

ボイラー設置者・製造者の皆様へ

機能安全指針に適合するボイラーの取扱いに 法令上の特例が規定されました

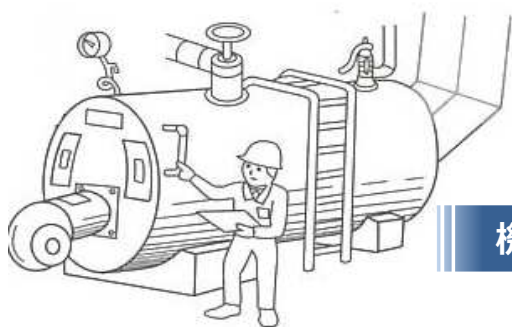
～ 機能安全の導入による安全規制の高度化 ～

近年、電気・電子技術やコンピュータ技術の進歩に伴って、これらの技術を活用することにより、機械等に対して高度かつ信頼性の高い制御をすることが可能となってきました。

厚生労働省では、それらの技術を用いた「機能安全※」による安全確保の推進を図るため、関係法令を改正し、平成29年4月1日から施行します。

※「機能安全」とは、従来の機械式の安全装置等に加え、新たに電子等制御の機能を付加することにより、機械等によるリスクを低減するための措置をいいます。

機能安全導入後に適用される特例（詳しくは、P2・3参照）



信頼性の確認できない
制御装置を装備したボイラー

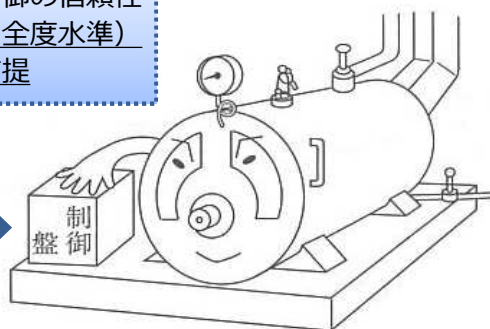
- ・ 資格者による点検（1日1回）

従来の安全規制

- 物理的防護・資格者による点検等

機能安全の導入

※電子等制御の信頼性の水準（安全度水準）の認証が前提



信頼性が証明された
自動制御装置を備えたボイラー

特例

- ・ 自動運転期間の延長（3日間）
→ 点検頻度の延長（3日に1回）

機能安全導入後の安全規制

- 新たに制御の機能を付加することによる安全確保
- 安全性を損なうことなく生産性の向上を実現

安全規制の高度化



厚生労働省 都道府県労働局 労働基準監督署

「認定適合自動制御装置」を備えたボイラーの取扱いの特例

ボイラーの制御装置の点検頻度に関する特例

- ① ボイラーの運転の状態に係る異常があった場合に当該ボイラーを安全に停止させることができる機能その他の機能を有する自動制御装置であって厚生労働大臣の定める技術上の指針に適合していることを所轄労働基準監督署長が認めたもの（以下「認定適合自動制御装置」という。）を備えたボイラーについては、水面測定装置の機能の点検の頻度を、1日に1回以上必要であるところ、3日に1回以上とすることができます。（ボイラー則第25条第2項）
- ② ①の所轄労働基準監督署長の認定を受けようとする事業者は、適合自動制御ボイラー認定申請書に、当該申請に係る自動制御装置が①の厚生労働大臣が定める技術上の指針に適合していることを厚生労働大臣の登録を受けた者が証明した書面を添付して所轄労働基準監督署長に提出しなければなりません。（ボイラー則第25条第3項）
- ③ 「労働安全衛生法及びこれに基づく命令に係る登録及び指定に関する省令」に、適合性証明を行う「登録適合性証明機関」に関する規定を新設します。（登録省令第1条の2の44の2～第1条の2の44の16）

ボイラー作業主任者の選任基準に関する特例

関係告示（平成16年厚生労働省告示第131号）の改正により、認定適合自動制御装置を備えたボイラーの伝熱面積は、ボイラー作業主任者の選任基準（ボイラー則第24条第2項第4号）であるボイラーの伝熱面積の合計に算入しないことができます。

ボイラー作業主任者の勤務場所等に関する特例

関係通達（平成15年3月31日付け基発0331001号）の改正により、認定適合自動制御装置を備えたボイラーについては、ボイラー作業主任者の勤務場所を事業場外（ボイラーに異常が発生したときに少なくとも1時間程度でボイラー設置場所に到達できる場所）とすることができます。

