

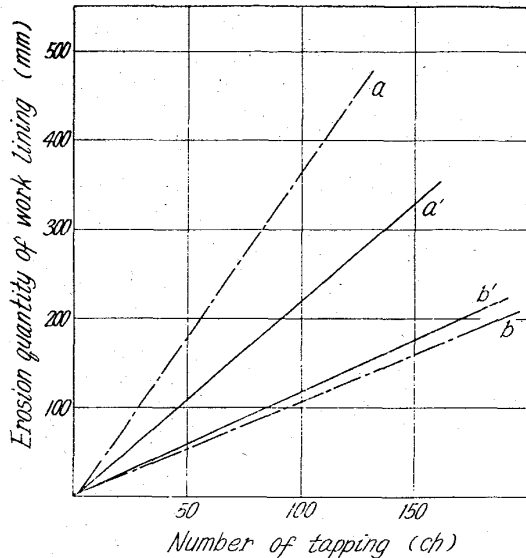


Fig. 5. Relation between number of tapping and erosion quantity.

Fig. 3 および 4 を合成して得られた図が、Fig. 5 である。

図において点線は炉一代を通じ、A→B 炉の運用方法を取った場合の侵食進行状態で、*a* は B 炉、*b* は A 炉である。

一方実線は炉の運用方法を、A→B→A 炉の方法を取った場合で、同様 *a'* および *b'* は B 炉、A 炉の侵食状況を示した。

図より明らかに高温出鋼材質 (B 炉) は、煉瓦残存部の厚い間、すなわち炉の新しい内に出鋼する方が有利である。

しかしながら一般リムド鋼を溶製する A 炉は、炉令に関係なく、ほぼ一定の侵食状況を示すことが明らかである。

このことは、高温出鋼材質溶製時においては、出装間における炉体煉瓦の温度変化が一般リムド鋼溶製時のそれに比べて大きいため、煉瓦表面部が変質現象を起し、この状態の所にスクラップおよび溶銑を装入するため、変質した部分が、大きく摩耗され、侵食助長しているものと考えられる。

すなわち、装入側における侵食作用は (溶損+摩耗) によるものである。

4. 炉体使用回数延長対策

以上の試験結果より、温度および温度変化が侵食に対し大きく影響することが明らかとなり、これらの影響を少なくすることは、出鋼装入間において煉瓦の受ける温度変化をできる限り小さくすることが必要であり、この考え方に基づき、従来高温出鋼材質 (B 炉) の溶製は炉令後半に行なっていたが、これを改め前半に高温鋼材質を溶製する方法、すなわち炉一代を通じ A→B→A 炉の方法を採用することとした。

なお、最初の A 炉使用は炉体内容積の関係より、高級鋼の出鋼ができないため作業上止むなく 30 チャージ程度使用している。

一方煉瓦品質についても、熱間溶損および衝撃に強い高温度にて焼成し、しかる後真空タール処理を施こし

た、タールドロマグ煉瓦を装入側およびスラグラインに使用して、さらに改善効果をはかっている。

5. 結 言

以上のごとく、アイソトープを使用して、炉体耐火物侵食状況を調査、解析し当工場における炉体耐火物の侵食を把握することができ、その結果に基づき、操業上並びに煉瓦品質上の改善を行ない、現在 380~400 回の使用回数を得るに至った。

今後はさらに調査を進め、製錬作業にマッチした炉体プロフィールの改善等を行なう予定である。

(59) 広畑転炉工場における炉体煉瓦原単位の低減策について

富士製鉄、広畑製鉄所

大矢竜夫・古垣一成・○土屋一志

播磨耐火煉瓦

滑石直幸

On the Means of Decreasing the Furnace Brick Consumption at Hirohata LD Converter.

Tatuo ŌYA, Issei FURUGAKI, Kazushi TUCHIYA and Naoyuki NAMEISHI.

