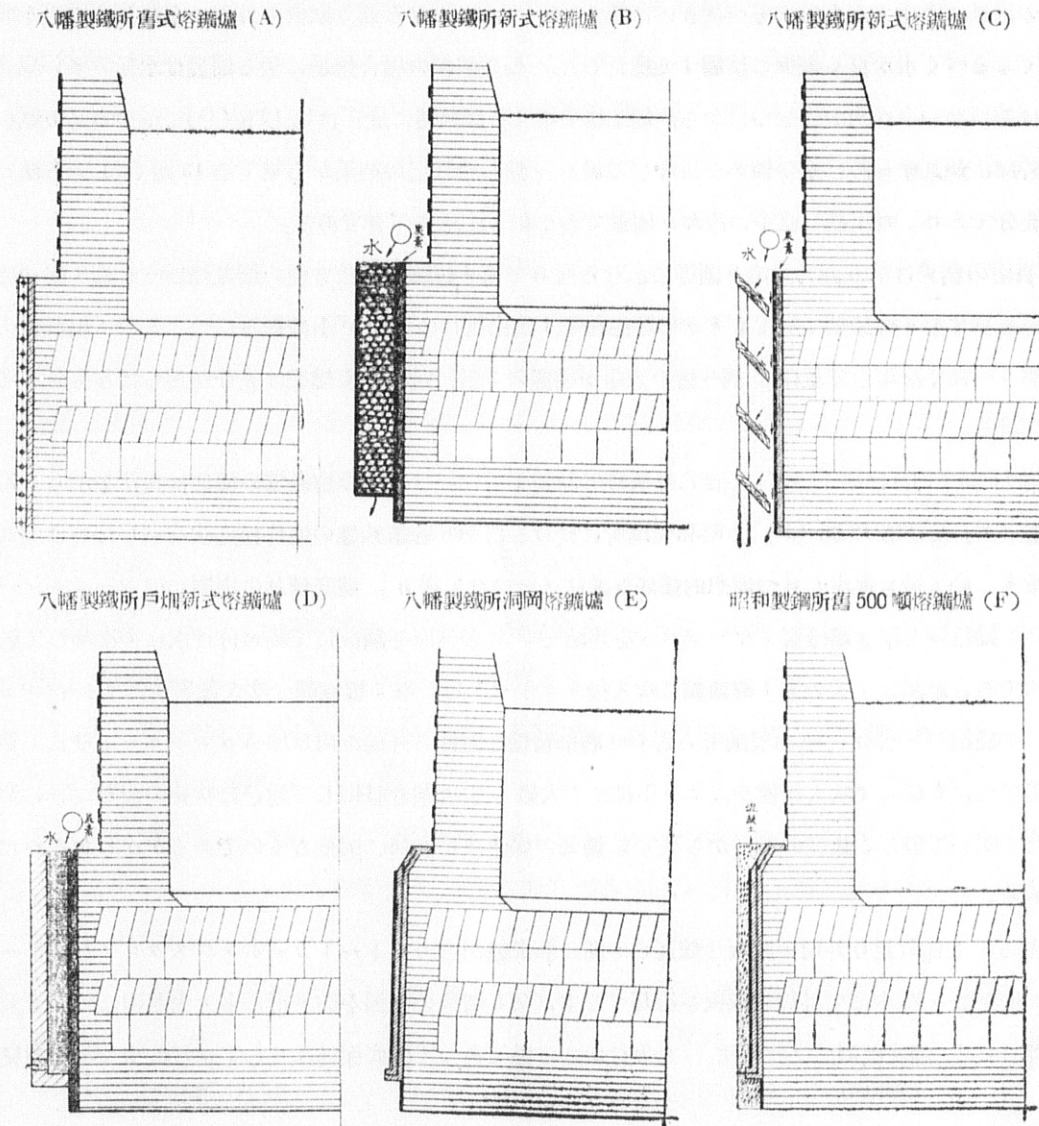
..... (9)



