

# 工作依頼時における製図に関する基礎知識の重要性と誤認防止のための提言

馬場 敦

九州大学理学部附属工場

## 1. はじめに

以前、本学の学生が第一角法を用いた図面を工作依頼時に持参してきた事例があった。しかし、投影記号がなかったことや図面の煩雑さなどで、第三角法で描かれていると誤認してしまい、製作ミスが発生した。

ものづくりにおいて、『図面』とは設計者の意図を誤解なく製作者に伝えるための極めて重要なコミュニケーションツールである。よって、製作者に誤解や混乱を生じさせないために、一般的に設計者には設計製図に関する深い知識の習得が求められる。しかし、学生に対して民間企業の設計技術者と同等の知識を求めることは不可能である。

そのため、製作ミスを防ぐには、製作者である技術職員自身が、学生に代わって、深い設計知識を習得し、その知識をもとに都度検図することで、重大なトラブルを未然に防ぐことが求められる。

これらを踏まえ、本報告では、技術職員に求められる最低限トラブルを回避できるための設計知識や、誤認を防止するための複数の注意点について述べる。

## 2. 求められる設計知識

本章では、技術職員が製作業務を行う際に誤認や混乱を防ぐためや、効率的な業務を進めるために押さえておくべき設計の知識を数点挙げる。

### 2.1 投影法

投影法の原理を図1に、第一角法～第四角法の比較を図2に示す。第二、第四角法は使用に耐えないため、製図には用いられない。第一角法はイギリスで発達してヨーロッパに普及し、広く採用された方法でイギリス式画法(E法)とも呼ばれる。第三角法は、アメリカで改良され発達した方法で、アメリカ式画法(A法)とも呼ばれる。ISOと同様、日本のJIS規格では両画法とも同時に規定されているが、ISOでは図例に第一角法が用いられ、JISでは図例に第三角法が用いられている。また、JIS機械製図(JIS B

0001)では、A法の理論性を重要視しており、より合理的な”第三角法による”と規定している<sup>[1]</sup>。

### 2.2 寸法記入上の注意

寸法を記入する上での複数の注意点を遵守していない図面には、ミスが生じている可能性が高い。

つまり、製作者サイドが正しい寸法記入法を理解することは、検図精度の向上とともに、加工時や加工後のトラブル防止につながる。以下に多数ある注意点のうちの5点を示す<sup>[2]</sup>。

#### (1) 寸法はなるべく正面図に記入する

図面は正面図が最も代表的なものであるため、寸法記入の際も、できるだけ正面図に集中して記入する。正面図に表せないものや、加工工程などを考慮する必要がある際には、他の投影図に記入する。

#### (2) 重複寸法を避ける

正面図、平面図またはその他の投影図に同じ寸法を記入することは、図面の煩雑化を招くため、できるだけ避ける。しかし、関連する図の理解を容易にするために必要な場合にはその限りではない。

#### (3) 計算の必要がないように記入する

不必要な寸法の記入は極力避けるべきだが、加工効率を上げるために必要な寸法は、できるだけ記入する。その際、普通公差を適用した場合に寸法上の矛盾が生じる場合は参考寸法を用いる(表1)。

