โปรแกรม SLAB.BAS

เลื่อนปุ่ม POWER ไปที่ ON เพื่อเปิดเครื่อง กดปุ่ม MODE ที่มุมบนขวาของเครื่อง ตามด้วยปุ่มเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งใน CASIO FX-880P นั้นแบ่งเป็นส่วนๆ จาก P0 ถึง P9 รวมทั้งหมด 10 โปรแกรม หน่วยความจำเริ่มต้นมี 32 KB หากจะใช้โปรแกรม R.C.DESIGN ให้ครบควรจะเพิ่มหน่วยความจำอีก 32 KB โปรแกรมออกแบบโครงสร้าง ค.ส.ล. จะมีตั้งแต่ P0 ถึง P4

ในกรณีที่จะเข้าไปใช้โปรแกรม SLAB.BAS ซึ่งเป็นโปรแกรมออกแบบแผ่นพื้นยื่น แผ่นพื้นทางเดียวและสองทาง ให้มองหาปุ่มสีขาว ตัวหนังสือ S สีแดง แล้วดูปุ่มตัวเลข 0 ถึง 9 จะมีตัวหนังสือสีแดงอยู่ด้านบนเป็น P0 จนถึง P9 ในที่นี้คือ P0 จึงกดปุ่มขาว S แดง แล้วกดปุ่มตัวเลข 0 ซึ่งมี P0 สีแดงด้านบน ที่หน้าจอจะมีตัวหนังสือเล็กๆ ด้านบนว่า CAPS BASIC DEG บรรทัดที่ 2 จะมี P * * * * 5 6 7 8 9 25400B บรรทัดที่ 3 มีข้อความ Ready P0 หากต้องการดูรายละเอียดของโปรแกรมให้พิมพ์ LIST หรือกดปุ่มขาว S แดงแล้วกดปุ่ม L ซึ่งมี LIST สีแดงด้านบน จากนั้นกดปุ่ม EXE มุมล่างขวา รายละเอียดของโปรแกรมจะเรียงจากหมายเลขบรรทัดน้อยไปหาหมายเลขบรรทัดมากจนจบ หากต้องการแสดงเป็นช่วงๆ ให้ใส่ช่วงหมายเลขบรรทัด เช่น LIST –100 หมายถึงให้แสดงตั้งแต่บรรทัดแรกสุดจนถึงบรรทัดที่ 100 หรือ LIST 120-200 หมายถึงให้แสดงตั้งแต่บรรทัดที่ 120 ถึงบรรทัดที่ 200 รายละเอียดของโปรแกรมมีดังนี้

```
10 CLEAR
20 DIM C(10),B(10),A(10),M(10)
30 INPUT “fc’=”;FC1
40 INPUT “fy=”;FY
50 FS=FY/2
60 FC=0.375*FC1
70 N=135.0993377/SQR(FC1)
80 K=1/(1+FS/N/FC)
90 J=1-K/3
100 R=0.5*FC*K*J
110 PRINT “fc’=”;FC;”ksc”
120 PRINT “fs = “;FS;”ksc.”
130 PRINT “n = “;N
140 PRINT “k = “;K
150 PRINT “j = “;J
160 PRINT “R=”;R;” ksc”
170 INPUT “1=1&2WAY, 2=Cantilever”;ST
180 IF (ST=1) THEN GOTO 210
190 IF (ST=2) THEN GOTO 1220
200 GOTO 170
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
210 INPUT “Live load,w(kg/sq.m)=”;LL
220 INPUT “Short edge,S(m)=”;S
230 INPUT “Long edge,L(m)=”;L
240 PRINT “L=LONG EDGE”
250 PRINT “S=SHORT EDGE”
260 PRINT “C=CONTINUE”
270 PRINT “D=DISCONTINUE”
280 PRINT “CASE 1 LC,LC,SC,SC”
290 PRINT “CASE 2 LD,LC,SC,SC”
300 PRINT “CASE 3 LC,LC,SD,SC”
310 PRINT “CASE 4 LC,LC,SD,SD”
320 PRINT “CASE 5 LC,LD,SC,SD”
330 PRINT “CASE 6 LD,LD,SC,SC”
340 PRINT “CASE 7 LC,LD,SD,SD”
350 PRINT “CASE 8 LD,LD,SC,SD”
360 PRINT “CASE 9 LD,LD,SD,SD”
370 INPUT “Continuous case =”;TP
380 M=S/L
390 PRINT “Edge ratio m=S/L=”;M
400 IF (M<=0.5) THEN LET M=0.5
410 IF (TP=1) THEN LET C(4)=0.033:C(5)=0.025:C(6)=0.033
420 IF (TP=1) THEN LET I=1:GOSUB 1460:C(3)=C(1):I=2:GOSUB 1490
430 IF (TP=1) THEN GOTO 710
440 IF (TP=2) THEN LET C(4)=0.041:C(5)=0.031:C(6)=0.041
450 IF (TP=2) THEN LET I=1:GOSUB 1520:I=3:GOSUB 1550:I=2
    :GOSUB 1580
460 IF (TP=2) THEN GOTO 710
470 IF (TP=3) THEN LET C(4)=0.021:C(5)=0.031:C(6)=0.041
480 IF (TP=3) THEN LET I=1:GOSUB 1550:C(3)=C(1):I=2:GOSUB 1580
490 IF (TP=3) THEN GOTO 710
500 IF (TP=4) THEN LET C(4)=0.025:C(5)=0.037:C(6)=0.025
510 IF (TP=4) THEN LET I=1:GOSUB 1610:C(3)=C(1):I=2:GOSUB 1640
520 IF (TP=4) THEN GOTO 710
530 IF (TP=5) THEN LET C(4)=0.049:C(5)=0.037:C(6)=0.025
540 IF (TP=5) THEN LET I=1:GOSUB 1610:I=2:GOSUB 1640:I=3
    :GOSUB 1670
550 IF (TP=5) THEN GOTO 710
560 IF (TP=6) THEN LET C(4)=0.049:C(5)=0.037:C(6)=0.049
570 IF (TP=6) THEN LET I=1:GOSUB 1670:C(3)=C(1):I=2:GOSUB 1640
580 IF (TP=6) THEN GOTO 710
590 IF (TP=7) THEN LET C(4)=0.029:C(5)=0.044:C(6)=0.029
600 IF (TP=7) THEN LET I=1:GOSUB 1700:I=2:GOSUB 1730:I=3
    :GOSUB 1760
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
610 IF (TP=7) THEN GOTO 710
620 IF (TP=8) THEN LET C(4)=0.058:C(5)=0.044:C(6)=0.029
630 IF (TP=8) THEN LET I=1:GOSUB 1760:C(3)=C(1):I=2:GOSUB 1730
640 IF (TP=8) THEN GOTO 710
650 IF (TP=9) AND (M<=0.8) THEN LET C(4)=0.033:C(5)=0.050:C(6)=0.033
660 IF (TP=9) AND (M<=0.8) THEN LET I=1:GOSUB 1790:C(3)=C(1)
670 IF (TP=9) AND (M<=0.8) THEN LET I=2:GOSUB 1810:GOTO 710
680 IF (TP=9) AND (M>0.8) THEN LET C(4)=0.033:C(5)=0.050:C(6)=0.033
690 IF (TP=9) AND (M>0.8) THEN LET I=1:GOSUB 1830:C(3)=C(1)
700 IF (TP=9) AND (M>0.8) THEN LET I=2:GOSUB 1850
710 FOR I=1 TO 5 STEP 2
720 A$="C("+STR$(I)+")="
730 B$="C("+STR$(I+1)+")="
740 PRINT A$;C(I)
750 PRINT B$;C(I+1)
760 NEXT I
770 C(7)=0
780 FOR I=1 TO 3
790 IF (C(I)>=C(7)) THEN LET C(7)=C(I)
800 NEXT I
810 C(8)=0
820 FOR I=4 TO 6
830 IF (C(I)>C(8)) THEN LET C(8)=C(I)
840 NEXT I
850 Q=0
860 FOR I=1 TO 6
870 IF (C(I)>=Q) THEN Q=C(I)
880 NEXT I
890 PRINT "Cshort=";C(7)
900 PRINT "Clong=";C(8)
910 FOR I=10 TO 30
920 TL=LL+24*I
930 MC=R*(I-2.5)^2
940 MS=C(7)*S^2
950 ML=C(8)*S^2
960 IF (MS<MC) THEN GOTO 980
970 NEXT I
980 T=I
990 MA=0.25*T
1000 D1=T-2.5
1010 D2=T-3.5
1020 PRINT "Slab thickness=";T/100;"m"
1030 PRINT "Short eff.depth=";D1/100;"m"
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
1040 PRINT “Long.eff.depth=”;D2/100;”m”
1050 PRINT “Total load=”;TL;”kg/sq.m”
1060 PRINT “Mc=”;MC;”>Mmax=”;MS;” OK”
1070 FOR I=1 TO 6
1080 M(I)=C(I)*TL*S^2
1090 IF (I<=3) THEN LET A(I)=M(I)/FS/J/D1*100
1100 IF (I>3) THEN LET A(I)=M(I)/FS/J/D2*100
1110 A$=”M(“+STR$(I)+”)=”
1120 B$=”As(“+STR$(I)+”)=”
1130 PRINT A$;M(I);”kg.m”
1140 PRINT B$;A(I);”sq.cm”
1150 NEXT I
1160 PRINT “min.As=”;MA;”sq.cm”
1170 PRINT “Do you finish?(Y/N)”;
1180 INPUT T$
1190 IF (T$=”Y”) OR (T$=”y”) THEN END
1200 IF (T$=”N”) OR (T$=”n”) THEN GOTO 170
1210 GOTO 1170
1220 PRINT “CANTILEVER RC SLAB DESIGN”
1230 INPUT “Live load(kg/m)=”;LL
1240 INPUT “Span length(m)=”;L
1250 INPUT “P End(kg)=”;P
1260 FOR T=10 TO 30
1270 TL=LL+24*T
1280 MM=0.5*TL*L^2+P*L
1290 D1=T-2.5
1300 MC=R*D1^2
1310 IF (MM<MC) THEN GOTO 1330
1320 NEXT T
1330 PRINT “Slab thickness=”;T/100;”m”
1340 PRINT “Distributed load,w=”;TL;”kg/m”
1350 PRINT “Max.moment=”;MM;”kg.m”
1360 PRINT “Mc=”;MC;”kg.m”
1370 PRINT “Max.shear=”;TL*L+P;”kg”
1380 A1=MM/FS/J/D1*100
1390 A2=0.25*T
1400 PRINT “Main As=”;A1;”sq.cm”
1410 PRINT “Temp.As=”;A2;”sq.cm”
1420 INPUT “Do you finish?(Y/N)”;B$
1430 IF (B$=”Y”) OR (B$=”y”) THEN END
1440 IF (B$=”N”) OR (B$=”n”) THEN GOTO 1220
1450 GOTO 1420
1460 B(0)=1.8947716:B(1)=-10.4923074:B(2)=23.3596185
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
1470 B(3)=-23.3537997:B(4)=10.2775488:B(5)=0.4197035
1480 B(6)=-1.0725337:GOTO 1870
1490 B(0)=1.181020206:B(1)=-6.2189847:B(2)=13.1660626
1500 B(3)=-12.9389367:B(4)=5.0639921:B(5)=0.2169061
1510 B(6)=-0.4450605:GOTO 1870
1520 B(0)=1.1222564:B(1)=-6.9300216:B(2)=17.2649866
1530 B(3)=-20.2243189:B(4)=9.682338:B(5)=0.343984
1540 B(6)=-1.2382314:GOTO 1870
1550 B(0)=2.1718379:B(1)=-12.8567584:B(2)=30.6613467
1560 B(3)=-34.3693089:B(4)=15.744149:B(5)=0.5653468
1570 B(6)=-1.875615:GOTO 1870
1580 B(0)=2.5455803:B(1)=-15.8944465:B(2)=39.3385918
1590 B(3)=-45.5672858:B(4)=21.5683823:B(5)=0.7484081
1600 B(6)=-2.6882328:GOTO 1870
1610 B(0)=1.3654117:B(1)=-7.8903312:B(2)=19.0024102
1620 B(3)=-21.6132496:B(4)=10.0580798:B(5)=0.3727742
1630 B(6)=-1.2460959:GOTO 1870
1640 B(0)=1.9677603:B(1)=-12.3608981:B(2)=31.1229464
1650 B(3)=-36.7063071:B(4)=17.678214:B(5)=0.5993751
1660 B(6)=-2.2640927:GOTO 1870
1670 B(0)=1.1249303:B(1)=-6.8253905:B(2)=16.6332529
1680 B(3)=-18.9245369:B(4)=8.7424728:B(5)=0.3171068
1690 B(6)=-1.0428365:GOTO 1870
1700 B(0)=0.1325529:B(1)=-0.0393518:B(2)=-0.1221849
1710 B(3)=0.1883512:B(4)=-0.1556538:B(5)=0.0643443
1720 B(6)=-0.0100579:GOTO 1870
1730 B(0)=0.1008733:B(1)=-0.036673:B(3)=-0.0700962
1740 B(3)=0.1080064:B(4)=-0.0891976:B(5)=0.0368338
1750 B(6)=-0.0057466:GOTO 1870
1760 B(0)=0.0662835:B(1)=-0.0197277:B(2)=-0.0609405
1770 B(3)=0.0939494:B(4)=-0.0776498:B(5)=0.0321054
1780 B(6)=-0.0050203:GOTO 1870
1790 B(0)=0.0110789:B(1)=-0.1010717:B(2)=1.2283207
1800 B(3)=-2.344077:B(4)=1.2861834:B(5)=0:B(6)=0:GOTO 1870
1810 B(0)=0.0415277:B(1)=-0.0913129:B(2)=1.1413963
1820 B(3)=-2.1617383:B(4)=1.1519506:B(5)=0:B(6)=0:GOTO 1870
1830 B(0)=0.0082752:B(1)=0.2011583:B(2)=-0.2802179
1840 B(3)=0.1037844:B(4)=0:B(5)=0:B(6)=0:GOTO 1870
1850 B(0)=0.020688:B(1)=0.2637986:B(2)=-0.3724199
1860 B(3)=0.1379333:B(4)=0:B(5)=0:B(6)=0
1870 C(I)=B(0)+B(1)*M+B(2)*M^2+B(3)*M^3+B(4)*M^4
1880 C(I)=C(I)+B(5)*M^5+B(6)*M^6
1890 RETURN
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

1900 REM >>> END OF SLAB DESIGN <<<

ในการใช้งานโปรแกรม ขณะที่หน้าจอขึ้น Ready P0 นั้น ให้พิมพ์ RUN เคาะปุ่ม EXE

```
   CAPS   BASIC   DEG
RUN
 fc'=?_
```

เป็นการถามค่ากำลังอัดประลัยของทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐาน อายุ 28 วัน ทั่วๆ ไปใช้ 173 ksc. ป้อนค่า 173 เคาะปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
RUN
 fc'=?173_
```

หน้าจอมีคำถามเพิ่มเติมขึ้นมาว่า

```
CAPS   BASIC   DEG
fc'=?173
fy=?_
```

ถามค่ากำลังจุดครากของเหล็กเสริมในแผ่นพื้น ถ้าใช้เหล็กผิวเรียบ (RB) ให้ป้อน 2400 แต่ถ้าเป็นเหล็กข้ออ้อย (DB) ให้ป้อน 3000 แล้วเคาะปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
fc'=?173
fy=?3000_
```

ที่หน้าจอจะคำนวณและแสดงผลค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบมาดังนี้

```
CAPS   BASIC   DEG
fy=3000
fc=64.875 ksc
```

หน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของคอนกรีต fc = 0.375fc' <= 65 ksc. ในที่นี้ให้ fc' = 173 ksc. จึงได้ fc=64.875 ksc.<65 ksc. ใช้ตามผลที่คำนวณ กดปุ่ม EXE ต่อไป

```
CAPS   BASIC   DEG
fc=64.875 ksc
fs=1500 ksc
```

หน่วยแรงที่ยอมให้ของเหล็กเสริม fs = 0.5fy เมื่อ fy = 3000 ksc. จึงได้ fs = 1500 ksc. ตามที่กฎกระทรวงฯ ฉบับที่ 6 พ.ศ.2527 กำหนดไว้พอดี กดปุ่ม EXE ต่อไป

```
CAPS   BASIC   DEG
fs=1500 ksc
n= 10.27141244
```

อัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่น n หาได้ดังนี้

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2{,}040{,}000}{15{,}100\sqrt{f_c'}} = \frac{135.0993377}{\sqrt{f_c'}} = \frac{135.0993377}{\sqrt{173}} = 10.27141244$$

กดปุ่ม EXE แสดงต่อไป

```
CAPS   BASIC   DEG
n= 10.27141244
k= 0.3075936288
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

พารามิเตอร์แกนสะเทิน k เพราะ kd คือระยะจากผิวรับแรงอัดไปจนถึงตำแหน่งแกนสะเทินของหน้าตัดรับแรงดัด หาได้จากสูตร

$$k = \frac{1}{1+\frac{f_s}{nf_c}} = \frac{1}{1+\frac{1500}{10.27141244 \times 64.875}} = 0.3075936288$$

กดปุ่ม EXE แสดงต่อไป

```
CAPS   BASIC  DEG
k= 0.3075936288
j= 0.8974687904
```

พารามิเตอร์แขนโมเมนต์ j เพราะ jd คือระยะห่างของแรงคู่ควบซึ่งประกอบด้วยแรงดึง $T = f_sA_s$ ในเหล็กรับแรงดึง และแรงอัด $C = 0.5f_ckbd$ ในคอนกรีต เมื่อคูณแรงใดแรงหนึ่งกับระยะ jd จะเป็นโมเมนต์ที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดคานนั้น ทั้งนี้

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.3075936288}{3} = 0.8974687904$$

กดปุ่ม EXE แสดงต่อไป

```
CAPS   BASIC  DEG
j= 0.8974687904
R= 8.954556183 ksc
```

พารามิเตอร์โมเมนต์สมดุล $R = 0.5f_ckj$ เมื่อการเสริมเหล็กในหน้าตัดมีปริมาณพอเหมาะที่ทำให้ขณะรับโมเมนต์จนถึง $M_c = Rbd^2$ หน่วยแรงในคอนกรีตถึงค่า $f_c = 0.375f_c'$ พอดี และหน่วยแรงในเหล็กรับแรงดึงถึงค่า $f_s = 0.5f_y$ พอดีเช่นกัน สภาพนี้เรียก *สภาพสมดุล* ค่าของโมเมนต์ $M_c = Rbd_2$ เรียก*โมเมนต์สมดุล* และค่าคงที่ R เรียกว่า *พารามิเตอร์โมเมนต์สมดุล* กดปุ่ม EXE แสดงต่อไป

```
CAPS   BASIC  DEG
R= 8.954556183 ksc
1=1&2way,2=Cantilever?_
```

ให้เลือกชนิดของแผ่นพื้น หากกดเลข 1 กดปุ่ม EXE เป็นการเลือกแผ่นพื้นทางเดียวหรือสองทางซึ่งมีคานรองรับทั้งสี่ขอบและพื้นต้องเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หากไม่เป็นก็ต้องกะให้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ได้ หรือถ้ากดเลข 2 กดปุ่ม EXE เป็นการเลือกแผ่นพื้นยื่นซึ่งมักจะมีคานรองรับขอบเดียว

ในที่นี้จะเลือกการออกแบบแผ่นพื้นทางเดียวหรือสองทางก่อน กดเลข 1 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
1=1&2way,2=Cantilever?1_
Live load,w(kg/sq.m)=?_
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกจรบนแผ่นพื้น เช่นบ้านพักอาศัย 150 kg/m^2 อาคารชุด, โรงแรม, หอพัก ในส่วนพักอาศัย 200 kg/m^2 ทางเดิน โถง บันได 300 kg/m^2 สมมติว่ากำลังออกแบบพื้นของแฟลตในบริเวณห้องพักใช้น้ำหนักบรรทุกจร 200 kg/m2 พิมพ์ 200 เคาะปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Live load,w(kg/sq.m)=?200_
Short edge,S(m)=?_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

แปลนของพื้นที่กำลังออกแบบซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านั้นความยาวของขอบสั้นให้สัญลักษณ์เป็น S ยาวกี่เมตร ถ้าเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวเท่ากันทั้งสี่ขอบ ก็ป้อนความยาวของขอบลงไป สมมติกรณีนี้ขอบสั้นมีความยาว 4.00 เมตร พิมพ์ 4 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Short edge,S(m)=?4_
Long edge,L(m)=?_
```

ความยาวขอบยาวของแปลนพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้า L กี่เมตร ในกรณีนี้สมมติให้ความยาวขอบยาวเป็น 4.50 เมตร พิมพ์ 4.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Long edge,L(m)=?4.5_
L=LONG EDGE
```

ให้อักษร L แทนขอบยาว กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
L=LONG EDGE
S=SHORT EDGE
```

ให้อักษร S แทนขอบสั้น กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
S=SHORT EDGE
C=CONTINUE
```

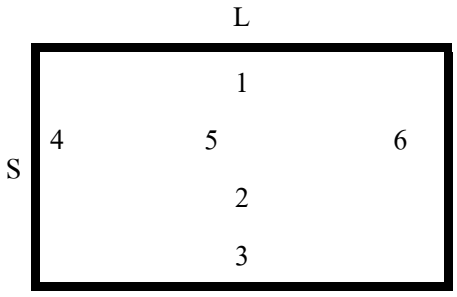
ให้อักษร C แทนขอบต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
C=CONTINUE
D=DISCONTINUE
```

ให้อักษร D แทนขอบที่ไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
D=DISCONTINUE
CASE 1 LC,LC,SC,SC
```

กรณีที่ 1 ขอบยาวต่อเนื่อง,ขอบยาวต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง ซึ่งหากเขียนเป็นรูปจะได้ดังนี้

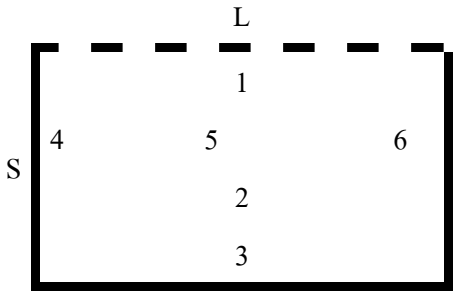


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

แนว 1-2-3 เป็นแนวของเหล็กเสริมขนานขอบสั้นซึ่งต้องแข็งแรงกว่าแนว 4-5-6 ที่เป็นแนวของเหล็กเสริมขนานขอบยาว สัมประสิทธิ์โมเมนต์จะพิจารณาให้หมายเลขที่หกค่าดังกล่าว *เส้นทึบ*แสดงขอบพื้นนี้*ต่อเนื่องกับพื้นอื่น* แต่ถ้าเป็น*เส้นประ*แสดงว่าขอบนี้*ไม่ต่อเนื่องกับพื้นอื่น* กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
CASE 1 LC,LC,SC,SC
CASE 2 LD,LC,SC,SC
```

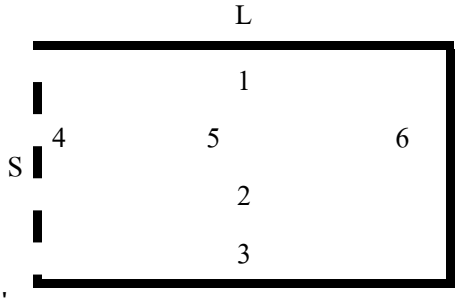
กรณีที่ 2 ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง,ขอบยาวต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง แสดงเป็นรูปได้ดังนี้



เส้นทึบต่อเนื่อง เส้นประไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
CASE 2 LD,LC,SC,SC
CASE 3 LC,LC,SD,SC
```

กรณีที่ 3 ขอบยาวต่อเนื่อง,ขอบยาวต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง แสดงเป็นรูปได้ดังนี้

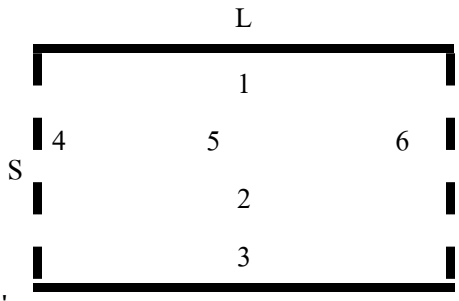


เส้นทึบต่อเนื่อง เส้นประไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
CASE 3 LC,LC,SD,SC
CASE 4 LC,LC,SD,SD
```

กรณีที่ 4 ขอบยาวต่อเนื่อง,ขอบยาวต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง แสดงเป็นรูปได้ดังนี้

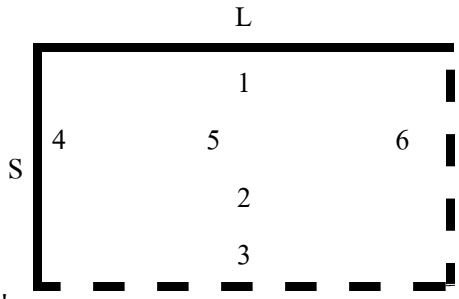
TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



เส้นทึบต่อเนื่อง เส้นประไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
CASE 4 LC,LC,SD,SD
CASE 5 LC,LD,SC,SD
```

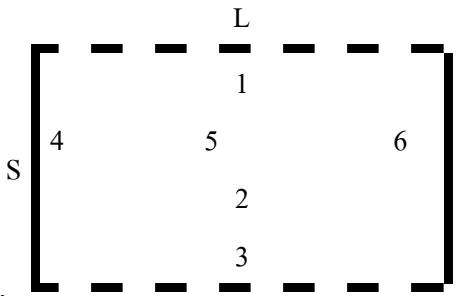
กรณีที่ 5 ขอบยาวต่อเนื่อง ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง แสดงเป็นรูปดังนี้



เส้นทึบต่อเนื่อง เส้นประไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
CASE 5 LC,LD,SC,SD
CASE 6 LD,LD,SC,SC
```

กรณีที่ 6 ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง แสดงเป็นรูปดังนี้

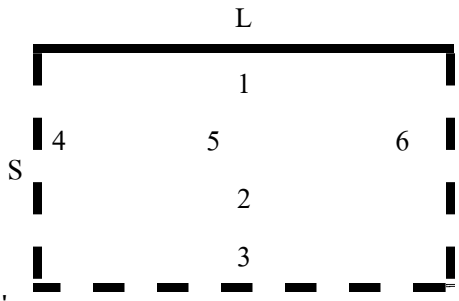


เส้นทึบต่อเนื่อง เส้นประไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
CASE 6 LD,LD,SC,SC
CASE 7 LC,LD,SD,SD
```

กรณีที่ 7 ขอบยาวต่อเนื่อง ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง แสดงเป็นรูปดังนี้

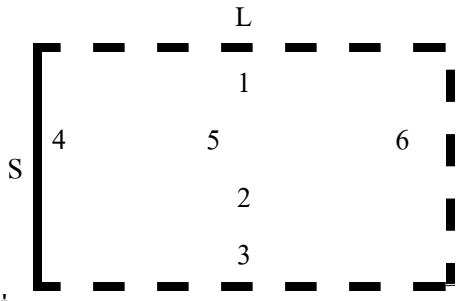
TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



เส้นทึบต่อเนื่อง เส้นประไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
CASE 7 LC,LD,SD,SD
CASE 8 LD,LD,SC,SD
```

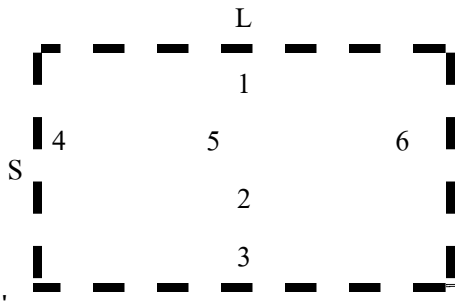
กรณีที่ 8 ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง แสดงเป็นรูปดังนี้



เส้นทึบต่อเนื่อง เส้นประไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
CASE 8 LD,LD,SC,SD
CASE 9 LD,LD,SD,SD
```

กรณีที่ 9 ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง ขอบยาวไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง,ขอบสั้นไม่ต่อเนื่อง แสดงเป็นรูปดังนี้



เส้นทึบต่อเนื่อง เส้นประไม่ต่อเนื่อง กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
CASE 9 LD,LD,SD,SD
Continuous case=?_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

พื้นที่กำลังออกแบบนั้นมีลักษณะความต่อเนื่องอย่างไรใน 9 แบบข้างต้นนั้น สมมติพื้นที่กำลังออกแบบอยู่ตรงมุมของอาคารพอดี มีความต่อเนื่องขอบยาว 1 ขอบและขอบสั้น 1 ขอบ ตรงกับกรณีที่ 5 พิมพ์เลข 5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Continuous case=?5_
Edge ratio m=S/L = 0.8888888889
```

อัตราส่วนด้านสั้นต่อด้านยาว $m = \frac{S}{L}$ มีค่า 0.8888888889 ซึ่งจะนำไปใช้คำนวณสัมประสิทธิ์โมเมนต์ที่ตำแหน่งหมายเลข 1 ถึง 3 สำหรับขอบสั้น และหมายเลข 4 ถึง 6 สำหรับขอบยาว กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Edge ratio m=S/L = 0.8888888889
C(1)=5.776896007E-02
```

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ที่ขอบหมายเลข 1 คือ $5.776896007E-02 = 5.776896007\times10^{-2} = 0.05776896007$ โมเมนต์ที่ขอบพื้นจะเป็นลบคือผิวบน (หลังคาน) เป็นแรงดึง ผิวล่างเป็นแรงอัด เหล็กเสริมจะอยู่ชิดผิวบนของพื้น กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
C(1)=5.776896007E-02
C(2)=4.347579494E-02
```

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ที่กลางพื้นหรือหมายเลข 2 คือ $4.347579494E-02 = 0.04347579494$ โมเมนต์ที่กลางพื้นจะเป็นบวกผิวบนเป็นแรงอัดผิวล่างเป็นแรงดึง เหล็กเสริมจึงอยู่ชิดผิวล่างพื้น กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
C(2)=4.347579494E-02
C(3)=2.838700105E-02
```

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ที่ขอบหมายเลข 3 คือ $2.838700105E-02 = 0.02838700105$ โมเมนต์ที่ขอบพื้นจะเป็นลบคือผิวบน (หลังคาน) เป็นแรงดึง ผิวล่างเป็นแรงอัด เหล็กเสริมจะอยู่ชิดผิวบนของพื้น กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
C(3)=2.838700105E-02
C(4)=0.049
```

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ที่ขอบหมายเลข 4 ซึ่งเป็นเหล็กขนานขอบยาว คือ 0.049 โมเมนต์ลบเหล็กชิดผิวบน กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
C(4)=0.049
C(5)=0.037
```

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ที่กลางพื้นหมายเลข 5 เป็นเหล็กขนานขอบยาว คือ 0.037 โมเมนต์บวกเหล็กชิดผิวล่าง กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
C(5)=0.037
C(6)=0.025
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ที่ขอบหมายเลข 6 เป็นเหล็กขนานขอบยาว คือ 0.025 โมเมนต์ลบ เหล็กชิดผิวบน กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
C(6)=0.025
Cshort=5.776896007E-02
```

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ของขอบสั้น คือ C(1),C(2),C(3) ที่มากที่สุดคือ 0.05776896007 จะใช้ค่านี้ในการหาโมเมนต์และปริมาณเหล็กเสริมแล้วใช้เหมือนกันทั้งสามตำแหน่งโดยใช้การงอคอม้าเส้นเว้นเส้นแล้วเสริมพิเศษแทรกกลางคอม้าบริเวณหลังคาน กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Cshort=5.776896007E-02
Clong=0.049
```

ค่าสัมประสิทธิ์โมเมนต์ของขอบยาว คือ C(4),C(5),C(6) ที่มากที่สุดคือ 0.049 จะใช้ค่านี้ในการหาโมเมนต์และปริมาณเหล็กเสริมแล้วใช้เหมือนกันทั้งสามตำแหน่งโดยใช้การงอคอม้าเส้นเว้นเส้นแล้วเสริมพิเศษแทรกกลางคอม้าบริเวณหลังคาน กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Clong=0.049
Slab thickness = 0.1 m
```

ความหนาของแผ่นพื้นที่คำนวณได้คือ 0.10 เมตร สามารถรับน้ำหนักนี้ได้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Slab thickness = 0.1 m
Short eff.depth= 0.075 m
```

ความลึกประสิทธิผลของทางด้านสั้นคือ 0.075 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Short eff.depth= 0.075 m
Long.eff.depth= 0.065 m
```

ความลึกประสิทธิผลของทางด้านยาวคือ 0.065 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Mc=503.6937853 >Mmax=406.69347
89  OK
```

โมเมนต์สมดุล Mc = 503.6937853 kg.m มากกว่าโมเมนต์สูงสุด Mmax = 406.6934789 kg.m ใช้ได้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
89  OK
M(1)= 406.6934789 kg.m
```

โมเมนต์ดัดที่ขอบ 1 เท่ากับ 406.6934789 kg.m กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
M(1)= 406.6934789 kg.m
As(1) = 4.02805444 sq.cm
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมที่ต้องการตรงตำแหน่ง 1 คือเหล็กชิดผิวบน ขนาด 4.02805444 ตารางเซนติเมตร กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

CAPS BASIC DEG
As(1) = 4.02805444 sq.cm
M(2)= 306.0695964 kg.m

โมเมนต์ดัดที่กลางพื้นด้านสั้นตำแหน่ง 2 เท่ากับ 306.0695964 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
M(2)= 306.0695964 kg.m
As(2)= 3.03143537 sq.cm

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมที่ต้องการตรงตำแหน่ง 2 กลางพื้นขนานขอบสั้น เหล็กชิดผิวล่าง เท่ากับ 3.03143537 ตารางเซนติเมตร กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
As(2)= 3.03143537 sq.cm
M(3)= 199.8444874 kg.m

โมเมนต์ดัดที่ขอบพื้นด้านสั้นหมายเลข 3 เท่ากับ 199.8444874 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
M(3)= 199.8444874 kg.m
As(3)= 1.979339519 sq.cm

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมที่ต้องการตรงตำแหน่ง 3 หลังคานขนานขอบสั้น เหล็กชิดผิวบน เท่ากับ 1.979339519 ตารางเซนติเมตร กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
As(3)= 1.979339519 sq.cm
M(4)= 344.96 kg.m

โมเมนต์ดัดที่ขอบหมายเลข 4 ขนานขอบยาว เท่ากับ 344.96 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
M(4)= 344.96 kg.m
As(4)= 3.942255508 sq.cm

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมตำแหน่งหมายเลข 4 ขอบคานขนานขอบยาว เหล็กชิดผิวบน เท่ากับ 3.942255508 ตารางเซนติเมตร กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
As(4)= 3.942255508 sq.cm
M(5)= 260.48 kg.m

โมเมนต์ดัดที่กลางพื้นตำแหน่งหมายเลข 5 ขนานขอบยาว เท่ากับ 260.48 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
M(5)= 260.48 kg.m
As(5)= 2.976805179 sq.cm

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมที่ต้องการตรงตำแหน่งหมายเลข 5 ขนานขอบยาว เหล็กชิดผิวล่าง เท่ากับ 2.976805179 ตารางเซนติเมตร กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
As(5)= 2.976805179 sq.cm
M(6)= 176 kg.m

โมเมนต์ดัดที่ขอบพื้นตำแหน่งหมายเลข 6 ขนานขอบยาว เท่ากับ 176 kg.m กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
M(6)= 176 kg.m
As(6)= 2.011354851 sq.cm
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมที่ต้องการตรงตำแหน่งหมายเลข 6 ขนานขอบยาว เหล็กชิดผิวบน เท่ากับ 2.011354851 ตารางเซนติเมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
As(6)= 2.011354851 sq.cm
minAs= 2.5 sq.cm
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมน้อยที่สุดตามมาตรฐานกำหนดคือ 2.5 ตารางเซนติเมตร ซึ่งค่าที่คำนวณได้อาจจะน้อยกว่านี้ให้ใช้ค่านี้แทน กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
minAs= 2.5 sq.cm
Do you finish?(Y/N)?
```

