

© 1982 ISIJ



# 転炉技術を利用した石炭ガス化

田 上 豊 助\*

## Coal Gasification Based on the Application of BOF Steel Making Technique

Toyosuke TANOUÉ

### 1. 鉄鋼業における副生ガスの発生量

鉄鋼一貫製鉄所においては多量の副生ガスを発生している。わが国鉄鋼業の副生ガスの発生量を全国都市ガス供給量、全国発電電力量（自家用を除く）と比較した結果を表1<sup>1)2)</sup>に示す。

副生ガスの53%は高炉ガスで、40%がコークス炉ガス、転炉ガスが7%を占めている。これらの副生ガスの合計量は $183 \cdot 10^{12}$  kcal/yで、都市ガス供給量の186%、発電電力量（出力）の38%にも達している。鉄鋼業の副生ガスはその一部は共同火力発電所やガス会社に供給されているが、大部分は製鉄所内で自家用に消費されている。その主原料は石炭であるが、都市ガスや火力発電ではLNG、LPGや重油を主原料としている。したがって鉄鋼業界は石炭を原料とするガスの生産や使用については他業界に比べて圧倒的に大きな実績を有している。この基盤に立つて副生ガスの回収強化ないしは増産による石油系燃料の削減、副生ガス利用の新分野の開拓、さらには製鉄技術を応用した新しいガス化法の開発など石炭利用拡大のための技術開発に力を傾注する気運が高まっている。

### 2. 石炭ガス化法の分類、特徴および問題点

#### 2.1 分類

石炭ガス化法はガス化炉の型式によつてつぎの四種に大別されている。

- (1) 固定床炉 ルルギー炉など
- (2) 流動床炉 ウィンクラー炉など
- (3) 噴流床炉 コッパーズ・トチェック炉など
- (4) 熔融床炉 オットー・ルムメル炉（灰浴）、鉄浴炉

固定床炉、流動床炉は灰の融点以下の温度（1050°C以下）で操業するDry Ash Typeの炉で、ガス化反応は

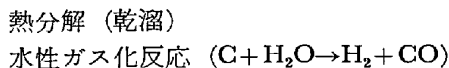


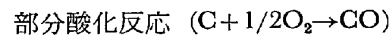
表1 鋼鋼業の副生ガス発生量、全国都市ガス供給量、全国発電電力量（出力、自家用除く）の比較

1980			
種 別	生産量 $10^{12}$ kcal/y(%)		原料構成(%)
鉄鋼業副生ガス発生量	183.01	(100.0)	{ 石炭 95.7
{ コークス炉ガス	{ 73.60	{ (40.2)	{ 重油 4.3
{ 高炉ガス	{ 96.08	{ (52.9)	
{ 転炉ガス	{ 13.33	{ (7.3)	
全国都市ガス供給量	100.65	(100.0)	{ 石炭系 13.3
{ 生産	{ 84.31	{ (83.8)	{ 石油系 35.5
{ 購入	{ 16.34	{ (16.2)	{ 天然ガス系 51.2
			{ その他 0.1
全国発電電力量(出力)	442.08	(100.0)	火力発電原料構成
{ 水力	{ 73.22	{ (16.6)	{ 石炭系 11.9 <sup>1)</sup>
{ 火力	{ 298.33	{ (67.5)	{ 石油系 65.6
{ 原子力	{ 70.53	{ (15.9)	{ 天然ガス系 22.5

注1) 発電用炭 7.65, コークス炉ガス・高炉ガス 4.21

の比率が高い。したがって粗ガスには $CH_4$ 、 $H_2$ が高く、タールやアンモニアの発生が多い。

噴流床炉、熔融床炉は灰の融点以上の温度（1450°C以上）で操業するMolten Ash Typeの炉で



の比率が高く、COと $H_2$ の比が約2:1のガスを生成する。タールや炭化水素の含有が少なく、化学合成に適している。

#### 2.2 固定床ガス化炉

昭和20年代までガスだき平炉の燃料用に多数稼働していたガス発生炉もこれに属する。シャフト炉の上部から粒・塊炭を装入し、下部から吸き込んだ空気または $O_2$ とスチームが下降する石炭の間隙を向流式に上昇しながら反応する。

$O_2$ の使用と高圧化により能力を高めたものにルルギー炉<sup>3)</sup>がある。その構造を図1に示す。30 atm程度の高圧炉で内部に攪拌翼を持つている。

代表的なガス組成%；

CO	$H_2$	$CH_4 + C_nH_m$	$CO_2$	$N_2$
19	39	11	30	1

南アフリカ連邦のSASOLを始め世界各地に100基以上の実績を持つている。

この炉の欠点としては

昭和57年8月20日受付 (Received Aug. 20, 1982) (依頼展望)

\* 住友金属工業(株)大阪本社 工博 (Osaka, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 5-15 Kitahama Higashi-ku Osaka 541)

