



## 第14章 ユーザー設定静的縮合モデルの使用法

### 14.1 はじめに

本章では、新たに SPACE に組み込まれた部材モデルの使用法について解説する。現在、SPACE には各種の静的縮合モデルが組み込まれている。しかし、そのいずれもが部材中のエレメントの位置やその数などは設計されており、ユーザーが任意に設定することはできない。そこで図 14. 1 に示すように、部材中の各種モデルのエレメントを任意に並べることができ、また履歴モデルを選択できる部材モデルを設計した。ここでは、この静的縮合モデルがどのように SPACE に組み込まれるか、また、どのように部材モデルを使用するかについて解説する。

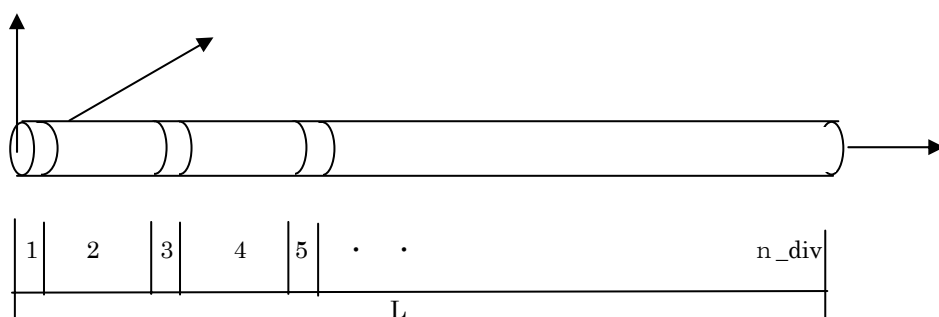


図 14-1 静的縮合モデル

新たに開発した静的縮合モデルは、以下に示す基本的な特徴を有する。

1. 部材内エレメント数  $n\_div$  は任意とし、静的縮合を行って両端の剛性や部材端力を求める。
2. 部材は両端 2 節点で 1 節点 6 自由度を有する。
3. 部材は、直線部材であり、内部で座標変換はないものとする。
4. 幾何学的非線形性を考慮した弾塑性エレメントを含む。
5. 部材内エレメントの部材モデルは、現在 SPACE に組み込まれているモデルを使用するが、将来は新たなモデルを組み込めるように、階層構造を用いて設計する。
6. 静的縮合モデルを定義する情報をファイルより読み込む。安定した静的縮合が得られる定義ファイルの設定は使用者に任せられる。したがって、モデルはそのファイルで管理することになる。
7. 部材モデル番号は、51 から 70 までとし、ひとつの解析で同時に 20 モデル使用することができる。
8. プログラムの性格上、部材内のエレメント数を 100 以内に制限す

る。また、この部材内エレメントの断面特性の種類は 50 以内とする。現在は、弾性はり、ファイバー断面、MS 断面、アナロジーモデルによるばね断面の 4 種を組み込む。今後、順次増加可能となるように設計する。

本節では、静的縮合モデルを設定するファイルの仕様について述べる。このファイルの仕様は、以下に示すデータ構造となっている。

1. コメント行数
2. 上記行数分、全体コメント
3. モデル個数、最大モデル番号  
以下のデータをモデル個数分繰り返す
4. 1 行のモデル用コメント
5. モデル番号、部材モデル中の要素数(n\_div)
6. 要素モデル番号(1 - n\_div) x 軸原点より順に設定する。
7. 要素の長さ(1 - n\_div) (部材長さを 1. として、比率で設定する)
8. 次のデータを(1 - n\_div+1) 繰り返す
9. 節点自由度(1 - 6) x 軸原点より順に設定する。
10. 弾塑性応力出力・表示番号(1 - n\_div)
11. ファイバー断面応力出力数、応力出力番号(1-5)

上記にしたがって、静的縮合モデルを設定するファイルの仕様について解説する。第 1 行目は、第 2 行目で表すコメントの行数をである。第 2 行目は、第 1 行目で設定した数分、コメントを書くことができる。ここでは、この設定ファイル全体のコメント、たとえば、モデル作成者、作成年月日、モデルの説明などを書き込むことになる。

