

かなな刃先突出量測定器の 製作と教材化について

宮崎擴道* 岡村吉永**

On the Making and Using of the Measuring Instrument on the
Depth of Cut with a Hand Plane for Teaching Material

Hikomichi MIYAZAKI* Yosihisa OKAMURA**

(Received November 19, 1993)

キーワード：技術科教育，木材加工，平かなな，刃先突出量測定器，

はじめに

中学校の技術・家庭科は、生徒の実践的及び体験的な活動を重視するという教科の性格から、一般にその学習は実習を中心として計画・実施される¹⁾。技術・家庭科の領域の一つである木材加工についても、木材の加工法，木工具及び木工機械の使用法，木材の特徴など、実際の作業を通して学習される内容が多くなっている。

木材加工で用いる木工具は、日本の伝統的な手工具が主体となっている。これらは、各部の調整機構や明確な把握部を有さないものが多いため、使用経験の乏しい初心者にとって扱い難いものが少なくない。従って、教育上必要とされる木工具の機能を十分に発揮できない例も多い。このため、切削機構の解明や木工具の改良ならびに補助具の開発などに関して、幾つかの研究や提案がなされているが²⁾、必ずしも十分とはいえない。生徒の主體的な活動の占める割合が高い木材加工では、生徒の工夫や問題解決的な活動などが十分に行えるよう、環境を整備すると同時に、従来、勘や経験に頼りがちであった部分を、生徒が理解しやすいよう具体化・定量化することが求められる。そこで、本報告では、木工具の中でも特に使用が難しいとされる、平かななの刃先突出量の調整を取り上げ、刃先突出量を簡易に計測できる測定器の製作を行った。あわせて、整備及び学習指導に役立てることを目的として、教具としての可能性についての検討を行った。

* 山口大学教育学部

** 鳴門教育大学学校教育学部

1. 刃先突出量の測定方法

平かなの刃先突出量は、図1に示すように、かな台の台尻部と刃口元部で形成する面をかな台の基準平面とし、この基準平面に対する刃先の垂直方向の高さで求めることにした。

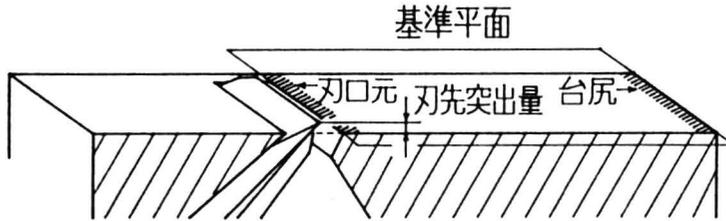


図1 刃先突出量の定義

刃先突出量は、図2に示す方法で測定することにした。

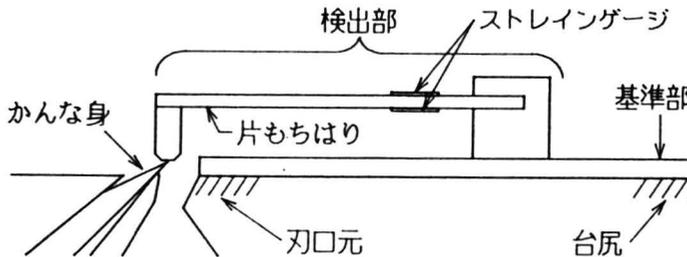


図2 平かな刃先突出量の測定方法

同図において、基準部は下面をかな台の基準平面に密着させ、その上に検出部が設けられている。検出部は、片持ちはりの自由端をかなの刃先に接触させ、このときに生じるはりの歪を検出する変位センサーの機能を果たす。歪量は、はりの固定端近くに貼り付けた、ストレインゲージによって検出される。