の如く考へて居る。例へば爐底の煉瓦は如何に念入りで殆んど目地の無い位迄良く積んで居ても前述の通り高温度に於ては必ず収縮するのであるから煉瓦と煉瓦の間には多少の間隙を生ずるのみならず吹入開始後爐底の煉瓦は直ちに膨脹してボルト、ナットに依り締め付けられて居る部分がウイークポイント即ち弱點となり従つて其の點より内部に向つて楔状に龜裂を生ずるわけであり、加ふるに爐底の煉瓦は操作中絶えず酸質の侵潤に依りて熔融せられ上述の間隙を助長し、爐壁が薄くなればなるほどウイークポイントの龜裂も又増大して熔鉄は煉瓦の間隙並にウイークポイントを傳ふて流出し途には外周の鑄物板に達する様になり鑄物板は例へば水にて冷却されて居ても熔鉄の接觸せる部分は直ちに過熱されて羽口破損の原因と全く同一原因に依り熔解破損するわけである。それで實際の溶鑪に於ける破損の場所並に吹下後に於ける爐底の研究に依り著者は高温度に於ける煉瓦の収縮と吹入後煉瓦の膨脹より生ずるフランジとフランジ間のウイークポイントが爐底破損の間接原因であり、鑄物板に熔鉄の接觸する事が直接原因であるとの確信を得た。

上述の理由に依り爐底の保護法としては吹入後煉瓦の膨脹による龜裂と操作中高温度による煉瓦の収縮に起因する間隙等を経て流出する熔鉄が外周の保護鑄物板に直接接觸せざる様にする事が最善の方法であるとの考へから第11圖(b), (e), (d) 及第12圖(B), (C), (D) 等に示せる通り外周のフランジ付き鑄物板の代りに鋼板を使用してウイークポイントの發生を防ぎ、鋼板と爐底煉瓦の間には初めより50mm~100mm 位迄のクリアランス即ち間隙を設けて良く掃除し、黒鉛坩堝の特性からヒントを得て炭酸爐から生ずるレトルトカーボンに少量の水又はタールを加へてスタンプし、圓筒状のカーボン壁を設けて煉瓦の間隙から流出する熔鉄が直接外周の鋼板壁に接觸せざる様にした。外周の鋼板壁と爐底煉瓦との間にカーボンをスタンプして置く吹入後爐底の煉瓦は自由に膨脹し而もウイークポイントの起る恐れが無くなり、例へば収縮に依る煉瓦の間隙より熔鉄が流出して來てもカーボン壁にて遮断され鋼板壁に熔鉄の接觸する恐れ全く無くなり、加ふるに外周の鋼板壁は水にて冷却されて居るのであるから爐が古くなり煉瓦が全く侵蝕し盡されてブラスト即ち

第12圖 爐底縦斷圖



衝風が直接カーボン壁に接觸する迄は爐底は破損しないわけである。それで大正13年9月23日吹入し第1溶鑪より始めて第2乃至第6等の溶鑪即ち八幡製鐵所に於ける總べての溶鑪に實施して實驗した次第である。

第12圖(A)(B)(C)(D)等に示せる通り何れの場合に於ても外周の鋼板を水にて冷却する事は勿論であつて(A)の場合には鑄物の外周にパイプを取付け内側に小孔を設けて水を放出せしめて冷却して居たのであるが水をして尚ほ一層長く鋼板に接觸させる目的で第12圖(B)に示せる通り外周の鋼板を二重にしてタンク状とし其の中に小石を詰め其の上に水を放出せしめて冷却した。

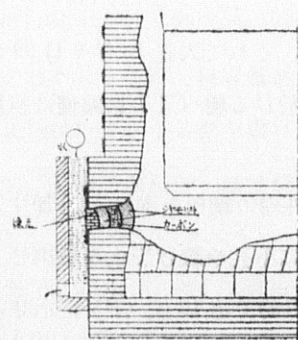
此の方法は爐底の冷却法として最も理想的のものを考へて実施したのであるが萬一破損の場合修繕上の困難に遭遇するもの考へ次ぎには第12圖(C)に示せる通り鋼板の外周に木板製の段階を設けてなるべく水が良く鋼板に接觸する様にした。爐底破損の場合熔鉄に依る爆発は水量の多い場合には起らない事が明かになつたから戸畑工場の第2新熔鉄爐に於ては第12圖(D)に示せる通り鋼板の外周に煉瓦壁を設け水を溜めて冷却して居る。然し今日迄の結果から見て第12圖(C)の方法にて充分であり、唯出鉄口直下の冷却が困難であるから注意すべきである。

實驗の結果は第5圖乃至第9圖等に示せる通りで第4熔鉄爐を除き他の熔鉄爐は吹立迄1回の破損をも見ず第4熔鉄爐に於ても8ヶ年經過後唯1回出鉄口の下部が小破損をやつたまで、出鉄口の下部さへ良く冷却して置けば例へば爐の壽命が獨逸の2倍に達しても爐底は充分保護し得るもの考へて居る。

