

4. 切削工具との接触災害の防止に関する研究

深谷 潔*
杉本 旭*

Study on prevention to blade injuries by sawing machine

by Kiyoshi FUKAYA*
Noboru SUGIMOTO*

According to the analysis of accidents caused by the use of woodworking machinery, approximately half of the total accidents occurred by circular saw bench and so on. And 79 % of accidents were blade injuries. Thus countermeasures against blade injuries involved in operation of circular saw bench were studied. There were three approaches; measurement of human characteristic of response to the kickback, measurement of object of workers' attention during circular saw work, and evaluation of safety guards in the view point of ease of work.

Human characteristic of response to the kickback were measured by using mockup circular saw bench on which kickback were simulated. The mockup consist of circular saw bench without blade, wood with sensors which moves along guide, driver which drives the wood backward in such manner as kickback, and controller. The output of sensors such as push-down force of man, displacement of wood, etc. were recorded by data recorder. In the experiments during repeat of simulated ripping work the kickback occurred and the responses were recorded. Experiment revealed following matters. According the method of holding wood, there were difference of push-down force. In other words by placing the finger on the back-edge of wood, push-down force in the time of kickback decreased. If there is sufficient holding width, man can stop the wood against kickback such as $15 \text{ kg f} \times 0.1 \text{ sec}$.

During circular saw work object of workers' attention i.e. eye-point-of-regard were measured by using eye mark camera and VTR. Workers' opinion as to what to attend were also recorded.

During almost all of cutting time, workers' attention were on the point of operation. In other words workers gave attention to the saw blade. But in other phases of work such as getting back of wood, it is on the object of task i.e. wood in this case, because workers' attention are close related to the work. And this phases of work, were 70-50 % of all work time. This means need of safety guard to prevent blade injuries.

In the view point of ease of work, three type of safety guards were evaluated by two ways; one was motion study, and another was workers' opinion. Model work with safety guard were recorded by VTR, and time study were done. Questionnaire about safety devices including the guards were also used. Two type of guards were nearly same score in both scoring method. The last guard which got bad mark showed what is important for safety guards to be preferred by workers. The most important point for worker was whether it is easy to see the point of operation.

4.1 はじめに

木工機械作業における事故報告数千件のうちの500件を予備的に分析した。事故の形態別の分類を行なうと、刃物との接触事故が79%にのぼった。このように、切削工具との接触災害は、木工災害においてその主要な部分を占めているため、接触災害防止は、木工災害防止においてまず第一に取り組みねばならない課題と言える。

また、前述の事故分析で接触災害を機械別に見ると、丸のこ盤が28%、かな盤が20%となり、この両者だけで、接触災害の約半数を占める。そのなかでも、昇降盤や手押かな盤のような簡単な構造のものが大部分を占め、木工ダブルサイザーや自動四面かな盤などの大型の専用機・自動機によるものはほとんどない。その理由として、昇降盤等は、廉価であるため広く普及して使用台数が多い上に、手を刃に近づけて作業することが多く、また各種の作業に用いられるため安全対策が一律にならないなどが考えられる。逆に、大型機・専用機などでは、手を刃の近くに持つことが少ないし、専用機に用いられるため作業に応じた安全対策を取りやすいなどの理由で、比較的問題は少ないと言える。従って、本研究においては、丸のこ盤・かな盤のうちで、特に昇降盤を対象を絞って扱うことにした。

昇降盤の構造が簡単であるにもかかわらず、各種の木工作业に使用できるのは、作業者が作業に応じた各種の動作を行ない得ることが大きな力となっている。すなわち、機械の持つ単純な機能に人間の持つ各種の機能を加えることによって、各種の木工作业に適用し得るものと言える。このことは、昇降盤作業における作業者の比重の高さを意味している。従って、昇降盤作業の安全化を図る上で、作業者の挙動・人間特性を知ることが重要である。

本章では、この観点から、昇降盤作業における作業者の挙動・人間特性のいくつかを測定し、その解明を試みた。まず、木材が反発してバタついたときに、手を滑らせたりあわてて手を出して刃に接触したという事例が多いため、木材の反発に対する人間特性を測定した。また、昇降盤作業が手を刃の近くに近づけて作業することが多く、一瞬の不注意が災害に繋がることから、作業者の注意の挙動についても調べた。さらに、

安全カバーが使いつらいという理由で使用されないことも多いので、安全カバーの作業性の評価も行った。

4.2 反発に対する人間の反応特性

4.2.1 研究目的

反発には、木材本体が反発してくる逆走と、木材の一部が反発してくる跳ね返りがある。昇降盤においては、動力がギヤングリッパーのような大型の丸のこ盤に較べて小さいため、逆走による災害はそれ程大きくないと思われる。また跳ね返りに対しては、作業位置をのこ刃の真正面からずらすことによって、対処できる。しかしながら、反発によって直接災害にならなくても、手を滑らせるなどの状態をひき起こし、その結果、間接的に、のこ刃との接触が生じることもある。そこで、対策の一助とするために、逆走あるいはその類似の現象に対する人間の対応能力を研究した。

4.2.2 実験装置及び実験方法

Fig. 4-1に示すような実験システムを用いて、縦挽作業の模擬動作を行なわせ、その送材動作中に逆走を発生させて、それに対する人間の応答(押しえ力など)を測定した。

実験システムは、送材動作模擬装置と計測記録システムから成る。送材動作模擬装置は、昇降盤での縦定

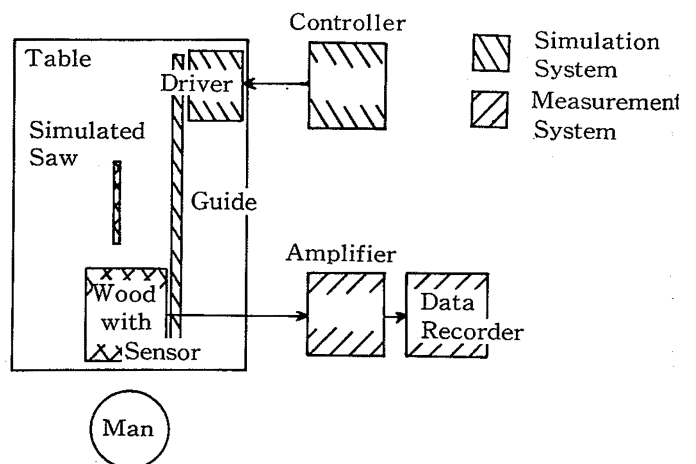


Fig. 4-1 Blockdiagram of Experiment System
実験のシステム図

規に沿っての木材の送材動作の模擬と木材の逆送状態の模擬を行うためのもので、昇降盤、模擬木材、模擬木材の駆動装置、制御装置などから成る。模擬木材は、送材される木材を模擬したもので、ガイドに沿って自由に動く。大きさは、幅200mm、長さ260mm・厚さ50mmで、上面には厚さ15mmのラワン材を貼ってある。また計測のために、荷重計など各種センサーが組込まれている。駆動装置とはチェーンによって結ばれていて、駆動力に応じて切削抵抗、逆走状態を模擬する。駆動装置は、モーターとヒステリシスクラッチより成り、クラッチの伝達力は、4段階可変で、各段階はそれぞれ無負荷、切削抵抗、反発強度II・Iの状態に対応している。これらは制御装置の信号によって切換られる。

