

所の御援助を得、又藤井、寺村兩君の御協力を得た。  
茲に謹んで謝意を表する次第である。

〔註〕 (1) 佐藤、堀川、本誌第33年第7~9號 (昭  
22~7-9月) 4~9頁

(2) H. Jungbluth, H. Korschan; Tech.  
Mitteil. Krupp. Forsch, June, 1938  
No. 5.

(昭23-5-8寄稿)

# 低質コークス使用によるキュボラ操業法 に関する研究 (III)\*

佐藤 忠雄\*\* 堀川 一男\*\*

## ON THE STUDY OF CUPOLA OPERATION BY LOW GRADE COKE (3RD REPORT)

Tadao Sato, & Kazuo Horikawa.

Synopsis : In the present investigation, the 2ry Tuyere were used to combust the excess CO to CO<sub>2</sub> and utilize the combustion heat to preheat the charge. The 2ry tuyere was attached at 1,300mm above the 1ry tuyere level on 3t cupola.

Results obtained were summarized as follows.

- (1) The blast by the 2ry tuyere combusts the excess CO gas and the charge is preheated by this combustion heat.
- (2) The blast pressure at the 1ry tuyere level is lowered and the cooling effect on the tuyere is reduced.
- (3) The temperature of molten metal is rised and the melting velocity increases.

### I 緒 言

第1報<sup>(1)</sup>及第2報<sup>(2)</sup>に於て、著者等は 1/3t コシキを  
使用して行つた基礎的實驗に就いて述べ、低質コーク  
スを使用した場合の最適操業條件を決定した経過に就  
いて報告したが、其後も根本対策として各種の實驗を  
施行中であり、本報に於ては二次羽口操業法に就いて  
報告する。

### II 二次羽口操業法

低質コークスは反應性が大き、羽口面直上で生成せ  
る CO<sub>2</sub> を CO に還元する作用が強く、従つて爐頂ガス  
成分が CO に富んで来る。即ち追込コークスが途中で  
無益に消費される。その結果燃料は不經濟で灼熱帯に  
於ける發熱量が減少し、出湯溫度が低下する。<sup>(1)</sup> そ  
こで普通羽口より上方の適當な位置に二次的送風を行ひ  
CO を再び燃焼せしめてその發熱量を利用しようと試  
みたのが所謂二次羽口操業法である。然し乍ら其の効  
能及理論に關して今日迄明確を欠いてゐたので此の點  
を究明すべく實驗を行つた。

### III 使用爐の構造

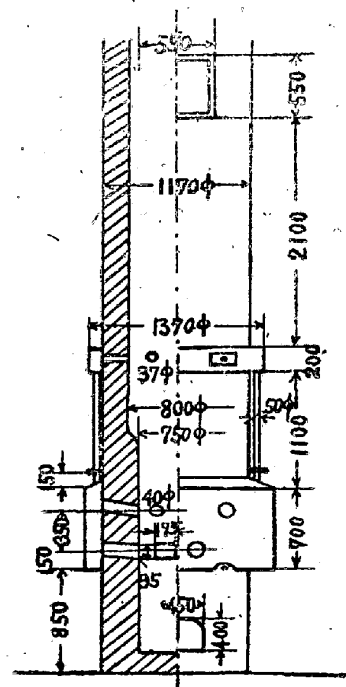
東京鐵道局大井工機部に設けられた3t容量のキュボラ  
であつて主要寸法は第1圖に示す如く大體學振標準型

である。

二次羽口の位置  
は一次羽口の上段  
羽口の面の上方  
1,300mm に在つ  
て二次羽口の風面  
には一次羽口の風  
面から2本の導管  
を通つて風が送込  
まれてゐる。此の  
導管の内徑は 50  
mm であつて途中  
に風量調節用のダ  
ンパーが取付けて  
ある。

二次羽口の位置は  
(1) 二次送風で  
は地金の熔解を行  
はせぬ

- (2) 二次送風では CO の酸化のみを行はせ、コーク  
スは燃焼させぬ
- (3) 爐内ガスの CO 成分が最大に達する點よりも上  
方に取付ける
- (4) 燃焼熱利用の見地から成る可く低い位置に取付



