

## 技術報告

UDC 669.184.244.22 : 669.184.152.6 : 662.614

## LDG 回収システムと利用\*

山口 武和\*\*・高橋 正章\*\*

伊知地 勝弘\*\*・村田 豊穂\*\*

## OG Gas Recovery System and Its Gas Utilization

Takekazu YAMAGUCHI, Masaaki TAKAHASHI,

Katsuhiko IJICHI, and Toyoo MURATA

## Synopsis:

In these days when energy saving is urgently emphasized in steel works, LD gas recovery is expected to become more and more popular since it satisfied the requirement of the time as the most effective energy saving in the BOF plant.

60 percent or more of total energy contained in the gas generated in the BOF vessel can be recovered as usable gas.

Recently, the recovered LD gas accounts for approx.

6 percent of the total by-product gas in the integrated steel works.

In this paper, the concept, equipment, operation, and actual results of OG system are mentioned as the typical process for the gas recovery system.

Only a half year is enough to recover the additional investment for gas recovery facilities in case of two out of three BOF.

In Japan, more than 60 percent of BOF are operating with gas recovery system in 1977.

In foreign countries, BOF with gas recovery equipment are increasing in number too.

## 1. 結 言

1973 年のオイル危機に端を発したエネルギー価格の高騰は、莫大なエネルギーを消費する鉄鋼業にとって重大な問題となり、製鉄所の各製造工程における消費エネルギーの節減および副生エネルギーの効率的回収とその活用は、鋼材コストの切り下げに直接寄与するものの一つとして重要視され、各種対策が取られている。製鋼工程における消費エネルギーの節減および副生エネルギーの活用対策の一つとして転炉で発生するガス(主にCO)のもつエネルギーの回収利用がある。LD法で発生するガス(LDG)のもつ全エネルギーは、鋼塊1t当たりの熱量で表わすと約  $240 \times 10^3 \text{ kcal/t} \cdot \text{steel}$  (銑鉄配合率85%の時)で、このガスを非燃焼状態で冷却、除塵、回収を行うOG法の場合、発生ガスのもつ全エネルギーの約70%、すなわち約  $170 \times 10^3 \text{ kcal/t} \cdot \text{steel}$  を得ることができ、1962年の実機稼動以来、燃料や原料として活用されている。一貫製鉄所で発生する副生ガスには、高炉ガス(BFG)、コークス炉ガス(COG)および転炉ガス(L

DG)がある。1977年の新日鉄全社における副生ガスのエネルギー比率を Fig. 1 に示す。全副生ガスに占めるLDGの割合は、5.9%で重要な燃料の一つとなっている。年産800万tの転炉工場(300t転炉の2/3基操業に相当)で、OG法によるガス回収で得られるエネルギーは約  $1150 \times 10^3 \text{ kcal/y}$  にもなり、これは約12万klの重油に相当する。上記エネルギーを回収するために必要なガス回収設備(ガスホルダー、ブースターファンを含む)の建設費償却期間と燃料コストとの関係を Fig. 2 に示す。燃料コストを3円/1000kcalとすると、その償却期

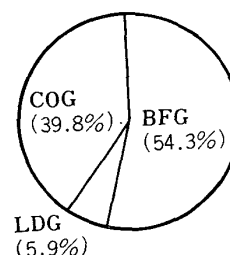
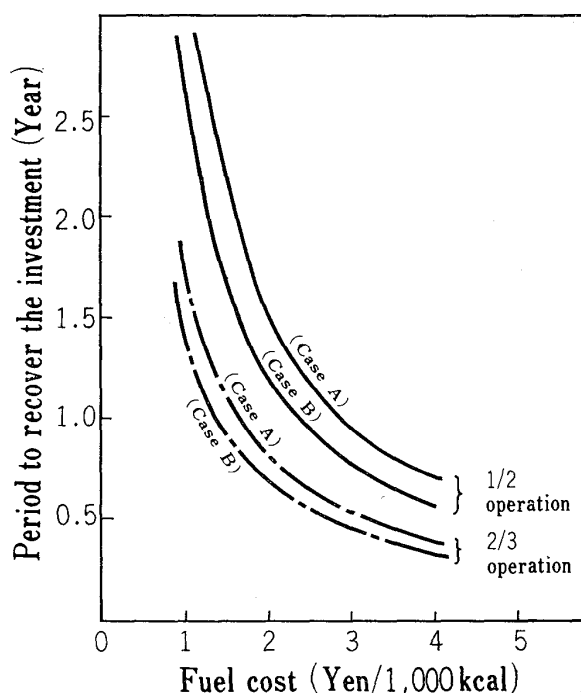


Fig. 1. Energy proportion of by-product gases in Nippon Steel Corporation (1977).

\* 昭和53年3月8日受付 (Received Mar. 8, 1978)

\*\* 新日本製鉄(株)設備技術センター (Nippon Steel Corp., 1-1 Edamitsu Yawatahigashi-ku Kitakyushu 805)

間は約半年である。1977 年末現在、国内稼動転炉は 96



(Note)

① Converter capacity: 300t/heat

② Steel production: 1/2 operation: 320,000t/M  
2/3 operation: 640,000t/M

③ Recovered gas quantity

Case A: 60Nm<sup>3</sup>/t-steel with 2,000kcal/Nm<sup>3</sup>

Case B: 80Nm<sup>3</sup>/t-steel with 1,800kcal/Nm<sup>3</sup>

④ Capital interest: 8%

Fig. 2. Efficiency of investment for LD gas recovery.

基でそのうち非燃焼ガス回収設備を有しガス回収を行なっているものは 60 基で、63%に達している。また海外でも 1977 年の韓国浦項転炉工場を皮切りに、各国でも省エネルギー対策の一環として、転炉ガスを回収する気運が高まっている。本稿では、この LDG 回収に最も実績のある OG 法のガス回収システム、ガス回収成績およびその利用について述べる。

## 2. 転炉排ガスのエネルギーバランス

前述のごとく、転炉発生ガスのもつ全エネルギーは約  $240 \times 10^3$  kcal/t-steel であるが、このエネルギーを回収し利用する方法として、このガスを空気で燃焼させることなく処理し、回収する方法 (OG 法, IC 法など) と空気で完全燃焼させ蒸気の形で、エネルギーを回収する方法 (廃熱ボイラー法) とがある。最近、大型転炉に採用される廃熱ボイラーは、すべてがハーフボイラーであるから、300 t 転炉に設備される OG 装置および廃熱ボイラー設備 (ハーフボイラー型) の熱バランスと、エネルギー回収量の試算例を Fig. 3 に示す。OG 法の場合、ガス回収のみによるエネルギー回収効率は 60% であり、転炉排ガスを 1000°C まで冷却する過程で、排ガスのもつ顕熱の一部をボイラーを用い蒸気の形で回収する場合エネルギー回収効率は約 70% となる。

