

## 《本書について》

本書は、公益財団法人 安全衛生技術試験協会が実施している2級ボイラー技士試験対策のために、「図解によるテキスト（教本）」と「実際に出題された試験問題2回+過去公表問題4回+解説」を1冊にまとめたものです。全5章で構成されています。

|        |                  |
|--------|------------------|
| 図解テキスト | 第1章：構造に関する知識     |
|        | 第2章：取扱いに関する知識    |
|        | 第3章：燃料及び燃焼に関する知識 |
|        | 第4章：関係する法令       |
| 問題集    | 第5章：過去問題集&正解・解説  |

### 図解テキスト概要

- ◎ボイラーの構造や取扱い等に関し、できるだけ図や表を使用して解説しています。また、過去公表問題を解くために必要最低限の内容に絞って収録しています。すなわち、試験に合格することに特化した内容となっています。なお、第4章の関係する法令については、以下の法令の名称に対して略称を使用しています。

#### 《法令の略称》

| 法令の名称              | 略称    |
|--------------------|-------|
| ボイラー及び圧力容器安全規則（省令） | ボイラー則 |
| ボイラー構造規格（省令）       |       |

- ◎各項ごとに試験の重要箇所を過去10年間（平成27年4月～令和6年10月）から統計を取り、3段階（★なしを含まず）で★印を付けました。★3つが最も問題が出される箇所です。学習する際の効率化に活用してください。

|   |  |   |
|---|--|---|
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>重要度</b> ★★★         </div><br>80%以上 | <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>重要度</b> ★★         </div><br>60%程度 | <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>重要度</b> ★         </div><br>40%以下 |
|---|--|---|

### 問題集概要

- ◎実際に出題された試験問題2回分と、最新の令和6年10月までの過去4回分の過去公表問題を収録しています。試験を実施している公益財団法人 安全衛生技術試験協会は、毎年4月と10月に試験問題をホームページ上で公表しています。

#### 《収録問題》

|        |        |   |      |    |      |    |      |  |
|--------|--------|---|------|----|------|----|------|--|
| 実施問題   |        | + | 公表年月 |    | 令和6年 |    | 令和5年 |  |
| 令和6年前期 | 令和5年後期 |   | 10月  | 4月 | 10月  | 4月 |      |  |
| ①      | ②      |   | ③    | ④  | ⑤    | ⑥  |      |  |

■近年の公表（出題）傾向 凡例：★＝出題率 80%以上、○＝出題率 50%以上

| 第1章 構造に関する知識              |                    | R4/4 | R4/10      | R5/4     | R5/10      | R6/4 | R6/10 | 出題 |
|---------------------------|--------------------|------|------------|----------|------------|------|-------|----|
| 1. 熱及び蒸気                  |                    | 問1   | 問1         |          | 問1         |      | 問1    | ○  |
| 2. ボイラーの<br>伝熱と水循環        | 伝熱                 |      |            |          |            | 問1   |       |    |
|                           | 水循環                | 問3   |            | 問1       |            |      | 問2    | ○  |
| 3. ボイラーの概要                |                    | 問2   | 問9         | 問2       |            |      | 問3    | ○  |
| 4. 丸ボイラー                  |                    |      | 問2         |          |            |      |       |    |
| 5. 水管ボイラー                 | 概要                 |      |            | 問3       |            | 問2   | 問4    | ○  |
|                           | 自然循環式水管ボイラー        |      |            |          |            |      |       |    |
|                           | 強制循環式水管ボイラー、貫流ボイラー |      | 問3         |          | 問2         |      |       |    |
| 6. 鋳鉄製ボイラー                | 問5                 |      | 問4         | 問3       | 問3         |      |       | ○  |
| 7. ボイラー各部の構造と強さ           | 問4                 | 問7   | 問5         | 問4       | 問4         | 問5   |       | ★  |
| 8. 附属品（計測器）               | 問6                 | 問8   | 問6         | 問5、<br>8 | 問6         | 問6   |       | ★  |
| 9. 附属装置（安全装置）             |                    |      |            |          | 問5         |      |       |    |
| 10. 附属装置（送気系統装置）          |                    | 問6   |            |          |            | 問7   |       |    |
| 11. 附属装置（給水系統装置）          | 問8                 |      | 問8         |          |            |      |       |    |
| 12. 附属品（吹出し装置）            |                    |      |            |          |            | 問7   |       |    |
| 13. 附属設備（温水ボイラー&暖房用ボイラー）  | 問10                | 問4   |            | 問6       |            | 問8   |       | ○  |
| 14. 附属設備（エコマイザ&空気予熱器）     | 問9                 |      | 問7         | 問7       | 問8         | 問9   |       | ★  |
| 15. ボイラーの自動制御             | 問7                 |      |            |          |            | 問9   |       |    |
| 16. ボイラーの自動制御（制御の方法）      |                    |      | 問10        | 問9       |            |      |       |    |
| 17. ボイラーの自動制御（圧力制御）       |                    |      | 問9         |          |            |      |       |    |
| 18. ボイラーの自動制御（温度制御）       |                    |      |            |          |            |      |       |    |
| 19. ボイラーの自動制御（水位制御）       |                    | 問10  |            |          |            | 問10  | 問10   | ○  |
| 20. ボイラーの自動制御（燃焼安全装置）     |                    | 問5   |            | 問10      |            |      |       |    |
| 第2章 取扱いに関する知識             |                    | R4/4 | R4/10      | R5/4     | R5/10      | R6/4 | R6/10 | 出題 |
| 1. 運転操作（点火前と点火時）          |                    | 問20  | 問11、<br>14 | 問17      | 問11、<br>12 | 問11  | 問11   | ★  |
| 2. 運転操作（圧力上昇時の取扱い）        |                    |      | 問12        |          |            |      |       |    |
| 3. 運転操作（運転中の取扱い）          |                    | 問12  | 問19        | 問18      |            | 問12  | 問12   | ★  |
| 4. 運転操作（水位異常対策）           |                    | 問16  |            | 問16      | 問13        |      |       | ○  |
| 5. 運転操作（キャリオーバー対策）        |                    | 問15  |            |          | 問14        | 問13  | 問13   | ○  |
| 6. 運転操作（そ<br>の他の異常対<br>策） | 二次燃焼、バックファイヤ（逆火）   |      |            |          |            |      |       |    |
|                           | 炭化物（カーボン）の付着、その他   |      |            |          |            | 問14  |       |    |
| 7. 運転操作（運転終了時）            |                    |      | 問20        | 問13      | 問18        |      | 問14   | ○  |
| 8. 附属品（水面測定装置）            |                    |      |            | 問20      |            | 問15  | 問15   | ○  |
| 9. 附属品（水面計の機能試験の操作手順）     |                    |      |            |          |            |      |       |    |
| 10. 附属品（安全弁、逃がし弁）         | 問19                | 問13  | 問11        | 問17      | 問16        | 問16  |       | ★  |
| 11. 附属品（筒欠吹出し装置）          | 問14                | 問16  | 問15        |          | 問17        | 問17  |       | ★  |
| 12. 附属品（給水装置）             | 問11                |      |            | 問16      |            |      |       |    |
| 13. 附属品（自動制御装置）           |                    | 問12  |            | 問15      |            |      |       |    |
| 14. ボイラーの<br>保全           | ボイラーの運転停止の順序、酸洗浄   | 問17  |            |          |            | 問18  | 問18   | ○  |
|                           | 3. ボイラー休止中の保存方法    |      |            |          |            |      |       |    |

