

■ 平成29年前期：ボイラーの構造に関する知識 ■

問 1 伝熱に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 固体壁の表面とそれに接する流体との間の熱移動を熱伝達といい、液体の沸騰又は蒸気の凝縮のように相変化を伴う場合の熱伝達率は極めて大きい。
- (2) 熱伝達によって伝わる熱量は、流体と固体壁表面との温度差及び伝熱面積に比例する。
- (3) 放射伝熱は、物体が保有する内部エネルギーの一部を電磁波の形で放出し、それが空気を隔てた他の物体面に当たり吸収される熱移動である。
- (4) 放射伝熱によって伝わる熱量は、高温物体の絶対温度の2乗と低温物体の絶対温度の2乗との差に比例する。
- (5) 固体壁を通じた高温流体から低温流体への熱移動を熱通過又は熱貫流といい、一般に熱伝達及び熱伝導が総合されたものである。

【解説】 熱は温度の高い部分から低い部分に移動する。この現象を伝熱といい、伝熱作用は、①熱伝導、②熱伝達（対流）、③放射伝熱の三つに分けることができる。

- (1), (2) 金属壁の表面とそれに接する流体との間での熱移動を熱伝達といい、液体の沸騰又は蒸気の凝縮のように相変化をともなう場合の熱伝達率は極めて大きい。水の沸騰では a の値は $20,000 \sim 50,000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 程度の値をとることができる。

熱伝達によって伝わる熱量 Q [W] は、流体の温度 t_f [°C] と壁の表面温度 t_w [°C] との差及び伝熱面積 F [m²] に比例するとした次式で表すことができる。

$$Q = a (t_f - t_w) F$$

この式で定義される a [W/(m² · K)] を熱伝達率という。

- (3), (4) 物体はその温度に応じて保有する内部エネルギーの一部を電磁波の形で放出する。この現象を熱放射という。この熱放射が他の物体面に当たり吸収されることによって生ずる熱移動が放射伝熱である。

物体1の温度、伝熱面積をそれぞれ T_1 [K]、 F_1 [m²]、物体2の温度を T_2 [K] とすると、放射伝熱量 Q [W] は次式で表される。

$$Q = Ce (T_1^4 - T_2^4) \phi_{12} F_1$$

式中 ϕ_{12} は形態係数で、 Ce は有効放射係数である。

したがって、問の(4)の記述は誤りである。正しくは、放射による熱量はそれぞれの物体の絶対温度の4乗の差に比例する。

- (5) 固体壁の一面に高温の流体、他面に低温の流体が接していると、固体壁を通して高温流体から低温流体への熱の移動が行われる。この現象を熱貫流又は熱通過という。これは熱伝達と熱伝導が総合されたものである。

【答】 (4)

【ポイント】 ボイラーにおける伝熱について理解すること「教本1.1.5」。

29
前

28
後

28
前

27
後

27
前

26
後

29
前

28
後

28
前

27
後

27
前

26
後

29
前

28
後

28
前

27
後

27
前

26
後

29
前

28
後

28
前

27
後

27
前

26
後

ボイラーの構造

ボイラーの取扱

燃料及び燃焼

関係法令

■ 平成29年前期：ボイラーの取扱いに関する知識 ■

問 1 ボイラーの起動時及び蒸気圧力上昇時の取扱いに関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) ガスだきボイラーでは、火力の大きな点火用火種を使用して点火する。
- (2) 常温の水からたき始めるときの圧力上昇は、初めは遅く、次第に速くして、ボイラー本体各部の温度上昇が均等になるようにする。
- (3) 空気予熱器内での異常燃焼を防ぐため、燃焼初期はできる限り低燃焼とし、低燃焼中は空気予熱器の出口ガス温度を監視する。
- (4) エコノマイザの前に蒸発管群がある場合のエコノマイザは、燃焼ガスを通し始めた後に、ボイラー水の一部をエコノマイザ入口に供給して、エコノマイザ内の水を循環させる。
- (5) ボイラー水の温度が高くなっていくと水位が上昇するので、高水位となったら、ボイラー水を排出して常用水位に戻す。

