

技能競技大会を活用した 人材育成の取組マニュアル

フライス盤職種編



はじめに

技能五輪全国大会をはじめとする技能競技大会は、国内の青年技能者の技能レベルを競うことにより、青年技能者に努力目標を与えるとともに、技能に身近に触れる機会を提供するなど、広く国民一般に対して、技能の重要性、必要性をアピールし、技能尊重気運の醸成を図ることを目的として実施されており、近年参加選手数が増加傾向にあるなど、活性化を見せています。

この理由として、技能競技大会が単に技能レベルを競い合う大会であるだけでなく、大会参加に向けた訓練を通じて技能レベルはもとより、段取り構成力、応用力、判断力、忍耐力など、技能者として必要な人格形成にも大きな影響を及ぼし、将来、ものづくり立国日本を支え、日本のマザー工場機能を維持するのに必要な中核技能者の育成に大きな役割を果たしていることが挙げられます。

しかしながら、技能競技大会に出場するには各都道府県で開催される地方予選を勝ち抜き、決められた大会会場に集まる必要があるため、会場から遠方の企業や、訓練方法のノウハウを持たない企業にとってはハードルが高いことは否めません。

このため厚生労働省では、「ものづくりマイスター」が企業、職業訓練施設、工業高校等の若年者に対して、技能競技大会の競技課題等を活用した実技指導等を行うことにより、若年技能者を育成する新しい事業を創設しました。

「技能競技大会を活用した人材育成の取組マニュアル」は、「ものづくりマイスター」はもとより、企業、職業訓練施設、工業高校等の関係者が、技能競技大会の競技課題等を活用した人材育成等を理解し、訓練計画の策定、実技指導等を行う際に使用されることを想定して作られており、製造、建設業関係の職種について、職種共通編及び職種別編の2種類から構成されています。

職種共通編では、①技能競技大会の競技課題等を活用した訓練の特徴及び人材育成の効果、②技能競技大会の競技課題等を活用した訓練の取組方法の概要、③技能競技大会及び技能検定の実技課題の入手方法などが説明されています。

職種別編では、①競技課題、②採点基準、③得点と大会での順位等の評価方法、④競技課題が求める技能の内容、⑤技能習得のための訓練方法、⑥課題の実施方法（作業手順）、⑦期待される取組の成果などを説明しています。

これらのマニュアルのほかに、技能競技大会の競技課題等を活用した訓練による人材育成の具体的な取組について、企業、教育訓練機関での事例を紹介した「好事例集」も作成されています。そちらも参考としてください。

最後に、ご多忙の中、本マニュアル作成にご協力いただいた次の方々に心から感謝申し上げます。

石井 尚正（群馬県立高崎産業技術専門校）	星野 実（職業能力開発総合大学校）
宮澤 忠彦（いすゞ自動車株式会社）	北原 憲明（長野オリンパス株式会社）
仁藤 尚樹（株式会社エツキ）	米山 實（元 職業能力開発総合大学校）
斉藤 哲也（大阪職業訓練支援センター）	

（敬称略、順不同）

【実演協力】

アイシン精機株式会社



目次

1	このマニュアルの使い方	1
2	フライス盤職種に求められる技能	2
	(1) 読図と段取り	
	(2) 加工技能と測定技能	
	(3) 機械精度の確認	
3	競技課題	8
	(1) 競技課題の概要	
	(2) 競技課題のポイント	
4	採点基準及び採点方法	11
	(1) 採点項目	
	(2) 検査時の測定ポイント（大会の部品の測定事例）	
5	得点と大会での順位等の評価方法	18
	(1) 成績結果	
	(2) 得点分布の分析	
	(3) 技能五輪全国大会 フライス盤職種の競技会場	
6	競技課題が求める技能の内容	21
7	技能習得のための訓練方法	25
	(1) 課題で必要となる要素技能	
	(2) 要素技能習得のカリキュラム	
	(3) 競技課題への対応	
8	課題の実施方法（作業手順）	27
	○ 課題実施に当たっての留意事項	
	(1) 部品①の加工	
	(2) 部品②の加工	
	(3) 部品③の加工	
	(4) 部品④の加工	
	(5) 組立て	
	(6) 部品検査時の測定方法	
9	期待される取組の成果	52

巻末資料

参考資料 1：第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 競技課題等一式

参考資料 2：フライス盤の調整手順／静的精度検査方法／検査成績表

1 このマニュアルの使い方

この職種別マニュアルには、技能五輪全国大会の競技課題や採点基準（公開が可能な部分）の他、競技課題の具体的な実施方法（作業手順）や競技課題を通して培った技能を現業でどのように役立てるかのヒントとなる事例等を記載している。

特に、「課題の実施方法（作業手順）」については、課題作製の作業手順を写真や解説で紹介し、現場でスムーズな実技指導が行えるよう配慮している。しかしながら、そもそも技能五輪全国大会の競技課題は、技能検定1級レベルの技能を必要とするだけでなく、多くの技能要素を含んでいること、限られた時間内で完成させなければならないこと等から、受講者や職種によっては、短時間・短期間の訓練で課題全てを完成させることは難しいと考える。

本マニュアルの利用にあたっては、訓練時間・訓練期間等を考慮の上、受講者の技能レベルに合わせて必要な箇所（特定の作業や一部部品の作業手順等）を利用されることをお勧めする。

本マニュアルを参照し、若年者に技能を身につけさせる指針として活用願いたい。

次ページ以降の各項目の記載内容の概要は以下のとおり。

項目	概要
2 フライス盤職種に求められる技能	競技に限らず、フライス盤職種において求められている技能について、一般論を掲載。
3 競技課題	本マニュアルで取り上げた競技課題について、その概要と競技課題図等を掲載。
4 採点基準及び採点方法	どこを採点対象とするのか、何に留意して採点の測定を行っているかなど、採点基準や評価方法について掲載。
5 得点と大会での順位等の評価方法	本マニュアルで取り上げた大会時の参加選手の成績を得点分布で紹介。併せて、どれくらいの得点で入賞しているか等を掲載。
6 競技課題が求める技能の内容	競技課題を作製するのに必要となる技能について、特徴的技能やその内容について掲載。
7 技能習得のための訓練方法	技能五輪で優秀な成績を収めた企業等の事例。要素技能習得に要する時間、競技課題を制限時間内に仕上げるポイント、参加者・指導者のコメント等を紹介。
8 課題の実施方法（作業手順）	技能五輪で優秀な成績を収めた企業等の事例。課題解説、具体的な課題作製の手順、取組・作業のポイント等を紹介。
9 期待される取組の成果	競技課題を用いた訓練等を行う目的や期待する成果等について紹介。

2 フライス盤職種に求められる技能

フライス盤は、主に平面や溝および穴など基本的な形状を切削加工する機械である。主軸には平面加工を行うフライスカッタをはじめ、溝加工のための各種エンドミル、穴加工のためのドリル、ボーリングバー、リーマをミーリングチャック等のアタッチメントを介して取り付けることができる。また、機械のテーブル上にマシンバイスや回転治具などを取り付けることにより、多様な加工面を作ることができる。このように、製品加工において多種多様な工具を使用することから、加工原理の理解、切削工具と加工条件の選定、工具の変形や素材の変形など切削中の現象、加工物や機械自体の精密測定技術など多くの知識を必要とする。

フライス盤と旋盤の違いは、フライス盤は、

① 工具が回転していること

(旋盤は部材が回転し、バイトが移動する)

② テーブルの送り方向が前後・左右・上下と立体的であること

(旋盤のバイトは回転軸に平行または直角)

である。これにより複雑な形状が加工可能となり、応用範囲の広い工作機械といえる。技能五輪フライス盤職種では、前述した多様な加工を具現化する能力を習得するために、部品図の加工要素や、それら公差を理解し、加工工程の検討や正確な測定ができる技能が求められる。

フライス盤職種の基本技能は、読図、加工技能と測定技能および機械精度確認である。

(1) 読図と段取り

部品図を基に、加工に必要な工具を選定する。続いて加工方向と材料保持(チャッキング)方法の検討を行う。加工後に各部位の寸法測定を行うが、その測定方法の検討にあたっては、基準面の設定や測定器の選定、さらには計算により工具位置を算出することもあり、十分に時間をかける必要がある。

(2) 加工技能と測定技能

ア) 穴加工 (ドリル加工)

ドリル加工は穴あけ工具(ドリル)を用いて材料に穴をあけることであるが、穴径と同様に穴位置も重要な寸法である。図面で指示された値を基に基準面等から正確に中心位置を割り出さなくてはならないので、図 2.1 のように主軸アタッチメントに取り付けたマンドレルやマイクロメータを組み合わせて、主軸の中心と穴あけ位置を一致させる“穴あけの位置決め”を行う。

既に加工された穴の中心位置を特定するには、図 2.2 のように、主軸にてこ式ダイヤルインジケータを取り付け、測定子を穴内面に接触させ主軸を回したときその差がゼロを示すように X-Y テーブルの位置を調整する。さらに穴と穴との距離(穴ピッチ)も重要である場合は、ダイヤルゲージを用いてテーブルの移動距離も管理する。

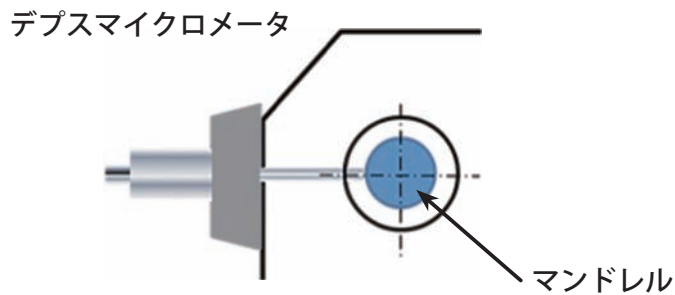


図2.1 マンドレルによる位置決め

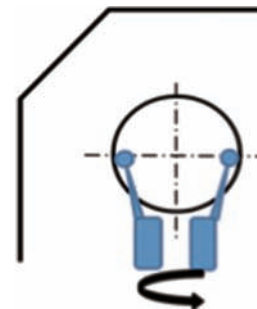


図2.2 穴からの位置決め

貫通穴でその距離が長い場合は、切り屑の排出が難しくなる。また、“穴は曲がる”ことも考慮し、その影響を小さくするため材料の両側から加工することもある。穴あけ工程は加工中の熱の発生が大きいため、熱による仕上げ形状の変形を避け、通常は荒加工に組み込まれる。

イ) ボーリング加工

ボーリング加工は、円筒面の仕上げに用いられる。ボーリングでは円筒面の寸法と同時に位置度、直角度に高い精度が要求される。円筒面の微調整にはボーリングバイトを取り付ける治具（ボーリングヘッド）が用いられ、刃先の突出し量を穴の半径方向に0.01mm単位で調整することが可能である。ボーリングヘッドを用いるとバイトの取付け方向によって円筒内面や外周面が加工できる。技能五輪の課題要素はその両方が含まれることがある。安全作業上の点であるが、特にボーリングヘッドは広範囲を工具が回転し危険を伴うことがあるので、安全上の配慮を怠ってはならない。

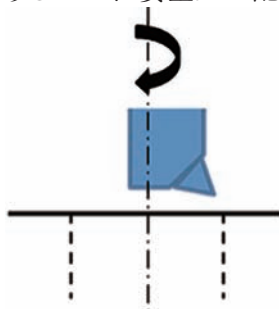


図2.3 ボーリング（円筒内面）

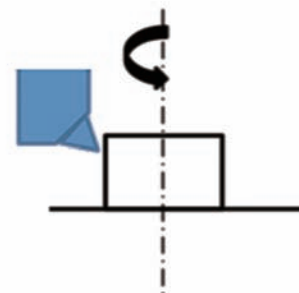


図2.4 ボーリング（外周面）

ウ) リーマ加工

リーマ加工では穴径を高精度に仕上げることができる。しかしながら、工具の振れが直径や位置度にも影響することから、工具を主軸に取り付けた後の振れ量の確認と、その調整技能が求められる。また、工具が摩耗すると、工具と材料との接触部の発熱が大きくなり、材料や工具が膨張するので、加工後の直径が必要以上に大きくなることもある。作業者は刃先の直径、切れ味などの十分な管理を行うことが必要である。

エ) 溝加工

溝加工ではエンドミルと呼ばれる工具が用いられる。エンドミルの種類は豊富で、その選択肢は広いため、フライス盤職種の技能の見せ場でもある。

直溝加工ではエンドミルの底面と側面を用いて切削する。側面を用いた加工では工具のたわみに注意しなければならない。特に小径工具や突出し量が多い場合はたわみ量が大きくなり、寸法精度に影響を及ぼすことがあるので、たわみ量を最小に抑えるため、工具形状や材種の選定、適切な加工条件等を設定する。

あり溝やT溝は、機械部品の摺動部に古くから使われている機械要素である。加工には60°片角フライスやT形フライスといった特殊形状の工具が用いられるが、寸法が不安定になりやすく、刃先形状の研究が必要である。あり溝を所要の寸法に加工できているかの確認には、図形的性質を活用する。図2.5に示すように測定コロを60°側面にあてがって測定コロとの寸法測定を行い、直角三角形の性質を利用してあり溝の先までの寸法を計算により出す(図2.6に測定例を示す)。あり溝は、特殊工具を使う難しさに加え、測定テクニックと幾何の計算力が要求されるため、比較的難しい加工要素といえる。

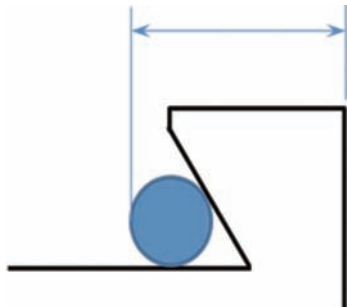
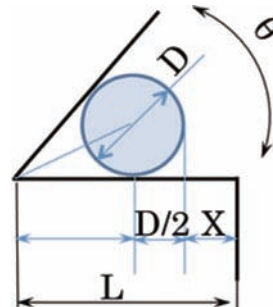


図2.5 あり溝の測定



$$X = L - \frac{\frac{D}{2}}{\tan \frac{\theta}{2}} - \frac{D}{2}$$

D: 測定コロの直径 L: 目標値 X: 測定値

図2.6 測定例と計算式

オ) ハンドリングによるR加工

製品の角部に丸みがある形状のうち、図2.7に示すような凸部の場合は、ハンドル操作でX-Y方向にテーブルを移動させながら加工する。技能検定ではコンパス等のけがき線を頼りに目視で工具を移動させるハンドル操作が技能とされるが、技能五輪全国大会ではそのような操作を数値に置き換え操作する方法が採用されている。図2.8は円弧を角度でN等分していることを示している。ここでは図面が要求している表面粗さ(R部はRa 12.5)以内に仕上がるような分割数を計算する。また、作業者はこれら数値を記憶しなければならないため、さらに工夫が必要である。

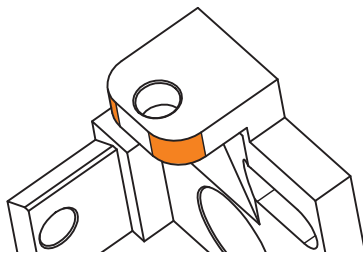


図2.7 凸部R

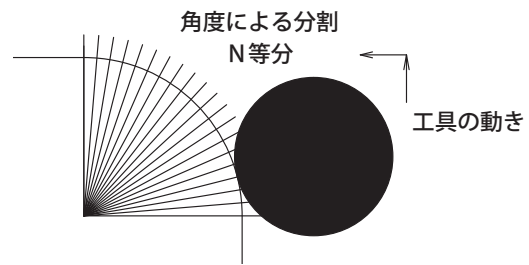


図2.8 角度によりRを分割する方法

ここで、製品形状のRを10mm、使用する工具の直径20mm、角度による等分割数20としたとき、X-Yのテーブル移動量は表2.1のように計算される。この計算は関数電卓や表計算シート上で容易に計算できる。しかしながらこれら数値をすべて記憶するのは難しいため、表面粗さの制約を守りながら移動量を工夫する。

また、苦勞して覚えた工具移動データも形状や工具径が変わった時には新たな計算と覚える努力が必要になる。しかしながら工具の軌道は形状Rと工具径とで決定されるため、加工形状のRが小さくなったならば大きな工具径を選択することにより、1組のハンドリング加工データを覚えるだけで、異なるR加工をすることができるようになる。(図2.9参照)

表 2.1 角度等分割の計算例

形状R	工具径	分割数
10	20	20

単位[mm]

角度	X方向	Y方向
0°	0	0
4.5°	0.062	1.569
9°	0.185	1.560
14°	0.306	1.540
18°	0.426	1.511
23°	0.544	1.473
27°	0.657	1.426
32°	0.767	1.370
36°	0.872	1.306
41°	0.972	1.233
45°	1.066	1.153
50°	1.153	1.066
54°	1.233	0.972
59°	1.306	0.872
63°	1.370	0.767
68°	1.426	0.657
72°	1.473	0.544
77°	1.511	0.426
81°	1.540	0.306
86°	1.560	0.185
90°	1.569	0.062

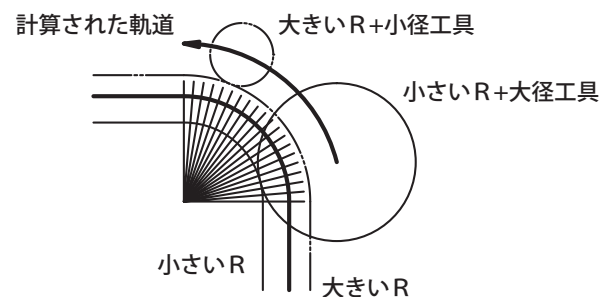
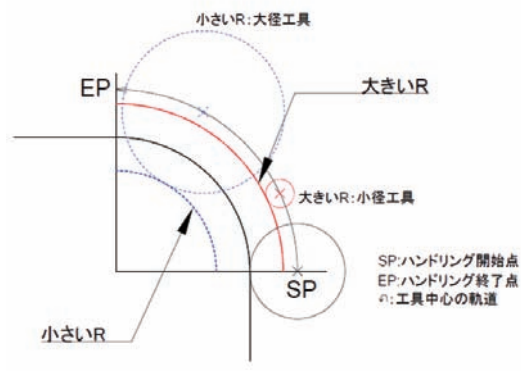


図2.9 Rの大小を工具径によって調整

注意：ハンドリングによるR加工は、開始点や終了点を誤ると円弧加工の位置がずれることがあるので注意すること。

カ) 勾配・角度割出し

製品の勾配部や角度の割出しには、バイスを水平面上で傾ける方法と、材料を垂直方向に傾ける方法があり、工程によって使い分ける。いずれの方法も正確に角度を割り出すためには、テーブルの移動量と測定器によって調整する。例えば、勾配1/10の傾きではテーブルの左右方向60mm、前後方向6mm移動させた際の差がゼロになるように調整する。調整はバイスや材料をプラスチックハンマ等で軽く叩いて行う。材料を傾ける方法では小さなハンマを用いるなど工夫が必要である。

また、移動にハンドル操作を行うと誤差を生じるので、左右方向のみの移動で済ませるためブロックゲージを用いることもある。前後方向の移動の代わりにブロックゲージを差し込むことで1軸移動を削減できる。こういった調整作業能力が必要である。

(勾配 1/10 で 10mm のブロックゲージを用いるときは、左右方向に 100.50mm 動かす。)

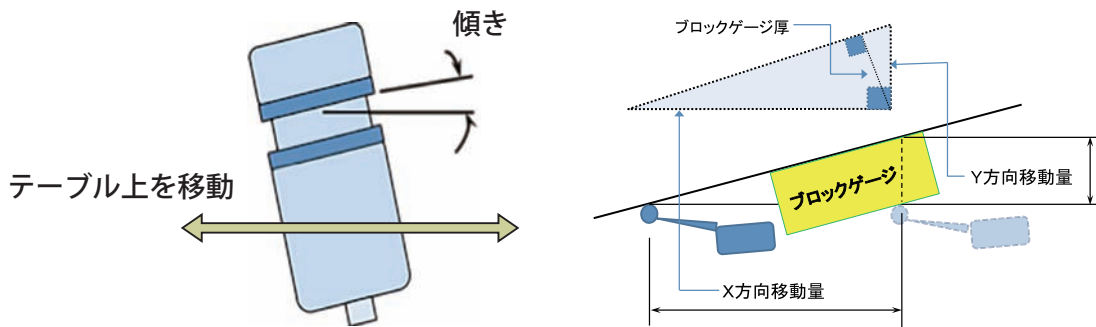


図2.10 バイスの傾きをテーブル移動で確認する方法

キ) 寸法と公差

フライスは多刃工具なので、刃振れの影響を受ける。したがって、精度を要する仕上げ加工ではエンドミル等カッタを高精度研磨加工して刃振れを極力抑える。

<課題で要求される仕上げの公差範囲は 0.02 ~ 0.04mm>

作業では図面に記載された公差の中央値を狙い、作業者は常に狙い値を射止められるように繰り返し練習を行う。ばらつきを与える要因としてはハンドルの切込み誤差のほか、材料の取付け不良による傾き等の誤差も考慮する必要がある。

切削加工では加工部の角に生じたバリをヤスリによって取り除くが、バリの取り残しや細かい切り屑の挟み込みによって 0.01mm 程度の誤差が生じることがあるので、ハケ等を使い細かい切り屑を除去し、目視で確認するという作業を心がけるようにする。

加工誤差が生じた際は測定値を検討し、誤差の原因を明らかにすることができれば、対策を立てやすくなる。

フライス盤の課題には組立寸法が示されている。部品すべての加工要素が公差の中央値であったとしても、各部品の要素に存在する微小な隙間の集積によって組立状態の寸法が公差から外れてしまう場合がある。その時は組立寸法を決定する加工要素（例えば穴位置・ピッチなど）をわずかに中央値から外して加工するようにするが、どの寸法をどちら側に外すかは、部品の組立て方、部品の相互配置によって決まってくる。また、加工した部品の仕上げ寸法によって、その後の加工量の微調整を行うことができれば、より多様な状況に対応できることになる。

(3) 機械精度の確認

日本工業規格 (JIS) では、工作機械の種類に応じて静的精度検査方法を規定している。作業者は、使用する機械精度がどの程度あるかを確認すべきである。立フライス盤の検査方法は JIS B6203-2:2007「ひざ形フライス盤-精度検査-第2部:垂直主軸をもつ機械」に規定されているのでぜひ参照してほしい。

また、国内フライス盤メーカーの精度確認方法を資料として掲載する。(巻末参考資料2 参照：株式会社エツキ様 提供)

工作機械はマザーマシンと呼ばれるにしても、その誤差はゼロではない。作業者はその量を認知することと、可能な限りゼロに近づける方法を知っておくべきである。例えば、主軸回転系の振れである。機械の主軸、アタッチメント(クイックチェンジホルダ、ミーリングチャック等)、工具はそれぞれ振れ量を持っているので、各組合せが振れ量を最小限にするような工夫がある。具体的にはクイックチェンジホルダとミーリングチャックの組合せ方向(0°、180°)で振れ量が相殺される方向を決めておくことである。

また、主軸とテーブルに傾きがある場合は、あらかじめ用意した高精度な六面体をバイス上に固定して、主軸に取り付けた測定器(ダイヤルインジケータ)で、主軸を振り回した際の材料上面の振れを測定する。次にバイスとテーブルの間にシックネステープ等を挟み、材料上面での振れがゼロになるように調整する。この際使用するシックネステープの厚さは数ミクロンの薄いものが必要で、それには電気部品のコンデンサ製造に用いられる「コンデンサペーパー」を使うことができる。テクニックも重要だが、それだけでなく産業界に存在するものを活用するアイデアや工夫も必要である。

(参考文献)

JIS B 6203-2：2007 ひざ形フライス盤－精度検査－ 第2部：垂直主軸をもつ機械，日本規格協会(2007)

3 競技課題

(1) 競技課題の概要

本マニュアルでは、第50回技能五輪全国大会の競技課題を取り上げる。この課題の製作には、

- ① フライス盤、治工具などの機械系の精度測定
- ② フライス加工、ドリル、リーマ、穴、溝、ボーリング加工など多様な加工が要求する切削工具とその加工条件の知識
- ③ 上記①、②を用いた組合せ加工