第1圖 供試二次羽口キュボラ

\* 昭22-10-17 於東京第34回講演大會で發表

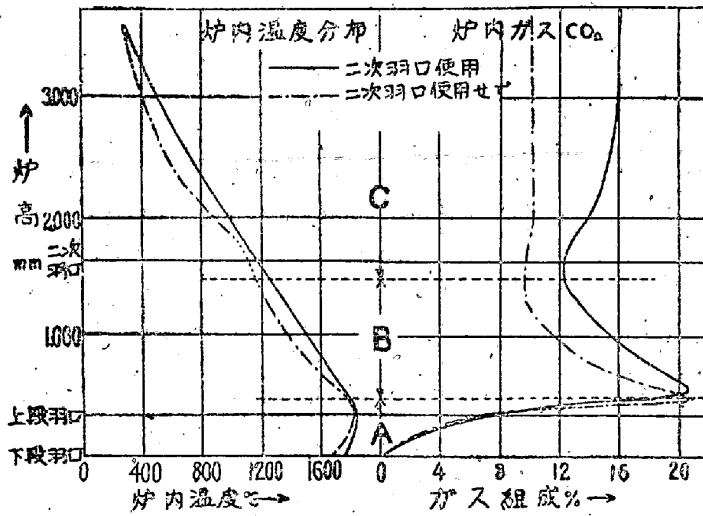
\*\* 運輸省鐵道技術研究所

ける。  
 等の諸条件を満足せしめ、而も爐内ガスは絶えず上昇しつつあり、又爐内温度は爐頂に近づく程低温となつてゐる事等を考慮して、大體爐内温度 1000°C 附近を可と考へ、第1報<sup>(1)</sup>の基礎実験の結果を基として決定した。

IV 試験結果

試験方法は、同一爐同質原料を使用して二次羽口を使用した場合と使用せざる場合とに就いて、各種の操業データを測定して比較する事とした。

操業条件及測定結果を總括すると第1表及第2圖の通りであつて、之等から次の傾向が認められる。



第2圖 二次羽口試験結果

(1) 爐内ガス組成

二次羽口を使った場合には酸化帯(A)の組成には二次羽口を使用しない場合と別に差異は無いが、還元帯(B)に於ては CO<sub>2</sub> に富んでゐる。換言すれば還元反應の進行が稍少い様である。又所謂豫熱帯(C)の範圍に於ては二次羽口を使用しない場合は殆んど爐頂迄變化が無いが、二次羽口を使用した場合には二次羽口面の上方で再び CO<sub>2</sub> の増加を示し、明かに二次送風によつて爐内ガス中の CO が再び燃焼反應を行つてゐる事が判る。

(2) 爐内温度分布

羽口附近の温度は二次羽口使用の方が約 150°C 高い。之は二次羽口使用の場合の方が送風量が小なる爲冷却作用が輕微な事に因るものと思はれ、棚吊りの起らない原因とも成つてゐるのである。

灼熱帯の最高温度には差異が認められないが、還元帯の温度及び豫熱帯の温度は何れも二次羽口を使用した場合の方が稍高い。之は前項で述べた爐内ガスの組成と對照してみるとその理由が明かである。即ち還元帯で吸熱還元反應の少い事及び豫熱帯で發熱酸化反應が起る事に因るものである。

全般的にみて二次羽口を使用した場合の方が爐内温度分布状況は高く現れて居る。従つて熔解帯の位置も稍高いと考へられる。二次羽口附近の温度は二次羽口を使用した場合の方が約 100°C 高いが 1200°C を超

第1表 二次羽口操業測定結果

操業条件 { 床込コークス……羽口面上 800mm  
 追込コークス……11~12%  
 石灰石…………… 5%

試験年月日	二次羽口使用せず		二次羽口使用		
	22-6-18	22-7-8	22-6-13	22-6-26	22-7-1
送风量 (m <sup>3</sup> /min)	53	45	44	48	47
送風圧 (水柱 mm)	342	340	318	322	342
熔解速度 (t/h)	2.5	1.7	2.4	2.3	2.6
出湯温度 (°C)	1480	1420	1455	1470	1436
	1420	1293	1339	1374	1385
	1445	1360	1411	1440	1418
注湯温度 (°C)	1399	1362	1362	1390	1362
	1305	1213	1247	1282	1265
	1346	1282	1302	1340	1331
爐頂ガス成分 % CO <sub>2</sub>	10.0	8.2	11.6	12.2	15.2
爐頂温度 (°C)	189	227	169	330	237

えてゐないし、二次羽口から内部を観察しても熔滴の落下は認められなかつたから、地金の熔解は行はれてゐないと判断される。(尤も部分的には熔解が行はれてゐる様である。鐵棒を羽口孔から爐内に挿入して引出すと熔湯の附着が認められた。)

