

設計業務の進め方に関する考察

鳥 内 修 三 *

1. ま え が き

土木学会では、広範な資料と専門分野の権威者によって、“土木製図基準”を公刊された。共通のルールによって、設計意図を表現することは、建設事業が多くなった現在では、絶対に必要になってきた。このような基準を土木学会が示されたことは、われわれ土木設計にたずさわる者にとって、まことにありがたい。

また、建設コンサルタンツ協会大阪支部では、委員会を設けて、“建設コンサルタンツ業務能率化のための考え方（第1次案）”および“建設コンサルタンツ業務における照査・検算基準（第1次案）”を発表し、設計業務の向上のために努力している。

現在、印刷物となってわれわれの目にふれる刊行物には、調査計画の指針・設計の理論・施工法・製図法・工事仕様書、積算見積指針など参考文献がそろっているが、設計業務の進め方については見当たらない。

そもそも、設計の進め方というものは、従来は職場の先輩の指導を受けたり、自分で考えたりして、適当にやってきたものである。しかし、このことはわれわれ設計を職業とするプロにとっては、能率化とともに商品価値を高めることについて、真剣に考えなければならないことである。野球選手が1%の打率を上げるために、体調の調整・打法の研究などに心血を注いでいることは衆知のところである。われわれが年間2億円の受注に対して1%の能率向上ができれば200万円の利益増となる。“○○コンサルタンツの○○君の設計は正確で、しかも現場で仕事がしやすい”というようにならなければならない。

そこで、私は自分の体験に基づいて、設計業務の進め方について、基本的な考えを述べたいと思う。

2. 設計の本質と性格

設計の目的は、いうまでもなく、工事を施工するための図面を作成することである。施工するためには、正確な積算と見積ができる図面が必要である。と同時に、見

積条件を明記した特記仕様書が必要である。したがって、設計図は特記仕様書と遊離したものであってはならない。

設計をするときは、“設計図は積算書と特記仕様書とを合わせて一体のものである”ことを、常に念頭から離してはならない。これは、現場経験の少ない人にとっては、いささか無理なことかもしれないが、心構えさえあれば可能なことである。そして、この心構えは自己の能力開発のために、利するところが大きい。設計業はオーダーメイド産業である。発注者があってはじめて設計作業を開始するものであり、カメラや自動車を製造して販売する商売とは異なる。発注者と受注者との呼吸がピッタリ一致しなければならない。発注者と受注者との呼吸が一致するということは、発注者の意図をよく理解し、受注者が技術上の意見を十分披露して、合意に達することである。発注者の考え方に間違った点があったり、改善を要する点があるときは、受注者は腹藏のない意見を述べるべきである。

設計者は設計委託契約書および仕様書を再三再四読み返し、疑義について箇条書きにして、文書によって応答事項を記録しておかなければならない。そこで明確にしておかなければならない事項は、つぎのようである。

- ㊤ 構造物の規格または等級
- ㊦ 設計委託の範囲
- ㊧ 納入成果品の種類と数量
- ㊨ 設計の期間
- ㊩ 中間審査の段階および期日

上記のうち、一般に中間審査のことが明記されていない場合が多い。しかし、これはきわめて重要なことである。適当な段階で、発注者と協議し、合意をえて、つぎの作業段階に入らないと、大きな手戻り作業または貴重なエネルギーと時間とを浪費してしまうこととなる。この中間質疑の段階で、了解を得たことについては、適当な方法で確認記録を残しておかなければならない。これについては、前記の“能率化のための考え方”の中に“打合せ協議記録簿”が提案されている。

つぎに、設計の範囲についても、“付帯工事一式”などのように、表現がアイマイなときは、掘り下げて具体的な約定をすることが大切である。

* 正会員 東京コンサルタンツ(株)技師長

発注者が役所である場合には、部長・課長・係長・係員のように、だいたい4つぐらいの職階がある。契約の締結は所長またはそれ以上の管理者であるが、設計成果品の実質決定者が誰であるかを見通さなければならない。担当者の了承を得て進めた成果品が、最終段階におよんで、上級職によって変更または修正されることがよくある。これは設計者にとっても会社にとっても、物心両面に受ける打撃が大きい。設計の規模によって、いたいこの設計の最終決定者は誰であるかを見きわめて、質議・中間審査には最終決定者同席のうえで、担当者とも協議しなければならない。

