หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. Valentin, F.H.H.: The Storage and Recovery of Particulate Solid, I. Chem.E., 1965. pp. 64-68.

2. Paz, M., and Morris, J.M.: The Use of Vibration for Material Handling, Trans. ASME, Engineering for Industry, August, 1974. pp. 735-740.

3. Booth, J.H., and McCallion, H.: On predicting of Mean Conveying Velocity of a Vibratory Conveyor, Proc. Instn. Mech. Engrs., Vol. 178, no. 20, 1963-64. pp. 521-538.

4. Tamnanchit, S.: Performance of a Vibratory Conveyor, M.Eng. Thesis, Department of Mechanical Engineering, The Chulalongkorn University Graduate School, March, 1966.

5. Redford, A.H., and Boothroyd, G.: Vibratory Feeding, Proc. Instn. Mech. Engrs., Vol. 182, no. 6, 1967. pp. 135-152.

6. Gaberson, H.A.: Particle Motion on Osillating Conveyor, Part 1: The equation of motion and the rules for predicting motion from transition. Part 2: Practical solutions to the equation of motion, Trans. ASME, Engineering for Industry, Vol. 94, Serie B, no. 1, February, 1972. pp. 50-63.

7. Mansour, W.M.: Analog and Digital Analysis and Synthesis of Oscillatory Tracks, Trans. ASME, Engineering for Industry, Serie B, May, 1972. pp. 488-494.

8. Schofield, R.E., and Yousuf, M.: The Design of Linear OUT OF PHASE Vibratory Conveyor, Trans. ASME, Engineering for Industry, February, 1973. pp. 42-47.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. Massa, E., and Rovetta, A.: On The Stability of Periodic Motion of Particles in Vibratory Machine, Proc. Forth World Congress on The Theory of Machines and Mechanisms, 8-12 September, 1975. pp. 1051-1055.

10. Winkler, G.: Analysing The Vibrating Conveyor, Int. J. Mech. Sci., Vol. 20, 1978. pp. 561-570.

11. Sakaguchi, K.: Vibrating Conveyance of Granular Materials, Bullitin JSME, Vol. 20, no. 143. pp. 554-560.

12. Boothroyd, G., Poli, C., and Murch, L.E.: Automatic Assembly, Marcel Dekker, Inc., NewYork, 1982. pp. 27-48.

13. Bykhovsky, I.I.: Fundamentals of Vibration Engineering, Robert E. Krieger Publishing Company, Huntington, NewYork, 1980. pp. 325-338.

14. Esmay, M., Eriyatno, S., and Phillips, A: Rice Postproduction Technology in The Tropics, An East-West Center Book, Honolulu, Hawaii, 1979. pp. 115-117.

15. บุญศักดิ์ ใจจงกิจ อนุกรมเทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุ 2, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2524. หน้า 91-107.

16. Conte, S.D., and Carl de Boor: Elementary Numerical Analysis: An Algorithmic Approach, MCGraw-Hill Book Company, NewYork, 1980.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ภ

ในกรณีที่ต้องการศึกษาการเคลื่อนตัวของอนุภาคแบบที่ไม่มีพฤติกรรมการลอยตัวโดยละเอียด จะกระทำได้โดยอาศัยโปรแกรมที่ได้แนบไว้ในภาคผนวกนี้ หลังจากเตรียมโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงกำหนดค่าหรือช่วงของพารามิเตอร์ใช้งานลงในโปรแกรมตามต้องการ โดยกำหนดพารามิเตอร์ความลาดชัน P1 พารามิเตอร์ความลาดเอียง P2 พารามิเตอร์ความเร่ง A และพารามิเตอร์ความเสียดทาน P3 ลงในบรรทัดที่ 80 90 100 และ 110 ตามลำดับแล้วจึงสั่งให้เครื่องทำงานตามโปรแกรม เมื่อสิ้นสุดการทำงานเครื่องจะรายงานผลดังนี้

P1 = 0.58 P2 = 0.86 A = 0.60 P3 = 0.45

LB = 0.299 LE = 4.617 BB = 3.406 BE = 7.467 FB = 0.592 FE = 3.452

EJ(1) = 0	AJ(1) = 0	Z(1) = 0
EJ(2) = 5	AJ(2) = 0	Z(2) = .894698
EJ(3) = 6	AJ(3) = 4.61665	Z(3) = 0
EI(1) = 4	AI(1) = 0	X(1) = 0
EI(2) = 2	AI(2) = 3.40603	X(2) = .378485
EI(3) = 3	AI(3) = 6.87567	X(3) = -1.075
EI(4) = 2	AI(4) = 6.87567	X(4) = 0
X = -0.697	Z = 0.895	SX = -1.161

SZ = 1.491 PZ = 0.142 PX = -0.111 TH = -52.100

ในบรรทัดแรกจะรายงานชุดของพารามิเตอร์และถัดไปจะเป็นตำแหน่งเชิงมุมของจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ รูปแบบต่าง ๆ พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวและวิถีการเคลื่อนตัวซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

LB = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นไถลตัวลงตามแกน z

LE = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นสุดการไถลตัวลงตามแกน z

BB = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มไถลตัวถอยหลัง

BE = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นสุดการไถลตัวถอยหลัง

FB = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นไถลตัวไปข้างหน้า

FE = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นสุดการไถลตัวไปข้างหน้า

EJ(J) = รูปแบบการเคลื่อนที่ตามแกน z โดยที่

0 หมายถึง จุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่

6 หมายถึง การเกาะติดโดยไม่ไถลตัวตามแกน z

5 หมายถึง การไถลตัวตามแกน z

AJ(J) = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ตามแกน z รูปแบบต่าง ๆ

Z(J) = ระยะทางในการเคลื่อนที่ตามแกน z โดยที่

4 หมายถึง การเกาะติดโดยไม่ไถลตัวตามแกน

3 หมายถึง การไถลตัวถอยหลัง

2 หมายถึง การไถลตัวไปข้างหน้า

AI(I) = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ตามแกน x รูปแบบต่าง ๆ

X(I) = ระยะทางในการเคลื่อนที่ตามแกน x รูปแบบต่าง ๆ

X = พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวตามแกน x ในเทอมของระยะทาง

PX = พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวตามแกน x ในเทอมของความเร็ว

SX = X/A

Z = พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวตามแกน z ในเทอมของระยะทาง

PZ = พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวตามแกน z ในเทอมของความเร็ว

