

## (1) 熔鑪爐胸爐腹部ライニングの崩壊原因に関する一考察

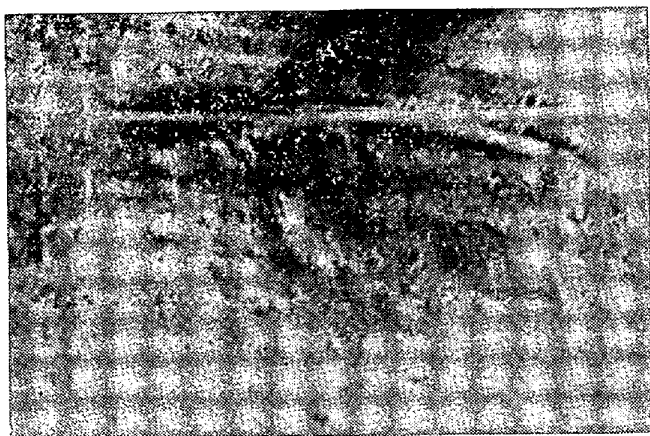
室蘭工業大學 田中章彦

### I. 緒言

高爐の爐胸及爐腹部のライニングの損耗・崩壊の原因については炭素沈積・銹滓及瓦斯による侵蝕・煉瓦の膨脹・アルカリの侵蝕等々に關する諸問題が夫々個々について従來相當進んだ研究が行われているが、之等の相互關係及實際作業面での方針・對策については未だ明確な結果が與えられていない様である。筆者は此の問題に關する研究の着手として富士製鐵室蘭製鐵所仲町第2高爐の改築にあたって行つた若干の實測並びに實驗結果を次に報告する。

### II. ライニングの損耗状態

仲町第2高爐は公稱 700t の能力を有し爐腹部は鐵皮それ以上は鐵帶構造になつている。昭和 15 年 11 月火を入れ同 21 年 9 月吹止その間約 5 年操業された爐で其後一昨々年夏迄放置されてあつたものである。此の爐は昭和 20 年 2 月 26 日大崩壊事故を起した第 3 高爐と平行して且之と類似の條件で操業されたのでこの結果は同事件の原因を間接に類推する上にも興味がある。修築時のライニングの線は新設時に比し大體 1/2 以上の厚みに煉瓦を残して居り損傷程度はそれ程甚しいものではない。ただ方向として西側、上下には爐頂近くと爐腹部が甚だしく傷んでいる。次に爐體そのものの位置の變化として四圍の鐵柱より實測の結果爐頂付近は半徑を縮少する方向に爐胸下部は擴大する方向に動いている。更に爐腹部は當然外部への膨脹を示す筈であるが此所は鐵皮のためにこの膨脹は上方に向い、一方爐壁の内面ではライ



寫眞1 爐腹部煉瓦積の屈曲

ニング自重・装入物の摩擦のため下向きの力が働き之等方向相反する二力のため煉瓦積は「へ」の字型に屈曲している。(寫眞1参照)この結果「へ」の字型の頂部に著しく龜裂を生じ沈積物の作用もてつだい爐壁崩壊の主因をなしている様に思われる。

さて此の様な大きな爐體變形を導くものはライニングの膨脹作用であるがこの膨脹は特に煉瓦の一時的體積變化に注目すべきである。目地の部分を精密に觀察すると目地實質と煉瓦との間に層をなして緻密に炭素及び結晶が沈積している。この成因を考えると一時的に生成した目地の間隙に之等の結晶が充填し楔作用をなし間隙生成充填の作用が反覆され目地が擴大し、更に之による局部的なライニングの膨脹が他の部分の目地を弛緩せしめ此所でも同様な充填作用が反覆される。之等の目地の開きの總和が爐壁に著しい膨脹を生ぜしめるものと考えられる。實測の結果は爐頂近くでは煉瓦内より 1・2 枚目間の横目地が甚しく開き密に煙塵其他で充填されているが結着力に乏しく爐胸下部に至るに従い外側煉瓦の縦目地の開きが目立ち爐體膨脹のあとを示し多く空隙で残され爐腹では前述の「へ」の字型屈曲のため横目地の開きが甚しくなつている。

