

機械安全エンジニア A

能力審査試験

試験 2 機械安全

問1

この災害は、機械部品を製造する工場において、CNC 旋盤(コンピュータ数値制御コントロール)に取り付けられた機械部品をさらに切削加工しようとして、作業者が手にサンドペーパーを持って研磨する作業中に回転軸に巻き込まれ被災したものである。この災害について以下の間に答えよ。

災害発生状況

図1は機械部品を加工するために使用している CNC 旋盤である。災害発生当日、作業者は機械部品の加工作業を行っていたが、設計値よりも大きすぎたため、さらに切削作業が必要になり、加工プログラムを設定して誤差補正等をして2回加工を行ったが、なお設計値よりも 1/100mm 大きかったため、加工中の機械部品を CNC 旋盤にセットして、回転させながら手にサンドペーパーを持って研磨する作業を行っていたところ、作業者は軍手をしてサンドペーパーで研磨作業を行っていたため、軍手が機械部品に引っ掛かり巻き込まれたものであった。

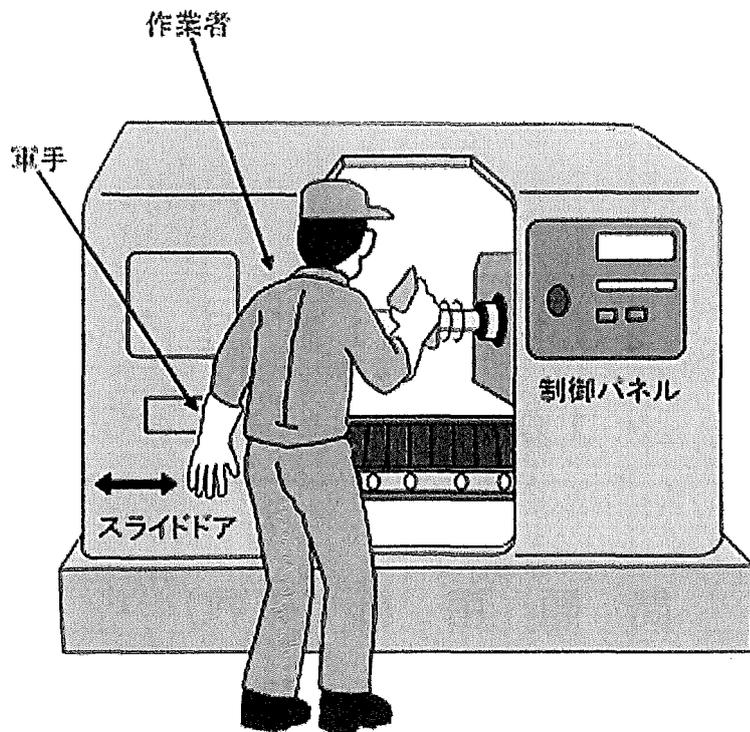


図1 CNC 旋盤

問 1-1

ドアを開けたときに手が巻き込まれないようにするためには、どのようなインターロックを構築すればよいか要件を述べよ。

問 1-2

ドアを開けて工具交換などの作業を行う場合、インターロックの停止カテゴリはどれにする必要があるかを選び、その理由を述べよ。

問 2

ドアの開閉にリミットスイッチを使って相反モードの監視を行う場合、どのように回路を構成すれば良いか図示して説明せよ。

問 3

表 1 の①～⑨は ISO12100 本質的安全設計方策の要求に従って設計されたものである。①～⑨の設計が ISO12100 どの箇条を適用したのか、最も適切なものを表 2 の選択肢 a～n より選びなさい。また、表 2 の選択肢に適切な答えが無ければ解答欄に×を記入せよ。

