

# 編集設計による設計の効率化

(社)日本能率協会

岡田 幹雄

## まえがき

一般に自動車、農機具などの専用設備機械を製造している企業は、受注ごとに顧客のニーズに合わせて、設計、部品製作、組立るという個別生産の形態をとっている。

このような、設備機械の部品点数、図面枚数は数千に及ぶというものもめずらしくない。しかも、注文を受けてから出荷まで3～4ヶ月にすぎないというのが通例である。従って、設計は仕様にあわせて「描くこと」に追われ、部品加工は「負荷ピーク」のやりくりをしながら、多くの協力工場へ「分散」して発注、加工し、組立ては慢性的な部品の遅れに悩まされながら「まとめ」ということになる。

近年、専用設備機械は、製品の多様化に加え、ロボットなど高度の自動化設備の導入により生産方式、設備の変革が激しい。このようなかで、設備機械を供給する製造企業は、その都度の仕様と、厳しい納期のなかで合理化が要請されている。

特に設計能力は、その企業の生産能力を決定することにもなりかねず、その効率化は焦眉の急の課題といえる。ここに、専用設備機械の事例を踏まえながら編集設計による設計効率化の概要を述べる。

## I A社の設計の実体と効率化方向

### 1.1 設計の実態

A社は、自動車関連の専用設備機械の製造企業である。A社は、設計の効率化にも熱心に取り組んでおり、設計の補助機器としても最新の複写機、マイクロ、フィルムなどの導入も積極的に行われている。

しかし、図1に示すような設計の実態からみたときオーダごとに仕様が変わるという、車用設備機械の個

流(機 用種 率内)	部品図	30枚
	ユニット図	5枚
	ブロック図	0
平均出図遅れ(日/オーダ)	15日	
設計理由クレーム(%)	20%	
出図枚数(オーダ平均)	2,000枚 (A4換算)	

図1 A社の設計の実態

別性や設計用具のみに起因する問題と考えてよいだろうか。

### 1.2 設計の効率化方向

A社では、次の様な設計法と効率化が計られていた。

- (1) 専用設備機械の図面は、ライン図～装置図～ブロック図～ユニット図～バーツ図の5つの階層から成り立っているが、設計の効率化を計る為、ライン～装置～ブロック～バーツといきなり、ブロック図からバーツ図に展開する設計法がとられていた。
- (2) つまり、設計の工数を低減するためには、ユニット図の製図工数を省くことである。
- (3) さらに、この考え方を発展させブロック図のみでバーツ図も省略出来ないかということが真剣に検討されていた。

### 1.3 効率化のいき詰まりと弊害

ブロック図中心の設計法は次のようないき詰まりと重大な弊害を生じていた。

#### (1) 設計工数の低減のいき詰まり

ブロック図にユニット、バーツの細部仕様を盛り込み、これによりユニット図、バーツ図を省略しても、結局、オーダごとに加工物に合わせて、その都度、新規にユニット、バーツは描くことであり、製図の速度を高める以外、大巾な設計工数の低減は期待できない。

#### (2) 新図の増大

また、任意にオーダの仕様に合わせた図面は、極めて類似性は高いが、どこか、寸法、形状諸元が異なり、同一反復繰返しが出来ずオーダごとに新図の増大をまねき、図庫スペースも大きくなり、設計室の有効面積を低下させていた。

#### (3) 出図日程の遅延

設計者が都度、加工物に合わせて「考えながら製図」するということにより、設計工程は個人従属になり、個人の頭の中にある構想が描かれるまで、誰も判断しないということになり、分担作業が出来ず、技術的不確定性や個人の能力差により出図日程の信頼性がなく、大巾な遅延を生じていた。