SZ = Z/A

TH = วิถีการเคลื่อนตัวทำมุมกับแกน x

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
10 ' The program used for studying the particles motion on a conventional
20 ' vibratory separator in which the normal acceleration of the trough
30 ' is less than the acceleration due to gravity
40 PI = 3.14159
50 A$ = "#.##" : D$ = "##.###" : Y$ = "###.###"
60 Z$ = "NO SLIDE" : B$ = "NO BACK" : F$ = "NO FORW"
70 ' setting of the parameters ........
80 FOR P1 =  0 TO 0 STEP 0
90 FOR P2 =  0 TO 0 STEP  0
100 FOR A = .1 TO 1.1 STEP .1
110 FOR P3 =.1 TO 1.1  STEP .1
120 ' setting of the initial value of variables ........
130 X = 0 : Z = 0
140 Z(J) = 0 : X(I) = 0
150 J = 1 : I = 1 : T = 0
160 EJ(J) = 0 : EI(I) = 0
170 AJ(J) = 0 : AI(I) = 0
180 LB = 0 : BB = 0 : FB = 0
190 LE = 0 : BE = 0 : FE = 0
200 IF P2 <= 0 THEN 800
210 ' calculation of the angular position in which
220 ' the particle start sliding along Z
230 ZL = (1-P2)/A
240 IF ABS(ZL) > 1 THEN 650
250 R$ = " "
260 IF ZL = 1 THEN 280
270 LB = ATN(ZL/SQR(1+(-ZL)*ZL)): GOTO 310
280 LB = PI/2 : LE = LB
290 ' calculation of the angular position in which the sliding along Z
300 ' of the particle terminate by using the method of regula falsi
310 XN = 0
320 OT = LB
330 T1 = LB+.1
340 T2 = OT+PI/4
350 K = 1 : GOTO 400
360 T2 = T2+PI/4
370 K = K+1
380 IF K>=8 THEN 2390
390 GOTO 410
400 F1 = (COS(T1)+SIN(LB)*(T1-LB)-COS(LB))
410 F2 = (COS(T2)+SIN(LB)*(T2-LB)-COS(LB))
420 Y = T2-T1
430 LH = T1
```

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
440 IF F1=0 AND F2=0 THEN 660
450 IF F1>0 AND F2>0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 360
460 IF F1<0 AND F2<0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 360
470 S = Y*(ABS(F1)/(ABS(F1)+ABS(F2)))
480 LE = LH+S
490 IF (ABS(S)-ABS(XN)) <= 1E-12 THEN 660
500 IF (ABS(S)) <= 1E-12 THEN 660
510 XN = S
520 F3 = (COS(LE)+SIN(LB)*(LE-LB)-COS(LB))
530 IF (ABS(F3)-(1E-12)) <= 0 THEN 660
540 IF F1 > 0 AND F3 > 0 THEN 610
550 IF F1 < 0 AND F3< 0 THEN 610
560 IF F1 = 0 THEN 660
570 IF F3 = 0 THEN 660
580 F2 = F3
590 Y = S
600 GOTO 440
610 F1 = F3
620 Y = Y-S
630 LH = LE
640 GOTO 440
650 R$ = Z$
660 PRINT "LB";LB,"LE";LE
670 IF R$ = Z$ THEN 780
680 J = J+1 : EJ(J) = 5
690 IF LE >= LB+(2*PI) THEN 710
700 T = LE : AJ(J) = 0 :GOTO 730
710 T = LB+(2*PI) :AJ(J) = T
720 ' calculation the Z-displacement
730 Z(J) = -A*P3*(SIN(LB)*(.5*(T-LB)^2-1)-COS(LB)*(T-LB)+SIN(T))
740 IF T = LE THEN 780
750 J = J+1 : Z(J) = 0
760 EJ(J) = 5 : AJ(J) = T
770 GOTO 800
780 J = J+1 : Z(J) = 0
790 EJ(J) = 6 : AJ(J) = T
800 ZF = (1+P1)/(A+(1/P3))
810 IF ZF>1 THEN 1230
820 S$ = " "
830 ' calculation of the angular position in which
840 ' the particle start sliding forward
850 IF ZF = 1 THEN 870
860 FB = ATN(ZF/SQR(1+(-ZF)*ZF)) : GOTO 900
870 FB = PI/2 : FE = FB
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
880 ' calculation of the angular position in which the sliding forward
890 ' of the particle terminate by using the method of regula falsi
900 XN = 0
910 OT = FB
920 T1 = OT+.1
930 T2 = T1+(PI/2)
940 K = 1 : GOTO 980
950 T2 = T2+PI/2
960 K = K+1
970 IF K>=5 THEN 2380
980 F1 = (1+A*P3)*(COS(T1)+SIN(FB)*(T1-FB)-COS(FB))
990 F2 = (1+A*P3)*(COS(T2)+SIN(FB)*(T2-FB)-COS(FB))
1000 Y = T2-T1
1010 LH = T1
1020 IF F1=0 AND F2=0 THEN 1240
1030 IF F1>0 AND F2>0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 950
1040 IF F1<0 AND F2<0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 950
1050 S = Y*(ABS(F1)/(ABS(F1)+ABS(F2)))
1060 FE = LH+S
1070 IF ABS(S)-ABS(XN) <= 1E-12 THEN 1240
1080 IF ABS(S) <= 1E-12 THEN 1240
1090 XN = S
1100 F3 = (1+A*P3)*(COS(FE)+SIN(FB)*(FE-FB)-COS(FB))
1110 IF (ABS(F3)-1E-12) <= 0 THEN 1240
1120 IF F1 > 0 AND F3 > 0 THEN 1190
1130 IF F1 < 0 AND F3< 0 THEN 1190
1140 IF F1 = 0 THEN 1240
1150 IF F3 = 0 THEN 1240
1160 F2 = F3
1170 Y = S
1180 GOTO 1020
1190 F1 = F3
1200 Y = Y-S
1210 LH = FE
1220 GOTO 1020
1230 S$ = F$ : FB = 0 : FE = 0
1240 PRINT "FB";FB,"FE";FE
1250 IF (A-1/P3) = 0 THEN 1710
1260 ' calculation of the angular position in which
1270 ' the particle start sliding backward
1280 ZB = (1-P1)/(A-(1/P3))
1290 IF ABS(ZB) > 1 THEN 1710
1300 T$ = " "
1310 IF ABS(ZB) = 1 THEN 1340
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
1320 B = ATN(ZB/SQR(1+(-ZB)*ZB))
1330 BB = PI-B : GOTO 1370
1340 BB = 3*PI/2 : BE = BB
1350 ' calculation of the angular position in which the sliding backward
