

製図とは、不変の技術である

—機械製図の技術の本質—

Mechanical Drawing is an Unchanging Technology

—Technical Essence of the Mechanical Drawing—

- 平野 重雄 (正, 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 Tsutomu ARAKI)

1. はじめに

人の技術は、五感を最大限に活用して成り立っていることが解明の難しさにある。ものづくりの分野で技術(技能を含む)伝承が大々的に叫ばれてから10年が経過した。その間に技術をコンピュータに置き換える事例も多く報告されてきた。手描き製図からCAD製図へと、コンピュータが普及した機械製図の分野では、その技術の本質について解明しておく必要がある。

本報では、機械製図における技術を分析し、今後どのような技術が必要とされていくのかについて、機械製図教育の視点を含めて考究した。

2. 製図教育における達成度

製図教育を通して明確になることは、手描き製図は一見して全体像と進捗の度合いが把握できることであり、CAD製図は編集・修正の便利さ、仕上がりの均一さ、綺麗さに特徴がある。

手描き製図とCAD製図では使うツールに大きな違いがある。教育において、このことは当然のことであり、学生の修得する能力と教育効果に違いが生じる。

手描き製図では、体を動かしかつ五感をフルに駆使することから、製図的なセンスが育まれていく。

CAD製図では、CADソフトの理解と操作能力が養成され、CAD利用技術の向上につながる。

学生の育成の上で製図教育を手描き製図で実施するのか、CAD製図で実施するのかは今も考慮すべき検討事項でもある。

機械製図教育は、機械工学の基礎学科で学んだ知識を総合して、各種機械の機能設計・強度計算を行い、それを製作図としての的確に表現する演習を行って、製

図能力を育成することが教育目標になっている。そして、題材には、実際に稼動している機械や機械部品とそれの改造・改良設計が主として用いられている。また、課題の指導は、設計仕様を提示することや参考図を与えて製図させる教育が多数を占めている。しかし、その教育の成果(効果)については、評価の方法が教員の経験や授業の形態および試行結果の十分なる検討がなされていないことなどから、明確に定量化する方法が確立されていないのが実状である。

製図教育における学生の達成度を評価するために達成度の基準を設けて判定する方法がある。その内容は、提出された図面を基準項目に基づき評価するもので、これは、学生が適切な形状の図示と製作情報を的確に図面に表現することを修得し得たか否かを確認することにある。そして、達成度の基準は、何をどのように表現するかという情報教育的側面と製図法の規則と図面の一義性を修得させるという知識教育的側面の二つに分類して設定しなければならない。

3. 機械製図に求められる技術

2000年以降にCADの普及で急速に製図機械による手描き製図はCAD製図に置き換えられた教育機関もあった。しかし、2012年ごろから製図機械の再導入が顕著で手描き製図の復権が図られている。これは、CAD中心の製図教育では学生の教育効果(読図力の向上)が得られなかった反省を踏まえ、手描き製図教育の有用性を確認したからである。

また企業でも若手設計者の読図能力不足が問題になり、その対策がなされだしてきている。例えば、社内での手描き製図教育の実施や社外講師による製図教育の実施がある。

- ・配属された新人に半年から1年は手描きで図面を描かせる(S社)。

- ・入社2年程度の設計者にA1図面100枚を手描きでさせる（T社）。
 - ・3年間はCADを使用させない（M社）。
 - ・図面には知恵と経験が集積している。手描き製図を体験して始めてCADが威力を発揮する。CADはツールであることを忘れてはいけない（I社）。
- など多くの事例が公開されている（企業ホームページなど）。

これらは時代の要請の中から急速にCAD導入を図った結果、若手設計者に①構想力不足、②図面を見ても正しい評価ができない、③全体像がつかめない、などの読図能力の不足から業務が滞ることに対する反省の中での対策である。このことから機械製図に求められる技術は読図能力であり、全体を把握する能力、構想力などの製図的センスであることが分かる。

