不燃性分の多い燃料（ボタ）のガス化

—昭和29年5月10日受理—

西独ドクタ・シー・オットー社 工学博士 ゲルハルト・ローレンツエン

要旨 幾多の実験に基きライテ博士とその助力者は1日10tのオットー式横流炉により不燃性分の多い燃料から廉価な貧ガスを得た。燃料中の炭素の量と灰分の焼結温度によつてガスの発熱量は800~1,200 kcal/Nm³の間にあり、そのガス化効率は55~65%である。

ゴルマー氏は不燃性分の多い燃料のガス化について深い見識を持つており、彼自身多くの実験を行い1948年には総括的な講演を行っている。彼がその際特に選炭時に出るいわゆるボタ(Berge)のガス化について報告していることは注目すべきである。

横流式炉が不燃性分の多い燃料のガス化に適しているかどうかを報告する前にこの炉は元来選炭ボタをガス化するために考案されたものではないことを申し上げねばならない。

ゲーベル氏がドクタ・シー・オットー社で1938年に横流式炉を考案した時はさし当つてオイルシェールの乾溜炉を創造するためであつた。オイルシェールはできるだけ薄い層でできるだけ広い面積の上で内部より発生するガスによつて処理されその油分を追い出さねばならない。このことは成功し、この横流式炉は多年にわたり乾溜炉として満足以運転された。

第1図 西独ドッテルンハウゼン所在の
オイルシェール工場

オイルシェールを乾溜する際炭素を含有した残渣が生じた。これはその中から炭素部分が取り除かれれば

セメント製造用として利用することができた。そうしてこれらの部分を除去するために内部より発生するガスのみでなく、空気を追加して処理することにした。その際導入された若干の酸素によつて再び炭素をガス化または燃焼させることができた。

乾溜されたオイルシェールに対するガス化が奏効した時、さらに他の不燃性分の多い燃料、特に選炭ボタに使用することへの前進であつた。

第2図は横流室を通じた概略図であり、作業方法が簡単に明示してある。

第2図 横流式炉の投視図

不燃性分の多い燃料は連続的に室の上部から装入され、残渣も連続的に下部から取り出される。ガス化に要する空気と蒸気は後部に示された壁の孔から入り大気燃料中を真横に流れてこれをガス化する。ここで生じたガスは前方に示された壁の孔をととしてガス集合室に入り、そこからガス洗滌装置に導かれる。不燃性分の多い燃料をガス化する場合、この横流式は堅型ガス発生炉に比し第3図に示すような特徴をもっている。

第3図 ガス化層
回転火格子 横流式炉

堅型発生炉ではガス化層は真横に次々とならんでいく。そしてそれらの層は比較的に厚い。ガス化用の空気と蒸気などは底の方から入り上の方に導かれるが、その時個々の層をできるだけ均一に貫流する必要がある。しかるに堅型炉においてはガスの流れがある場所にかたよることは避け難い。ガスが多く流れるところでは反応が活発となり、高熱となり、不燃性分の多い燃料は焼結または溶解する。他の場所では少量の空気と蒸気などしかこないためそれに応じて反応も遅く温度は低く炭素部分は完全にはガス化されない。ゴルマー氏は不燃性分の多い燃料が厚い層の場合は温度の制御が作業上困難であると報告している。しかるに横流式炉においては燃料は比較的に薄い層で上から下へと堅の炉床面に沿って落ちて行く。この場合には空気および蒸気などは個々のガス化層に均一に分布させることは非常に容易である。この横流炉では斜めに交互の層が直接炉床面に沿っている。なおガス量は直接に制御され反

応は所定どおり行われて過熱焼結を防止できる。

大戦中オイルシェールの乾溜を横流式炉を用い附加空気で乾溜ガス化することを初めた。戦後ライテ博士はその助手ゲエーベル・グランデ・メウエスおよびミュンツ諸氏とともにボフム・ダールハウゼンのオットー社の試験設備で再び実験を開始した。ここには1939年以来1日1t能力の小さな実験乾溜がある。(第4図) この炉はガス化実験用で、乾溜とガス化を兼ねての実験用には小さかった。しかしながらその中で個々の反応について実験することはできた。この結果はわれわれを鼓舞しオットー社はさらに研究を続けるために Deutschen Kohlenbergbau-Leitung および Ruhrgas-Gesellschaft との共同研究で1日約19tの生産能力の実験炉を建てた。第5図がそれである。第6図(底から上向き)は横流洗滌に対するガスの入口および出口の配列を示す。

第4図 試験用乾溜炉 (1939年)

この装置は頭初からボタのガス化のために建てられた。そしてこの装置にはガスの発生炉その後の処理の装置、および予熱装置をもつた洗滌ガス循環装置を備えている。第7図でみるように、乾溜炉は乾燥、燃焼、乾溜、ガス化にわかれている。

横流するガス、すなわち空気と蒸気の混合物は燃料を横に貫通しこれと反応し乾溜ガスとガス化されたガスの混合物となり炉から出る。ガスは間接冷却器中で冷却されさらに直接冷却機を通過した後使用される。

第5図 大型試験装置 (1951年)

