

鹽基性平爐に於ける生ドロマイトタール爐床について

その他（別言語等） のタイトル	On the Hearth with tarred Raw Dolomite in the Basic Open Hearth Furnace
著者	田中 章彦, 及川 弘
雑誌名	室蘭工業大學研究報告
巻	1
号	2
ページ	161-167
発行年	1951-06-05
URL	http://hdl.handle.net/10258/2996

鹽基性平爐に於ける生ドロマイト タール爐床について

田 中 章 彦
及 川 弘

On the Hearth with tarred Raw Dolomite in the Basic Open Hearth Furnace

Akihiko Tanaka & Hiroshi Oikawa

Abstract

In this research we have collected the samples from the hearth of the basic open hearth furnace (10 tons) that makes use of raw dolomite in the Japan Steel Company, Muroran Work, and conjectured its degenerated structure, and considered that the hearth with tarred raw dolomite is not inferior to the one with magnesia.

1) CaO, one of the cause about slaking action of dolomite, is combined to FeO, SiO₂ and Al₂O₃ etc. and formed non-slaking structure during the operation, so it need not take care of the danger of such a phenomenon.

2) In the dolomite hearth the growth of Periclase is not drastic compared to that in magnesia one, therefore the former hearth bears with change of temperature and mechanical impact.

And the upperpart of the hearth may form half-molten substance in the operation, which may exists between molten steel and refractories, so it bears with the drastic refining and mechanical impact.

目 次

I. 緒 言	IV. 變質並びに熔蝕機構の推論
II. 10 吨平爐に於ける作業実績並びにその考察	V. 耐火度および消化能試験
III. 變質層の成分並びに組織の變化	VI. 結 言

I. 緒 言

終戦後滿洲産のマグネシアクリンカーの入手困難に加うるに燃料事情によりドロマイトを完全焙焼してこれに代用することも意に任せず、また最近マグネシアの輸入を見るも價格

の點で問題があり、各所において鹽基性平爐爐床に生ドロマイトを用うことが研究されている。株式會社日本製鋼所室蘭製作所においては近藤・守川兩氏によつて生ドロマイトタール爐床が試用され極めて満足すべき結果を得たことはすでに報告されている¹⁾。

本研究はその時用にられた 10 厩平爐爐床の一部より試料を採取し、これに化學分析・耐火度試験・消化能試験を行い、かつ岩石顯微鏡によりその變質組織を明らかにし、これによつてその變質進行の機構を推論し、生ドロマイトタール爐床の不消化性および充分な強さを有する所以を考察したものである。なお本研究の一部は日本鐵鋼協會講演會においてすでに報告された²⁾。

II. 10 厩平爐に於ける作業成績ならびにその考察

現場作業の詳細に關してはすでに報告されてあるので¹⁾、ここではその一部について若干の考察を加える。使用した生ドロマイトは栃木縣葛生産のものでその成分・比重は第 1 表に示す。これは田所氏報告³⁾による他の産地のものに比較して SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 が割合に低く純度の良いものであるが、著者の後述の研究結果を綜合すると、この點に關してはかえつてこれらの若干の存在が必要と思われ、この種の爐床に用うる限り特にすぐれている原因とは考えられない。むしろ本作業に重要な性質はその緻密度で、あまり硬質なものは瓦斯の發散が悪く爐床として熔着しがたい缺點があり、表に示す葛生産の比重の値は適當な數値と考えられる。なお表中津川産とあるものは終戦直前北海道において發見され、相當の埋藏量を

第 1 表 各地産ドロマイトの化學分析

	Ig. Loss	SiO_2	Al_2O_3 + Fe_2O_3	MgO	CaO	眞比重	假比重	氣孔度
本 所	45.70	0.52	1.17	16.94	34.66	2.832	2.846	0.492
恒 見	45.54	0.21	0.66	18.82	34.53	2.835	2.850	0.526
大 連	45.74	1.07	0.57	21.11	31.30	2.847	2.865	0.628
豐 後	44.74	0.57	0.63	18.08	35.50	2.823	2.838	0.528
伊 豫	43.58	1.34	0.41	8.57	45.13	2.825	2.858	0.563
葛 生 ¹⁾	43.93	0.28	0.60	19.04	35.15	2.830	2.841	0.563
津 川 ²⁾	44.00	3.68	0.46	19.58	29.92	2.848	2.860	0.419

