



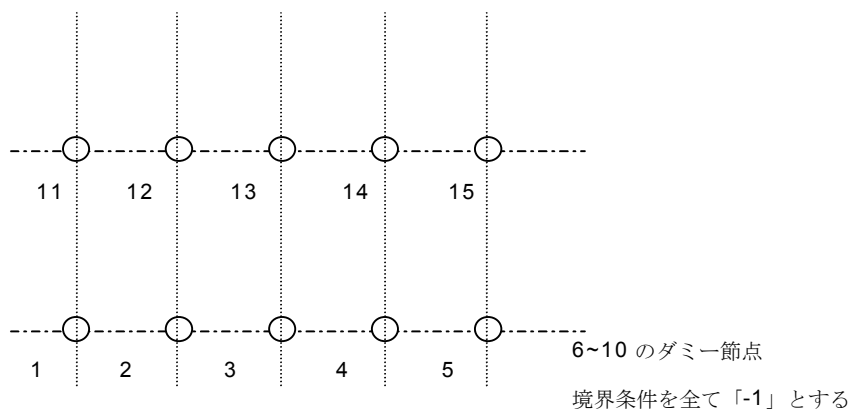
第 15 章 SPACE 使用テクニック

15.1 使用テクニック

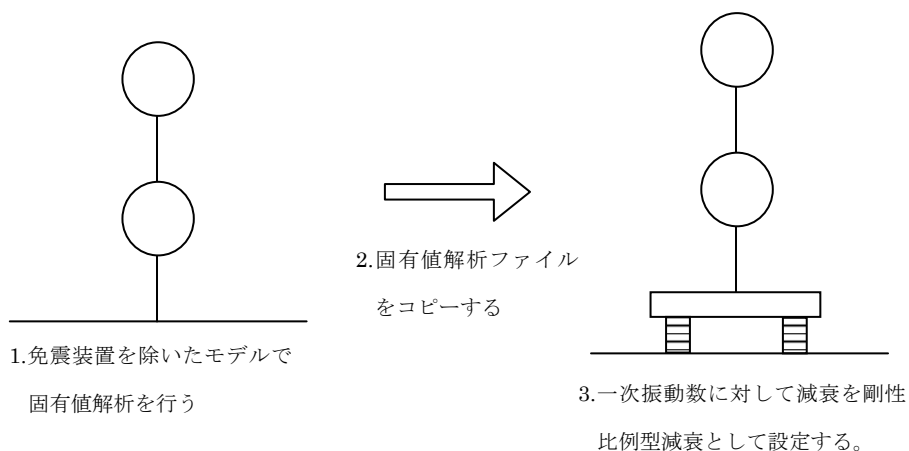
本章では、SPACE 使用テクニックと称して、SPACE を使用していく上で、少し役に立つ情報や使用して気のついた事柄を羅列します。

- ・ 解析条件を変更する際には、解析結果の整理を容易にするために、新しいフォルダを作成しデータをコピーしてから行うことをお奨めします。
- ・ 解析モデルの作成に際には、解析自由度は、必要に応じて徐々に追加することをお奨めします。
- ・ (解析) 出力ステップを粗くすると、プレゼンターで表示する際に、履歴特性が見かけ上不適切なものになる可能性があります。ただし、このような場合にでも、解析は正しく行われております。
- ・ 固有値解析は各要素の初期剛性を使用して行っております。このため、修正 Bi-Linear などを使用した際の固有値解析結果は、等価剛性を使用した場合の固有振動数よりも高くなります。
- ・ 通常の固有値解析では、せん断型モデルの場合は、ヤコビ法で求めます。解析次数は「質点数 - 1」まで計算できます。フレームモデルの場合は、サブスペース法を使用して下さい。
- ・ サブスペース法を使用した固有値解析の場合、求められる固有値の数は、解析手法の制約から解析自由度の半分程度までです。また、解析時間は、求める固有値の数の約 2 乗に比例します。
- ・ 建築構造物の弾塑性解析を行う場合、解析時間ステップ刻みは、弾性では 0.01 秒、弾塑性解析では、0.001 秒を目安にすると良いでしょう。ファイバーモデルを使用する場合で、軸応力が卓越する場合は、かなり短い方が良いでしょう。

