



粗悪なガス燃料の燃焼安定化及び高負荷燃焼



奥村 幸彦*

1. はじめに

本稿では粗悪燃料に対する燃焼促進技術について解説する。ここでは、粗悪燃料の例として蒸し焼きによるバイオシンガスを取り上げる。バイオシンガス製造において、酸化剤として空気を使用した場合、すなわち外部からガス化炉に燃焼熱を投入して燃料を得る場合、バイオシンガスは一般的に 50 vol% 程度の不活性ガス成分 (N_2) を含んでしまう。この結果、バイオシンガスの発熱量及び燃焼速度は共に低くなり、工業的、民生的に取り扱い難い燃料となる^{1, 2)}。他にも温泉付随のガス井からの噴出ガス³⁾や、(北海道でよくみられるように) 地下から吹き出す希薄メタン等は炭化水素ガスの含有分が数十 vol% 程度であり、これらのガスは低発熱でありかつ燃焼性も低いことから未利用状態に、すなわち温暖化係数の高いガスの垂れ流し状態になることも多い。加えて、工業的なプロセスにおいてやむなく空気希釈により捨て去られる廃ガス(粗悪燃料)も存在する。そこで本稿では、空気や N_2 により大幅に希釈された粗悪燃料においてさえ高負荷な燃焼を実現化できるバーナのコンセプトについて解説し、加えて燃

焼器構造とバーナの利用法について概説する。ここで言う高負荷燃焼とは、燃料の高速噴出時での安定な着火と完全燃焼を担保するとともに、単位時間当たり単位体積当たりの発熱量が通常のバーナ使用のそれと比較して増大する燃焼と定義する(大量の燃料投入が可能な燃焼方式とする)。本目的を達するためには、旋回方式による活性ラジカルの供給及び絞り効果による強度渦の生成を設計コンセプトに組み入れる必要がある。従来の利用法において、旋回流及び旋回方式は様々な形で燃焼機関に取り入れられてきたが、燃料と空気の強制混合の促進やかき混ぜ効果改善への目的が多かった⁴⁾。それに対して本技術では、旋回効果によるラジカル生成と主流部への強制混合による燃焼伝搬速度の改善を主目的としている。かつ難燃性燃料であっても安定な燃焼維持と大流量燃焼を達成するために絞り構造を付加する。既往の研究例として、木質バイオマスの粉末燃料に対して、旋回燃焼器によりプロパン 100 % を追加補助するバーナ⁵⁾がみられるが、本技術は難燃性燃料の単体のみでの直接燃焼であり、外部から高カロリー燃料を補填することはない。

* 国立大学法人香川大学 創造工学部 機械システム工学領域 教授 Y. Okumura
連絡先 E-Mail アドレス : okumura.yukihiko@kagawa-u.ac.jp

ろう接の基礎と継手の特性

渡辺 健彦*

1. ろう接の基礎

1.1 ろう接は古くて新しい接合技術

人類が最初に用いた接合技術は「ろう接や鍛接」であろう。それは熱源事情から推測される。古代における熱源としては薪や木炭や石炭などが考えられ、これらの熱源を用いて「ふいご」で送風しても、せいぜい 1200℃ 位の高温しか得られず、鉄鋼を溶かすような高温を得るには不十分であったためと思われる。

ろう付及びはんだ付を総称して「ろう接」と呼ぶ。ろう接時に用いる溶加材の中で、融点が 450℃ 以上の溶加材を「ろう」あるいは「硬ろう」といい、融点が 450℃ 未満の溶加材を「はんだ」あるいは「軟ろう」という。JIS Z 3001-1 によれば、ろう接とは、ろうあるいははんだを用いて、継手とのぬれ現象及びすきまの毛管現象（毛細管現象）を利用して母材をできるだけ溶融しないで接合する方法と定義されている。

ろう接技術の起源は非常に古いものの、現代においても、最先端分野における重要基礎・基盤技術として必要不可欠であり、身の回りにある多くの製品から情報技術、航空・宇宙のあらゆる分野で多用されている。