1. 結 言

広畑における純酸素上吹転炉は炉体の形状にわが国で唯一の偏心型を採用し、135 m³ の鉄皮内容積を有する。当転炉では操業開始以来 4 年を経たが、操業にあたっては播磨耐火煉瓦株式会社および富士・播磨共同研究会の研究が総合されてタールドロマイト煉瓦および焼成ドロマイト煉瓦を採用することとなり、以後この 2 種類のドロマイト質煉瓦を適正使用している。

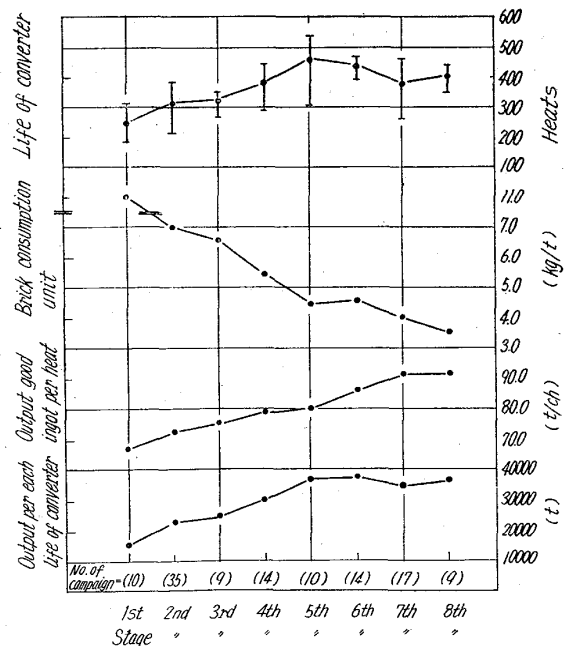


Fig. 1. Life of converter, its brick consumption unit, output of good ingot per heat and the output per each life of converter.

この4年間には築炉法ならびに煉瓦品質に幾多の改良を加え、その成績も順次向上し最近では転炉々体煉瓦原単位が、安定して鋼塊t当り 3kg 台にまで低減させることに成功した。ここにその概要を報告する。

2. 成 績

煉瓦積に関する成績向上対策は、その時期の操業方法に即応して講じられ、吹止め原因となつた箇所の改質をはかる方法がとられる場合が多い。広畑転炉においても内張り煉瓦積の改造はこの4年間に大別して8期に分かれる変遷を経ている。Fig. 1 に操業開始以来の炉寿命、煉瓦原単位、チャージ当りの平均良塊t数および炉一代の出鋼t数を示す。

炉寿命は操業 10 炉代で既に 300 回の炉回数を記録し (第1期)、その後煉瓦品質の向上、煉瓦積方法の改良、スクラップおよび溶銑装入方法の改善などによつて徐々に延長、不利な極軟鋼リムド鋼の生産を主体とするにも拘らず、1963 年5月には 500 回のラインを越えた (第V期)。さらにその後転炉での増産が要望されるに至つて、炉寿命いつぱいの使用から計画修理の方針に切換えられ、450 回程度で安定させることとした (第VII期)。同図にも明らかなごとく操業当初よりチャージ当りの良塊t数も漸増したが、1964 年に入つて最大 100 t/ch 出鋼態勢 (第VII期) として煉瓦厚みを減じたため、炉回数では犠牲を強いることとなり、目下 400~450 回の成績で安定させている。

一方煉瓦原単位は、炉寿命の増加ならびにチャージ当りの良塊数の増加と相まつて、同図にみられるごとく減少の一途をたどり現在では遂に鋼塊t当り 3kg 台の成績にまで飛躍向上した。

3. 煉瓦積の改良

これらの成績は煉瓦の改良、築炉法の改善を積極的にとりいれた結果であるが、Fig. 2 にこの煉瓦積変遷 8 期のうち代表的な第I、第III、第V、第VIII期のプロフィールを示す。

3.1 第I期煉瓦積

第I期煉瓦積は湯溜部および排滓側炉壁に 100mm スタンプ層を設け、炉底を 250mm の2段階積、湯溜部をスタンプ層に加えて 360mm 2層巻、出鋼側炉壁 360mm 2層巻、排滓側炉壁および炉頂部 450mm 1層の煉瓦で構成され、煉瓦は間けつ操業に対して安定化焼成ドロマイト煉瓦を主に使用した。この期の溶損状況の特徴は、ランス直下の炉床掘れが激しいことと排滓側スラグラインの侵食が大きい点であ

