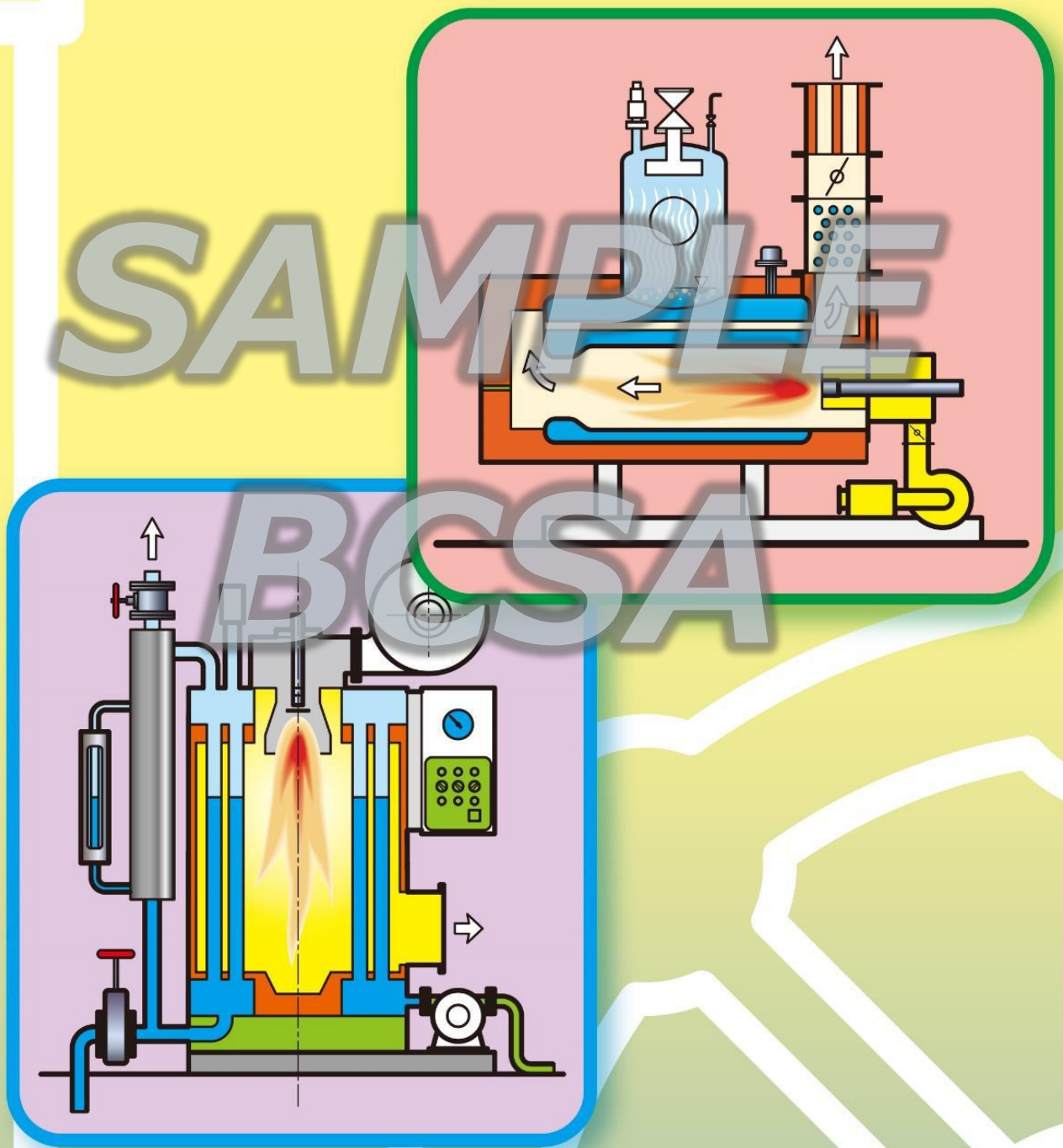


# ボイラー取扱 技能講習テキスト



# 目 次

## 第1章 ボイラーの構造に関する知識

1.1 概要・用語	1
1.1.1 ボイラーとは	1
1.1.2 温 度	1
1.1.3 圧力・水頭圧	2
1.1.4 熱量・比熱	3
1.1.5 伝 熱	3
1.1.6 飽和蒸気と過熱蒸気	3
1.1.7 ボイラーの構成	5
1.1.8 最近のボイラー	5
1.2 種 類	6
1.2.1 ボイラーの分類	6
1.2.2 丸ボイラー	6
1.2.3 水管ボイラー	8
1.2.4 鑄鉄製ボイラー（セクショナルボイラー）	10
1.2.5 特殊ボイラー	11
1.3 構 造	11
1.3.1 胴（ドラム）	11
1.3.2 鏡板、管板、ステー	12
1.3.3 炉筒、火室	13
1.3.4 管 類	13
1.3.5 溶接継手	14
1.4 附属品及び附属装置	14
1.4.1 圧力計、水高計、温度計	15
1.4.2 水面測定装置	16
1.4.3 その他の計測器	17
1.4.4 安全装置	18
1.4.5 給水装置	19
1.4.6 吹出し装置（ブロー装置）	22
1.4.7 送気系統の装置	22
1.4.8 附属設備	25
1.5 自動制御装置	25
1.5.1 シーケンス制御	26

1.5.2	フィードバック制御	26
1.5.3	各部の制御装置	26

## 第2章 ボイラーの取扱いに関する知識

2.1	使用中の留意事項	31
2.1.1	ボイラー室の整備	31
2.1.2	使用開始前の準備	31
2.1.3	休止していたボイラーの使用準備	31
2.1.4	日常運転をする場合の準備	32
2.1.5	起動時及び運転中の取扱い	34
2.1.6	運転終了時の処置	38
2.2	附属品及び附属装置の取扱い	39
2.2.1	計器類	39
2.2.2	水面測定装置	40
2.2.3	安全装置	41
2.2.4	給水装置	42
2.2.5	吹出し装置	43
2.2.6	送気系統の装置	44
2.2.7	自動制御装置	44