昇降盤には、そのほかに、模擬のこ刃と模擬定規のこ刃と縦定規の代わりに取付けた。模擬のこ刃は、安全カバーの代わりにその支柱に取付けられたタッチセンサーで、人間の接触を検出できるようになっている。模擬定規は、縦定規を模擬したもので縦定規と同様に、のこ刃と平行に動かすことができ、かつ、締具で固定できるようになっており、その固定位置を変えることにより板の押しえ幅を変えることができる。ここで押しえ幅とは、模擬木材の手で押しえられる部分の幅で、右手で送材する時は、模擬のこ刃と模擬定規の間隔、左手で送材する時は、模擬のこ刃と模擬木材の左端の間隔を意味する。押しえ幅が狭くなると、送材しにくくなるが、押しえ幅による木材の支持方法の変化(手の形)を写真撮影により記録した。

模擬木材に取付けたセンサーは、押付力を測定するための荷重計及び反発力を測定するための荷重計である。また、模擬木材駆動力チェーンの歯車軸にポテンショメータを取付け、模擬木材の位置を測定した。これらの測定データ、模擬のこ刃のタッチセンサー出力及び、押しえ幅など測定条件に関するデータ等をデータレコーダで記録した。

この実験装置を用いて、木作業者に、安全カバーを用いずに行なう小割作業を想定した模擬作業を行なわせた。模擬作業において作業者が行う作業は、模擬木材をガイドに沿ってストッパーに当たるまで送材し、ストッパーに当たったら、模擬木材を手元に引戻すことである。そのとき、模擬木材が模擬のこ刃の位置にくると、切削抵抗を模擬した抵抗が加わる。この動作を15回繰返し、そのうちの3回は、逆走状態を発生させた。15回のうちの何回目に逆走があるかということは、

制御装置内で乱数を発生させて決めている。この15回の動作を1試行とし、押しえ幅、押しえ方などを変えて、1人当たり十数回の試行を28名について行った。

押しえ幅は、140mm~20mmまで20mmおきに変えた。ただし、板巾が40mmの短尺材は危険だから行わないと言う被験者については、押しえ幅20mmの試行は行わなかった。

送材時の押しえ方は、木材の後端に指をかけて送材する方法と、木材の上に手を置き摩擦力で送材する方法(以後、それぞれ、「指掛け」「上置き」と呼ぶ)の2種類について行った。また、反発のタイプとして、瞬間的に大きな反発力が働くタイプI(0.1秒×15kgf)と、ある程度長目の時間に弱めの反発力が働くタイプII(0.5秒×3kgf)の2種類について行った。

4.2.3 実験結果

押しえ幅によって、送材時の手の形がどのように変わっていくかをFig. 4-2に示す。

逆走時の対応の仕方に2種類あって、力を入れて押しえ込む人と、木材から手を離すか、あるいは積極的に引戻す人がいた。力を入れて逆走を止める人の方が倍程多かった。

逆走した時に木材が押し戻されるが、送材時の保持方法別の戻り量の平均値と押しえ幅の関係をFig. 4-3に示す。ここでの平均をとる時、木材を止めない場合のデータは除外した。また、反発の型による戻り量の差はなかった。

逆走が起きた時は、木材を上から押しえ付けて止めるが、保持方法・押しえ幅別の木材の押付力の平均をFig. 4-4に、反発の型・押しえ幅別の平均をFig. 4-5に示す。

また、逆走時の押付力と、逆走が始まる前の平常な送材時の押付力の関係をFig. 4-6に示す。

4.2.4 考察

Fig. 4-3に見られるように、木材の押しえ幅が狭くなると逆走時の押し戻される量も大きいという傾向がみられた。このことは、木材の押しえ幅がある程度以下になると、木材の保持能力が落ちることを示している。これは、Fig. 4-2に見られるように、木材の保持に用いられる指の本数あるいは手と木材との接触面積が減るためと思われる。常識的ではあるが、ある寸法以下の木材加工は危険であるということが、この点からも

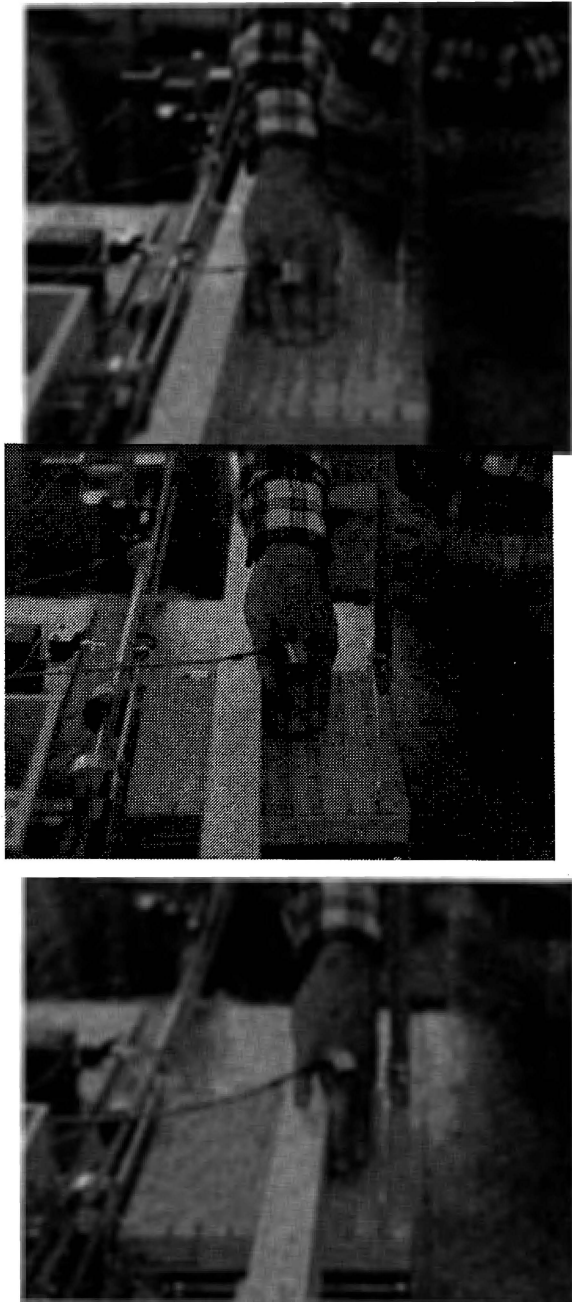


Fig. 4-2 Width for holding and form of hand
押さえ幅と手の形

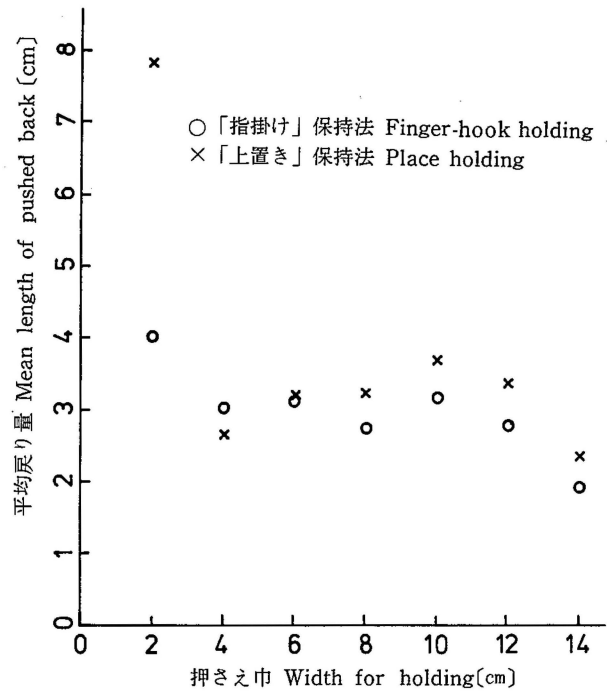


Fig. 4-3 Relation between width for holding and mean length of pushed back for each holding method
保持法別平均戻り量と押さえ巾の関係

