

京都職業能力開発短期大学校

紀 要

第21号

◆ 実践報告 ◆

フライス盤作業用訓練教材の開発		
-ミーリングバイス固定口金のたおれ量の計測について-	大柳 邦夫	1
ドリルによる穴加工精度に関する基礎実験	奥田 展大	5
戦力と成りうる技能者育成を目指して	筧 修	11
企業の製品を活用した機械設計技術講習会の実施例	長嶋喜一郎	16
「ものづくり」による電子回路教育への取り組み	末松 秀之	21
太陽電池を用いた小型電子機器の充放電電力計測について	玉井 瑞又	25
鉛フリー半田による面実装プリント回路の製作	田中 倫之	29
就職支援の取り組み		
-求人開拓と就職支援システムの構築に向けた取り組み-	中川 章人 中原 英彦	33
企業現場での生産活動および安全衛生環境活動の体験		
-短期企業派遣研修を通じて-	三木 隆史	37
画像処理技術教育の取り組み	後藤 聡文	42
音声特徴量のリアルタイム表示ソフトの開発		
-デジタル音声処理の教材作成-	殿村 正延	46
L A N環境におけるパッチ管理ソフトの導入	廣澤 幸清	53
情報技術科におけるマイコン技術教育を拡張する取り組み		
-実践報告-	山本 昌和	57
専門課程カリキュラムにおける建築実務設計教育訓練について	緒方 良充	62
舞鶴聖母幼稚園を対象とした幼稚園の設計提案		
~総合制作指導報告~	佐橋 純	66
木造住宅建築における施工技術（大工工事作業）		
~短期企業派遣研修報告~	中須 一夫	70
ガラスのコンクリート用骨材としての適用性についての一検討	堀田多喜雄	74
木材組織による樹種判別		
-阿良須神社で使用された部材について-	丸山 詠子	78
紋織物製造技術の教育・訓練方法の考察	尾関 隆夫	86
デジタルデバイド解消に向けた提案		
(京都府与謝野町をモデルにした企画案)	加畑 満久	90
沖縄地域の製藍法について	北澤 勇二	96
Tシャツデザインに見られる高校生のデザイン傾向とその考察	志水 正明	100

2008年3月

近畿職業能力開発大学校附属

京都職業能力開発短期大学校

フライス盤作業用訓練教材の開発

—ミーリングバイス固定口金のたおれ量の計測について—

Development of Teaching Material for Milling Work
(Measurement about transformation of Milling vice)

生産技術科 大柳 邦夫

Department of Production Machinery Kunio OHYANAGI

フライス盤作業において、ミーリングバイスによる直角—平行出しは基本作業である。すなわち、フライス盤のテーブルとバイス固定口金の直角とバイス底面の平行を利用して平面加工することで、工作物の加工精度が決定される。

しかしながら、バイス固定口金は工作物の締め加減が大きすぎると倒れ現象が発生し直角加工が出来なくなる。また、締め加減が小さすぎると加工中に材料が動いたり、飛び出したりして工具の損傷等のトラブルが発生する。

本研究は、工作物の締結力および、丸棒の高さに対し固定口金の倒れを計測をするもので、ミーリングバイスの各締結力と丸棒の高さと口金の倒れ量の特性把握を目指すものである。なお、締結力については、昨年度試作したバイス締結力目視教材を採用した。

1. はじめに

フライス盤作業でバイス作業により六面体加工をするときは、フライス盤のテーブルに対するバイス固定口金の直角度とバイス底面との平行度を利用して工作物の直角、平行を出してゆく。然るに、加工物の直角について精査すると鋭角になっていることが多い。

加えて、移動口金側が未加工面の場合、加工面と固定口金を密着させるために、図2のように移動口金と工作物の間に軟質金属の丸棒を挟んで締結作業をする。

一般的には、経験の浅い人ほど加工中に工作物の飛び出しを恐れて、バイスを強く締め、工作物の突き出し量を気にして丸棒を移動口金上方に取付ける傾向がある。そのため2面間をより鋭角にする傾向がある。

著者も先輩諸氏から丸棒の取り付け位置について、口金の中心より少し下が良いと指導されて来たが、バックデータがないのが現状である。

そこで、締め加減と丸棒の取り付け位置に対する固定口金のたおれ量を計測したので報告する。

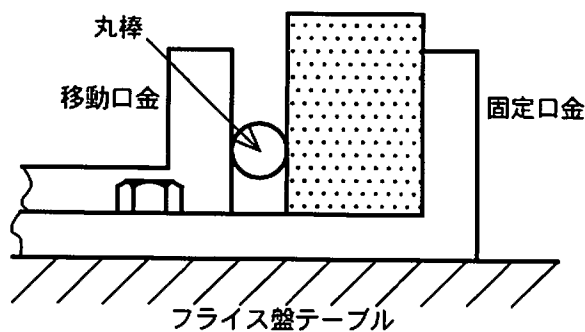


図1

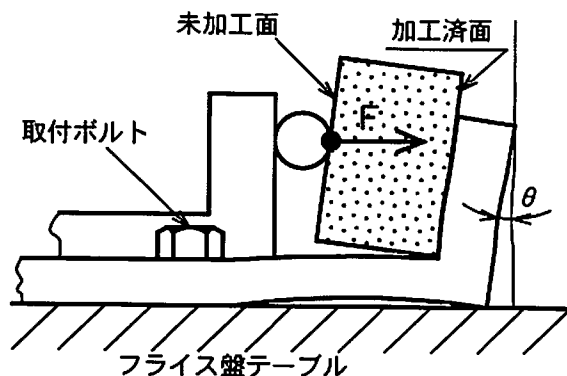


図2

2. 測定方法

2-1. 測定用テストピースの製作

計測データの感度を上げるためには、図3において、テストインジケータの走行距離を大きくすべきである。今回は、事前にテストピースを自作し、これを固定口金に密着させることにした。なお、テストピースはSK3を機械加工の後、焼準、焼入れ、焼戻し処理をし、平面研削したものを自作した。寸法は160×75×50mm、HRC40である。図4-1、図4-2参照

2-2. 固定口金変形量の測定

測定は、前述のごとくテストインジケータ（最小目盛り0.002mm）を使用して50mm間の変位量 h から、 $\tan^{-1} h/50$ により θ を求めた。また、締結力と丸棒の取付け位置については、5kN、10kN、15kNの各締結力に対し、図5に示す1、2、3、4、5の丸棒の各位置で測定をおこなった。なお、締結力の選択は著者が常用する値を使用した。

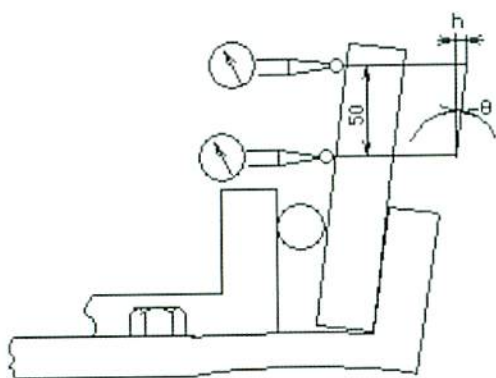


図3 計測説明図

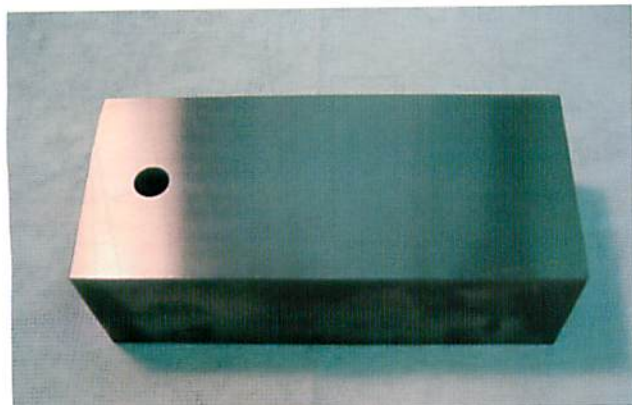


図4-1 自作テストピース

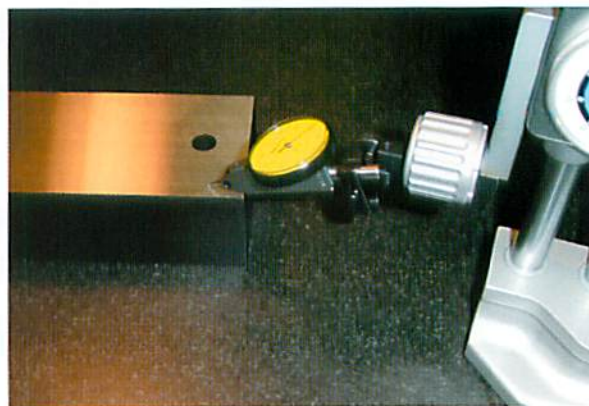


図4-2 テストピースの精度検査

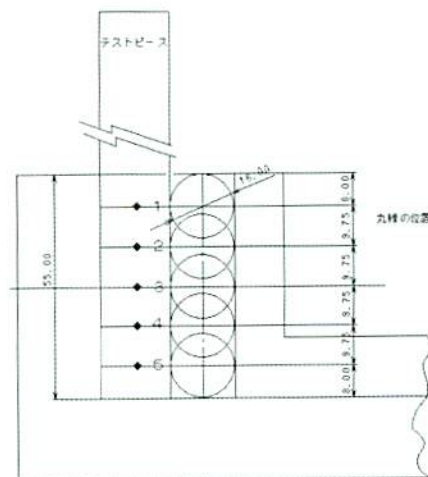


図5 丸棒の位置

3. 測定結果

測定結果は、図5-1、図5-2、図5-3に示す。図中横軸の数値は丸棒の位置番号、縦軸は変形角度が表示されているものとする。さらにこの変形角度に+-のデータを付記しているのは、固定口金が+値では外に傾き、-値では内傾していることを表すものである。(図6)。