第6図 下方より炉内構造をみる

第7図 不燃性分の多い燃料のガス化装置 (基本型)

間接冷却機に用いられた冷却水は流入するガス化用空気の飽和に用いられる。これらは炉に入る前に予熱器中で加熱される。もし燃料を乾燥する必要がある時は一部の流れは炉の上部を通じて導かれる。この燃料の乾燥によつて空気はさらに湿分を含み予熱器の前で循環系統中に入る。横流炉の下部では数箇所から空気が導入されそして残渣燃料をできるだけ完全に燃焼させる。この高温の燃焼ガスで予熱器を加熱する。この過程は装入する燃料の状態によつて種々に変えることができる。

第8図 不燃性分の多い燃料のガス化装置 (変形したもの)

たとえば第8図に示すように比較的乾燥している燃料の時は上部の循環系略を省略する。もし必要ならばガスで燃料を予熱する。そして下部の横流をガス化燃料が上に行くようにして炉を反対側にとおすこともできる。

1951年夏の予備実験の結果についてはブッフ氏が報告している。その間鉱山組合のゴルマー氏およびブッフ氏の提案に基づきオート式装置によつて新しい大きな実験がなされた。不燃性分の多い燃料に対するガス化の一般的条件は焼結に邪魔されないため鉱物質部分の焼結温度より約 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ 低くせねばならないということである。この焼結温度は鉱物質がライツの加熱マイクロスコープ中で空気不足の状態ではじめの温度以下ということである。軟化点に達してならないということは普通のコークスまたは石炭のガス化の際よりもより多くの水分を含んだガス化手段で完全なガス化を行うということの意味する。

それ故に普通炉ガスの時より空気ガスの比率が水性ガスに較べて少ない。そして水性ガスの発生に対してはよく知られた2つの方程式 $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ の2つのうち後者の方が主となる。

ガスは第9図のように石炭およびコークス発生炉に較べて水素は比較的多く一酸化炭素は少くなまた不燃部分としては相対的に高い炭酸ガスを含んでいる。その上乾溜ガス化を取扱う関係上メタンのある量と乾溜炭化水素物が含まれていることは当然である。

ガス化への温度の関係からさらにガスの分析は灰分の焼結温度に関係すること

第9図 ポタガス化法におけるガスの分析と
発熱量（ボタ中の炭素含有量と灰分
の焼結温度とにより変化する）

になる。これが高ければガス化温度を高くすることができ、そしてガスの品質をよくすることができる。

たとえば軟化点1,000~1,100°Cの間のボタの発熱量は900~1,000kcal/Nm³で、軟化点1,200°C以上の時はガス発熱量は1,200~1,300kcal/Nm³に達する。不燃性分の多い燃料のガス化に際しては不燃性分も一樣に加熱されるため導入される熱量に比較して大きな炉単位となり、第10図のように多くの室を1つに纏めたような試験炉でも大きな輻射熱損失を生ずる。

第10図 大型ガス化装置

そのためにガス化効率にはコークスガス化のそれに比し甚しく劣る。熱勘定（第11図）でわかるように、燃焼ガスのほかに発生された発生炉ガスの一部も炉の熱源として用いられる。部分的には燃焼ガス、あるいは附加ガスが予熱器の加熱に用いられる。循環する蒸気

第11図 ポタガス化法の熱勘定

はその過程において、みずから発生するから他よりの水蒸気が要らない。

第12図にはガス化効率と総合的な熱の流れをボタの炭素含有量と灰分の融点との関係において示している。第12図の3番目のものは第11図の熱勘定の数字を示す。第1番目のものは最悪の場合でわずか15%炭素含有率と灰分融点1,100°Cの場合である。

第12図 収率と損失

取得量は炭素の含有率の増大によつて本質的に改善される。発熱量と供給された水蒸気量は灰分の融点に強く影響される。ガス化効率は54~67%の間にあり、熱としては50~60%の間にある。

均一な作業をするには装入されるボタができるだけ均一な粒度と炭素含有率であることが重要である。不

均一な粒度では貫通するガス化燃料の速度が個々の場所異なる。不均一の炭素含有量の時はガス化用空気および蒸気は不燃性分の多いところでは変化せずに流れ、炭素の多いところでは全層を貫流する前にほとんど消耗しガス化されない残渣が残る。

ガス化原料は10~40mmの内最高60mm 粒度が一番よくまたこの10~40mmの粒度のものは後にガス化されたボタを充填するためにも便利である。10mm以下の部分は篩い落される。このものはその中に粘土を含有しているため多くは配合剤なしで簡単に小さなブリケットにできる。そして容易に10~40mmのものとまぜて使用できる。(第13図)

第 13 図 節下微粉ボタ(a), ブリケット(b), ガス化後(c)

(a)

(b)

(c)

一般的にボタ原料を最後の炭素分迄活用し盡すということは経済的でない。炭素含有率5%のものを掘出した山の中に放置することは経済的にも損ではない。わずかな炭素分をもつボタはもはや自然発火することもない。他方炭素含有量が変動しやすい場合、均一なガス状態に適うように運転は調節される。炭素含有量の不安定な燃料はガスではなくむしろ搬び出される残渣中の炭素含有量に影響する。なお残渣の色からガス化の状態が即座にわかる。搬び出されたボタが明るければより早く装入しなければならない。