1360 ' of the particle terminate by using the method of regula falsi
1370 XN = 0
1380 OT = BB
1390 T1 = OT+.1
1400 T2 = OT+PI/4
1410 K = 1 : GOTO 1460
1420 T2 = T2+PI/4
1430 K = K+1
1440 IF K>=8 THEN 2380
1450 GOTO 1470
1460 F1 = (1-A*P3)*(COS(T1)+SIN(BB)*(T1-BB)-COS(BB))
1470 F2 = (1-A*P3)*(COS(T2)+SIN(BB)*(T2-BB)-COS(BB))
1480 Y = T2-T1
1490 LH = T1
1500 IF F1=0 AND F2=0 THEN 1720
1510 IF F1>0 AND F2>0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 1420
1520 IF F1<0 AND F2<0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 1420
1530 S = Y*(ABS(F1)/(ABS(F1)+ABS(F2)))
1540 BE = LH+S
1550 IF ABS(S)-ABS(XN) <= 1E-12 THEN 1720
1560 IF ABS(S) <= 1E-12 THEN 1720
1570 XN = S
1580 F3 = (1-A*P3)*(COS(BE)+SIN(BB)*(BE-BB)-COS(BB))
1590 IF (ABS(F3)-1E-12) <= 0 THEN 1720
1600 IF F1 > 0 AND F3 > 0 THEN 1670
1610 IF F1 < 0 AND F3< 0 THEN 1670
1620 IF F1 = 0 THEN 1720
1630 IF F3 = 0 THEN 1720
1640 F2 = F3
1650 Y = S
1660 GOTO 1500
1670 F1 = F3
1680 Y = Y-S
1690 LH = BE
1700 GOTO 1500
1710 T$ = B$ : BB = 0 : BE = 0
1720 PRINT "BB";BB,"BE";BE :PRINT
1730 T = 0 : EI(I) = 4 : AI(I) = T
1740 IF S$=F$ AND T$=B$ THEN X(I) = 0 : GOTO 2150
1750 IF S$=F$ THEN I=I+1 :EI(I)=3 :GOTO 1980
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
1760 IF T$=B$ THEN I=I+1 :EI(I)=2 :GOTO 2070
1770 IF BE>FB THEN 1880
1780 I = I+1 : EI(I) = 3
1790 IF BE>= FB THEN 1840
1800 T = BE : AI(I) = T
1810 GOSUB 2470
1820 I = I+1 : EI(I) = 4 : AI(I) = T : X(I) = 0
1830 GOTO 1860
1840 T = FB : AI(I) = T
1850 GOSUB 2470
1860 I = I+1 : EI(I) = 2
1870 GOTO 2060
1880 I = I+1 : EI(I) = 2
1890 IF FE >= BB THEN 1940
1900 T = FE : AI(I) = T
1910 GOSUB 2440
1920 I = I+1 : EI(I) = 4 : AI(I) = T : X(I) = 0
1930 GOTO 1960
1940 T = BB : AI(I) = T
1950 GOSUB 2440
1960 I = I+1 : EI(I) = 3
1970 IF BE >= FB+(2*PI) THEN 2020
1980 T = BE : AI(I) = T
1990 GOSUB 2470
2000 I = I+1 : EI(I) = 4 : AI(I) = T : X(I) = 0
2010 GOTO 2150
2020 T = FB+(2*PI) : AI(I) = T
2030 GOSUB 2470
2040 I = I+1 : EI(I) = 2 : AI(I) = T : X(I) = 0
2050 GOTO 2150
2060 IF FE >= BB+(2*PI) THEN 2110
2070 T = FE : AI(I) = T
2080 GOSUB 2440
2090 I = I+1 : EI(I) = 4 : AI(I) = T : X(I) = 0
2100 GOTO 2150
2110 T = BB+(2*PI) : AI(I) = T
2120 GOSUB 2440
2130 I = I+1 : EI(I) = 3 : AI(I) = T : X(I) = 0
2140 ' report the calculation results ........
2150 PRINT "**";TAB(5);R$;TAB(15);S$;TAB(20);T$;
2160 PRINT TAB(35)"P1 = " USING A$;P1;:PRINT TAB(47)"P2 = " USING A$;P2;
2170 PRINT TAB(59)"A = "USING A$;A;:PRINT TAB(68)"P3 = "USING A$;P3
2180 PRINT :PRINT "LB = "USING D$;LB;:PRINT TAB(15) "LE = " USING D$;LE;
2190 PRINT TAB(29)"BB = "USING D$;BB;:PRINT TAB(43) "BE = "USING D$;BE;
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
2200 PRINT TAB(57)"FB = "USING D$;FB;:PRINT TAB(71) "FE = "USING D$;FE;:PRINT
2210 FOR N=1 TO J
2220  Z = Z+Z(N) : SZ = Z/A : PZ = Z/(2*PI)
2230   PRINT "EJ(";N;") = ";EJ(N);TAB(20)"AJ(";N;") = ";AJ(N),
2240    PRINT "Z(";N;") = ";Z(N):PRINT
2250 NEXT N
2260 FOR M=1 TO I
2270  X = X+X(M) : SX = X/A :PX = X/(2*PI)
2280   PRINT "EI(";M;") = ";EI(M);TAB(20)"AI(";M;") = ";AI(M),
2290    PRINT "X(";M;") = ";X(M):PRINT
2300 NEXT M
2310 IF X=0 THEN TH = 90 :GOTO 2330
2320 TH = ATN(Z/X)*(180/PI)
2330 PRINT "X = "USING D$;X;:PRINT TAB(29)"Z = "USING D$;Z;
2340 PRINT TAB(57) "SX = "USING Y$;SX : PRINT
2350 PRINT "SZ = "USING D$;SZ;:PRINT TAB(20)"PZ = "USING D$;PZ;
2360 PRINT TAB(40) "PX = "USING Y$;PX;
2370 PRINT TAB(58)"TH = "USING Y$;TH
2380 NEXT P3
2390 NEXT A
2400 NEXT P2
2410 NEXT P1
2420 END
2430 ' The forward displacement sub program ........
2440 X(I) = (1+A*P3)*(COS(FB)*(T-FB)-.5*SIN(FB)*(T-FB)^2)-A*P3*(SIN(T)-SIN(FB))
2450 RETURN
2460 ' The backward displacement sub program ........
2470 X(I) = (1-A*P3)*(COS(BB)*(T-BB)-.5*SIN(BB)*(T-BB)^2)+A*P3*(SIN(T)-SIN(BB))
2480 RETURN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ในกรณีที่ต้องการศึกษาการเคลื่อนตัวของอนุภาคแบบที่มีพฤติกรรมการลอยตัวหนึ่งครั้งต่อวัฏจักรโดยละเอียด จะกระทำโดยอาศัยโปรแกรมที่ได้แนบไว้ในภาคผนวกนี้ หลังจากเตรียมโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงกำหนดค่าหรือช่วงของพารามิเตอร์ใช้งานลงในโปรแกรมตามต้องการ โดยกำหนดพารามิเตอร์ความลาดชัน P1 พารามิเตอร์ความลาดเอียง P2 พารามิเตอร์ความเร่ง A และพารามิเตอร์ความเสียดทาน P3 ลงในบรรทัดที่ 110 120 130 และ 140 ตามลำดับ แล้วจึงสั่งให้เครื่องทำงานตามโปรแกรม เมื่อสิ้นสุดการทำงานเครื่องจะรายงานผลดังนี้