図7-1は計測作業を表し、図7-2は自作バイス締結力目視教材⁽¹⁾であり、これにて結合力を測定した。

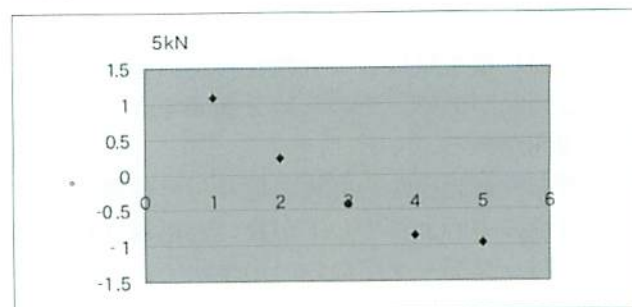


図5-1 締結力5kN時の測定結果

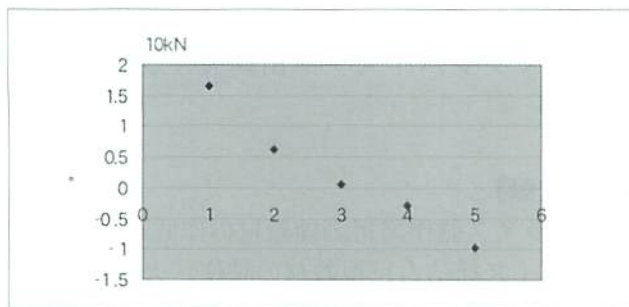


図5-2 締結力10kN時の測定結果

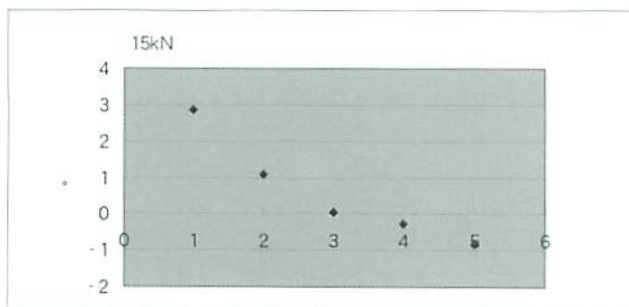


図5-3 締結力15kN時の測定結果

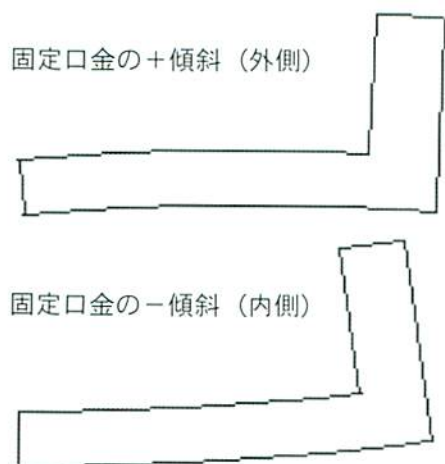


図6 固定口金の+-変形



図7-1 計測作業



図7-2 締結力計測システム

4. 考察

図5-1、5-2、5-3から測定結果について考察する。

- * 各図とも、丸棒位置が1であるときに最大の+値（外に傾斜）を示している。
- * 同様に、位置5において、最大の-値（内傾）を示している。
- * +、-値の比較をすると、+値の絶対値が-値に対し圧倒的に大きい。
- * 各図とも、取付け位置が下方になるほど外傾から内傾へ移行している。
- * 各図とも、位置3から位置5の間で変形角度 0° を交差して+値から-値へ転じている。

さらに詳細を検討してみると、締結力5kNでは、ほぼ固定口金の中心位置で変形量 0° となっている。また、10kNと15kNでは、位置3から5の間で 0° を横切っている。

すなわち、中心よりやや下方に丸棒を取付けるのが良いという先輩諸氏の教示は的を得ていることが説明できた。

5. まとめ

本計測作業はミーリングバイスの剛性により変形量の絶対値は異なるものと思われる。従って、使用するバイス毎にデータを取得しておくとい

い。ただし、丸棒の位置と変形の方向、右肩下がりの変位の傾向は同様になると思われる。今回使用したバイスを参考に記載する。

また、熟練工が自ら常用するバイスでは、バイス前面、すなわち固定口金下面に薄紙を敷いてバイスが外傾したときフライス盤テーブル上に直立するようにするが、本計測データを用意しておくことにより、紙の厚さ、位置等を幾何学的に処理することが出来る(図8)。

CAEで構造解析をする場合の実測データを得ることが出来る。

つぎに、計測作業は使用するフライス盤上で、実機のZ軸を動かして角度 θ を計測する方が、工作精度を出すのに有効と思われる。

6. おわりに

訓練現場には、本報告のバイスの変形量だけでなく、「気持ちだけ切込む」、「拳でひと叩きする」「あまり強く締め過ぎない」等の経験にもとづいた定性的な表現が非常に多い。

未経験者の人材育成では、定性的表現は出来るだけ避け、職業訓練指導員は、日常的にこれらを定量化することに心がけ、研鑽し、これをバックデータとして職業訓練に臨むべきである。

最後に本稿の執筆にあたり、御支援を賜った諸兄に御礼を申し上げます。



テーブル

図8 紙を敷いて口金が変形した時に直角が出る

【参 考】

使用マシンバイス：津田駒製マシンバイス
VH150

【参考文献】

- 1) フライス盤作業用訓練教材の作成
(バイス締結力目視教材の試作) 大柳邦夫著
京都職業能力開発短期大学校
紀要第20号2007。3

ドリルによる穴加工精度に関する基礎実験

Basic experiment concerning hole processing accuracy by drill

生産技術科 奥田 展大

Production Technology Department Nobuhiro OKUDA

機械加工部品の多くは、穴加工が施されている部品が多く存在する。使用される工作機械も卓上ボール盤からマシニングセンタにいたるまで幅広くあり、穴加工の占める割合は、益々増加傾向にある。

ドリル加工を中心とする穴加工は、多種類の機械加工の中でも最も精度と安定性に問題があるとされている。穴加工を安定に行い、加工精度を上げるためには、工具と加工方法に対し、その切削特性など基本的事項を正確に理解し、切削データを蓄積することが最も重要であると考えられる。

このような観点から、本稿では、ドリル加工における穴の拡大量及び穴の位置精度について基礎実験を行い、その切削データを取りまとめたので報告する。

キーワード：ドリル加工、穴の拡大量、穴の位置精度

1. はじめに

穴加工が施されている機械部品は多く、加工割合は3分の1以上に達する。近年ではマシニングセンタでの加工が増えたことで、この割合がさらに増加傾向にある。

穴加工は、ドリル加工・中ぐり加工・リーマ加工・タップ加工など多種にわたってあるが、中でもドリルで加工した穴は、タップ加工やリーマ加工への下穴として用いる場合が多く、1次加工で行った下穴に倣った加工となるため、下穴の精度が次の加工工程に大きく影響する。一般にドリル加工では、工具の剛性が低い上に、切削荷重の変動が大きく、かつ工作機械やツーリングなどの影響によりドリルは振れを生じ、加工穴の精度はよく良くないと言われている¹⁾。

ドリル加工で要求されている加工精度には、穴の拡大量、穴の位置精度、面粗さ、穴の曲がり、真円度等があり、これらを定量的に把握し、加工現場において有用な切削データを蓄積することが大切であると考えられる。

本報告は、加工現場において広く一般的に行われている加工方法と切削条件（1回転当たりの送り量 f ）を変えることにより、穴の拡大量や位置精度に対してどのような影響があるのかの実験による検証である。

2. 実験方法

図1に示すように $\square 100 \times 30$ mmの被削材（A5052種）を使用し、1回転当たりの送り量 f を0.05、0.1、0.15、0.2、0.25、0.3mm/revと変えながら、各送り量における穴の拡大量と位置精度について実験を行った。このとき、穴の拡大量については平均値を求めるため、同じ送り量で5回、穴あけを行った。

なお、表1に実験の切削条件を示す。

また、穴あけを行う加工方法として、立形マシニングセンタを使用し、次の3種類の方法について比較した。

- ① $\phi 10$ mmのドリルのみで加工
- ② センタドリルで心もみを行った後、 $\phi 10$ mmのドリルで加工
- ③ センタドリルで心もみを行った後、 $\phi 5$ mmのドリルを使用し、ガイド穴をあけ、最後に $\phi 10$ mmのドリルで加工

なお、表2に実験で使用した工具の諸元を示す。穴の拡大量と位置精度の測定は、三次元測定機を使用し、穴1個当たりに対して 30° 間隔で12点計測を行い、測定位置として深さ5mm、10mm、15mm位置における穴の中心座標と穴径を測定した。