# 目次

|         |   |
|---------|---|
| ●本書について | 1 |
|---------|---|

## 第1章

## 構造に関する知識

|                        |    |
|------------------------|----|
| ① 熱及び蒸気                | 10 |
| ② ボイラーの伝熱と水循環          | 15 |
| ③ ボイラーの概要              | 17 |
| ④ 丸ボイラー                | 21 |
| ⑤ 水管ボイラー               | 24 |
| ⑥ 鋳鉄製ボイラー              | 30 |
| ⑦ ボイラー各部の構造と強さ         | 35 |
| ⑧ 附属品（計測器）             | 41 |
| ⑨ 附属装置（安全装置）           | 46 |
| ⑩ 附属装置（送気系統装置）         | 48 |
| ⑪ 附属装置（給水系統装置）         | 52 |
| ⑫ 附属品（吹出し装置）           | 55 |
| ⑬ 附属設備（温水ボイラー&暖房用ボイラー） | 57 |
| ⑭ 附属設備（エコノマイザ&空気予熱器）   | 60 |
| ⑮ ボイラーの自動制御            | 62 |
| ⑯ ボイラーの自動制御（制御の方法）     | 64 |
| ⑰ ボイラーの自動制御（圧力制御）      | 69 |
| ⑱ ボイラーの自動制御（温度制御）      | 73 |
| ⑲ ボイラーの自動制御（水位制御）      | 75 |
| ⑳ ボイラーの自動制御（燃焼安全装置）    | 78 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| ① 運転操作（点火前と点火時）      | 84  |
| ② 運転操作（圧力上昇時の取扱い）    | 88  |
| ③ 運転操作（運転中の取扱い）      | 90  |
| ④ 運転操作（水位異常対策）       | 93  |
| ⑤ 運転操作（キャリオーバー対策）    | 95  |
| ⑥ 運転操作（その他の異常対策）     | 97  |
| ⑦ 運転操作（運転終了時）        | 100 |
| ⑧ 附属品（水面測定装置）        | 101 |
| ⑨ 附属品（水面計の機能試験の操作手順） | 104 |
| ⑩ 附属品（安全弁、逃がし弁）      | 105 |
| ⑪ 附属品（間欠吹出し装置）       | 108 |
| ⑫ 附属品（給水装置）          | 110 |
| ⑬ 附属品（自動制御装置）        | 112 |
| ⑭ ボイラーの保全            | 115 |
| ⑮ 水管理（不純物等）          | 118 |
| ⑯ 水管理（補給水処理）         | 123 |
| ⑰ 水管理（清缶剤）           | 125 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| ① 燃料概論 .....                | 128 |
| ② 重油の性質（1） .....            | 131 |
| ③ 重油の性質（2） .....            | 133 |
| ④ 気体燃料 .....                | 135 |
| ⑤ 固体燃料 .....                | 138 |
| ⑥ 燃焼の要件 .....               | 140 |
| ⑦ 重油燃焼の特徴 .....             | 143 |
| ⑧ 重油の加熱 .....               | 144 |
| ⑨ 重油ボイラーの低温腐食 .....         | 146 |
| ⑩ 液体燃料の供給装置 .....           | 148 |
| ⑪ 重油バーナ .....               | 150 |
| ⑫ 気体燃料の燃焼方式 .....           | 153 |
| ⑬ 気体燃料の燃焼の特徴 .....          | 155 |
| ⑭ ガスバーナ .....               | 156 |
| ⑮ 固体燃料の燃焼方式 .....           | 158 |
| ⑯ 大気汚染物質 .....              | 161 |
| ⑰ NO <sub>x</sub> の抑制 ..... | 163 |
| ⑱ 燃焼室 .....                 | 165 |
| ⑲ 一次空気と二次空気 .....           | 167 |
| ⑳ 通風 .....                  | 168 |