```
P1 = 0.00    P2 = 0.00    A = 1.47    P3 = 0.36
                    HB = 0.748   LB = 0.748   BB = 4.046
NO BACK   FT = 4.676   HE = 3.549   LT = 0.000   BT = 0.000
NO SLIDE  FE = 10.920       LE = 0.000       BE = 5.756
FF = 6.523   SB = 10.329
EJ(1) = 1      AJ(1) = 3.54933    Z(1) = 0
EJ(2) = 6      AJ(2) = 3.54933    Z(2) = 0
EI(1) = 1      AI(1) = 3.54933    X(1) = 2.55979
EI(2) = 2      AI(2) = 4.67598    X(2) = .566766
EI(3) = 3      AI(3) = 5.75566    X(3) = .460217
EI(4) = 4      AI(4) = 5.75566    X(4) = 0
EI(5) = 2      AI(5) = 7.03131    X(5) = .474113
X = 4.061  Z = 0.000  SX = 2.763  SZ = 0.000  TH = 0.000
```

ในบรรทัดแรกจะรายงานชุดของพารามิเตอร์และถัดไปจะเป็นตำแหน่งเชิงมุมของจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ รูปแบบของการเคลื่อนที่ และระยะทางในการเคลื่อนที่รูปแบบต่าง ๆ พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวและวิถีการเคลื่อนตัวซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

HB = ตำแหน่งเชิงมุมที่จุดเริ่มต้นการลอยตัว

HE = ตำแหน่งเชิงมุมที่จุดสิ้นสุดการลอยตัว

LB = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นไถลตัวลงมาตามแกน z

LE = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นสุดการไถลตัวตัวลงตามแกน z

LT = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นการไถลตัวลงตามแกน z ภายหลังการกระทบ

BB = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นไถลตัวถอยหลัง

BE = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นสุดการไถลตัวถอยหลัง

BT = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นสุดการไถลตัวถอยหลังภายหลังการกระทบ

FB = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นไถลตัวไปข้างหน้า

FE = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นสุดการไถลตัวไปข้างหน้า

FT = ตำแหน่งเชิงมุมที่สิ้นสุดการไถลตัวไปข้างหน้าภายหลังการกระทบ

FF = ตำแหน่งเชิงมุมที่จะเริ่มต้นไถลตัวไปข้างหน้าในวัฏจักรถัดไป

SB = ตำแหน่งเชิงมุมที่จะเริ่มต้นไถลตัวถอยหลังในวัฏจักรถัดไป

EJ(J) = รูปแบบการเคลื่อนที่ตามแกน z โดยที่

0 หมายถึง จุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่

6 หมายถึง การเกาะติดโดยไม่ไถลตัวตามแกน z

5 หมายถึง การไถลตัวตามแกน z

1 หมายถึง การลอยตัวตามแกน z

AJ(J) = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ตามแกน z รูปแบบต่าง ๆ

Z(J) = ระยะทางในการเคลื่อนที่ตามแกน z รูปแบบต่าง ๆ

EI(I) = รูปแบบการเคลื่อนที่ตามแกน x โดยที่

4 หมายถึง การเกาะติดโดยไม่ไถลตัวตามแกน x

3 หมายถึง การไถลตัวถอยหลัง

2 หมายถึง การไถลตัวไปข้างหน้า

1 หมายถึงการลอยตัวตามแกน x

AI(I) = ตำแหน่งเชิงมุมที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ตามแกน x รูปแบบต่าง ๆ

X(I) = ระยะทางในการเคลื่อนที่ตามแกน x รูปแบบต่าง ๆ

X = พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวตามแกน x ในเทอมของระยะทาง

PX = พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวตามแกน x ในเทอมของความเร็ว

SX = X/A

Z = พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวตามแกน z ในเทอมของระยะทาง

PZ = พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวตามแกน z ในเทอมของความเร็ว

SZ = Z/A

TH = วิถีการเคลื่อนตัวทำมุมกับแกน x

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
10 ' The program used for studying the particles motion on a conventional
20 ' vibratory separator in which the normal acceleration of the trouth
30 ' is greater than the acceleration due to gravity
40 DIM EI(50),EJ(20),AI(50),AJ(20),X(50),Z(20)
50 FE$ = "FE.LGT.HB+2*PI" : BE$ = "BE.LGT.HB+2*PI" : LE$ = "LE.LGT.HB+2*PI"
60 Z$ = "NO SLIDET" : B$ = "NO BACKT" : F$ = "NO FORWT"
70 Z1$ = "NO SLIDE" : B1$ = "NO BACK" : F1$ = "NO FORW"
80 A$ = "#.##" : D$ = "##.###" : Y$ = "###.###"
90 PI = 3.14159
100 ' setting of the parameters ........
110 FOR P1 =  1  TO 1   STEP .2
120 FOR P2 =  0 TO 0 STEP  0
130 FOR A = 1.2 TO 3.4 STEP .2
140 FOR P3 = .05 TO 1.05 STEP .05
150 ' setting of the initial value of variables ........
160 HB = 0 : LB = 0 : FB = 0 : BB = 0
170 HE = 0 : LT = 0 : FT = 0 : BT = 0
180 UB = 0 : UE = 0 : UI = 0 : UT = 0
190 WB = 0 : WE = 0 : WI = 0 : WT = 0
200 T = 0
210 LE = 0 : FE = 0 : BE = 0
220 FF = 0 : SB = 0 : BL = 0
230 EJ(J) = 0 : AJ(J) = 0 : J = 0
240 EI(I) = 0 : AI(I) = 0 : I = 0
250 Z(J) = 0 : Z = 0
260 X(I) = 0 : X = 0
270 ' calculation of the angular position in which
280 ' the various forms motions of the particle start
290 ZH = 1/A
300 IF ZH = 1 THEN 330
310 HB = ATN(ZH/SQR(1+(-ZH)*ZH))
320 GOTO 340
330 HB = PI/2
340 ZL = (1-P2)/A
350 IF ZL = 1 THEN 380
360 LB = ATN(ZL/SQR(1+(-ZL)*ZL))
370 GOTO 390
380 LB = PI/2
390 ZF = (1+P1)/(A+1/P3)
400 IF ABS(ZF) > 1 THEN 4280
410 IF ZF = 1 THEN 440
420 FB = ATN(ZF/SQR(1+(-ZF)*ZF))
430 GOTO 460
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(library stamp)