## 3. ガス回収フロー

転炉発生ガスを冷却、除塵しガスホルダーに貯蔵する

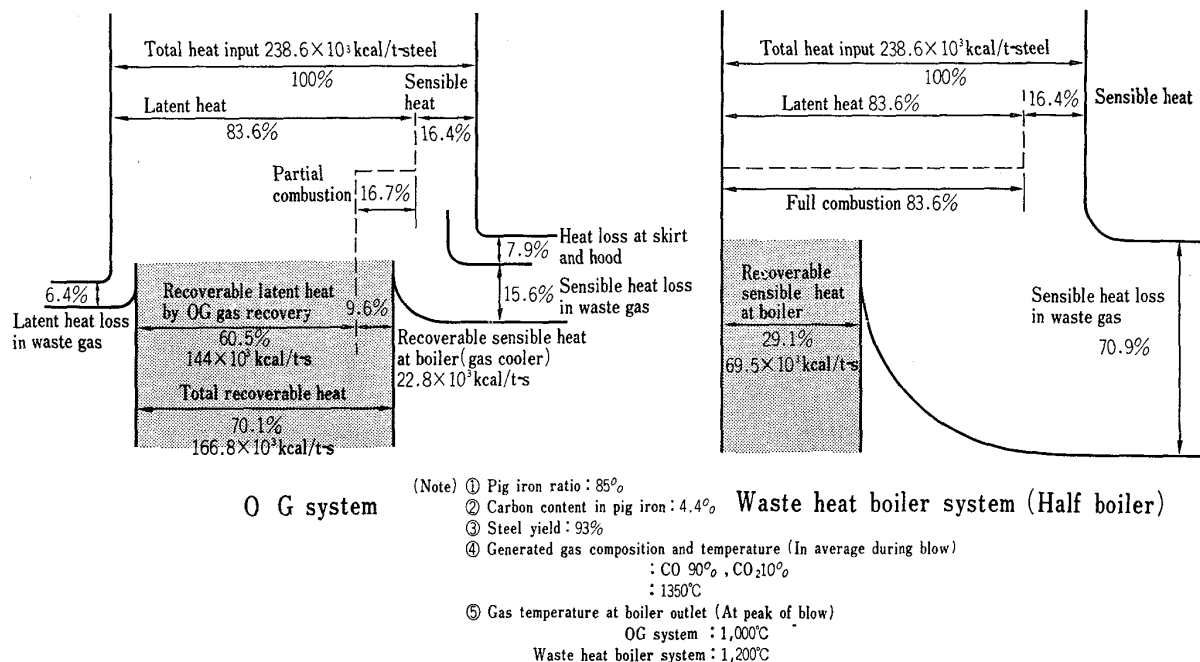


Fig. 3. Heat balance of OG system and waste heat boiler system.

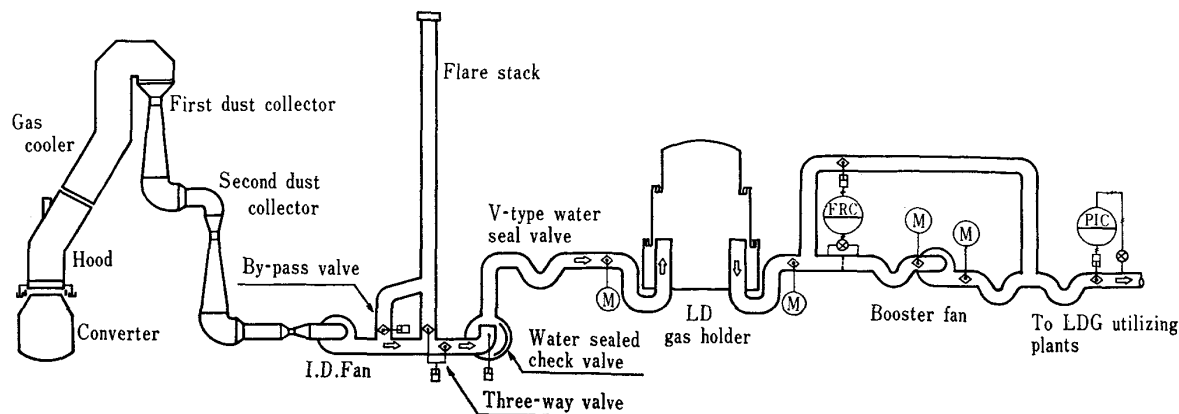


Fig. 4. Flow of OG gas recovery system.

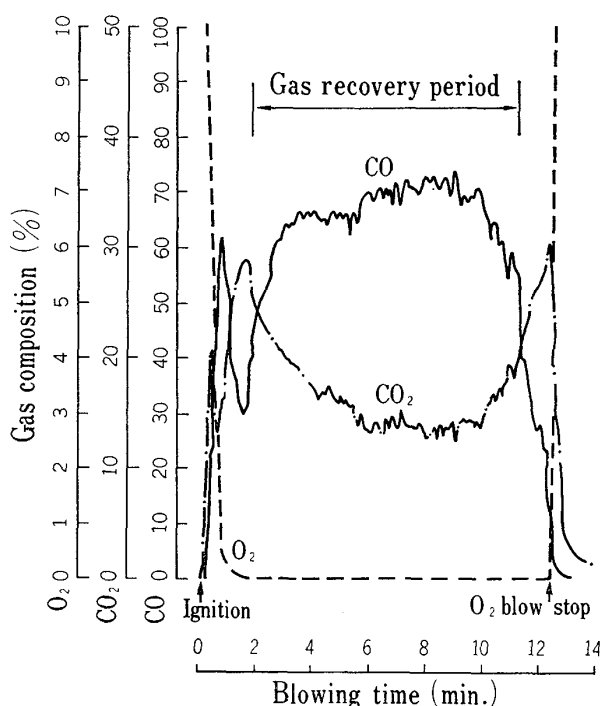


Fig. 5. Transition of waste gas composition during oxygen blow (Muroran No. 1 LD plant, Heat No. 456).