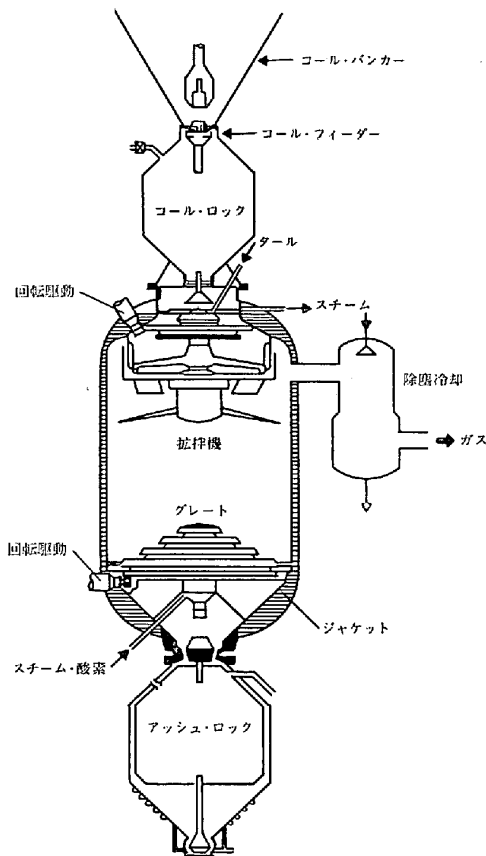


図 1 ルルギー・ガス化炉

- (1) 粉炭の使用が不能
  - (2) タール、炭化水素、アンモニアなど副産品の発生が多い。ガスの不純物も多く精製にコストがかかる。
  - (3) スチームの反応効率が低い。
  - (4) 炉内の通気性確保のため炉径に制限があり、大型化に限界がある。
  - (5) 操業の安定性
- などが指摘されている。

この炉の改良型として灰の融点以上の高温で操業するルルギー・スラッグ炉<sup>4)</sup>の開発が British Gas Corporation と共同で進められている。従来のルルギー炉に比べて生産性が大きく、副産品の発生が少ない。粉炭の利用も可能で、CO の高い中カロリーガスを産出する。この炉は下部に灰の軟化溶融帯を持つことになるので、通気性コントロールがより困難になると思われるが、今後の進展が注目される。

**2.3 流動床ガス化炉**

粉炭を空気または O<sub>2</sub> とスチームで流動ガス化する手法で、灰が溶融しない 1100°C 以下の温度で操業が行われる。

古くから有名なウインクラー炉<sup>5)</sup>は 38 基の稼働実績を持つている。流動床炉ではガス化温度が高いほど CO、H<sub>2</sub> の発生が多く、CO<sub>2</sub> や未反応スチーム、未反

応炭塵の発生が少なくなる。

HTW (High Temperature Winkler)<sup>6)</sup> の開発が Rheinische Braunkohle によつて進められている。最高 10 atm, 900~1100°C でガス化を行う。

代表的なガス組成% ;

CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
35	30	3	17	15

流動床炉は多種多数のものが主として米国で開発に着手されたが、温度が高くとクリンカー・トラブルが発生するし、温度が低いとガス化効率が下がるという操業条件の困難性から大部分のものは中止または進行停滞の状況にある。その中にあつて現在米国では W・H 法<sup>7)</sup> (Westinghouse Electric Corporation), U ガス法<sup>8)</sup> (Institute of Gas Technology), 日本では石炭技法<sup>9)</sup>, 日立ハイブリッド法<sup>10)</sup> の開発が進められている。

流動床ガス化法の問題点としては

- (1) エネルギー転換効率が低い。  
粗ガスの CO<sub>2</sub> が高い。未燃炭ダストや排出灰への未反応炭の混入が多く石炭利用率が低い。
- (2) タールを発生する。  
などが指摘されている。

**2.4 噴流床ガス化炉**

部分酸化を主要反応とするバーナー燃焼式のガス化炉である。商業炉としてはコッパース・トチェック炉<sup>10)</sup>があり、60 基以上の稼働実績がある。わが国でも数基稼働していた報告がある。図 2 に示すような 2 方向または 4 方向からの対向バーナーを採用した常圧炉である。

代表的なガス組成% ;

CO	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
60	30	10

CH<sub>4</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, タールはきわめて低い。

この炉の問題点は

- (1) 生産性が低い。
- (2) CO<sub>2</sub> がやや高い。
- (3) 粗ガスが常圧であるため、化学合成用としては

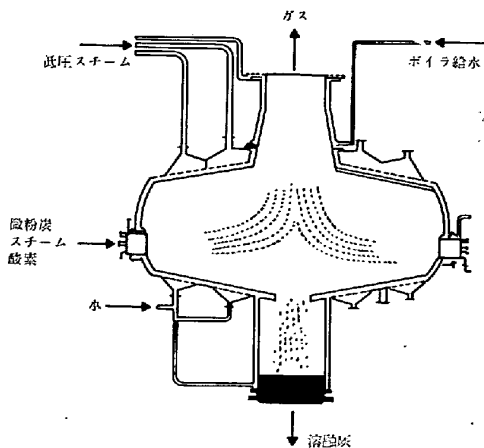


図 2 コッパース・トチェック・ガス化炉

圧縮コストがかかる。

ことなどである。これらの欠点を改良するため、開発中のテキサコ炉、シェル・コッパース炉などはいずれも30 atm 程度の高圧炉である。

テキサコ炉<sup>11)</sup>では粉炭を水スラリーにして供給しているので、反応温度が過量の水によつて抑制され、そのためCO<sub>2</sub>の発生が多い。化合水分や灰分の高い石炭は使用しにくい。

シェル・コッパース炉<sup>12)</sup>はコッパース・トチェック炉を高圧化したもので、高圧化に伴うCO<sub>2</sub>の増加を抑えるため1800°C以上の高温を採用している。粗ガスのCO<sub>2</sub>は2%以下で非常に低い。炉ライニングの保持のため内壁近傍に水冷チューブ・ウォールを採用している。

噴流式ガス化炉では石炭、O<sub>2</sub>、スチームの厳密な流量制御、未燃炭の発生を防止するための特殊な燃焼方法(対向バーナーなど)、ならびにライニングの保持とその監視法が課題であると言われている。