1.2 接合とろう接過程

一般に、材料の接合法は次の三つに大別できる。

- ① 機械的接合法 …… ボルト締め、リベット締め、焼きばめ、かしめ 等

- ② 冶金学的接合法 …… 熔融溶接，ろう接，拡散接合，加圧接合，塑性流動接合，鑄込み 等

- ③ 化学的接合法 …… 接着 等

接合強さが最も大きいと考えられる冶金学的接合は、両接合面の表面原子間で金属結合が生じることによって達成される。すなわち、冶金学的接合法とは、「接合表面原子を原子間力が作用する距離まで接近させる行為」ということができ、具体的には、接合表面原子を 0.1～0.3 nm 位にまで接近させれば、接合が達成されることになる。

図 1 は、透過電子顕微鏡内で行われた金同士の接合の様子を原子オーダーで示している¹⁾。写真の a～c は金の接合面を近づける場合、d～f は引き離す場合である。接合表面原子を原子間力が作用する距離にまで接近させれば自発的に接合することが示されている。したがって、接合を達成

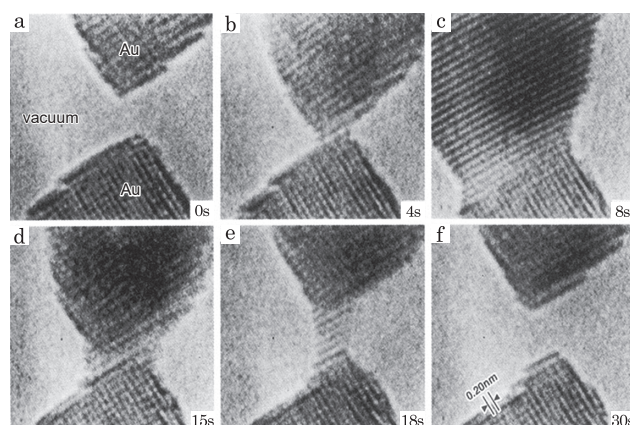
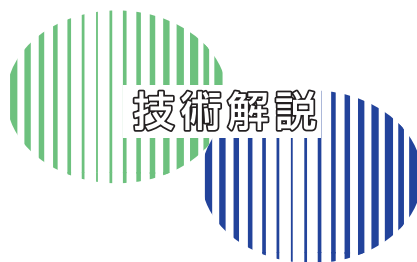


図 1 透過電子顕微鏡内で行われた金の接合時の原子の挙動

* 新潟大学 名誉教授 T.Watanabe 連絡先 E-Mail アドレス : twatanab@eng.niigata-u.ac.jp



炭化けい素系多孔質部材による加熱炉の 省エネルギー化

澁谷 昌樹*
田渕 直人**
田渕 義也***
阿部 浩典****

1. はじめに

高温排ガスの顕熱を回収するために通気性耐熱材料を使用する方法は古くから知られている。1980年代に東京工業大学の越後¹⁾は、高温ガス顕熱を放射熱に変換する方法として、発泡金属や金網を流路内に設置し、それらを高温排ガスが通過する際、排ガス顕熱の一部が通気性固体に伝達され、熱放射として炉内に放射、回収されるメカニズムを理論的ならびに実験的に研究している。

その後、2000年代中頃に、財団法人特殊無機材料研究所の鈴木ら²⁾が炭化けい素(SiC)系繊維の不織布マットを使用して検討を行った。使用されたのは主として宇部興産株式会社(現、UBE株式会社)製のチラノ繊維[®]フェルトである。熱フィルタ作用(煙道にフィルタとして取り付け)、熱レフレクタ作用(炉内の壁に不織布マットを貼り付ける)、あるいはこの両方を炉に施すことによって、マットを取り付けない場合に比べ、同じ温度条件で10～30%のガス使用量が削減された。SiC系繊維は15 μ m程度の細い繊維であり、そのため表面積が大きく、また、マットに加工することで熱伝導度が下がり、熱が炉壁に逃げる前に放射で炉内に戻すため、このような大きな省エネ効