「機能安全による機械等に係る安全確保に関する技術上の指針」概要

1. 背景と基本的考え方

- 近年、電気・電子技術やコンピュータ技術の進歩に伴い、これらの技術を活用することにより、機械、器具その他の設備（＝機械等）に対して高度かつ信頼性の高い制御が可能となってきました。
- 本指針は、従来の機械式の安全装置等に加え新たに電子等制御（電気・電子・プログラマブル電子制御）の機能を付加することにより、機械等による労働者へのリスクを低減するための措置（機能安全）及びその決定方法のために必要な基準を示すものです。

2. 機能安全に係る実施事項

① 要求安全機能の特定

製造者は、機械等による危険性又は有害性（危険性等）を特定した上で、リスクを低減するために要求される電子等制御の機能（要求安全機能）を特定

② 要求安全度水準の決定

次ページ参照

製造者は、要求安全機能を実行する電子等制御のシステム（安全関連システム）に要求される信頼性の水準（要求安全度水準）※を決定

③ 設計要求事項の決定とそれに基づく製造

製造者は、安全関連システムが要求安全度水準を満たすために求められる事項を決定し、それに従って機械等を製造

※要求安全度水準：
必要があるときに安全機能が作動しない確率のことで、危険事象を生ずる安全関連システムの故障の確率（危険側故障確率）で表される。

3. 要求安全度水準の決定

① 製造者は、危険性等を特定し、その結果として**発生する事象（危険事象）を特定**。

例 (IEC61508-5附属書Dを参考にしたもの)

キーワード	危険側故障	危険事象	検知方法	要求安全機能	作動要求に関する事項	C	F	P	W	SIL*	製造者追加対策	設置者追加対策
蒸気圧力	消費側での蒸気排出の停止	熱交換器での圧力上昇	熱交換器圧力リミッター	リミッターによる熱源のシャットダウン	機械式安全弁の信頼性	C _D	F _A	—	W ₁	2		
ボイラー水の水位	給水停止	過熱又は空焚き	水位計	水位制御系による熱源のシャットダウン	水位低下に対する設計余裕	C _D	F _A	—	W ₁	2	水位計に最低水位を明示	水位計の日常点検

* IEC61508の安全度水準

② 製造者は、危険事象ごとに以下の要素により、**要求安全度水準（危険側故障確率）を決定**。

- ・危険性等にさらされる頻度（時間）
- ・危険事象からの回避可能性
- ・生ずる負傷または疾病の重篤度
- ・危険事象の発生頻度

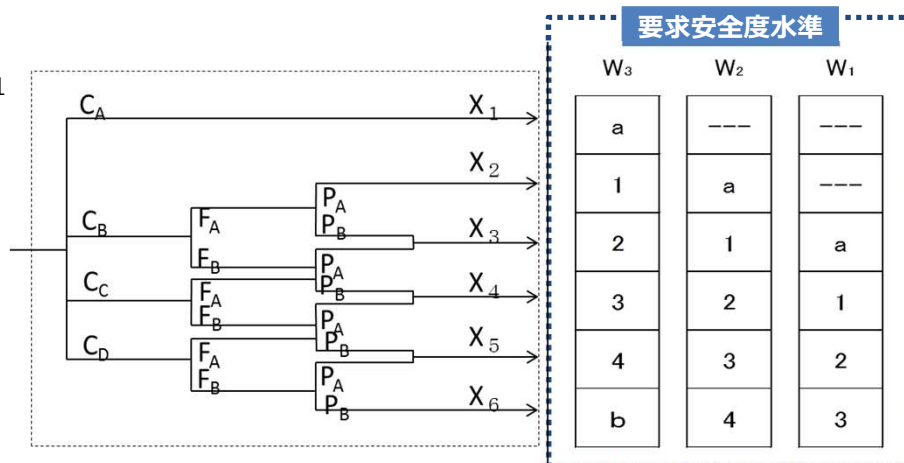
例

(IEC61508-5附属書D及びISO13849-1附属書Aを参考にしたもの)

要求安全度水準 = 1 ~ 4

a: 要求安全度水準の設定は必要ない。

b: 単一の安全関連システムでは要求安全度水準を達成することはできない。



参考

低頻度の作業要求モードで作動する安全関連システムに適用される要求安全機能に対する要求安全度水準の基準値

(IEC61508-4を参考にしたもの)

要求安全度水準	低頻度の作業要求モード（注1）における基準値 （要求安全機能の作動が求められた時に、当該要求安全機能が作動しない確率）（PFDavg）
4	10 ⁻⁵ 以上 10 ⁻⁴ 未満
3	10 ⁻⁴ 以上 10 ⁻³ 未満
2	10 ⁻³ 以上 10 ⁻² 未満
1	10 ⁻² 以上 10 ⁻¹ 未満

