

硬さは増し、残留炭化物量は次第に減少する正常な変化を示した。

3.8 考 察

プラズマ再溶解により、鋼中酸素含有量は期待のごとく減少を示し、これが品質向上に役立つ一因と考えられる。しかし、Cu, As, Sn などの鋼中不純物量はほとんど変化を示さず、また、脱硫あるいは脱窒は期待どおりに進行しなかつた。脱硫に関してはS含有量が低くなつてくると超高温精錬の効果は期待できなくなるようである。窒素については操業上に問題があつたと考えられる。

以上のように化学成分に関してはそれほど目立つた向上のあとが認められなかつたにもかかわらず、プラズマ再溶解材の品質は極めて秀れた結果を示した。とくに非金属介在物、地キズなどは著しい改善がみられた。この原因は単純に化学成分の変化のみからは考えられず、プラズマ溶解の特徴である超高温あるいは不活性ガス雰囲気などが、何らかの効果をあらわしたものと考えられるがその間のメカニズムについては今のところ、はつきりしない。

4. 結 言

試作したプラズマ製鋼炉を用いて SUJ 2 の再溶解を行ない、得られた材料について各種の品質調査を実施し、極めて秀れた品質、とくに介在物、地キズなどの品質特性において問題のない材料が得られることを確認した。

品質向上のメカニズムは、だま明らかでないが、試作炉の改良、発展と相まってひろく、他の鋼種あるいは金属、合金に対しての応用が期待される。

669,187.231 ; 621.365.2  
: 666,763.42

(73) 大型電気炉のドロマイト炉床について

住友金属工業、製鋼所

松岡 秀矩・○守屋 惇郎

On Dolomite Bottom in Large Electric Arc Furnace.

Hidenori MATSUOKA and Atsuo MORIYA.

1. 緒 言

大型電気炉の炉床材としては一般にマグネシアスタンプ材が使用されており、当所の 80 t 電気炉もその例にもれず稼動開始以来、マグネシアスタンプを施行してきた。しかし、スタンプ完了後の乾燥に長時間を要し、これが修理時間の大きい部分をしめることから、従来より小型電気炉で好成績を得ているドロマイトスタンプを用いて修理時間の短縮をはかつた。

1964年8月よりドロマイトスタンプを3回施工し、その結果、使用可能との見通しを得たので、以後この方法を採用し現在に到っている。

ここに大型電気炉におけるドロマイト炉床の状況ならびにマグネシア炉床との優劣の比較について報告する。

2. ドロマイト炉床の築造方法

2.1 使用ドロマイトの性状

スタンプ材として使用したドロマイトの性状をTable 1に示す。

2.2 スタンプ方法

粒と粉を6:4の比で混合し、エヤーランマー7本を使い一回のスタンプ厚みを約30mmの基準でスタンプした。スタンプ程度は小型電気炉の実績(エヤーランマー4本を使用し39min/t)を参考とし、40~50min/tで行なつた。スタンプした炉床の状況をFig.1に示す。

このときのスタンプに要した時間は30hrで、マグネシアスタンプの80hrに比べて大巾に短縮された。

2.3 焼付方法

マグネシア炉床の場合にはスタンプ時に水を使用するため、水分除去の目的で木炭およびコークスにより炉床を焼付する必要があるが、60hrの焼付乾燥を行なつていた。しかしながらドロマイト炉床の場合にはスタンプ時に水を使用しないので、とくに焼付乾燥を行なわず、第一回溶解時に酸化期の時間を約1.5hr延長した。

3. ドロマイト炉床の使用結果

3.1 第一次ドロマイト炉床

操業時の炉床状況はマグネシア炉床の場合と比較して

Table 1. Properties of dolomite.

MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	Ig. loss
33	62	0.5	0.3	4.5	0.03	0.2

Size of dolomite : 5~15 mm φ and about 30 mesh

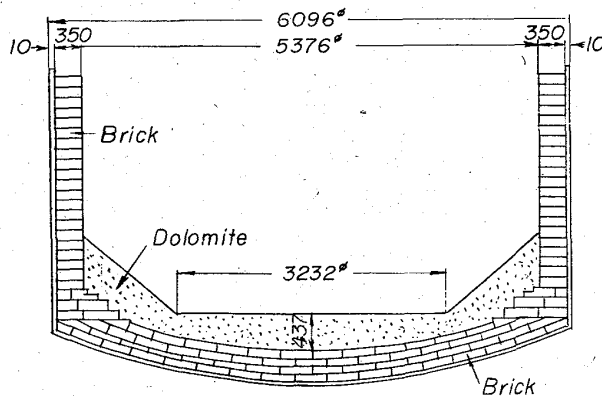


Fig. 1. 80t electric arc furnace stamped with dolomite.

Table 2. Physical properties of rammed dolomite after service in the electric-arc furnace bottom.

Sample No.	1	2	3	4
Distance from hot face (mm)	50	250	450	Original
Crushing strength (kg/cm <sup>2</sup> )	245	647	745	460
Refractoriness (S. K.)	37	>37	≥37	—

Table 3. Chemical analysis of rammed dolomite after service in the electric-arc furnace bottom.

Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Distance from hot face (mm)	0	50	100	150	200	250	350	450
Ig. loss	-0.98	-1.30	-0.28	0	-0.90	1.70	2.88	2.10
SiO <sub>2</sub>	9.37	26.36	16.85	5.61	12.77	3.78	0.95	0.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.46	0.94	1.13	1.08	0.95	1.53	0.42	0.32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42.59	6.55	9.34	7.21	10.81	5.90	4.59	4.42
MnO	2.84	1.34	1.24	0.96	1.18	0.29	0.08	0.07
CaO	26.13	48.75	26.86	29.75	36.86	58.81	60.17	57.79
MgO	12.38	17.70	50.32	47.90	36.01	24.76	28.81	28.98
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr

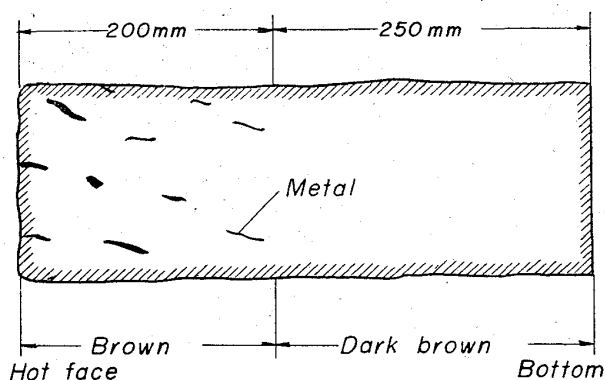


Fig. 2. Illustration of the zone in sample from used bottom.

特に異なる点はなかつた。すなわち、当所 80 t 電気炉では普通鋼ならびに低合金鋼を溶製しており、精錬中の溶鋼温度は最高 1700°C であるが、この条件の下で、炉床が精錬中に浮上することはほとんどなく、操業中の補修ドロマイト使用量もマグネシア炉床の場合と大差なかつた。

第一次ドロマイト炉床の寿命は 316 回でマグネシア炉床の平均寿命 1227 回に比較して短かかつたが、これは当初、ドロマイト炉床の寿命はおおよそ 300 回であると予測し、メタルの炉底への浸透を懸念して炉床更新を行なつたためである。

修理時、炉床状況を観察した結果、メタルの浸食は稼働面よりおおよそ 100 mm までで、炉床底部にはほとんど浸入していないことが判明し、ドロマイト炉床の寿命はさらに延長可能であることがわかつた。

### 3.2 第二次ドロマイト炉床

第一次と同様の要領でスタンプを施工し、寿命は 701 回と第一次に比し大巾に延長した。701 回で修理を行なつた理由は 650 回頃より炉床が割れ、炉底の温度が通常 800~850°C であるのに、950°C になるという事態を生じたためである。しかしながら、炉床揚げを行なつた結果では、炉床底部に異常は認められなかつた。

### 3.3 第三次ドロマイト炉床

後述する第二次ドロマイト炉床の調査結果を参考にし、スタンプ時間をやや延長し、50 min/t でスタンプを行なつた。その結果、寿命は 970 回と大巾に延長し、好成績を得た。

## 4. ドロマイト炉床の性状調査

第二次ドロマイト炉床について、修理時試料を採取し性状調査を行なつた。

### 4.1 供試材料

試料は第二次ドロマイト炉床中央部から採取したもので、その断面の状況を Fig. 2 に示す。

稼働面より 150 mm ぐらゐまではメタルがかなり浸入しているが、200 mm 以上ではドロマイトが岩盤状になつており、完全に焼結していることを示していた。

### 4.2 調査結果

#### 4.2.1 物理的性質

Table 2 に耐火度、圧縮強さを示す。稼働面近くの圧縮強さは小さい値を示すが、炉底に近づくにつれて大きい値を示しているのがわかる。耐火度は炉床底部が最も大きい値を示した。

#### 4.2.2 化学組成

化学組成の変質状況を Table 3 に示す。稼働面近くに Fe-Oxide ならびに SiO<sub>2</sub> の浸入が顕著であることがわかる。

### 4.3 考察

ドロマイト炉床は使用中、溶鋼により加熱されて焼結し、同時に炉内よりスラグが浸入して焼結を助長し化学組成も変化する。化学組成の変化は Table 3 に示すごとく Fe-Oxide ならびに SiO<sub>2</sub> の増加と MgO の減少によつて特徴づけられるが、これはメタルならびにスラグよりの浸入によるものと考えられる。しかしながら、250 mm 以上では化学組成の変化はほとんどなく、肉眼観察によつてもこの部分にはメタルの浸入がなく岩盤状になつていことから、炉床の損耗は稼働面より 250 mm 以内であると考えられる。

今回のドロマイト炉床変質状況の調査結果からその損耗機構を考察すると、損耗の大部分は稼働面の化学組成変化による耐火性低下に起因すると考えられる。すなわち、稼働面の耐火性は Flux 成分量の増加により低下する。

したがつて損耗の少ない炉床を得るためには、上記の損耗機構から考察して

① Flux 成分の少ない炉床材の使用

② 緻密な炉床の造成

が考えられる。

①の対策に対してはスタンプ材の選択が重要であり、

②に対しては炉床のスタンプ法、とくに稼働面から 250

Table 4. Standard dimension of repairing the 80 t electric-arc furnace.