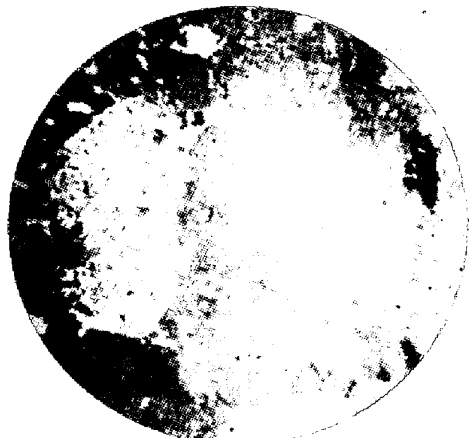
### III. ライニング内の沈積物

ライニングは全體にわたり外側煉瓦 1 乃至 2 枚を残し炭素が滲透沈積し黒色・暗紫色を呈す。この炭素滲透部は爐頂近くは他結晶の混在少く下部に至るに従い白色・黄色・綠色等の結晶が混り又は平行な層をなして存在する。之等は X 線廻析の結果殆んどが ZnO で ZnS は檢出出来なかつた。又爐胸中部以下に橙色微晶が存在し定性分析の結果 As の存在を認めたが實體は確認出来なかつた。之は爐腹部以下では見られない。金屬亞鉛・鉛は爐頂より 4~5m 下付近で既に飯狀・小粒狀で見られ多く炭素滲透部の龜裂内に發見された。爐腹部以上ではアルカリは單一結晶として認め得なかつた。

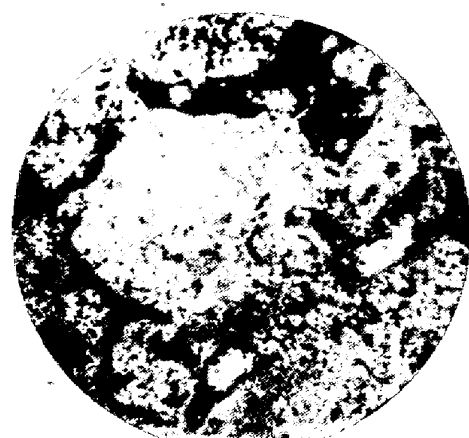
### IV. 顯微鏡組織

本爐の築造に使用した煉瓦の殘品 2 種を薄片に作り檢鏡した結果、その一つは比較的均質でムライトが極めてよく發達し石英も相當クリストバライト化し粘土も分解硝子化し相當高温処理が行われたものと見なされ、他は前者に比し不均質でムライトは小さく且局部的に發達し粘土粒内には之が見られず本爐の爐胸爐腹部には後者と同類の煉瓦が使用されたものと思われる。