（注1）要求安全機能の作動が求められる頻度が1年当たり1回以下の場合

4. 要求安全度水準を達成する方法

① **数値計算法（安全度水準（SIL））**

- ・平均危険側故障確率、検査間隔、平均修理時間、共通原因故障を計算式に代入し、数值的に計算する方法

② **要件の組合せ法（パフォーマンスレベル（PL））**

- ・構造要件（カテゴリ）、平均危険側故障確率、診断範囲、共通原因故障の組み合わせによって決定する方法。

2 機能安全に係る実施事項

2-1 実施内容

機械等を製造する者（以下「製造者」という。）は、機能安全に係る実施事項として次に掲げる事項を実施すること。

- (1) 機械等による労働者の就業に係る危険性又は有害性を特定した上で、それによるリスクを低減するために要求される電子等制御の機能（以下「要求安全機能」という。）を特定すること。
- (2) 要求安全機能を実行する電子等制御のシステム（以下「安全関連システム」という。）に要求される信頼性の水準（以下「要求安全度水準」という。）を決定すること。
- (3) 安全関連システムが要求安全度水準を満たすために求められる事項を決定し、それに従って機械等を製造すること。

2-2 要求安全機能及び要求安全度水準の内容

- (1) 要求安全機能には、機械等による労働者の就業に係る危険性又は有害性の結果として労働者に就業上の負傷又は疾病を生じさせる事象（以下「危険事象」という。）を防止するための機能及び危険事象によって生じる被害を緩和する機能が含まれること。
- (2) 要求安全度水準は、要求安全機能の作動が要求された時に、安全関連システムが当該要求安全機能を作動させることができない確率であり、その水準を表す指標として、国際電気標準会議の規格 61508 の安全度水準又は国際標準化機構の規格 13849 のパフォーマンスレベルが用いられること。

2-3 実施に当たっての留意事項

製造者は、機能安全に係る実施事項を適切に実施するために、次に掲げる事項に留意すること。

- (1) 安全関連システムには、検出部（センサー）等の入力部、論理処理部及びアクチュエータ等の出力部が含まれるものであり、機械等の運転制御のためのシステムから独立していることが望ましいこと。
- (2) 安全度水準又はパフォーマンスレベルについては、国際電気標準会議の規格 61508 若しくは国際標準化機構の規格 13849 の基準又はこれらと同等以上の基準に適合するものとする。
- (3) 機能安全を含む機械等の設計等を行う者に対して、必要な教育を実施するものとする。

3 要求安全度水準の決定

3-1 危険性又は有害性及び危険事象の特定

製造者は、機械等における機能安全を適切に実現するため、リスクを解析することにより、労働者の就業に係る危険性又は有害性を特定し、その結果として発生する危険事象を特定すること。

3-2 要求安全機能及び安全関連システムの特定

- (1) 製造者は、特定された危険事象を防止するために必要な要求安全機能を特定すること。
- (2) 製造者は、要求安全機能を実現するために必要な安全関連システムを特定すること。

3-3 要求安全度水準の決定

- (1) 製造者は、労働者が危険性又は有害性にさらされる頻度、生ずる負傷又は疾病の重篤度、危険事象を回避する可能性、要求安全機能の作動が求められる頻度等を用いた定性的評価によって要求安全度水準の決定を行うこと。ただし、個別の機械等に関する日本工業規格又は国際規格において、安全関連システムの要求安全度水準が指定されている場合は、それに従って要求安全度水準を決定することができる。

- (2) 要求安全度水準は、要求安全機能の作動が求められる頻度（以下「作動要求モード」という。）により、その基準値が異なるため、製造者は、要求安全機能ごとに、作動要求モードを適切に決定する必要があること。

3-4 要求安全度水準の決定に当たっての留意事項

製造者は、要求安全度水準を適切に決定するため、次に掲げる事項に留意すること。

- (1) 要求安全度水準の評価尺度である危険性又は有害性にさらされる頻度、負傷又は疾病の重篤度等について客観的な評価を行うため、複数の担当者により評価を実施すること。
- (2) 要求安全度水準の決定には、機械等の設置場所等の機械等の使用条件に関する情報が必要であるため、包括指針を踏まえ、機械等の使用者と製造者が連携して要求安全度水準を決定すること。ただし、大量に生産

される同一型式の機械等については、あらかじめ機械等の使用条件に関する情報を得ることは困難であるため、一定の使用条件を仮定してリスクを解析し、機械等の取扱説明書等により使用条件の制限やメンテナンス頻度の指定等を行うこと。

