設計の効率化に関わる設計業務の実状調査と一考察

平野 重雄 Shigeo HIRANO

中澤 洋二 Yoji NAKAZAWA

概要：設計効率を求める、そしてその向上を図るには、設計者の業務の進捗状況を把握して、設計日程を管理統制することが必要になる。設計部門における日程管理はこと新しく必要となってきたものではなく、全ての企業にとって当然必要な問題である。しかし、設計とは創作活動であり、時間的、数値的な束縛を受けては、優秀な機能を発揮する設計はできないと考えられており、その工数見積もりが難しいとされている。それでも現在のような企業競争の激化の時代、設計者のツールが三次元CADになってきた現状においては、設計日程管理がますます重要な位置を占めてきている。

本報は、三次元CADをツールとして設計業務を進めている設計者の稼働の現状ならびにその業務内容を調査した。そして各種の実例資料などを基に、設計日程管理の具体的方法について考察した。

キーワード：設計論

1. はじめに

設計部門の効率を向上し、もって企業全体の活動を合理化することが設計管理の目的である。設計管理の業務内容を大別すると、①組織、②人、③モノ、④時間、⑤方法、⑥コストになる。設計日程管理は④の時間に相当する。ここで時間についていえば、能率というものはある意味で時間の関数であるから管理上極めて重要な意味を持つことになる。従来、設計は技術的創意であるといわれ、これが設計部門に対する管理業務を妨げる主要因となっていた。営業・製造部門に厳しく課せられる日程計画が、設計部門にだけ適用されないということは、企業全体としてみれば極めてアンバランスであるといわざるを得ない。したがって企業全体の立場から、今までの設計作業の実績その他を十分勘案し、最も効果的な

設計日程計画方法を樹立して、設計業務の進捗状況を把握し、管理統制することが必要になる。

本報は、三次元CADをツールとして設計業務を進めている設計者の稼働の現状ならびにその業務内容を調査した。そして各種の実例資料などを基に、設計日程管理の具体的方法について考察した。

2. 設計業務の本質

新しい需要を創造し市場を開拓していくことは、顧客にとっても企業にとっても必要なことである。技術革新が盛んであれば必然的に新製品に限らず製品の種類が増加することになり、製品の多様化が進む。その際には、当然設計部門は重要な役割を担うことになる。

設計業務は、ただ単に思考し、計算し、図面を描くだけではなく、それに付帯する種々の業務があるわけであるが、各業務は、多数の設計者の集合の基に共通の目的に向かって業務が進められている。この集団活動を合理的に行うために、業務を調整し、各設計者の分担と責任およびその相互関係を組織化するということは、設計部門にとって重要なことである。合理的で統制のとり易い組織編制のために、①分業と協業とを合理的に組み合わせること。②責任と権限の所在およびその系列を明確にすること。この2つについて十分考慮する必要がある。つまり分業と協業を合理的に組み合わせるために、まずその業務を行うのに必要な知識・経験・技術あるいは業務の目的、内容などが同一または類似しているものを統合し、専門化し、それぞれの業務部門に分け、部門の中を類似性または管理の範囲により細分化する。さらに細分化された各業務の責任、権限の所在および系列を明確にするために各設計者の分担する業務と命令系統を明らかにさせるということである。

3. 設計日程管理

設計日程管理とは、設計作業の日程を維持し、統制することである。営業、製造部によって定められた納期、生産日程は、設計部の出図遅延のために納期遅延や、納期に間に合っても設計時間の短縮のため設計ミスを生じたりして企業の信用を失い、損失を招くことになる。

これらのことをなくすために、標準的な設計時間に関する基礎資料を前提として、よい製品を安く、かつまた速く製造するという立場から、設計日程管理を樹立し、設計の進捗状況を把握し、管理統制することが必要になる。

この設計部門における日程管理はこと新しく必要となってきたものではなく、全ての企業にとって当然必要な問題である。しかし、設計とは創作活動であり、時間的、数値的な束縛を受けては、優秀な機能を発揮する設計はできないと考えられており、その工数見積もりが難しいとされている。それでも現在のような企業競争の激化の時代、設計者のツールが三次元CADになってきた現状においては、設計日程管理がますます重要になっている。

日程管理の直接の目的として、予定通りに完成するということは当然であるが、結局の目標は企画された製品を1日も速く生産することにあるべきで、受注、見込み生産を行っている企業を問わず、それがひいては企業の信用を増し繁栄させることになる。

