OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	研究開発計画の成果 : 2次元及び軸対称塑性大ひずみ問題解析有限要素法プログラムの利用について
Author(s)	冨田, 佳宏
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1984, 53, p. 59-70
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65609
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

研究開発計画の成果

2次元及び軸対称弾塑性大ひずみ問題解析有限要素法プログラムの利用について

神戸大学　冨　田　佳　宏

1. はじめに

ここで紹介するプログラムは、すでに公表[1)〜4)]している大ひずみを伴なう弾塑性問題解析のための有限要素法にもとずいて作成されており、2次元問題に対して8節点曲辺4角形要素、軸対称問題に対して8節点曲辺4角形リング要素が使われている。このプログラムの適用限界は要素数50，節点数200で節点変位及び節点力の拘束数はそれぞれ50となっている。これらの限界はプログラム中のマトリックスを大きくすることで拡大できるが、問題の性質上、本プログラムの限界は実用計算に対して妥当なものであろう。

ここではプログラム内容の説明は研究開発計画報告書[5)]にゆずり本プログラムを使って弾塑性大ひずみ問題の解析を行なう場合に必要なデータ作成と出力結果の読み方ならびに本プログラムで想定した以外の材料特性を導入する場合必要な若干の変更について述べる。

2. 有限要素法解析に必要なデータの作成と出力結果の読み方

2.1 データに関連した記号の説明

有限要素解析に必要なデータは大きくわけてつぎの4種類である。

(1) 材料の物理的性質に関連したデータ

材料は均質等方弾塑性体に限定し、単軸の真応力σと対数ひずみε関係が次式で与えられるとする。

$$\left.\begin{array}{l}\varepsilon=\sigma/E\ ,\quad \sigma\leq\sigma_y\ ,\quad \varepsilon=\sigma_y/E(\sigma/\sigma_y)^n,\quad \sigma>\sigma_y\\ E：ヤング率,\ \sigma_y：初期降伏応力,\ n：硬化指数\end{array}\right\}\quad (1)$$

これより、ヤング率E，ポアソン比，初期降伏応力σ_y，硬化指数nを与えれば多軸の構成式が決定できる。したがって材料の物理的性質に関連したデータは

変　数　名	説　明
YMM	ヤング率E，単位はkgf/mm^2
PRR	ポアソン比ν
YST	初期降伏応力σ_y，単位はkgf/mm^2
CON	硬化指数n
INS	0のとき J_2 流れ理論
	1のとき J_2 変形理論

(2) 計算条件に関連したデータ

変　数　名	説　明
IPROB	平面応力，平面ひずみ，軸対称問題を区別する制御変数 －1のとき平面応力問題 0のとき平面ひずみ問題 1のとき軸対称問題
NP	0のとき剛性マトリックスが対称 1のとき剛性マトリックスが非対称
DDE	1回の増分あたりの最大相当塑性ひずみ増分量
DDS	1回の増分あたりの最大変位増分量
IPRINT	出力を行なう増分回数
IIIT	全解析に必要な増分回数

(3) 物体の形状，分割などに関連したデータ

変　数　名	説　明
NPOIN	全節点数≦200
NELEM	全要素数≦50
NEP	要素の節点数で8が入っている。
NG	剛性マトリックスの数値積分点の数で4が入っている。 その位置は図1参照。
NOD(50, 8)	全体構造の節点番号と要素の節点番号の関係を表すマトリックス、第1引数は要素番号、第2引数は要素の節点番号を表している。要素節点番号の順序は図1参照。
X(200, 2)	全体構造の節点の座標値、第1引数は節点番号、第2引数1はx座標、2はy座標を表す。単位は㎜。