つた。

3.2 第III期煉瓦積

この期の特徴は、スタンプ層を削除して湯溜部壁厚を減じた点にある。操業の安定につれて湯溜、炉底をタードロマイトに切替えたが、装入側および炉口が弱点となつてきた。

3.3 第VIII期煉瓦積

その弱点を埋めることに主眼を置いたのがこの期の煉瓦積であり、装入炉壁を 360mm+450mm のつなぎ巻き2層とした。また炉口に SiC を主成分とし強度 170 kg/cm²の黒鉛煉瓦を使用することとした。

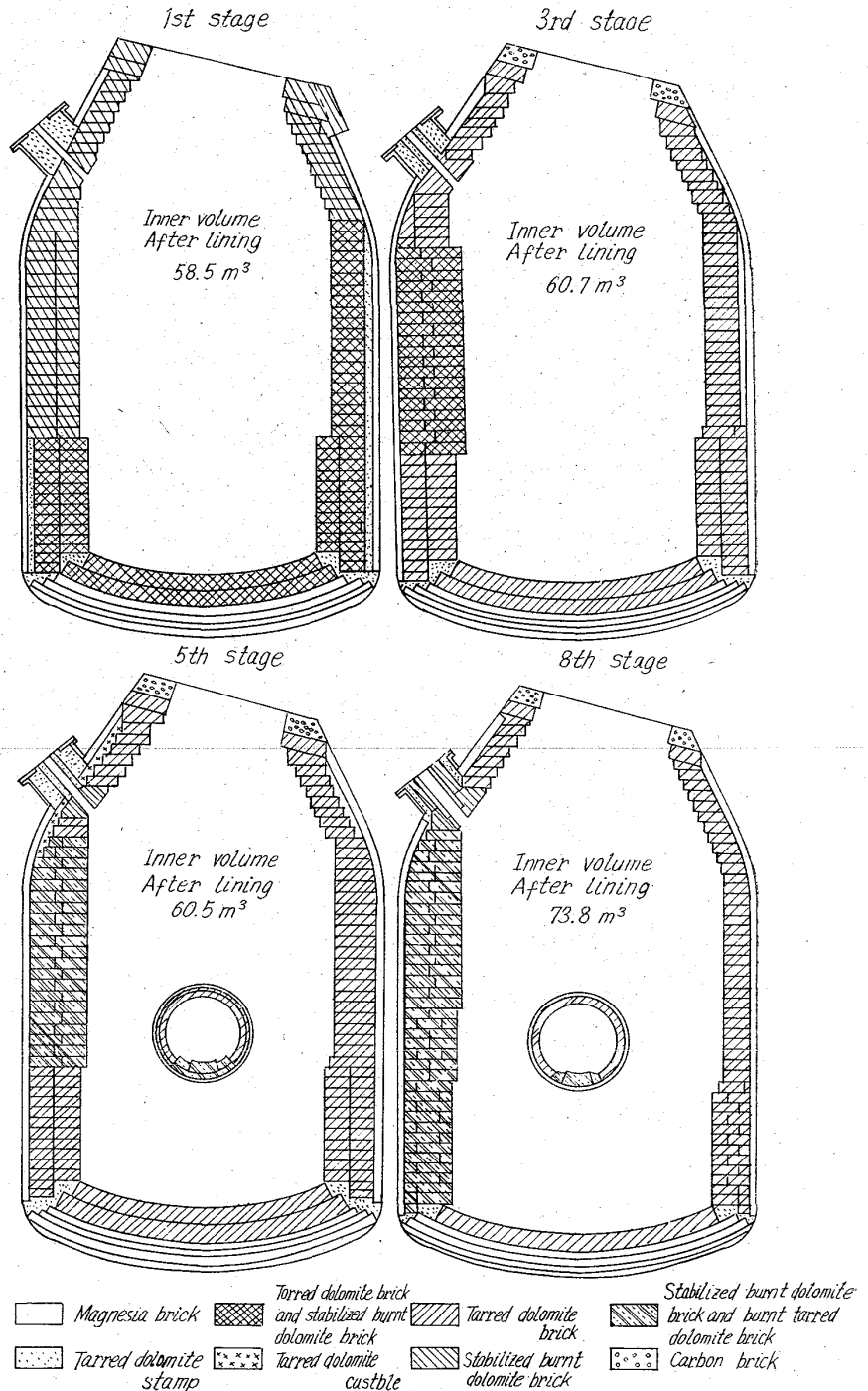


Fig. 2. Profiles of converter lining.

3.4 第Ⅳ煉瓦積

従来排滓側 100mm スタンプに替えてタールドロマイト煉瓦とし溶損バランスをとった。この期には装入量の増加に伴って炉口煉瓦および偏心部の溶損が激しく、これに対処して炉口にはプレスの黒鉛煉瓦とカーボン質の目地材を、また偏心部には永久炉壁とタールドロマイト煉瓦の間に新開発の特殊タールドロマイト粉を充填するなどの対策を講じて成功した。

3.6 第Ⅴ煉瓦積

前期で成功をみた特殊タールドロマイト粉を偏心部にさらに強化したこと、炉口煉瓦下の煉瓦2段を張り出させて吹錬焰ならびにシュートの磨耗から護ろうとしたことを特徴とする。これで装入、排滓、偏心部の溶損がバランスし、多孔ランスの採用と相まって炉寿命も飛躍的に向上した。

3.6 第Ⅵ煉瓦積

徐々に1回当りの出鋼量が増加する傾向にあったがこの期よりさらに増すこととなり、スロッピング対策として煉瓦積後の内容積を大きくした。すなわち炉底永久炉壁のマグネシア煉瓦4段を3段に、排滓側を 50+450mm に改めそれによつて内容積も 63.7 m^3 に増加した。またこの期より連続操業に入り炉成績の向上に寄与することになった。

3.7 第Ⅶ期煉瓦積