- ・SAPCE では、入力節点番号は通し番号のみ有効になっております。
従って、各通り毎に節点番号の桁数を変える場合は、下図のようにダミーの節点番号を用意し、これらの境界条件を(-1, -1, -1, -1, -1, -1)としてください。



- ・構造のモデルのチェックには、(a)固有振動数の確認、(b)Level 1 (25Kine) 地震波を入力としたときの弾性応答解析と弾塑性応答解析結果の比較を行うなどが考えられます。
- ・免震構造では、減衰定数を設定する場合、通常免震装置を取り除いた基礎固定系での上屋の一次振動数に対して設定し、剛性比例型減衰とします。しかし、SPACE では、免震装置を取り除いた状態での固有値解析ができないので、以下のような手法を用います。ただし、この場合でも初期剛性の大きい滑り支承・高減衰ゴムなどの免震装置の場合、過大に減衰を評価するおそれがあります。



- ・剛性分布が高さ方向で大きく異なるような場合（下層部 SRC，上層部 S）は，1 次モードの他に 2 次モードの刺激係数が大きくなる傾向にあります。従って，2 次モードでの減衰定数の評価が重要になります。対処方法としては，例えば，剛性比例型減衰を用いる場合，2 次モードに対して減衰定数を設定するなどがあげられます。

SPACE は、複雑な解析を効率良く実行できるように設計されています。ただし、現在は、エラー処理についてはあまり効果的とはいえません。今後、鋭意改良を加えていきたいと思っていますが、現在では、何も知らせずに突然ダウンしてしまうこともあります。その原因のほとんどは、ユーザーの誤操作とデータの間違いです。エラーがあつて解析できない状況にしばしば出会うはずです。あきらめずに、データのチェックや解析パラメータの調整を行ってください。必ず適切な結果が得られるはずです。特に、非線形問題では、思うような結果が得られないことが多いはずです。非線形に関するデータの設定は、かなりの経験と多くの情報が必要です。関連する文献を読み、情報を収集してください。多くの非線形解析を実行し、経験することで、各種の非線形問題に適応できるようになるはずです。

機械やシステムには、それ固有の特徴、つまり、クセがあります。この SPACE にもクセがあります。システムを使い込むとそのクセが理解できて、エラーについても、状況を深く分析しなくても、その原因の予測が付くようになります。ここでは、SPACE で出会うエラーの特徴を分類し、その対処法について説明しましょう。実際に、数値解析が実行できてしまえば、データのチェックはプレゼンターを利用して、効率良く行えます。ただし、現在はモデラーが搭載されていないので、データの不備で最後まで計算できない場合があります。その場合は、下記の 1)、2) を参考にエディタなどでデータチェックを行ってください。

1) データの間違い：最初に出会うエラーは、ソルバーが起動しないという現象でしょう。この原因はデータの間違いにあります。特に構造データの間違いにあり、基本データで設定した数と実際の情報量とが異なる場合、あるいは、各入力レコードで設定されているデータ数に対し、実際のデータが多いかもしくは不足している場合、がほとんどです。また、節点データや部材データの中で、番号の二重定義や抜け番号がある場合も多くみられます。

15.2 エラー対処法

構造データに間違いがあるとシステムはダウンする危険性がある。

このようなときは、解析の途中経過を出力するファイルを調査すると良いでしょう。入力データがそのまま出力されています。出力の最後を見るとどのあたりに不具合があったか予測できます。このファイルは、SPACE から直接開くことも、また、その他のソフトで見することもできます。ファイル名は、静的解析では SOUTPUT、動的解析の固有値問題では EOUTPUT、また、振動解析では、DOUTPUT となっています。ただし、このファイルは、解析毎に上書きされるので注意してください。