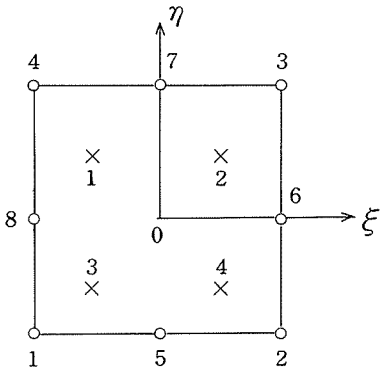

図1. 親要素の節点と積分点の位置

(4) 境界条件に関連したデータ

変　数　名	説　明
ＮＢＯＵＮＶ	節点変位が拘束されている節点の総数≦５０
ＮＶ（５０）	節点変位が拘束されている節点番号
ＮＢ（５０，１）	節点ＮＶ（１～ＮＢＯＵＮＶ）のx方向変位が拘束されているとき０、それ以外のとき１
ＮＢ（５０，２）	節点ＮＶ（１～ＮＢＯＵＮＶ）のy方向変位が拘束されているとき０、それ以外のとき１
ＢＶ（５０，１）	節点ＮＶ（１～ＮＢＯＵＮＶ）のx方向変位、単位は㎜
ＢＶ（５０，２）	節点ＮＶ（１～ＮＢＯＵＮＶ）のy方向変位、単位は㎜ 変位が拘束されていない場合はＢＶ（Ｉ，Ｊ）を0.0とする。この場合ＮＶ（Ｉ，Ｊ）は１となっているので計算に関与しない。
ＮＢＯＵＮＦ	非零の節点力拘束がある節点の総数≦５０ 零節点力は自動的に導入される。
ＮＦ（５０）	節点力が拘束されている節点番号
ＭＢ（５０，１）	節点ＮＦ（１～ＮＢＯＵＮＦ）のx方向節点力が拘束されているとき０、それ以外のとき１
ＭＢ（５０，２）	節点ＮＦ（１～ＮＢＯＵＮＦ）のy方向節点力が拘束されているとき０、それ以外のとき１
ＣＶ（５０，１）	節点ＮＦ（１～ＮＢＯＵＮＦ）のx方向節点力、単位はKgf

変　数　名	説　　明
ＣＶ（５０，２）	節点ＮＦ（１～ＮＢＯＵＮＦ）のy方向節点力、単位はkgf 節点力が拘束されていないときＣＶ（Ｉ，Ｊ）を０．０とする。この場合ＭＢ（Ｉ，Ｊ）は１となっているので計算に関与しない。

