

電力中央研究所 正会員 中村秀治 同 前 正会員 山本広祐
 東京都立大学 正会員 野上邦栄 電源開発 正会員 矢吹信喜

1. まえがき

ここ数年間のコンピュータ技術の発展には、ネットワーク、ビジュアル化（可視化）、並列処理等に目を見張るものがあり、これらの技術開発が時代のニーズに適合し、その成果が安価に一般ユーザーに提供されるようになってきた。そして、今なお、急速に性能を向上し続けるコンピュータに対して各分野の研究者はその有効活用努力している。このような背景のもとで、構造工学委員会の中に計算機高度利用研究小委員会が発足して約2年が経過した。これまでの審議経過を踏まえて、構造工学における計算機高度利用の現状を概観する。

2. 計算機高度利用への期待が大きい分野

計算機高度利用が急速に発展すると目されている応用分野として種々の環境影響評価、分子動力学、粒子法、バイオ、その他、複雑な現象のシミュレータ（大規模シミュレーション）などが考えられている。構造工学においては、「コンピュータ出現の初期から、数値解析を中心として常に最新のコンピュータ技術が十分取り込まれてきた」という考えもあるが、種々の非線形問題を念頭においた時、数値解析以外のコンピュータ技術の積極的な導入が不可欠である。例えば、小委員会の中で行ったアンケート調査では、表-1に示す項目への関心が高く、下記の研究要素に焦点を絞った調査検討を進めてきた。

- (1) ネットワーク利用 (2) 数式処理
 (3) 微分方程式では表せないような問題に対する解の探索
 (4) 新しいプログラミング技術 (5) 可視化技術
 (6) 並列処理技術 (7) システム管理の簡易化

表-1 アンケート結果

要素技術	期待を示した委員
ネットワーク利用	55%
解析技術の高度化	38%
3次元可視化	38%
工学系データベース	33%
並列処理・分散処理	27%
構造解析プリポスト	〃
言語・開発環境	〃
数式処理・AI・AL	22%
既存ソフトの再利用	〃
システム管理の軽減	〃

3. 構造工学教育・研究における新技術の導入

(1) ネットワーク利用

ネットワーク環境下で実現された技術としては、WWW、Email、NetNews、FTP、Telnet、電子会議などが上げられるが、コンピュータ・ネットワークを教育・研究に直接活用する視点と情報環境を向上させる視点がある。特に、研究現場では、WWWやグループウェアの利用による情報の共有（データベースの共同利用など）、ネットワーク・コンピューティング、解析ツールの遠隔利用、遠隔観測、遠隔教育、遠隔協調設計などが注目を集めている。また、多様なコンピュータ・プラットフォームに対応可能なオブジェクト指向言語Java、オブジェクト間の通信技術として効果が期待されるCORBAなど、分散オブジェクト環境への理解も重要な課題と位置付けられる。インターネット技術を組織内に取り込んだイントラネット、複数組織（グループ）間に取り込んだエクストラネットについては、ネットワークのオープン性とセキュリティを踏まえた開発が不可欠である。

(2) 数式処理

Mathematicaに代表される数式処理システムは、数学教育における新しい支援ツールとして注目を集め、また実験・解析データの整理ツールとしての側面をあわせ持つ。近年、工業数学、電磁気学、材料力学への応用を解説した書物も見られるようになってきたが、構造工学への直接的な応用として下記のような使い道が有望である。

- ・数式処理なしでは解決が不可能な問題：非線形微分方程式の摂動解法など
- ・数式処理で効率的に解決できる問題：有限要素マトリックスの誘導と数値演算サブルーチンの自動生成など

キーワード：構造工学、コンピュータ利用、ネットワーク、プログラミング

連絡先：〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646、Tel (0471) 82-1181（代）、Fax (0471) 83-2962