の技能が必要となっており、作業時間は5時間15分を要する内容となっている。

課題図面と立体図

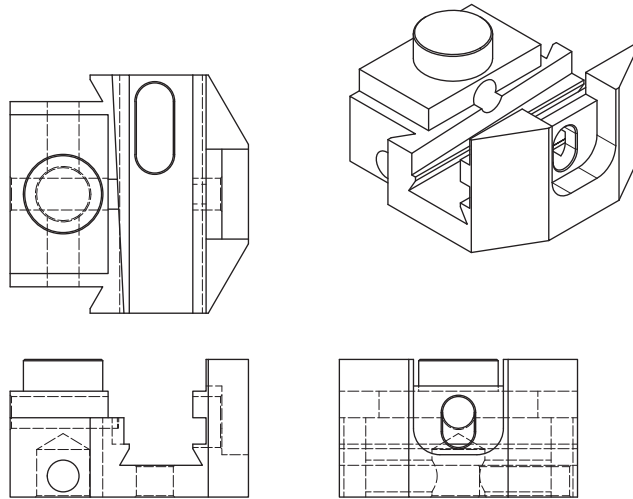


図3.1 部品①

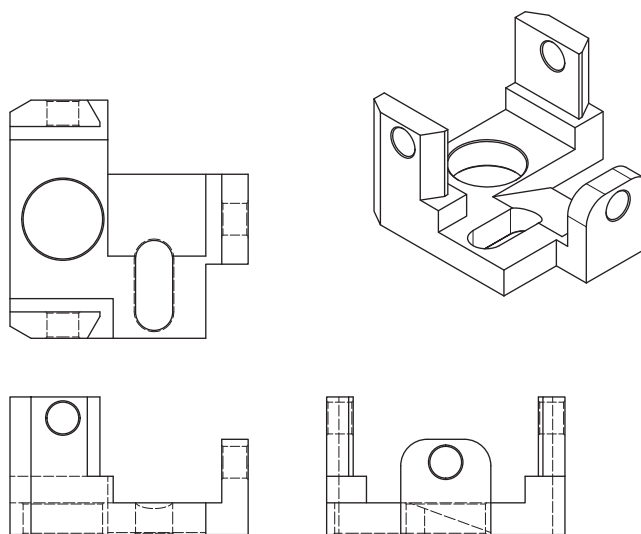


図3.2 部品②

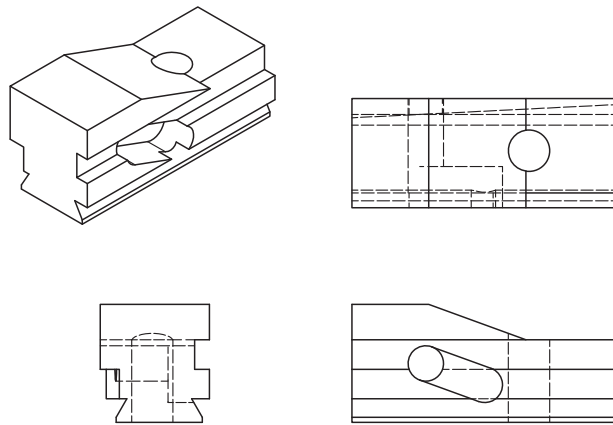


図3.3 部品③

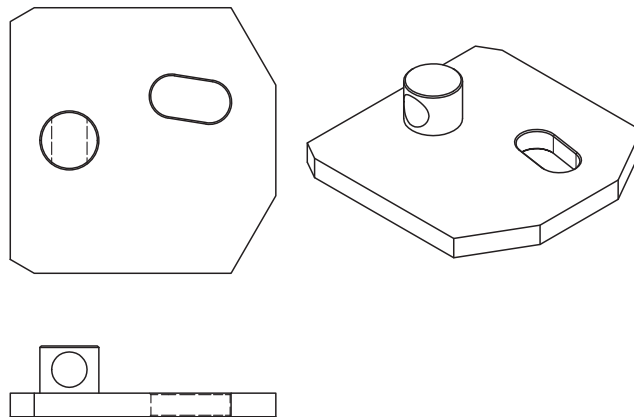


図3.4 部品④

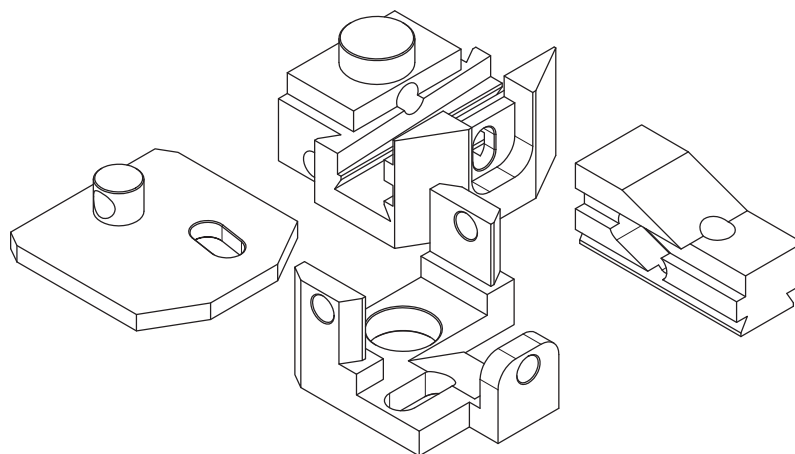


図3.5 部品①から④の立体図

(2) 競技課題のポイント

ア) 基本要素の加工

平面・溝（直溝・あり溝・T溝）・穴等は、機械部品を構成する基本要素である。またこれら要素を図面に指示された公差範囲内で仕上げるには、加工技術のみならず高い測定技能が求められている。また、穴径や、ボスの寸法は競技上のルールで重要寸法としているため、公差を外すことが許されない。したがって細心の注意を払って加工する。

イ) 変形対策

部品②（図 3.6）や部品④（図 3.7）は異形状や肉薄形状となっている。素材を大きく削り込むことで加工熱による変形、切れ刃によって蓄積される内部応力、さらには加工部位除去による残留応力解放等が起こり、製品が大きく変形することがある。このような加工中の変形を最小限に抑える加工工程や加工技術の検討が求められる。これらを検討するための条件として「素材自体の特性」が必要となることがあるため、フライス盤職種では第 50 回大会から競技で使用する素材の情報を公開している。

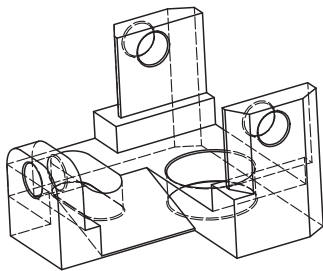


図3.6 部品②

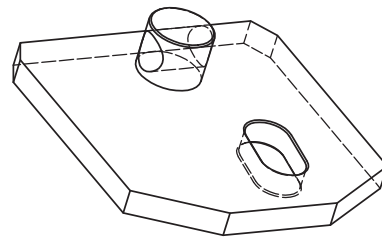


図 3.7 部品④

ウ) 組立てのための製品精度向上

フライス盤職種における完成の定義とは「各部品を組み立て、すべてのマンドレルが貫通すること」である。第 50 回大会の課題は 1 本のマンドレルが製品部位を貫通する箇所が多いことでその難しさが際立っている。図 3.8 では 1 本のマンドレルが穴 5 箇所を貫通している状態を示している。課題の穴公差は H7 が採用されているため、 $\phi 12$ 穴の公差は「 $+0.018/0$ 」である。穴の位置誤差が許される範囲は $\frac{\text{穴径}-\text{マンドレル径}}{2}$ [mm] となる。競技で使用されるマンドレルの直径が 11.989mm、また穴が 12.012mm であるとすれば隙間は $\frac{0.023}{2}$ mm となり、0.01mm 以内の高精度の位置決め技能が要求される。

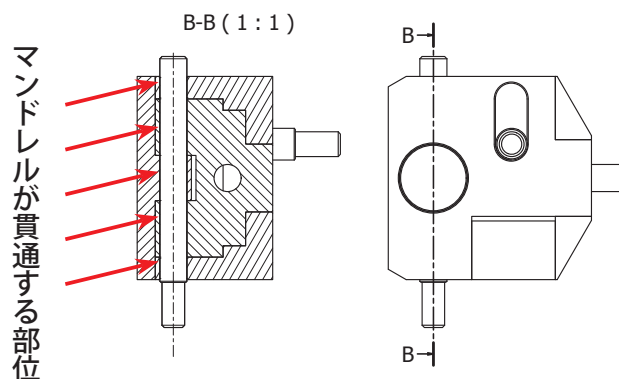


図3.8 マンドレルの貫通部位

4 採点基準及び採点方法

製品の採点項目および配点は表 4.1 のとおり。

表4.1 採点項目および配点

採点項目			基本点	合計	
製品採点	表面粗さ		8	715	
	製品採点	組立隙間	58		214
		組立段差	40		
		組立寸法	60		
		マンドレル貫通状態	30		
		摺動状態	16		
		勾配部精度	10		
部品寸法精度		493			
減点項目	外観減点		－		
	形状減点		－		

得点は減点法によって集計される。式(1)のように、基本点から減点数を引いた後、100点満点に換算する。

$$\text{得点} = \frac{\text{基本点} - \text{減点合計}}{715} \times 100 \quad \dots (1)$$

これは製品自体の得点だが、このほか作業時間の減点として標準時間を超えて作業を行った場合その時間に応じて、3分につき1点の割合で減点される。例えば、標準時間から4分30秒延長して作業を終えたならば、1.5点減点される。総合得点は式(2)によって計算される。

$$\text{総合得点} = \text{得点} - \frac{\text{延長時間 [分]}}{3 \text{ [分]}} \quad \dots (2)$$

成績や総合順位は総合得点によって決められるが、総合得点が高点の場合、上位者を決める基準は次のとおり。

- i) 寸法精度の合計得点の多いものを上位とする
- ii) 組立状態の合計得点の多いものを上位とする
- iii) 表面粗さの合計得点の多いものを上位とする
- iv) 作業時間の短いものを上位とする

近年、上位入賞者は基本点合計（第50回大会では715点）で比較して1～2点の差で順位を分け合っている。このことから、金メダル獲得のためには、1) 標準時間内に、2) 正確な寸法に加工し、3) キズ・バリを残すことなく、作業することが求められる。

フライス盤職種の競技ルールとして“重要寸法”という考え方がある。これは、その寸法を外してしまうと製品の組立てが容易になる部位のことであり、位置決めや組立寸法に影響する穴やキー溝、それに組み合うボス部のことを指す。この“重要寸法”の加工ミスは採点対象外の扱いとなるので注意が必要である。

主観採点とは、製品表面のキズ・打痕、面取りの有無など測定器で計測できない項目のことを意味する。また部品を組み合わせる際の摺動状態や測定用マンドレルを貫通させたときの手に伝わる感覚で評価することを指す。これらは測定器で計測できるものでなく、客観的な数値として得られるものでないため、判定者によって異なることがある。フライス盤職種では基本点の点数の差でメダルの色を分け合うことがあるため、その評価には十分な検討を行っている。

(1) 採点項目

ア) 外観減点

外観減点の評価項目について表 4.2 に示す。

表4.2 外観減点

No	項目	減点	
1	切り屑によるキズ・打痕、カッタの継ぎ目段差0.05mm以上	1件につき	1
2	1つのキズや削り込みの深さが0.5mm以上	1件につき	10
3	1つのキズや削り込みの深さが1mm以上	1件につき	20
4	その他のキズ・打痕	1件につき	20以上

キズとは、フライス加工が原因による加工面に生じた食い込みや段差のことで、カッタやヤスリによって生じたキズのことを示している。また打痕とは、それ以外の原因による製品表面に生じた痕のことで、その多くはバリ取りによって生じた微粒分を製品表面に付着させたままマシンバイスによってクランプしたことによる圧痕である。これらの判定は難しく、正面フライスで加工した面に光沢がある場合、その表面に観察される筋は目立ちやすく“キズあり”と判定されやすい。その一方で光沢のない面に生じた同様の筋は“キズあり”と認識されにくいことがある。そこで、そのようなキズ・打痕を公平・公正に判定するため、競技委員の共通認識として“シャープペンシルの芯”の先で「段差を感じる・感じない」でキズ・打痕の有無を判断している。

イ) 形状減点

形状減点の評価項目について表 4.3 に示す。

表4.3 形状減点

No	項目	減点	
1	角部の糸面取りがないもの	1件につき	3
2	角部の糸面取りが著しく違っているもの	1件につき	1
3	C0.5やあり溝部の面取りがされていないもの	1件につき	10
4	C0.5やあり溝部の面取りが著しく違っているもの	1件につき	5

機械加工では加工した面の周辺に鋭い稜線が形成されるため、安全作業および製品の安全性から面取りを施すことになっている。フライス盤の課題では面取り作業の多くが“ヤスリによる糸面取り”である。形状減点ではこの作業を評価している。糸面取りの作業は加工面が交わるすべての稜線に施すことから、多くの作業時間と細かい作業が求められる。また、加工要素が入り組んでいるとその稜線も複雑になるため、その作業には高い技能が求められる。図 4.1 にヤスリの入りにくい入り組んだ稜線の例を示す。

評価項目の“角部の糸面取りがないもの”とは、1本の稜線が完全に糸面取りされていないことを意味している。つまり、その稜線のほとんどが糸面取りされていても、わずかも取り残しがあると“完全”ではないため、“糸面取りがない”と評価されるので注意が必要である。

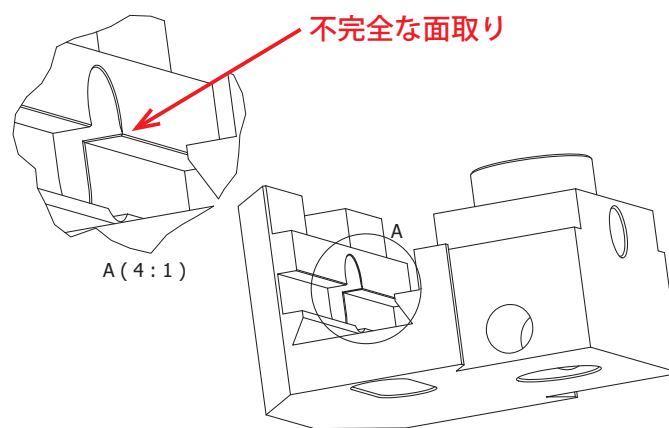


図4.1 複雑な稜線と不完全な面取り

ウ) 表面粗さ

表面粗さの評価項目について表 4.4 に示す。

表4.4 表面粗さ

部品	項目	判定	減点
①②③④	表面粗さが全面指定数値以内	上	0
	表面粗さが1～3面指定数値以上	中	1
	表面粗さが4面指定数値以上	下	2

※ 各部分の仕上げ面はRa3.2以内。ただし、R部はRa12.5以内、円筒部はRa1.6以内。

表面粗さの判定には表面粗さ測定器を用いている。すべての表面粗さが図面に指示された値以内であれば減点はされない。近年は工具の性能が良くなっているため、概ね指示以内で仕上げられている。

外観減点・形状減点・表面粗さは、それぞれ3人一組で評価を行っている。作業開始前にはお互いの評価水準を合わせるような調整をしている。さらには、それらの減点を重複させないように工夫も行っている。例を挙げると、加工面にカッタによる段差が生じていたとすると（図 4.2）外観の評価項目で減点される。一方、表面粗さの観点からこの面を評価すると“指定の粗さ以上の段差が生じている”とも考えられる。このような場合の減点は1つの評価のみであって、複数の減点が行わない。

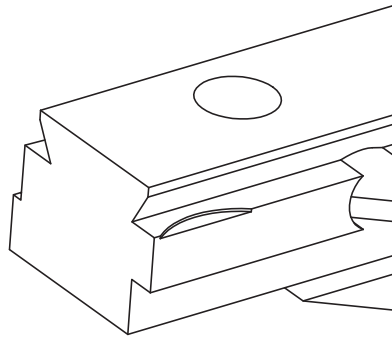


図4.2 カッタによる段差の例

エ) 組立状態

組立状態の評価は、部品を組み立てた状態の評価を行う。組み立てた際の部品間の隙間や段差等がこれに当たる。製品の組立てでは、部品間をマンドレルが貫通するため、それらの位置関係は精密に位置決めされるが、寸法公差の範囲では隙間や段差が存在していることになる。また、部品それぞれでの要素寸法が公差内に収まっていたとしても、組み立てると不都合が生じることがある。これらの評価が組立状態の評価である。

組立隙間の評価項目について表 4.5 に示す。

表4.5 組立隙間

測定具	測定数		減点	58
t=0.03 隙間ゲージ	56	54	不合格数×1	
φ0.3ピンゲージ		R部 2	不合格数×2	

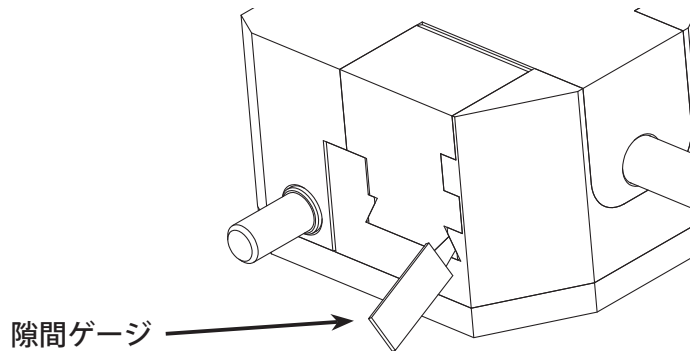


図4.3 隙間ゲージで組立隙間を測定

組立隙間は、製品を組み立て、マンドレルを貫通させた状態のまま、各部品の隙間に隙間ゲージを差し込むことで測定する。隙間ゲージが入らないか、入っても深さ 3mm 以内であれば合格としている。R部の凸部はハンドリングで加工しているため、操作の正確性を確認するためにφ 0.3mmのピンゲージを用いて隙間を測定している。

オ) 組立段差

組立段差の評価項目について表 4.6 に示す。

表4.6 組立段差

測定具	測定数	減点	
てこ式ダイヤルインジケータ 定盤 スコヤマスタ	● ● ×20	不合格数×1	20

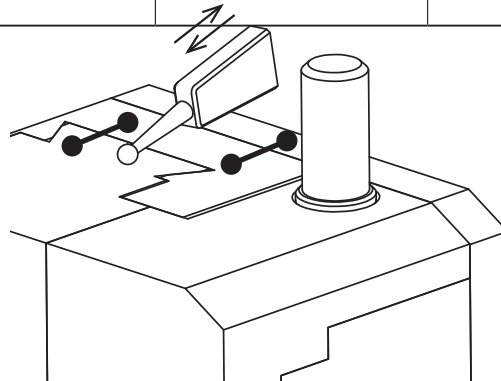


図4.4 組立段差の測定

組立段差はてこ式ダイヤルインジケータで、製品を組み合わせた状態での隣り合う部品の各段差を測定する。段差の許容範囲は 0.03mm である。図 4.4 に測定の概略図を示す。

カ) マンドレル貫通状態

マンドレル貫通状態の評価項目について表 4.7 に示す。

表4.7 マンドレル貫通状態

マンドレル記号	部品	マンドレル貫通状態	判定	減点
イ		製品に触れずにマンドレルが回転できる	A	0
ロ	①②	製品を手で保持すればマンドレルが回転できる	B	5
ロ'	③④	製品を手で保持してもマンドレルが回転できない	C	10

マンドレルは穴の位置度や真直度の精度が高くないと貫通できないし、その状態が滑らかにはならない。材料の変形等があっても、貫通はしても“回転できない”状態になってしまうことがある。主観採点は評価者の感覚に頼るところが大きく、マンドレル貫通状態も評価する人によって判定が分かれる項目であった。そこで、判定基準を“マンドレルの回転”と“製品を手で保持”に焦点を絞って評価をすることとしている。

キ) 摺動状態

摺動状態の評価項目について表 4.8 に示す。

表4.8 摺動状態の評価項目

部品	項目	判定	減点
①② ③④	ガタや固さがなく、滑らかに摺動する	上	0
	手に感じ取れるガタがある または固い	中	4
	ガタがある または固くて容易に動かない	下	8

表 4.8 摺動状態の評価は、①②③④すべての部品を組み合わせたの摺動の評価であるが、その他、組み合う部品それぞれの摺動についても評価する。摺動状態の検査は判定の境界を判別することが難しいため、評価対象となった作品をすべて並べて、その差異を比較して判定を行っている。

(2) 検査時の測定ポイント (大会の部品の測定事例)

技能五輪の競技課題は測定方法や測定圧力によっても変形を伴い、正しい測定を行うためには細心の注意が必要である。測定においては事前に測定トライアルを実施し、どの製品も測定ミスがなく均一に測定できるように、組立方法の指示や測定方法の指示、重要寸法や変形の伴う部品の測定方法についてマニュアル化して測定を行っている。

ア) 組立寸法20mmの測定方法

組立寸法 20mm部の測定方法を図 4.5 と図 4.6 に示す。

図 4.5 が正しい測定方法。組み立てて、摺動後に部品②と③の段差 20mmを正確に測定するため、部品③にデプスマイクロメータを当て、部品③を支えて測定している。その結果マンドレルは滑らかに廻る。図 4.6 は部品②を支えて測定しているために正しい摺動状態が保持できていないため、マンドレルも滑らかに廻らない状態となり、測定結果も 0.005 ~ 0.01mmの誤差が生じる。このように組立寸法の測定に関してはマンドレルの摺動及び回転状態を確認して測定しなければならない。



図4.5 正しい測定方法



図4.6 誤差を生じる測定方法

イ) 部品②70mmの測定方法

部品②の測定方法を図4.7と図4.8に示す。図4.7が正しい測定方法。

部品②70mmには0～+0.02mmの寸法公差がある。内側の測定では効率的に短時間で測るため図4.8のように70.00mmと70.02mmの2種類のゲージを挿入して判定することも考えられるが、部品②の形状は開放型で左右に変形しやすい形状であるため、ゲージを挿入する際、測定圧の影響で正しい測定ができない可能性がある。

図4.7は測定圧1N以下の測定器（リニアハイト：株ミットヨ製）による測定方法。測定の際の変形は無くなるが、点群測定のため、測定場所の違いによる値のばらつきを少なくして測定することも重要なポイントである。

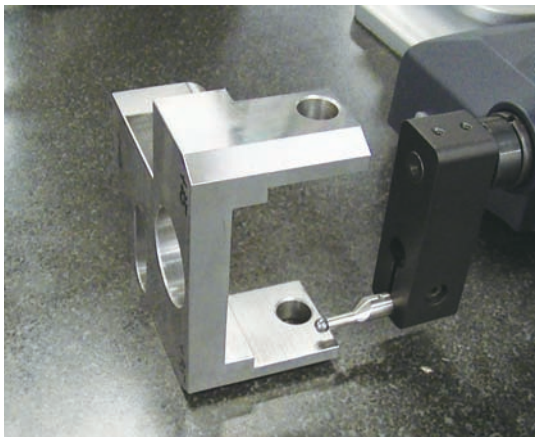


図4.7 正しい測定方法

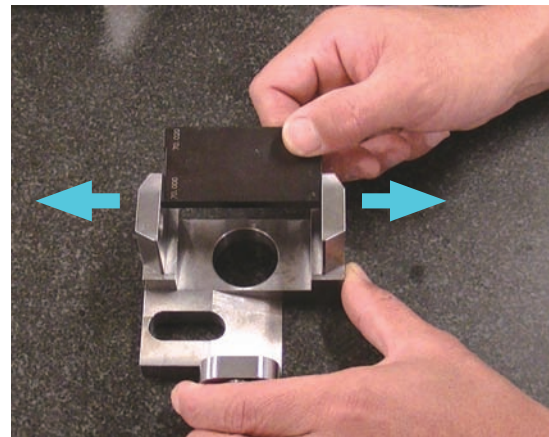


図4.8 誤差を生じやすい測定方法

5 得点と大会での順位等の評価方法

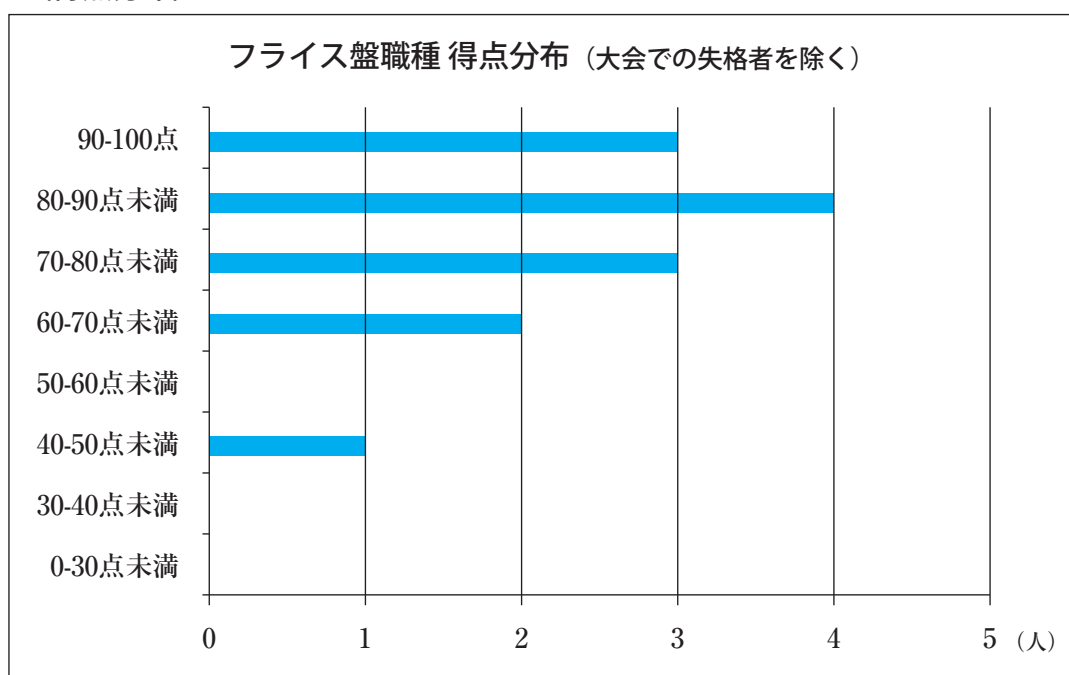
(1) 成績結果

本課題を用いた第50回技能五輪全国大会における競技結果の成績と得点分布は、次のとおりである。

(成績)