解析に必要なデータはあらかじめプログラム中に組込まれている２つのデータＮＥＰ，ＮＧを除いた上記全データである。

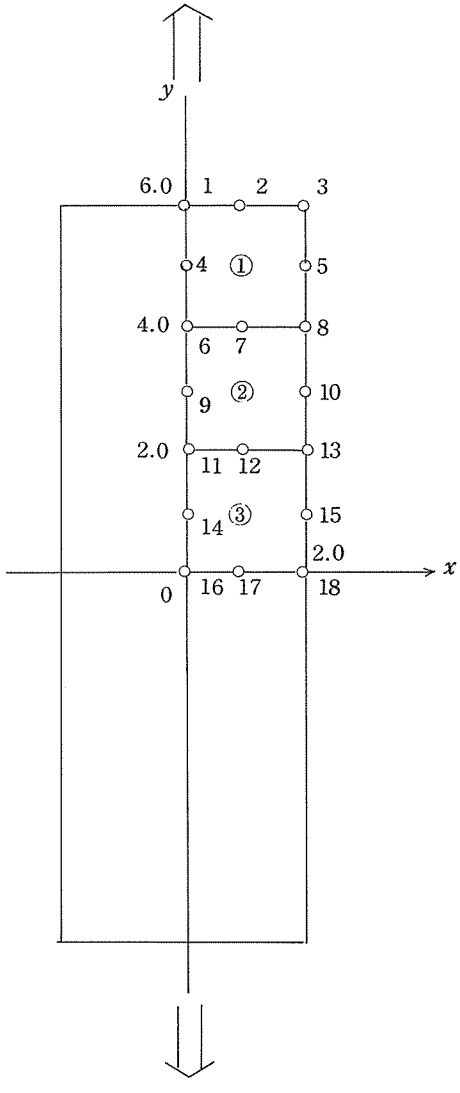

図２．板の単軸引張り

2.2 データの作成と計算の実行

ここでは図2に示す平面ひずみ状態にある板の引張りによるくびれ現象の解析を例に一連のデータ作成の実際について説明する。

板材の単軸状態の真応力σと対数ひずみε関係として式(1)を用い、E＝21000Kgf/mm²，σ_y＝84Kgf/mm²，n＝16，ポアソン比ν＝1/3としJ_2流れ理論によって多軸状態の構成式を表す。この場合YMM＝21000.0，PRR＝0.333333，YST＝84.0，CON＝16.0，INS＝0となる。

平面ひずみ状態で、1回の増分あたりの最大相当塑性ひずみ増分及び変位増分をそれぞれ0.001及び0.1以下に押えて300回の増分計算を行なう。この間出力は増分計算50回ごととする。また本例では剛性マトリックスは対称である。これよりIPROB＝0，NP＝0，DDE＝0.001，DDS＝0.1，IPRIN＝50，IIIT＝300。

板の形状及び変形はx，y軸に関して対称であるので、図2のように1/4部分のみを要素分割して解析する。図2の要素分割よりNPOIN＝18，NELEM＝3，

表1　要素節点番号

i	NOD(i,1)	NOD(i,2)	NOD(i,3)	NOD(i,4)	NOD(i,5)	NOD(i,6)	NOD(i,7)	NOD(i,8)
1	6	8	3	1	7	5	2	4
2	11	13	8	6	12	10	7	9
3	16	18	13	11	17	15	12	14

表2　節点座標値

i	X(i,1)	X(i,2)	i	X(i,1)	X(i,2)
1	0.0	6.0	10	2.0	3.0
2	1.0	6.0	11	0.0	2.0
3	2.0	6.0	12	1.0	2.0
4	0.0	5.0	13	2.0	2.0
5	2.0	5.0	14	0.0	1.0
6	0.0	4.0	15	1.99995	1.0 *
7	1.0	4.0	16	0.0	0.0
8	2.0	4.0	17	1.0	0.0
9	0.0	3.0	18	1.9999	0.0 *

* 初期不整を与えている。

板の変形はx，y軸に関して対称であるので、x軸上でy方向変位は零、y軸上でx方向変位は零となる。さらに板の両端はせん断力零でy方向に一様な変位増分0.1が加えられているとする。ただしプログラム中でこの変位増分量は所定の計算条件と合うようにその大きさが制御される。この問題では力の境界条件はないので境界条件に関するデータはＮＢＯＵＮＶ＝１１，ＮＢＯＵＮＦ＝０

表３　境界条件

i	NV (i)	NB (i,1)	NB (i,2)	BV (i,1)	BV (i,2)
1	1	0	0	0.0	0.1
2	2	1	0	0.0	0.1
3	3	1	0	0.0	0.1
4	4	0	1	0.0	0.0
5	6	0	1	0.0	0.0
6	9	0	1	0.0	0.0
7	11	0	1	0.0	0.0
8	14	0	1	0.0	0.0
9	16	0	0	0.0	0.0
10	17	1	0	0.0	0.0
11	18	1	0	0.0	0.0

以上作成したデータをサブルーチンＤＡＴＡのＲＥＡＤ文

```
910             READ(5,*) YMM,PRR,YST,CON,INS
920             READ(5,*) IPROB,NP,DDE,DDS,IPRIN,IIIT
930             READ(5,*)NPOIN,NELEM,NBOUNV,NBOUNF
940             READ(5,*)(X(K,1),X(K,2),K=1,NPOIN)
950             READ(5,*)((NOD(K,L),L=1,8),K=1,NELEM)
960             READ(5,*)  (NV(I),NB(I,1),NB(I,2),BV(I,1),BV(I,2),I=1,NBOUNV)
970             IF(NBOUNF.EQ.0) GO TO 107
980             READ(5,*) (NF(I),MB(I,1),MB(I,2),CV(I,1),CV(I,2),I=1,NBOUNF)
990         107 CONTINUE
```

