

寸法基準を理解させるための 視覚認識用教材の製作

佐藤 清美^{1*}、秋元 博幸^{1*}、小林 邦宏^{1*}、吉橋 照夫^{1*}

^{1*}機械建設系

1. はじめに

本グループでは、これまでに図面で多く使われる「かくれ線」について視覚認識できる教材（図1～4）を製作してきた。



図1. 凹型教材



図2. 交差凹型教材

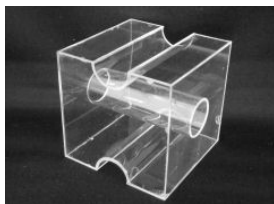


図3. 上下R付穴あき教材

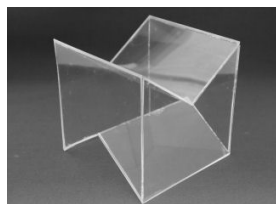


図4. MW型教材

さらに昨年は、穴形状が理解しやすい「穴形状認識用教材」（図5、6）を製作した。

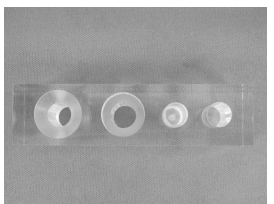


図5. 穴認識教材(上)

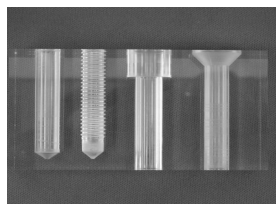


図6. 穴認識教材(前)

本年度は、図面の寸法基準位置を部品ごとに覚えてしまうと、寸法公差によって組み合わせることができなくなる場合があることを理解させるための視覚認識用教材について製作を行ったので、報告する。

2. 寸法公差

機械部品などを加工するときには、その設計図となる「図面」が必要となる。図面には加工物の大きさや穴、溝、切り欠き、段差などの位置を表す「寸法」が記入されている。

図面の寸法数値通りに部品を作ろうとしても、それぞれの寸法に対して小さな誤差が生じる。また、同じ部品を10個、20個と作った場合、全てを同じ大きさに削ることはできない。例えば100mmの寸法を作ろうとしても99.96mmや99.81mm、100.05mmなど、100mmに近いものの数値が異なる部品が幾つかできてしまう。こうした数値の中には、製品として出荷する場合に許される範囲の寸法と許されない範囲の寸法がある。

そこでJIS（日本工業規格）では、ここまでの寸法の誤差は許容できるという範囲を定めている。この範囲のことを「寸法公差」または「寸法許容差」という。

JIS B0405:1991（普通公差—第1部：個々に公差指示がない長さ寸法及び角度寸法に対する公差）より抜粋した寸法許容差の表を表1に示す。

表1. 長さ寸法に対する普通寸法許容差

公差等級	記号	基準寸法の区分				
		0.5以上 3以下	3を超え 6以下	6を超え 30以下	30を超え 120以下	120を超え 400以下
f	精級	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2
m	中級	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5
c	粗級	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
v	極粗級	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5