大会での成績	人数 (名)
金 賞	1
銀 賞	1
銅 賞	3
敢闘賞	4

(得点分布)



(2) 得点分布の分析

ここで、メダリスト（金・銀および銅メダルを受賞した選手）が何を重要視しているか減点の割合から推察してみる。図5.1に第50回大会のメダリストの評価項目別減点割合を示している。

図5.1からわかることは、メダリストへの道は時間減点を限りなくゼロにすること、すなわち作業を標準時間内で終えることである。加工部位除去に要する時間は切削条件によって決

まってしまう。ゆえに純粋な加工時間を短くするには、使用する刃具等の制約から限界がある。そこで、作業時間短縮には非切削作業時間を短縮することである。非切削作業時間とは段取り、測定、切込み等が考えられる。これらの時間の短縮は、繰り返しの訓練とその確認が必要になると思われる。

次に主観評価項目の減点ゼロを目指すことである。主観採点は前述のとおり、表面のキズ・バリの取り残しの有無であり、これを限りなくゼロに近づけるよう、作業には細心の注意を払うことである。「切り屑を除去した」作業を完了させるだけでなく、「目視による確認」をするなど、確実な作業が求められる。実際、メダリストはそれらの作業を欠かさない。

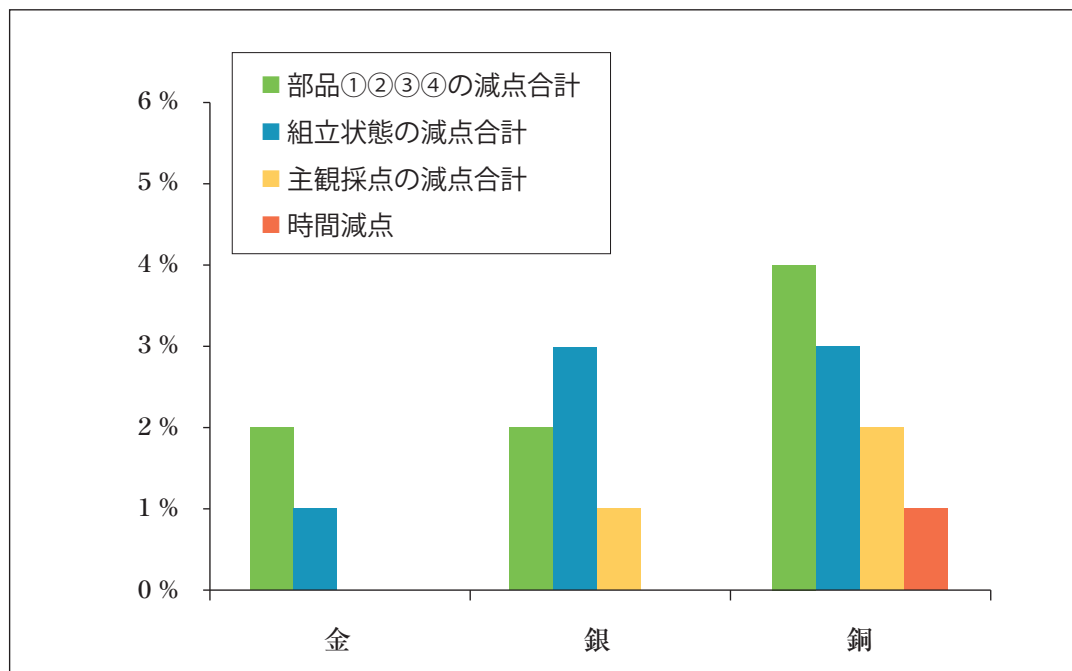


図5.1 評価項目別減点割合

最後に、客観的な評価である寸法こそが、メダルの色を分けると言っても過言ではない。

非切削作業時間を少なくして切削作業に時間を掛け、細心の注意を払って、公差内に仕上げることを目指すことが、減点の割合から見えてくるメダリストの姿といえるであろう。

(3) 技能五輪全国大会 フライス盤職種の競技会場

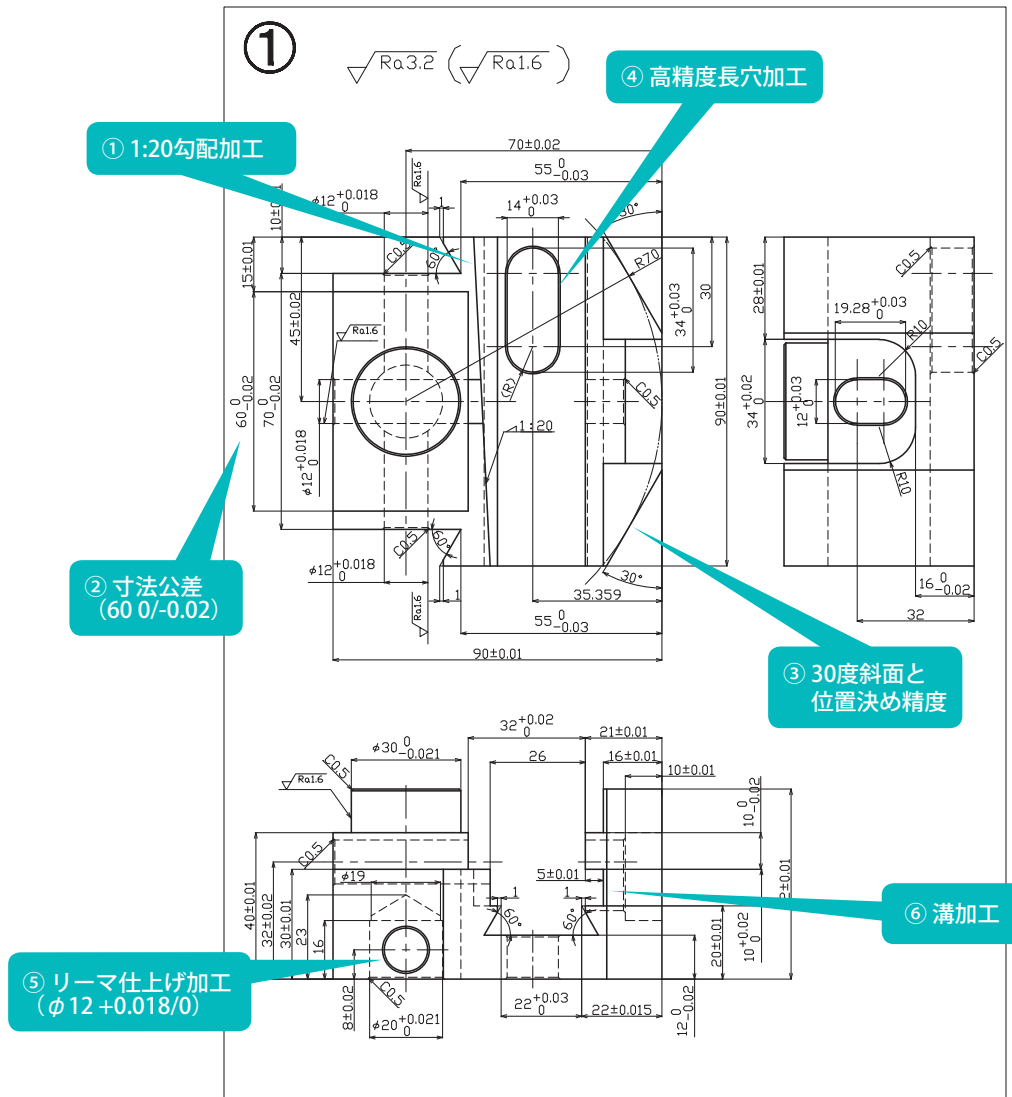
技能五輪全国大会フライス盤職種の競技会場には、毎年多くの見学者が訪れる。特に次年度以降に選手として大会に臨む若い技能者は、メモを片手に熱心に選手の作業する様子を観察している。また、写真からわかるように、透明なパーテーションを間にして見学者と選手との距離は近い。見学者の視線が気になり十分な実力が発揮できないのは残念なことである。このようなことから、選手候補者は前年の大会を見学されることをお勧めする。



図5.2 フライス盤職種 競技大会の様子

6 競技課題が求める技能の内容

競技で作成する課題と、必要となる特徴的な技能は、次のとおり。



① 1:20勾配加工

製品の勾配部や角度の割出しを行う技能。

② 寸法公差 (60 0/-0.02)

公差の中央値を狙って加工する。狙い値を正確に加工できる技能。

③ 30度斜面と位置決め精度

製品の勾配の位置や角度の割出しを行う技能。

④ 高精度長穴加工

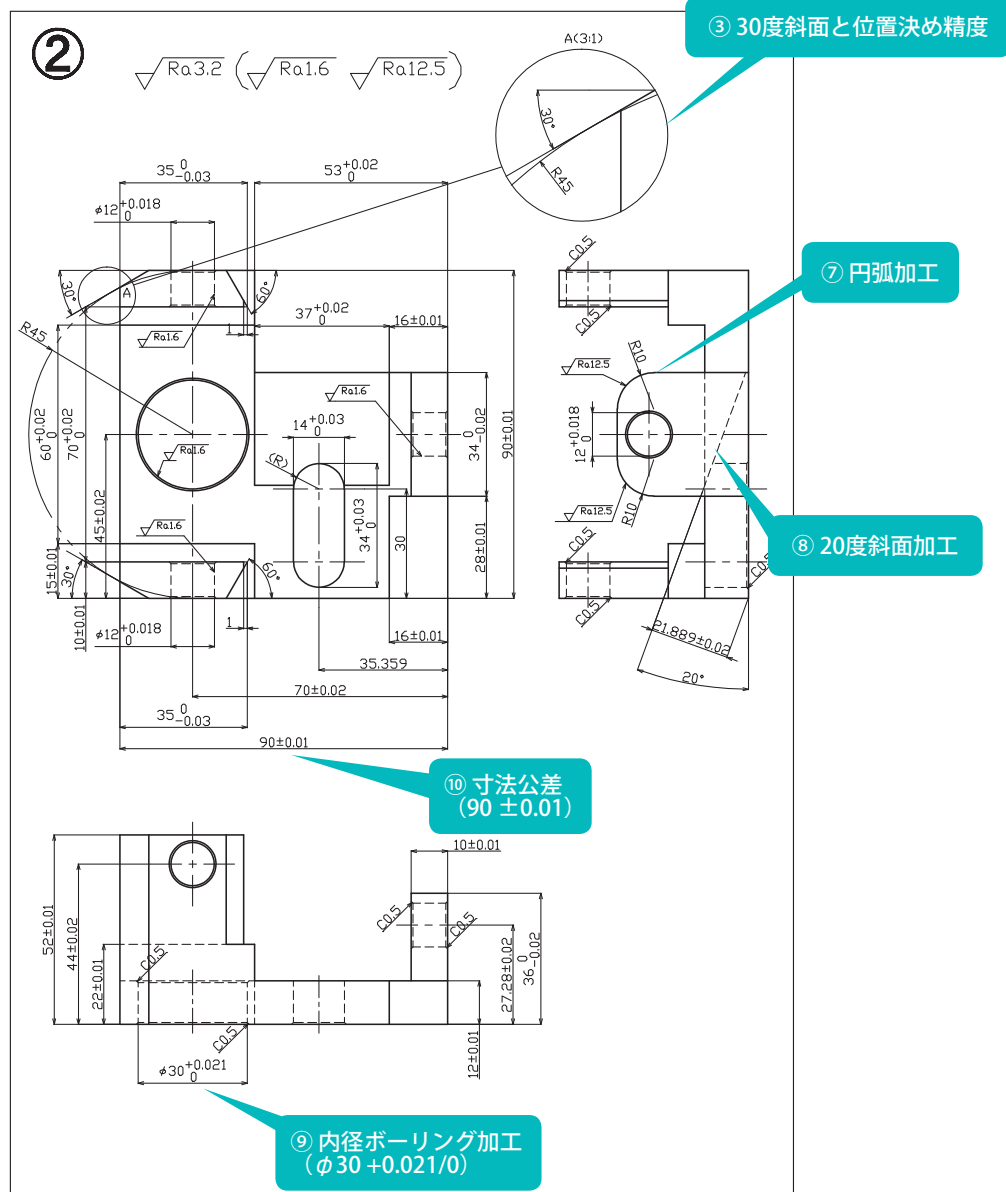
エンドミルで長穴を明ける。工具の径、切れ味と正確な機械送りの技能。

⑤ リーマ仕上げ加工 (φ12 +0.018/0)

リーマの径と切れ味を管理する技能。

⑥ 溝加工

特殊工具 (溝フライス) を使用する加工技能。



⑦ 円弧加工

円弧位置の割出し方。

⑧ 20度斜面加工

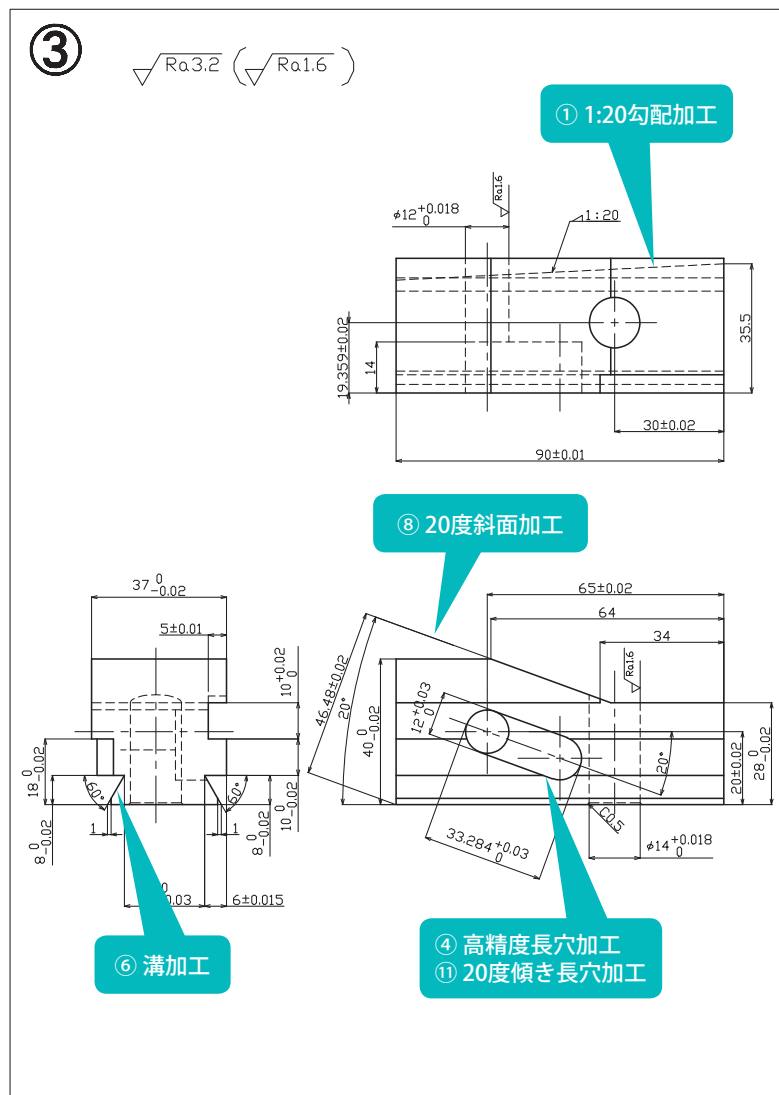
項目③を基本に、加工面積が広いこと、幅寸法に公差が入っている点に注意。

⑨ 内径ボーリング加工 ($\phi 30 + 0.021/0$)

ボーリングバーを使って内径寸法公差を合わせる技能。

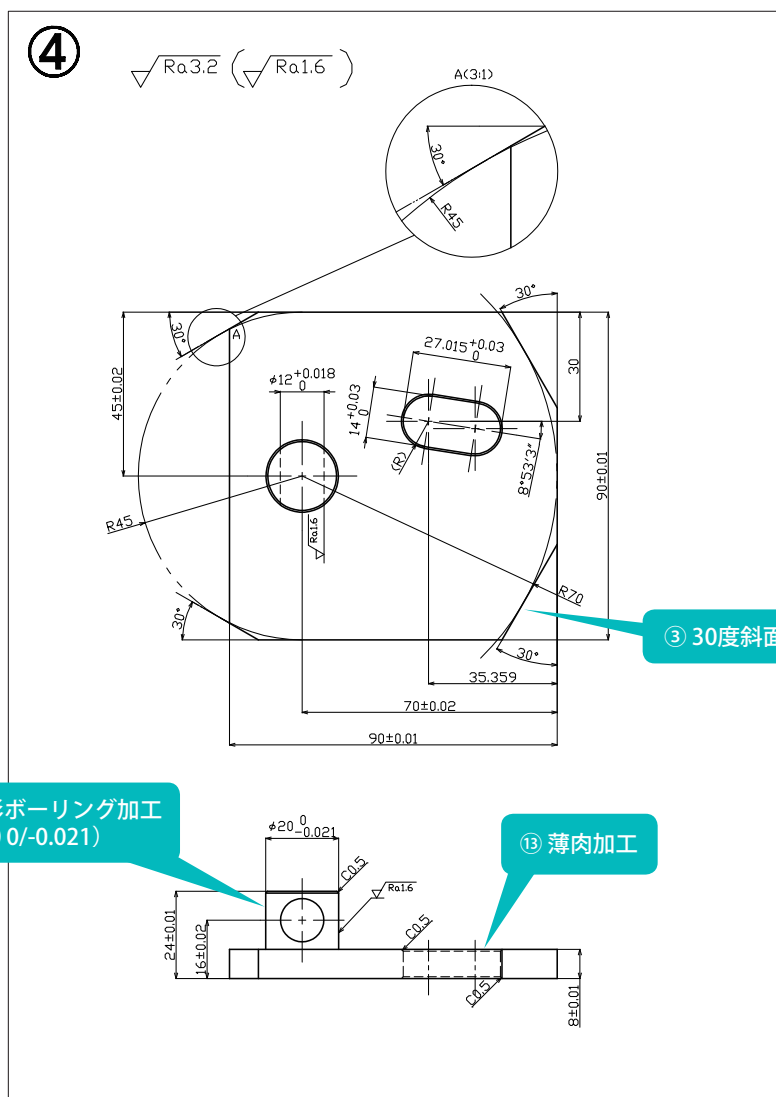
⑩ 寸法公差 (90 ± 0.01)

長さが長いにもかかわらず寸法公差幅は 0.02mm を確保する技能。



⑪ 20度傾き長穴加工

長穴は 20° 傾いている。水面下での角度割出し技能が必要。



⑫ 外形ボーリング加工 ($\phi 20 0/-0.021$)

ボーリングバーを使って外径寸法公差を合わせる技能。

⑬ 薄肉加工

剛性のある状態で穴などを加工し、最後に剛性の無くなる薄肉を歪みなく加工する技能。

7 技能習得のための訓練方法

競技課題を適切に製作するには、フライス盤による作業方法及び各要素加工技能についてレベルアップした上で、課題対策を行っていくことが必要となる。

(1) 課題で必要となる要素技能

- ① 加工形状、精度に応じた加工方法と加工条件の知識と加工技能
- ② 機械及び治具を取り付けた状態での機械精度測定技能
- ③ 切削工程毎の被削物の精度測定技能

(2) 要素技能習得のカリキュラム

一定水準にある技能者（技能検定2級相当以上）が本課題の製作に向けて取り組む訓練カリキュラムの例を示す。

教科の細目	内 容	時間(H)
1. 概要		1
2. 切削加工	(1) 切削工具の概論 (2) フライス加工における切削理論と加工技術 (3) ドリル、エンドミル、タップ、リーマの加工 (4) 加工条件と加工精度、表面粗さとの関係 (5) 各種加工のポイント	5
3. フライス盤と治具の取付けと精度測定	(1) テーブルの水平度測定 (2) XYZ軸の真直度測定 (3) 回転軸の振れの測定	5
4. 被削物の精度測定	(1) 長さ測定 (2) 深さ測定 (3) 表面粗さ測定 (4) 円弧、V溝などの形状測定	6
5. 競技課題への取組	(1) 課題が求めている技能要素 (2) 加工工程の考え方と作業手順 (3) 切削工具とツーリング (4) 加工条件と作業時間	8
6. 課題加工実習による検証と対策		40
7. まとめ	全体的な講評及び確認・評価	1
	訓練時間計	66

(3) 競技課題への対応

競技参加者の経験談

部品は肉厚の薄い物が多く、バイスで圧を加えるだけで変形する中で狙い寸法どおりに加工するのにとても苦労しました。寸法に関しては組立状態での倒れを少なくするため、コーチと共に考え、自分に合った方法を導き出しました。

技能五輪に参加するに当たり、次の8点がポイントです。

(1) 工程と時間配分

工程（手順）により精度、時間が大きく変わります。早い段階から時間内に精度の出せる工程を作成する必要があります。

(2) 測定能力

各測定具の取扱いからメンテナンスまで行え、誤差なく読み取れること。

(3) 寸法精度の出し方

日々の訓練で心出しから加工に至るまでの安定した精度、時間でできること。

(4) 集中力の維持

5時間を超える作業の中でメリハリをつけることが大切。

(5) トラブル対応

- ・経験や想定を普段の訓練で実施する。
- ・トラブルが起きないようにやり方を工夫すること。

(6) 平常心の維持

訓練の中で自信をつける。

(7) 問題解決

うまくいかなかったことの分析、そして、どうやったらうまくいくかを探求すること。

(8) その他

使用する刃具、工具、機械の特性を理解し、正しく使えることが必須です。



取材にご協力いただいた
アイシン精機株式会社
魚見 尚史さん
(第50回大会 銀賞受賞者)

指導者からのコメント

フライス盤は工作機械の中で重要な位置付けであり、奥行きがとても深いものです。機械、工具、測定具を目的に合わせて使い方ができるようになって、初めて基本が身に付くと思っています。

「なぜ、その工具・測定具を使用するのか」、「なぜ、その加工条件なのか」を理解した上で課題の製作を行うよう、その度に問いかけています。

技能五輪は専門知識を身に付けることも大切ですが、技能習得する過程が最も重要だと思います。

挑戦と失敗を繰り返しながら、訓練の中でさまざまな方法や手法を生み出し、日々改善の意識を身につけることが今後のものづくりの力になると私は考えます。



競技選手を指導されている
アイシン精機株式会社
鈴木 孝弘さん

8 課題の実施方法（作業手順）

○ 課題実施に当たっての留意事項

<部品加工の共通項目>

(a) 手順の決め方

- 1) 組立て時に必要な寸法を洗い出す（一般公差を含む）。
- 2) 寸法、形状、公差などにより加工手順、被削材のチャック方法、心出しなどの手順を決める。
- 3) 精度が出せる手順から時間短縮を図るため、ムダな仕上げ、心出しなどを検証し完成度を高める。

(b) 各加工の取り代（片肉寸法）

- 1) 荒削り：仕上げ寸法より、0.5mm残し
- 2) 中仕上げ：仕上げ寸法より、0.1mm残し

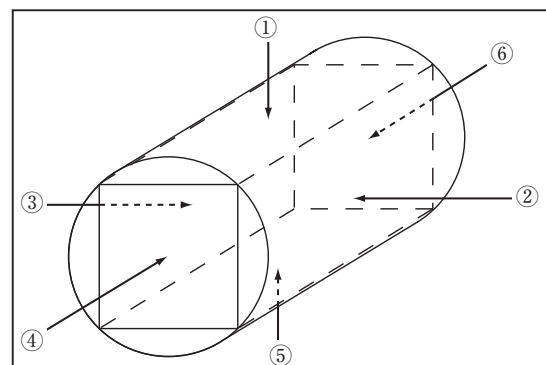
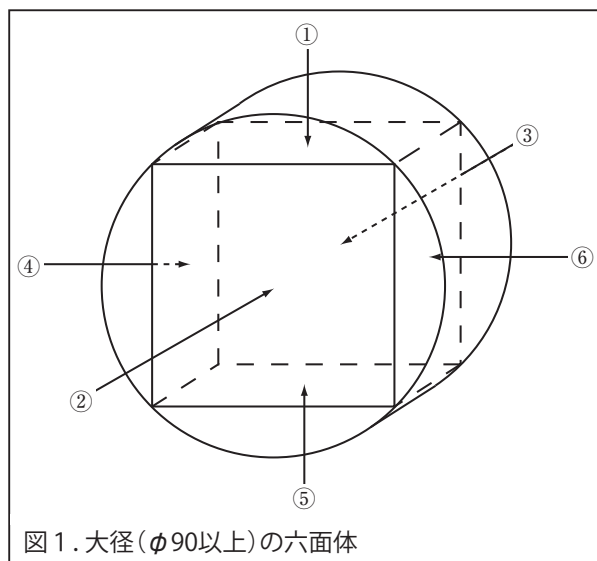
切削条件の表示