この煉瓦積も前期と同様出鋼量増強に対して壁厚みを減じたものである。Fig. 2 に明らかなごとく装入側を除いて他を全般にわたって縮少し、炉内容積が 63.7 m^3 から 73.8 m^3 に改められた。排滓側は 360mm 1層、湯だまり部 165+360mm、炉底はさらにパーマメント1層削った。この期では炉寿命は幾分低下したが各部溶損が一段とバランスし煉瓦原単位は好結果を収めている。

3.8 第Ⅷ期煉瓦積

第Ⅷ期煉瓦積は装入側の湯溜部が装入量の増加に、伴

つてやや弱点となつたためこれを補強したこと、炉底の溶損が極めて小さいため作業炉壁の一段を永久炉壁に切り替えたことを特徴とする。これによつて作業炉壁の煉瓦消費量は減少し、溶損もバランスして寿命も安定して煉瓦原単位は 3~4kg/t 平均 3.5kg/t という顕著な成績に飛躍するところとなつた。

4. 使用煉瓦の性質と変遷

Table 1 に各期における使用ドロマイト煉瓦の品質を示す。タールドロマイト煉瓦は最初マグネシア配合率の高いものを使用した。これは Ford 等によつて述べられているようにマグネシアの方がより耐食性が大であること、Donawitz での実績が欧州のタールドロマイト煉瓦に比し純マグネシア煉瓦が2倍長命であつたことによる。しかし実際当所における実用試験ではマグネシア配合率の低いタールドロマイトが優れた成績を示した。

安定化焼成ドロマイト煉瓦は耐消化性をもつとも秀れセラミック結合であるのでタールドロマイト煉瓦より熱間における機械的強度が大である。実際に転炉に使用した場合にも機械的磨耗、衝撃の激しい装入側では安定化焼成ドロマイト煉瓦が優るが、その他の部分ではタールドロマイト煉瓦が優つた。またタールボンドはセラミックボンドに比し結合が緩かであり、このため機械的に弱く、反面スポーリングには強い性質をもっている。