までのOG装置ガス回収フローを Fig. 4 に示す。通常、吹錬開始直後は、ガス発生量が少なく炉口と冷却器との間隙部より侵入する空気で燃焼するため、排ガスの組成は主に、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$  で  $\text{CO}$  はほとんど存在しない。吹錬開始後 1~2 min 経過するとガス発生量も増大し、侵入空気量も抑制され、ガス中の  $\text{O}_2$  もなくなり  $\text{CO}$  が急激に高まる。この段階で後述するガス回収条件がすべて成立すると、ガス回収がはじまる。吹錬中の排ガス成分の推移の一例を Fig. 5 に示す。吹錬開始からガス回収開始までの排ガスは、冷却、除塵後誘引ファン、三方切替弁を通り、放散筒より大気へ燃焼排出される。ガス回収条件が、すべて整うと、まずガスホルダーと三方切替弁との間にあり、ガスホルダーからのガスの逆流を防

止する目的をもつ水封逆止器が自動的に開き、次で誘引ファンと放散筒の間にある三方切替弁が、放散側“開”から回収側“開”に切り替り、ガスの流れは、自動的に放散側から回収側に切り替えられ、ガスはガスホルダーに送り込まれる。ガス回収中にガス回収条件の一つでも不成立になった時、あるいは停電など非常状態発生時には、直ちにかつ自動的にガス回収は終了し、放散筒から大気への燃焼排出に切り替る。すなわち、ガスの流れは三方切替弁により、回収側から放散側に自動的に切り替り、ついで水封逆止器が閉となり、ガスホルダーからの逆流を防止する。OG装置ではガス回収から放散への切替時、三方切替弁の故障によりガス経路の切り替えができなくなった場合、安全に排ガスを放散筒より大気に排出させる手段として、バイパス弁とバイパスダクトを誘引ファンと放散筒間に設けている。ガスホルダーに回収されたLDGは、ガスホルダー後のブースターファンによって、所定のガス圧力まで昇圧され、LDG単味あるいはBFGやCOGと混合され、ボイラー、熱風炉、均熱炉などへの燃料として利用される。

#### 4. 転炉工場におけるガス回収設備

##### 4.1 レイアウト

OG装置のうちガス回収設備を構成するものは、三方切替弁、水封逆止器、V型水封弁、バイパス弁およびバイパスダクトである。通常、これらガス回収設備と誘引ファンおよび放散筒は、転炉工場の屋外に設置される。工場屋外に十分なスペースがない場合には誘引ファン、放散筒を含めガス回収設備は、工場屋内に設置される。これら2つの代表例を Fig. 6 および Fig. 7 に示す。後者の場合には、誘引ファンは転炉棟内の地上に、ガス回収設備と放散筒は転炉棟上部に設置される。

##### 4.2 三方切替弁

Fig. 8 に三方切替弁の構造の一例を示す。三方切替弁

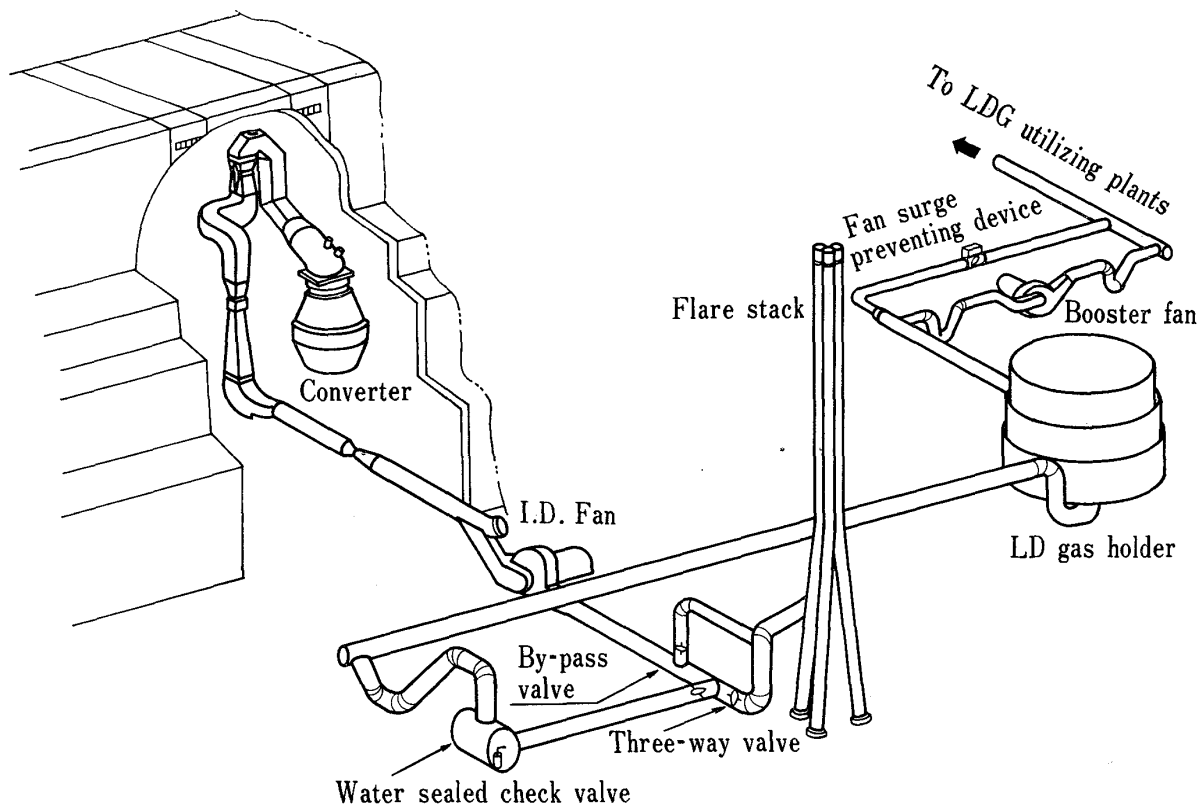


Fig. 6. General arrangement of OG gas recovery system (outdoor type).

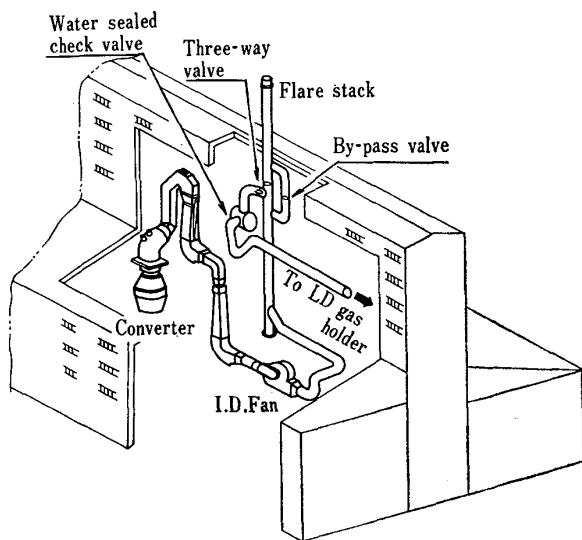


Fig. 7. General arrangement of OG gas recovery system (indoor type).

