

Fig. 4. Relation between erosion rate and diameter of tap hole.

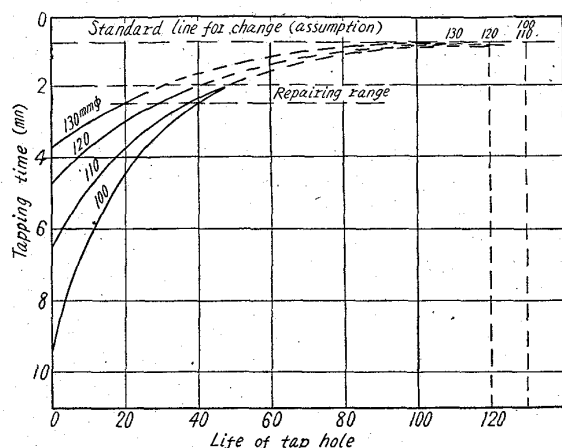


Fig. 5. Relation between tapping time and life of tap hole.

であるが、径の小さい特に 100mm φ 以下のものは出鋼時間の減少度が非常に大きいことがわかる。

図の仮想交換推定線は、交換時の横径長さから推測したもので、焼付なしに引続き使用した際の仮定の交換基準線である。

以上の調査結果からつぎの点が考察される。

i) 出鋼時間および出鋼口損耗度は炉令と密接な関係を有するので、各代の出鋼口径を一定にすることは出鋼時間、交換時間すべての面に損失をもたらすことになる。故に炉令に応じた出鋼口径をとる必要がある。

ii) 出鋼口径は損耗度と明瞭な関係があるので、出鋼時間と交換時間の和を最短にするような径を選択する必要がある。特に径を 100mm 以下にすることは損耗度が非常に大きくなり意味がない。

#### IV. 対策

以上の考察を基にして出鋼時間の短縮、変動の減少、交換時間の短縮の対策をつぎのように採った。

(なお、これ等の対策の一部については、特許申請中である。)

i) 出鋼時間の短縮および変動の減少

a) 出鋼口径を各代に応じてつぎのように決める。

- 1代 130mm
- 2代 120mm
- 3代 110mm
- 4代 110mm

b) 焼付けを小量ずつ頻繁に行ない、できるだけ、2～3mm の間に出鋼時間を保つようにする。

また焼付けを吹錬中に行なうような設備を作り、焼付けによる作業中断時間をとらない。

なお、焼付けに適した出鋼口煉瓦として、楕円形状の煉瓦も現在試験中である。

ii) 出鋼口煉瓦持続性向上、交換時間短縮

a) 当工場使用の出鋼口煉瓦はタードロモイト製であり、前述の如く種々の煉瓦を準備しているため、空気中の湿分によって消化の恐れがある。これを防止するため表面に緻密なターボンド組織を作るべく、煉瓦の高温タール処理を行なっている。この結果、煉瓦の持続性の変動が減少している。

b) 前述の楕円形状煉瓦の使用 (前述)

c) 出鋼口交換の時期を空時間 (交代修理日、新炉吹) に当てるよう、炉体使用の管理を行なう。

d) つぎのように外径を炉代に応じて基準化する。

- 1代 250mm
- 2代 210mm
- 3代 180mm
- 4代 180mm

これにより交換時に前代のスリーブ煉瓦を除去するのみで、つぎの煉瓦をはめこむことができるので、こわし、結合剤の流し込みの時間が節約できる。

#### V. 結言

出鋼時間、出鋼口交換時間は製鋼能率および鋼質に大きな影響を与えるので、当工場では、この基本的な調査を行ない、これを基として出鋼口煉瓦を炉令に応じた適切な寸法にすることによって、これらの時間の短縮安定を果した。

更に焼付方法の工夫、特殊形状煉瓦の採用、煉瓦の特殊処理を行なうことによつてこれを促進した。

669.184, 244.66 = 669.184, 225.22

#### (84) 純酸素上吹転炉内張使用後煉瓦の研究 62264

富士製鉄広畑製鉄所 本間悦郎  
播磨耐火煉瓦 1359-1362

小野田武夫・滑石直幸

#### Studies on Used Bricks Taken from Oxygen Converter Lining.

Etsuro HONMA, Takeo ONODA and Naoyuki NAMEISHI.