- (3) リスクの解析の実施に当たっては、故障モード影響分析（FMEA）やハザード・オペレーション分析（HAZOP）、フォールトツリー解析（FTA）等の手法を実施するものとし、安全関連システムの故障のみならず、予見可能な機械等の誤使用（ヒューマンエラー）を含めて解析を行うこと。

- (4) 負傷又は疾病の重篤度については、負傷や疾病の程度に加え、被災する者の人数も含めた指標とすること。

- (5) 作動要求モードの決定に当たっては、以下の事項に留意すること。

ア 機械式の安全弁の故障時に作動する燃料遮断リミッターのように、機械式の安全装置の故障によって作動が求められる安全関連システムには、低頻度の作動要求モードを適用するのが妥当であること。

イ 非常停止ボタンのように、使用頻度が1年に1回を下回るものが想定される安全関連システムについても同様であるが、非常停止ボタンの安全関連システムが運転用の制御システムから独立していない場合は、高頻度の作動要求モードの適用が妥当であること。

ウ その他の保護停止装置（プレス機械の光線式安全装置等）の安全関連システムについては、一般的に、高頻度の作動要求モードの適用が妥当であること。

4 要求安全度水準に適合するために設計上求められる事項の決定等

4-1 数値計算による要求安全度水準への適合

- (1) 要求安全度水準のうち、安全度水準については、危険事象に至る安全関連システムの故障（以下「危険側故障」という。）の確率（以下「危険側故障確率」という。）で表され、概念的には、安全関連システムが機能していない時間を安全関連システムが機能している時間で除したものと等であり、平均危険側故障確率（検知できる危険側故障に係る確率（ λ_{DD} ）及び検知できない危険側故障に係る確率（ λ_{DU} ）、検査間隔（proof test interval）、平均修理時間（MTTR）及び共通原因故障（CCF）によって計算されること。
- (2) 製造者は、要求安全度水準を達成できるよう、安全関連システムの多重化による共通原因故障の低減、自動的な診断等による検知できない危険側故障に係る確率の低減、検査間隔の短縮等を安全関連システムに設計上求められる事項（以下「要求事項」という。）として定め、これらに基づいて機械等を製造すること。

4-2 要件の組み合わせによる要求安全度水準への適合

- (1) 要求安全度水準のうち、パフォーマンスレベルについては、安全関連システムの構造等に係る要件（以下「カテゴリ」という。）、平均危険側故障時間（MTT Fd）、平均診断範囲（DCavg）及び共通原因故障の組み合わせによって決定されること。
- (2) 製造者は、要求されるパフォーマンスレベルを達成できるよう、カテゴリ、平均危険側故障時間、平均診断範囲、共通原因故障等を要求事項として定め、これらに基づいて機械等を製造すること。

4-3 要求事項の決定に当たっての留意事項

製造者は、要求事項を適切に決定するため、次に掲げる事項に留意すること。

- (1) 機械等の使用者と連携し、機械等を含む設備全体のリスクを低減するための対策を検討する場合、危険側故障確率の低減だけでなく、運転用の制御システムの信頼性の向上、機械等の誤使用（ヒューマンエラー）を防止するための対策、避難待避方法の検討等、多重的な防護による設備の設計方針に従い安全方策を検討し、それでもなお残るリスクについて、機能安全によるリスクの低減を図ることが望ましいこと。
- (2) 機能安全によるリスクの低減を図る場合、包括指針の本質的安全設計方策等を踏まえ、機械等の構造要件等を優先して検討することが望ましいこと。
- (3) 機械等を譲渡又は貸与する者に対し、包括指針別表第5の使用上の情報に加え、危険事象を特定するための前提となる機械等の使用条件等に関する情報も提供すること。
- (4) 特定の要求安全機能について要求安全度水準を実現できたことにより、他の要求安全機能の要求安全度水準を低下させないこと。

改正バイラー則、登録省令や施行通達の詳しい内容は、厚生労働省ホームページをご覧ください。

→ 厚労省HPのトップページで「機能安全による機械等の安全確保について」と検索

(<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000140176.html>)

○ 厚生労働省では、従来の機械式の安全装置に加え、新たに機械等に電気・電子・プログラマブル電子制御の機能を付加することにより、当該機械等による労働災害のリスクを低減するための措置（機能安全）を活用した機械等の安全確保を推進しています。

○ このパンフレットについて、詳しくは最寄りの都道府県労働局、労働基準監督署にお問い合わせください。