は、空気圧シリンダーで駆動される2個のバタフライ弁を組合わせたもので、両弁はリンク機構で同時に連動する。このバタフライ弁の弁座にはラバーシートを設け、かつ両バタフライ弁作動中にこのシート部を洗浄し、ダスト堆積を防止することでほぼ完全な気密性をもたせている。この三方切替弁の標準作動時間は、10~15 sec であり、両弁の全開、全閉位置にはリミットスイッチを

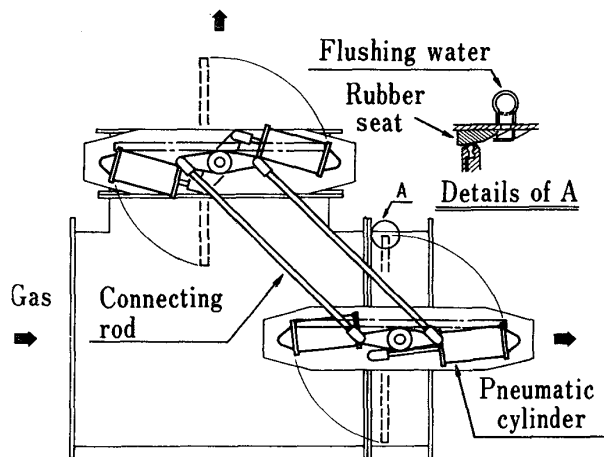


Fig. 8. Construction of three-way valve.

設け、作動時間チェック用タイマーと、ともに三方切替弁の作動状態の確認を行ない、安全なガス回収作業への一助としている。

#### 4.3 水封逆止器

水封逆止器は、ガス非回収時に、ガスホルダーからのガスのOG装置への逆流を防ぐためのもので、三方切替弁の後に設置される。この水封逆止器は、Fig. 9に示すように、シールドラムまたはシールノズルが、回転または昇降することにより、ガス回収管路を水封したり、開放したりする構造になっている。シールドラムまたはシ

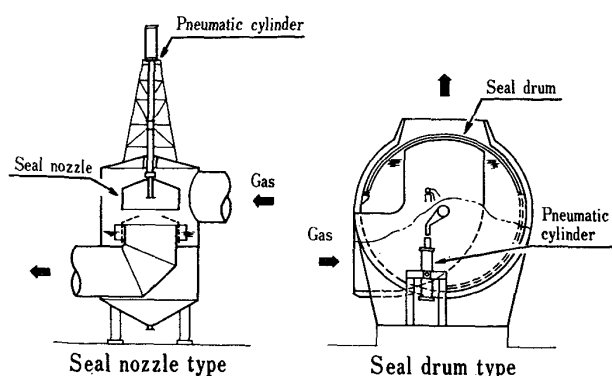


Fig. 9. Construction of watersealed check valve.

ールノズルは、空気圧シリンダーで駆動され、いずれのタイプを採用するかは、ガス回収設備のレイアウトで決められるが、最近ではシールドラム型水封逆止器が多く採用されている。水封逆止器の水封深さは、ガスホルダー側の最大使用ガス圧力の、1.5 倍の圧力を基に決められる。この水封逆止器に貯えるシール水の水位は、オーバーフローレベル調節装置で一定に保ち、常に少量の水を補給している。この水封逆止器の全開、全閉作動時間は 15sec 以内を標準としており、タイマーおよびリミットスイッチによりその作動状態を確認し、安全なガス回収作業を行なえるようにとしている。

#### 4.4 バイパス弁

バイパス弁は、三方切替弁でガスの流れを回収側から放散側に切り替える時に、三方切替弁が故障して作動しなくなつたときに、排ガスをバイパスダクトを通して放散筒より大気に排出するためのもので、三方切替弁の上

流側に設けられる。バイパス弁は、三方切替弁と同様、ラバーシートを有したバタフライ弁で、空気圧シリンダーで駆動される。

#### 4.5 V型水封弁

V型水封弁は、三方切替弁、水封逆止器などを整備する時や、これらの設備が操作中に故障したときに、ガスホルダーからのガスの逆流を防止するために、水封逆止器とガス回収ダクトとの間に設けられる。通常の転炉操作では、1 炉が稼動中で他号炉が休止しているが、休止炉側はこのV型水封弁でガスホルダーからのガス逆流を遮断しておく必要がある。このため、このV型水封弁には常時少量の水を補給し、一定の高さからオーバーフローさせて、十分な水封水位を確保する必要がある。

### 5. ガス回収作業

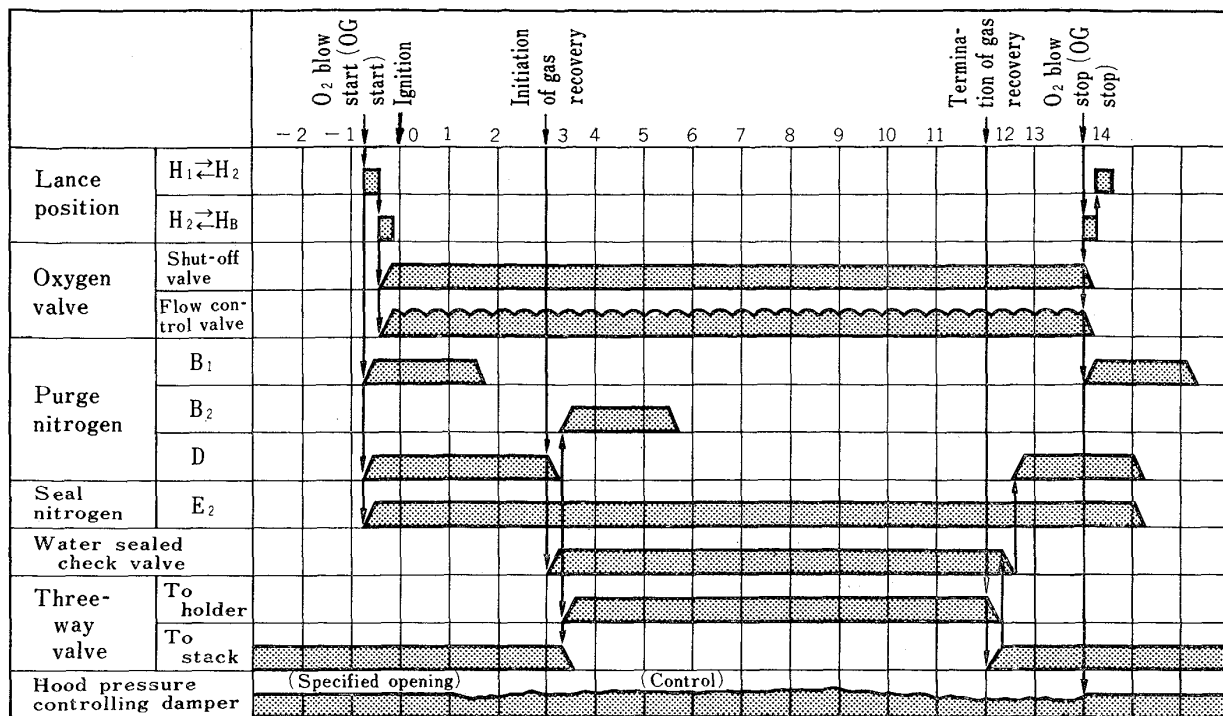
OG法では、装置内でCOガスと空気とが混合して爆発性ガスが生成するのを防止するために、特別な安全上の配慮がなされているが、ガス回収作業においても、後述するガス回収条件による回収作業の完全自動化、N<sub>2</sub>による滞留ガスのパージ、停電などの非常時におけるガスの自動放散切替、など安全を確保するための手段がとられている。

