

# 1. 機械組立

機械設計図・購入品リスト・空圧回路図・電気配線図を読解し、機械がどのような機能があるかを考えながら組立てる仕事。また機械部品は故障することが前提なので、機械保全が容易にできる様にする必要がある。

機械組立作業を行う者は、客先への設備設置・調整完了まで担当することが多いため、設備が動く動作順なども深く認識する必要がある。また機会組立は仕上げ技能士という国家資格もあり確立された仕事である。

## 機械組立とは

機械でも数百グラムの小型の機械から数十トンという大型の機械まで様々な種類があり、組立て方法や留意すべき点は異なることが多い。作業内容として、図面より読み取れる情報をもとに機械を組上げ、その後動作まで確認して性能評価なども担当するという事は共通している。

## 組立に必要な道具

### 六角レンチ

機械組立てでは最も多く使われる工具です。キャップボルトを締結する際に使用する。

### スパナ

六角ボルトを締結する際に使用する。

### ドライバー

+ドライバー・-ドライバーは十字ネジを締結する際に使用する。

### 精密ドライバー

センサ調整などでよく使用される+ドライバー・-ドライバーは十字ネジを締結する際に使用する。

### ノギス

組立てる前に部品精度・寸法を確認する際に使用する。(1/100mm)

### マイクロメーター

組立てる前に部品精度・寸法を精密に確認する際に使用する。(1/1,000mm)

### スコヤ

組立てを行う時に直角を必要とする部分で沿わせて使う道具。

### ピックテスター

回転精度・平行度などを $\mu\text{m}$ で確認する測定器具。

### セラミックゲージ

部品間の隙間や、高さの静的精度確認に使用する道具。

### Vブロック

上面にV字形の溝を付けた金属製の台。丸棒の端面のけがきなどに使用する。

### たがね

金属を加工する工具の一つで、表面を削ったり、凹凸をつけたりするために使用する。

## 組立作業の実務の流れ

### 1. まずは図面でイメージ

「組立て」と言っても多種多様であるため、まずは図面を見ながら頭の中で組立ての流れをイメージする。

### 2. 必要な部品を集める

購入した機器、社内に在庫してある部品の中から組立てに必要な部品を集める。部品の材料はたくさんあるが、用途に合わせて選定する。

### 3. 組立て作業

図面を読解しながら、何も無いところから組立てを行い、ひとつのものを作りあげていく。

### 4. 組立て検査

一通りできあがった後は、図面通り組立てできているか、ミスがないかどうか、精度は指定寸法通りできているかなどを確認する。

### 5. 配線

組立て作業を終えると、エア配管電気配線作業の工程へうつる。

組立て作業者はエア配管・油圧配管を行い、配線作業を空圧・油圧回路に準じて、配線作業者に配線経路を指示する役割もある。

### 6. I/Oチェック補助

配線作業を終えたら、電気的なチェックを行う。主には電気担当者ですが組立て作業後に配管が間違っていないか、配線経路が適正なのかを確認する。

### 7. 芯出し作業

設備が手動動作により動作するようになると、駆動機器(シリンダ・電動アクチュエータ・ロボット・センサ)の調整を各箇所ごとに行う。

### 8. 自動運転確認

自動運転が可能になると、できあがる製品の出来栄を確認し、部品研磨や、組立て担当者が芯出し治具を製作して専用機の最終仕上げを行う。

### 9. 出荷

お客様の工場・事業所に設備を設置して、機械復元・現地芯出し調整を行い、お客様に利用いただけるようにする。

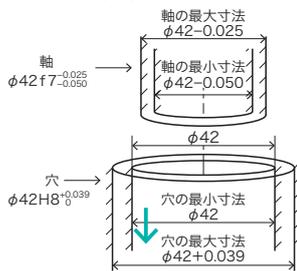
## ○組立における代表的な道具



## ○組立における代表的な作業

### 嵌合

隙間のある部品に他の部品を組み合わせる技術



### 芯出し

軸心・平行・水平を確保しながら組立を行う。



### キサゲ

金属平面の摩擦抵抗を減らす目的で製造時の仕上げ工程で施される、微小な窪みを付ける加工である。



## 10. トレーニング

お客様に使用していただけるようにオペレーショントレーニングを組立て従事者が行うことが多くある。なぜなら、組立て工程から始まり、出荷工程まで携わっているため習熟度が一番高いためである。

