

生産設計と生産の効率化に関わる一考察

(生産製図で起こる3DCAD図面ミス)

Consideration about Efficiency of a Production Design and the Production

(The 3DCAD Mistake which Happens by Production Drafting)

○平野 重雄 (名, 東京都市大学 株式会社アルトナー Shigeo HIRANO)

川岸 正武 (正, DAX' デザイン・クリア, Masatake KAWAGISHI)

1 はじめに

図面が意図する要求事項を生産現場の創意工夫によって解決していることも事実である。図面は描くだけでなく、図面を使う人に理解し易く、合理的に加工できる図面を描くことが大切である。

本報は、筐体構造の製品と機構システムを含む設計・生産を主業務としている中規模企業の設計者・設計サポーターとの教育に伴うフリートーキングで話題になった事項を基に生産製図で起こる3DCADおよび図面ミスを起こさないための方策について述べる。

2 対象者の設計能力と業務レベル・操作能力

2018年7月に、M企業から「主な製品は3DCADで設計業務を行っているが、その他にも2次元の図面も業務に欠かせない状況である。しかも、図面が理解できない社員もいるので、機械製図の講義と演習を連続4日間で行い、ある程度の図面が読めるように教育指導を行うよう」依頼された。ここで主な業務を明確にすることは、企業マル秘になることから詳細は記さないことにした。

対象社員12名の3DCADの設計能力と業務レベル・操作能力は次の通りである(経験年数に関わらず)。
◇ランク：E1＝3名，設計能力：設計サポーターⅢ，業務レベル：設計者の指示に従い作図作業ができる。CAD操作能力：CADのコマンドを理解している。
◇ランク：E2＝2名，設計能力：設計サポーターⅡ，業務レベル：図面検討ができ，部品図作成や設計変更業務を行うことができる。CAD操作能力：CADのコマンドを理解し，機械製図の基礎知識や材料の知識を修得している。

◇ランク：E3＝3名，設計能力：設計サポーターⅠ，業務レベル：図面検討ができ，組立図から部品図の製図ができる。製品不具合について設計者に改善提案ができる。CAD操作能力：CADコマンドを理解し，製品材料，構造を理解している。

◇ランク：ME3＝4名，設計能力：設計者Ⅱ，業務レベル：構造計画や機構検討ができ，不具合対策について提案できる。設計サポーターに対し適切な指示をだすことができる。CAD操作能力：CAD3年以上で関連部品を理解した設計ができる。

社員の経歴：理工学部卒業7名，高等専門学校卒業3名，専門学校（機械系）卒業2名

3 機械製図の講義・演習の一例

講義・演習内容の充実化を目的に業務終了後の時間帯に延べ5日間の事前打ち合わせを実施した。その際のフランクな会話で気になった内容の一部を記す。

- ・図面を読めるようになるには何を勉強すればよいのでしょうか。
- ・機械製図において，最初に中心線を引かなければならない理由を教えてください。特に手描き（フリーハンド）の場合でも，中心線を最初に描く利点を知りたいです。
- ・組立図でも部品図でも必ず基準面を明確にしないと云われますが。
- ・図面とは，情報伝達の手段であるので正確に伝わりさえすれば良いのでしょうか。

3.1 講義

講義（演習）の充実化のためと受講者のレベルを確認するために，次の内容の問題を配布し解答を求めた（一部分のみ。図例，参考資料は省略）。指示に従って解答してください。

1) 線・補助投影図

Q①次のA～Dはどんな線を用いればよいか。用途による線名を記入しなさい。

Q②補助投影法

線の用法の正しいものを選びなさい。

2) 断面図

Q①正しい断面図を選びなさい。

3) 寸法記入法

Q①寸法記入で最も正しいものを選びなさい。

Q②図は軸の面取り部に寸法を入れたものであるが，誤りが1つあります。その記号を記入しなさい。

Q①図は長穴部分に寸法を入れたものであるが、誤りが1つあります。その記号を記入しなさい。

4) 寸法公差

Q①表1は、「常用するはめあい用いる穴の寸法許容差及び軸の寸法許容差」の表の一部分を示す。

下記の文章における【A】～【J】の空欄に適切な数値を[数値群]より選び、その番号を解答用紙の解答欄に記入せよ(重複可)。また【K】の空欄は[語句群]より適切な語句を選び、その番号を記入せよ。