#### I. 緒言

純酸素上吹転炉の内張炉材の改良および使用法の適正化が推進されてきた。広畑製鉄所 60t 転炉において使用されたタードロモイト質煉瓦および安定化ドロモイト煉瓦の使用後試験を纏め、その特性と損耗機構を把握したので報告する。

#### II. 試料および化学成分

使用後煉瓦の採取は 1号6代目 (持続回数 372 回) および 2号8代目 (持続回数 385 回) から行なつたが、供試材料の化学分析値は Table 1 の通りである。

#### III. タードロモイト質煉瓦の損耗機構

タードロモイト質使用煉瓦は残存寸法 200mm ~ 450

Table 1. Chemical compositions.

	P*	C**	Ig. loss	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	C	Total		
													Before service	—
Tar-dolomite bricks	7mm	Hot face	—	6.50	4.01	31.37	0.50	5.47	38.82	12.61		99.28		
		Behind hot face	2.20	3.52	0.81	0.13	2.43	0.47	23.93	66.33		99.82		
		14 "	2.64	3.18	0.91	0.17	1.93	0.35	24.21	66.43		99.82		
		21 "	3.78	3.26	0.84	0.21	1.79	0.43	24.61	65.23		100.15		
	Slag-off side	4	0.40	8.78	4.46	24.95	1.29	6.86	43.42	9.59		99.75		
		7	0.76	7.28	2.63	20.18	1.00	6.35	40.23	21.31		99.74		
		10	0.90	6.07	2.63	16.96	1.00	5.75	40.75	25.49		99.50		
		13	0.47	7.66	2.59	19.70	1.29	6.47	39.07	22.98		100.18		
		16	0.18	8.44	3.91	30.85	1.29	7.11	43.71	4.45		99.94		
		19	0.52	6.64	1.91	17.64	1.29	5.50	27.84	39.14		100.02		
		21	0.64	6.32	2.86	16.59	0.86	5.21	30.93	35.96		99.37		
		27	—	6.64	3.45	36.62	14.39	8.11	15.83	13.86		99.62		
	Trunnion side	4	0.44	7.44	4.11	17.60	1.00	5.97	38.95	23.83		99.34		
		7	0.22	8.72	3.37	19.54	1.43	10.42	36.10	19.57		99.37		
		10	—	8.46	4.46	21.29	1.29	10.14	35.09	18.70		99.43		
		13	—	8.06	4.15	24.26	1.43	9.82	29.91	21.77		99.40		
		16	—	7.46	3.86	26.21	1.43	10.75	27.51	23.04		100.26		
		19	—	6.88	4.20	42.42	5.58	9.44	14.67	16.37		99.56		
		21	—	6.36	4.04	37.65	9.01	10.23	17.24	15.09		99.62		
		27	—	4.68	3.14	23.83	42.03	6.54	8.29	11.52		100.03		
	Stabilized dolomite bricks	Before service	—	0.10	11.80	1.10	4.20	—	—	33.70	49.00		99.90	
		Reaction zone of used bricks	Zone 1	10mm	—	5.76	3.64	25.02	38.39	3.34	15.83	8.12		100.10
			" 1	"	—	10.06	3.91	20.66	1.14	4.82	34.68	24.92		100.19
			" 2	30	—	10.56	3.65	2.06	6.36	0.58	36.33	40.61		100.15
			" 3	50	—	10.80	3.48	0.16	4.93	0.20	35.09	45.58		100.24
			" 4	70	—	11.14	0.93	0.09	4.07	0.20	31.36	53.33		100.12

P\* Place C\*\* Chemical compositions, wt. (%)

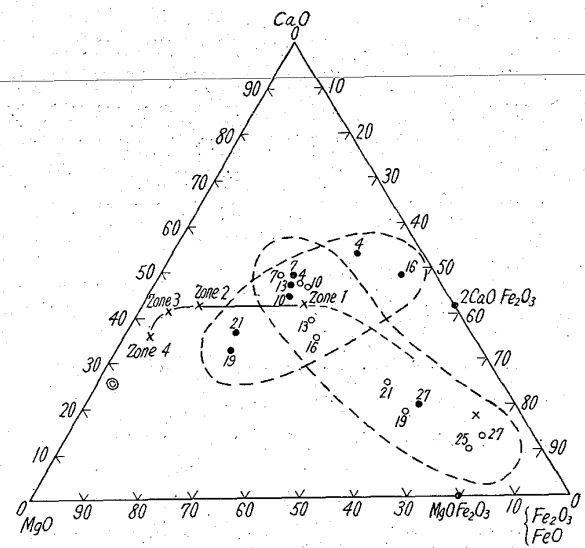
mm で稼働面から順次反応相 (0.5~5mm), 脱炭素帯 (0.5~2mm) および原煉瓦組織部分に類別される。岩石顕微鏡およびX線廻折の結果識別される鉱物は MgO, MgO · Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO · FeO 系固溶体, α-2CaO · SiO<sub>2</sub>, 3CaO · 2SiO<sub>2</sub>, CaO · MgO · SiO<sub>2</sub>, 2CaO · Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および遊離石灰である。

