

はりの解析に対する数式処理の応用
- REDUCEおよびmuMATHの機能の比較 -

関西大学工学部 正会員 三上 市臈
關東洋情報システム 正会員 田中 成典
関西大学大学院 学生員 新内 康芳
日本電子計算機 正会員 ○柿本 昌範

1. まえがき 数式処理システムは、数式処理(formula manipulation)を実行するソフトウェアであり、最近では人工知能の記号処理分野の発達に伴って急速に普及しつつある。現在、数式処理のレベルは大学の教養学部程度の数学計算を殆ど行えると言われており、コンピューターが大記憶容量化し、実行速度が向上した今日では機能的にも実用レベルに達している。従来の科学計算用のプログラム言語では数値的にしか計算できないが、数式処理システムでは、記号的に数式を処理することができるために、正確な結果が解析的な形で得られる。ここではパーソナルコンピューター用のmuMATH83とメインフレーム用のREDUCE 3.3の2つの数式処理システムの機能を検討し、構造解析に適用する場合の有効性を検討した。

2. 数式処理システムの機能 本研究に使用したmuMATHとREDUCEの主な機能を調べ、ユーザーの立場から判断すると表-1のようになる。muMATHはパーソナルコンピューター用であるので、メインフレーム用に比べて実行領域が少なく、各機能が劣るのはやむを得ない。図-1に示すようなパッケージを必要なだけ読み込むことによりユーザー専用のシステムを作成することができる。よって手軽に対話で利用するには適していると思われる。一方、メインフレーム用のREDUCEはmuMATHと比べてシステムが装備している関数は少ないが、実行領域が大きいために、因数分解や微積分機能などが優れており、大規模な科学技術計算にも適用できると思われる。

表-1 muMATH・REDUCEの機能の比較

機 能 の 種 類	muMATH	REDUCE
(1) 多項式・有理式の計算	○	◎
(2) 有理式と初等関数の積分・微分	○	◎
(3) 多項式の因数分解	○	◎
(4) 種々の式に対する代入やマッチング	○	○
(5) 極限操作・無限級数の求和・求積	○	△
(6) 常微分方程式の求解	○	×
(7) 偏微分方程式の求解	×	×
(8) 数式処理用のユーザ関数の定義	○	◎
(9) 最大公約多項式(GCD)の計算	○	△
(10) 行列の数式要素の計算	○	○

◎:優 ○:可 △:条件可 ×:不可

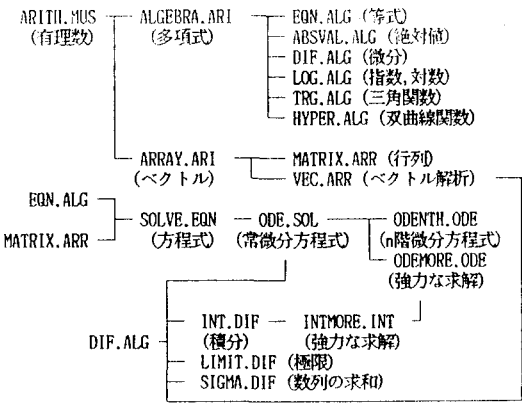


図-1 muMATH83のファイル構成

3. はりへの適用 解析モデルは図-2に示すような3つのはりを考え、数式処理システムを用いてそれぞれの弾性曲線を求めた。

(1) モデル1

このモデルにおける基礎微分方程式は

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = \frac{q}{EI} \quad (1)$$

であり、微分係数項が1つであるのでmuMATH, REDUCEとも、積分コマンド"INT"を用いて積分を繰り返すことにより、一般解を導き、境界条件を適用して得られる4元連立方程式を解いて積分定数を決定し、結果を得ることができた。図-3、図-4に出力例を示す。

(2) モデル2

基礎微分方程式がモデル1と同様、微分係数項が1つであるので両システム共に一般解を導けるが、この場合は集中荷重の左右で2つの微分方程式を解く必要がある。muMATHは3元連立方程式の求解に必要なリージョンが不足するために結果を得ることができない。REDUCEの多元連立方程式の求解機能は優れており、解を得ることができた。

(3) モデル3

このモデルの基礎微分方程式は

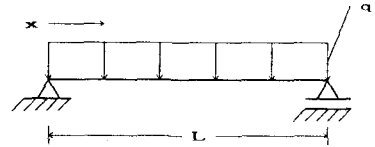
$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + N \frac{d^2 y}{dx^2} = q \quad (1)$$

であり、微分係数項が2つあるので、モデル1、モデル2のような求解の方法が使えない。muMATHの場合は、付属している常微分方程式の求解パッケージを読み込んで実行することにより一般解を得ることができた。一方、REDUCEでは微分方程式の求解に関して特別な関数を備えていないので、一般解を求めることができない。そこで、べき級数を用いることにすれば近似解を得ることができる。

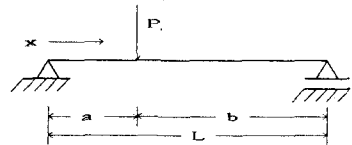
muMATHの常微分方程式の求解パッケージは線形のみ適用可能で、これらのパッケージを用いてもより複雑な数式において実際に解けるのは限られると思われる。REDUCEでは、各機能は優れているので、今後、目的に応じたパッケージソフトウェアが数多く開発されることが望まれる。

4. あとがき 現時点において、数式処理システムはまだ発展期にあり、両システムともに若干の問題点が見出される。これらの問題点は両システムが数年の間にバージョンアップを繰り返していることを考えると、改善の方向に向かうものと思われる。今後、工学分野における電子計算機利用の強力なツールとなるであろう。なお、プログラマリストの詳細については、講演当日に説明する。

(モデル1)



(モデル2)



(モデル3)

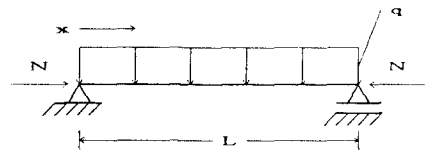


図-2 解析モデル

? a: KENKYU1

$x q L^3 / (24 EI) - x^3 q L / (12 EI) + x^4 q / (24 EI)$

?

図-3 muMATHの出力結果

0-CONTIGUOUS-
SLISP: 2052696 BYTES

1

REDUCE 3.3, 15-Jul-87 ...
OFF ECHO Y

RESULT !!

$$EI Y = \frac{q \cdot x^3 \cdot (L - 2 \cdot x + x^2)}{24}$$

Time: 140 ms
*** END OF RUN

図-4 REDUCEの実行結果