に従ってデータファイルを作る。

```
21000.0 0.333333 84.0 16.0 0
0 0 0.001 0.1 50 300
18 3 11 0
0.0 6.0 1.0 6.0 2.0 6.0 0.0 5.0 2.0 5.0
0.0 4.0 1.0 4.0 2.0 4.0 0.0 3.0 2.0 3.0
0.0 2.0 1.0 2.0 2.0 2.0 0.0 1.0 1.99995 1.0
0.0 0.0 1.0 0.0 1.9999 0.0
6 8 3 1 7 5 2 4
11 13 8 6 12 10 7 9
16 18 13 11 17 15 12 14
1 0 0 0.0 0.1
2 1 0 0.0 0.1
3 1 0 0.0 0.1
4 0 1 0.0 0.0
6 0 1 0.0 0.0
9 0 1 0.0 0.0
11 0 1 0.0 0.0
14 0 1 0.0 0.0
16 0 0 0.0 0.0
17 1 0 0.0 0.0
18 1 0 0.0 0.0
```

これを用いて計算を実行するとき必要なＪＣＬは

$：ＪＯＢ：課題番号$パスワード, Identification, ジョブクラス,

$：ＣＰＲＯＣ：ＥＰＬＡＮ,, ＣＰＵ－Ｔ, ＭＥＭ, ＭＥＭ－２, ＳＹＯＴ

〕データ

既定値１, 180k -2k 5000

$：ＥＮＤＪＯＢ

2.3 計算結果の読み方

出力リストの一部を以下に示す。

```
PLANE STRAIN PROBLEM
J2FLOW THEORY
YOUNG MODULUS  0.21000000D+05POISSONS RATIO  0.333333UD+00YIELD STRESS  0.84000000D+02HARDENING EXPONENT  0.16000000D+02
MAXIMUM INCREMENTAL STRAIN AND DISPLACEMENT  0.10000000D-02  0.10000000D+00IPRIN  5ITERATION 300
ELEMENT NODE1    2    3    4    5    6    7    8
      1    6    8    3    1    7    5    2    4
      2   11   13    8    6   12   10    7    9
      3   16   18   13   11   17   15   12   14
NODE     XCOORDINATE     YCOORDINATE
   1  0.                0.60000000D+01
   2  0.10000000D+01    0.60000000D+01
   3  0.20000000D+01    0.60000000D+01
   4  0.                0.50000000D+01
   5  0.20000000D+01    0.50000000D+01
   6  0.                0.40000000D+01
   7  0.10000000D+01    0.40000000D+01
   8  0.20000000D+01    0.40000000D+01
   9  0.                0.30000000D+01
  10  0.20000000D+01    0.30000000D+01
  11  0.                0.20000000D+01
  12  0.10000000D+01    0.20000000D+01
  13  0.20000000D+01    0.20000000D+01
  14  0.                0.10000000D+01
  15  0.19999500D+01    0.10000000D+01
  16  0.                0.
  17  0.10000000D+01    0.
  18  0.19999000D+01    0.
FREEDOM  36HANDWIDTH  16TOTALNODES  18TOTALELEMENTS   3NBOUNV  11NBOUNF   0
  NUMBER    NV(I)  NB(I,1) NB(I,2) BV(I,1) BV(I,2)
       1        1        0       0  0.  0.
       2        2        1       0  0.  0.
       3        3        1       0  0.  0.
       4        4        0       1  0.  0.
       5        6        0       1  0.  0.
       6        9        0       1  0.  0.
       7       11        0       1  0.  0.
       8       14        0       1  0.  0.
       9       16        0       0  0.  0.
      10       17        1       0  0.  0.
      11       18        1       0  0.  0.

 1 1 STRESS X=-0.582160D-03 Y= 0.114260D+03  Z= 0.570180D+02 XY= 0.252880D-03 S1= 0.114260D+03 S2=-0.582160D-03 SB= 0.98953D+02
     STRAIN X=-0.427180D-01 Y= 0.496390D-01  Z= 0.          XY= 0.378730D-06 EB= 0.489620D-01DEB= 0.998640D-03 CT=-0.126810D-03 1

 1 2 STRESS X= 0.435700D-04 Y= 0.114260D+03  Z= 0.570190D+02 XY= 0.652280D-04 S1= 0.114260D+03 S2= 0.435700D-04 SB= 0.98953D+02