#### (4) 職人体制の設計

ブロック図でユニット、バーツの全情報を入れ省略するためには、どうしても「ブロック図」の描き方に工夫がいり、これを配慮して、速く描くことがベテラ

ンであるという職人本質の設計になり、この描き方のノウハウを習得する為には経験を積む以外にないという風潮が強く、新人の体系的な教育がなされていない。

#### (5) 慢性的なクレームの発生

都度、ユニット、バーツを設計することから、寸法、公差などの単純ミスが生じ慢性的な手直し工数が掛っていた。

#### (6) 蒼理工数の増大

オーダごとに新規図面が出図されることにより、その都度「工数算定」「手配」「加工」ということになり、事務工数の増大と部品加工のコストアップをまねいていた。

### 1.4 本質追求の欠如

このような設計法がとられ、その結果としての効率化のいき詰まりの本質的な原因は何なんであろうか。これは

- (1) 専用設備機械の製品特性と個別性を主張する設計者の意識と風土。
- (2) 真の製品構造の成り立ちに対する追求の弱さと誤った性格づけ。

の2点に集約出来る。

つまり、顧客の設備仕様の多様化、個別化に対して製品の標準化、単純化を計り、過去技術の「組合せ」により反復繰返し利用の機会を最大限に活用するという、編集設計の本質的理解と追求の弱さに問題があると考えられる。このためには、いま一度、設計者の悩みや意識、製品構造の徹底した分析による「組合せ設計」が可能な新構造の追求と設定が必要である。

以下、製品の特性に対する設計者の意識、製品構造に対する誤った性格づけを掘り下げながら、編集設計の効率化の改善事例の要点を述べる。

## II 製品特性と設計風土

### 2.1 製品特性と設計者の意識

自動車関連の搬送機の専用設備機械は、次の様な特徴をもっている。

- (1) 同一顧客の同一製品といえどもモデル・エンジに伴い主要寸法、形状諸元は変わる。
- (2) 顧客が変われば、たとえ加工物(対象物)が同一機能のものであったとしても、形状、寸法諸元や搬送装置、加工速度などの生産条件、方法は全く異なるといつてよい。
- (3) しかも、安全性、保守性などは顧客ごとに細部にわたり規格化されて、設備機械メーカの自由になりにくい。

このことから設計者の意識としては、過去の設備機械の同一反復繰返しは皆無であり、受注ごとに仕様があわせた設計にならざるを得ないという意識が強い。

### 2.2 個人ベースの設計

顧客の仕様にあわせながら、設計者は数万点の部品から構成される製品を、1~2カ月ぐらいの短期間に仕様決定、製図、出図するということになる。

推進体制は各プロジェクトごとにベテラン設計者が主任となり、中堅又は新人設計者と外注設計者の組合せによるチーム編成で進められることが多い。

しかし、ベテラン設計者は複数のプロジェクトを併行してかかえているのが普通である。このことからベテランといえども設計内容を詳細に指示することは不可能となり、経験の少い担当設計者の個人の判断による設計になりがちである。

### 2.3 オーダごとの最適化設計

年々、顧客のコスト・ダウン要求も厳しく、いきおい、オーダーをこなしながらVEを盛り込んだ設計が要請されている。VEといっても、性能を満足させながら、しかも、出図納期を守るという制約下で設計者個々の改善作業となる。

このことから、どうしても部分的な最適化設計になりがちになり、たとえ、基本機能は同じユニット、部品であってもバリエティは増大することになっている。

### 2.4 「描く」設計体質

以上のようなことから、既存の図面を流用し、組合せて設計しようとしても、個人ベースの「任意」で、かも、その都度仕様にあわせて最適化されている図面では、「使えない」という意識がある。また、たとえ流用しようと思っても適用されたときの仕様や条件を理解する手間や類似のものを探している時間よりは「描いた方が早い」という意識が強い。

これに加えて、設計者は他人のものまねはしたくない、部分的にでも個人の創造性、意志を入れた設計、製図することが設計者であるというプライドがあり、他人の図面は「使いたくない」との意識からどうしても「描く」設計体質となってしまっていた。

## III 製品構造の成り立ちの解明

### 3.1 製品従属発想

ブロック図を描くことによりユニット図、バーツ図を省略するという設計法による効率化は製品特性に対する設計風土に加えて、顧客仕様の多様性、個別性に対する製品構造の対応の考え方方が「製品従属発想」となっていることにその本質的な要因がある。

つまり、製品従属発想による製品特性の見方では  
・オーダごとに加工物(顧客仕様)は変わる

↓

・これにより装置、これを構成するブロック、ユニット、バーツは変わる(製品従属発想)。

- ↓
- 従って、常に個別に設計せざるを得ないので、何とか描く図面を省略出来ないか。

↓

  - ブロック図には、ユニット、パーツの全情報が入っている。この図面を省略することにより重複を避け設計工数の削減が出来る。
- という誤った効率化方向を指向することになる。
- このような「製品従属発想」による効率化を打破して、「組合せ」による編集設計法による効率化を計る為に「製品レベル分析」とレベルごとの「反復繰返し特性」の性格づけが必要である。