ถามว่าออกแบบเสร็จหรือยัง หากจะออกแบบแผ่นพื้นอื่นต่อไปให้กดตัว N กดปุ่ม EXE แต่ถ้าจะเลิกการออกแบบให้กดตัว Y กดปุ่ม EXE ซึ่งกรณีหลังนี้ถ้าจะออกแบบแผ่นพื้นอีกต้องไปสั่ง RUN มาใหม่แต่ต้น สมมติตอนนี้จะเลิกงานไปก่อน กดตัว Y กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Do you finish?(Y/N)?Y
Ready P0
```

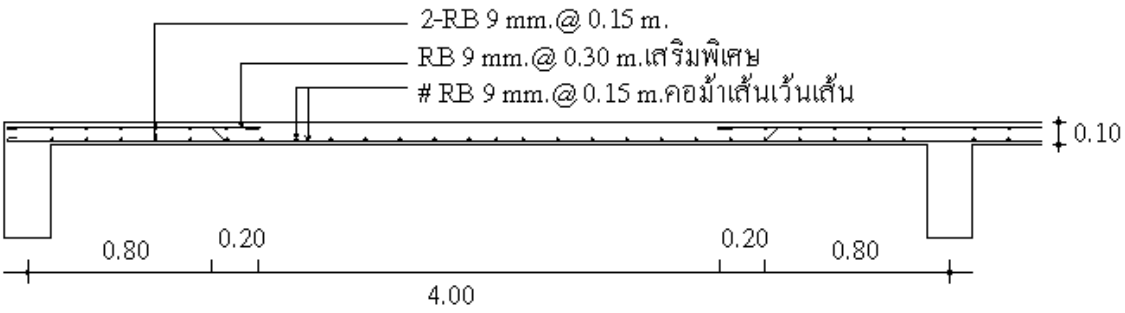
เครื่องจะบอกว่า โปรแกรม P0 ทำงานเสร็จและยังพร้อมจะให้ใช้งานได้

จากผลการออกแบบนี้ นำไปเขียนแบบแสดงพื้นได้ โดยเลือกเหล็ก RB 9 mm. แต่ละเส้นมีเนื้อที่ 0.636 cm^2 ระยะเรียงของเหล็กหาจากเนื้อที่เหล็ก 1 เส้นคือ 0.636 cm^2 หารด้วยเนื้อที่หน้าตัดที่ต้องการ (มากสุด) คือ A_{s1} = 4.028 cm^2 ดังนี้

$$s = \frac{0.636}{4.028} = 0.158 \text{ cm.}$$ ใช้ 0.15 เมตร

การจัดเหล็กจะให้เหล็กล่างช่วงกลางพื้นระยะห่าง 0.15 เมตร งอคอม้าขึ้นไปหลังคานเส้นเว้นเส้น ทำให้เหล็กบนบริเวณหลังคานมีระยะห่าง 0.30 เมตร จุดเริ่มงอคอม้าที่ระยะ $\frac{1}{5}$ ของช่วงยาวขอบพื้นวัดจากศูนย์กลางคาน จากนั้นเสริมพิเศษหลังคานที่ระยะ 0.30 เมตรแทรกกลางของเหล็กที่งอคอม้าขึ้นมานั้น ทำให้ระยะเรียงเป็น 0.15 เมตร ปลายของเหล็กเสริมพิเศษให้ห่างจากศูนย์กลางคานเป็นระยะ $\frac{1}{4}$ ของช่วงยาวขอบพื้น รายละเอียดพื้นดังหน้าถัดไป

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



S-1

รูปแสดงรายละเอียดแผ่นพื้นที่ออกแบบ

ต่อไปลองออกแบบแผ่นพื้นยื่น เลื่อนปุ่ม POWER ไปที่ ON กดปุ่ม MODE กดเลข 1 หน้าจอขึ้นดังนี้

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9          25398B
Ready P0
```

โปรแกรม P0 พร้อมใช้งานอยู่แล้ว พิมพ์ RUN เคาะปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P0
RUN_
```

ป้อนค่า fc' = 173 กดปุ่ม EXE ป้อนค่า fy = 2400 กดปุ่ม EXE แสดงค่าของ fc = 64.875 ksc. ค่า fs = 1200 ksc. ค่า n = 10.27141244 ค่า k = 0.357036498 ค่า j = 0.880987834 ค่า R = 10.20304731 ksc จนถามชนิดแผ่นพื้น

```
CAPS   BASIC  DEG
R = 10.20304731 ksc
1=1&2way,2=Cantilever?_
```

พิมพ์เลข 2 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
1=1&2way,2=Cantilever?2_
CANTILEVER RC SLAB DESIGN
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
CANTILEVER RC SLAB DESIGN
Live load(kg/m)=?_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ป้อนน้ำหนักบรรทุกจร พื้นยื่นมักจะเป็นกันสาดซึ่งตามกฎหมายให้ใช้น้ำหนักบรรทุกจร 100 kg/m^2 พิมพ์ 100 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Live load(kg/m)=?100_
Span length(m)=?_
```

ความยาวของพื้น ในที่นี้ใช้ 1.20 เมตร พิมพ์ 1.20 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Span length(m)=?1.20_
P End(kg)=?_
```

ในบางกรณีที่ปลายพื้นมีการยกขอบเหมือนเป็นคานหลอก จะต้องหาน้ำหนักของคานเหมือนกับเป็นแรงกระทำเป็นจุดบนปลายพื้น เช่นตัวอย่างนี้ยกขอบขึ้น 0.30 เมตร หนา 0.10 เมตร แรง P คือน้ำหนักคานขอบ

$$P = 2400 \times 0.10 \times 0.30 = 72 \text{ kg.}$$

พิมพ์ 72 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
P End(kg)=?72_
Slab thickness= 0.1 m
```

โปรแกรมพยายามหาความหนาของพื้นให้ โดยเริ่มจาก 0.10 เมตร ซึ่งพอดีรับได้ จึงแสดงผลออกทางจอภาพ กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Slab thickness= 0.1 m
Distributed load,w= 340 kg/m
```

แสดงน้ำหนักบรรทุกแผ่บนพื้นที่ตัดมากว้าง 1 เมตร ขนาด 340 kg/m กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Distributed load,w= 340 kg/m
Max.moment= 331.2 kg.m
```

โมเมนต์ดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น 331.2 kg.m กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Max.moment= 331.2 kg.m
Mc= 573.921411 kg.m
```

โมเมนต์สมดุล Mc = 573.921411 kg.m ซึ่งมากกว่าโมเมนต์สูงสุด กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Mc= 573.921411 kg.m
Max.shear= 480 kg
```

แรงเฉือนสูงสุด 480 kg กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Max.shear= 480 kg
Main As= 4.177129193 sq.cm
```

เหล็กเสริมหลักวางชิดผิวบนขนานแนว 1.20 เมตร ปริมาณ 4.177 ตารางเซนติเมตร หากใช้เหล็ก RB 9 mm. แต่ละเส้นมี As = 0.636 ตารางเซนติเมตร จะมีระยะเรียงอย่างน้อย

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

$$s = \frac{0.636}{4.177} = 0.152 \text{ m.}$$ ใช้ 0.15 m.

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Main As= 4.177129193 sq.cm
Temp.As= 2.5 sq.cm
```

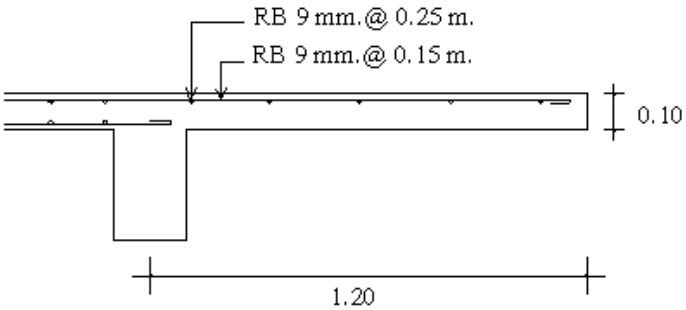
เหล็กเสริมกันร้าวขนานขอบยาวของพื้น ปริมาณ 2.5 ตารางเซนติเมตร เหล็ก RB 9 mm. ระยะเรียง 0.2544 เมตร ใช้ 0.25 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Temp.As= 2.5 sq.cm
Do you finish?(Y/N)?
```

ออกแบบพื้นหมดหรือยัง ถ้ายังต้องออกแบบต่อไปให้กด N แล้วกดปุ่ม EXE แต่ถ้าหมดแล้วกดปุ่ม Y กดปุ่ม EXE สมมติว่ากดปุ่ม Y กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Do you finish?(Y/N)?Y
Ready P0
```

หน้าจอบอกว่าโปรแกรม P0 พร้อมใช้งาน ให้เขียนรายละเอียดของแผ่นพื้นดังตัวอย่าง



S-2

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

โปรแกรม STAIR.BAS

เลื่อนปุ่ม POWER ไปที่ ON เพื่อเปิดเครื่อง กดปุ่ม MODE ที่มุมบนขวาของเครื่อง ตามด้วยปุ่มเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งใน CASIO FX-880P นั้นแบ่งเป็นส่วนๆ จาก P0 ถึง P9 รวมทั้งหมด 10 โปรแกรม หน่วยความจำเริ่มต้นมี 32 KB หากจะใช้โปรแกรม R.C.DESIGN ให้ครบควรจะเพิ่มหน่วยความจำอีก 32 KB โปรแกรมออกแบบโครงสร้าง ค.ส.ล. จะมีตั้งแต่ P0 ถึง P4

เมื่อต้องการออกแบบบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้กดปุ่มสีขาวตัวหนังสือ S สีแดงแล้วตามด้วยปุ่มเลข 1 ซึ่งมีข้อความ P1 สีแดงด้านบน ที่หน้าจอจะขึ้นว่า

```
CAPS   BASIC   DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P1
```

ดูรายละเอียดของโปรแกรมโดย พิมพ์ LIST กดปุ่ม EXE หรืออาจจะกดปุ่มขาวตัว S สีแดง แล้วตามด้วยปุ่มตัว L ซึ่งมีตัวหนังสือสีแดง LIST อยู่ด้านบน จากนั้นกดปุ่ม EXE จะได้ผลอย่างเดียวกัน

```
10 CLEAR
20 CLS
30 P1=3.141592654
40 PRINT “RC STAIR DESIGN”
50 INPUT “Concrete,fc’=”;FU
60 INPUT “Steel,fy=”;FY
70 INPUT “Stirrup,fv=”;FV
80 WC=2.33
90 EC=4270*WC^1.5*SQR(FU)
100 N=2040000/EC
110 FC=0.375*FU
120 IF (FC>65) THEN LET FC=65
130 FS=0.5*FY
140 IF(FS>1700) THEN LET FS=1700
150 K=1/(1+FS/N/FC)
160 J=1-K/3
170 R=0.5*FC*K*J
180 V1=0.29*SQR(FU)
190 PRINT “Es=2040000 ksc”
200 PRINT “Ec=4270Wc^1.5*SQR(fc’)”
210 PRINT “Ec=”;EC;”ksc”
220 PRINT “n=Es/Ec=”;N
230 PRINT “fc=0.375fc’=”;FC;”ksc”
240 PRINT “fs=0.5fy=”;FS;”ksc”
250 PRINT “k=1/(1+fs/n/fc)=”;K
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
260 PRINT “j=1-k/3=”;J
270 PRINT “R=0.5fc.k.j=”;R;”ksc”
280 PRINT “vc=0.29*SQR(fc’)=”;V1;”ksc”
290 PRINT “1=Architec,2=Flat,3=Sawtooth,   4=End”;
300 INPUT N1
310 IF (N1=1) THEN GOTO 360
320 IF (N1=2) THEN GOTO 680
330 IF (N1=3) THEN GOTO 870
340 IF (N1=4) THEN END
350 GOTO 290
360 INPUT “Floor height(m)=”;HGT
370 INPUT “Span length(m)=”;SPN
380 INPUT “Tread(>0.22m)=”;HSTP
390 N1=1+INT(HGT/0.175)
400 PRINT “No.of step=”;N1
410 INPUT “Use no.of step=”;N2
420 IF (N2<=0) THEN GOTO 400
430 VSTP=HGT/N2
440 PRINT “Riser=”;VSTP;”m”
450 IF (HGT<=2) THEN LET N3=0:LW=SPN-(N2-1)*HSTP:GOTO 540
460 IF (HGT>2) AND (HGT<=4) THEN LET N3=1:N4=INT(N2/2)
      :N5=N2-N4
470 IF (HGT>2) AND (HGT<=4) THEN LET LW1=SPN-(N4-1)*HSTP
480 IF (HGT>2) AND (HGT<=4) THEN GOTO 560
490 IF (HGT>4) AND (HGT<=6) THEN LET N3=2:N4=INT(N2/3):N5=N4
500 IF (HGT>4) AND (HGT<=6) THEN LET N6=N2-2*N4
      :LW1=(SPN-(N4-1)*HSTP)/2
510 IF (HGT>4) AND (HGT<=6) THEN LET LW2=(SPN-(N5-1)*HSTP)/2
520 IF (HGT>4) AND (HGT<=6) THEN GOTO 610
530 IF (HGT>6) THEN PRINT “TOO HIGH FLOOR”:GOTO 290
540 PRINT “LANDING 1=”;LW1;”m”
550 GOTO 250
560 PRINT “No.OF LANDING=1”
570 PRINT “No.OF STEP 1=”;N4
580 PRINT “No.OF STEP 2=”;N5
590 PRINT “LANDING WIDTH=”;LW1;”m”
600 GOTO 290
610 PRINT “No.OF LANDING=2”
620 PRINT “No.OF STEP 1=”;N4
630 PRINT “No.OF STEP 2=”;N5
640 PRINT “No.OF STEP 3=”;N6
650 PRINT “LANDING WIDTH 1=”;LW1;”m”
660 PRINT “LANDING WIDTH 2=”;LW2;”m”
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
670 GOTO 290
680 INPUT “LIVE LOAD(kg/sq.m)=”;LL
690 INPUT “SPAN(m)=”;SPN
700 INPUT ”Tread(>=0.22m)=”;HSTP
710 INPUT “Riser(<=0.20m)=”;VSTP
720 FOR T=10 TO 50
730 T1=T/100:DL=1200*(VSTP+2*T1*SQR(1+(VSTP/HSTP)^2))
740 DL=DL*(1-LW1/SPN)+2400*T1*LW1/SPN
750 TL=LL+DL:MO=TL*SPN^2/8:MR=R*(T-3)^2
760 IF (MR>=MO) THEN GOTO 780
770 NEXT T
780 PRINT “MIN.THICKNESS=”;T1;”m”
790 INPUT “USE MIN.THICK=”;T2
800 IF (T2<0.75*T1) THEN GOTO 780
810 IF (T2>0.5) THEN GOTO 780
820 T1=T2:T=T1*100
830 DL=1200*(VSTP+2*T1*SQR(1+(VSTP/HSTP)^2))
840 DL=DL*(1-LW1/SPN)+2400*T1*LW1/SPN
850 TL=LL+DL:MO=TL*SPN^2/8:MR=R*(T-3)^2
860 GOTO 1050
870 INPUT “LIVE LOAD(kg/sq.m)=”;LL
880 INPUT “SPAN(m)=”;SPN
890 INPUT “Tread(m)=”;HSTP
900 INPUT “Riser(m)=”;VSTP
910 FOR T=10 TO 50
920 T1=T/100:DL=2400*(VSTP-(VSTP-T1)*(1-T1/HSTP))
930 DL=DL*(1-LW1/SPN)+2400*T1*LW1/SPN
940 TL=LL+DL:MO=TL*SPN^2/8:MR=R*(T-3)^2
950 IF (MR>=MO) THEN GOTO 970
960 NEXT T
970 PRINT “MIN.THICKNESS=”;T1;”m”
980 INPUT “USE MIN.THICK=”;T2
990 IF (T2<0.75*T1) THEN GOTO 970
1000 IF (T2>0.5) THEN GOTO 970
1010 T1=T2:T=T1*100
1020 DL=2400*(VSTP-(VSTP-T1)*(1-T1/HSTP)
1030 DL=DL*(1-LW1/SPN)+2400*T1*LW1/SPN
1040 TL=LL+DL:MO=TL*SPN^2/8:MR=R*(T-3)^2
1050 IF (MO<=MR) THEN LET SA1=MO/FS/J/(T-3)*100:SA2=0
1060 IF (MO>MR) THEN LET FS1=2*FS*(K-3/(T-3))/(1-K)
1070 IF (MO>MR) AND (FS1>FS) THEN LET FS1=FS
1080 IF (MO>MR) THEN LET SA1=MR/FS/(T-3)*100
       +(MO-MR)/FS/(T-6)*100
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
1090 IF (MO>MR) THEN LET SA2=(MO-MR)/FS1/(T-6)*100
1100 PRINT “DEAD LOAD=”;DL;”kg/sq.m”
1110 PRINT “TOTAL LOAD=”;TL;”kg/sq.m”
1120 PRINT “MAX.MOMENT=”;MO;”kg.m/m”
1130 PRINT “RESIST.MOMENT=”;MR;”kg.m/m”
1140 PRINT “TENS.STEEL=”;SA1;”sq.cm”
1150 PRINT “COMP.STEEL=”;SA2;”sq.cm”
1160 GOTO 290
```

ในการใช้งานโปรแกรมออกแบบบันได ขณะที่หน้าจอขึ้น Ready P1 ให้พิมพ์ RUN แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P1
```

พิมพ์ RUN แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P1
RUN_
```

หน้าจอแรกที่แสดง

```
CAPS   BASIC  DEG
 RC STAIR DESIGN
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 RC STAIR DESIGN
 Concrete,fc’=?_
```

ป้อนหน่วยแรงอัดประลัยของทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐานที่อายุ 28 วัน ตอนนี้ให้ป้อน 173 แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 Concrete,fc’=?173
 Steel,fy=?_
```

ป้อนหน่วยแรงจุดครากของเหล็กเสริม สมมติว่าเลือกใช้เหล็กกลมผิวเรียบ ซึ่งมี fy = 2400 ksc. ป้อน 2400 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 Steel,fy=?2400
 Stirrup,fv=?_
```

ป้อนหน่วยแรงดึงทแยงที่ยอมให้ของเหล็กปลอก ในที่นี้ให้ใช้ fv = 1200 ksc. ป้อน 1200 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 Stirrup,fv=?1200
 Es=2040000 ksc
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

แสดงโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม กดปุ่ม EXE ผ่านไป

```
CAPS    BASIC   DEG
Es=2040000 ksc
Ec=4270Wc^1.5*SQR(fc')
```

แสดงสูตรคำนวณหาโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Ec=4270Wc^1.5*SQR(fc')
Ec=199749.0894 ksc
```

ผลการคำนวณโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Ec=199749.0894 ksc
n=Es/Ec=10.21281252
```

อัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่นเหล็กต่อคอนกรีต กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
n=Es/Ec=10.21281252
fc=0.375fc'=64.875 ksc
```

แสดงหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของคอนกรีต กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
fc=0.375fc'=64.875 ksc
fs=0.5fy=1200 ksc
```

แสดงหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของเหล็กเสริม กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
fs=0.5fy=1200 ksc
k=1/(1+fs/n/fc)=0.3557241428
```

แสดงพารามิเตอร์แกนสะเทิน k กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
k=1/(1+fs/n/fc)=0.3557241428
j=1-k/3=0.8814252857
```

แสดงพารามิเตอร์แขนโมเมนต์ j กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
j=1-k/3=0.8814252857
R=0.5fc.k.j= 10.17059175 ksc
```

แสดงพารามิเตอร์โมเมนต์สมดุล กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
vc=0.29*SQR(fc')=3.814354467 ksc
```

แสดงหน่วยแรงเฉือนแบบคานที่ยอมให้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
1=Architect,2=Flat,3=Sawtooth,
4=End?_
```

แสดงตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วย

กดเลข 1 ออกแบบทางสถาปัตยกรรม

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

กดเลข 2 ออกแบบบันไดห้องเรียบ

กดเลข 3 ออกแบบบันไดพับผ้า

กดเลข 4 เลิกงาน

ทดลองกดเลข 1 แล้วกดปุ่ม EXE เพื่อออกแบบทางสถาปัตยกรรม

```
CAPS   BASIC   DEG
4=End?_
Floor height(m)=?_
```

ถามความสูงจากชั้นล่างถึงชั้นบน โปรแกรมดักไว้ไม่ให้สูงเกิน 6 เมตร ในที่นี้สมมติใช้ความสูง 5 เมตร ป้อน 5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Floor height(m)=?5
Span length(m)=?_
```

ช่วงความยาวที่บันไดพาดอยู่ สมมติใช้ 4.50 เมตร ป้อน 4.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Span length(m)=?4.5
Tread(>0.22m)=?_
```

ระยะลูกนอนของขั้นบันไดต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.22 เมตร (กฎกระทรวงฯ ฉบับที่ 6) ที่เดินสบายพอควรคือ 0.25 เมตร และไม่ควรเกิน 0.30 เมตร ในที่นี้ป้อน 0.25 แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Tread(>0.22m)=?0.25
No.of step= 29
```

จำนวนลูกตั้งของบันไดจะมีทั้งหมด 29 ขั้น กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
No.of step= 29
Use no.of step=?_
```

ถามจำนวนขั้นบันไดที่จะใช้จริง สมมติใช้ตามค่าที่คำนวณได้คือ 29 ป้อนเลข 29 แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Use no.of step=29
Riser= 0.1724137931 m
```

แสดงขนาดของลูกตั้ง 0.172 เมตร ซึ่งใกล้เคียงค่าที่เดินสบาย ลูกตั้ง 0.175 เมตร แต่ถ้าเป็นโรงเรียนอนุบาลหรือบ้านพักคนชราควรจะให้ลูกตั้งไม่เกิน 0.15 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
Riser= 0.1724137931 m
No.OF LANDING=2
```

จะต้องมีชานพักสองชานพัก กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC   DEG
No.OF LANDING=2
No.OF STEP 1= 9
```

จำนวนขั้นลูกตั้งในช่วงที่ 1 กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage

TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
No.OF STEP 1= 9
No.OF STEP 2= 9
```

จำนวนขั้นลูกตั้งในช่วงที่ 2 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
No.OF STEP 2= 9
No.OF STEP 3= 11
```

จำนวนขั้นลูกตั้งในช่วงที่ 3 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
No.OF STEP 3= 11
LANDING WIDTH 1= 1.25 m
```

ความกว้างของชานพักที่ 1 เท่ากับ 1.25 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
LANDING WIDTH 1= 1.25 m
LANDING WIDTH 2= 1.25 m
```

ความกว้างของชานพักที่ 2 เท่ากับ 1.25 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
1=Architect,2=Flat,3=Sawtooth,
4=End?_
```

กลับมาเลือกเรื่องที่จะออกแบบ ต่อไปกดเลข 2 กดปุ่ม EXE ออกแบบบันไดห้องเรียบ

```
CAPS    BASIC   DEG
4=End?2
LIVE LOAD(kg/sq.m)=?_
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกจรในหน่วย kg/m^2 อาคารพักอาศัย 300 kg/m^2 ในที่นี้พิมพ์ 300 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
LIVE LOAD(kg/sq.m)=?300
SPAN(m)=?_
```

ช่วงยาวการพาดของบันได พิมพ์ 4.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN(m)=?4.5
Tread(>=0.22 m)=?_
```

ขนาดลูกนอนของขั้นบันไดไม่น้อยกว่า 0.22 เมตร พิมพ์ 0.25 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Tread(>=0.22 m)=?0.25
Riser(<=0.20 m)=?_
```

ขนาดลูกตั้งของขั้นบันไดไม่เกิน 0.20 เมตร พิมพ์ 0.172 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Riser(<=0.20 m)=?0.172
MIN.THICKNESS= 0.19 m
```

โปรแกรมพยายามหาความหนาที่เหมาะสมให้ สักครู่บอกว่าความหนาต่ำสุดคือ 0.19 เมตร กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
MIN.THICKNESS= 0.19 m
USE MIN.THICK=?";_
```

ถามว่าจะใช้ความหนาบันไดนั้นจะใช้เท่าใด พิมพ์ 0.20 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
USE MIN.THICK=?";0.20
DEAD LOAD = 703.1887924 kg/sq.m
```

น้ำหนักบันไดซึ่งรวมขั้นบันไดด้วย กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
DEAD LOAD = 703.1887924 kg/sq.m
TOTAL LOAD= 1003.188792 kg/sq.m
```

บอกน้ำหนักบรรทุกรวม กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
TOTAL LOAD= 1003.188792 kg/sq.m
MAX.MOMENT=2539.321631 kg.m/m
```

บอกโมเมนต์ดัดสูงสุด กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
RESIST. MOMENT= 2939.301015 kg.m/m
```

โมเมนต์ต้านทานของหน้าตัดที่สภาวะสมดุล กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG

 TENS.STEEL= 14.12218966 sq.cm
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงที่ต้องการ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
 TENS.STEEL= 14.12218966 sq.cm
COMP.STEEL= 0  sq.cm
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัดที่ต้องการ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
1=Architect,2=Flat,3=Sawtooth,
4=End?_
```

กลับมาเลือกงานออกแบบ ต่อไปลองออกแบบบันไดพับผ้า พิมพ์เลข 3 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
4=End?3
LIVE LOAD(kg/sq.m)=?_
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกจร ให้พิมพ์ 300 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
LIVE LOAD(kg/sq.m)=?300
SPAN(m)=?_
```

ป้อนช่วงยาวบันได ให้พิมพ์ 4.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN(m)=?4.5
Tread(m)=?_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ป้อนลูกนอน พิมพ์ 0.25 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Tread(m)=?0.25
Riser(m)=?_
```

ป้อนลูกตั้ง พิมพ์ 0.172 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Riser(m)=?0.172
MIN.THICKNESS= 0.17 m
```

บอกความหนาต่ำสุด (เมื่อมีเฉพาะเหล็กรับแรงดึง) กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
MIN.THICKNESS= 0.17 m
USE MIN.THICK=?_
```

จะใช้ความหนาเท่าใด พิมพ์ 0.18 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
USE MIN.THICK=?0.18
DEAD LOAD= 422.016 kg/sq.m
```

แสดงน้ำหนักบรรทุกคงที่ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
DEAD LOAD= 422.016 kg/sq.m
TOTAL LOAD= 722.016 kg/sq.m
```

แสดงน้ำหนักบรรทุกรวม กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
TOTAL LOAD= 722.016 kg/sq.m
MAX.MOMENT= 1827.603 kg.m/m
```

แสดงโมเมนต์ดัดสูงสุด กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
RESIST.MOMENT= 2288.383143 kg.m/m
```

แสดงโมเมนต์ที่รับได้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG

TENS.STEEL= 11.51924067 sq.cm
```

แสดงเหล็กเสริมรับแรงดึงที่ต้องการ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
TENS.STEEL= 11.51924067 sq.cm
COMP.STEEL= 0 sq.cm
```

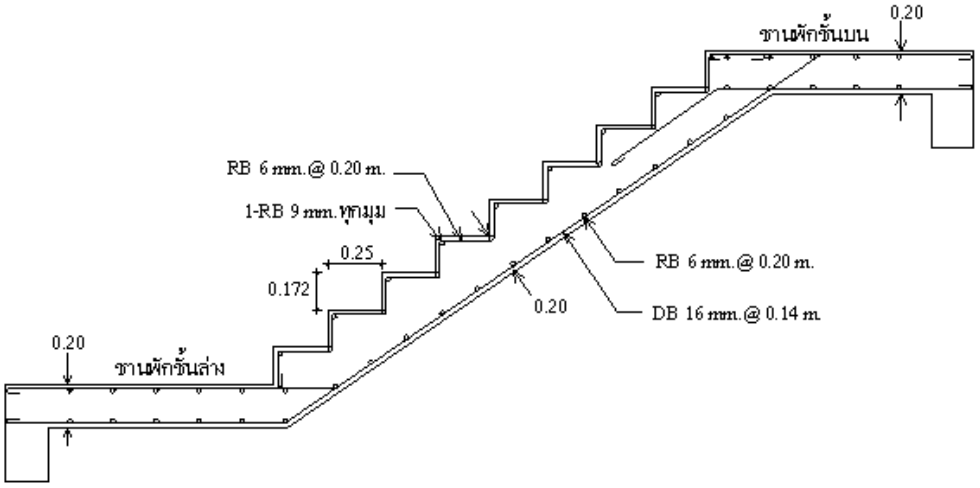
แสดงเหล็กเสริมรับแรงอัดที่ต้องการ (ไม่มี) กดปุ่ม EXE

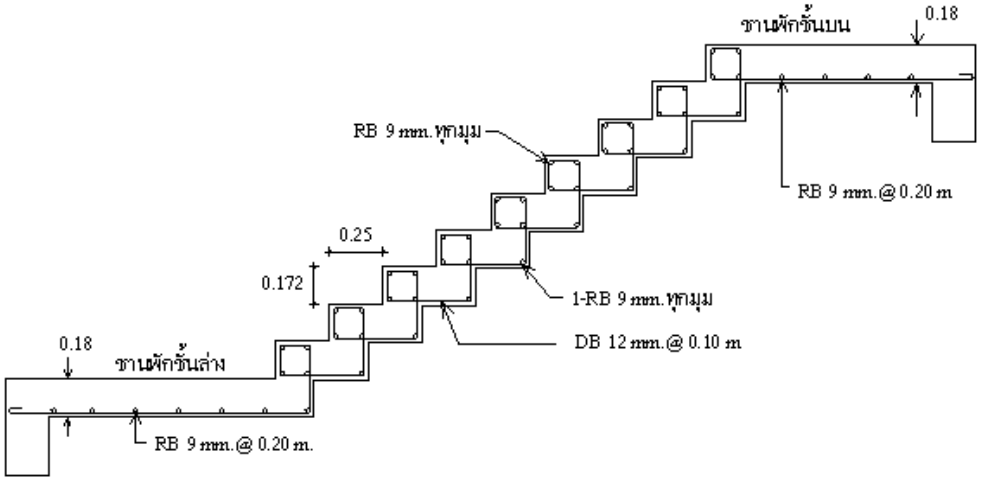
```
CAPS    BASIC   DEG
1=Architect,2=Flat,3=Sawtooth,
4=End?_
```

กลับมาตัวเลือกงานออกแบบ จะเลิกการออกแบบพิมพ์เลข 4 กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

CAPS BASIC DEG
4=End?4
Ready P1





TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

โปรแกรม BEAM.BAS

เลื่อนปุ่ม POWER ไปที่ ON เพื่อเปิดเครื่อง กดปุ่ม MODE ที่มุมบนขวาของเครื่อง ตามด้วยปุ่มเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งใน CASIO FX-880P นั้นแบ่งเป็นส่วนๆ จาก P0 ถึง P9 รวมทั้งหมด 10 โปรแกรม หน่วยความจำเริ่มต้นมี 32 KB หากจะใช้โปรแกรม R.C.DESIGN ให้ครบควรจะเพิ่มหน่วยความจำอีก 32 KB โปรแกรมออกแบบโครงสร้าง ค.ส.ล. จะมีตั้งแต่ P0 ถึง P4

เมื่อต้องการวิเคราะห์ออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้กดปุ่มสีขาวตัวหนังสือ S สีแดงแล้วตามด้วยปุ่มเลข 2 ซึ่งมีข้อความ P2 สีแดงด้านบน ที่หน้าจอจะขึ้นว่า