#### 5.1 ガス回収条件

OG法におけるガス回収条件は、爆発性混合ガスの回収を防止するために必要な条件を主体としたもので、ガス回収を安全に行なうための基本的な要件である。Table 1 にその具体的な内容を示す。

Table 1. Conditions for OG gas recovery.

| Gas recovering conditions              |                     | Standard of pre-set value | Remarks                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. O <sub>2</sub> content in waste gas | Below pre-set value | 2 %                       |                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. CO content in waste gas             | Above pre-set value | More than 30%             |                                                                                                                                                                                                                  |
| 3. Timer setting                       | Pre-set time (1)*1  | 2 - 3 mins. *1            | *1 : Time from ignition to initiating gas recovery (This depends on the blowing time.)<br>*2 : Time from ignition to terminating gas recovery<br>*3 : Time from terminating gas recovery to stopping oxygen blow |
|                                        | Pre-set time (2)*2  | 1 min. *3                 |                                                                                                                                                                                                                  |
| 4. Gas holder level                    | Below pre-set level | 90% of the highest level  |                                                                                                                                                                                                                  |
| 5. Waste gas flow rate                 | Above pre-set value | I.D. fan surge point      | Prevention of extremely fluctuated gas recovering at the event of I.D. fan surge                                                                                                                                 |
| 6. By-pass valve                       | Closed              | -                         |                                                                                                                                                                                                                  |
| 7. Oxygen blowing                      | During oxygen blow  | -                         |                                                                                                                                                                                                                  |



(Note) Darkened area shows that valve and damper are kept open, or that equipment is kept running.

#### Purge nitrogen:

B<sub>1</sub>-Nitrogen purge for pockets such as bypass duct

B<sub>2</sub>-Nitrogen purge for flare stack (backfire prevention)

D-Nitrogen purge for duct between three-way valve and water sealed check valve

E<sub>2</sub>-Nitrogen seal for lance hole and flux chute sockets

Fig. 10. Sequence time chart for OG gas recovery.

## 5.2 ガス回収制御

OG法では、ガス回収条件がすべて満足されると、3項で述べたように、シーケンス制御により自動的にガス回収が始まり、ガス回収中にガス回収条件のどれかひとつでも不成立になるか、あるいは停電などの非常事態発生時には、自動的にガス回収は中止され、放散に切り替わる。Fig. 10に、吹錬開始からガス回収、ガス放散を経て吹錬終了に至るまでのパージN<sub>2</sub>の使用法、ガス回収弁類の動作、などを時系列的にあらわしたシーケンスタイムチャートを示す。

ここで、ガス回収に関連したパージN<sub>2</sub>の役割について述べる。Fig. 4から明らかなように、バイパスダクトは完全なガス滞留部となるので、吹錬の初期および末期にN<sub>2</sub>によってパージされる(B<sub>1</sub>パージ)。ガス回収中は、三方切替弁から放散筒頂部までのダクト内はガスの流れがとどえ、COが滞留する。そのまま放置すると、放散筒からの空気の拡散侵入によって爆発性混合ガスが容易に形成されるので、これを防止するために、ガス回収開始直後にダクト内の残存ガスをN<sub>2</sub>で短時間にパージする方法が採られている(B<sub>2</sub>パージ)。三方切替弁と水封逆止器との間は、三方切替弁のガスシールが完全と

はいえないため非吹錬中に空気が洩れ込み、COと空気の混合ガスが生成される恐れがあるので、ガス回収開始前、およびガス回収終了後にN<sub>2</sub>によってパージされる(Dパージ)。

以上のように、吹錬作業とN<sub>2</sub>パージ、ガス回収弁類の操作、などをシーケンス的にコントロールすることにより、OG法のガス回収は自動的にしかも安全に行なわれる。

## 6. ガス回収成績

### 6.1 最大ガス回収量

ガス回収量は、主として次の条件によって決まる。

- 1) 製鋼作業条件 (溶銑成分、溶銑配合率など)
- 2) OG装置操作条件 (ガス回収時間、燃焼率など)
- 3) ガス利用設備側の条件 (ガスホルダー容量、回収ガスの使用量など)

これらの条件のうちで、3)についてはエネルギー配給側において綿密な回収ガスの需給調整を行なうことによつて、制約条件からはずれるので、最大回収量に影響を与えるのは主として2)の条件である。吹錬の初期は発生ガスの強制燃焼や副原料投入のために、吹錬時間が

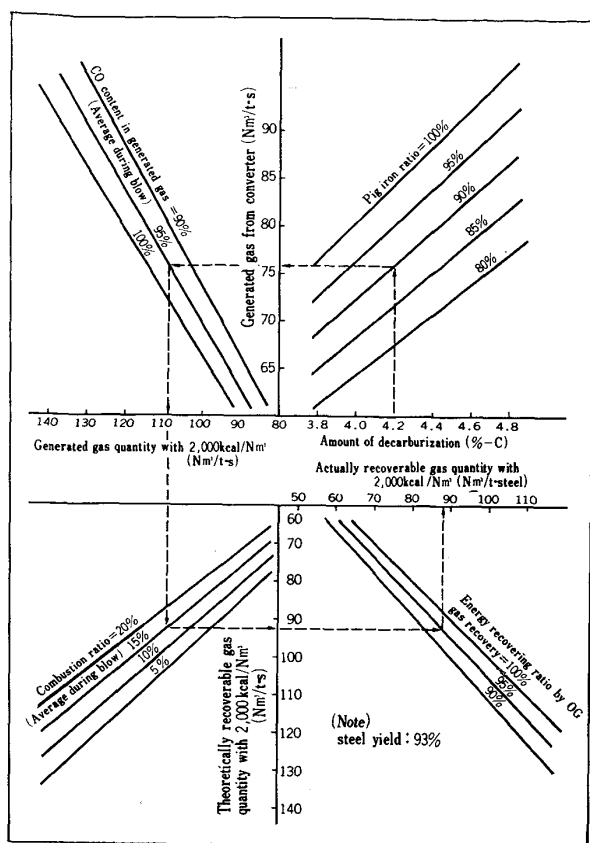


Fig. 11. Nomograph for recoverable gas quantity.