### 3.2 製品レベル分析

たしかに、専用設備機械を装置全体としてみたときは、顧客の仕様は個別性が高く反復繰返しの機会は少ない。しかし、通常、製品構造は装置—ブロック—ユニット—パートといったように、いくつかのレベル（階層）から構成されている。このように製品のレベル区分を設定することにより、対象とする加工物の種々の諸元に対して「変化」するレベルと「反復繰返し」が可能なレベルを解明することが出来る。

このために、製品レベル分析を行い、レベル区分を設定することにより区分ごとの製品特性を明らかにすることが重要である。図2に製品レベル分析の例を示す。

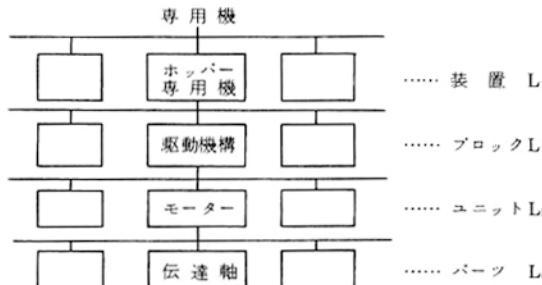


図2 レベル分析例

### 3.3 反復繰返し特性の性格づけ

次に流用図や既存の図面を分析して、加工物（顧客の仕様）に対して、変化を受けず流用可能な機能や部分は何か、不可能なものは何かなど反復繰返しの法則性、規則性をみいだすため製品の特性、性格分析を行う。

これは図3に示すように2つの観点から分析する。

#### (1) VS分析

顧客の変化に対して、どの部分が「固定」「変動」「準変動」へして対応しているか。

#### (2) HS分析

顧客の変化に対してどの部分の「組合せ」により対応しているか。

構 造	製品の見名	製品多様化	単 純 化	製品ユニット部品の関係
部品	たてにみる：製品の要求する機能を固定部と変動部とに分けてみる 	顧客に対応した変動部のみふやす	部品ユニット組立の単純化	製品従属的
製品 ユニット部品	よこにみる：レベルの下のものの組合せで上の機能ができる 	顧客に対応した組合せをふやす	部品ユニットの単純化 系列化	部品独立的

図3 VS分析とHS分析の特長

これらの分析により製品構造の「変化への対応の仕方」の性格を解明する。さらに標準化、単純化により、新しい製品構造を再設定して、同一繰返しの通用の拡大を狙う。

## IV 新らしい製品構造の性格づけと設計法の革新

### 4.1 新しい製品構造の性格づけ

製品レベル分析とVS分析、HS分析により次の様に新しい製品の特性が解明された。

#### (1) ブロックの特性

ブロック図は基本的にはユニットの「組合せ」で構成されるHS構造である。

ただし、加工物により構成されるユニットのパターンや個数は変わる。従って、ユニットの固定部分の反復繰返しを活用することにより組合せ設計が可能である。

#### (2) ユニットの特性

ユニットはVS構造とHS構造の両面の特性をそなえていることが判明した。

つまり、VS構造をもっているユニットは「固定」「変動」「準変動」の3つの繰返し特性をもっていて、加工物の変化に対して「変動」「準変動」部分のみを変えることにより変化に対応することが出来る。

また、HS構造のものは構成部品の組合せにより変化に対応している。

従って、ユニットはこの2つの特性をいかした「通用」「組合せ」の設計法が考えられる。

#### (3) パーツ

ユニットの「固定」部分を構成しているパートは類似反復から、むしろ同一反復を狙うこと可能である。

### 4.2 設計法の革新

製品構造の性格づけに基づいて新しい設計法としては、ブロック、パートの媒介としての役割をはたしているユニットを核として、新しい設計法の方向づけがされた。以下要点を示す。図4に新旧の設計法の違い