2.3	ボイラー水	47
2.3.1	ボイラー用水	47
2.3.2	ボイラー水の不純物と障害	50
2.4	吹出し	52
2.4.1	水管理	52
2.4.2	ボイラー水の吹出し（ブロー）	55

## 第3章 点火及び燃焼に関する知識

3.1	燃料	59
3.1.1	燃料の概要	59
3.1.2	燃料の種類	61
3.1.3	燃料の貯蔵及び取扱い	65
3.2	燃焼装置	68
3.2.1	バーナ燃焼装置	69
3.2.2	火格子燃焼装置	73
3.3	点火及び燃焼方法	73
3.3.1	点火前の準備と点検	73
3.3.2	点火方法	73

3.3.3	燃焼方法	74
3.3.4	すす吹き（スートブロー）	76
3.3.5	消 火	76
3.3.6	ボイラーの省エネルギー	76

## 第4章 点検及び異常時の処置

4.1	点検箇所及び点検要領	77
4.1.1	ボイラー本体	80
4.1.2	安全装置	80
4.1.3	燃焼装置	80
4.1.4	給水装置	82
4.1.5	吹出し装置	83
4.1.6	指示計器	83
4.1.7	自動制御装置	84
4.1.8	煙道・煙突	85
4.2	使用中における異常状態及びこれに対する処置の方法	85
4.2.1	水位の異常	85
4.2.2	キャリオーバー	88
4.2.3	ウォータハンマ	89
4.2.4	突然火が消えた場合	90
4.2.5	逆火（バックファイヤ）及びガス爆発	91
4.2.6	かまなり	92
4.2.7	水管や煙管からの漏れ	92
4.2.8	附属品及び附属設備の異常	93
4.2.9	ボイラーの劣化損傷	95
4.2.10	温水ボイラーの異常状態と対処	97
4.2.11	火 災	98
4.2.12	地 震	98
4.3	使用後の処置	99
4.3.1	休 止	99
4.3.2	乾燥保存法（乾式保存法）	99
4.3.3	満水保存法（湿式保存法）	100
4.4	清浄（整備）作業	101
4.4.1	清浄作業の目的	101
4.4.2	清浄作業の時期	101
4.4.3	ボイラーの冷却方法	101
4.4.4	清浄時の災害防止	102

