

製図とは、不変の技術である

(製図の基本・原則を確認する)

Mechanical Drawing is an Unchanging Technology

(Confirm the Basics and Principles of Drafting)

○平野 重雄 (名, 東京都市大学 株式会社アルトナー Shigeo HIRANO)
喜瀬 晋 (賛, 株式会社アルトナー Susumu KISE)
関口 相三 (賛, 株式会社アルトナー Sozo SEKIGUCHI)
奥坂 一也 (正, 株式会社アルトナー Kazuya OKUSAKA)
荒木 勉 (正, 筑波技術大学名誉教授 Tsutomu ARAKI)

1 はじめに

図面は誤解を生じさせない正確さが要求される。一方で、製図の基本・基礎をおろそかにしている図面も多く散見される。

本報では、その基本要因を核にして、例えば、独立の原則、テーラーの原理を再認識するとともに、製図の原則に関する事項を述べる。このことが、製図とは、不変の技術に結びつくことになる。

2 独立の原則・テーラーの原理を理解する

独立の原則を適用するに当たって、JIS に従うのは当然として、独立の原則を知らない企業も存在するかも知れない。独立の原則とテーラーの原理とは次の通り不変である。

1. 独立の原則

寸法は、原則として二点測定による。特別な指示がなければ、寸法公差は二点測定による寸法の許容限界を示すだけで、形状偏差は規制しない。また、幾何公差は寸法に無関係に適用する。公差付き寸法の標準的な解釈は、ISO/R1938:1971 のテーラーの原理に従う。

2. テーラーの原理

◇穴：穴の内面に接する最大で完全な仮想円筒の直径は、穴の最小許容寸法より小さくならない。さらに穴のすべての局部実寸法は、最大許容寸法より大きくならない。

◇軸：軸の外面に接する最小で完全な仮想円筒の直径は、軸の最大許容寸法より大きくならない。さらに、軸のすべての局部実寸法は、最小許容寸法より小さくならない。

テーラーの原理に基づく検証は、限界ゲージなどによって行うことができる。

さらに、JIS B 0024:1988 製図—公差表示方式の

基本原則によると、寸法、幾何特性、表面性状は、それぞれ独立であるという原則に基づき評価される。これを独立の原則というのである。

より理解するために、図面上に個々に指定した寸法および幾何特性に対する要求事項は、それらの間に特別の関係が指定されない限り、独立に適用する。それゆえ何も関係が指定されていない場合には、幾何公差は形体の寸法に無関係に適用し、幾何公差と寸法公差は関係ないものとして扱うと定義される。寸法公差の数値と幾何公差の数値に関連はなく、公差の数値は独立して図面に指示することができるのである。

3. 設計の基礎は機械製図

種々の会合で、「3DCADは上手に使うが、図面(2DCAD図面、手描き図面)が読めない設計者が目立つようになった」との話を真剣に論じ合っている光景を目にする。また、その解決策について相談されることも多数ある。

一つの要因として、設計者自身が製図作業を行わず、外注設計者やトレーサーに任せて製作図を作成することによる。これは設計思想の基本をあいまいにしたまま、他者に丸投げすることを意味し、無責任な図面が出図されることになる。さらに、

◇設計思想がない：設計者自身がどこに公差を入れるべきか解らない。

◇加工の知識がない：適正な公差値を記入すればよいのか解らない。

◇加工の知識不足：加工できる形状とできない形状の違いがわからない。

これでは、設計者という名を借りたモデラーである。設計者のスキルが向上しなければ、同じミスを何度も繰り返し、それを他の設計者(製図者)が担当するという最悪のサイクルが延々と続き、企業利益を損なうことになる。この要因は、3DCADを使えば、類似の構造や機構をコピーして貼り付けるという作業を繰

り返すことで手っ取り早く各機種を設計できるという一種の模倣に近い行動を短納期優先の掛け声で設計開発をした結果である。

多くの企業に2次元CADが普及したのが約40年前。その後、成果主義という名目の下、設計の過程で若手を教育しながら次世代の人材を育てるという意識が薄くなり、新たな製品化という結果だけを追い求めたことによる弊害は多大である。先にも触れたが、各企業が口を揃えて、現状の若手に将来の設計を背負える技術力がないと危機感を募らせている。そこで、中堅クラスの設計者を対象に、もう一度、基礎から教育しなおさなければいけないと悟り、前向きの企業では中堅クラスの設計者教育に取り組んでいる。

