

M3 機械製図

～機械製図の「これだけは」～

1. 目的

- ・ オリジナルマシンの設計・製作のための製図を通じて、「アイデアを具体的な形にするプロセス」としての製図の必要性を理解する。
- ・ オリジナルマシンの設計・製作のための製図を通じて、「技術者の共通言語」としての機械製図の最低限の知識を習得する。

2. 組立図と部品図

2.1 組立図

前章の M2「機械要素」では、自分のマシンに使うべき機械要素を決定し、これを組み込んだマシンの詳細設計を開始した。前章ですでに説明及び例示した通り、詳細設計とは、各 부품の機能をうまく発揮できるように組み合わせながら、各 부품の寸法を決定していく作業であるから、詳細設計が終わったときには、全ての 부품の重要な寸法が決まり、同時にマシンの組立図が完成することになる。すなわち、組立図が描きあがるということは、設計者の頭の中で想像上のマシンが完成することである。

組立図とひとくちに言っても様々なレベルのものがあり得る。例えば、図 1 は同じサンプルメカの組立図であるが、右図のようにねじを中心線一本で略記し、各 부품の形状をできる限り簡略化して描いた場合でも、各 부품の主要な寸法は同じようにきちんと決められる。右図は他人に読んで理解してもらうための図面としては十分とは言えないが、設計者本人が簡略化した部分を自分の頭の中で補って使用する範囲では、十分に組立図として役に立つ。(但し、例えばねじの頭や先端がアームと干渉(ぶつかり合う)しないかといった細かな検討は略図では難しいこともあるので注意が必要である。)どこまで描き込み、分かりやすい図面にするかは、設計者次第である。大切なのは、組立図を描くことによって、各 부품の寸法がきちんと決まることである。

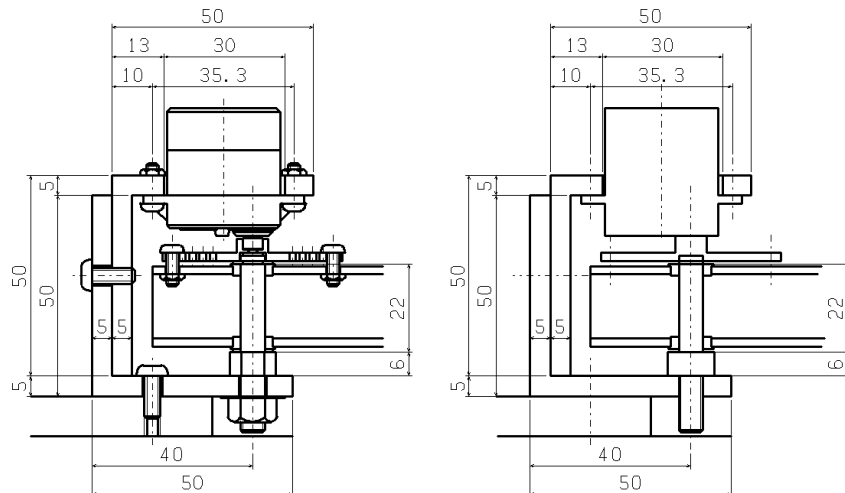


図 1 略記した組立図

2.2 部品図

組立図が完成したら、図 2 のサンプルメカ上部フレームの例に示すように、組立図に含まれている各 부품の寸法の情報をもとに、各 부품の製作に使用するための部品図を描く。部品図とは「加工指示書」に相当するものであり、部品の加工担当者に各 부품の 3 次元形状、加工方法、材質などを漏れなく正確に伝達するものでなければならない。ここで言う部品の加工担当者とは、この授業のなかでは設計者本人である(自分で設計して自分で加工する)が、企業などでは設計者本人が加工も行う場合は少なく、他人に加工を頼むことになることが多い。このような場合には、それこそ誰が見ても同じものを加工できる部品図を描くことが前提となる。上述の設計者本人にしか分からないような略記組立図とは、使用目的も違えば描きかたも違って来るわけである。

