

災害事例分析結果に基づく旋盤作業実習の動画再現方式安全対策教材

齊藤 哲也*

Animation reproduction system teaching materials of security measures of a lathe operational training

Tetsuya SAITO

下げ止まっている訓練災害発生件数を減らす取り組みとして、初学者の機械加工実習における安全対策に関する研究を行ってきた。この成果として、画像による事前の危険源、発生災害内容の提示及び対応策を含む安全対策教材が開発された。本研究では、災害を起こしてしまう行動を動画で再現したものを教材として使用することで危険源をより認識し易く提示させ、自学自習で活用できる教材とした。

Keywords : 安全対策教材, リスクアセスメント

1. はじめに

独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構の調査によると、過去 10 年間に職業能力開発施設で発生している訓練災害件数は、体育や通学中の災害を除くと平均して年間約 140 件で下げ止まっている。訓練災害の型は約 50%以上が「切れ・こすれ」、次いで「動作の反動・無理な動作」であり、その起因物は「手工具」「旋盤」「ボール盤・フライス盤」「金属材料」等が約 80%を占めている。図 1 は訓練中に発生した災害における災害の型の比率を示すグラフである。

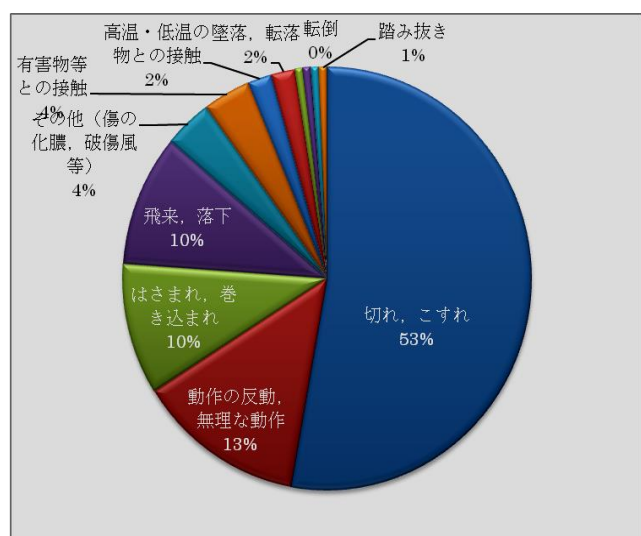


図 1 H21 年訓練災害事故の型 [1]

この状況は全産業における労働災害の傾向とは異なる。全産業においての災害の傾向について調べると、訓練中の災害で最も割合の高かった「切れ・こすれ」による災害は全体の約 8%にとどまっており、最も多い災害は「転倒」で約 20%を占めているという結果を得た。災害の型についてこのような違いが発生する原因として挙げられるのは、訓練対象者が初学者であるということである。その場合、産業の現場で働く熟練技能工と異なり、作業に対する知識、技能・技術をこれ

から習得していく立場にある。このような立場にあるために危険源を認識できない結果、不安全行動が多くなり、作業と直接関係する「切れ・こすれ」などの災害が多く発生してしまうという事が考えられる。従って、職業訓練現場における安全対策は一般的な製造現場での対策に加えて、初学者であるがゆえの配慮が不可欠であることがポイントとなる。

2. 研究の目的

下げ止まっている訓練災害発生件数を減らす取り組みとして、平成 22 年度から初学者の機械加工実習における安全対策教材に関する研究が開始されている。これまでは災害事例分析とリスクアセスメントの手法により、初学者にとっての危険源の特定及びリスクレベル低減方策に関する研究が行われた。この成果の利用方法として、画像による事前の危険源、発生災害内容の提示及び対応策を含む安全対策教材が開発された。

本研究では、画像での提示に加えて、災害を起こしてしまう行動を動画で再現することにより、危険源を認識し易く提示するとともに、先行研究での評価結果を踏まえ、画面構成の変更、操作性の向上などの改良も行い、より使い易い自学自習用として訓練生が安全対策をとれるような教材開発を研究目的とした。

3. 評価と改善案

3.1 先行研究での安全対策教材の評価

先行研究で開発された安全対策教材を神奈川職業訓練支援センター及び職業能力開発総合大学校機械システム工学科 2 年生 50 名程度に使用してもらい、使用後のアンケートによって評価して頂いた。その結果得られた問題点を次に示す。

- ①実際の災害事例を動画にして示すと、イメージしやすい。
- ②アニメーションや動画をさらに増やした方が良い。
- ③危険源の特定が困難。
- ④動画にコメントやマーカー等が表示されると良い。

* 大阪職業訓練支援センター

⑤ページの移動が面倒.

⑥自学自習用として1人で使用できるか疑問.

指摘されたこれらの問題点は教材の内容や基本的な手法ではなく、危険源の提示方法・形式及びツールの操作性の改善が必要とされている.

