

食品加工バンドソー用グローブの開発

— 保護部分の設計 —

ユニバーサルデザイン科

株式会社秋山機械

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

小松 剛* 大賀久美 易 強 多々良哲也

塙本富雄 小口郁哉

宮田なつき

Development of safety glove for handling of food processing band saw

— Design of metal protection part —

Takeshi KOMATSU, Kumi OGA, Tsuyoshi Yi YOTO, Tetsuya TATARA, Tomio TSUKAMOTO,
Ikuya OGUCHI and Natsuki MIYATA

The number of industrial accidents due to food processing machines is extremely large compared with that due to the other industrial machines. In those accidents, there are a lot of cases that patients may remain seriously disabled. Accordingly, safety measures of food processing are strongly demanded. Primary processing of small frozen tuna or bonito using a band saw tends to be dangerous, since the work is often performed at the slippery place on ice and oil.

For the reason given above, we have begun to develop the safe and easy-handling glove for the food processing band saws. Although a stainless mesh glove is used conventionally as a safety glove, it isn't made for band saws, and is loose and poor-workable. We devised the special glove of which a metal protection part was attached to a cloth glove-part. The wider the metal part covering the glove-part is, the higher the safety level will be, however the more difficult to move the joints of fingers is. Consequently, design for the shape and the size of the metal part to balance its volume against workability is important.

In the simulation based on the digital human model technology, the dangerous area on the hand was indicated with the colors according to the probability of being injured on the displayed model. It was possible to design the shape of the protection part appropriately considering the complicated shape of the hand.

Keywords : food processing, band saw, safety, protector, glove

キーワード：食品加工、バンドソー、安全、保護具、手袋

1 はじめに

食品加工機械による死傷災害（休業4日以上）は年間約2,000件で、他の産業用機械と比べて特に多い。身体障害が残る災害も多く発生しているため、安全対策が強く求められている^{1) 2)}。平成25年から食品加工用の切断機・切削機の安全対策について作業内容に適した保護具（耐切創手袋）を使うことが法律で義務付けられている³⁾。

静岡県は、遠洋マグロ・カツオの漁獲量が全国1位で、水産加工業が盛んである⁴⁾。冷凍されたマグロやカツオの1次加工（板・サク取り）の段階で、血合

い取り・中骨外しの作業は、小型バンドソーを使用して人間の手で行われている（図1）。氷や油で滑り易い作業環境で小さい食品を切断する作業は大きなリスクを伴うため、安全性の高い保護具に対する需要は高い。現状、既存の安全手袋製品として、ステンレス・メッシュ・グローブがあるが、バンドソーの専用品ではなくダブついて作業性が悪いという欠点があった（図2）。

そこで、食品加工機械メーカーと、安全性と作業性に優れた「食品加工バンドソー用グローブ」の開発を行うこととした。本報告では、安全性を検討した設計手

*) 現 浜松工業技術支援センター 光科

法について紹介する。



図1 食品加工用小型バンドソー



図2 ステンレス・メッシュ・グローブ

2 方法

「食品加工バンドソー用グローブ」は、ゴム手袋の内側に装着するインナー手袋で、布製手袋に金属製保護部を組み合わせるものとした(図3)。

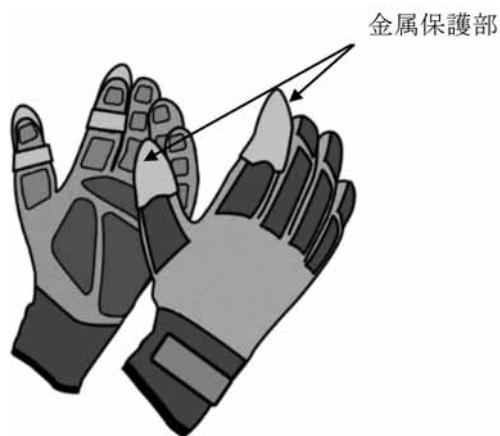


図3 開発品のイメージ

素材については、設計の前にバンドソーの刃に接触させる安全性評価の実験を行い選定した。布部は巻き込まれにくい繊維を、保護部は刃をはじくステンレス板

を、それぞれ採用した。金属製保護部を大きくするほど、安全性は高くなるが、その分重く、硬くなり指関節の可動域が制限されて、作業性が悪くなることが予想される。そのため、保護部の適切なサイズや形状を設計する手法が重要である。