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P2
```

ดูรายละเอียดของโปรแกรมโดย พิมพ์ LIST กดปุ่ม EXE หรืออาจจะกดปุ่มขาวตัว S สีแดง แล้วตามด้วยปุ่มตัว L ซึ่งมีตัวหนังสือสีแดง LIST อยู่ด้านบน จากนั้นกดปุ่ม EXE จะได้ผลอย่างเดียวกัน

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P2
 LIST
```

```
10  CLS
20  INPUT “1=>Beam analysis,2=>Beam design”;Z9
30  CLS
40  IF (Z9=1) THEN GOTO 70
50  IF (Z9=2) THEN GOTO 1570
60  GOTO 20
70  CLEAR
80  CLS
90  PRINT “*** BEAM ANALYSIS ***”
100  PJ=3.1415926
110  INPUT “Number of span in support=”;N
120  DIM L(N+2),W(N+2),P(N+2,3),D(N+2,3)
130  DIM F1(N+2),F2(N+2),K(N+2,3)
140  DIM ML(N+2),MM(N+2),MR(N+2),VL(N+2),VR(N+2),V(8),R(N+1)
150  FOR I=0 TO N+1
160  A$=”SPAN(“+STR$(I)+”)=”
170  PRINT A$;
180  INPUT L(I)
190  IF (L(I)=0) THEN LET W(I)=0:P(I,1)=0:P(I,2)=0:P(I,3)=0
200  IF (L(I)=0) THEN LET D(I,1)=0:D(I,2)=0:D(I,3)=0:GOTO 520
210  A$=”Distributed load,w(kg/m)=”
220  PRINT A$;
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
230  INPUT W(I)
240  IF (W(I)=0) THEN GOTO 210
250  A$="Point load,P("+STR$(I)+",1)="
260  PRINT A$;
270  INPUT P(I,1)
280  IF (P(I,1)=0) THEN LET P(I,2)=0:P(I,3)=0:D(I,1)=L(I)
290  IF (P(I,1)=0) THEN LET D(I,2)=L(I):D(I,3)=L(I):GOTO 520
300  A$="Distance from left end,d("+STR$(I)+",1)="
310  PRINT A$;
320  INPUT D(I,1)
330  IF (D(I,1)<0) OR (D(I,1)>L(I)) THEN GOTO 300
340  A$="Point load,P("+STR$(I)+",2)="
350  PRINT A$;
360  INPUT P(I,2)
370  IF (P(I,2)=0) THEN LET P(I,3)=0:D(I,2)=L(I):D(I,3)=L(I):GOTO 520
380  A$="Distance from left end,d("+STR$(I)+"),2)="
390  PRINT A$;
400  INPUT D(I,2)
410  IF (D(I,2)<D(I,1)) THEN GOTO 250
420  IF (D(I,2)<0) OR (D(I,2)>L(I)) THEN GOTO 380
430  A$="Point load,P("+STR$(I)+",3)="
440  PRINT A$;
450  INPUT P(I,3)
460  IF (P(I,3)=0) THEN LET D(I,3)=L(I):GOTO 520
470  A$="Distance from left end,d("+STR$(I)+",3)="
480  PRINT A$;
490  INPUT D(I,3)
500  IF (D(I,3),D(I,2)) THEN GOTO 250
510  IF (D(I,3)<0) OR (D(I,3)>L(I)) THEN GOTO 470
520  NEXT I
530  ML(1)=-0.5*W(0)*L(0)^2-P(0,1)*(L(0)-D(0,1))
540  ML(1)=ML(1)-P(0,2)*(L(0)-D(0,2))-P(0,3)*(L(0)-D(0,3))
550  I=N+1
560  ML(I)=-0.5*W(I)*L(I)^2-P(I,1)*D(I,1)
570  ML(I)=ML(I)-P(I,2)*D(I,2)-P(I,3)*D(I,3)
580  IF (N=1) THEN GOTO 880
590  FOR I=1 TO N
600  IF (I=1) AND (L(I)=0) THEN GOTO 700
610  IF (I=N) AND (L(I)=0) THEN GOTO 710
620  F1(I)=-0.25*W(I)*L(I)^3
630  F2(I)=F1(I)
640  F1(I)=F1(I)-P(I,1)*D(I,1)*(L(I)^2-D(I,1)^2)/L(I)
650  F1(I)=F1(I)-P(I,2)*D(I,2)*(L(I)^2-D(I,2)^2)/L(I)
```


TumCivil.com Fanpage

TUMCIVIL.COM

```
660  F1(I)=F1(I)-P(I,3)*D(I,3)*(L(I)^2-D(I,3)^2)/L(I)
670  F2(I)=F2(I)-P(I,1)*D(I,1)*(L(I)-D(I,1))*(2*L(I)-D(I,1))/L(I)
680  F2(I)=F2(I)-P(I,2)*D(I,2)*(L(I)-D(I,2))*(2*L(I)-D(I,2))/L(I)
690  F2(I)=F2(I)-P(I,3)*D(I,3)*(L(I)-D(I,3))*(2*L(I)-D(I,3))/L(I)
700  NEXT I
710  FOR I=1 TO N-1
720  IF (I=1) THEN LET R(I)=-L(I)*ML(I)+F1(I)+F2(I+1):GOTO 750
730  IF (I=N-1) THEN LET R(I)=-L(N)*ML(N+1)+F1(N-1)+F2(N):GOTO 760
740  R(I)=F1(I)+F2(I+1)
750  NEXT I
760  FOR I=1 TO N-1
770  IF (I=1) THEN LET K(I,1)=0:K(I,2)=2*(L(I)+L(I+1)):K(I,3)=L(I+1)
     :GOTO 800
780  IF (I=N-1) THEN LET K(I,1)=L(I):K(I,2)=2*(L(I)+L(I+1)):K(I,3)=0
     :GOTO 810
790  K(I,1)=L(I):K(I,2)=2*(L(I)+L(I+1)):K(I,3)=L(I+1)
800  NEXT I
810  FOR I=2 TO N-1
820  R(I)=R(I)*K(I-1,2)-R(I-1)*K(I,1):K(I,3)=K(I,3)*K(I-1,2)
830  K(I,2)=K(I,2)*K(I-1,2)-K(I-1,3)*K(I,1):K(I,1)=0
840  NEXT I
850  FOR I=N-1 TO 1 STEP -1
860  ML(I+1)=(R(I)-K(I,3)*ML(I+2))/K(I,2)
870  NEXT I
880  ML(0)=0:MR(N+1)=0
890  FOR I=0 TO N
900  MR(I)=ML(I+1)
910  NEXT I
920  FOR I=0 TO N+1
930  IF (L(I)=0) THEN LET V(1)=0:V(8)=0:MM(I)=0:VL(I)=0
940  IF (L(I)=0) THEN LET VR(I)=0:GOTO 1220
950  V(1)=(-ML(I)+MR(I))/L(I)+W(I)*L(I)/2+P(I,1)*(L(I)-D(I,1))/L(I)
960  V(1)=V(1)+P(I,2)*(L(I)-D(I,2))/L(I)+P(I,3)*(L(I)-D(I,3))/L(I)
970  V(2)=V(1)-W(I)*D(I,1):V(3)=V(2)-P(I,1)
980  V(4)=V(3)-W(I)*(D(I,2)-D(I,1)):V(5)=V(4)-P(I,2)
990  V(6)=V(5)-W(I)*(D(I,3)-D(I,2)):V(7)=V(6)-P(I,3)
1000  V(8)=V(7)-W(I)*(L(I)-D(I,3)):VL(I)=V(1):VR(I)=V(8)
1010  IF (V(1)<=0) THEN LET X=0:MM(I)=ML(I):GOTO 1220
1020  IF (V(2)<=0) THEN LET X=V(1)/W(I):MM(I)=ML(I)
      +0.5*(V(1)+V(2))*X:GOTO 1220
1030  IF (V(3)<=0) THEN LET X=D(I,1):MM(I)=ML(I)+0.5*(V(1)+V(2))*X
      :GOTO 1220
1040  IF (V(4)<=0) THEN LET X=D(I,1)+V(3)/W(I)
```


TumCivil.com Fanpage

TUMCIVIL.COM

```
1050  IF (V(4)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)+0.5*(V(1)+V(2))*D(I,1)
1060  IF (V(4)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)+0.5*V(3)*(X-D(I,1))
      :GOTO 1220
1070  IF (V(5)<=0) THEN LET X=D(I,2):MM(I)=ML(I)
      +0.5*(V(1)+V(2))*D(I,1)
1080  IF (V(5)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)+0.5*(V(3)+V(4))*(X-D(I,1))
      :GOTO 1220
1090  IF (V(6)<=0) THEN LET X=D(I,2)+V(5)/W(I)
1100  IF (V(6)<=0) THEN LET MM(I)=ML(I)+0.5*(V(1)+V(2))*D(I,1)
1110  IF (V(6)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)
      +0.5*(V(3)+V(4))*(D(I,2)-D(I,1))
1120  IF (V(6)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)+0.5*V(5)*(X-D(I,2))
      :GOTO 1220
1130  IF (V(7)<=0) THEN LET X=D(I,3):MM(I)=ML(I)
      +0.5*(V(1)+V(2))*D(I,1)
1140  IF (V(7)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)
      +0.5*(V(3)+V(4))*(D(I,2)-D(I,1))
1150  IF (V(7)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)
      +0.5*(V(5)+V(6))*(X-D(I,2)):GOTO 1220
1160  IF (V(8)<=0) THEN LET X=D(I,3)+V(7)/W(I)
1170  IF (V(8)<=0) THEN LET MM(I)=ML(I)+0.5*(V(1)+V(2))*D(I,1)
1180  IF (V(8)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)
      +0.5*(V(3)+V(4))*(D(I,2)-D(I,1))
1190  IF (V(8)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)
      +0.5*(V(5)+V(6))*(D(I,3)-D(I,2))
1200  IF (V(8)<=0) THEN LET MM(I)=MM(I)+0.5*V(7)*(X-D(I,3))
      :GOTO 1220
1210  X=L(I):MM(I)=MR(I)
1220  NEXT I
1230  FOR I=1 TO N+1
1240  R(I)=VL(I)-VR(I-1)
1250  NEXT I
1260  CLS
1270  I=0
1280  IF (I=0) THEN LET A$="OVERHANG LEFT":B$="":GOTO 1310
1290  IF (I=N+1) THEN LET A$="OVERHANG RIGHT":B$="":GOTO 1310
1300  A$="SPAN("+STR$(I)+")":B$="FROM LEFT END"
1310  IF (L(I)=0) THEN GOTO 1380
1320  PRINT A$;B$
1330  A$="ML("+STR$(I)+")=":PRINT A$;ML(I)
1340  A$="MM("+STR$(I)+")=":PRINT A$;MM(I)
1350  A$="MR("+STR$(I)+")=":PRINT A$;MR(I)
1360  A$="VL("+STR$(I)+")=":PRINT A$;VL(I)
```


TumCivil.com Fanpage

TUMCIVIL.COM

```
1370  A$="VR("+STR$(I)+)=":PRINT A$;VR(I)
1380  I=I+1
1390  IF (I<=N+1) THEN GOTO 1280
1400  FOR I=1 TO N+1
1410  A$="REACTION("+STR$(I)+")="
1420  CLS
1430  PRINT A$;R(I)
1440  NEXT I
1450  VX=0:MX=0
1460  FOR I=0 TO N+1
1470  IF (VX<ABS(VL(I))) THEN LET VX=ABS(VL(I))
1480  IF (VX<ABS(VR(I))) THEN LET VX=ABS(VR(I))
1490  IF (MX<ABS(ML(I))) THEN LET MX=ABS(ML(I))
1500  IF (MX<ABS(MM(I))) THEN LET MX=ABS(MM(I))
1510  IF (MX<ABS(MR(I))) THEN LET MX=ABS(MR(I))
1520  NEXT I
1530  PRINT "Maximum shear force=";VX
1540  PRINT "Maximum bending moment=";MX
1550  CLS
1560  END
1570  CLEAR
1580  PJ=3.1415926
1590  CLS
1600  PRINT "*** RC BEAM DESIGN ***"
1610  INPUT "Ultimate,fc'=";A
1620  INPUT "Yield,fy=";FY
1630  B=0.5*FY
1640  IF (B>1700) THEN LET B=1700
1650  INPUT "Allow.shear,fv=";I
1660  C=135.0993377/SQR(A)
1670  D=0.375*A
1680  IF (D>65) THEN LET D=65
1690  E=1/(1+B/C/D)
1700  F=1-E/3
1710  G=0.5*D*E*F
1720  H=0.29*SQR(A)
1730  PRINT "*** PARAMETERS ***"
1740  PRINT "n=Es/Ec=";C
1750  PRINT "fc=0.375fc'=";D
1760  PRINT "k=1/(1+fs/n/fc)=";E
1770  PRINT "j=1-k/3=";F
1780  PRINT "R=0.5fc.k.j=";G
1790  PRINT "vc=0.29^SQR(fc')=";H
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
1800  PRINT “Stirrup,fv=”;I
1810  INPUT “Bending moment,M(kg.m)=”;J
1820  INPUT “Shear force,V(kg)=”;K
1830  INPUT “Beam width,b(m)=”;L
1840  INPUT “Beam depth,t(m)=”;M
1850  INPUT “Effective depth,d(m)=”;N
1860  INPUT “Compression depth,d(m)=”;N1
1870  PRINT “Unit weight,w=”;2400*L*M
1880  O=G*L*N*N*10000
1890  P=H*L*N*10000
1900  Q=O/B/F/N
1910  PRINT “BALANCED MOMENT,Mc=”;O
1920  PRINT “Asr=Mc/fs/j/d=”;Q
1930  PRINT “Allow.shear,Vc=”;P
1940  IF (O<J) THEN PRINT “*** DOUBLY RC ***”:GOTO 2180
1950  PRINT “*** SINGLY RC ***”
1960  R=J/B/F/N
1970  PRINT “Required As=”;R
1980  INPUT “Diameter of As(mm)=”;S
1990  T=1+INT(R/PJ/S/S*400)
2000  PRINT “Number of steel=”;T
2010  V=PJ*T*S/10
2020  INPUT “Do you asccept? 1=Yes,2=No”;T2
2030  IF (T2=1) THEN GOTO 2050
2040  INPUT “Use number of steel=”;T
2050  X=K/V/F/N/100
2060  W=11.45/S*SQR(A)
2070  U=T*PJ*S*S/400
2080  IF (FY<=2400) AND (W>11) THEN LET W=11
2090  IF (FY>2400) THEN LET W=2*W
2100  IF (FY>2400) AND (W>25) THEN LET W=25
2110  IF (W<X) THEN PRINT “BOND NO GOOD”:GOTO 1980
2120  A$=”Use”+STR$(T)+”-0”+STR$(S)+”mm.”:PRINT A$
2130  PRINT “As=”;U
2140  PRINT “EO=”;V
2150  PRINT “Allow.u=”;W
2160  PRINT “Actual u=”;X
2170  GOTO 2560
2180  R=J-O
2190  PRINT “M’=”;R
2200  S=Q+R/B/(N-N1)
2210  T1=2*B*(E-N1/N)/(1-E)
2220  IF (T1>B) THEN LET T1=B
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
2230  T=R/T1/(N-N1)
2240  PRINT “Tension,Ast=”;S
2250  PRINT “Compression,Asc=”;T
2260  IF (P>=K) THEN PRINT “V’=”;0:GOTO 2280
2270  PRINT “V’=”;K-P
2280  INPUT “0Ast(mm)=”;U
2290  V=1+INT(S/PJ/U/U*400)
2300  PRINT “Number of Ast=”;V
2310  INPUT “Do you accept? 1=Yes,2=No”;T3
2320  IF (T3=1) THEN GOTO 2340
2330  INPUT “Number of Ast=”;V
2340  W=PJ*V*U*U/400
2350  X=PJ*V*U/10
2360  Y=11.45*SQR(A)/U
2370  IF (FY<=2400) AND (Y>11) THEN LET Y=11
2380  IF (FY>2400) THEN LET Y=2*Y
2390  IF (FY>2400) AND (Y>25) THEN LET Y=25
2400  IF (Y<Z) THEN PRINT “BOND NO GOOD”:GOTO 2280
2410  Z=K/X/E/N/100
2420  A$=”Use Ast=”+STR$(V)+”-0”+STR$(U)+”mm.”
2430  PRINT A$
2440  PRINT “Ast=”;W
2450  PRINT “EO=”;X
2460  INPUT “0Ast(mm)=”;U
2470  V=1+INT(T/PJ/U/U*400)
2480  PRINT “Number of Asc=”;V
2490  INPUT “Do you accept? 1=Yes,2=No”;T4
2500  IF (T4=1) THEN GOTO 2520
2510  INPUT “Use number of Asc=”;V
2520  T5=PJ*U*U*V/400
2530  IF (T5<T) THEN GOTO 2460
2540  A$=”Use Asc=”+STR$(V)+”-0”+STR$(U)+”mm.”
2550  PRINT A$
2560  IF (P>K) THEN PRINT “Use stirrup 0-6 mm.@”;M/2;”m”:GOTO 2720
2570  INPUT “Diameter stirrup(mm)=”;A1
2580  INPUT “Stirrup/position=”;A2
2590  A3=PJ*A2*A1^2/200
2600  A4=A3*I*N/(K-P)
2610  IF (A4>M/2) THEN LET A4=M/2
2620  IF (A4<0.06) THEN GOTO 2570
2630  PRINT “Stirrup spacing=”;A4
2640  INPUT “Do you accept? 1=Yes,2=No”;T5
2650  IF (T5=1) THEN GOTO 2690
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
2660  PRINT “Change spacing”
2670  INPUT “Use stirrup spacing=”;A4
2680  IF (A4=0) THEN GOTO 2570
2690  A$=”Use”+STR$(A2)+”-stirrup 0”+STR$(A1)+”mm”
2700  B$=”@”+STR$(A4)+”m”
2710  PRINT A$;B$
2720  INPUT “Design other beam 1=Yes,2=No”;B1
2730  IF (B1=1) THEN GOTO 1810
2740  IF (B1=2) THEN END
2750  GOTO 2720
```

ในการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ออกแบบคาน ขณะที่หน้าจอขึ้น Ready P2 ให้พิมพ์ RUN 1 แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P2
```

พิมพ์ RUN กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P2
 RUN
```

หน้าจอขึ้นตัวเลือก 2 ตัวคือ

```
CAPS   BASIC  DEG
 1=>Beam analysis, 2=>Beam design?
 _
```

ถ้าจะวิเคราะห์คานต่อเนื่องให้กดเลข 1 แล้วกดปุ่ม EXE วิเคราะห์แล้วจะได้โมเมนต์และแรงเฉือนที่ใช้ในการออกแบบต่อไป แต่ถ้าทราบโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนแล้วจะออกแบบให้กดเลข 2 แล้วกดปุ่ม EXE ในที่นี้จะวิเคราะห์คานต่อเนื่อง พิมพ์เลข 1 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 1=>Beam analysis, 2=>Beam design?
 1_
```

เมื่อพิมพ์เลข 1 แล้วกดปุ่ม EXE แล้วหน้าจอจะขึ้นดังนี้

```
CAPS   BASIC  DEG
 *** BEAM ANALYSIS ***
```

บอกว่าเป็นส่วนของการวิเคราะห์คาน วิธีการวิเคราะห์คานต่อเนื่องที่ใช้ในโปรแกรมนี้คือ Three Moment Equation ตอนนี้ให้กดปุ่ม EXE หนึ่งครั้งเพื่อเลื่อนหน้าจอไปอีกเฟรมหนึ่ง

```
CAPS   BASIC  DEG
 *** BEAM ANALYSIS ***
 Number of span in support=?_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

โจทย์ถามจำนวนช่วงคานที่อยู่ภายในจุดรองรับ ซึ่งจะไม่รวมคานยื่นทางซ้ายและคานยื่นทางขวาเข้าไปด้วย สมมติว่าคานที่กำลังจะวิเคราะห์มี 4 ช่วงที่อยู่ภายในจุดรองรับ คานยื่นทางซ้ายเป็นหมายเลข 0 ที่อยู่ในจุดรองรับชุดแรกเป็นหมายเลข 1 เรียงไปทางขวาจนถึงคานยื่นทางขวาเป็นหมายเลข 4+1 = 5 ในขั้นตอนนี้พิมพ์จำนวนช่วงคานในจุดรองรับเป็นเลข 4 แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
*** BEAM ANALYSIS ***
Number of span in support=?4
```

พิมพ์เลข 4 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Number of span in support=?4
SPAN( 0)=?_
```

ถามความยาวช่วงคานหมายเลข 0 ซึ่งเป็นคานยื่นทางซ้าย สมมติว่ายื่นออกไป 1.25 เมตร ให้พิมพ์ 1.25 แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Number of span in support=?4
SPAN( 0)=?1.25_
```

เมื่อพิมพ์ 1.25 แล้วกดปุ่ม EXE แล้วจะได้

```
CAPS   BASIC  DEG
SPAN( 0)=?1.25
Distributed load,w(kg/m)=?_
```

ถามน้ำหนักบรรทุกแผ่สม่ำเสมอบนคาน ซึ่งต้องไม่เป็น 0 เพราะอย่างน้อยต้องมีน้ำหนักของตัวคานเองอยู่แล้ว ในที่นี้สมมติให้เป็น 800 kg/m พิมพ์ 800 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
SPAN( 0)=?1.25
Distributed load,w(kg/m)=?800
```

เมื่อพิมพ์ 800 กดปุ่ม EXE แล้วจะได้

```
CAPS   BASIC  DEG
Distributed load,w(kg/m)=?800
Point load, P(0,1)=?_
```

ถามหาน้ำหนักกระทำเป็นจุดที่อยู่บนคานช่วงยื่นทางซ้ายนี้ โปรแกรมกำหนดให้มีได้ไม่เกิน 3 ตัวในแต่ละช่วง ถ้าเกินต้องพยายามยุบรวมกันให้ได้หรือเปลี่ยนไปใช้โปรแกรมอื่นเช่น Microfeap, Prokon, Staad III ในตัวอย่างนี้มีน้ำหนัก 1000 kg กระทำที่ปลายคานยื่นพอดี และมีเพียงตัวเดียว ดังนั้นป้อน 1000 กด EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Distributed load,w(kg/m)=?800
Point load, P(0,1)=?1000_
```

เมื่อพิมพ์ 1000 กด EXE แล้วได้ผลหน้าจอดังนี้

```
CAPS   BASIC  DEG
Point load, P(0,1)=?1000
Distance from left end,d(0,1)=?
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ระยะที่แรงกระทำเป็นจุดห่างจากปลายซ้ายของช่วงที่กระทำอยู่นั้นเท่าใด เนื่องจากแรง 1000 kg กระทำที่ปลายคานยื่น ระยะจะต้องเป็น 0 ป้อน 0 กด EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Point load, P(0,1)=?1000
Distance from left end,d(0,1)=?0
```

เมื่อป้อน 0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
0
Point load, P(0,2)=?_
```

ถามแรงกระทำเป็นจุดตัวที่สอง (ซึ่งไม่มี) ให้ป้อนเลข 0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
0
Point load, P(0,2)=?0
```

เมื่อป้อนเลข 0 และกดปุ่ม EXE แล้ว โปรแกรมจะให้ P(0,3)=0, d(0,2)=d(0,3)=ความยาวช่วงคาน

```
CAPS   BASIC  DEG
Point load, P(0,2)=?0
SPAN( 1)=?_
```

ความยาวช่วงคานหมายเลข 1 ซึ่งอยู่ภายในจุดรองรับ เนื่องจากคานในจุดรองรับมี 4 ช่วง หากรวมคานยื่นด้วยจะมีถึง 6 ช่วง ตอนนี้จะสรุปข้อมูลคานเป็นตาราง

ช่วง	ลำดับช่วง	ความยาว m	w kg/m	P(I,1) kg	d(I,1) m.	P(I,2) kg	d(I,2) m	P(I,3) kg	d(I,3) m
คานยื่นทางซ้าย	0	1.25	800	1000	0	-	-	-	-
ในที่รองรับช่วงแรก	1	5.00	2890	1200	1.00	1500	2.35	2000	4.00
ในที่รองรับช่วงสอง	2	4.50	6550	-	-	-	-	-	-
ในที่รองรับช่วงสาม	3	4.75	3123	1000	1.50	1800	2.35	-	-
ในที่รองรับช่วงที่สี่	4	6.00	2125	2300	2.00	2950	3.00	1000	5.50
คานยื่นทางขวา	5	1.50	1225	1234	1.50	-	-	-	-

ป้อนความยาวช่วงหมายเลข 1 เท่ากับ 5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Point load, P(0,2)=?0
SPAN( 1)=?5
```

หน้าจอขึ้นดังนี้

```
CAPS   BASIC  DEG
SPAN( 1)=?5
Distributed load,w(kg/m)=?
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกแผ่ 2890 กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN( 1)=?5
Distributed load,w(kg/m)=?2890
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distributed load,w(kg/m)=?2890
Point load,P(1,1)=?_
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกจร 1200 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distributed load,w(kg/m)=?2890
Point load,P(1,1)=?1200
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Point load,P(1,1)=?1200
Distance form left end,d(1,1)=?
```

ถามว่าน้ำหนักเป็นจุดตัวแรกนี้ห่างจากปลายซ้ายของคานช่วงนี้เท่าใด (ไม่ใช่ปลายซ้ายสุดของคานยื่น) ในที่นี้คือ 1.00 เมตร สังเกตว่าระยะห่างนี้ต้องไม่มากกว่าความยาวช่วง พิมพ์ 1 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Point load,P(1,1)=?1200
Distance form left end,d(1,1)=?1
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
1
Point load,P(1,2)=?
```

ถามน้ำหนักเป็นจุดตัวที่สองเท่าใด ซึ่งต้องเรียงจากซ้ายไปขวา ป้อนสลับไม่ได้ ในที่นี้คือ 1500 กิโลกรัม ห่างจากปลายซ้ายของคานช่วงนี้ระยะ 2.35 เมตร ตอนนี้ป้อน 1500 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
1
Point load,P(1,2)=?1500
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(1,2)=?
```

พิมพ์ระยะห่าง 2.35 กดปุ่ม EXE ที่น้ำหนักกระทำเป็นจุด 1500 กิโลกรัมห่างจากปลายของช่วงนี้เอง

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(1,2)=?2.35
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
2.35
Point load,P(1,3)=?
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

น้ำหนักกระทำเป็นจุดตัวที่สาม มีขนาด 2000 กิโลกรัม กระทำห่างจากปลายซ้ายของช่วงนี้ 4.00 เมตร พิมพ์ขนาดแรง 2000 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
2.35
Point load,P(1,3)=?2000
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
Distance from left end,d(1,3)=?
```

พิมพ์ระยะห่างจากปลายซ้าย 4 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Distance from left end,d(1,3)=?4
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
4
SPAN(2)=?
```

ความยาวคานช่วงหมายเลข 2 คือ 4.50 เมตร มีน้ำหนักแผ่ 6550 kg/m ไม่มีน้ำหนักกระทำเป็นจุด ป้อนค่าดังนี้

พิมพ์ความยาวช่วง 4.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
4
SPAN(2)=?4.5
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
SPAN(2)=?4.5
Distributed load, w(kg/m)=?
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกแผ่ 6550 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
SPAN(2)=?4.5
Distributed load, w(kg/m)=?6550
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
Distributed load, w(kg/m)=?6550
Point load,P(2,1)=?
```

ถามน้ำหนักบรรทุกเป็นจุดตัวที่หนึ่ง พิมพ์ 0 กดปุ่ม EXE เพราะไม่มีน้ำหนักกระทำเป็นจุดในช่วงนี้เลย

```
CAPS   BASIC  DEG
Distributed load, w(kg/m)=?6550
Point load,P(2,1)=?0
```

หน้าจอขึ้นเป็น

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
Point load,P(2,1)=?0
SPAN(3)= ?
```

พิมพ์ความยาวช่วงคาน 4.75 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Point load,P(2,1)=?0
SPAN(3)= ?4.75
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN(3)= ?4.75
Distributed load,w(kg/m)=?
```

พิมพ์น้ำหนักบรรทุกแผ่ 3123 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN(3)= ?4.75
Distributed load,w(kg/m)=?3123
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distributed load,w(kg/m)=?3123
Point load,P(3,1)=?
```

พิมพ์น้ำหนักกระทำเป็นจุด 1000 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distributed load,w(kg/m)=?3123
Point load,P(3,1)=?1000
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(3,1)=?
```

ป้อนระยะห่าง 1.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(3,1)=?1.5
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
1.5
Point load,P(3,2)=?
```

พิมพ์น้ำหนักกระทำเป็นจุดตัวที่สอง 1800 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
1.5
Point load,P(3,2)=?1800
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(3,2)=?
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ป้อนระยะห่างจากปลายซ้ายของช่วง 2.35 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(3,2)=?2.35
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
2.35
Point load,P(3,3)=?
```

น้ำหนักกระทำเป็นจุดตัวที่สามไม่มี ป้อน 0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
2.35
Point load,P(3,3)=?0
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Point load,P(3,3)=?0
SPAN(4)=?
```

พิมพ์ความยาวคานช่วงที่สี่ 6 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Point load,P(3,3)=?0
SPAN(4)=?6
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN(4)=?6
Distributed load,w(kg/m)=?
```

พิมพ์น้ำหนักบรรทุกแผ่ 2125 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN(4)=?6
Distributed load,w(kg/m)=?2125
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distributed load,w(kg/m)=?2125
Point load,P(4,1)=?
```

ป้อนน้ำหนักกระทำเป็นจุดตัวที่หนึ่ง 2300 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distributed load,w(kg/m)=?2125
Point load,P(4,1)=?2300
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(4,1)=?
```

ป้อนระยะห่างจากปลายซ้าย 2 กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(4,1)=?2
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
2
Point load,P(4,2)=?
```

ป้อนน้ำหนักกระทำเป็นจุดตัวที่สอง 2950 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
2
Point load,P(4,2)=?2950
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(4,2)=?
```

ป้อนระยะจากปลายซ้าย 3 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(4,2)=?3
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
3
Point load,P(4,3)=?
```

ป้อนน้ำหนักกระทำเป็นจุดตัวที่สาม 1000 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
3
Point load,P(4,3)=?1000
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(4,3)=?
```

ป้อนระยะจากปลายซ้าย 5.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(4,3)=?5.5
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
5.5
SPAN(5)=?
```

ป้อนความยาวคานช่วงที่ 5 ซึ่งเป็นคานยื่นขนาด 1.50 เมตร พิมพ์ 1.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
5.5
SPAN(5)=?1.5
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN(5)=?1.5
Distributed load,w(kg/m)=?
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกแผ่ 1225 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
SPAN(5)=?1.5
Distributed load,w(kg/m)=?1225
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distributed load,w(kg/m)=?1225
Point load,P(5,1)=?
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกเป็นจุดตัวแรกขนาด 1234 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distributed load,w(kg/m)=?1225
Point load,P(5,1)=?1234
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(5,1)=?
```

ป้อนระยะห่างจากปลายซ้าย 1.5 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Distance from left end,d(5,1)=?1.5
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
1.5
Point load,P(5,2)=?
```

น้ำหนักกระทำเป็นจุดหมดแล้ว ป้อน 0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
1.5
Point load,P(5,2)=?0
```

โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์สักครู่ หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS    BASIC   DEG
OVERHANG LEFT
```

ต่อไปนี้เป็นผลการคำนวณของคานช่วงยื่นทางซ้าย กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
OVERHANG LEFT
ML(0)=0
```

โมเมนต์ดัดที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้ (คานยื่นซ้าย) ML(0) = 0 กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS   BASIC  DEG
ML(0)=0
MM(0)=0
```

โมเมนต์บวกสูงสุดของคานช่วงนี้ MM(0)=0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 MM(0)=0
MR(0)=-1875
```

โมเมนต์ที่ปลายขวาของคานช่วงนี้คือ MR(0) = -1875 kg.m กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
MR(0)=-1875
VL(0)=0
```

แรงเฉือนที่ปลายซ้ายก่อนถึงน้ำหนักกระทำเป็นจุดคือ VL(0)=0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
VL(0)=0
VR(0)=-2000
```

แรงเฉือนที่ปลายขวาคือ VR(0)=2000 กิโลกรัม กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
VR(0)=-2000
SPAN(1) FROM LEFT END
```

ต่อไปแสดงผลการวิเคราะห์ของคานช่วงหมายเลข 1 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
SPAN(1) FROM LEFT END
ML(1)=-1875
```

โมเมนต์ที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้คือ ML(1) = -1875 kg.m กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
ML(1)=-1875
MM(1)=5891.897384
```

โมเมนต์กลางช่วงที่มากที่สุดคือ MM(1)=5891.897384 kg.m ไม่ใช่โมเมนต์ที่กึ่งกลางคานแต่เป็นโมเมนต์บวกที่จุดซึ่งกราฟแรงเฉือนตัดแกน X กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
MM(1)=5891.897384
MR(1)=-11970.5089
```

โมเมนต์ที่ปลายขวาของช่วงนี้คือ MR(1)=-11970.5089 kg.m กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
MR(1)=-11970.5089
VL(1)=7360.89822
```

แรงเฉือนที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้ VL(1)= 7360.89822 kg. กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
VL(1)=7360.89822
VR(1)=-11789.10178
```

แรงเฉือนที่ปลายขวาของคานช่วงนี้ VR(1)=-11789.10178 kg กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

CAPS BASIC DEG
VR(1)=-11789.10178
SPAN (2) FROM LEFT END

จะแสดงผลการวิเคราะห์ของคานช่วงหมายเลข 2 นับจากทางซ้าย (หมายเลข 0,1,2,…) กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
SPAN (2) FROM LEFT END
ML(2)=-11970.5089

โมเมนต์ดัดที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้ คือ ML(2)=-11970.5089 กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
ML(2)=-11970.5089
MM(2)=6582.488405

โมเมนต์ดัดบวกที่มากที่สุดของช่วงนี้คือ MM(2)=6582.488405 กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
MM(2)=6582.488405
MR(2)=-8134.812428

โมเมนต์ที่ปลายขวาของคานช่วงนี้คือ MR(2)=-8134.812428 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
MR(2)=-8134.812428
VL(2)=15589.87699

แรงเฉือนที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้คือ VL(2)=15589.87699 kg. กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
VL(2)=15589.87699
VR(2)=-13885.12301

แรงเฉือนที่ปลายขวาของคานช่วงนี้คือ VR(2)=-13885.12301 kg กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
VR(2)=-13885.12301
SPAN(3) FROM LEFT END

จะแสดงผลการวิเคราะห์คานช่วงที่ 3 กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
SPAN(3) FROM LEFT END
ML(3)=-8134.812428

โมเมนต์ดัดที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้คือ ML(3)=-8134.812428 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
ML(3)=-8134.812428
MM(3)=2173.411191

โมเมนต์ดัดบวกสูงสุดของช่วงนี้คือ MM(3)=2173.411191 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
MM(3)=2173.411191
MR(3)=-10952.05618

โมเมนต์ดัดที่ปลายขวาของช่วงนี้คือ MR(3)=-10952.05618 kg.m กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

CAPS BASIC DEG
MR(3)=-10952.05618
VL(3)=8417.705263

แรงเฉือนที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้คือ VL(3)=8417.705263 kg. กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
VL(3)=8417.705263
VR(3)=-9216.544737

แรงเฉือนที่ปลายขวาของคานช่วงนี้คือ VR(3)=-9216.544737 kg. กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
VR(3)=-9216.544737
SPAN(4) FROM LEFT END

จะแสดงผลการวิเคราะห์ของคานช่วงหมายเลข 4 นับจากปลายซ้ายไปขวา กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
SPAN(4) FROM LEFT END
ML(4)=-10952.05618

โมเมนต์ดัดที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้คือ ML(4)=-10952.05618 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
ML(4)=-10952.05618
MM(4)=9446.909413

โมเมนต์บวกสูงสุดของคานช่วงนี้คือ MM(4)=9446.909413 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
MM(4)=9446.909413
MR(4)=-3229.125

โมเมนต์ดัดที่ปลายขวาของคานช่วงนี้คือ MR(4)=-3229.125 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
MR(4)=-3229.125
VL(4)=10753.82186

แรงเฉือนที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้คือ VL(4)=10753.82186 kg. กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
VL(4)=10753.82186
VR(4)=-8246.178137

แรงเฉือนที่ปลายขวาของคานช่วงนี้คือ VR(4)=-8246.178137 kg. กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
VR(4)=-8246.178137
OVERHANG RIGHT

จะแสดงผลการวิเคราะห์คานยื่นทางขวา กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
OVERHANG RIGHT
ML(5)=-3229.125

โมเมนต์ดัดที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้คือ ML(5)=-3229.125 kg.m กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
ML(5)=-3229.125
MM(5)=0

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

โมเมนต์บวกสูงสุดของคานช่วงนี้คือ MM(5)=0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 MM(5)=0
 MR(5)=0
```