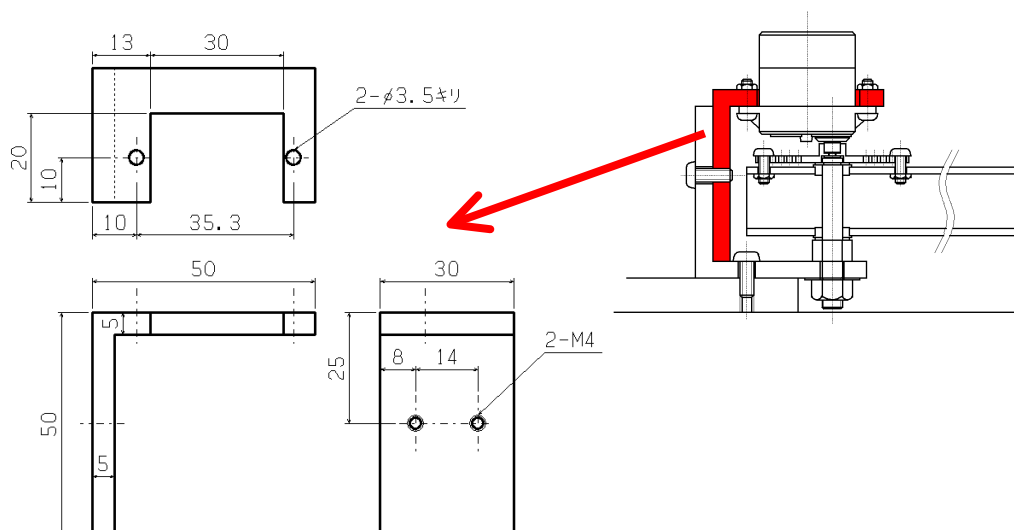


図 2 組立図と部品図

機械製図の規則は日本工業規格(JIS)で詳細に規定されているが、ここではまず以下で説明する機械製図の初歩的なルールをきちんと理解し、「技術者の共通言語」としての機械製図の最低限の知識を習得したうえで、誰かに部品の加工を頼むつもりでオリジナルマシンの部品図を描いてみよう。

3. 機械製図の基本的なルール

3.1 第三角法

部品の 3 次元形状は 1 つの方向から見た図だけでは分からないことが多いため、図 2 左のサンプルメカ上部フレームの例に示すように三面図を並べて描くのが一般的である。中央に正面図を描き、上から見た上面図は上、右から見た右側面図は右、(必要に応じて下面図を下、左側面図を左)に、それぞれ並べて描くこのような描き方を第三角法と呼ぶ。

3.2 線の種類と太さ

読みやすく「図面らしい」機械図面を描くには、線の種類と太さをきちんと規格で定められたとおりに使い分けることがとても重要である。以下の4種類の線は基本中の基本であり、これらをきちんと使い分けているかどうかで図面が「きちんと」描いてあるかどうかの印象が分かれる。

- ・ 部品の外から見える部分の形状をあらわす「外形線」は、しっかりと太い実線で描く。
- ・ 寸法を記入するための「寸法線」(両端が矢印の線)と「寸法補助線」(部品からの引出線)は細い実線で描く。
- ・ 丸穴、ねじ穴、円筒状の部品など、丸いものの中心には、正面と側面にそれぞれ必ず細い一点鎖線で「中心線」を描く。
- ・ 部品の裏側や内部の見えない部分の形状をあらわす「かくれ線」は細い破線で描く。

太線と細線の太さには倍以上の違いがあると良い。

3.3 寸法の書き方

寸法を記入するときには、必要十分な寸法をきちんと記入し重複を避けるように注意する。寸法が間違いなく記入されているか確認するには、加工前の材料の寸法(図2のサンプルメカ上部フレームの例であれば幅50mm×50mm×厚さ5mmのLアングル)を出発点として、どここの面から何mmのところをポンチを打つ、あるいはコンターマシンの刃が入る、というように、頭の中で部品を加工する手順を1つずつ確認してみると良い。寸法を記入するときには、どここの面を基準面として各部品が組み立てられるか、どここの面を基準面としてハイトゲージで野書きをするか、どここの面を基準面として工作機械のテーブルに当てるか、常に基準面を意識し、基準面からの寸法を記入するようにする。一直線上に並ぶ複数の同じ穴の位置などの互いに関連する寸法は、まとめて記入すると分かりやすい。また、同じ加工を複数個繰り返すとき、例えば図2の例であればφ3.5のキリ穴、M4のねじ穴などは、「2-」のように加工個数を記入しておく。

3.4 ねじの描きかた

M2「機械要素」でも概説したとおり、ねじの種類とサイズはJIS規格で詳細に定められている。ねじは図3に示す外径をあらわす「呼び径」ごとにサイズが決まっている。表1にこの授業でよく使われるメートル並目ねじの呼び径の比較的小さなものの寸法と、ねじ穴を加工する際の下穴径を示す。