機械設計者の場合、設計の基礎といえば、何を思い浮かべるだろうか。誰もが機械製図と答える。機械製図が、設計の基本であり重要な要素であることを認識しているのである。

4 製図の基本概念

4.1 製図の目的

設計者（製図者）の意図を、図面使用者に確実かつ容易に伝達することである。

4.2 図面の基本要件

図面は、製図の目的を達成するために、次の要件を満たすことにある。

- ◇対象物の図形とともに、必要とする大きさ、形状、姿勢、位置の情報を含むこと。
- ◇必要に応じ、材料選定・指定、加工方法、表面性状、表面処理方法、検証方法などの情報を含むこと。
- ◇表題欄・改訂欄を設けること。そして、情報を明確かつ理解し易い方法で表現していること。
- ◇あいまいな解釈が生じないように、表現・図面の解釈の一義性を持つこと。
- ◇技術の各分野の交流面から、広い分野に亘る整合性、普遍性を持つこと。
- ◇技術の国際交流の立場から、国際性を保持すること。
- ◇複写および図面の保持、検索、利用が出来る内容と様式を備えること。

4.3 製図の基本原則

製図の基本原則は、JIS Z 8310 製図総則およびJIS B 0001 機械製図の規定に基づき製図する。また、次の事項は必ず厳守することである（一部、順不同）。

- ・図面の用紙・図面に用いる線・図面に用いる文字、
- ・尺度・図面に用いる記号・図形の表し方・投影法、
- ・図形寸法の基準面・基準部分・製図における寸法記入方法。

5 製図の重要性を知る

設計と比較すると製図は技術的なレベルが低いと認識されて、設計者の中でも重要視されていない面もある。しかし、製図によってつくり出される図面は、設計の成果物として生産現場で部品として造り出される元になるものであり、3DCADで描いた計画図とはその役割が大きく異なるためにどちらが重要という単純に比較する対象になるべき技術ではない。

図面は、ISO9001（品質マネジメントシステム）の中で管理書類として位置づけられる重要なドキュメントである。なぜ製図が重要なのか、製図の本質を捉えて、その重要性を理解しなければいけない。

機械図面は、人によって解釈が同一でなければならず、共通性が求められるものである。つまり、文化や歴史・言語の異なる第三者が図面を見たとき、誰でも同じように解釈できることが求められる。

学生から新入社員として現場に配属されると、雑務をこなしながら徐々に製図の設計業務を任される。学生時代に機械設計の基礎知識を持って入社していることが前提であり、機械設計の基礎にあたる製図に関して手取り足取り教えてもらえることは少ない。

そして、いざ図面を描こうと思っても、学生時代に習った製図の知識はあいまいであり、不足している。力んで責任ある図面を作成しようとする手が止まり、寸法線が一つも入らず困った人も多いことであろう。

そこで、多くの新人が、先輩たちの図面を参考に模倣図面を作成する。この瞬間は、図面とはこんな感じで描くものではないはずと感じても、同じような作業を繰り返すことで感覚が麻痺し、製図とは寸法さえ漏れてなければ問題ないと、大きな誤解をしたまま経験を積んでしまう。

寸法を記入する理屈を教えてもらえなかった。実は多くの設計者も同じ道を歩んでおり、正しい製図の作法をよく知らないのが現実である。このように、なんとなく分からないままにという気持ちで図面を描いてはならない。図面とは設計機能を表す情報媒体であり、次工程へ正しく伝達する手段である。情報を正しく伝えるためには、製図という技術が重要な役割を持つのである。

6. むすび

グローバルなものづくりを展開するにあたって、どの国で部品を作っても、どの国で組み立てても、同じ品質の製品が出来上がるようにするためには、例えば、幾何公差の指示も一つの方策である。

大切なことは、設計者として全ての部品に対して、どこを基準に、どこを押さえたいのかという設計思想を明確にすることである。よって製図が生きる。