製

図

——その本質と国際化の動き——

佐 藤 豪*

G. Takeshi SATO

1. はじめに

技術者にとって、製図^(注1)は、言葉のようなものである。

言葉については、言語学という学問領域が確立し、言語の本質についての研究が盛んである。また言葉には地方により方言があり、時代とともに、その表現も変化する。

一方、製図については、その機能や特質について、改めて考えることは少ない⁽¹⁾⁽²⁾。まして、これらが技術環境に応じて変化することに対する関心はきわめて低い。日本人はとくに権威に弱いいためか、製図の本質の追及を行わずに、「JISによれば……」という一語ですべて解決したように感じている。

この解説では、「言語学」に対応する意味で、「製図学」、「製図論」への一つのアプローチとして製図の本質について考えることにする。また ISO/TC 10 (製図) の活動にも触れ、それらの規格化活動と、製図の本質との関係をたどってみることにする。

2. 製図の機能

製図は何のために描くのか、製図することには、どんな意味があるか。またそれらが、技術環境の変化にどう対応するかを考えてみよう。

2.1 製図の機能^{(2)~(5)} 製図はパターン情報

* 正員、慶応義塾大学工学部 (〒223 横浜市港北区日吉町832)。

(注1) ここで用いる「製図」とは「技術製図 (Technical Drawing)」のことをいう。また「製図」という語は、「図面」という意味と「図面を作る」という意味の両者をあわせて用いると考えていただきたい (JIS Z 8114 製図用語参照)。

で、次の機能をもっている。

2.1.1 情報作成のさいの思考手段 (図1)

設計製図では、頭に浮かんだ抽象的な概念を、図2のような経路で、製図として具体化する。まず分析を行い、それを図面化しながら総合し、製図からのフィードバックにより評価を行う。このような操作を繰返し、概念を具象化し、図面として完成する。

このような意味で、製図は単に図を描くということだけでなく、自己の思考を高める作用を持つ。

図1 思考手段としての製図

図2 設計製図のプロセス

したがって、製図能力のない技術者は、意志伝達の手段を欠くとともに、重要な思考手段を欠くことになる。

製図がパターン情報で、思考段階で多数の創意と情報を導入することを考えると、製図の過程のすべてを自動製図方式に置き換えられるとする考えは、もう想であることは明らかである。

2.1.2 情報の伝達 (図3) 製図には、設計者の意図を、関係者に正しく伝達する機能がある。製図の機能の中で、この機能については、よく理解されていると考えられている。しかし製図には「設計者の意図を表現したもの」、「製作法をも指定した製作指令書」、「最終製品を示したもの、すなわち検査用図」などのさまざまな解釈があり、まだ定説はない。技術環境の変化に応じてこの解釈も変化しているように思われる。

2.1.3 情報の保存・検索・利用 (図4) 製図はその会社の技術を凝縮した技術資料である。したがってその図面による製品の補修部品供給用などに保存するだけでなく、将来の新設計の最も有用な設計情報として、検索・利用できる必要がある。

図面番号のとり方、図面の保存方法の改善だけで、この機能を満たすには限界がある。そこで図面をマイクロフィルム化 (以下マイクロ化という)

図3 情報の伝達

図4 情報の保存・検索・利用

(注2) マイクロフィルムは、図面の保管場所の減少や、保管の安全性のために広く用いられている。これを静的利用法と呼んでいる。これに対して、アパーチャカード化しシステムの中に組み込み、さまざまな検索を行えるようにして、利用の便をはかったものを動的利用法と呼んでいる。この他にコンピュータのファイルに図面を保管する方法もある。

し、アパーチャカードにはって保管し、これを動的(注2)に用いることが多い。

2.2 技術環境と製図 技術環境の変化に応じて、製図の機能も変わり、図面の書き方、製図規定なども変わることについて、十分に考慮を払う必要がある。

工業の発生時、または工芸品の製作では、設計者と製作者は同一人物であることが多い。この場合、図面が必要としても、思考手段としてで、それは概念図やデッサンである。製図規定は不要である。

設計者と製作者が分離しても、1対1の対応であれば、製図機能に情報伝達加わるが、製図規定は二人の間の約束事で十分である。図としては組立図のみか多品一葉図が用いられ、図面内指示事項も、製作者の手腕にまかせる部分が多いので、あまり厳密な必要はない。

