

6. ワイヤ放電加工機でのリスクアセスメント <設計製造時>

(工作機械製造業)

【事例の位置づけ】

この事例は、工作機械メーカーの事例で、同社の製造するワイヤ放電加工機について実施したリスクアセスメントに関するものです。同社の製品は国内外に販売されていますが、機械メーカーへのリスクアセスメント実施の要求が強まる中で、国際規格を参考にして社内規格を設けてリスクアセスメントを実施しているという事例です。

1 事業場の概要

1. 1 業種：

工作機械製造業

1. 2 労働者数

約700名(社員数)。その他協力会社等の労働者約200名を加え計約900名となる。

2 設計製造時のリスクアセスメント取り組み状況(全体概要)

2. 1 企業のリスクアセスメントへの取り組み方針、背景等：

(1) リスクアセスメントへの取り組み方針、設計製造管理体制上の位置づけなど
リスクアセスメントの実施部門は基本的には開発部門の設計担当者となる。

同社の放電加工機事業部の例で示すと15機種ある中で、今までに実施したのは4機種で、そのうち2機種が新規開発時に実施、残りの2機種が客先からのリスクアセスメント結果提出の要請で既存機種に対して実施している。

(2) リスクアセスメントに関する社内規定の概要

Safety of machinery -Principle of risk assessment という社内規格を設けている。

本規格は同社の新製品開発に際しての開発ツールとして、又、セールスツールとして機能することを目的として2001年に作成した。2001年以降に開発販売された機械については、すべてこの規格に基づきリスクアセスメントを実施している。

(3) リスクアセスメントの実行組織と人員体制の概要

現状では組織的対応というより設計担当者(機械・電気・ソフト)に実施させ、組織の上司が承認する形となっている。

(4) リスクアセスメントに基づく安全方策の実施体制

リスクアセスメントによりリスクが許容できない場合は設計・製作過程でリスク低減措置をとり、許容可能な状態にする体制はできている。

2. 2 リスクアセスメント手法の概要：

(1) リスクアセスメント規定の手法概要

① 危険源の抽出・同定

危険の対象者を①輸送 ②組付・据付 ③使用 ④保守 ⑤廃棄 とライフサイクルを考慮し5ステージに分けそれぞれ危害のひどさ、発生頻度を危険源一覧表の項目ごとに見積りを行う。危険源一覧表は JIS B 9702 の付属書Aを参考に自社版に作成している。

② リスクの見積り・評価

危害のひどさ、発生頻度のリスク見積りは表1および表2に、また表3のマトリクス表に従い、リスクレベルを算出する。

(MIL-STD-882Cを参考に自社版にアレンジした危害のひどさ：4段階と発生頻度：5段階を区分し、882Cのマトリクス表でリスクレベルを決めている)。

③ 適切にリスクが低減されているかの判断基準

- ・リスクレベル 9 以下

1項目でも9以下だと、危険な機械と認定。リスクレベル10以上となるように再設計。

- ・リスクレベル 10 以上 17 以下

安全設計の機械と認定するが、残留リスクがあるので警告標識（警告銘板）、警告装置、取扱説明書などで使用者に使用上の情報を提供する。

- ・リスクレベル 18 以上

使用者に使用上の情報を提供するという義務を生じないほど安全と認定。

表1 危害のひどさ

危険の重大度	カテゴリ	定義	
		人	機械、システム
致命	I	死亡	重大な二次災害を引き起こす（社会的影響大）
重度	II	重傷害、重職業病（後遺症又は休業1ヶ月以上）	軽度な二次災害を引き起こす（例、プラント停止）
軽度	III	軽傷害、軽職業病（後遺症無し又は休業1ヶ月未満）	機械の全損
軽微	IV	軽傷害、軽職業病よりも軽い傷害（不休）	機械の一部損傷

表2 危害の発生頻度

発生頻度	レベル	定義
頻繁	A	頻繁に発生しやすい。
可能性有り	B	製品の寿命内に数回発生する可能性がある。
希	C	製品の寿命内に発生する可能性がある。
僅か	D	可能性は低い但し製品の寿命内に発生するかもしれない。
可能性無し	E	発生を経験することがないと推定できる程度に可能性が低い。

表3 リスク見積りのマトリクス

危険の重要度 発生頻度	I	II	III	IV
A	1	3	7	13
B	2	5	9	16
C	4	6	11	18
D	8	10	14	19
E	12	15	17	20

(注) 数値はリスクレベルを表わす

表4 リスク評価基準

リスクレベル	評価基準
1～5	・許容できない
6～9	・望ましくない
10～17	・許容できる
18～20	・現状のまま許容できる

参考規格：MIL-STD-882C (19 Jan. 1993)