4. 設計の主体業務と付帯業務

設計という業務は、まず第1に高度な専門的知識を必要とする。つまり仕事の内容に立ち入って計画を立て、考案工夫し、判断を下し、その仕事の推進を図るには技術的内容に立脚しなければならないことである。第2に創造的活動であるといえる。設計という仕事は極めて創意と工夫を必要とする仕事である。もちろん設計にも、ある程度の技術的知識があれば、設計標準などに従えば設計ができるというようなこともあるが、一般に重要な設計というものは、製品の基本的形態に革新をもたらすように総合するという創意的思考を必要とする場合が多い。し

たがって組織的に管理するといっても、設計者の自由度を広くし自発的な活動を可能ならしめるような管理組織である必要がある。

このように、設計業務を組織的に管理するには、いろいろと困難な問題が伴うことが分かる。しかし設計活動といっても企業活動の一部門であることは、他の職務となんら変わりはなく、さらに企業の市場化活動の最も重要な位置を示すものであり、設計業務は自由と自発的活動を要するといっても好き勝手な行動は許されない。ここで、設計を行う設計者の業務を主体業務と付帯業務およびその他に分類した。

A) 主体業務

- ・設計資料調査
- ・設計計画（ポンチ絵作成）
- ・設計計算
- ・モデリング（製品形状）
- ・検図（形状モデルチェックを含む）

B) 付帯業務

- ・設計部内打合せ
- ・設計外部打合せ
- ・ドキュメント作成
- ・資料・書類作成

C) その他

- ・休息（休暇、出張は含まず）

5. 設計業務の実状調査

設計者の1日当たりの設計業務内容とその時間が分かればおおよその日程計画は立てられるが（その他に設計能力、設計難易度などが必要になる）、実際には設計時間の全てを設計作業に当てられる訳ではない。それは前述したように設計の業務には主体業務と付帯業務があるが、設計の日程管理は設計の主体業務のみを対象にすることが多いのである。よって、設計に要する日数は付帯業務を行う時間だけ長くなる。それゆえにこの時間の割合、つまり設計効率を求め正確な基準日程を作成せねばならない。

この設計効率を求めるには、設計業務の内容を分析するために、ワーク・サンプリングを行う必要がある。筆者らが1985年に機械製造業の設計部門（人

員 60 名) を対象に実施したワーク・サンプリングでは、主体作業 65.0%, 付帯作業 22.9%, その他 12.1% という結果を得ている。しかし周知のように、設計部門は特許・ノウハウの問題など機密情報の宝庫でありかつ厳格な諸規制事項が適用されている。よって、今回の調査は、個々の設計者にあくまでも 1 日の稼働分析（設計時間）の提示をお願いして協力内容をまとめることにした。

- ・調査期間：2006 年 6 月 1 日～9 月 30 日
- ・調査企業：金型設計関係 12 社；30 名。
 機構装置設計関係 10 社；30 名。
 輸送機器設計関係 8 社；24 名。

表 1 に、設計者の 1 日の稼働分析結果事例を示す。

表 1 設計者の稼働分析（1 日の作業時間：分）

設計対象：	プレス金型	機構装置	輸送機器
設計年数	： 4 年	： 6 年	： 6 年
主体作業			
設計資料調査	6 0	1 0 0	6 0
設計計画ポンチ絵	3 0	6 0	6 0
設計計算	9 0	3 0	0
モデリング	2 4 0	2 0 0	2 4 0
検 図	0	0	3 0
付帯作業			
設計部内打合せ	3 0	3 0	1 8 0
設計外部打合せ	0	3 0	0
ドキュメント作成	3 0	3 0	6 0
資料・書類作成	6 0	0	3 0
その他			
休 息	6 0	6 0	1 0 0
合 計	6 0 0	5 4 0	7 6 0

6. 設計業務の調査結果の考察

6.1. 主体業務と付帯業務・その他の割合

金型設計，機構装置，輸送機器の合計 84 名の割合は、業種により多少の差異は在るものの平均すると主体業務：66%，付帯業務：23.2%，その他：10.2% であった。この数値を 22 年前と比較すると僅差であり隔たりはないと判断できる。設計者のツールが製

図機械から二次元 C A D に変わった時代と昨今の三次元 C A D でも主体業務の総合時間に変化は認められない。ただし、思考し、計算し、図面を描く内容では時間の配分に顕著な差があることがわかった。そして、従来必ず主体業務としてあった図面の自己検図作業は形状モデルの作成途中であることも影響して、今回の調査では 15 名（17.9%，平均作業時間は 30 分）と少なかった。