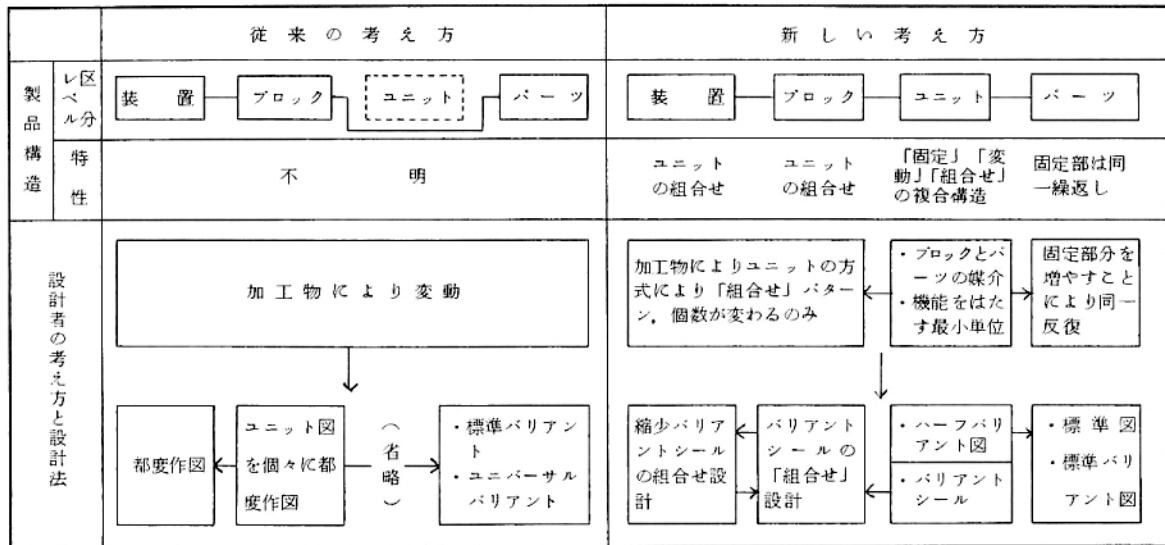


図4 新旧の設計法の比較

を示す。

- (1) ブロック図は「ユニット、シール」の切り貼りにより「組合せ設計」の促進を計る。
- (2) ユニット図の固定部分は事前に設計製図をしておき変動部のみ仕様に合せて追加製図を行う。
- (3) 部品図はユニットの固定部分をふやし、極力同一反復を狙い、やむを得ない場合のみ「標準バリエント」「ユニバーサル、バリエント図」で類似反復を行う。
- (4) 部品表もユニットを固定することにより部品構成は変わることから、標準部品表により転記工数の削減や誤記、モレをなくす。

#### 4.4 バラエティ、リダクションによる簡素化、単純化

ユニット、パーツは従来、個人ベースの設計が行われていたために「任意」のバラエティに富み、組合せ設計するには無理があった。そこで、顧客の仕様、ニーズ（使われ方）と生産する立場（造り方）の両面から徹底した横ニラミ分析が行われ、「固定」「変動」「組合せ」「レンジ」などの原理、原則により簡素化、単純化を計った。この結果、必然的に部品の標準化、共通化が促進された。

#### 4.5 ハーフ・バリエント図の導入

ユニットの標準化といつても全体がそっくり流用出来れば標準ユニット図として同一反復され流用効率は高い。しかし、専用設備機械の特性として、どうしても、加工物の形状、寸法諸元に合せざるを得ないユニットも多い。これには図5に示すように、ハーフ・バリエント図を作成し、固定部分について事前に製図しておき、「変動」する部分のみ仕様に合せて追加作図するようにしたもので、ユニットの類似反復を狙った半完成図である。ブロック図の設計にはこれをシ

ル化しておき切り貼り設計を行う。

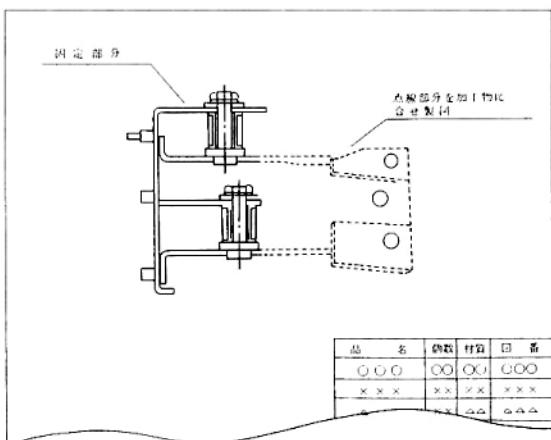
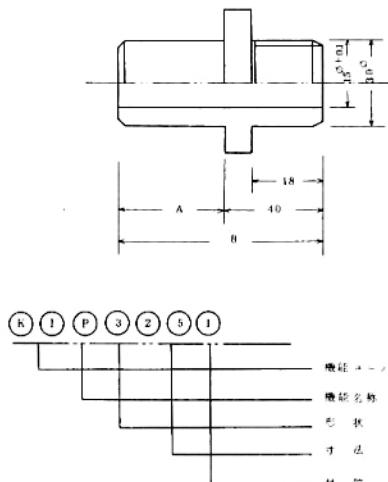


