

I-22 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作成

東京電力(株) 正 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いる。しかし、その一方でFEMを用いた非線形解析に関する情報の有効利用を望む場合に、現在のところ環境的に十分であるとはいえない。FEM解析においてはFEMモデルは、ただ単に幾何学的に生成すれば良いものではなく、常に力学的妥当性、解の信頼性、及び経済性とも密接な関係がある。そのうえ、現在のFEM解析データに関して、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いないために、高度な解析データの管理が困難であるというような問題点も生じてきている。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りにく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。

2. 統合型システムの必要性

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、フロピディ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統合的に扱うシステムが必要となる。

3. 開発環境

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。また、グラフィック画面のハードコピーに対してはCanon Laser Shotなどの各種のレーザープリンタの図形処理機能をサポートした。

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。Prolog言語は文字列や記号の操作は容易であり、パターン照合の機能は豊富であることで特徴づけられる。しかし、図形・画像処理やファイリングなどのような手続的な処理は不得手であるのでC言語を組み合わせでシステムを作成した。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駆動方式を採用している。

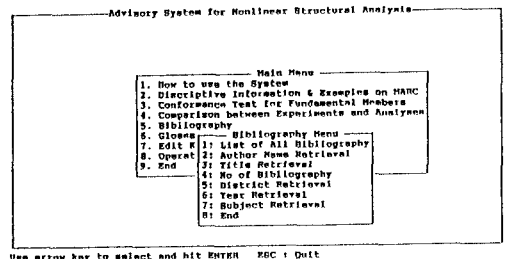


図-1 マルチウインドウを用いたメニュー駆動方式

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) FEM 解析用の入力データ、3) 関連情報の記述データ、4) 図形データ (構造化メタファイルに格納された図形)、5) 画像データ、6) 数値解析結果の数値データ、7) 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。

4. システムの機能と対象領域

今回、試作段階として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⁾を取り扱った。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。

情報検索はユーザーとの情報のやりとりを通して行われ、データの階層構造を意識すること無く、簡易なキー操作で検索を行うことができる。図-2、図-3に構造実験における供試体の測定点の画像処理出力、荷重-変位履歴曲線の図形処理出力の一例を示し、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示す。また、図-5に汎用 FEM プログラム MARC の例題の検索結果を示す。

4. 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た。Prolog 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はなく、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予定である。

5. 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, B.K.Arif and Y.Fukumoto: The Ultimate Strength of A-Shaped Bridge Tower under Cyclic Loading, First World Conference on Constructional Steel Design, Acapulco, December, 1992.

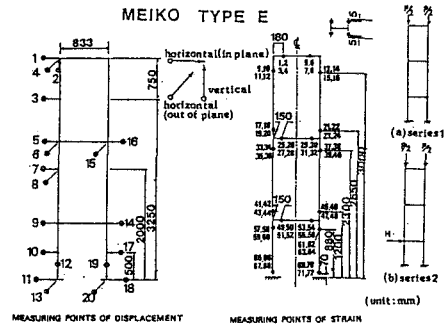


図-2 供試体の測定点の画像処理出力例

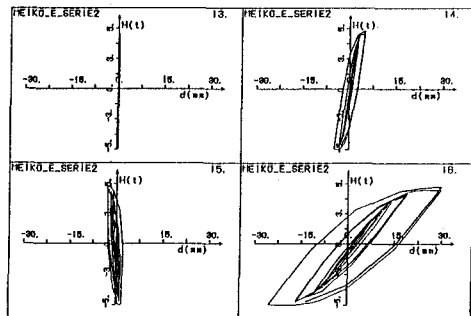


図-3 荷重-変位履歴曲線の図形出力例

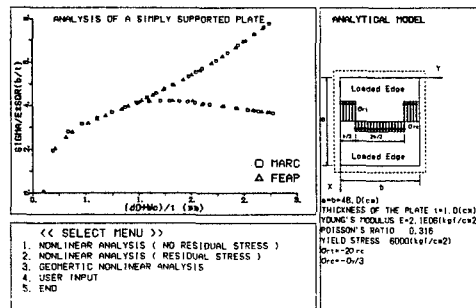


図-4 コンフォーマンステストの図形出力例

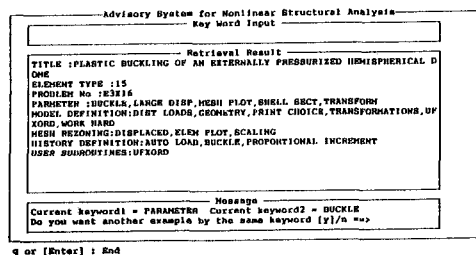


図-5 MARC の例題の検索結果