## 第4章

## 関係する法令

|                |     |
|----------------|-----|
| ① ボイラーの伝熱面積    | 174 |
| ② 各種検査         | 176 |
| ③ 変更の手続き       | 180 |
| ④ ボイラー室の基準     | 182 |
| ⑤ 取扱作業主任者の選任   | 184 |
| ⑥ 取扱作業主任者の職務   | 186 |
| ⑦ 附属品の管理       | 188 |
| ⑧ ボイラーの定期自主検査等 | 190 |
| ⑨ 安全弁の構造規格     | 193 |
| ⑩ 圧力計等の構造規格    | 195 |
| ⑪ 給水装置の構造規格    | 197 |
| ⑫ 鋳鉄製ボイラーの構造規格 | 200 |

## 第5章

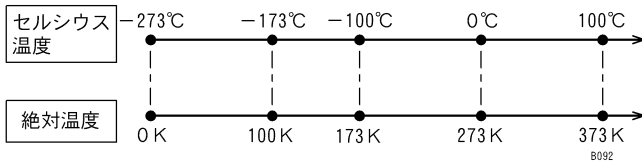
## 過去問題集&正解・解説

|                 |     |
|-----------------|-----|
| ① 令和6年前期 実施試験問題 | 202 |
| 正解と解説           | 214 |
| ② 令和5年後期 実施試験問題 | 217 |
| 正解と解説           | 229 |
| ③ 令和6年 10月 公表問題 | 232 |
| 正解と解説           | 244 |
| ④ 令和6年 4月 公表問題  | 247 |
| 正解と解説           | 259 |
| ⑤ 令和5年 10月 公表問題 | 262 |
| 正解と解説           | 275 |
| ⑥ 令和5年 4月 公表問題  | 279 |
| 正解と解説           | 292 |
| ●索引             | 296 |

## 基礎事項

## 1 温度

- ◎温度とは、熱さ、冷たさの度合いを表すものであり、温度計によって測定される。温度単位であるセルシウス（摂氏）温度  $[\text{C}^\circ]$  は、標準大気圧の下で、水の氷点を  $0\text{C}^\circ$ 、沸点を  $100\text{C}^\circ$  と定め、この間を 100 等分したものを  $1\text{C}^\circ$  としたものである。
- ◎学問上考えられる最低の温度は  $-273\text{C}^\circ$  である。この最低温度を 0 度とし、セルシウス温度の目盛りと等しい割合で表した温度を絶対温度  $[\text{K}]$  という。
- ◎セルシウス（摂氏）温度  $t [\text{C}^\circ]$  と絶対温度  $T [\text{K}]$  との間には  $T = t + 273$  の関係がある。



【セルシウス温度と絶対温度の関係】

## 2 圧力

- ◎単位面積上に作用する力を圧力といい、大気の圧力を表す単位には、hPa（ヘクトパスカル）が用いられる。
- ◎760mm の高さの水銀柱がその底面に及ぼす圧力を標準大気圧  $[1 \text{ atm}]$  といい、 $1013\text{hPa}$  に相当する。

$$1 \text{ 気圧} = 760\text{mmHg} = 1013\text{hPa} \doteq 0.1\text{MPa}$$

【解説】h（ヘクト）とM（メガ）…いずれも接頭語で、h は 100 倍、M は 100 万倍を表す。

$$1000\text{hPa} = 100000\text{Pa} = 0.1\text{MPa}。$$

- ◎圧力計で圧力を測定する際、大気圧がかかっている状態をゼロ表示とし、大気圧との差が圧力計に表れる。その圧力をゲージ圧力という。

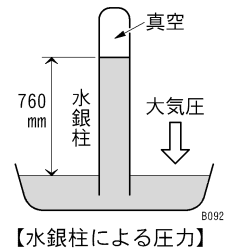
$$\text{ゲージ圧力} = \text{絶対圧力} - \text{大気圧} (0.1\text{MPa})$$

- ◎測定した値（ゲージ圧力）に大気圧（0.1MPa）を加えたものを絶対圧力という。

$$\text{絶対圧力} = \text{ゲージ圧力} + \text{大気圧} (0.1\text{MPa})$$

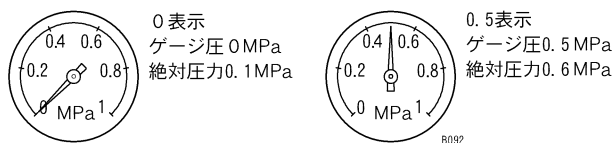
- ◎例えば、ゲージ圧力で  $0.5\text{MPa}$  は絶対圧力で  $0.6\text{MPa}$  を表す。また絶対圧力で  $0 \text{ MPa}$  は、真空（絶対真空）を表す。

- ◎蒸気の重要な諸性質を表示した蒸気表中の圧力は、一般的に絶対圧力で示される。



【水銀柱による圧力】

- ◎ボイラーの圧力を測定する圧力計は、構造が簡単で、小型軽量で広い圧力範囲をカバーし、安価なブルドン管式圧力計が多く用いられている。(詳細は「第1章 8 附属品(計測器) 1. 圧力計」を参照) 大気圧との差圧によりブルドン管が作動するようになっており、大気圧(0.1MPa)ではゼロ表示となる。



【圧力計の表示例と圧力値】

### 3 比体積

- ◎蒸気の体積を表すのに、質量1kgの蒸気が占める体積[m<sup>3</sup>]を用い、これを比体積[m<sup>3</sup>/kg]という。比体積は、その圧力、温度に応じて定まる。
- ◎蒸気の全体積を求めるには、蒸気の質量[kg]にその蒸気に応じた比体積を乗じればよい。