     STRAIN X=-0.427170D-01 Y= 0.496380D-01  Z= 0.          XY=-0.152730D-06 EB= 0.489610D-01DEB= 0.998660D-03 CT=-0.327080D-04 1

 1 3 STRESS X=-0.220030D-03 Y= 0.114260D+03  Z= 0.570190D+02 XY= 0.468530D-03 S1= 0.114260D+03 S2=-0.220030D-03 SB= 0.98953D+02
     STRAIN X=-0.427180D-01 Y= 0.496380D-01  Z= 0.          XY= 0.379060D-06 EB= 0.489610D-01DEB= 0.998700D-03 CT=-0.234940D-03 1

 1 4 STRESS X=-0.789270D-03 Y= 0.114260D+03  Z= 0.570190D+02 XY= 0.627300D-03 S1= 0.114260D+03 S2=-0.789270D-03 SB= 0.98955D+02
     STRAIN X=-0.427270D-01 Y= 0.496500D-01  Z= 0.          XY=-0.632690D-06 EB= 0.489730D-01DEB= 0.998990D-03 CT=-0.314550D-03 1

 2 1 STRESS X=-0.139880D-02 Y= 0.114260D+03  Z= 0.570180D+02 XY= 0.123590D-03 S1= 0.114260D+03 S2=-0.139880D-02 SB= 0.98954D+02
     STRAIN X=-0.427260D-01 Y= 0.496490D-01  Z= 0.          XY=-0.663410D-06 EB= 0.489720D-01DEB= 0.999030D-03 CT=-0.619740D-04 1
```

```
 2 2 STRESS X=-0.303870-03 Y= 0.114260+03  Z= 0.570200+02 XY= 0.150400-02 S1= 0.114260+03 S2=-0.303890-03 SB= 0.989550+02
     STRAIN X=-0.427320-01 Y= 0.496500-01  Z= 0.          XY=-0.320650-06 EB= 0.489800-01 EB= 0.999220-03 CT=-0.754180-03 1

 2 3 STRESS X=-0.226430-02 Y= 0.114260+03  Z= 0.570190+02 XY= 0.614400-03 S1= 0.114260+03 S2=-0.226430-02 SB= 0.989570+02
     STRAIN X=-0.427440-01 Y= 0.496700-01  Z= 0.          XY= 0.135020-06 EB= 0.489940-01 EB= 0.999680-03 CT=-0.308080-03 1

 2 4 STRESS X=-0.784840-04 Y= 0.114260+03  Z= 0.570200+02 XY= 0.298870-02 S1= 0.114260+03 S2=-0.785620-04 SB= 0.989550+02
     STRAIN X=-0.427290-01 Y= 0.496520-01  Z= 0.          XY= 0.299760-05 EB= 0.489750-01 EB= 0.999340-03 CT=-0.149870-02 1

 3 1 STRESS X= 0.277820-03 Y= 0.114270+03  Z= 0.570220+02 XY= 0.166420-02 S1= 0.114270+03 S2= 0.277790-03 SB= 0.989570+02
     STRAIN X=-0.427460-01 Y= 0.496720-01  Z= 0.          XY= 0.266200-05 EB= 0.489970-01 EB= 0.999920-03 CT=-0.834480-03 1

 3 2 STRESS X=-0.518510-03 Y= 0.114260+03  Z= 0.570200+02 XY= 0.382330-02 S1= 0.114260+03 S2=-0.518640-03 SB= 0.989550+02
     STRAIN X=-0.427330-01 Y= 0.496570-01  Z= 0.          XY= 0.611400-05 EB= 0.489800-01 EB= 0.999570-03 CT=-0.191710-02 1

 3 3 STRESS X= 0.418750-02 Y= 0.114270+03  Z= 0.570240+02 XY= 0.958020-03 S1= 0.114270+03 S2= 0.418750-02 SB= 0.989560+02
     STRAIN X=-0.427350-01 Y= 0.496590-01  Z= 0.          XY= 0.186280-05 EB= 0.489830-01 EB= 0.999830-03 CT=-0.480380-03 1

 3 4 STRESS X= 0.164670-02 Y= 0.114270+03  Z= 0.570230+02 XY= 0.177660-02 S1= 0.114270+03 S2= 0.164670-02 SB= 0.989580+02
     STRAIN X=-0.427480-01 Y= 0.496750-01  Z= 0.          XY= 0.327670-05 EB= 0.490000-01 EB= 0.100000-02 CT=-0.890800-03 1
```

NODE	X-DISPLACEMENT	Y-DISPLACEMENT	X-COORDINATE	Y-COORDINATE	X-NODALFORCE	Y-NODALFORCE
1	-0.139647440-18	0.290876330+00	-0.139647440-18	0.629087630+01	0.246866100-03	0.364924940+02
2	-0.436730100-01	0.290876330+00	0.956326990+00	0.629087630+01	-0.440683090-14	0.145972880+03
3	-0.873420160-01	0.290876330+00	0.191265800+01	0.629087630+01	-0.103952880-13	0.364931030+02
4	-0.339471860-18	0.242410600+00	-0.339471860-18	0.524241060+01	0.859884110-03	-0.127879670-13
5	-0.873460320-01	0.242410500+00	0.191265400+01	0.524241050+01	-0.497454950-14	-0.275137560-13
6	-0.694705550-19	0.193948910+00	-0.694705550-19	0.419394890+01	0.305518830-03	0.790351900-14
7	-0.436736330-01	0.193944610+00	0.956326570+00	0.419394460+01	-0.102435910-13	-0.294133480-13
8	-0.873593670-01	0.193931120+00	0.191264060+01	0.419393110+01	-0.130572280-13	-0.133967070-13
9	-0.838238450-18	0.145477100+00	-0.838238450-18	0.314547710+01	0.218436220-02	-0.454823360-13
10	-0.873753520-01	0.145450520+00	0.191262460+01	0.314545050+01	-0.438109210-15	-0.358785120-13
11	-0.480329830-18	0.969803730-01	-0.480329830-18	0.209698040+01	0.186195010-02	-0.149830770-13
12	-0.437027980-01	0.969805070-01	0.956297200+00	0.209698050+01	-0.897056010-14	-0.331376130-13
13	-0.873851120-01	0.969807350-01	0.191261490+01	0.209698070+01	-0.182006500-13	-0.139439550-13
14	0.117761280-17	0.484801300-01	0.117761280-17	0.104848010+01	-0.304404410-02	-0.875463730-14
15	-0.873887770-01	0.484802220-01	0.191256120+01	0.104850290+01	-0.239521200-15	-0.485880100-14
16	0.123934900-17	0.173040890-13	0.123934900-17	0.173040890-13	-0.241453730-02	-0.364980030+02
17	-0.436864720-01	0.531686790-13	0.956313550+00	0.531686790-13	-0.878036420-15	-0.145969750+03
18	-0.873893470-01	0.173004600-13	0.191251070+01	0.173004600-13	0.101835160-14	-0.364907230+02

```
 1 1 STRESS X= 0.110040-02 Y= 0.118310+03  Z= 0.591180+02 XY= 0.382750-01 S1= 0.118310+03 S2= 0.108800-02 SB= 0.102460+03
     STRAIN X=-0.757180-01 Y= 0.924670-01  Z= 0.          XY= 0.512960-05 EB= 0.925340-01 EB= 0.          CT=-0.185370-01 0

 1 2 STRESS X= 0.576390-01 Y= 0.118570+03  Z= 0.592330+02 XY=-0.573210-01 S1= 0.118570+03 S2= 0.576120-01 SB= 0.102640+03
     STRAIN X=-0.760200-01 Y= 0.928960-01  Z= 0.          XY=-0.108220-04 EB= 0.927880-01 EB= 0.          CT= 0.277110-01 0

 1 3 STRESS X=-0.203860+00 Y= 0.118350+03  Z= 0.590730+02 XY= 0.918910-01 S1= 0.118350+03 S2=-0.203930+00 SB= 0.102670+03
     STRAIN X=-0.761560-01 Y= 0.930740-01  Z= 0.          XY= 0.942440-05 EB= 0.929080-01 EB= 0.209210-04 CT=-0.444090-01 1

 1 4 STRESS X=-0.227140+00 Y= 0.118660+03  Z= 0.591770+02 XY= 0.898250-01 S1= 0.118660+03 S2=-0.227210+00 SB= 0.102960+03
     STRAIN X=-0.765560-01 Y= 0.936420-01  Z= 0.          XY=-0.582260-05 EB= 0.933390-01 EB= 0.152930-03 CT=-0.432880-01 1

 2 1 STRESS X=-0.118390+00 Y= 0.118500+03  Z= 0.591630+02 XY= 0.141360-01 S1= 0.118500+03 S2=-0.118390+00 SB= 0.102730+03
     STRAIN X=-0.769170-01 Y= 0.941460-01  Z= 0.          XY=-0.814820-05 EB= 0.937180-01 EB= 0.165230-03 CT=-0.682790-02 1
```

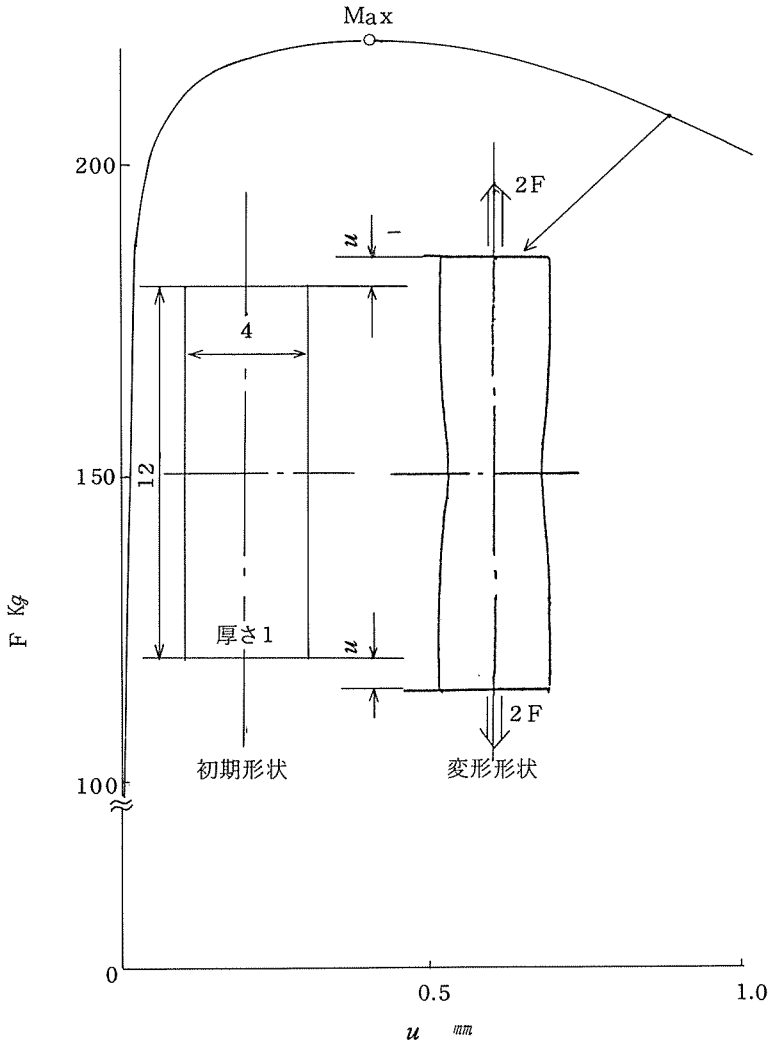

図3. 板の単軸引張計算結果

出力リストにははじめに入力したデータ、続いて各要素1つの積分点あたり2行を確保して1行目には要素番号、積分点の番号、応力 σ_x, σ_y, σ_z, τ_{xy}, 主応力 σ_1, σ_2, 相当応力 $\bar{\sigma}$, 2行目にはGreenのひずみ γ_{xx}, γ_{yy}, γ_{zz}, γ_{xy}, 相当塑性ひずみ $\bar{\epsilon}_p$, 相当塑性ひずみ増分 $\triangle\bar{\epsilon}_p$, 主応力方向 θ, 負荷・除荷の判定記号が順に出力されている。つづいて各節点の x, y 方向変位, x, y 座標, x, y 方向節点力が順に出力されている。これらはいずれも増分50回ごとである。全体的な板の両端の変位あるいは力などについて各増分計算ごと得られる値を知りたいときはサブルーチンRESULTを若干変更する必要がある。

たとえば本計算例の場合、各増分計算ごと、端部の y 方向変位 u、引張力F、負荷・除荷の

判定記号MMを出力する場合、サブルーチンＲＥＳＵＬＴに以下のステートメントを加えればよい。

```
7640              PS=FT(1,2)+FT(2,2)+FT(3,2)
7650              WRITE(6,620) III,UT(1,2),PS,MM
7660        620   FORMAT(1H ,I4,2D15.7,I4)
```

以上の出力結果より図３に示す板両端の変位uと引張力Ｆの関係ならびに変形形状を得る。

3. 任意形の単軸応力ひずみ関係の導入に伴う変更

