

機械安全エンジニア A (MSE-A)

機械安全の専門講座 2

安全なシステム構築の原理原則

(基本安全原則・十分に吟味された安全原則
ISO 13849-2:2012 (JIS B9705-2:2019))



一般社団法人 安全技術普及会

はじめに

安全システムを構築するにあたって、安全確保方策が本質的安全設計に基づく場合であっても、安全防護に基づく場合であっても、基本的には多くの安全コンポーネントを利用して構築することになる。国際規格では安全を情報として取り扱い、安全コンポーネントに対する要求と併せて、制御との相関性に関しても基本的事項を示している。本書は安全コンポーネントの構成原理および制御との関連について国際規格の求める技術基準について事例を交えて解説している。

まず第1章では、安全構築の基本概念を理解するために規格で示される基本安全原則をまず説明し、第2章では安全関連制御で多く用いられる基本となる用語を説明し、さらに第3章では、ISO 13849-2:2012 (JIS B9705-2:2019) で示される機械的および電氣的な安全原則を示している。さらに、第4章では安全の観点で、システムの一般例を身近な信号灯、洗濯機等の事例で説明し、第5章では特にコンポーネントで重要な電氣的なコンポーネントについて詳しく説明している。さらに、セーフティ・リレー・ユニットについては第6章でインバータを用いた可変速電動システムを第7章でそれぞれ説明している。

なお本文で十分説明できない補足的事項については付録として添付し、さらに、理解度を深めて頂くために演習問題を提供しているので利用してほしい。

本書は著者が2004年長岡技術科学大学大学院機械系安全工学コースの講義用に作成したものをその後安全技術応用研究会および(一社)安全技術普及会の「安全コンポーネントの構成原理とその適用」講習会テキストとして編集し発行されたが2019年5月にISO 13849-2:2012がJIS B9705-2として発行されたことから、JIS規格で採用された用語などとの整合をはかり改訂した教科書である。

2019年8月10日

著者 蓬原弘一 工学博士
長岡技術科学大学名誉教授
改訂編集 (一社)安全技術普及会
教育企画委員会

目 次

第 1 章 安全コンポーネントと安全原則

1.1 安全コンポーネント	1-1
1.2 国際規格 ISO 13849-1 で示す安全原則	1-2
1.3 フェールセーフシステム（非対称故障モードのコンポーネント）の実現	1-5
1.4 ポジティブな機械的作用の適用	1-6
1.5 国際規格上での“機械”	1-7

第 2 章 安全関連制御で使用する用語の説明

第 3 章 機械的及び電気的安全原則—これが欧州エンジニアの常識—

3.1 機械システムに関する安全原則の例（ISO 13849-2、附属書 A）	3-1
3.1.1 機械システムにおける基本安全原則の例 （電気システムとの共通事項を一部含む）	3-1
3.1.2 機械システムにおける“十分吟味された”安全原則の例	3-10
3.1.3 電気機械システムにおける安全原則	3-16
3.1.4 施錠装置におけるばね施錠／動力解錠の論理	3-18
3.2 電気システムにおける安全原則の例	3-21
3.2.1 基本安全原則	3-21
3.2.2 “十分吟味された”安全原則	3-28
3.2.3 “十分吟味された”コンポーネント	3-34
3.3 ソレノイドの利用	3-35
3.3.1 電磁リレーの利用	3-35
3.3.2 電磁弁の利用	3-37
3.4 関連する情報	3-35
3.4.1 “十分吟味された”安全位置（Well-Tried Safe Position）	3-39
3.4.2 電気回路の例	3-41
3.4.3 電気回路の作図	3-41
3.5 演習問題	3-43

第 4 章 安全の観点でのシステムの一般則

4.1 一般則	4-1
4.2 一般則の適用	4-2
4.2.1 信号灯点灯システムの選択	4-2
4.2.2 電気洗濯機の構造設計の選択	4-3
4.2.3 出力要素の選択（電磁ブレーキシステム）	4-4

4.2.4 電気機械コンポーネントの構成と一般式の適用	4-5
-----------------------------	-----

第5章 電氣的安全コンポーネント

5.1 論理演算記号とその拡張	5-1
5.1.1 論理式を用いた安全システムの表現	5-1
5.1.2 演算記号の拡張	5-2
5.1.2.1 論理積、論理和、否定、加算演算の記号とその特性	5-2
5.1.2.2 各種しきい値演算の記号とその特性	5-4
5.1.2.3 記憶機能および時間軸上の処理機能	5-7
5.1.2.4 論理演算上の記号および論理値の扱い	5-8
5.2 機能チェックの原則	5-10
5.3 ダイナミック処理（フェールセーフ原理）	5-11
5.4 演習問題	5-15
5.4.1 コンポーネントの配置問題	5-15
5.4.2 システム構成の論理的表現問題	5-16
5.4.3 信号処理に関する演習問題	5-17
5.4.4 電流（非通電）センサに関する問題	5-19
5.4.5 回転停止センサに関する問題	5-20
5.4.6 インタロックシステム構成問題	5-22
5.4.7 システムの設計過程での安全証明問題	5-25

第6章 セーフティ・リレー・ユニット

6.1 セーフティ・リレー・ユニットのインバータ駆動への適用例	6-1
6.2 電気接点利用のダイバーシティ	6-3
6.3 セーフティ・リレー・ユニットのメンテナンス	6-4
6.3.1 メンテナンス間隔の算定	6-4
6.3.2 セーフティ・リレー・ユニットのメンテナンス間隔の算定	6-5
6.4 インバータの出力制御例	6-6
6.5 演習問題	6-8

第7章 インバータを組み込んだ可変速電動システム

7.1 可変速電動システムの例	7-1
7.2 可変速電動システムの規格 IEC61800-5-2 の適用範囲と目標	7-2
7.3 演習問題	7-3

安全コンポーネントの構成原理とその適用

2006年3月20日 初版発行
2009年9月1日 第2版発行
2010年3月1日 第3版発行
2012年5月1日 第4版発行
2016年2月1日 第5版発行

機械安全の専門講座 2 – 安全なシステム構築の原理原則

2019年8月10日 第6版発行（タイトル名変更）
編 著：蓬原弘一 工学博士
長岡技術科学大学名誉教授
改訂編集：一般社団法人安全技術普及会
発 行：一般社団法人安全技術普及会
〒141-0011 東京都品川区東大井 5-4-19
TEL 03-5769-0775 FAX 03-5769-0776
URL <https://www.d-sostap.or.jp/>
E-mail contact@d-sostap.or.jp

* 無断複写、転載、翻訳複製を禁じます。

2019.8