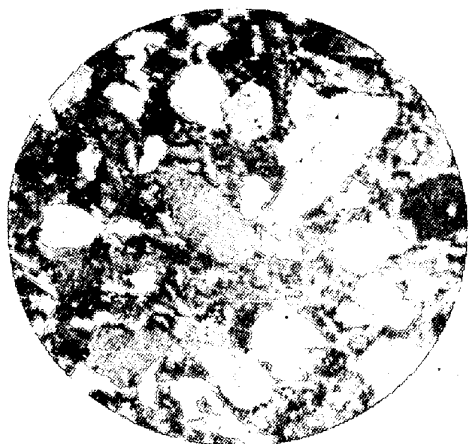
爐の頂部では外部の試片は原煉瓦と大差なく未分解石



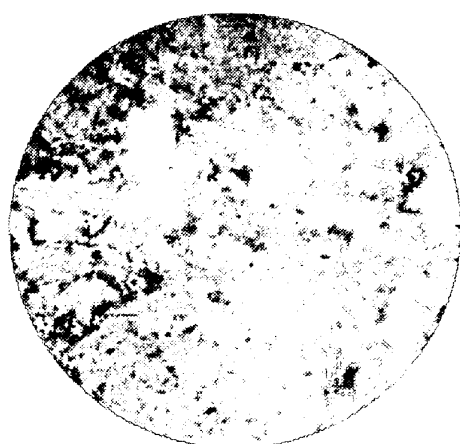
寫眞2 原煉瓦の組織



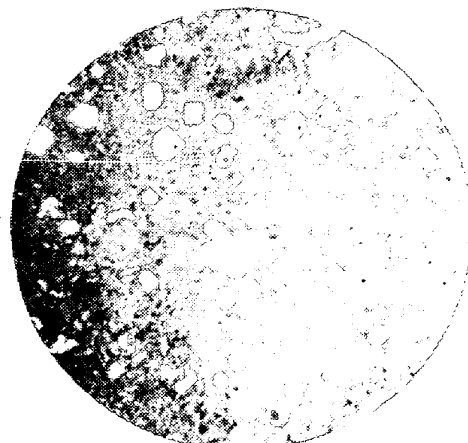
寫眞5 N-9 高温面



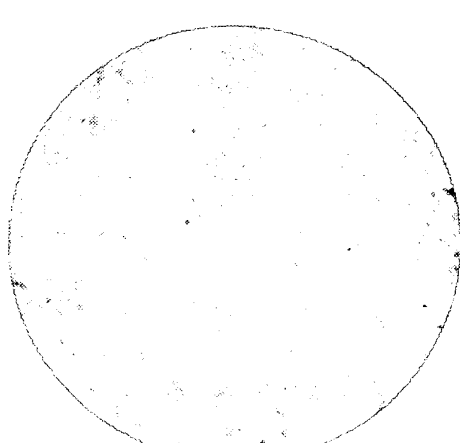
寫眞3 目地の組織 N-3 付近



寫眞6 E-15-80



寫眞4 N-8-48

寫眞7 ジンサイトの互晶群  
E-15-80附近

英相當多く且大粒のものが見うけられ粘土粒の分解は若干進行し空洞には相當發達したムライトが見られる。之が高温面近くなると石英は殘存するも周邊がクリストバライトに轉移し空洞には大きなムライトが見られる。アルカリ化合物は存在しない。

爐頂下 3m では内面 20cm 位にわたり炭素と共に酸化鐵が龜裂にそい脈狀に侵透している。この様な場所には局部的にムライトの發達が著しい。石英は殘存するも多くはクリストバライト化し複屈折が低い。尙この付近

で微量のフェライト・アノルサイトを認めた。

爐頂下 6m では外側から 30cm 位にわたり組織に變化なくムライトは僅か生成 0.2~0.3mm の石英粒を認める。40~50cm では酸化鐵が鮮明に入り込みムライトも生長し石英は大粒のみ殘存する。60~70cm では幾分明瞭な鐵化作用が認められムライトも 0.5mm 程度に發達している。70cm 以上内壁に近づくと ZnO が脈狀に入り込んでいるが煉瓦質とは何等化學作用を認めな

い。高温面では ZnO は殆んどなく一般に硝子化しそれに炭素・酸化鐵が溶けこんでいる。ムライトが大きく發達し特に炭素粒の周邊の硝子部にはアルバイトの生成を認める。之は吹止めの際冷却に海水を用いたためと思われる。

爐頂下 8~12m 付近では、内外共に石英の轉移・粘土粒の分解が進み針狀のムライトが縦横に發達しているのが見られる。又表面のアルバイトも大きく硝子部に明瞭に双晶をなしている。酸化鐵は結晶粒間に沿い滲透している。炭素及び ZnO は爐壁の約 1/3~1/2 の厚み迄煉瓦内に網目を作っているが化學作用は認められない又之等の生長が積極的に煉瓦を破壊したとは思われない。