โมเมนต์ดัดที่ปลายขวาของคานช่วงนี้คือ MR(5)=0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 MR(5)=0
 VL(5)=3071.5
```

แรงเฉือนที่ปลายซ้ายของคานช่วงนี้คือ VL(5)=3071.5 kg. กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 VL(5)=3071.5
 VR(5)=0
```

แรงเฉือนที่ปลายขวาของคานช่วงนี้คือ VR(5)=0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 REACTION(1)=9360.89822
```

แรงปฏิกิริยาของจุดรองรับหมายเลข 1 (อยู่ซ้ายสุด) คือ 9360.89822 kg. กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 REACTION(2)=27378.97877
```

แรงปฏิกิริยาของจุดรองรับหมายเลข 2 คือ 27378.97877 kg. กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 REACTION(3)=22302.82827
```

แรงปฏิกิริยาของจุดรองรับหมายเลข 3 คือ 22302.82827 kg. กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 REACTION(4)=19970.3666
```

แรงปฏิกิริยาของจุดรองรับหมายเลข 4 คือ 19970.3666 kg. กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 REACTION(5)=11317.67814
```

แรงปฏิกิริยาของจุดรองรับหมายเลข 5 คือ 11317.67814 kg. กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Maximum shear force= 15589.87699
```

แรงเฉือนสูงสุดคือ 15589.87699 kg. กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Maximum bending moment= 11970.5089
```

โมเมนต์ดัดสูงสุดคือ 11970.5089 kg. กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

CAPS BASIC DEG
Ready P2

แสดงว่าจบการใช้โปรแกรมนี้ เฉพาะในส่วนของการวิเคราะห์คานต่อเนื่องแล้ว

นำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาเขียน Free-body diagram แผนภาพแรงเฉือน และ แผนภาพโมเมนต์ดัด ในการเขียนนั้นเริ่มจากการเขียน Free-body diagram ของคานต่อเนื่อง ใส่แรงต่างๆ รวมทั้งแรงปฏิกิริยาของจุดรองรับ ตำแหน่งที่แรงกระทำ ความยาวช่วงคานแต่ละช่วง จากนั้นตั้งแกน X ขนานคาน แกนแรงเฉือน V ให้ชิดปลายซ้ายสุดและตั้งฉากกับแกนคาน ตั้งแกน X ขนานคาน แกนโมเมนต์ M ให้ชิดปลายซ้ายสุดและตั้งฉากกับแกนคาน

คานช่วงหมายเลข 0 แรงเฉือนเริ่มจาก 0 พบแรง 1000 ชี้ลง กราฟแรงเฉือนเลื่อนลงไป 1000 จากนั้นถูกน้ำหนักบรรทุกแผ่กดลงไปอีก 800 kg/m ระยะความยาวช่วงคานคือ 1.25 เมตร ดังนั้นกราฟจะเอียงลงไปอีก $800\times1.25=1000$ จากของเดิม 1000 ดังนั้นที่ปลายขวาของคานช่วงนี้จึงมีแรงเฉือน 2000 kg ซึ่งทั้งสองปลายมีเครื่องหมาย – เพราะอยู่ใต้แกน X ส่วนของโมเมนต์ดัดนั้นเริ่มจาก 0 ที่ปลายซ้าย การหาโมเมนต์ดัดส่วนทางขวาหาได้จากสูตร

$$M_R = M_L + \text{areaV}$$

หมายความว่า โมเมนต์ทางขวา (M_R) จะเท่ากับโมเมนต์ทางซ้าย (M_L) บวกกับเนื้อที่กราฟแรงเฉือนในช่วงนั้น (areaV) ในที่นี้ $M_L = 0$ ส่วนของ areaV เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู และสมมติว่ายังไม่ทราบค่าของ M_R (ทราบแล้วจากโปรแกรมว่าเท่ากับ –1875) ลองแทนค่า

$$M_R = M_L + \text{areaV} = 0 + \frac{1}{2}(-1000-2000)(1.25) = -1875 \text{ kg.m}$$

ผลการคำนวณตรงกับผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม

คานช่วงหมายเลข 1 ผลการวิเคราะห์พบว่า แรงเฉือนปลายซ้าย 7360.89822 kg. ถัดจากนั้นไป 1.00 เมตร มีน้ำหนักแผ่กดลง 2890 kg/m กราฟจะเลื่อนต่ำลงเป็นขนาด 2890 kg. ดังนั้นแรงเฉือนที่จุดนี้คือ

$$V = 7360.89822 - 2890 = 4470.89822 \text{ kg.}$$

โมเมนต์ดัดปลายซ้าย –1875 kg.m โมเมนต์ดัดจุดที่ตรงกับแรง 1200 kg กระทำคือ

$$M_R = -1875 + \frac{1}{2}(7360.89822 + 4470.89822)\times1.00 = 4040.89822$$

แรง 1500 kg จะกดให้กราฟแรงเฉือนเลื่อนลงในแนวดิ่งเป็น

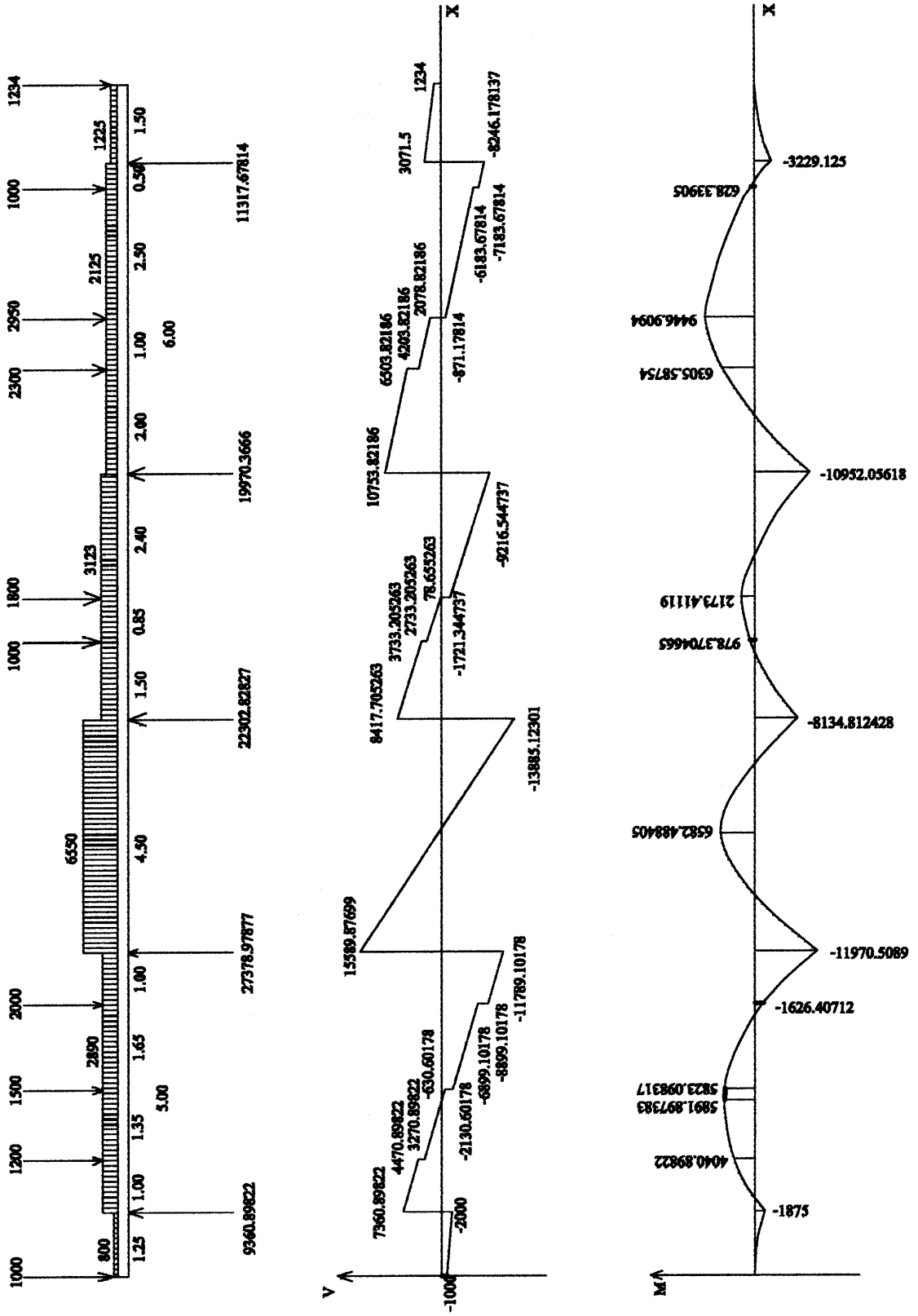
$$V = 4470.89822 - 1500 = 3270.89822 \text{ kg.}$$

แต่การเลื่อนลงตรงๆ แบบนี้ไม่มีผลต่อโมเมนต์ดัด เพราะเนื้อที่ใต้กราฟแรงเฉือนไม่เปลี่ยนแปลง ระหว่างแรง 1200 kg. กับ 1500 kg. ยาว 1.35 เมตร แรงเฉือนจะเอียงลงเป็น

$$V = 3270.89822 - 1.35\times2890 = -630.60178 \text{ kg.}$$

กราฟแรงเฉือนเปลี่ยนเครื่องหมาย แสดงว่ามีการตัดแกน X ระยะที่ตัดแกน X หาได้จาก

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL-COM



$$X_1 = \frac{V}{w} = \frac{3270.89822}{2890} = 1.131798692 \text{ เมตร}$$

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ระยะทางนี้จะเป็นการวัดจาก V ที่พิจารณา ไม่ใช่จากปลายคาน และสูตรนี้ก็หาระยะเมื่อเป็นรูปสามเหลี่ยมเท่านั้น ดังนั้นหาโมเมนต์ตรงจุดที่ V ตัดแกน X ได้ดังนี้

$$M_R = M_L + \frac{1}{2}V \cdot X_1 = M_L + \frac{V^2}{2w} = 4040.89822 + \frac{3270.89822^2}{2\times 2890} = 5891.897384 \text{ kg.m}$$

ตรงแรง 1500 kg. กราฟแรงเฉือนเลื่อนลง 1500 kg เป็น –630.60178-1500 = -2130.60178 kg. โมเมนต์ดัดหาได้จาก

$$M_R = M_L + \frac{V^2}{2w} = 5891.897384 - \frac{(-630.60178)^2}{2\times 2890} = 5823.098317 \text{ kg.m}$$

ช่วงระหว่างแรง 1500 kg กับ 2000 kg แรงเฉือนเลื่อนลงในแนวเอียงจากน้ำหนักแผ่

$$V = -2130.60178 - 2890\times 1.65 = -6899.10178 \text{ kg.}$$

โมเมนต์ดัดหาได้จาก

$$M_R = M_L + \text{area}V = 5823.098317 + \frac{1}{2}(-2130.60178 - 6899.60178)\times 1.65 = -1626.40712 \text{ kg.m}$$

ที่แรง 2000 kg ทำให้กราฟแรงเฉือนเลื่อนลงไปเป็น –6899.10178-2000 = -8899.10178 kg จากนั้นผลของน้ำหนักแผ่จะเลื่อนลงจนถึงปลายขวามีแรงเฉือนเป็น

$$V_R = -8899.10178 - 2890\times 1.00 = -11789.10178 \text{ kg}$$

ซึ่งเท่ากับผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม โมเมนต์ดัดที่ปลายขวาของช่วงคือ

$$M_R = -1626.40712 + \frac{1}{2}(-8899.10178 - 11789.10178)\times 1.00 = -11970.5089 \text{ kg.m}$$

คานช่วงหมายเลข 2 โมเมนต์ดัดที่ปลายซ้าย –11970.5089 kg.m และที่ปลายขวา –8134.812428 kg.m ส่วนแรงเฉือนที่ปลายซ้าย 15589.87699 kg แรงเฉือนปลายขวา –13885.12301 kg โยงเส้นตรงได้เนื่องจากมีเฉพาะน้ำหนักบรรทุกแผ่ หาโมเมนต์ดัดบวกสูงสุดตรงจุดที่กราฟแรงเฉือนตัดแกน X

$$M_R = M_L + \frac{V^2}{2w} = -11970.5089 + \frac{15589.87699^2}{2\times 6550} = 6582.48805 \text{ kg.m}$$

คานช่วงหมายเลข 3 โมเมนต์ดัดที่ปลายซ้าย –8134.812428 kg.m แรงเฉือนปลายซ้าย 8417.705263 kg. หาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดตามวิธีทำนองเดียวกับคานช่วงหมายเลข 1 ดังนี้

$$V = 8417.705263 - 3123\times 1.50 = 3733.205263 \text{ kg.}$$
$$M = -8134.812428 + \frac{1}{2}(8417.705263 + 3733.205263)\times 1.50 = 978.3704665 \text{ kg.m}$$
$$V = 3733.205263 - 1000 = 2733.205263 \text{ kg}$$
$$V = 2733.205263 - 3123\times 0.85 = 78.655263 \text{ kg}$$
$$V = 78.655263 - 1800 = -1721.344737 \text{ kg}$$
$$M = 978.3704665 + \frac{1}{2}(2733.205263 + 78.655263)\times 0.85 = 2173.41119 \text{ kg.m}$$
$$V = -1721.344737 - 3123\times 2.40 = -9216.544737 \text{ kg.}$$
$$M = 2173.41119 + \frac{1}{2}(-1721.344737 - 9216.544737)\times 2.40 = -10952.05618 \text{ kg.m}$$

คานช่วงหมายเลข 4 โมเมนต์ดัดที่ปลายซ้าย –10952.05618 kg.m แรงเฉือนปลายซ้าย 10753.82186 kg. หาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดดังนี้

$$V = 10753.82186 - 2125\times 2.00 = 6503.82186 \text{ kg.}$$

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

$$V = 6503.82186 - 2300 = 4203.82186 \text{ kg}$$
$$M = -10952.05618 + \frac{1}{2}(10753.82186 + 6503.82186)\times 2.00 = 6305.58754 \text{ kg.m}$$
$$V = 4203.82186 - 2125\times 1.00 = 2078.82186 \text{ kg}$$
$$V = 2078.82186 - 2950 = -871.17814 \text{ kg}$$
$$M = 6305.58754 + \frac{1}{2}(4203.82186 + 2078.82186)\times 1.00 = 9446.9094 \text{ kg.m}$$
$$V = -871.17814 - 2125\times 2.50 = -6183.67814 \text{ kg}$$
$$V = -6183.67814 - 1000 = -7183.67814 \text{ kg}$$
$$M = 9446.9094 + \frac{1}{2}(-871.17814 - 6183.67814)\times 2.50 = 628.33905 \text{ kg.m}$$
$$V_R = -7183.67814 - 2125\times 0.50 = -8246.178137 \text{ kg}$$
$$M_R = 628.33905 + \frac{1}{2}(-7183.67814 - 8246.178137)\times 0.50 = -3229.125$$

คานช่วงหมายเลข 5 คานยื่นทางขวา มีโมเมนต์ดัดปลายซ้าย –3229.125 kg.m แรงเฉือนปลายซ้าย 3071.5 kg หาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดดังนี้

$$V = 3071.5 - 1225\times 1.50 = 1234 \text{ kg}$$
$$M = -3229.125 + \frac{1}{2}(3071.5 + 1234)\times 1.50 = 0$$

เขียนกราฟต่างๆ ได้ดังรูปแสดง สังเกตว่าแรงเฉือนสูงสุด V_{max} = 15589.87699 kg และโมเมนต์ดัดสูงสุด M_{max} = 11970.5089 kg.m ซึ่งจะนำไปใช้ในการออกแบบต่อไป

การใช้โปรแกรมในการออกแบบคาน

ในการออกแบบคาน มีข้อมูลที่ต้องทราบดังนี้

f_c' = หน่วยแรงประลัยของตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอกมาตรฐานที่ 28 วัน, ksc

f_y = หน่วยแรงที่จุดคราก ของเหล็กเสริม, ksc. มีสามค่าที่นิยมใช้ดังนี้

เหล็กกลมผิวเรียบ (RB) มาตรฐาน SR-24 มี f_y = 2400 ksc.

เหล็กข้ออ้อย (DB) มาตรฐาน SD-30 มี f_y = 3000 ksc.

เหล็กข้ออ้อย (DB) มาตรฐาน SD-40 มี f_y = 4000 ksc.

$f_c = 0.375f_c' \le 65$ ksc. หน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของคอนกรีต ไม่เกิน 65 ksc. หากให้ f_c = 65 ksc. แล้วแทนค่ากลับจะได้ $f_c' = \frac{65}{0.375} = 173.3333333$ ksc ดังนั้นควรใช้ค่า $f_c' = 173$ ksc

$f_s = 0.5f_y$ หน่วยแรงที่ยอมให้ในเหล็กเสริม ซึ่งขึ้นกับชนิดเหล็กดังนี้

เหล็กกลมผิวเรียบ f_s = 1200 ksc

เหล็กข้ออ้อย SD-30 ใช้ f_s = 1500 ksc

เหล็กข้ออ้อย SD-40 ใช้ f_s = 1700 ksc แม้ว่า $0.5f_y$ = 2000 ksc กฎหมายให้ใช้ไม่เกิน 1700 ksc

fv = หน่วยแรงดึงสำหรับเหล็กปลอก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเหล็กผิวเรียบ = 1200 ksc.

E_s = 2,040,000 ksc = โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

$E_c = 4270w^{1.5}\sqrt{f_c'} = 15100\sqrt{f_c'}$ ksc = โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต

$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2040000}{15100\sqrt{f_c'}} = \frac{135.0993377}{\sqrt{f_c'}}$ = อัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่น เหล็กต่อคอนกรีต

$k = \frac{1}{1+\frac{f_s}{nf_c}}$ = พารามิเตอร์แกนสะเทิน

$j = 1 - \frac{k}{3}$ = พารามิเตอร์แขนโมเมนต์

$R = \frac{1}{2}f_c kj$ = พารามิเตอร์โมเมนต์สมดุล, ksc

M = โมเมนต์ดัดที่กระทำต่อหน้าตัดคาน, kg.m

$M_c = Rbd^2$ = โมเมนต์สมดุลของหน้าตัด, kg.m

A_{st} = เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง, cm^2

A_{sc} = เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด, cm^2

t = ความลึกของหน้าตัดคาน, cm หรือ m

L = ความยาวของช่วงคาน, cm หรือ m

$t \geq \frac{L}{16}\left(0.4 + \frac{f_y}{7000}\right)$ สำหรับคานที่มีจุดรองรับทั้งสองปลาย

$t \geq \frac{L}{8}\left(0.4 + \frac{f_y}{7000}\right)$ สำหรับคานยื่น

$d \approx 0.875t$ = ความลึกประสิทธิผลจากผิวคอนกรีตรับแรงอัดถึงเซนทรอยด์เหล็กรับแรงดึง

$d' \approx 0.125t$ = ความลึกจากผิวคอนกรีตรับแรงอัดถึงเซนทรอยด์เหล็กรับแรงอัด

$b \geq \frac{t}{5}$ = ความกว้างของหน้าตัดคาน

ดังนั้นคานที่วิเคราะห์มา จะเลือกใช้ $f_c' = 173$ ksc., $f_y = 3000$ ksc., $f_v = 1200$ ksc. ช่วงคานยื่นที่ยาวที่สุดอยู่ทางขวา ยาว 1.50 เมตร ประมาณความลึก t ตามข้อกำหนด

$$t \geq \frac{1.50}{8}\left(0.4 + \frac{3000}{7000}\right) = 0.155 \text{ เมตร}$$

ช่วงคานภายในที่ยาวที่สุดคือ 6.00 เมตร ประมาณความลึกคานตามข้อกำหนด

$$t \geq \frac{6.00}{16}\left(0.4 + \frac{3000}{7000}\right) = 0.311 \text{ เมตร}$$

เลือกค่ามากคือ 0.311 เมตร และควรจะเลือกให้มากกว่าอีก เช่นสมมติเลือกที่ $\frac{L}{10} = \frac{6.00}{10} = 0.60$ เมตร

เลือก $t = 0.60$ เมตร

$d \approx 0.875t = 0.875 \times 0.60 = 0.525$ m $= 52.5$ cm
$d' \approx 0.125t = 0.125 \times 0.60 = 0.075$ m $= 7.5$ cm

$b \geq \frac{t}{5} = \frac{0.60}{5} = 0.12$ m

เลือกใช้ b = 0.25 เมตร

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

เริ่มการป้อนข้อมูลให้โปรแกรม

เลื่อนปุ่ม POWER ไปที่ ON เพื่อเปิดเครื่อง กดปุ่ม MODE ที่มุมบนขวาของเครื่อง ตามด้วยปุ่มเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งใน CASIO FX-880P นั้นแบ่งเป็นส่วนๆ จาก P0 ถึง P9 รวมทั้งหมด 10 โปรแกรม หน่วยความจำเริ่มต้นมี 32 KB หากจะใช้โปรแกรม R.C.DESIGN ให้ครบควรจะเพิ่มหน่วยความจำอีก 32 KB โปรแกรมออกแบบโครงสร้าง ค.ส.ล. จะมีตั้งแต่ P0 ถึง P4

เมื่อต้องการวิเคราะห์ออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้กดปุ่มสีขาวตัวหนังสือ S สีแดงแล้วตามด้วยปุ่มเลข 2 ซึ่งมีข้อความ P2 สีแดงด้านบน ที่หน้าจอจะขึ้นว่า

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P2
```

พิมพ์ RUN กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P2
 RUN
```

หน้าจอขึ้นดังนี้

```
CAPS   BASIC  DEG
 1=>Beam analysis,2=> Beam design
 _
```

กดเลข 2 กดปุ่ม EXE เพื่อออกแบบคาน

```
CAPS   BASIC  DEG
 1=>Beam analysis,2=> Beam design
 2_
```

หน้าจอขึ้นดังนี้

```
CAPS   BASIC  DEG
 *** BEAM DESIGN ***
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 *** BEAM DESIGN ***
  Ultimate,fc'=?_
```

ป้อนค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต 173 ksc

```
CAPS   BASIC  DEG
 *** BEAM DESIGN ***
  Ultimate,fc'=?173_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
  Ultimate,fc'=?173_
 Yield,fy=?_
```

ป้อนค่ากำลังจุดครากของเหล็กเสริม 3000 ksc

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
 Ultimate,fc'=?173_
Yield,fy=?3000_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Yield,fy=?3000_
Allow.shear,fv=?_
```

ป้อนหน่วยแรงดึงทแยงหรือแรงเฉือนในเหล็กปลอก 1200 ksc

```
CAPS    BASIC   DEG
Yield,fy=?3000_
Allow.shear,fv=?1200_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Allow.shear,fv=?1200_
*** PARAMETERS ***
```

หน้าจอบอกว่าต่อไปนี้เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
*** PARAMETERS ***
n=Es/Ec=10.27141244
```

บอกอัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่น n = Es/Ec = 10.27141244 ตอนนี้ควรจดค่าไว้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
n=Es/Ec=10.27141244
fc=0.375fc'=64.875
```

บอกค่าหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของคอนกรีต fc=0.375fc'=65 ksc. จดค่าไว้ แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
fc=0.375fc'=64.875
k=1/(1+fs/n/fc)=0.3075936288
```

บอกค่าพารามิเตอร์แกนสะเทิน k = 0.3075936288 จดค่าไว้ แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
k=1/(1+fs/n/fc)=0.3075936288
j=1-k/3=0.8974687904
```

บอกค่าพารามิเตอรแขนโมเมนต์ j = 0.8974687904 จดค่าไว้ แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
j=1-k/3=0.8974687904
R=0.5fc.k.j=8.954556183
```

บอกค่าพารามิเตอร์โมเมนต์สมดุล R = 8.954556183 ksc. จดค่าไว้ แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
R=0.5fc.k.j=8.954556183
vc=0.29*SQR(fc')=3.814354467
```

บอกหน่วยแรงเฉือนแบบคานที่ยอมให้ $v_c = 0.29\sqrt{f'_c} = 3.814354467$ ksc. จดค่าไว้ แล้วกดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
vc=0.29*SQR(fc')=3.814354467
Stirrup,fv=1200
```

บอกหน่วยแรงเฉือนในเหล็กปลอก ซึ่งเป็นค่าที่ป้อนเข้าไป กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Stirrup,fv=1200
Bending moment,M(kg.m)=?_
```

สอบถามโมเมนต์ที่เกิดขึ้นในคาน ป้อนค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด Mmax = 11970.5089 kg.m

```
CAPS    BASIC   DEG
Stirrup,fv=1200
Bending moment,M(kg.m)=?11970.5089_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
 Bending moment,M(kg.m)=?11970.5089
Shear force,V(kg)=?_
```

สอบถามค่าแรงเฉือนที่เกิดในคาน ป้อนค่าแรงเฉือนสูงสุด Vmax = 15589.87699 kg.

```
CAPS    BASIC   DEG
 Bending moment,M(kg.m)=?11970.5089
Shear force,V(kg)=?15589.87699_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Shear force,V(kg)=?15589.87699_
Beam width,b(m)=?_
```

ความกว้างของคาน ป้อนค่า 0.25 เมตร ตามที่เลือกไว้

```
CAPS    BASIC   DEG
Shear force,V(kg)=?15589.87699_
Beam width,b(m)=?0.25_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Beam width,b(m)=?0.25_
Beam depth,t(m)=?_
```

ความลึกของคาน ป้อนค่า 0.60 เมตร ตามที่เลือกไว้

```
CAPS    BASIC   DEG
Beam width,b(m)=?0.25_
Beam depth,t(m)=?0.60_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Beam depth,t(m)=?0.60_
Effective depth,d(m)=?_
```

ความลึกประสิทธิผล ป้อนค่า 0.525 เมตร ตามที่คำนวณไว้ก่อนแล้ว

```
CAPS    BASIC   DEG
Beam depth,t(m)=?0.60_
Effective depth,d(m)=?0.525_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Effective depth,d(m)=?0.525_
Compression depth,d'(m)=?_
```

ความลึกของเซนทรอยด์กลุ่มเหล็กรับแรงอัด ป้อน 0.075 เมตร ตามที่คำนวณไว้แล้ว

```
CAPS    BASIC   DEG
Effective depth,d(m)=?0.525_
Compression depth,d'(m)=?0.075_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Compression depth,d'(m)=?0.075_
Unit weight,w= 360
```

น้ำหนักคาน 360 kg/m จดค่าไว้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Unit weight,w= 360
Balanced moment,Mc=6170.24887
```

บอกโมเมนต์สมดุลของหน้าตัด M_c = 6170.24887 kg.m ซึ่งน้อยกว่าโมเมนต์ที่ป้อนเข้าไป จึงจะต้องมีทั้งเหล็กเสริมรับแรงดึงและเหล็กเสริมรับแรงอัด จดค่าเอาไว้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Balanced moment,Mc=6170.24887
Asr=Mc/fs/j/d=8.730372292
```

บอกเนื้อที่หน้าตัดเหล็กที่สภาวะสมดุล จดค่าเอาไว้

$$A_{sR} = \frac{M_c}{f_s jd}$$

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Asr=Mc/fs/j/d=8.730372292
Allow.shear.Vc=5006.340238
```

บอกค่าแรงเฉือนที่คอนกรีตรับเอาไว้ จดค่า แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Allow.shear.Vc=5006.340238
*** DOUBLY RC ***
```

แสดงว่าต้องมีทั้งเหล็กเสริมรับแรงดึงและเหล็กเสริมรับแรงอัด กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
*** DOUBLY RC ***
M'=5800.26003
```

บอกโมเมนต์ดัดส่วนที่เกินไปจากโมเมนต์สมดุล M' = M-M_c = 5800.26003 kg.m จดค่าแล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
M'=5800.26003
Tension,Ast=17.32335011
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงที่ต้องการ A_{st} = 17.32335011 cm^2 จดค่าไว้แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Tension,Ast=17.32335011
Compression,Asc=18.05863637
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัดที่ต้องการ A_{sc} = 18.05863637 cm^2 จดค่าไว้แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Compression,Asc=18.05863637
V'=10583.53675
```

แรงเฉือนส่วนที่เกินกว่าคอนกรีตจะรับไว้แล้วเหล็กปลอกเป็นผู้รับ จดค่า แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
V'=10583.53675
0Ast(mm)=?_
```

จะใช้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กรับแรงดึงกี่มิลลิเมตร ป้อน 25

```
CAPS   BASIC  DEG
V'=10583.53675
0Ast(mm)=?25_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
0Ast(mm)=?25_
Number of Ast = 4
```

ตรวจสอบแล้วต้องใช้เหล็กขนาด 25 มิลลิเมตรนี้จำนวน 4 เส้น กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Number of Ast = 4
Do you accept? 1=Yes,2=No?_
```

จำนวนเส้นที่คำนวณให้นี้จะยอมรับหรือไม่ หากยอมรับกดเลข 1 แล้วกด EXE หากจะเปลี่ยนจำนวนเส้น (ให้มากขึ้น) ให้กดเลข 2 แล้วกดปุ่ม EXE ในที่นี้กดเลข 1 แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Number of Ast = 4
Do you accept? 1=Yes,2=No?1_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Do you accept? 1=Yes,2=No?1_
Use Ast= 4-0 25 mm.
```

สรุปแล้วใช้เหล็กรับแรงดึง 4-DB 25 mm. จดค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Use Ast= 4-0 25 mm.
Ast = 19.63495375
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กรับแรงดึงที่ใช้นั้นมีขนาด 19.63495375 ตารางเซนติเมตร จดค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ast = 19.63495375
EO=31.415926
```

เส้นรอบรูปเหล็กรับแรงดึง 31.415926 เซนติเมตร จดค่า กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
EO=31.415926
0Asc(mm)=?_
```

จะใช้เหล็กเสริมรับแรงอัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกี่มิลลิเมตร ดูตามตัวเลขต้องการมากกว่าเหล็กรับแรงดึงด้วยซ้ำ จึงเลือก 25 มิลลิเมตร

```
CAPS    BASIC   DEG
EO=31.415926
0Asc(mm)=?25_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
0Asc(mm)=?25_
Number of Asc = 4
```

บอกว่าต้องการเหล็กรับแรงอัด 4 เส้น จดค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Number of Asc = 4
Do you accept? 1=Yes,2=No?_
```

จะยอมรับจำนวนเส้นของเหล็กรับแรงอัดที่คำนวณให้หรือไม่ กด 1 แสดงว่ายอมรับ ถ้ากด 2 แสดงว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนเส้น ตอนนี้กด 1 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Number of Asc = 4
Do you accept? 1=Yes,2=No?1_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Do you accept? 1=Yes,2=No?1_
Use Asc= 4-0 25 mm
```

สรุปว่าใช้เหล็กรับแรงอัด 4-DB 25 mm. จดค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Use Asc= 4-0 25 mm
Diameter stirrup(mm)=?_
```

จะใช้เหล็กลูกตั้งหรือเหล็กปลอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกี่มิลลิเมตร ป้อน 9 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Use Asc= 4-0 25 mm
Diameter stirrup(mm)=?9_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Diameter stirrup(mm)=?9_
Stirrup/position=?_
```

เหล็กปลอกแต่ละชุดจะมีกี่วง ป้อน 2 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Diameter stirrup(mm)=?9_
Stirrup/position=?2_
```

กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
Stirrup/position=?2_
Stirrup spacing= 0.1514762731
```

ระยะเรียงของเหล็กปลอก 0.1514762731 เมตร จดค่าแล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Stirrup spacing= 0.1514762731
Do you accept? 1=Yes,2=No?_
```

ค่าที่ได้นั้นเหมาะสมหรือไม่ ถ้าพอใจแล้วกดเลข 1 กด EXE แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนขนาดหรือจำนวนวงในแต่ละชุดให้กด 2 กด EXE ในที่นี้กด 1 กด EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Stirrup spacing= 0.1514762731
Do you accept? 1=Yes,2=No?1_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Use 2-stirrup 0 9 mm.@ 0.1514762731 m
```

จดค่าแล้วกด EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
m
Design other beam 1=Yes,2=No?_
```

จะออกแบบคานตัวอื่นหรือไม่ ถ้าจะออกแบบต่อให้กดเลข 1 กด EXE แต่ถ้าจบงานให้กด 2 กดปุ่ม EXE ในที่นี้เลือกแบบหลังคือป้อน 2 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Design other beam 1=Yes,2=No?2_
Ready P2
```

ในกรณีที่ Asc > Ast นั้นคานจะเปราะหักง่าย ควรเพิ่มขนาดคาน แต่หากจำเป็นจริงๆ ให้เพิ่มค่าของ Ast ให้ใช้เท่ากับ Asc แต่ขอแนะนำว่า

$\frac{A_{sc} - A_{st}}{A_{st}} \times 100 \leq 30\%$ ให้เพิ่มเหล็กรับแรงดึงเท่ากับเหล็กรับแรงอัด เหล็กปลอก RB 9 mm. ระยะเรียงห่างกันไม่เกิน 0.15 เมตร

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

โปรแกรม COLUMN.BAS

เลื่อนปุ่ม POWER ไปที่ ON เพื่อเปิดเครื่อง กดปุ่ม MODE ที่มุมบนขวาของเครื่อง ตามด้วยปุ่มเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งใน CASIO FX-880P นั้นแบ่งเป็นส่วนๆ จาก P0 ถึง P9 รวมทั้งหมด 10 โปรแกรม หน่วยความจำเริ่มต้นมี 32 KB หากจะใช้โปรแกรม R.C.DESIGN ให้ครบควรจะเพิ่มหน่วยความจำอีก 32 KB โปรแกรมออกแบบโครงสร้าง ค.ส.ล. จะมีตั้งแต่ P0 ถึง P4

เมื่อต้องการออกแบบเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้กดปุ่มสีขาวตัวหนังสือ S สีแดงแล้วตามด้วยปุ่มเลข 3 ซึ่งมีข้อความ P3 สีแดงด้านบน ที่หน้าจอจะขึ้นว่า

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P3
```