【解説】 点火したのち、蒸気が発生し始め蒸気圧力が徐々に上昇して常用圧力になり、ボイラーに異常がないことを確認してから送気を開始することになるが、この圧力上昇時の取扱い留意事項に関する問題である。

- (1) ガス燃料は、他燃料に比べ発熱量当たりの体積が大きいので、点火用火種は、できるだけ火力の大きいものを使用する。
- (2) 常温の水からたき始めるときは、各部材に不同膨張を起こさせないように徐々に昇圧（昇温）するようにする。ボイラー圧力を急速に上昇すると、不同膨張を起こし、大きな熱応力が発生し、また、耐火材の割れや脱落の原因となる。
- (3) 燃焼初期においては、できる限り最低燃焼とする。たき始めから高温の燃焼ガスを空気予熱器に通すと部分的な加熱によって不同膨張を起こし、ケーシングやダクトから漏れが生じるおそれがある。特に再生式空気予熱器においては、その回転に支障を与えたり、密閉部分から漏れを生じやすいので留意する必要がある。

また、未燃分が再燃焼（二次燃焼）し空気予熱器を焼損する場合があるので、点火後の低燃焼期間中は、空気予熱器の出口ガス温度を厳重に監視する。

- (4) エコノマイザの前に蒸発管群がある場合は、燃焼ガスを通し始めて、エコノマイザ内の水の温度が上昇し蒸気が発生しても、そのままボイラーに通水する。
問の(4)において、燃焼ガスを通し始めた後に、水を循環するという記述は誤りである。
- (5) ボイラー胴の水位は常用水位の状態でたき始めるが、ボイラー水が加熱されると膨張し水位が上がるので、ボイラー水をブローして水位を常用水位まで下げる。

【答】 (4)

【ポイント】 ボイラーの圧力上昇時の取扱い「教本3.1.4」を理解すること。

■ 平成29年前期：燃料及び燃焼に関する知識 ■

問 1 燃料の分析及び性質に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 液体燃料に小火炎を近づけたとき、瞬間的に光を放って燃え始める最低の温度を引火点という。
- (2) 組成を示すときに、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。
- (3) 高発熱量は、水の蒸発潜熱を含めた発熱量で、真発熱量ともいい、実際に利用できる熱量に相当する。
- (4) 断熱熱量計による燃料の発熱量は、水槽中に沈めた耐圧容器内で燃料を完全燃焼させたときの発生熱量を、水槽内の温度上昇から算出する。
- (5) 高発熱量と低発熱量の差は、燃料中の水素及び水分の量で決まる。

【解説】

- (1) 液体燃料は温度が上昇すると蒸気を発生し、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。この燃え始めるのに十分な濃度の蒸気を生じ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又は発火温度という。

(2) 燃料分析には、

- ① 液体及び固体燃料は、その組成を示すのに元素分析
 - ② 気体燃料は成分を示すのに成分分析
 - ③ 固体燃料は水分、灰分、揮発分を測定し、残りを固定炭素とする工業分析がある。
- (3), (4), (5) 燃料を完全燃焼させた際に発生する熱量を発熱量と呼び、その単位は特に断らないときは液体、固体燃料の場合は質量ベースのMJ/kg、気体燃料の場合は体積ベースのMJ/m³_Nで表す。

燃料は、通常、液体の場合は炭素と水素及び水分、気体（天然ガス）の場合はメタン（CH₄）を含んでおり、このうち、水素が燃焼して生成される水（H₂O）は蒸気となり、熱の一部が蒸発潜熱として消費される。この潜熱を含めた熱量を高発熱量（又は総発熱量）[MJ/kg燃料又はMJ/m³_N燃料]と呼び、これに対して潜熱分を差引いた熱量を低発熱量（又は真発熱量）[MJ/kg燃料又はMJ/m³_N燃料]という。

