

# フライス盤実習の六面加工の際の直覚度の確認方法 —— 問題点を解決して実習内容へ反映させる ——

市 川 敬 夫\*

Confirmation method of the degree of right angle as for plane processing by milling machine training  
—Settle a problem and make them reflect to the training contents—

ICHIKAWA Takao

キーワード：フライス盤実習，直角度測定，6面加工，実習作業問題点

## 1. ま え が き

汎用フライス盤の作業実習において，長野工業高等専門学校では設備の準備・正面フライスによる面加工・エンドミルによる溝加工を行い基本作業の理解をさせている。また，技能検定に挑戦して3級や2級の技能士を目指す学生も多い。これらの学生が作業を進める中で正面フライスを使った面加工というのは，後工程での安全確保や寸法精度の確保をしていく上で非常に重要な工程となる。6面フライス加工という工程は技能検定の際にも第一工程で行う作業となるが，この作業の良し悪しが後工程の精度を決めてしまうといっても過言ではない。一般的に六面フライス加工というのは，立方体の6面を加工することにより，各面の直角と平行を規格内に収めつつ，各辺の長さの寸法の規格の中に収めるための加工をさす。職業能力開発大学の教材として指定されている機械加工実技教科書には次のような工程で直角を調整するように示されている。最初に加工する面を1面として，この面が基準となる。第2面と第3面は第1面がバイスの固定面に接するようにして固定して，固定の際には丸棒を材料とバイスの可動面の間にはさむことで材料を押す位置が変わり，第1面に対しての加工面の直角度を調整して加工することとなっている。

技術教育センターでは2年間にわたり，6面フライス加工を含むフライス盤作業の基本の工程を実習で指導する際の問題点を調査してきた。授業において6面フライス加工全体を題材として取り上げてい

く場合には6時間程度の時間が必要となり，他の作業を教える時間が不足してしまい現実的ではない。そこで，6面フライス加工の工程の検証には技能検定の3級に挑戦する学生への指導をあてることとした。そのうえで，どの工程のどの部分を授業へ反映すべきかを検討することとした。

本論文では，平成27年度から行った問題点の洗い出しの結果を踏まえて，平成29年度に変更した指導の方法について述べる。

## 2. 問題点の把握

平成25年度から技能検定への学生の受験を行ってきた，平成27年度には3名の学生が技能検定3級を目指すこととなった。これまでの受験者は課外活動で作業経験のある学生であったが，この年度の学生は全員が授業で実習をした程度の経験の浅い学生であった。2か月ほど練習をして，作業にも慣れたタイミングで，エンドミル加工をしている際に材料が浮き上がるという現象が発生した。この問題を検証した結果，作業の方法に問題があるということがわかった。

### 2-1 問題点の発見

技能検定の練習の際のエンドミルの加工では，3名ともに同じ工程で材料が浮き上がるという事象が発生した。凸側部品の加工時に，寸法測定のために残した部分を4枚刃のエンドミルで削り取るという作業をする工程で発生した。この加工は，直前の加工で寸法測定をするために残された幅2.5mm程度で長さ10mm程度の未加工部分を仕上げ用のエンドミルで荒加工をする工程となる。3名のなかの1名は，材料が浮き上がったことでエンドミルが折損するという事故を発生させた。図1に折損したエン

\* 技術教育センター技術専門職員

原稿受付 2018年5月18日

ドミルを示す。1枚の刃が15mm程度の長さで割れている。状況とすると、上向き切削でエンドミルの刃が材料に接触したところで、材料がバイスから外れて浮き上がり、刃に負荷がかかり折損していた。折損した部分は、約2メートル先まで飛ばされていたが、けがなどは発生させずに済んでいた。

要因を分析したところ、6面フライス加工の際の2面目の加工において、1面目との直角が十分にでないことが原因ではないかということがわかった。更に、直角がでない加工になってしまう原因を探った。2面目の加工をする際にスコヤを使って角度の確認をする工程となっている。学生が作業した際にこの確認は行われており、確認不足によるものではないと考えた。スコヤによる測定は図2に示す。使用したスコヤは、測定部が115mmで、台座部分が幅10mmで長さ90mmの両刃型標準スコヤを使った。スコヤでの直角度の測定をする際には、定盤への押し付け力で垂直の辺が直角になるように調整する。測定物への押し付け力と、測定物に接触させる角度を調整してすき間を確認できるようにする。図では測定物へほぼ直角にスコヤをあてることで測定している。図3は目視での測定をしている様子を示しており、測定物にスコヤをあてて上部にできた「すきま」から光が透過している状態を示す。