3.2 評価を受けての改善案

本研究で最も重視する点は、「初学者に危険源を予め学習してもらい、危険源の認識不足による災害を減少させる」ということである.したがって、危険源を分かりやすく、かつインパクトのある提示方法をとる必要があるため、使用する動画は災害を起こしてしまう行動を再現してより危険源を実感できるようなものとする.リスク低減策については安価でどの施設でも利用可能なものを提案することを目標とする.また、操作性向上のために新たなリンク機能の追加や文字の大きさ・色などの改善を行う.

4. 教材に取り込む危険源の特定

4.1 本教材での危険源の特定方法

本教材では、安全衛生ニュース過去10年分の旋盤作業における災害発生状況を参考に危険源の特定を行った.複数ある災害事例の中から安全対策として本教材に掲載すべき優先順位を決定するために、それらの災害事例についてリスクの見積りを行い、順位の高い事例から順に教材内に取り込むという方法をとった.

4.2 リスクの見積もりおよび優先順位の決定

リスクの見積もりは災害の重篤度、災害の発生する可能性、作業の頻度についてそれぞれ4段階のランク[2]で区分し、それらの結果を評価するリスクアセスメント手法を用いた.それぞれの4段階のランク分けは、

表1 災害の重篤度

重篤度	災害の程度・内容の目安	ランク
致命傷	死亡・失明・手足の切断(後遺症の残る障害)	4
重傷	骨折・指の切断縫合が必要な切創	3
軽傷	目への異物混入・打撲(医師による措置が必要な怪我)	2
軽微	表面的な傷害・火傷(赤チン災害)	1

表2 災害の発生する可能性

可能性	内容の目安	ランク
確実である	かなりの注意力を高めていても災害になる	4
可能性が高い	通常の注意力では災害につながる	3
可能性がある	うっかりしていると災害につながる	2
ほとんどない	通常の状態では災害にならない	1

表3 作業の頻度

頻度	内容の目安	ランク
頻繁	週に1回以上	4
時々	月に1回程度	3
たまに作業する	1~3ヶ月に1回程度	2
まれに作業する	年に1回程度	1

次の表1~3のとおりとした.

リスクの評価は、以上の結果をもとにリスクアセスメント手法を用いて行う.本研究でのリスクの評価は、災害の重篤度に重点を置いたマトリックス法を用いて評価し、算出されたランクをさらに表4のとおり5段階でレベル分けを行う.

表4 リスクレベルの評価

レベル	評価の結果
V	即対策または中断
IV	対策が必要
III	許容可能だが防護対策が必要
II	広く受け入れ可能なリスク
I	取るに足らないリスク

この結果から危険源のリスクを評価し、リスクレベルの高いものから優先的に教材内で掲載する.以上の評価結果より教材内で提示することとなった危険源の一例を以下に示す.

●実際の災害

テーパ加工のために刃物台を固定するナットを緩めようとした際、勢い余って腕が被削材と衝突し、腕を大きく切創した.(図2)

●災害の種類…動作の反動

●災害の重篤度

縫合が必要な切創なので、表1よりランク3

●災害の可能性

力加減が分からずに思わず大きな力をかけてしまうと発生してしまうので、表2よりランク3

●作業の頻度

テーパ加工は職業訓練において月に1回程度は行われていると考えられるので、表3よりランク3以上となりマトリックス法を用いてリスクレベルを算出すると、リスクレベルIVと評価され、安全対



図2 テーパ加工時の災害例

策を必要とする重大な災害であると決定した。その他にも、「加工中に切りくずが目に入ってしまった（リスクレベルⅢ）」なども教材内に取り込んでいる。

5. 安全対策教材の開発

5.1 安全対策教材の作成

リスクアセスメントにより特定した約 20 項目の危険源について、本研究では視聴覚教材としてアプローチすることを重視しているため、動画を用いて提示する。したがって動画を再生することが可能であり、かつページの移動や内容の追加を容易に出来るものとする必要がある。そこで本研究ではホームページ・ビルダーと動画編集ソフトを用いて、パソコンの画面上で閲覧する形式の教材とした。

5.2 安全対策教材の構成

教材の使用の流れを図 3 に示す。はじめに工程選択画面において閲覧する工程を選択する。

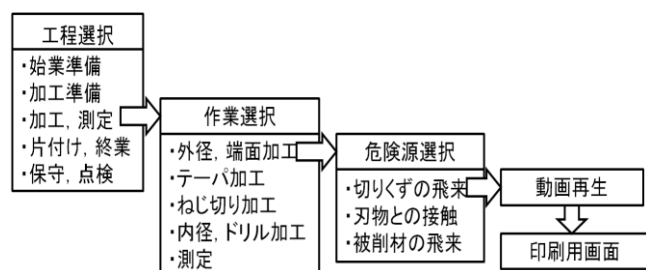


図 3 教材を使用する流れ

本教材では工程を災害別に「始業準備」「加工準備」「加工・測定」等の 5 項目に分類しており、閲覧したい工程を選択する事で作業選択画面に移動する。作業選択画面では選択した工程内に含まれる作業が一覧で表示される。その中から作業を選択すると、危険源選択画面に移動し、選択した作業に含まれる危険源を一覧で表示する。ここで表示された危険源から 1 つ選択をすると、その危険源についての動画が再生される。動画の再生が終了すると、印刷用画面（図 4）へと移動する。この印刷用ページは図 4 に示す形式で、このページを印刷する事で、動画で閲覧した内容を再度、配布資料や掲示物として確認できるようにした。