表中の単位はmmである。例えば、100mmの寸法であれば±0.3mmなので、99.7mm～100.3mmまでが許容範囲となる。

通常、個々の図面に寸法公差の指示がない場合には図1の公差等級m（中級）を用いことになっている。

3. 寸法の記入方法

図面に寸法を記入する場合は、必ず基準となる面からの距離で記入する。

これには、「部品の中央を通る中心線からの距離で記入する方法」（図 7）と「部品の左端からの距離で記入する方法」（図 8）の 2 通りがある。

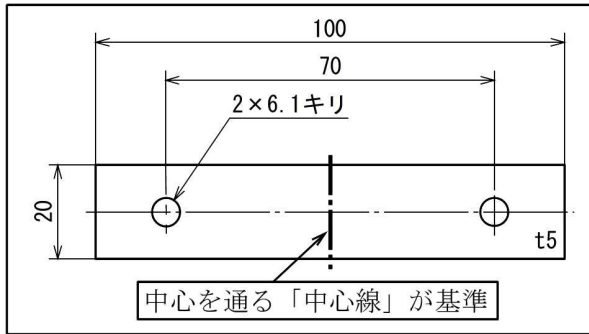


図 7. 中心線を基準とした寸法記入

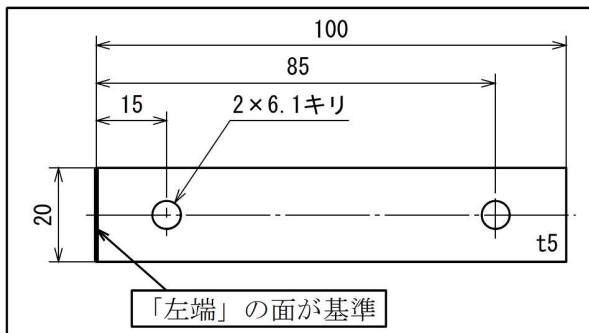


図 8. 左端を基準とした寸法記入

2 種類の記入方法それぞれに対して寸法公差を考えてみると、図 9、図 10 のようになる。

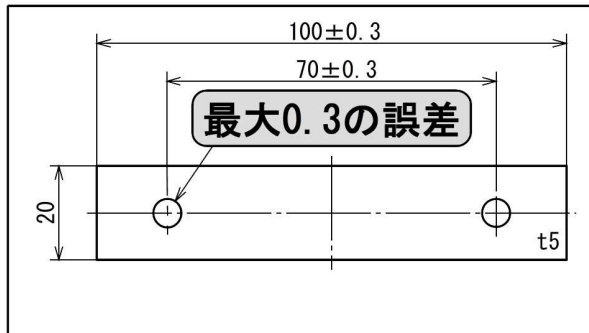


図 9. 中心基準の場合

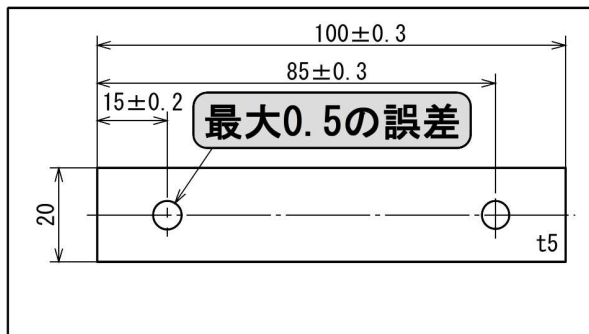


図 10. 左端基準の場合

中心を基準とした場合は、図 9 に示したように、穴間距離は 70mm なので、寸法公差は最大で 0.3mm となる。

左端を基準とした場合は、図 10 に示したように左側の穴が左端から 15mm で ± 0.2 mm、右側の穴が左端から 85mm で ± 0.3 mm となるため、穴間距離の寸法公差は最大で 0.5mm になってしまう。

このように寸法を記入する基準の位置を変えてしまうと寸法公差が大きくなってしまふ場合があり、組み合わせて使用する部品では、組み合わせできないことになり、問題が発生する。

4. はめあい

図 11 のように軸を穴に挿入する場合において、穴の大きさと軸の太さの組み合わせによっては、軸が太すぎて穴に入らない（図 12）、または軸が細すぎて穴との間に隙間が生じてしまう（図 13）などの問題が起こる。