ดูรายละเอียดของโปรแกรมโดย พิมพ์ LIST กดปุ่ม EXE หรืออาจจะกดปุ่มขาวตัว S สีแดง แล้วตามด้วยปุ่มตัว L ซึ่งมีตัวหนังสือสีแดง LIST อยู่ด้านบน จากนั้นกดปุ่ม EXE จะได้ผลอย่างเดียวกัน

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P3
 LIST
```

```
10  CLEAR :CLS
20  GOSUB 660:REM DATA INPUT
30  REM START
40  FOR I1=1 TO 8
50  PG=I1/100
60  GOSUB 840:REM PGLOOP
70  IF (EX*100<EBX) AND (EY*100<EBY) THEN LET FLAG=1 ELSE
    FLAG=2
80  IF (FLAG=1) AND (TEMP1<=1) THEN GOSUB 1000:GOTO 140
    :REM PG1LOOP
90  IF (FLAG=2) AND (TEMP2<=1) THEN LET GOSUB 1000:GOTO 140
    :REM PG1LOOP
100  NEXT I1
110  B1=B1+0.05
120  T1=T1+0.5
130  GOTO 30
140  REM SECOND LOOP
150  FOR I2=1 TO 10
160  PG=I1/100+I2/1000
170  GOSUB 840:REM PGLOOP
180  IF (EX*100<EBX) AND (EY*100<EBY) THEN LET FLAG=1 ELSE
     FLAG=2
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
190  IF (FLAG=1) AND (TEMP1<=1) THEN LET I2=I2-1:GOTO 220
200  IF (FLAG=2) AND (TEMP2<=1) THEN LET I2=I2-1: GOTO 220
210  NEXT I2
220  REM THIRD LOOP
230  FOR I3=1 TO 10
240  PG=I1/100+I2/1000+I3/10000
250  GOSUB 840:REM PGLOOP
260  IF (EX*100<EBX) AND (EY*100<EBY) THEN LET FLAG=1 ELSE
     FLAG=2
270  IF (FLAG=1) AND (TEMP1<=1) THEN LET I3=I3-1:GOTO 330
280  IF (FLAG=2) AND (TEMP2<=1) THEN LET I3=I3-1:GOTO 330
290  NEXT I3
300  REM FORTH LOOP
310  FOR I4=1 TO 10
320  PG=I1/100+I2/1000+I3/10000+I4/100000
330  GOSUB 840:REM PGLOOP
340  IF (EX*100<EBX) AND (EY*100<EBY) THEN LET FLAG=1 ELSE
     FLAG=2
350  IF (FLAG=1) AND (TEMP1<=1) THEN LET I4=I4-1:GOTO 380
360  IF (FLAG=2) AND (TEMP2<=1) THEN LET I4=I4-1:GOTO 380
370  NEXT I4
380  REM FIFTH LOOP
390  FOR I5=1 TO 10
400  PG=I1/100+I2/1000+I3/10000+I4/100000+I5/1000000
410  GOSUB 840:REM PGLOOP
420  IF (EX*100<EBX) AND (EY*100<EBY) THEN LET FLAG=1 ELSE
     FLAG=2
430  IF (FLAG=1) AND (TEMP1<=1) THEN LET I5=I5-1:GOTO 460
440  IF (FLAG=2) AND (TEMP2<=1) THEN LET I5=I5-1:GOTO 460
450  NEXT I5
460  REM STEEL CALCULATION
470  STAS=PG*B1*T1*10000
480  PRINT “b=”;B1;”m”
490  PRINT “t=”;T1;”m”
500  PRINT “pg=As/Ag=”;PG
510  PRINT “Reqb As=”;STAS;”sq.cm”
520  PRINT “ebx=”;EBX;”cm”
530  PRINT “eby=”;EBY;”cm”
540  PRINT “fa=”;FA;”ksc”
550  PRINT “Fa=”;FA1;”ksc”
560  PRINT “fbx=”;FBX;”ksc”
570  PRINT “fby=”;FBY;”ksc”
580  PRINT “Fbx=”;FBX1;”ksc”
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
590  PRINT “Fby=”;FBY1;”ksc”
600  PRINT “Mox=”;MOX;”kg.cm”
610  PRINT “Moy=”;MOY;”kg.cm”
620  PRINT “fa/Fa+fbx/Fbx+fby/Fby=”;TEMP1
630  PRINT “Mnx/Mox+Mny/Moy=”;TEMP2
640  PRINT “Press a key…”
650  END
660  REM DATA INPUT
670  CLS
680  INPUT “fc’(ksc)=”;FC1
690  INPUT “fy(ksc)=”;FY
700  INPUT “Pn(kg)=”;PN
710  INPUT “Mnx(kg.m)=”;MNX
720  EY=MNX/PN
730  INPUT “Mny(kg.m)=”;MNY
740  EX=MNY/PN
750  INPUT “b(m)=”;B1
760  INPUT “t(m)=”;T1
770  INPUT “gx(0.60-0.80)=”;GX
780  INPUT “gy(0.60-0.80)=”;GY
790  PRINT “ex=Mny/Pn=”;EX*100;”cm”
800  PRINT “ey=Mnx/Pn=”;EY*100;”cm”
810  N=135.0993377/SQR(FC1)
820  PRINT “n=Es/Ec=”;N
830  RETURN
840  REM PGLOOP
850  EBX=(0.67*PG+FY/0.85/FC1+0.17)*(0.5+GX/2)*(T1*100)
860  EBY=(0.67*PG*FY/0.85/FC1+0.17)*(0.5+GY/2)*(B1*100)
870  FA=PN/B1/T1/10000
880  FA1=0.34*FC1+0.4*PG*FY
890  FBX=6*(MNX*100)/(B1*100)/(T1*100)^2
900  FBX=FBX/(1+3*(2*N-1)*GX^2*PG)
910  FBY=6*(MNY*100)/(B1*100)^2/(T1*100)
920  FBY=FBY/(1+3*(2*N-1)*GY^2*PG)
930  FBX1=0.45*FC1
940  FBY1=FBX1
950  MOX=0.2*FY*GX*PG*(B1*100)*(T1*100)^2
960  MOY=0.2*FY*GY*PG*(B1*100)^2*(T1*100)
970  TEMP1=FA/FA1+FBX/FBX1+FBY/FBY1
980  TEMP2=100*MNX/MOX+100*MNY/MOY
990  RETURN
1000  REM PG1LOOP
1010  IF (I1<>1) THEN LET I1=I1-1
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

1020 RETURN

ในการใช้งานโปรแกรมออกแบบเสา ขณะที่หน้าจอขึ้น Ready P3 ให้พิมพ์ RUN แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P3
```

พิมพ์ RUN กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P3
 RUN
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
 fc'(ksc)=?_
```

ป้อนค่าของกำลังอัดประลัยของทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐานที่ 28 วัน สมมติใช้ f_c' = 250 ksc. ป้อนเลข 250

```
CAPS   BASIC  DEG
 fc'(ksc)=?250_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 fc'(ksc)=?250_
 fy(ksc)=?_
```

ป้อนค่ากำลังจุดครากของเหล็กเสริม สมมติเลือกใช้เหล็ก SD-50 ซึ่งมี f_y = 5000 ksc. ป้อนเลข 5000

```
CAPS   BASIC  DEG
 fc'(ksc)=?250_
 fy(ksc)=?5000_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 fy(ksc)=?5000_
 Pn(kg)=?_
```

ป้อนน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนเสา หน่วยกิโลกรัม สมมติเสาต้นนั้นรับแรงตามแนวแกน 600 ตัน ป้อนเลข 600000

```
CAPS   BASIC  DEG
 fy(ksc)=?5000_
 Pn(kg)=?600000_
```

กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
Pn(kg)=?600000_
Mnx(kg.m)=?_
```

ป้อนโมเมนต์ดัดรอบแกน X ของหน้าตัด ในหน่วย กิโลกรัม.เมตร สมมติมีโมเมนต์ดัดรอบแกน X ขนาด 10 T.m ป้อนเลข 10000

```
CAPS    BASIC   DEG
Pn(kg)=?600000_
Mnx(kg.m)=?10000_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Mnx(kg.m)=?10000_
Mny(kg.m)=?_
```

ป้อนโมเมนต์ดัดรอบแกน Y ของหน้าตัด ในหน่วย กิโลกรัม.เมตร สมมติมีโมเมนต์ดัดรอบแกน Y ขนาด 8 T.m ป้อนเลข 8000

```
CAPS    BASIC   DEG
Mnx(kg.m)=?10000_
Mny(kg.m)=?8000_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Mny(kg.m)=?8000_
b(m)=?_
```

ป้อนความกว้าง b ของหน้าตัดเสา (ขอบ b ขนานแกน X) หน่วยเมตร สมมติเสากว้าง 0.80 เมตร ป้อนเลข 0.80

```
CAPS    BASIC   DEG
Mny(kg.m)=?8000_
b(m)=?0.80_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
b(m)=?0.80_
t(m)=?_
```

ป้อนความลึก t ของหน้าตัดเสา (ขอบ t ขนานแกน Y) หน่วย เมตร สมมติความลึกเสา 1.00 เมตร ป้อนเลข 1.00

```
CAPS    BASIC   DEG
b(m)=?0.80_
t(m)=?1.00_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
t(m)=?1.00_
gx(0.60-0.80)=?_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ตัวคูณระยะห่างของเซนทรอยด์กลุ่มเหล็กทางแกน X ถ้าจัดเหล็กกระจายบนหน้าตัดอย่างสม่ำเสมอแล้ว gx = 0.60 แต่ถ้าจัดให้ไปกระจุกตัวทางบนสุดและล่างสุด (อยู่บนแนวแกน Y) จะได้ gx = 0.80 ถ้ากระจายไม่สม่ำเสมอให้ใช้ค่าระหว่าง 0.60 กับ 0.80 สมมติกระจายสม่ำเสมอ ป้อนเลข 0.60

```
CAPS   BASIC  DEG
t(m)=?1.00_
gx(0.60-0.80)=?0.60_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
gx(0.60-0.80)=?0.60_
gy(0.60-0.80)=?_
```

ตัวคูณระยะห่างของเซนทรอยด์กลุ่มเหล็กทางแกน Y ถ้าจัดเหล็กกระจายบนหน้าตัดอย่างสม่ำเสมอแล้ว gy = 0.60 แต่ถ้าจัดให้ไปกระจุกตัวทางซ้ายสุดและขวาสุด (อยู่บนแนวแกน X) จะได้ gy = 0.80 ถ้ากระจายไม่สม่ำเสมอให้ใช้ค่าระหว่าง 0.60 กับ 0.80 สมมติกระจายสม่ำเสมอ ป้อนเลข 0.60

```
CAPS   BASIC  DEG
gx(0.60-0.80)=?0.60_
gy(0.60-0.80)=?0.60_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
gy(0.60-0.80)=?0.60_
ex=Mny/Pn=1.333333333 cm
```

แสดงระยะเยื้องศูนย์ทางแกน X บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
ex=Mny/Pn=1.333333333 cm
ey=Mnx/Pn=1.666666667 cm
```

แสดงระยะเยื้องศูนย์ทางแกน Y บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
ey=Mnx/Pn=1.666666667 cm
n=Es/Ec=8.54443235
```

แสดงอัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่น บันทึกค่า กดปุ่ม EXE รอสักครู่หน้าจอจะเปลี่ยนเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
n=Es/Ec=8.54443235
b = 0.8 m
```

บอกว่าหน้ากว้างของเสา b ซึ่งขนานแกน X มีขนาด 0.80 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
b = 0.8 m
t = 1 m
```

บอกว่าความลึกของหน้าตัดเสา t ซึ่งขนานแกน Y มีขนาด 1.00 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
t = 1 m
pg=As/Ag=0.0100001
```

บอกอัตราส่วนเนื้อที่หน้าตัดเหล็กยืนในเสาต่อเนื้อที่หน้าตัดเสา pg บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

CAPS BASIC DEG
pg=As/Ag=0.0100001
Reqd As= 80.008 sq.m

บอกเนื้อที่หน้าตัดเหล็กยืนที่ต้องการ บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
Reqd As= 80.008 sq.m
ebx= 26.21302588 cm

บอกระยะเยื้องศูนย์สมดุลของทางแกน X บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
ebx= 26.21302588 cm
eby= 20.97042071 cm

บอกระยะเยื้องศูนย์สมดุลของทางแกน Y บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
eby= 20.97042071 cm
fa= 75 ksc

บอกหน่วยแรงอัดตามแนวแกนที่เกิดขึ้นจริง บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
fa= 75 ksc
Fa= 105.002 ksc

บอกหน่วยแรงอัดตามแนวแกนที่ยอมให้ บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
Fa= 105.002 ksc
fbx= 6.389628751 ksc

บอกหน่วยแรงดัดทางแกน X ที่เกิดขึ้นจริง บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
fbx= 6.389628751 ksc
fby= 6.389628751 ksc

บอกหน่วยแรงดัดทางแกน Y ที่เกิดขึ้นจริง บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
fby= 6.389628751 ksc
Fbx= 112.5 ksc

บอกหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ทางแกน X บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
Fbx= 112.5 ksc
Fby= 112.5 ksc

บอกหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ทางแกน Y บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
Fby= 112.5 ksc
Mox= 4800480 kg.cm

บอกโมเมนต์ดัดทางแกน X ที่รับได้จริงขณะไม่มีแรงตามแนวแกน บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

CAPS BASIC DEG
Mox= 4800480 kg.cm
Moy= 3840384 kg.cm

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

บอกโมเมนต์ดัดทางแกน Y ที่รับได้จริงขณะไม่มีแรงตามแนวแกน บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
fa/Fa+fbx/Fbx+fby/Fby=0.8278655091
```

แสดงอัตราส่วนหน่วยแรงที่เกิดขึ้นจริงต่อหน่วยแรงที่ยอมให้ทั้งจากแรงตามแนวแกน โมเมนต์ดัดทั้งสองแกน รวมกันแล้วต้องไม่เกิน 1.0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG

 Mnx/Mox+Mny/Moy= 0.4166250042
```

แสดงอัตราส่วนโมเมนต์ดัดที่กระทำจริงต่อโมเมนต์ดัดที่รับได้ของแต่ละแกน ต้องไม่เกิน 1.0 กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
  Mnx/Mox+Mny/Moy= 0.4166250042
Press a key…
```

บอกให้กดปุ่มใดๆ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Press a key…
Ready P3
```

จบกระบวนการออกแบบเสา นำค่าที่ออกแบบได้ไปเขียนรายละเอียดซึ่งจะไม่แสดงในที่นี้

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

โปรแกรม FOOTING.BAS

เลื่อนปุ่ม POWER ไปที่ ON เพื่อเปิดเครื่อง กดปุ่ม MODE ที่มุมบนขวาของเครื่อง ตามด้วยปุ่มเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งใน CASIO FX-880P นั้นแบ่งเป็นส่วนๆ จาก P0 ถึง P9 รวมทั้งหมด 10 โปรแกรม หน่วยความจำเริ่มต้นมี 32 KB หากจะใช้โปรแกรม R.C.DESIGN ให้ครบควรจะเพิ่มหน่วยความจำอีก 32 KB โปรแกรมออกแบบโครงสร้าง ค.ส.ล. จะมีตั้งแต่ P0 ถึง P4

เมื่อต้องการออกแบบฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้กดปุ่มสีขาวตัวหนังสือ S สีแดงแล้วตามด้วยปุ่มเลข 4 ซึ่งมีข้อความ P4 สีแดงด้านบน ที่หน้าจอจะขึ้นว่า

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P4
```

ดูรายละเอียดของโปรแกรมโดย พิมพ์ LIST กดปุ่ม EXE หรืออาจจะกดปุ่มขาวตัว S สีแดง แล้วตามด้วยปุ่มตัว L ซึ่งมีตัวหนังสือสีแดง LIST อยู่ด้านบน จากนั้นกดปุ่ม EXE จะได้ผลอย่างเดียวกัน

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P4
 LIST
```

```
10  CLS:CLEAR :PRINT “FOOTING DESIGN”
20  INPUT “fc’=”;A
30  INPUT “fy=”;FY
40  CLS
50  C=2040000/15100/SQR(A)
60  D=0.375*A
70  IF (D>65) THEN LET D=65
80  B=FY/2
90  IF (B>1700) THEN LET B=1700
100  E=0.29*SQR(A)
110  H=1-G/3
120  G=1/(1+B/C/D)
130  H=1-G/3
140  J=0.5*D*G*H
150  PRINT “n=”;C
160  PRINT “fc=”;D;”ksc”
170  PRINT “vc(beam)=”;E;”ksc”
180  PRINT “vc(punching)=”;F;”ksc”
190  PRINT “fs=”;B;”ksc”
200  PRINT “R=”;J;”ksc”
210  PRINT “k=”;G
220  PRINT “j=”;H
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
230  PRINT “SELECT TYPE OF FOOTING”
240  INPUT “1=BEARING,2=PILE”;Z1
250  CLS
260  IF (Z1=1) THEN GOTO 310
270  IF (Z1<>2) THEN GOTO 240
280  INPUT “PILE SIZE=”;A$
290  INPUT “PILE CAPACITY(T/pile)=”;K
300  GOTO 890
310  INPUT “BEARING CAPACITY(T/sq.m)=”;K
320  INPUT “FOOTING NAME”;B$
330  INPUT “COLUMN LOAD(T)=”;L
340  INPUT “COLUMN SIZE a(m)=”;M
350  INPUT “COLUMN SIZE b(m)=”;N
360  CLS
370  O=1.1*L/K
380  PRINT “REQUIRED AREA=”;O;”sq.m”
390  TEM1=SQR(O)
400  PRINT “SQUARE FOOTING=”;TEM1;”m”
410  INPUT “FOOTING SIZE A(m)=”;P
420  INPUT “FOOTING SIZE B(m)=”;Q
430  R=1.1*L/P/Q
440  PRINT “SOIL PRESSURE p=”;R;”T/sq.m”
450  FOR I=15 TO 300 STEP 5
460  S1=I/100
470  T1=S1-0.05
480  U=R*(P-M-2*T1)/T1/20
490  IF (U<E) THEN PRINT “vc1=”;U;”ksc”:GOTO 510
500  NEXT I
510  FOR I=15 TO 300 STEP 5
520  S2=I/100
530  T2=S2-0.05
540  U=R*(Q-N-2*T2)/T2/20
550  IF (U<E) THEN PRINT “vc2=”;U;”ksc”:GOTO 570
560  NEXT I
570  FOR I=15 TO 300 STEP 5
580  S3=I/100
590  T3=S3-0.05
600  U=R*(P*Q-(M+T3)*(N+T3))/20/T3/(M+N+2*T3)
610  IF (U<F) THEN PRINT “vc3=”;U;”ksc”:GOTO 630
620  NEXT I
630  IF (T1>=T2) AND (T1>=T3) THEN LET T=T1:GOTO 660
640  IF (T2>=T1) AND (T2>=T3) THEN LET T=T3:GOTO 660
650  IF (T3>=T1) AND (T3>=T2) THEN LET T=T3:GOTO 660
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
660  TEM1=T+0.05
670  PRINT “FOOTING THICKNESS=”;TEM1;”m”
680  INPUT “BOND u(ksc)=”;U
690  X1=125*R*Q*(P-M)^2
700  X2=X1/B/H/T
710  PRINT “M1=”;X1;”kg.m”
720  PRINT “As1=”;X2;”sq.cm”
730  X3=500*R*Q*(P-M)
740  X4=X3/100/U/H/T
750  PRINT “V1=”;X3;”kg”
760  PRINT “EO1=”;X4;”cm”
770  X5=125*R*P*(Q-N)^2
780  X6=X5/B/H/T
790  PRINT “M2=”;X5;”kg.m”
800  PRINT “As2=”;X6;”sq.cm”
810  X7=500*R*P*(Q-N)
820  X8=X7/100/U/H/T
830  PRINT “V2=”;X7;”kg”
840  PRINT “EO2=”;X8;”cm”
850  INPUT “1=CONT.,2=END”;Z
860  IF (Z=1) THEN GOTO 240
870  IF (Z=2) THEN END
880  GOTO 850
890  INPUT “FOOTING NAME=”;B$
900  INPUT “COLUMN LOAD(T)=”;L
910  INPUT “COLUMN SIZE a(m)=”;M
920  INPUT “COLUMN SIZE b(m)=”;N
930  CLS
940  O=1+INT(1.1*L/K)
950  IF (O=3) THEN LET O=4
960  IF (O=15) THEN LET O=16
970  IF (O=17) THEN LET O=18
980  IF (O=19) THEN LET O=20
990  P=1100*L/O
1000  PRINT “No.OF PILE=”;O
1010  PRINT “LOAD/PILE=”;P;”kg”
1020  IF (O=1) THEN GOTO 1200
1030  IF (O=2) THEN GOTO 1290
1040  IF (O=4) THEN GOTO 1710
1050  IF (O=5) THEN GOTO 1900
1070  IF (O=7) THEN GOTO 2320
1080  IF (O=8) THEN GOTO 2510
1090  IF (O=9) THEN GOTO 2700
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
1100  IF (O=10) THEN GOTO 2710
1110  IF (O=11) THEN GOTO 2910
1120  IF (O=12) THEN GOTO 3110
1130  IF (O=13) THEN GOTO 3310
1140  IF (O=14) THEN GOTO 3510
1150  IF (O=16) THEN GOTO 3710
1160  IF (O=18) THEN GOTO 3910
1170  IF (O=20) THEN GOTO 4110
1180  IF (O>20) THEN PRINT “TOO MANY PILE”:GOTO 230
1190  GOTO 1200
1200  INPUT “PILE SIZE D(m)=”;Y1
1210  Q=2*Y1+0.35
1220  T=2*Y1
1230  A1=25*Q*Q
1240  PRINT “PILECAP”
1250  PRINT “SIZE=”;Q;”m”
1260  PRINT “DEPTH=”;T;”m”
1270  PRINT “As=”;A1;”sq.cm”
1280  GOTO 4460
1290  INPUT “EDGE DIST.C(m)=”;Q
1300  INPUT “CENTER DIST.D(m)=”;R
1310  FOR I=15 TO 300 STEP 5
1320  S1=I/100
1330  T1=S1-0.05
1340  T2=100*T1
1350  U1=50*(R-M)-T2
1360  IF (ABS(U1)<15) THEN LET U2=2*P*(U1+15)/30:GOTO 1390
1370  IF (U1<-15) THEN LET U2=0:GOTO 1390
1380  U2=2*P
1390  U3=U2/200/T2/(M+N+2*T1)
1400  IF (U3<F) THEN PRINT “vc3=”;U3;”ksc”:GOTO 1420
1410  NEXT I
1420  TEM1=N+S1+0.05
1430  PRINT “Try E=”;TEM1
1440  INPUT “Use E=”;S
1450  CLS
1460  FOR I=15 TO 300 STEP 5
1470  S2=I/100
1480  T3=S2-0.05
1490  T4=100*T3
1500  U4=50*(R-M)-T4
1510  IF (ABS(U4)<15) THEN LET U6=P*(U4+15)/30:GOTO 1540
1520  IF (U4<-15) THEN LET U5=0:GOTO 1540
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
1530  U5=P
1540  U6=U5/100/S/T4
1550  IF (U6<E) THEN PRINT “vc1=”;U6;”ksc”:GOTO 1570
1560  NEXT I
1570  IF (S2>S1) THEN LET T=S2:T8=T3:T9=T4:GOTO 1590
1580  T=S1:T8=T1:T9=T2
1590  PRINT “FOOTING THICKNESS=”;T;”m”
1600  PRINT “SHEAR V=”;P;”kg”
1610  V=P*(R-M)/2
1620  PRINT “M=”;V;”kg.m”
1630  V1=V/B/H/T8
1640  PRINT “As1=”;V1;”sq.cm”
1650  INPUT “BOND u(ksc)=”;X
1660  V2=P/X/H/T9
1670  PRINT “EO1=”;V2;”cm”
1680  V3=25*T*(2*Q+R)
1690  PRINT “As2=”;V3;”sq.cm”
1700  GOTO 4460
1710  GOSUB 4770
1720  X1=2*Q+R
1730  X2=X1
1740  V1=2*P
1750  V2=V1
1760  V3=0
1770  V4=V1
1780  V5=0
1790  V6=4*P
1800  X3=50*(R-M)
1810  X4=50*(R-N)
1820  PRINT “X1=X2=”;X1;”m”
1830  M 1=V1*(R-M)/2
1840  M2=V2*(R-N)/2
1850  GOSUB 4650
1860  GOSUB 4530
1870  GOSUB 4500
1880  GOSUB 4310
1890  GOTO 4460
1900  INPUT “PILE SIZE d(m)=”;R1
1910  R2=3*R1/SQR(2)
1920  PRINT “Try D=R=”;R2
1930  GOSUB 4770
1940  X1=2*(Q+R)
1950  X2=X1
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
1960  X3=100*(R-N/2)
1970  X4=100*(R-M/2)
1980  PRINT “X1=X2=”;X1;”m”
1990  V1=2*P
2000  V2=V1
2010  V3=0
2020  V4=V2
2030  V5=0
2040  V6=4*P
2050  M1=V1*(R-M/2)
2060  M2=V2*(R-N/2)
2070  GOSUB 4650
2080  GOSUB 4530
2090  GOSUB 4500
2100  GOSUB 4310
2110  GOTO 4460
2120  GOSUB 4770
2130  X1=2*(Q+R)
2140  X2=2*Q+R
2150  PRINT “X1=”;X1;”m”
2160  PRINT “X2=”;X2;”m”
2170  V1=2*P
2180  V2=3*P
2190  M1=V1*(R-M/2)
2200  M2=V2*(R-N/2)
2210  V3=0
2220  V4=V2
2230  V5=4*P
2240  V6=2*P
2250  X3=50*(R-N)
2260  X4=100*(R-N/2)
2270  GOSUB 4650
2280  GOSUB 4530
2290  GOSUB 4500
2300  GOSUB 4310
2310  GOTO 4460
2320  GOSUB 4770
2330  X1=2*(Q+R)
2340  X2=X1
2350  PRINT “X1=X2=”;X1;”m”
2360  V1=2*P
2370  V2=3*P
2380  M1=V1*(R-M/2)
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
2390  M2=V2*(R-N)/2
2400  V3=0
2410  V4=V2
2420  V5=4*P
2430  V6=2*P
2440  X3=100*(R-N/2)
2450  X4=X3
2460  GOSUB 4650
2470  GOSUB 4530
2480  GOSUB 4500
2490  GOSUB 4310
2500  GOTO 4460
2510  GOSUB 4770
2520  X1=2*(Q+R)
2530  X2=X1
2540  PRINT “X1=X2=”;X1;”m”
2550  V1=3*P
2560  V2=V1
2570  M1=V1*(R-M/2)
2580  M2=V2*(R-N/2)
2590  V3=0
2600  V4=3*P
2610  V5=4*P
2620  V6=4*P
2630  X3=100*(R-N/2)
2640  X4=100*(R-N/2)
2650  GOSUB 4650
2660  GOSUB 4530
2670  GOSUB 4500
2680  GOSUB 4310
2690  GOTO 4460
2700  GOTO 2510
2710  GOSUB 4770
2720  X1=6*R+2*Q
2730  X2=4*R+2*Q
2740  PRINT “X1=”;X1;”m”
2750  PRINT “X2=”;X2;”m”
2760  V1=4*P
2770  V2=3*P
2780  M1=P*(4*R-2*M)
2790  M2=3*P*(R-N/2)
2800  V3=3*P
2810  V4=0
```


TumCivil.com Fanpage

TUMCIVIL.COM

```
2820  V5=8*P
2830  V6=2*P
2840  X3=50*(R-M)
2850  X4=100*(R-N/2)
2860  GOSUB 4650
2870  GOSUB 4530
2880  GOSUB 4500
2890  GOSUB 4310
2900  GOTO 4460
2910  GOSUB 4770
2920  X1=3*R+2*Q
2930  X2=2*R+2*Q
2940  PRINT “X1=”;X1;”m”
2950  PRINT “X2=”;X2;”m”
2960  V1=5*P
2970  V2=4*P
2980  M1=5*P*(R-M/2)
2990  M2=4*P*(R-N/2)
3000  V3=4*P
3010  V4=0
3020  V5=8*P
3030  V6=2*P
3040  X3=100*(R-M/2)
3050  X4=100*(R-N/2)
3060  GOSUB 4650
3070  GOSUB 4530
3080  GOSUB 4500
3090  GOSUB 4310
3100  GOTO 4460
3110  GOSUB 4770
3120  X1=3*R+2*Q
3130  X2=2*R+2*Q
3140  PRINT “X1=”;X1;”m”
3150  PRINT “X2=”;X2;”m”
3160  V1=6*P
3170  V2=4*P
3180  M1=3*P*(2*R-M)
3190  M2=4*P*(R-N/2)
3200  V3=3*P
3210  V4=3*P
3220  V5=10*P
3230  V6=2*P
3240  X3=50*(R-M)
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
3250  X4=X3
3260  GOSUB 4650
3270  GOSUB 4530
3280  GOSUB 4500
3290  GOSUB 4310
3300  GOTO 4460
3310  GOSUB 4770
3320  X1=3*R+2*Q
3330  X2=X1
3340  PRINT “X1=”;X1;”m”
3350  PRINT “X2=”;X2;”m”
3360  V1=6*P
3370  V2=V1
3380  M1=P*(7*R-3*M)
3390  M2=P*(7*R-3*N)
3400  V3=4*P
3410  V4=2*P
3420  V5=12*P
3430  V6=0
3440  X3=100*(1.5*R-M/2)
3450  X4=50*(R-N)
3460  GOSUB 4650
3470  GOSUB 4530
3480  GOSUB 4500
3490  GOSUB 4310
3500  GOTO 4460
3510  GOSUB 4770
3520  X1=3*R+2*Q
3530  X2=X1
3540  PRINT “X1=”;X1;”m”
3550  PRINT “X2=”;X2;”m”
3560  V1=7*P
3570  V2=6*P
3580  M1=P*(15*R-7*M)/2
3590  M2=P*(7*R-3*N)
3600  V3=4*P
3610  V4=2*P
3620  V5=12*P
3630  V6=2*P
3640  X3=50*(R-M)
3650  X4=X3
3660  GOSUB 4650
3670  GOSUB 4530
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
3680  GOSUB 4500
3690  GOSUB 4310
3700  GOTO 4460
3710  GOSUB 4770
3720  X1=3*R+2*Q
3730  X2=X1
3740  PRINT “X1=”;X1;”m”
3750  PRINT “X2=”;X2;”m”
3760  V1=8*P
3770  V2=V1
3780  M1=4*P*(2*R-M)
3790  M2=4*P*(2*R-N)
3800  V3=4*P
3810  V4=4*P
3820  V5=12*P
3830  V6=4*P
3840  X3=50*(R-N)
3850  X4=X3
3860  GOSUB 4650
3870  GOSUB 4530
3880  GOSUB 4500
3890  GOSUB 4310
3900  GOTO 4460
3910  GOSUB 4770
3920  X1=4*R+2*Q
3930  X2=3*R+2*Q
3940  PRINT “X1=”;X1;”m”
3950  PRINT “X2=”;X2;”m”
3960  V1=8*P
3970  V2=9*P
3980  M1=4*P*(3*R-M)
3990  M2=P*(9.5*R-4.5*N)
4000  V3=4*P
4010  V4=4*P
4020  V5=14*P
4030  V6=4*P
4040  X3=100*(R-M/2)
4050  X4=50*(R-N)
4060  GOSUB 4650
4070  GOSUB 4530
4080  GOSUB 4500
4090  GOSUB 4310
4100  GOTO 4460
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
4110  GOSUB 4770
4120  X1=4*R+2*Q
4130  X2=3*R+2*Q
4140  PRINT “X1=”;X1;”m”
4150  PRINT “X2=”;X2;”m”
4160  V1=8*P
4170  V2=10*P
4180  M1=4*P*(3*R-M)
4190  M2=5*P*(3*R-N)
4200  V3=4*P
4210  V4=4*P
4220  V5=18*P
4230  V6=2*P
4240  X3=50*(R-N)
4250  X4=100*(R-M/2)
4260  GOSUB 4650
4270  GOSUB 4530
4280  GOSUB 4500
4290  GOSUB 4310
4300  GOTO 4460
4310  PRINT “FOOTING THICKNESS=”;S;”m”
4320  PRINT “V1=”;V1;”kg”
4330  PRINT “V2=”;V2;”kg”
4340  PRINT “M1=”;M1;”kg.m”
4350  PRINT “M2=”;M2;”kg.m”
4360  INPUT “BOND u(ksc)=”;U
4370  A1=M1/B/H/T
4380  E1=V1/U/H/V
4390  PRINT “As1=”;A1;”sq.cm”
4400  PRINT “EO1=”;E1;”cm”
4410  A2=M2/B/H/T
4420  E2=V2/U/H/V
4430  PRINT “As2=”;A2;”sq.cm”
4440  PRINT “EO2=”;E2;”cm”
4450  RETURN
4460  INPUT “1=CONT.,2=END”;Z1
4470  IF (Z1=1) THEN GOTO 240
4480  IF (Z1=2) THEN END
4490  GOTO 4460
4500  IF (S1>=S2) THEN LET S=S1:T=T1:V=T2:GOTO 4520
4510  IF (S1<S2) THEN LET S=S2:T=T4:V=T5:GOTO 4520
4520  RETURN
4530  FOR I=15 TO 300 STEP 5
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
4540  S2=I/100
4550  T4=S2-0.05
4560  T5=100*T4
4570  T6=X4-T5
4580  IF (ABS(T6)<=15) THEN LET U4=V3+V4*(T6+15)/30:GOTO 4610
4590  IF (T6<-15) THEN LET U4=V3:GOTO 4610
4600  U4=V3+V4
4610  U5=U4/X1/T5/100
4620  IF (U5<E) THEN PRINT “vc2=”;U5;”ksc”:GOTO 4640
4630  NEXT I
4640  RETURN
4650  FOR I=15 TO 300 STEP 5
4660  S1=I/100
4670  T1=S1-0.05
4680  T2=100*T1
4690  T3=X3-T2/2
4700  IF (ABS(T3)<=15) THEN LET U1=V5+V6*(T3+15)/30:GOTO 4730
4710  IF (T3<-15) THEN LET U1=V5:GOTO 4730
4720  U1=V5+V6
4730  U2=U1/200/(M+N+2*T1)/T2
4740  IF (U2<=F) THEN PRINT “vc3=”;U2;”ksc”:GOTO 4760
4750  NEXT I
4760  RETURN
4770  INPUT “EDGE DIST.C(m)=”;Q
4780  INPUT “CENTER DIST.D(m)=”;R
4790  RETURN
```

ในการใช้งานโปรแกรมออกแบบฐานราก ขณะที่หน้าจอขึ้น Ready P4 ให้พิมพ์ RUN แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P4
```