5.3 安全対策教材の改良

危険源を効果的に提示するために、動画を構成する要素を次のようにした。

- ①危険源が現れるタイミング
- ②何が危険で、どうになってしまうのか
- ③対策として何を行えばリスクが軽減されるか

特に重要な個所については印を用いて強調し、文章なども同時に表示するとともに、災害を起こしてしまう行動を再現したものとすることで、以前の動画よりも危険源による災害がイメージしやすいものとなった。

図 5 と図 6 はその一例であり、図 5 はテーパ加工のために刃物台を旋回させる際、動作の反動により刃物や被削材と腕が接触するという災害を示している。図 6 は鋭利な刃物の刃先による切創災害について示して

機械加工実習における安全対策教材

旋盤作業

工程	作業内容	危険源
加工・測定	テーパ加工	刃物台旋回時の被削材による切創



タイミング	刃物台を傾げるために固定用ボルトナットを緩める時
危険源	勢い余って体が機械や刃物、被削材に衝突して怪我をしてしまう。
実際の災害例	刃物台を傾げるために大きな力で固定用ボルトナットを緩めようとしたが、意外と簡単に緩んでしまい、勢い余って腕を被削材にぶつけて切創。

対策案	被削材との距離など、作業スペースを確保する。 レンチを体の方へ引き付ける方向で力をかける。 奥側→手前側の順で緩める。
-----	---



図 4 印刷用画面の一例

いる。どちらも危険源の箇所を○印を用いて強調している。教材内で提示している文章や○印は全体を通して統一させており、危険箇所の説明文章は赤文字、対策案などの文章は青文字、危険箇所を強調する○印は黄色としている。

本教材では視聴覚教材である事を重視しているため、全ての項目について動画を挿入した。これらの動画は「作業時の安全な立ち位置」や「効率の良い動き方」を見て理解できるということにもポイントを置いて作成した。



図5 危険源の提示例①



図6 危険源の提示例②

6. 教材の評価

本教材の評価方法として、次のような方法をとる。

- ①旋盤作業の初学者（もしくは旋盤作業から長い期間離れていた者）に、まずは教材を使用せずに旋盤作業を行ってもらおう。
- ②作業内での危険行動の回数をカウントする。
- ③本教材を使用してもらい、その後もう一度同様の作業を行ってもらおう。ここで②と同様の危険行動の回数のカウントを行う。
- ④教材使用前後での危険行動の回数の変化を評価する。
- ⑤本教材の操作性や危険源の提示方法などについて、アンケートを行う。

ここで、②の危険行動のカウント方法について記述する。例えば「測定」作業の場合、加工中の全測定回

数及びその中の危険行動回数をカウントする。この結果を作業内に含まれていた危険行動の割合を評価する値として用いる。具体的な災害を例にすると、測定作業内での主軸による巻き込まれ災害は、「ギアをニュートラルにしていない」という危険行動によって発生する。本教材内では「測定時はギアをニュートラルにする」という対策案を提示しているため、全測定回数及びギアをニュートラルにしていなかった回数を計測し、教材使用前後での変化を評価する。また、刃物と接触して危険である場合は、刃物との距離を測定して評価することは困難である。このように明確な基準を設けることが出来ない危険源については、教材内で提示した対策行動をとっているかどうかで判断することとした。例えば刃物と接触の場合、教材内では「往復台を移動させて作業スペースを確保する」という対策が提示されている。したがって「往復台を移動させて刃物を逃がし、作業スペースを確保したかどうか」という箇所に注目することとなる。評価を行う際に用いる評価シートの一部を表5で示す。

表5 評価シートの一例

測定時の巻き込まれ災害および切創災害		
判定基準	全作業回数	危険行動回数
主軸ギアをニュートラルにせずに測定作業を行った。		
測定を行う体勢で、左腕がチャックと接触している。		
刃物台を移動させずに測定を行った。		

7. まとめ

実際に発生した災害をリスクアセスメントにより分析した結果を教材に導入していることで、危険源から災害の発生する行動をイメージしやすい教材となった。

今後は作成した評価シートを用いて本教材の評価を行い、職業訓練の現場における災害の発生防止にどのような効果を発揮するかを検証する必要がある。

参考文献

- [1] 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構安全衛生ニュース 2002年から2011年
- [2] 鈴木正俊：リスクアセスメント実践技術の解説