小企業で、設計者が同じ工場内の製作者達に製作を依頼するとき、製図機能は思考手段と情報伝達となり、図面は一品一葉か、多品一葉図が用いられる。製図規定は、社内で一般性のある社内規格となる。各部品間の組立性などを考え、図面の指示事項はやや詳細になり、現場指導的性格を帯びることが多い。

工業の規模が大になるに従い、図面を利用する者も、図5に示すように多岐にわたる。図面は当然一品一葉となり、製図規定は、他社や国外にも通用する規格による必要が生じる。図面内容は、利用者により、要求するものが異なっているので、それらを盛り込む必要がある。製図の機能は、思考手段、情報伝達のほかに、製品の多様化に応じるためにも、検索・利用の必要性が増大する。

図5 図面の利用者

さらに近代化が進めば、総合設計・生産システム⁽⁶⁾へと移行することになる。このときは製図の機能は、再び思考手段という点が強まり、情報伝達機能は NC テープなどに代えることができる。

要するに、製図の機能、製図規定などは、工業の規模、その外部依存性、生産方式、複写性（マイクロ化を含む）、製図機材などにより変化する。したがって、これらの技術環境に対応するように、製図規格も変化しなければならない。

3. 製図の特質^{(4) (5)}

現代の技術環境に対応するために、製図が変化してゆかなければならない方向性と、その特質について考えてみよう。

3.1 製図の方向性

3.1.1 製図の国際性 製図規定は、最初は当事者間の約束からはじまり、次に社内規格という

形をとった。企業規模が拡大すると、業界規格、国家規格の必要性が生じた。近年、国際分業や技術導入、技術輸出が盛んになり、製図規格も国際化が必要となっている。

このためには、図面の図示法が国際的に共通であると同時に、図示法や記号の定義が国際的に統一されていて、図面内に特定の国語が記入されていないことが要求される。言語による注記をやめることは、国際的に認められた記号を用いることになる。

3.1.2 製図の大衆化 高度技術社会では、技術の大衆化により、図面を読む階層が拡大している。そこで製図の平易化、規格内容の単純化が強く望まれる。

3.1.3 製図のはん用化 技術社会の進展に伴って、機械・鉄構・造船・建築・土木などの業種間の関連が深くなってきている。それで業種の別なく理解できる製図が必要となる。

3.1.4 製図の体系化 製作図についても、製図内容が形状図示や方法表示だけでなく、図6のように増加している。さらに技術のシステム化に伴い、図記号^(注3)を用いた製図の重要性も増加している。このように製図の守備範囲や内容が増加していることから、製図規格の体系の整備が強く望まれる⁽⁷⁾。

3.1.5 製図の簡略化・省力化 製図工数の低減のために、製図の簡略化・省力化が大きな問題となっている。

3.1.6 製図の近代化 図面のマイクロ化や自動製図などの技術の近代化に伴い、製図規格もそれに応じた近代化が必要となっている。

3.2 製図の特質と製図規格の動向

3.2.1 製図の一義性 製図の内容にあいまいさがなく、一義性があることは、製図が図5のような多くの人々をつなぐ情報であるため、当然のことである。したがって、製図の発展の歴史は、一義性の追及の歴史といえることができる。

一義性の追及については、困難な問題が多い。その一つは、それが製図の高度化を招き、大衆化、簡略化と相反する点である。他の一つは、一義性を求めて、内容を厳密に示そうとすると、その一つ次元の高いところで、またあいまいな解釈が生じることである。それで、この一義性をどの程度で我慢するかということが、規格制

図 6 製図の体系

(注 3) 図示記号でよく知られているものは電気用の諸記号である。機械に関連するものとしては配管、計装、油空圧記号がある。

定時の重要なポイントになる。

3・2・2 製図の機能と製図の特質の関係 製図の機能と、その特質および技術環境の関係を図7に示した。この図からこれら特性のかかわり合う機能が異なっていることがわかる。

製図の機能の中で、他との関連が深いのは図5でもわかるように「情報伝達」である。そこで、規格制定時に、最優先すべきものは、情報伝達に関連する特性である。

製図の簡略化・省力化は、設計製図者のためには望まれるところだが、このために情報の質が低下したり、大衆化が阻害されることがあってはならない。要するに「他人様に使っていただく製図」を書き、親切な情報を流すことが最もたいせつなことである。