```
440 FB = PI/2
450 IF (A-1/P3) = 0 THEN 4280
460 ZB = (1-P1)/(A-1/P3)
470 IF ABS(ZB) > 1 THEN 4280
480 IF ZB = -1 THEN 520
490 IF ZB = 1 THEN 530
500 B = ATN(ZB/SQR(1+(-ZB)*ZB))
510 GOTO 540
520 B = -PI/2
530 B = PI/2
540 BB = PI-B
550 ' hopping motion ........
560 IF ZH = 1 THEN 600
570 GOSUB 5060
580 GOTO 640
590 ' hopping motion ........
600 HE = HB
610 PRINT : PRINT "HB";HB,"HE";HE
620 ' calculation of the initial velocity
630 ' of the paticle before hopping along X
640 IF FB >= B THEN 680
650 IF HB >= B THEN 710
660 UB = COS(SB)-P3*((P1-1)*(HB-SB)-A*(COS(HB)-COS(SB)))
670 GOTO 740
680 IF FB >= HB THEN 710
690 UB = COS(FB)-P3*((P1+1)*(HB-FB)+A*(COS(HB)-COS(FB)))
700 GOTO 740
710 UB = COS(HB)
720 ' calculation of the trough velocity and
730 ' particle velocity along X during impact
740 UE = UB-P1*P3*(HE-HB)
750 UI = UE
760 UT = COS(HE)
770 I = I+1 : EI(I) = 1
780 T = HE : AI(I) = T
790 ' calculation of the X-displacement during hopping period
800 X(I) = UB*(T-HB)- (.5*P1*P3*(T-HB)^2)
810 IF HB =< LB THEN 860
820 ' calculation of the initial velocity
830 ' of the particle before hopping along Z
840 WB = P3*((P2-1)*(HB-LB)-A*(COS(HB)-COS(LB)))
850 GOTO 890
860 WB = 0
870 ' calculation of the trough velocity and
```

```
880 ' particle velocity along Z during impact
890 WE = WB+P2*P3*(HE-HB)
900 WI = WE : WT = 0
910 J = J+1 : EJ(J) = 1 : T = HE : AJ(J) = T
920 ' calculation of the Z-displacement during hopping period
930 Z(J) = WB*(T-HB)+ (.5*P2*P3*(T-HB)^2)
940 ' sliding along X
950 IF (UI-UT) = 0 THEN 2400
960 IF (UI-UT) > 0 THEN 1230
970 S$ = F$
980 BS = HE
990 T1 = HE
1000 ' P is a factor which used to select the transcedental equation
1010 P = 1    ' sliding backward (BT)
1020 ON P GOSUB 4340,4370,4400       'get BT(T1)
1030 IF ABS(F1) > (1E-12) THEN 1060
1040 R$ = B$ : R = T1
1050 GOTO 1120       'go to print BS,BT
1060 T2 = T1+1
1070 ON P GOSUB 4440,4470,4500       'get BT(T2)
1080 IF ABS(F2) > (1E-12) THEN 1110
1090 R = T2
1100 GOTO 1120
1110 GOSUB 4660 'get the angular position in which sliding backward terminated
1120 PRINT "BS";BS;"BT";R
1130 BT = R
1140 IF BT < (HB+2*PI) THEN 1190
1150 I = I+1 : EI(I) = 3
1160 T = HB+2*PI : AI(I) = T
1170 GOSUB 5370   'get the backward displacement
1180 GOTO 1480
1190 I = I+1 : EI(I) = 3
1200 T = BT : AI(I) = T
1210 GOSUB 5370   'get the backward displacement
1220 GOTO 2440    'go to SX stationary on X
1230 R$ = B$
1240 FS = HE
1250 T1 = HE
1260 P = 2      ' sliding forward (FT)
1270 ON P GOSUB 4340,4370,4400         ' get FT(T1)
1280 IF ABS(F1) > (1E-12) THEN 1310
1290 S$ = F$ : R = T1
1300 GOTO 1370     'go to print FS,FT
1310 T2 = T1+1
```

```
1320 ON P GOSUB 4440,4470,4500          ' get FT(T2)
1330 IF ABS(F2) > (1E-12) THEN 1360
1340 R = T2
1350 GOTO 1370     'go to print FS,FT
1360 GOSUB 4660 'get the angular position in which sliding forward terminated
1370 PRINT "FS";FS;"FT";R
1380 FT = R
1390 IF FT < (HB+2*PI) THEN 1440
1400 I = I+1 : EI(I) = 2
1410 T = HB+2*PI : AI(I) = T
1420 GOSUB 5400     ' get sliding forward displacement
1430 GOTO 1480      ' sliding along Z
1440 I = I+1 : EI(I) = 2
1450 T = FT : AI(I) = T
1460 GOSUB 5400     ' get sliding forward displacement
1470 GOTO 2440      ' go to SX stationary on X
1480 PRINT "COMPLETE CYCLE ALONG X"
1490 ' sliding along Z
1500 IF (WI-WT) <= 0 THEN 1800
1510 LS = HE
1520 T1 = HE
1530 P = 3   ' sliding along Z (LT)
1540 ON P GOSUB 4340,4370,4400    'get LT(T1)
1550 IF ABS(F1) > 1E-12THEN 1580
1560 T$ = Z$ : R = T1
1570 GOTO 1640          'go to print LS,LT
1580 T2 = T1+1
1590 ON P GOSUB 4440,4470,4500    'get LT(T2)
1600 IF ABS(F2) > 1E-12 THEN 1630
1610 R = T2
1620 GOTO 1640          'go to print LS,LT
1630 GOSUB 4660 ' get the angular position in which sliding along Z terminatec
1640 PRINT "LS";LS;"LT";R
1650 LT = R
1660 IF LT >= (HB+2*PI) THEN 1740
1670 J = J+1 : EJ(J) = 5
1680 T = LT : AJ(J) = T
1690 GOSUB 5430    ' get sliding along Z displacement
1700 IF LT >= (LB+2*PI) THEN 1770
1710 J = J+1 : EJ(J) = 6
1720 T = LT : AJ(J) = T     :Z(J) =0
1730 GOTO 1860              'go to z
1740 J = J+1 : EJ(J) = 5
1750 T = HB+2*PI  : AJ(J) = T
```