System Safety Program Requirement

(2) 記録（帳票の様式、種類等）

社内で検討用のリスクアセスメント結果の記録表と最終結果のみを記録した客先提出用の記録表は別々にしている。ソフトで2つの記録表はリンクされている。

(3) リスクアセスメント手法（手順書）を作る際に参考にした基準・規格類

JIS B 9702:2000 (ISO 14121:1999)に準拠し MIL-STD-882C および ISO12100 を参照している。

(4) 対象設備のリスクの再評価について

機械安全設計ワークフローに従い実施している。

(5) このリスクアセスメント手法（手順書）の範囲には、制御系のリスクアセスメント（JIS B 9705-制御システムの安全関連部）を含んでいるか？ また、安全性能カテゴリ選択をしているか？

関連規格として制御系規格も参照しているが、制御システムの安全関連部に対するリスクアセスメントは実施されていない。ただし、採用されるカテゴリは2、3以上を原則としている。

3 具体的な機械設備のリスクアセスメント実施状況と実施内容

3.1 リスクアセスメント実施対象設備：

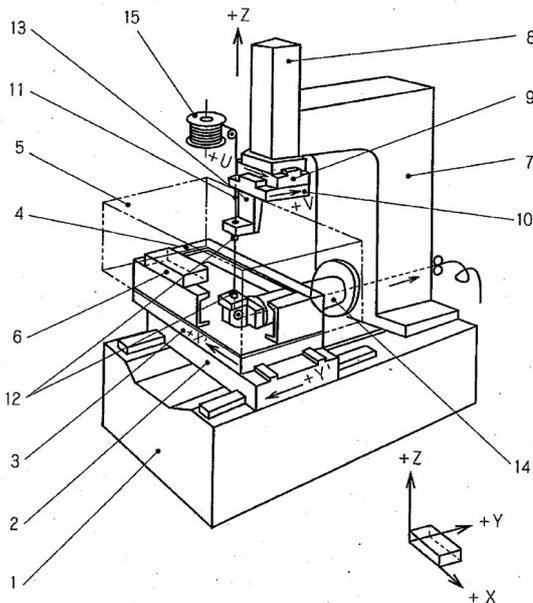
(1) ワイヤ放電加工機（ワークが動くタイプ）

*放電加工機はワークが動くものが大半であるが、放電極が動くものもある。

ワイヤカット放電加工機は、黄銅、銅、タングステン、モリブデンなどの細いワイヤを巻き取りながら、これを電極としてワークを加工する加工機である。

図1にワイヤカット放電加工機の外形図を示す。ワイヤカットの主な用途としては、一般の抜き型、精密抜き型、順送り型などの製造にいたるまで活用されている。主な特徴として加工液に水を用いているため火災の心配がないこと、導電性の材料であればワークの硬度に関係なく加工できることなどである。

図1 ワイヤ放電加工機の外形図



番号	名称	対応英語(参考)
1	ベッド	Bed
2	サドル(Y軸)	Saddle(Y-axis)
3	テーブル(X軸)	Table(X-axis)
4	工作物取付台	Work holding frame
5	加工槽	Work tank, @v@h-
6	工作物	Workpiece
7	コラム	Column
8	ヘッド(Z軸)	Head(Z-axis)
9	Uサドル(U軸)	U Saddle(U-axis)
10	Vサドル(V軸)	V Saddle(V-axis)
11	ワイヤ電極	Wire electrode
12	ワイヤ案内	Wire guide
13	上部案内支持	Upper guide support
14	下部案内支持	Lower guide support
15	ワイヤボビン	Wire spool

(2) 形態

使用される形態は、単体機として使用される。

3. 2 リスクアセスメントの実施時期

詳細設計時(設計の最終図面チェック時)にリスクアセスメントを実施している。

3. 3 対象設備のリスクアセスメント

(1) 具体的なリスクアセスメント実施手順

(2. 2に紹介した手順に沿って実施しているが、実施記録は提供いただけなかった。)

(2) リスクの再評価の内容

(資料を提供いただけなかった。)

(3) 実施に当たって問題となった点およびその解決策

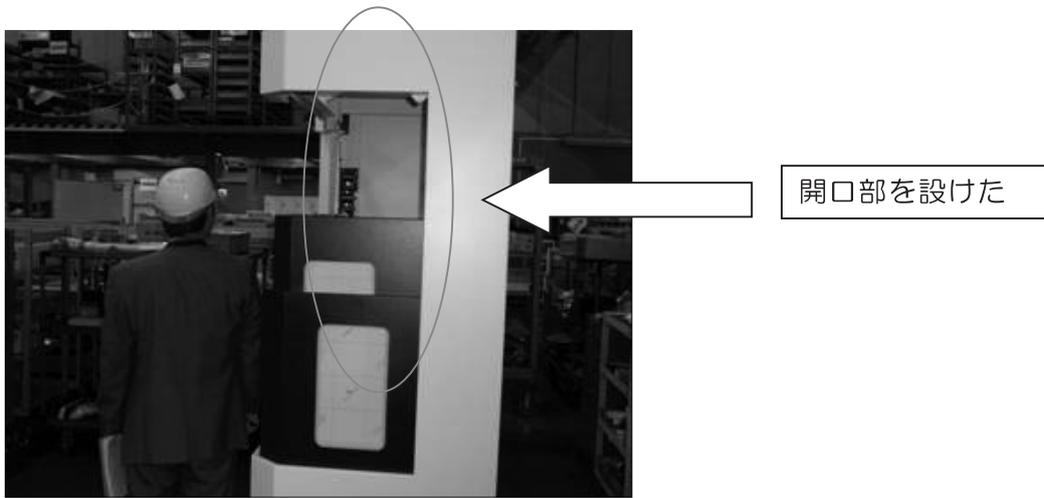
国内向けでは通常ガードがついていないが、ユーザーの要望に基づき安全ガードを設置したことで操作性・視認性が悪くなったケースがあった。