主軸回転数	N= ○○ rpm
テーブルの送り	F= △△mm/min
切込み深さ	t= □□mm

<試し削り>

六面体加工の手順を示す。

なお、六面とも切削条件（目安）はN=720rpm、F=300mm/min、t=6mm [MAX] である。



※六面体小径は、バイスのストローク幅の制約により長手方向（④と⑥）のチャックはできないので、丸い黒皮から掴む。

1) 第①面

チャック：②、③面（⑤面が底面側）

留意事項：試し削り図面から取り代は算出しておき、所定の高さを削る。

2) 第②面

チャック：①、⑤面（①面を固定口金側に、⑤面および底面は保護板を使用する。）

留意事項：⑤面は黒皮をチャックする。加工面①を固定口金に当て、①面と②面の直角度を確保する。

3) 第③面

チャック：①、⑤面（前項の2）の上下を裏返し、②面を底面側に。⑤面のみ保護板を使用。）

留意事項：底面が加工済みの②であるので、ノギスで厚さ寸法を確認する。

4) 第④面

チャック：②、③面（①面を左側、底面に保護板）

留意事項：スコヤを取り付け、直角度を確保する。

5) 第⑤面

チャック：②、③面（①面が底面側）

6) 第⑥面

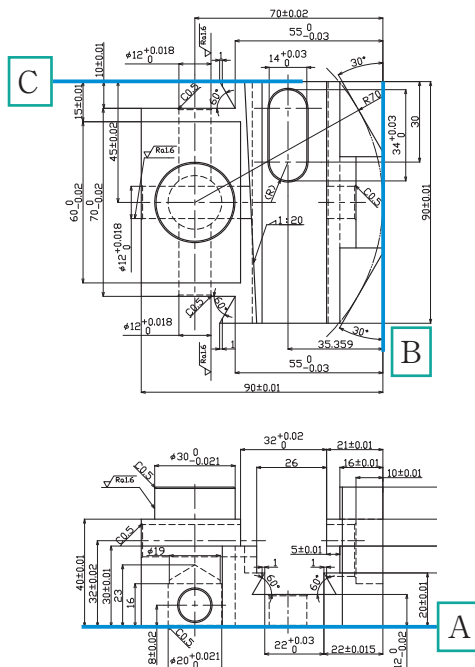
チャック：②、③面（④面が底面側）

7) 基準面加工（六面仕上げ）

a) 表面積の広い面を1面加工する。（取り代 0.2mm、平面度 $\pm 0.01\text{mm}$ 以下、粗さ 3.2s）

b) 原則として、基準面から寸法出しをする。

(1) 部品①の加工



技能ポイント

部品①の加工では、下記の技能が求められる。

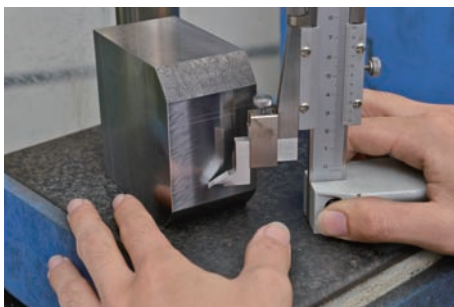
- (1) ボーリング加工
- (2) 斜面加工
- (3) 高精度長穴加工
- (4) 各部の高精度位置決め加工

いずれも、形状、公差だけでなく、部品①の位置出しをし、加工位置を割り出す技能が必要である。

材料：φ120×57mm、S45C

試し削りで90×90×52mm程度まで切削可能

30度斜面加工



R70(30°斜面)の寸法を罫書く。ただし、概略の形状のみ。



基準面Cを基準にマイクロプロトラクターで角度を合わせる。

マイクロプロトラクターは、バイスに載せやすい形状になっている。



R70(30°斜面)の面を加工する。反対側も同様に加工する。

N = 700rpm
F = 300mm/min

加工後はバリ取りをする。



荒加工



基準面Aを下にして部材を取り付ける。
バイスの下には水平ブロックを敷き、基準面がブロックの上に乗るようにする。
プラスチックハンマで叩いて、浮きがないことを確認する。
(押しつけるように叩く)



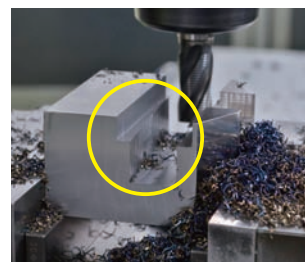
エンドミル(φ20)で荒加工をする。

$N = 700\text{rpm}$ ($V = 44\text{m/min}$)
 $F = 300\text{mm/min}$
 $t = 10 \sim 15\text{mm}$ (深さ方向)

(エンドミルはTiNコーティング)

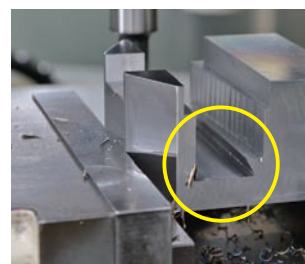


1:20勾配の荒加工は、X、Yの2軸を手動で動かしながら切削する(例えばX軸6mm送ると、次はY軸を0.3mm送る)。
加工後の形状は、段々になる。



左右にある60°あり溝を同時に加工する。

$N = 500\text{rpm}$
 $F = 300\text{mm/min}$



T溝加工をする。

$N = 500\text{rpm}$
 $F = 300\text{mm/min}$

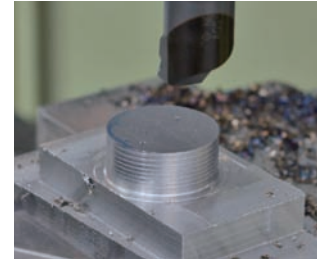




エンドミルで円に近い形状にして、ボーリング荒/仕上げ加工をする。

(2回加工)

N = 500rpm



穴部を荒加工した後、長穴の荒加工は部品②を参照。

加工寸法の確認



30°傾き角度を確認する。

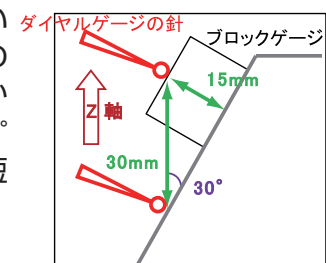
R70(30°斜面)面の水平出しをして部品をクランプする。

- (1) マイクロプロトラクターで角度を測定する。
- (2) 更に、高精度で測定するため、主軸に取り付けたダイヤルゲージを側面下部に当てゼロセットする。Z軸を30mm上昇させ、ブロックゲージ15mmを挟んで、ダイヤルゲージの値がゼロならば角度は30°になっている。

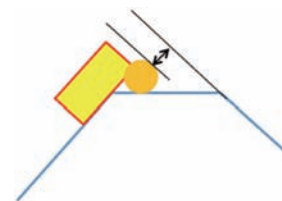


POINT

斜面が垂直から30°傾いている場合、Z軸方向の移動の半分の量、斜面から離れる。(一角が30°の直角三角形の斜辺と短辺の比は2:1)

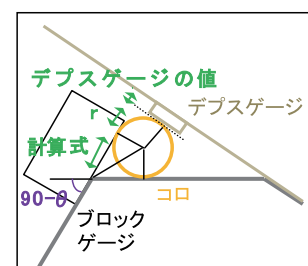


加工した面の長さを測定する。部品の端面にブロックを当て角に測定コロを置き、デプスゲージで距離を測る。距離は事前に計算しておく。(ピンはφ6)



POINT

斜面が垂直からθ度傾いている場合、余角(90-θ)度の半分の角度からコロとブロックゲージの接点から斜面の先端までの距離が計算できる。コロの半径をrとすると、計算式=r/tan((90-θ)/2)



φ12 +0.018/0 穴の仕上げ



マンドレルを主軸に取り付け、基準面A及び基準面Cから寸法を測り、穴位置（マンドレルの位置）を決める。



マンドレルをリーマに交換し、φ12 +0.018/0 の穴を仕上げ加工する。

N = 300rpm
F = 手送り

寸法確認



あり溝にピンを当て、距離を測る。
他の部分も同じ。
なお、寸法は事前に計算しておく。

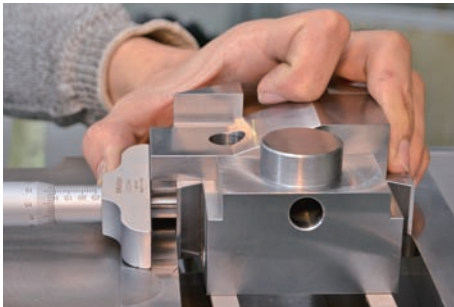


ピンを利用し、幅28mm ± 0.01を測る。
幅測定は通常ノギスで行うが、0.01mmの精密測定を行うため、マイクロメータで測定する。



ピンを利用し、厚み幅16mm ± 0.01を測る。

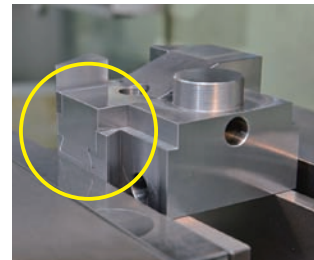
組合せ寸法確認



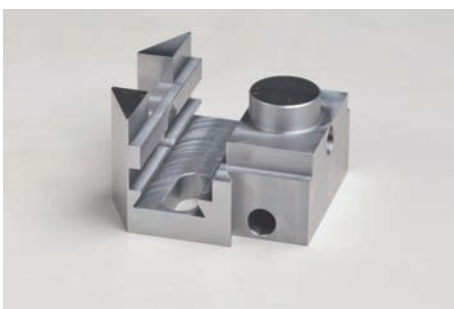
バイスを傾け、勾配部をエンドミルで加工し部品①ができ上がった時点で部品③とのはめあいを確認する。
部品③のはみ出し量を測定する。



ヤスリで勾配面を削る。
部品③が所定位置まで入るようになる。(右写真)

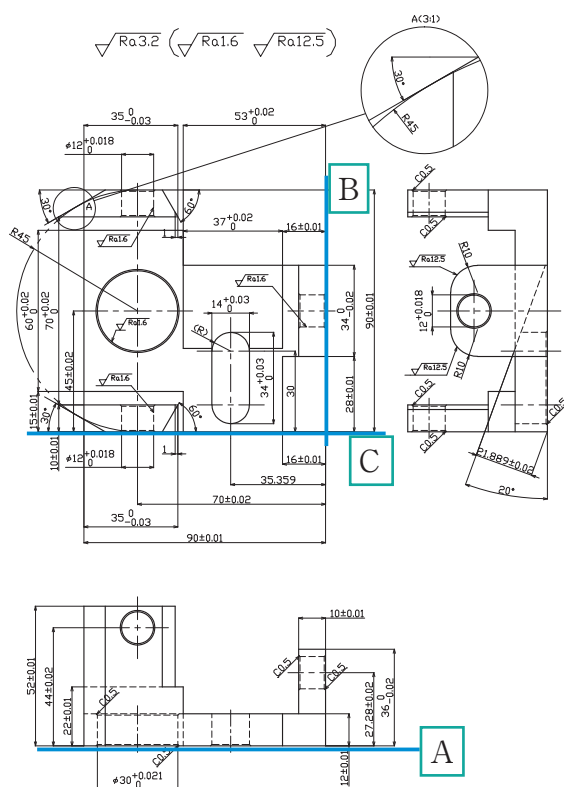


穴の勾配側のバリ取りを行う。



部品①の完成。

(2) 部品②の加工



技能ポイント

部品②には下記の技能が求められる。

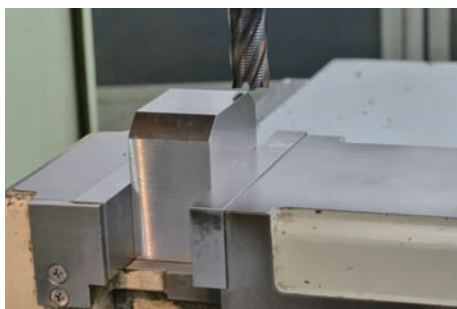
- (1) 同軸度を求められる離れた2個の穴加工
- (2) 手動による円弧加工
- (3) 高精度の長穴加工
- (4) 歪みの少ないクランプ方法

加工後は歪みやすい薄肉形状になるので、位置寸法を確保できる加工手順とクランプ方法を工夫すること。

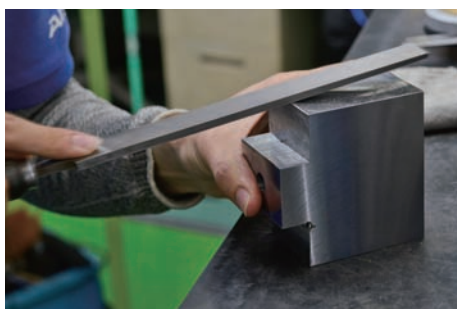
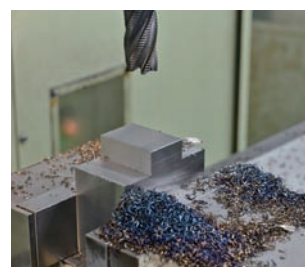
材料： $\phi 120 \times 57\text{mm}$ 、S45C

試し削りで $90 \times 90 \times 52\text{mm}$ 程度まで切削可能

荒加工



試し削り後のブロックを上面から削る。

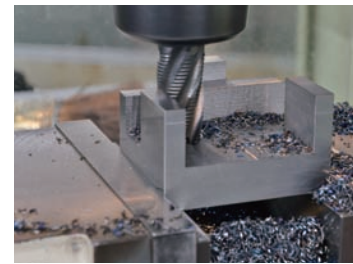
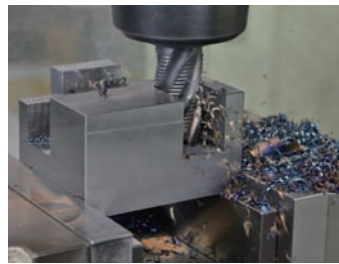
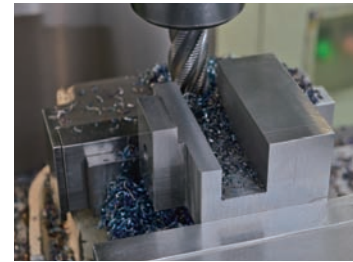


ドリルで穴あけ後、部品全体のバリ取りを行う。



ブロックの上に部品を置いてバイスで固定し、エンドミルで荒加工を行う。

F=手送り



穴加工 (φ12)



ドリルで穴あけ/荒加工後、仕上げに入る。
安定したクランプをするために、仕上げ高さ36mmの円弧加工部分の柱は、高さ方向を削らず、他の2つの柱 (52mm) と同じ高さを維持する。



φ12マンドレルを用いて部品基準面から穴位置までの距離を測り、穴の位置を決める。

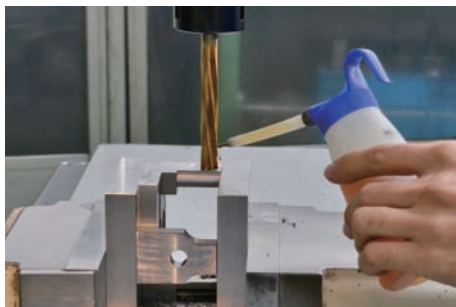


穴あけ位置が決まったら、調整機能付きボーリングバーを用いて穴径を大きくするとともに、正確な穴位置を加工する。





軸を偏心させて、面取りをする。

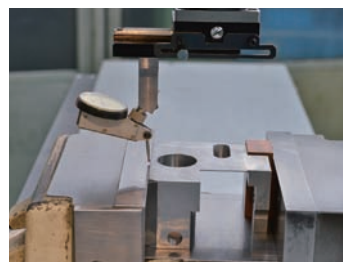
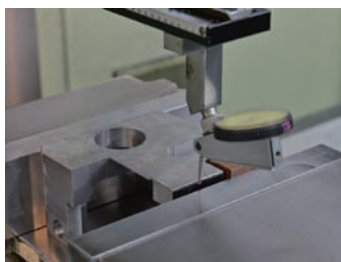
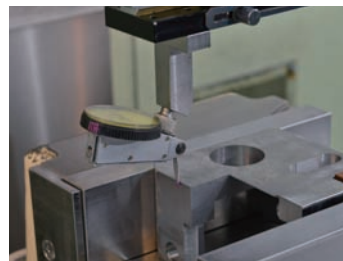


$\phi 12 +0.018/0$ の径をリーマで仕上げる。

長穴加工 ($\phi 14$)

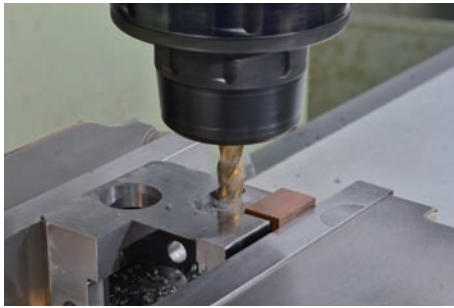


底面を上セットする。
加工面の4面を測定し、部品の位置を決める(加工原点)。



※長穴加工($\phi 14$)の手順

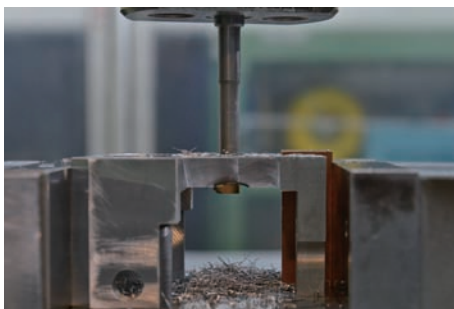
- (1) ドリルで穴あけ
 - (2) エンドミル $\phi 13.5$ で長穴加工
 - (3) エンドミル $\phi 13.8$ で長穴加工
- <仕上げ工程>
- (4) 面取り
 - (5) 仕上げエンドミルで長穴加工



エンドミルφ13.5とエンドミルφ13.8で荒加工する。



長穴表面の面取りを行う。



裏面も同一工具で面取りを行う。



仕上げ用エンドミルで仕上げる。
2回上から突いて、横に動かす。
最後は側面に当てないように、少し逃がして引き上げる。



斜面部仕上げ



斜面部が水平になるようにマイクロプロトラクターで角度 20° に傾けて部品を固定する。2箇所測定しY軸に沿って水平を確認する。
角度をセットしたら、エンドミルで仕上げる。



斜面部の長さを測る。
測定コロを部品とブロックの間に入れ、距離を測る。
長さは事前に計算しておく。

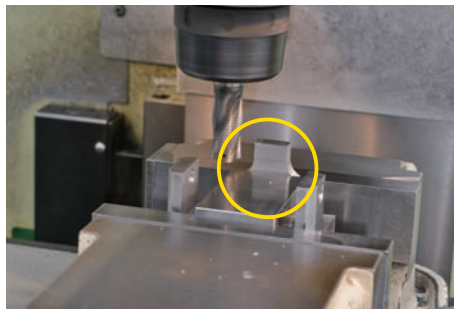


斜面部の厚み $16\text{mm} \pm 0.01$ をブロックゲージと比較測定する。



斜面部の幅 $37\text{mm} + 0.02/0$ をシリンダゲージで測定する。

仕上げ



高さ36mmまで頭の部分を削り取る。

F = 手送り

POINT

加工部のそばをクランプするために、ブロックを挟んでクランプする。



バリ取りをする。

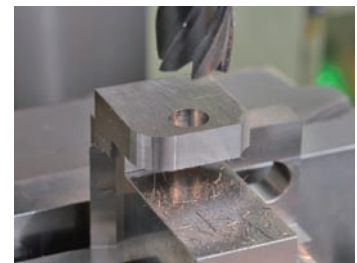


円弧加工をする。

事前に計算した値に基づき、ダイヤルゲージの寸法を見ながら、X軸、Y軸両方のハンドルを回す。

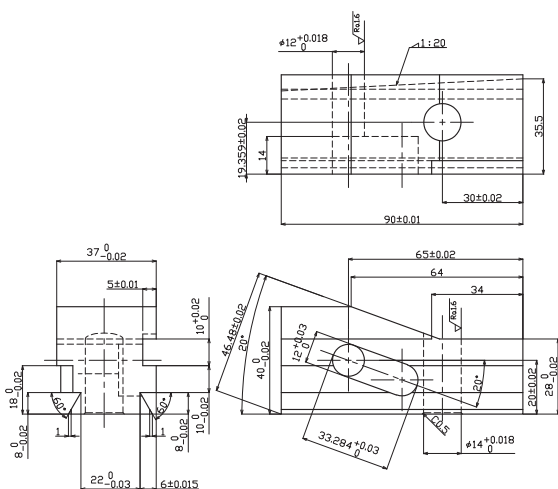
加工完了時、ペーパー仕上げは不要。

N=500rpm



部品②の完成。

(3) 部品③の加工



技能ポイント

斜め穴、部品①と嵌合する勾配を加工する技能が求められる。

材料：φ60×95mm、S45C

試し削りで37×40×90mm程度まで切削可能

穴あけ、T溝加工等は部品①②の要領で作る。

荒加工

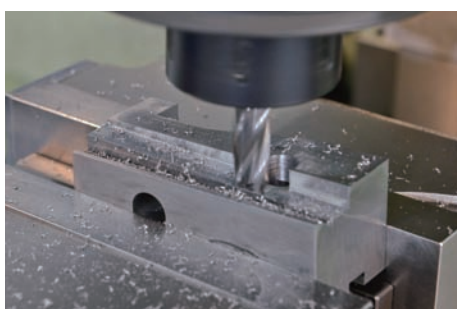


28mm厚に削る端を40mmのまま残し、勾配加工に備える。

1 : 20勾配加工



勾配に合わせ、被削物をセットする。
マイクロプロトラクターで角度を合わせる。
(部品面は荒加工で階段の形状になっている)

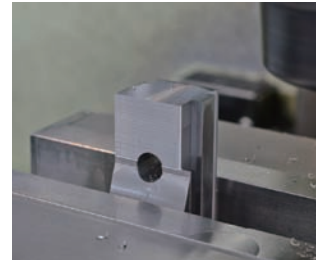


エンドミルで勾配部を仕上げる。(N=980rpm)
加工後、幅を測定し、確認する。





クランプのために残しておいた高さ28mm部の凸部を削る。



斜面部が水平になるように固定し、斜面部の寸法を測定する(部品①と同じ方法)。

長穴加工



バイスを回転させ、ダイヤルゲージで、20°の角度を確認する。



φ12マンドレルで外周を倣い、位置決めをする。



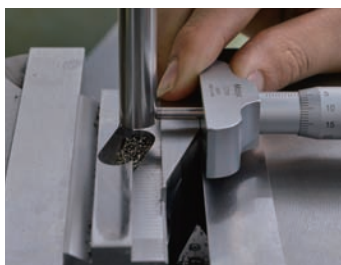
位置決め後、長穴の基準となる座標位置にエンドミルで穴を広げる。



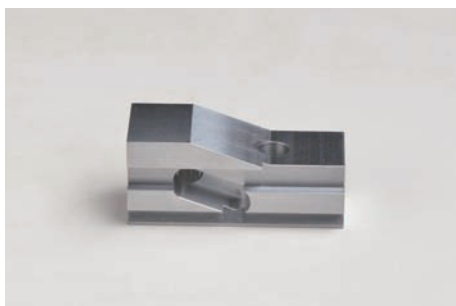
エンドミルで長穴を荒加工する。



φ12マンドレルを用いて、穴位置を確認する。

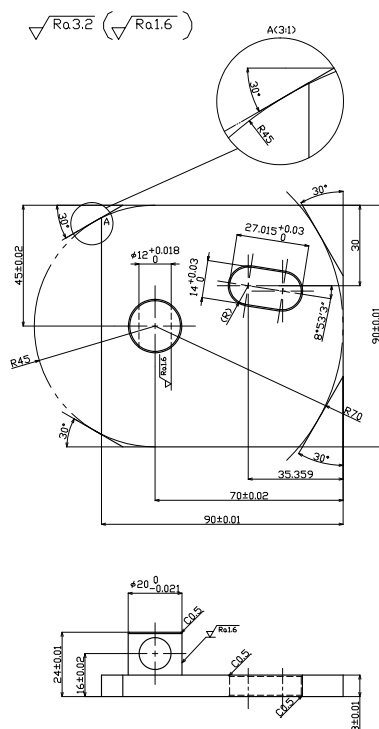


部品②と同じ要領で、長穴を仕上げる。



部品③の完成。

(4) 部品④の加工



技能ポイント

(1) クランプ

部品④（底板）の形状は比較的単純だが、加工後は肉厚が薄くなるので、クランプするとたわみやすい。

(2) 測定

円柱側の底面の 30° 端面は短い。どのように精度を確保するかという技能が求められる。

材料：φ 120 × 29mm、S45C

試し削りで90 × 90 × 28mm程度まで切削可能

部品①②の要領でエンドミル／ドリル加工をする。
ここでは、長穴と円柱部の仕上げと測定方法を示す。

円柱部仕上げ加工



面幅が狭く、ピンが入らないので、ブロックゲージを挟む。
傾きを確認した後、仕上げ加工をする。



部品のベース部分を仕上げる。





機械のハンドルメモリで円柱部の位置を決めて仕上げる。



長穴加工



バイスを回転させ、マイクロプロトラクターとダイヤルゲージで、角度 $8^{\circ} 53' 3''$ の角度セットを行う。

手順は、

- (1) マイクロプロトラクターを角度 $8^{\circ} 53' 3''$ にセットし、バイスに押し当てる。ダイヤルゲージを当てながら、Y軸を動かし、ダイヤルの針が振れなければ、マイクロプロトラクターで設定した角度にバイスがセットされている。
- (2) 角度が小さいので、X軸を一定量移動したときのダイヤルゲージの振れを測り、事前に計算した値になるかどうかで、傾き角度を確認する。