バンドソー作業中の切創・切断の事故は、メーカーとユーザーからの聞き取りから、親指・人差し指・中指の3本指で起こり易いことは分かっていたが、それ以上の具体的な情報はなかった。そこで、作業中の危険箇所を調査するために、設計支援プラットフォームソフトウェアDhaibaWorks（ダイバワークス）を活用することにした（図4）。これは、（国研）産業技術総合研究所が開発を進めている身体動作シミュレーションソフトウェアであり、デジタルヒューマンモデルを用いて、人と製品の適合性を考慮した製品設計を支援するツールである。今回は、DhaibaWorksの手のモデルであるDhaibaHand（ダイバハンド）を活用した⁵⁾。個人における手の各部寸法値から、その人の手による三次元立体形状を生成することが可能である。

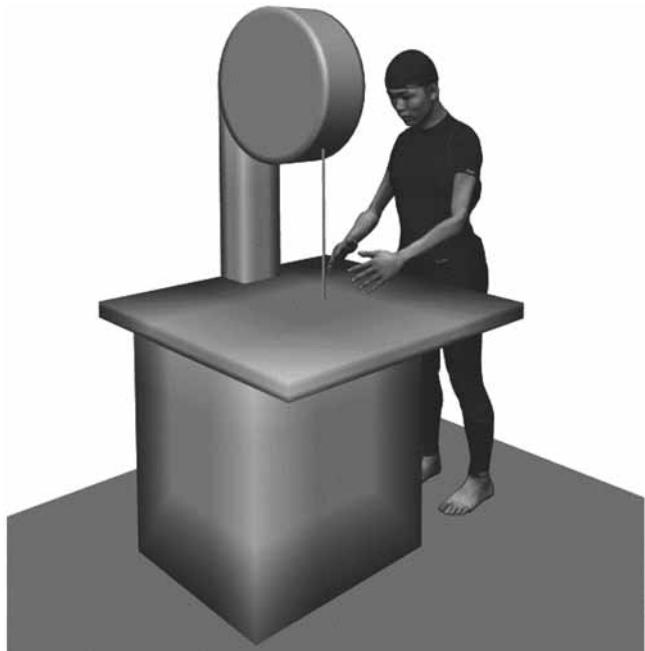


図4 DhaibaWorksによるイメージ

最初に、バンドソーでの現場作業の様子をビデオで観察し、危険性が高いシーンを抽出した（図5）。左手の作業が多く、両手作業の時もほとんど左右対称であることから、左手のモデルで検討することにした。左手の特徴点に反射マーカーを28個貼っておき、危険性が高い姿勢と動作を実験室で模擬した。その様子を、モーションキャプチャー（VICON社製 光学式三次元

動作分析装置VICON) で撮影した(図6)。生成された姿勢の三次元データをDhaibaHandのテンプレートにフィッティングさせることで、ハンドモデルの三次元立体形状を作成した。



図5 現場作業の様子



図6 動作の模擬実験

ハンドモデルの例として、横から押さえている姿勢の例を示す(図7)。「もの」の切断を行う時、手はY軸方向へ繰り返し移動する。この作業中、手を少しづつX軸方向へ移動させると、どこかで刃に接触することになる。 $X=0, Y=0$ の座標上にある刃に対して、 $X<0$ の位置に手があれば事故は発生しない。X方向へ予期しない移動があり、危険領域($X \geq 0, Y \geq 0$ の範囲)に手が侵入すると事故の危険がある。この時、ハンドモデル表面上のどの点が、刃に接触するかを確定した。X軸方向への移動量を少しづつ変えながら、怪我の可能性がある箇所とその回数を調査した。