表1 メートル並目ねじの寸法

呼び径	ピッチ(mm)	下穴径(mm)
M2	0.4	1.6
M3	0.5	2.5
M4	0.7	3.3
M5	0.8	4.2
M6	1.0	5.0

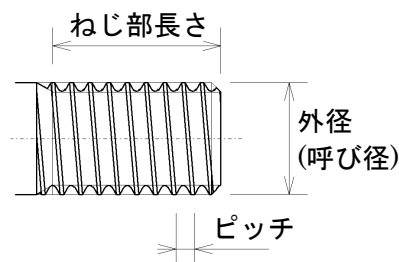


図3 ねじの寸法

ねじを描くときには、図4のサンプルメカ回転軸及びナットの例に示すような略図で表す。おねじは外径、めねじは内径にあたる外形線と、ねじ部長さを示す線を太い実線で描き、ねじ山の谷底の径にあたる線と、ねじ部長さを示す線の脇の斜め線(不完全ねじ部と呼ぶ)を細い実線で描く。図4の右側面図で、ねじをあらわす太線と細線の二重丸のどちらが太線とどちらが細線か、きちんと描き分けられるようにしよう。

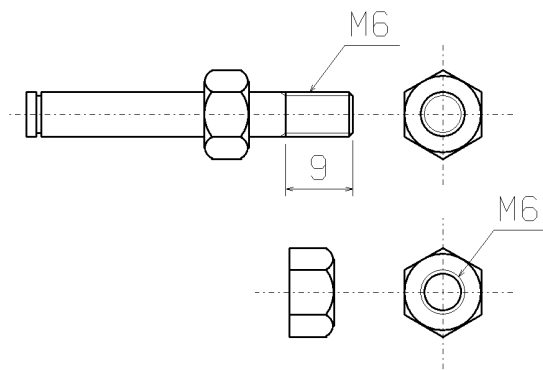


図4 ねじの略図法

3.5 通し穴(ばか穴) と はめあい

M2「機械要素」の固定要素の節では、ねじとナットを使って2枚の板状の材料を締結する場合に、両方の板に「ネジの外径よりも1~2割くらい大きな径」の穴(ばか穴)を開けてネジを貫通させることを説明した。またS1~2の「見よう見まね」サンプルメカの製作において、アームががたつきなく滑らかに回転できるようにするために、ベアリング用の穴の直径をベアリングがピタッとはまり込む直径にするのに苦労したことは、まだ記憶に新しいだろう。このように、穴の直径はその穴の使用目的によって、そこに入る部品の直径より大きな径にするか同じくらいの径にするか、あるいはハンマーやプレスで圧入しなければ入らないようなきつい穴にするかを使い分ける。ばか穴は、図面に記入する直径の数字自体が穴とそこに入る部品で異なる。これに対し「はめあい」では穴とそこに入る部品の直径の数字自体は同じである。図5のサンプルメカアームの図に示すように、ベアリングの直径とベアリング用の穴の直径はともに $\phi 10$ である。しかしこの $\phi 10$ にはh6、H7といったはめあいを示すための記号と寸法許容差(単位mm)が併記されている。hやHなどのアルファベットは小文字が穴に入る部品側、大文字が穴側の公差域($\phi 10\text{mm}$ よりどれくらい大きい小さいか)をあらわし、6や7などの数字は公差等級(どれくらい精密に狙った直径に仕上げるか)をあらわす。穴に入る部品と穴の公差域と公差等級の組み合わせを適切に選ぶことで、使用