## 11. メンテナンス

機械導入後、トラブルや故障があった場合に、客先に駆けつけるのも組立て従事者の仕事の一环である。10での事由もあり、トラブルに対して一番処置が早い人材として出張訪問などもする。



中央職業能力開発協会ホームページ (www.javada.or.jp) より

### 小型設備 組立作業に必要なスキル

小型設備の場合、目では見えない細かな組立て・製品の評価を行う際に、計測機器を使用して組立てを行う。

#### 顕微鏡・3次元測定器の使用

顕微鏡を見ながら部品の傷を確認したり精度確認を行うことがある。

#### ゲージを使用した組立て

セラミック製のゲージや、校正されたゲージピンを使用して組立てを行う。



### 大型設備 組立作業に必要なスキル

大型設備の場合、部品の運搬や設備設置時に必要となる道具・設備を使用する必要がある。

#### 玉掛け・クレーン技術

作業を行うには技能検定を受けたものが行わなければならない。



www.sakaegumi-unyu.co.jpより

#### 測量・レベル出し

設備が図面通りに水平・平行に設置されているかを確認する。



jouyoujuuryou.hamazo.tvより

### 資格制度(国家資格)

#### 仕上げ技能士

各種精密機器や機械部品を最終的な機器や部品に仕上げたり、組立てする際には、工作機械で加工を行い仕上げ、手作業により部品を加工、調整し、精度を高めたりする技能が重要となる。

本資格では、手工具及び工作機械による機械部品の仕上げ及び組立ての技能を測る。

#### 機械検査技能士

各種測定機器などを用いて機械部品の検査を行うもので、製造現場での専門的な検査工程に限らず、共通的な基本

技能として重要なものとなっている。本資格では、機械部品の検査に必要な技能・知識を測る。

#### 機械保全技能士

機械保全是、工場の設備機械の故障や劣化を予防し、機械の正常な運転を維持し保全するために重要で、各種製造現場の共通的な作業でもある。本資格は、機械の保全に必要な技能・知識を測る。

#### 油圧装置調整技能士

油圧装置とは、流体のうち「油」を利用して、その油圧により機器を動かす装置のことで、空気圧装置と同様、様々な機械・設備等に広く用いられている。本資格は、油圧装置の組立てや保全に必要な技能・知識を測る。

#### 玉掛け

重い荷をつり上げるクレーン、今では建設工事だけでなく、いろいろな作業で使われている。

このクレーンのフックに、荷を掛けたり、外したりする作業を玉掛けという。

玉掛け作業の資格は、使用するクレーンの最大つり上げ荷重が1トン以上の場合、技能講習が必要となる。本資格は、つり上げる荷の重量ではなく、使用するクレーンのつり上げ荷重で決まる。

#### クレーン・デリック運転士

クレーンは、工場、倉庫、建設現場などで広く用いられている。また、デリックは、建設現場などで用いられている。

つり上げ荷重が5トン以上の各種クレーン及びデリックを運転するために必要な資格である。

#### 移動式クレーン運転士

つり上げ荷重が5トン以上のトラッククレーン、ラフテレーンクレーン、クローラークレーン、フローチングクレーンなどの移動式クレーンを運転するために必要な資格である。

移動式クレーンは、建設、港湾などの現場で広く用いられている。

## コラム

機械組立とはとても奥が深く、様々な失敗がある。設計者より渡された図面をもとに組み立ててみると部品が足りない、必要な部品がないとよく困ったものである。組間違いをしてしまい、結局組み上げたものをばらして叱られたり、お客様のワークに合わせパワ研磨加工を行ったものの、はりきって磨きすぎて部品精度が入らなくなったりした。

一番印象に残っているのは自身で以前納入した機械のメンテナンスを行いお客様のところに行ったのだが、精度確認するために一度ばらして清掃・確認をしようとした矢先、ボルトが折れ分解できない・組み立てできない様になってしまい先輩に泣きつき対処してもらい一難はさげられたが、メンテナンス時間が1日間しかなかったため、徹夜で作業し目の下にくまを作って翌朝にお客様に引き渡した苦い経験がある。設計を行うようになってからはメンテナンス性を向上するために工具が使えるスペースがあるか?無理な姿勢にならないか?を考慮しながら設計を行えるようになった。