この際、巻き込みによる姿勢の変化は考慮していない。また、ハンドモデルを最初にセットする位置座標において、X軸方向で0に近いほど危険であり、Y軸方向では刃までの移動距離が大きいほど侵入の可能性は高いと予想されるため、移動開始の位置に応じて、接触の回数に重みをつけることで、ある程度の危険度の大きさも推定できるようにした。

ハンドモデルの姿勢として、12パターンを調査した。これらの姿勢は、作業中に想定される3種類の押さえ方を基本モデルとして決定した。モデルの傾きを0度から、30度、60度、90度と変えることで、上から押さえる姿勢から、横から押さえる姿勢までを段階的に示している。

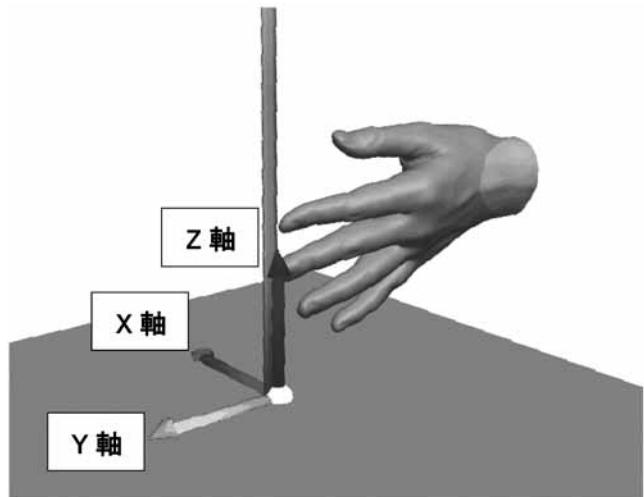


図7 DhaibaWorksのハンドモデル

3 結果および考察

DhaibaHandを使って、バンドソー作業で怪我をする可能性が高い箇所を調査した。12パターンの姿勢でのシミュレーション結果を示す(図8)。



図8 姿勢による危険箇所の違い

危険と予測された箇所を、ハンドモデル上に明度で示した。さらに12枚のデータを合成することで、最低限、保護すべき箇所を示すことができた（図9）。



図9 危険箇所（12枚の合成データ）

特に危険な指は親指と中指であり、5本指すべての先端も保護しないといけないことになる。この結果は、現場の方の意見とほぼ一致していて妥当であると推定できる。

危険箇所を確定後に、保護部の形状データを3D-CAD（SolidWorks®）で設計した。その保護部データをハンドモデルの骨格データと関連づけることによって、指関節の曲げ伸ばしの解析が可能である（図10）。



図10 関節を考慮した保護部の設計

4 まとめ

デジタルヒューマンモデル技術は、設計段階における安全性評価に有効である。今回の開発では、手の複雑な形状を考慮した保護部分の設計に利用している。設計をもとに製作した試作品で、安全性と作業性の評価を行っている（図11）。今後、保護部の形状やサイズを調整しながら、違うサイズの手袋の設計に利用していく計画である。硬い金属部分があることから、サイズの適合は非常に重要な要素である。



図11 試作したグローブ

謝辞

本研究は、平成29年度国立研究開発法人産業技術総合研究所地域産業活性化人材育成事業を利用して実施したものです。御協力いただいたすべての皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 厚生労働省：労働災害統計（2017.5.19発表）。
- 2) 梅崎重夫 他：食品機械を対象とした労働災害分析，労働安全衛生総合研究所安全資料 JNOSH-SD-NO.27, 1-47(2010) .
- 3) 厚生労働省：改正「安全衛生規則」（2013.4.12 公布）.
- 4) 農林水産省：海面漁業生産統計調査/確報 平成28年漁業・養殖業生産統計（2017.12.22公開）.
- 5) 宮田なつき：製品設計のためのデジタルハンド・バイオメカニズム学会誌, 38(1).25-30(2014).