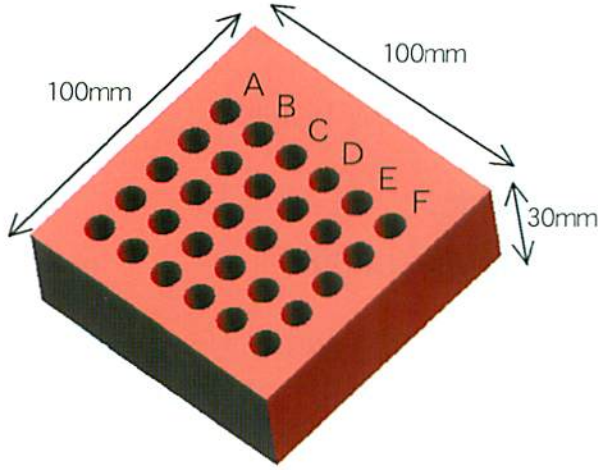


図1 被削材

表1 切削条件

	1回転当たりの送り量 f (mm/rev)	切削速度 V (m/min)	穴深さ (mm)
A列	0.05	50 (一定)	25 (一定)
B列	0.1		
C列	0.15		
D列	0.2		
E列	0.25		
F列	0.3		

表2 使用工具

	センタドリル	標準ドリル	コーティングドリル
直径	φ1.5mm	φ5mm	φ10mm
先端角	120°	118°	118°
溝長	12mm	95mm	87mm
全長	42mm	130mm	133mm
シンニング形状		S形	X形

3. 実験結果

図2、図3、図4は、加工方法①、②、③における穴の拡大量を送り量と深さについて示した結果である。図2では、送り量 f が0.2mm/rev以上になると、各穴深さとも拡大量が0.05mm以下になっているが、図3及び図4では、図3における送り量 f が0.05mm/revの場合を除いて、図2と同様、各穴深さとも拡大量が0.05mm以下になっているのが分かる。

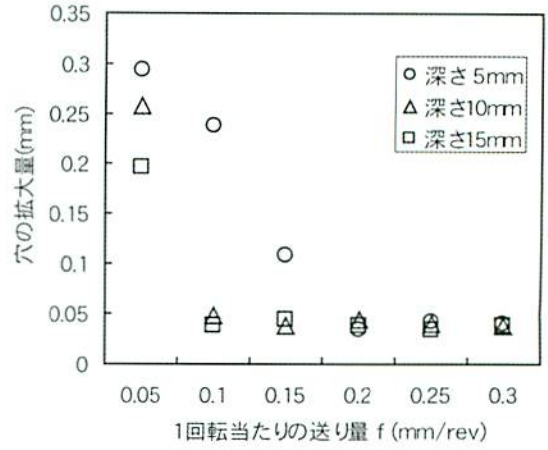


図2 加工方法①における穴の拡大量

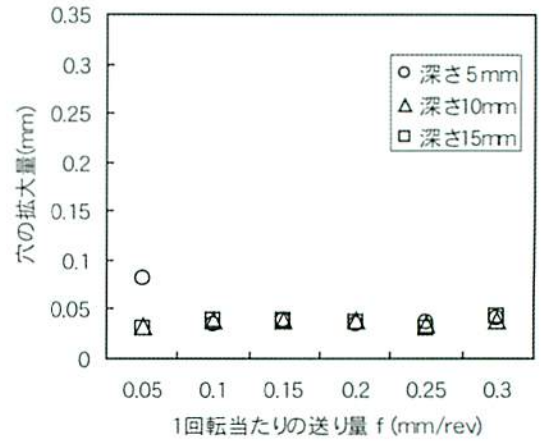


図3 加工方法②における穴の拡大量

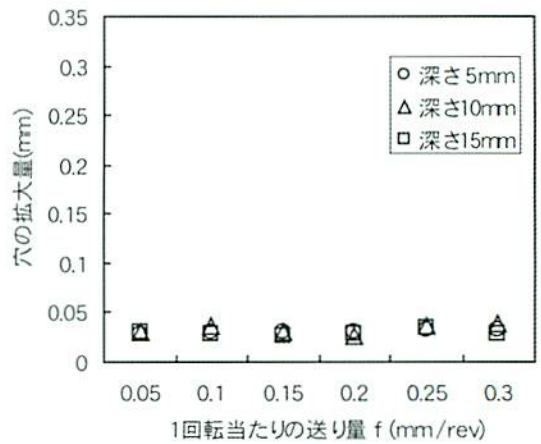


図4 加工方法③における穴の拡大量

図5から図22は、加工方法①、②、③における穴中心位置を送り量と穴深さごとに表した結果である。なお、各図は、5回穴あけを行った穴中心位置を示す。

まず、図5、図6、図7、図8、図9、図10を見ると送り量 f が大きくなるにつれて穴中心位

置が広範囲にずれていくことが分かる。

次に、図11、図12、図13、図14、図15、図16を見ると加工方法①と同様、送り量 f が大きくなるにつれて穴中心位置がずれていくが、加工方法①に比べ、その範囲はわずかであることが分かる。

そして、図17、図18、図19、図20、図21、図22を見ると、送り量 f が大きくなって穴中心位置の散らばり範囲は0.05mm以内に収まっていることが分かる。

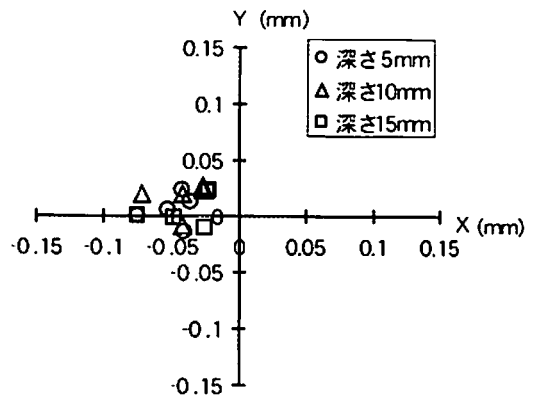


図7 加工方法①における穴中心位置
 (送り量0.15mm/revの場合)

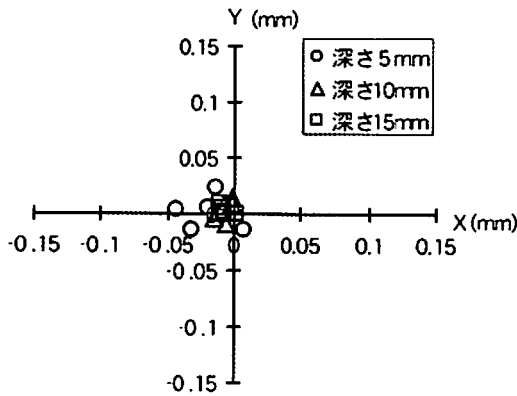


図5 加工方法①における穴中心位置
 (送り量0.05mm/revの場合)

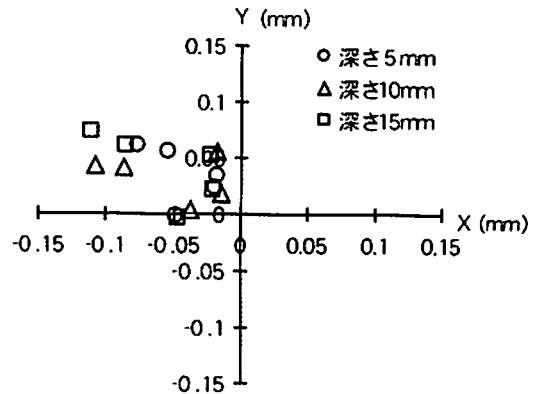


図8 加工方法①における穴中心位置
 (送り量0.2mm/revの場合)

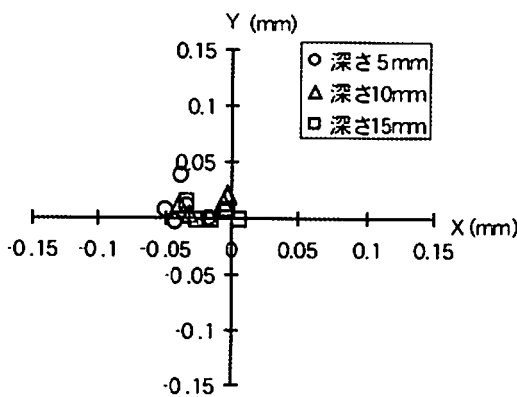


図6 加工方法①における穴中心位置
 (送り量0.1mm/revの場合)

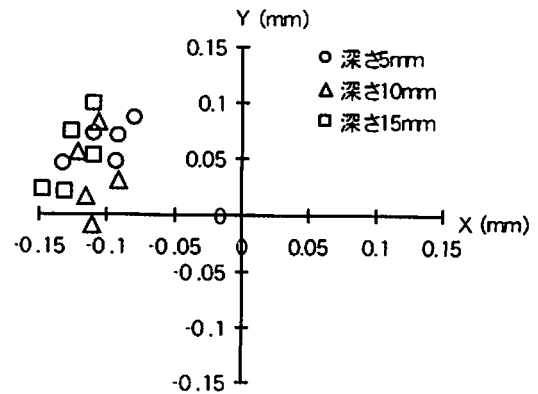


図9 加工方法①における穴中心位置
 (送り量0.25mm/revの場合)

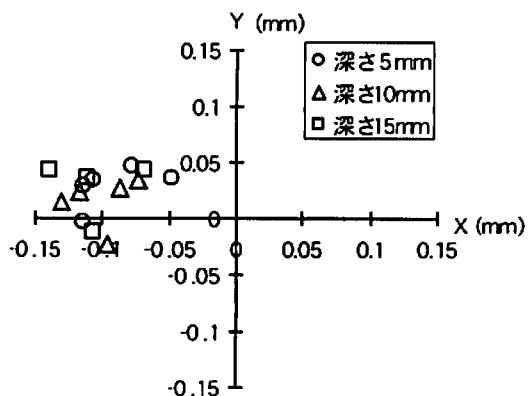


図10 加工方法①における穴中心位置
 (送り量0.3mm/revの場合)