【註】 1 本研究に使用せるもの 2 北海道産にして使用可能と推定されるもの

- 1) 近藤・守川：「鹽基性平爐における生ドロマイトタール爐床について」、鐵と鋼、昭和 23 年 9 月。
- 2) 田中・及川：「鹽基性平爐における生ドロマイトタール爐床の變質ならびに侵蝕の機構について」、日本鐵鋼協會第 38 回講演大會大要録。
- 3) 田所芳秋：「製鐵用各種ドロマイトの品位の判定とその應用結果について」、製鐵研究、昭和 7 年 12 月。

期待されながら未開發に残されているもので、分析結果から見ると SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 の介在する量がきわめて多く、一方きわめて硬質であるが使用法によつてはかえつて互いに短を補つてこの目的にある程度の好成績が得られるのではないかと期待される。

粒度配合は 5~10 mm 50%, 1~5 mm 25%, 1 mm 以下 25% であつた。細粉が多過ぎると搗固に際して細粉が下層に集り結合力を弱める。結合剤としてのタールは無水のもの得難く、發生爐瓦斯通管に溜つたものを加熱脱水し、水分約 10% 程度に下げたものが使用されたが、このタールの水分は作業実績および本研究成果から考察すると、さほど嚴密を要しないものと考察される。生ドロマイトおよびタールは約 65~75°C で混合し、手搗で搗固し乾燥後瓦斯を送入し爐温 1600°C に達してから焼付を開始した。

焼付は燒ドロマイトにスケール約 5~10% を混合したものを 2~3 hr. 毎に撒布して行い出鋼口前約 2' 程度にした。焼付後 30 min. 冷却し直ちに通常熔解作業に入つた。

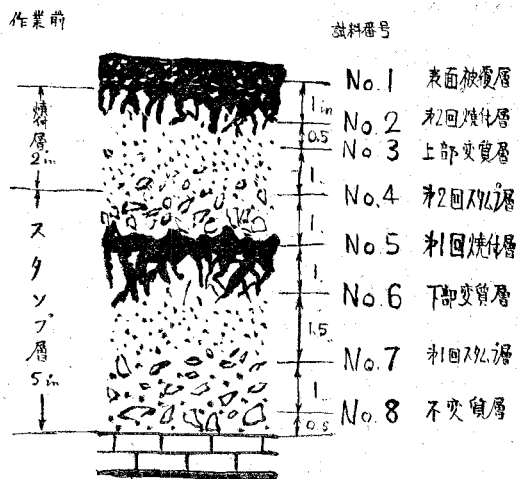
本試料採取迄途中 1~5 箇月間の休爐を 3 回おいて 215 回の操業を行つてゐるが、この間 1 回の床掘れもなく熔湯の湯持ちもよく、かつ長期の休爐期間においても消化の現象は認められずきわめて優秀な成績を収めている。

III. 變質層の成分ならびに組織の變化

本研究は上記の操業を終了せる爐より爐床の變質層を掘鑿し試料を採取し、化學分析を行い岩石顯微鏡によつてその變質層の組織を明らかにし、後述の耐火度並びに消化能試験結果と合せて變質機構を推定した。試料は爐床の中央部を垂直に掘下げ、各深さにわたり 8 箇採取した。その縦断面および試料採取位置は第 1 圖に示す如くであり、試料の化學分析値は第 2 表に示す如くである。ただしこの分析結果において地鐵の混入した金屬質の部分は試料を金鏈で充分粉碎し磁石を用いて取除いたもので、したがつて岩石質部のみ成分を表わす。