```
1760 GOSUB 5430    ' get sliding along Z displacement
1770 REM complete cycle with hop
1780 GOTO 3980              'print RESULT
1790 ' stationary on Z
1800 T$ = Z$
1810 J = J+1 : EJ(J) = 6
1820 T = HE : AJ(J) = T     :Z(J) =0
1830 IF T<= (HB+2*PI) THEN 1860
1840 W$ = Z1$
1850 GOTO 3980              'print RESULT
1860 BL = LB
1870 IF T<= BL THEN 1890
1880 BL = BL+2*PI
1890 IF BL>= (HB+2*PI) THEN 1840
1900 ' sliding along Z
1910 ' calculation of the angular position in which the sliding
1920 ' along Z end by using the method of regula falsi
1930 OT = BL
1940 XN = 0
1950 T1 = OT+.1
1960 T2 = OT+(PI/4)
1970 K = 1 : GOTO 2020
1980 T2 = T2+(PI/4)
1990 K = K+1
2000 IF K>= 10 THEN 1840  'iteration failure and print result
2010 GOTO 2030
2020 F1 = (COS(T1)+(ZL)*(T1-BL)-COS(BL))
2030 F2 = (COS(T2)+(ZL)*(T2-BL)-COS(BL))
2040 Y = T2-T1
2050 LH = T1
2060 IF F1=0 AND F2=0 THEN 2270
2070 IF F1>0 AND F2>0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 1980
2080 IF F1<0 AND F2<0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 1980
2090 S = Y*(ABS(F1)/(ABS(F1)+ABS(F2)))
2100 LE = LH+S
2110 IF ABS(S)-ABS(XN) <= 1E-12 THEN 2270
2120 IF ABS(S) <= 1E-12 THEN 2270
2130 XN = S
2140 F3 = (COS(LE)+(ZL)*(LE-BL)-COS(BL))
2150 IF ABS(F3)-(1E-12) <= 0 THEN 2270
2160 IF F1>0 AND F3>0 THEN 2230
2170 IF F1<0 AND F3<0 THEN 2230
2180 IF F1=0 THEN 2270
2190 IF F3=0 THEN 2270
```

```
2200 F2 = F3
2210 Y = S
2220 GOTO 2060
2230 F1 = F3
2240 Y = Y-S
2250 LH = LE
2260 GOTO 2060
2270 PRINT : PRINT "BL";BL;"LE";LE:PRINT
2280 IF LE>= (HB+2*PI) THEN 2330
2290 J = J+1 : EJ(J) = 5
2300 T = LE
2310 AJ(J) = T
2320 GOTO 2370
2330 E5$ = LE$
2340 J = J+1 : EJ(J) = 5
2350 T = HB+(2*PI)
2360 AJ(J) = T
2370 GOSUB 5460  ' get sliding along Z displacement
2380 PRINT : PRINT " COMPLETED CYCLE ALONG Z "
2390 GOTO 3980
2400 R$ = B$ : S$ = F$
2410 IF HE <  (HB+2*PI) THEN 2430
2420 GOTO 1480
2430 T = HE
2440 'stationary on X
2450 ' setting of the angular position in which
2460 ' the particle start sliding along X
2470 IF T < HB+(2*PI) THEN 2490
2480 GOTO 1480
2490 IF T<=FB THEN 2560
2500 IF T<= PI-FB THEN 2540
2510 IF T > FB+(2*PI) THEN 2540
2520 FF = FB+(2*PI)
2530 GOTO 2570
2540 FF = T
2550 GOTO 2570
2560 FF = FB
2570 IF T<=BB THEN 2630
2580 IF T<=2*PI+B THEN 2610
2590 SB = BB+(2*PI)
2600 GOTO 2640
2610 SB = T
2620 GOTO 2640
2630 SB = BB
```

```
2640 IF SB >= (HB+2*PI) THEN 2690
2650 IF FF >= (HB+2*PI) THEN 2760
2660 IF (SB-FF) = 0 THEN 3350
2670 IF`(SB-FF) > 0 THEN 3390
2680 GOTO 2760
2690 V$ = B1$
2700 IF FF >= (HB+2*PI) THEN 2720
2710 GOTO 3390      'go to sf
2720 U$ = F1$
2730 GOTO 1480
2740 ' calculation of the angular position in which the sliding backward
2750 ' of the particle end by using the method of regula falsi
2760 OT = SB
2770 XN = 0
2780 T1 = OT+.1
2790 T2 = OT+(PI/4)
2800 K = 1 : GOTO 2850
2810 T2 = T2+(PI/4)
2820 K = K+1
2830 IF K>= 10 THEN 2690    ' iteration failure
2840 GOTO 2860
2850 F1 = (1-A*P3)*(COS(T1)+(ZB)*(T1-SB)-COS(SB))
2860 F2 = (1-A*P3)*(COS(T2)+(ZB)*(T2-SB)-COS(SB))
2870 Y = T2-T1
2880 LH = T1
2890 IF F1=0 AND F2=0 THEN 3100
2900 IF F1>0 AND F2>0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 2810
2910 IF F1<0 AND F2<0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 2810
2920 S = Y*(ABS(F1)/(ABS(F1)+ABS(F2)))
2930 BE = LH+S
2940 IF ABS(S)-ABS(XN) <= 1E-12 THEN 3100
2950 IF ABS(S) <= 1E-12 THEN 3100
2960 XN = S
2970 F3 = (1-A*P3)*(COS(BE)+(ZB)*(BE-SB)-COS(SB))
2980 IF ABS(F3)-(1E-12) <= 0 THEN 3100
2990 IF F1>0 AND F3>0 THEN 3060
3000 IF F1<0 AND F3<0 THEN 3060
3010 IF F1=0 THEN 3100
3020 IF F3=0 THEN 3100
3030 F2 = F3
3040 Y = S
3050 GOTO 2890
3060 F1 = F3
3070 Y = Y-S
```