機械組立とは奥が深く、魅力的な職種であると私は感じているし、現場であるのにプロデューサーのような役割で仕事を行うことができるので、たくさんの情報を得ることができる。私も現場に向きメンテナンスや改造工事をいまだに行っており、現場の方の気持ちを忘れないように心がけている。

機械組立という職種に興味がある方は、是非チャレンジしてください。

## 2. 配管

ロボットシステムを構築する上で、配管はほとんどの場合に必要となる。配管部品は交換する事が前提であるので、機械保全が容易にできるように設計することが重要である。

### 配管とは

ロボットシステムは、電気・油圧・空気圧の制御方式を利用した機器で構成され、それぞれの特長を生かしてシステムが構成されている。これらを動かすには各機器間の配管や配線が必要であり、この処理が不十分であると漏れや断線など不具合の原因となる。

配管は、空気やガス・油や水などの流体を流したり、動力やエネルギーを伝えるためのもの。

管は流体の種類と使用環境の圧力によって適した肉厚や材質のものがある。また、管と管をつなぐ管を継手と呼び、接続を延長するだけでなく、曲げたり、分岐したりと役目に応じて様々な種類がある。

#### 特徴

油圧式	油圧ポンプで流体エネルギーを運動エネルギーに変換して動力を得る。小さな装置で大きな力を取り出すことができる。配管が複雑とされる。
空気式	圧縮空気を用いる。基本的には油圧が空圧に置き換わったもので、コスト性に優れている。配管がやや複雑とされる。
電気式	モータなどを用いて、電気エネルギーを運動エネルギーに変換して動力を得る。高い制御性をもつ。配線が比較的簡単とさ

### 配管を選ぶ

配管する材料には、金属管、樹脂チューブ、ゴムホースなどがある。

一般的に、油圧では固定部に鋼管・ユニット間や可動部への配管はゴムホースまたは樹脂ホースを用いる。また、空圧では圧縮機から工場内の主配管部に鋼管・装置内には樹脂（ポリウレタン）チューブを用いる。

#### 1. 金属管

金属管には、鋼管、ステンレス管、アルミニウム管、銅管がある。

一般的に鋼管がよく用いられ、低圧で

は配管用炭素鋼鋼管、高圧用では圧力配管用炭素鋼鋼管を使用する。

#### 2. 樹脂チューブ

耐圧性は落ちるが柔軟性があり、曲げて配管できるため空圧式でよく使われる。様々な材質があるが、一般的にナイロンチューブ（ポリアミドチューブ）、ポリウレタンチューブが使われている。

#### 3. ゴムホース

内側を合成繊維の補強層で覆い耐圧性、外側を耐候性に優れたゴムで覆ったもの。樹脂を代わりに使用したものを樹脂ホースと呼ぶ。

### 配管サイズの呼び方

配管のサイズを示す方法には、A呼称（ミリ系）とB呼称（インチ系）があり、その呼び径（外径サイズ）がサイズ表記に使われる。例えば、6Aと1/8Bは同じ外径（10.5ミリ）を表す。

日本独自の表記で海外では通用しないが、1インチを基準に1/8単位で区切り、その分子を呼び名に「〇〇分（ブ）」と呼ぶことがある。

1インチ以下は1/2Bなど分数で表記し、1インチを基準に1/8単位で区切る。例えば1/8Bは「1分（イチブ）」、1/2Bなら4掛けして4/8Bとなり「4分（ヨンブ）」と呼ぶ。

### 配管作業に使用する工具

ここではよく使用される測定具を紹介する。

#### 1. スパナ、メガネレンチ

ボルトやナットなどを回すことで脱着するために、サイズに合ったものを選び使用する。サイズが合っていないと、スパナ（レンチ）とボルトやナットの間がぐらつき、損傷や固定不足の原因となる。