### 2.5 熔融床ガス化炉

熔融した灰浴や鉄浴の表面または浴中に石炭、O<sub>2</sub>、スチームを吹き付け、1500°C付近の温度で反応させてガス化する。

熔融灰表面でガス化する方法にオットー・ルムメル炉<sup>13)</sup>がある。炉断面円周の4本のバーナーから浴面中心周りに旋回流を与えるように石炭、O<sub>2</sub>、スチームを吹き付ける。上昇ガス流も旋回流となつて反応効率を高める。粗ガス組成はCO、H<sub>2</sub>主体のもので、CO<sub>2</sub>は約10%であつた。オットー・ルムメル炉は常圧炉であつたが、商業化に至らず、現在はザールベルグ・オットー炉<sup>14)</sup>として30 atmの高圧炉の開発が進められている。反応温度は1600°C~2200°Cと言われ、炉の内壁にはヒレ付管のチューブ・ウォールが採用されている。灰浴ガス化炉の灰浴使用の意義については必ずしも明確でないように思われる。今後、シェル・コッパース炉との比較によつて明らかにされるであろう。

鉄浴を使用するものにAT法<sup>15)</sup>、新明和法、住友金属法<sup>16)</sup>などがある。これについては以下に詳述する。

## 3. 鉄浴ガス化法の歴史

### 3.1 AT法

1970年頃からApplied Technology Corporation(米国)が初めて鉄浴ガス化炉の実験に着手している。図3に示すように、石炭供給ランスと石灰石・酸素供給ランスの2本のランスを鉄浴内に浸漬してガス化を行わせる方式である。実験結果によれば石炭、O<sub>2</sub>ともに鉄浴表面以下の位置にランスを浸漬して供給しないと反応効率が著しく低下することを報告している(図4、5参照)。

この浸漬供給条件で生成する粗ガスはCO 63.5%、

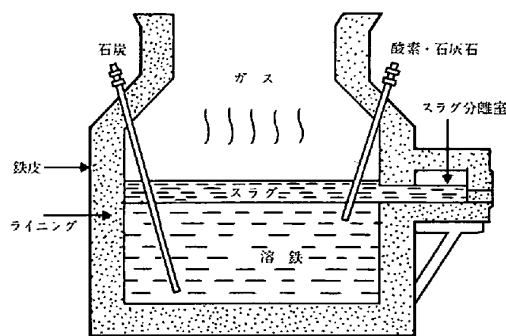


図3 AT法ガス化炉

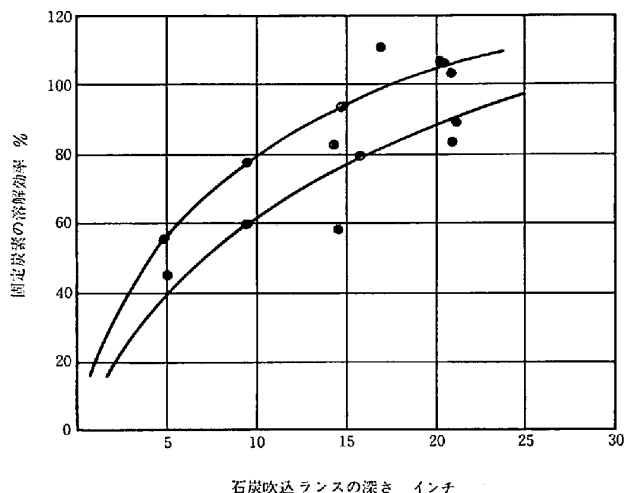


図4 固定炭素の溶解効率

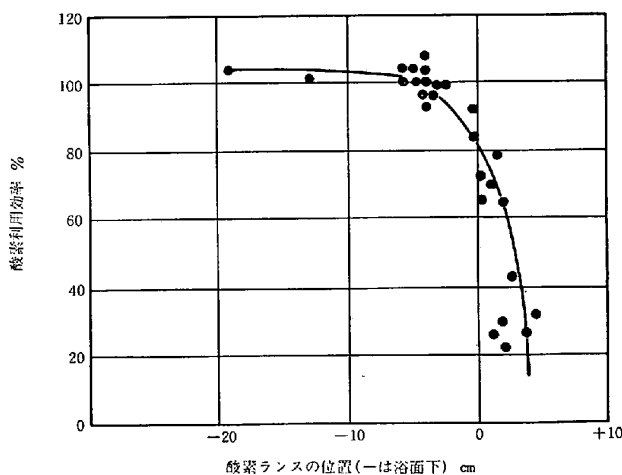


図5 酸素の利用効率

H<sub>2</sub> 36.0%、CO<sub>2</sub>とSが極めて低い良好な組成を持つことを確認しているが、鉄浴2.7tまでの実験段階で開発を中止している。

### 3.2 新明和法

1974年から1977年にかけて、新明和工業(株)がサンシャイン計画本部の依頼により図6に示す2室式ガス化炉の開発を進めた。図の右室で石炭をスチームと反応させてCO、H<sub>2</sub>を製造する。この水性ガス化反応の吸熱による鉄浴温度の降下を補償するため、電磁ポンプで溶

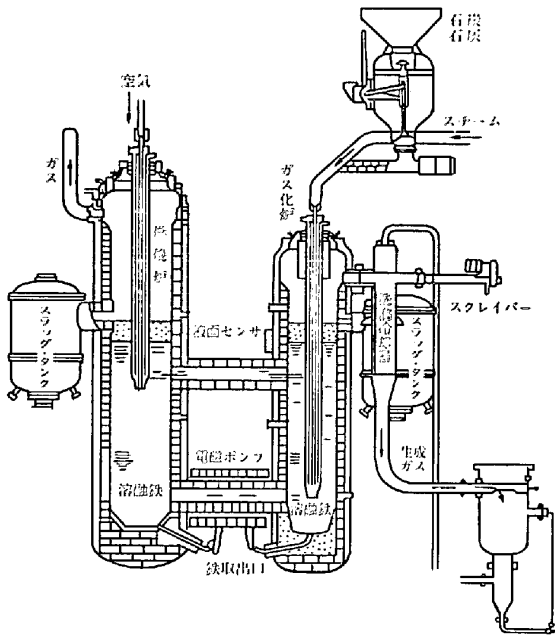


図 6 新明和法の二塔式ガス化炉

鉄を左室に循環移動させ、左室で空気を吸き込んで鉄浴中の溶解炭素を燃焼させて溶鉄の温度を上げる。電磁ポンプによる循環実験は溶融亜鉛を使用して実施した。浸漬ランスの溶損が問題となり、解決のため数 10 種類の耐火物のテストが行われた。本法も要素試験の段階で開発が中止された。

3.3 スウェーデン王立工科大学における研究

スウェーデン王立工科大学では 1975 年頃から鉄浴や銅浴を使用して浸漬ランス方式のガス化実験を実施した。

さらにその後、鉄浴炉の炉底から石炭、O<sub>2</sub> を吹き込みガス化反応の余剰熱で屑鉄を溶解するプロセス、すなわち石炭ガス化と溶銑製造とを結合したプロセスの実験を行つた。このプロセスは IEA の国際共同研究テーマに採択されてわが国と共同開発を進めることとなり、新日本製鉄(株)、日本鋼管(株)、(株)神戸製鋼所の三社が協力してフィージビリ・スタディを実施中である。

3.4 Humboldt 法

KHD Humboldt Wedag AG(西独)<sup>17)</sup> は 1978 年に Applied Technology Corporation の特許権を買い取り、その後スウェーデンの MEFOS の 6t 試験転炉を借用して底吹き法によるガス化実験を実施した。Q-BOP によく似た底吹き羽口から石炭、O<sub>2</sub>、石炭を供給する方法である。生成ガスは CO、H<sub>2</sub> に富み S が低く、AT 法によく似たガス組成が得られたことを発表している。今後さらに石炭 10 t/h、ガス発生量 20 000 Nm<sup>3</sup>/h、操業圧 10 atm の大型試験プラントを建設すべく案画を進めている(図 7 参照)。

3.5 住友金属法

1978 年、住友金属工業(株)は上吹き転炉技術を応用

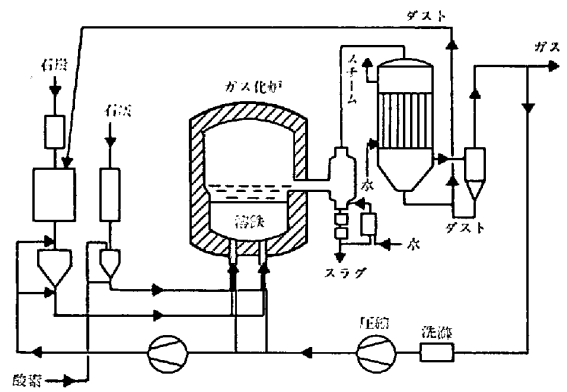


図 7 KHD 石炭ガス化法

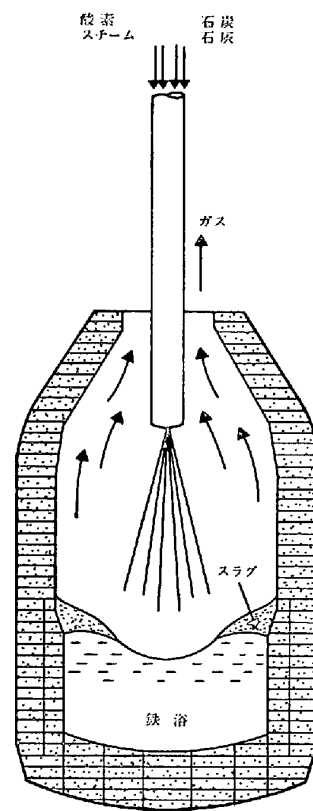


図 8 上吹きガス化法 (住友金属)

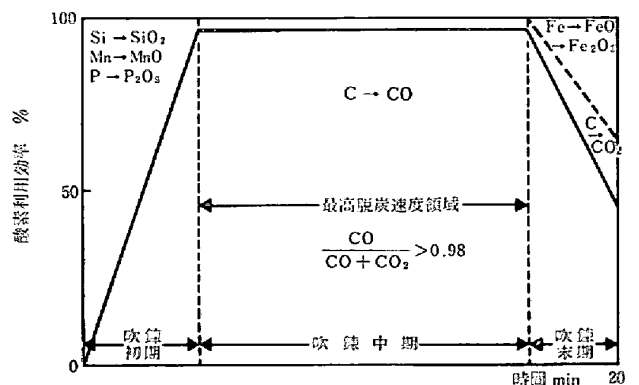


図 9 転炉吹錬過程の酸化反応

した鉄浴ガス化法の開発に着手した。住友金属法は非浸漬ランスを使用して酸素噴流直下のホット・スポットに石炭やスチームを添加するところに特徴がある。先にも述べたように従来一般に非浸漬ランスによる上吹き法では効率のよいガス化は困難であると理解され、浸漬ランス法や底吹き法による開発が行われてきた。住友金属では上吹き転炉の酸素吹精時に発生するガス組成、ホット・スポットの温度や浴運動、出鋼加炭時における炭素の溶解性などに関する製鋼操業の知見から非浸漬ランスによる上吹き法によつても良好なガス組成を得ることが可能であろうとの予見に到達した。

図9に上吹き転炉吹錬中の酸化反応の進行を模型的に示した。吹錬初期においてはSi, Mn, Pの酸化に消費されるO<sub>2</sub>が多く、脱炭に消費されるO<sub>2</sub>の割合は小さい。中期になるとO<sub>2</sub>のほとんど全部が脱炭に消費される。この時期の発生ガスは98%以上がCOであり、脱炭酸素効率は100%に近い。末期になるとFeの酸化やCO<sub>2</sub>の生成に消費されるO<sub>2</sub>が増加しCOの発生は減少する。住友金属ではこの転炉吹錬中の発生ガス量とガス組成を測定して終点炭素を推定するダイナミック制御を実操業に適用した経験がある。

吹錬中期の最高脱炭速度領域において鉄浴Cの減少を補足するだけの石炭を添加して鉄浴に溶解させ、鉄浴Cを一定値(約0.6%)以上に保持することができれば石炭ガス化が成立するわけである。石炭の溶解が遅れると

転炉吹錬末期のように鉄浴Cが低下してFeの酸化とCO<sub>2</sub>の増加が起こりガス化効率が低下する。したがつて酸素供給速度は石炭の溶解速度で規制されることになる。そのため石炭は温度がもつとも高く浴の攪拌がもつとも大きいホットスポット付近(浴凹み)に添加することが必要である。

従来非浸漬ランスによる上吹き法では効率のよいガス化が困難視されていた主な理由は小さな実験規模の試験

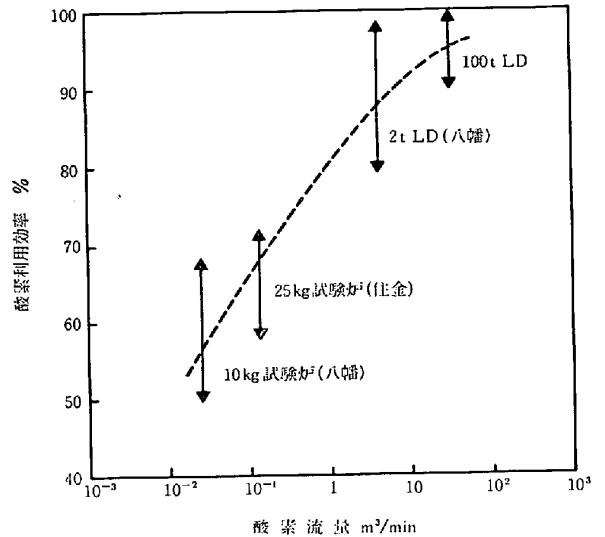


図10 LD転炉の大きさと酸素利用効率(新日鉄・瀬川ら)

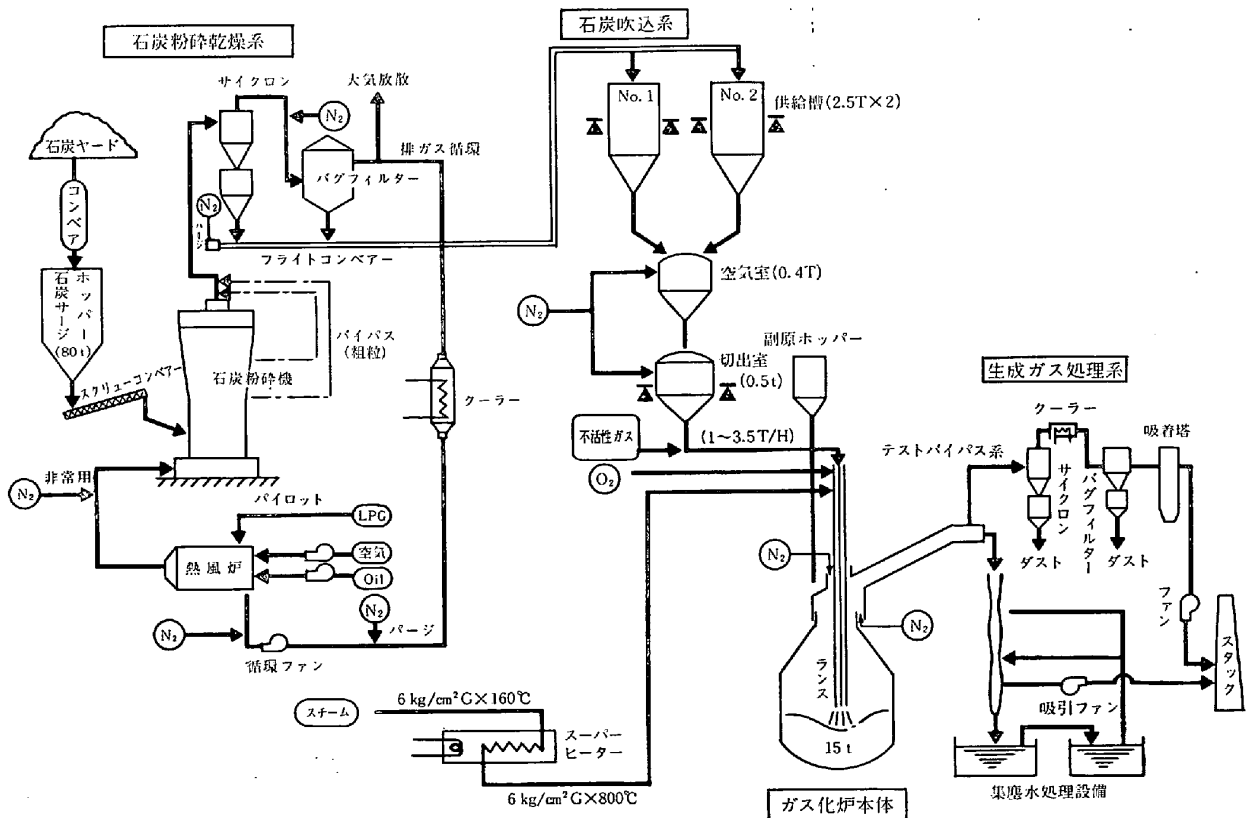


図11 ガス化試験設備フロー

結果のスケール・アップ効果の評価ミスであったと思われる。図 10 に示すように上吹き転炉の脱炭は炉容量が小さくなると酸素利用率が低下し CO<sub>2</sub> の発生が増大することはよく認識されていることである。浴深さの小さい小型炉では酸素噴流の浴面における動圧を大きく採ることができず、一部の O<sub>2</sub> は浴面に接触することなく生成ガスの CO と反応して CO<sub>2</sub> を増加する。また浴の攪拌が弱いため石炭の溶解速度が小さくなる。

住友金属では 1978 年 1 月、中央技術研究所の 60 kg 試験転炉を用いてガス化実験に着手した。石炭、O<sub>2</sub> の供給方法、石炭粒度の選択などについて 30 ヒート以上のテストを行い操業条件適正化の方向を把握することができた。しかしこの小型炉では予想されたように CO<sub>2</sub> の低いガスを得ることができなかつたので、引き続き 2t 炉による実験が実施された。2t 炉用に特別に設計製作した超ハードブロー・ランスを用いた試験では、比較のため実施した底吹き法と同等の CO<sub>2</sub> 3% 以下の良好なガスを得ることができた。これによつてガス組成の目標到達には一応の成功を収めたが、さらに操業、設備面の問題解決のため中間規模の実験炉による試験を進めることになつた。

1979 年 4 月、これまでの基礎実験のデータをもとに、鉄浴量 15 t の石炭ガス化パイロット・プラントの設計が始まり、1980 年 2 月鹿島製鉄所内に建設を完了し、5 月から本格的な実験操業に入つた。設備系統図を図 11 に示す。

実験は最初、

- (1) CO<sub>2</sub> の低い H<sub>2</sub> の高いガスを得るための O<sub>2</sub>、スチームの反応効率の向上
- (2) H<sub>2</sub>S, COS の低い粗ガスを得るための炉内脱硫率の向上

表 2 鉄浴上吹きガス化法実験結果の一例

石炭	FC VM 灰分 水分	55.4% 34.4% 8.0% 2.2%	C H O N S	84.3% 5.2% 7.9% 1.8% 0.8%
操業諸元	石炭 酸素 スチーム キャリアーガス (Ar) 生石灰 ホタル石	2.5 t/h 575 Nm <sup>3</sup> /t 石炭 >150 kg/t 石炭 50 Nm <sup>3</sup> /t 石炭 80 kg/t 石炭 10 kg/t 石炭		
生成ガス	生成ガス量 CO CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> N <sub>2</sub> +Ar ターブル, C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> T.S ガス発熱量 脱硫効率 石炭ガス化効率	2150~2220 Nm <sup>3</sup> /t 石炭 60~64% <3% 29~33% <4% tr 10~300 ppm >2600 kcal/Nm <sup>3</sup> >90% >98%		
ダスト	発生量 T.C T.Fe T.S	15~25 g/Nm <sup>3</sup> 7~13% 50~60% 3~5%		

- (3) スピットングおよびスロッピングの低減
  - (4) ダスト発生量の減少
  - (5) 耐火物消費量の低減
  - (6) 除塵方法 (乾式除塵, 湿式除塵) の選択などの解明を主目的に進められたが、その後、
  - (7) 炉口ソール法の改善
  - (8) 連続排滓法の確立
  - (9) 顕熱回収ボイラの設計基準の確立
  - (10) 固体鉄原料からの鉄浴造成法の完成
- などの問題が加わり、この中すでに大部分の項目については成功裡に試験を終了している。そして最後に
- (11) 長時間連続操業の確認
- のための試験が予定されている。なお 15t 炉の試験に併行して次期の大型パイロット・プラントの案画も進められている。実験結果の一部を表 2 に示した。

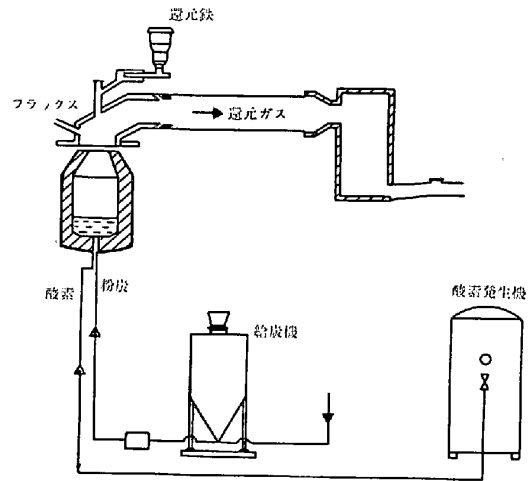


図 12 Krupp の還元溶融製鉄法

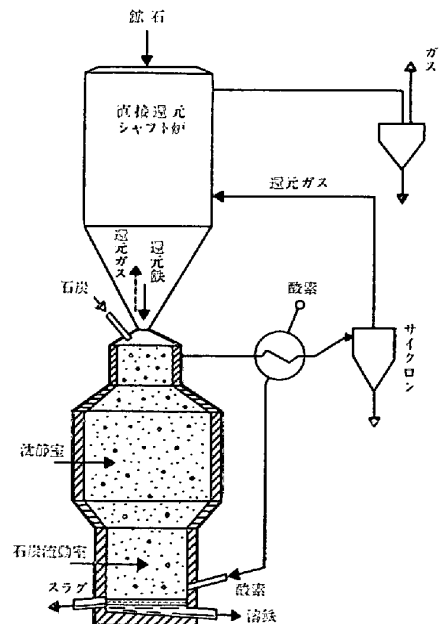


図 13 KR 還元溶融製鉄法 (Korf Stahle AG)

### 3.6 製鉄法との合併法, その他

鉄浴ガス化炉で製造したガスを直接製鉄シャフト炉に送って鉄鉱石を還元し固体還元鉄を製造する。その還元鉄を鉄浴ガス化炉に装入して溶解し溶銑を製造する。この新製鉄法の開発研究がスウェーデン王立工科大学のほか、Krupp Forschung Institute<sup>18)</sup> や Korf Stahle AG<sup>19)</sup>でも行われている(図12, 図13参照)。また(財)日本産業技術振興会では通産省の依頼を受け、フェロクロムの製造に鉄浴を利用する熔融還元法の研究に着手している。

なお鉄浴ガス化法の特許は、わが国では1974年以後、新明和工業(株)、三井造船(株)、新日本製鉄(株)をはじめ多数出願公告されている。また鉄浴ガス化の基礎研究が東京大学工学部<sup>20)</sup>で進められている。

## 4. 鉄浴ガス化炉における反応

### 4.1 主要なガス化反応

鉄浴炉におけるガス化反応の概要を表3に示す。他のガス化法における反応と異なる点は石炭中のC, Sの大部分が一旦溶鉄中に溶解し、溶鉄に溶解したC, SがO<sub>2</sub>やスラグと反応するところに特徴がある。石炭は分解し、固定炭素の大部分は溶鉄に溶解しO<sub>2</sub>と反応してCOを生成する。溶鉄中にCが十分存在すればCO<sub>2</sub>の生成は抑制される。石炭とO<sub>2</sub>との反応だけでは鉄浴温度が上昇するので、1500°C付近の一定温度に保持するためにスチームの添加を行い、水性ガス反応の吸熱によって温度のバランスをとる。この反応はCの1molから2molのガスを生成するのでコスト上有利な反応であり、効果的に行うにはスチームを鉄浴に十分に接触させるように供給することが必要である。

石炭中のSも大部分が一旦溶鉄に溶け、分配によりスラグに移行する。分配比はスラグ塩基度に依存する。

### 4.2 底吹き法と上吹き法との反応の相違点

O<sub>2</sub>を炉底から供給する底吹き法ではO<sub>2</sub>の大部分は直接溶鉄と反応する。これに対して上吹き法では酸素噴流が自由噴流に拡がる際に雰囲気ガス(約1500°CのCO, H<sub>2</sub>)を巻き込む。巻き込まれたCO, H<sub>2</sub>はO<sub>2</sub>と反応してCO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O(g)となり、さらに鉄浴のCと反応してCO, H<sub>2</sub>に再生される。浴上空間での石炭の燃焼は

水分の蒸発、揮発分の分解など吸熱を伴うため一部しか起らないであろう。

ソフトブローになると噴流ガスの一部は浴面に接触せずに炉口に向かうためCO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O(g)の含有が高くなり、ガス化効率が低下する。また攪拌が弱くなるためFeの酸化が増加してスラグのFeOが高くなる。熱的にはソフトブローになるほどわねつの傾向、すなわち炉内ガスやスラグの温度が鉄浴よりも高くなる傾向を増す。しかし大型炉になるとこれらのソフトブローの影響の度合いは小さくなる。これらの現象はLD転炉の反応に酷似しているとみることができよう。

## 5. 鉄浴利用の意義

### (1) CO<sub>2</sub> および未燃炭塵の発生防止

石炭の大部分を一旦、高温の鉄浴中に溶解させ、溶解した原子状炭素をO<sub>2</sub>と反応させるので反応が速く、鉄浴中にCが十分存在するかぎりCO<sub>2</sub>の生成は少ない。

一般の噴流式ガス化炉では微粉炭を直接反応させるが、微粉炭には粒子ごとに寸法差があるため細粒はCO<sub>2</sub>まで燃焼しやすく、粗粒は中心部が未燃のまま炭塵として炉外に搬出され、CO<sub>2</sub>や未燃炭塵の発生が避けにくい。

### (2) 石炭、酸素供給量の変動を吸収する自律作用

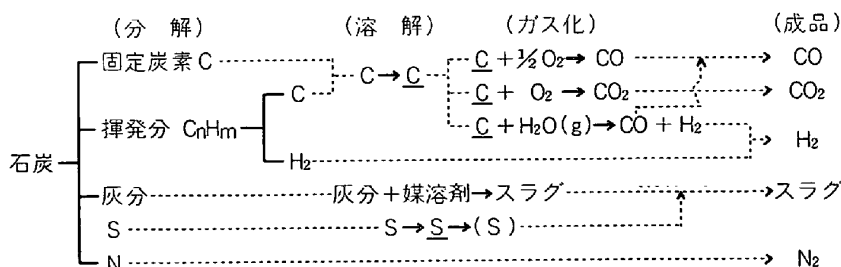
石炭、O<sub>2</sub>、スチームをガス化に必要な化学量比で連続的に供給することは、微視的には困難な技術(特に石炭の供給)であるが、鉄浴が存在すれば、酸素過剰時には過剰酸素は鉄浴中炭素を消費してCOを発生し、CO<sub>2</sub>の生成を防止する。一方、石炭過剰時には鉄浴が吸炭して未燃炭素の逸出を防ぐ。このようにして鉄浴は石炭、酸素供給量の変動を吸収する自律作用を持っており、ガスのカロリー変動を少なくする。

他の噴流式ガス化炉においては石炭や酸素供給量の瞬時的変動がそのままCO<sub>2</sub>や未燃炭塵の増加をきたすことになる。

### (3) 石炭中硫黄の炉内脱硫

石炭中のSの大部分は一旦、鉄浴に溶解し、ついでスラグに移行し、スラグと共に炉外に排出される。粗ガス中に入るSは石炭中のSの10%以下であり、燃料向けの場合には粗ガスの水洗のみで十分で、特別な脱硫装置