特に通常の寸法公差を用いた場合は、挿入時に問題が起こる可能性が大きい。

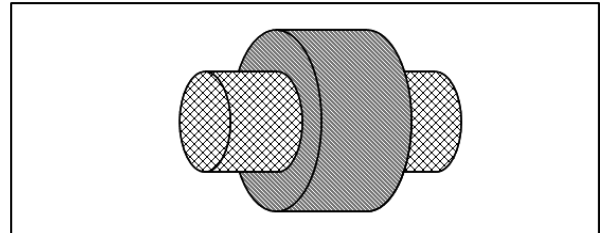


図 11. 軸を穴に挿入した状態

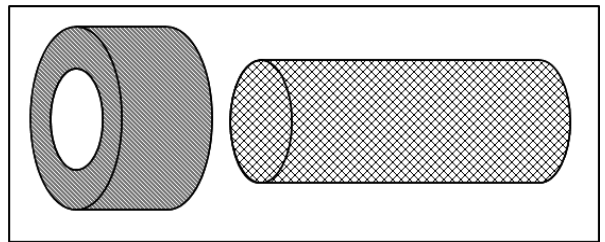


図 12. 軸が太すぎて穴に挿入できない状態

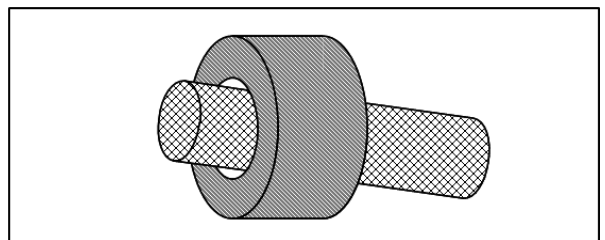


図 13. 軸が細すぎて穴に隙間が生じる状態

表 2. JIS を基に作成した「はめあい」の公差表

はめあいの程度	記号	許容寸法	基準寸法8mm		基準寸法25mm		基準寸法60mm	
			穴の直径	軸の直径	穴の直径	軸の直径	穴の直径	軸の直径
ゆるい(すきまばめ)	H9/e9	最大	8.036mm	7.975mm	25.052mm	24.960mm	60.074mm	59.940mm
		最小	8.000mm	7.939mm	25.000mm	24.902mm	60.000mm	59.866mm
適度(中間ばめ)	H8/f7	最大	8.022mm	7.987mm	25.033mm	24.980mm	60.046mm	59.970mm
		最小	8.000mm	7.972mm	25.000mm	24.959mm	60.000mm	59.940mm
きつい(しまりばめ)	H7/g6	最大	8.015mm	7.995mm	25.021mm	24.993mm	60.030mm	59.990mm
		最小	8.000mm	7.986mm	25.000mm	24.980mm	60.000mm	59.971mm

このため、寸法公差とは別にできるだけ少ない隙間で軸を穴に挿入するために使われる寸法公差の規格を「はめあい」という。

JISには多くのはめあい方式の規格が決まっているが、その規格の中から抜粋して、だいたいの目安になるように筆者が作成したものが、表2である。

はめあいの寸法許容差は、0.008mmなど基本単位は1μmの特に高い精度が要求される。また、寸法許容範囲は寸法に対し、±ではなく0を基準として、軸はマイナス方向、穴はプラス方向のみとなっている。はめあいは、軸と穴の間の隙間が多い順に、ゆるめの組み合わせを「すきまばめ」、適度な組み合わせを「中間ばめ」、きつめの組み合わせを「しまりばめ」という。すきまばめでは、軸と穴に挿入したときの隙間は0.1~0.2mm程度ある。中間ばめはさらに隙間が少なく、0.05~0.1mm程度である。しまりばめの場合は、僅かに0.02~0.05mm程度しか隙間がない。

このように部品同士を接続する場合には、軸寸法、穴寸法とも寸法許容範囲が狭くしなければならない。これら軸と穴に対するはめあいの数値は、キー(凸部)とキー溝(凹部)などの組み合わせに対しても用いられる。

5. 教材の設計

今年度は、「図面寸法の基準位置の取り方を部品ごとに変えてしまうと組み合わせることができなくなる」ことを理解させるために部品1はボルトが通る穴が2つあいたもの、

部品2はめねじが2箇所あるものを組み合わせて表現することとし、中心を基準とした組み合わせと左端を基準とした組み合わせ、さらに中心基準と左端基準を組み合わせと3種類の教材を製作することにした。さらに、はめあいを理解させるために中心に部品1には凸型、部品2には凹型の形状を施し、凸部と凹部のはめあいは中間ばめとすることにした。