図5 ハーフ・バリエント図例



また、部品図の類似反復は図6に示すように標準バリエント図により変動部のみの寸法を記入すればよいようにした。

## V 分類コード体系の確立

図番は基本機能としては識別出来ればよい。しかし過去図面の検索、保管、改廃等は編集設計を促進する重要なシステムである。このために識別機能に加え分類機能が必要である。

事例企業ではオーダごとの追番による図番体系であったために、次のような弊害が生じていた。

(1) オーダ単位に図面が袋詰め保管されていることにより図面探し時間が掛り、結果として流用を妨げていた。

(2) 折たたみされている図面は損傷が激しく、たまたま流用したとしても寸法、公差が判読しにくく、製作上クレームを生じていた。

このため、新しい製品構造体系に基づいてGTコードを設定し検索の容易化を計った。図7に部品の反復特性を考慮した図番体系を示す。また図8にGTコード例を示す。

反復特性	同一	類似	固有
内 容	固 定	固定／変動	变 动
図 種 名	標 準 図	・標準 バリエント ・新 図	
図 番	GTコード	GTコード 追番とGTコードの併記	
採 番	コード指示	変動部のみ 指示	都 度
出 図	出図せず	出図せず	都 度 出 図
蓄 積		蓄 積 せ ず データのみ	蓄 積
メンティナンス		0.5年	0.5年

図7 部品の繰返しレベルとコード体系

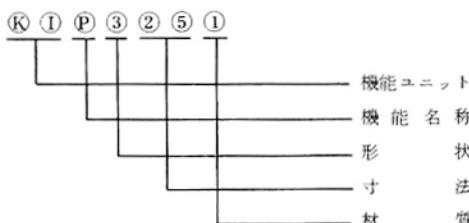


図8 GTコード例

## VI 編集設計の効果

編集設計の効果例として流用率の向上と設計工数の低減例を図9、図10にそれぞれ示す。またこの影響は単に設計部門にとどまらず、あらゆる部門へ波及効果

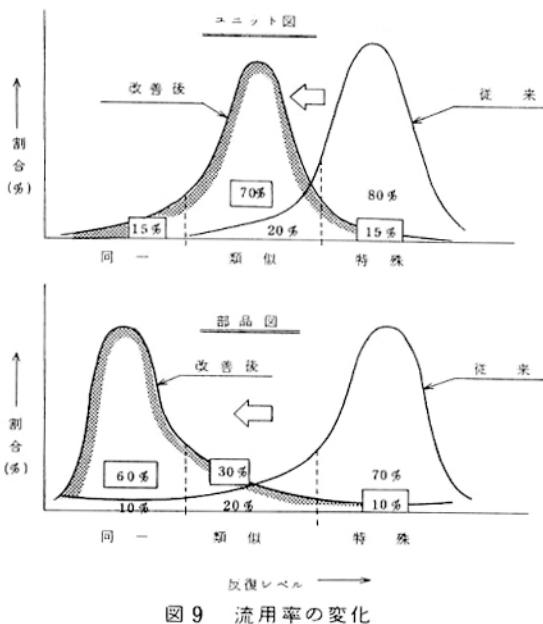


図9 流用率の変化

項 目		効 果	
設 計 工 数	部 品 図	80%減	60%減
	ユ ニ ッ ツ 図	50%減	
	ブ ロ ッ ク 図		
ク レ ーム ( 設 計 原 因 )			60%減
出 図 遅 れ			オーダ平均 10日→2日
設 計 期 間			50%減

図10 設計工数の効果例

をもたらした。

### (1) 生産管理

設計作業が「思考」と「作図」作業に分離したことにより、設計内容が明確になり、「先行手配」「組立ニーズ」に対応した出図計画が立てられるようになった。

部品の標準化により仕込生産が可能となり、小物部品の発注、進捗業務の削減と納期遅延の減少。

### (2) 予算管理

工数の設定がオーダごとの「都度設定」から「事前設定」が可能となり、実行予算の精度向上が計られた。

### (3) 生産面

標準部品の増大により部品はロット生産が可能となり、治工具による加工や段取り工数の削減による量産効果が高まった。

機械加工工場は、形状や加工の類似性の反復繰返し利用の活用に着目したGT編成が可能となり、運搬距離の短縮、汎用治具による段取り回数の低減が計られた。

これから判るように「製品の本質」追求からの編集設計は、単に設計の効率化にとどまらず、まさに企業体質の革新とも呼ぶのにふさわしいものといえよう。