なお、図3のように、はりの先端Aに荷重Pが加わった時の、はりの任意の断面 χ におけるはりのたわみ δ_x は、曲げモーメント及びたわみの基礎式³⁾より次式のように表される。

$$\delta_x = -P (\chi^3 - 3l^2\chi + 2l^3) / 6EI \quad \dots \dots \dots (1)$$

Eは、弾性係数

Pは、はりの先端Aに加わる荷重

かなの刃先突出量に相当するA点でのはりのたわみ δ_{MAX} は、 $\chi = 0$ より、

$$\delta_{MAX} = -Pl^3 / 3EI \quad \dots \dots \dots (2)$$

このとき、はりの断面は長方形であるから、断面2次モーメントI及び断面係数Zは、

$$I = b h^3 / 12, Z = b h^2 / 6 \quad \text{となり,}$$

はり先端に加わる荷重Pは、

$$\therefore P = - E b h^3 \delta_{MAX} / 4 l^3 \quad \dots \dots \dots (3)$$

また、はりの自由端からχの位置に貼り付けたストレインゲージの受ける歪ε_xは、次式で表される。

$$\begin{aligned} \sigma_x &= -M / Z = 6 P \chi / b h^2 \\ &= -3 E h \delta_{MAX} \chi / 2 l^3 \end{aligned}$$

(σ_xは、断面χにおける曲げモーメント)

ε_x = σ_x / E より、

$$\therefore \varepsilon_x = -3 h \delta_{MAX} \chi / 2 l^3 \quad \dots \dots \dots (4)$$

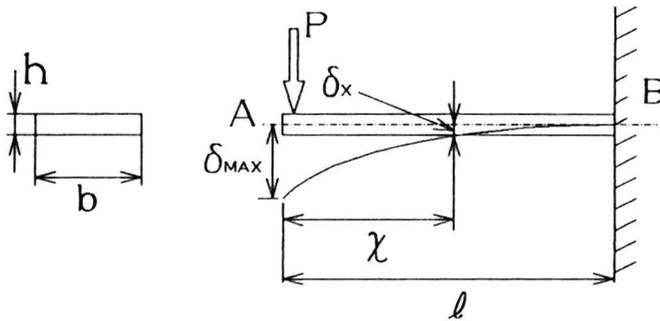


図3 片持ちはりのたわみ(σ_x)

2. かな刃先突出量測定器の製作

刃先突出量測定器の製作に当たり、教具としての使用を前提に次の条件を設定した。

- 1) 刃先突出量はデジタル表示とする。
- 2) 1/100(mm)までの測定が可能であること。
- 3) 製作が比較的容易かつ安価であること。
- 4) 小型、軽量で取り扱いやすいこと。

また、測定器は以下に述べる測定部と台座部とから構成することにした。

1) 測定部

平かなは、かな身(刃)取り付け時に微妙な傾き調整を要するため、刃先の左右端部で突出量が異なることが多く、刃先線全体を同一突出量に調整することは容易でない。測定部は、このような刃先突出量の部位による誤差を測定する機能をもつ。図4に、製作した刃先突出量測定器の測定部の構成を示す。

