

## CAD 製図は楽しい。しかし、・・・

南齋 征夫

所属：大阪市立大学名誉教授・非常勤講師

専門：2005年3月まで工学部機械工学科の教員

近況：晴歩(耕すところがない)雨読、後期木曜日の「機械製図」講師



2009年度に工学部の学科再編があった。これに伴って機械工学科の入学定員は56名に改められている。現在の機械1回生と2回生はこの定員枠で入学してきた学生達だ。

学生数が学科再編前の二倍近くに膨れ上がると、実習科目へのその影響はことさら大きい。機械工学科の実習科目の一つ「機械製図」では、これまで、2回生の学生一人ひとりがドラフターを割り当てられ手描きの製図をしていたが、今回の再編を機にCAD (Computer Aided Design) が導入されることになった。これも定員増の影響による変化の一つだろう。

ところで、CADを製図教育に導入することについては、かつてファブリカ誌において、「一本の線を引くこと」というようなタイトルだったと思うが、一文を書かせていただいたことがある。文の要旨は、大学教育としての製図はCADよりも一本の線を真剣に引く手描きの方がすぐれているのではないか、ということであった。ちなみに、当時、工学部の事務室には現在も画家として活躍されている中川忠司さんという方が事務を執られていた。この中川さんの目に当の文章が留まったようで、“あそこを書いてあるとおりですよ”との感想を画家である中川さんからいただき、たいへんにうれしい思い出がある。余談だが、中川さんとは、はるか以前に大学本館前の駐車場で私の下手な運転により衝突事故を起こしてしまい、駐車中の中川さんの車を壊してしまっただけで以来の顔見知りである。

さて、CADを導入した「機械製図」を、それが新しく始まる2010年度後期から機械工学科の2回生を対象に担当していただけませんか、と教務委員の加藤健司先生から打診されたのは一昨年の10月である。どちらかといえばアンチCAD派の私に。学科の事情を考えれば、機械工学科の製図室で、60名近くの学生を対象として従来どおりドラフターによる製図教育を行うことは製図室のスペースと追加設備の量から考えても無理な話であり、一方で、教員の定数が減ってきている現状では、常勤教員が演習科目を担当する大変さもよく分かる。結局は、非常勤講師を引き受けることになった。

2回生の学生諸君の側の事情といえば、1回生の時からパソコンを使用する専門科目を受講する必要があるため、各自が自前でノートパソコンを購入してすでに持っている。CADのソフトに関しては、ありがたいことに、ネットから無料でダウンロードできるフリーソフトがいくつか提供されている。こちらも余分にお金は掛からない。図面を出力するプロッターあるいはプリンターは学科のほうで新しく購入するという。製図室も、ドラフターを撤去し

て電源付きのテーブルに更新し、無線 LAN を張って、CAD 製図に適した演習室に改装することになっていた。これらの新しい「機械製図」の構想に関わってきている川上洋司先生の話では、複数のフリーソフトの中で“鍋 CAD”というソフトがいいのではということである。変わった名前のソフトだけれど、東京大学の製図担当教員による簡単なソフト使用法もインターネットで見ることができた。2010 年からは、“鍋 CAD”がバージョンアップされたのを機に、同ソフトを提供している鍋テックという会社自身がソフト入門者のために作成したチュートリアル（個人学習用テキスト）も公開されている。

「機械製図」教育が遥か先に目指すのは設計製図法を駆使できる人材の育成だけれども、当面の目標は JIS 製図規格の中の機械製図法を習得することである。ただし、製図法は内容を講義によって聞いているだけでは決して身に付くことがない。体験を通して製図法を習得するのが普通である。従来はこの体験のために、フリーハンドによる手描き製図に加えて、必要な道具の一つとしてドラフターが使われてきていた。今回はドラフターがノートパソコンと CAD ソフトに変わったということになる。

いよいよ昨年の 10 月から CAD を導入した「機械製図」が実際に始まった。受講生は機械工学科 2 回生を中心とする 60 名である。機械製図法の約束事をまとめた JIS 規格そのものは、ISO 規格に沿うようこれまでにたびたび改訂されてきているが、2010 年にも製図総則が 26 年ぶり、機械製図が 10 年ぶりに改正された。このような部分的な改正はあっても、機械製図法の基本は投影法、図形の描き方、寸法記入法、寸法公差、幾何公差、表面性状などなどであり、従来の講義内容とほとんど変わらない。しかし、今回は描く道具として CAD を使う点が従来と違っている。CAD に慣れてゆくことも兼ねながら、機械製図法を体得してゆくための基礎的な演習問題の解答にも CAD を使うことにした。たとえば、鍋 CAD のチュートリアルを最後まで実行してみるよう学生諸君に課題として出してみた。そうすると、CAD を使って作図した次のような図面を提出してくるという次第だ。

