

汎用有限要素法パッケージ ABAQUS のご紹介

— 利用に際しての必要最小限の情報 —

神戸大学工学部情報知能工学科

田所 諭*

1 はじめに

ABAQUS は応力解析、熱応力解析、伝熱解析、動的解析、圧電解析などを行うための有限要素法ソフトウェアパッケージである。この種の問題は広く工学・農学・理学の分野に共通した問題である。非線形解析が容易に行えることが ABAQUS の特長であり、多くの民間・国立研究所や他大学で利用されている実績を持つ。その機能の詳細については参考文献 [1] を参照していただきたい¹。

従来、総合情報処理センターにはまともにも使いものになるこのようなパッケージソフトがなかったため、研究者それぞれがソフトウェアの開発から始める必要があった。このことは研究のスピードを著しく低下させ、当然のインフラストラクチャとして利用可能な環境にある他研究機関に研究面で遅れを取る 1 つの原因であった（ある）と考えられる。

今夏に総合情報処理センターに ABAQUS が導入され、CONVEX (comet.kobe-u.ac.jp) 上で使えるように環境が整備された。

本稿はマニュアルに書かれていない事項を中心として ABAQUS の使い方を説明しようとするものである²。

2 マニュアルの構成

参考文献に付けるようなマニュアルがあるが、ほとんどのものは必要に応じて参照するために作られている。

使い始めるにあたって読むべきマニュアルは、

*tadokoro@in.kobe-u.ac.jp

¹総合情報処理センターにおいてある。

²1994年夏現在のバージョンは ver. 5.3 である。本稿では現時点での無用の混乱を避けるために ver. 5.3 の構成にしたがって説明する。バージョンアップにともなって今後さまざまな変更があるであろう。

1. [2] の 1 章

ここを読んで実際にやってみれば一応の使い方がわかる。ただし、中で使われているコマンドなどを [2, 3] で調べながら読み進み、何をやっているのかをある程度理解しなければならない。ここは最低限読んでおかないと何もできない。

2. [5] の 1.1.1-1.1.2, 1.1.13

ここを読めばどうやって結果を出力するかがわかる。中で使われているコマンドを後の章を参照しながら読むことが必要である。これは英語であるが、読んでおかないと結果の出力ができない。

であろう。ここまでで例題の実行くらいはできるようになるだろう。

次に、自分の問題を解くためには、次のマニュアルを調べる必要があるだろう。

1. [2] の 2 章

関係ありそうなところを読む。どのような解析ができるかを知ることができる。

2. [2] の 3 章

関係ありそうなところを読む。どのような有限要素が使えるかを知ることができる。

3. [2] の 4 章

関係ありそうなところを読む。どのような材料を取り扱えるかを知ることができる。

4. 各マニュアルの目次

各マニュアルの目次を眺めておくと役立つだろう。

5. [6, 7]

解析例がのっているので、参考になる。必要に応じて拾い読みしたり、実際に計算してみればいいだろう。

6. [8]

ABAQUS / Post のコマンドの要約がのっているので、実際に使う際に便利であろう。

その他の場所には次のようなことが書いてある。必要に応じて参照するのがいいだろう。

1. [2] の 5 章

より複雑な特性の対象の解析のためにユーザサブルーチン (FORTRAN) を使うことができる。

2. [2] の 6 章

解析結果を外部プログラムで使うためにファイル出力フォーマットが公開されている。

3. [3] の 7 章

解析する対象物のモデルに関するコマンド（節点、要素、特性、材料、運動学的拘束、初期条件など）の説明が書いてある。

4. [3] の 8 章

スーパー要素³を作るコマンドが書いてある。

5. [3] の 9 章

解析を行うコマンド、外的パラメータの変化の記述、出力要求の指定に関するコマンドが説明されている。

6. [3] の 10 章

出力結果の出し方について書いてある。

7. [3] の 11 章

実行コマンドのオプションなどについて書いてある。

3 CONVEX の使用法

ABAQUS 本体は総合情報処理センターの CONVEX というワークステーション上で動作する。マシン名は `comet` (`comet.kobe-u.ac.jp`; IP Address: 133.30.20.230) である。研究室からは X11⁴ 上で `rlogin` して使うことができる。

`rlogin` するときにはいちいちパスワードを聞かれるのは面倒である。`comet` のホームディレクトリの `.rhosts` というファイルに、たとえば、

```
in1f.in.kobe-u.ac.jp      tadokoro hattori
```

などと書き、

```
comet% chmod 600 ~/.rhosts
```

とやっておけば、ワークステーション `in1f.in.kobe-u.ac.jp` の `tadokoro` というユーザと `hattori` というユーザからはパスワードなしでログインできる。`rsh` や `rcp` を実行するためにはこの登録が必要不可欠である⁵。

自分のディスプレイ上に他人が勝手に絵を描いてしまうことがないように X11 には認証手続きというものがある。そのため、`comet` から自分が現在使っているディスプレイに絵を描こう