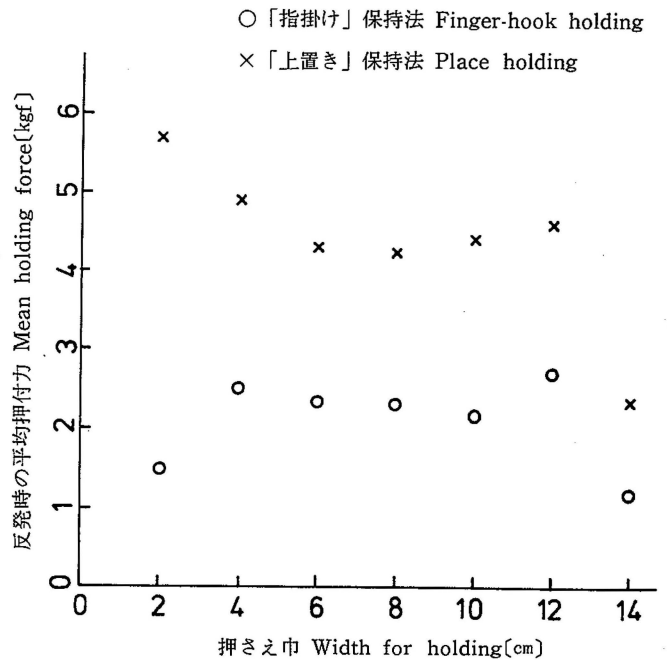


Fig. 4-4 Relation between width for holding and mean holding force for each holding method
保持法別平均押付力と押さえ巾の関係

言える。

Fig. 4-3を見ると、木材の送材方法で、指をかけない方が、指をかけるより若干戻り量が多いようにもみえるが、保持法別平均値の差には統計的な有意差はなかった。しかし、逆送を止めるための押付力は、Fig. 4-4に見られるように、指をかけない方が大きい。

Fig. 4-5に見られるように、押付力はタイプIの方がIIより大きい。これは、反発力がタイプIの方が大きいためと考えられる。

反発のタイプ、送材時の木材の保持方法によって、逆走時の戻り量の差は見られないが、押付力は変っている。このことは、押付力を増加することで、逆走を押さえ込んでいることを示す。すなわち、反発力が変わっても、それが人間の能力以内ならば、押付力を増すことで、逆走を止めるように対処しているものと思われる。この実験から、反発力が15kgf程度以内でかつ押さえ幅が十分にあれば、人間の力で逆走をある程度抑えられることが言える。

Fig. 4-6に見られるように、平常送材時の押付力と反発時の押付力はほぼ比例関係にある。両者の相関は

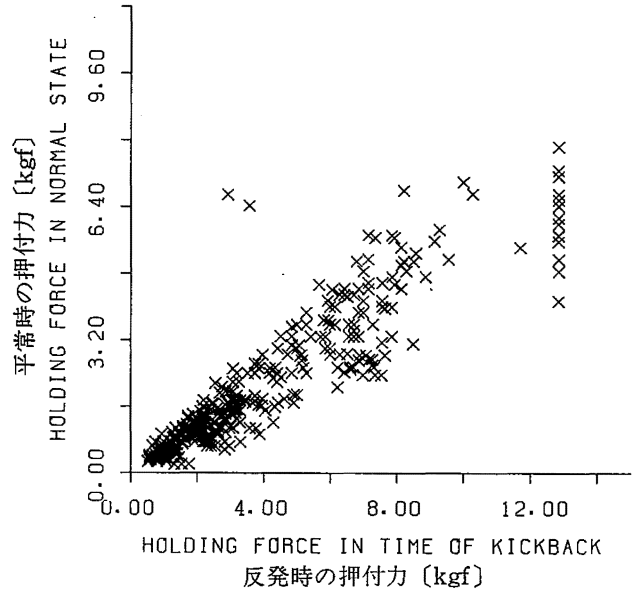


Fig. 4-6 Holding force in time of kickback and holding force in normal state
反発時の押付力と平常時の押付力

非常に高く0.931である。これは、平常時に強く押付けて送材している人は、反発時にも強く押付けて反発を抑えているものと思われる。

被験者のうちで大多数の人が、逆走の経験があり、その感じは今回の実験の模擬逆走と似ているという感想だった。ただし、実際の逆走は、模擬逆走とは全く感じが違うという人もいた。逆走時の手応えは、実際の方が強いという人、逆に実際の方が弱いという人もまちまちだが、実際の逆走時の手応えも一定ではないという話だった。いずれにしろ、今回の実験の模擬逆走が、実際のものとかげ離れたものではないと思われる。

今回の実験により、木材の逆走時の材を押さえる力の挙動について次のことが確かめられた。押さえ幅がある値より小さくなると木材の保持能力が急に落ちる。木材の保持方法によって、木材の逆走を抑えるのに要する押付力が異なる。従って、押付力が小さくてすむ木材の後端に指をかける保持方法が望ましいなどのことが示された。

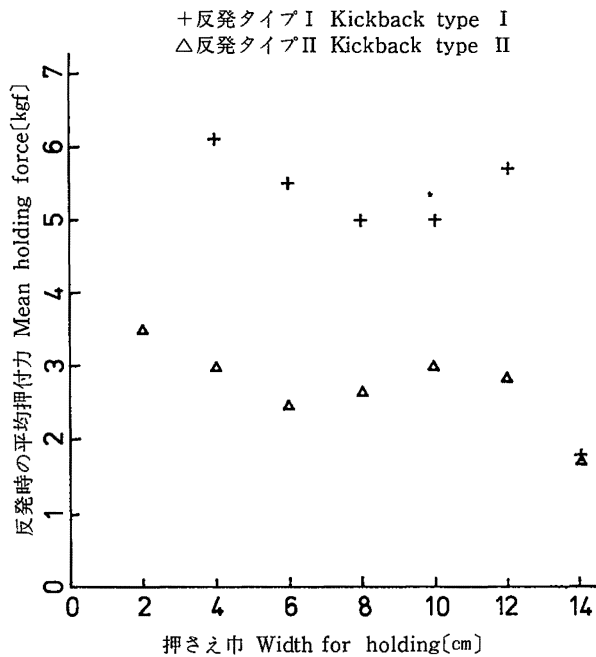


Fig. 4-5 Relation between width for holding and mean holding force for each kickback type

反発タイプ別平均押付力と押さえ巾の関係

4.3 作業者の注意のあり方

4.3.1 目的

昇降盤における接触事故の状況説明として、「木屑・木材を取ろうとして、のこ刃に接触した。」「手を滑ら

せて刃に接触した。」などという事例が多い。このような事故は、不注意として片付けられ勝ちである。しかし、従来から作業者の注意を喚起することはしばしば行なわれてきたにもかかわらず、接触事故がなくなっていくことを考えれば、単に作業者に注意を要求するだけでは対策とは言えないのは明らかである。対策を考えるうえで、作業者の注意のあり方を明確にする必要がある。そのために、昇降盤作業等における作業者の注意している対象を測定し、事故分析と合せて検討を加えた。