ペリクレーズ (MgO) は稼働面から 40mm の範囲で鉄分を吸着し, またクリンカー中の CaO · MgO · SiO<sub>2</sub> 生成量は原料中に含有する SiO<sub>2</sub> の量に比例する。マグネシアクリンカーの粗粒は稼働面から 80mm の範囲で無数の亀裂が入り, 小片状の集合体と化して稼働面に接近する。そして結晶の成長につれて個々の単結晶に離散してついに石基構成鉱物となり, 反応層附近においてスラグの侵透を助ける作用をする。

使用後煉瓦の層別化学成分の挙動は反応層に限り顕著な変動を示し, 後背部の変化は僅少である。(Table 1)

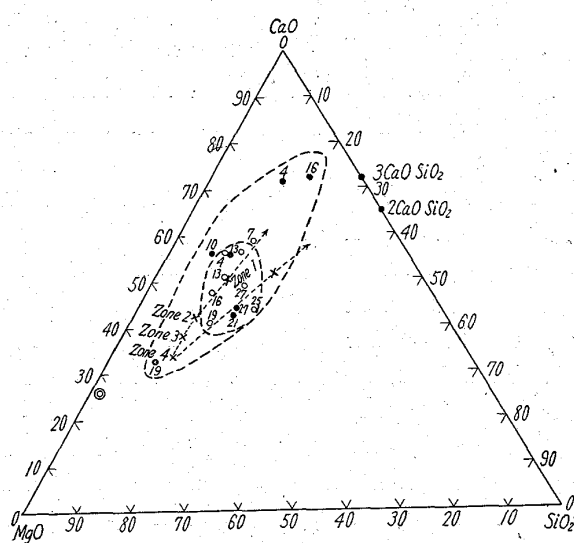
転炉の位置別 (排滓側, トラニオン側) および各段別の反応層の化学成分は, 湯溜り部分に比して上段部の変動が著るしく, 鉄成分のトラニオン側上段部における濃縮と CaO の減少, および排滓側の MgO 激減と CaO の増大で特色付けられる。

タールドロマイト質使用後煉瓦の反応層と原組織部の間には 0.5~2.0mm 厚さの脱炭素帯が常に狭在する。



- × Stabilized dolomite bricks.
- Reaction zone of tar-dolomite at trunnion side brick.
- Reaction zone of tar-dolomite at slag-off side bricks.
- ⊙ Tar-dolomite bricks.

Fig. 1. Diagram of CaO-MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO system.



- × Stabilized dolomite bricks.
- Reaction zone at trunnion side of tar-dolomite bricks.
- Reaction zone at slag-off side of tar-dolomite bricks.
- ⊙ Tar-dolomite bricks.

Fig. 2. Diagram of CaO-MgO-SiO<sub>2</sub> system.

Raw materials	Compositions	Mineral assemblages at room temperature	Phase minerals at hot working surface
Dolomite clinker	MgO	Periclase	Magnesian-wüstite
	CaO	Magnesian-ferrite	Calcium ferrite
		Free lime	Liquid + forsterite
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Forsterite	Liquid
	SiO <sub>2</sub>	Monticellite	Calcium silicate
		Calcium silicates	Spinel
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dicalcium ferrite	
Periclase	MgO	Periclase	Magnesian-wüstite
	SiO <sub>2</sub>	Forsterite	
	CaO	Monticellite	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Spinel	
Tar	Carbon residue — Burning		

Table 2. Change of mineral assemblages in tar-dolomite bricks from room to working temperature.

一般に脱炭素帯の生成過程は下記の通り想定される。

- (1) 吹錬中の鉱物組織の変化 (例えば還元作用) に由来する酸素の供給
- (2) 吹錬中炉内からの酸素供給
- (3) 出鋼後の酸素供給

鉱物組成の変化に由来する脱炭素帯生成を説明するためにタールドロマイト質煉瓦およびタールドロマイト質煉瓦に転炉スラグまたはダストを添加して、還元雰囲気中で1700°Cに加熱したが、いずれも脱炭素帯は生成しなかつた。吹錬中炉内酸素の供給に起因する生成は、炉内が還元雰囲気であることから支配的ではないと思われる。