第11圖(e)及び第12圖(E)は八幡製鐵所洞岡工場に於ける新設熔鉄爐の爐底保護法を示し、第11圖(f)及び第12圖(F)は昭和製鐵所に於ける舊500噸熔鉄爐の爐底保護法を示したわけで共に歐米に於て最も進歩し且つ理想的爐底保護法と云はれて居り、爐底煉瓦の周圍にはクーリングパイプを鑄込みし厚き鑄鐵製ヂャケットを連結し、其の外周を鋼板にて締め付け水にて冷却して居るのであるが洞岡工場の第1熔鉄爐は吹入後5ヶ年4ヶ月、第2熔鉄爐は吹入後僅かに1ヶ年10ヶ月にて破損して居り、昭和製鐵所の舊500噸熔鉄爐は鋼板の外周を尙ほ厚きコンクリート壁にて巻いて居たにも係らず吹入後僅かに2ヶ年位にて大破し引き続き破損して遂ひに吹止の已むなきに至つた事聞いて居る、此等の事實から見て爐底の保護法が如何に困難なものであるかがわかるわけである。

然るに上述の通り外周の鋼板と煉瓦との間に骸炭爐からのレトルトカーボンスタンプしてカーボン壁を造り唯水にて外周の鋼板を冷却する事に依り爐底の破損を防ぎ得る事は先進國に於ても未だ氣付かざる點であつて爐底保護法としては實に重大なる発見である考へて居る。

第13圖 爐底破損部ノ修繕法 (縱断面)



VII 爐底破損の場合に於ける手當法

若し爐底が破損した場合には直ちに休風し其の破損部をよく掃除して第13圖に示せる通り先づシヤモットを充分突込み、其の次ぎに骸炭爐よりのレトルトカーボンを水又はタールにて堅めしものをよく突込み、次ぎにシヤモットを突込み、其の次ぎに煉瓦を築造して最後に鋼板をリベットにてさめるか又は煉

接し、其の外周に圖に示せる如く煉瓦壁を設けて水にて冷却すればよいのである。

戸畑作業所に於ける第1熔鉄爐の爐底は建設の場合煉瓦と鋼板との間にカーボンをスタンプせず唯外周の鋼板に水をかけて冷却して居たのであるが吹立後2年7ヶ月にして出鉄口の左側下部が破損し其の後3ヶ月乃至4ヶ月毎に破損して其の破損回数實に11回にも達したのであるが最後に破損部を上述の通りにし、操業法としては破損部直上の羽口を閉塞し、出來得る限り鉄中の硫黄量を減じて0.02%以下とし其の流動をなるべく悪くして操業して居るのであるが上述の非常法を実施後既に1ヶ年半以上を經過せるにも係らず尙ほ破損しないのである、著者の體驗に依る熔鉄の流動が急に良くなる場合破損する事が多いのであるから熔鉄の流動を悪くする事は非常に有効である、例へば低硫素鉄を製造して居る場合でも鉄中の硫黄を0.03%以下にするに墨鉛のセパレーションを激増して流動悪くなるから非常に有効である、それで爐底破損の場合は鉄中の硫黄を0.03%以下にして操業する事がよいのである。

VIII 結 言

以上述べし研究と實驗の結果より押しして熔鉄爐の壽命を優に獨逸の2倍に達せしむる事が出来る理けて熔鉄爐の長壽法として次の結論に到達した。

- (1) 爐頂部の保護法としては小型の保護鑄物板の代りに厚き大型の保護鑄物板を使用し外周はバンド式の代りに鐵皮式にする事。
- (2) 爐腹部の保護法としては煉瓦壁を薄くしクーリングボックス又はクーリングパイプ等を挿入する代りにシヤフトの上半部は薄く下半部即ち爐腹部は厚くして其の外周はバンド式の代りに鐵皮式にする事。
- (3) 朝顔部の保護法としては爐壁にクーリングボックスを挿入して冷却し外周はバンド式又は鐵皮式にする事。
- (4) 爐底部の保護法としては爐底の外周は必ずリベットにて鋼板製しクーリングパイプを鑄込めるヂャケット等を使用する代りに爐底の煉瓦と鋼板との間にカーボンをスタンプしてカーボン壁を造り鋼板の外側は水を出來得る限り均一に接觸せしめて冷却する事。
- (5) 侵蝕豫防法として煉瓦は Fe_2O_3 を含有せず其の質をなるべく密にし、築造法としては目地を極力細くし且つ目地の数を減ずる事。