第 3 行目は、この設定ファイルの制御用データであり、最初の項目はモデル数、次の項目はこのモデルの最大モデル番号である。新規の静的縮合モデルには、モデル番号として 51 から 70 を割り振っている。このモデルの最大モデル番号から 50 を引いた値を用いて、設定用データを格納しておく構造体の大きさを設定するため、必ず、このファイルで設定している各モデルの部材モデル番号の最大値を設定しなければならない。

第 3 行目のモデル数分、第 4 行から第 11 行目までのデータを設定する。第 4 行目は、このモデルのコメントを 1 行で書き込む。第 5 行目は、このモデルの制御データであり、最初の項目はこのモデルの部材番号、次の項目は、このモデルの部材内エレメント数である。ここでは、エレメント数の最大値は 100 となっている。

## 14.2 静的縮合モデル設定ファイルの仕様

### 弾塑性応力出力・表示番号

項目数: 1 - n\_div

番号の意味

1: i 端位置

2: j 端位置

3: 中央

4: i 端接合部 (現在使用不可)

5: j 端接合部 (現在使用不可)

0: 表示せず

注: 弾性部材はこの値は無視される。

### ファイバー断面応力出力

1. この部材モデルでファイバー断面応力を出力する個数。ただし、最大 5 以下とする。

2. 出力する要素番号を記入する。ただし、0 は表示せず

項目数: 1 - 5

第 6 行目は、上の行で指定した部材内エレメント数分、x 軸原点より順に、そのエレメントがどのような要素なのかを設定する。現在使用可能な要素は、以下のようである。今後、使用できる要素は増やしていく予定である。

| 要素モデル番号 | 要素                 |
|---------|--------------------|
| 1       | 弾性要素               |
| 2       | ファイバー要素            |
| 3       | マルチスプリング要素（現在使用不可） |
| 4       | 塑性論アナロジー要素         |
| 5       | 接合部要素              |

第 7 行目は、第 6 行目と同様に、部材内エレメント数分、x 軸原点より順に、エレメントの長さを設定する。エレメントの長さは、部材長さを 1. とした比率で表された値を用いられる。

第 8 と 9 で、部材内節点の自由度を表す。節点数は、エレメント数に 1 足した数である。この節点自由度の設定は、1 行毎に節点自由度 6 つを設定する。節点自由度の拘束仕様は、右の欄外の記述されてる。

第 10 行目は、断面内のファイバー応力を出力を設定する項目である。ここでは、エレメントの順番にしたがって設定番号を記述する。ただし、現在は、2 出力を限度としている。

第 11 行目は、応力出力数、部材の軸力、曲げモーメントなどの合応力であり、全部で 6 つの出力項目を設定する。最初の項目は、出力する応力の数であり、次の 5 つは、左から、i 端の応力、j 端の応力、中央の応力、i 端の接合部応力、j 端の接合部応力の順番である。ここで設定する番号は、エレメントの番号を設定することになる。以上がモデルの設定用データであり、第 4 行からここまで、モデル数分繰り返すことになる。

上の仕様にしたがってモデル設定用ファイルを作ってみよう。例題としては、両端ファイバーモデルである部材モデル番号 11 で、両端にせん断変形エレメントを含まないモデルとすると以下のようなになる。

```

1
テスト用設定ファイル
1, 51
両端ファイバーモデル: モデル番号 11
51, 4
2, 1, 1, 2
0. 03, 0. 47, 0. 47, 0. 03
-1, -2, -3, -4, -5, -6
1, 1, 1, 1, 1, 1

```

静的縮合部材の節点拘束仕様として、外部節点の自由度番号は負符号を付け、拘束は 0 とする。内部節点では、1 が自由で 0 が拘束となり、10 以上の値は、他の内部節点との変位の同一視を表す。この場合、第一位のけたは、自由度番号で、第二けた以上が節点番号を表す。

```

1, 1, 1, 1, 1, 1
1, 1, 1, 1, 1, 1
-7, -8, -9, -10, -11, -12
1, 0, 0, 2
2, 1, 6, 0, 0, 0