爐腹部は外壁より 0~10cm にわたり鐵皮よりの酸化鐵が滲透し幾分赤味を帯びムライトの生長・石英の轉移の進行を認める。更に内部ではムライトの發達が目立ち ZnO は 40~50cm 位から見え始め「へ」の字型の頂部では龜裂に沿い縦横無盡に發達している。ムライトも空洞部に大きく發達し、高温面ではムライト・アルバイトが硝子中に生長 ZnO も時には大塊をなして存在する。粘土粒は分解しその中に炭素・酸化鐵が細く滲透ムライトの微晶を認め得る。若干の試料について X 線にて検査し以上の結果を確認した。

## V. 其他の試験及結言

筆者は更に煉瓦自體の轉移・燒締状態・龜裂の生成・結晶の充填状態を定量する目的で試料の眞比重・假比重及び氣孔率を求めたが測定値に偏差多く不充分であつたため更にプロモフォルムによる重液分離を行つた。此の結果及現在實施中の化學的侵蝕機構の研究結果は合せて時間があれば報告する心算である。

本研究は一つの爐についての結果であり且更に考究すべき多くの問題を残しているので斷定的な結論は下せぬが、今迄の所次の様に考へている。

イ。崩壞の原因は煉瓦の體積變化特に一時的な體積變化に大きな關係がある。

ロ。爐の構造上鐵帶式の如く煉瓦の膨脹に、ある程度餘裕をもたせる事が望ましい。

ハ。炭素其他の結晶の沈積・アルカリ其他の侵蝕は崩壞の補助的役割を果すが決して主因とはならぬ。

## (2) 鐵-炭素系合金の凝固過程に及ぼす Mn-Si, O<sub>2</sub>, W 及び Cr の影響について

東北大學教授 工博 ○五十嵐 勇  
釜石製鐵所 工 堀 籠 健 男  
東北大學金屬工學科

齋藤 穆, 菊池 巖, 奥田 彰, 神村賢一

### I. 緒 言

先に著者は新しい觀點より Fe-C 系合金の凝固過程を研究し、更に之に及ぼす Mg, Si, Al, Mn, S 及び Te の影響についての實驗を行い、これらの凝固過程は從來の説とは全く異なつてゐる事を明らかにした。本講演では Mn-Si, O<sub>2</sub>, W 及び Cr を夫々單獨に Fe-C 系に添加し、その凝固過程を調べた結果を述べる。

### II. 實驗試料並びに方法

A) 實驗試料 電解鐵に電極黒鉛を加炭し、目的の炭素濃度の Fe-C 系合金地金を高周波爐で熔製した。これらの地金に Mn-Si, W 及び Cr を夫々適量配合熔製した試料約 50g づつを一回の實驗に供した。O<sub>2</sub> 添加の場合には目的炭素濃度の上記地金の 50g を熔融し、之に圓筒狀に壓縮した紅ガラスを適量加えた。

B) 實驗方法 熔解には縦型のエレマ爐を用い、還元雰囲気中で速かに最高熔解温度 1400°C に加熱する。この温度に達した後直ちに電流を切斷し、熱分析を行いつつ爐冷して目的温度に達した瞬間試料をルツボの儘水中に急冷し、その瞬間の組織を檢鏡し凝固過程を見た。水冷の温度は各試料の共晶凝固開始から終了後までの区間を適當に区分して行つた。

### III. 實驗結果

A) Fe-C-Mn-Si 系について: Fe-C-Mn 系合金の冷却曲線は、Mn が或る含量以上になると特異な形状をとり、組織も斑鉄又は白鉄となることは先に發表したが著者はこれに Mn とは反對の影響を有する Si を合金せしめ、その四元系の冷却曲線の變化及び組織から凝固過程を調べた。Si 量は配合 1% に一定し、Mn を配合 1% から 10% までの試料を用い、前述の方法で熔解し(但し Mn は逃げ易いので最高加熱温度を 1350°C とした)冷却曲線を求めた所次の結果が得られた。

Mn 3% 以下に於ては普通の冷却曲線となり組織は灰鉄である。Mn 3% 乃至 4.5% では、停點後の温度降