### 4 熱

- ◎質量1kgの物体の温度を1K(1℃)高めるのに要する熱量をその物体の比熱という。
- ◎標準大気圧の下で、質量1kgの水の温度を1Kだけ高めるのに必要な熱量は4.187kJであるため、水の比熱は4.187kJ/(kg・K)(約4.2kJ/(kg・K))である。
- 1kgの水+約4.2kJ ⇒ 1K上昇
- ◎水に熱を加えると温度が上昇するように、加えた熱が物体の温度上昇に反映される熱を顕熱けんねつという。
- ◎一方、加えた熱が蒸発のためだけに使われ、温度の上昇にはあずからない熱を潜熱せんねつという。
- ◎液体の蒸発のために使われる熱(潜熱)を蒸発熱(気化熱)ともいう。標準大気圧のもとにおける水の蒸発熱は、水の質量1kgについて約2257kJである。

### 5 蒸気の性質

- ◎水を容器に入れて一定圧力のもとで熱すると、次第に水の温度が上がる。その圧力に応じた一定温度に達すると、温度上昇が止まり沸騰が始まる。この温度をその圧力における飽和温度という。また、その時の圧力をその温度に対する飽和圧力という。
- ◎標準大気圧のときの水の飽和温度は100℃で、圧力が高くなるに従って飽和温度は高くなる。2気圧の状態になると、水の飽和温度は約120℃となる。
- ◎水が飽和温度に達し、沸騰を開始してから全部の水が蒸気になるまでは、加えられた熱が蒸発に費やされるため水の温度は一定である。飽和温度の水を飽和水、飽和温度における蒸気を飽和蒸気という。



- 1. セルシウス（摂氏）温度は、標準大気圧の下で、水の氷点を  $0^{\circ}\text{C}$ 、沸点を  $100^{\circ}\text{C}$  と定め、この間を 100 等分したものを  $1^{\circ}\text{C}$  としたものである。
- 2. セルシウス（摂氏）温度  $t$  [ $^{\circ}\text{C}$ ] と絶対温度  $T$  [ $\text{K}$ ] との間には  $T = t + 273$  の関係がある。
- 3. 760mm の高さの水銀柱がその底面に及ぼす圧力を標準大気圧といい、1013hPa に相当する。
- 4. 圧力計に表れる圧力を絶対圧力といい、その値に大気圧を加えたものをゲージ圧力という。
- 5. 標準大気圧の下で、質量 1 kg の水の温度を 1 K ( $1^{\circ}\text{C}$ ) だけ高めるために必要な熱量は約 ( ) kJ であるから、水の ( ) は約 ( ) kJ/(kg·K) である。
- 6. 水の飽和温度は、標準大気圧のとき  $100^{\circ}\text{C}$  で、圧力が高くなるほど高くなる。
- 7. 水の温度は、沸騰を開始してから全部の水が蒸気になるまで一定である。
- 8. 飽和水の蒸発熱は、圧力が高くなるほど小さくなり、臨界圧力に達すると 0 になる。
- 9. 飽和蒸気の比エンタルピは、飽和水の比エンタルピに蒸発熱を加えた値である。
- 10. 飽和水の比エンタルピは飽和水 1 kg の顕熱であり、飽和蒸気の比エンタルピはその飽和水の顕熱に蒸発熱を加えた値で、単位は kJ/kg である。
- 11. 乾き飽和蒸気は、乾き度が 1 の飽和蒸気である。
- 12. 過熱蒸気の温度と、同じ圧力の飽和蒸気の温度との差を過熱度という。
- 13. 飽和蒸気の比体積は、圧力が高くなるほど大きくなる。
- 14. 飽和水の比エンタルピは、圧力が高くなるほど小さくなる。
- 15. 蒸気の重要な諸性質を表示した蒸気表中の圧力は、一般に絶対圧力で示される。

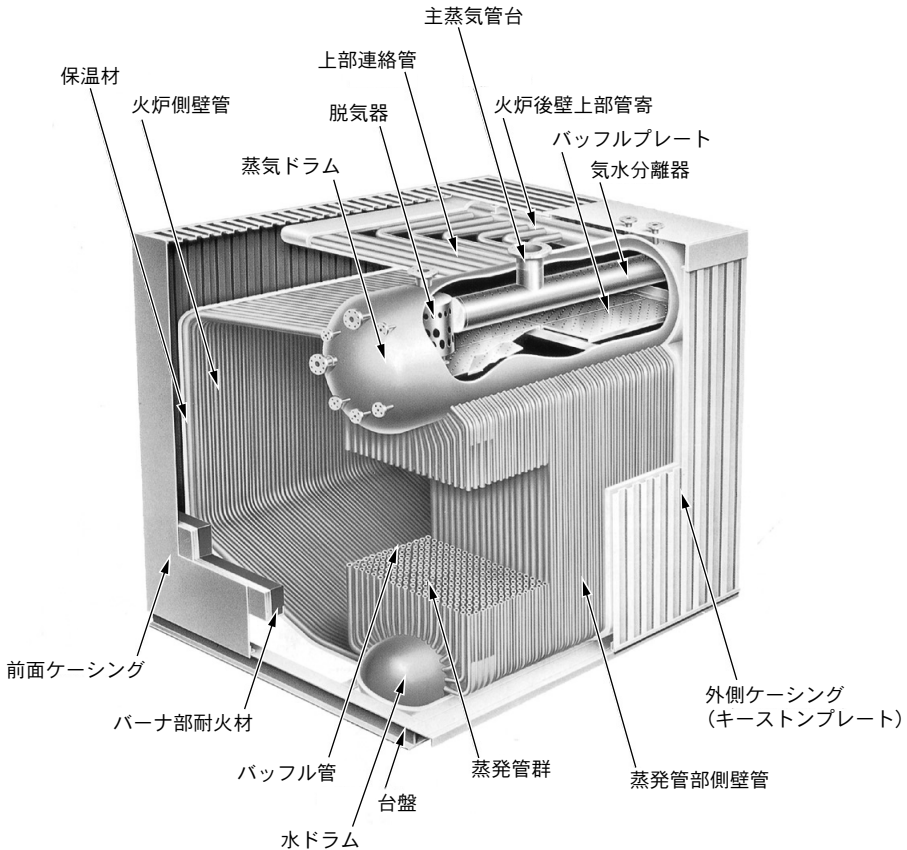
解答

1. ○ 2. ○ 3. ○ 4. × 5. 4.2/比熱 /4.2 6. ○  
 7. ○ 8. ○ 9. ○ 10. ○ 11. ○ 12. ○ 13. × 14. × 15. ○