スコヤでの測定が行われていることから、判定の方法に問題がないか確認することとした。学生が作業をしてスコヤで直角を確認した際に筆者が同様の方法で確認することとした。スコヤでの検査では光の透過具合を目視で確認するために、「この透過状況はだめと思われる」という指導しかできなかった。そのために、微妙な光の透過状況を正確に判断できない状況であった。そこで、事故をおこした材料を研削盤のテーブルへのせて、ヘッドに固定したダイヤルゲージを上下することで、材料の下部分と上部の寸法の差を測定してみた。結果として、上下で $50\mu\text{m}$ の差があった。確認のため再現実験を行った。面加工の際の固定をする際に丸棒を入れる位置を変えることで、学生が作ったものと同じレベルの寸法の材料を作製して作業したところ、材料の浮き上がりが再現できたため、この部分の寸法がずれていることが原因であると特定した。これにより、今回の指導では、対象とする学生がほぼ初心者であったことからスコヤでの直角の確認で正確な判定ができなかったと考えられる。

平成27年度の技能検定における指導の中から、スコヤを使った直角度の測定は、一定以上の技能を有した学生に対しては有効であるが、ほぼ初心者の



図1 破損したエンドミル

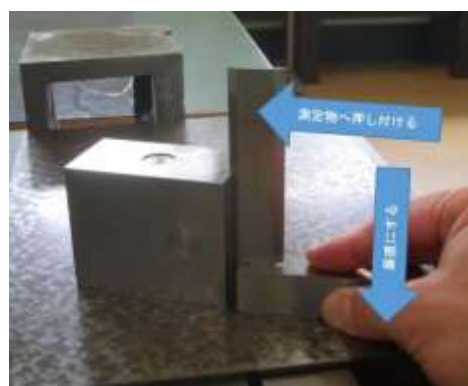


図2 スコヤによる直角度の測定



図3 「すきま」からの光の透過状況

学生を対象にして指導する場合には問題があるということがわかった。

## 2-2 目視で判定できる直角度

スコヤを使った直角度の測定において、どの程度のすきまであれば初心者の学生が「すきまあり」と判定できるのかを確認してみた。図4に示す直角度のゲージを作成した。A面を基準として下にして置いた際に1・2・3・4面ですきまがあると判断するかどうかを確認した。このゲージでは、すきまを $6\cdot 20\cdot 50\cdot 70\mu\text{m}$ に設定してあり、学生にはどの面でどの程度のすきまがあるのかはふせて実験をした。結果を表1に示す。70 $\mu\text{m}$ のずれでは1名が「すきまなし」の判断をしている。同様に50

$\mu\text{m}$  では1名が「すきまなし」の判断をしている。 $20\mu\text{m}$  では4名が「すきまなし」の判断をしていた。更に、 $6\mu\text{m}$  のすきまでは「すきまなし」と判定できるはずであるが、2名が「すきまあり」と判定している。よって、初心者においては $50\mu\text{m}$  以下のすきまでは正確な判断が難しいということとなる。同様の実験を幅 $5.5\text{mm}$  で長辺 $200\text{mm}$  のスコヤで行ってみた。このスコヤはこれまでは授業のなかで直角の測定をする際に使っていた。このスコヤでは定盤の上へスコヤを直角に安定させることが難しく、測定物へスコヤを直角にあてることが難しかった。そのために初心者では、このスコヤを使ってすきまの判断をすることができなかった。初心者の場合には使用するスコヤは、定盤上で容易に安定させることのできるものを使う必要があることがわかった。

以上の、技能検定の練習における指導の結果から、フライス盤で正面スライスを使って面加工をする場合に、初心者にもわかりやすく簡単に直角の状態の確認ができるための指導方法を確立することとした。

### 3. 測定方法を考える

#### 3-1 直角度測定具の導入

実習における作業においては、面における厚さ方向の寸法差を、多くても $20\mu\text{m}$  に押さえて作業をしたい。平成27年度の練習時に発生した事故では $50\mu\text{m}$  のすき間がある場合にはエンドミルを破損する事故を発生させていることから、その半分以上におさえておけば事故の発生は防げるのではないかと考えた。初心者がこのレベルの測定をするためにはスコヤでの測定では限界があることがわかったので、直角度の測定具を導入することとした。本校では、ミットヨ製のスコヤマスタ311-225を導入した。本機は垂直方向に移動する軸にダイヤルゲージが取り付けられており、下面を基準とした場合の垂直方向の変位を測定することができる。図5にスコヤマスタによる測定の様子を示す。測定物にダイヤルゲージを接触させて、装置の背面にあるレバーを操作することでダイヤルゲージを上下に動かして直角度を測定する。

導入したスコヤマスタを使って測定することで、基準面に対しての加工面の角度のずれの状態を測定して数値で判断できるようになった。そのうえでスコヤでの測定を行って、どのくらいのずれがどのように見えるのかを把握するようにした。そのため、スコヤでの目視での判断においても $20\mu\text{m}$  のすき間の判定ができるようになった。これにより、6面