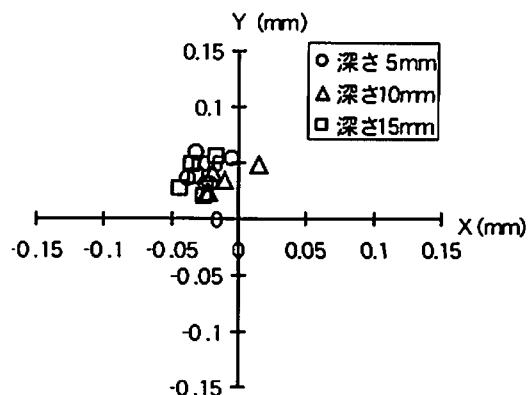


図13 加工方法②における穴中心位置
 (送り量0.15mm/revの場合)

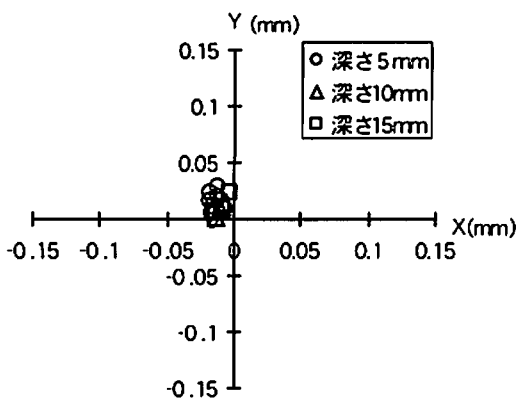


図11 加工方法②における穴中心位置
 (送り量0.05mm/revの場合)

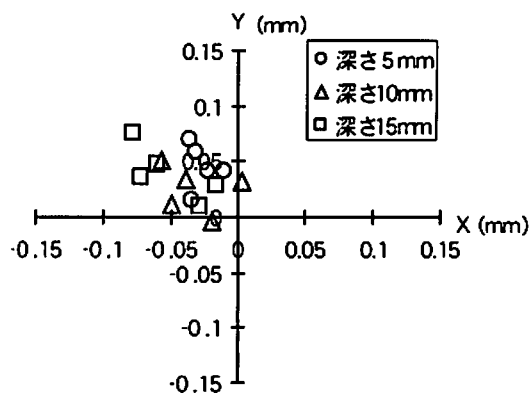


図14 加工方法②における穴中心位置
 (送り量0.2mm/revの場合)

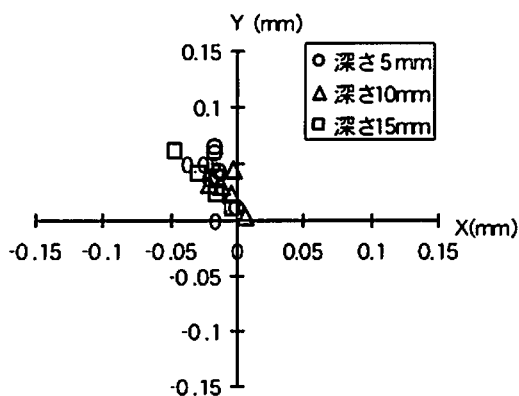


図12 加工方法②における穴中心位置
 (送り量0.1mm/revの場合)

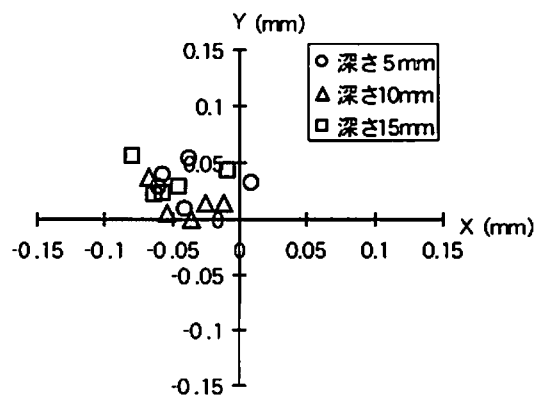


図15 加工方法②における穴中心位置
 (送り量0.25mm/revの場合)

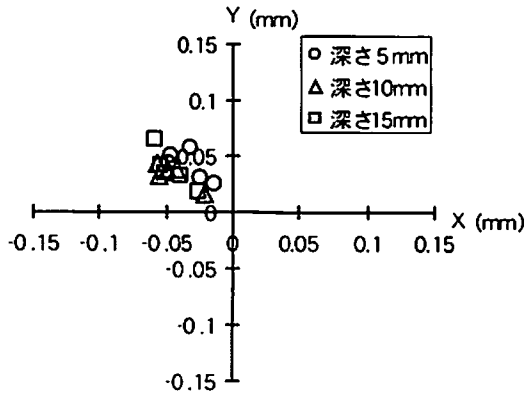


図16 加工方法②における穴中心位置
 (送り量0.3mm/revの場合)

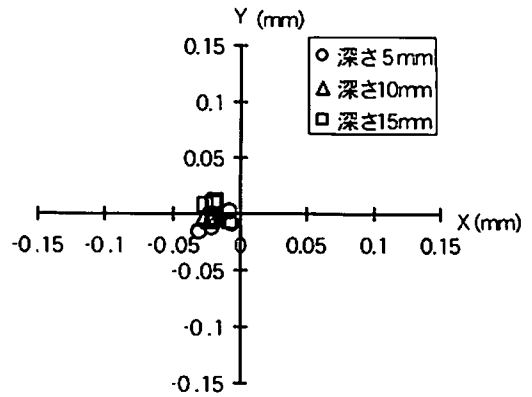


図19 加工方法③における穴中心位置
 (送り量0.15mm/revの場合)

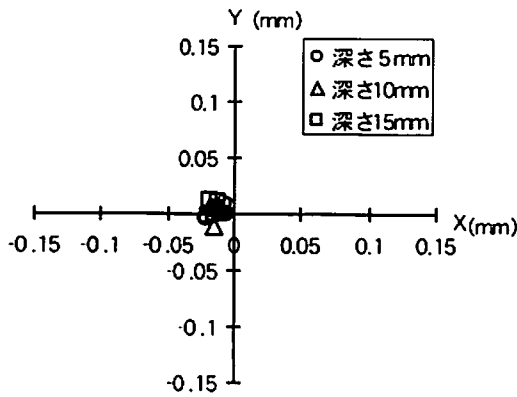


図17 加工方法③における穴中心位置
 (送り量0.05mm/revの場合)

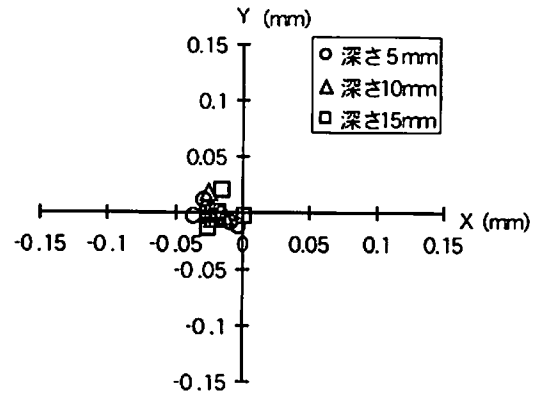


図20 加工方法③における穴中心位置
 (送り量0.2mm/revの場合)

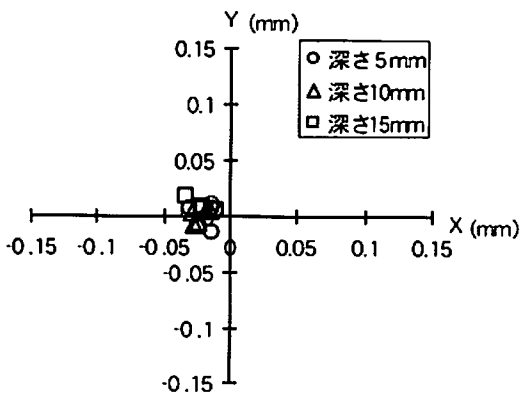


図18 加工方法③における穴中心位置
 (送り量0.1mm/revの場合)

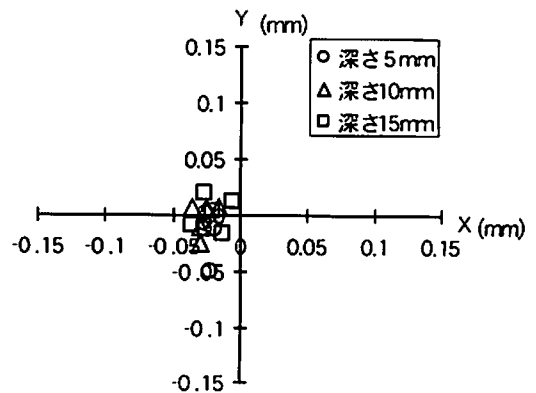


図21 加工方法③における穴中心位置
 (送り量0.25mm/revの場合)

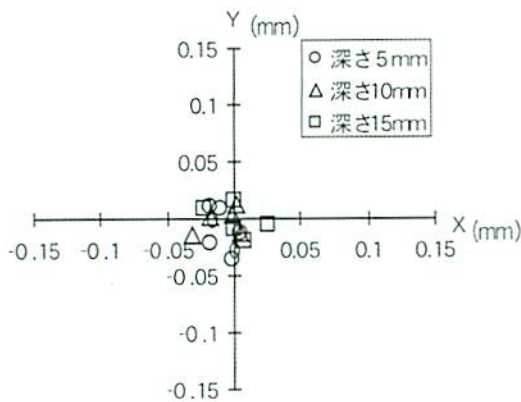


図22 加工方法③における穴中心位置
 (送り量0.3mm/revの場合)