然し操業後内張煉瓦を調べると、二次羽口を使用した場合には羽口附近の爐壁が軽く侵蝕されてゐたから CO ガスの燃焼が起きて相當高温に成つてゐた事を示してゐる。

### (3) 出湯温度

出湯温度は追込コークス比を一定に保つても送風量の大小によつて著しく變化するから此の點を考慮して測定結果を比較すると、二次羽口を使用した場合の方が高い。之は、CO の燃焼熱で装入物を豫熱し、熔解帯の位置及び爐内温度を高める結果、熔滴の過熱が大となる爲であらう。

### (4) 熔解速度

熔解速度も亦追込コークス比を一定に保つても送風量によつて著しく變化するものであるから、此の點を考慮に入れて測定結果を比較すると、二次羽口を使用した場合の方が大である。之も二次羽口使用の結果として装入物の豫熱が充分に行はれて、爐内燃焼狀況が均齊活潑に成る事と同時に、一次羽口附近の冷却が減少して、撈吊り等の欠陥が防止される爲と考へられる。

### (5) 爐頂ガスの組成と温度

之も送風量によつて影響を受ける事が判つてゐるので、その點を考慮の上で比較すると、二次羽口を使用した場合の方が爐頂ガスの成分中に CO<sub>2</sub> の割合が多く又温度は稍高い。此の原因は前述の如く二次送風に因つて CO が燃焼して CO<sub>2</sub> に變り、その際發熱する事に因るものである。

### (6) 送風壓力と送風量

同一送風量の狀況で、一次側の送風壓力を比較すると、二次羽口を使用した場合の方が低い。之は二次羽口の面積だけ羽口比が減少した事が主因で、撈吊り等の欠陥が起らぬ事が附隨した原因であらう。何れにしても二次羽口を使用した場合の方が風壓が低く成りその結果羽口附近の冷却効果を低めて撈吊りの原因を除いてゐる。尙二次羽口の風壓は一次側の  $\frac{1}{2}$  ~  $\frac{1}{3}$  であつた

二次側の風壓が低過ぎれば爐内からガスが吹出して二次羽口の効果無く逆に高過ぎれば二次送風量過大と成つてコークスの燃焼が活潑に行はれて遂に地金を熔解するに至り、その結果として熔湯の酸化、湯熱の低下等の欠陥を惹起して逆効果が現れて来るから、二次側の風壓風量は一次側とは別個に調節が可能なる様に設

計する必要がある。

送風量は、一次二次各別個に測定してゐないので數量的に何の程度二次羽口から送込まれたか明確でない

### (7) 熔湯及熔滓の品質

熔湯の酸化程度に關しては、肉眼觀察に依るも亦分析結果や顯微鏡組織から考察するも、殆んど差異が認められない。強ひて比較すると二次羽口を使用した場合の方が熔湯の酸化は僅かに大であるが、出湯温度が高い爲に羽口面以下に於ける還元や凝固中に於けるガス放出が大なのであらうか、製品の材質は寧ろ稍良好で歩留も大であつて結局二次羽口操業の方が優だといふ結論に成るわけである。

二次羽口使用により熔湯の酸化し易い理由は、第 1 圖から判る通り、熔解帯の雰囲気は酸化性である爲である。

尙若し二次送風の風壓風量が過大で、二次羽口面上で地金の大部分が熔解する如き場合には第 1 圖から推定出来る如く熔解が強い酸化性雰囲気で行はれる爲に熔湯の酸化が激しく成るものと考へられる。

然し操業が適當であれば酸化は輕微であり寧ろ湯熱の上昇によつてカバーされるので良好なる製品が得られる事になるのである。

## V 結 論

(1) 低質コークス使用のキューボラ操業で二次羽口を設けると主として次の如き利點のある事が判つた。

- a) 撈吊り等の欠陥を防止し、熔解速度を高める
- b) 出湯温度を高め、製品歩留を向上せしめる。

(2) その理由は實驗の結果次の通り推定出来る。

- a) 二次送風で爐内ガス中の CO を燃焼せしめる
- b) 上の反應で發生せる熱量が装入物の豫熱に利用される。
- c) 羽口面積増加により羽口の風速が減り羽口附近を冷却させる程度が少くなる。
- d) 従つて撈吊りが起らず、爐内の燃焼が均齊活潑となつて、熔解速度及出湯温度が上昇する

(3) 斯る好結果を得る爲には次の點に注意を要する

- a) 二次羽口の位置は爐内温度 100°C 附近とする。
- b) 二次送風の風壓風量は一次側と獨立的に調節が可能とする。
- c) 二次羽口では地金及コークスを燃焼せしめず CO の酸化のみを行はせる。(コークスの品質粗悪になる程燃焼し易いから注意を要する)
- d) 二次羽口操業では熔湯が幾分酸化する傾向があるから、湯熱を充分高めて羽口面以下に於