#### 2. モンキレンチ

ボルトやナットを挟んだり回したりするのに使用する。スパナと異なり、大きさに合わせて口幅を調節できる。

動く側の下あごのほうが弱いため、

下あごの方向に回す。

#### 3. パイプレンチ

管をつかんで回す専用のレンチ。ナット等を脱着する場合などに、管を挟んだり、回したりするのに使用する。

#### 4. ウォータポンププライヤ

物をつかんだり、回したりするのに使用する。開口幅が広く太い管や大型ナットの着脱等にも対応できる。また、柄が長く作業の際に力を込めやすい、独特な角度によりレンチでつかみにくい所もつかむことができるなどの特徴をもつ。

#### 5. チューブカッター（パイプカッター）

管を切断するとき使用する。切りたい部分に刃を当てて回し、何度か回転することで切断できる。銅管、ステンレス管、塩ビ管など幅広い素材を切ることができる。

#### 6. ネジ切工具

オネジ（ボルト側）やメネジ（ナット側）の加工に使用する。新しくネジ加工するほか、ネジが入らない場合やネジ山が緩い場合などに調整するために使われる。手動のものから自動のものまで様々なものがある。

#### 7. TIG溶接機

電極にタングステン、シールドガスにイナートガスを用いた溶接方法で、他の溶接方法に比べ、溶接後の外観がきれいなこと、ブローホールなどの溶接欠陥が発生しにくいことなど品質に特徴をもつ。



## 主な配管(固定部)の接続について

ここではよく使用される配管の接続(継手)について紹介する。

### 1. ねじ込み

管用ねじを用いて接続する方式。主にサイズ2インチ以下、圧力1MPa以下の接続に使われる。他の接続方法と比べて多くの部品を必要とせず経済的な一方、修繕などでのやり直しは困難である。

### 2. フランジ

接続する部分を「つば状」にして、その「つば」と「つば」をボルト・ナットで接続する形式。このつばをフランジという。

低圧から高圧まで、小さなサイズから大きなサイズまで、一般的に最も広範囲に使われている。

### 3. 溶接

バルブと管を直接溶接する方式。高温高圧用やパイプラインなど漏れを完全に防止する場合に使用される。

差込み溶接形は、一般にバルブの溶接端をソケット状にし、ここに管を差込み溶接する。バルブの寸法は2インチ以下の小サイズで使われる。

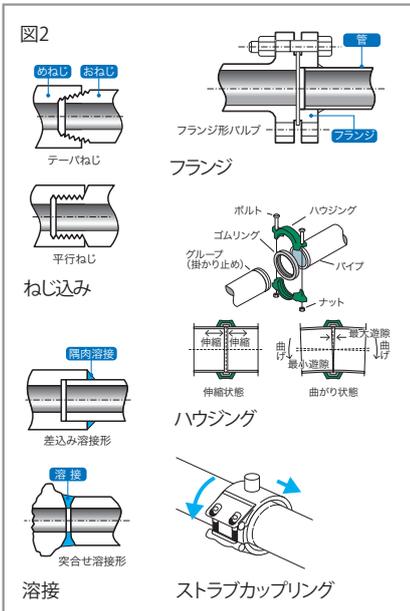
突合せ溶接形は、バルブと管を突合せて、この部分を溶接する形式。バルブの寸法は小サイズから大きなサイズまで適応できる。