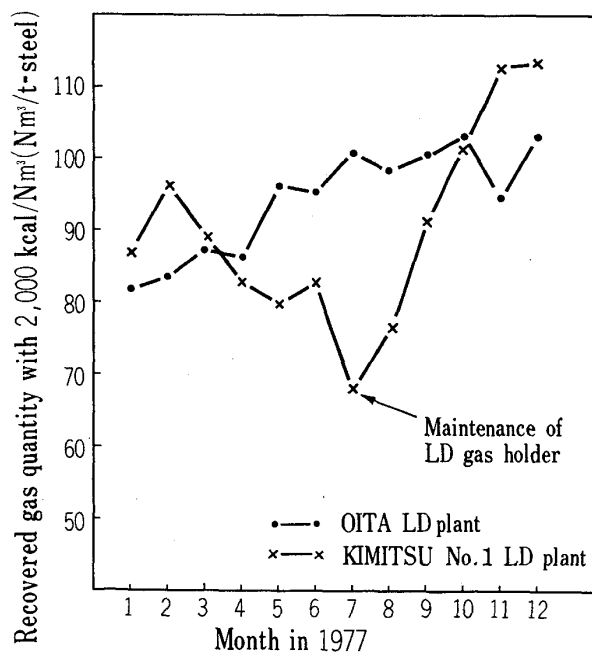


Fig. 12. Actual results of recovered OG gas quantity.

15~17 minの場合、ガス回収開始は早くとも着火後 2 min頃となり、ガス回収終了はガス回収弁類の作動時間を考慮して吹錬終了 1 min 前となる。すなわち、吹錬前後の 3 min 間程度は排ガスは燃焼放散せざるを得ない。OG法では、排ガスの非燃焼制御は通常フード内圧

Table 2. Chemical analysis of recovered LDG at Oita Works in 1977.

|       | Chemical composition(%) |                 |                |                |                | Calorific value<br>(Kcal/Nm <sup>3</sup> ) | Recovered LDG quantity with 2,000 Kcal/Nm <sup>3</sup><br>(Nm <sup>3</sup> /t-steel) |
|-------|-------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|       | CO                      | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> |                                            |                                                                                      |
| JAN.  | 64.5                    | 15.6            | 0.1            | 17.2           | 2.5            | 2,015                                      | 82.9                                                                                 |
| FEB.  | 66.9                    | 14.4            | 0              | 17.0           | 1.7            | 2,064                                      | 83.3                                                                                 |
| MAR.  | 65.1                    | 15.7            | 0.1            | 17.2           | 1.9            | 2,016                                      | 87.2                                                                                 |
| APR.  | 62.0                    | 16.1            | 0              | 19.6           | 1.6            | 1,913                                      | 86.1                                                                                 |
| MAY   | 66.0                    | 15.4            | 0.1            | 16.4           | 1.5            | 2,050                                      | 96.2                                                                                 |
| JUN.  | 66.2                    | 15.1            | 0.1            | 15.7           | 2.9            | 2,074                                      | 95.2                                                                                 |
| JUL.  | 66.2                    | 15.3            | 0.1            | 15.5           | 2.9            | 2,074                                      | 100.7                                                                                |
| AUG.  | 67.3                    | 15.1            | 0.1            | 14.7           | 2.9            | 2,105                                      | 98.1                                                                                 |
| SEPT. | 69.9                    | 15.3            | 0.1            | 11.9           | 2.8            | 2,183                                      | 100.5                                                                                |
| OCT.  | 69.5                    | 15.5            | 0.1            | 13.0           | 1.9            | 2,148                                      | 103.0                                                                                |
| NOV.  | 69.5                    | 15.6            | 0.1            | 12.8           | 2.0            | 2,151                                      | 94.5                                                                                 |
| DEC.  | 73.0                    | 14.5            | 0.1            | 11.4           | 1.0            | 2,230                                      | 103.1                                                                                |

Table 3. Chemical composition of special elements in recovered LDG.

| Special elements | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | CH <sub>4</sub> | NO | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S | HCN | SO <sub>2</sub> |
|------------------|-------------------------------|-----------------|----|-------------------------------|------------------|-----|-----------------|
| ppm              | Under 3,000                   | Under 300       | 5  | 0.4                           | 0.1              | 1   | 0.5             |

制御によつて達成される。したがつて、できるだけ多量のエネルギーを回収するためには、炉口とスカートとの間隙およびフード内圧設定値のきめ細かな調整によつて排ガスの燃焼率を抑えることが肝要である。

Fig. 11 は、充分大きな容量のガスホルダーが確保されたと仮定し、OGガスの最大回収可能量を、いくつかの条件をパラメーターにとつて示す計算図表である。

## 6.2 ガス回収量実績

新日鉄の君津第1転炉工場、および大分転炉工場のOG装置による最近のガス回収量実績 (2 000kcal/Nm<sup>3</sup>換算) を Fig. 12 に示す。

## 6.3 回収ガス性状

回収されたOGガスのガス組成は、OG装置の操作条件やガス回収条件によつて多少の差異はあるが、最近のように最大限のエネルギーを回収しようという努力がなされている場合、例えば大分製鉄所の例を Table 2 に示すと、CO 濃度は 65% 前後、ガスの発熱量は約 2 000 kcal/Nm<sup>3</sup> である。また、OGガス中の微量成分含有率は作業条件による影響が小さく、他の燃料に比べて H<sub>2</sub> 濃度が低く、公害規制上問題となる S はほとんど含んでいないなどの好ましい特徴を有している。Table 3 に回収ガス中の微量成分を示す。

## 7. 回収ガス利用設備

### 7.1 レイアウト

OG装置で回収したガスを貯蔵するガスホルダー、ガ

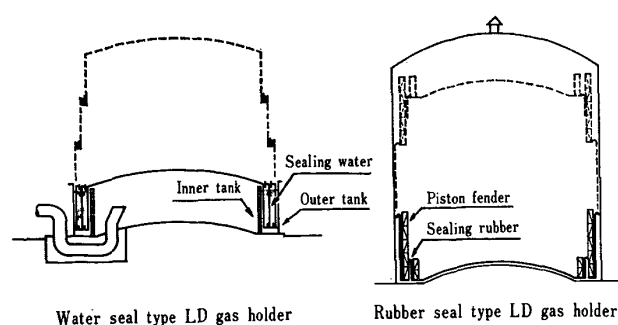


Fig. 13. Sketches of typical LD gas holders.

