

燃料及び燃焼

燃焼

- ・液体燃料を過熱すると蒸気が発生し、これに小火炎を近づけると瞬間的に光を放って燃え始める。この光を放って燃える最低の温度を引火点という。
- ・燃料を空気中で加熱し他から点火しないで自然に燃え始める最低の温度を着火温度という。着火温度は、燃料が加熱されて酸化反応によって発生する熱量と、外気に放散される熱量との平衡によって決まる。

燃料の分析

- ・組織を示す場合、通常、液体燃料及び固体燃料には元素分析が、気体燃料には成分分析が用いられる。
- ・発熱量とは、燃料を完全燃焼させたときに発生する熱量をいう。
- ・液体燃料及び固体燃料の発熱量の単位は、通常 MJ/kg で表す。
- ・低発熱量は、高発熱量から水蒸気の潜熱を差し引いた発熱量で、真発熱量ともいう。
- ・高発熱量と低発熱量の差は、燃料に含まれる水素及び水分によって決まる。

燃焼の工業分析

- ・燃料の工業分析では、固体燃料を気乾試料にして、水分、灰分及び揮発分の質量を測定し、残りを固定炭素とみなす。

ボイラー用固体燃料と比較したボイラー用気体燃料の特徴

- ・気体燃料の成分は固体燃料と比べ、炭素に対する水素の比率は高い。
- ・メタンなどの炭化水素が主成分で、種類によっては、水素、一酸化炭素などを含有する。
- ・発生する熱量が同じ場合、CO₂の発生量が少ない。
- ・燃料中の硫黄分や灰分が少なく、伝熱面や火炉壁を汚染することがほとんどない。
- ・漏えいすると、可燃性混合気を作りやすく爆発の危険がある。

ボイラーの石炭燃料と比較した重油燃料の特徴

- ・少ない過剰空気で、完全燃焼させることができる。
- ・ボイラーの負荷変動に対して、応答性が優れている。
- ・油の濡れ込み、点火操作などに注意しないと、炉内ガス爆発を起こすおそれがある。
- ・重油は灰分が少ない為、すす・ダストの発生が少なく灰処理の必要がない。
- ・急着火及び急停止の操作が容易である。

重油の性質

- ・重油の密度は温度が上昇すると減少する
- ・密度の小さい重油は、密度の大きい重油より一般に引火点が低い
- ・重油の比熱は、温度及び密度によって変わる
- ・重油の粘度は、温度が上昇すると低くなる
- ・C 重油は A 重油より単位質量当たりの発熱量が小さい (C<A)

重油の加熱

- ・過熱温度が低すぎるとき➡①霧化不良となり、燃焼が不安定。②すすが発生し、炭化物（カーボン）が付着。
- ・過熱温度が高すぎるとき➡①バーナ管内で油が気化し、ベーパーロックを起こす。②噴霧状態にむらができ、いきつき燃焼となる。③炭化物生成の原因となる。
- ・粘度の高い重油は噴霧に適した粘度にするため加熱する。
- ・C 重油の加熱温度は一般に 80～105℃である。B 重油は 50～60℃

重油燃焼による低温腐食の抑制措置

- ・硫黄分の少ない重油を選択する。燃焼中の酸素濃度を下げる。
- ・燃焼室及び煙道への空気漏入を防止し、煙道ガスの温度の低下を防ぐ
- ・給水温度を上昇させて、エコノマイザの伝熱面の温度を高く保つ
- ・蒸気式空気予熱器を用いて、ガス式空気予熱器の伝熱面の温度が低くなり過ぎないようにする。
- ・重油に添加剤を加え燃焼ガスの露点を下げる。

※露点とは大気の水蒸気が冷却し露（液体）となり始める温度

（↑つまり気体が液体に変わり始める温度。露点を下げるとは露になり難いようにすること。）

重油に含まれる成分による障害

- ・残留炭素分が多いほど、ばいじん量は増加する
- ・水分が多いと熱損傷、いきつき燃焼、貯蔵中にスラッジを形成する
- ・スラッジは、ポンプ、流量計、バーナチップなどを摩耗させる
- ・灰分は、ボイラーの伝熱面に付着し伝熱を阻害する
- ・硫黄分は、ボイラーの低温伝熱面に低温腐食を起こす。

石炭

- ・石炭に含まれる固定炭素は、石炭化度の進んだものほど多い。揮発分が放出された後の「おき」として残る。
- ・石炭に含まれる揮発分は、石炭化度の進んだものほど少ない。
- ・植物は石炭化が進むにつれて、褐炭→瀝青炭→無煙炭へと変化する（無煙炭が一番、石灰化度進んだもの）。
- ・石炭に含まれる灰分が多くなると、燃焼に悪影響を及ぼす。
- ・石炭の燃料比は、石炭化度の進んだものほど大きい。
- ・石炭の単位質量当たりの発熱量は、一般に石炭化度の進んだものほど大きい。