### 4. ハウジング

接合する管の端にセルフシールのリップ形ゴムリングをはめ、その上からハウジングを被せボルトナットで締め付ける方式。

### 5. ストラブカップリング

配管のネジ切りや溶接等の加工を必要とせず、ボルトを締め付けるだけでゴムを管に圧着させる方式。軽量でコンパクトなため省スペースでの施工が可能。



## 主な配管(可動部)の接続について

ここではよく使用される配管の接続(継手)について紹介する。

### 1. 回転部向け

動きの速い揺動部や高速回転時にはロータリージョイントなどを使用する。

### 2. 高速ピッキングロボットなど向け

頻りに配管を抜き差しするような箇所には、片手で簡単に脱着することのできるライトカップリングなどを選択する。

### 3. ケーブル・ホースガイド

各工程ごとに供給される複数のケーブルやホースをまとめて保護したり、揃えたりするのにブラレールチェーンなどを選択する。



## 配管径の統一による組立コストダウン

装置組立時に配管の径が異なる場合、それぞれの径に応じた配管および付帯部品を用意する必要があるほか、組立工具も径に応じて異なるなど、組立工数が増えてしまう。

装置のホース配管設計時において、ホースの径を可能な範囲で統一することで、組立工数や部品点数を減らすことができ、組立コストを削減することができる。

また、配管のサイズを可能な範囲で統一することで、保守も容易になる。

なお、流量の問題は装置側で対応する必要がある。

## 空圧装置組立て技能士

技能検定制度で定められた種目に空気圧装置の組立てや保全に必要な技能・知識を対象とした「空気圧装置組立て作業」があり、合格すると「空気圧装置組立て技能士」の称号が与えられる。等級は「特級」、「1級」、「2級」がある。

試験は学科試験と実技試験があり、学科試験では組立法、材料、製図、電気、油圧、安全衛生など多方面の知識を要求される。実技では検出器(センサ)の判定、電磁弁の判定、空気圧機器の判定等を行う「判断等試験」や空気圧回路図の読

図、装置の調整及び保守点検方法、空気圧装置に関する計算等を行う「計画立案等作業試験」が実施される。

## 油圧装置調整技能士

技能検定制度で定められた種目に油圧装置の組立てや保全に必要な技能・知識を対象とした「油圧装置組立て作業」があり、合格すると「油圧装置組立て技能士」の称号が与えられる。等級は「特級」、「1級」、「2級」がある。

試験は学科試験と実技試験があり、学科試験では調整法、作動油、材料、製図、電気、空気圧、関係法規、安全衛生など多方面の知識を要求される。実技では油圧装置の据付け(心出し)を行う「製作等作業試験」や油圧回路図の読図及び作成、油圧装置の運転調整及び故障発見、油圧機器の機能等について行う「計画立案等作業試験」が実施される。

## 安全基準に関する技術上の指針

労働安全衛生法第28条第1項の規定に基づき、産業用ロボットの使用等の安全基準に関する技術上の指針が次とおり公表されている。

### 1. 設置(第3条)

#### 3-1 配置等

(4) 電気配線及び油・空圧配管は、マンプレート、工具等による損傷を受けるおそれのないようにすること。

### 2. 使用(第4条)

#### 4-2-4 教示等の作業開始前の点検

(1) 教示等の作業を開始する前に、次の事項について点検し、異常を認めるときは、直ちに補修その他必要な措置を講ずること。

二 配管からの空気又は油漏れの有無

### 3. 定期検査等(第5条)

#### 5-1 作業開始前点検

(1) 産業用ロボットを用いて作業を行うときは、その日の作業を開始する前に、次の事項について点検を行うこと。

ホ 外部電線、配管等の損傷の有無

## コラム

実際の現場では、設置レイアウトや接続方法が配管回路図に表記されていない場合があり、配管作業従事者に一任されていることも多くある。

空圧・油圧・ガス・水・特殊液の回路図面を読解し、機械の機能・メンテナンス性を考慮しながら配管作業をする必要がある。

# 3. 組立精度評価

機械設計を行い、部品を加工して組み立てる際に部品の加工精度や組立てる際の精度を測定し評価する必要がある。精度を測定するには測定具を所持していること、それを使用し評価できる能力を持った人材が必要である。

## 機械組立における精度評価とは

機械を組み立てる際の評価には大きく二通りの工程がある。

一つは組み立てる前に加工部品や購入部品の精度を検査し、使用して良いかを評価する工程。二つ目は組み立て途中、または組み立て後に図面指示通り、もしくは想定している範囲内に精度が出ているかを確認する工程である。

精度を評価する人材は図面の見方や測定工具、測定方法などの技術技能が必要である。また、精密測定や大量のサンプルを測定する際には統計をとり傾向を解析するなどの作業も必要である。

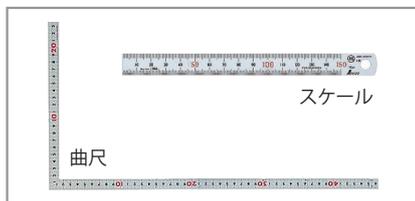
機械組立の精度評価は上記のような測定をし、部品の修正、組立中の調整を行い、設計通りの精度を確保することを目的としている。