```
3080 LH = BE
3090 GOTO 2890
3100 PRINT : PRINT "SB";SB;"BE";BE:PRINT
3110 I = I+1 : EI(I) = 3
3120 IF FF >= (HB+2*PI) THEN 3260
3130 IF BE >= HB+2*PI THEN 3310
3140 IF BE >= FF THEN 3190
3150 T = BE : AI(I) = T
3160 GOSUB 5490    ' get sliding backward displacement
3170 I = I+1 : EI(I) = 4 : AI(I) = T : X(I)=0
3180 GOTO 3210
3190 T = BE : AI(I) = T : FF = BE
3200 GOSUB 5490    ' get sliding backward displacement
3210 IF BE <= BB+(2*PI) THEN 3240
3220 SB = SB+2*PI
3230 GOTO 2660
3240 SB = BB+2*PI
3250 GOTO 2660
3260 IF BE >= (HB+2*PI) THEN 3320
3270 T = BE : AI(I) = T
3280 GOSUB 5490
3290 I = I+1 : EI(I) = 4 : AI(I) = T : X(I) = 0
3300 GOTO 1480
3310 E3$ = BE$
3320 T = HB+(2*PI) : AI(I) = T
3330 GOSUB 5490
3340 GOTO 1480
3350 PRINT "NO SEQ"
3360 GOTO 1500         'the calculation of the sliding along Z
3370 ' calculation of the angular position in which the sliding
3380 ' forward of the particle end by using the method of regula falsi
3390 OT = FF
3400 XN = 0
3410 T1 = OT+.1
3420 T2 = OT+(PI/4)
3430 K = 1 : GOTO 3470
3440 T2 = T2+(PI/4)
3450 K = K+1
3460 IF K>= 10 THEN 2720  ' iteration failure
3470 F1 = (1+A*P3)*(COS(T1)+(ZF)*(T1-FF)-COS(FF))
3480 F2 = (1+A*P3)*(COS(T2)+(ZF)*(T2-FF)-COS(FF))
3490 Y = T2-T1
3500 LH = T1
3510 IF F1=0 AND F2=0 THEN 3720
```

```
3520 IF F1>0 AND F2>0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 3440
3530 IF F1<0 AND F2<0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 3440
3540 S = Y*(ABS(F1)/(ABS(F1)+ABS(F2)))
3550 FE = LH+S
3560 IF ABS(S)-ABS(XN) <= 1E-12 THEN 3720
3570 IF ABS(S) <= 1E-12 THEN 3720
3580 XN = S
3590 F3 = (1+A*P3)*(COS(FE)+(ZF)*(FE-FF)-COS(FF))
3600 IF ABS(F3)-(1E-12) <= 0 THEN 3720
3610 IF F1>0 AND F3>0 THEN 3680
3620 IF F1<0 AND F3<0 THEN 3680
3630 IF F1=0 THEN 3720
3640 IF F3=0 THEN 3720
3650 F2 = F3
3660 Y = S
3670 GOTO 3510
3680 F1 = F3
3690 Y = Y-S
3700 LH = FE
3710 GOTO 3510
3720 PRINT : PRINT "FF";FF;"FE";FE:PRINT
3730 I = I+1 : EI(I) = 2
3740 IF SB >= (HB+2*PI) THEN 3880
3750 IF FE >= HB+2*PI THEN 3930
3760 IF FE >= SB THEN 3810
3770 T = FE : AI(I) = T
3780 GOSUB 5520      ' get forward displacement
3790 I = I+1 : EI(I) = 4 : AI(I) = T : X(I)=0
3800 GOTO 3830
3810 T = FE : AI(I) = T : SB = FE
3820 GOSUB 5520      ' get forward displacement
3830 IF FE <= FB+(2*PI) THEN 3860
3840 FF = FF+2*PI
3850 GOTO 2660
3860 FF = FB+2*PI
3870 GOTO 2660
3880 IF FE >= (HB+2*PI) THEN 3940
3890 T = FE : AI(I) = T
3900 GOSUB 5520      ' get forward displacement
3910 I = I+1 : EI(I) = 4 : AI(I) = T : X(I) = 0
3920 GOTO 1480
3930 E2$ = FE$
3940 T = HB+(2*PI) : AI(I) = T
3950 GOSUB 5520      ' get forward displacement
```

```
3960 GOTO 1480
3970 ' report the calculation results ........
3980 PRINT : PRINT "** PARAMETER **";
3990 PRINT TAB(20)"P1 ="USING A$;P1;:PRINT TAB(35)"P2 =" USING A$;P2;
4000 PRINT TAB(51)"A ="USING A$;A;:PRINT TAB(66)"P3 ="USING A$;P3 :PRINT
4010 PRINT U$;TAB(12)S$;TAB(25)"FB ="USING D$;FB;
4020 PRINT TAB(39)"HB =" USING D$;HB;
4030 PRINT TAB(53)"LB ="USING D$;LB;:PRINT TAB(66)"BB ="USING D$;BB:PRINT
4040 PRINT V$;TAB(12)R$;TAB(25)"FT ="USING D$;FT;
4050 PRINT TAB(39)"HE =" USING D$;HE;
4060 PRINT TAB(53)"LT ="USING D$;LT;:PRINT TAB(66)"BT ="USING D$;BT:PRINT
4070 PRINT W$;TAB(12)T$;TAB(25)"FE ="USING D$;FE;
4080 PRINT TAB(43)"LE ="USING D$;LE;:PRINT TAB(61)"BE ="USING D$;BE:PRINT
4090 PRINT "FF =" USING D$;FF;:PRINT TAB(12)"SB =" USING D$;SB ;
4100 PRINT TAB(22) E2$;TAB(40) E5$;TAB(58) E3$ : PRINT
4110 FOR N=1 TO J
4120  Z = Z+Z(N) : SZ = Z/A
4130   PRINT "EJ(";N;") = ";EJ(N);TAB(20)"AJ("N") = ";AJ(N),
4140    PRINT "Z("N") = ";Z(N):PRINT
4150 NEXT N
4160 FOR M=1 TO I
4170  X = X+X(M) : SX = X/A
4180   PRINT "EI("M") = ";EI(M);TAB(20)"AI("M") = ";AI(M),
4190    PRINT "X("M") = ";X(M):PRINT
4200 NEXT M
4210 IF X = 0 THEN TH = 90 :GOTO 4230
4220 TH = ATN(Z/X)*(180/PI)
4230 PRINT "X = "USING Y$;X;:PRINT TAB(15)"Z = "USING Y$;Z;
4240 PRINT TAB(29)"SX = "USING Y$;SX;
4250 PRINT TAB(43)"SZ = "USING Y$;SZ;:PRINT TAB(57)"TH = "USING Y$;TH
4260 V$ = " " : U$ = " " : W$ = " " : R$ = " " : S$ = " " : T$ = " "
4270 E2$ = " " : E5$ = " " : E3$ = " "
4280 NEXT P3
4290 NEXT A
4300 NEXT P2
4310 NEXT P1
4320 END
4330 'a set of transcedental equation for sliding motions  T(T1)
4340 DEF FNB(T) = (1-A*P3)*(COS(T)+ZB*(T-HE))-UI+A*P3*COS(HE)
4350 F1 = FNB(T1)
4360 RETURN
4370 DEF FNF(T) = (1+A*P3)*(COS(T)+ZF*(T-HE))-UI-A*P3*COS(HE)
4380 F1 = FNF(T1)
4390 RETURN
```