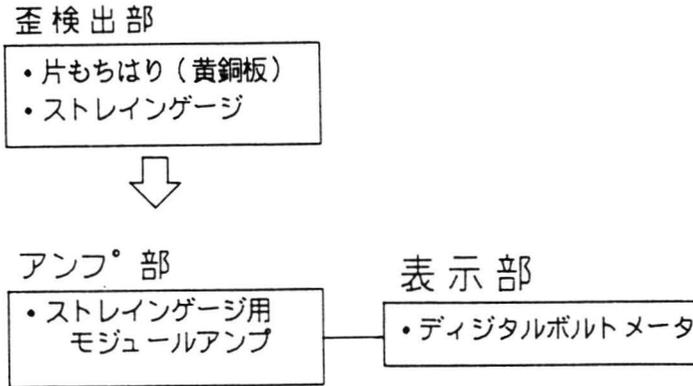


図4 測定部の構成

歪検出部は、はりから刃先先端に加えられる荷重を小さくするため、黄銅板を加工した3種類の片持ちはり（黄銅板）を供試し、この内最も性能の良かったもの（厚さ1mm、長さ120mm、幅30mm）を使用した。測定器に使用したはりの先端から、かんなの刃先先端に加えられる単位長さ当たりの荷重は、刃先突出量を1mmとし、はりの幅（30mm）全体が刃先に接触したと仮定した場合、式（3）より、 $1.81 \times 10^{-3} (\text{kgf/mm})$ となる。なお、黄銅板の弾性係数Eは、 $1.25 \times 10^4 (\text{kgf/mm}^2)$ とした。歪検出用のストレインゲージは、はりの固定端から20mmの位置のはりの上下面に各2枚を貼り付けブリッジ接続した。なお、歪検出部はケーブルを介し、アンプ部及び表示部と結合されている。アンプ部は、ストレインゲージ用モジュールアンプ（ユニパルス製U500）を使用した。表示部は、既製のデジタルボルトメータ（ユニエル電子製CD-433V）を使用した。表示部のレンジが2種類しか選択できないため、本測定器では、次式のように表示値を読み変える必要があった。

$$\text{刃先突出量 (mm)} = \text{表示値} \times 10^{-2} (\text{mm})$$

すきまゲージを用いて、刃先突出量に相当するたわみ（ δ ）をはりに与えて3回検定した結果は、表1に示すように、検定範囲（ δ ：0.04mm～0.63mm）において、 δ と表示値は概ねよく一致した。

2) 台座部

台座部は基準部とレールとから構成される。台座部には歪検出部がセットされ、歪検出部の支持体であると同時に測定基準となっている。図5に歪検出部及び台座部の全体図を示す。同図で、歪検出部は2本のレール（後部のレールは台尻側の基準部を兼ねる）上を、刃先線に沿って平行移動する。

表1 刃先突出量に相当するたわみ δ の測定値

δ (mm)	測定値		
	1回目	2回目	3回目
0.04	4	4	4
0.05	5	5	5
0.06	6	6	6
0.08	8	8	8
0.10	10	10	10
0.13	13	13	13
0.15	15	15	15
0.18	18	18	18
0.20	20	20	20
0.23	23	23	23
0.25	24	25	25
0.28	28	28	28
0.30	29	30	30
0.33	33	33	34
0.35	35	34	35
0.38	37	38	38
0.40	40	40	39
0.43	43	43	43
0.45	46	45	44
0.48	48	49	47
0.50	50	50	51
0.53	53	53	53
0.55	55	56	54
0.58	57	58	58
0.60	60	61	60
0.63	63	62	63

なお、今回は特定サイズのかんな台を対象としたが、各種サイズのかんなに対応するためには、基準平面の長さが異なることから、台座部の台尻側基準部に調節機構を設けるなどの改良を必要とする。

3. 刃先突出量測定器の活用

技術・家庭科では、学習に占める実習の割合が大きく、教師は常に生徒の技術的能力（技能）を正しく把握し、学習指導に役立てることが求められる。このため、木材加工領域でも、従来、とかく勘や経験に頼ることの多かった木工具の調整や、恣意的判断が入りやすい使用に関わる評価などを定量化し、客観的な判断が行えるようにすることが必要である。

かんなの刃先突出量に関しては、教科書等⁴⁾にその量は記載されているものの、測定方法は明示されておらず、評価方法が確立されているとはいえない。今回製作した測定器は、使用法が比較的簡便で、刃先突出量がデジタル表示されるなどの特徴がある。このため、教師による評価や実習指導のみならず、生徒自らの技能に対する自己評価にも利用可能であり、教具として有効に活用できるものと考えられる。

教具としての有効性を知るため、製作した刃先突出量測定器を用いて、生徒の刃先突出量の調整能力を調査した。

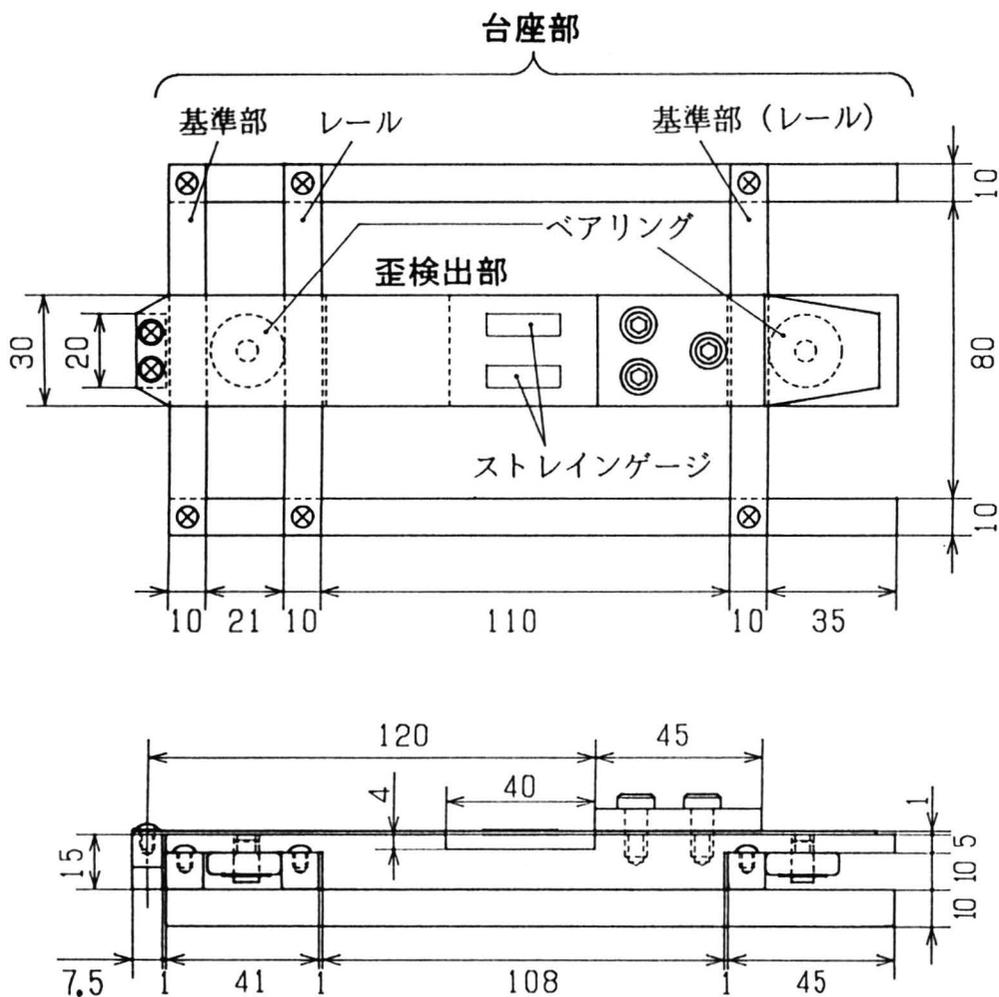


図5 刃先突出量測定器

1) 刃先突出量調整能力の調査

- 1)調査期日 平成3年 1月16日, 17日
- 2)調査対象者 山口大学附属山口中学校 1年生(45名)
- 3)既習状況 調査時, 生徒は木材加工で部品加工を実習中であった。かんなについては, 学習済みであり, かなの刃先突出量の調整は「髪の毛1本程度の出にする」として指導がなされていた。
- 4)調査方法 かな下端の基準平面に対する刃先突出量を, 指示した値に調整させた。調整毎に, 指示した値と測定した値(生徒が調整した刃先突出量)との誤差を知らせ, 刃先突出量の再調整を行わせた。指示刃先突出量は0.1mm, 調整回数は4回である。

