

受験者各位

セーフティニアアセッサ_制御設計分野(SEA-C)資格試験 学科試験問題について

セーフティニアアセッサ_制御設計分野(SEA-C)資格試験における学科試験の出題範囲と出題内容について説明します。受験時の参考にして下さい。なお、試験中は、配布される資料以外のテキストや参考資料および計算機は一切使用できません。

1. 出題範囲

セーフティアセッサ資格制度規定 NECA0901(2020)における、セーフティニアアセッサ_制御設計分野の力量に必要とされる知識及び技能のうち、制御設計に関わる部分が出題範囲となります。その部分を表1に示します。

表1: セーフティニアアセッサ_制御設計分野で必要とされる制御設計に関わる知識及び技能

知識/技能分類	概要	主要参照規格
本質的安全設計方策	本質的安全設計方策の制御的側面の設計及び評価に関する詳細知識及び技能。	ISO 12100 (JIS B 9700)
予期しない起動の防止を考慮した設計	予期しない起動の防止の制御的側面の設計及び評価に関する詳細知識及び技能。	ISO 12100 (JIS B 9700) ISO 14118 (JIS B 9714)
適切な安全機能をもった制御システムの設計	次に関する詳細知識及び技能それに基づく制御システムの設計技能。 a) 制御システムの安全関連部(SRP/CS)の評価のためのパラメータ b) SRP/CS による安全機能の仕様及び詳細 c) SRP/CS の安全性評価プロセス及び PLr の決定 d) SRP/CS の評価手法 e) 障害の考慮及び除外 f) ソフトウェア安全要求事項 g) アプリケーションソフトウェアのプログラミング及び変更管理	ISO 13849-1 (JIS B 9705-1) ISO 13849-2 (JIS B 9705-2)
安全防護	安全防護の制御的側面の設計及び評価に関する詳細知識及び技能。	ISO 12100 (JIS B 9700) ISO 13849-1 (JIS B 9705-1) ISO 13849-2 (JIS B 9705-2) ISO 13851 (JIS B 9712) ISO 14119 (JIS B 9710) IEC 62046 IEC 62061 (JIS B 9961)
付加保護方策	付加保護方策の制御的側面の設計及び評価に関する詳細知識及び技能。	ISO 12100 (JIS B 9700) ISO 13850 (JIS B 9703)

知識/技能分類	概要	主要参照規格
使用上の情報	制御的側面の使用上の情報の作成に関する詳細知識及び技能。	ISO 12100 (JIS B 9700) ISO 13849-1 (JIS B 9705-1) ISO 13849-2 (JIS B 9705-2)
リスクアセスメント及び リスク低減の文書化	制御的側面の文書化に関する詳細知識及び技能。	ISO 12100 (JIS B 9700) ISO 13849-1 (JIS B 9705-1) ISO 13849-2 (JIS B 9705-2)

2. 出題内容

セーフティシニアアセッサ_制御設計分野の試験では、表 1 の必要とされる知識及び技能を問います。セーフティアセッサ試験では、規格等の要求事項を理解したうえで、安全に関する知識や考え方に基づく技能をリスク低減の方針の検討及び具体的な安全方策の立案に生かせるかどうかを主に問いましたが、セーフティアシニアアセッサ_制御設計分野では、さらに踏み込んだ制御に関する専門的な知識並びに技能を機械の安全方策の詳細な設計に生かせるかどうかを問います。設問は、設計問題だけでなく、選択問題、記述式の問題も含まれています。なお、【問 C】のような設計問題では、計算式や基準値等は資料として試験に添付されますのでそれらまで暗記する必要はありません。

主な出題パターンは以下の 3 通りです。あくまでも代表的な出題パターンの説明ですので、これ以外の出題パターンもあり得ます。

2.1. 穴埋め問題

空欄に最も適する語句を語句群より記号で選択したり、語句や数値等を直接解答する問題(表や図等の穴埋め)

【問 A】 下の表は、ISO13849-1:2015(JIS B9705-1:2019)における、カテゴリ要求事項の要約です。(ア)～(キ)に適切な語句を入れなさい。

