



稲田達夫
Tatsuo Inada
三菱地所設計
技術情報部長

構造設計者の職能と一貫計算プログラム

The involvement of structural engineers and the computer

Summary

Taking a glance at the case this time, the problem is serious for the structural function, regarding the involvement with the computers.

But the solution might be surprisingly simple. In a word, it is to turn back the structural technology, depending much on computers, to the original state.

That is, structural calculation sheets should be consisted of,

1) Explanation based on convenient hand calculation

2) Confirmation calculation by computer programs

From the past, many structural engineers have conducted convenient hand calculation to assume section dimension.

And it is the chance for the structural engineers to show their skill by explaining the results, rationally and plainly.

The engineers should engrave in their minds that simply editing the outputs of computer programs and putting together a structural calculation sheet, is not structural design nor structural calculation.

1. はじめに ー私が入社した頃ー

今回、私に与えられたテーマは、コンピュータ利用という観点から、構造設計者としての技能・職能に問題はないかということであるが、それに対する私の応えは「間違いなく問題がある」である。その理由を以下に述べる。

新入社員が歓迎会等で、新たなスタートを切るに当たっての自己の抱負を述べるというのは恒例であるが、33年前私はそのような場面で、「一流の構造設計者を目指して頑張る」と言ったのをよく覚えている。当時の私が描く「一流の構造設計者」の要件の一つには、「コンピュータを自由自在に操ることができる」ということが入っていた。この場合コンピュータを自由自在に操るといふのは、単に与えられたプログラムのデータを効率よく書き、出力結果を要領よくまとめるというような簡単なことでは無かった。まず、プログラムそのものを書くことができること、そしてプログラムを書くための専門知識を身につけていること、そしてそれらの能力を最善の努力をもって発揮することにより実プロジェクトの高質化に貢献できることであった。

プログラムが書けるというのも、実プロジェクトで応用できるレベルとなると容易なことでは無い。しかしもっと、大変だったのは、プログラムを書ける専門知識を十分に身につけているということであった。構造力学の専門書や論文を読めば、一通りの知識は身に付くはずだと思ふかもしれないが、ことはそれ程簡単ではない。まず、それらの文献を読む事自体、相当な労苦である。それに加え、そこに書かれている式や方法に間違いはないかを確認するためには、それらの文献に書かれている式や方法を、自分で導き直してみる必要がある。あるいは、様々な変形条件や、モデル形状を考えると、意外と文献に書いてある情報だけではプログラムは書けない。そのためには、様々な工夫や、あるいは新しいアイデアを盛り込むことが是非とも必要と

なる。さらには、限られた記憶容量にプログラムを納めるとか、現実的なスピードで計算を終えるとか、計算結果を一定の精度の範囲に納めるとか、要求事項は広範に及ぶ。これらをきちんとこなせるためには、当然相当な知性・知力を備えていることが必要となる。そして構造設計者というのは、そのような正に「知の達人」とでも呼ぶべき人達なのだという自負が、当時の構造技術者にはあったと思う。

2. 激変するコンピュータ利用環境と構造設計者の状況

私が入社した当時のコンピュータは、いわゆる汎用ビジネスコンピュータというものであって、巨大で、途方もなく高額で、そして、記憶容量・計算スピードともに、現在のパソコンに較べてもはるかに粗末な代物であった。個人で所有するというのは、不可能であり、コンピュータを利用するためには、大きな組織に所属することが必須であった。それだけに、コンピュータを自由自在に操るといふのは、ある一部の限られた技術者の特権でもあったが、一方、組織を離ればその特権は失われるという点で、極めて大きな制約でもあった。

それが、パーソナルコンピュータが出現するに及び、その環境は激変する。構造設計者はコンピュータを独占所有することができるようになったが、それは、組織の呪縛から解放されることでもあった。構造設計者は組織の意図とは無関係に、自分自身のためにプログラムを造り、使用することができる。コンピュータ利用の自由度は格段に拡大した。構造設計者にとって、本当に良い時代が到来したというのが、当時の私の実感であった。ただし一方で、全ての構造設計者が平等にコンピュータを駆使した知の戦いに参入できるわけであるから、当然厳しい競争の時代が到来するものと覚悟もしたのであったが、実際にはそのような事態は起こらなかった。