พิมพ์ RUN กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P4
 RUN
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
 FOOTING DESIGN
```

บอกว่าโปรแกรมนี้ใช้ออกแบบฐานราก กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
FOOTING DESIGN
fc'=?_
```

ป้อนค่ากำลังอัดประลัยของทรงกระบอกคอนกรีต ที่ค่า 173 ksc.

```
CAPS    BASIC   DEG
FOOTING DESIGN
fc'=?173_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
fc'=?173_
fy=?_
```

ป้อนค่ากำลังจุดครากของเหล็กเสริม ที่ค่า 3000 ksc

```
CAPS    BASIC   DEG
fc'=?173_
fy=?3000_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
n=10.27141245
```

แสดงอัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อคอนกรีต n บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
n=10.27141245
fc=64.875 ksc
```

แสดงหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของคอนกรีต fc บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
fc=64.875 ksc
vc(beam)=3.814354467 ksc
```

แสดงหน่วยแรงเฉือนแบบคานที่ยอมให้ บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
vc(beam)=3.814354467 ksc
vc(punching)= 6.971061612 ksc
```

แสดงหน่วยแรงเฉือนแบบเจาะทะลุที่ยอมให้ บันทึกค่า แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
vc(punching)= 6.971061612 ksc
fs= 1500 ksc
```

แสดงหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของเหล็กเสริม บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
fs= 1500 ksc
R= 8.954556185 ksc
```

แสดงค่าพารามิเตอร์โมเมนต์สมดุล R บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
R= 8.954556185 ksc
k= 0.3075936288
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

แสดงค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งสมดุลของแกนคาน บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
k= 0.3075936288
j= 0.8974687904
```

แสดงค่าพารามิเตอร์แขนโมเมนต์ บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
j= 0.8974687904
SELECT TYPE OF FOOTING
```

ให้เลือกชนิดของฐานราก กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
SELECT TYPE OF FOOTING
1=BEARING,2=PILE?_
```

ถ้าเป็นฐานรากบนดินแน่น (Bearing Footing) ให้กดเลข 1 แต่ถ้าเป็นฐานรากบนเสาเข็มให้กดเลข 2 จากนั้นจึงกดปุ่ม EXE ในที่นี้จะออกแบบฐานรากบนดินแน่น โดยมีข้อมูลดังนี้

น้ำหนักลงตอม่อ 93.25 ตัน ขนาดของตอม่อประมาณจากสูตรออกแบบเสา

$$P = 0.85A_g\left(0.25f_c^{'} + 0.4f_y p_g\right)$$

$$93250 = 0.85A_g\left(0.25 \times 173 + 0.4 \times 3000 \times 0.04\right)$$

$$A_g = 1202.26 \quad cm^2$$

$$A_g = 0.30 \times 0.45 \quad m.$$

กำลังแบกทานของดิน 15 ตัน/ตารางเมตร

เมื่อหน้าจอมาถึงตรงนี้ให้ป้อนเลข 1 เลือก BEARING ซึ่งเป็นฐานรากวางบนดินแน่นไม่ต้องใช้เสาเข็ม

```
CAPS   BASIC  DEG
SELECT TYPE OF FOOTING
1=BEARING,2=PILE?1_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
1=BEARING,2=PILE?1_
BEARING CAPACITY(T/sq.m)=?_
```

ป้อนกำลังแบกทานของดินแน่น ในที่นี้คือ 15 ตัน/ตารางเมตร ป้อนเลข 15

```
CAPS   BASIC  DEG
1=BEARING,2=PILE?1_
BEARING CAPACITY(T/sq.m)=?15_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
BEARING CAPACITY(T/sq.m)=?15_
FOOTING NAME?_
```

ป้อนชื่อฐานราก สมมติว่าเป็น F-1 พิมพ์ F-1

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
BEARING CAPACITY(T/sq.m)=?15_
FOOTING NAME?_F-1
```

กดปุ่ม EXE (ที่จริงชื่อฐานรากในโปรแกรมไม่มีผลในการคำนวณใดๆ เลย ไม่ป้อนก็ได้)

```
CAPS    BASIC   DEG
FOOTING NAME?_F-1
COLUMN LOAD(T)=?_
```

ป้อนน้ำหนักลงเสาตอม่อ พิมพ์ 93.25

```
CAPS    BASIC   DEG
FOOTING NAME?_F-1
COLUMN LOAD(T)=?93.25_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
COLUMN LOAD(T)=?93.25_
COLUMN SIZE a(m)=?_
```

ป้อนขนาดหน้าตัดเสาตอม่อ ขอบ a ในหน่วยเมตร ซึ่งขอบนี้จะขนานขอบแนวนอนหากมองบนแปลนของฐานราก ในที่นี้ให้ a = 0.30 เมตร พิมพ์ 0.30

```
CAPS    BASIC   DEG
COLUMN LOAD(T)=?93.25_
COLUMN SIZE a(m)=?0.30_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
COLUMN SIZE a(m)=?0.30_
COLUMN SIZE b(m)=?_
```

ป้อนขนาดหน้าตัดเสาตอม่อ ขอบ b ในหน่วยเมตร ซึ่งขอบนี้จะขนานขอบแนวตั้งหากมองบนแปลนของฐานราก ในที่นี้ให้ b = 0.45 เมตร พิมพ์ 0.45

```
CAPS    BASIC   DEG
COLUMN SIZE a(m)=?0.30_
COLUMN SIZE b(m)=?0.45_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
REQUIRED AREA= 6.838333333 sq.m
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
REQUIRED AREA= 6.838333333 sq.m
SQUARE FOOTING= 2.615020714  m
```

ถ้าเป็นฐานรากสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ละด้านจะยาวอย่างน้อย 2.615020714 เมตร แต่ในทางปฏิบัติจะให้เป็นเลขลงตัวที่ทำงานง่าย เช่นจะให้ด้านหนึ่งกว้าง 2.50 เมตร แล้วหาอีกด้าน ตอนนี้กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
SQUARE FOOTING= 2.615020714  m
FOOTING SIZE A(m)=?_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

โปรแกรมถามขนาดของฐานราก หากจะให้เป็นจัตุรัสก็อาจจะใช้ฐานรากแต่ละขอบยาว 2.65 เมตร ในตัวอย่างนี้สมมติให้ A = 2.75 m. พิมพ์ 2.75

```
CAPS   BASIC  DEG
SQUARE FOOTING= 2.615020714  m
FOOTING SIZE A(m)=?2.75_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
FOOTING SIZE A(m)=?2.75_
FOOTING SIZE B(m)=?_
```

ความยาวอีกด้าน อย่างน้อย $B = \frac{Area}{A} = \frac{6.838333333}{2.75} = 2.487 \text{ m.} \approx 2.50 \text{ m}$ ป้อน 2.50

```
CAPS   BASIC  DEG
FOOTING SIZE A(m)=?2.75_
FOOTING SIZE B(m)=?2.50_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
FOOTING SIZE B(m)=?2.50_
SOIL PRESSURE p= 14.92  T/sq.m
```

แสดงแรงต้านทานของดิน บันทึกข้อมูล กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
SOIL PRESSURE p= 14.92  T/sq.m
vc1=3.73 ksc
```

แสดงแรงเฉือนแบบคาน บันทึกข้อมูล กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
vc1=3.73 ksc
vc2=3.605666667  ksc
```

แสดงหน่วยแรงเฉือนแบบคานอีกด้านหนึ่ง บันทึกข้อมูล กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
vc2=3.605666667  ksc
vc3=6.229225589 ksc.
```

แสดงหน่วยแรงเฉือนแบบเจาะทะลุ (punching shear) รอบตอม่อ บันทึกข้อมูล กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
vc3=6.229225589 ksc.
FOOTING THICKNESS= 0.5  m
```

บอกว่าต้องใช้ฐานรากหนา 0.50 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
FOOTING THICKNESS= 0.5  m
BOND u(ksc)=?_
```

หน่วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริม

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

$$u = \frac{2.29}{2}\frac{\sqrt{f_c'}}{D} \le 11 \quad ksc \text{ สำหรับเหล็กผิวเรียบและ } d < 30 \text{ เซนติเมตร}$$

$$u = 2.29\frac{\sqrt{f_c'}}{D} \le 25 \quad ksc \text{ สำหรับเหล็กข้ออ้อยและ } d < 30 \text{ เซนติเมตร}$$

$$u = \frac{3.23}{2}\frac{\sqrt{f_c'}}{D} \le 11 \quad ksc \text{ สำหรับเหล็กผิวเรียบและ } d >= 30 \text{ เซนติเมตร}$$

$$u = 3.23\frac{\sqrt{f_c'}}{D} \le 35 \quad ksc \text{ สำหรับเหล็กข้ออ้อยและ } d >= 30 \text{ เซนติเมตร}$$

ในตัวอย่างนี้มี d = 50-5 = 45 เซนติเมตร > 30 เซนติเมตร และใช้เหล็กข้ออ้อย สมมติขนาดเหล็ก D = 25 mm. = 2.5 cm. ดังนั้น

$$u = 3.23\frac{\sqrt{173}}{2.5} = 16.99 \quad ksc. < 35 \quad ksc. \quad O.K.$$

พิมพ์ 16.99

```
CAPS    BASIC   DEG
FOOTING THICKNESS= 0.5  m
BOND u(ksc)=?16.99_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
BOND u(ksc)=?16.99_
M1=27986.65625 kg.m
```

โมเมนต์ดัดที่ขอบตอม่อรอบแกนดิ่งหากมองดูที่แปลนฐานราก บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
M1=27986.65625 kg.m
As1= 46.19850117 sq.cm
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมขนานกับขอบนอนของแปลนฐานราก บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
As1= 46.19850117 sq.cm
V1=45692.5 kg
```

แรงเฉือนที่ขอบตอม่อตรงแกนดิ่งหากดูที่แปลนฐานราก บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
V1=45692.5 kg
EO1= 66.59163422  cm
```

เส้นรอบรูปที่ต้องการของแกนดิ่งหากดูที่แปลนฐานราก บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
EO1= 66.59163422  cm
M2= 21553.57188 kg.m
```

โมเมนต์ดัดที่ขอบตอม่อรอบแกนนอนหากดูที่แปลนฐานราก บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
M2= 21553.57188 kg.m
As2= 35.57919555 sq.cm
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กที่ต้องการขนานขอบตั้งของฐานรากหากดูที่แปลน บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
As2= 35.57919555 sq.cm
V2= 42055.75 kg
```

แรงเฉือนที่ขอบตอม่อตรงแกนนอนหากมองดูที่แปลนฐานราก บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
V2= 42055.75 kg
EO2= 61.29148374 cm
```

เส้นรอบรูปของเหล็กที่วางขนานขอบตั้งของแปลนฐานราก บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
EO2= 61.29148374 cm
1=CONT.,2=END?_
```

โจทย์ถามว่าจะออกแบบต่อไปโดยใช้กำลังคอนกรีตและเหล็กค่าเดิมนี้ หรือไม่ หากยังคงออกแบบอีกให้กดเลข 1 กดปุ่ม EXE และถ้าเลิกออกแบบให้กดเลข 2 แล้วกดปุ่ม EXE ตอนนี้ให้เลิกไปก่อนพิมพ์เลข 2

```
CAPS    BASIC   DEG
EO2= 61.29148374 cm
1=CONT.,2=END?2_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
1=CONT.,2=END?2_
Ready P4
```

เหล็ก DB 25 mm. มีเนื้อที่หน้าตัดเหล็กหนึ่งเส้น $A_s = \frac{\pi}{4} \times 2.5^2 = 4.909 \ \ cm^2$ และเส้นรอบรูปเหล็กหนึ่งเส้นเท่ากับ $\sum O = \pi \times 2.5 = 7.854 \ \ cm$ หาจำนวนเส้นแต่ละทิศทางดังนี้

ขนานขอบนอนของฐานราก ต้องการ $A_{s1} = 46.19850117$ ตารางเซนติเมตร และต้องการเส้นรอบรูป $\sum O_1 = 66.59163422$ เซนติเมตร หาจำนวนเส้นได้

ผลจากโมเมนต์ดัด $N = \frac{A_{s1}}{A_s} = \frac{46.19850117}{4.909} = 9.4 \Rightarrow 10$ เส้น

ผลจากแรงเฉือน $N = \frac{\sum O_1}{\sum O} = \frac{66.59163422}{7.854} = 8.5 \Rightarrow 9$ เส้น

ดังนั้นเหล็กขนานขอบนอนของแปลนฐานรากใช้ 10-DB 25 mm.

ขนานขอบตั้งของฐานราก ต้องการ $A_{s2} = 35.57919555$ ตารางเซนติเมตร และต้องการเส้นรอบรูป $\sum O_2 = 61.29148374$ เซนติเมตร หาจำนวนเส้นได้

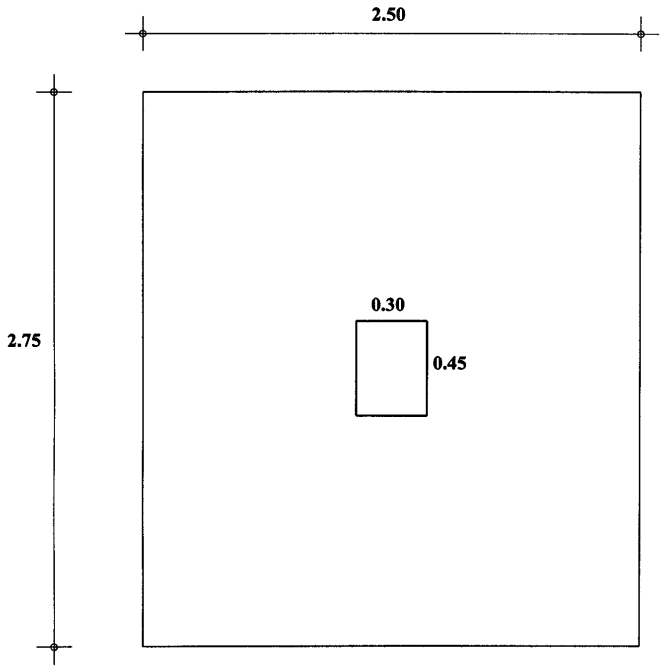
TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ผลจากโมเมนต์ดัด $N = \frac{A_{s2}}{A_s} = \frac{35.57919555}{4.909} = 7.2 \Rightarrow 8$ เส้น

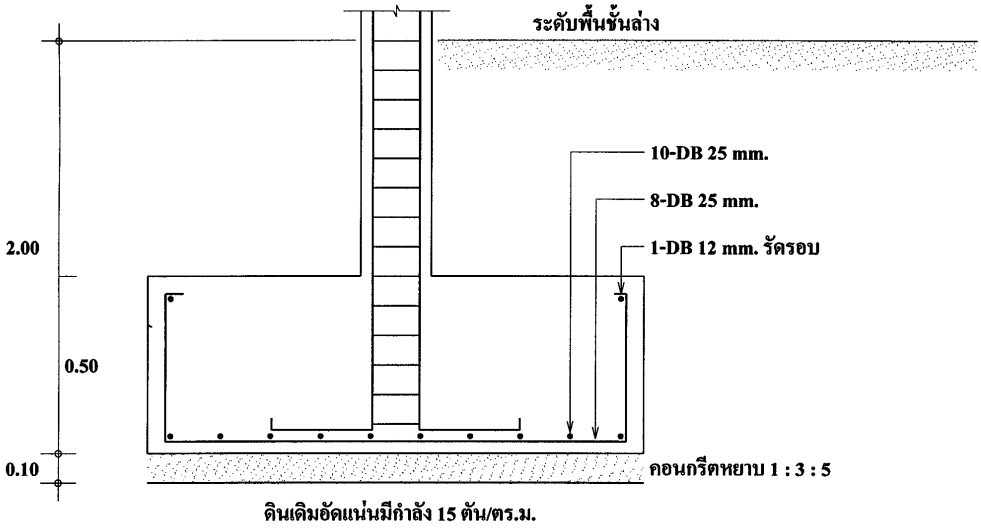
ผลจากแรงเฉือน $N = \frac{\sum O_2}{\sum O} = \frac{61.29148374}{7.854} = 7.8 \Rightarrow 8$ เส้น

ดังนั้นเหล็กขนานขอบตั้งของแปลนฐานรากที่ใช้คือ 8-DB 25 mm.

ซึ่งอาจจะเขียนรายละเอียดฐานรากได้ดังนี้



F-1 PLAN



F-1 SECTION

FOOTING F-1

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

การออกแบบฐานรากบนเสาเข็ม

ในการใช้งานโปรแกรมออกแบบฐานราก ขณะที่หน้าจอขึ้น Ready P4 ให้พิมพ์ RUN แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * 5 6 7 8 9                                    25398B
Ready P4
```

พิมพ์ RUN กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P4
 RUN
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
 FOOTING DESIGN
```

บอกว่าโปรแกรมนี้ใช้ออกแบบฐานราก กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 FOOTING DESIGN
 fc'=?_
```

ป้อนค่ากำลังอัดประลัยของทรงกระบอกคอนกรีต ที่ค่า 173 ksc.

```
CAPS   BASIC  DEG
 FOOTING DESIGN
 fc'=?173_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 fc'=?173_
 fy=?_
```

ป้อนค่ากำลังจุดครากของเหล็กเสริม ที่ค่า 3000 ksc

```
CAPS   BASIC  DEG
 fc'=?173_
 fy=?3000_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 n=10.27141245
```

แสดงอัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อคอนกรีต n บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 n=10.27141245
 fc=64.875 ksc
```

แสดงหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของคอนกรีต fc บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
fc=64.875 ksc
vc(beam)=3.814354467 ksc
```

แสดงหน่วยแรงเฉือนแบบคานที่ยอมให้ บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
vc(beam)=3.814354467 ksc
vc(punching)= 6.971061612 ksc
```

แสดงหน่วยแรงเฉือนแบบเจาะทะลุที่ยอมให้ บันทึกค่า แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
vc(punching)= 6.971061612 ksc
fs= 1500 ksc
```

แสดงหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของเหล็กเสริม บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
fs= 1500 ksc
R= 8.954556185 ksc
```

แสดงค่าพารามิเตอร์โมเมนต์สมดุล R บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
R= 8.954556185 ksc
k= 0.3075936288
```

แสดงค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งสมดุลของแกนคาน บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
k= 0.3075936288
j= 0.8974687904
```

แสดงค่าพารามิเตอร์แขนโมเมนต์ บันทึกค่า กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
j= 0.8974687904
SELECT TYPE OF FOOTING
```

ให้เลือกชนิดของฐานราก กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
SELECT TYPE OF FOOTING
1=BEARING,2=PILE?_
```

ถ้าเป็นฐานรากบนดินแน่น (Bearing Footing) ให้กดเลข 1 แต่ถ้าเป็นฐานรากบนเสาเข็มให้กดเลข 2 จากนั้นจึงกดปุ่ม EXE ในที่นี้จะออกแบบฐานรากบนเสาเข็ม โดยมีข้อมูลดังนี้

น้ำหนักลงตอม่อ 93.25 ตัน ขนาดของตอม่อประมาณจากสูตรออกแบบเสา

$$P = 0.85A_g\left(0.25f_c^{'} + 0.4f_y p_g\right)$$

$$93250 = 0.85A_g\left(0.25 \times 173 + 0.4 \times 3000 \times 0.04\right)$$

$$A_g = 1202.26 \quad cm^2$$

$$A_g = 0.30 \times 0.45 \quad m.$$

เสาเข็ม I-0.30x0.30x21.00 m. กำลังรับน้ำหนักต้นละ 40 ตัน

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

เมื่อหน้าจอมาถึงตรงนี้ให้ป้อนเลข 2 เลือก PILE ซึ่งเป็นฐานรากวางบนเสาเข็ม

```
CAPS   BASIC  DEG
SELECT TYPE OF FOOTING
1=BEARING,2=PILE?2_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
PILE SIZE=?_
```

ให้ป้อนขนาดเสาเข็ม ให้พิมพ์ I-0.30x0.30x21 m

```
CAPS   BASIC  DEG
PILE SIZE=?I-0.30x0.30x21 m_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
PILE SIZE=?I-0.30x0.30x21 m_
PILE CAPACITY(T/pile)=?_
```

ถามกำลังเสาเข็มรับได้ต้นละกี่ตัน พิมพ์ 40

```
CAPS   BASIC  DEG
PILE SIZE=?I-0.30x0.30x21 m_
PILE CAPACITY(T/pile)=?40_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
PILE CAPACITY(T/pile)=?40_
FOOTING NAME=?_
```

ป้อนชื่อฐานราก พิมพ์ F-2

```
CAPS   BASIC  DEG
PILE CAPACITY(T/pile)=?40_
FOOTING NAME=?F-2_
```

กดปุ่ม F-2

```
CAPS   BASIC  DEG
FOOTING NAME=?F-2_
COLUMN LOAD(T)=?_
```

น้ำหนักลงเสาตอม่อกี่ตัน ป้อน 93.25

```
CAPS   BASIC  DEG
FOOTING NAME=?F-2_
COLUMN LOAD(T)=?93.25_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
COLUMN LOAD(T)=?93.25_
COLUMN SIZE a(m)=?_
```

ขนาดหน้าตัดเสาตอม่อขนานขอบนอนของแปลนฐานรากกี่เมตร พิมพ์ 0.45

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS   BASIC  DEG
COLUMN LOAD(T)=?93.25_
COLUMN SIZE a(m)=?0.45_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
COLUMN SIZE a(m)=?0.45_
COLUMN SIZE b(m)=?_
```

ขนาดหน้าตัดเสาตอม่อขนานขอบตั้งของแปลนฐานราก ป้อน 0.30

```
CAPS   BASIC  DEG
COLUMN SIZE a(m)=?0.45_
COLUMN SIZE b(m)=?0.30_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
No.OF PILE= 4
```

โปรแกรมพยายามหาจำนวนเสาเข็มให้ สำหรับเครื่อง CASIO fx880P นี้ขนาดเล็กความจำน้อย จึงเขียนโปรแกรมให้เลือกจำนวนเสาเข็มเป็น 1,2,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,16,18,20 ต้น ไม่มี 3,15,17, และ 19 ต้น กรณีตัวอย่างนี้อาจจะต้องการเพียง 3 ต้นแต่โปรแกรมจะปัดเป็น 4 ต้น จากหน้าจอ กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
No.OF PILE= 4
LOAD/PILE= 25643.75 kg
```

บอกแรงต้านจากเสาเข็มต้นละ 25.64 ตัน กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
LOAD/PILE= 25643.75 kg
EDGE DIST.C(m)=?_
```

ถามระยะจากศูนย์กลางเสาเข็มต้นริมนอกสุดถึงขอบฐานราก ซึ่งต้องไม่น้อยกว่าขนาดของเสาเข็ม ในที่นี้คือ 0.30 เมตร พิมพ์ 0.30

```
CAPS   BASIC  DEG
LOAD/PILE= 25643.75 kg
EDGE DIST.C(m)=?0.30_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
EDGE DIST.C(m)=?0.30_
CENTER DIST.D(m)=?_
```

ถามระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเสาเข็มต้นที่อยู่ติดกัน ซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่าของขนาดเสาเข็ม ในที่นี้คือ 0.90 เมตร พิมพ์ 0.90

```
CAPS   BASIC  DEG
EDGE DIST.C(m)=?0.30_
CENTER DIST.D(m)=?0.90_
```

กดปุ่ม EXE

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS    BASIC   DEG
CENTER DIST.D(m)=?0.90_
X1=X2=1.5 m
```

แสดงขนาดแปลนฐานรากเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 1.50 เมตร บันทึกข้อมูล กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
X1=X2=1.5 m
vc3= 6.73727422 ksc
```

หน่วยแรงเฉือนแบบเจาะทะลุ 6.737 ksc ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ยอมให้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
vc3= 6.73727422 ksc
vc2= 3.256349206 ksc
```

หน่วยแรงเฉือนแบบคาน 3.256 ksc ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ยอมให้ กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
vc2= 3.256349206 ksc
FOOTING THICKNESS= 0.4 m
```

ความหนาฐานรากที่ต้องการคือ 0.40 เมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
FOOTING THICKNESS= 0.4 m
V1= 51287.5 kg
```

แรงเฉือนที่ขอบตอม่อ 51287.5 กิโลกรัม กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
V1= 51287.5 kg
V2= 51287.5 kg
```

แรงเฉือนที่ขอบตอม่อ 51287.5 กิโลกรัม กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
V2= 51287.5 kg
M1= 11539.6875 kg.m
```

โมเมนต์ดัดที่ขอบตอม่อ 11539.6875 kg.m กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
M1= 11539.6875 kg.m
M2= 15386.25 kg.m
```

โมเมนต์ดัดที่ขอบตอม่อ 15386.25 kg.m กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
M2= 15386.25 kg.m
BOND u(ksc)=?_
```

หน่วยแรงยึดเหนี่ยวของเหล็กกับคอนกรีตเท่าใด เคยหามาแล้วสมมติใช้ 16.99 ป้อนลงไป

```
CAPS    BASIC   DEG
M2= 15386.25 kg.m
BOND u(ksc)=?16.99_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
BOND u(ksc)=?16.99_
As1= 24.49150029 sq.cm
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กที่ต้องการขนานขอบนอนของฐานราก 24.4915 ตารางเซนติเมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
As1= 24.49150029 sq.cm
EO1= 96.10162956 cm
```

เส้นรอบรูปที่ต้องการของเหล็กขนานขอบนอนของฐานราก 96.1 เซนติเมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
EO1= 96.10162956 cm
As2= 32.65533372 sq.cm
```

เนื้อที่หน้าตัดเหล็กขนานขอบตั้งของฐานราก 32.655 ตารางเซนติเมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
As2= 32.65533372 sq.cm
EO2= 96.10162956 cm
```

เส้นรอบรูปที่ต้องการของเหล็กขนานขอบตั้งของฐานราก 96.1 เซนติเมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
EO2= 96.10162956 cm
1=CONT.,2=END?_
```

จะออกแบบฐานรากต่อไปหรือไม่ กด 2 จะเลิกงาน

```
CAPS   BASIC  DEG
EO2= 96.10162956 cm
1=CONT.,2=END?2_
```

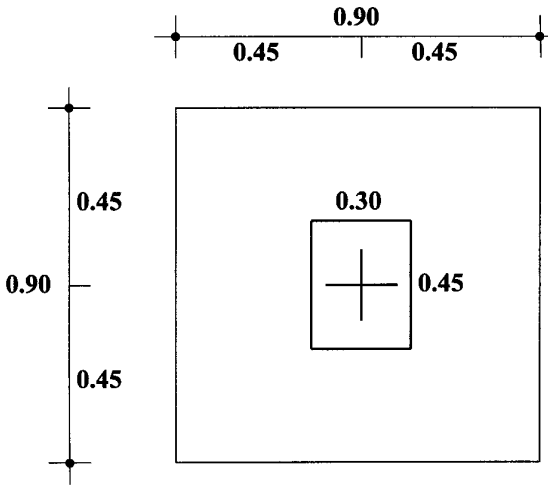
กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
1=CONT.,2=END?2_
Ready P4
```

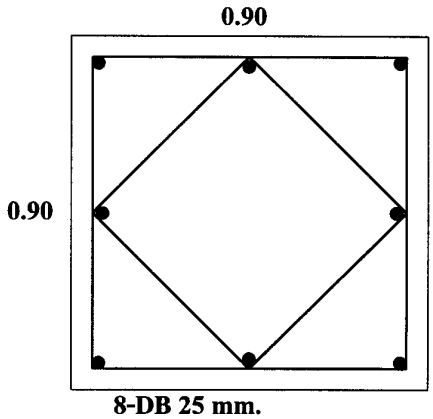
จะเหล็กเสริมแล้วเขียนรายละเอียดของฐานรากต่อไป

หน้าต่อๆ ไปเป็นตัวอย่างการเขียนฐานรากบนเสาเข็มจำนวนต่างๆ กัน ซึ่งมีทั้งแบบเสาเข็ม 3 ต้นด้วย โดยโปรแกรมในเครื่อง PC สามารถออกแบบได้ โปรแกรม R.C.DETAILS เขียนบน Visual BASIC 3.0 ซึ่งทำงานบน Windows 3.11 แต่ก็ยังใช้งานบน Windows 98 ได้ดี

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

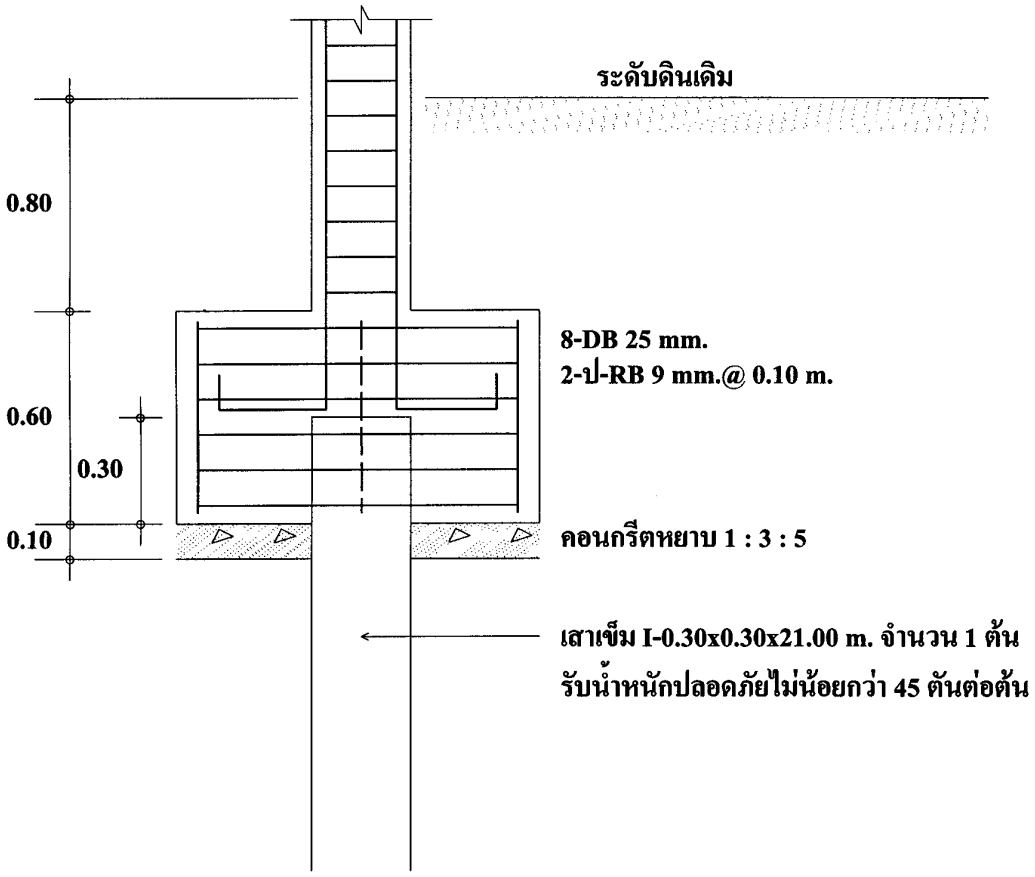


F-1 PLAN



8-DB 25 mm.
2-ป-RB 9 mm.@ 0.10 m.