## 測定具・測定装置

ここではよく使用される測定具を紹介する。

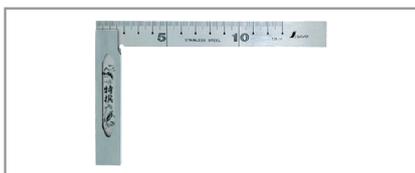
### 1. スケール、曲尺(かねじゃく)

長さを測定する物。定規とも言われる。スケールが直角に折れ曲った形の物は曲尺又は指金(さしがね)とも言う。1mm単位での測定となる。



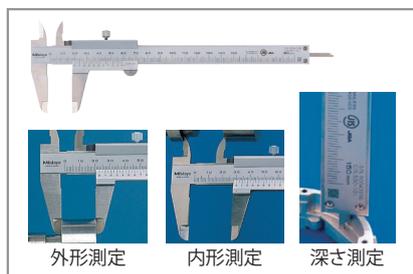
### 2. スコヤ

直角定規とも言う。直角であるかを直角面を当てて確認する。角度を数値で測定する物ではない。よって工具に分類にする場合もある。線を直角に「ケガキ」をする場合にも使用する。



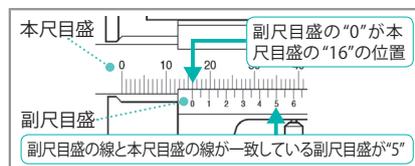
### 3. ノギス(外側測定、内側測定)

物を外側から挟む外形測定、物を内側から挟む内側測定、段差や深さの測定を行うことができる測定具である。一般的によく使用されている工具で、0.05mm単位での測定が可能なものが多い。



本尺目盛と副尺目盛があり、それが一直線になる場所で寸法を読み取る。

本尺目盛は1mm単位で、副尺目盛は0.05mm単位で刻まれている。



上記の寸法は16.5mmとなる。

### 4. マイクロゲージ

精密な長さ測定を行う測定具。0.01mmでの測定が一般的。外形測定、内形測定、深さ測定などそれぞれに応じた形状のマイクロゲージがある。

精密であるため、使用するには技能が必要であり、人による差が出やすい。ラチェット機構などにより、個人差が出にくいような工夫がされている。



### 5. 定盤、Vブロック

定盤とは「ケガキ」や測定を行う際の平面の基準となる物である。これ自体で測定するわけではないが、様々なゲージを使用する際の基準として使用する。

Vブロックも「ケガキ」や測定の基準として使用する。定盤と合わせて使用する事が多く、直角の測定や丸い形状の物を固定する場合に使用する。



### 6. 隙間ゲージ

接合面などに隙間がどの程度開いているかなどを測定する。厚みの違うステンレスの板がセットになっており、その厚みの板が「入る」、「入らない」で値を判断する。0.01mm単位での測定が可能。



### 7. ブロックゲージ

測定する寸法の基準となる物。形状は直方体である。これ自体で測定するのではなく、このブロックゲージを基準にして測定を行う。



### 8. ハイドゲージ

高さを測定する物。一般的に定盤の上に乘せて使用する。

対象物が細い場合など定盤上で安定しない場合Vブロックなどに沿わせて測定する。



## 9. ダイヤルゲージ

目量0.01mmタイプや0.001mmタイプがある。

また、上下移動を回転動作にするタイプとテコ式タイプがある。

ブロックゲージなどと対象物を比較して使用する。



### 測定の環境について

測定する対象物や測定具の材質によって温度による収縮、膨張を考慮する場合があります。特に0.01mmの測定などは周囲温度が大きく影響する場合があります。

熱による物体の膨張率を「熱膨張係数」という。

材料	熱膨張係数
鉄	11.7
アルミニウム	23.8
SUS304	17.3
ポリ塩化ビニル	80
ゴム	110
炭素繊維	0

膨張係数は、1m当たりで1℃上昇すると何μm伸びるかを表した数値である。測定具が鉄で対象物がアルミニウムだと熱膨張係数が違うため、測定誤差が発生してしまう。

このように温度により長さの測定結果が違ってしまいうため、JIS規格にて標準温度が設定されており、この温度は「20℃」とされている。同じように湿度も「50%」と設定されている。