石炭の工業分析

- ・表示されるもの➡水分、灰分、揮発分、固定炭素

石炭燃料の流動層燃焼方式の特徴

- ・低質な燃料でも使用できる
- ・層内に石炭石を送入することにより、炉内脱硫ができる
- ・層内での伝熱性能が良いので、ボイラーの伝熱面積を小さくできる
- ・炉内温度は 700～900℃前後である。
- ・微粉炭バーナ燃焼方式に比べて石炭粒径が大きく、粉碎動力を軽減できる
- ・ばいじんの排出量が多い。※ばいじんとは燃料を燃焼した際に発生する固体微粒子をいい、すすとダクトがこれに当たる。すすは、燃料が不完全燃焼した際に、燃料中の炭化水素に含まれていた炭素が分離して、遊離炭素そして残存したもの。ダクトとは配分を主体とする塵のことである。

ボイラー用気体燃料

- ・気体燃料は、石炭や液体燃料に比べて成分中の炭素に対する水素の比率が高い。
- ・都市ガスは一般に天然ガスを原料としている。
- ・都市ガスは、液体燃料に比べて NOx や CO₂ の排出量が少なく、SOx は排出しない。(NOx は排出します)
- ・LNG は天然ガスを産地で精製後、-162℃に冷却し液化したものである。
- ・LPG は漏えいすると空気より重い為、床に滞留しやすい。
- ・LPG は都市ガスに比べて発熱量が大きい。
- ・液体燃料ボイラーのパイロットバーナの燃料には、LPG を使用することが多い。
- ・特定エリアや工場で使用される気体燃料として、製鉄所や石油工場の副生ガスがある。

ボイラーの油バーナ（色んな種類）

- ・圧力噴霧式バーナは、油に高圧力を加え、これをノズルチップから炉内に噴出させて微粒化するものである。
- ・戻り油式圧力噴霧バーナは、圧力噴霧式バーナに比べ、バーナ負荷調整範囲が広い。
- ・高圧蒸気噴霧式バーナは比較的高圧の蒸気を霧化媒体として油を微粒化するものでバーナ負荷調整範囲が広い。
- ・回転式バーナは回転軸に取り付けられたカップの内面で油膜を形成し、遠心力にて油を微粒化するものである。
- ・ガンタイプオイルバーナはファンと圧力噴霧式バーナとを組み合わせたもので、燃料量の調整範囲が狭く、オンオフ動作によって自動制御を行っているものが多い。

ボイラーの圧力噴霧式バーナの噴射油量を調節する方法

- ①バーナの数を加減する。②バーナのノズルチップを小径のものに取り替える。③戻り油式圧力噴霧バーナを用いる。④ブランジャ式圧力噴霧バーナを用いる。⑤圧力噴霧式バーナの場合は油圧を調節弁で調節。

ボイラーのガスバーナ

- ・ボイラー用ガスバーナはほとんどが拡散形（拡散燃焼方式）を採用している。
- ・拡散燃焼方式ガスバーナは、空気の流速・旋回の強さ・ガスの分散・噴射方式、保炎器の形状などにより、火炎の形状やガスと空気の混合速度を調節する。
- ・センタータイプガスバーナは、空気流の中心にガスノズルがあり、先端からガスを放射状に噴射する。
- ・リングタイプガスバーナはリング状の管の内側に多数のガス噴射孔があり、ガスを空気流の外側から内側に向かって噴射する。**※それぞれのバーナの特徴を理解しておくように**
- ・マルチスパッドガスバーナは空気流中に数本のガスノズルがあり、ガスノズルを分割することによりガスと空気の混合を促進する。
- ・ガンタイプガスバーナは、バーナ、ファン、点火装置、燃焼安全装置、負荷制御装置などを一体化したもので、中・小容量ボイラーに用いられる。

ボイラー燃焼における一次空気・二次空気

- ・油・ガスだき燃焼における一次空気は、噴射された燃料の周辺に供給され、初期燃焼を安定させる。
- ・油・ガスだき燃焼における二次空気は、旋回又は交差流によって燃料と空気の混合を良好にして、燃焼を完結させる。
- ・微粉炭バーナ燃焼は一般に微粉炭を一次空気と予め混合してバーナに送り、二次空気はバーナ周囲から噴出する。
- ・火格子燃焼における一次空気は一般の上向き通風では火格子から燃料層を通して送入される。
- ・火格子燃焼における二次空気は燃料層上の可燃ガスの火炎中に送入される。
- ・火格子燃焼における一次空気と二次空気の割合は、一次空気が大部分を占める。