現在、モデラーが搭載されていないため、エディタでデータを作成しなければならず、そのため、このような状況がしばしば生じるわけです。データの SPACE への読み込みは非常にシンプルに設計されています。これは、読み込み速度を速めるためと、モデラーを介してデータを作成することを前提としているからです。大きな解析モデルでは、データ作成に工夫が必要です。エディタで直接データを書き込まず、Excel などの表計算ソフトを利用して、データを作成することも良い方法でしょう。いずれにしても、データチェックを確実に行ってください。

2) パラメータの設定間違い：ソルバーが起動し、解析が始まった後、しかも、予備計算終了のメッセージが表示される前にエラー終了してしまう場合は、解析用パラメータの設定ミスがほとんどです。特に、地震波ファイルにアクセスできない場合、システムはダウンします。また、解析に必要なファイルの実態がない場合や、読み込み可能になっていない場合もエラーが発生します。その時、エラー表示される場合もあるし、ない場合もあります。ダイアログでパラメータをよくチェックして下さい。

解析パラメータに設定ミスがあると計算途中で終了する。

計算途中でエラーが発生する時は、やはり、構造データファイルに不備がある場合でしょう。構造データファイルでは、多数のリンクデータを使用しています。例えば、部材データの中で両端の節点番号を設定しています。これは、節点座標へのリンクデータであり、これで両端の座標を取得することができるようになります。この他にも各種のリンクデータがありますが、このデータに不備があると計算途中でシステムがダウンします。リンクデータの間違いでシステムがダウンするのは、呼ばれる側の最終番号より大きな番号あるいはゼロより小さい番号でリンクされる場合です。このことに注意してデータをチェックすると良いでしょう。

3) 静的解析結果が何かおかしい：ソルバーが起動し、計算が一応終了

静的解析結果が何かおかしい。

しても、結果が何かおかしいと感ずることがあります。その時には、プレゼンターの表示機能を利用してデータをチェックすると良いでしょう。最初は、オプション画面を利用して、構造モデルの形状をチェックします。節点を間違えて設定し、構造物の形状が歪んでいたりしませんか。部材が設計したように架かっていますか。

さらに、オプション画面を用いて、荷重状態と境界状態をチェックします。荷重の方向が間違えて設定している場合が多々見られます。また、境界条件も同様です。特に、局所座標系を使用している場合は、その角度に注意しましょう。符号が逆に設定していませんか。部材の主軸方向も注意しましょう。弱軸方向に大きな荷重を受けていませんか。もう一度、構造データをチェックしましょう。また、リンクデータの中で、部材のデータで要素番号が間違っている場合が多く見られます。これらに注意してデータチェックを行ってください。解析モデルが大規模で、データのチェックが難しい場合は、部材のグループ表示を利用しましょう。部材をグループ化しておくと、プレゼンターでそのグループ毎に構造図を表示することができ、データチェックもより容易になります。

一応、基本的なチェックが終了すると、次は線形解析の結果をチェックします。静的解析プレゼンターを使用して、変形の状態と応力をチェックします。予測していない部分で、応力集中や変形が大きくなっていませんか。その部分の要素データをチェックしてください。節点変位が予測できる場合は、計算結果と付き合わせてみると良いでしょう。

次に、非線形解析の結果をチェックしましょう。非線形解析のエラーはなかなか理解できないことと、その原因を特定することの難しさがあります。この段階では、線形解は正しいとなっていることが重要です。それは、非線形に関係するデータとパラメータを中心にチェックすることができるからです。

非線形解析を実行した後、プレゼンターを用いて、最初に荷重と節点変位の関係を表示し、解析結果を分析します。その結果が思わしくない場合は、次の方法で分析します。

弾性座屈解析を行っている場合、予測に反して変位が急に大きくなっているときがあります。荷重増分から変位増分に解析パラメータを変更してみましょう。さらに、増分変位の大きさや増分させる変位を変更し、調節を行ってください。一度で精度の良い結果が得られるとは限りません。何度も調整を試みてください。モデルが分岐問題になっていませんか。この場合は初期不整を少し入れましょう。SPACE では、分岐問題に対する特別な配慮はされていません。従って、少しだけ初期不整を導