1日当りの出鋼ペースと炉の寿命の関係は比例関係にあり (Fig. 3), タールドロマイト煉瓦の損耗と出鋼ペース

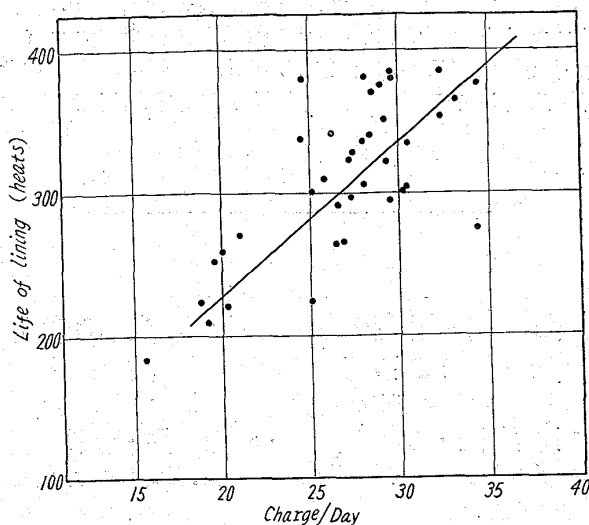


Fig. 3. Relation between lining life and tapping pace.

は密接な関連があると考えられる。この種煉瓦は耐スポール性であり、脱炭素帯は操業中に反応層が著しい侵食を受けて煉瓦から離脱した後、出鋼一装入間に酸素の供給を得て生成するものとみられる。また脱炭素帯はその後の操業によつて炉内成分の供給を得て新たに反応層を生成して行くものと考えられる。

#### IV. 安定化ドロマイト煉瓦の損耗機構

安定化ドロマイト使用後煉瓦の構成鉱物は MgO,  $\gamma$ -2CaO·SiO<sub>2</sub> および 3CaO·2SiO<sub>2</sub> を主成分とし、副成分鉱物は MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2MgO·SiO<sub>2</sub>, CaO·MgO·SiO<sub>2</sub>, CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および遊離石灰である。

稼働面における最大の特徴は calcium-ferrite の生成と稼働面の厚い焼結層およびその背後に見られる亀裂の存在である。従来この種煉瓦は 3CaO·SiO<sub>2</sub> で安定化されるが、使用後煉瓦に  $\gamma$ -2CaO·SiO<sub>2</sub> が認められることは熱間において櫛歯型結晶構造の  $\gamma$ -2CaO·SiO<sub>2</sub> が生成したことを裏付ける。

高カルシウム領域の  $\alpha$ -2CaO·SiO<sub>2</sub> の晶度は高耐火性であるが、冷間で 3CaO·2SiO<sub>2</sub> と共存する場合は熱間で比較的低溶融領域をしめる。このことは使用前煉瓦にも若干の遊離石灰を含有すること

で説明される。

MgO-CaO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO 系 (Fig. 1) および MgO-CaO-SiO<sub>2</sub> 系では稼働面附近における MgO の激減および Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の急増で特色付けられ、calcium-silicate, calcium-ferrite および magnesian-wüstite 系化合物としての溶損を推定されるが、これはX線廻折および顕微鏡試験の結果とも一致する。

#### V. 結 言

純酸素上吹転炉内張炉材としてのタールドロマイト質煉瓦は、主に magnesian-ferrite-magnesian-wüstite, calcium-silicate および calcium-ferrite 系化合物として溶損する。溶損を律速すると考えられる脱炭素帯の生成時期については目下スラグ成分中の MgO 変動を検

討中であるが、一応は出鋼後の生成を予測する。安定化ドロマイト煉瓦の化学的溶損機構はタードロマイト質煉瓦と類似するが、とくに calcium-silicate 系による溶損が著しく煉瓦の物理的特性の関与も軽視できない。

669.184.244.66:669.184.235-112  
 :669.162.275.124.6-975  
 (85) 純酸素転炉における冷鉄の使用  
 について

八幡製鉄所製鋼部

62265  
 1362~1363

小出 隆・中田 聡・武田雅男・若林一男  
 Use of Cold Pig Iron in L. D. Converter  
 Process.

Takashi KOIDE, Satoshi NAKATA,  
 Masao TAKEDA and Kazuo WAKABAYASHI.