カテゴリ	要求事項要約
B	コンポーネントだけでなく SRP/CS 及び/又は(ア)は、予想される影響に耐えるように、関連規格に従って設計、製造、選択、組立、組み合わせられること。基本(イ)を用いること。
1	B の要求事項が適用されること。 “(ウ)された”コンポーネント及び“(ウ)された”(イ)を用いること。
2	B の要求事項及び“(ウ)された”(イ)の使用が適用されること。 安全機能は機械の制御システムによって(エ)でチェックされること
3	B の要求事項及び“(ウ)された”(イ)の使用が適用されること。 (オ)は次のように設計されていること。 － いずれの部分の(カ)も安全機能の喪失を招かない。かつ、 － 合理的に実施可能な場合は常に(カ)が検出される。
4	B の要求事項及び“(ウ)された”(イ)の使用が適用されること。 (オ)は次のように設計されていること。 － いずれの部分の(カ)も安全機能の喪失を招かない。かつ、 － (カ)は、安全機能に対する次の動作要求のとき、又はそれ以前に検出される。 それが不可能な場合、(キ)が安全機能の喪失を招かないこと。

※上の表は適切な語句を直接解答する例で示しています

2.2. 記述問題

設問に対して簡潔な文で述べたり、説明したりする問題

【問 B】 ISO13849-1:2015(JIS B9705-1:2019)における用語の定義について、以下の間に答えなさい。

- (1) 共通原因故障とはどのようなものか簡潔に述べなさい。
- (2) システムティック故障とはどのようなものか簡潔に述べなさい。

2.2. 設計問題

設問で与えられた条件、数値、算出式、資料等を用いて解答する問題

【問 C】 ある加工設備で非常停止回路を構築します。

使用する安全コンポーネントは、非常停止スイッチ 1 個、安全リレーモジュール 1 台とコンタクタ 2 台です。この非常停止回路の要求仕様及び構築に必要な情報は、下表①②の通りです。PL_r=d とした場合、以下の問に答えなさい。

- (1) PL_r=d を考慮して構築する非常停止回路のブロックダイアグラムを作成しなさい。
- (2) コンタクタの MTTF_D を算出しなさい。
- (3) 非常停止スイッチの MTTF_D を算出しなさい。
- (4) (1) で作成したこの非常停止回路のブロックダイアグラムをもとに、CCF ≥ 65 としてこのシステムの PL 値を求めなさい。
- (5) PL_r=d に対してこの非常停止回路が妥当か答えなさい。

表①

非常停止	・非常停止スイッチが押されると、コンタクタをオフして加工設備の動力源を遮断する。
	・非常停止スイッチは、ISO13850 に適合し、直接回路動作機能等を備える。
	・1 日に 1 回程度押すと想定する。
安全リレーモジュール	・非常停止スイッチがオフだと、コンタクタをオフして加工設備の動力源を遮断する。
	・内部回路を 2 重化することで、2 重化不一致による故障診断を行う。
	・起動スイッチが溶着した場合、加工設備の再起動不可。
	・EDM 機能でコンタクタの溶着を監視する。
	・端子間短絡を常時監視しており、異常時にはコンタクタをオフする。

・稼働日数: 220 日/年、稼働時間: 8 時間/日、サイクルあたりの平均時間: 3 分

表②

名称	条件	B _{10d}	MTTF _D (年)	DC _{avg} (%)
非常停止スイッチ	2NC 接点	1.00E+05	(3)	99
安全リレーモジュール	安全入力 × 2	—	100	99
コンタクタ	ミラーコンタクタ付	4.00E+05	(2)	99

$$MTTF_D = B_{10d} / (0.1 \times n_{op})$$

$$n_{op} = (d_{op} \times h_{op} \times 3600s/h) / t_{cycle}$$

h_{op}: 平均運転時間 (1 日当たりの時間数)

d_{op}: 平均運転日数 (1 年当たりの日数)

t_{cycle}: コンポーネントの連続 2 サイクルでの開始と開始の間の平均時間 (サイクル当たりの秒数)

$$1 / MTTF_D = 1 / MTTF_{D1} + 1 / MTTF_{D2} + 1 / MTTF_{D3} + \dots + 1 / MTTF_{Di}$$

$$DC_{avg} = (DC_1 / MTTF_{D1} + DC_2 / MTTF_{D2} + \dots + DC_i / MTTF_{Di}) / (1 / MTTF_{D1} + 1 / MTTF_{D2} + \dots + 1 / MTTF_{Di})$$

PL

カテゴリ	B	1	2	2	3	3	4	
DC avg	none	none	low	medium	low	medium	high	
MTTF _D	low	a	—	a	b	b	c	—
	medium	b	—	b	c	c	d	—
	high	—	c	c	d	d	d	e

MTTF_D

表示	範囲
low	3 年 ≤ MTTF _D < 10 年
medium	10 年 ≤ MTTF _D < 30 年
high	30 年 ≤ MTTF _D < 100 年

DC

表示	範囲
none	DC < 60%
low	60% ≤ DC < 90%
medium	90% ≤ DC < 99%
high	99% ≤ DC