安定化焼成ドロマイト煉瓦より耐食性が秀れ、しかも機械的強度が同等であるのが準安定化焼成ドロマイト煉瓦である。これは化学成分はタールドロマイト煉瓦と同様で結合様式はセラミックであり、耐スラグ性を増し耐消化性を与えるためにタールを滲透させたものであるが試験の結果非常に好成績を収めた。

このような煉瓦の性質をみきわめたあと、われわれは装入側壁に安定化および準安定化焼成ドロマイト煉瓦を使用し、その他の部分はタールドロマイト煉瓦を用いる方針としている。

Table 1. Properties of dolomite bricks.

		Tarred dolomite brick		Stabilized burnt dolomite brick		Burnt tarred dolo-bri
Stage		1st	2nd~	~3rd	4th~	5th~
Chemical composition	Ig. loss	4.88	6.41	0	—	—
	SiO ₂	3.83	2.68	8.5	7.9	1.94
	Al ₂ O ₃	0.76	0.39	1.2	0.8	0.94
	Fe ₂ O ₃	2.37	3.26	3.7	3.0	4.56
	CaO	19.27	33.98	19.5	22.3	42.88
	MgO	68.86	53.22	67.0	64.2	49.60
Apparent S. G.		3.7	3.14	3.44	3.41	3.41
Bulk density		2.99	2.92	2.90	2.81	2.97
Apparent porosity (%)		7.9	7.0	15.3	17.7	13.2
Compressive strength (kg/cm ²)		363	365	823	768	544
Softening under load (°C)	T ₁	1505	1505	1725	1700 up	1575
	T ₂	1635	1675			1670
	T ₃	1730	1750 up			1750 up
Thermal expansion		at 1000°C)			1.31 6~8	
Spalling test		at 1000°C)				

5. 操業方法の改善

炉体寿命ならびに炉体煉瓦原単位の成績向上は、一つ煉瓦積改良にとどまらず操業方法の改善も力を大きくおよぼしたものと考えられる。操業開始以来多くの改善策を実施したが、とりわけ大きく効果を奏したと考えられる事項は次のごとくである。

(1) データ解析の結果、(T. Fe)、塩基度、再吹錬率、吹止温度、炉体止率管理の必要を認め厳重に管理した。

(2) スクラップの上に溶銑を落下させ溶銑の削り、磨耗から装入炉壁を護る原料装入方法を採用した。

(3) 多孔ノズルランスの採用により (T. Fe) が減り、炉体止率が下り、煉瓦の反応層が厚くなった。

6. 結 言

広畑 60 t 転炉では操業開始以来4年を経て、積極的に煉瓦積構造の改良、操業方法の改善を行ない炉体寿命の向上、煉瓦原単位の低減に努めた結果、現在では安定して炉回数400回、原単位 3.5 kg/t の好成績を維持するに至った。

文 献

- 1) W. F. FORD, F. WHITE: Ref. Jour., (1958), 4, p. 171
- 2) C. S. HEDLEY: Ref. Jour., (1959), 6, p. 194
- 3) 大庭, 杉田: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 343
- 4) 本間, 小野田, 滑石: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 183

(60) 転炉におけるマンガンについて

富士製鉄, 室蘭製鉄所

林 清造・小野修二郎・○小林武臣

Influence of Various Factors on [Mn] During LD Process.

Seizō HAYASHI, Shyūjiro ONO
and Takeomi KOBAYASHI.