扉の開口部を広げることで操作性を改善し、(L字型に変更：写真1参照)扉に透明部

分を設けることで視認性を改善した。

写真1 安全扉に開口部改造（視認性・操作性向上）



3. 4 リスクアセスメントに基づいた安全方策

(1) 安全方策の具体的実施内容（技術的対策について）

ワイヤ放電加工機の早送り速度が 2000 mm / min であるため、軸移動におけるリスクは少ない。しかし、電気加工機であるため感電に関するリスクは避けられないため通電部に接触機会のある箇所には保護カバーとインタロックを用い、リスクを低減している。

安全ガード、保護カバーなどのインタロック

- ・ O P E N 時：加工電源 O N を含む自動運転不可。

(2) その実施に当たっての技術的及びコスト的な問題点と解決策

- ・ 放電加工機の C 規格がなく、現在 C 規格がわが国も含め国際的に検討中である。そのためどのレベルの安全性能を確保すれば良いかの決め切れていない。
- ・ コストと使い勝手の悪さが課題である。
- ・ 開発コストは初回のみだが、物のコストと組みつけのコストは毎回かかるために問題である。安全対策費のアップ額は 2 0 0 万円程度である。

3. 5 使用上の情報の作成（残留リスクの処置）

(1) 残留リスク情報の記録

危険源一覧表による査定結果を記録。

(2) 使用上の情報の提供方法等

リスクレベル 1 0 ～ 1 7 のものに対して次のような方法で提供している。

- ・ 機械安全の手引書：商談決定時に提供。（数ページのパンフレット状の資料で、残留リスクに関する情報のほか、設置場所の注意、交換部品に関する注意などが書かれている。）
- ・ 取扱説明書：機械納入時
- ・ 注意銘板：機械本体に貼付け

- ・操作指導：機械据付後、据付担当員がユーザに対し実施

(3) その他、使用上の情報に関する問題点等
特になし。

4 リスクアセスメントの取り組みで顕在化した問題点とその解決策及び課題等

4.1 問題点の内容：

- ・放電加工機事業部として本格的な実施体制はこれからであること。
- ・製造原価のコストアップ(物と組み付けコスト)。
- ・安全ガードおよびインタロック多用による操作性低下が懸念されること。

4.2 その解決策：

放電加工機における安全スペックの確立。

国際規格化が進められているので、日本の業界として日本工作機械工業会を通して事務局に意見書を出している。

4.3 今後の課題：

新規開発時においてリスク低減が必須であることを社内の開発部門全員に周知徹底し、製造コスト・操作性を考慮した開発を行う。

5 これまでにユーザから受けたフィードバック事項：

5.1 その具体的な内容（と対応）の一例

①ワーク段取り時、自動運転が扉閉でないと出来ないためワークへ接近しての確認作業ができない。

②コストアップは必須でユーザ負担となった。

*ユーザからの情報以外に、別会社の技術サービス部門からユーザでの組立て、試運転、保全サービスを行った際の「技術レポート」が設計部門に送られ、改善に活かされている。

6 リスクアセスメントへの取り組みによって得られた効果

6.1 有形効果：

ユーザの社内安全規格に対応した機械を、標準型として納入することが可能になった（社内の開発が完了した）。

*例えば、

- ・RAを実施したことにより、ゆっくり動くものについても、挟まれ・押しつぶされ危険源となることを意識して設計できるようになった。
- ・安全隙間を確保した設計が実行できた。

6.2 無形効果：

当社開発各要員の安全に対する認識、そしてそれが利益につながるということが徐々に浸透しつつある。

6.3 投下費用

必要な安全方策を全機種全号機に実施し、それを共有できるよう設計することで、コストアップを極力抑えることができ、残留リスクの少ない機械をユーザに提供できる。

6. 4 その他、問題点など

今後、放電加工機に関しても安全規格がISO化されその後JIS化されるという状況である。機械安全に対するスペックの確立が今後の課題である。