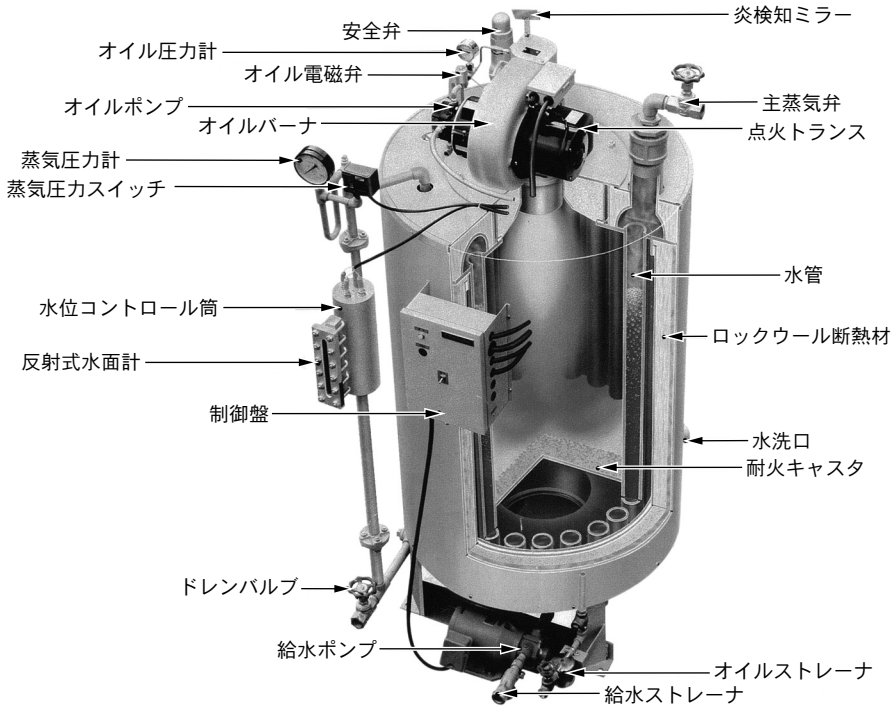
## 🔥 水管ボイラーの概要

### 1 分類

- ◎水管ボイラーは、一般に比較的小径のドラム（円筒胴）と多数の管で構成され、水管内で蒸発を行わせるようになっている。そのため、水管の内側が常に水と接している状態にし、確実に水を流動させる必要がある。水管内で蒸気が停滞したり、蒸気だけになってしまうと管が過熱し、焼損してしまう。
- ◎水管ボイラーは、ボイラー水の流動方式によって分類され、水の自然循環力を利用した自然循環式、ポンプを用いて水を強制循環させる強制循環式及びドラムを有しないで管だけからなり、管の一端から給水して他端から蒸気を取り出す貫流式の3つに分けられる。



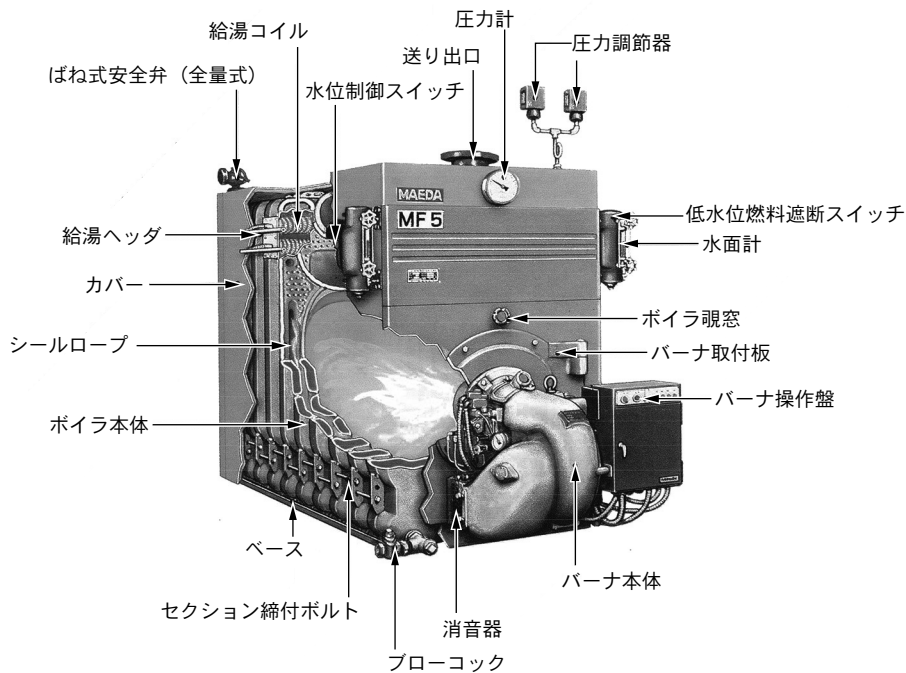
【2 胴水管式自然循環ボイラ】



【垂直水管式小型貫流ボイラ】

### 確認テスト

- 1. 水管ボイラーは、ボイラー水の流動方式によって自然循環式、強制循環式及び貫流式に分類される。
- 2. 丸ボイラーと比較して水管ボイラーは、ボイラー水の循環系路を確保するため、一般に、蒸気ドラム、水ドラム及び多数の水管で構成されている。
- 3. 丸ボイラーと比較して水管ボイラーは、給水及びボイラー水の処理に注意を要し、特に高圧ボイラーでは厳密な水管理を行う必要がある。
- 4. 丸ボイラーと比較して水管ボイラーは、使用蒸気量の変動による圧力変動及び水位変動が小さい。
- 5. 丸ボイラーと比較して水管ボイラーは、構造上、低圧小容量用から高圧大容量用までに適している。
- 6. 丸ボイラーと比較して水管ボイラーは、伝熱面積を大きくとれるので、一般に熱効率を高くできる。