エンドミルでドリル穴の穴径を大きくし、移動して長穴の下穴加工をする。

POINT

板厚が薄い(8mm)ため、強くクランプするとたわみが生じるので、注意すること。



部品②と同様にエンドミルを用いて長穴2回目の荒加工をする。





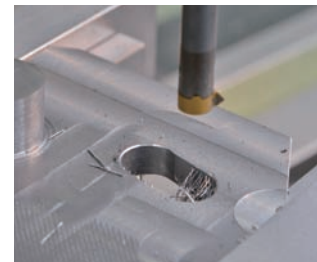
軸を手で回転させて心出しをする。
円柱部は仕上げ加工済みなので、心出しを精度良く行える。



バイスの位置は、フライス盤の目盛りではなく、機械にセットしたダイヤルゲージで確認する。



面取り（表／裏）を行う。



仕上げエンドミルで加工する。

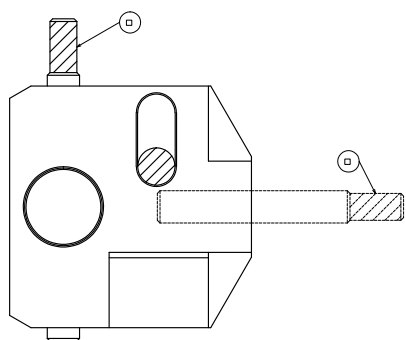
POINT

面取り後、仕上げエンドミルで加工した方が、バリが小さい。



部品④の完成。

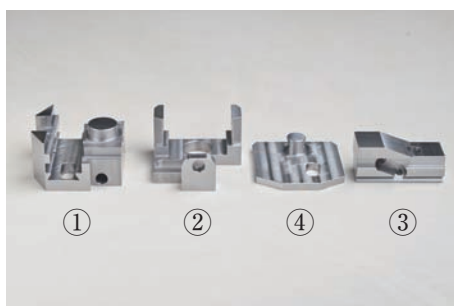
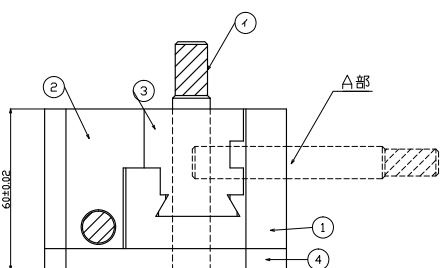
(5) 組立て



技能ポイント

フライス盤職種では組立寸法の減点比重が大きく、選手はこの減点を避けようと大変に気を遣って作業をしている。競技運営側もこの点に配慮をしつつ測定を行っている。

そこで、この大会では組立手順の違いによる組立寸法のばらつきを小さくするために、事前に次のような組立方法に統一した。



部品一覧。左から部品①、②、④、③。

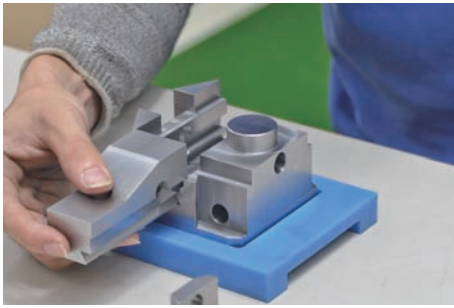


摺動部に機械油を塗る。



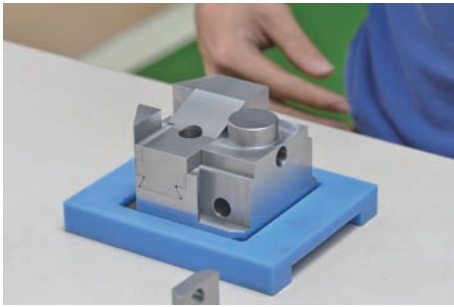
部品①と④の組立て

部品①を④のφ20部に挿入して組み立てる。

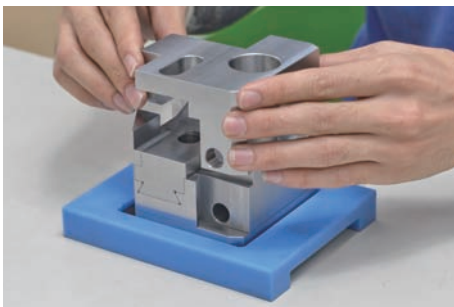


部品③の挿入

部品③の溝部を組合せスライドさせながら挿入する。
このときの勾配の向きに注意すること。



部品①と③の勾配部組合せによる段差が生じないように
注意すること。



部品②の組立て

部品②のあり部に注意して差し込む。



部品②のスライド

部品②をスライドさせながらはめ合わせるが、スライド
の状態が変わる時は歪みが生じている場合があると考え
られる。



φ14マンドレルを挿入する。



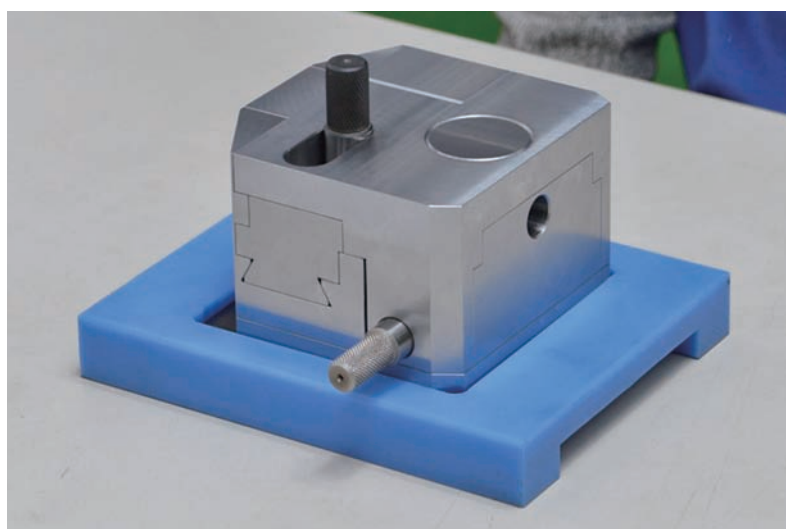
下の部品にかすかに当たって、入りが悪いようならば、木ハンマで軽く叩いても良い。



部品の組合せ状態を安定させるため、木ハンマで軽く叩く。

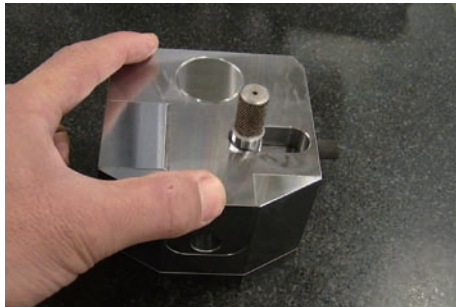


φ12マンドレルを挿入する。



完成。

<注意事項：前記の組立手順を採用しなかったために不具合が生じた例>



《マンドレル貫通状態》

組み立てた後に木ハンマで叩いて安定させておかないと、マンドレルの回転が重くなってしまい、マンドレル貫通状態の判定ランクが下がってしまうことがある。

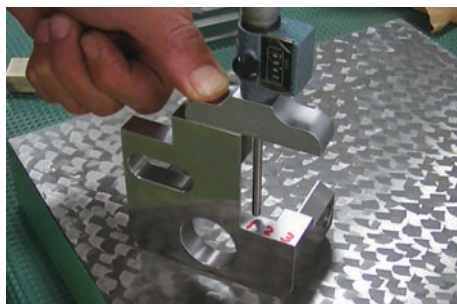


《組立寸法 60mm ±0.02》

部品が安定して組み合っていないと、測定した際のばらつきが大きくなる。上面6箇所（左写真参照）の平均で0.005mmの差が生じてしまうことがあった。

(6) 部品検査時の測定方法

各部品の形状的な特徴がある部分の測定方法と、不適切な例を以下に示す。

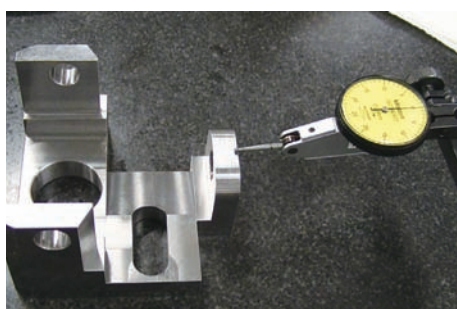


《部品② 53mm +0.02/0》

この部位ではデプスマイクロメータを使用し、下側に部材があり支え強度のある部分にデプスマイクロメータのベースを当て、測定する。この方法でも0.002mm程度のたわみがあるので測定圧には注意を要する。

写真右は、オーバーハングした部分を支点にして測定した測定誤差の大きい事例。

この測定方法では、測定荷重によるばらつきが約0.01mm生じる。



《部品② 36mm 0/-0.02》

この測定では、左の測定のように定盤上で、てこ式ダイヤルインジケータを用いて測定する。

底面の歪みによる部品の変形が考えられるので、それら誤差も含めた測定値が真の値であるとした。

写真右に示すようにマイクロメータで突部の高さを測定すると値は35.98mmとなり要求内に収まっているが、写真左の測定では36.01mmとなり、不合格となる。

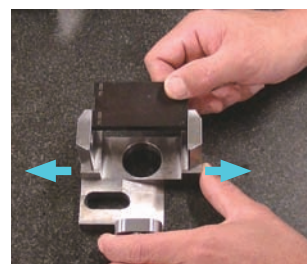


《部品② 70mm +0.02/0》

リニアハイト（株ミットヨ製）による方法が最も安定して測定できた。

ただし、リニアハイトから出力される値は“数値”であるため、正しい結果が得られているか不明確な場合がある。特に測定値が大きくばらつくときがこれにあたるため、その場合は、測定値を検証するためにてこ式ダイヤルインジケータで測定部位を確認した。

写真右の限界ゲージによる測定では、ゲージを差し込むと図中矢印のように製品が左右に開くような変形をしてしまい正しい判定結果が得られなかった。

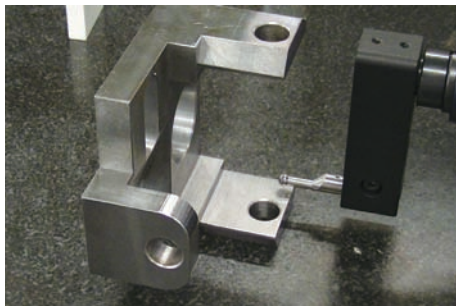


<リニアハイトによる測定手順>



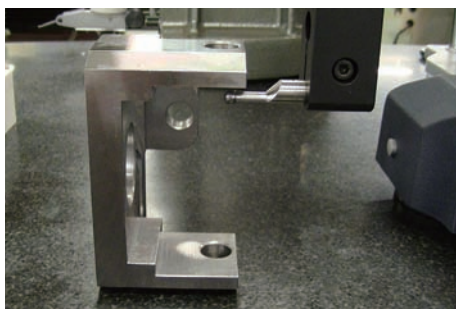
校正

10mmのブロックゲージで校正する。



測定：面①

リニアハイトの機能“内幅測定”を用いて測定する。測定方向は下方方向の面①を測定する。



測定：面②

同様に“内幅測定”で測定方向は上方方向の面②を測定する。



測定結果

判定結果は70.014となり、測定部は合格である。

9 期待される取組の成果

現在、製造分野において工作機械の主流は数値制御（NC）であり、効率や製品寸法のばらつきを低減させるため、汎用フライス盤よりも数値制御フライス盤（NCフライス盤）やマシニングセンタ（M/C）が多くの企業で使われているのが一般的である。

しかしながら、それら NC を使った加工に当たっても、加工工程や加工条件の選定には高い技能レベルやノウハウが必要であり、それらは汎用設備から培われた高い技能が反映されているのも事実である。

汎用設備を使い身に付けた加工技術、技能の原理・原則は、製品の正常・異常の判断や効率化・高精度化を追求する上で、下支えとなる必要な能力である。

技能競技大会（技能五輪）への取組を通じ、高い目標に向かい、短期間で若年技能者を育成することは、指導ノウハウの蓄積や指導者の早期育成に寄与する。また、将来職場の中核を担っていく若者に対し、目標の設定や最後までやり遂げるための努力・改善の必要性を体感させ、成長させる絶好の機会でもある。

本取組を通じ、将来のものづくりを担う人間形成と、若年者への技能尊重気運の醸成に貢献できることを期待している。

卷 末 資 料

(参考資料 1)

公表

第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 競技課題

次の注意事項および仕様に従って、課題図に示す部品①②③④を製作し、組立図のように組み立てマンドレルが滑らかに貫通するようにしなさい。

1. 競技時間 標準時間:5時間15分 打ち切り時間:5時間30分

2. 注意事項

- (1) 指定された工具および測定具以外のものを使用してはならない。
- (2) 特定の寸法に加工された工具等、本競技課題専用とみなされるものを使用してはならない。
- (3) スローアウェイ工具は持参工具点検時の状態を1本とし、コーナー変更は2本目の工具としてカウントする。したがって変更できるのは、持参工具点検時に展開している工具本数が規定の40本に満たない選手のみとする。なお、コーナー変更は、変更の意志を伝え、競技委員または競技補佐員の立会いのもとで行うこととする。
- (4) 1本の工具であっても2種類の切れ刃を持つ工具は2本とカウントする。
- (5) ヤスリや油砥石で面取り、バリ取り以外の製品の加工を行ってはならない。
- (6) 部品を重ね合わせたり、組み合わせた状態では、いかなる加工も行ってはならない。
- (7) $\phi 12H7$ 、 $\phi 14H7$ 、 $\phi 20H7$ 、 $\phi 30H7$ の穴加工は、ボーリング加工またはリーマ加工とする。ただし、不完全穴部を逃がす場合は $\phi 0.06\text{mm}$ (段差 0.03mm)以内とする。
- (8) 作業工程表や計算済みのメモ用紙、資料などを競技場に持ち込んではいけない。
- (9) 穴や溝加工などの試し削り用材料が必要な場合は、S45Cで $35\text{mm} \times 50\text{mm} \times 75\text{mm}$ のものを1個持参してもよい。
- (10) 競技の途中で誤作を発生した場合でも代品材料は支給しない。
- (11) 「午前中の競技終了の合図」以降の加工については、切削送り途中の場合のみ、その送り終了まで認める。ただし、超過した作業時間は午後の競技再開時間を遅らせて調整する。
- (12) 課題完成とは、「部品が全て組み立ち、マンドレルが貫通している状態」をいう。
- (13) 部品の組み立て、分解をおこなう場合は、角部の鋭角な部分でケガをしないように十分注意する。
- (14) 競技終了の合図以降は、いかなる加工及び作業もしてはならない。
- (15) 競技終了後は、すみやかに受取り検査を受ける。
- (16) 受け取り検査の際は、摺動用治具図面に示された治具および持参工具一覧表に示されたマンドレルを持参し、分解・組立て・摺動させること。
- (17) 製品提出時の防錆は各自の責任にて施し、提出する。
- (18) 保護メガネ、作業帽、安全靴などは必ず着用すること。
- (19) フロンやトリクロルエチレンなど、環境への悪影響が指摘されている洗浄剤や冷却剤は使用しない。
- (20) 不正行為、著しい不安全行為、技能五輪選手として品位を欠く態度、行動があった場合は競技委員の合議により失格とする。

3. 仕様

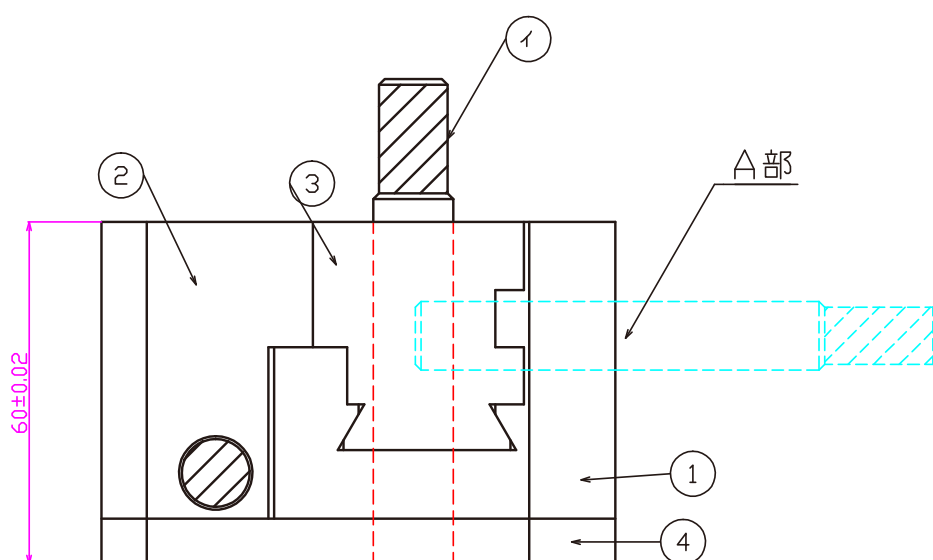
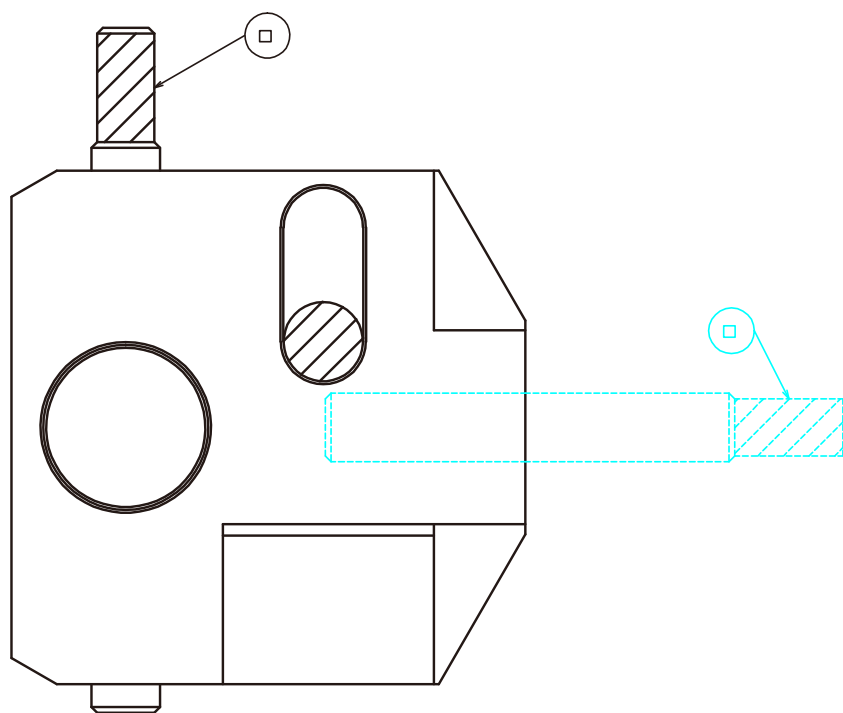
- (1) 課題図に示す部品①②③④を製作し、組立図のように組立て、マンドレル(イ)、(ロ)を挿入し、滑らかに貫通するようにしなさい。また、その状態で組立寸法 $60 \pm 0.02\text{mm}$ 以内にしなさい。(組立図参照)
- (2) 上記(1)の状態よりマンドレル(ロ)を抜き取り、A部に挿入し30度時計回りに回転させ、部品が円滑に摺動し、その状態でマンドレル(ロ)を更に挿入し、滑らかに貫通するようにしなさい。また、その状態で組立寸法 $67.28 \pm 0.02\text{mm}$ 、 $20 \pm 0.02\text{mm}$ 以内にしなさい。(摺動図参照)
- (3) 各部品を組み合わせた状態での接合面の隙間および段差は 0.03mm 以内であること。
- (4) 面取り寸法の指示がないカド部は糸面取り(C0.2~0.3)とする。
- (5) 指定のない部分の寸法公差は $\pm 0.2\text{mm}$ とする。
- (6) 各部品の仕上げ面は、 $3.2(\text{Ra})$ 以内にしなさい。ただし、R部は $12.5(\text{Ra})$ 、円筒部は $1.6(\text{Ra})$ 以内とする。

4. 支給材料

部品①	$\phi 120 \times 57\text{mm}$	1個	黒皮材、鋸切断	材質:S45C、生材
部品②	$\phi 120 \times 57\text{mm}$	1個	黒皮材、鋸切断	材質:S45C、生材
部品③	$\phi 60 \times 95\text{mm}$	1個	黒皮材、鋸切断	材質:S45C、生材
部品④	$\phi 120 \times 29\text{mm}$	1個	黒皮材、鋸切断	材質:S45C、生材

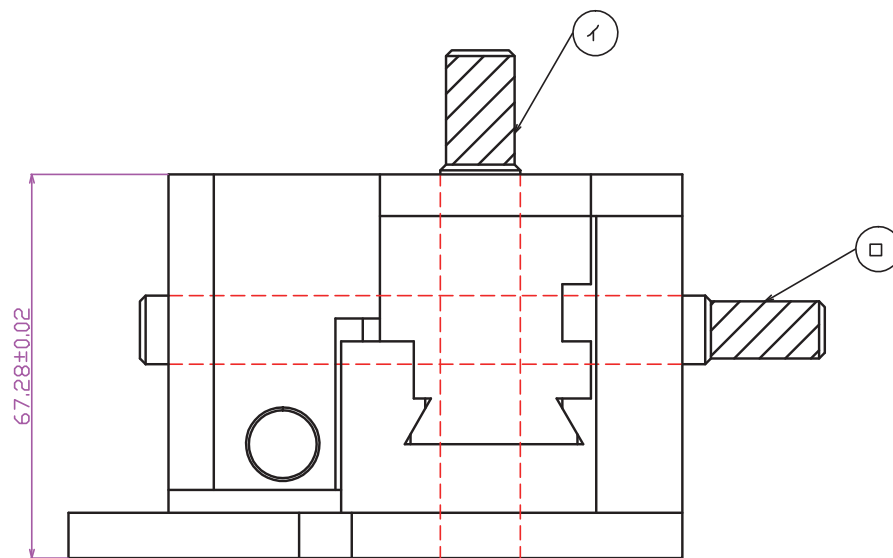
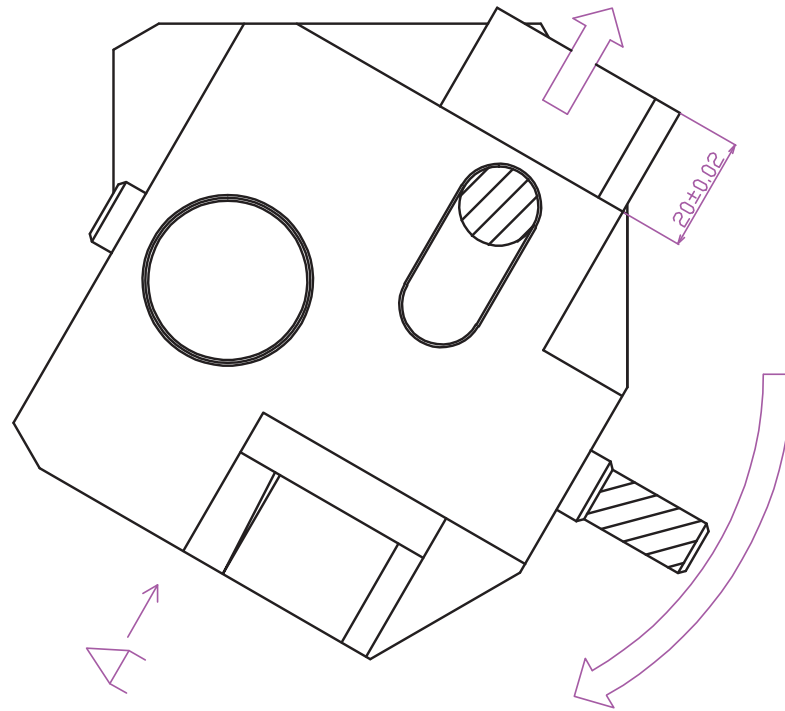
フライス盤職種競技課題(1/7)

