

電力中央研究所 正員 中村秀治

1. はじめに

計算機の進歩は著しく、4.5年前の様相とは相当異なつてきている。単に演算の高速化、容量の大容量化というだけでなく、端末からの入力、会話形式のプログラム、グラフィックディスプレイへの出力など、計算機の利用法はより使い易く、便利になつてきている。この現状認識の上に立つて、構造解析プログラムのありべき姿を検討することには意味がある。GIFTS5 (Graphics-oriented Interactive Finite Element Time-shearing System, Version 5)は、米国アリゾナ大学のサマエル教授を中心に開発されつつある大型の構造解析プログラムであり、筆者もその開発に一部参加した。本文は、GIFTS5を中心に、その構成と計算機能を調べ、今後の計算機に良く適合したプログラムの姿を探ることを目的としたものである。

2. GIFTS5の基本的な計算機能

- グラフィックディスプレイ画面上での、ジェネレーターを使った計算モデル作成とその図形出力、および出来上った計算モデルの修正。(GIFTS5ではカードリーダー、MT等からの入力は全く考えられていない。)
- 要素ライブラリー(2, 3次元トラス、フレーム、板、シェル、回転体など)を使った弾性(熱)応力解析。
- 応力解析結果(変位、応力)のグラフィックディスプレイへの図形出力。
- 応力解析後、サブストラクチャーリンクによる局所の詳細解析とその結果の図形出力。
- 応力解析後の精度チェック。
- マスマトリックス(ランダムマス)の計算と、サブスペースリタレーションによる固有値解析(剛体変位を含む場合も可能)。固有周期とモードの図形出力。
- 動的応答解析(モード解析、フーボルト、ウィルソンの θ 法、ニューマークの β 法、台形則)とその結果の図形出力。不規則な外力波形のジェネレーション。

3. GIFTS5の構成

大型計算機をセンターで利用すると同時に、比較的小型で安価な計算機を使用目的に合わせて一研究室あるいは少数グループで所有するのも最近の傾向である。GIFTS5は主記憶容量300KB、ディスク容量20MB程度のミニコンで動き、計算モデルの最大自由度はディスク容量のみに依存する。従つて、計算モデル作成のためのデータ入力から始めて、静的、動的解析結果の出力に至る一連の計算過程が多数のステップに分割され、各ステップは次の名務のモジュールを呼び出すことで実行される。