本プログラムは式(1)の単軸真応力σと対数ひずみε関係を想定している。したがってこれとは形の異る応力とひずみ関係を導入する場合、サブルーチンＭＡＴＣＯＮの相当応力ＳＳＴ（ＬＫ，５＊ＫＫ），初期降伏応力ＹＳＴ，硬化指数ＣＯＮを与えて塑性接線係数ＨＤ（ＬＫ，ＫＫ）を求める部分

```
10080             S=SST(LK,5*KK)/YST
10090             IF(S.LE.1.001) S=1.001
10100             S1=(CON-1.0)*DLOG(S)
10110             HD(LK,KK)=YM1/(DEXP(S1)*CON-1.0)
```

を、それぞれの応力とひずみ関係から塑性接線係数Ｈ′を求めてＨＤ（ＬＫ，ＫＫ）に導入するように変更すればよい。

4. あ と が き

２次元及び軸対称弾塑性大ひずみ問題解析有限要素法プログラムの使用方法、とくにデータの作成、について平面ひずみ条件下での単軸引張りを受ける板のくびれ現象の解析を例に詳述した。プログラム内容の詳細についての説明記事は研究開発計画報告書[5]を参照されたい。

5. 参 考 文 献

(1) H. Kitagawa and Y. Tomita., Proc. 21st. Japan, Natl. Congr, Appl. Mech, (1971), 243.

(2) 北川，冨田，材料，29(1980), 663.

(3) 冨田，鉄と鋼.,　67(1981), 710.

(4) 冨田，塑性と加工.,　22(1981), 410.

(5) 冨田，大阪大学大型計算機センター研究開発計画報告書(1983)

（追） なお、ソース・プログラムは次のファイルに入っております。

LIBSOURCE/APPLIC/EPLAN2D

また、データは

LIBSOURCE/APPLIC/EPLANDA

に入っております。