1. 緒 言

溶銑中の Mn が転炉操業におよぼす影響は従来からいろいろと調べられている。室蘭転炉においても操業面、品質面、原価面より Mn 源の添加時期、歩留、吹錬への影響等の検討を進めている。そのうちで日常操業における Mn に関係するデータの解析と鉄マンガン鉱石添加試験の結果とを集約して報告する。

2. 日常操業における諸要因間の関係

日常の操業において吹止 Mn および取鍋投入 Fe-Mn 中の Mn の歩留におよぼすほかの要因の影響を溶銑 Mn の変動にからめて調査した。

高炉の事情により溶銑 Mn が 0.5~1.00% の間を変動した時期があつたので、当工場の主力製品である極軟リムド鋼 (吹止 C 0.12% 以下) を調査対象とした。溶銑 Mn の変動のほかは通常の操業である。

2.1 吹止時における諸関係

Fig. 1 に吹止 Mn におよぼす溶銑 Mn, 吹止 Mn, 吹止鋼液中 T. Fe の影響を示す。いずれも高度の相関が認められ従来の結果^{1)~3)}と一致する。ただし溶銑 Mn の低い範囲まで直線性が成立せず、溶銑 Mn 0.60% 以

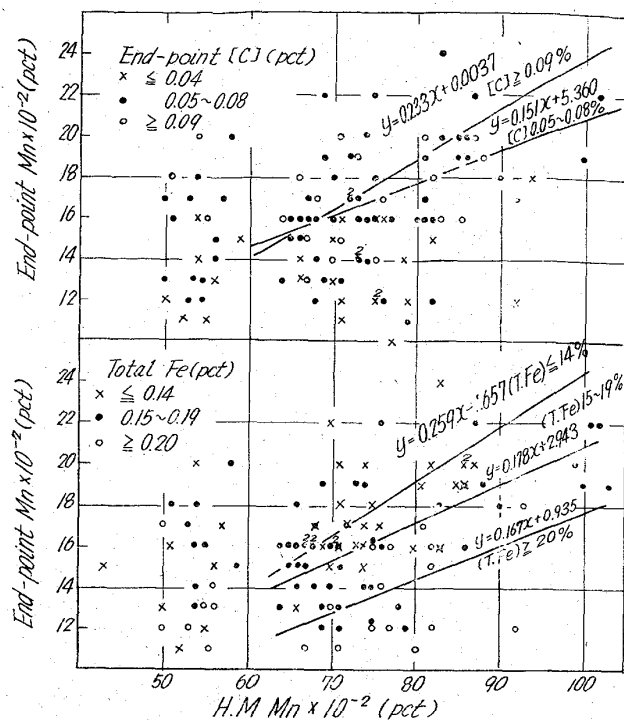


Fig. 1. Effect of hot metal [Mn], end-point [C] and (T. Fe) on end-point [Mn]

上についてのみ回帰式が適用される。吹止 C が低く鋼液 T. Fe が高いほど吹止 Mn も低くなっているが、溶銑の高い範囲でその影響が強くなっている。吹止 C による吹止 Mn の変化は直線的であり吹止 C が高いほど吹止 Mn も高くなっている。吹止温度の影響は本調査では有意差が認められなかったが高温吹止で吹止 Mn が高い傾向にあり従来の実験結果¹⁾と同一傾向を持つている。吹止 T. Fe と吹止 Mn の間には高度の負相関が認められている。また塩基度の影響については一般に T. Fe との正相関が認められておりその効果があらわれており高塩基度で低 Mn になったものと思われる。これらの結果を Table 1 に示す。

2.2 取鍋へ投入する Fe-Mn は鋼種により若干の差はあるが 200~350 kg 前後であり高炭素フェロマンガンを使用している。投入 Fe-Mn 量の Mn 歩留を次式で算出して、

Mn 歩留

$$= \frac{(\text{取鍋 Mn} - \text{吹止 Mn})\% \times \text{製出鋼量 kg}}{\text{投入 Fe-Mn 量 kg} \times \text{Mn 含有率}\%} \times 100$$

Mn 歩留におよぼす各要因の影響をみた。

Fig. 2 に取鍋に投入した Fe-Mn 中の Mn 歩留にお

Table 1. Relation between end-point [Mn] and end-point [C], (T. Fe), basicity and temperature.

	y=end-pt [Mn]	r	N
X: end-pt [C]	$y = 0.732x + 11.835$	0.5082*	96
" (T. Fe)	$y = -0.472x + 24.736$	0.4978*	96
" basicity	$y = -1.783x + 24.63$	0.3451**	96
" temp.	$y = 0.0640x - 85.39$	0.3522	96