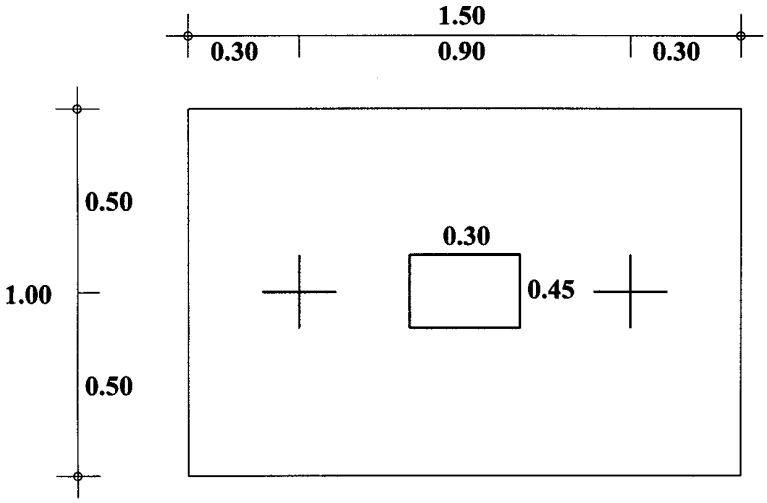
F-1 CROSS-SECTION



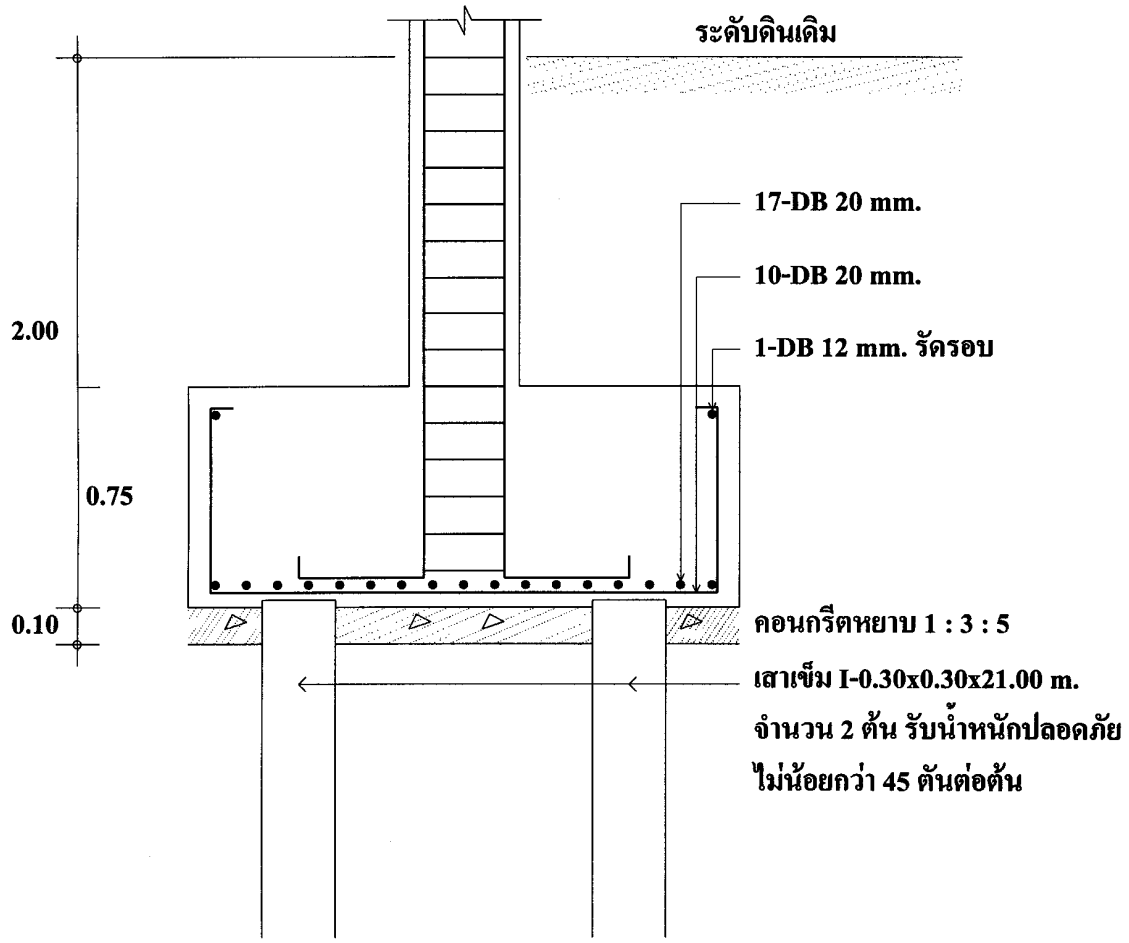
F-1 SECTION

FOOTING F-1

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



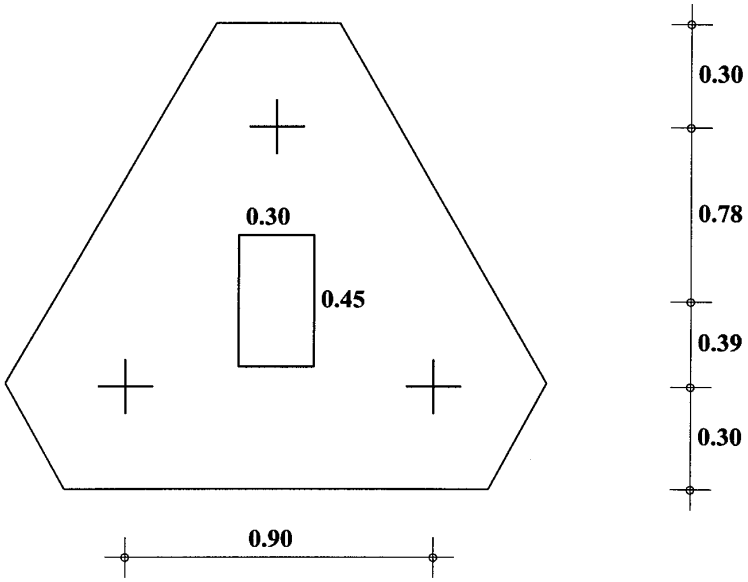
F-2 PLAN



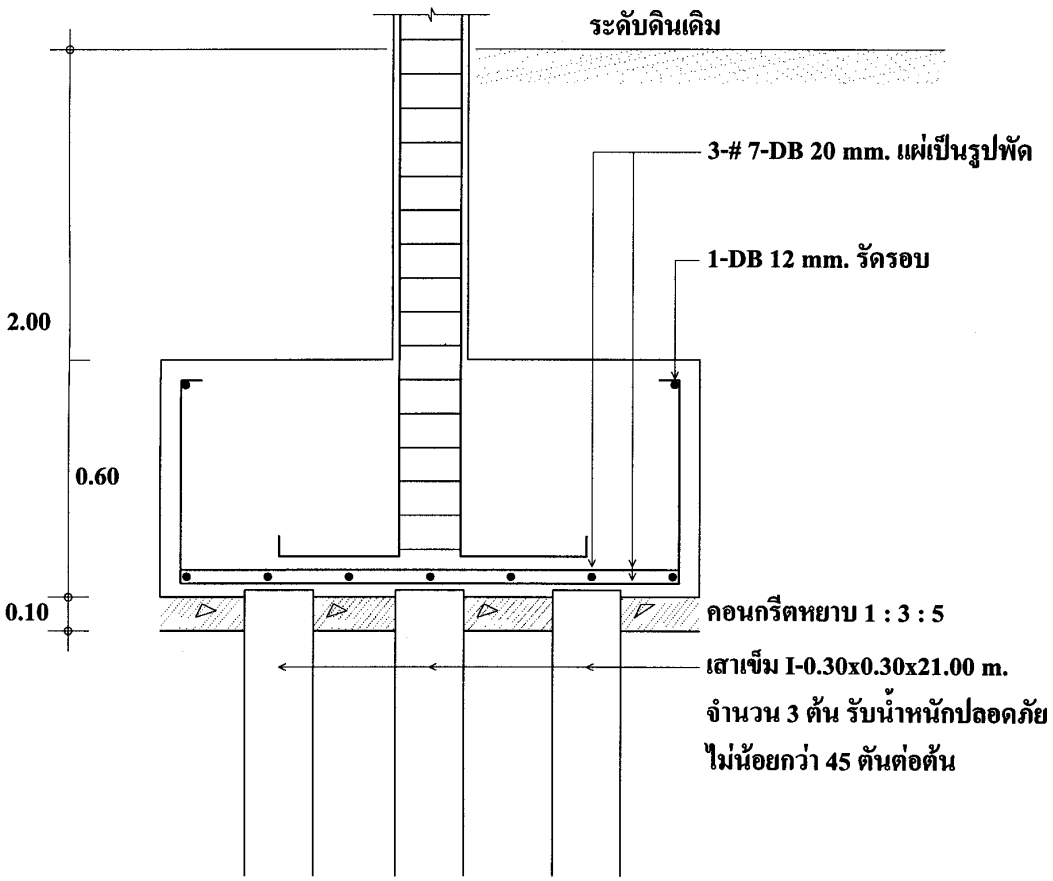
F-2 SECTION

FOOTING F-2

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



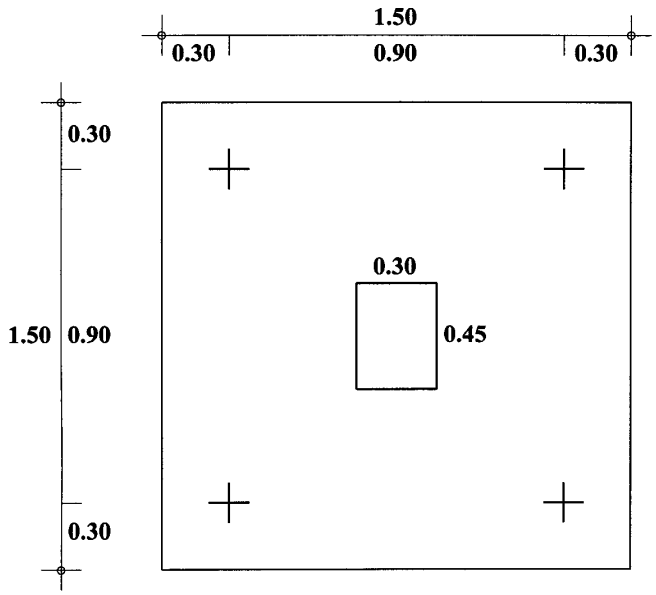
F-3 PLAN



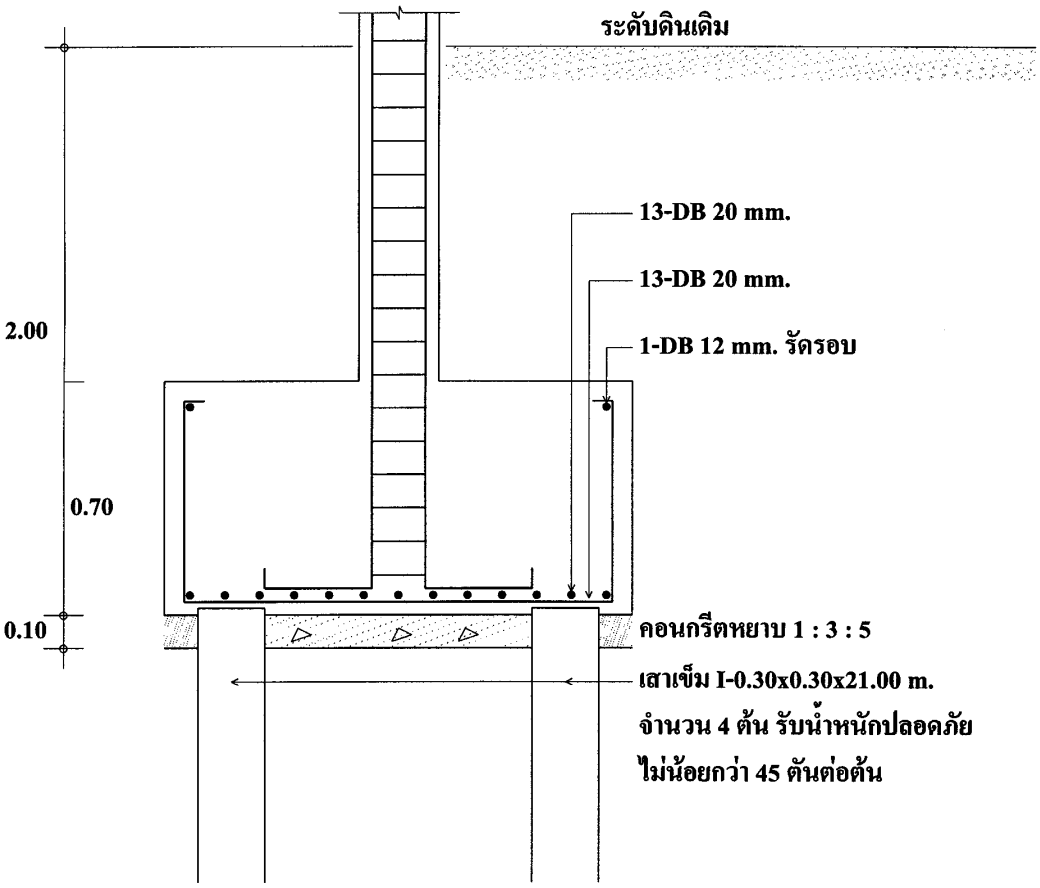
F-3 SECTION

FOOTING F-3

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



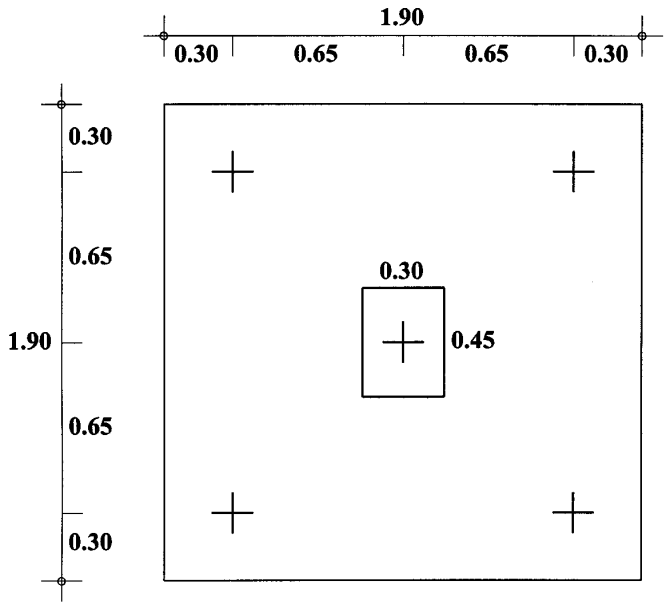
F-4 PLAN



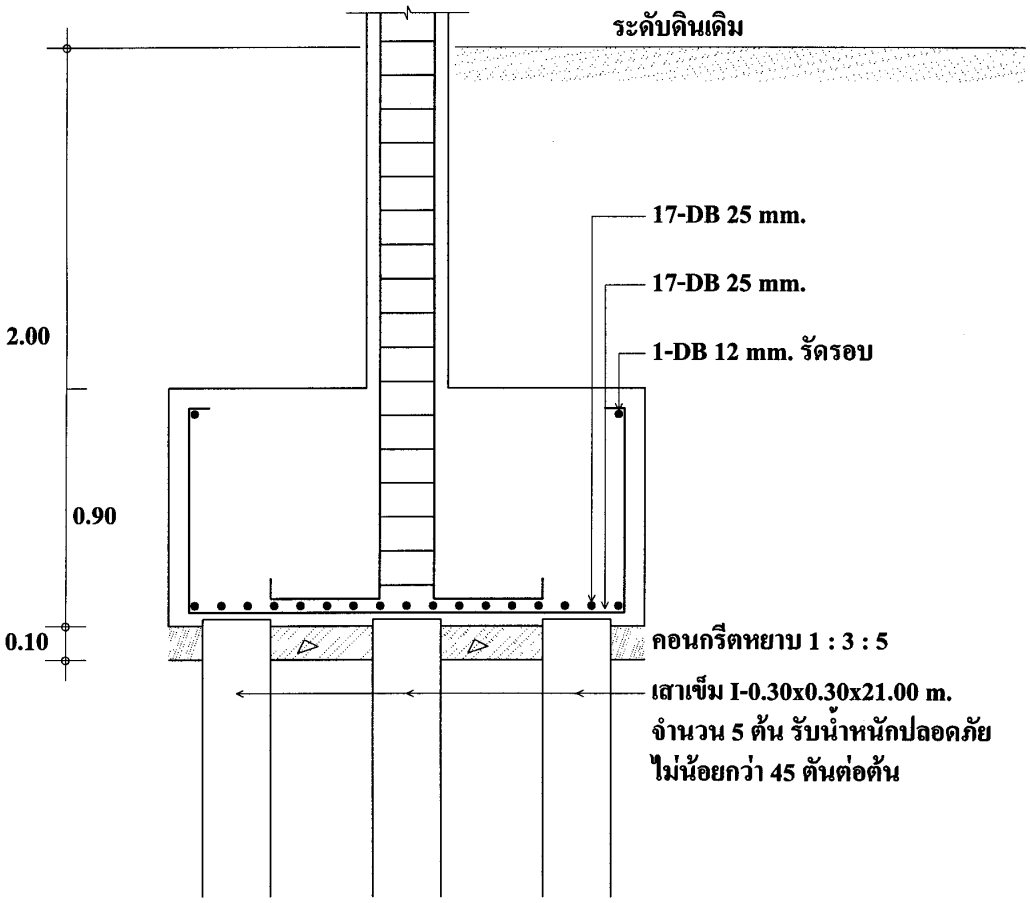
F-4 SECTION

FOOTING F-4

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



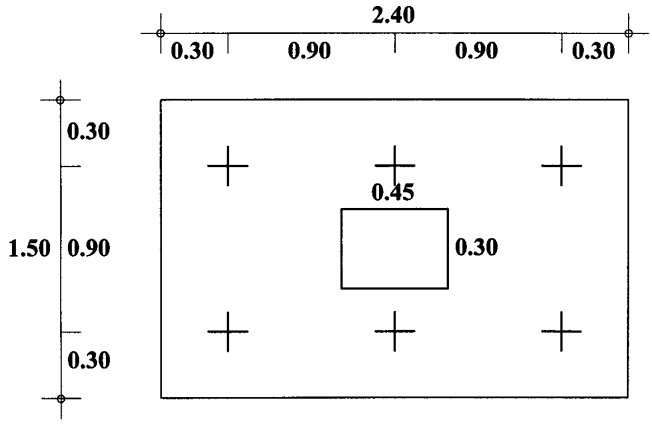
F-5 PLAN



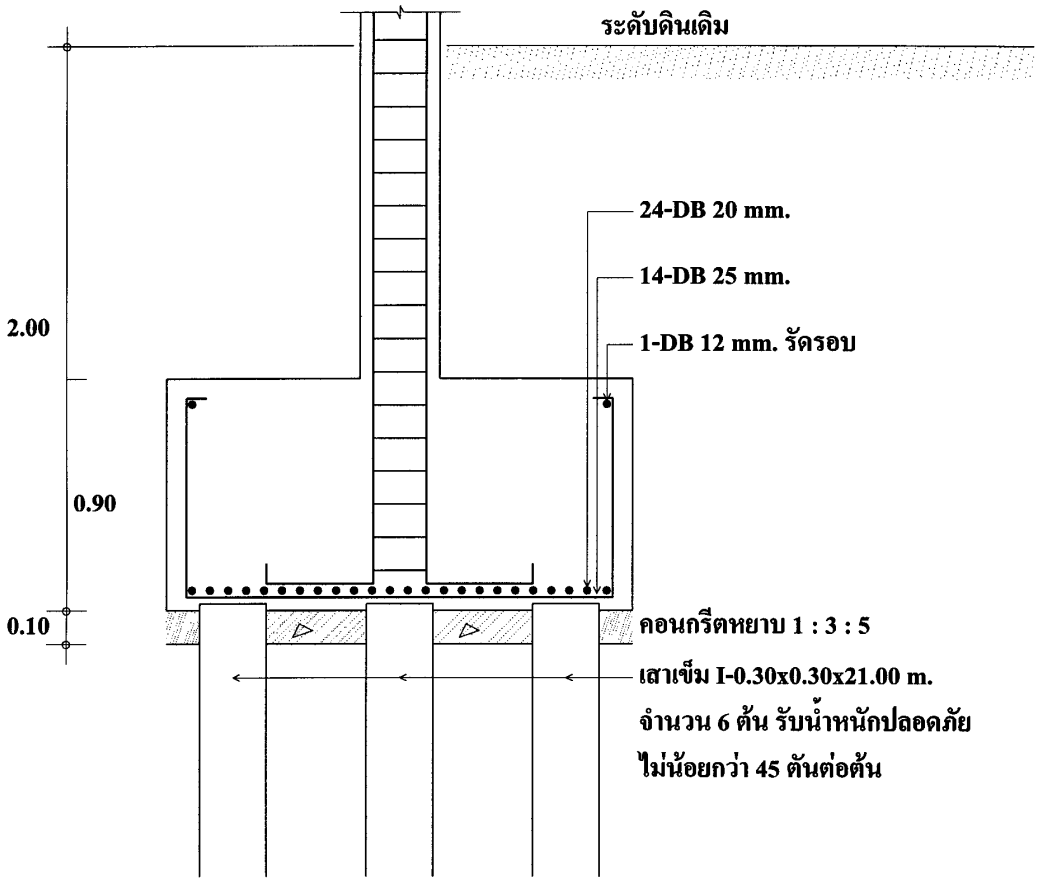
F-5 SECTION

FOOTING F-5

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



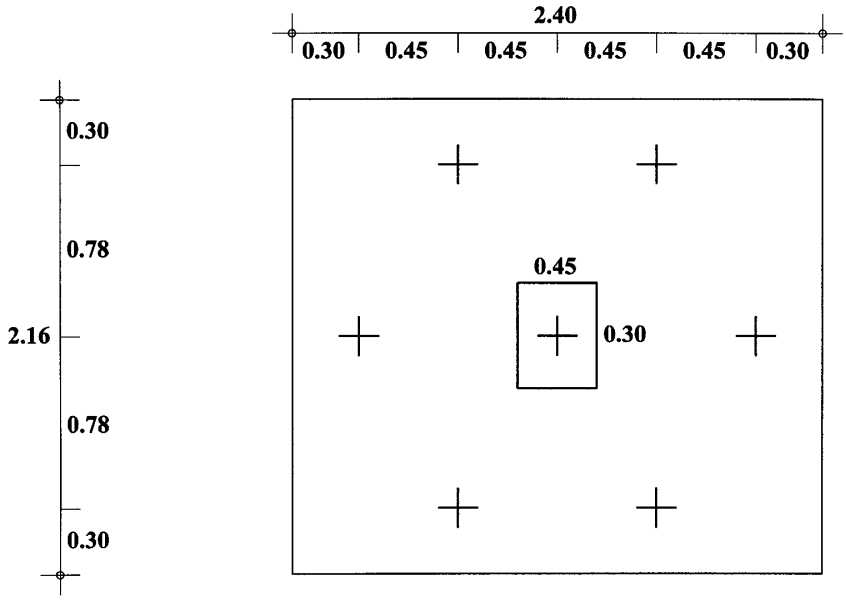
F-6 PLAN



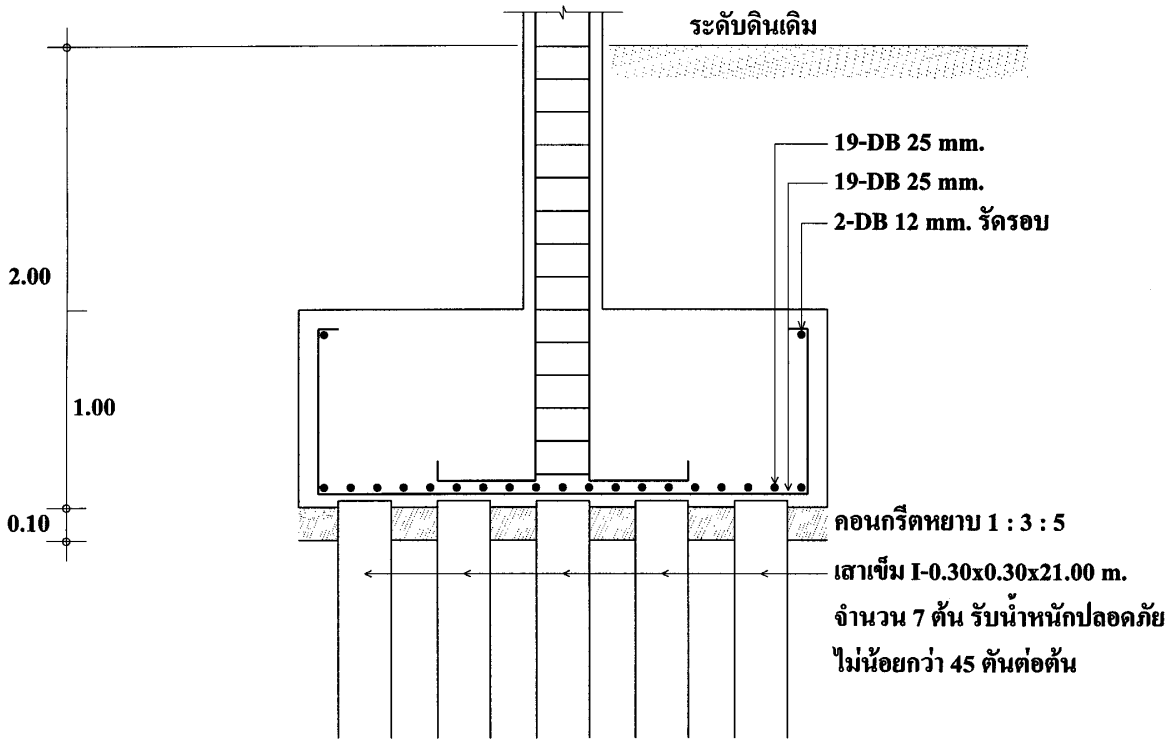
F-6 SECTION

FOOTING F-6

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



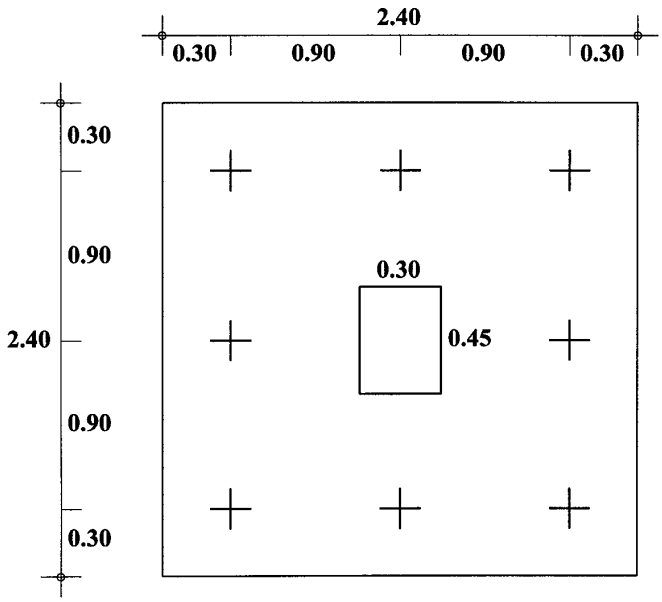
F-7 PLAN



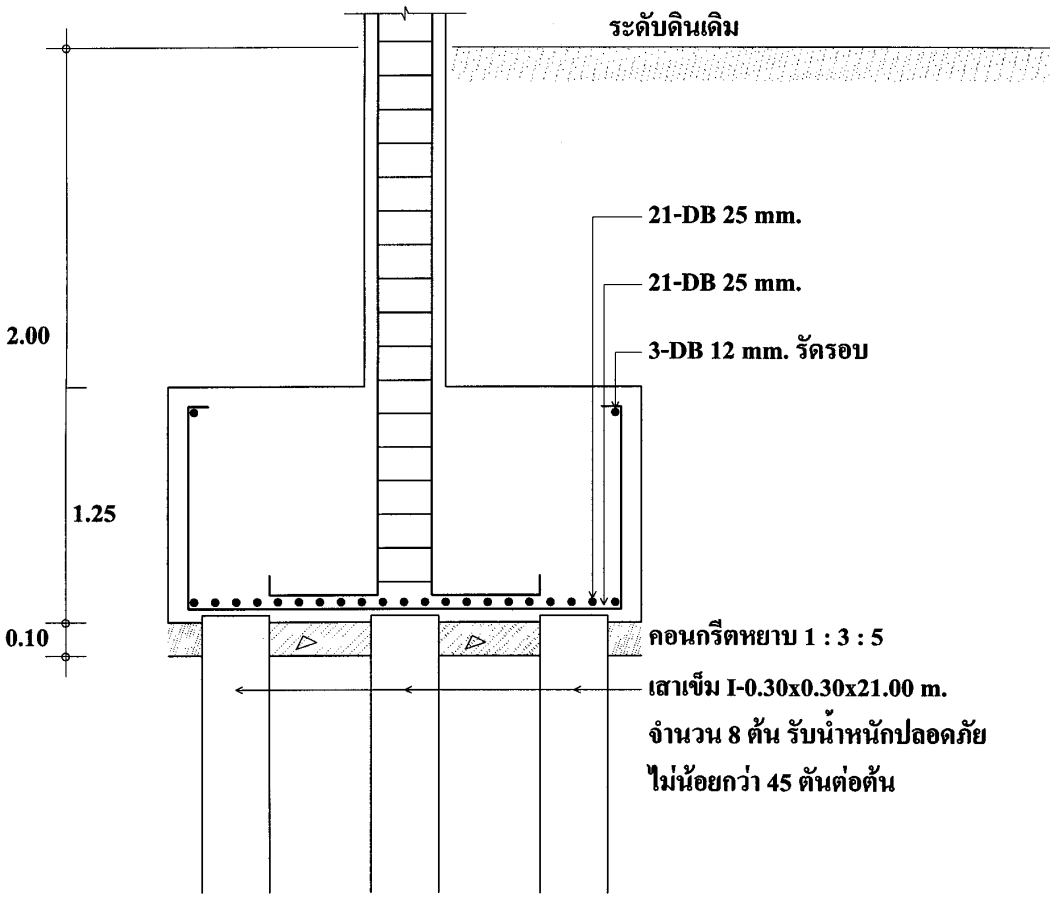
F-7 SECTION

FOOTING F-7

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



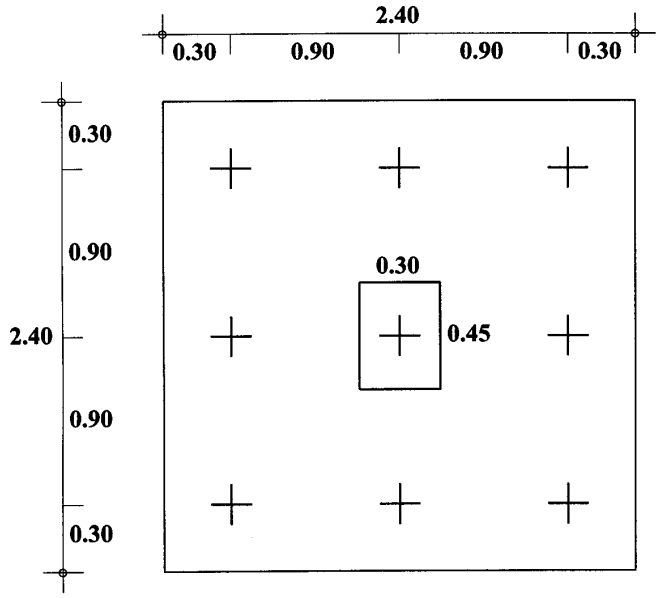
F-8 PLAN



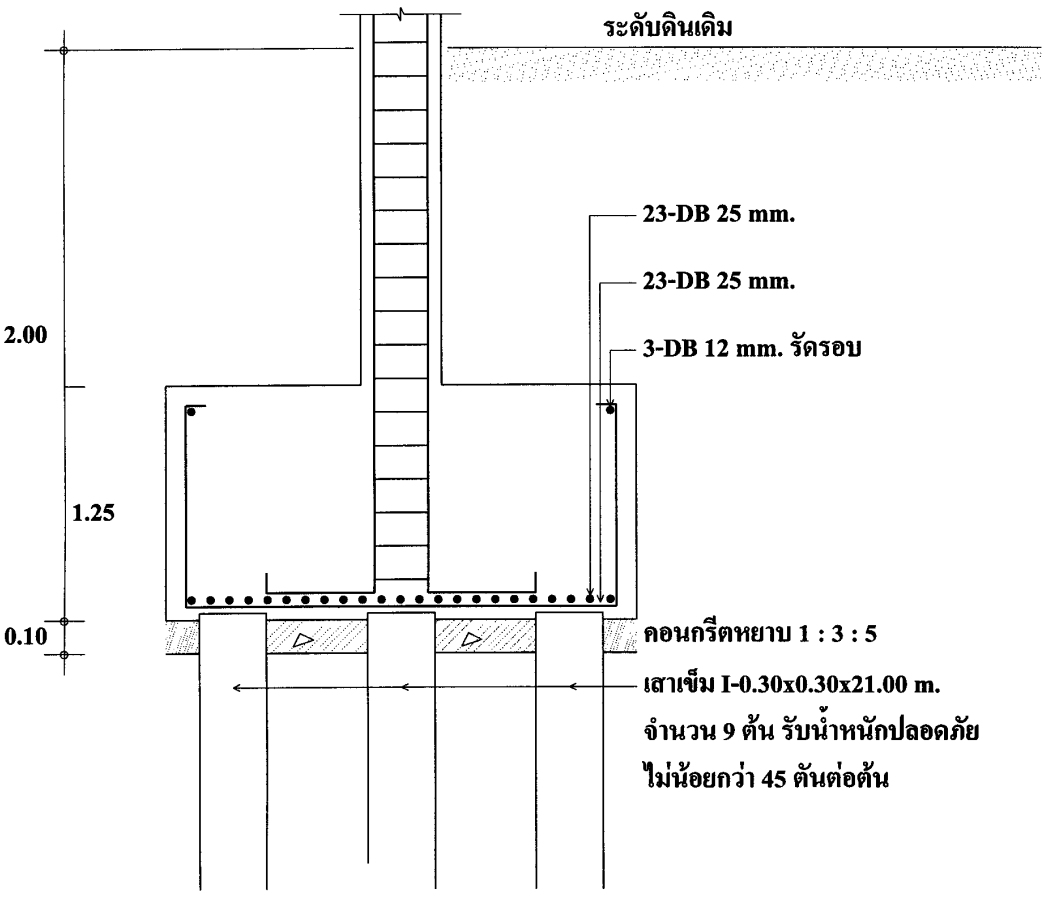
F-8 SECTION

FOOTING F-8

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