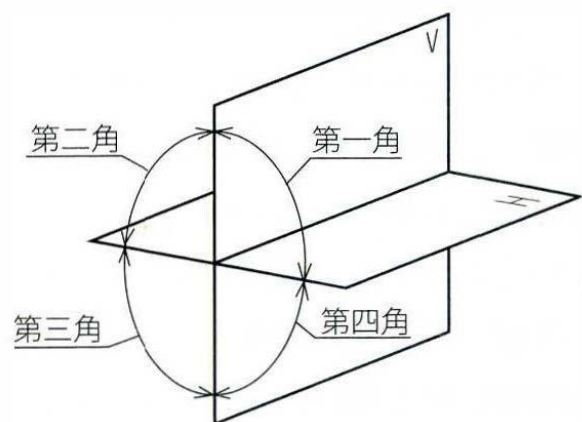


図1 投影法原理

出典：津村利光『JISにもとづく標準製図法(第14全訂版)』(オーム社,2017)、29頁

#### (4) 基準部を設ける

製作、組立、使用時などで必要になる基準が理解できるような寸法の入れ方を検討する。なお基準には、加工基準、取付基準、機能基準などがある。

#### (5) 不必要な寸法は記入しない(暗黙の了解)

計算の必要がないように寸法を記入すべきだが、図面の分かりやすさや誤解を生じさせないために、ある程度取捨選択した寸法の記入を考慮する必要がある。

例えば、センター振り分けの穴は、不必要な寸法を省き煩雑化を防ぐことで、分かりやすく、矛盾のない、ミスの防止につながる図面になる(図3)。

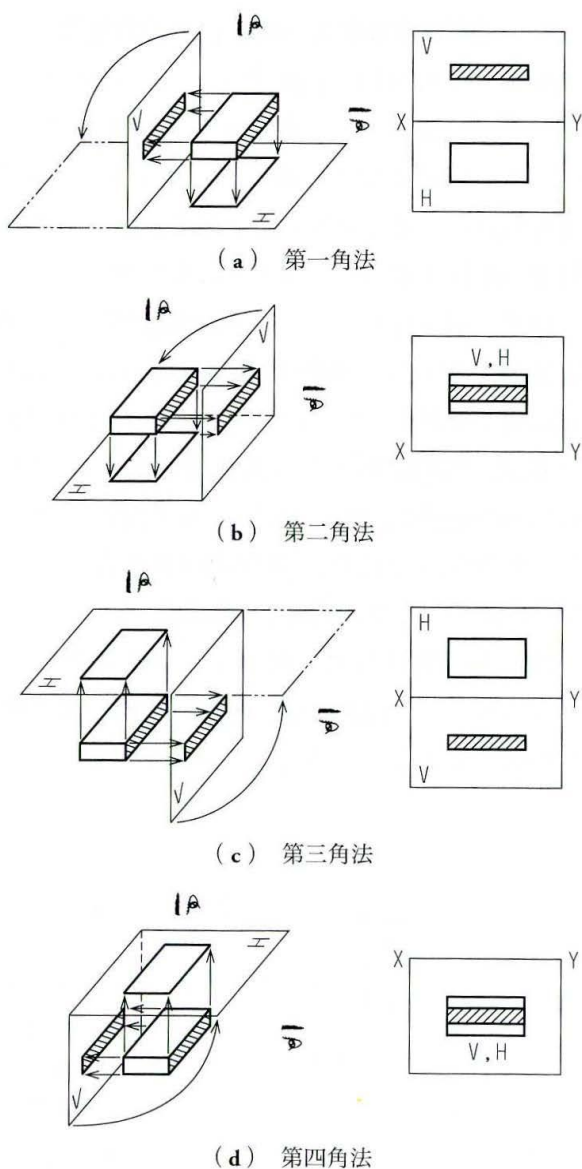


図2 第一角法～第四角法の比較

出典：津村利光『JISにもとづく標準製図法(第14全訂版)』(オーム社,2017)、30頁

#### 2.3 公差

物を製作する場合には、きわめて高精度に仕上げようとしても必ず誤差が生じる。また、精度や誤差といった品質と、コスト、納期との関係はトレードオフであるため、依頼によってバランスを考慮することが求められる。そのため、設計者である学生が許容誤差である「公差」を指定すべきだが、時としてこちらからも提案することが必要になる。

一般的にはサイズ公差の場合は普通公差(表1)を用いればよいが、研究用装置の構造上、プラス側のみ許容される場合と、マイナス側のみ許容される場合があるため、初めて製作する装置では特に注意して打合せする必要がある。

#### 2.4 スケッチ法

CADに精通していない学生は、パワーポイントや手書きなどのスケッチで図面を描いてくることがたまにある。CADを用いた製図を推奨したいが、スケッチにも、既製品と同一のものを作る場合、損傷製品の部品を申請する場合、実物をモデルとして新製品をつくる場合などには有用であるため、上手なスケッチ法を学生に教示したい。ポイントは、型取りできるものは型取りする、運筆の指導を行う、方眼紙を利用する、縦横比は揃えるなどがある。

#### 3. 誤認防止のための注意点

表1 普通公差

公差等級		基準寸法の区分 (単位 mm)							
記号	説明	0.5 <sup>*</sup> 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	400を超え 1000 以下	1000を超え 2000 以下	2000を超え 4000 以下
		許 容 差							
f	精緻	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m	中級	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	粗級	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	極粗級	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

[注] \* 0.5 mm未満の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

出典：津村利光『JISにもとづく標準製図法(第14全訂版)』(オーム社,2017)、90頁

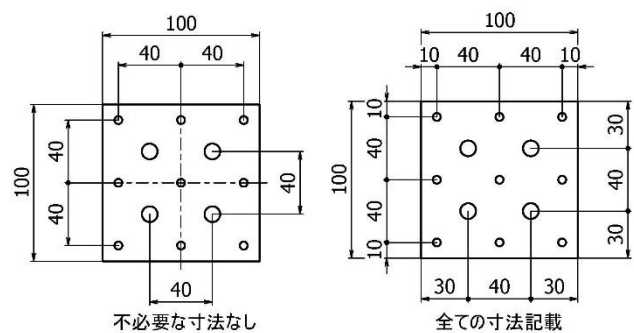


図3 寸法記入例

製図法に精通していない学生や研究者の図面は、適切とはいえない難い図面も多く、製図法に精通した設計者の図面と比べると誤認する可能性が高いため、丁寧な検図が求められる。以下に誤認防止のための注意点を述べる。