入して屈服問題に変更する必要があります。

弾塑性解析を行っている場合、やはり、荷重と変位の関係を表す曲線が滑らかに変化しないときがあります。多分ファイバーモデルを使用しているときが多いと思います。プレゼンターを使用して、断面の応力状態をチェックしましょう。断面全体の応力状態を調査した後、奇妙な挙動を示すファイバー要素にあたりをつけ、そのファイバーの履歴を表示し、分析します。仮定した弾塑性挙動を示していますか。何か、変な応答を示していませんか。もし、このような挙動を示す場合は、ファイバー断面の分割を細かくしてみましょう。はり断面で弱軸方向に断面を分割していますか。立体解析では、荷重がかかっている場合でも、弱軸に曲げが生じ、二軸曲げ状態になってしまうこともあります。このとき、断面が分割されていないと間違った挙動を示します。

断面内のひずみが大きくなり、全断面塑性状態になった時、異常な挙動を示す場合があります。この現象は、ファイバー要素の軸剛性が極端に小さくなり、軸方向変位が急に生じた場合に起きます。これは、曲げの増加で、断面の縁に引張りと圧縮が徐々に大きくなっていくとき、軸剛性がなくなり、急に軸方向変位が生じ、どちらかの応力が他の応力に変わってしまう現象が起きます。例えば、圧縮縁応力が軸方向に引っ張られて、引張り応力に変化する場合です。このようなときは、ファイバーの履歴がもはや意味を成さなくなってしまうます。このような場合は、軸剛性の調整パラメータをチェックし、軸剛性がゼロとなることを防ぐと良いでしょう。

断面内に中立軸が存在しても、ファイバーモデルの場合は、全断面塑性状態になる場合があります、上記の挙動を生じてしまいます。高軸力化で、中立軸が外にある場合も、このような場合があります、不安定な挙動を起こすことがあります。このような場合の対処法は、解析用パラメータを微調節しながら解析を進めることです。

4) 動的解析結果が何かおかしい：ソルバーが起動し、動的解析が終了した後、結果を分析すると何かおかしいと気づくことがあります。この場合、どのように調査すればよいでしょう。まず、同じ構造データファイルを使用して、静的解析を行ってください。解析後、3) のチェックを行って構造データが基本的に正確であることを確かめて下さい。

次に、固有値解析の結果を分析しましょう。固有周期や減衰定数は、自分の経験している範囲に収まっていますか。特に、振動モードには気を付けてチェックしてください。振動モードのウィンドウを多く表示さ

動的解析結果が何かおかしい。

せて、アニメーションで観察してください。変な動きが見えませんか。立体解析を行う場合、スラブはどのように置換していますか、耐力壁はどのように設定していますか。自分の意図した状態になっているかどうか、振動モードでチェックして下さい。

次に、線形振動解析を実行しましょう。最初は、地震波の代わりに、SIN 波を加えて解析を行い、その結果を分析すると良いでしょう。振動数や節点における振幅をチェックしましょう。特に、加速度や速度を図形としてアニメーション化することも一案です。質量の極端に小さい節点では、大きな加速度が生じる場合があります。

非線形振動におけるチェック法を示します。この段階では、エラーを見つけると言うよりも、むしろ、パラメータの調節といった方が良いでしょう。各履歴モデルのバックボーン曲線の特性を決めるデータは、静的解析でチェックされています。チェックされていない場合は、静的弾塑性解析を行って、チェックしましょう。

プレゼンターには、部材の弾塑性履歴をチェックするツールが各種用意されています。これらを利用してパラメータのチェックを行うことが重要です。また、加速度や速度を図形として表示することも良いでしょう。特に、剛性が急激に変化する場合は、高周波の加速度が入る場合があります。全体挙動に影響がないと判断できる場合はこのままで良いでしょうが、影響があると判断した場合は、数値積分に関連するパラメータとして、数値粘性が入るものを指定することもできます。それを試すのも一つの方法でしょう。

いづれにしても、最も大切なことは、多くの非線形解析を実行し、分析を繰り返すことによって、経験と知識を積むことです。