6.2. 基本設計と形状モデルについて（図 1 参照）

設計のはじめは対象製品に関する資料調査を行い、アイデアを練る。そして創案を具現化する近道、すなわち何となく浮かんだイメージを自分なりにつかむことができる有効な方法が紙の上でポンチ絵を描くことである。言い換えると暗黙知を形式知化していくという行為である。ポンチ絵も最初から色を塗るのではなく何本か線を引いて、いろいろ考えながらいい線を求めていく。C A D でいえばワイヤーフレームモデルである。そして創案が気に入ったときに初めて色を塗ってサーフェスモデルにし、最後にソリッドモデルにする。

設計対象物の違いもあるが、設計経験 3～6 年の設計者のポンチ絵の利用割合を見ると年数による差異はない。三次元 C A D を使って設計を行っているという設計者もいるが大半の設計者はポンチ絵を活用していることが確認できた。

図 1 図面を基に基本設計

6.3. 三次元形状モデルについて

最近、三次元CAD形状モデルがあればなんでもできるという人がいる。商魂逞しい雑誌にも同様な記事が多い。これはモノ造り（製造段階）の領域である。しかし、現状の製造段階は、設計の属性情報が必須で製作図によって設計情報が伝達可能となっている。また、三次元に特化したCADは例え製図機能をカスタマイズで作ろうとしても、JIS規格にスムーズに合致せず時間がかかってしまうことになる。

本来、CADの目標は、三次元形状モデルをつくることではない。CADを使い、設計をすることにある。そして設計（設計意図を十分に盛り込んだ）の結果を後工程に正確に伝えることである。

それぞれの企業の設計部門が持っている設計プロセスや文化、それが差別化の原動力になるが、同じツールを使うことでプロセスをツールに合わせる流れが出来て、結果としてどこも同じようになって差別化できなくなっていく怖れがある。

一方、モデリングする設計者のスキルやセンスレベルの問題がある。やみくもにモデリングをする設計者もいれば、履歴再生が明確に出来るように考えてモデリングをする設計者もいる。これはほとんど人間的素養である。

今までのCADは、形状情報を作り込むという使われ方が主体であった。しかし、創造的な設計の領域では、厳守すべき法規や規定、規格などのルールや類似設計の情報などを利活用して作業を進める。その後に設計解析を行い、モデルではこのようだが試作してみた結果はこのようだった、など非常に多くの情報を持つ必要がある。このような情報を共有してアイデアをだし、フィードバックすることで品質の向上が図られることになる。そして製品化後に情報として蓄積され、次の仕事にフィードバックされる。この情報のスパイラルループが必要である。

企画から生産までの全体を含む開発情報を管理して、その上にモノ創りのCADがあることになる。よって、これからのCADは、クリエイトする創りをもっと意識したCADであるべきで、基本設計の

領域をもっと大切にしたい。そのために、はモデリングCADから脱皮して、もっと創りの部分を考えられるCADでなければならない。

この課題を解決するためには、例えば、形状以外の品質の定義を明確につくる必要がある。これは、CADだけでは解決できないことであるが、欲しいのは設計意図や要件、条件など様々あるそれらを全体で考えることのできる三次元CADになる。

6.4. 設計とものづくり

製作図を見れば形がわかる、図面で製品設計の良し悪しが理解できる。これはわが国の非常な強みであり、他国と差別化出来るところである。

しかし、ここ数年、ものづくりに関するテーマが学協会のオーガナイズドセッションに組み込まれたり、新聞でその特集記事を読むことが多くなった。例えば、技術者が極端に減少し、技術崩壊が深く進行して不良品製作による多くの事故が発生していること、図面が理解できない、読めない技術者が多く存在することなどである。この状況を改善する対策を講じなければ世界一の技術立国日本の名は間もなく消え去ることになる。

7. むすび

顧客ニーズにマッチした、安全で高品質かつ適正価格の製品を、より短期間に低コストに開発できる実力を持ち、常に安定した製品開発を行うことが製造業に求められている。それらを可能にするひとつに設計管理があり、かつその近代化が急がれる所以である。

参考文献

- [1] 遠藤健児，大西清，島田邦雄，平野重雄，“機械設計管理と応用”，金原出版（1973）。

著者紹介

平野重雄：武蔵工業大学工学部機械システム工学科
158-8557，東京都世田谷区玉堤 1-28-1
中澤洋二：武蔵工業大学工学部機械工学科
158-8557，東京都世田谷区玉堤 1-28-1