### 3.1 使用ソフトの確認

検図以前の問題だが、使用ソフトの確認は誤認防止に大変重要である。現在、設計にはCADを用いるのが一般的だが、パワーポイントやイラストソフトなどを用いる学生も少なくなく、描かれたモデルの縦横比や縮尺などが、記入されている寸法と異なっていることも多く、完成品との見た目にギャップが生じる可能性があるためである。このギャップは検図の際に、見ただけで発見することが難しい場合もあるため、使用ソフトの確認が求められる。

また、一言にCADといっても、PC版、Android版、iOS版、スマートフォンおよびタブレット版など多様なOSやデバイスで使用可能かつ無料のものが多数存在する。さらにJISに非対応なCADも少なからず存在するため、注意が必要である。ISO規格だと第一角法で描かれている可能性があり、ANSI規格だとインチ標記されている可能性があるためである。

JISに非対応なCADは、本報告書作成のきっかけでもある、本学学生が利用していたハンガリー製のiOS版CADである「Shapr 3D」がある<sup>2)</sup>。さらに、既存ソフトのアップデートによる、思わぬ仕様変更にも、注意したい。

### 3.2 寸法記入法や単位

2.2に示した注意を守っていない図面は寸法漏れの可能性もあるため、気を付けて検図したい。

また、JIS規格では寸法はミリメートルで示すことになっているが、センチメートルで示す学生もい

るため、単位に関しても都度確認したい。

### 3.3 構造

ネジ穴、はめ合い位相、組立性などの検討が不十分なモデルも少なくないため、検図の際には注意したい。例えば、組み立て時のボルト穴が両方ともネジ穴になっている、はめ合うフランジ同士の位相を考慮しておらず思わぬ干渉や、組立性や分解性の悪い構造などがある。

### 3.4 雑談

雑談によって検図で気づけなかった図面の不備に気づけることもあるため、業務に支障が出ない範囲で取り入れていきたい。また、ものづくりに関する雑談をすることで、アイデア出し、設計知識の深化、ものづくりに対する意識の向上などにもプラスに働く。

## 4. 具体事例

図4~6に具体事例を示す。これは14mmの板材の両側に径の異なる段付加工を施したサンプルモデルである。

図4は適切に寸法が記入されている例である。通常、段付寸法は今回正面図として配置している真ん中の図に記すのが一般的だが、隠れ線で示されている点や、両側に段付形状がある点を考慮して、左右側面図の段付形状部にハッチングを施し、文字で情報を補完している。

図5に記入された寸法は、段付寸法を正面図に記入しており、正面図に寸法を記入するというルールは守っている。しかし、段付寸法とその外径の寸法がそれぞれ異なった投影図に記入されており、一形状の加工時に複数の投影図を見る必要が出てくるため、分かりにくい上に手間が生じる。さらに、正

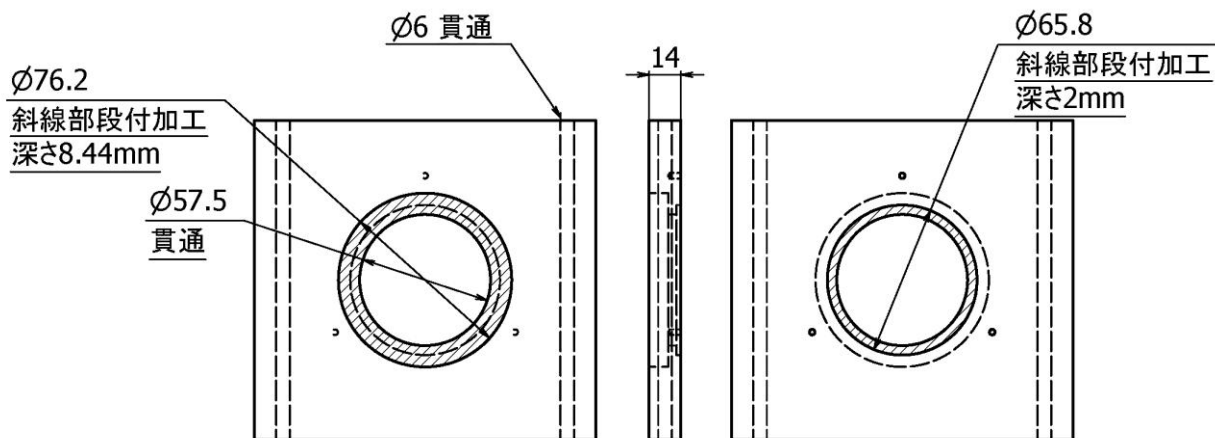


図4 第三角法適切寸法例

面図の隠れ線で示された段付部に寸法を記入しているため、隠れ線が非常に見にくくなっている。また、寸法数値 2 と 8.44 が正面図の左側に記入されており、さらに理解が難しい表現になっている。とはいえ、各寸法は最低限理解できるため、加工自体は可能である。

