

地震応答スペクトル ERES

プログラムERES (Eearthquake Response Spectra) は、入力として与えられた加速度時刻歴の絶対加速度応答スペクトル、相対速度応答スペクトルおよび相対変位応答スペクトルを、与えられた減衰定数の値について計算するサブルーチン副プログラムである。同時に、入力時刻歴の最大加速度、最大速度および最大変位も計算する。どのスペクトルを求めるかは、引数IND 二よって指定する。

ERES (地震応答スペクトル)

【目的】

与えられた減衰定数に対して、入力加速度時刻歴の絶対加速度応答スペクトル、相対速度応答スペクトルまたは相対変位応答スペクトルを求める。同時に、入力時刻歴の最大加速度、最大速度または最大変位も計算する。

【使用法】

(1) 接続方法

```
CALL ERES ( NH , H , ND1 , NT , T , ND2 , DT , NN , DDY , ND3 , IND ,
           QMAX , RES )
```

引 数	型	プログラムを呼ぶときの内容	プログラムから戻ったときの内容
NH	I	減衰定数の個数	不 変
H	R 1次元配列 (ND1)	減衰定数(無次元小数)	不 変
ND1	I	配列 H, RES の整合寸法 ND1 NH	不 変
NT	I	応答を計算する周期の個数	不 変
T	R 1次元配列 (ND2)	応答を計算する周期(単位 sec)	不 変
ND2	I	配列 T, RES の整合寸法 ND2 NT	不 変
DT	R	加速度時刻歴の時間間隔(単位 sec)	不 変
NN	I	加速度時刻歴データの個数	不 変

DDY	R 1次元配列 (ND3)	入力加速度時刻歴 (単位 gal)	不 変
ND3	I	配列DDY の整合寸法 ND3 NN	不 変
IND	I	1: 絶対加速度応答スペクトルを求めるとき 2: 相対速度応答スペクトルを求めるとき 3: 相対変位応答スペクトルを求めるとき	不 変
QMAX	R	何も入れなくてよい	IND=1のとき: 入力の最大加速度 (単位 gal) IND=2のとき: 入力の最大速度 (単位 kine) IND=3のとき: 入力の最大変位 (単位 cm)
RES	R 2次元配列 (ND2,ND1)	何も入れなくてよい	IND=1のとき: 絶対最大加速度応答スペクトル(単位 gal) IND=2のとき: 相対速度応答スペクトル (単位 kine) IND=3のとき: 相対変位応答スペクトル (単位 cm)

(2) 必要なサブルーチンおよび関数副プログラム
ない

【計算法】

非減衰固有周期 T および減衰定数 h を有する 1 質点減衰系が、地動加速度 $\ddot{y}(t)$ を受けたときの応答時刻歴は、 $\bar{\omega} = 2\pi/T$ とすれば、運動方程式

$$\ddot{x} + 2h\bar{\omega}\dot{x} + \bar{\omega}^2 x = -\ddot{y}$$

を解くことによって求められる。求められた加速度・速度および変位応答時刻歴をそれぞれ $\ddot{x}(t)$ 、 $\dot{x}(t)$ 、 $x(t)$ とすれば、絶対加速度・相対速度および変位応答スペクトルは、 $S_a(T,h) = |\ddot{x} + \ddot{y}|_{\max}$ 、 $S_v(T,h) = |\dot{x}|_{\max}$ 、 $S_d(T,h) = |x|_{\max}$ によって表わされる。

このプログラムの前半 MAXIMA OF INPUT MOTION のブロックでは、入力加速度およびそれを積分した速度、変位の最大値を求めている。計算の手法は、別掲のプログラム IACC と同一であるが、IACC が速度と変位の時刻歴まで計算しているのに対して、ここでは時刻歴は必要ないので、その最大値だけを求めている。

プログラムの後半 RESPONSE COMPUTATION のブロックでは、与えられた減衰定数と周

期ごとに、1質点減衰系の地震応答を求める別掲のサブルーチン RDIL と同じ計算を行っているが、ここでも応答の時刻歴は必要ないので、応答時刻歴の最大値だけを求めている。加速度応答・速度応答・変位応答のうち、どれを求めるかは、引数 IND によって指定する。

結果は、2次元配列 RES に入っているが、2次元配列 RES の第1添字は周期、第2添字は減衰定数の値に対応している。すなわち、例えば IND = 1 とすれば、RES (17 , 2) には、配列 T の17番目にある周期、配列 H の2番目にある減衰定数に対する絶対加速度応答の値が収められている。