果が得られるものと考えられる。

省エネ効果が10～30%というのは大きな値であるが、残念ながらSiC系繊維マットはこの用途ではほとんど普及していない。その主な理由として耐久性に難があったからであると考えられる。耐久性には二つの意味があり、一つは繊維自身の耐久性である。SiCへの酸化力は酸素よりも水分がはるかに強く、特にガス炉の場合は排ガスに大量の水蒸気を含むため、1,200℃以上では細い繊維が径方向にかなり酸化され強度が低下してしまう。もう一つは、保形性の問題である。マットは布材であるため、そのままでは形状を保てない。そこで耐熱金属の金網で挟んでみたが、高温でしばらく置くと金網が歪んでしまい、マットの横をガスが通ってしまう場合もあった。

さらに、使用方法によっては炉内圧力の上昇が大きくなり、問題となる場合があった。

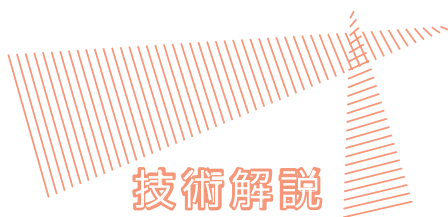
本研究では、マットに比べ簡単に炉に装着できるハニカム形状やスポンジ形状の通気性のある耐熱セラミックスの適用を試みた。通常のセラミックスであるため曲がることはないが、熱伝導度がマットよりは高く、比表面積も小さいのでマットより省エネ効果は低いと推定される。しかしなが

* 公益財団法人特殊無機材料研究所 M. Shibuya

** 新潟ファーマス工業株式会社 N. Tabuchi

*** 同 Y. Tabuchi

**** 同 H. Abe



固体燃焼装置における 灰付着・高温腐食の機構と対策

長 沼 宏*
森 岳 人**
成瀬 一郎***

1. はじめに

工業炉などの熱プロセスでは、ダストやヒューム、燃料中に含まれる灰分に起因する設備のトラブルが引き起こされることがあり、特に固体燃焼装置では灰分の付着による伝熱阻害（スラッシング・ファウリング）が問題となっている。具体的に灰分は、石炭の場合はバルクに含まれるものと炭層などにおける土質成分由来のものがあ、それは多成分系の無機物であるため、成分によって沸点・融点異なることから、燃焼、熱交換及び排ガス処理時に複雑な挙動を示し、特にクリンカと呼ばれる灰の付着や伝熱管の高温腐食を引き起こすことがある。木質バイオマスの場合はカリウムやカルシウム、土砂などが主な灰分を構成し、灰付着による伝熱阻害や高温腐食を引き起こすことがある。

これら固体燃料の灰分に起因するプラントの課題を解決するため、例えば石炭については経済産業省が行った石炭利用基盤技術開発（BRAIN-C）プロジェクト¹⁾、廃棄物についてはNEDO 高効率廃

棄物発電技術開発プロジェクト^{2, 3)}などで有意義な知見が蓄積されている。しかし、実際の固体燃焼設備では、灰付着及び高温腐食は現在も未解決の大きな課題である⁴⁾。今後、発電効率のさらなる向上のために蒸気条件（温度、圧力）が上昇していること、木質バイオマスなどの混焼・専焼利用が進められていること、ならびに廃棄物などのエネルギー利用促進が求められていることを勘案すると、熱利用設備においてはより厳しい運転条件が課される可能性がある。それらのことから、より高効率な運用のためには新たな技術開発が必要となっている。

2. 灰付着と高温腐食の機構

前述のとおり、固体燃料の灰分は多成分系であることが多いため、低い融解温度（共晶点）を持つことがあり、それによって耐火材や伝熱管の表面に灰の付着と成長、ひいては高温腐食が生じやすくなり、様々なプラント運用上の障害につながる。その機構は、気相成分との負の相乗効果を伴

* 東北発電工業株式会社 エンジニアリング部 技術開発研究室 室長 H. Naganuma 連絡先E-Mail : th1995011@tohatu.co.jp

** 同 同 グループリーダー T. Mori

*** 東海国立大学機構 名古屋大学 未来材料・システム研究所 教授 I. Naruse 連絡先E-Mail : naruse@imass.nagoya-u.ac.jp