これを基にして設計した部品1、部品2の図面および組立図を図14~18に示す。

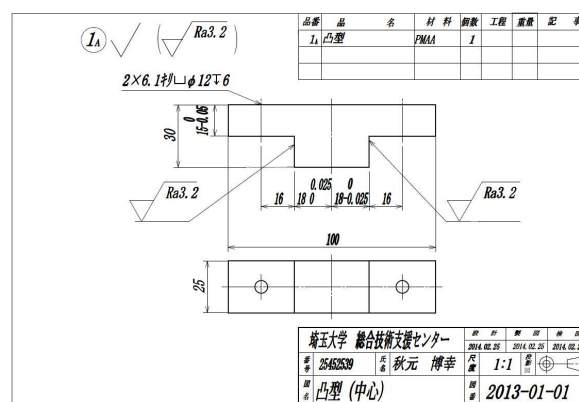


図 14. 中心基準の部品 1 図面

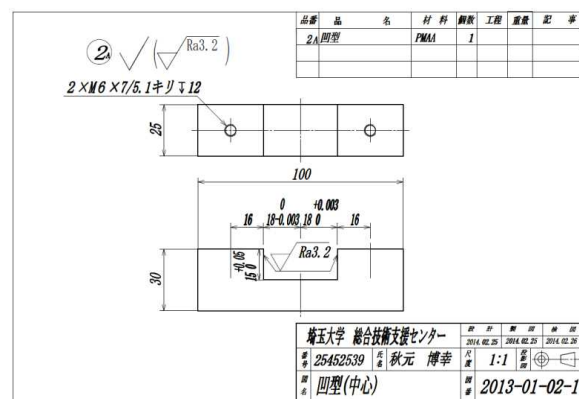


図 15. 中心基準の部品 2 図面

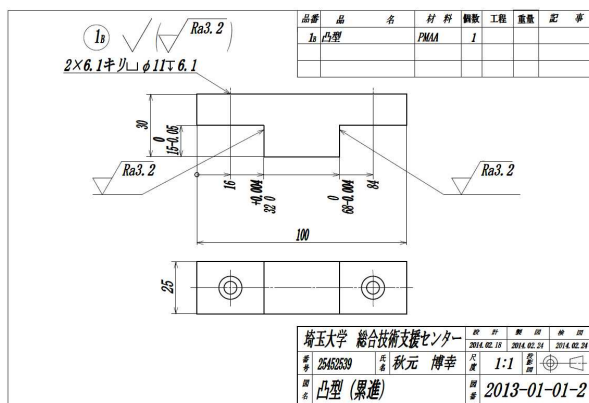


図 16. 左端基準の部品 1 図面

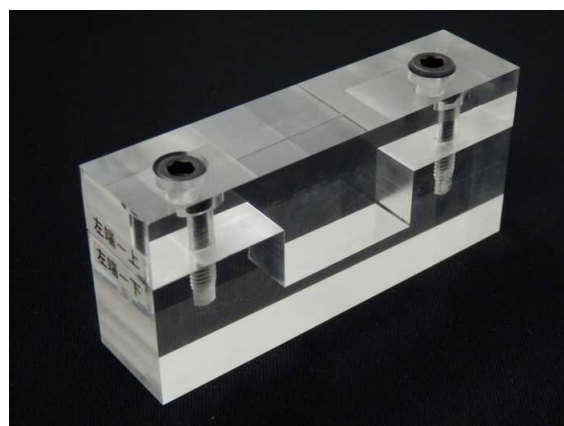


図 19. 左端基準の部品 1 図面

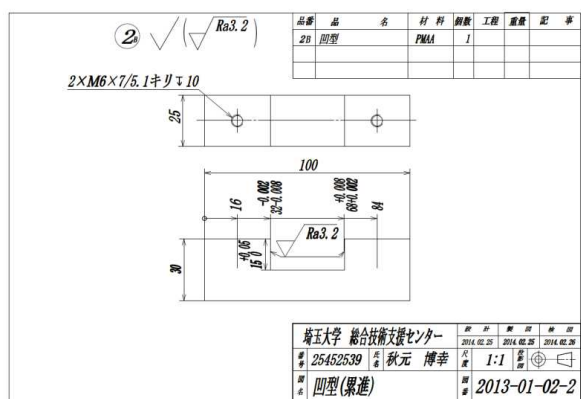


図 17. 左端基準の部品 2 図面



図 20. 左端基準の部品 1 図面

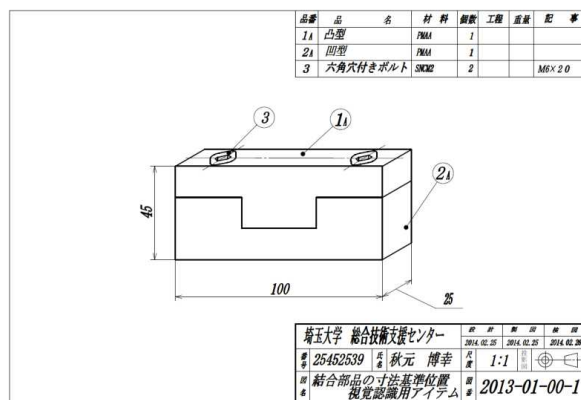


図 18. 組立図

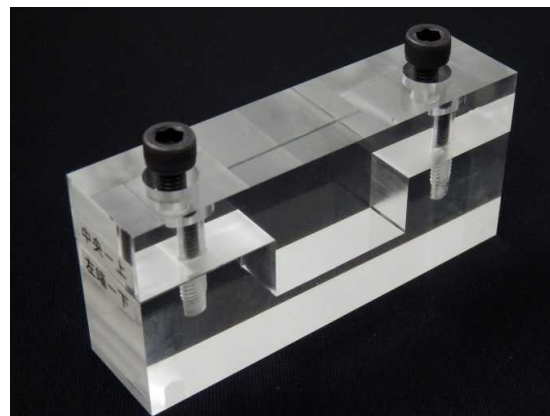


図 21. 左端基準の部品 1 図面

本研修で使用した図面の製図については、秋元が行った。

6. 教材の製作

加工に用いたアクリルは熱に弱いため、切削液が利用できるマシニングセンタ（実習工場に設置）で加工を行った。プログラム製作に関しては小林、工具長や座標系の設定等は、吉橋が担当した。

完成した教材を図 19～21 に示す。

7. 今後の予定

今後の予定としては、①寸法基準については、現状のねじでの結合ではなく、軸を穴に通すような「はめあい」を含めた形状を考える。②すきまばめ、中間ばめ、しまりばめを理解しやすくするために円柱形状（棒とパイプ）に形状を変更することも考える。③平行度や直角度などの幾何偏差に関しても製作したいと考えている。