最後に一言経済性について述べる。

すでに1951年にブッフ氏は燃料の炭素含有率との関係においてガス収益の曲線をあげている。それによれば、12~20%の間の炭素含有率のボタを用いた場合1tのボタ当り 800~1,000kcal/Nm³ のガス530~1,000 Nm³ の有効ガスを得ている。彼はさらに1つの経済

勘定をしている。それによれば1Gcal (=10⁶kcal) に対し原価は DM4.5~6.0 (西独マルク) である。ただしボタに対しては無価値とした。この原価でコークス炉の加熱用に貧ガスを使用すれば富ガスは浮き上り、そのガスの1Nm³のコストは2~3pf(西独フェニッヒ)になった。この値は新しい実験の基礎の上に確証された。

第14図は1日 240t 処理におけるガス価格をボタの炭素含有量および灰分の融点との関係において描いたものである。すなわち1Gcal当り発生ガスをDMでまた発生ガスをコークス炉の加熱に用いた場合に自由に富ガス 1Nm³ 当りの価格を pf で表わしてい

る。

第14図 能力240t/日の装置における
ガス装置費

ゴルマー氏によつて「大きな実験の結果この方法は経済的実行を可能にした。ボタ中の炭素は余り少ないためこれまで利用されなかつた。また金銭的にも計算

されなかった。しかし今までの計算によつてボタのガス化は $1,000\text{kcal/Nm}^3$ の非常に廉価な貧ガスができてコークス炉の加熱用に使用される。」

その上ガスは本質的に他の目的たとえば缶の加熱用

にも用いられ経済的利益をもたらす。この方法の重要なのは他の方法では活用できない燃料の熱を利用できるという点で新しい技術的かつ経済的な可能性を与えるものである。

Gasification of Low Grade Fuels (Washery Wastes)

by G. Lorenzen

(Dr. C. Otto & Comp. G. m. b. H.)

SYNOPSIS:—In large scale trials in an Otto cross-flow oven (10t/d), Dr. Leithe and his co-workers got a cheap, weak gas ($800\sim 1,200\text{kcal/Nm}^3$) from washery wastes, efficiency being 55~65%.

U.D.C. 662.6/.8 : 64

家庭燃料対策について

——昭和29年1月2日受理——

嘉 納 吉 彦

要旨 現下樹立されている家庭燃料対策を化学技術的見地から不満足のものとし、最近ドイツおよびイギリスで発達してきた低質炭を利用する家庭用無煙固体燃料の生産技術と、ここ数年来わが国で研究されてきた同種の技術とを紹介し、本対策は、これらの化学技術に最も重点をおいて樹立されるべきで、これを実現するにはまず機構的と観念的に改善したい問題のあることを指摘した。

I 序 言

家庭燃料問題は森林資源の保存、国民生活の経済と、いふ切実な問題と関聯し、政府も国民も、ともに大きな関心を寄せて解決に当るべきであるにもかかわらず、その施策に、その世論に、いまだ真剣味の欠けていることは遺憾である。

政治の貧困は、これを一言にしていえば、国民大衆の貧困を心から憂う心構えの足らぬことにつきる。周知のごとく家庭燃料の大宗である薪炭の価格は逐年高騰し、施策の効果はほとんど期待できない。薪炭を燃料とする古来の風習は、文化低き時代の単なる蹈襲であり、つとに改めらるべきものの1つであつたと思う。筆者はこの見地に立ち、戦後ただちに薪炭代替燃料の製造法について調査を進め、爾来、真剣にこの問題と取組み、研究を重ねてきた者で、ここに、その概要と所見をのべてみたいと思う。

II 森林資源の荒廃と薪炭価格の高騰

わが国の森林資源は昭和25年森林資源総合対策協議会の調査によると、利用可能林約33億石、その年成長

量約9,000万石、これに対し年間伐採量は約2億石、その過伐量は実に1億1,000万石に達している。この年間伐採量約2億石のうち、薪炭材は薪材約5,000万石、木炭材約5,000万石、計約1億石であるから毎年総伐採量の半分を煙りにしていることになる。

森林の過伐濫伐の傾向を生じてきたのは昭和4,5年のころからで、それ以来、昭和28年までの過伐量は累計約56億石に達し、これが豪雨の度に、耕地を流し、人家は倒れ、人命さえ呑む大きな原因となつている。現在、伐採の行われている開発林は約25億石であるから、かりに今後も毎年2億石づつ伐採してゆくとすれば、成長量の約2.5倍となり、あと12,3年で完全に伐りつくすことになることと憂えられている。

治山治水は古代にあつては政治の全体であつたが、戦後、繰返す河川の氾濫による災害の激甚さをみるにつけても、政治は速かに山に水に復らねばならぬことがわかる。森林資源のかくのごとき荒廃は、ひいて薪炭価格の高騰となり、今冬の小売価格をみると、およそつぎのごとくで、ここ2,3年のうちにほとんど倍