図 6 は一見すると図 5 と同様に感じるが、第三角法ではなく、第一角法で描かれているため、大変誤認しやすくなっている。日本において第一角法で描く場合は、投影図記号の記入は必須であるが、記入がない場合もあるため、細心の注意が必要である。正面図の隠れ線を見れば第一角法であることは分かるが、都度検図に神経を使うことは業務効率化とは逆行するため、やはり投影図記号が欲しい。

以上により、製作者である技術職員の検図能力はものづくり分野から研究活動を支えるという点において、非常に重要な要素であるといえる。また、設計者である学生との細やかなコミュニケーションによって検図では気づきにくい設計ミスを出し出すことも非常に重要である。

## 5. 今後求められるもの

### 5.1 3D 図面によるものづくり

既に 3D プリントを用いた製作も積極的に取り入れられていることだと思うが、図面自体に関しては 3D モデルを 2D に変換してプリントアウトしている事例も多く、3D モデル自体を製作現場が有効活用できているとはいえない。旋盤やフライス盤など工作機械を用いたものづくりの現場において、プリントアウトされた図面の利便性は理解できるが、設計者

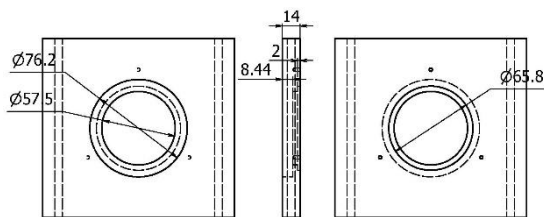


図 5 第三角法不適切寸法例

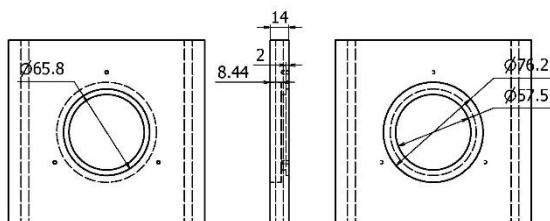


図 6 第一角法例

の負荷低減や設計者、製作者の業務効率化のためには、3D 図面の利活用の普及が求められる。

### 5.2 学生にもものづくりの楽しさを伝える

軽微なインタビュー調査による私の主観だが、工学系の学生と比べて理学系の学生は幼少より、さほどものづくりに関わっておらず、経験が乏しい印象がある。これは、筆者が学生の頃に TA として機械工作実習で教えていた工学部の学生達と比べて、現在講習会で教えている理学部の学生達の方が、カンドコロに関して乏しいところからも分かる。以上により、ものづくりのカンドコロは、経験に依存すると思われる。よって、大小様々な経験をコツコツと積み重ねることこそが、ものづくりへの意識向上や設計力向上につながると感じている。学生に経験を積んでもらうには、やはり「ものづくりの楽しさを伝える」ことが求められる。

## 6. おわりに

今回は、第一角法を用いた図面によって筆者の誤認によるミスが発端であった。しかし、これは大変珍しい事例で、検図で第一角法を見抜くことは、少々難しいと感じている。しかし、本報告を周知することで、今後類似の誤認を防ぐことに貢献できたら幸いである。製作サイドが誤認を防ぐことは、手戻り防止、研究活動の持続製などにつながるため、研究力向上に大いに貢献しているといえる。

長年の経験で培った「カンドコロ」によって図面の誤認を防ぐことは大事である。しかし「カンドコロ」に頼りすぎると現在社会問題化している、技能の伝承や業務の効率化、非効率な若者の育成を助長することになる。そのため、「設計知識」というアプローチ方法で図面の誤認を防ぐことの有用性を示すことは、技術職員業務において大変意義があると感じる。

### 参考文献

- [1] 津村利光.JIS にもとづく標準製図法 (第 14 全訂版) . オーム社,2017,31 頁
- [2] 同書,68-72 頁
- [3] しぶちょー. “徹底解説!! iPad 用の 3DCAD 神アプリ ”Shapr3D”” しぶちょー 技術研究所 .2023. <https://sibucho-laboratory.com/shapr3d-3/>(参照 2024-02-15)