図23、図24は、加工方法①及び③における穴入口について皿もみの状態を見た図である。図23を見ると送り量 f が0.05mm/rev及び0.1mm/revについて真円ではなく、多角形のひずみ目が確認できる。



図23 加工方法①における穴入口の状態

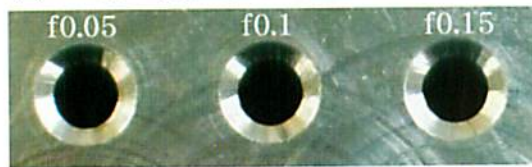


図24 加工方法③における穴入口の状態

4. 考察

3種類の加工方法において加工方法①だけが穴の拡大量や位置精度に対して影響があった。

図2から図4によると加工方法②と③では、穴の拡大量に関して、いずれの送り量 f 及び穴深さに対してほぼ0.05mm以内に収まっている。

しかし、加工方法①では送り量 f が0.05、0.1、0.15mm/revに対しそれぞれの深さ位置で穴の拡大量は広範囲な値となっている。これは、図23からも分かるように送りが遅い場合、食い付き力すなわちスラスト力が小さいため、ドリル自体の振れを抑えることが出来なかったと考えられる。

図5から図22によると加工方法②と③では、

穴の位置精度に関して、いずれの送り量 f 及び穴深さに対して穴中心位置の散らばり範囲がほぼ0.05mmの範囲に入っている。

しかし、加工方法①では送り量 f の増大に伴い穴中心位置の散らばり範囲が拡大している。これは、送りが早くなると、ドリルのチゼル部分が被削材に食い付く時にすべり、あるいは座屈が生じ、挙動が不完全であったため、ドリルが曲がって入っていったと考えられる。

5. おわりに

本実験では、3種類の加工方法と切削条件(1回転当たりの送り量 f)を変えて、実験を行った。この実験により穴の拡大量や位置精度について検証した。その結果以下のような結論を得た。

- (1) 3種類の加工方法のうち、穴の拡大量及び位置精度に関して最も安定して穴加工が行えるのは、加工方法③である。
- (2) 加工方法①の場合、穴の拡大量を抑えるためには、送り量 f を0.2mm/rev以上に設定する必要がある。

【参考文献】

- 1) 加工技術データファイル, (財)機械振興協会技術研究所, pp.120-122, 2001.
- 2) ドリル・リーマ加工マニュアル, 大河出版, pp.62-73, 2002.
- 3) 穴加工用工具のすべて, 大河出版, pp.60-63, 2006.
- 4) 機械加工のワンポイントレッスン, 大河出版, pp.100-107, 2005.

戦力と成りうる技能者育成を目指して

Experienced Training Method for Students to Skillful Engineers

生産技術科 箕 修

Production Technology Department Osamu KAKEHI

本校に入学してくる学生の多くは、漠然とはしているものの技能・技術を身に付けたいと考えている。また就職も関係企業を目指している。一方日本の産業界の変化は目まぐるしく、必要とされる人材の質も向上している。生産技術科でも企業からの要求に応え、戦力と成りうる技能者育成を目指している。しかし限られた訓練期間では、すべてを網羅することは難しく、ややもすると指導法がマンネリ化し、学生も緊張感が欠けてくる。そこで私は、「技能検定にチャレンジ」という目標を掲げ、指導者である私はもとより、学生にチャレンジ精神を持たせ、何事にも積極的に取り組むよう指導している。今回、技能検定問題の中から、図面を読む力（図面を読んでいく手順や課題図から部品の形状を掴む方法）と寸法の入力方（図形に寸法を正しく的確にいれる方法や仕上げ記号・はめ合い記号の検定時の記入法）に絞って記す。

1. はじめに

長年、指導員として勤めてきて、学生に意欲を持って訓練に取り組ませることの難しさを今更ながら感じているところです。事業団に入団した当時（S47）は、景気が低迷から立ち直り始めた時期であった。中卒者対象の職業訓練が中心で、いわゆる金の卵と言われていた時であった。訓練内容は、学科4割・実技6割で、時には企業から請け負った部品を訓練生に実技課題として与えたこともあった。今から思うと実践的で生きた訓練ができた時代であったように思う。

現在は、コンピューターが全ての面で導入され、指導内容も大幅に変更されている。また社会が幅広く応用のきく人材を求めているので、それに合わせたカリキュラム編成がなされている。短い訓練期間で戦力と成りうる技能者育成を目指して「技能検定にチャレンジ」を一つの目標に掲げ訓練に取り組んでいる。

今回、私の専門の一つである機械製図の指導を通して実践例を書き留める。

2. 基礎製図の重要性について

基礎製図の内容は広く、平面図・投影図・立体図・展開図等はいずれも重要で省けない要素である。平面図は、作図の手法であり、ケガキ作業もこの応用である。また投影図は機械製図の基本であり、最も理解の必要な図法である。立体図はテクニカルイラストや三次元CADの基本として必要な技法。展開図は板金作業、塑性加工で使われている。

最も指導に力を入れている投影図の一例が図1であり、基本となるものである。いわゆる各種の図面が読めること・描けること・それを基に製作できることの基本となるものである。

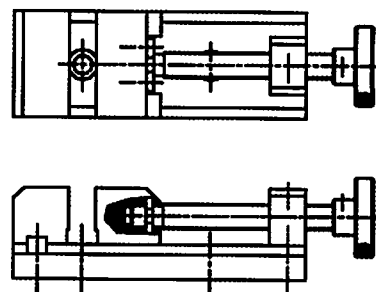


図1 バイス組立図

つまり、読めるということは、組み込まれている部品の形状が掴めることであり、描けるということは、規格に従い各線種が引け、寸法や仕上げ記号などが記入できることである。このことは、時間をかけて指導し、確実に習得させるよう努力をしている。出来上がった図面(図1)を基に加工実習で作らせ製品としている。

これら基本をしっかりと身に付させ、戦力となりうる技能者育成を目指している。

3. 機械製図の指導法

機械製図の指導に携わって思うことは、一般的に図面をトレスするだけの作業はできるが、図面から正確な形状を思い浮かべ、作図する作業に弱い。それは投影法などの基本を理解していないため、形状一本一本の線のとらえ方があやふやで、図形が掴めないことが主な原因と思われる。二次元の投影図から立体の形態を正確に想像したり展開したりするには、空間での形態把握能力が必要となる。形態把握が苦手な学生のためには、模型モデルや製品を多く見せることである。実習場に行き実物を手に持たせて、大きさ・重さ・形・手触り・はめ合い具合などを体感させ、図面と実物との関係を把握させる。そしてその場で方眼紙などにスケッチさせ、寸法を入れさせる。これは、スケッチ後に投影法により正確に描かせる。この訓練を繰り返すことにより、読む力・描く力をつけさせる。しかしそれだけではただの絵に過ぎないため、順次規格のルールにのせJIS規格に準拠した図面が描けるように指導を進めていく。目的は正確な製作図の作成であり、戦力として企業に貢献できる人材育成である。これは同時に機械製図2級程度の実力をつけさせることにもなる。

(機械製図2級の技能検定試験は、全国一斉に行なわれる。実務経験5年以上の者に受検資格が与えられる。学科・実技試験共に合格すると機械製図2級の技能士になれる。独立行政法人、雇用・能力開発機構の短期大学校卒業見込み者にも受験資格が与えられている。さらに卒業前の技能照査に合格すると、検定試験の学科免除という特典もある。実技試験は、与えられた課題図から指示事項に従って指示された部品をスケールで測り、それを抜きとりその部品図と寸法などを時間内に書

き上げる試験である。)

4. 技能検定取り組み

学生に検定課題を指導していくなかで、学生がどのような点で行き詰まっているかが分かってきたので、その問題点を以下に記した。

- ・何から取り組んでよいか分からない
 - ・課題図の機能説明文が理解しにくい
 - ・課題図には多くの部品が書き込まれているため指示事項に示されている部品が掴みづらい
 - ・課題図の立体的な形状が浮かんでこない
 - ・課題に現れていない部分を、他の投影図あるいは断面図から類推して描くことが難しい
 - ・部品のつながり(相貫部)が読み取りにくい
 - ・必要な寸法の入れかたが分からない
 - ・課題図のどの部分が重要寸法か分からない
 - ・適切な仕上げ記号やはめ合い記号が分からない
- ここでは、学生が苦手とする図面を読む力と寸法の入れ方に絞り指導上の説明をしたい。

1) 図面を読む力を養う指導法

図面を読む順序として、検定課題文を精読し、重要なところはアンダラインを入れさせる。課題文には課題図説明と指示事項、どの方向から見た図か、あるいはどの断面図を描けとかいう細かい注意事項などがある。それを見落したり、意味を取り違えたりしないようにじっくりと読ませる。また課題文の空白部分に、注意すべき点をポンチ図(漫画図)として描かせる。そうすることによって間違いを少なくし、作業の効率化を図らせる。課題図説明は、一般的な動きやその働きが分かる程度の読みに留めさせ、細部にこだわり時間をかけ過ぎないように注意させる。