3. 設計者の態度

(1) 全智全能を傾けると

当然のことであるが、日常実力を養っておかなければならない。よく読書をして、どこにどんな資料があるかを覚えておくとともに、自分が直接手がけた資料の整理集積を心がけておくことが大切である。ただし、末梢に走るものがないように、基礎的学問については、毎日1ページでも2ページでも継続して勉強し、頭脳活動を明晰にしておかなければならない。そして、新建材および新工法の採用について、勇気をもっていなければならない。

(2) 作業の能率化を図ること

このためには、まず作業工程表を作ることが先決である。この工程表とは、単にグラフを書くことではない。各項目にわたって、文章併記による作業計画書を作るのである。このことについては、後述する。

(3) 必要にして十分な成果品を作ること

設計図の枚数が多ければ親切でいいであるとか、商品価値が高まると考えるのは誤りである。JIS規格品などを麗しく再図化するなどは、かえって目ざわりになる。設計図は積算と施工ができる最小限にとどめてこそ、価値高い設計と称されるべきである。昔、中学生のころ、幾何の証明などで不必要な証明を加えると、減点されたことを思い出す。設計図も幾何の証明問題と同様であると考えたい。

設計図はすべて調和のとれたものでなければならぬ。ある部分が詳細すぎ、他の部分が簡略に失することのないように、注意すべきである。

(4) 標準図を活用すること

土木工作物は自然に調和した修景美についても意を用

いなければならないが、概して地中に隠れる部分が多い。そして、標準図とか、一流メーカーの既成品は研究の重ねられたものが多く、概して安価であり、建設速度を短縮されるから、できるだけこれらを設計に織り込むようにした方がよい。せっかく注文を受けたのであるから何か変わった手法を、と思うのは人情ではあるが、設計者の自己満足のために設計をもてあそぶようなことは、設計能率を低下させるだけでなく、工事費を浪費することになる。

(5) 発注者との中間打合せが確実であること

このことについては前述のとおりであるが、設計委託業務はオーダーメイド産業であって、連絡打合せに要する時間が設計業務において占める率は想像外に大きい。また、修正要求などによって、作業が後戻りする事例が多いので、この点についても十分注意しなければならない。このロスの比率を記録したならば、驚くべき数値が表われるであろう。

4. 基本設計

設計において最も重要なことは、基本設計の構想をまとめることである。現在のところ、基本設計の段階において、比較設計図の提出を求められることが、習慣のようになってきている。求められなくても、比較検討することは設計者として当然のことである。しかし、ここに問題がある。比較設計をしたというゼスチュアのために、似たり寄ったりの図面を何種類か作成したり、なかには全く現場に適合しない設計図まで作ったりすることがある。これは全くむだであり、良心的コンサルタンツのとるべき方法ではない。

どんなに小さい設計でも、設計者は現場を詳しく見てこななければならない。そして、周辺とのアプローチについてもよく観察して、現場の状況は、目をむければパノラマとなって浮き出るまで、把握しておかなければならない。

つぎに、設計の諸条件を煮つめて、“設計説明書”を作成する。すなわち、この設計説明書が比較設計に替わるものであり、条件からふるい落とされたものは、すでに比較設計の対象から消されることになる。このように、条件を煮つめれば、最後に図化されるものは1~2にしばられよう。これが比較設計を進める態度である。

なお、大きい計画では、計画説明書と工事説明書とが作成されることがある。計画説明書は文字どおり、計画の概要の説明であり、工事説明書はその工事の内容の説明である。しかし、この設計がどうしてこのような形に到達したかという経緯を説明したものがあまり見当たらず

ない。コンサルタンツである以上は、その設計図が到達した過程について、ぜひ説明を記述する必要がある。このことについては、従来は設計者から発注者に口頭で説明する方法で行われてきたが、理路整然と文章で記述することが、設計者の義務であり、ひいては設計者の頭の整理にも役立つので、“設計説明書の提出義務”を提案したい。