³ 解析対象の記述を簡単にするため、あらかじめ作っておく標準部品のようなものだろうと思う。

⁴ OpenWindows でも可能。

⁵ ワークステーションはドメイン表記でなければならず、パーミッションは 600 でなければならないことが報告されているので、注意されたい。

としても描くことができないことがある。そのときは現在使っているシステム（たとえばin1f）のプロンプトから次のように入力すればよい。

```
in1f% xauth extract - $DISPLAY | \\  
rsh comet -l tadokoro xauth merge -
```

こうすると、comet のホームディレクトリにある.Xauthority に自分が今使っているディスプレイを登録することができる。使いたい X11 のウィンドウ上から、X11 を動かしている計算機のコマンドとして、実行しなければならないことに注意されたい。また、rsh は上記のパスワード不要のための設定をしておかないと使えない。

4 ABAQUS の構成

4.1 ABAQUS / Standard

ABAQUS には、入力ファイルに従って解析を行う analysis 機能の他に、解析結果の絵を対話的に出す ABAQUS / Post、異なる計算機間のデータの互換性を保つための ABAQUS / Abares、ニュートラル・プロット・ファイルの絵を出す ABAQUS / Plot、結果ファイルを ASCII 形式の読める形に変換する ascfil 機能が含まれている。

4.2 ABAQUS / Pre

ABAQUS / Pre は ABAQUS で解析するための入力ファイルを対話的に作成するためのプログラムである。これは CONVEX にはのっていないので、HQS 社より研究室単位で購入しなければならない⁶。複雑な形状の解析を行うためには便利であろう。

4.3 処理の流れ

次のように処理が進むと考えられる。

1. comet 上でエディタを用いて入力コマンドファイルを作成する。あるいは、ABAQUS / Pre により入力コマンドファイルを作成し、rcp または ftp により comet にファイルを転送する。
2. ABAQUS の analysis 機能により解析を行う。
3. 結果を ABAQUS / Post により画面に出力する。

⁶ 1台あたりの年間ライセンス 15万円

4. 必要があれば PostScript ファイルに出力し、研究室のワークステーションで PostScript プリンタに出力する。

4.4 ファイル

ABAQUS ではさまざまな種類の入出力ファイルが使われるため、混乱をまねきやすい。それらの名前の意味は [3] の 11.1.7 に書いてある。

5 ABAQUS の起動・終了法

5.1 ABAQUS 解析機能

```
comet% abaqus analysis job=beam
```

beam.inp 入力コマンドファイルに従って解析が行われる。実行はバックグラウンドで行われる。

```
comet% ps -gaux | grep -v root
```

などで実行中かどうかを知ることができる。プリント出力ファイル beam.dat、結果ファイル beam.fil、ログファイル beam.log、メインプロットファイル beam.mpl、プリプロットファイル beam.ppl、メッセージファイル beam.msg、リスタートファイル beam.res、ステータスファイル beam.sta、FORTRAN ユーザサブルーチンファイル beam.f、実行ファイル beam.com などが作られる。

```
comet% abaqus datacheck job=beam
```

入力コマンドファイルのチェックのみを行う。

```
comet% abaqus continue job=beam
```

datacheck で中断している点から解析を開始する。

5.2 ABAQUS / Post

```
comet% post restart=beam interactive
```

beam に関するファイルをロードして ABAQUS / Post を実行する。3で述べたように、X11 の設定をやっておく必要があることに注意。レポートファイル abaqus.rpt、ジャーナル出力 abaqus.jnl、診断メッセージ abaqus.log が作られる。

5.3 ABAQUS / Plot

```
comet% abaqus plot job=beamout1 input=beam
```

beam.mpl メインプロットファイルあるいはbeam.ppl プリプロットファイルからbeamout1.cps という名前の PostScript ファイルを作る。コマンド保存ファイルbeamout1.com、診断メッセージbeamout1.log も作られる。

6 おわりに

CONVEX は本格的なスーパーコンピュータとは違い、本質的にはワークステーションにすぎない。したがって、過度な混雑はパフォーマンスの極端な低下をもたらす。お互いの利益のために、節度ある利用が望まれる。

CONVEX にはバッチジョブを直列的に実行する機能が備わっているが、現在総合情報処理センターではその設定がなされていない。今後混雑する場合には、ABAQUS のような時間のかかるプログラムはバッチジョブとして実行するようにすることが必要になるだろう。

参考文献

- [1] ABAQUS, HKS 紹介資料
- [2] ABAQUS 日本語 USER'S MANUAL, ver. 5.2, Volume I
- [3] ABAQUS 日本語 USER'S MANUAL, ver. 5.2, Volume II
- [4] ABAQUS USER'S MANUAL, ver. 5.3
- [5] ABAQUS / Post MANUAL
- [6] ABAQUS EXAMPLE PROBLEMS MANUAL, ver. 5.2
- [7] ABAQUS EXAMPLE PROBLEMS MANUAL ver. 5.3 追加変更
- [8] ABAQUS / Post QUICK REFERENCE GUIDE
- [9] ABAQUS UNIX SITE GUIDE ver. 5.3