表 1 ISO12100 本質的安全設計方策により設計例

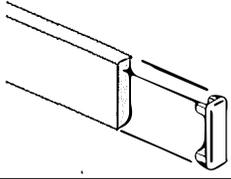
NO.	設計内容	箇条
①	爆発性雰囲気のある工場での生産ラインに空気圧制御を用いた	
②	空気圧機器を使用する場合に排気エアの騒音を小さくするためにサイレンサーを使用する	
③	圧力制御装置で危険側誤り、経年変化・劣化が原因となる破裂・噴出を防ぐために破裂板を使用する	
④	コピー機の設計で、紙づまりが発生した場合に、個所と修理方法をモニターに示すように設計した。	
⑤	配電盤の中は高電圧部が沢山あり危険なので、視認性を確保するために照明を設置する	
⑥	マシニングセンタへのワーク(工作物)の脱着で産業用ロボットを使用することにより定常作業の無人化を行った。	
⑦	<p>図のようにプレートの端部に“つば”を設ける</p> 	
⑧	機械を構成する全ての部品・コンポーネントとセンサ類、安全コンポーネントに高信頼性の製品を使用する	
⑨	機械を安定させるためアンカーボルトによりコンクリートの土台に取り付ける	

表 2 解答の選択肢

選択肢	内容
a	幾何学的要因及び物理的側面の考慮
b	機械設計に関する一般的技術知識の考慮
c	適切な技術の選択
d	ポジティブな機械的作用の原理の適用
e	安定性に関する規定
f	保全性に関する規定
g	人間工学原則の遵守
h	電氣的危険源
i	空圧及び液圧装置の危険源の防止
j	制御システムへの本質的安全設計方策の適用
k	安全機能の故障の確率の最小化
l	装置の信頼性による危険源の暴露制限
m	搬入(供給)又は搬出(取出し)作業の機械化及び自動化による危険源への暴露制限
n	設定(段取りなど)及び保全の作業位置を危険区域外とすることによる危険源の暴露制限

問 4

安全確認型インターロックシステムは、運転命令(M)と安全確認信号(S)が安全確認型センサから出力された場合のみ運転出力(F)を許可する構造である。この安全確認型インターロックシステムについて以下の質問に答えなさい。

問 4-1

安全確認型インターロックシステムを運転命令(M)、安全確認信号(S)、運転出力(F)、判断(AND)を用いて論理モデルで示しなさい。

問 4-2

問 4-1 の運転命令(M)、安全確認信号(S)、運転出力(F)について表 3 の論理値の意味を答えなさい

表 3 論理変数および論理値の意味

論理変数	論理変数の意味	論理値	論理値の意味
M	運転命令	1	
		0	
S	安全確認信号	1	
		0	
F	運転出力	1	
		0	

問 4-3

問 4-1、問 4-2 の図および論理変数を用いて、インターロック機能を論理式で表しなさい。

問 4-4

安全確認信号(S)、運転出力(F)の 2 つから、安全上求められる関係を論理式で答えなさい。

問 4-5

安全確認型インターロックシステムにおける安全側故障と危険側故障について文章で答えなさい。

問5

図2は、機械の危険区域に人間が入るための扉の開閉を検知する扉スイッチの構造を示している。この扉スイッチについて、安全工学的に推奨されるのは図2の(a)、(b)どちらですか。その理由も述べなさい。

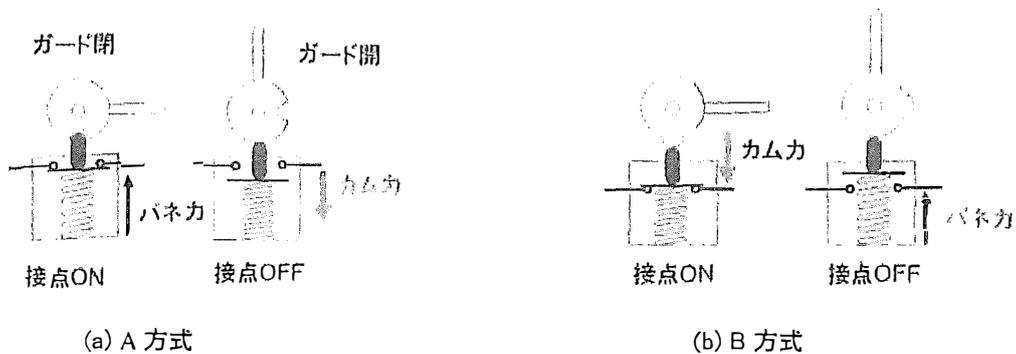


図2 扉スイッチ