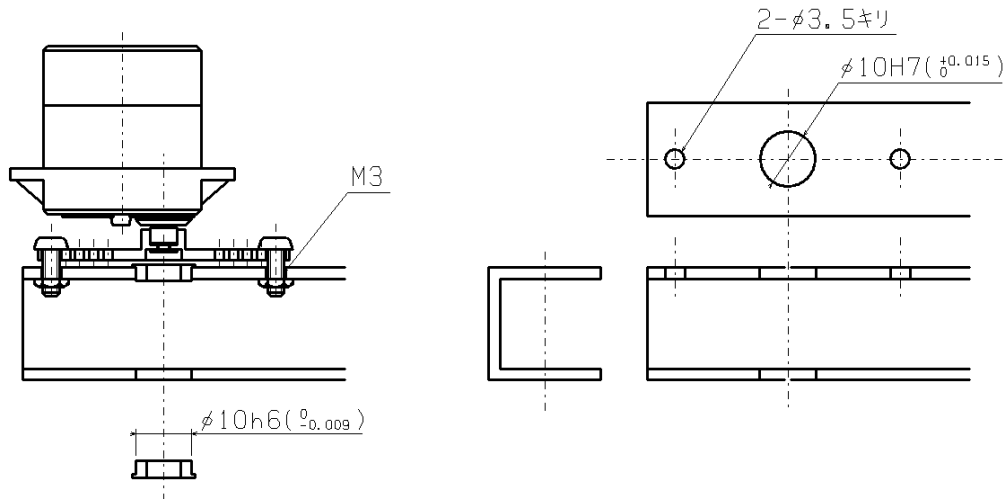


図5 ベアリングとベアリング穴のはめあい

目的に応じたさまざまなはめあいを指定することができる。表 2 にさまざまなはめあいの種類と用途の例を示す。

表 2 はめあいの種類と用途

		H6	H7	H8	H9	適用部分	機能上の分類	適用例
部品を相対的に動かす	組合				c9	特に大きいすき間があってもよいか、又はすき間が必要な動く部分。組立てを容易にするためにすき間を大きくしてよい部分。高温時にも適当なすき間を必要とする部分。	機能上大きいすき間が必要な部分。 膨張する。位置誤差が大きい。 はめあい長さが長い。	ピストンリングとリング溝 ゆるい止めピンのはめあい
	転合		d9	d9		大きいすき間があってもよいか、あるいはすき間が必要な部分。	コストを低下させたい。 製作コスト 保守コスト	クランクウエブとピン軸受（側面） 排気弁弁箱とはね受けしゅう動部 ピストンリングとリング溝
	転合	e7	e8	e9		やや大きなすき間があってもよいか、あるいはすき間が必要な動く部分。やや大きなすき間で、潤滑のよい軸受部。高温・高速・高負荷の軸受部（高度の強制潤滑）。	一般の回転又はしゅう動する部分。 （潤滑のよいことが要求される）	排気弁弁座のはめあい クランク軸用主軸受 一般しゅう動部
	転合	f6	f7	f8		適当なすき間があつて運動のできるはめあい（上質のはめあい）。グリース・油潤滑の一般常温軸受部。	普通のはめあい部分。 （分解することが多い）	冷却式排気弁弁箱挿入部 一般的な軸とプッシュ リング装置レバーとプッシュ
	転合	g5	g6			軽荷重の精密機器の連続回転部分。すき間の小さい運動のできるはめあい（スピコット、位置ぎめ）。精密なしゅう動部分。	ほとんどガタのない精密な運動が要求される部分。	リング装置ピンとレバー キーとキー溝 精密な制御弁棒
部品を相対的に動かさない	滑合	h5	h6	h7	h9	潤滑剤を使用すれば手で動かせるはめあい（上質の位置ぎめ）。特に精密なしゅう動部分。重要でない静止部分。	部品を損傷しないで分解・組立てできる。	リムとボスのはめあい 精密な歯車装置の歯車のはめあい
	押込	h5	h6	js6		わずかなしめしろがあつてもよい取付部分。使用中互いに動かないようにする高精度の位置ぎめ。木・鉛ハンマで組立・分解のできる程度のはめあい。		継手フランジ間のはめあい ガバナウエイとピン 歯車リムとボスのはめあい
	打込	js5	k6			組立・分解に鉄ハンマ・ハンドプレスを使用する程度のはめあい（部品相互間の回転防止にはキーなどが必要）。高精度の位置ぎめ。		歯車ポンプ軸とケーシングとの固定 リマボルト
	打込	k5	m6			組立・分解については上に同じ。少しのすき間も許されない高精度な位置ぎめ。		リマボルト 油圧機器ピストンと軸の固定 継手フランジと軸とはめあい
	強圧入	m5	n6			組立・分解に相当な力を要するはめあい。高精度の固定取付（大トルクの伝動にはキーなどが必要）。		小さい力ならはめあいの結合力で伝達できる。
	圧入	n5	p6			組立・分解に大きな力を要するはめあい（大トルクの伝動にはキーなどが必要）。ただし、非鉄部品どうしの場合には圧入力は軽圧入程度となる。鉄と鉄、青銅と鋼との標準的圧入固定。	部品を損傷しないで分解することは困難。	継手と軸
	強圧入	p5	r6			組立・分解については上に同じ。大寸法の部品では焼ばめ、冷しばめ、強圧入となる。		軸受プッシュのはめ込み固定
	強圧入	r5	s6			相互にしっかりと固定され、組立には焼ばめ、冷しばめ、強圧入を必要とし分解することのない永久的組立となる。軽合金の場合には圧入程度となる。		吸入弁、弁座挿入 継手フランジと軸固定（大トルク）
	強圧入	t6	u6					駆動歯車リムとボスとの固定 軸受プッシュはめ込み固定
	強圧入	u6	x6					