【プログラム】

```

C * * * * * ERES 1
C SUBROUTINE FOR EARTHQUAKE RESPONSE SPECTRA ERES 2
C * * * * * ERES 3
C ERES 4
C CODED BY Y.OHSAKI ERES 5
C ERES 6
C SUBROUTINE ERES(NH,H,ND1,NT,T,ND2,DT,NN,DDY,ND3,IND,QMAX,RES) ERES 7
C ERES 8
C DIMENSION H(ND1),T(ND2),DDY(ND3),RES(ND2,ND1) ERES 9
C DIMENSION EMAX(3),RMAX(3) ERES 10
C PARAMETER (P2=6.283185) ERES 11
C ERES 12
C MAXIMA OF INPUT MOTION ERES 13
C ERES 14
C EMAX(1)=ABS(DDY(1)) ERES 15
C EMAX(2)=0. ERES 16
C EMAX(3)=0. ERES 17
C DDYF=DDY(1) ERES 18
C DYF=0. ERES 19
C YF=0. ERES 20
C DO 110 M=2,NN ERES 21
C DDYM=DDY(M) ERES 22
C DY=DYF+(DDYF+DDYM)*DT/2. ERES 23
C Y=YF+DYF*DT+(DDYF/3.+DDYM/6.)*DT**2 ERES 24
C EMAX(1)=AMAX1(EMAX(1),ABS(DDYM)) ERES 25
C EMAX(2)=AMAX1(EMAX(2),ABS(DY)) ERES 26
C EMAX(3)=AMAX1(EMAX(3),ABS(Y)) ERES 27
C DDYF=DDYM ERES 28
C DYF=DY ERES 29
C YF=Y ERES 30
110 CONTINUE ERES 31
C QMAX=EMAX(IND) ERES 32
C ERES 33
C RESPONSE COMPUTATION ERES 34
C ERES 35
C DO 150 L=1,NH ERES 36
C DO 140 K=1,NT ERES 37
C IF(T(K).EQ.0.) GO TO 130 ERES 38
C W=P2/T(K) ERES 39
C W2=W*W ERES 40
C HW=H(L)*W ERES 41
C WD=W*SQRT(1.-H(L)**2) ERES 42
C WDT=WD*DT ERES 43
C E=EXP(-HW*DT) ERES 44
C CWDT=COS(WDT) ERES 45
C SWDT=SIN(WDT) ERES 46
C A11= E*(CWDT+HW*SWDT/WD) ERES 47
C A12= E*SWDT/WD ERES 48
C A21=-E*W2*SWDT/WD ERES 49

```

```

A22= E*(CWDT-HW*SWDT/WD) ERES 50
SS=-HW*SWDT-WD*CWDT ERES 51
CC=-HW*CWDT+WD*SWDT ERES 52
S1=(E*SS+WD)/W2 ERES 53
C1=(E*CC+HW)/W2 ERES 54
S2=(E*DT*SS+HW*S1+WD*C1)/W2 ERES 55
C2=(E*DT*CC+HW*C1-WD*S1)/W2 ERES 56
S3=DT*S1-S2 ERES 57
C3=DT*C1-C2 ERES 58
B11=-S2/WDT ERES 59
B12=-S3/WDT ERES 60
B21=(HW*S2-WD*C2)/WDT ERES 61
B22=(HW*S3-WD*C3)/WDT ERES 62
RMAX(1)=2.*HW*ABS(DDY(1))*DT ERES 63
RMAX(2)=ABS(DDY(1))*DT ERES 64
RMAX(3)=0. ERES 65
DXF=-DDY(1)*DT ERES 66
XF=0. ERES 67
DO 120 M=2,NN ERES 68
DDYM=DDY(M) ERES 69
DDYF=DDY(M-1) ERES 70
X= A12*DXF+A11*XF+B12*DDYM+B11*DDYF ERES 71
DX=A22*DXF+A21*XF+B22*DDYM+B21*DDYF ERES 72
DDX=-2.*HW*DX-W2*X ERES 73
RMAX(1)=AMAX1(RMAX(1),ABS(DDX)) ERES 74
RMAX(2)=AMAX1(RMAX(2),ABS(DX)) ERES 75
RMAX(3)=AMAX1(RMAX(3),ABS(X)) ERES 76
DXF=DX ERES 77
XF=X ERES 78
120 CONTINUE ERES 79
RES(K,L)=RMAX(IND) ERES 80
GO TO 140 ERES 81
130 RES(K,L)=0. ERES 82
IF(IND.EQ.1) RES(K,L)=EMAX(1) ERES 83
140 CONTINUE ERES 84
150 CONTINUE ERES 85
RETURN ERES 86
END ERES 87

```

【使用例】 地震動の時刻歴を，ファイル EQ.01 から読み取り，減衰定数 $h = 0, 5, 10\%$ について，加速度応答スペクトルを求めよ．

[解] DATA文に与えた周期 T について，応答を計算する．DATA文の IND を 2, 3 とすれば，それぞれ速度応答スペクトル，変位応答スペクトルが得られる．

プログラム：

```

DIMENSION H(3),T(35),DDY(800),RES(35,3) 1
DATA NH/3/,H/0.,0.05,0.1/,IND/1/ 2
DATA NT/35/,T/0.00,0.05,0.10,0.15,0.20,0.25,0.30,0.35,0.40, 3
* 0.45,0.50,0.55,0.60,0.65,0.70,0.75,0.80,0.85, 4
* 0.90,0.95,1.00,1.20,1.40,1.60,1.80,2.00,2.20, 5
* 2.40,2.60,2.80,3.00,3.50,4.00,4.50,5.00/ 6
C 7
READ(5,501) DT,NN,(DDY(M),M=1,NN) 8
CALL ERES(NH,H,3,NT,T,35,DT,NN,DDY,800,IND,QMAX,RES) 9
STOP 10
C 11
501 FORMAT(T51,F10.0,I10/(8F10.0)) 12
END 13

```

アウトプット： 減衰定数 $h = 0, 5, 10\%$ に対する加速度応答スペクトルが $RES(T,1)$, $RES(T,2)$, $RES(T,3)$ に格納されており，プロットすれば下図のようになる．