組立図



第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 競技課題(2/7)

摺動図

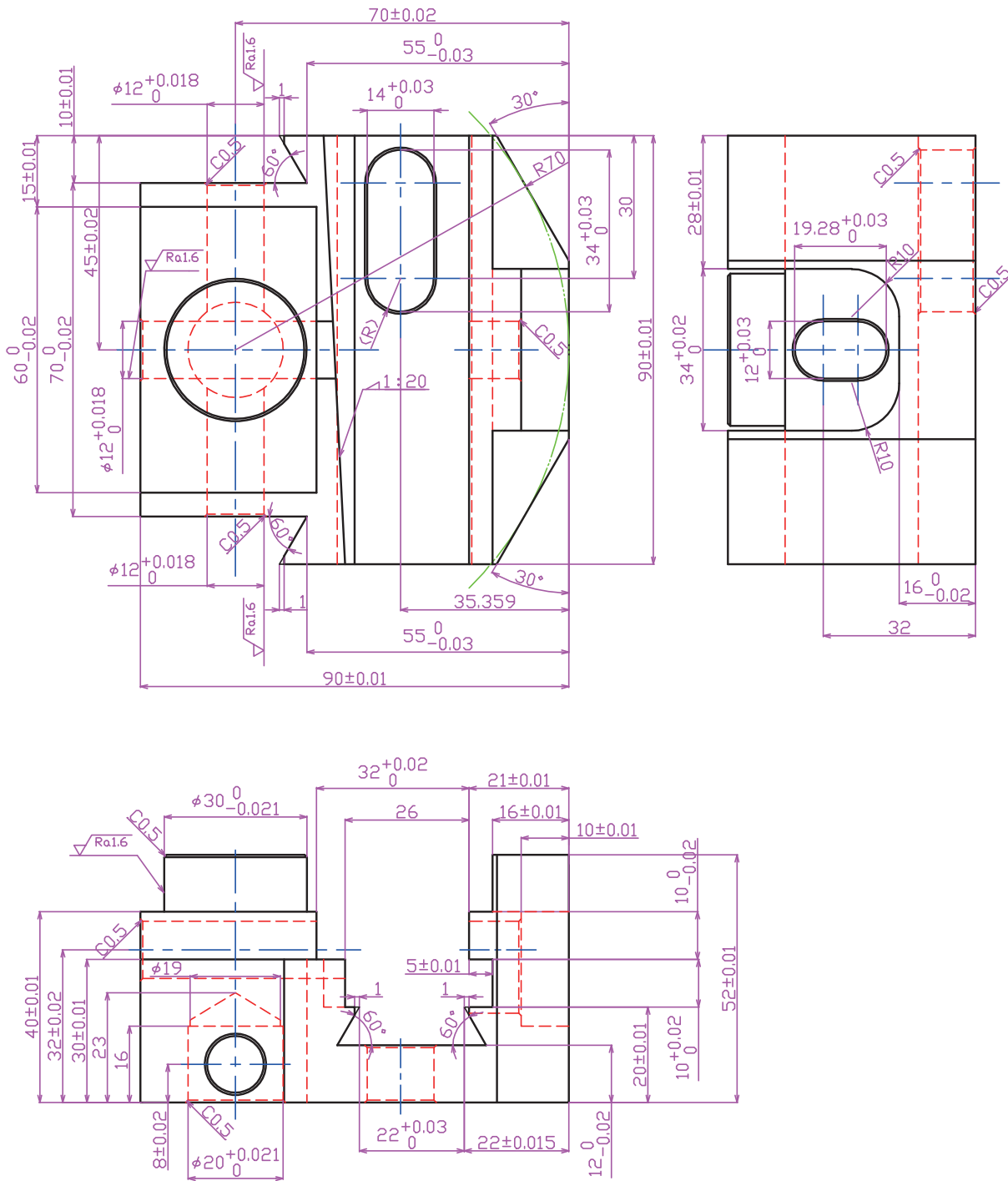


A矢视图

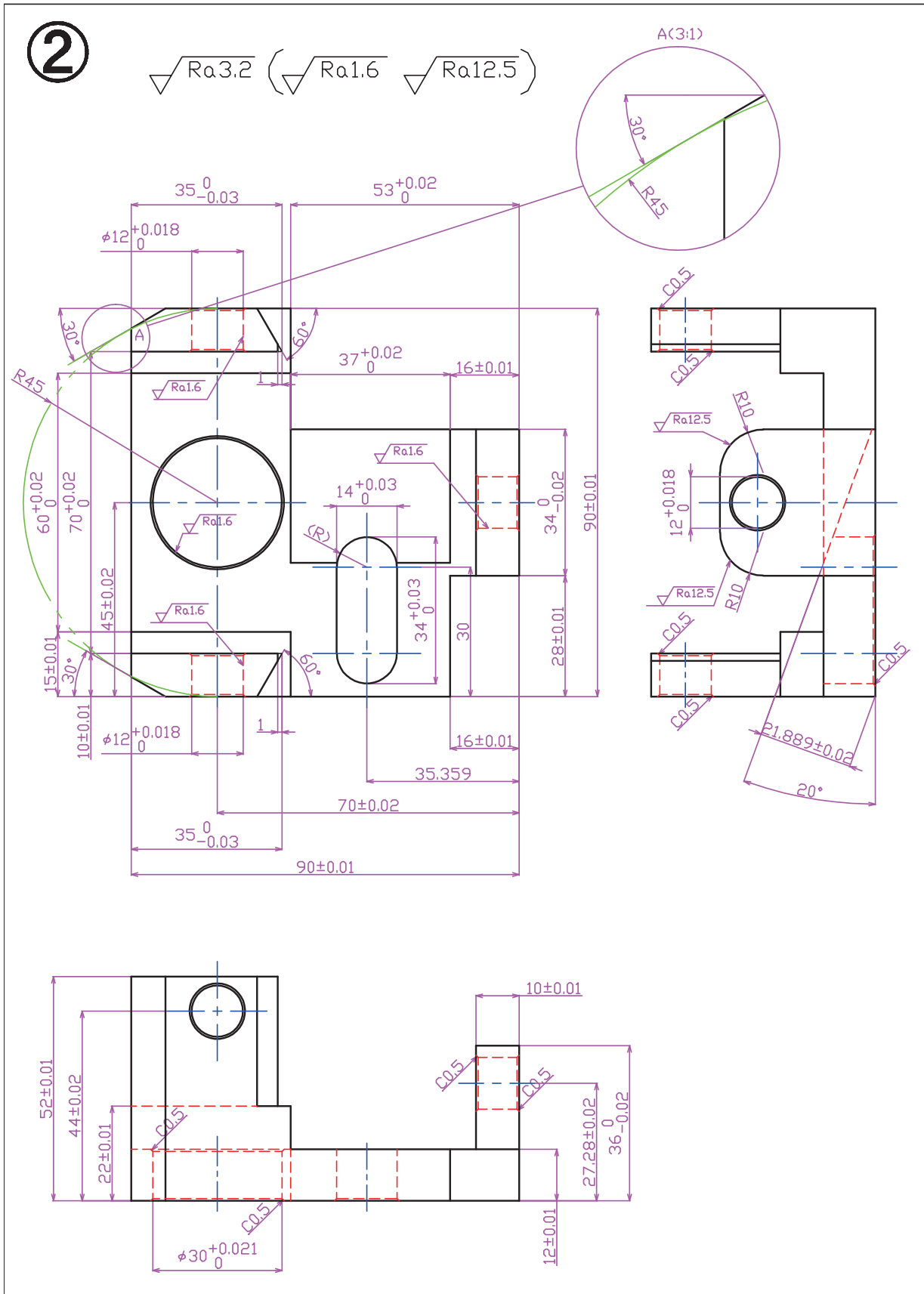
第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 競技課題 (3/7)

①

$\sqrt{Ra3.2}$ ($\sqrt{Ra1.6}$)



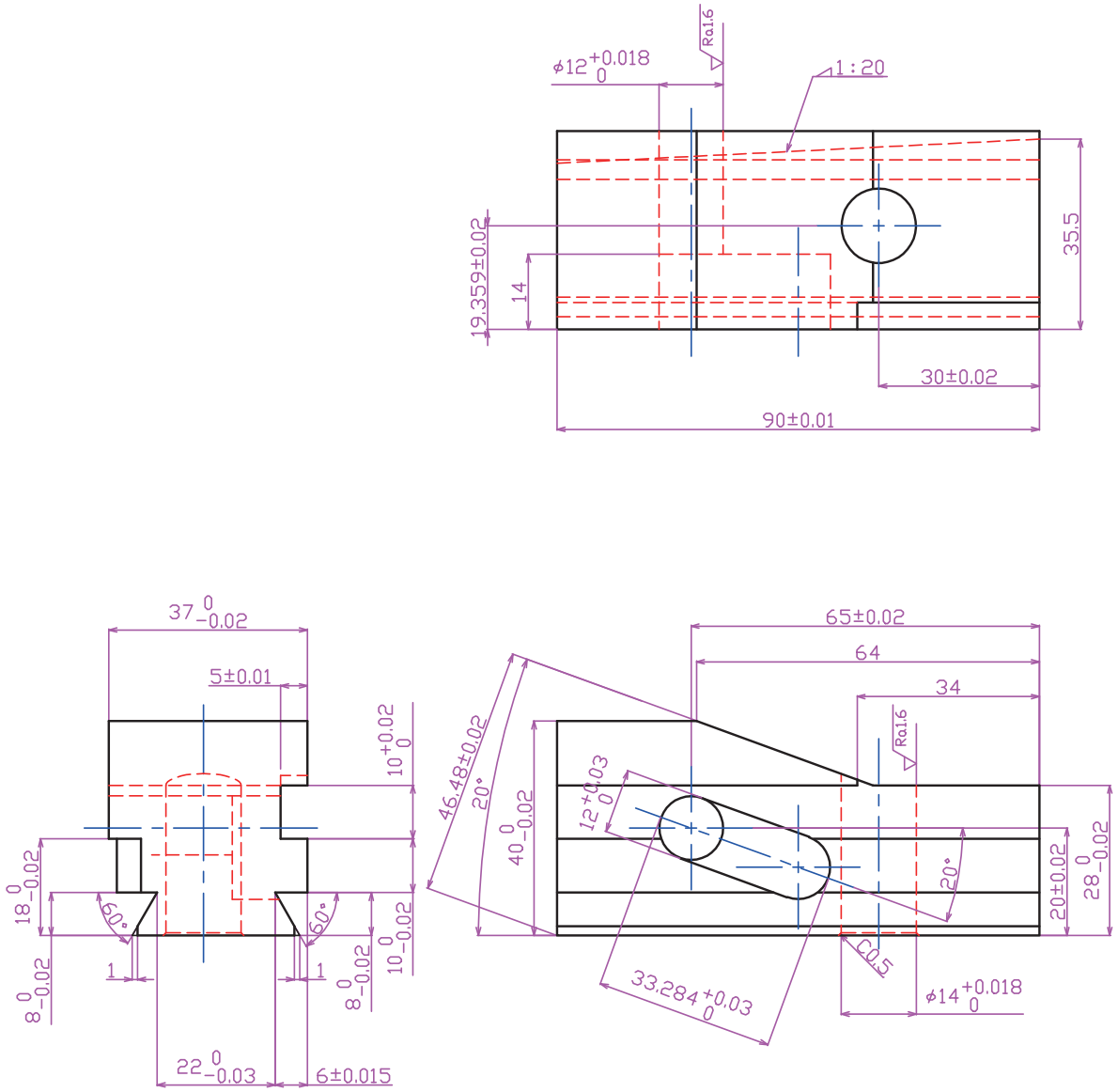
第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 競技課題 (4/7)



第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 競技課題 (5/7)

③

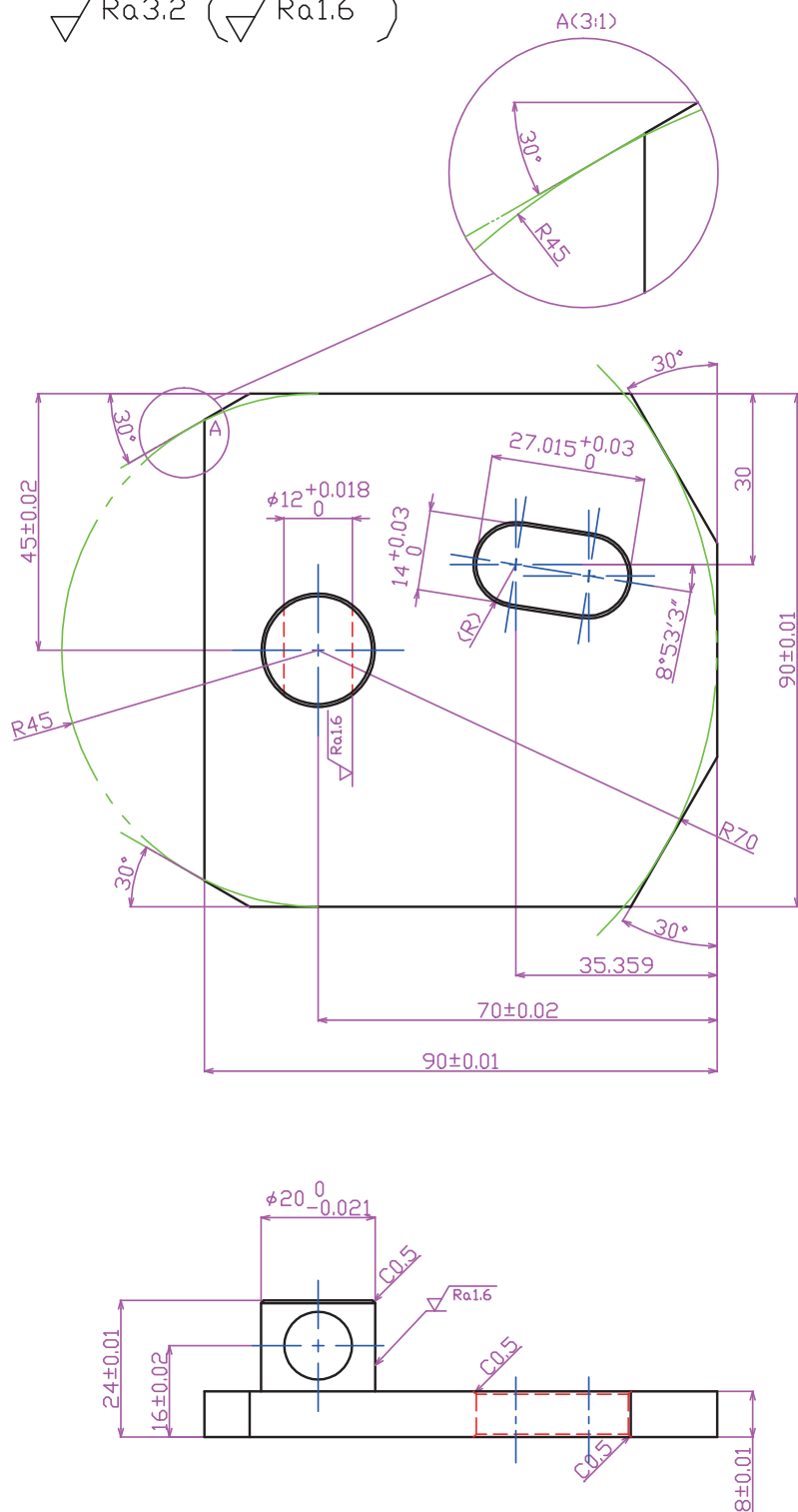
$\sqrt{Ra3.2}$ ($\sqrt{Ra1.6}$)



第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 競技課題 (6/7)

④

$\sqrt{Ra3.2}$ ($\sqrt{Ra1.6}$)



第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 競技課題 (7/7)

公表

第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 持参工具一覧表

区分	品名	形式・寸法	数量	備考	
工 具 類	1	正面フライス	合 計 40 以 内	2枚刃、多刃エンドミル	
	2	エンドミル			
	3	60° 片角フライス			ダブテール溝加工用
	4	T溝フライス			
	5	ドリル			
	6	センタドリル			
	7	マシンリーマ			
	8	ボーリングバイト			
	9	ドリルチャック		1	
	10	ボーリングヘッド		1	
	11	組立用マンドレル	φ14×70mm(有効長さ)	1	測定工具図面参照
	12		φ12×100mm(有効長さ)	1	
	13	芯出し用マンドレル	径、長さとも適宜	適宜	アキューセンタ等の心出し用工具不可
	14	アダプタ	ナショナルテーパ50番に合う物	1	注1参照 コレット、スリーブとも
	15	ミーリングチャック		適宜	
	16	クイックチェンジホルダ	ナショナルテーパ50番に合う物	1	
	17	マシンバイス	口金の高さ50mmとする	1	旋回台付きの物は不可
測 定 工 具 類	18	プラグゲージ	φ12、φ14、φ20、φ30mm	各1	各穴用
	19	外側マイクロメータ		適宜	デジタル仕様可、市販品に限る
	20	デプスマイクロメータ		適宜	デジタル仕様可、市販品に限る
	21	内側マイクロメータ		適宜	デジタル仕様可、市販品に限る
	22	三点支持マイクロメータ		適宜	デジタル仕様可、市販品に限る
	23	シリンダゲージ		適宜	デジタル仕様可、市販品に限る
	24	ブロックゲージ		適宜	
	25	ノギス		1	デジタル仕様可、市販品に限る
	26	スケール		1	
	27	スコヤ	脚の長さ100~150mm	1	
	28	分度器	ベベルプロトラクタ	1	ベース付き可
	29	測定用コロ		適宜	正寸に限る
	30	ダイヤルゲージ		適宜	ホルダ付き可
	31	シクネスゲージ		適宜	
32	リングゲージ		適宜		
33	Vブロック	20°、30°、1/20	各1	機上での使用は認めない	
そ の 他	34	ケガキ用コンパス		1	
	35	ケガキ用ポンチ		1	
	36	ケガキ針		1	
	37	ハイトゲージ		1	
	38	トースカン		1	

フライス盤職種持参工具(1/3)

第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 持参工具一覧表

区分	品名	形式・寸法	数量	備考	
その他	39	ダンゴ針	1		
	40	スケールホルダ	1		
	41	ササツパ、キサゲ	穴バリ取り用	適宜	加工したのも可
	42	ヤスリ	穴バリ取り用	適宜	加工したのも可
	43	油砥石		適宜	ハンドラップも可
	44	ハンマ		適宜	材質は問わない
	45	平行ブロック	10×20×150mm	1組	
	46		10×30×150mm	1組	
	47		10×40×150mm	1組	
	48		10×45×150mm	1組	
	49	クサビ		1組	工具取り外し用
	50	バイス用当て板、当て棒	六面体、丸、半丸	適宜	材質は問わない、課題専用は不可
	51	防錆油		適宜	
	52	洗浄油		適宜	フロン、トリクロルエチレンは不可
	53	保護メガネ		1	必ず着用のこと
	54	安全靴		1	必ず着用のこと
	55	三角関数表		1	プログラム付電卓でも可
	56	筆記用具		適宜	マジック等も可
	57	プライヤ		1	プラグゲージ抜き取り用
	58	ウエス		適宜	
	59	ブラシ		適宜	
	60	刷毛		適宜	
	61	定盤		1	支柱付、ダイヤルゲージ付も可
	62	エア一機器	エア一コンプレッサー等	適宜	
	63	延長コード		適宜	切くずに耐性のあるもの
	64	ライト		適宜	
	65	摺動用治具		1	摺動用治具図面参照
66	試し削り材料	35mm×50mm×75mm	1	S45C	
67	その他		適宜	レンチ、ドライバ、スパナ、テープ類 光明丹、洗油等	

第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種

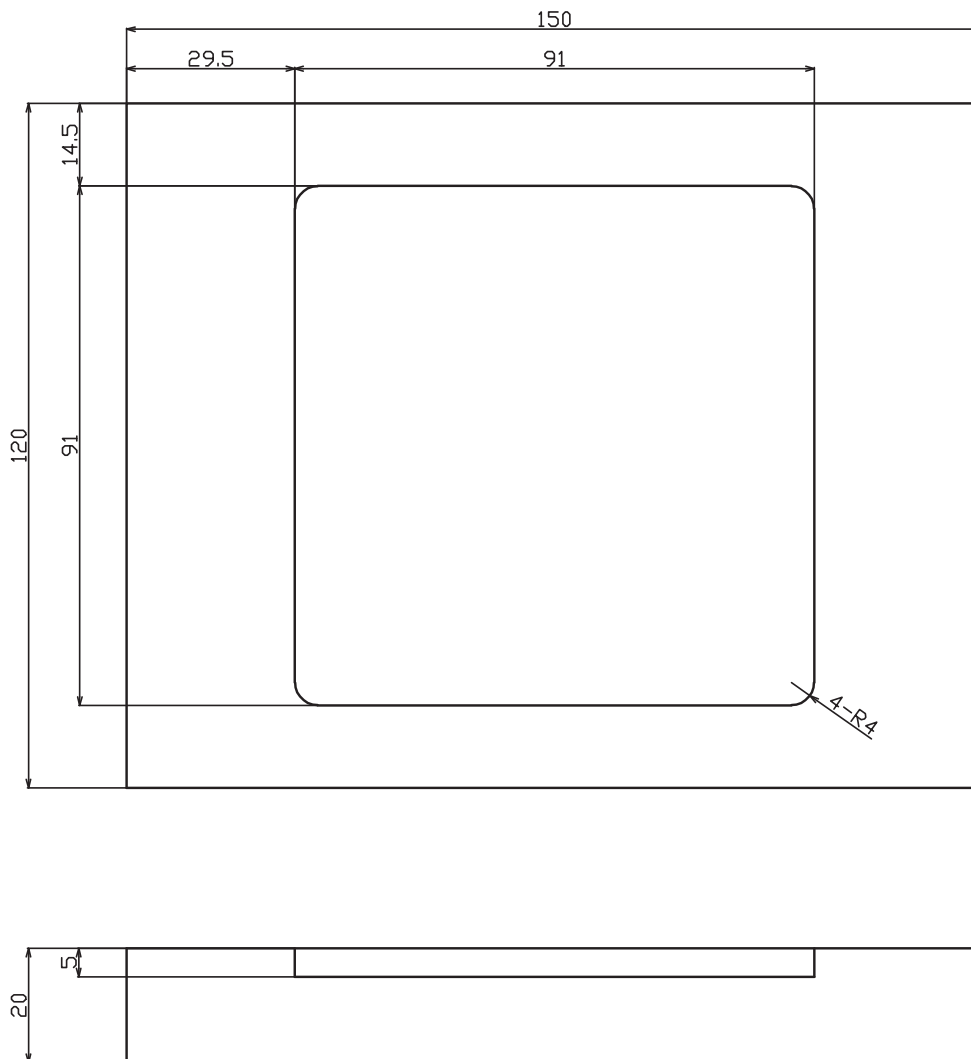
【一般注意事項】

- 1、アダプタは外テーパ(フライス主軸端との接触部分)がナショナルテーパ#50(JIS6101、フライス盤主軸端#50)で内テーパとの接触部分は、別記一覧表の工具が使用できるものとする。
- 2、アダプタ引きねじの直径は1インチ及び5/8インチとする。
- 3、切削油は手差し給油程度とする。
- 4、輸送中の破損を考慮して、工具類の予備品を持参してもよい。但し、予備品の展開は原則として認めない。異常を発見したときは、競技委員の了解を得て予備品と交換する。
- 5、課題の公開に伴い、持参工具の中で本課題専用の工具とみなされる改造を行ったものを使用した場合は失格とする。
当て板・当て棒については以下の定義とする。
 - ・六面体、丸、半丸で段、溝、穴などの加工が施されていないもの。
 - ・部品に組み合わせた時に溝幅や穴径と同一寸法でないもの。
(部品より1mm以上小さいこと)
 - ・部品に組み合わせてバイスにチャックした時に当て板と部品のチャック面が同一平面にならないもの。(当て板が1mm以上の寸法差があること。)
 - ・高さ調整用として使用しない。
- 6、持参工具一覧表の中で、課題製作上、不必要と思われるものは持参しなくてもよい。
- 7、競技で使用する作業台は、競技委員、補佐員、見学者から製品や作業状況が見られるように透明なアクリル板等で工夫すること。
- 8、機械精度を補完する為の治具の使用は、機械本体への加工を必要としない簡易取り付けのものに限る。(例:ダイヤルゲージスタンドなど)
機械をいためるような治具の取り付けは行わない。
- 9、保護メガネ、作業帽、安全靴は必ず着用しなさい。また、延長コード類は耐火性のあるものを使用すること。
- 10、電卓については、予め課題に必要なプログラムを入力しておいてもよい。
- 11、マシンバイスは各自で持参とする。但し、バイスの大きさは口金高さ50mmを標準とする。
なお、旋回台付きのものは使用を認めない。
- 12、バイスハンドルの柄の長さは、全長180mm程度とする。(柄が長いとサドル移動時に干渉する)
- 13、1本の工具で2種類の切れ刃を持つ場合は「工具2本」とカウントする。
- 14、チップを交換する場合は、全て拳手をして、競技委員および補佐員の許可を得てから交換する。
使用工具本数が40本になったら以降、チップ交換はできない。
- 15、競技時間中、時間の節目に対して競技委員及び補佐員より10分前、1分前の合図を入れる。
- 16、あらかじめ数値などが書いてある資料の持込みはできない。当日配布した用紙を使用する。
- 17、競技用材料に対する処置・行為は、試し削り時間を含む競技時間内で行なう。
ただし、試し削りにあたり、配布された競技用材料の寸法チェックとバリ取りはこの限りではない。
- 18、使用するフライス盤は、(株)エツキ2MF-V BS型である。

