

数値解析情報と構造実験情報に関する統合型支援システムの開発

名古屋大学大学院 学生員 ○ 横山弘幸
名古屋大学工学部 正 員 伊藤義人

1. まえがき

構造物の終局強度、変形挙動及びダクティリティを明らかにするために、構造物の非線形挙動を実験的、あるいは数値解析的に把握することは、限界状態設計法に移行しつつある現在重要な課題の一つである。解析手法としては有限要素法 (Finite Element Method: 以下 FEM) を用いた数値解析が一般的な方法として認識されており、その利用において新しい段階に一步を踏み出している。とりわけ、構造工学の分野においては、ハード及びソフトウェアの技術革新の波を受け、その内容を大きく変えつつある。しかし、教育や研究の場において行われた構造解析に対する入力ファイルや解析結果等の有効的な再利用をはかる環境とはなっていない。有限要素解析データそのものは、これまでデータの構造化や再利用という問題はほとんど考えられてこなかったため高度な解析データの再利用が困難である。また、構造実験データに関しても、すでにパソコンで機械可読なフロッピーを用いて実験情報データベース¹⁾が提供されている例もあるが、単に統一フォーマットに従って整理された数値実験データのみでは十分ではない。そこで、本研究では、統一したフォーマットにはのらない耐震研究のための繰り返し載荷実験などの個別の実験情報や荷重-変位曲線や耐荷力などの実験データと精度の良い解析結果をもつ数値解析を取扱い、あわせて FEM プログラムのコンフォーマンステスト (正確性評価試験) のための標準的な構造部材や構造物の数値解析情報を提供する統合型支援システムについて検討する。教育及び実務に役立たせることを目的に、高い普及率を持つパソコンを用いて、それらを一つのシステム上で管理し、構造実験情報や数値解析情報の散逸を防ぐと同時にパソコンの優れたマンマシンインターフェイス特性を生かすことを考える。この時、種々の数値データだけではなく実験や解析の情報、用語解説、参考文献などの記述情報も取り扱うプロトタイプの統合型支援システムの開発を試みている。

2. 知識処理の必要性

最近の計算機の利用法においてダウンサイジングや分散化処理の傾向が強まり、土木工学における計算機の利用に関しても小さくて身近な計算機で処理を実行できる必要性が増している。しかし、フロッピーディスクに格納した形で、構造解析や構造実験の数値データを取り扱う場合、ユーザーはデータの内容について詳しく知る必要があり、さらに図形として結果を表示させるためには何らかのプログラムを組む必要がある。パソコンは実行速度やメモリーの制限があり、図形処理を含む実用的なプログラムをユーザーが組むのは必ずしも容易ではない。すなわち、数値情報のみを与えられる形では構造工学と情報処理の両者の知識をユーザーが持たなければならないことになる。学生や初級の技術者に有効利用してもらうためには、情報処理に関する詳しい知識がない人でも扱えるシステムを作る必要がある。システムの使用法やデータに関する構造工学的な知識もサポートするには、単なる数値データだけではなく、その背景となる関連情報も含んだ知識を扱うシステムが必要となる。

3. システムの構成

ハードウェア環境

パソコンは国際的に見た場合、現状では IBM PC/AT が欧米などではデファクトスタンダード (defact standard) とみなすことができる。そこでハードディスクと EGA (Enhanced Graphic Adaptor) モニターをもつ IBM PC/AT をハードウェア環境として今回選んだ。

ソフトウェア環境

本システムでは Prolog 言語をシステム作成の基本言語として採用した。しかし、Prolog 言語は知識などを宣言的に表現するには適しているが、図形処理やフェイリングなど等のような手続的な処理は不得手であるので C 言語を組み合わせることでシステムを作成した。パソコン上の手続的な言語としては、他にも FORTRAN や BASIC も考えられるが、画面制御などのシステムに依存した処理を行うことや、知識を扱う Prolog 言語と組み合わせることを考えると、本システム

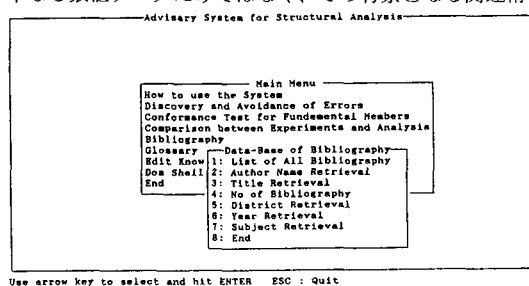


図-1 マルチウィンドウを用いたメニュー方式

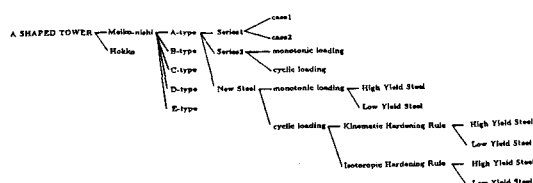


図-2 データの階層構造

の補助言語としてはC言語が適していると判断した。本システムは図-1に示すようなマルチウインドウを用いたメニュー方式を採用している。なお、本システムのプレゼンテーション言語は英語とした。