(1) 図面に寸法が「 $\phi 30h6$ 」と記入されていた。

このときの基準寸法は【A】、最大許容寸法は【B】、最小許容寸法は【C】、寸法公差は【D】である。

(2) 図面に寸法が「 $\phi 30H7$ 」と記入されていた。このときの基準寸法は【E】、最大許容寸法は【F】、最小許容寸法は【G】、寸法公差は【H】である。

5) 表面性状

Q①正しい表面性状の記入法を選びなさい。

6) 幾何公差

Q①指示に適合した図記号を選びなさい。

3.2 演習内容

1) 投影法

・不足している線を補い、図を完成しなさい。

2) 断面法

・指示に従って図を完成しなさい。

Q①正面図を全断面としなさい。

Q②正面図を片側断面としなさい。

Q③切断線を記入しなさい。

Q④ハッチングを記入しなさい。

・立体図を参照し指示に従って図を完成しなさい。

Q①正面図を部分断面図としなさい。

Q②切断線の部分を取り出し回転図示断面図としなさい。

3) 寸法記入法

立体図の寸法を図面に記入しなさい。

Q①指示に従って図を完成しなさい。

Q②図の軸に2mm45度の面取りの加工を指示しなさい。

Q③図の全長35mm幅15mmの長穴の加工を指示しなさい。

Q④図に45度の位置から4等分(4個)でM5のタップ穴を指示しなさい。

Q⑤図に45度の位置から4等分(4個)でM5のボルト穴(2級)を指示しなさい。

4) 表面性状(実技)

Q①図のようなブラケットの各面に、表に示す仕上げを施したい。それぞれの対象面に表面性状の記号を記入せよ。(対称面=イ: $Ra 6.3$, ロ: $Ra 25$, ハ: $Ra 1.6$, ニ: $Ra 6.3$, ホ: $Ra 6.3$ 。除去加工の要否は必要である)。

5) 幾何公差

Q①次に示す図はそれぞれのデータムAに対するB面の平行度、円周振れ、直角度の幾何公差を記入するための図である。正しい幾何公差の指示を図示せよ。

(ア) データムAに対するB面の平行度公差0.01mm

(イ) データムAに対する端面の円周振れ公差0.1mm

(ウ) データムAに対するB面の直角度公差0.02mm

Q②図のような形状の軸がある。 $\phi 30$ の軸線を基準として、 $\phi 55$ の頭部端面の直角度公差が0.05mm以下にあり、また $\phi 55$ の真円度公差が0.02mm以下にあるときの幾何公差を図示せよ。

Q③A図をどのようにすればB図のようにならなくてすむか。幾何公差を図示せよ。

3.3 解答結果・評価について

機械系の基礎能力の一つに、図面を読む、図面を描くがあり、図面情報から形状を認識してフリーハンドで紙にアウトプットする作業である。確実に仕組みを理解していないと図面は描けない。なんとなくわかるでは真に理解できたことにならない。図面の評価は、その図面でモノを製作して、要求機能を満たす製品が出来上がるかどうかであり、記憶型学習で得た知識だけでは解答できない。

人は自分の能力でそれなりに物事を解決すると達成感を感じ、それが自信になる。それを足掛かりにして次のステップに進むことができる。まさしくこれがこの教育の狙いである。

4 3DCADに関して

ものづくりは、ものをつくりあげてよになる。営業、設計から製造現場までの全体最適が成り立って経営が成り立つ。

3D設計が進んだ分、問題も現れている。図面が読めない設計者の増加である。バーチャルなためか、とんでもない設計をする人がいる。加工的には、現場経験が重要と痛感する。また、自社内ですべてをまわせるならルール作って実施すればよいが、仕入れ、客先とある以上、勝手な図面ルールに基づいた図面は否である。そして、人がツール無しに理解できるというのが図面の最大メリットであり、データ閲覧端末の低価格化および互換性の長期保証がなければペーパーレスの普及はあり得ない。別の方策が必要である。

数千年前の書簡は今でも内容を確認できるが30年前のフロッピーなどはもはや内容を知る手段が失われたに等しい状態である。

5. むすび

3DCAD業務を隣席で確認させていただく機会を得ました。講義で構想を具現化するには手描きで練ることの有用性を話したところ、それを実直に実践してくれました。基礎を確実に学習することで応用範囲は数倍に高まることを強調したい。