公表

摺動用治具図面

各自下図のような治具を製作し、摺動時に使用すること。
 ただし、指定された寸法で加工し、持参すること。



材質	数量
MCナイロン	1

第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 摺動治具図面 (1/1)

公表

第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 会場設備基準

区分	品名	寸法または規格	数量	備考	調達責任
競技用	フライス盤	立形2番	1台/選手	(株)エツキ2MF-VBS	
	機工具類	フライス盤付属のもの	1式/機械	スパナ、ドライバ等	
	衝立(ツイタテ)	1200×1800mm	3台/機械	切り屑対策用	
	作業台	600×800mm程度	若干	工具・測定具展開用	
	図面立て	若干	A4判6枚程度の大きさ		

第 50 回 フライス 盤 職 種 会 場 設 備 基 準

公表

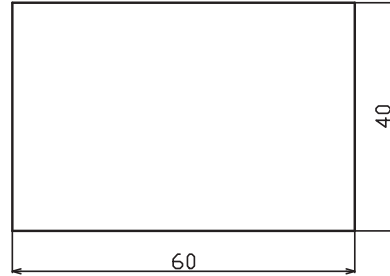
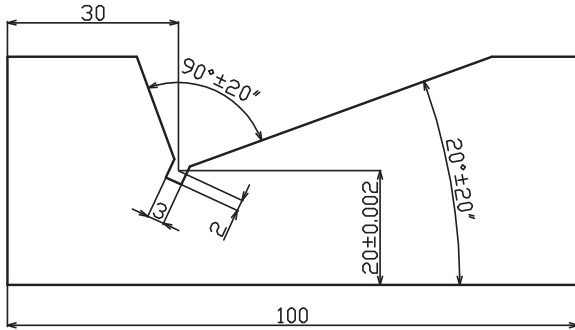
第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 採点項目

採点項目		
製品採点	表面粗さ	
	組立採点	組立隙間
		組立段差
		組立寸法
		マンドレル貫通状態
		摺動状態
		勾配部精度
	部品寸法精度	① ② ③ ④
	外観減点	
	形状減点	

公表

測定工具図面

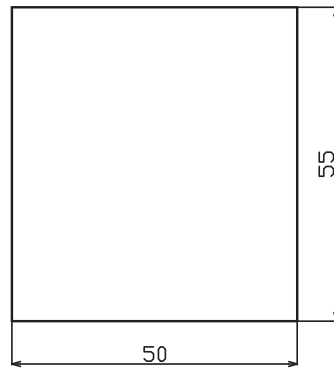
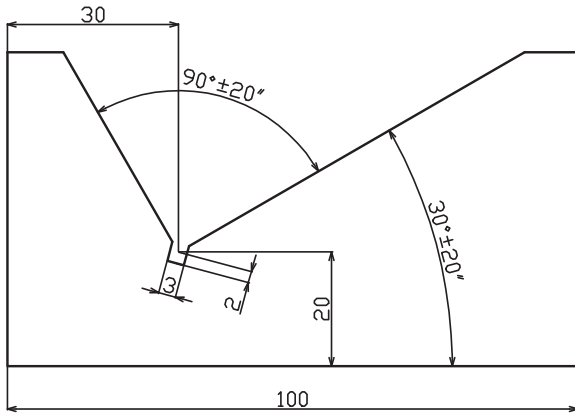
1 20°Vブロック



数量

1

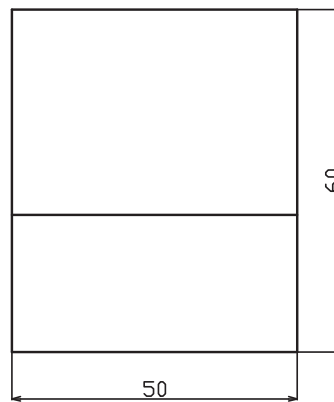
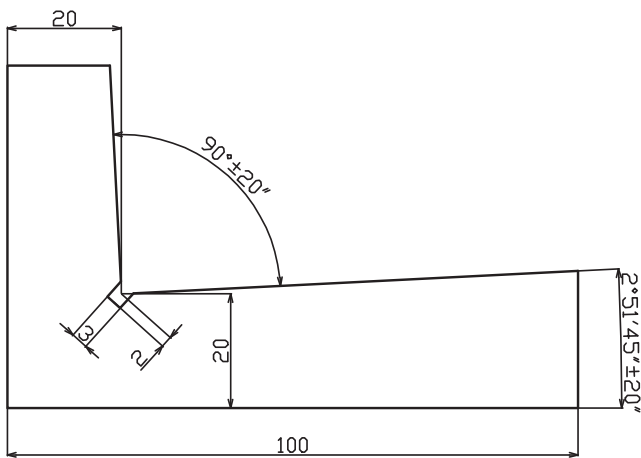
2 30°Vブロック



数量

1

3 1/20°Vブロック



数量

1

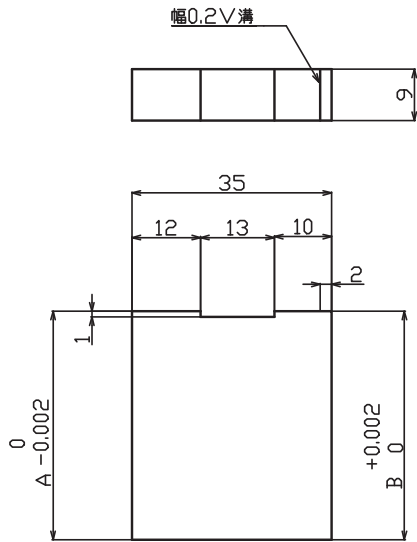
第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 測定検査工具図面 (1/4)

測定工具図面																							
4	検査用プラグゲージ		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>ϕd</th> <th>ϕD</th> <th>数量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>12</td> <td>12.018</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>14</td> <td>14.018</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td> <td>20.021</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30</td> <td>30.021</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	NO	ϕd	ϕD	数量	1	12	12.018	1	2	14	14.018	1	3	20	20.021	1	4	30	30.021	1
NO	ϕd	ϕD	数量																				
1	12	12.018	1																				
2	14	14.018	1																				
3	20	20.021	1																				
4	30	30.021	1																				
5	マンドレル		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>A</th> <th>ϕd</th> <th>数量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>100</td> <td>11.989</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>70</td> <td>13.989</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	NO	A	ϕd	数量	1	100	11.989	1	2	70	13.989	1								
NO	A	ϕd	数量																				
1	100	11.989	1																				
2	70	13.989	1																				
6	R溝専用ゲージ		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>数量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>19.280</td> <td>19.310</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>27.015</td> <td>27.045</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>33.284</td> <td>33.314</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>34.000</td> <td>34.030</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	NO	A	B	数量	1	19.280	19.310	1	2	27.015	27.045	1	3	33.284	33.314	1	4	34.000	34.030	1
NO	A	B	数量																				
1	19.280	19.310	1																				
2	27.015	27.045	1																				
3	33.284	33.314	1																				
4	34.000	34.030	1																				

第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 測定検査工具図面 (2/4)

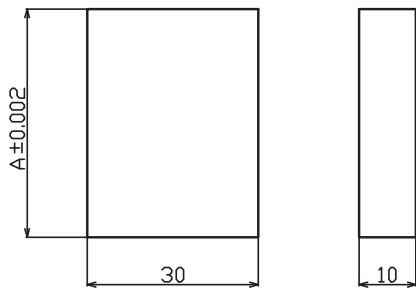
測定工具図面

7 NO・GOゲージ

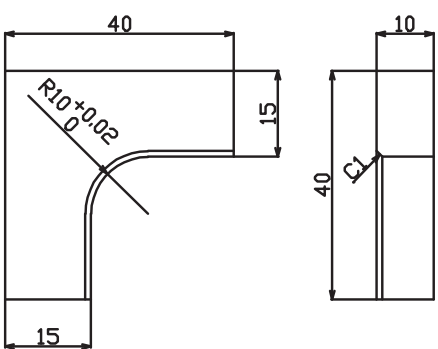
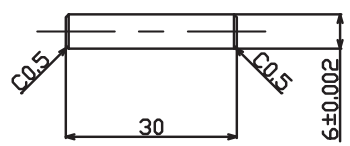
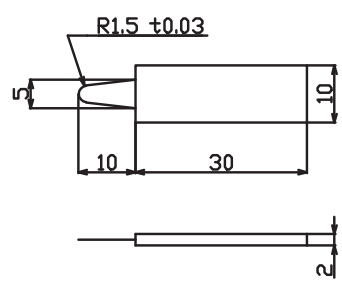
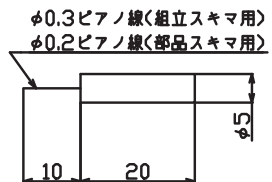


NO	A	B	数量
1	10.000	10.020	1
2	12.000	12.030	1
3	14.000	14.030	1
4	14.845	14.875	1
5	32.000	32.020	1
6	34.000	34.020	1
7	37.000	37.020	1
8	60.000	60.020	1
9	70.000	70.020	1

8 専用ブロック



NO	A	数量
1	2.196	1
2	12.359	1
3	21.280	1
4	25.577	1
5	37.423	1
6	41.889	1
7	63.196	1
8	66.480	1
9	67.280	1

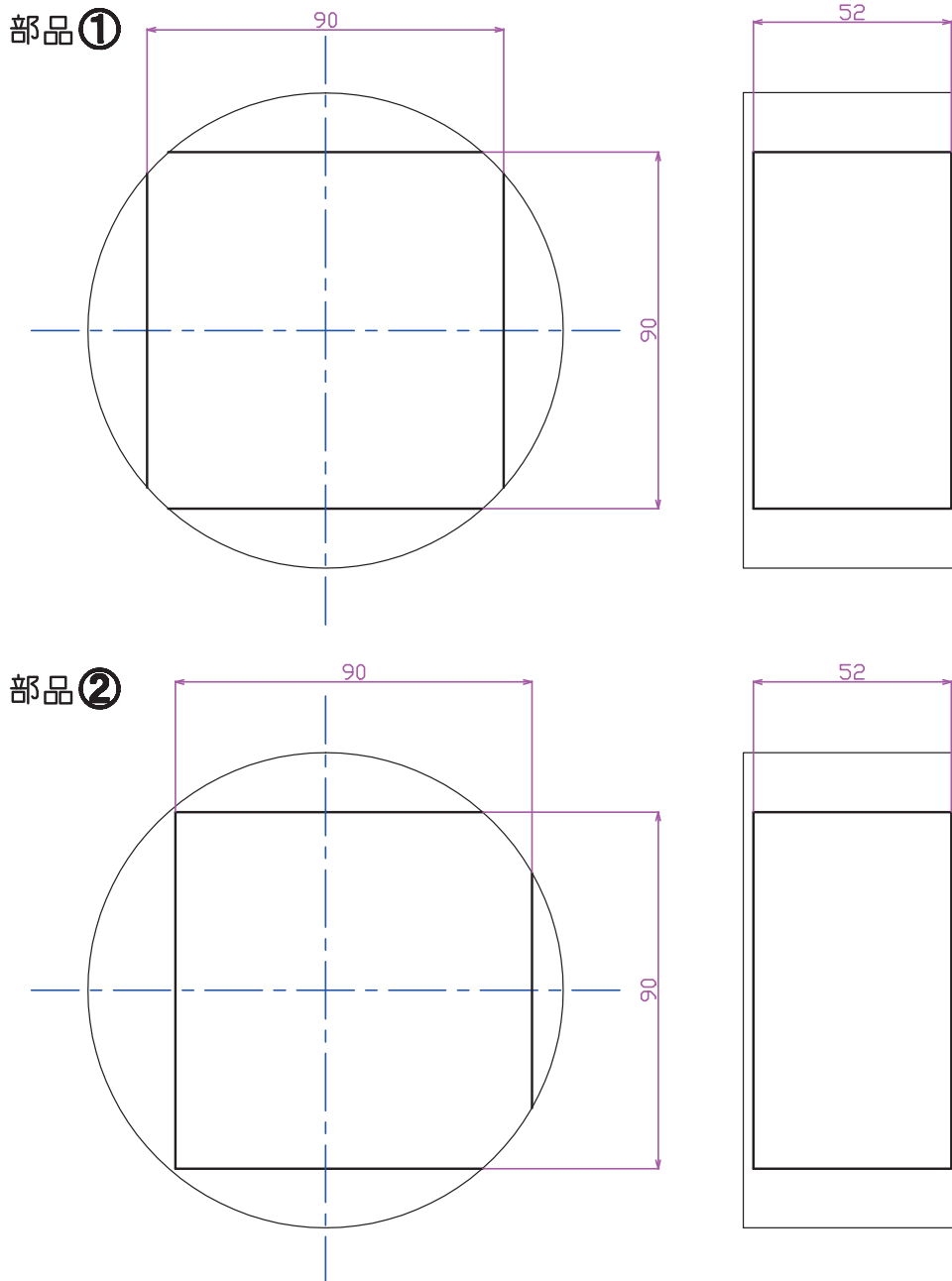
測定工具図面			
<p>9 Rゲージ</p> 		<p>10 測定コロ</p> 	
	数量		数量
	2		8
<p>11 組立てスキマゲージ</p> 		<p>12 R部スキマゲージ</p> 	
	数量		数量
	2		各2

第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 測定検査工具図面(4/4)

公表

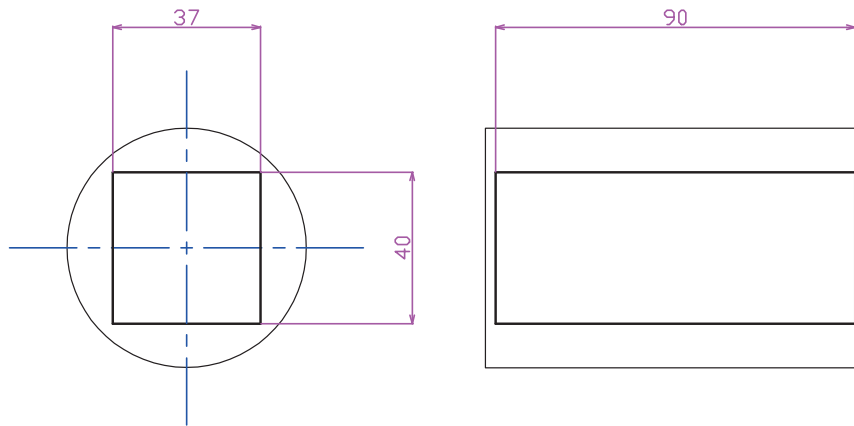
第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 試し削り図面

- 1.作業工程上、都合の悪い場合は図示の寸法まで加工しなくてよい。
- 2.各素材に対する削り代の配分は任意とする。

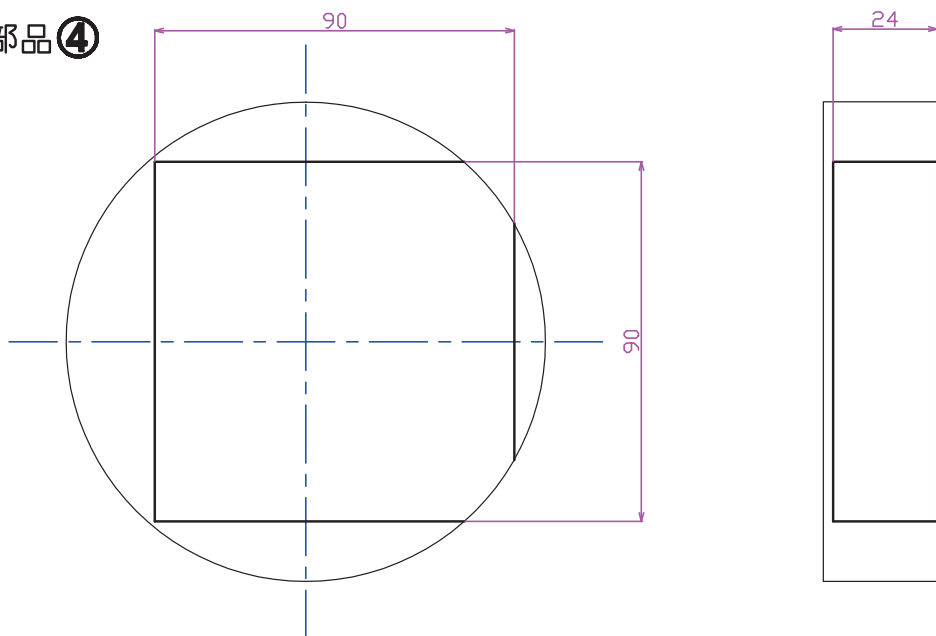


第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 試し削り図面 (1/2)

部品③



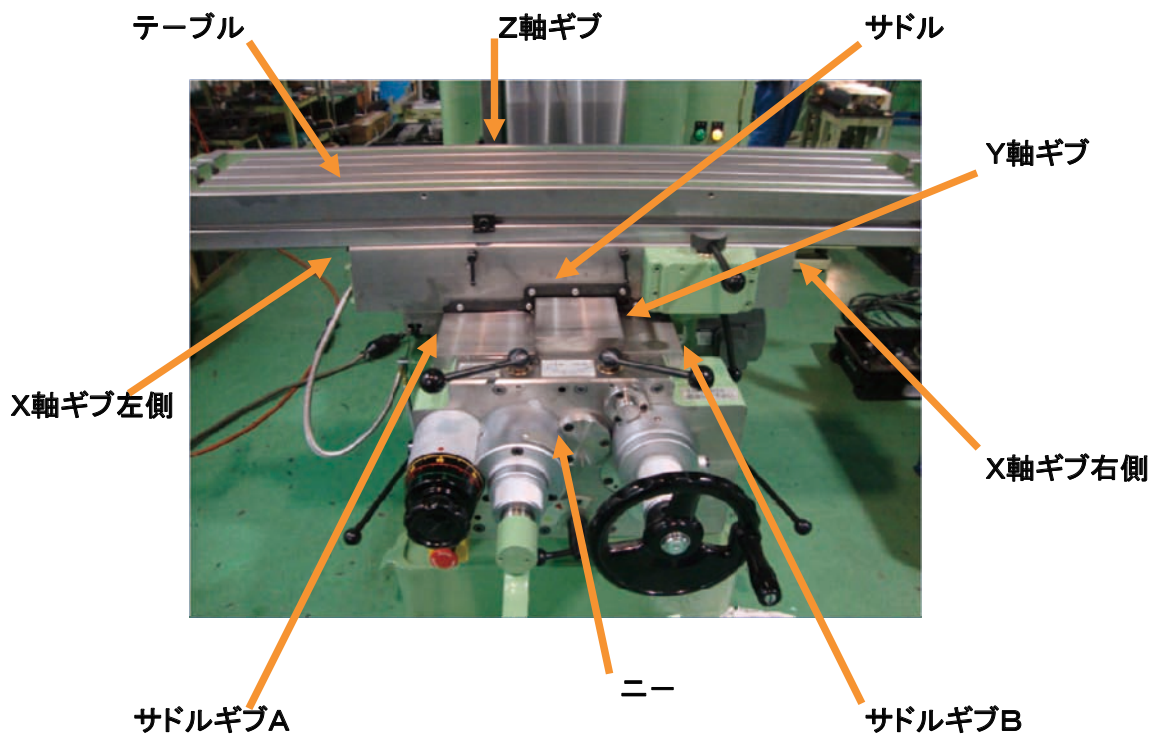
部品④



第50回技能五輪全国大会「フライス盤」職種 試し削り図面 (2/2)

(参考資料2)