ボイラーの通風

- ・炉及び煙道を通じて起こる空気及び燃焼ガスの流れを、通風をいう。
- ・煙突によって生じる自然通風力は、煙突内のガス温度が高いほど大きくなる。

- ・押し込み通風は、平衡通風より通風力は小さい。気密が不十分であると、燃焼ガスは外部へ漏れ、ボイラーの効率が低下する。
- ・押し込み通風は、空気流と燃料噴霧流が有効に混合するため、燃焼効率が高まる。
- ・押し込み通風は、一般的に常温の空気を取り扱い、所要動力が小さいので広く用いられている。
- ・押し込み通風は、燃焼用空気をファンを用いて大気圧より高い圧力の炉内に押し込むものである。
- ・押し込み通風は、燃焼ガスを煙道又は煙突入口の設けたファンによって吸い出すもので、燃焼ガスの外部への漏れ・出しがほとんどない。
- ・平衡通風は、押し込みファンと誘引ファンを併用したもので、炉内圧を大気圧よりわずかに低く調節する。
- ・平衡通風は、燃焼調節が容易で、通風抵抗の大きなボイラーでも強い通風力が得られる。押し込み通風より大きな動力を必要とするが誘引通風より動力小さい。
- ・平衡通風は、燃焼ガスの外部への漏れ出しがほとんどなく、誘引通風より動力は小さい
(※同一の通風条件：押し込み通風<平衡通風<誘引通風)
- ・誘引通風は、比較的高温で体積の大きな燃焼ガスを取り扱うので、大型のファンを必要とする。
- ・誘引通風は、炉内の気密が不十分であると空気が炉内に入り込む。

ボイラー燃焼室熱負荷

ボイラーの燃焼室熱負荷とは、単位時間における燃焼室の単位容積当たりの発生熱量をいう。通常の水管ボイラーの燃焼室熱負荷は、微粉炭バーナのときは $150 \sim 200 \text{ kW/m}^3$ 、ガスバーナのときは $200 \sim 1200 \text{ kW/m}^3$ である。

ボイラーの燃料油タンク・供給装置

- ・燃料油タンクは用途により貯蔵タンクとサービスタンクに分類される。
- ・サービスタンクの貯油量は、一般に最大燃焼量の2時間分以上である。
- ・屋外貯蔵タンクの油送油管は油タンクの上部に、油取出し管はタンクの底部から20～30cm 上方に取り付ける
- ・サービスタンクに自動油面調節を取り付けて、サービスタンクの油量が減った場合、自動的に貯蔵タンクの油を補給する。
- ・サービスタンクには、自動油面調節装置の他、油加熱器、温度計などを取り付ける。
- ・油ストレーナは油中の土砂、鉄さび、ごみなどの固形物を除去するものである。
- ・油加熱器には、蒸気式と電気式がある。

ボイラーの人工通風に用いられるファンについて

- ・多翼形ファンは羽根車の外周近くに、浅く幅長で前向きの羽根を多数設けたものである。
- ・多翼形ファンは、小形で軽量であるが、効率が低いため、大きな動力を必要とする。
- ・後向き形ファンは、羽根車の主板及び側板の間に8～24枚の後向きの羽根を設けたものである。
- ・後向き形ファンは高温、高圧及び大容量のボイラーに適する
- ・ラジアル形ファンは、大型で重量があり、摩耗・腐食に強い

ボイラーの熱損傷で一般的に最も大きいもの ➡ 排ガス熱による熱損傷

ボイラーの燃焼により発生する大気汚染物質

- ・排ガス中の SO_x は、大部分が SO_2 である。
- ・排ガス中の NO_x は、大部分が NO である。
- ・フェノール NO_x は、燃焼に使用された空気中の窒素化合物が酸素と反応して生じる。
- ・サーマル NO_x は、燃焼に使用された空気中の窒素が高温条件下で酸素と反応して生じる
- ・燃料を燃焼させる際に発生する固体微粒子には、すすとダストがある。
- ・すすは、燃料の燃焼により分解した炭素が遊離炭素として残存したものである。
- ・ SO_x は、 NO_x とともに酸性雨の原因になる。
- ・ばいじんの人体への影響は、呼吸器の障害である。

ボイラーの燃料の燃焼に伴う NO_x 発生抑制措置

- ・燃焼域で酸素濃度を低くする。
- ・燃焼温度を低くし、特に局所的高温域が生じないようにする。
- ・高温燃焼域における燃焼ガスの滞留時間を短くする。
- ・窒素化合物の少ない燃料を使用する。
- ・排ガス再循環法によって燃焼させる。
- ・二段燃焼法によって燃焼させる。