I. 緒 言

現在転炉用主原料は溶銑とリターン屑(平炉鋼のリターン屑も含む)のみであるが、今回冷鉄が溶銑および屑鉄の代用として転炉においてどの程度使用できるかについて試験を行なったのでここに報告する。

II. 試験方法

(1) 対象鋼種は極軟リムド材で標準作業は従来と同じ作業にしたがった。冷鉄配合率が増加するにつれて不純元素量が増加するので、副材料を増加させたが、この際低溶銑配合操作を考えてミル・スケール量は一定量とした。

(2) 冷鉄の装入には屑鉄シートを使用した。工程の複雑化、製鋼能率低下の点から3シートは考えず2シートを前提条件とした。

(3) 冷鉄の形状は180×150×60mm大で、冷鉄の成分はTable 1に示す如く各元素についてかなりのばらつきがみられた。

Table 1. Composition of cold pig iron (%)

	C	Si	Mn	P	S
$\bar{x}$	3.67	0.55	1.23	0.093	0.043
Max	4.15	1.05	1.93	0.160	0.058
Min	3.07	0.10	0.73	0.052	0.022
R	1.08	0.95	1.20	0.108	0.036

III. 試験結果

(1) 主原料配合率の変化

Fig. 1に主原料配合率の変化を示す。冷鉄量の増加と共に直線Cの冷鉄配合率は増加する。一方屑鉄配合率は直線Bのように減少し、溶銑配合率も直線Aのように減少する。すなわち冷鉄10%の使用の場合屑鉄が6.5%、溶銑が3.5%共に減少できる。冷鉄の冷却効果は屑鉄を1.0とした場合0.65となる。

(2) 冷鉄の溶解状況

最初心配されていた冷鉄の未溶解現象、およびそれにとまらぬ吹止後の燃焼現象については冷鉄が14%の場合

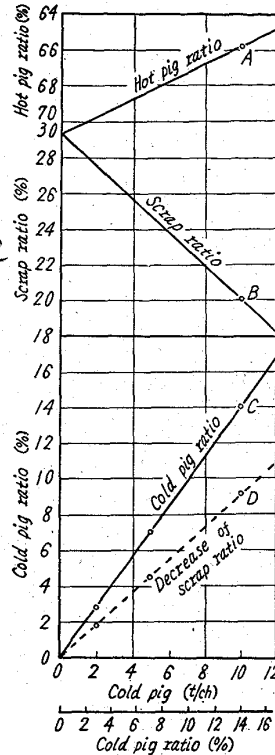


Fig. 1. Relation between cold pig ratio and raw materials.

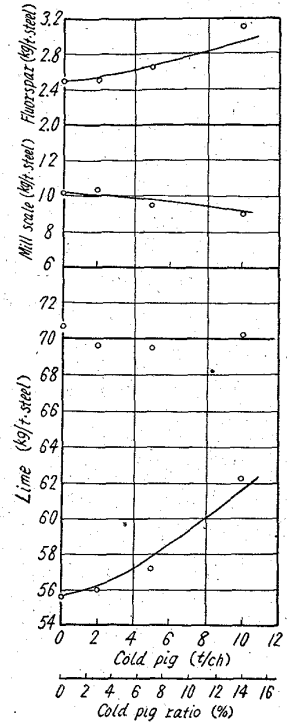


Fig. 2. Relation between cold pig ratio and fluxes.

合に僅か2ch見られたのみであり、冷鉄14%附近までは未溶解現象はないと考えられる。

(3) スロッピングの頻度

定性的な肉眼判定では冷鉄配合率の増加につれてスロッピングの頻度が大となる。炉回数とスロッピングの関係では冷鉄配合率の少い時はスロッピングのおさまる時期が早い。スロッピングは冷鉄使用なしの場合は吹錬開始後5~8mnの時期に起るが、冷鉄配合率が大となると吹錬中期以後の9~13mnに起っている。

(4) 製出鋼歩留(主原料歩留)

冷鉄配合率が増加するにつれて不純元素の除去量が多くなり、またslag volumeが増加するためFe損失も大となり歩留が低下する。冷鉄配合率0%と14%の場合を比較した場合、理論歩留で1.2%、実績歩留で1.4%歩留が低下した。

(5) 副材料使用量, 酸素使用量

Fig. 2, 3に副材料使用量, 酸素使用量の変化を示す。冷鉄配合率が増加するにつれて溶銑配合率は減少するが、逆に(溶銑+冷鉄)配合率は増加し、装入Si, P, Sも増加する。したがって生石灰原単位は増加しているが鉄鉄t当りではほぼ一定値である。試験は、低溶銑配合操作で行なったが、ミル・スケール量を増加すれば生石灰量, 螢石量は共に減少させ得る。

また酸素使用量も冷鉄配合率の増加するにつれて不純元素量(その主体はCである)が増加するためその原単位は増加する。

(6) 製鋼時間および製鋼能率

Fig. 4に冷鉄配合率の変化にともない装入, 吹錬, 出鋼, 製鋼時間(charge to tap)の実績を示す。製鋼時間の