```

このファイルの名前を **Scom\_M.dat** とする。このファイルを使用して新規部材モデルを設定するために、SPACE の形状データにファイルチェックダイアログを用いて、このファイルの名前を指定する。下に示すダイアログ中の最後の項目である静的縮合設定ファイルに、ファイル名 **Scom\_M.dat** を記述し、読み込み可能チェックをチェックマークを入れる。これで、システムはユーザーが設定する部材モデルを使用することができるようになる。

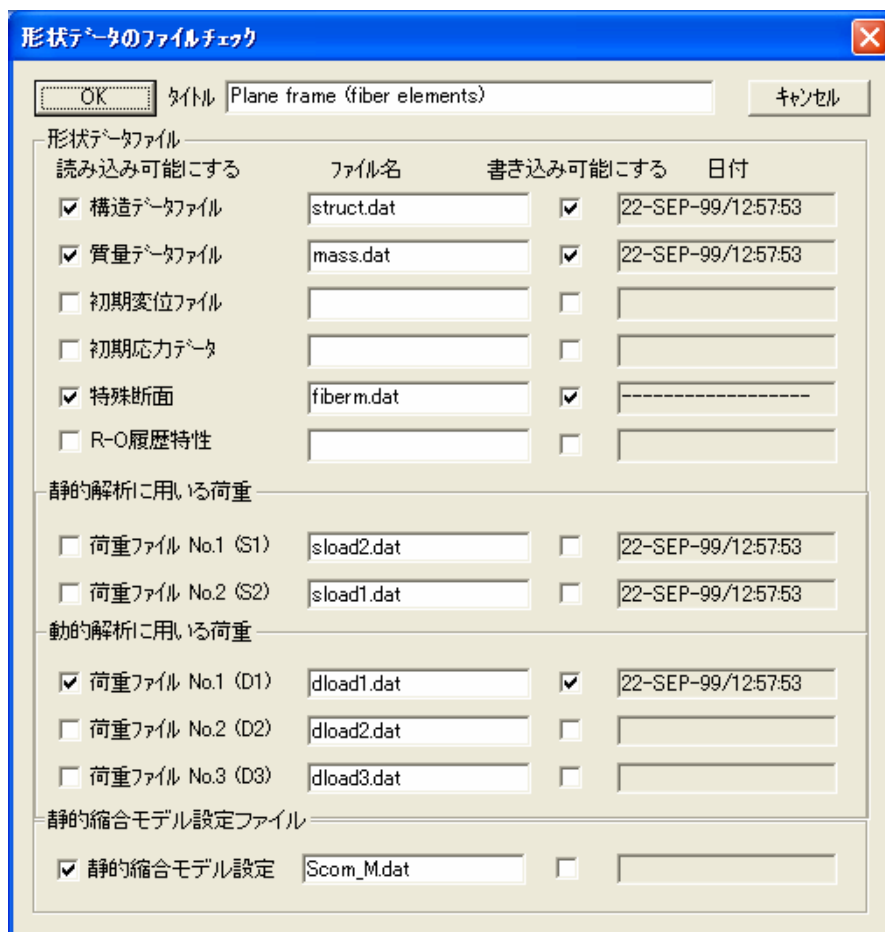


図 14-2 形状データのファイルチェックダイアログ

### 14.3 部材モデル の使用法

本節では、ユーザー設定の部材モデルを使用する方法を説明する。この部材に割り振られた部材番号は、51 から 70 までである。構造データでこの部材モデルを使用すると自動的に前節で設定した部材モデル設定用ファイルが読み込まれることになる。この場合、このファイルが読み込み可能となっているとエラーとなるので、この部材モデルを使用する場合は、設定用ファイルを読み込める状態にしておく必要がある。

構造データファイルは、以下の順序で入力項目が構成されている。もしエディタなどを使用してこのファイルを作成する場合、仕様書を良く読んでファイルを作成されたい。データの過不足でシステムがダウンする場合はしばしばある。データを必ずチェックされたい。

- 1) タイトル
- 2) コメント
- 3) 構造モデルに関する基本データ（節点数、部材数など）
- 4) 節点に関するデータ（座標など）
- 5) 節点の境界条件（節点の拘束表）
- 6) 要素データ（部材の特性など、要素モデルの設定）  
要素モデルによって異なった入力仕様がある。特にファイバーモデルやアナロジーモデルでは、他の断面用ファイルを必要とする。
- 7) 部材データ（使用要素モデルの設定、両端の節点番号との割り付け、部材コードの設定など）
- 8) 部材主軸の回転用データ