4.3.2 注視対象の測定方法

人間の五感のうちで最も情報量の多いものは視覚であり、一般に何かに注意を向ける時は視線を向けることが多い。ことに、聴覚を主体にする作業を除けば、作業中は、注意の対象となる物に目を向けていると考えてよい。このことを利用して、作業中の注視点を測定することによって、注意対象を推定できる。

注視点の測定には、アイマークレコーダを用いた。これは、被験者がかぶるマスクとマスクより画像を伝達するオプテカルファイバーおよび伝達された画像を記録するカメラにより構成され、マスク中央部のレンズから入る視野画像とV字型光源の角膜での反射光を光学的に合成するものである。そして、V字型光源の像が眼球の動きに伴ない動いて、視野画像内で注視点を示す。

このアイマークレコーダを木工作業者の頭部に装着し、作業を行わせ、その際の注視点をVTRに記録した。その測定の様様をFig. 4-7に示す。VTRには、視野画像のほかにビデオタイマを用いて、0.01秒刻みの時刻も同時記録した。また、別のVTRで作業全体を記録し、解析時の助けとした。

注視している物は、アイマークレコーダで測定できるが、実際に注意を払っているか否かは分からないので、作業者に、どのような点に注意を払って作業しているかを作業後に質問し、合せて記録した。

これらの測定は、木工所に測定器・記録装置を持ち込んで、その現場で実際の作業をさせて行った。また、現場での測定を補足する意味で、実験室において、木工作業の熟練者に昇降盤作業を行なわせ、同様の方法で測定を行なった。なお、現場におけると同様に、実験室においても作業方法については作業者にまかせた。



Fig. 4-7 Measurement of eye-point-of-regard
注視点測定の様子

4.3.3 測定結果

今回測定を行なった作業はTable 4-1に示すものである。大割、小割、横挽作業などの基本的木工作業のうちでも標準的な作業を測定対象とすることが理想的であるが、実際の作業を対象にするため、協力してくれた工場で行う作業に限られ、必ずしも理想通りというわけにはいかなかった。

作業①～③は木工所での測定で、安全カバーは使用されていない。④～⑥は実験室の測定で、同じ作業であるが、④は安全カバーが取り付けられてない場合で、⑤⑥はそれぞれ別種の安全カバーを用いた場合である。

縦挽と横挽との違いは一般には木目の向きによるのであるが、合板においては縦定規を使うか横定規を使うかによって区別している。

作業時間当りの切削時間の割合の項目で、作業時間には定規の調整等の段取り時間を含まない。積上げた木材の山から連続して木材を取り出し切削作業を行なう際の1サイクルの時間と切削時間の比を計算した。また作業④～⑥は連続的切削作業ではないが、①～③に対応する部分を抜きだして計算した。

アイマークレコーダのデータはVTRのコマ送りによって、注視対象、注視時間、作業内容などを解析した。その解析結果を以下に述べる。

作業①～③とも、切削中は、切削される木材の動きに伴って多少注意点は前後するが、ほぼ切削点を見ていて他に目をやることはなかった。

Table 4.1 Work during which eye-point-of-regard measured
測定対象作業

作業条件 Work condition									cutting time per working time 切削/作業時間
番号	作業内容	切削方向	材料	材の大きさ	生産量	作業場	安全カバー	作業人数	
①	引出側板の切断	縦・横引	化粧合板	440×34cm	多	現場	使用しない	1	14%
②	棚板の切断	〃	〃	71×21	〃	〃	〃	1	16%
③	ベニア板の引割	縦挽挽	ベニア板	180×45	〃	〃	〃	2	57%
④	板の大割	〃	天然木	105×10~	少	実験室	〃	1~2	(58%)
⑤	〃	〃	〃	〃 20	〃	〃	カバー I	〃	}
⑥	〃	〃	〃	〃	〃	〃	カバー II	〃	(33%)

Table 4.2 Percentage of gazing time of each place

切削中の注視の時間的割合

work	point of operation	guide	others	in motion
作業	切削点	定規	その他	(移動中)
④	40.0%	1.2%	27.7%	31.1%
〃	46.6%	5.1%	32.7%	15.6%
〃	53.1%	5.3%	21.8%	20.1%
〃	22.4%	23.7%	31.9%	22.5%
⑤	14.1%	53.3%	22.0%	10.6%
〃	13.2%	52.3%	24.3%	10.2%
⑥	1.6%	57.3%	23.9%	17.1%
①	82.7%	—	9.1%	8.2%
〃	84.9%	—	9.0%	6.1%
〃	93.2%	—	—	6.8%

作業①において、180回の切削のうちで3回ほど切削点より目をそらしたが、それも、のこ刃の向う側や手元で、切削点からかけ離れたところに目を向けることはなかった。他の作業においても、切削中に切削点が視野画像から外に出るほどよそを向く例はみられなかった。

作業④~⑥では切削点以外に注視点が行く例が多く見受けられた。これらの注視個所について、その注視時間の切削時間全体に対する割合を Table 4-2に示す。表にその他に含めた、切削点、定規以外の注視個所としては、木材の節・端などがある。なお作業①に対するものは、切削中に切削点から目を離れた3回に対するデータである。

作業①における、切削の前後も含めた作業中の注視

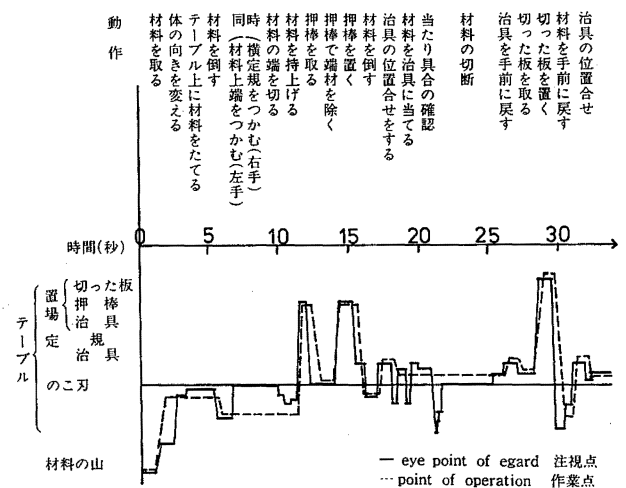


Fig. 4-8 Eye-point-of-regard, point of operation and action

注視点、作業点(右手の位置)と動作の関係

点の動きと右手の動き、および動作との関係を Fig. 4-8に示す。また1サイクル作業における連続注視時間のヒストグラムを Fig. 4-9に示す。この図の2.5秒から3.5秒の持続時間を持つ注視は、切削中の切削点の注視に対応している。

作業者が述べた作業上の注意点で、代表的なものを以下に示す。

- Ⓐ 手をのこ刃に近づけないようにする
- Ⓑ 作業中は、気を散らさない
- Ⓒ 節での反発に気をつける
- Ⓓ 端材の反発に気をつける
- Ⓔ 寸法を正しく切る