4.4.5	清浄作業についての留意点	104
4.4.6	附属品の清浄保持	108
4.4.7	ボイラー室内外の清掃	108
4.4.8	清浄作業後の点検	108

## 第5章 災害事例・損傷事例

事例1	逃がし管先端部が凍結し圧力の異常上昇によりセクションが破裂	110
事例2	ボイラーの点火操作中漏えいガスによる燃焼室爆発	111
事例3	水位検出器の故障による低水位事故	112
事例4	無理だきによる小型ボイラーの破裂	113
事例5	重油タンクに雨水が浸入して、ボイラーが爆発	115
事例6	ボイラー損傷事例写真	117

## 第6章 関係法令

労働安全衛生法（抄）	122
労働安全衛生法施行令（抄）	129
労働安全衛生規則（抄）	133
ボイラー及び圧力容器安全規則（抄）	135
ボイラー取扱技能講習、化学設備関係第一種圧力容器取扱作業主任者 技能講習及び普通第一種圧力容器取扱作業主任者技能講習規程（抄）	154
ボイラー構造規格（抄）（附属品に関する規定）	155
労働基準法（抄）	164
年少者労働基準規則（抄）	165
女性労働基準規則（抄）	165
関係様式	166

## 別 添

付録1	蒸気ボイラーの配置図	169
付録2	温水ボイラー配置図	170
付録3	ボイラーの製造、検査及び設置等規制の一覧表	171
付録4	1. ボイラーの規模による区分一覧表	172
	2. ボイラーの検査・就業制限等の区分	172
	3. 免許・技能講習	172
	4. ボイラー取扱作業主任者の資格別一覧表	172

# 第1章 ボイラーの構造に関する知識

## 1.1 概要・用語

### 1.1.1 ボイラーとは

ボイラーとは、密閉した容器や管に水<sup>\*1</sup>を入れ、油やガスなどの燃料を燃やした火<sup>\*2</sup>の熱により、水を暖めて大気圧を超える圧力の蒸気や温水をつくり、これを他に供給する装置です。

そのために、ボイラーの内部は、圧力が加わっていて、しかも、大きな熱エネルギーをもっています。

ボイラーには、蒸気をつくる**蒸気ボイラー**と、温水のまま使う**温水ボイラー**とがあります。

\*1 水：水のかわりに別の熱媒（高温ボイラー用としての特種な油）を用いることがある。

\*2 火：火気（電気ヒーターを含む）、燃焼ガス、高温ガス（廃熱ガス、発生炉ガス）等がある。

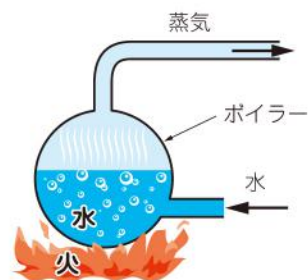


図1-1 蒸気ボイラーの概念図

### 1.1.2 温度

温度とは、熱さ、冷たさの度合いを表すもので、温度計によって測ります。温度の単位は、日本では一般に摂氏温度<sup>\*3</sup>（℃）を用います。

摂氏温度は、絶対温度<sup>\*4</sup>の値から273.15を減じたものとして決められています。

なお、ボイラーの取扱いに際しては、標準大気圧のもとで、水の凝固点を0℃、沸点を100℃として取り扱って差し支えありません。

\*3 セルシウス温度ともいう。アメリカでは、華氏温度（°F）を用いることが多い。

$$\text{華氏温度 (°F)} = (9/5) \times \text{摂氏温度 (°C)} + 32$$

また、熱力学では絶対温度（単位はケルビン記号K）を用いる。

$$\text{絶対温度 (K)} = \text{摂氏温度 (°C)} + 273.15$$

\*4 絶対温度

あらゆる物質が原子や分子で構成されており、これらの分子や原子は絶えず運動をしている。その運動は温度によって変化し、高温になるほど激しくなる。温度を低下させていくと、理論上、分子や原子の運動が完全に停止する状態となる。その温度を絶対零度という。分子や原子の運動が停止するので、これより低い温度は存在しない。ケルビンはこの温度を0 K（単位はケルビン 記号K）と定めた。なお、絶対温度に上限はない。