SPACE システムでは、基本データで設定した節点数、要素数、部材数、境界節点数、局所座標系数、主軸回転部材数で、その後に続くデータ群を読む。そのため、その値とデータ群の数が不一致であると間違っ

てデータをセットすることになり、システムがダウンすることになる。以下に述べる点に特に注意して、データをチェックされたい。

1. 基本データで設定した値とデータ群の数の不一致
2. 節点、要素、部材データの2重定義と抜け番号
3. 要素データの中で、ファイバー番号の間違い
4. 部材データの中で、節点番号、要素番号の間違い

ここでは、要素の剛性特性に関する使用を説明する。要素の特性とし

て、梁部材の特性と断面の特性の 2 レコードを順に設定し、要素数 NELEM<sup>\*1</sup>だけ繰り返す。ただし、断面の特性データは、選択部材モデルに応じて unnecessary 場合があるので注意されたい。特に、ユーザー設定用部材モデルは、この第 2 レコードの入力方法が他と異なるので注意されたい。

### 1) 部材の特性 (第 1 レコード)

ここでは、部材レベルの要素モデルの選択と、それらの断面性能を入力する。要素タイプの値によって、設定する値が異なる。ユーザー設定用の要素タイプ M\_TYPE は 51 から 70 番である。もちろん、この番号は、先に指定した設定用ファイルの中で設定した部材モデル番号と関連し、その部材モデルが設定していなければならない。以下に、第 1 レコードの内容を示す。

| M_TYPE | E   | G   | A   | RIX | RIY  | RIZ  |       |
|--------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
|        |     |     |     |     |      |      |       |
| ASY    | ASZ | AM1 | AM2 | ANP | AMPY | AMPZ | DUMMY |
|        |     |     |     |     |      |      | 0     |

E : ヤング係数 (kN/cm<sup>2</sup>)

G : セン断弾性係数 (kN/cm<sup>2</sup>)

A : 断面積 (cm<sup>2</sup>)

RIX : 断面極二次モーメント (cm<sup>4</sup>)

RIY : y 軸断面二次モーメント (cm<sup>4</sup>)

RIZ : z 軸断面二次モーメント (cm<sup>4</sup>)

ASY : y 軸回りのせん断変形用等価断面積 (cm<sup>2</sup>) (将来拡張予定)

ASZ : z 軸回りのせん断変形用等価断面積 (cm<sup>2</sup>) (将来拡張予定)

AM1 : 第一ステップ用単位長さ当たりの重量 (質量計算用) (t/cm)

AM2 : 第二ステップ用単位長さ当たりの重量 (質量計算用) (t/cm)

ANP : 軸方向耐力 (表示用基準化軸力) (kN)

AMPY : y 軸塑性モーメント (表示用基準化 y 軸モーメント) (kN・cm)

AMPZ : z 軸塑性モーメント (表示用基準化 z 軸モーメント) (kN・cm)

DUMMY : ダミー

### 2) 断面の特性 (第 2 レコード)

ここでは、ユーザー設定部材モデルに関する要素データの第 2 レコードの仕様について説明する。この第 2 レコードのデータ数は、設定ファイルの部材モデルに依存するため、その個数には十分に注意すべきである。まず、一つ目のデータは、部材モデルのエレメント数を表す。こ

\*1

構造に関する基本データで設定されている。

要素番号は、ファイルに設定した順番に付けられる。

第一レコードの入力項目の数は、全て同じで、15 である。

部材重量は、AM1 と長さをかけることで求め、この値は分布質量として用いる。

の数によって、2つ目以降のデータが読み込まれることになる。ただし、この数は、部材モデルのエレメント数に等しくなければならず、設定ファイルで定義した該当部材モデルのエレメント数と常にその数をチェックしている。2つ目以降は特殊断面とのリンクデータである。特殊断面を使用したい場合、ただし、弾性部材は0を記述する。

| N_sec | N_sec1 | N_sec2 | N_sec3 | N_sec4 | N_sec5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       |        |        |        |        |        |