2) 結果及び考察

結果を図6に示す。

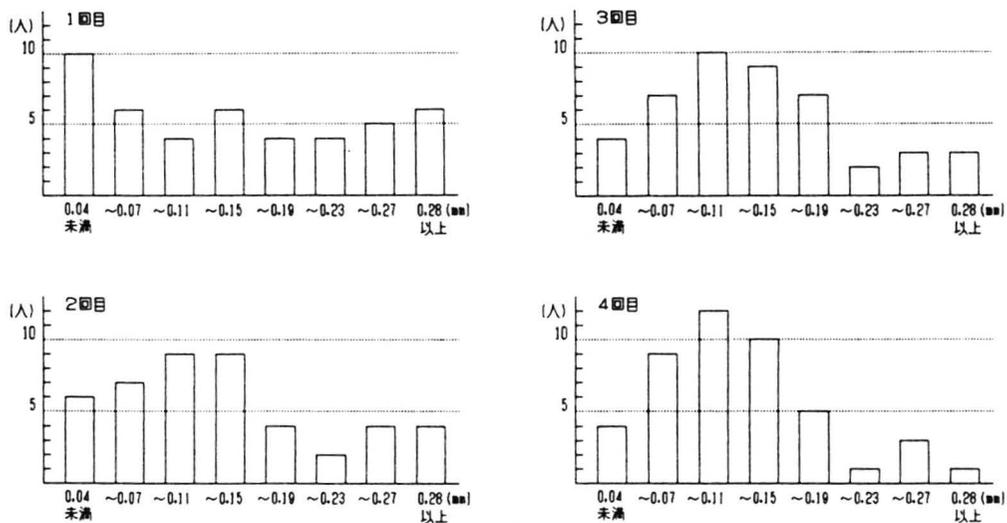


図6 刃先突出量調整能力

1回目の調整では、指示値(0.1mm)に対する刃先突出量のばらつきが大きく、平均は、0.15mm、標準偏差は0.14となった。調整回数が増すにしたがってばらつきは小さくなり、指示値に近づく傾向がみられた。4回目の調整では、約7割の生徒が誤差0.06mm~0.05mmの範囲に納まった。指示値0.1mmにおけるこの誤差は、被験者の技能レベルや、明視距離における視力の分解能などを考慮した場合、許容範囲と考えて良いと思われる。

調査結果は、技能未熟な中学生であっても、調整したかんなの刃先突出量を正確に知ることができれば、この情報をもとに刃先突出量を修正できることを示している。このことは刃先突出量測定器が、生徒の自己評価及び技能を高める教具として、有効に活用できる可能性を示しているといえる。一方、本測定器の利用は教師にとっても、刃先突出量の調整の指導や助言に要する時間を軽減できるため、その分、学習内容の深化や、遅れの出ている生徒の援助に時間を割り当てることができるなどの利点が期待できる。

おわりに

今回製作した刃先突出量測定器は、軽便さや汎用性に関しては検討課題が残されているものの、測定値の読み取り易さ及び精度については、ほぼ満足のいく結果が得られた。

また、中学生を対象とした調査結果などから、刃先突出量測定器は、平かんなにおける最も困難な技能の一つである刃先突出量の調整能力の向上や、その自己評価のための教具として有効に活用できるものと思われる。今後は、指導法及び利用範囲、あるいは測定器の積極的な学習指導計画への組み入れによる学習効果などについての検討を進めたい。

終わりに、調査についてご教示賜った山口大学末富正啓教授、実験に協力頂いた広島県

加計中学校橋岡幸弘教諭に深甚の謝意を表するものである。

参考文献

- 1) 文部省, 中学校学習指導書技術・家庭編, pp. 100 平成1
- 2) 例えば平かんなに関しては,
 - 河原, 宮崎, 田中, 日本産業技術教育学会誌, 24巻1号, pp. 127-133 昭和57
 - 山下, 大谷, 橘田, 田中, 木材学会誌, 34巻3号, pp. 222-227 昭和63
 - 加藤, 河合, 木材学会誌, 35巻10号, pp. 886-895 平成1
 - 岡村, 河原, 日本産業技術教育学会誌, 31巻1号, pp. 9-14 平成3
- 3) 松田弘, 山田繁治, 新編材料力学ノート, pp. 77-79 昭和52
- 4) 例えば,
 - 中学校技術・家庭科用教科書, 技術・家庭 上, pp. 40-41 平成4
 - 中学校技術・家庭科用教科書, 新しい技術・家庭 上, pp. 36-39 平成4
 - 木材加工教育研究会, 新訂木材加工, pp. 83-89 平成3
 - 雇用促進事業団職業訓練研究センター編, 木工工作法, pp. 6-7 平成2