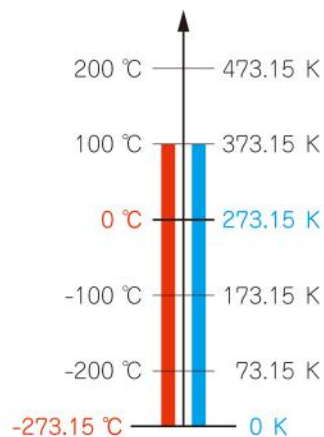


図1-2 摂氏温度と絶対温度

摂氏温度（℃）と絶対温度（K）の関係は次のとおりであり、両者と

## 第2章 ボイラーの取扱いに関する知識

### 2.1 使用中の留意事項

#### 2.1.1 ボイラー室の整備

ボイラー室は常に整理整頓して、関係のない物品を室内に置かないようにし、清掃に心掛けます。特に引火性の物品は、必要がある場合を除いて持ち込んでなりません。ボイラー室入口には「関係者以外立入禁止」の表示をし、出入口、非常口等の通路は常に通行の妨げとなる物品などを置かないようにします。

また、ボイラー室には、ボイラーの検査証及びボイラー取扱作業主任者の資格、氏名を見やすい箇所に掲示する必要があります。

さらに、ボイラー室には、水面計のガラス管、ガスケットその他必要な予備品及び修繕用工具類を常備することが義務づけられています。緊急時や薄暗い箇所の点検に備えて懐中電灯を用意しておくことも必要です。

日常から、ボイラー室の通風、換気、防湿、照明、清掃等に心掛け、作業環境の改善に努めることが大切です。

#### 2.1.2 使用開始前の準備

ボイラーを安全に効率よく運転するためには、日常の正しい取扱い操作と適切な点検整備が重要です。このため、関係の図面、シーケンス回路図等及び取扱説明書（作業標準書）などをよく理解しておくと同時に、ボイラー室に備え付けておくことが必要です。

#### 2.1.3 休止していたボイラーの使用準備

修繕、整備、掃除等のため、休止していたボイラーを運転するときは、次の要領で使用前の準備を行います。なお、変更検査（ボイラー則第42条）、使用再開検査（ボイラー則第46条）等が必要な場合は、所要の検査を終えておきます。

- ① ボイラー内部に油脂分、スケール、スラッジ（かまどろ）等の異物や、使用した工具などが残っていないか確認する。
- ② マンホールなどのふたをするときは、偏りがなく、平均に締め付けて確実に取り付ける。
- ③ 圧力計、水面計、給水内管、自動制御装置検出器の連絡管口などの穴に詰まりがないか確認する。
- ④ れんが積みなどの耐火材に損傷がないか確認する。