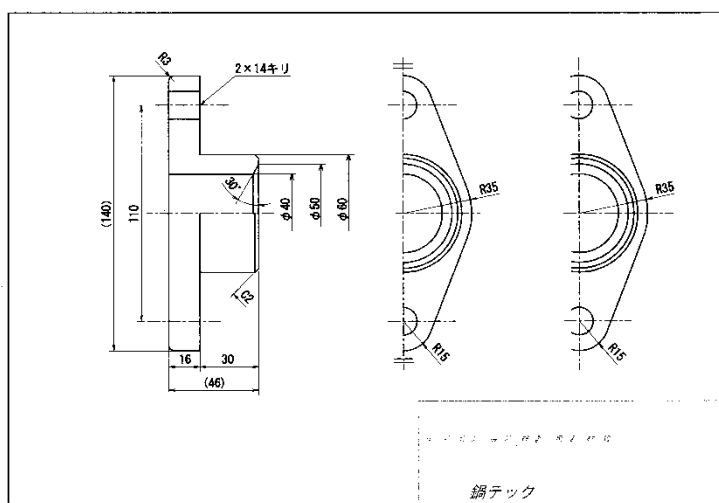


図 1. “鍋 CAD” のチュートリアルにより作成した図面

ところで、機械製図法に定められている「寸法公差」と「幾何公差」については、学生諸君にそれぞれの公差の存在理由をしっかりと理解してもらわなければならない。これには CAD ではなくペーパーテストが適している。ペーパーテストといっても、今回は次のようなプロセスにより行った。

まず、テストに先立って、たとえば幾何公差の場合を例にとると、次のような問題を宿題として出しておく。

問題例：図示した機械部品について、つぎの文言で表されている事柄を幾何公差の表示法にしたがって部品図面に図示せよ。

- 問1. 面⑤を第一次データム、面④を第二次データムとする軸中心⑧の位置度の公差を  $\phi 0.06$  とする。
- 問2. . . . .
- 問3. . . . .
- 問4. . . . .

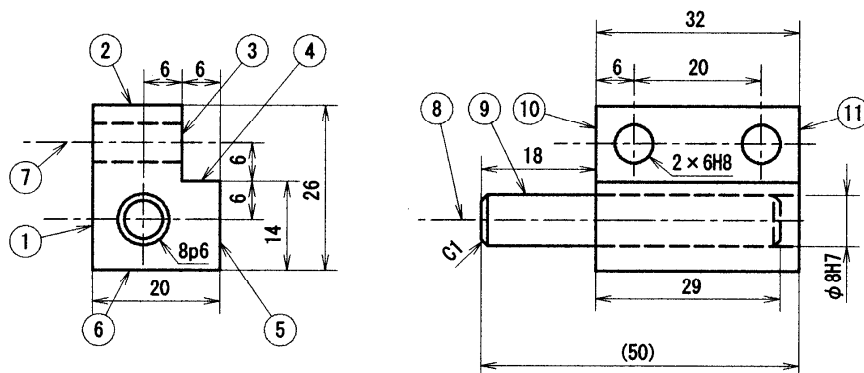


図 2. 幾何公差ペーパーテストのための機械部品例

さらに、ペーパーテストは、宿題に使われている機械部品図と同じ図（上の図 2.）について、ただし異なる設問で行うことを事前に学生諸君に知らせておく。このように知らせておくことは、学生諸君にとって何を勉強しておけばよいかの焦点を絞るのに役立ったと思う。テストは講義の時間を割いて行うので、制限時間は 15 分間の短時間とし、さらに、早く解答ができた人のために答案提出順位が 1 位から 20 位の人には 5 ポイント、21 位から 40 位までの人には 3 ポイントを加算することも約束しておく（幾人かの学生の話によると、このようなポイント加算の試験はこれまでに経験したことがないとのことだった）。以上はテストを行う一週間前の講義の時間に話したことがらである。