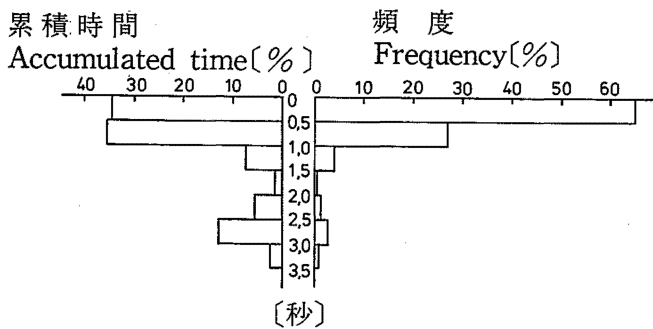


Fig. 4-9 Distribution of frequency and accumulated time of continuous gaze time
連続注視時間の頻度と累積時間の分布

- ㊦ 切った材料を落さない
- ㊧ 材の保持に気をつける

このうち、意見㊦～㊧は安全上の注意点で、㊦㊧は業務遂行上の注意点、㊧は両者にかかわる注意点である。

4.3.4 考察

Fig. 4-8から分かるように、注視点は、切削を行なう時にはのこ刃へ、材料等のハンドリングをする時は手へと、業務に密接に結びついて動く。特に切削時には既に述べたように切削点から外れることは少ない。切削中に切削点以外で作業者が注視する場所としては、定規・木材の節などがある。定規と木材がしっかり接触していることが、寸法精度を出すために必要でありこの点に注意を払っていることは意見㊦にもあるとおりである。また、節は、木材の他の部分より硬いために、他と同じように挽くと、木材の挽曲り・反発の原因にもなる。死節の時は、節が抜けて反発することがある。従って、意見㊦㊧にあるように反発に関して、意見㊦にあるような寸法精度に関しての2つの観点から節に対する注意を払う必要があると思われる。実際、節の多い天然木の切削では、節に注視点が行っている。

このように、作業者の注意は、第1に作業上必要な点に向けられている。しかし、注視点と動作の関係は一様ではない。押棒を取ったり、切った板を置いたりする時には、手が動くのに先だって注視点動き、同作が終わると同時、あるいは、その以前に注視点は次の動作位置に移動する。すなわち、目と手には0.1～0.3秒程度の位相のずれが見られる。それに対し、切削動

作では、切削が終了するまでに切削点から目を離すことは少ない。このことから、作業者が切削動作に対して、他の動きより注意を払っていることが推定される。このことは、意見㊦のような安全上の注意を作業上の注意点として挙げていることから推定できる。

しかしながら、切削中の注視対象物がのこ刃であっても、切削に付随する「切った板をどける」とか「端材を払う」などの作業においては、注視点は板なり端材などに移る。この場合、注意は、まず第一には作業対象である木屑なり板なりに向けられていて、のこ刃に触れないようにという注意は2次的なものになると推定される。従って、「木屑がどこかに引掛る。」とか「小割した板が窓板の穴に引掛る。」などのトラブルが起きた場合に、注意がそちらに引き付けられて、刃に対する注意がおろそかになるということは、人間特性から考えて避けられないことである。Table 1にあるように切削時間以外の時間は少なくない。このことから、災害につながり得るこのような機会は少なからず起こり得ると推定される。ちなみに、作業㊦では平均1分間に1回の割で切断をしているが、この作業を1日6時間、月に23日間の割合で行なうとすると、10年間に約100万回切断を行なうことになるので、100万に1つのミスは10年に1回の割合の災害に等しいことになる。

このように、木工作业においてはのこ刃から注意をそらせる種々の要因があるので、安全カバーなどの接触予防装置の励行が望まれる。しかし現実には安全カバーが使用されないことも多いのは事実で、それには「安全カバーは使いづらい。」などという一面があると思われる。安全カバーがない時の注視点の挙動、および安全カバーを付けたための注視点に変化のあることは、注目すべきことであろう。また予備調査を行った災害報告のなかには、「木材が急に思わぬ方向に動き、手が一緒に持って行かれ、刃に接触した。」とか「木材のおどりを抑えるために反射的に手を出して、刃に接触した。」という事例も少なくない。このような事例では、現象は瞬間的であるため、アツと思った時には刃に接触してしまっている。これに対する注意としては、単に刃に触れないというだけでは不十分で、木材の保持の仕方やら反発をさせないといった別の面に対する注意が必要となる。初心者が、これらの要点を修得できる教育訓練の体制が必要と思われる。

4.4. 安全カバーの作業性の評価

4.4.1 目的

丸のこ盤や手押かんな盤の接触防止の手段として、安全カバーがあり、その使用が義務づけられているが、現実には十分活用されているとは言い難い。その大きな理由としては、安全カバーをすると作業が阻害されるということが挙げられている。そこで、安全カバーの使用上の問題点をさぐり、その改良・活用に役立てるために実験を行なった。また、安全カバーを含めた安全装置について、同様な観点から調査研究を行なった。

4.4.2 実験方法

安全カバーの作業性を評価するために、3種類の安全カバーを用いて、木工作業者23名に昇降盤作業を行なわせた。この作業の動作解析を行い、また作業者にアンケート調査を行なった。

実験に用いたカバーを Fig. 4-10~4-12 に示す。

Fig. 4-10のものは、一般作業用のカバーで、外側のフレームと内側のフラップ、フレーム用のカウンタバランスから成る。外側のフレームには、軽量化と見やすさのため、プラスチックの窓がついている。また送材抵抗を減少させるためにカウンタバランスが付いている。

Fig. 4-11のものは、傾斜切り用カバーで、アルミの本体フレーム、両側のフラップ、カウンタバランスから成る。両側のフラップが独立して動き、定盤までの寸法の変化に対応するようになっている。

Fig. 4-12のものは、小割作業用で、本体フレームと左右のプレートからなる。左右のプレートは独立に動くため、片側のプレートを縦定規にのせることによって、のこ刃と定規の間隔をカバーがない時と同じに狭くできるので、薄く板を裂く場合にも対応できる。

各カバーを用いて、板の小割（板を幅30mmに縦挽にする）、板の大割（板を指定した幅（60~200mm）に縦挽する）、板の長さ決め（大割した板の長さを指定した長さ（600~900mm）に横挽する）の3種類の作業を行なわせた。使用した板は、天然木（スプルース）の、厚さ約30mmのもので、昇降盤で大割をするか、こばにかんなをかけるかして、基準面をだしてある。

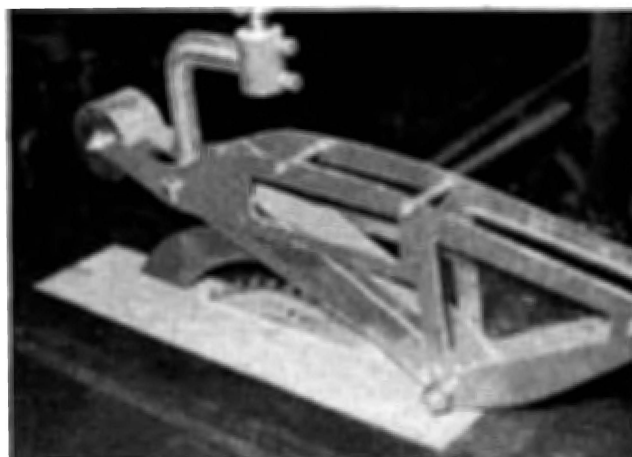


Fig. 4-10 Safety Cover Type I
安全カバー I



Fig. 4-11 Safety Cover Type II
安全カバー II



Fig. 4-12 Safety Cover Type III
安全カバー III

Table 4.3 Mean and S. D. of working time duration for each cover(sec)
作業時間の平均と標準偏差

Safety Cover	Mount	Demount	Rough ripping	大割	Fine ripping	小割	Cross cut
	取付	取はずし	setting 定規セット	cutting 切断	setting 定規セット	cutting 切断	
I	55.3	39.0	52.7	26.9	46.9	20.1	17.7
	19.7	15.8	45.1	8.8	39.3	6.6	14.0
II	56.3	30.3	55.8	29.0	47.5	20.7	17.8
	15.4	10.0	39.3	9.5	36.3	7.1	10.1
III	82.1	39.2	59.7	36.6	76.5	30.4	18.9
	30.9	13.9	46.6	19.6	76.9	13.2	15.1
I-III	65.1	36.2	56.0	30.7	56.9	23.4	18.1
	26.4	14.1	43.8	14.0	55.9	10.4	13.2

上段：平均 Upper case : Mean
下段：標準偏差 Lower case : S. D.