図2は、課題図として出題されたもので、プレス機械に使用するロッキングシリンダーである。

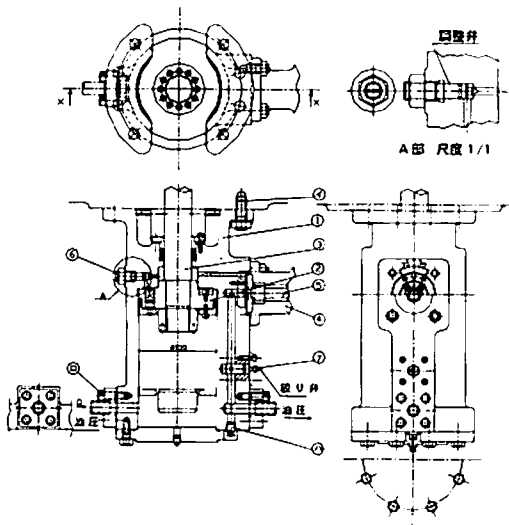


図2 ロッキングシリンダー

指示事項の中の部品を抜書きする作業では、正面図の断面部分にハッチングを入れて、部品の形状を早くて確に掴ませる。つまり指示部品と他の部品との関連を把握しながら、余分な部品を入れないように集中してハッチングするよう指導する。図3がハッチングを施した形状である。

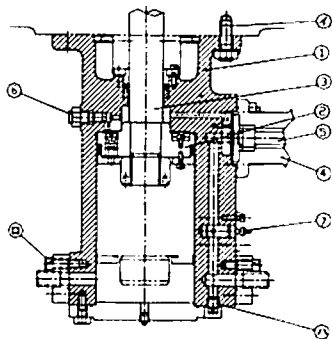


図3 ハッチングした部品の正面図

部品の立体形状を読む場合、まずハッチングした投影図から円筒形(図4)が基本になっていることをおおざっぱに掴ませる。細かい穴・ネジなどにはこだわらせない。

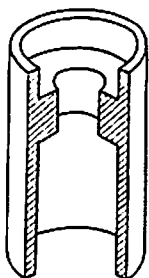


図4 円筒形が基本になる図

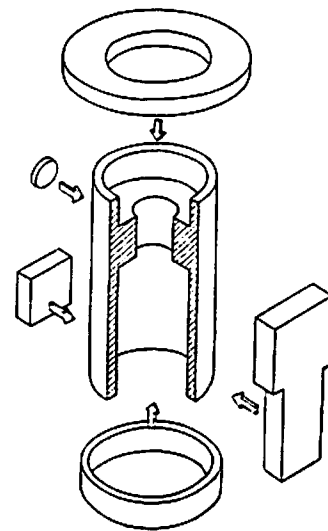


図5 円筒形にブロックが貼りつくような図

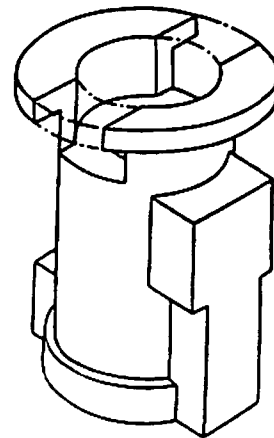


図6 部品の立体図

次に円筒形にどのような形状のブロックが付いているかを想像させる。ブロックは、円柱・円筒・円錐・球の回転体、或は、立方体・直方体・四角錐など多種多様な形状をしている。一般的には図5のように簡単な円柱・円錐・直方体の形状が貼り付いていると思って読むと分かりやすい。この部品に限らず、多くの場合課題図は基本的な形状の組み合わせから成り立っているで、幾つかのボタンを読み取れる訓練をしておけば非常に役立つ。

図6は、図5の円筒に貼り付けた形状として考える。

図7は、図6をもとに描いた投影法である。課題図と比較しながら見てみると部品の形状がはっきりしてくる。また平面図の破線の意味もよく分かってくる。

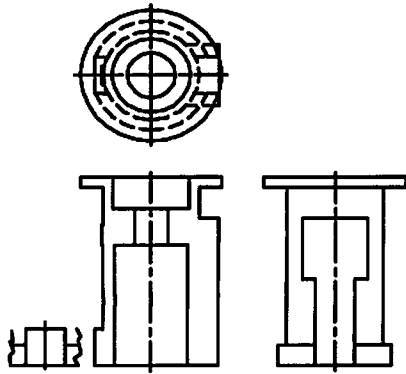


図7 部品の投影図

平面図の形状を読み取らせる場合、初めから一体化した形として捉えさせるのではなく、円筒・ドーナツ板が組み込まれていることを想像して図を読ませる。これも図を読むコツの一つである。ドーナツ板をカットした部分にハッチングを施した形状が図8である。

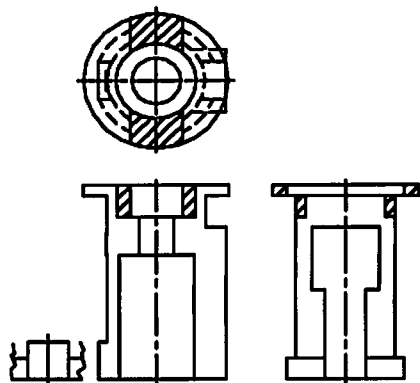


図8 ドーナツ板をカットした図

2) 寸法の入れ方の指導法

寸法は、図面の中で最も大切なもので、寸法を入れるために図を描くともいえる。図が如何に正しく描かれていても、寸法数字の誤りや寸法記入もれがあれば製品は作れない。つまり寸法は、誤りなく・もれなく・見やすく記入させる必要がある。

ここでは、検定製図に寸法を正しく的確に入れさせるための指導上の要点を記す。

寸法は、主投影図（正面図）に集中して記入することが基本となる。これは、寸法の重複記入を避け・もれなく・誤りなく・見やすく記入する基である。まず寸法記入の基準箇所を決めさせる。

基準箇所は、加工や寸法測定に必要な所（中心線、底面、端面など）を選ぶように指導する。次に寸法線を入れ寸法を記入させる。この時、直径・高さなどその寸法が無いと、部品の形状をなさない重要な寸法を先ず記入させ、その他関連の寸法を順次記入する手順を取らせる。

図9は、正面図に集中して入れた寸法図面である。

また、奥行き・穴寸法などは平面図・側面図に記入させる。訓練では簡単な図を用い、基準箇所・重要寸法の見つけ方や正しい寸法の記入法などを繰り返し行なうことで力を付けさせている。

その他、仕上げ記号・はめ合い記号は、検定用の記入法を指導する。検定では、考える時間が限られているため、迷った場合に使用する幾つかの記入方法を指導している。

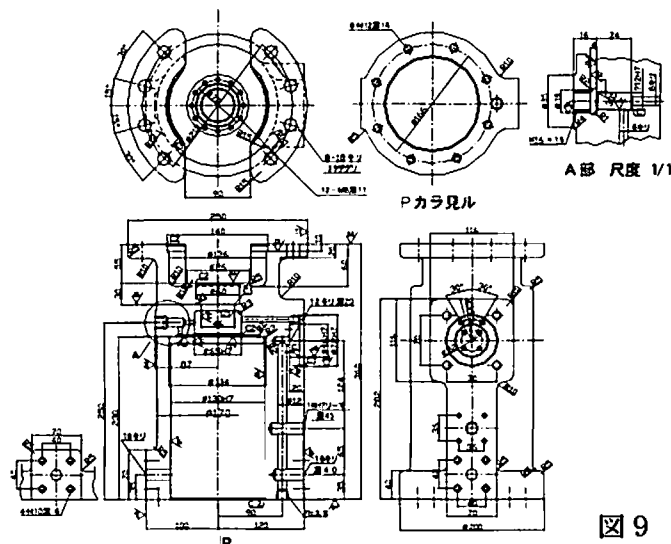





図9 正面図に集中した寸法図

仕上げ記号

 は切削してあってもほかと接触していないところに入れる。

 は、接触している面に入れる。

 は、はめ合い部分や軸受けに入れる。

はめ合い記号

穴や摺動面のはめ合い部分の場合は、H6・H7・H8を記入させる。はっきりしない場合はH7を記入させる。

5. おわりに

最近の学生の特徴は、一つのことに興味を持ち続けることができないことである。同じ訓練でも切り口を変えながら、導入の工夫がいるように思う。また、継続させるためには「分かった・できた」という実感を持たせることが大切であると思う。

今回は、特に学生が苦手とする課題図を読む力と寸法の入れ方に絞り指導例を紹介したが、作図(局部投影図・部分詳細図・断面図・面取り・ネジ穴)の描き方や線の使い方などの課題が残る。力を付けるためには、色々な課題図で繰り返し訓練を行ない、経験を積むことが大切である。技能検定は目的意識を持たせ、さらに技能を磨かせる上で大変効果的であると思っている。

現在企業では、製図機に変わりCAD機が使われている。確かに手書き製図に比べ、CADには多くの利点があることは知られている。しかし多くの教育現場では、まだ製図機による手書き製図を指導の基本としている。それは、手書きすることにより、線の太さの違いが認識できることや各種の記号・図を描く手順がより覚えられるからである。また図板上で、全体図を把握しながら細部が描けるからである。製図機は、時代遅れのように思われがちであるが、基本的指導には欠かせないと思っている。

最後に学生には、基本的な技能・技術を身に付け、常に問題意識を持ち、何事にも粘り強く取り組んで欲しいと願っている。

【参考文献】

- 1) 精鋭機械製図三訂版：実教出版株式会社
- 2) 現場と検定問題の解き方機械製図編：
'97ジャパンマシニスト社

企業の製品を活用した機械設計技術講習会の実施例

Execution Example of Machine Design Technology Class Meeting Making Use of Enterprise Product