次に、テストの当日である。まず前の週に出しておいた宿題の解答を提出してもらい、続いて、宿題を解いたときに気が付いた疑問や不明な事柄について、どのようなことでもよいから質問を出してほしいと呼びかけた。このような呼びかけに慣れていないと、学生諸君か

らはあまり質問が出てこない。今回も 2,3 人の学生からしか質問が出てこなかった。質問がなくなったことを見届けて、テストを実施。テストに必要な図面（上の図 2.）のコピーと解答用紙を先に配布しておき、テストの問題は学生諸君に同時に一斉に知ってもらえるようパワーポイントによりスクリーン上にスライドで示した。

最後に、テストの一週間後。採点したテストの答案を返却し、間違った答えについては、正解をレポートにして次の週に提出すれば、失ったポイントの 8 割程度が回復すると約束した。

以上が、ミニペーパーテストを通じて、寸法公差や幾何公差の存在理由を効果的に学ぶことができると考えて行ったプロセスの紹介である。

ペーパーテストの話の挿入して横道にそれるようなことになってしまったが、この小文の最後として、まだ担当初年度の学期の半ばではあるものの、大学教育としての CAD 製図について感想を記しておきたい。

率直に言って“鍋 CAD”を学習してゆく過程は楽しい。点、線、円、シンボル、寸法などに関するコマンドボタンは多様に揃っていて、ボタンの使用に慣れるにつれて、作図はどんどん快適に進むようになる。個人的によく使用する各種寸法のねじ穴や表面性状記号などをシンボルとして登録しておけば、図面の様々な位置に簡単に挿入することができる。図面の修正に関しても、消しゴムのアイコンで表されている「削除」をはじめ、「移動」や「トリミング」などのコマンドボタンを使うと、まことに簡単に図面の訂正を行うことができる。

しかし、このような快適さには、それによって欠けてしまった大切な事柄があるような気がする。そのことを、図 1. を例にとって説明してみよう。図 1. をもし手描きによって製図するとすれば、実際に描き始める前に、図面を読む人の立場にたって、各投影図の配置、文字の大きさ、寸法の配置などを想像により頭の中でほぼ決める作業が必要である。この作業を丁寧に行わないと、投影図の間隔が狭くて寸法が窮屈に記入されることになったり、図全体に対して文字の大きさがバランスしていなかったり、というようなことが起こりかねない。図 1. は簡単な図面だが、投影図がたくさん配置された複雑な図面ほどそうなりやすい。つまり、出来上がった製図は失敗作で、読む人にとって読みやすい図面になっていない恐れがある。手描き製図の経験が浅いときには、往々にして一旦描いた投影図を消しゴムで消したり、図面全体を新しく描きなおしたりしたものだ。このように、手描き製図の場合には、読みやすい図面に仕上げるために、図面に含まれるものをどのようにレイアウトするかデザインを実際に描き始める前に頭の中で考えている。それでも経験が浅いと失敗する。一方、CAD のばあいには、レイアウトが不都合であると気が付けば、先に述べたように、まことに簡単に図面の訂正を行うことができる。レイアウトを事前に考える訓練を必要としない。

“失敗学”で有名な工学院大学教授の畑村洋太郎さんによると、「大事なのは、自分の頭で考えることです。考えると、考えた過程や道筋が思考回路として頭の中に残ることが、脳科学で実証されています。対象物が変わっても、同じ思考回路で考えることは、2 度目からは 200~500 倍のスピードで実行できるんだそうです」。また、自分で失敗に気付くにしろ、他人から失敗を指摘されるにしろ、同氏によれば「個人としての反省なんて、要りません。「反

省」という言葉は、(中略)倫理的なニュアンスがあるので、あまり良い言葉ではないですよ  
ね。「我々は「省察」という言葉を使っています。自分に起こったことを本当に省みるとい  
う意味で、倫理的ニュアンスのない言葉ですから。失敗の原因、行動、結果でシナリオをつ  
くって、どうしてそうなったかを掘り起こすことです。「省察は人に言われるのではなく、  
自分でやるものです。つらい作業ですが、次に必ず生かせる作業なので、しないともったい  
ない」。(日経ものづくり、2004年11月号、p.266)

本小文をまとめましょう。大学教育としての機械製図には、レイアウトをデザインするた  
めの思考回路を学生諸君に形成してもらい役割りもあると思う。そのためにはスケッチなど  
手描きによる製図作業を適宜含めておくのが良いと考えている。