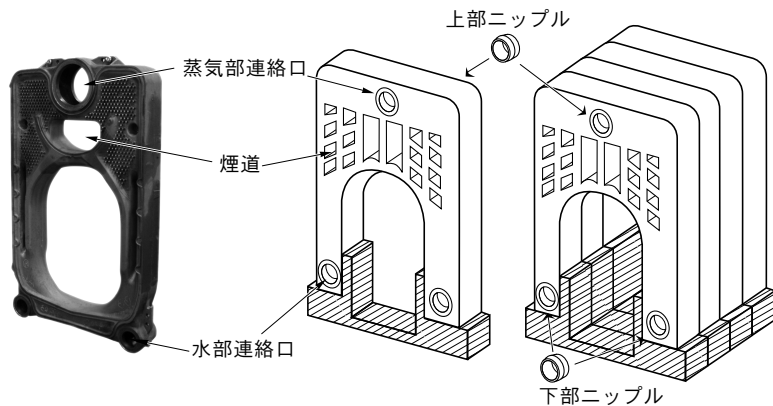
【油だき式鑄鉄製ボイラ】

### 3 ウェットボトム形鑄鉄製ボイラー

◎従来は、セクションの底部に水を循環させないドライボトム形鑄鉄製ボイラーが多く使用されていた。しかし、最近はボイラー効率を上げるためにボイラー底部にも水を循環させる構造のウェットボトム形鑄鉄製ボイラーが主流となっている。

[用語] ドライ (dry) …乾燥した～ / ウェット (wet) …湿った～ / ボトム (bottom) …底部

◎ウェットボトム式は、ボイラー底部に耐火材を必要としない構造となっている。

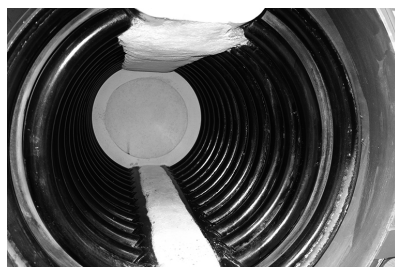


【ウェットボトム形】

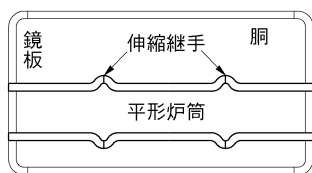
【ドライボトム形】

## 🔥 炉筒及び火室

- ◎炉筒は、その形状によって平形炉筒と波形炉筒に分けられる。平形炉筒は、単純に円筒状のものであるが、熱による伸びを吸収するため伸縮継手を必要とする。
- ◎波形炉筒は、表面が波形をなしているもので、熱による伸縮が自由である、伝熱面積が大きい、強度が大きい、などの長所がある。



【波形炉筒内部】



【平形炉筒】



【波形炉筒】

B024

- ◎炉筒は、燃焼ガスによって加熱され、長手方向に膨張しようとする。しかし、鏡板によって拘束されているため、炉筒板内部には、圧縮応力が生じる。この熱応力を緩和するため、炉筒の伸縮はできるだけ自由にしなければならない。
- ◎このため、鏡板にブリージングスペース（🔥ステー 2. ガセットステー参照）を設けたり、炉筒を波形にする、炉筒に伸縮継手を設けるなどの対策がとられている。