これらの作業をした際の作業者のカバーに対する心理的評価をアンケートによって調査した。作業前に、安全カバー一般に対するアンケートを行ない、各カバーを用いた作業後、次の作業前に、今使用したばかりの安全カバーについてのアンケートをとった。

また作業をVTRに記録し、後に動作解析を行なった。また、切削した木材の切削精度を板巾についてはノギスで、長さについては巻尺で測定し、動作解析結果と合せて、客観的評価指標とした。

4.4.3 測定結果

各安全カバーごとの、それぞれの作業に対する作業時間の平均と標準偏差をTable 4-3に示す。縦挽の場合には、一定の巾で挽くために縦挽定規をある位置に合わせて固定しなければならないが、そのセットのしやすさは、安全カバーによって異なると考えられるのでその作業時間も併せて記載した。なお、横挽の場合にも、同様の作業があるが、これはカバーから離れて行なうため考慮しなかった。

また、Table 4-3にはカバーの取付け・取はずしの時間も含めた。これらのカバーの取付け方法は共通していて、昇降盤の定盤上に固定された支持棒のアタッチメントにはめ込み、ネジで締付けるようになっている。従って、作業時間に影響するものは、カバーの重量と可動部の扱いやすさが主になる。

縦挽作業の時間を、押し棒を用いた作業者と用いない作業者のそれぞれについて、安全カバー別に平均と標準偏差を求めた。これを、Fig. 4-13に示す。

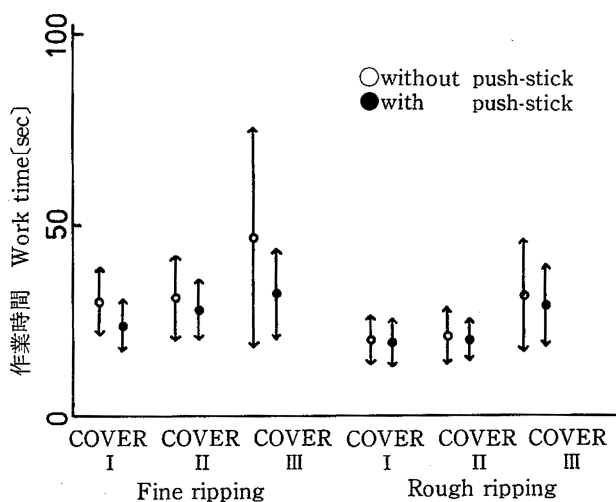


Fig. 4-13 Mean working time with/without stick

押し棒のあるなしによる平均作業時間の違い

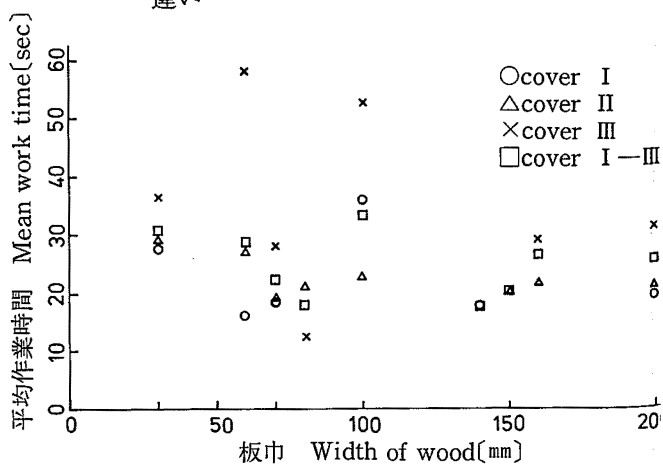


Fig. 4-14 Width of wood and Mean work time
板幅と平均縦挽作業時間

Table 4.4 Subjective evaluation of each safety cover
安全カバーの心理的評価

安全カバー	safety cover	I	II	III
a. 使ってもよい	I don't mind to use the cover.	29.4%	35.3%	6.7%
b. 作業によっては使える	The cover is useful in some work.	47.1	47.1	26.7
c. 上からの命令ならば使う	I use the cover by order.	23.5	17.6	20.0
d. とても使いたくない	I would like to refuse to use the cover.	17.6	17.6	53.3
e. その他 ()	other opinion.			

Table 4.5 Workers' attitude toward safety cover
作業者の安全カバーに対する態度

質問項目	Question	percentage of 'yes'
・あった方がよい	It is better to use cover.	30.2%
・作業のじゃまになるが、安全上、必要である	The cover is necessary, even if it is obstacle.	90.7%
・かえって危険なことがあるので、ない方がよい	The cover is harmful, because it may cause danger.	0
・作業のじゃまになるので、ない方がよい	The cover is harmful, because it disturb work.	0
・その他の意見	other opinion.	14.0%

Table 4.6 Conditions which must be satisfied to be good safety cover
使いやすい安全カバーの条件

Item of evaluation	評価基準	very important たいへん重要	important 重要	a little important 多少関係あり	not important 重要でない
Visibility of saw blade	刃先の見えやすさ	84.3%	10.5%	2.6%	2.6%
Easiness of exclusion of scraps	切れはしの排出のしやすさ	53.9	35.9	10.3	0
Registance of feeding	送材抗抵	48.7	43.2	8.1	0
Intelligibility of linerity of cut line	挽曲りの見やすさ	47.4	31.6	18.4	2.6
Easiness of measurement of size	寸法の計りやすさ	47.4	26.3	21.0	5.3
Easiness of cover setting	カバーのセッティングのしやすさ	39.5	34.2	21.0	5.3
Reach of hand behind saw	刃の向う側への手のとどきやすさ	37.1	37.1	2.9	22.9
Easiness of exchange of saw blade	刃の交換のしやすさ	36.8	39.5	21.1	2.6
Easiness of handling of push-stick	押し棒の入りやすさ	34.2	39.5	18.4	7.9

縦挽の板の仕上巾と平均作業時間との関係を Fig. 4-14に示す。

切断した板の寸法精度と平均作業時間の関係を Fig. 4-15に示す。ここで、寸法精度のランクは、Aが誤差0.1mm以下、Bが0.5mm以下、Cが1.0mm以下、Dがそれ以上を示す。巾は6カ所、長さは2カ所で測定して、その誤差の大きい方をランクにとった。

各3種類の安全カバーを使用した上での作業者の心

理的評価を Table 4-4, Fig. 4-16に示す。Table 4-4の回答は1つに限らなかったため、a～eの各項の合計は100%を超えている。Fig. 4-16においては、便宜的に、大へん良いには5点、良いには4点というように点を与えて、平均したものを示している。また、この平均が、各カバー間で差があるかどうかのt検定結果も図に示した。