3・2・3 製図規格の性格とその動向 (図8)

図7 製図の機能と製図の特質の関係

図8 製図規格の性格とその動向

(注4) データムとは、製図でいう「基準」、製作でいう「しきり」に相当するものであるが、詳細にいうと、やや異なる面があるので、「データム (datum)」と呼ぶこととした。

情報作成と情報伝達とを結び付けるのが製図規格であり、その一義性が重要な役割りを演ずるのは、前述のとおりである。

製図規格は、一義性を保つための内容の高度化の方向と、各業種内の専門化の方向と、社内規格、業界規格から国家規格への道を歩いてきた。現代の高度技術化社会、国際化社会の中で、既に述べたように、それぞれ大衆化 (平易化)、はん用化、国際化への道を進む必要がある。

これらの方向に加えて、体系化、近代化、簡略化の動きが必要となる。

これらの製図の特質または製図規格の性格には、互いに矛盾するものが多い。矛盾した諸条件の中で、現代の技術環境に最適な条件を見出し、規格化することが最も重要な課題である。

4. ISO/TC 10 (製図) の動向

製図の国際化のために、ISO はどのような活動を行っているか、その活動が前述の製図の特質とどのように関連しているかについて述べてみよう。

4・1 ISO/TC 10 の組織 製図の国際化のため、ISO/TC 10 (Technical Drawing) は、従来から活発な活動を続けている。現在の組織を体系的に図9に示した。SC 1のように全体の原則を定めるものと、図記号による製図を定めるもの (SC 2, SC 3, SC 4) と、製作図用製図に用いる寸法・公差表示方式^(注4)を定める (SC 5) があり、その下に、主として機械用の特殊図示法 (SC 6), 金属構造物 (SC 7), 建築 (SC 8) の3分科会がある。

ここで注意すべきことは、寸法・公差表示方式は、各種用途の製図に共通事項として取扱われていることである。ここにもはん用化の動きがあらわれている。

分科会 (SC) には多くの作業グループ (WG)

図9 ISO/TC 10 の組織

が設けられている。一例として SC 5 に設けられている WG を表 1 に示した。単に寸法や寸法公差の表示方式だけでなく、一義性を高めるための、形状・位置公差表示方式と、これらと寸法公差との関連が中心となっている。これらの各 WG の作業はかなり精力的に進められ、それらが近い将来体系化の方向に従って表 2 のような規格体系にまとめられる予定である。

表 1 ISO/TC 10/SC 5 の作業グループ

作業グループ	テ	マ
1	R 1101 (形状・位置公差の表示方式) の改訂	
2	位置度公差, データムおよびデータムシステム(注4)	
3	最大実体の原理とその関連事項	
4	R 129 (寸法表示方式) の改訂	
5	寸法公差の解釈とそれの形状位置公差, 表面あらさとの関係	
6	測定原理と関連事項	
7	用語	

表 2 TC 10/SC 5 の規格体系

規格番号	題 目	関連WG
IS DP 5463	用語の定義と基本通則	WG 7
IS DP 5459	データムおよびデータムシステム	WG 2
IS 129	寸法表示方式	WG 4
IS 406	長さおよび角度の公差表示方式, 限界寸法と公差の解釈, 統計的見地からの公差表示方式	
IS 3040	形体や部品の寸法表示方式および公差表示方式	
3040/I	円すい(テーパ, こう配)	
IS 1101	幾何学的公差表示方式(注5)	
1101/I	通則, 記号, 図示方法 [R 1101]*	WG 1
1101/II	最大実体の原理 [DIS 2692, IS 1101/II]	WG 3
1101/III	輪郭公差表示方式 [R 1660]	
1101/IV	実例 [R 1661]	
IS DP 5458	位置度公差	WG 2
IS DP 5460	測定原理および関連事項	WG 6
IS DP 5461	限界寸法の解釈と, それと幾何学的公差, 表面あらさとの関係	WG 5
IS DP 5462	長さ公差表示方式と幾何学的公差表示方式との関係	WG 5