ける還元及び凝固時ガス放出を容易ならしめ酸化による害をカバーする様にする必要がある。

以上の如く、二次羽口の使用は有利である事が判つたが技術的に仲々困難な點も附随するから、實施に當つては先づ現場作業員の教育を行ふ必要があらう。

本研究の遂行に當り東京鐵道局大井工機部鑄物職場

の御援助を得、又藤井、鈴木、寺村三君の御協力を得た。茲に謹んで謝意を表する次第である。

(註) (1) 佐藤, 堀川, 本誌33年7~8號(昭23年7~9月) 4~9頁

(2) 佐藤, 堀川, 本誌34年10號(昭24年10月)

(昭.23.5.8寄稿)

### 砒素を含む鐵鋼中の磷迅速定量法 (I)

(附) 吸引濾過による鋼中の磷迅速定量法

前川 靜 彌\* 菊 地 安 藏\*

#### METHOD OF QUICK ANALYSIS OF PHOSPHORUS IN IRON AND STEEL CONTAINING ARSENIC. (REPORT I)

Shizuya Maekawa and Yasuzo Kikuchi,

Synopsis:— The authors have studied on the promotion of repidity and reliability, and the simplification of the usual method. The outline of procedure is as follows:—

- (1) Sample is dissolved by HClO<sub>4</sub> (60%) sol.
- (2) After phosphorus in sample is oxidized, saturated KMnO<sub>4</sub> sol. is added drop by drop and excess of KMnO<sub>4</sub> is reduced by adding of little H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
- (3) Subsequently, phosphorus is precipitated by adding of HNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> and (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> sol.
- (4) The following is entirely the same as the ordinary volumetric procedure.

#### I 緒 言

砒素を含む鐵鋼中の磷定量の場合、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>を用ひて磷を沈澱せしめる時は、砒素も (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub>・12MoO<sub>4</sub>となつて共に沈澱し高値を示すのでその缺點を除く爲に、豫め砒素を H<sub>2</sub>S 分離法或ひは HBr による揮散法の何れかによつて除去してある。然し上記二法は共に所要時間長く且つ入手困難なる HBr を用ひる等の缺點を有し、多數の試料を處理する場合に困難な事である。筆者等は、これ等の缺點を除き簡易迅速な分析法を求める爲、種々實驗の結果、HClO<sub>4</sub>を使用する事によつて良好な成績を得たので實驗の經過を取纏めて報告する。

#### II 砒素の共沈現象と過鹽素酸

砒素が (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> により磷と共に沈澱する現象を考察するに、砒素單獨では甚だ沈澱を生じ難いにも拘らず、磷と共存することにより容易に沈澱を生成する事は、磷の沈澱生成に伴ふ誘發現象であつて、沈澱する砒素量は磷の含有量に比例して増大する。従つて砒素の共沈を防止するには磷の沈澱生成を徐々に行ひ砒素の誘發沈澱の機會を與へない方法を講ずれば良い。種々實驗の結果 HClO<sub>4</sub> を用ひて試料を溶解し直ち

に NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 及び (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> を加へて磷を沈澱せしめる時は、磷の沈澱が徐々に生成し且つ砒素の影響を受けない事が判つたが、砒素含有の有無に拘らず 0.002% 程度常に低値を示した。又 NH<sub>4</sub>OH で中和した後 HNO<sub>3</sub> 性として磷の沈澱を生成せしめる時は砒素は共に沈澱して高値を示した。従つて中和法を用ひては HClO<sub>4</sub> 使用の價値を失ふので一應遊離 HClO<sub>4</sub> 及び HNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> の濃度關係に就き検討したが結果に何等變化を與へなかつた。

III KMnO<sub>4</sub> 使用の効果並に定量法の選定  
低値を與へる原因に就き検査實驗を行つた處、Fe (ClO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> が磷の沈澱生成を妨害し NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> のみの添

第1表 KMnO<sub>4</sub> 使用による定量値

實驗 番 號	標 準 P %	實 測 P %		誤 差 %
		含有する A %		
		0	0.070	
8	0.0370	0.0070	0.0370	± 0
9	0.0275	0.0280	0.0285	+0.0010
10	0.0560	0.0560	0.0560	± 0
11	0.0760	0.0770	0.0770	+0.0010

\* 日本製鋼所室蘭製作所研究部