```
4400 DEF FNL(T) = A*P3*(ZL*(T-HE)+COS(T)-COS(HE))-WI
4410 F1 = FNL(T1)
4420 RETURN
4430 'a set of transcedental equation for sliding motions  T(T2)
4440 DEF FNB(T) = (1-A*P3)*(COS(T)+ZB*(T-HE))-UI+A*P3*COS(HE)
4450 F2 = FNB(T2)
4460 RETURN
4470 DEF FNF(T) = (1+A*P3)*(COS(T)+ZF*(T-HE))-UI-A*P3*COS(HE)
4480 F2 = FNF(T2)
4490 RETURN
4500 DEF FNL(T) = A*P3*(ZL*(T-HE)+COS(T)-COS(HE))-WI
4510 F2 = FNL(T2)
4520 RETURN
4530 'a set of transcedental equation for sliding motions  T(T3)
4540 DEF FNB(T) = (1-A*P3)*(COS(T)+ZB*(T-HE))-UI+A*P3*COS(HE)
4550 F3 = FNB(R)
4560 RETURN
4570 DEF FNF(T) = (1+A*P3)*(COS(T)+ZF*(T-HE))-UI-A*P3*COS(HE)
4580 F3 = FNF(R)
4590 RETURN
4600 DEF FNL(T) = A*P3*(ZL*(T-HE)+COS(T)-COS(HE))-WI
4610 F3 = FNL(R)
4620 RETURN
4630 ' calculation of the angular position in which the forward sliding after
4640 ' impact , backward sliding after impact and sliding along Z after impact
4650 '    of the paticle terminated by using the method of regula falsi
4660 XN = 0
4670 Y = T2-T1
4680 LH = T1
4690 IF F1 = 0 AND F2 = 0 THEN 4960
4700 IF F1 > 0 AND F2 > 0 THEN 4910
4710 IF F1 < 0 AND F2 < 0 THEN 4910
4720 S = Y*ABS(F1)/(ABS(F1)+ABS(F2))
4730 R = LH+S
4740 IF ABS(S)-ABS(XN) =< 1E-12 THEN 4960
4750 IF ABS(S) <= 1E-12 THEN 4960
4760 XN = S
4770 ON P GOSUB 4540,4570,4600
4780 IF ABS(F3)-(1E-12) =< 0 THEN 4960
4790 IF F1 = 0 THEN 4960
4800 IF F2 = 0 THEN 4960
4810 IF F3 = 0 THEN 4960
4820 IF F1 > 0 AND F3 > 0 THEN 4870
4830 IF F1 < 0 AND F2 < 0 THEN 4870
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
4840 F2 = F3
4850 Y = S
4860 GOTO 4690
4870 F1 = F3   : PRINT "SAME SIGN"
4880 Y = Y-S
4890 LH = R
4900 GOTO 4690
4910 PRINT "SAME SIGN"
4920 T2 = T2+1
4930 K = K+1
4940 IF K =< 5 THEN 4970
4950 R = T2
4960 RETURN
4970 ON P GOSUB 4440,4470,4500
4980 IF ABS(F2) > (1E-12) THEN 5010
4990 R = T2
5000 GOTO 4960
5010 Y = T2-T1
5020 LH = T1
5030 GOTO 4690
5040 'calculation of the angular position in which
5050 'the hopping end by using the method of regula falsi
5060 XN = 0
5070 OT = HB
5080 T1 = HB+1
5090 T2 = OT+(2*PI)
5100 F1 = SIN(T1)-COS(HB)*(T1-HB)-(1/A)*(1-(.5*(T1-HB)^2))
5110 F2 = SIN(T2)-COS(HB)*(T2-HB)-(1/A)*(1-(.5*(T2-HB)^2))
5120 Y = T2-T1
5130 LH = T1
5140 IF F1 = 0 AND F2 = 0  THEN 5350
5150 IF F1 > 0 AND F2 > 0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 5110
5160 IF F1 < 0 AND F2 < 0 THEN PRINT "SAME SIGN":GOTO 5110
5170 S = Y*(ABS(F1)/(ABS(F1)+ABS(F2)))
5180 HE = LH+S
5190 IF ABS(S)-ABS(XN) <= 1E-12 THEN 5350
5200 IF ABS(S) <= 1E-12 THEN 5350
5210 XN = S
5220 F3 = SIN(HE)-COS(HB)*(HE-HB)-(1/A)*(1-(.5*(HE-HB)^2))
5230 IF (ABS(F3)-1E-12) <= 0 THEN 5350
5240 IF F1 > 0 AND F3 > 0 THEN 5310
5250 IF F1 < 0 AND F3 < 0 THEN 5310
5260 IF F1 = 0 THEN 5350
5270 IF F3 = 0 THEN 5350
```

```
5280 F2 = F3
5290 Y = S
5300 GOTO 5140
5310 F1 = F3
5320 Y = Y-S
5330 LH = HE
5340 GOTO 5140
5350 PRINT : PRINT "HB";HB;"HE";HE  : RETURN
5360 ' backward displacement after impact
5370 X(I)=UI*(T-HE)-A*P3*(COS(HE)*(T-HE)-(SIN(T)-SIN(HE)))-.5*P3*(P1-1)*(T-HE)^2
5380 RETURN
5390 ' forward displacement after impact
5400 X(I)=UI*(T-HE)+A*P3*(COS(HE)*(T-HE)-(SIN(T)-SIN(HE)))-.5*P3*(P1+1)*(T-HE)^2
5410 RETURN
5420 ' sliding along Z-displacement after impact
5430 Z(J)=WI*(T-HE)+A*P3*(COS(HE)*(T-HE)-(SIN(T)-SIN(HE)))+.5*P3*(P2-1)*(T-HE)^2
5440 RETURN
5450 ' sliding along Z-displacement
5460 Z(J)=-A*P3*(ZL*(.5*(T-BL)^2-1)-COS(BL)*(T-BL)+SIN(T))
5470 RETURN
5480 ' sliding backward displacement
5490 X(I)=(1-A*P3)*(COS(SB)*(T-SB)-.5*ZB*(T-SB)^2)+A*P3*(SIN(T)-SIN(SB))
5500 RETURN
5510 ' sliding forward displacement
5520 X(I)=(1+A*P3)*(COS(FF)*(T-FF)-.5*ZF*(T-FF)^2)-A*P3*(SIN(T)-SIN(FF))
5530 RETURN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายจิตต์เกษม โยธีคณะ เกิดเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2497 ณ.จังหวัดนครราชสีมา ได้รับปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุ จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เมื่อ พ.ศ. 2523 ปัจจุบันปฏิบัติราชการในตำแหน่ง อาจารย์ ระดับ 4 ภาควิชาเทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย