オットー式スラッグベッドガス発生炉

——昭和32年6月18日例会講演——

東京瓦斯株式会社 高 島 良 一

要旨：石炭の消費は世界各国共年々増加の一途をたどり、特にコークス用原料炭は次第に制約を受けてきている。石油資源の豊富なアメリカ、イタリーなどを除いては石炭の有効利用、すなわち原料炭以外の非粘結炭、低品位炭のガス化を急速に工業化しなければならぬ状況に追いつめられてきている。独乙においても非粘結炭の完全ガス化の研究が進み、大規模に工業化されて既に稼働中のルルギ高圧ガス化装置、コッパーストックネックガス化装置に続いて、1956年にオットー式スラッグベッドガス発生炉が Düsseldorf の南方30哩の Cologne 市の Wesseling 合成工場に建設されて順調な作業を続けている。筆者はこの装置を見学する機会を得たのでその装置の概要と作業成績の一例について述べた。

I. 緒 言

独乙のオットー社では Rummel 氏によつて提唱されたこのスラッグベッドガス発生炉を工業化するために1950年に Düsseldorf 南約30哩の Cologne市の Wesseling 合成工場に処理能力 30t/日の小規模な試験装置を建設し、爾来5ケ年間の実験を重ねて優秀な成績を収めたので、本格的な規模の装置を建設し1956年5月10日に運転を開始した。筆者は同年5月24日作業開始直後のこの装置を見学したが残念なことに一部修理のため5月16日以来作業を休止していた。製造開始後僅か5日間の運転であるため新装置の作業成績ははつきりしたものではなかつたが、Rummel 氏は大体予期の成績を収めたと述べていた。Wesseling 合成工場は戦前は褐炭の液化を主として行つていたが、戦後禁止されて現在はアンモニアの合成、メタノールの合成、原油の水添などを行つているが、合成用原料ガスを従来は主力をウインクラークガス発生炉に依存していた。今後は主力を次第にこのスラッグベッドガス発生炉に置換する方針で引続きさらに1基増設する計画で着々準備を進めていた。

II. 装置の能力

この本装置の設計の際の能力は次のとおりである。

ガス製造量	16,000~18,000m ³ /hr
ガス熱量	2,600~2,800kcal/m ³
原料使用量	8~9t/hr

(水分8%の褐炭として)

スラッグベッドの温度	1,600~1,800°C
蒸気発生量	9t/hr (18atm)
蒸気使用量	3t/hr (2.5atm)
酸素使用量	3,500m ³ /hr
(97~98%O ₂ として)	

試験装置による経験から大体この程度の能力が経済単位のものである。

III. 炉の構造

発生炉は内径1,800mmで試験装置の場合はウォータージャケットになつていたが、本装置では約3inのパイプがチューブボイラーのように列んでいる(第1

図)。発生ガスはこのパイプに沿つて上昇して顕熱の一部を蒸気として回収し、さらに炉上部に設置されたレキュペレーター、次のスーパー

ヒーター、およびボイラー給水の予熱のためのエコノマイザーをとつてさらに顕熱を回収する。

吹込ノズルは原料用のもの6本、ガス化媒体用のもの6本が交互に発生炉に対し切線方向の稍下向きに取付けられている(第2図)。ノズルの取付位置はスラッグのオーバーフローパイプの高さと大体同じ高さで、原料用ノズルの内径は32mmでガス化媒体用の方は少し太いようである。

第 2 図

ガス化媒体としては過熱蒸気と酸素を混合して使用する。原料とガス化媒体はそれぞれのノズルから高速度で炉内に吹き込まれるので炉内部の液状のスラッグは流れのエネルギーによつて廻転運動を続ける。微粉の原料炭素が灰の融点以上の高温で、すなわち 1,600～1,800°C でガス化されるが、このように高速度で廻転しているので反応物質の連続的な、また密接な混合が有効に行われ、そのために反応も速くかつ炉断面積当りの原料処理量も大となる。

炉底に溜つたスラッグは新しく生成される量に相当する量だけ連続的に中央のオーバーフローパイプから溢流して下部のウォーターシールボックスに落下して急冷されて粒状となり、底部のバケットコンベヤーで自動的に搬出される(第3図)。

第 3 図

IV. 反応経過

炉内の反応としては次の経過をたどるものと思われる。

熔融スラッグもまたガス化反応に関係がある。すなわちその成分中の酸化鉄は一部炭素によつて次式のように還元される。

この還元された FeO 再びガス化媒体、特に酸素によつて酸化される。

スラッグはこのように酸素の誘導体として働き、また触媒のようにガス化反応の促進を助ける。

また反応速度はスラッグの成分と粘度に大きな関係がある。すなわちサラサラしたスラッグの中ではガス状の反応参加物は小さい気泡となり、その結果反応表面積が大となり反応速度は速くなる。

原料中の無機および有機の硫黄はスラッグの高温と、炉内を支配している還元気の中で絶えず硫化水素に変化して有機硫黄化合物や樹脂生成物は生成されない。

V. Wesseling 工場の装置および作業の概要

この工場では原料は附近で採掘されるライン褐炭を使用している。原料の条件としては次のことがあげられている。

(1) 粒度

炭質は如何なるものでも差支えないが粒度は 0～2mm とすることが経験上最もよいのである。Otto では 2～5mm でも支障ないように設計できるといつている。この工場では 0～3mm を使用しているが、3～5mm が 20% 程なら混入しても問題にならないようである。

(2) 灰の熔流点 (Flowing point)

灰の熔流点は 1,450°C 以下が好ましいが、むしろ重要なことはスラッグがいわゆる“long slag”であるか、“short slag”であるかという点である。“short slag”であればたとえ熔流点が 1,450°C 以上であつても差支えない場合がある。またもし熔流点が高くてスラッグが液状にならぬ場合は融剤を入れることもできる。

装置の概要は第4図に示すとおりで、原料は原料バンカーからビューラーコンベヤーで建物最上部にある網目 3mm の振動篩にかけて、篩上は次の粉碎機で粉碎して再篩する。3mm 以下の原料は温合槽でよく混合した後計量装置をとつて原料ポンプで炉内に吹き込む。この原料ポンプの流動体としては炭酸ガスを使用している。(蒸気、水蒸気でもよいが、この工場

第 4 図

は余剰の炭酸ガスがあるので使用している。)発生ガスは前述のようにレキュペレーター、スーパーヒーター、エコノマイザーを通過してサイクロンに入り、ガスと共に飛散してくるカーボン、スラッグを分離する。この分離されたカーボン、スラッグは再び発生炉に吹き込む。この量は原料の約10%程度で原料吹込用ノズルの中1本をこのために使用している。サイクロンを出るガスの温度は約200°Cでスクラッパー、タイゼンウォッシャー、ドロップキャッチャーを経てダストを除去し、ガス温度も約25°Cまで冷却してブローで合成工場へ送っている。ガス精製設備の大きさは次のとおりである。

- (1) スクラッパー 1基
内径 3.6m 高 16.8m
- (2) タイゼンウォッシャー 2基
ガス通過量 16,000m³/hr
所要馬力数 150HP
- (3) ガスブロー 2基 (1基予備)
所要馬力数 52HP
- (4) 酸素ブロー 2基 (1基予備)
所要馬力数 90HP
- (5) 給水ポンプ 2基
能力 113m³/hr
- (6) 鉄鋼構造物 (計器室、ブロー室を含めて)
総重量 140t
床面積 8m×36m
高さ 15m
- (7) 全装置の鉄鋼総重量 (基礎材料を除く)
1,200 t

蒸気はこの装置で18atm, 350°Cの高圧加熱蒸気が発生するが、使用蒸気は2.5atm, 140°Cで充分であるので発生蒸気は合成工場に送り、合成工場の余剰蒸気を使用している。

酸素はリンデ酸素発生装置で製造しているので純度97~98%のものを使用しているが、蒸気と混合して使用するので必ずしも純度の高いものを必要としない。

この装置の全般的な管理は中央管理室で中央制御しているので、作業員は1交代当り、石炭関係1人、発生炉関係1人、機械廻り関係1人、計3人で発生炉二基まで作業できるといっているから予備員まで含めても10人で充分である。

この発生炉の発生作業開始の場合はまずスラッグオーバーパイプの上に木板を敷き、その上に焚木を積んで点火し、石炭と空気を徐々に吹き込む。約20~24時間後、充分にスラッグベッドができて炉内の温度が上昇した時に空気を酸素と過熱蒸気に切替えて平常作業となる。休止後の発生の場合は炉内にスラッグベッドが形成されているので同様な方法で点火して平常作業に移るまで約8時間である。休止の場合は原料と酸素、過熱蒸気の吹き込みを同時に停止して放置すると約5時間で冷却する。

Ⅵ. Wesseling 工場における作業成績

(1) 原料褐炭の分析

水分	8%
揮発分	44~45%
灰分	5~6%
硫黄分	0.4%
灰の融点	1,350~1,400°C
総発熱量	5,000kcal/kg

(2) 灰の組成

ガス化前の褐炭より分析した灰の組成の一例

SiO ₂	6%
Fe ₂ O ₃	22%
Mg ₃ O ₃	—
Al ₂ O ₃	6%
CaO	45%
MgO	4%
SO ₃	17%

(3) 発生ガスの分析

CO ₂	15~16%
CnHm	0.2%
CO	40~41%
O ₂	0.2%
CH ₄	0.5%
H ₂	36~37%
H.V	2,600~2,700kcal/m ³

(4) 作業原単位 (1時間当り)

褐炭使用量	9,500kg
-------	---------

酸素使用量	3,200Nm ³
蒸気使用量	2,200kg
(2.5atm, 140°C)	
炭酸ガス使用量	600Nm ³
スラッグ生成量	400kg
蒸気発生量	9,000kg
(18atm 350°C)	
補給水量	9,100kg
冷却用水使用量	
スクラッパー用	130m ³
タイゼンウォッシャー用	16m ³

(5) その他の数値

(i) ガス温度

炉の底部	1,600°C
レキュペレーター入口	900°C
スーパーヒーター入口	730°C
サイクロン入口	220°C
スクラッパー出口	25°C
タイゼンウォッシャー出口	23°C

(ii) ガス中のダスト

スクラッパー出口	20mg/m ³
タイゼンウォッシャー出口	5mg/m ³

(iii) 使用圧力

炭酸ガス	2atm
酸素	2,000mm(水柱)
蒸気	2.5atm
給水	18atm

Ⅶ. スラッグベッドガス発生炉の特長

この発生炉の特長としては次の点があげられている。

- (1) 原料は炭種を選ばず高灰分でも差支えない。
また粒度も 0~3mm 程度のものが使用できる。
- (2) 流緩炉のような融剤が不要である。
- (3) 連続作業ができる。このためバルブの開閉もなく比較的構造が簡単になり資本費も少なくてすむ。
- (4) 微粒の炭素が大きな表面積と灰の融点以上の高温でガス化されるので、反応速度が速く、炉

の断面積当りの処理能力が大である。

- (5) 空気、蒸気、酸素、炭酸ガス等の使用割合の変化により発生炉ガス、水性ガス、合成用ガスなどの用途に適合したガスの製造が容易である。また重油の使用(原料吹込ノズルの一部または全部をスチームジェット式ノズルと取替えて重油を吹き込む。)によつて増熱水性ガス、或は油ガスの製造もできる。
- (6) 重炭化水素、タールはほとんど分解されて生成されない。
- (7) 石炭中の硫黄分はほとんど全部硫化水素となり、有機硫黄化合物や樹脂生成物は生成されない。
(このことは特に合成用ガスとしては重要なことである。)
- (8) ガス化効率は 80% を超える。
- (9) 熱効率は 93% 以上となり非常に高い。
- (10) スラッグは完全に燃焼性物質を含まないので、スラッグ粒にすることもスラッグウールにすることもできる。

Ⅷ. 結 言

このスラッグベッドガス発生炉は現在合成用ガス製造の目的で作業されているが、前述のようにガスの成分すなわち水素と一酸化炭素の量を比較的容易に変化することができるので今後合成用ガス源として相当利用価値のあるものと思われる。都市ガス用としてはこの発生炉単独では適当ではないが、重油による増熱をして使用することも今後研究する必要がある。また現在コークス発生炉を使用している代りにこの発生炉を使用して高熱量油ガスの稀釈用ガスを製造することは、酸素を必要とする欠点はあるが、コークス発生炉に比較して

- (1) 低品位炭が使用できること。
- (2) ガス得熱およびガス熱量が高いこと。
- (3) ガス中の水素含有量が多いこと。
- (4) 成分的に操業上の弾力性に富んでいることなどの利点を有しているのでガス事業者としても今後興味ある研究課題だと思われる。

Otto Slag Bed Gasifier

by Ryoichi Takashima

(Tokyo Gas Co.)

SYNOPSIS:—The consumption of coal in every country increases year by year and especially coking coal is gradually subjected to many restrictions.

Except U. S. and Italy which abound in petroleum resources, many countries are faced to the circumstances under which they must rapidly develop the gasification of non-caking coal or low-grade coal.

The studies of complete gasification of non-caking coal progress in Germany and following the Lurgi high pressure gasifier and the Coppers-Totzek gasification furnace which have already been put into commercial operation, Otto slag bed gasifier was established in 1956 at the Wesseling synthetic works in Cologne near Düsseldorf and has been successfully operated.

The author describes in this paper the outline of this gasifier and its operation results.

気-液分配クロマトグラフィーによる定量に用いる面積の解析

L. C. Browning & J. O. Watts, *Anal. Chem.* 29, (1) 24~7 (1957)

気-液分配クロマトグラフィーによる定量において、成分の熱伝導度が大体同じならば記録された曲線で囲まれた面積は直接成分の wt % に比例している。成分の熱伝導度で面積をわることによって経験上の補正を行うことができる。これらの減少した面積から wt % を計算すればよい。この補正を水-エチルアルコール-ジエチルエーテル、水-エチルアルコール、四塩化炭素-アセトン、エチルアルコール-クロロホルム、四塩化炭素-クロロホルムおよび別の著者が報告した炭化水素類の溶液に応用したが大体においてよい結果が得られた。

直接的な補正はもつとも正確な結果を与える。

(岩崎隆久)