スホルダー内のガスを昇圧し、利用先に圧送するブースターファンなどを、回収ガス利用設備といい、OG装置との配置的関係は、Fig. 4 に示すとおりである。ガスホルダーは、それ自身が非常に大きな設備であり充分な敷地面積を必要とすること、およびガスホルダー内における流入ガスの有効な混合をはかるために、ガスの流入ガスダクトを流出ダクトの正反対側に設けることなどの条件があるため、ガスホルダーの位置決定は充分な検討が必要である。ガスホルダーへの流出入ダクトには、それぞれV型水封弁および、電動バタフライ弁が必要である。ブースターファンは、ガスホルダー出口に設けられファンの出入口にはファン整備のため、V型水封弁または他のガスシール弁がある。また回収ガスの利用割合が減少した場合のファンサージングを防止する装置も必要である。

## 7.2 LDガスホルダー

LDG用のガスホルダーとしては、水封型湿式ガスホルダーとゴムシール型乾式ホルダーとがある。ガスホルダーの型式選定は、総合建設費、排水規制の問題、気象条件（特に凍結の問題）などの充分な検討の上でなされなければならない。上記2型式のガスホルダーを、Fig. 13 に示す。

転炉ガス用ガスホルダーの容量および構造に関し考慮すべき主な事項は次のとおりである。

- (1) 間欠的なガス回収作業パターンと、回収ガス利用工場の操業パターンをシミュレートし、貯蔵すべきガス量の変動を確実に把握すること。
- (2) 突発的なガス回収停止により、ガスホルダーへのガス供給が途絶えた場合、LDガスの利用工場における他燃料への安全な切り替えを、行うに必要なガスホルダーのガス貯蔵量の把握。
- (3) CO 濃度の高い有毒なガスを貯蔵するので、ガスの漏洩を完全に防止できること。
- (4) 回収ガス中には、最大  $0.1 \text{ g/Nm}^3$  程度のダストが含まれているので、ダストによつてガスシールが損

Table 4. Type and capacity of LD gas holder in Nippon Steel Corporation.

|             | Heat size x<br>LD operation | LD gas holder             |                       |
|-------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|
|             |                             | Type                      | Capacity              |
| OITA        | 330 T x 2/3                 | Rubber seal               | 70,000 m <sup>3</sup> |
| YAWATA I    | 150 T x 1/1                 | Water seal                | 30,000                |
| " II        | 150 T x 2/3                 | Water seal                | 70,000                |
| " III       | 75 T x 2/2                  | Water seal                | 10,000                |
| HIROHATA II | 100 T x 2/3                 | Rubber seal               | 40,000                |
| SAKAI       | 170 T x 2/3                 | Water seal<br>Rubber seal | 40,000<br>60,000      |
| NAGOYA I    | 160 T x 2/3                 | Rubber seal               | 30,000                |
| " II        | 250 T x 1/2                 | Rubber seal               | 60,000                |
| " (S)       | 60 T x 1/2                  | Rubber seal               | 60,000                |
| KIMITSU I   | 220 T x 2/3                 | Water seal                | 50,000                |
| " II        | 300 T x 1/2                 | Water seal                | 60,000                |
| MURORAN I   | 300 T x 1/2                 | Rubber seal               | 60,000                |

なわれないこと、およびガスホルダー内への堆積ダストの除去ができる構造であること。

新日鉄で使用しているLDガスホルダーの型式および容量を Table 4 に示す。

## 7.3 ブースターファン

LDガス利用設備としてのブースターファンの構造については、次のことを考慮する必要がある。

- (1) ブースターファン出入口のガス圧力は、常に正圧であるため、インペラー軸シール部からの漏洩を防止できる構造であること。
- (2) インペラーには、ダストが付着しやすいので、ブレードの水洗、クリーニングの可能なこと。
- (3) ブースターの昇圧能力は、ガスホルダーの最低ガス圧力を基に決めること。
- (4) 使用ガス割合の減少時に対するファンサージング防止策。

## 8. 回収ガスの利用

回収されたLDガスは、一般低圧ボイラー、発電所用ボイラー、熱風炉、均熱炉、加熱炉、石灰焼成炉などへの燃料として、LDガス単味、あるいはBFGやCOGを混合して使用されている。熱風炉に使用する場合、ガス中のダスト濃度を  $10 \text{ mg/Nm}^3$  以下にする必要があり、ガスホルダー出口に湿式電気集塵機を設けている。新日鉄の各製鉄所におけるLDガスのプラント別利用状況を Fig. 14 に、また大分、君津両製鉄所におけるLDガス利用フローを、Fig. 15 に示す。八幡製鉄所では、LDガスはCOGや炭化水素系の燃料のように多量の  $\text{H}_2$  を含む燃料に比べ、 $\text{H}_2$  の含有量が非常に少ないという特徴を活し、 $\text{H}_2$  の反応によつて悪影響を受ける、例えば硫酸滓を原料とするペレット焼成炉の燃料として、LDガスを活用している。