* [] は旧規格番号。

(注5) 近いうちに形状位置公差表示方式を幾何学的公差表示方式 (Geometrical Tolerancing) と呼ぶことになる。

4・2 製図規格の国際化の問題点

4・2・1 投影法 製図に国際性を与えることの難しさは、その基本である投影法さえ、統一できないことに、端的にあらわれている。ISO R 128 では第一角法と第三角法とを対等に認めているが、図例は第一角法によっている。これで一応は問題がないように思われるが、種々の点で尾を引くことになる。

日本からの提案で図 10 の局部投影図が採用され、図 10 (a) の図が示されることになっている。これは明らかに第三角法なので、図 10 (b) のように示すべきであるがこれでは具合がわるく、第三角法の混入を黙認したことになる。

溶接記号の統一を考えると、この投影法の問題が図 11 のように入り込み、記号化に大きな障害となっている。穴の略画法にも同様な問題が生じている。

4・2・2 寸法表示方式 単に数字を記入するという問題だけに限っても、さまざまな問題がある。例えば小数点は従来インチ制国が・で、メートル制国が、であり、日本だけがこの例外であった。SI 単位移行にさいし、インチ図面とミリメートル図面とを区別するために、ミリメートル図面では小数点を、にする提案があった。しかし幸いにこの動きは封じられた。

寸法表示方式は、図 12 (c) から (a) の ISO 方式へ

図 10 局部投影図

(a) 第三角法

(b) 第一角法

図 11 溶接部が手前側のとき投影法の差により溶接記号が反対になる例

JIS は移行したが、アメリカ ANSI では(b)のようにすべての寸法を上向きに記入している。現在は ISO 129 の改正案では、(d)のように ANSI 方式と ISO 方式の折衷案を含めることを審議中である。これは読図をする際に誤りが少ないということのほか、寸法をタイプで記入したり、自動製図で記入するのに便利だからである。

4.3 製図規格の一義性 寸法表示方式を例と

図 12 各種の寸法記入法

して一義性について考えてみよう。図 13(a)は直列寸法記入法で、寸法は(b)のように公差が累積する(注6)。この方法はわが国ではよく用いられているが、ISO/R 129 では「この方法は、公差の累積が部品の機能を阻害しないときにのみ用いることができる」と記されている。(b)は左端を基準として公差の累積を考えているが、基準がどこかは定まっていないので、(a)の方法には一義性がない。

(c)は、基準部から同一方向に並列に寸法を記入する並列寸法記入法である。この方法によれば、基準が定まり、公差は(d)のように一義的である。しかし、この方法は省力化や紙のスペースの点で欠点があるので、(e)のような累積式寸法記入法が定められている。この方法は、JIS B 0001 の改正のさいに採用された。このときの改正で本質的なものはこの点だけだと考えている。

製図の一義性を増すためには、幾何学的公差の問題についても述べなければならないが、紙面の都合で今回は割愛させていただく。

5. おわりに

製図とは？ 製図規格とは？ という問に答えるつもりで書いてみたが、十分に意をつくさぬままに紙数がなくなった。

製図においても、内容の高度化と、技術の大衆化に伴う平易化とは、相反する条件で、最適解を求めるのは困難なことである。

会誌を読みやすくすることと、内容の高度化との間に、最適解を求めることの難しさを、筆者がしみじみ実験させられることになった。本文は決して最適解にはなっていない点を、心からおわびして筆をおく。

(原稿受付 昭和 51 年 8 月 2 日)

文 献

- (1) 清家, 製図論, (昭 14), パワー社.
- (2) 森, 機械の研究, 28-1~4 (昭 51), 73~78; 339~344, 445~450; 561~566; 673~678; 796~780.
- (3) 機械工学便覧(改訂第6版), (昭 50), 7-7, 日本機械学会.
- (4) 福永・ほか4名, 機械製図マニュアル, (昭 50), 1, 日本規格協会.
- (5) 佐藤, 製図の国際規格の動向, 設計製図学会講習会資料, (昭 50).
- (6) 機誌, 79-692 (昭 51-7), 総合設計・生産システム特集.
- (7) 機械製図に関する標準化のための体系調査報告書, (昭 47), 日本機械学会.

図 13 直列寸法記入法と並列寸法記入法の公差

(注6) 寸法のみが与えられているが、これには当然「普通寸法差」が伴うわけである。