## 第3章 点火及び燃焼に関する知識

### 3.1 燃料

#### 3.1.1 燃料の概要

ボイラー用燃料は、液体燃料、気体燃料、固体燃料に分けられます。

燃料とは、空気中で燃えて生じた熱を利用できるものをいい、その必要な条件は、次のとおりです。

- ① 容易に入手できて豊富にあり、貯蔵、運搬及び取扱いが簡単で便利である。
- ② 価格が安く、燃えやすく、発熱量が大きい。

#### (1) ボイラー用燃料の種類

##### (a) 液体燃料

重油、軽油、灯油等が用いられています。

##### (b) 気体燃料

液化天然ガス (LNG)、都市ガス、液化石油ガス (LPG) 等が用いられています。

##### (c) 固体燃料

石炭、木材等が用いられています。

#### (2) 燃料の分析

燃料を有効に利用するため、各燃料に含まれる成分を分析し、燃料の性質、性状を明らかにします。

##### (a) 工業分析

工業分析は、固体燃料の水分、灰分、揮発分<sup>\*1</sup>を測定して残りの固定炭素を求めます。固定炭素を多く含む燃料は、良質な燃料です。

\*1 揮発分：固体燃料が燃焼中に発生する気化（ガス化）した成分である。

##### (b) 元素分析

元素分析は、液体燃料、固体燃料の炭素 (C)、水素 (H)、酸素 (O)、窒素 (N)、硫黄 (S) の元素成分と灰分を分析します。

主成分は炭素で、ほかに可燃成分として水素と硫黄があります。

##### (c) 成分分析

成分分析は、気体燃料の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、炭化水素<sup>\*2</sup> (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>)、酸素 (O<sub>2</sub>)、一酸化炭素 (CO)、水素 (H<sub>2</sub>)、窒素 (N<sub>2</sub>) を分析します。

可燃成分は、一酸化炭素、水素、炭化水素です。

\*2 炭化水素：代表的な例としてメタン、エタン、プロパン、ブタン等がある。



## 第4章 点検及び異常時の処置

### 4. 1 点検箇所及び点検要領

#### (1) 点検の重要性

ボイラーは、その安全とよい機能を保たせるため、毎日、本体、炉内、附属品及び附属装置をできる範囲で点検し、もし、不良箇所があればすみやかに修理することが大切です。このくらのことは差し支えないであろうと、安易に見過ごさないようにしなければなりません。

ボタン操作で運転できる自動制御ボイラーは、自動制御機器及び各種の安全装置について、一層それらの調整が適正かどうか、点検、監視を厳重に行う必要があります。

日常の点検及び手入れを怠ると、最新の安全装置であっても、事故に際しては全く役に立たないことを知らなければなりません。そのためには日常点検表をつくり、これに点検結果及び運転状況等を記録しておけば、故障や事故を事前に知る手掛かりとなり、ボイラーの安全を保つことができます。

どこか異常を発見したとき、特に安全装置については、事業者（ボイラー担当の管理者等）へ状況を報告し、補修等適切な措置をすみやかに講じるようにします。

また、年1回以上の定期的清掃を行う際には、ボイラー本体、附属品、附属装置を開放、分解して、スケールや沈殿物その他の汚れを十分に取り除き、ボイラー本来の機能を回復しておきます。

なお、使用を継続するボイラー（小規模ボイラーを含む。）については、毎年、性能検査<sup>\*1</sup>を受ける必要がありますが、この検査を受ける準備のためにはボイラーを清掃等しておくことが必要です。

\*1 性能検査：ボイラー検査証の有効期間（1年）を更新する場合に、国又は登録性能検査機関が行う検査をいう（法第41条第2項、ボイラー則第38、39、39条の2、40条参照）。

#### (2) 点検箇所及び点検要領

「第2章 ボイラーの取扱いに関する知識」で取扱い時に必要な点検事項と重複するところもありますが、ここでは「点検」という視点にたつて、改めて日常点検における主な点検項目と点検事項について以下に記載します。また、日常点検表の一例を表4-1に示します。

なお、法令によりボイラー使用中は、1月以内ごとに1回、定期的に自主検査を実施し、その結果を記録し3年間保存することが義務づけられています。表4-2に月例点検のための定期自主検査表の一例を示します。

## 第5章 災害事例・損傷事例

### 事例1 逃がし管先端部が凍結し圧力の異常上昇によりセクションが破裂

事業の種類 金融業

ボイラーの種類 鋳鉄製温水ボイラー（最高使用圧力0.3MPa、伝熱面積5.95㎡、油だき）

被害状況 死傷者なし、セクションの破損

#### 発生状況

ビルの暖房用ボイラーを、午前6時30分に運転を開始した後、ボイラー取扱者が社員食堂に行き朝食をとっていたところ、午前7時30分頃ボイラー室で警報ブザーが鳴っているのので、直ちにボイラー室へ急行した。