高発熱量と低発熱量の差は、燃料中の水素及び水分の割合で決まる。

また、発熱量は、固体燃料及び液体燃料の場合は断熱熱量計によって測定され、気体燃料の場合はユンカース式熱量計で測定し、いずれの場合も測定値は高発熱量である。

- ① 断熱熱量計：一定の容積の耐圧容器内に一定量の燃料と高圧の酸素を封じ込め、この容器を断熱した水槽中に沈め、電気的に燃料に点火し完全燃焼させたときの発生熱量を水槽中の水の温度上昇から算出する。
- ② ユンカース式熱量計：連続的に燃料をバーナで完全燃焼させ、その際に発生した熱量をこれを取り囲む水管内を流れる水の温度上昇とその流量から算出する。
したがって、問の(3)において、高発熱量は水の蒸発潜熱を含めた発熱量で真発熱量ともいうという記述は誤りで、正しくは総発熱量ともいうである。

【答】 (3)

【ポイント】 液体燃料の引火点と着火温度について理解すること。また、発熱量には高発熱量と低発熱量がある。発熱量の測定法についても理解すること「教本2.1.1.」。

29前
28後
28前
27後
27前
26後
26前
25後
25前
24後
24前
23後
23前
22後
22前
21後
21前
20後
20前
19後
19前
18後
18前
17後
17前
16後
16前
15後
15前
14後
14前
13後
13前
12後
12前
11後
11前
10後
10前
9後
9前
8後
8前
7後
7前
6後
6前
5後
5前
4後
4前
3後
3前
2後
2前
1後
1前

ボイラーの構造
ボイラーの取扱い
燃料及び燃焼
関係法令

問 1 伝熱面積の算定方法に関し、法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 水管ボイラーの水管（ひれ、スタッド等がなく、耐火れんが等でおおわれた部分がないものに限る。）の伝熱面積は、水管の外径側の面積で算定する。
- (2) 貫流ボイラーの伝熱面積は、燃焼室入口から過熱器出口までの水管の燃焼ガス等に触れる面の面積で算定する。
- (3) 鋳鉄製ボイラーの伝熱面積には、燃焼ガス等に触れるセクションのスタッドも、所定の算式で算定した面積を算入する。
- (4) 立てボイラー(多管式)の煙管の伝熱面積は、煙管の内径側の面積で算定する。
- (5) 電気ボイラーの伝熱面積は、電力設備容量20 kWを 1 m^2 とみなして、その最大電力設備容量を換算した面積で算定する。

〔解説〕 ボイラーの伝熱面積算定は、(ボ則) 2条に規定されている。本問に関わる条項をあげ、検討する。

(伝熱面積) 2条

伝熱面積の算定方法は、次の各号に掲げるボイラーについて、当該各号に定める面積をもって算定するものとする。

- ① 水管ボイラー及び電気ボイラー以外のボイラー：燃焼ガス等に触れる本体の面で、その裏側が水又は熱媒に触れるものの面積（燃焼ガス等に触れる面にひれ、スタッド等を有するものにあつては、当該ひれ、スタッド等について次号ロ～へまでを準用して算定した面積を加えた面積）
- ② 貫流ボイラー以外の水管ボイラー：水管及び管寄せの次の面積を合計した面積イ 水管（ロ～チに該当する水管を除く。）又は管寄せでその全部又は一部が燃焼ガス等に触れる面の面積
(注：②号イで除かれた（ロ～チ）には、ひれ、スタッド付きや耐火れんが等でおおわれた水管に関して規定されている。)
- ③ 貫流ボイラー：燃焼室入口から過熱器入口までの水管の燃焼ガス等に触れる面の面積
- ④ 電気ボイラー：電力設備容量20 kWを 1 m^2 とみなしてその最大電力設備容量を換算した面積

以上の規定から、設問各記述の正誤を判断する。

- (1) は、②号イ に該当し、水管の外径側で算定する。正しい。
- (2) は、③号 に該当し、貫流ボイラーの水管は燃焼室入口から過熱器入口までを算入し、過熱器出口までではない。誤り。
- (3) は、①号のカッコ書き に該当。正しい。
- (4) は、①号 に該当。煙管は内径側で算出する。正しい。
- (5) は、④号 の規定のとおりで、20 kWを 1 m^2 として換算する。正しい。

〔答〕 (2)

〔ポイント〕 伝熱面積の算定は燃焼ガス側で算出。水管は外径側、煙管は内径側で。「わかりやすい1.3」。