表3 鉄浴石炭ガス化主反応



を必要としない。

他のガス化炉の場合には石炭中のSの大部分が粗ガスに含まれて炉外に運ばれるので、後続の脱硫工程が必要である。

## 6. 鉄浴石炭ガス化法の特徴

### (1) 良質ガスの生成

- 1) CO, H<sub>2</sub> の含有量高く, CO<sub>2</sub> が少ない. ……化学工業用, 還元ガス用にも適用可.
  - 2) 2500~2700 kcal/Nm<sup>3</sup> の中カロリーガスが得られる. ……燃焼する場合, 空気比小で火焰温度は高い (約 2000°C).
  - 3) タール, 分解油, CH<sub>4</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> が僅少. ……ガス精製設備が簡単.
  - 4) Fuel SO<sub>x</sub>, Fuel NO<sub>x</sub> の含有量が少ない. ……公害対策設備が簡略.
- (2) 使用する石炭の種類に制約が少ない. ……灰分, 固有水分は考慮必要.
- (3) ガス化炉の構造が簡単で大型化が容易.
- (4) 操業が容易. ……LD 転炉の操業技術および計測制御技術の適用.

などの特徴を有しており, 実用化が可能となれば良質のガスを比較的安価に製造できると考えられる.

一方, 本方式は燃料ガスや還元ガス用には適しているが常圧炉であるために圧力を必要とする合成ガスや化学工業原料用のガスとしては下工程で昇圧が必要となる.

## 7. 結 言

鉄浴ガス化法の基礎研究が開始されたのは1970年に入つてからのことであり, LD 転炉の商業炉の出現が1952年であることを考えると, 鉄浴ガス化法はまだ歴史が浅く, 従来, 浸漬ランス法や底吹き法による実験が行われたにすぎない.

住友金属工業(株)ではLD 転炉の技術を基盤に, 非浸漬ランス上吹き法によるガス化法の開発に着手した. 良質なガス組成を確認した後, 15t 鉄浴炉による操業条件の解明・改善を進め, 現在実用化確認のための長時間操業試験を進めている.

転炉の操業が短時間のバッチ式であるに対し, ガス化炉では長時間連続操業が必要とされるため, 耐火物をはじめ炉設備にはよりシビアな耐久性が要求される. 近年進歩した製鋼用耐火物の材質ならびに使用技術を最大限に活用すると共に, 長期操業の実績深い高炉の側壁や炉底の冷却技術をも採り入れて改善を計り, 鉄浴ガス化法の完成に努めている.

## 文 献

- 1) コークス炉, 高炉, 転炉作業調査表 (昭和 55 年 年計) [日本鉄鋼連盟]
- 2) 総合エネルギー統計, 昭和 56 年度版 [資源エネルギー庁]
- 3) P. F. H. RUDOLPH, C. HAFHE, and P. K. HERBERT: Conference of Synthetic Fuels, San Francisco, Oct. 1980
- 4) R. B. SHARMAN, J. A. LACEY, and J. E. SCOTT: 8th Annual International Conference of Coal Gasification, Liquefaction and Conversion to Electricity, Pittsburg, U. S. A., Aug. 1981
- 5) E. J. FERRETTI, K. C. BACZEWSKI, and A. C. MENGON: Energy Communications, 5 (1975), p. 433
- 6) W. ADLHOCH and K. A. THEIS: Conference of Synthetic Fuels, San Francisco, Oct. 1980
- 7) J. D. HOLMGREN, C. E. SEGLEM, L. A. SALVADOR, and M. W. DYOS: Conference of Synthetic Fuels, San Francisco
- 8) J. G. PATEL and J. W. LODING: Conference of Synthetic Fuels, San Francisco, Oct. 1980
- 9) 平戸瑞穂, 小栗敬堯, 宮寺 博: 化学工学, 41 (1977), 9, p. 39
- 10) J. E. FRANZEN and E. K. GOEKE: ILAFA Congress on Coal in the Steel Industry of Latin American Iron and Steel Institute, Mexico City, July 1976
- 11) W. R. SIEGART: Conference of Synthetic Fuels, San Francisco, Oct. 1980
- 12) M. J. Van der BURGT and J. WALLER: 8th Annual International Conference of Coal Gasification, Liquefaction and Conversion to Electricity, Pittsburgh, U. S. A., Aug. 1981
- 13) G. J. MANTHOS and E. E. ELINGTON: Economics of Gasification of Solid Fuels in the Rummel/Otto Gasifier, Jan. 1977, Prepared for ERDA
- 14) G. FÜSSMAN and M. RASSBACH: Conference of Synthetic Fuels, San Francisco, Oct. 1980
- 15) Applied Technology Corp.: Coal Age, Jan. 1972, p. 59
- 16) T. TANOUÉ, S. OKAMURA, M. SUEYASU, M. FUKUDA, T. MATSUO, and K. OKANE: 8th Energy Technology Conference and Exposition, Washington, March 1981
- 17) P. PASCHEN, R. PFEIFER, and H. D. WALDHECKER: 8th Energy Technology Conference and Exposition, Washington, March 1981
- 18) J. HARTWIG, D. NEUSCHÜTZ, and RADKE: Stahl u. Eisen, 100 (1980) 10, p. 535
- 19) DOS 2843303 4 Oct. 1978: Stahl u. Eisen, 100 (1980) 20, p. 1207
- 20) 小松周作, 熊野 尚, 大塚研一, 金子恭二郎, 佐野信雄, 相馬胤和: 鉄と鋼, 67 (1981), S667