長嶋 喜一郎

Production Technology Department Kiichiro NAGASHIMA

開発型設計教育のシステム構築に向けた提案として企業の製品を参考にした教育実施例を報告する。機械設計技術講習会において企業の製品を完成した一教育モデルとして活用し、強度計算を実施した。この中で、開発型機械設計技術者に必要な能力である問題把握力、問題解決力、設計に必要な知識及び設計計算力を育成した。その結果、技術講習受講者の設計業務全般に対する理解が深まるとともに、強度計算や意匠、形状に対する考え方などへの理解が深まったこと、及び教育時間の短縮ができたことを報告する。

1. はじめに

製品開発には企画力、構想力とそれを検証できる計算力が必要である。企業は製品開発サイクルの短時間化に対応するため、実務経験に乏しい未熟な技術者（以下、若年技術者という）に教育訓練を実施し早期戦力化を図ってきた。

著者も、機械設計に関する若年技術者と熟練技術者の技術力格差問題を解消するための方法論として、問題点の整理や、技術者のシステムチックな教育法を始め、企業と連携した教育法⁽¹⁾を提案し、製品開発の過程に沿った訓練の必要性⁽²⁾を指摘してきた。そして訓練に、実機製作までを実施する教育プログラムを組み入れることで、設計教育の不完全性すなわち作らないことに起因した検証不足問題の多くを解決してきた。伏信等も、実際に製造されないことによる図面の妥当性の欠如や問題点の把握が曖昧になることにある⁽³⁾、と従来の設計教育の不完全さを述べている。しかし実証を教育プログラムに組み入れた訓練では200時間を超えて実施された⁽²⁾こともあり、中小企業にとって必ずしも合理的な時間設定だとは言えない。

本論は、機械設計技術講習会において若年技術者の技術力向上と創造性の育成、及び訓練の短時間化を図った一教育訓練法として、企業の製品を活用した訓練を企画し実施した内容を報告する。

また企業の製品を参考にした機械設計教育の実践報告には、限られた期間内での設計演習の効果を改善する方法として企業の製品を用いた藤井等⁽⁴⁾、教育効果を高めるために適切な設計対象テーマの選定として空気圧縮機を用いた中尾等⁽⁵⁾の論文があり、教育上の成果も出ているようである。

2. 機械の開発に必要な能力

工学的な創造性について論述する。新しい価値を有する製品あるいはシステムを生むことの中には、技術的な変革をもたらす開発ばかりでなく機能や機構のわずかな改善改良、あるいは製造、操作、修理の容易性の向上などもこれに含まれていると考えている。これらの機械の開発すなわち工学的創造には、仕様を整理し設計を機械的に検討できる能力、開発に必要な技術分野を分析できる能力、技術的問題点を抽出できる能力、経験した技術を複合できる能力、期待値にまとめる能力、結果の洞察力、斬新な発想力などが必要であり、これらをまとめて機械の開発力すなわち創造性を実現する能力、創造力とみることができる。

開発型機械設計技術者が具備すべき上記能力は大きく2つに分けられる。一方は、本技術講習会の設計課題に挙げた知識、技術であり、比較的訓練時間に比例して育成される能力や、議論や設計考察による思考訓練で育成される能力がある。大

部分は開発力、創造力の向上を補強する教育しやすい技術的な能力になる。他方、一般的に技術者の資質に依存すると考えられる教育しにくい能力があり、その一つに成敗を判断して実行できる決断力がある。各方面から考察検討し具体的な仕上がりイメージが持てれば失敗を回避でき、また、確かな技術力と裏付けに基づく技術的確信による下支えで判断力が鍛えられ、育成能力の一つに変わると考えられる重要な育成要素である。

機械の開発に必要な能力をまとめ、①問題把握力～④設計計算力を育成指標軸として定義すると、

(1) 教育しやすい能力

一般的に訓練により技量が向上する能力になる。

①問題把握力：技術的問題点の抽出、開発に要求される技術分野を分析できる能力を指し、情報収集・調査力、設計しようとする機械の知識・理解力、空間把握力、問題を認知、設定する能力なども含む。

②問題解決力：技術的矛盾点を如何に解決するかであり、経験技術・知識の複合力、理論の具体化力、必要な機能の着想力、探求心、洞察力などを含む能力群を指す。

③設計に必要な知識：設計プロセスの知識、設計心得の他、機械要素の知識、発想を支える知識・技術、加工の知識など機械の具体化に必要な知識、製図力、標準化のための経済設計の知識などを指す。

④設計計算力：工学的設計力を指し発想の原点になる技術である。

(2) 教育しにくい能力

訓練手順が作りやすく、技量の向上度が計りにくい能力であり、(1)の訓練を実施する中で思考訓練や議論を重ねることで育成されると考えられる能力になる。成敗を判断して実行できる決断力の他、開発しようとする意気込み・情熱、意志力、実行力などである。

そして上記の能力に加え自作して確かめられる技術力があれば開発技術・製品に確信が持てることとなる。

表1に訓練形態と各能力の育成のしやすさを○(比較的育成しやすい)、△(比較的育成しにくい)で示した。提示型訓練はレディメイド型の訓練形態を指し、時間設定が明確であり計画に沿って能

力開発が実施される。そして設計に必要な知識や設計計算力の育成には大きな力を発揮すると考えられる。しかし解答が用意されているため、課題の分析討議や思考訓練の育成性に乏しい難点がある。開発型訓練は、指示型訓練の範疇を越えた分野を含む訓練を指し、訓練時間だけでは達成目標の評価が出しにくい訓練になる。創造性育成の観点からは開発型訓練の分析討議、思考訓練などの開発的思考を重視した訓練が必要でありまた企画できると考えている。

表1 訓練形態と各能力の育成性

育成指標軸	開発型訓練	提示型訓練
問題把握力	○	△
問題解決力	○	△
設計に必要な知識	△	○
設計計算力	△	○

3. 受講者及び検証対象製品

本技術講習会は、開発型機械設計技術者の育成を目指し、表2の日程、時間で実施された。受講者のうち4人は工科系四年制大学あるいは工業高等専門学校専攻科を卒業し4月に入社した新人であり、約半年間各企業において設計技術者として活動してきた。また受講者の1人は機械加工技術者として10年を超えるキャリアはあるが機械設計業務は未経験であった。

表2 機械設計技術講習会期間等

期間	10月～1月 (4ヶ月)
実施ペース	週1回 (18:00～21:00)
実施時間	48時間
参加企業数	2社
受講者数	5人

講習会の内容と関連する育成指標軸を表3に示す。受講者に情報工学科出身者を含むこともあり、改めて、機械設計技術者として最小限の計算力と構想力を学習することから始め、受講者自らが新規機械の設計にチャレンジできる基礎力を身につけることとした。

構造の確認及び強度計算検証用の企業の製品はT・E社製の1KW、減速比1/5の減速機とした。講習会の第6段階で実施した新規機械の設計も減速機とした。ここに示した能力育成の段階は機械の開発過程に沿って設定しカリキュラム化したものである。また減速機としたのは他の製品設計に

共通した機械要素が多く含まれ機械設計上の一般性は失われないと考えたからである。

表3 技術講習会の課題と時間設定

育成段階	課題	時間	育成指標軸
1	機械の成り立ち、構造を知る	1	・問題把握力
2	設計の考え方、観点を知る	2	・問題把握力 ・問題解決力
3	減速機を分解組立し各部品の寸法を調査する	6	・問題解決力 ・設計に必要な知識
4	減速機に使われている機械要素の説明と強度計算	12	・設計に必要な知識 ・設計計算力
5	減速機の構造を調査し、設計上の問題点を抽出する	6	・問題把握力 ・問題解決力
6	新規機械をチームに分かれて構想する(たとえば減速機)	6	・問題把握力 ・問題解決力
7	主要部の強度計算の他、熱膨張問題などを検討し、ポンチ絵を描く	6	・設計計算力
8	他グループの設計のできばえを討議する	3	・問題把握力 ・問題解決力
9	改善された機械のポンチ絵を描く	3	・設計に必要な知識
10	設計を相互に評価する	3	・問題把握力 ・問題解決力

4. 技術講習会の講習課題と特徴

講習を表3の課題の順に従い実施することで、製品の開発過程に沿う訓練を実現し、一連の設計教育が完成すると考え実施した。また即戦力対応性を増すために以下のことも考慮した。

- ①柔軟な思考力及び決断力を育成するため、設計案の取捨選択には大胆な決断を促した。これは、設計技術力は経験から学ぶ、失敗の蓄積で磨かれるすなわち現場でないと訓練できない面を考慮したことによる。
- ②教育機関の持つ問題点として、実践感覚の希薄さに基づく実践的対策対処法の不足が挙げられる。この対策に技術者相互の技術・ノウハウの共有化作業が必要であり、市販実機の検証で補うようにした。
- ③技術講習会の時間設定について、企業では1つの技術を習得する訓練時間として10時間程度を想定している⁽²⁾と考えられる。したがって技術者の教育プログラムは各訓練課程が短時間で習得可能な課題で構成され、訓練成果が刻々確認できる形に組み立てられているようにした。

