

## 固体地球シミュレーション並列ソフトウェアの開発(その1): 非線形接触問題としての岩石実験シミュレーション

Development of parallel solid earth simulation software : simulation of stick-slip experiment as a nonlinear contact problem

# 本間 高弘[1], Huilin Xing[2], 宮村 倫司[3], 金井 崇[4], 牧野内 昭武[5]  
# Takahiro Homma[1], Huilin Xing[2], Tomoshi Miyamura[2], Takashi Kanai[3], Akitake Makinouchi[4]

[1] 富士総研, [2] 理研, [3] 理研, 素形材, [4] 慶大・環情, [5] 理研・素形材

[1] F-RIC, [2] RIKEN, [3] Keio Univ. SFC, [4] MFL, RIKEN

<http://www.riken.go.jp>

理化学研究所では、固体地球シミュレーションソフトウェアの開発を行っている。このソフトウェアを用いた岩石の固着すべり実験のシミュレーションについて議論を行う。解析は、静的解析によって応力蓄積過程の計算を行い、動的解析によって破壊過程の計算を行う。

現在、理化学研究所では地球シミュレータ上で稼動するための、固体地球シミュレーションソフトウェアの開発を行っている。このソフトウェアでは非線形有限要素法(FEM)によって、地震発生メカニズムの解明と、強震動による地震波伝播予測を行うことを目的としている。これらのシミュレーションを実際に実施するためには、地殻データからメッシュを作成し、そのメッシュを使って解析を行い、最後に出力された大量の結果データを可視化処理するといった一連の機能を、効率良く発揮できるシステムの構築を行う必要がある。理化学研究所では、これら一連の機能を統合化したシステムの開発を行っている。

この統合化されたシステムでは、まず、地殻データの処理を地殻データベースシステムおよび地殻CADシステムが行う。地殻データベースシステムおよび地殻CADシステムについては、次編で発表する。地殻データベースシステムおよび地殻CADシステムで処理された地殻データは、最終的にIGES形式で3次元ソリッドモデルとして出力され、メッシュジェネレータに引き渡され、そこで作成されたメッシュデータは、静的解析を行うコードに引き渡される。静的解析では、ひずみ、応力等の値を計算して、陽的動的解析を行うコードにその値が引き渡される。このように、本システムでは、静的解析と陽的動的解析の二段階で解析を行う。これは、例えば地殻における数百年のオーダーの応力蓄積過程を陽的動的解析で行おうとすると、時間増分を小さくとる必要があるために、膨大な計算時間がかかるため、現実的ではないからである。そのため自重解析やプレート境界での応力蓄積過程は、静的解析コードで計算を行い、そこで得られたひずみ、応力などの値を陽的動的解析コードに渡して、ITAS-DYNAMICで地震発生過程や地震波伝播の解析を行う。

著者らは、不均一なせん断強度を持ったモデルを考え、破壊の進展とともに、波が発生してそれが伝播していく過程を陽的動的解析コードで計算した。今回の発表では、岩石の固着すべり実験[Ohnaka et al. (1990)]のシミュレーションについて議論する。この実験で観察される一連の破壊過程は、実際の地殻変動に対応していると考えられており、そのシミュレーションには、静的解析と動的解析の2段階の解析が必要になる。従ってこのシミュレーションは、地殻変動解析を行う前のソフトウェアの検証に適した問題であるといえる。解析手順を、以下に示す。まず、縦方向と横方向から荷重をかけて弱面に沿って応力を蓄積させる。この過程を、静的解析コードを使って計算する。この計算は破壊が始まる直前まで行い、ひずみ、応力などの値を、陽的動的解析コードに引き渡す。破壊過程のシミュレーションは陽的動的解析コードで行う。

物性値は[坪井、三浦(1996)]の値を使う。摩擦法則のパラメータは、実験からは一意に決定することができない。そのため実験結果をうまく再現するようなパラメータを推定する必要がある。現実の地殻では、パラメータは、更に不均一に分布している。そして、その不均一性が地震を起こす引き金になっていると考えられている。それゆえ、これらのパラメータを推定するということが、重要な作業である。このようなパラメータの推定には、多数の非線形シミュレーションを行うことが要求される。地球シミュレータ上で現在開発中のソフトウェアが稼動することになれば、この作業も迅速に行われるようになる。