次に各試料の肉眼および顯微鏡により觀察すると次の如くである。

試料 No. 1 これを表面被覆層と假稱する。最初は表面に鋼滓の附着したものであると考へられたが、分析の結果鋼滓よりもむしろ耐火物の成分に近く例えば MgO が相當に高いことを考へる



第 1 圖 爐床の縦断面及び試料採取位置

第2表 各變質層の化學分析値

試料 番 號	名 稱	SiO ₂	FeO + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Ig. Loss
1	表面被覆層	14.31	34.60	8.54	3.32	30.02	10.12	0.00
2	第2回焼付層	13.80	30.64	6.71	2.46	30.51	16.10	0.00
3	上部變質層	12.10	22.11	5.70	1.28	37.63	21.64	0.04
4	第2回スタンプ層	9.36	15.97	4.34	1.24	38.30	30.53	0.12
5	第1回焼付層	13.56	24.25	7.61	2.24	33.63	19.60	0.01
6	下部變質層	9.97	15.45	6.72	0.25	43.61	24.13	0.11
7	第1回スタンプ層	7.72	11.43	4.34	0.21	40.54	34.89	1.23
8	未變質層	4.86	4.62	2.63	0.10	44.30	38.61	6.41

と、これは耐火物がほとんど熔融状態になり、これに銅滓および地鉄の成分が選擇的に入り込んだものと推定される。黑色均質にして緻密黒曜石様の光澤を持ち、大小不規則なる氣泡が多く、顯微鏡的にも原組織は全然残留していない。

試料 No. 2 堅牢にして地鉄が緻密に入り込み金屬光澤を呈す。分析結果は試料を破碎し金屬質部を除去したものについて行つた。顯微鏡的には全く固溶體様で微細で組織的に判定し得なかつた。氣泡も相當存在する。

試料 No. 3 第2回スタンプ層の上部と推定され、若干の氣泡の存するところから見て作業中は部分的に熔體であつたことが認められる。組織の間に地鉄が網目状に入り込み岩石質部も黑色の鈍い光澤を示す。岩石顯微鏡によるとペリクレスと推定される結晶の存在を認むるも、結晶内部に小龜裂を有し、茶褐色に汚染されペリクレスの光學的特徴も判然としなない。一部マグネシオフェライトに變化しているものと認められる。マトリックスの部分はきわめて微細な Fe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂ 等の銅滓成分に富む小結晶の集合していることが認められる。

試料 No. 4 第2回スタンプ層と推定され脆く、放置すると水分を幾分吸収して崩壊する。試料採取時すでに砂礫状に分解している部分も認められた。組織的に SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ に富む結晶の存在は No. 2 に比して著しく少なくなり、原ドロマイトの組織の一部を残留す。SiO₂ の多いのは幾分タールの影響もあろう。ペリクレスは相當大きく生長し、顯微鏡視野の 1/4 ~ 1/3 を占め、充分高温安定相への轉移が認められる。

試料 No. 5 No. 2 と同様な組織を呈し、堅牢で相當量の地鉄が迸入している。

試料 No. 6 黑色淡い光澤を有し、地鉄が若干迸入している。化學分析結果は SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ 等の銅滓成分が相當多量に存在することを示し、金屬的な觸感を持つが脆く若干の吸濕性が認められる。小さな氣泡も含み、小部分は熔體であつたことが認められる。ま