BULKM—ジェネレーターによる計算モデル(3次元トラス、フレーム、板、シェル)の作成とその図形表示。

BULKS—ジェネレーターによる計算モデル(3次元連続体)の作成。

EDITM—簡単なモデルの作成およびBULKMで作られたモデルの修正。

EDITS—簡単なモデルの作成およびBULKSで作られたモデルの修正。

BULKF—計算モデルの自由度の算定。

OPTIM—剛性マトリックスのバンド幅の最小化。

BULKLB—ジェネレーターによる荷重条件、境界条件の導入。

EDITLB—BULKLBで導入された荷重条件、境界条件の修正、図形表示。

STIFF—計算モデルの各要素剛性マトリックスの算定とアセンブル。

DECOM—全体剛性マトリックスのコレスキー分解。

DEFL—計算モデルの各格点の変位の算定。

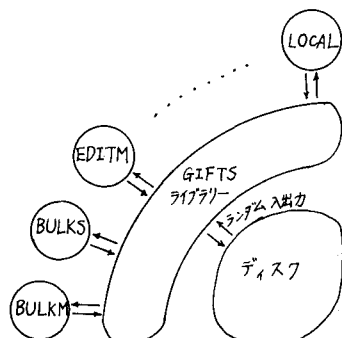


図-1 GIFTS5の構成

STRESS — 格点変位の計算結果を用いて全要素内の応力を算定。

RESULT — 格点変位, 要素内応力の計算結果をディスプレイに表示。

SAVEK — 全体剛性マトリックスを別のファイルに保存。

RESIDU — 応力解析終了後に残差力を計算して, 精度をチェック。

AUTOL — 固有値解析の前段階として, 固有ベクトルの初期値を設定。

SHIFT — 剛体変位を含むモデルの固有値解析を可能にするための操作。

SUBS — サブスペースイタレーションを用いて固有周期, ベクトルを算定。

WAVE — 不規則外力波形のジェネレーション。

MODAL — モード解析に基づく動的応答解析(初期値, 時間さびみ等の設定)。

TRAN1 — 直接積分に基づく動的応答解析(初期値, 時間さびみ等の設定)。

TRAN2 — スキームとしては, フーボルト, ウイルソンの θ 法, ニューマー

TRANS — クの β 法, 台形則の内の一つを選択。

DEFCS — 初め設定した有限要素計算モデルを局所の詳細計算モデルへ変換。

REDCS — 局所の詳細解析用剛性マトリックス, 荷重ベクトルを作成。

LOCAL — 局所の詳細解析を実行。

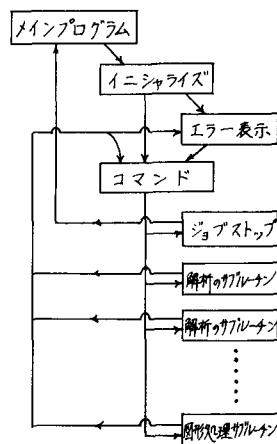


図-2 会話型プログラムの構成

これらのモジュールは, GIFTSライブラリーと呼ばれるサブルーチン群を介して, テキス上のデータを読み取り, 計算結果をディスプレイに書き出す(図-1)。各々のモジュールは会話型であり, ほぼ図-1の形をとりまいる。個々のモジュールを呼び出し, 関連するファイルをオープンし, コマンドを与えつつ計算を実行し, 最後にファイルをクローズして終る。なお, 計算モデル作成段階での端末からの入力はフリーフォーマットである。

4 データベース

GIFTS 5 のプログラム全体が図-1 のように構成され, 1 つのデータに対して多数のモジュールが関与し, また, 一つのモジュールが多数のデータに関与するため, データ管理にあたってはデータベースの考えかたの必要である。データファイルの名称は, *jobname* と *extension* の2部分から成り立つ。*jobname* はユーザーが任意に決められるが, *extension* は計算機内で自動的に決められる。

5 今後の構造解析プログラム

従来の計算センターでのカード入力, ラインプリンター出力という利用形態が, 端末を便つたプログラム作成と端末からの入力, ラインプリンター出力という形に変わつた。これはディスプレイという大きな記憶領域が存在し, メインメモリーとの間で簡単にデータの受け渡しが可能になったことが背景にある。そしてなお, ユーザーのために種々の周辺装置が開発されつつある。GIFTS 5 が必ずしもすばらしいわけではないが, 今後作成される構造解析プログラムのために参考になる点が多い。それらは, ①入出力の簡素化(マッシュジェネレーター, 図形処理など), ②フリーフォーマット入力, ③入力データのチェックおよび修正機能, ④会話型特に非線形解析, 動的応答解析の場合に有効, ⑤適切なソルバー(solver)の採用, ⑥計算途中でのリスタート機能, ⑦計算結果の精度チェック, ⑧サブストラクチャーリング, ⑨必要最大メモリー数の抑制, ⑩計算機の機種に依存する部分を最小限度に抑えること。などである。

参考文献

- 1) Kamel, H. A., et al: "The 'GIFTS' System - Version 5.03 User's Reference Manual", Univ. of Arizona, April 1981
- 2) Kamel, H. A., et al: "GIFTS PRIMER - A First Introduction to the GIFTS 5 System", Univ. of Arizona, Dec. 1979
- 3) Kamel, H. A., et al: "GIFTS SYSTEMS MANUAL", Univ. of Arizona, May 1979
- 4) Kamel, H. A.: "GIFTS THEORETICAL MANUAL", Univ. of Arizona, May 1979
- 5) Nakamura, H. and Kamel, H. A.: "User's Manual for Dynamic Analysis Using GIFTS 5", Univ. of Arizona, Nov. 1981