ボイラー室は、ボイラーのセクションが割れたため、床一面にボイラー水が噴き出し、燃料しゃ断弁が作動した状態でボイラーは停止していた。目盛盤の最大指度が0.5MPaである圧力計は、針が振り切れていた。

また、逃がし管の保温材が屋上の先端部ではがれており、逃がし管が凍結していた。当日の朝は気温が $-3.5^{\circ}\text{C}$ と冷えこんでいた。

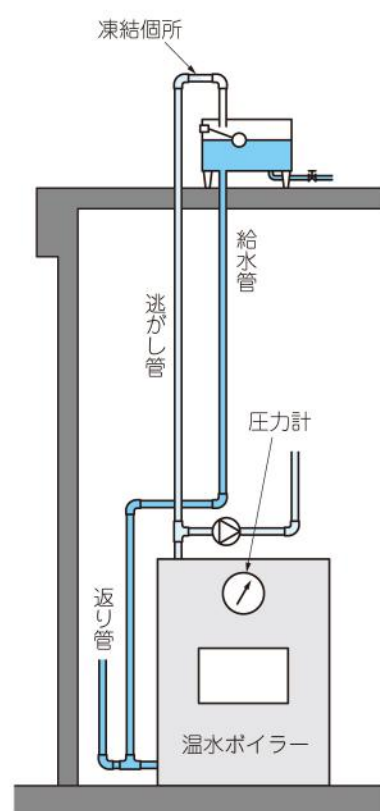
なお、ボイラーの取扱者は、ボイラー取扱技能講習を修了していた。

#### 原因

- ① 逃がし管が凍結したため、加熱されたボイラー水の膨張水を逃がすことができず、異常昇圧したこと。
- ② 逃がし管の保温材の状態、詰まり等の日常点検を適切に行っていなかったこと。
- ③ ボイラーの監視を直接行っていなかったため、異常昇圧等に対処できなかったこと。

#### 対策

- ① 逃がし管の保温材の損傷等について日常点検を適切に実施し、異常箇所を早期に発見し、速やかに補修をする。
- ② ボイラーの異常昇圧時に直ちに作動する逃がし弁（173頁 付録2 参照）を増設する。
- ③ ボイラー取扱者に、ボイラーの圧力等を監視させて、異常昇圧等に適正に対処できるようにする。



## 第6章 関係法令

### 労働安全衛生法（抄）

昭和47年6月8日法律第57号

改正 平成26年12月1日法律第82号

(目的) **第1条** この法律は、労働基準法（昭和22年法律第49号）と相まって、労働災害の防止のための危害防止基準の確立、責任体制の明確化及び自主的活動の促進の措置を講ずる等その防止に関する総合的計画的な対策を推進することにより職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境の形成を促進することを目的とする。

(定義) **第2条** この法律において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一 **労働災害** 労働者の就業に係る建設物、設備、原材料、ガス、蒸気、粉じん等により、又は作業行動その他業務に起因して、労働者が負傷し、疾病にかかり、又は死亡することをいう。

二 **労働者** 労働基準法第9条<sup>\*1</sup>に規定する労働者（同居の親族のみを使用する事業又は事務所に使用される者及び家事使用人を除く。）をいう。

三 **事業者** 事業を行う者で、労働者を使用するものをいう。

<sup>\*1</sup> 労働基準法第9条 この法律で「労働者」とは、職業の種類を問わず、前条の事業又は事務所（以下「事業」という。）に使用される者で、賃金を支払われる者をいう。

(作業主任者) **第14条** 事業者は、高圧室内作業その他の労働災害を防止するための管理を必要とする作業で、政令で定めるものについては、都道府県労働局長の免許を受けた者又は都道府県労働局長の登録を受けた者が行う技能講習を修了した者のうちから、厚生労働省令で定めるところにより、当該作業の区分に応じて、作業主任者を選任し、その者に当該作業に従事する労働者の指揮その他の厚生労働省令で定める事項を行なわせなければならない。

付録1 蒸気ボイラーの配置図