N\_sec : ユーザー設定部材のエレメント数

N\_sec1 : ファイバーモデル、もしくは  
その他の特殊断面番号

N\_sec2 : 同上

N\_sec3 : 同上

N\_sec4 : 同上

N\_sec5 : 同上 (ユーザー設定部材のエレメント数までデータを記述)

### 1) 部材データ

ここでのデータ設定は、ユーザー設定用部材モデルを使用している場合、特に変更点はない。ユーザー設定用部材モデルを使用している要素番号を指定するだけである。部材データは、以下のように部材両端の接続節点番号、要素番号等の構造物を構成する部材データについて入力する。部材数 MEMB\*1 だけ繰り返す。

\*1  
構造に関する基本データで設定されている。

| I   | I1  | I2  | IE  | IAN | IG | ISO | II1 | JJ1 |
|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
|     |     |     |     |     |    |     |     |     |
| RDI | RDJ | SGI | SGJ |     |    |     |     |     |
|     |     |     |     |     |    |     |     |     |

I : 部材番号

I1 : i 端節点番号

I2 : j 端節点番号

IE : 要素番号

前節で入力した要素から選択する。要素番号以外の番号を設定してはならない。システムがダウンする可能性がある。

IAN : - 1 : 弾性部材 その他 : 弾塑性部材

この部材を弾性部材に設定すると、解析を弾塑性としても、この部材は弾性として解析する。

IG : 部材グループ番号

部材番号の設定は通し番号でなくてもよいが、抜け番号があってはいけない。

この番号はプレゼンテーションで表示するときに入力する番号である。

#### ISO：層せん断力の指標

構造物の各層の層せん断力を計算するための指標であり、この指標より各層に属する部材端の応力を足し合わせ、各層の層せん断力を計算する。

部材数が多い解析モデルではこのグループコードを利用すると良い

##### 層せん断力の指標

=[部材の種類][層番号 (2桁)][y方向通り番号 (2桁)][x方向通り番号 (2桁)][部材内通し番号]

=K×10000000

K：部材の種類

=1 : x方向梁部材

=2 : y方向梁部材

=0 : 制振ダンパー

=-1 : 柱部材

=-2 : ブレース

=-3 : せん断部材

=L×100000

L：層

柱 : 1～Z-1 層

梁 : 1～Z 層

=M×1000

M：y方向通り番号

=N×10

N：x方向通り番号

=P

P：部材内通し番号

例えば、柱、第3層、Y5、X12通り、通し番号5の部材の部材コードは、ISO=-10305125となる。

部材コード番号：層せん断力やレポーターで情報処理するためのコード

コードを使用しなくても計算に支障はないが、層せん断力の計算やレポーターなどのサービスをうけられない

II1：ダミー（将来拡張予定i端接合状態（0:剛接合 1:ピン））

JJ1：ダミー（将来拡張予定j端接合状態（0:剛接合 1:ピン））

RDI：i端剛域長さ（cm）

－1の場合は、要素データの値を採用する。

RDJ：j端剛域長さ（cm）

－1の場合は、要素データの値を採用する。



SGI : i 端せん断剛性 (kN/cm<sup>2</sup>) (将来拡張予定)

—1 の場合は、要素データの値を採用する。

SGJ : j 端せん断剛性 (kN/cm<sup>2</sup>) (将来拡張予定)

—1 の場合は、要素データの値を採用する。

任意型で使用する特殊断面データは、ファイバー用の部材モデル 21, 22 で使用可能な履歴モデルや、アナロジーモデルが使用できる。これらの特殊断面データのファイル仕様は、第 4 章を参照されたい。ここでは、この任意型静的縮合モデルでのみ使用できる接合部要素のファイル仕様について述べる。接合部に設定した断面要素は、次に示した特殊断面データ仕様で記述される。

特殊断面の数だけ以下のデータを繰り返す。

- 1) 断面データ
- 2) エレメントデータを繰り返す。

#### 1) 特殊断面データ

特殊断面データに関するファイル

| I   | NMM | P1  | P2  | P3  | P4  | P5  | P6  | P7  | P8  | P9  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     | 6   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