4. 製図的センスの育成について

企業はなぜ若手設計者の製図的センスの育成を目的に手描き製図を義務つけたのか、機械製図とCAD製図の図面作成の稼働内容を比較した。表1に大まかな稼働内容を記載する（%の数値は筆者らの経験による）。

表1 稼働内容と占める割合

手描き製図		CAD製図	
1. 全体レイアウト・配置	20%	1. 仮の部品配置	10%
2. 中心線・作図線の作図	30%	2. 作図線の作図	10%
3. 実線の作図	30%	3. 実線の作図・編集	50%
4. 寸法・図記号記入	20%	4. 寸法・図記号記入	20%
		5. レイアウト・配置決定	10%

表1から項目の数に相違がある。手描き製図の4項目に対しCAD製図は5項目である。そして手順が異なる。CAD製図では最後の手順として手描きがないレイアウト・配置の調整・修正がある。これは手描き製図にとって最初に行う最も大事なレイアウト決定が最終に行われるということである。手描き製図では一度決定したレイアウトは変更できない。変更すれば多大なロスが発生する。そのためレイアウト作業では一番初めに形状把握・必要寸法検討・バランスの検討が慎重に行われる。この行為が最大の読図力育成の訓練なのである。これら一連の作業がCAD製図では軽減されている。これはCADの特徴である編集機能（移動・複写・消去・修正）が準備され、大まかなレイアウトの仮決定後、すぐに作図作業に専念できるからである。最終的に各部品が寸法記入を含め完成した後に全体でのバランス調整や修正を簡便に行える。したが

って作業順序に違いが生じるのである。また、描く手順作業の全体作業における割合から、手描き製図では全体レイアウト・配置と中心線（一本の中心線で全てが決まる）・作図線の作図で50%を占めている。その中でも大半は部品寸法を関連部品と比較検討を行い、干渉の有無、加工手順の検討なども行い寸法を決めることである。この繰り返しが、結果的に部品形状を考え、手を使い体で覚える訓練になり、読図力・空間認識能力を育成するのに役立っているのである。

CAD製図では実線での作図・編集作業が大半を占め、作図線（補助線）をなぞり形状を描く作業であり、これはコマンド操作の訓練であり、読図力育成には結びつき難い。このことからCAD一筋で図面を作成してきた5年前後の設計者に読図力が付かなかったことになる。

一方、手描き製図における全体レイアウト・配置・一本の中心線の位置を決めて描く、そして作図線での作図の時間が製図的センス（読図力・空間認識能力）の育成に大きく関与しているといえる。

企業は製図的センス、読図力から育まれる創造力を求めている。機械製図の技術としては、手描き製図による五感を駆使することから得られる製図的センス、読図力である。そのために手描きによる製図を一定期間学ぶこと、多くの種類の基本的な図面を数多く手描きすることで技術が育成されるのである。

5. むすび

CADの時代といわれながらも、CADはあくまでもツールであって、コンピュータが図面を描いてくれるわけではない。製図はものの形・情報を伝える伝達手段であると同時に有効な思考手段でもある。描いたり消したりしながら思考を固めていくプロセスは、やはりアナログにはかなわないのではないだろうか。

CADの画面で思考するのは難しい。CADソフトに頼るだけでは考えたり工夫したりする能力が薄れてしまうことをひたすら危惧しているのである。

四苦八苦しながら手描き製図することで、創造力がつきアイデアを形にする具現化能力も高まることになる。最近、製図機械とCADを同一の机上に並べる教育環境を構築する大学が増えている。製図教育の中で創造力の育成と効率的な図面作成技術を修得させる目的である。時代に合わせた教育展開である。

一方、企業では2次元CADから3次元CADに移行している。必要とされる規格の整備も進み、効率のよい生産情報を付加できる新しい展開になってきている。今後、機械製図における技術も新しい形に変化していくことが考えられる。