Table 4.7 Workers' attitude toward circular saw and hand feed planer
昇降盤と手押しかな盤への作業者の意識

		circular saw 昇降盤	hand feed planer 手押しかな盤
feel	strong fear of blade	30.6%	28.9%
	no fear of blade	55.3%	55.4%
		14.1%	15.7%
user of safety cover	カバーの使用者の割合	73.0%	96.1%
user of push stick	押し棒・押し板	85.5%	60.0%

4.4.4 アンケート調査とその結果

今回の実験を補うために、被験者を含めた87名に対して、安全カバーなどの安全装置や作業方法についての○×式のアンケート調査を行った。調査方法は、主に労働者数10名以上の木工所に調査を依頼し、回答をまとめて郵送してもらった。業種は、和家具、洋家具、建築内装などである。質問内容、および回答を Table 4-7, 4-8 に示す。

また被験者を含めた39名には別の質問も行った。それを Table 4-5, Table 4-6 に示す。Table 4-5 では複数回答を許した。

4.4.5 考察

Table 4-3に見られるように、各カバー別の作業時間で、カバーIIIが、取付・縦挽において時間が多くかかる傾向がある。このうち、取付と大割の切断時間は、1%の危険率で統計的に有意に、カバーI, IIと差がある。カバーIIIの設計上の弱点があり、取付の操作性が良くない。すなわち、カバーIIIを保持した状態から少しずつ定盤上に下げていくと、可動部が必ずしも正しい使用状態にならず、反対側に折り曲る状態が生じる。そのため、これを直すために余分な時間がかかったものと思われる。この差は Fig. 4-16に見られるように心理的評価にも現れていて、カバーのセッティングのしやすさの点が悪い。しかし、それ程差が出ていない。これは、カバーI~IIIに共通する取付方法に対する評価がこの項目に含まれたためと思われる。事実、ある作業者は、この共通の取付方法を良いと言っていた。

1人で縦挽作業を行なう時には、昇降盤の向う側にスタッカーなどの板を受ける設備がない限り、右手を定盤の向うに伸して、切り終わった板をつかんで手前に引戻さなくてはならない。また板の最後の部分を挽く時に、左手を伸して、刃の向う側を押えることも必要になる。このような時、安全カバーが大きすぎると、手を伸すのにじゃまになり、作業性を妨げる。カバー

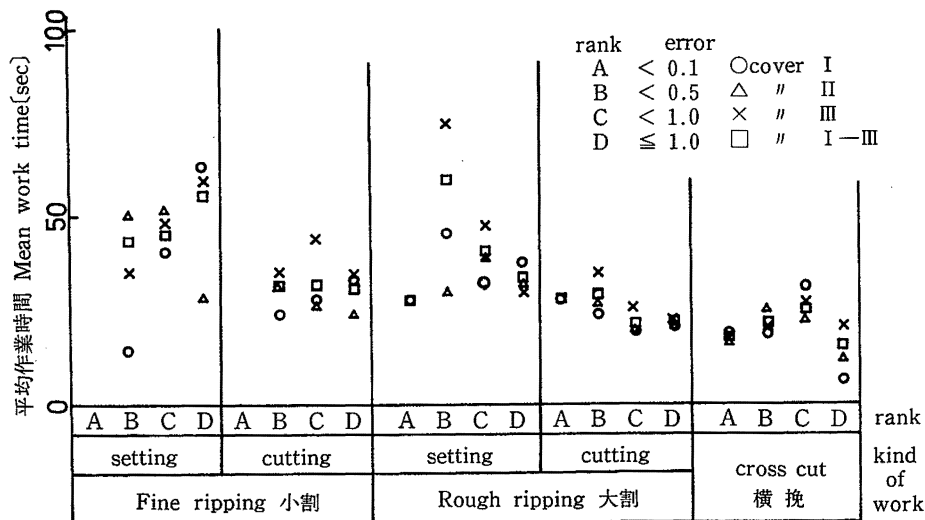


Fig. 4-15 Rank of accuracy and mean work time
寸法精度と平均作業時間

Table 4.8 Percentage of reply of questionnaire
アンケートの集計結果

	○	×	△
昇降盤で			
(1) 材木屋から買って来たままの木材は、直線がでていないので、自分で基準線を挽き直す。	69.0%	15.5%	15.5%
(2) 刃に触れないように自分で気を付けているのでカバーはいらない。	7.1	77.6	15.3
(3) 長い板を挽く時は、定規は定盤いっぱいが必要である。	71.4	23.8	4.8
(4) 割り刃は反発防止に効果がある。	84.0	7.4	8.6
(5) 大ききの違う材のたびに調節するのがめんどうなので、カバーはつけない。	8.3	78.6	13.1
(6) あてなどがあると刃が締って危険なので定規は刃の真中以上あると危い。	35.9	41.0	23.1
(7) 定規を自分で作り直すなどの手を入れなくては、木工機械は使いこなせない。	67.8	15.5	16.7
(8) カバーをつけると切削点が見えないので、使いたくない。	41.2	38.8	20.0
(9) 細かく割る時は、押し棒を使う。	92.9	5.9	1.2
(10) 小さな材料の場合、押し棒ではしっかり保持できないので、材料が反発してしまい、かえって危険である。	39.8	44.6	15.6
(11) カバーがないと、恐くてやれない。	20.5	49.4	30.1
(12) 木作業を長い間やっていれば、指先を欠くなどのけがをするのは当たり前である。	10.0	76.7	13.3
(13) 作業でけがをするのは、恥である。	59.3	18.7	22.0
(14) カバーがあると、寸法が計りにくいので、使いたくない。	29.3	43.1	27.6
(15) カバーがあると、挽曲りがすぐにはわからないので、使いたくない。	34.6	34.6	30.8
(16) 押し棒は、回りに落ちている端材の中から適当なものを拾って使う。	21.1	61.4	17.5
(17) 押し棒は、先端を切り欠くなどの加工をしたものでなくては、かえって危険である。	84.2	1.8	14.0
(18) カッター作業ではカバーがあっては仕事にならない。	51.9	23.1	25.0
(19) 安全のためには、カバーは必要である。	92.3	0.0	7.7
(20) 非常停止装置があった方がよい。	95.8	0.0	4.2
(21) 送りローラは役に立つ。	91.3	8.7	0.0
(22) 定規に目盛がついていれば、スケールで寸法を計る必要はない。	13.6	81.8	4.6
手押かんな盤で			
(1) かんな盤は反発が強いので、注意しなくてはならない。	81.2	9.4	9.4
(2) 反発させないように、材の後端に指をかけておく。	42.2	44.6	13.2
(3) 指先を削られる恐れがあるので、手は材の上面より下げない。	80.0	12.9	7.1
(4) 材が反発した時も、刃に手をつけないため、刃の上を通る時は、手を持ち替える。	77.6	11.8	10.6
(5) 小さい材を削る時には、押し板を用いる。	91.7	3.3	5.0
(6) 板が平らに削れるように、両手の力のかけ方には気を配る。	93.3	1.7	5.0
(7) 切削中の手応えで、でき上りの良し悪しはほぼわかる。	83.3	1.7	15.0
(8) 木端削りでは、手を滑らせると刃に接触するおそれがあるので、注意しないと危険である。	96.2	1.9	1.9
(9) 安全カバーをつけた方が安心である。	89.1	0.0	10.9
(10) 平削りの方が木端削りより安心である。	32.6	26.1	41.3

Ⅲはかなり大きいので、こうした理由で縦挽の時間が多めにかかったものと思われる。また、心理的評価においても、カバーⅢはⅠ、Ⅱに対し、刃の向う側への手の届きやすさの項目は有意に低い採点である。

Fig. 4-13に見られるように、押し棒を用いるかどうかは、ほとんど作業時間に影響しないものと思われる。カバーⅢの小割で、押し棒を用いない時の方がむしろ時間がかかっているが、これは、押し棒を用いない時は、長手方向に一遍に挽くことができず、半分まで挽いた後、手前に戻し木材の前後をひっくり返して、残りの部分を挽くという作業方法をとらざるを得なかったためと考えられる。なお、巾30mmの小割では、縦挽定規をそのまま用いると、刃と定規の間に、手も押し棒も入る余地はないが、補助定規を一枚かますことでその余地ができ、カバーⅠ、Ⅱでは、そのままカバーの横を通して木材を手で押している例もみられた。

Fig. 4-14に、板巾を変えた時の作業時間を示したが、巾30mmと70mm以外はデータが少ないので断定的なことは言えないが、この実験では、板巾による時間の差はみられなかった。しかし、あるカバーに対してあ

る特定の巾の木材を切る時に、木材がカバーに引掛るという現象がみられた。これがカバーⅢのとび抜けて時間がかかる事例に影響したものと思われる。

定規を合わせるのに手間をかけた方が、出来上りの寸法精度は良くなると思われたが、今回の実験では、確認できなかった。Fig. 4-15の大割にその傾向がみえているが、小割では逆に精度が低い方が時間がかかる傾向もみえる。また切削時間と精度の間にも特に関係はみられなかった。

横挽に対しては、作業時間の差は見られなかった。今回実験に用いたカバーではないが、横挽定規を戻すときに、カバーに引掛るので、片手でカバーを持ち上げねばならないものがある。作業者の意見では、慣れれば気にならないそうだが、横挽用安全カバーとしては、作業性において不利と思われる。

作業者の心理的評価では、総じて、カバーⅢがカバーⅠ、Ⅱより評価が低い。Table 5に見られるように、とても使いたくない人が半数を占める。Fig. 4-16の評価項目においても、一部の項目を除き最下位である。注目すべきは、安全性・安心感に対する評価も低いこ

significance of difference			Item of evaluation	評価基準	very bad	bad	ordinary	good	very good
I-II	I-III	II-III			1	2	3	4	5
		*	Visibility of saw blade.	刃先の見えやすさ			△ ○ ×		
			Easiness of measurement of size	寸法の計りやすさ		△ × ○			○ △ ×
			Intelligibility of linerity of cut line	挽曲りの見やすさ			× ○		×
	*		Easiness of handling of push-stick	押し棒の入りやすさ		×	△ ○		
			Easiness of exclusion of scraps	切れはしの排出のしやすさ		×	○		
		* * *	Registance of feeding	送材抗抵		×		○ △	
		*	Easiness of cover setting	カバーのセッティングのしやすさ			× ○ △		
	*	*	Easiness of exchange of sawblade	刃の交換のしやすさ		×	○		
	*	*	Reach of hand behind saw	刃の向う側への手のとどきやすさ		×		△ ○	
			For ripping	縦挽に対して			× ○		
			For cross cutting	横挽に対して			× ○ △		
			For use of cutter blade	カッターに対して			△ × ○		
			For safety	安全性に対して				× ○ △	
			For asense of security	安心感に対して			×	○ △	
	*	*	General impression	全体的印象		×	○ △		

Fig. 4-16 Mean subjective evaluation of each cover
各カバーの心理的評価の平均

とである。客観的に見て、手を刃に近づける余地が3者の中で最も少ないと思われるが、それにもかかわらず低い評価しか得ていない。これは、カバーⅢが大きくて重いために、木材を自由に扱うのを妨げている結果と思われる。始めに述べたように、昇降盤が各種の作業に活用されるのも作業者に負う面が大きく、熟練作業者にとって昇降盤は道具に近い感覚で用いられていると想像される。そうだとすれば、作業者は、作業を機械まかせにしないで自分の支配下に置きたいという意識を持つと思われるが、大きすぎる安全カバーでは、この歯の位置も明確にわからず、手が切削点に近づけられないので微妙な手加減もしくらくかえって危険であるように感じるものと推定される。この意識が、前節で見たように、切削点に注意を引付け、また Table 4-6に見られるように刃先の見えやすさを最重要視させる要因であると思われる。この意味から切削点の視界を損なわない安全装置の開発が望まれる。

Table 4-5, 4-6, 4-8などのアンケート結果をつき合わせてみると、「安全カバーは必要なことはわかっているが、作業のじゃまになる。ことにカッター作業を行なう場合には、ほとんどカバーがあつては作業できない。通常の作業でも、切削点が見づらく、使いづらい。」といったところが、公約数的な作業者の気持ではないかと想像される。

4.5 まとめ

以上行った実験結果や、現場調査で見聞したことをもとにして、安全対策をどうすべきかということについて、2, 3の点で考えを述べてみたい。

まず反発による災害について述べると、昇降盤で丸のこを使用する場合には、逆走よりもはね返りの方が危険と思われる。既に述べたように、木材の保持が確実であれば15kg f程度の逆送力は人間の力で止められるが、割り刃がないなどの理由で継続的に反発力が働くとか、カッターの直径が小さく歯数が少ないために反発力が大きくなる場合はこの限りでない。また、はね返りについては、切削作業時に、丸のこの正面から体をずらすなどの配慮も必要であり、更に防具等を着用することも考えるべきである。

さらに、切削時にあて・節のあるところはゆっくり挽くとか、割刃の使用を励行するなどの反発発生を防止するための考慮も忘れてはならない。

手押しかな盤や、昇降盤のカッター作業では、刃物の直径が小さく、反発力も大きいので、有効な反発防止装置の開発が望まれる。

安全カバーの使いやすさの評価項目に、刃の向う側への手の押しやすさというものを含めたが、安全カバーの評価実験での作業者の動作を見てみると、切断した材を刃の向う側に手を押し手前に引き戻すという動作が見られる。その際に必然的に手は刃の向う側に接近する。この時の接触災害を防ぐためにも割刃は有効ではないかと思われる。

カバーの評価実験に用いた昇降盤に、急停止装置を取付けたところ、非常に好評であった。Table 4-8のアンケートの間20でも、非常停止装置の取付を望む意見が多い。スイッチを切つてすぐ停止するならば、切り屑を清掃する時などに、確実にスイッチを切つて行なうようになるとと思われる。

アンケート結果にみられるように、安全カバーの有用性は認識されているが、必ずしも十分活用されていない。それにはいくつかの理由があるが、その中の1つに、「安全カバーをつけていてはできない作業がある」ということがある。そのような作業において、安全カバーを取り外して昇降盤を使用するのは止むを得ないとしても、その作業が終わったら、すぐ安全カバーが装着できるような機構であることが必要となる。その意味で、安全カバーの構造規格に装着の容易性をつけ加えることは、一考の価値があると思われる。

謝辞

測定に協力していただきました各事業所、また被験者として協力して下さいました木工作業者の方々、およびアンケート調査に協力下さいました各事業所・作業業者の方々に、深く感謝の意を表します。

(昭和57年7月30日受理)