3. プログラム作成者と利用者の分離がもたらしたものの
パソコンの出現が、構造設計者を本来の知の戦いに向かわせなかった一つの理由は、プログラム作成者と利用者の分離が生じ、その結果コンピュータ利用が構造設計の高質化には向かわず、コンピュータ利用環境の効率化・利便性の追求に終始してしまったことが上げられる。プログラムの作成者と利用者の分離は、プログラムの高度化、複雑化を考えると、効率の観点からはやむを得ないこととも思われた。しかし分離以前は、プログラムの作成者は自分で使うためにプログラムを作るのであるから、プログラムの使い勝手よりは、プログラムの計算機能そのものの高度化を優先した。そのために構造設計者は勉強もしたし、情報集めも怠らなかつた。しかし一旦、プログラム作成者と利用者の分離が起こると、事態は一変する。なぜならば、プログラム利用者はプログラム作成者の重要な顧客となった。そしてプログラム利用者は、プログラムの計算機能の高度化よりは、プログラムの利便性の向上、つまりデータの入力手間がかからないことや、出力が分かり易いことを求めた。また、計算機能の高度化の追求は、プログラム作成者の仕事となり、プログラム利用者はそのために勉強をしたり、情報集めをする必要も無くなった。何しろ顧客なのであるから、必要に応じて要求だけを出せば何とかなるのである。計算機能の高度化を自分で解決する必要が無く、データ入力も簡単で、出力も分かり易いとなれば、構造設計には「知性・知力」などは表面的には不要となる。そして中には、「知の達人」などというプライドとは無縁の、単なる計算屋に落ちぶれるものも出てくるようになった。

4. 構造設計者の意識の変質

本来、構造設計というのは敷居の高い仕事であると思う。何しろ学生時代の構造の講義は、授業の中でも最も難解なものであった。例えば塑性理論、座屈理論などは高度な数学・物理の知識が必要であり、それに辟易した多くの学生は構造以外の仕事へと身を転じて行ったのである。それらの困難を克服したのが、構造設計者である。当然苦勞して手に入れた技術であるから、それに対するプライドも強い。何でもありの建設業界にあって、唯一の良心の持ち主として縁の下からそっと国民の安全を支える。それが本来の構造設計者の理想の姿であると思う。当然の事ながら、耐震偽装のような不正を行うことなど思いも寄らぬことであり、その信頼により構造職能は成り立っていたのである。

ところが、構造計算プログラムの使い勝手が格段に改善された結果、構造計算は表面的には誰でもが容易に行えるものと思われるようになった。かつての高い敷居に辟易した人達の中からも、構造設計分野に再参入してくる輩（ヤ

カラ）も表れた。当然それらの人達には技術に対するプライドも拘りも無い。そのような中で、耐震偽装事件は発生した。これが、私の今回の一連の騒動に対する結論である。

5. それではどうするか

従って構造職能の抱える問題は深刻である。しかし、その解決方法は意外と簡単なのでは無いかと思う。要はコンピュータプログラムに依存し過ぎた構造技術を本来の姿に戻すことである。今回発生した問題を克服するための方法を以下に提案する。

- ①構造設計者は、自分の行った設計の正当性を、手計算を中心とした分かり易い方法で、「語る（説明する）」ことを習慣化する。
- ②構造計算書は、簡便な手計算による説明と、コンピュータプログラムによる確認の2つの検証方法により構成されることを原則とする。
- ③専門家相互によるピアチェックは、簡便な手計算による説明に重きを置いて行う。

手計算とコンピュータの2つの手段で構造安全性を検証することを、煩雑であると批判する向きもあるかもしれない。しかし、設計の検証は、本来2つの異なる方法で行うことは、品質管理の基本である。構造計算を、まず簡便な手計算で行うことにより、断面寸法等の当たりを付けることは、多くの優秀な構造設計者が常にやってきたはずである。そして、それをいかに合理的に分かり易く説明できるかが構造設計そのものであり、構造設計者の腕の見せ所のはずである。コンピュータプログラムの出力結果を編集して構造計算書にまとめることは、構造計算でも、まして構造設計でも無いことを、我々は肝に銘ずべきである。