・数式処理で解が正しいことを確認する問題：線形微分方程式の解法など

(3) 微分方程式では表せないような問題に対する解の探索

この分野には、人工知能や人工生命技術が位置付けられる。前者には記号処理を主体にしたエキスパートシステムや知識ベースシステムが、後者には数値処理を主体にしたニューラルネットや遺伝的アルゴリズム（GA）がある。但し、現実存在する人工知能システムの多くは記号処理へのこだわりを捨て、ニューラルネット、ファジィ推論、機械学習、GAを統合化したものが多い。最近の構造工学への応用事例は下記の通りである。

- ・エキスパートシステム：構造解析コンサルテーション、検査診断、景観評価、工法選定など
- ・ニューラルネット：形状設計、検査診断、景観評価、予測、パターン認識、モデリング、振動制御など
- ・GA：形状設計、配置設計、景観評価、ネットワーク最適化、スケジューリング、ルーティングなど

(4) 新しいプログラミング技術

FORTRAN一辺倒の教育からC言語への移行が見られるが、ネットワーク利用で略述したオブジェクト指向言語やビジュアル・プログラミング、パッケージソフトの高度利用も新しいプログラミング技術と位置付けるべきである。実務設計では、ABAQUSやMARCといった汎用構造解析プログラムを用いることが多いが、既存技術を出発点に特殊なユーザー・サブルーチンを組み込むことも研究分野の一つを形成している。

(5) 可視化技術

コンピュータ・グラフィックス（CG）あるいはその高度なシステムとして仮想現実感（Virtual Reality；VR）を代表的技術に取り上げることができる。後者は文字通り仮想事象の体感が狙いである。VRML（Virtual Reality Modeling Language）と呼ばれる3次元CGの標準データ記述言語を用いれば、インターネット上で3次元画像を流通させ、一般的なパソコンで表示することも可能である。

(6) 並列処理技術

数値シミュレーションの大規模・複雑化に伴い数値計算の高速化が求められているが、その対処法としてベクトル処理型のスーパーコンピュータとRISCプロセッサを多数接続した並列コンピュータが高速性を競っている。並列コンピュータのアーキテクチャ、プログラミング技術ともまだ標準化には至っていないが、研究ベースではITFLOPSを越える成果を上げている。また、PVM（Parallel Virtual Machine）など、複数のコンピュータ間で通信を行うためのソフトウェアが開発され、仮想的に並列計算機として用いる検討もなされている。構造工学における利用としては、領域分割法を用いた構造解析や並列GAによるトラス構造物の最適設計などがある。

(7) システム管理の簡易化

計算機の利用環境が、大型計算機に代表される集中型から、今日のワークステーションやパソコンを主体とした分散型に移行したのに伴い、ユーザー側のシステム管理に伴う負担が大幅に増大した。数年前がそのピークであったように感じられるが、システム管理の手引き書が増えたこと、システム管理者が育成されてきたこと、利用者が分散環境に慣れてきたことにより、負担感の相対的な軽減が認められる。今後更に、ネットワーク管理ソフトや集中管理ツールによるシステム管理の簡易化を期待したい。

4. まとめ

本論では、教育・研究・実務現場を明確に分離することなく計算機高度利用の現状を概観した。前二者においては情報リテラシー教育、言語教育が本質的に見直されつつある。また、後二者においては対処領域が拡大し、Multi-disciplineの重要性が論じられて久しい。いずれも、構造工学あるいは土木工学に限定されない工学全般に及ぶ課題であるが、常にヘビーユーザーの一角を担う構造技術者は、既に本論で示した新しい計算機環境の変化に直面しており、その効果的な利用法を見つめ直す時期に来ている。なお、紙面の制約から仮想構造実験環境に関する記述を割愛したが、これらは上記(1)～(6)の集成技術として実現されるものであることを付記する。

謝 辞：本論は、構造工学委員会・計算機高度利用研究小委員会での議論を踏まえて作成したものである。ここに、関係委員25名の積極的な活動に対して深甚なる謝意を表する。