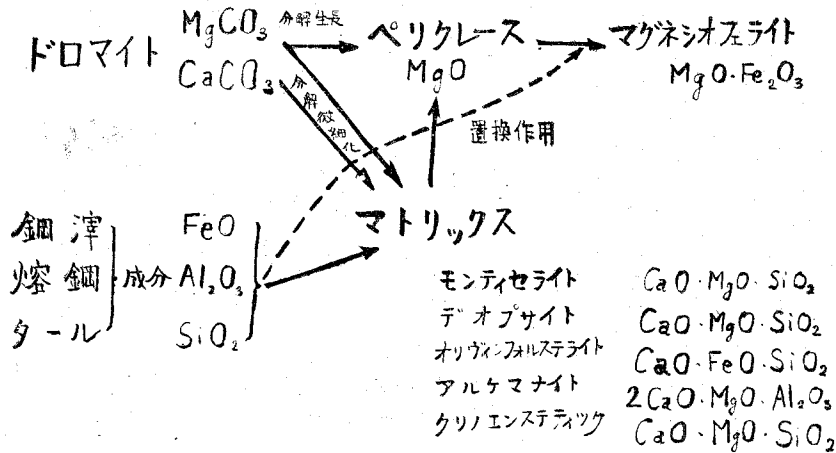
た鋼滓の混入も認められる。組織的には大きく発達したペリクレスが認められ、マトリックスは鐵分が充分滲透し CaO, SiO₂ と結合しオリブイン等の結晶を形成している點より、かつて相當の高温變化を受けたことが認められる。

試料 No. 7 第1回スタンプ層と推定され、成分上も組織的にも焼ドロマイトに近い。外貌は褐色で脆く一部は粉末となつている。組織的にはペリクレスの発達を見、No. 3, No. 4, No. 6 のものに比して著しく小粒であるが、判然たる光學的特徴を示している。

試料 No. 8 スタンプ層の最下部で、ここではドロマイトは未だ分解し切らず原組織のまま存在する。分析結果を見ると灼熱減量として 6.42% という數字が與えられた。一方 Fe₂O₃, SiO₂ は相當量この深さ迄滲透しマトリックス中に入り込み、CaO, MgO と結合してモンテイセライト CaO · MgO · SiO₂, オリブインフォルステライト CaO · FeO · SiO₂, デイオブサイト CaO · MgO · SiO₂, アルケマナイト 2CaO · MgO · Al₂O₃, クリノエンステータック CaO · MgO · SiO₂ 等を形成するものと考えられる。

IV. 變質ならびに熔蝕進行機構の推論

以上の化學分析・肉眼および岩石顯微鏡による觀察結果より、鹽基性平爐における生ドロマイトタール爐床の變質および熔蝕の機構を推論するに、第2圖によつて表わし得るものと考えられる。



第2圖 變質機構推定圖

ドロマイトは温度の上昇にしたがい分解し MgO, CaO となり一旦微細化するが、MgO は直ちに集合しペリクレスの小粒となる。一方鋼・鋼滓・タールの成分である FeO, SiO₂, Al₂O₃ 等は MgO に對するより CaO に對する方が結合力强いために、主として CaO と多く結合してモンテイセライト、オリブインフォルステライト、デイオブサイト、クリノエンス

テータイツク等の微細な結晶となり、マトリックスを形成する。しかしながら初期においてはマトリックス中には相当量の MgO が入り込み、これらの結晶は多量の MgO を含有するものと考えられるが、さらにつづいて多くの鋼・鋼滓・タールの成分たる Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 が供給されると、これらの結晶中の MgO はより結合力の強いこれらの成分のために置換され遊離する。例えばはじめ FeO , SiO_2 , Al_2O_3 の少ない条件の下に生成したモンテイセライト $CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$ はさらに FeO が多く供給されると、MgO と置換してオリヴィンフォルステライト $CaO \cdot FeO \cdot SiO_2$ の如きものに變化し MgO を遊離する。かくて遊離された MgO はペリクレスの生長を助け、したがって FeO , Al_2O_3 , SiO_2 が多く供給されるにしたがいペリクレスの結晶は大きく生長する。さらに FeO , Al_2O_3 , SiO_2 等の供給が多くなると、これらはマトリックス中の MgO を全く追い出しこれらに飽和するが、なお供給が續行するとついにはペリクレスを形成する MgO にも働き、ペリクレスの結晶内の弱點に沿つてこの作用が進行し、マグネシオフィライト $Fe_2O_3 \cdot MgO$ なる結合を生じ、次第にペリクレスとしての光學的性質を失わしめこれを汚染するに至るものと考えられる。

V. 耐火度および消化能試験

前述の各試料について、筆者はさらに耐火度および消化能の試験を行つた。

耐火度試験の結果は、No. 7, 8 において S.K. 30 以上という極めて優秀な結果を得たが、No. 1, No. 2, No. 4 においては S.K. 16~17 程度であつた。この値は局部的には爐の作業温度を下廻り、前述の気泡の存在等の事實と考え合せて、この部が作業中半融體乃至融體であつた事實が首肯される。

消化能試験は次の如き方法で行つた。試料を 2~3 mm の細粒とし、これを枝付秤量瓶に收め 100°C の恆温槽中で乾燥空氣流を通じ乾燥秤量した後、不純瓦斯を除去した水蒸氣を約 2 時間通じ、これを三方栓にて再び乾燥空氣に切りかえ充分乾燥秤量し、前後の重量増加を求め次式より得た數値を消化能と定めた。

$$\text{消化能} = \frac{\text{増加量} \times \frac{[\text{CaO}] \text{ の算出分子量}}{[\text{H}_2\text{O}] \text{ の算出分子量}}}{(\text{化學分析よりの CaO}\%) \times (\text{試料の重量})} \%$$

すなわち消化能とは、實際に試料中に含有される CaO の中、水蒸氣の通過によつて實際消化され得る CaO の百分率を示す。

實驗結果によると、葛生産ドロマイトの 64% に比して最高値の No. 6 においてわずか 14~15% に過ぎない。No. 6 の化學分析値は 43.61% CaO であるので、ドロマイト全量に對しては計算によりわずか 6% 弱程度が吸水崩壊する性質を有するに留る。實際の No. 6 試料

について含有する結晶水分は 0.5% をこえなかつた。他の試料ははるかに低く 0.2% 以下の數値を示しており、ドロマイトタール爐床の不消化性が確認された。

VI. 結 言

日本製鋼所における作業実績を見ると次の 2 點が注目を惹く。

1. 作業前危懼されたドロマイトの消化崩壊現象がほとんど見られなかつた。
2. 爐床は期待されたよりはるかに強固で相當激烈な製鍊・機械的衝撃、熱變化にも耐えた。

この 2 點は筆者の爐床の作業後の變質状態の調査の結果より次の如く説明される。

1. ドロマイトの消化作用の原因の一つと見做されている CaO は高温で分解生成すると直ちに相當多量に供給される $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ に結合して、その大部分はモンテイセライト $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 、オリヴィンフォルステライト $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ 、デオブサイト $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 、アルケマナイト $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、クリノエンステータイツク $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 等を形成する。これらは全く消化性を有しない故爐床は非消化性となる。

2. マグネサイト爐床ではその顯微鏡寫眞に見る如くペリクレスの分野が多く、かつその生長も直接急激であるために結晶の生長過程において互に干渉して無理が多く、耐火度が高いにもかかわらず内部歪のため缺點あるものと考えられるが、ドロマイト爐床においては MgO が少なく、かつ MgO がマトリックスの媒介をへて置換作用により極めて徐々に供給される故結晶の生長に無理がなく、したがって温度の變化・機械的衝撃に對して抵抗を有し、これがある程度耐火度の低いことを埋合すものと考えられる。また爐床の上部は作業中極めて粘度の大なる半融體を形成し、鋼との間を隔てているために急激なる沸騰製鍊および機械的原因による衝撃を直接爐床に與えない。

以上により生ドロマイトタール爐床は從來のマグネシア爐床に比して差程の遜色は認められず、今後技術の改良を見たならば充分代用され得るものと期待される。

本研究に關する寫眞および若干の資料、ことに耐火度消化能試験結果に關する數値が、本學今春の火災にて失われ不完全なものになつたことを謝する。

本研究にあつて筆者は株式會社日本製鋼所室蘭製作所従業員諸氏、特に小林所長、前川・守川兩技師、木村氏等に多大な援助をいただき、東京大學永井彰一郎博士には御懇篤な御指導をたまわり、かつ室蘭工業大學各教官には絶大な御後援をいただいたことに感謝を捧げる。なお本研究は文部省科學研究費の下付をうけたこともあわせ感謝する。