## 🔥 ステー

- ◎ステーは、平鏡板や平板部などの構造を補強するための部材をいう。各種のものがある。

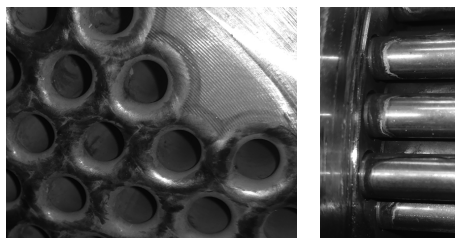
### 1 棒ステー

- ◎棒ステーは、棒状のステーで、胴の長手方向（両鏡板の間）に設けたものを長手ステー、斜め方向（鏡板と胴板の間）に設けたものを斜めステーという。

### 2 管ステー

- ◎管ステーは、煙管ボイラー、炉筒煙管ボイラーなど煙管を使用するボイラーに多く使用され、ステーとして管板の補強となり、煙管の役目も果たす。

- ◎管ステーは、煙管よりも肉厚の鋼管を管板に溶接によって取り付けるか、又は鋼管の両端にねじを切り、これ



表面

裏面

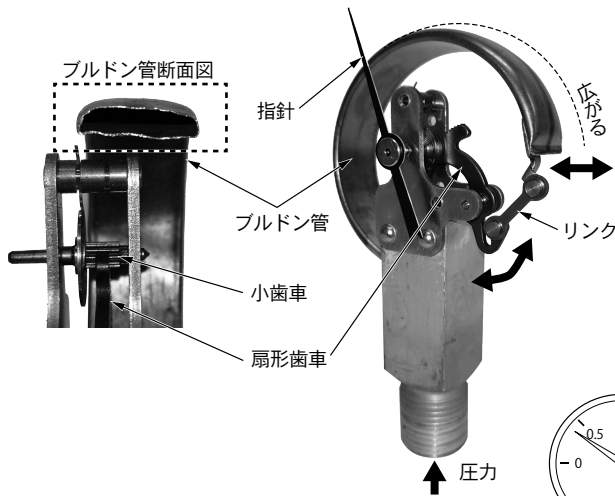
【溶接して取り付けられた管ステー】

## 1 圧力計

- ◎ボイラーを安全に運転継続するためには、ボイラー内部の圧力を正確に知る必要がある。このため、一般にブルドン管式の圧力計が使われている。
- ◎圧力計は、胴又は蒸気ドラムが一番高い位置に取り付けるのが原則である。
- ◎ブルドン管は扁平な管を円弧状に曲げ、その一端を固定し他端を閉じ、その先に扇形歯車をかみ合わせた構造となっている。圧力が加わるとブルドン管の円弧が広がり、扇形歯車が動く。その結果、これにかみ合う小歯車が回転し、その軸に取り付けられている指針の動きから圧力を知ることができる。

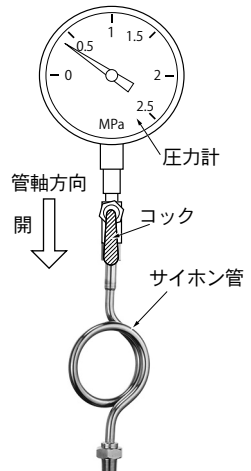


【圧力計】



【ブルドン管式圧力計 (内部)】

- ◎圧力計は、直接取り付けると蒸気がブルドン管に入り誤差が生じるため、水を入れたサイホン管などを胴と圧力計との間に取り付け、ブルドン管に蒸気が入らないようにする。
- ◎圧力計のコック又は弁は、ハンドルが管軸と同一方向になった場合に開くようにしておかなければならない。



【圧力計の取付け】

## (ボイラーの構造に関する知識)

【問1】 伝熱について、適切でないものは次のうちどれか。

- 1. 過熱蒸気の温度と、同じ圧力の飽和蒸気の温度との差を過熱度という。
- 2. 乾き飽和蒸気は、乾き度が1の飽和蒸気である。
- 3. 飽和蒸気の比エンタルピは、飽和水の比エンタルピに蒸発熱の比エンタルピを加えた値である。
- 4. 飽和蒸気の比体積は、圧力が高くなるほど小さくなる。
- 5. 飽和水の蒸発熱は、圧力が高くなるほど大きくなり、臨界圧力に達すると最大になる。

【問2】 超臨界圧力ボイラーに一般的に採用される構造のボイラーは次のうちどれか。

- 1. 強制循環式水管ボイラー
- 2. 流動層燃焼ボイラー
- 3. 貫流ボイラー
- 4. 二胴形水管ボイラー
- 5. 熱媒ボイラー

【問3】 ボイラーに使用される次の管類のうち、伝熱管に分類されないものはどれか。

- 1. 煙管
- 2. エコノマイザ管
- 3. 水管
- 4. 主蒸気管
- 5. 過熱管

【問4】 鋳鉄製ボイラーについて、誤っているものは次のうちどれか。

- 1. 各セクションは、蒸気部連絡口及び水部連絡口の穴の部分にニップルをはめて結合し、外部のボルトで締め付けて組み立てられている。
- 2. 暖房用蒸気ボイラーでは、原則として復水を循環使用する。
- 3. 暖房用蒸気ボイラーの返り管の取付けには、ハートフォード式連結法が用いられる。
- 4. 暖房用蒸気ボイラーでは、給水管は、ボイラーに直接取り付ける。
- 5. 鋼製ボイラーに比べ、強度は弱い、腐食に強い。

問1 正解 [5] ⇒ 11P ① 5. 蒸気の性質 参照

飽和水の蒸発熱は、圧力が高くなるほど小さくなり、臨界圧力に達すると0（ゼロ）になる。

問2 正解 [3] ⇒ 27P ⑤ 🔥 貫流ボイラー 参照

超臨界圧力ボイラーに一般的に採用される構造のボイラーは、貫流ボイラーである。

問3 正解 [4] ⇒ 39P ⑦ 🔥 管類 2. 伝熱管 参照

伝熱管は、水や蒸気に熱を伝える管を指し、煙管、水管、エコノマイザ管、過熱管などをいう。主蒸気管はボイラーで発生した蒸気を使用先に送るためのものであり、内・外部共に燃焼ガスに接触しないため伝熱管に分類されないのが、誤り。

問4 正解 [4] ⇒ 32P ⑥ 5. 暖房用蒸気ボイラー 参照

暖房用蒸気ボイラーでは、給水管は、返り管に取り付ける。

問5 正解 [1] ⇒ 21P ④ 2. 丸ボイラーの種類と構造 参照

内だし式ボイラーであり、一般に径の大きい波形炉筒と煙管群を組み合わせさせている。

問6 正解 [4] ⇒ 42P ⑧ 2. 水面測定装置 参照

平形反射式水面計は、ガラスの前面から見ると水部は光線が通って黒色に見え、蒸気部は反射されて白色に光って見える。

問7 正解 [5] ⇒ 46P ⑨ 1. 安全弁 参照

揚程式安全弁は、弁が開いている時の流路面積の中で、弁座流路面積が最小となる安全弁である。

問8 正解 [1] ⇒ 57P ⑬ 1. 温度水高計 参照

水高計は、温水ボイラーの圧力を計測する計器であり、蒸気ボイラーの圧力計に相当する。

問9 正解 [2] ⇒ 60P ⑭ 1. エコノマイザ 参照

エコノマイザの種類には鋼管形と鋳鉄管形があり、エコノマイザ管には、平滑管やひれ付き管が用いられる。

問10 正解 [4] ⇒ 79P ⑳ 2. 火災検出器 参照

紫外線光電管は、光電子放出現象を利用したもので、炉壁の放射による誤作動もなく、すべての燃料の燃焼炎に用いられる。

問11 正解 [4] ⇒ 84P ① 🔥 点火前の点検・準備 参照

空気抜き弁は、蒸気が発生し始めるまで開いておく。

問12 正解 [4] ⇒ 88P ② 1. たき始めの圧力上昇時 参照

圧力上昇中の圧力計の背面を指先で軽くたたくなどして圧力計の機能の良否を判断する。

問13 正解 [5] ⇒ 90P ③ 2. 燃焼の維持、調節 参照

燃焼用空気量が少ない場合には、炎は暗赤色で煙が発生する。

問14 正解 [4] ⇒ 95P ⑤ 1. キャリオーバー 参照

プライミングは、高水位であるときに発生する。



[出題頻度] ★★★= 80%以上   ★★= 60%程度   ★= 40%程度   なし= 20%以下

(ボイラーの構造に関する知識)

【問1】 熱及び蒸気について、適切でないものは次のうちどれか。[★★]

1. 過熱蒸気の温度と、同じ圧力の飽和蒸気の温度との差を過熱度という。
2. 乾き飽和蒸気は、乾き度が1の飽和蒸気である。
3. 飽和蒸気の比エンタルピは、飽和水の比エンタルピに蒸発熱の比エンタルピを加えた値である。
4. 飽和蒸気の比体積は、圧力が高くなるほど小さくなる。
5. 飽和水の蒸発熱は、圧力が高くなるほど大きくなり、臨界圧力に達すると最大になる。

【問2】 ボイラーの水循環について、適切でないものは次のうちどれか。[★]

1. ボイラー内で、温度が上昇した水及び気泡を含んだ水は上昇し、その後温度の低い水が下降して、水の循環流ができる。
2. 自然循環式水管ボイラーは、高圧になるほど蒸気と水との密度差が小さくなり、循環力が弱くなる。
3. 水管ボイラーは、水循環を良くするため、水と気泡の混合体が上昇する管と、水が下降する管を区別して設けているものが多い。
4. 炉筒を有するボイラーでは、水循環を良くするため、炉筒をボイラーの中央に配置するのが良い。
5. 水循環が不良であると気泡が停滞することなどにより、伝熱面が焼損、膨出するなどの原因となる。

【問3】 ボイラーの容量、効率などについて、適切でないものは次のうちどれか。[★★]

1. ボイラー効率とは、全供給熱量に対する発生蒸気の吸収熱量の割合をいう。
2. 蒸気の発生に要する熱量は、蒸気圧力、蒸気温度及び給水温度によって異なる。
3. 蒸気ボイラーの容量（能力）は、最大連続負荷の状態で、1時間に発生する蒸発量で示される。
4. 換算蒸発量は、実際の蒸発量を基準状態のときの蒸発量に換算したものである。
5. ボイラー効率を算定するときの液体燃料の発熱量は、一般に、水蒸気の潜熱を含んだ高発熱量を用いる。

問1 正解 [5] ⇒ 11P ① 5. 蒸気の性質 参照

飽和水の蒸発熱は、圧力が高くなるほど小さくなり、臨界圧力に達すると0（ゼロ）になる。

問2 正解 [4] ⇒ 16P ② 🔥 ボイラーにおける蒸気の発生と水循環 参照

炉筒を有するボイラーでは、水循環を良くするため、炉筒をボイラーの中央から片方に少しずらして配置するのが良い。

問3 正解 [5] ⇒ 19P ③ 2. 効率 参照

ボイラー効率を算定するときの液体燃料の発熱量は、一般に、水蒸気の潜熱を含まない低発熱量を用いる。

問4 正解 [2] ⇒ 25P ⑤ 2. 水管ボイラーの特徴 参照

水管ボイラーは、伝熱面積当たりの保有水量が少ないので、高圧大容量用に適している。

問5 正解 [4] ⇒ 38P ⑦ 3. ガセットステー 参照

ガセット板を胴に直接溶接で取り付ける場合には、T継手の両側すみ肉溶接とする。

問6 正解 [5] ⇒ 42P ⑧ 2. 水面測定装置 参照

二色水面計は、光線の屈折率の差を利用したもので、蒸気部は赤色に、水部は緑色（青色）に見える。

問7 正解 [1] ⇒ 48P ⑩ 2. 主蒸気弁 参照

主蒸気弁に用いられる仕切弁は、蒸気の流れが弁体内で直線状に流れるため抵抗が小さい。

問8 正解 [3] ⇒ 57P ⑬ 2. 逃がし管 参照

温水ボイラーの逃がし管には、途中に弁やコックを設けてはならない。

問9 正解 [2] ⇒ 60P ⑭ 1. エコノマイザ 参照

エコノマイザの種類には鋼管形と鋳鉄管形があり、エコノマイザ管には、平滑管やひれ付き管が用いられる。

問10 正解 [3] ⇒ 75P ⑲ 🔥 水位制御 参照

二要素式は、水位と蒸気流量を検出し、その変化に応じて給水量を調節する方式である。

問11 正解 [4] ⇒ 84P ① 🔥 点火前の点検・準備 参照

空気抜き弁は、蒸気が発生し始めるまで開いておく。

問12 正解 [4] ⇒ 91P ③ 3. 伝熱面のすす掃除 参照

スートブローは、最大負荷よりやや低いところで行う。

問13 正解 [4] ⇒ 95P ⑤ 1. キャリオーバ 参照

プライミングは、高水位であるときに発生する。

問14 正解 [5] ⇒ 100P ⑦ 1. 運転終了時の操作手順 参照

解答通りである。

問15 正解 [4] ⇒ 101P ⑧ 1. 取扱い上の注意 参照

水面計のドレンコックを開くときは、ハンドルを管軸と直角方向にする。