表 1 学生による直角度の測定結果

学生	$6\mu\text{m}$	$20\mu\text{m}$	$50\mu\text{m}$	$70\mu\text{m}$
1	×	×	×	○
2	×	○	○	○
3	×	○	○	○
4	○	○	○	○
5	○	×	○	○
6	×	×	○	○
7	×	×	○	×
8	×	○	○	○
すきまあり	2	4	7	7
すきまなし	6	4	1	1

○ すきまあり × すきまなし

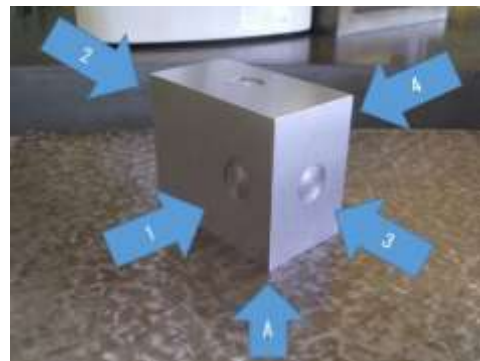


図 4 直角度確認用に作製したゲージ



図 5 導入したスコヤマスタによる測定

フライス加工においては、2面目と3面目の加工時に、丸棒をどの位置にはさめば直角が出せるのか明確に理解できるようになった。ずれている場合でも、調整しながら測定することでの確かな位置をみつけることができる。更に、どの程度のすきまが開いているときには、どのように光が透過するのかが理解できるようになった。以上により直角度の測定という課題においては達成することができた。

#### 3-2 丸棒をはさむ位置の把握

通常の授業で作業をする学生においては、直角度測定具を使った直角度の測定をすることで正確な作業を理解していくことができる。技能検定に挑戦していく学生においては、各自が使うバイスの状態を理解していく必要がある。上下方向のどの部分に丸

棒をはさんで固定すると直角の加工ができるかということがバイスの状態の1つとなる。その都度加工を行いながら状態を把握していくのでは時間がかかってしまうので、治具を使って簡単に状態を理解できる方法を試してみた。

6面フライス加工したあとで、6面を研磨して各面の直角と平行を確保した6面体の測定具を準備した。この6面体の1面のみに丸棒をあててよい面を設定した。学生は任意の位置に丸棒をはさんで治具となる材料をバイスに固定する。上面にダイヤルゲージをあてて測定することで前後方向の傾きを確認する。この傾きの無い部分に丸棒を固定することで、このバイスでは直角な加工ができるということとなる。図6に測定の様子を示す。この方法により学生は簡単にバイスの状態をつかむことが可能になった。

#### 4. 指導の方法を変更する

以上から、フライス盤による加工を指導する際の6面フライス加工における直角の出し方の指導を次の①から⑩に示す方法で行うことで、学生は簡単にかつ短時間で、安全に理解をすることができる。

- ① 基準面の加工をする。
  - ② 2面目の加工をする。丸棒は一番下へ入れる。
  - ③ スコヤマスタで測定する。
  - ④ スコヤで測定して光の透過具合を確認する。
  - ⑤ 丸棒を一番上へ入れて再度2面目を加工する。
  - ⑥ スコヤマスタで測定する。
  - ⑦ スコヤで測定して光の透過具合を確認する。
  - ⑧ 丸棒を中央付近へ入れて再度2面目を加工する。
  - ⑨ スコヤマスタで測定する。
  - ⑩ スコヤで測定して光の透過具合を確認する。
- 実習の時間によっては⑤～⑦項を省略しても理解はできるものとする。

平成29年度の技能検定の練習においては、上記の方法で作業の指導を行った。受講した学生は内容を理解して、以降の作業をする中では材料は浮き上がるというトラブルは発生していない。この検証により今回設定した方法に効果が認められたと考える。これらのことから、学生の実習作業において、正面



図6 丸棒をはさむ位置の確認

フライスを使った面加工を行った際の直角度の測定においては同様の指導をしていくことが望ましいと考える。平成30年度には機械工学科2年生の実習において、作業の中にスコヤによる直角度の測定方法を含ませて、この指導方法を導入して効果の確認をしたい。尚、2項でも述べたが、初心者の方の作業で使用するスコヤは、定盤上に置く部分が10mm程度あり、容易に安定させることのできるものを使う必要がある。

#### 5. あとがき

技能検定の練習をする指導の中から問題が発生したことにより、原因の究明をすすめて指導方法の変更をする必要性を発見できた。材料が浮き上がるという問題はこれまでも発生していた可能性は高い。平成27年度における技能検定のための練習の中でエンドミルが折損したことから、この問題を解決しておかないと実習作業におけるけがをとまう事故につながる可能性を危惧した。筆者の実習工場では実習作業における安全の確保に力をいれてきた。そのような環境の中であったからこそ不安全な状況に気づくことができたと考える。その結果、学生が安全にかつ容易に状況を把握して理解できる方法を確認できた。本研究はJSPS 科研費 JP17H00228 の助成をいただき進めることができたものである。この場をおかりしてお礼を申し上げる。今後は検証した内容を授業の中へ反映させていく予定である。