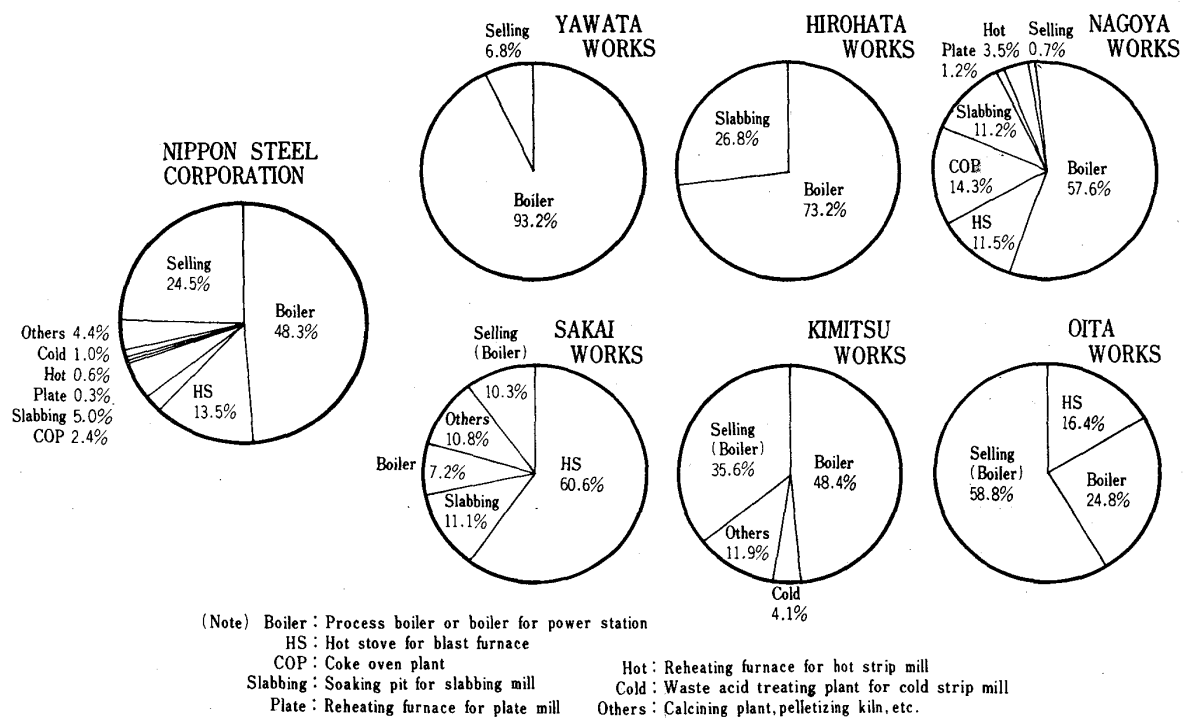


Fig. 14. Results of recovered LD gas utilization in Nippon Steel Corporation (Average from October 1976 to September 1977).

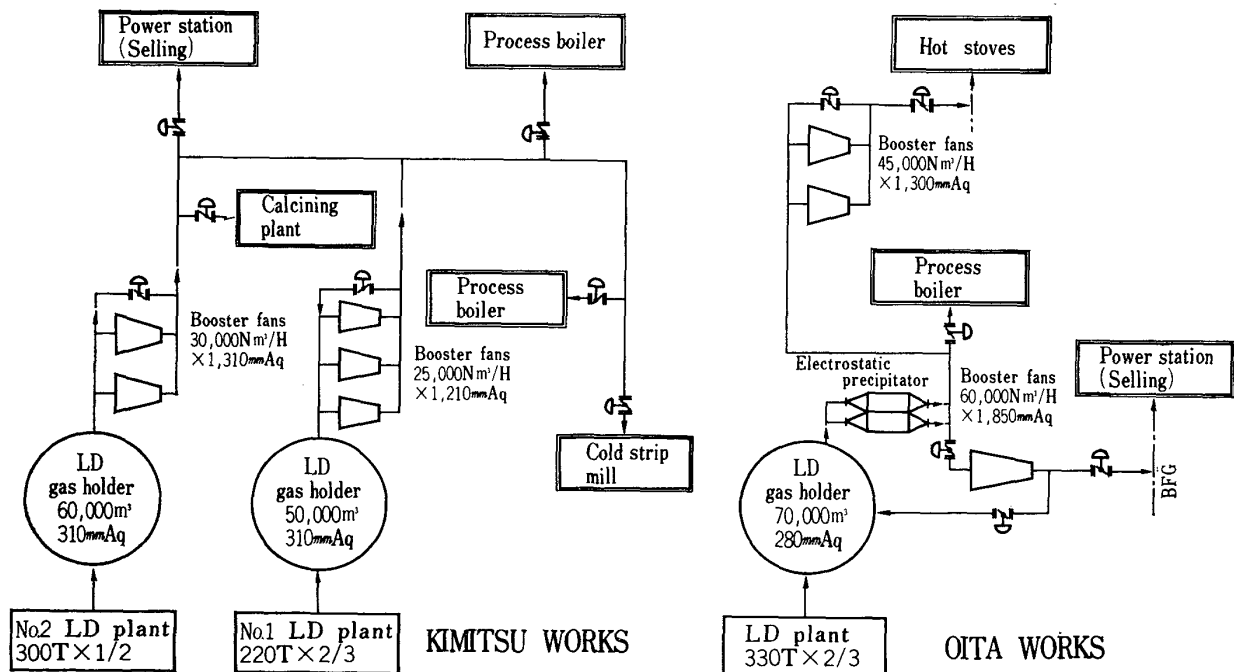


Fig. 15. Flow diagram of recovered LD gas utilization.

## 9. 国内におけるガス回収状況

国内の転炉工場に採用されている、転炉排ガス処理設備の推移を Fig. 16 に示すが、この図からわかるごとく、

国内にLD法が導入された1950年代は、燃焼型処理方式のみであり、1960年代に入り、転炉の規模の増大に伴い、非燃焼型処理方式が出現し、排ガスの回収がはじまった。この年代における非燃焼方式と燃焼方式の設置基

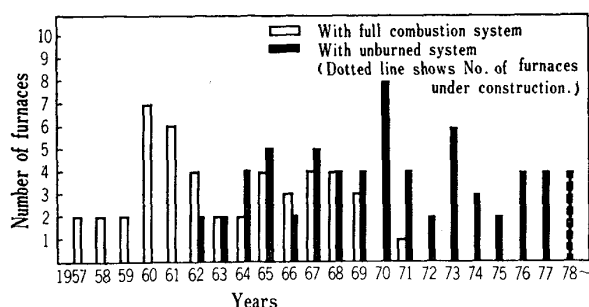


Fig. 16. Transition of BOF installations in Japan.

数は、ほぼ相半ばする。1970年代に入り、新設転炉工場へのガス処理方式は、2/3 基稼動化への増設1基を除き完全に非燃焼方式のみとなり、そのほとんどがガス回収を行っている。1977年末における非燃焼方式と燃焼方式の設置基数比較は、65 : 31 である。I C 法の6基を含む非燃焼方式 65 基のうち、60 基がガス回収を行っている。非燃焼処理方式は、上吹転炉のみでなく、底吹転炉にも適用されており、そのガス回収成績は、炭化水素の羽口への添加により、上吹転炉のそれを上回る数字が発表されている。

## 10. む す び

すでに、一貫製鉄所副生ガス中で、BF ガス、COG ガスに次いで、6%をしめるエネルギー源となつたLD ガスについて、時代の要求である省エネルギー、副生エネルギーの部分的回収とその活用の1例として、OG法による転炉排ガスの回収について、その考え方、設備、ガス回収成績およびその利用について述べた。転炉における発生ガスのもつエネルギーの60%をガス回収によつて有効にとり出しており、国内における転炉工場の60%以上が、このガス回収を行つており、海外においてもしだいにその有効性が認識され、ガス回収設備の採用が大きく取り上げられつつある。石油ショック後のエネルギー問題の関心は、製鋼部門で最も優先する項目の一つとして、極限までのガス回収への努力が続けられており、100Nm<sup>3</sup>/t 以上の回収も現実的に定着している。ガス回収に大きく寄与するものとして、OG装置の作業条件と回収ガス利用設備の条件がある。一つの方法として計算機により転炉でのガス発生量の予測を行い、より多量のガスを回収する試みが各転炉工場でなされている。ガス利用設備については、ガス回収の間欠性を考慮した最適な設備計画、およびより綿密なガス配給方式確立への努力が続けられている。