Item	Kind of stamped material	
	Magnesia	Dolomite
Time for repairing furnace (hr)	167	75
Time for drying hearth material (hr)	67	10
Total time (hr)	234	85
Life of hearth material (heat)	1227	970
Total cost of stamping (yen)	1522 × 10 <sup>3</sup>	575 × 10 <sup>3</sup>

mmまでのスタンプ法ならびにスタンプ材の粒度構成などが重要である。

### 5. 経済性比較

ドロマイト炉床とマグネシア炉床とでは、どちらを採用するのが経済的にみて有利であるかを検討した。

なお、比較は Table 4 に示す標準大修理の諸元を用いて行なつた。標準大修理の諸元は修理実績より算定したものである。

#### 5.1 修理費

マグネシアスタンプ: 1200 円/1 heat

ドロマイトスタンプ: 594 円/1 heat

となり、ドロマイトスタンプを施行すれば 646円/1 heat の便益が生ずる。

#### 5.2 修理時間

マグネシア炉床一代の間にドロマイト炉床は  
 $1227/970=1.27$  代

となる。したがって修理に要する時間は

マグネシアスタンプ: 234hr

ドロマイトスタンプ: 103hr

となり、ドロマイトスタンプを施工するほうが修理時間が短縮できる。

### 6. 結 言

当所 80 t 電気炉においてマグネシアスタンプに代りドロマイトスタンプを実施した。その結果、操業時の炉床状況、修理費および修理時間より考えてドロマイト炉床のほうが有利であることが判明した。したがって、今後はドロマイト炉床を採用していく方針である。

ドロマイト炉床の損耗防止対策としては、Flux 成分の少ない炉床材を使用し、スタンプ（とくに稼働面近くのスタンプ）を十分に行ない緻密な炉床を造成するのが望ましい。

## 666.76 : 539.434 (74) 耐火物の構造的スポーリングによる損傷速度について

(鉄鋼用耐火物の損傷速度に関する研究— I )

東京窯業 工博 若林 明  
 日本鋼管, 技術研究所

○小山保二郎・岡野 三治

The Failure Velocity by Structural Spalling on Refractories.

(Study on the failure velocity of iron and steel plant refractories— I )

Dr. Akira WAKABAYASHI, Yasujiro KOYAMA and Mitsuharu OKANO.

### 1. 緒 言

鉄鋼業において、耐火物が果す役割りは極めて大きく、その使用量は、国内で年間 100 万 t に達している。これらの耐火物の質に関してはいまだ解決すべき問題が多い。

従来の耐火物の選択基準には、実用上の良否を判定する特性が十分に織り込まれていないため、耐火物に関するトラブルによつて、すくなからぬ損失を招いている。

このような現状に対処するには、単に優れた耐火物の出現を待つだけでなく、使用者の立場における合理的な対策をたてる必要があると考えられる。

本報では、当社における耐火物の重要な損傷形式の一つである構造的スポーリングに関して、主に粘土質、高アルミナ質レンガの耐用寿命推定に役立つ品質特性を究明し、実用上有効と思われる結論を得たので報告する。

### 2. 研究方法に対する考え方

耐火物の品質項目として、実用上有効な特性値を見出しがたい理由は、耐火物の使用条件と、これに伴う変質の様態が複雑で、損傷が起きるまでに長時間を要することが多く、しかも高温であるので、ミクロ的観測が著しく困難なためと思われる。そこで筆者らは、多様な損傷の条件をその形式によつて、また種々な耐火物の特性を物性論的評価によつて、マクロな観点から研究を進めた。

#### 2.1 耐火物の寿命と関連性が深い品質特性について

従来、筆者らの経験上、構造的スポーリングに弱いレンガは、一般に常温で脆い印象を与え、またレンガ焼成中のツブレによる変形が目立つ傾向がある。これらの官能的特性は、耐火物の品質判定に捨てがたい効用があるので、それらの特性の数量化を次のように考えた。

常温の脆さに対しては、熱的スポーリングに対する耐久指数などに用いられる最大変形能の利用が考えられる。すなわち、脆さ  $\sim$  常温圧縮強さ/常温曲げ強さ、の形で表わすこととした。

また、ツブレ（あるいは熱間の変形しやすさ）に対しては、レンガの焼成温度が一般にそのレンガの荷重軟化点より数 10°C 低いことなどから、恐らく耐火物の使用温度に近い温度で圧縮荷重による変形状態、すなわちクリープ試験データが適用できるように思われる。

#### 2.2 構造的スポーリングについて

Photo. 1 からわかるように、構造的スポーリングは、一般にレンガの加熱面から 20~50 mm の厚さで剝落を