基本的な機械設計の知識、設計プロセスに関する能力育成と機械の創造性育成のため、講習の前半は機械要素の説明と強度計算の仕方を中心に、講習後半は討論形式の講習とし、主に機械の構想力を育成できるように構成した。すなわち、分解組立した減速機の構造を調査し設計上の問題点を抽出する。これを参考にグループ討議しながら新規機械を構想する。さらに強度計算を実施し構想を図面化する。次に他グループと設計結果について討議し、その検討結果を開発する機械に反映する。グループに分かれて討議したのは、他グループの設計の問題点を抽出することで、他人の考え自分たちの気付かない点を明らかにしてくれると考えられるからである。最後に、再構成された設計結果が仕様合うかを性能、機能、意匠などについて評価する他、教育しにくい能力を開発し育成する観点から評価したいと考えた。

講習課題の内容と主要な育成指標を以下に示す。

(1) 機械の成り立ち、構造を知る

機械は主に入力部、拡大変換部、出力部、保持部から構成されていることを確認する。

- ①入力部は、機械に動力を与える部分でエンジン、モータ、人力などを指す。
 - ②拡大変換部は、入力された動力を出力の形に変換する部分でありメカニズムに相当する。この部位の力の伝達経路が詳細に辿れるほど機械を明快に理解していると判断できる。
 - ③出力部は仕事を為す部分である。
 - ④保持部は筐体であり支えである。
- これにより問題解決力軸の中の機構構想力の検証ができると考えている。

(2) 設計の考え方、視点を知る

機械の設計は複雑な機構を考えることばかりではない。分解組立性、加工性、使いやすさなどさまざまな条件を考慮して設計される。ここでは、主要機械要素の使用法について考慮すべき事項を学習した。たとえば、軸の位置決めとそこに働く応力、軸につけられる公差、軸の温度変化に伴う伸びへの考慮などである。

設計にとって機能、性能は重要である。しかし設計サイクルが短くなってきている現在では、性能よりも使いやすい設計、単機能でもよいが新しい技術に対応できていることなどが要求される場合があり、そして設計の速さが求められている。

受講者にはこれらの点も設計上の観点として考慮するよう働きかけた。すなわち、

- ①機能がわかりやすく、使いやすいこと。
 - ②組み立てやすいこと。すなわち分解しやすく、修理しやすいこと。
 - ③加工しやすいこと。
- さらに機械技術者に要求される技術要素として
- ④熱膨張、応力集中を考慮して設計すること。
 - ⑤少量生産から多量生産まで対応できるよう標準化した設計を考えること。

などであり、これにより問題解決力軸の中の機構構想力の検証ができると考えている。

(3) 減速機を分解組立しその構造、部品構成、公差について調査する

分解組立をすると分解組立性、加工性、公差などの製作上の特徴が明確になり、分解することで公差に基づく部品同士の固着の程度などが体験できる。また、学習したときに用語から受けたイメージと分解体験したときに得る実体との違いも体験できる。若年技術者は、機械を設計する立場に立って分解し組立てた経験に乏しいと思われ、機械の空間的なイメージをまとめにくいと思われる。すなわち、機械を構成する各部品がどのように空間を占有し、どのように動くのかという空間的な把握力、把握した具体的な機構を2次元の図面にあらわす製図力、の訓練ができていない状態にあると考えられる。この能力育成に、既存の機械を一機械要素に至るまで分解し分析調査する方法を用いた。機械を分解組立して構造を知り、次に構成している各部品の存在意義を明確にする。そして、なぜこの方法で機能が実現されたのかを検討する。これにより問題把握力軸の中の空間把握力、情報収集力の検証ができると考えている。

(4) 減速機に使われている機械要素の説明と強度計算

検証機の安全率、応力集中係数、トルク変動係数、モーメント変動係数などの設定の実態が概観できる。これにより設計計算力軸の検証ができると考えている。

(5) 分解した減速機の構造を検討し、設計上の問題点を抽出する

既存機械の改善提案を出すことで機能・構造をより深く理解できる。これにより問題把握力、問題解決力、設計に必要な知識などの軸の検証ができ、総合力すなわち定義した4軸を含む機械設計、

機械開発に関する総合的能力が検証できると考えている。

(6) 新規機械をチームに分かれて構想する (たとえば減速機)

チームにはそれぞれ①仕様の決定、②機能の検討、③作業フローの作成、④システム図の作成、⑤外観図の作成、⑥機構部の設計、⑦制御部の設計を詳しく設計させることを目指した。この際、設計は基本機能から周辺機能に拡張していく、すなわち当初から機能全体の達成を目指さず、基本機能に残りの機能を追加する手法⁽⁶⁾を踏襲させた。これにより問題把握力、問題解決力軸、総合力の検証ができると考えている。

(7) 主要部の強度計算の他、熱膨張問題を検討する

これにより設計計算力軸の検証ができると考えている。

(8) 他グループと設計のできばえを討議する

技術的討議はチームそれぞれの設計の善し悪しを浮き彫りにする。技術者には、設計上の観点として抽出された問題点が設計の際考慮すべきこととして定着することが期待される。これにより問題把握力、問題解決力軸の検証ができると考えている。

(9) 改善された機械のポンチ絵を描く

これにより問題解決力軸の空間把握力、理論の具体化力の検証ができると考えている。

(10) 設計を相互に評価する

機械設計教育のまとめになる。これにより問題解決力軸の中の具体化力の検証ができると考えている。

5. 考察

設計は2チームで実施した。1チームはポンチ絵まで、もう1チームは構想段階までで講習会を終了した。

企業の製品を参考にしたことの功罪が認められる。

(1) 企業製品の分解組立を通して、機械要素の使用法、機械の構成、構造、公差のあり方などが実体験できた。

(2) 他企業技術者との討論ができた。ここでは受講者のみならず技術講習会担当者にも設計上の観点となる各社の実践的対処法などが提供され

た。

(3) 強度の検証により、機械各部位で実施される強度計算の位置づけ、重要度が理解でき、安全率の設定法の考え方が理解できた。

(4) 設計された機械は、分解した機械に近い形になり、強い影響を受けた。

(5) 設計の改善を討論で行うことを期待した。しかし、討論による設計改善は思いの外できなかった。最大の要因は、設計者が設計意図を主張できるほど開発機械を理解していないことによると思われる。また実証しない弊害でもある。通常業務では指導者の強い意向を受けていると考えられる若年技術者の依存的業務関係の改善には、また決断力の育成には若年技術者に自信を持たせる熟練技術者の技術的評価が必要であり、そのためにも考察検討時間を拡大すること及び設定課題として既存機械を避けることなどが考えられる。

企業製品活用の評価として、定性的には、強度計算はシリーズ製品をカバーしているため今回計算した仕様とは必ずしも一致しないこと、また形状に対しても同様であり、複数の仕様をカバーしていることなど設計業務全般に関する考え方の理解が深まったことが挙げられる。また定量的には、一連の設計プロセスの学習ができたことから訓練時間が短縮できたと考えられる。

チームによる設計は、担当分野の設計で終わるのではなく、チーム構成員の連携が重要であり、インターフェイスの齟齬が機械の性能に重大な影響を及ぼすことも理解できた。講習会は、会社の都合で残業、出張等があり、必ずしも全員がそろって開かれたわけではない。チームとしての時間不足を互いに埋め合えず講習課題の最終段階に到達できなかったのは、今までおかれてきた設計上の決定権の所在にもよるが、担当部位の設計の曖昧さに基づくチームの連携不足などが考えられ、自主性の尊重と指導の関係が難しいことが分かる。

6. おわりに

企業の製品を活用して次をねらいとする機械設計技術講習会を実施した。

- (1) 設計上の問題点が解決できる。
- (2) 設計プロセスを理解する。
- (3) 強度計算に基づき機械要素が選定できる。

(2)、(3)については、所定の教育効果は得られたと考えられ、(1)についても課題の分析討議、思考訓練を実施し一定の成果を得たと考えられる。しかし自主性を育成する点では設計指導者の強い影響が窺えるため、課題の提示法に工夫が要ると考えられる。

訓練の短時間化を図るため、模範になる設計モデルに減速機を選定し実機製作の代わりに強度計算の検証でまかなう訓練に取り組んだ。実機の分解組立をする中で講習会受講者の設計業務全般に対する理解が深まるとともに、強度計算や意匠、形状に対する考え方などの理解が深められた結果、全体的な教育内容の有効性が確認できたと考えている。ただ、短時間での教育訓練は学習到達目標が明確でないと途中で目標を見失い、自己満足に陥る危険性がある。明確な到達目標を掲げ、常に目標達成度と現状を確認することが必要だろう。いかに短時間で若年技術者を熟練技術者の技術力域にまで到達させるかが問われている中、さらに効率化された開発型設計教育訓練システムづくりが強く望まれる。

【参考文献】

- 1) 長嶋喜一郎他、企業と職業能力開発施設の連携による設計技術教育の提案、職業能力開発報文誌、10巻1号、1998
- 2) 長嶋喜一郎他、開発型機械設計教育システム構築への一試行、職業能力開発報文誌、15巻1号、2003
- 3) 伏信一慶他、新しい設計教育のひとつの試み、日本機械学会第11回設計工学・システム部門講演会講演論文集、2001
- 4) 藤井雅雄他、産学連携した3次元CAD設計教育の取り組み、日本機械学会論文集、73巻725号、2007
- 5) 中尾洋一他、3-D CAD/CAEを用いた機械設計教育、日本機械学会論文集、73巻725号、2007
- 6) 長嶋喜一郎、機械システム設計の教育法について、職業能力開発報文誌、7巻2号、1995