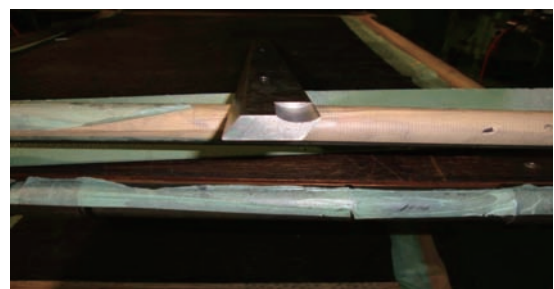
大会で使用した(株)エツキ社製フライス盤ギブ（カミソリ）調整手順



X軸ギブ



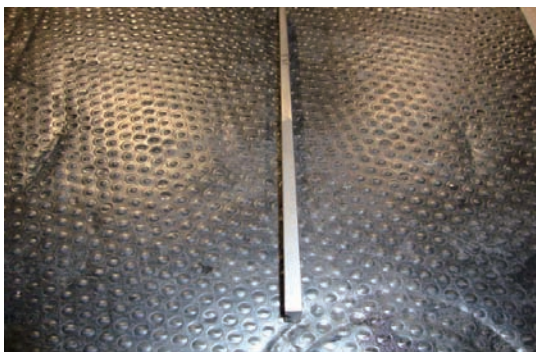
摺動面



左端面

* ギブはクサビ状の形状をしています。

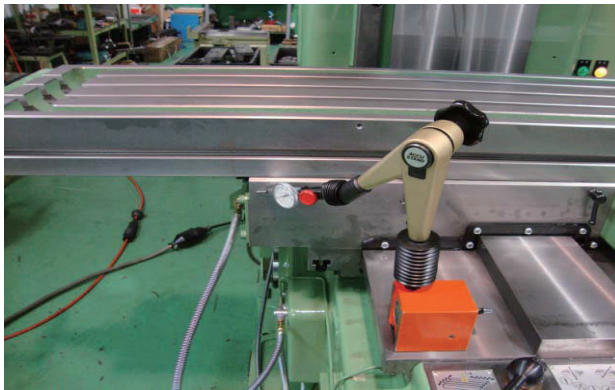
Y軸ギブ



Z軸ギブ



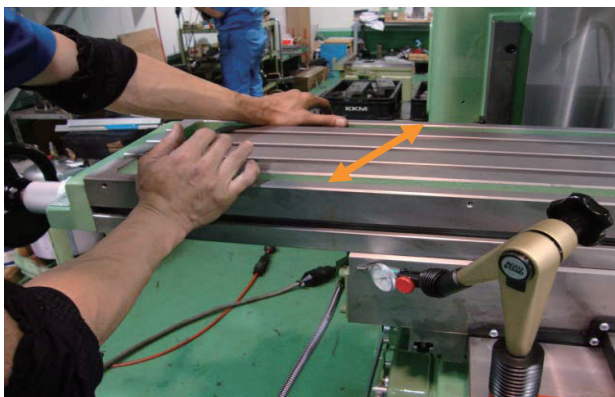
Y 軸 ギブ 調整 手順



- ① サドル左端に1目盛 2μ のインジケータを当てます。



- ② インジケータの針を0に合わせます。



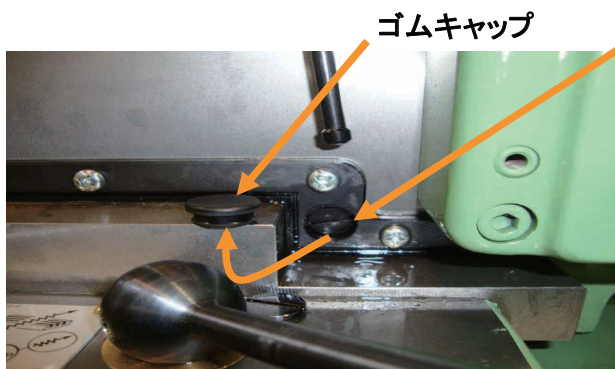
- ③ テーブル端を力いっぱい前後に振ります。



- ④ インジケータの針が前後に振れます。通常出荷時の値は $3\mu \sim 4\mu$ です。

* ギブの当たりが良くないと $10\mu \sim 30\mu$ 振れる場合があります。その場合は次のような調整を行って下さい。

* Y軸のギブの当たりが出ていないとY方向に加工を入れた時にX軸に対する直角が出なくなります。



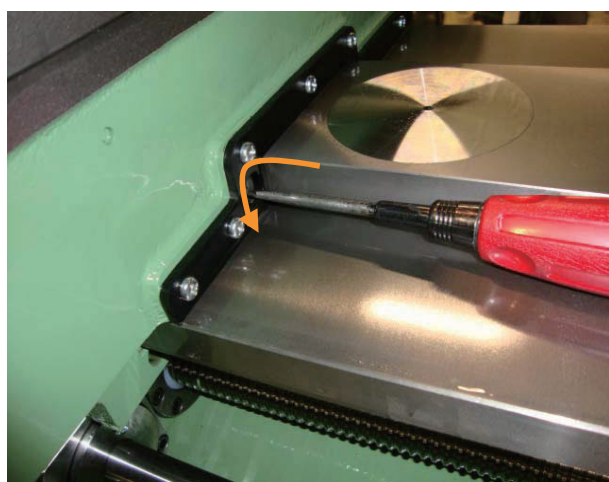
サドル前面

⑤ 図の様にサドル前面とサドル後ろ側 Y軸のギブのゴムキャップを外します。

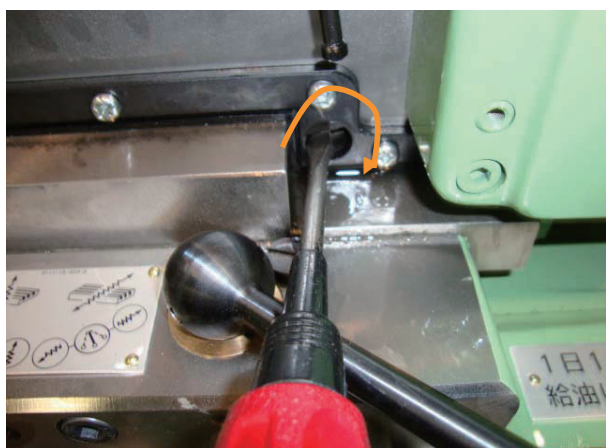


サドル後ろ側

ゴムキャップ



⑥ サドル後ろ側のボルトをマイナスドライバーで3回転ほど緩めます。



⑦ サドル前面のボルトを締めこみます。1回転か2回転入るかは状況に応じて変化致します。

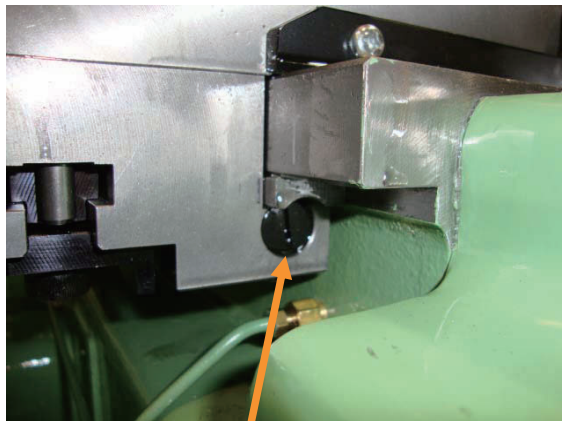
⑧ ⑦にて締め込んだら必ず⑥の後ろ側のボルトを忘れずに締め込んでください。

*** 締め忘れてY軸を前後するとギブはクサビ状の形状ですので隙間にくい込んでサドルが動かなくなりますので注意して下さい。**

⑨ ⑤～⑧を繰り返して④のインジケータの針の振れが極力少なくなるように調節します。

*** 締め過ぎるとY軸が重くなりますので注意。**

サドルギブ A, B の調整手順



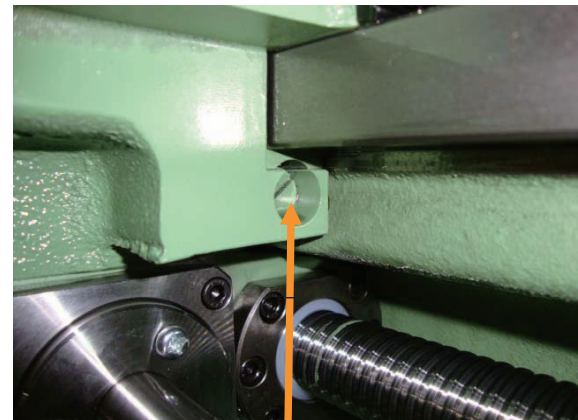
サドルギブA前面



サドルギブB前面



サドルギブA後ろ側

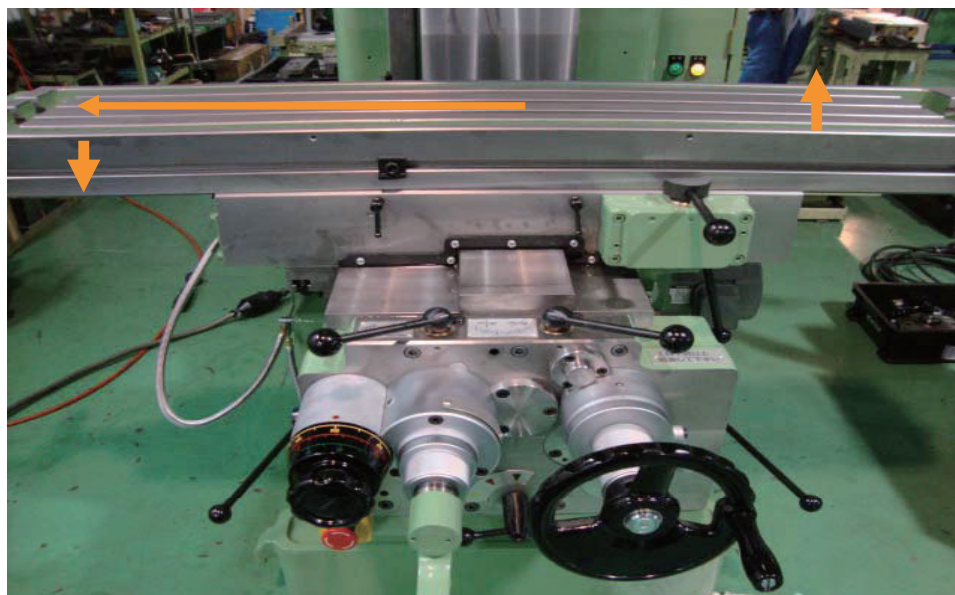


サドルギブB後ろ側

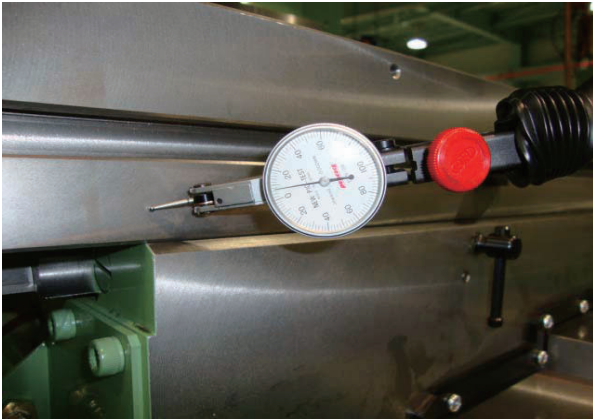
* サドルギブA, Bの当たりが良くないとテーブルを左右に振った時に、テーブルの自重にてサドルと一緒に持ち上げられX軸のテーブル上面の平行度JIS規格左右全移動にて0.03以内の左右運動とその上面との平行度が出なくなります。

通常出荷時全移動で0.01前後です。

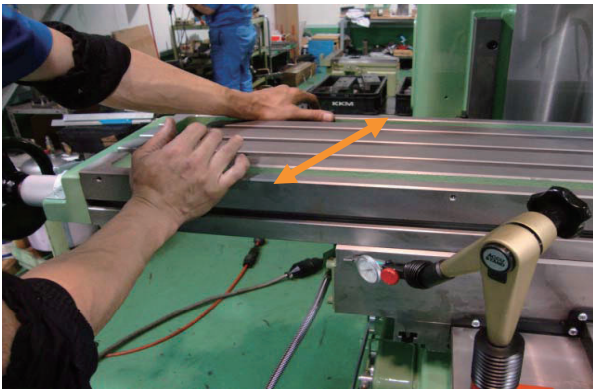
但しこの精度は後で説明する、Z軸のガタやX軸のガタを含んだ数字が総合の数字として表示されるので一概に締めれば良いと言うものではなく、総合的に調整する必要があり、締め過ぎるとY軸が極端に重くなりますのでY軸の重さを確認しながらの調整が必要です。



X 軸 ギ ブ 調 整 手 順



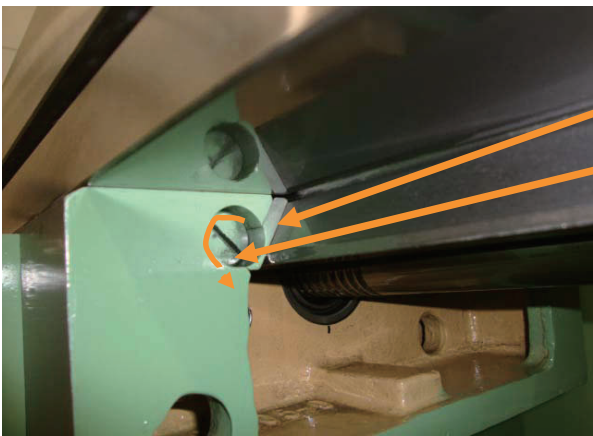
① Y軸調整時同様に今度はテーブルにインジケータを当ててカー一杯前後に振ります。この時の数字の振れを見ますが、この数字はサドルの振れも含んでいますので、たとえば8 μ であれば、サドルの振れが4 μ を差し引い



てテーブルの振れは4 μ となります。

* 通常出荷時総合ガタは4 μ ～8 μ です。調整目安として10 μ 以内を目標とすると良いでしょう。

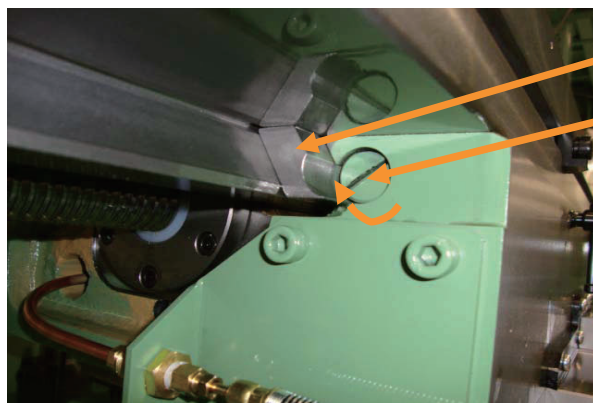
② 総合のガタが大き過ぎるようであれば次の操作をお願い致します。



X軸ギブ右側(うすい)

③ Y軸ギブ同様にマイナスドライバーにて3回転くらいネジを緩めます。

* X軸ギブにはゴムキャップは付いていません。



X軸ギブ左側(あつい)

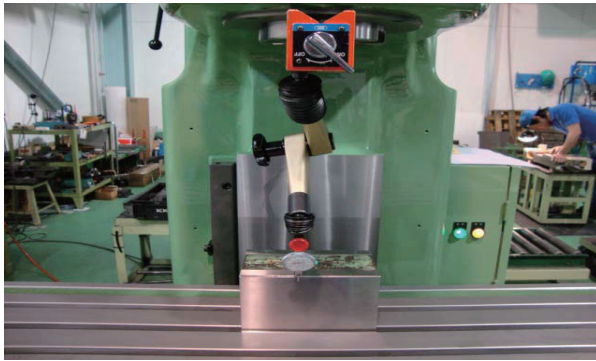
④ マイナスドライバーにて適度に締めます。

⑤ ④にて締め込んだら必ず③の右側ギブのボルトを忘れずに締め込んでください。

* 締め忘れてX軸を左右移動するとギブはクサビ状の形状ですので隙間にくい込んでテーブルが動かなくなりますので注意して下さい。

* Y軸ギブ調整も含めて、X軸ギブ調整手順①～⑤を繰り返して10 μ 以内に調整します。

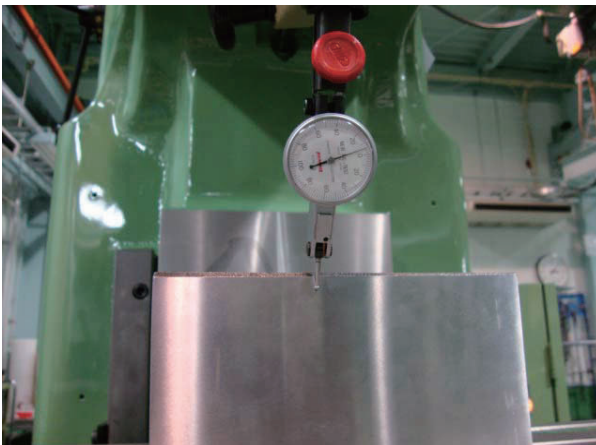
Z軸ギブ調整手順



- ① 左図の様にインジケータをブロックに当てます。
* パイスの基準側でも結構です。



- ② Z軸ハンドルを左右に回してニーを上下させます。

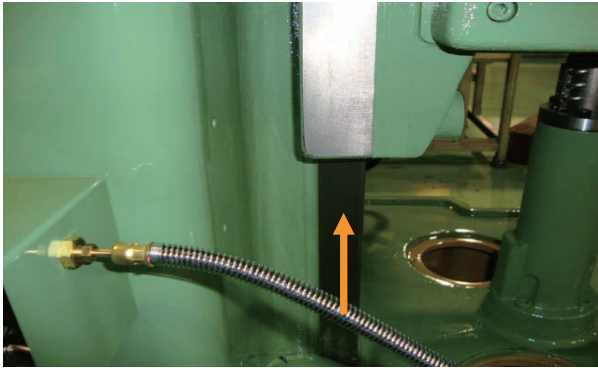


- ③ ②を行った時のインジケータの振れの最大値を読み取ります。

通常パイスの銜え部分で $4\mu \sim 5\mu$ です。
この数値が極端に大きかったり、少なかったりした場合は次の調整を行って下さい。
* この数値を上下ギャップと呼びます。



- ④ Z軸上面のゴムキャップを外します。



⑤ 上下ギャップが小さい場合。

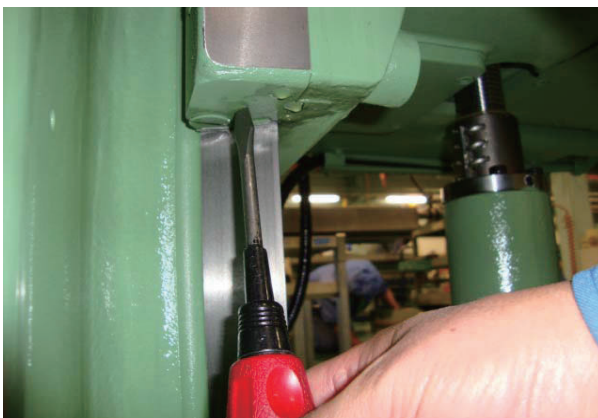


⑥ Z軸ギブ下側のネジをマイナスドライバーで3回点くらい緩めます。

* Z軸下部のギブにはゴムキャップは付いておりません。



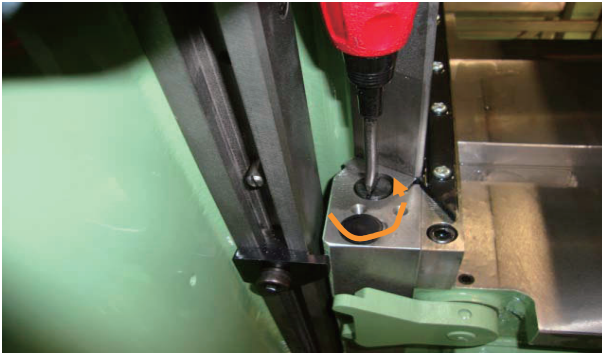
⑦ Z軸上部ギブを適量締め込みます。



⑧ ⑦にて締め込んだら必ず⑥の下部ギブのボルトを忘れずに締め込んでください。

* 締め忘れてZ軸を上下移動するとギブはクサビ状の形状ですので隙間にくい込んでニーが動かなくなりますので注意して下さい。

* 上記①～⑧を繰り返して5 μ 以内を基準に調整を行います。



① 上下ギャップが大きい場合、Z軸上部ねじをマイナスドライバーにて3回転くらい緩めます。



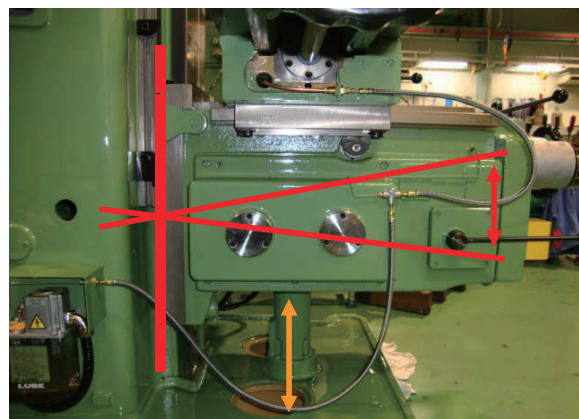
② Z軸下部ネジをマイナスドライバーにて適量締め込みます。

* ギブが緩みます。

③ Z軸上部ネジを忘れずに締めて下さい。

* 締め忘れてZ軸を上下するとギブが上下出入りして精度が安定しません。

* 上記①～③を繰り返して5 μ 以内を基準に調整を行います。



Z軸

* Z軸ギャップについて。

上記左図のようにギブを締め付けると、摺動面の抵抗が大きくなります、締めすぎてしまうと上記右図のようにZ軸を上下した場合、ニーとコラムとの抵抗が大きいためニーが赤矢印のような動きをします。この動きをテーブル上面にて計測しこれを上下ギャップと呼びます。ギブと摺動面との間にはいくらかのクリアランスがあります、これがないと摺動しませんので必要なクリアランスと考えますが、わずかな隙間が増幅されてギャップとして表示されます。締めすぎてこのギャップが大きいと穴加工を行った場合長穴に加工されてしまいます。又ギブ及び摺動面の異常磨耗につながり機械を傷める大きな要因となります。

緩めすぎるとギャップは少なくなりますがニー全体が下がった状態で上下致しますので振り直し精度が前下がりになってしまいます、又ニーとコラムの摺動面が上が開いて下だけが強く擦れる状態になりますので、片磨耗が強くなりギブを締めこんでも精度の再現が出来なくなりますのでご注意ください。

構造上ギャップが大きくなるようにZ軸スタンドは、ニー中心よりコラム側寄りに設置されて下ります、作業終了後はテーブルの位置をZ軸スタンドの真上に設置し、Z軸を1番下まで下げて作業を終了していただきバランスの良い状態で収納していただきますようお願い致します。

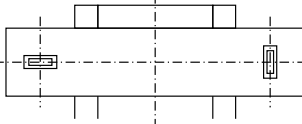
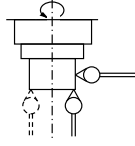
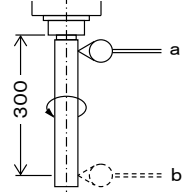
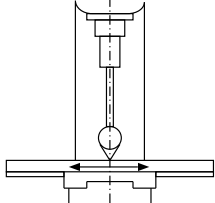
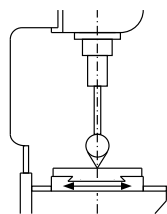
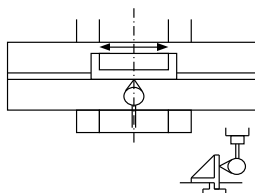
* 摺動面に自動給油する装置は油量を充分な量に調整してください。油量が少ないとギブや摺動面の磨耗が早く精度を維持出来なくなります、ご注意ください。

静的精度検査方法

番号	検査事項	測定方法
①	テーブル上面の真直度	テーブルをX軸方向及びY軸方向の動きの中央に置き、精密水準器をテーブル上面に置いて、それぞれ少なくとも中央及び両端の3ヶ所における精密水準器の読みの最大差を測定値とする。
②	主軸の振れ	テストインジケータを主軸外面に当てて、主軸回転中の読みの最大差を測定値とする。
③	主軸端面の触れ	主軸端面の外周の近くにテストインジケータを当てて、主軸回転中の読みの最大差を求める。次にテストインジケータを主軸に対して反対側に移して同様の測定を行い、読みの最大差のうち大きい方を測定値とする。
④	主軸穴の振れ	主軸穴にテストバーをはめ、その口元及び先端にテストインジケータを宛てて主軸回転中の読みの最大差を測定値とする。
⑤	テーブルの左右運動とその上面との並行度	定置した箇所に取り付けたテストインジケータをテーブル上面に当ててテーブルを移動させ、前移動距離内におけるテストインジケータの読みの最大差を測定値とする。
⑥	テーブルの前後運動とその上面との平行度	定置した箇所に取り付けたテストインジケータをテーブル上面に当ててテーブルを移動させ、前移動距離内におけるテストインジケータの読みの最大差を測定値とする。
⑦	テーブルの左右運動とテーブルの中央Tミゾ側面との平行度	直角定盤の突起を基準T溝側面に当て、定置した箇所に取り付けたテストインジケータを直角定盤の垂直面に当ててテーブルを移動させ、全移動距離内におけるテストインジケータの読みの最大差を測定値とする。

番号	検査事項	測定方法
⑧	テーブルの前後運動と テーブルの中央T溝 側面との直角度	直角定盤の突起を基準T溝側面に当て、定置した箇所に取り付けたテストインジケータを直角定盤の垂直面に当ててテーブルを移動させ、全移動距離内におけるテストインジケータの読みの最大差を測定値とする。
⑨	テーブル上面とヒザ 運動との直角度	<p>テーブルの上面に直角定規を立てて主軸頭又は、主軸スリーブに定置したテストインジケータをこれに当てて主軸頭又は主軸スリーブを下端の位置に固く締めた場合と、上端の位置に固く締めた場合とにおけるテストインジケータの読みの差を測定値とする。</p> <p>* テーブルは、前下がりであってはならない。</p>
⑩	テーブル上面と主軸 中心線との直角度	<p>テーブルをX軸方向及びY軸方向の動きの中央に置き、主軸に取り付けたテストインジケータをテーブル上面に当ててこれを振り回し、テストインジケータの読みの差を測定値とする。</p> <p>* テーブルは、前下がりであってはならない。</p>

検査成績表

製造	検査成績表			機械番号		
ヒザ形立フライス盤精度検査						
精度検査のときの運転状態 a. 主軸運転 530 rpm 60分 b. 主軸受温度 上部 °C 下部 °C c. 室温 °C				精密検査の順序 1) 10項 2) 9項 以下その他の項 <div style="text-align: right;">単位 mm</div>		
番号	検査事項	測定方法図	許容差	測定値		
1	テーブル上面の 真直度	左右 方向		0.06/m		
		前後 方向		0.06/m		
2	主軸の振れ	a		0.01		
3	主軸端面の振れ	b		0.01		
4	主軸穴の振れ	a		テストバーの口元で 0.01		
		b		300の位置で 0.02		
5	テーブルの左右運動と その上面との平行度		テーブルの 全移動距離について 0.03			
6	テーブルの前後運動と その上面との平行度		テーブルの 距離について 0.02/300			
7	テーブルの左右運動と テーブルの中央Tミゾ 側面との平行度		テーブルの 全移動距離について 0.03			
検査実施日			検 査	承認	照査	係員

(2/2)

検査成績表

ヒザ形立フライス盤精度検査

機械番号

単位 mm

番号	検査事項	測定方法図	許容差	測定値	
8	テーブルの前後運動と テーブルの中央Tミゾ 側面との直角度		テーブルの 距離について 0.02/300		
9	テーブル上面と ヒザ運動との直角度	左 右 方 向		300について 0.02	
		前 後 方 向		300について 0.02 テーブルの前端は 低くてはいけない	
10	テーブル上面と 主軸中心線との 直角度	左 右 方 向		振り回し直径 300について 0.02	
		前 後 方 向		振り回し直径 300について 0.02 テーブルの前端は 低くてはいけない	