I : 断面番号

NMM : エレメント数 = 6

P\* : DUMMY = 0

接合部のエレメント数は 6 方向のバネを有するが、必要の無い場合は無視しても良い。ただし、接合部の要素剛性行列も、他の要素剛性と同様に両端 1 2 自由度であり、接合部のばねを無視したり、ゼロ剛性を指定したりすると、静的縮合時にエラーとなる。これらは、力学特性を良く理解して、縮合モデルのファイルで手当てを行う必要がある。例えば、ばねを無視した場合は、当該の両端自由度を同一視することになる。

#### 2) エレメントデータ

各接合部ばねに関する特殊断面データについて設定する。上記のエレメント数だけ繰り返す。ばねの履歴モデルとして、現在、下記の 5 種類が用意されている。また、ここで使用している各パラメータの詳細は、

### 14.4 任意型静的縮合モデルで使用可能な特殊断面データの仕様

マニュアル履歴特性編を参照されたい。

### 21：S字型スリップバイリニア

| J | NM_TYPE | SP_TYPE | E_1 | E_2 | E_3 | E_4 | Q_1 | P5 | P6 | P7 |
|---|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
|   | 21      |         |     |     |     |     |     | 0  | 0  | 0  |

J：エレメント番号

NM\_TYPE：履歴モデルの番号

(21：S字型スリップバイリニア)

SP\_TYPE：バネの種類

E\_1：第一剛性

E\_2：第二剛性

E\_3：スリップ剛性

E\_4：除荷剛性

Q\_1：第一折れ点

#### ばねの種類

1：軸方向ばね

2：Y軸方向せん断ばね

3：Z軸方向せん断ばね

4：ねじればね

5：Y軸曲げばね

6：Z軸曲げばね

### 22：S字型スリップトリリニア

| J | NM_TYPE | SP_TYPE | E_1 | E_2 | E_3 | E_4 | E_5 | Q_1 | Q_2 | P7 |
|---|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|   | 22      |         |     |     |     |     |     |     |     | 0  |

J：エレメント番号

NM\_TYPE：履歴モデルの番号

(22：S字型スリップトリリニア)

SP\_TYPE：バネの種類

E\_1：第一剛性

E\_2：第二剛性

E\_3：第三剛性

E\_4：スリップ剛性

E\_5：除荷剛性

Q\_1：第一折れ点

Q\_2：第二折れ点

### 23：スリップバイリニア

| J | NM_TYPE | SP_TYPE | E_1 | E_2 | Q_1 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 |
|---|---------|---------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
|   | 23      |         |     |     |     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

J：エレメント番号

NM\_TYPE：履歴モデルの番号

(23：スリップバイリニア)

SP\_TYPE : バネの種類

E\_1 : 第一剛性

E\_2 : 第二剛性

Q\_1 : 第一折れ点

#### 24 : スリップトリリニア

| J | NM_TYPE | SP_TYPE | E_1 | E_2 | E_3 | Q_1 | Q_2 | P5 | P6 | P7 |
|---|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
|   | 24      |         |     |     |     |     |     | 0  | 0  | 0  |

J : エlement番号

NM\_TYPE : 履歴モデルの番号

(24 : スリップトリリニア)

SP\_TYPE : バネの種類

E\_1 : 第一剛性

E\_2 : 第二剛性

E\_3 : 第三剛性

Q\_1 : 第一折れ点

Q\_2 : 第二折れ点

#### 25 : ボックス型スリップモデル

| J | NM_TYPE | SP_TYPE | E_1 | E_2 | E_3 | E_4 | Q_1 | Q_2 | Q_3 | SP |
|---|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|   | 25      |         |     |     |     |     |     |     |     |    |

J : エlement番号

NM\_TYPE : 履歴モデルの番号

(25 : ボックス型スリップモデル)

SP\_TYPE : バネの種類

E\_1 : 第一剛性

E\_2 : 第二剛性

E\_3 : 除荷剛性

E\_4 : 最高点指向剛性

Q\_1 : 第一折れ点

Q\_2 : 第二折れ点

Q\_3 : 除荷時折れ点

SP : スリップ剛性パラメーター