4. データの種類と構造

本システムで取り扱うデータは大まかに分けると以下のようである。1) 構造実験の数値データ、2) 数値解析結果の数値データ、3) 図形データ (メタファイルに格納された図形)、4) 関連情報の記述データ、5) FEM 解析用の入力データ、6) 検索用階層構造データ、7) 用語解説記述データ、8) その他など形式の異なる多くのデータを取り扱っている。そのためそれらのデータのデータ構造は各々の性質と使いやすさを考慮したものとしている。

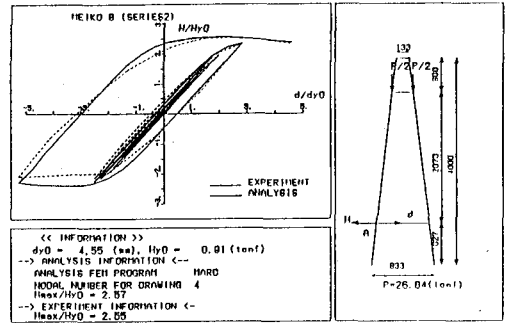


図-3 繰り返し実験結果と数値解析結果の図形出力例

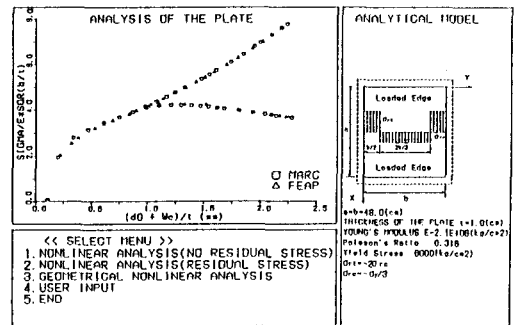


図-4 コンフォーマンステストの図形出力例

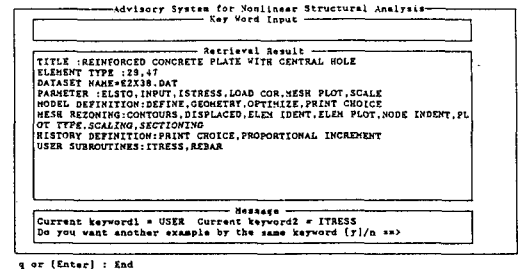


図-5 例題の検索結果

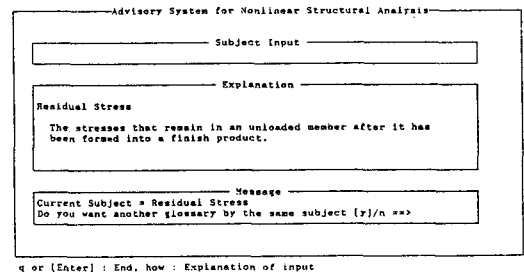


図-6 用語解説機能

5. システムの機能と対象領域

今回、対象とした構造実験データは耐震研究のための繰り返し載荷実験²⁾を中心に取扱い、それらの実験に対応する数値解析³⁾を取り扱っている。また、基本部材を対象としたFEM プログラムの非線形解析に関するコンフォーマンステストの数値解析情報も扱っている。そのほかに、関連情報として、汎用FEMプログラムのマニュアルの解説文の情報や例題集、及び関連文献や用語解説などもシステムの一部として組み入れた。検索においては、図-2に示すような階層構造からなり、ユーザは簡易なキー操作で検索を行うことができる。図-3に鉛直方向に一定荷重を、水平方向に繰り返し荷重を受ける橋梁主塔の解析結果と実験結果の比較のための検索の図形出力、図-4に一樣圧縮を受ける単純支持板のコンフォーマンステストの図形出力結果をそれぞれ示す。また、図-5に汎用FEMプログラムMARCの例題の検索結果、図-6に用語解説の検索結果を示す。

6. おわりに

本研究では、統一したフォーマットにはのりにくい構造実験情報、および数値解析情報を統合的に取り扱っている。PlologとC言語を組み合わせることにより種々の数値データだけでなく、その背景となる関連情報や知識を効率的に処理できることを確認した。現時点では、収集整理した情報は十分であるとはいえず、今後、多くの数値解析情報と構造実験情報をシステムに追加していく必要がある。

7. 参考文献

- 1) Y.Itoh: Ultimate Strength Variations of Structural Steel Members, Dissertation presented to Nagoya University, 1984.
- 2) 福本ら: 名港西大橋 (斜長橋) 主塔の面内強度に関する理論的、実験的研究、名大土木研究報告書 No.8101, 1981.
- 3) Y.Itoh and Arif.B.K.: The Ultimate Strength of A-Shaped Bridge Tower under Cyclic Loading, First World Conference on Constructional Steel Design, Acapulco, 1992.