基本設計の諸条件をあげると、つぎのようである。

- ㊸ 機能を充足すること
- ㊹ 土質に適応したものであること
- ㊺ 現場の地形に対して施工が容易であること
- ㊻ 気象条件に適応したものであること
- ㊼ 施工期間および施工の季節に適した工法が採れること
- ㊽ 工事中の災害を防止できる工法であること
- ㊾ 経済的であること
- ㊿ 完成後の管理が容易であること
- ① 修景上周辺にマッチするものであること
- ② 現場近くに生産される材料を利用すること
- ③ 既存材料の適用性がよいこと
- ④ 建設機械の適用性がよいこと

これら諸条件をひとつひとつ検討していくと、到達する基本設計図の種類はごく少数に限定されてくる。すなわち、客観的にみたタイプが候補となって浮び上がってくる。この候補のなかから、発注者と設計者の主観により最終的タイプが選ばれるのである。

5. 実施設計の手順

ここで実施設計と称するのは、基本設計構想が決定した後、成果品をとりまとめる一連の作業を指す。実施設計には、設計図・積算書・予算書・特記仕様書がある。

一般には、すぐ設計図の作成（構造計算を含む）に取り組むようであるが、私はここで一考すべきことを提案する。

- ① 予算書項目をまとめる
- ② 設計図の配分を決める
- ③ 設計図をまとめる
- ④ 特記仕様書をまとめる
- ⑤ 材料計算書をまとめる
- ⑥ 予算書をまとめる

第1着手として、予算書項目をまとめることによって、設計全体を把握する頭脳の整理が行なわれる。そして、予算書項目にしたがって、必要な設計図配分と内容が順序よく決められる。配分計画によって、設計図作成の分業作業が可能となる。予算書項目と設計図とに平行して、特記仕様書をまとめることによって設計内容の再整理が

行なわれる。

設計図によって材料計算が行なわれて、同時に設計図のチェックが行なわれる。最後に、予算書をまとめる。

このような手順によれば大局を誤ることなく、手戻り作業のない効率的設計が進められる。場合によっては、予算書と特記仕様書とが成果品から除外されることがある。しかし、このような場合でも、設計者としては上記の手順にしたがう方がよい。自分がまとめた設計がどのくらいの工事費となるかは、概算として知っておくべきである。

6. 設計図のまとめ方

設計図は簡潔で立体感の把握に便利なものでなければならぬ。このことは、積算・見積・施工にとって大切なことであり、設計の能率化のためにも必要である。

① 製図に際しては、まず平面図の骨組を書き、引き続いて正面・側面・断面の各図を併行してまとめる方がよい。平面図には隠れ線（水平投影図で見えない内部の線）をも一部記入して表現すべきものがある。この場合には、断面図から拾い出したり割り出す方が能率的である。すなわち、着手には平面図から、仕上げは平面・正面、側面・断面図等が同時に、という手順がよい。

② 配筋図は、鉄筋組立ての順序に書くべきである。こうすることによって、鉄筋の脱落を防ぎ、施工しやすい設計図を作ることができる。

③ 寸法（ディメンション）は最後に一括して記入する。こうすることによって、設計図をチェックすることができ、寸法線の配置がそろって、成果品としての見栄えがよくなる。

また、寸法は型わく・鉄筋組立てなど施工の順序にしたがって記入する。こうすることによって、施工に必要な寸法がもれなく記入され、現場ではソロバンを使わなくてもよいことになり、施工しやすい設計図となる。したがって、ディメンションが一部重複してもやむをえない。

④ 設計図には補足説明を特記した方が便利であることがある。設計に際して、往往図示に苦しむことがある。このとき、ちょっと文章で補足すると、いたって簡単に解決することがある。そして、利用上便利であり、設計者の意図を施工者に訴える手段として、むしろ積極的にすすめたい手法である。

（1）設計図の配置と縮尺

設計図の配置と縮尺は、現場で作業しやすいものでなければならない。図面の枚数は、前述のように必要最少限にとどめる。図面の名称・番号や配置・縮尺は設計者

手に当って、まっ先きに決めるべきである。このためには、A4判ぐらいの用紙に、図面1枚ごとの配置計画をたててみるとよい。そして、これに基づいて分業作業を進めることが、むだなく実施できることとなる。

図面には図面名称をつける。名は体を表わすのとえのとおり、これは大切なことであり、作業能率化に関しても非常に重要である。

図面は系統別かつ工種ごとにまとめる。このために、図面に余白が生じてても、そのまま残しておく。数学のノートの余白を惜しんで、国語の一部を書き込むようなバカなことをしないと同様である。

同種の構造物および付帯構造物は、同一の縮尺とする。しかし、断面図が平面図より大きく表わした方がよい場合が多い。これは部分詳細図となるので、縮尺が異なると当然である。このような場合には、一般図として平面図と断面図は一応同一縮尺で一括して作図し、別に若干位置を離して、大縮尺の詳細図を作図した方がよい。すなわち、この場合には一枚の図面の中に、縮尺の異なる2つの断面図が描かれることになる。

また、付帯構造物は一般に主体構造物より小さいが、この場合小さい構造物を大縮尺で表わすと、施工者に瞬時錯覚を与えることがある。小さいものが小さく表わされることは当然のことであって、図面の余白を埋めるために、大縮尺で表現することは絶対にさけるべきである。

図面には、構造物に応じた適当な縮尺がある。そのうえ、生活習慣によってわかりやすい縮尺がある。十進法になれたわれわれには、10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000分の1が便利な縮尺である。3, 4, 6の分数や倍数は十進法の生活には縁がうすい。構造物の種類によって一概にはいえないが、縮尺にはなるべく1, 2, 5の数字を用いることが望ましい。

表-1 縮尺と図示長と実物長との関係

縮尺	図示長と実物長との関係			
1/10	1mm=1cm	10mm=10cm	10cm=1m	—
1/20	=2	5=10	5=1	50cm=10m
1/50	=5	2=10	2=1	20=10
1/100	=10	1=10	10mm=1	10=10
1/200	=20	0.5=10	5=1	5=10
1/500	=50	—	2=1	2=10
1/1000	=100	—	1=1	10mm=1

表-1でわかるように、構造物の実体を10cmまで詳しく図示したいときは1/20~1/50, 1mまでを図示したいときは1/100~1/500, 10mまでを図示したいときは1/500~1/1000が適当である。図面に寸法数字と説明文字が明瞭に記入されるかぎり、小縮尺でコンパクトな図面に仕上げた方が、利用上からも能率上からも好ましい。

用紙のJIS規格は表-2のとおりである。いま、用紙の周縁を1.5cm余白として、図を記載できる範囲を

表示すると、表-3のようである。ちなみに、JIS規格の紙の大きさには、B列もあるが、A・B両列を認めると、用紙の寸法はいつでもよいということに拡大解釈され、基準の意味が失なわれることになるので、“土木製図基準”では、B列は含めないことに決定されている。

表-2 用紙のJIS規格

列番	A
0	841mm × 1189mm
1	594 × 841
2	420 × 594
3	297 × 420
4	210 × 297

表-3 用紙と縮尺と記載範囲

縮尺	1/20	1/50	1/100	1/200	1/500
用紙					
A0	m, m 16×23	40×58	81×116	162×231	406×579
A1	11×16	28×40	56×81	113×162	282×406
A2	7.8×11	19×28	39×56	78×113	195×282

A1判を例にとれば、1/200の一般図は延長160mまでのものを収容することができ、実長1mのものを5mmの長さで図示できる。1/50構造図であれば、高さ28mまでのものを収容し、実長1mの構造物は20mmで図示され、10cmの鉄筋間隔は2mmで表わされる。縮尺はあくまでも、構造物を明示することを目的として決めるべきであって、構造物の寸法と用紙の大きさとの相対的關係で決めるものではない。

(2) 一般図および構造一般図

一般図および構造一般図の目的は、つぎの2点にある。

㊸ 工事の全ぼうを把握する。

㊹ その図面によって、丁張り(やり方)をかけることができる。

上記の2点を満足するのに必要で十分なものを図示するように心がけなければならない。このために、一般図にはつぎの内容が記載されなければならない。

① 図面の隅に工事現場の位置を示す位置図(案内図)を記載する。この位置図には、地形・交通施設・特殊目標物を記入し、国土地理院発行の地形図(縮尺1万・2万5000・5万分の1)を利用すればよい。

② 構造物の名称をできるだけ詳しく示す。それぞれに詳しく名称をつけておくことの便利さについては、説明するまでもない。子供が生まれる前から名前を考える両親のたのしみとは異なるが、設計者がつけた名称が長く生きたという満足感を、私はいくつも持っている。

③ 一般図に基準線および基準面を記入することを忘れてはならない。構造物を立体的に表わすには、X・Y・Zの3つの軸が必要である。X・Yは平面の、Zは高さの基準である。

平面の基準については、たいていの場合記載されているが、高さの基準については、往往にして記載されていないものをみかける。基準面については、東京湾中等潮

位を基準にすることが一般的であるが、AP や OP が用いられ、仮りの基準面が用いられることもしばしばある。図面には、これらの基準面のどれによったかを、明示しておかなければならない。

国土地理院によって、全国に水準点のネットがめぐらされており、定期検測が行なわれて修正され、その成果が発表されている。したがって、基準面を東京湾中等潮位にとった場合でも、一般図には誘導のもととした水準点の名称・番号・位置・標高・年月日を明記しておくべきである。

④ 一般図には必要な寸法と標高を記入しておかなければならない。丁張り作業においては、距離はテープで、高さはレベルによって出される。したがって、水平長は長さで表わし、沿直長は標高で記入することを原則とする。沿直長については、ごく重要な部分だけに長さを併記する方が、全容を把握するのに便利であるが、度を越して数多く併記すると、過ぎたるはおよばざるがごとしとなる。

⑤ 平面軸については、全体の軸となる $X \cdot Y$ と局所的な軸となる $x_1 \cdot y_1, x_2 \cdot y_2, \dots$ とがある。局所的な軸の位置は $X \cdot Y$ 軸からを基準として、それを明記し、部分的構造物はそれぞれの $x \cdot y$ 軸を基準として、これを明記すればよい。なお、これらの軸が直交しない場合は、交角を記入することは当然である。

⑥ 標高については、できるだけ詳細に記入した方がよい。橋脚やよう壁に例を取れば、パイル先端・パイル頭上面・掘削底面・割栗工上面・捨てコンクリート上面・フーチング上面・躯体底面・躯体上面などの高さは、作業の各段階で、そのつど検測すべき要点である。したがって、これらの高さは一般図には記入しておくべきであるが、図面の縮尺のつごうで、すべてを記入できないときは、必要度の低いところを省略してもよい。

⑦ 一般図には土質調査の位置と土質柱状断面（または土層断面）を記載する。この必要性はいうまでもないが、設計図は将来も注意深く保管されても、土質調査資料は散逸することが多いので、土質調査資料のエキスだけでも、設計図に記入してその保全を図りたい。

それらの記入要領については、参考文献 5) を参照されたい。

(3) 構造図および詳細図

構造図および詳細図の目的はつぎの3点にある。

- ㉑ 積算・見積りに用いる。
- ㉒ 型わく作業および原寸図作成に用いる。
- ㉓ 鉄筋の加工組立ておよびメタル構の組立て作業に用いる。

上記の3点を満足するのに必要で十分なものを図示す

るように、心がけなければならない。このためには、構造図および詳細図には、つぎの内容が記載されなければならない。

① その構造物が全体のどの部分を表わすものであるかを記載する。そのためには、図面一枚ごとに、その一隅に縮尺 1/200~1/500 で全体図を描き、これに適当な方法で該当する詳細図の部分を示す。

② 一般図と照合できるように、 $X \cdot Y \cdot Z$ 軸を記入する。構造図や詳細図の作成段階になると、視野が局部的になりがちで、ときには外廓寸法を誤ることもあるので、これを防ぐために軸線の記入が必要である。

③ 関連または接続工事の部分も併記する。しかし、この併記部分が詳細すぎると、主体の設計図がかすんでしまい、またあまり簡単すぎると、関連部分の実体の把握が困難になるので、ほどよくまとめるように注意しなければならない。

7. 構造計算書・予算書のまとめ方

(1) 構造計算書

まず、とりまとめの構想をねって、目次をつくる。このためには、既刊の文献を参考にするのが、早道である。

記号については、学会制定のものを使用し、統一をはかる。有効数字については、高度の不平等構造物を除けば、4けたでよい。有効数字を5~6けたも羅列するよりも、単位・位取りに誤りをおかさないことに意を用いるべきである。

(2) 積算書

発注者側に積算要領が定められているときは、それにしたがわなければならないから、事前に（契約事項の質疑のとき）照会しなければならない。

積算書は設計図との対照に便利のようにまとめることを、心がけなければならない。

(3) 予算書

総括書・内訳書・単価表を順序よくもれなく整理し、一連の番号によってファイリングする。はじめに、底辺である単価表をまとめ、つぎに内訳書、最後に総括書と頂点に行くのであるが、単価表が作成されれば、あとは自動的に進む。

単価表の作成は、現場経験の少ない人にとってはむずかしいが、発注者側に内規があればそれにしたがう、ない場合は建設物価版またはメーカーの定価表などを資料とする。そして、準拠資料を付記しておかなければならない。

(4) チェック

チェックは、設計図・積算書・予算書等すべてについて行なわなければならない。設計業務のチェックは、数学やトラバースのように、証明によって解決できない。誤記・誤算の有無を設計の順序にしたがって、一步一步検討していかなければならない。

すべての計算書は、その過程を省略せずに列記することによって、チェックしやすいようにしなければならない。計算式に数値を代入し、算出値だけを記載すると、一見整とんされたように見えるが、チェックするとき、あらためてはじめから2度の計算作業をしなければならないから、かえって時間のロスとなる。設計計算は数学の理論ではなく、技術である。終始、整然とまとめ、第三者のチェックに便利ないようにしなければならない。できるだけ計算表にまとめられることが望ましい。

ある部分の誤算が他に影響する場合は、そのつど修正しなければならない。一般に、設計図では、間違い、積算と予算では単位の誤記が多い。

最終積算値に対しては、類似工事の積算実例などと対照し、別の観点から概数的に再検討した方がよい。

8. あとがき

たいていの設計者は、上記のことを特別に分析しなくても、多かれ少なかれ頭の中にカクテルとして蓄え、それぞれ精いっぱい努力をしているであろう。

建設コンサルタンツ協会大阪支部の提案する能率化と照査事項は、上記の手法によれば設計業務の進行過程で解決に近づくと考えられる。

土木設計の種類は多様である。したがって、それらの設計の進め方のすべてについて、この小文で言及することはできない。よい設計をするためには、処世全般に通用することであるが、設計にたずさわる一人一人が、“だれが、いつ、どこで、なにゆえに、いかにして、…”と真剣に考え、責任ある作業をすることに帰するといえよう。

この小文を学会誌に投稿したのは、発注者にも理解と協力を願いたいためである。“成果品に設計会社名の記入と設計責任者の署名を”必要条件として、発注者が要求することを期待する。このことによって、設計責任の確立と技術の向上を期することができよう。

この小文執筆に示唆を受けた文献はつぎのとおりであり、謝意を表する。

参考文献

- 1) 土木学会：土木製図基準 1967年改訂版，昭和42年6月
- 2) 島田静雄：表現の技術 1～3，土木学会誌，昭和42年10月～12月号
- 3) 建設コンサルタンツ協会大阪支部：建設コンサルタンツ業務能率化のための考え方（第1次案），昭和41年3月
- 4) 建設コンサルタンツ協会大阪支部：建設コンサルタンツ業務における照査検算基準（第1次案），昭和41年10月
- 5) 福岡 保：土質調査に関する一提案，土と基礎，昭和43年8月号
- 6) Alonzo Def Quinn: Design and Construction of Ports and Marine Structures

(1968. 10. 14・受付)

土木製図基準

▶内 容：第1編 総則／第2編 鋼構造物／第3編 コンクリート構造物／第4編 測量その他：各編条文と解説つき

付 録・製図のかき方：第1章 製図室および製図用の器具と材料／第2章 基本製図／第3章 簡単な図学／第4章 技影法／第5章 図面の計画と利用／第6章 都市・地域計画の製図

追 補：1. 製図に関係のある規格／2. 参考文献ほか

添付図面：橋梁（一般図・プレートガーダー・合成桁・トラス・ラーメン・箱桁・T桁・橋脚・橋台・PC桁）／鉄道計画／道路計画／河川計画／ダム計画／下水道計画

▶体 裁：本文A4判 170 ページ，色刷4ページ，折込付図 A3判 20 枚

▶定 価：1300 円，会員 1100 円

▶送 料：130 円

▶申 込 先：土木学会 郵便番号 160 東京都新宿区四谷一丁目