### 測定具の校正について

測定具は使用していると表面が摩耗したり、曲がったりなどの症状が発生する。測定具が正しく測定できるかを確認する行為を「校正」という。

測定具とその使い方により、校正を行う頻度が違ってくる。毎日使用する物であれば始業時と終業時に行うが、不定期に使用するような測定具であればひと月に1度とか半年に1度のように決めて校正を行う。

校正を行うには社内で訓練された校正者を認定し、校正用のマスターゲージなどを用意して行う場合、「一般財団法人 日本品質保証機構」などに委託し校正する場合があります。

### 機械検査技能士

技能検定制度で定められた種目に「機械検査作業」があり、合格すると「機械検査技能士」の称号が与えられる。等級は「特級」、「1級」～「3級」がある。

試験は学科試験と実技試験があり、学科試験では測定法や検査法、品質管理、機械要素、材料力学、製図、電気、安全衛生など多方面の知識を要求される。実技ではマイクロメータやノギス、ハイドゲージ等を使用し、実際の測定を行う。また複雑な形状を測定するための測定方法考案や段取り方法などの能力を測る「計画立案等作業試験」も実施される。



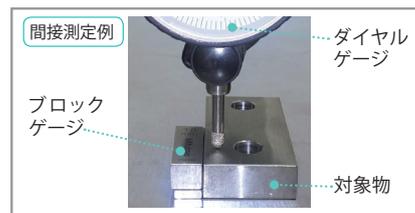
技能検定では「機械検査技能士」に求められる技能要素を次のようにしめしている。

- 測定機器の精度確認及び調整
- 精密測定
- 部品の寸法及び形状の検査

### 直接測定と間接測定

直接測定とはスケールやノギスやマイクロメータのように、測定機器を使用して測定し、そのままの値を測定値とする方法である。

間接測定はブロックゲージとダイヤルゲージを使用して測定するなどのように、ある基準の物と比べて、どの程度数値が違うかで測定する方法である。



### 器差と器差測定

直接測定を行う測定具は使用していくことで摩耗などにより誤差が発生していく。校正を行っても無くならない場合がある。それを「器差」と言う。

ダイヤルゲージ等の場合、対象物を測定する前に、測定する寸法に近いブロックゲージを測定し、ブロックゲージの寸法とダイヤルゲージの値を比較し、その差を記録する。そして対象物を測定した値にその器差を勘案し、実際の測定値とする必要がある。



20mmのブロックゲージをマイクロメータで測定すると20.01mmであった。

$$\begin{aligned} \text{[器差]} &= \text{[測定値]} - \text{[ブロックゲージ]} \\ &= 20.01 - 20 \\ &= 0.01 \end{aligned}$$

よって器差は「+0.01」となる

### 人の感覚と測定

人の指先の感覚は精度の高い測定具となる場合がある。また聴覚などにより隙間の有り無しなどの判断をすることが可能である。機械加工された金属面の粗さを判断する場合、「表面粗さ測定器」と言われる装置が販売されており、接触式の場合、昔のレコード針のようなものを面にあて、それを一方向に動かすことで凹凸のデータを計測する方式である。熟練した人の場合、爪の先や指の腹で面を触ることで測定器と同じ程度の測定を行う人がいる。また、0.01mm～0.05mm程度の段差の場合も爪先や指の腹で触ることで値を言い当てる人がいる。

また、金属と金属をボルトなどで締結したばあいに、面がきちんと当たっているかをハンマーなどで軽くたたき、その音で判断が出来る人がいる。きちんと面同士が接していると「カーン」という甲高い音になるが、隙間があいているとこもったような低い音になる。熟練することでこの音を聞き分け判断を行うことが可能となる。

### メートルの定義

メートルは最初は北極から南極を通して縦に地球を一周する子午線と言われる線の長さの4千万分の1の長さで決められていた。それが1983年の第17回国際度量衡総会で、「メートルは1秒の299792458分の1の時間に光が真空中を伝わる長さとする」と決定された。