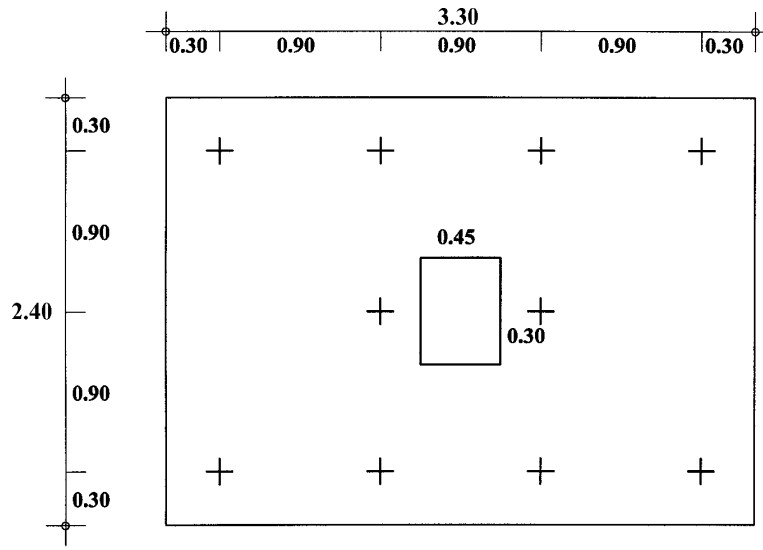
F-9 PLAN



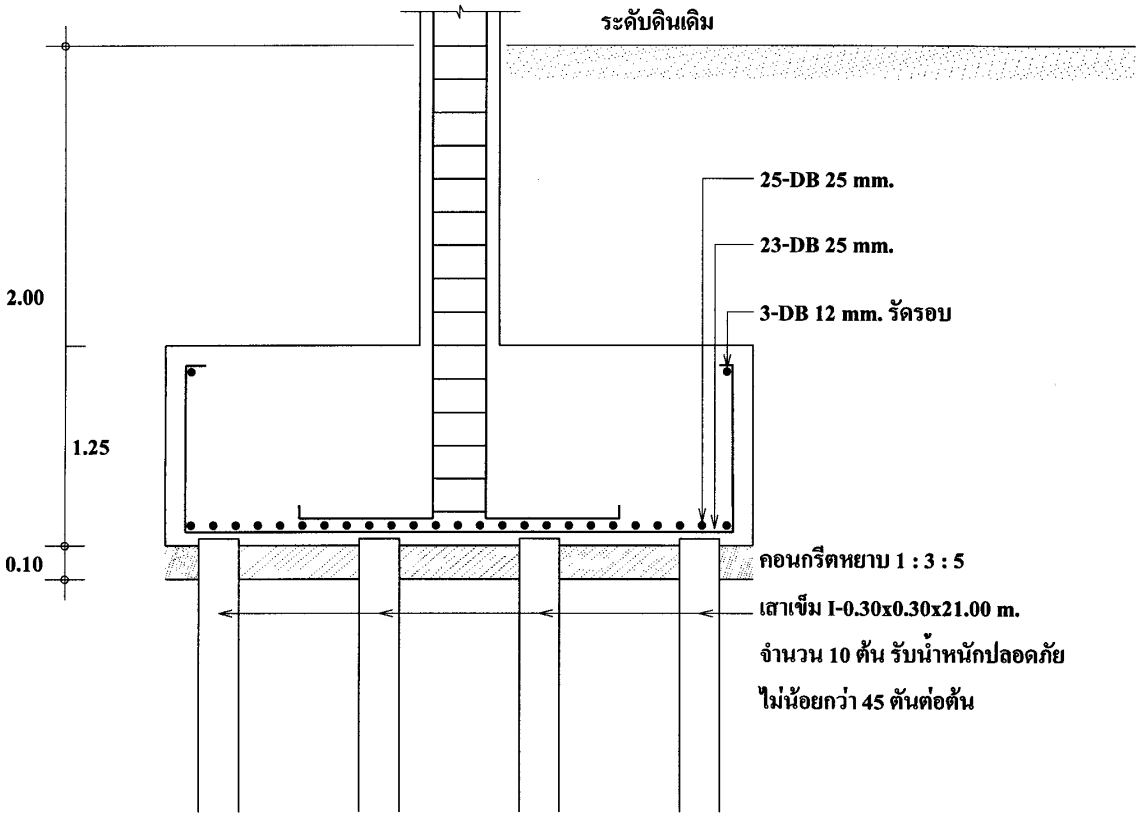
F-9 SECTION

FOOTING F-9

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



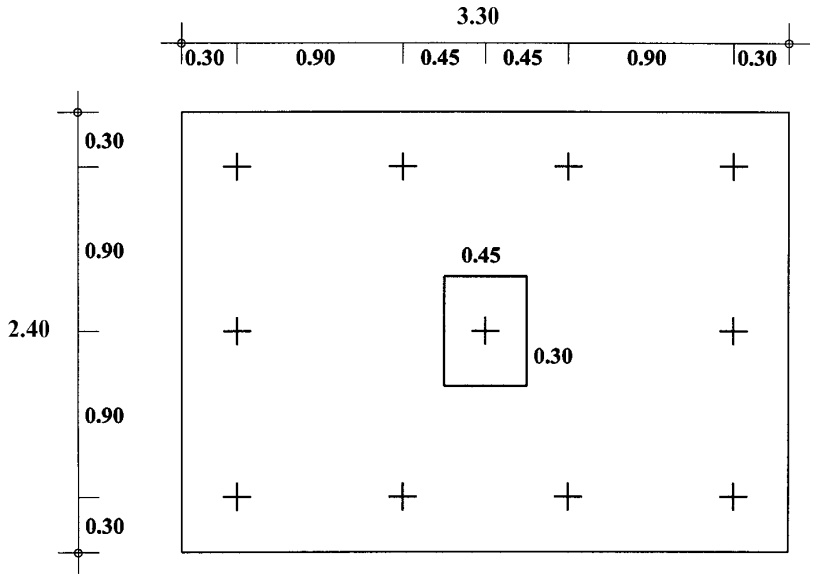
F-10 PLAN



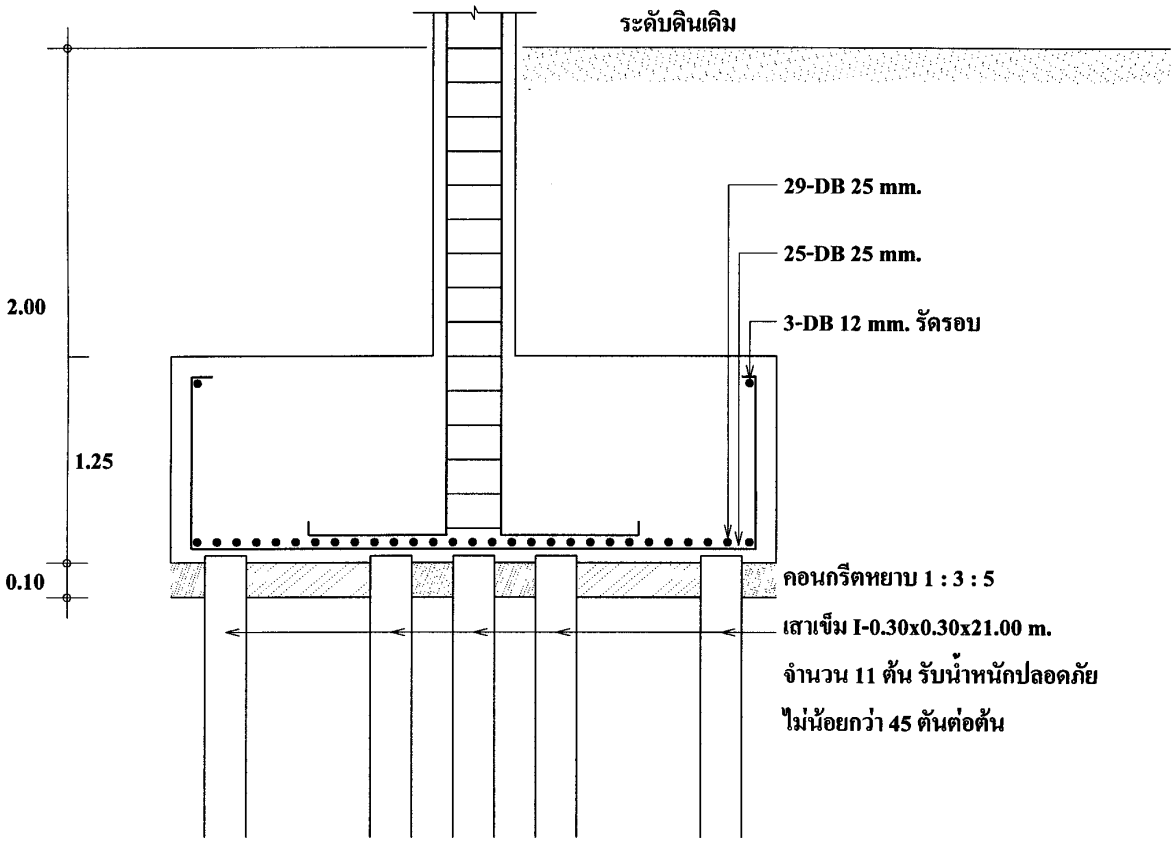
F-10 SECTION

FOOTING F-10

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



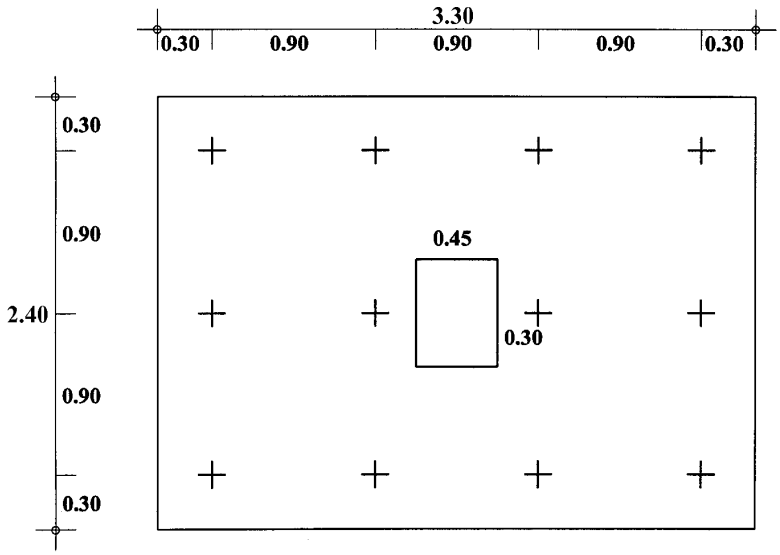
F-11 PLAN



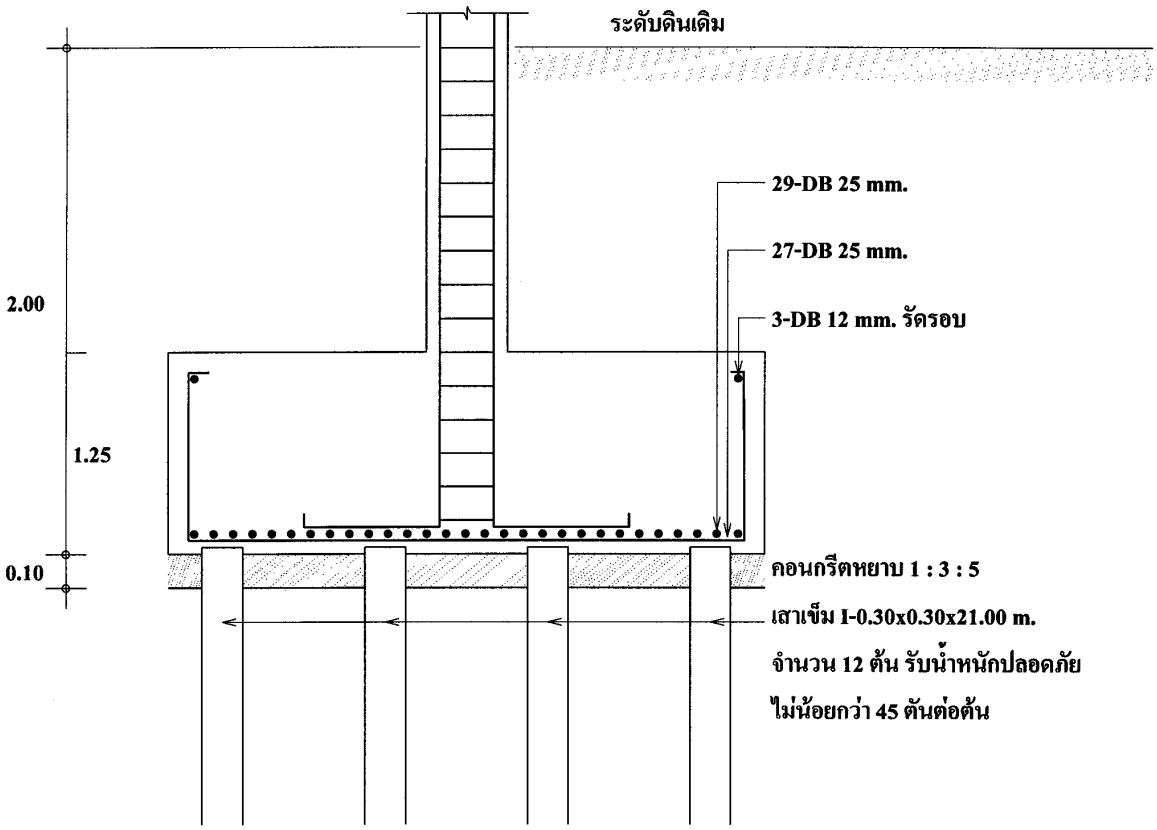
F-11 SECTION

FOOTING F-11

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



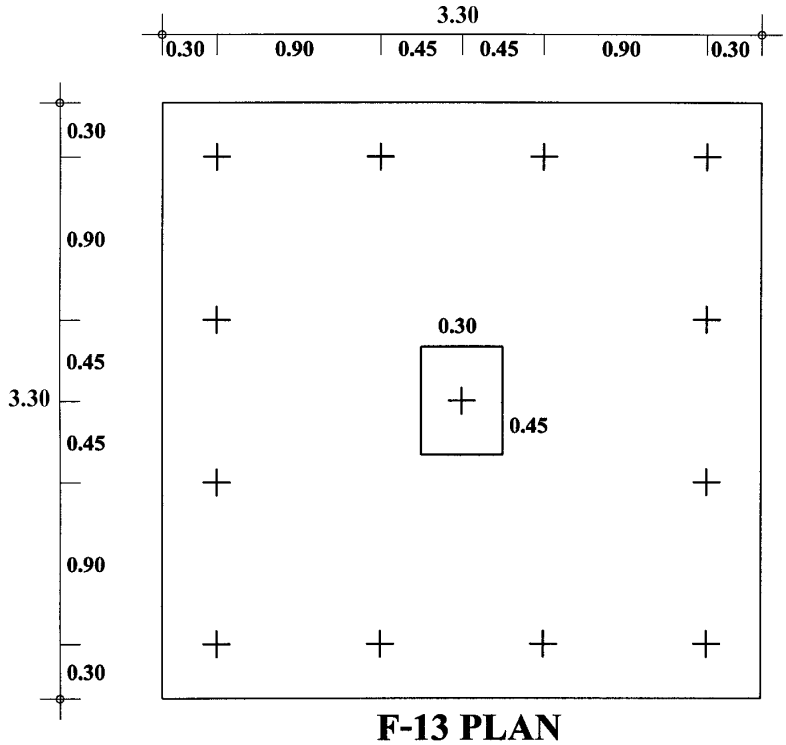
F-12 PLAN



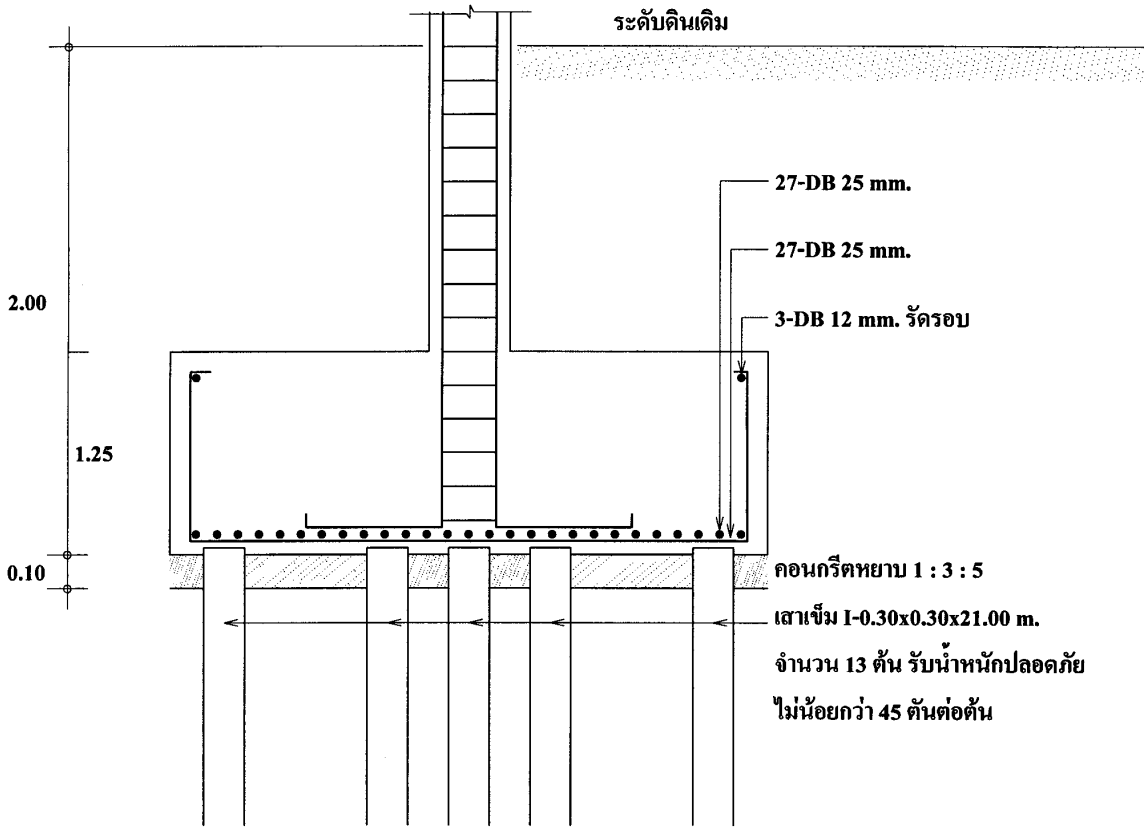
F-12 SECTION

FOOTING F-12

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



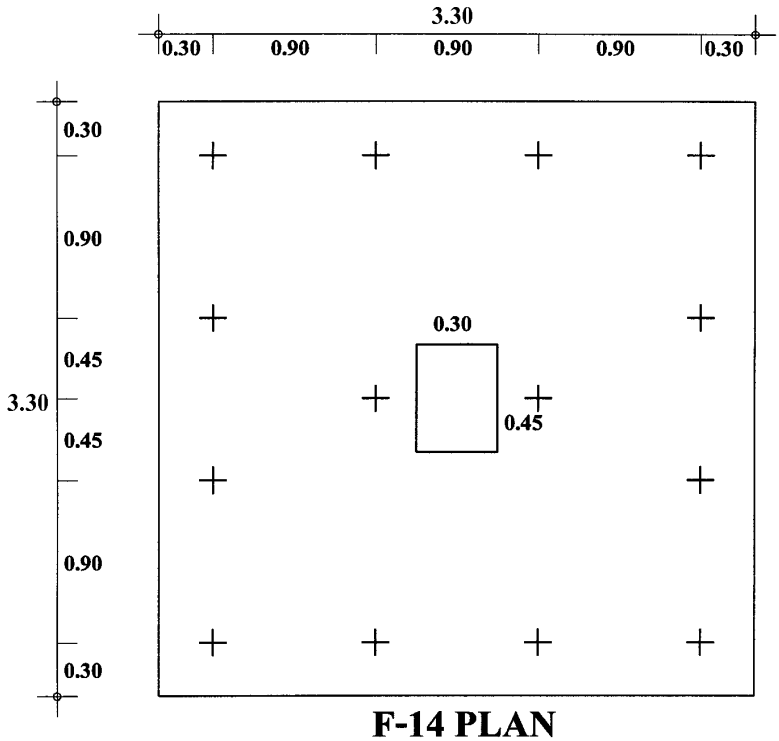
F-13 PLAN



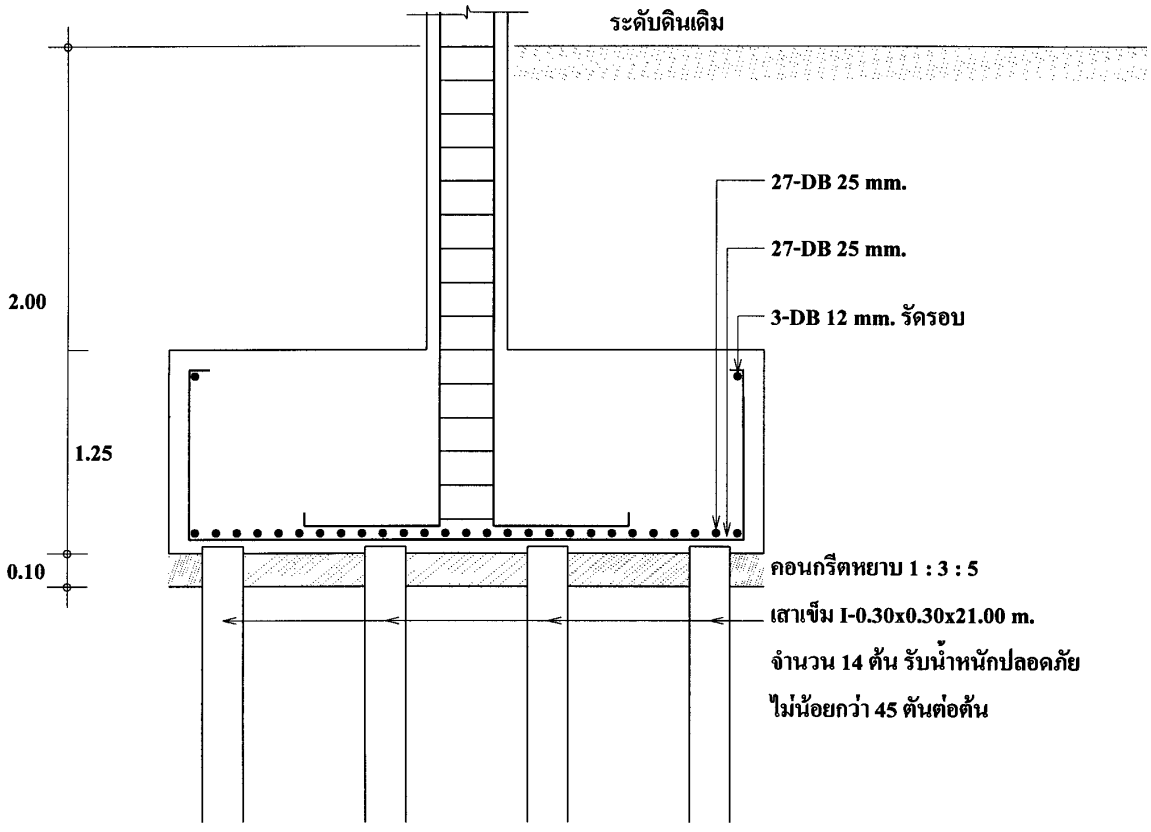
F-13 SECTION

FOOTING F-13

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



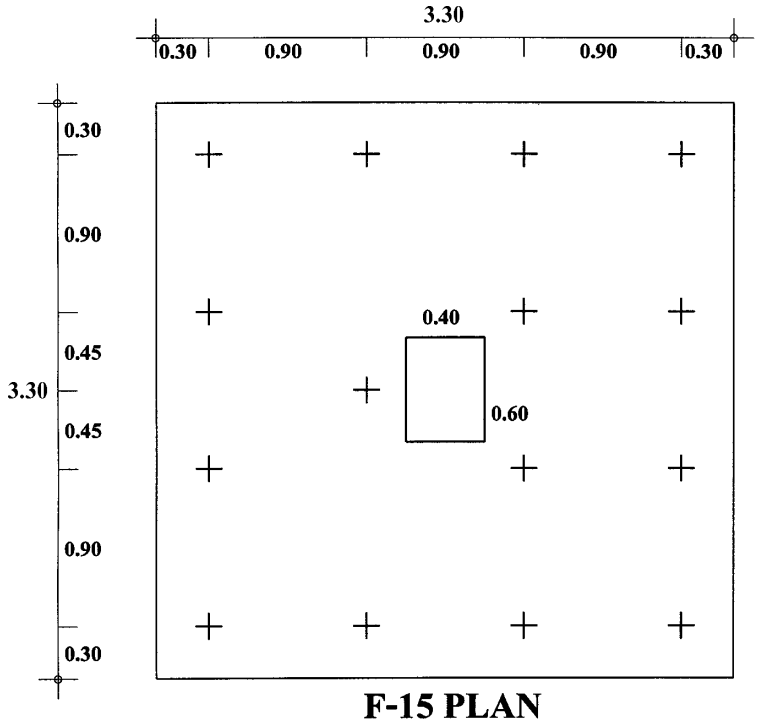
F-14 PLAN



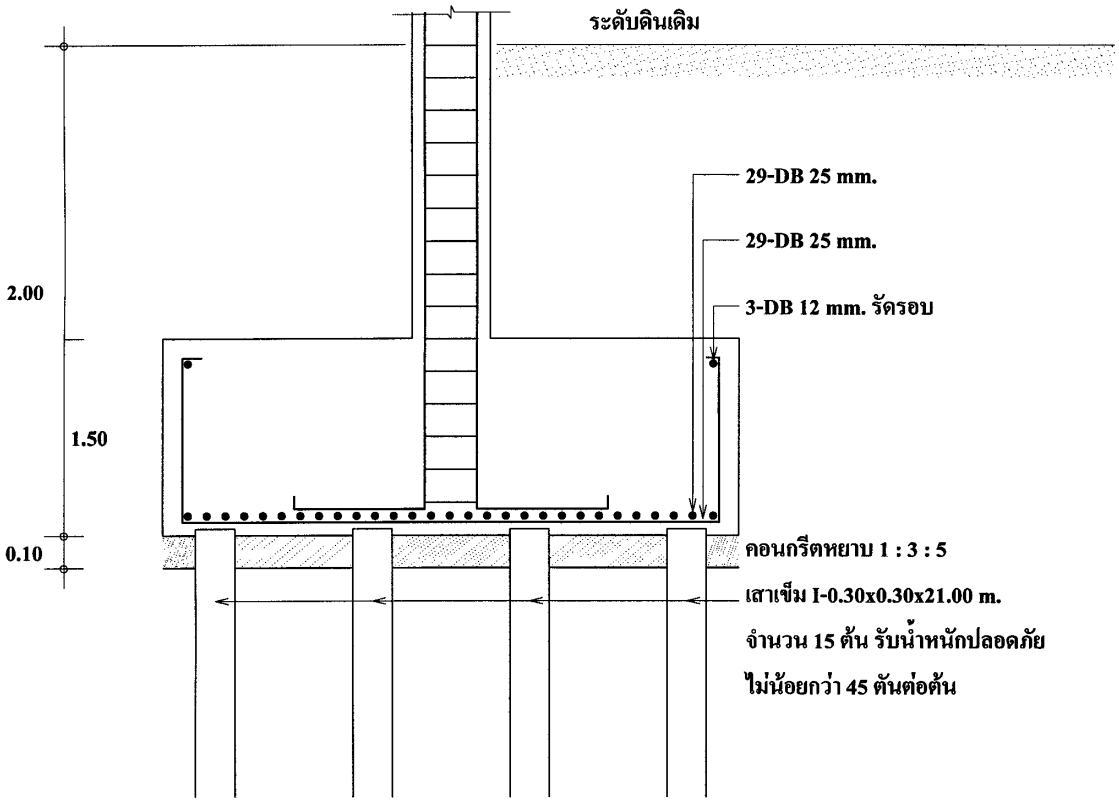
F-14 SECTION

FOOTING F-14

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



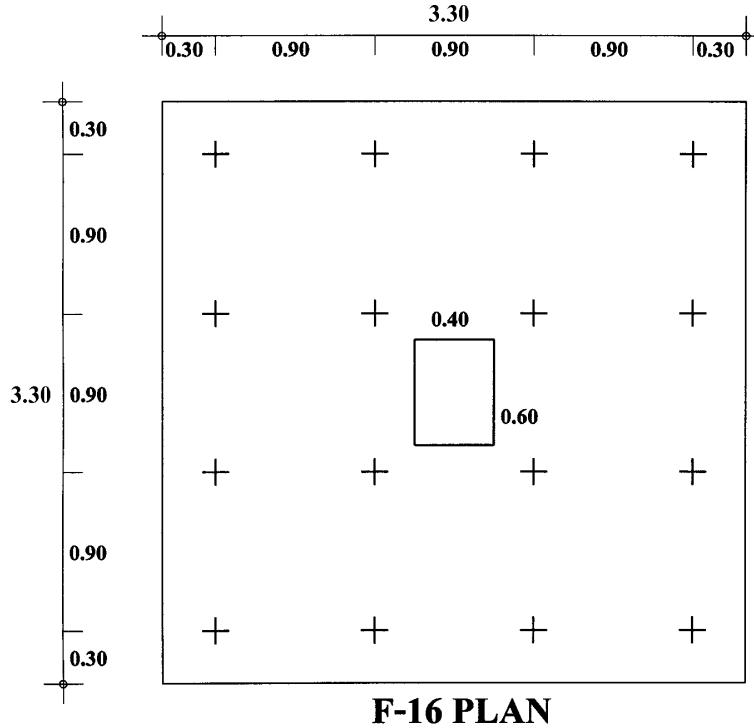
F-15 PLAN



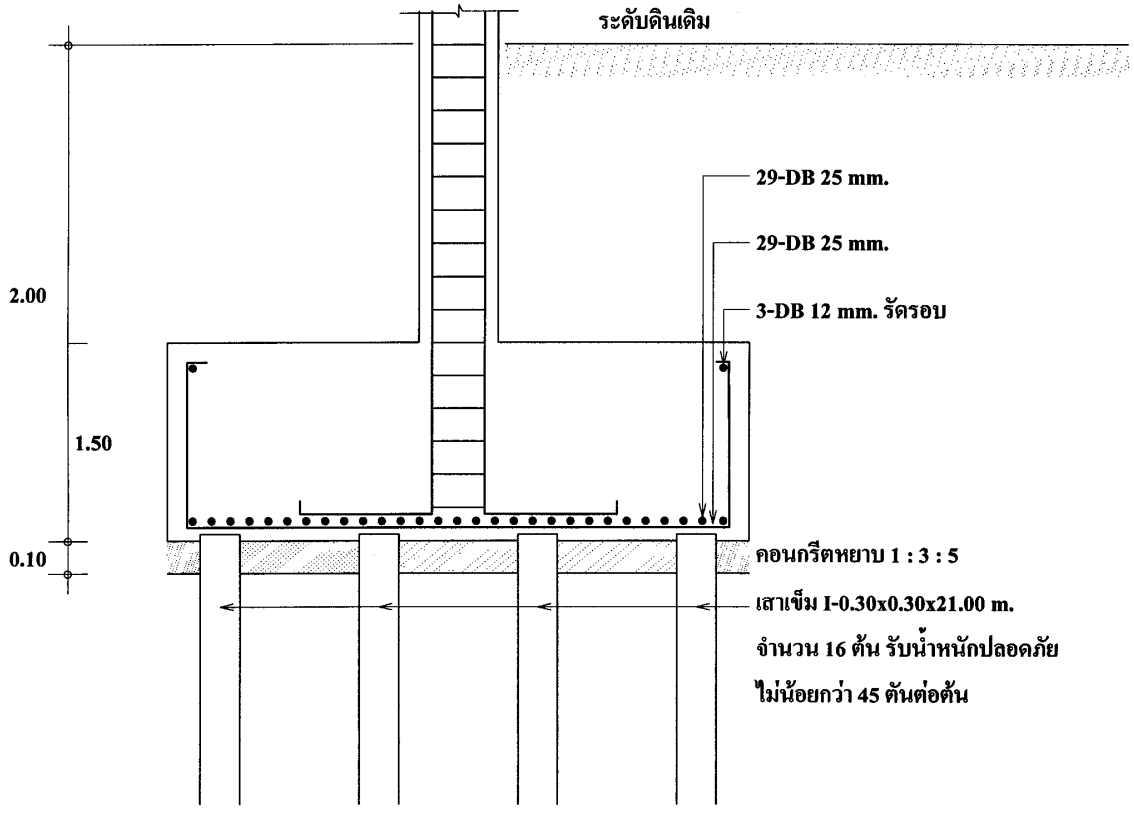
F-15 SECTION

FOOTING F-15

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



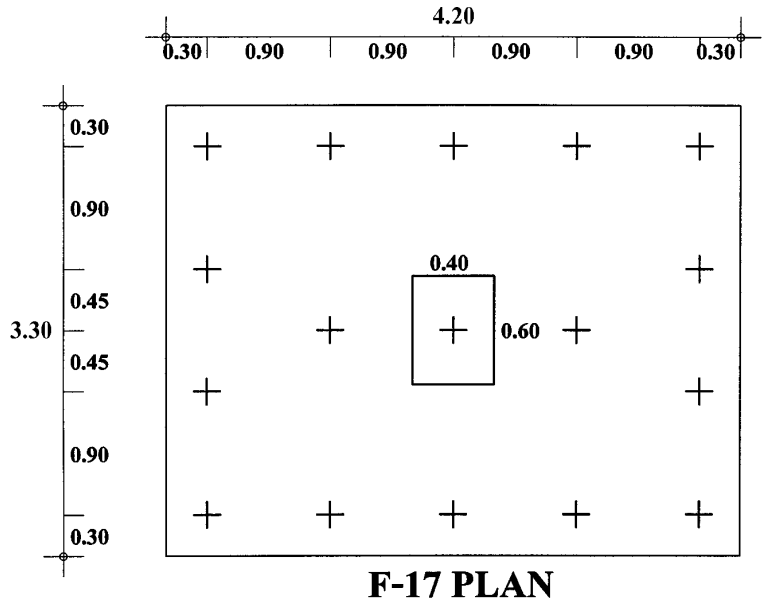
F-16 PLAN



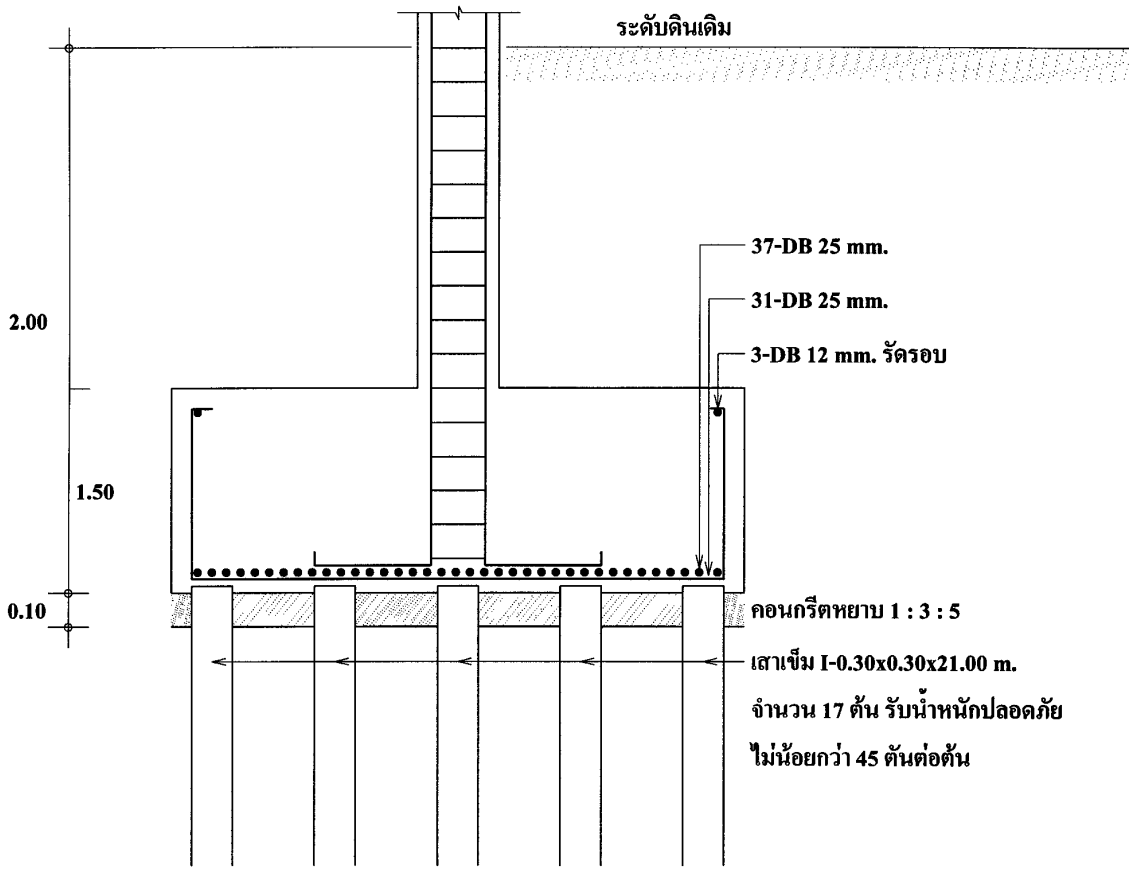
F-16 SECTION

FOOTING F-16

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



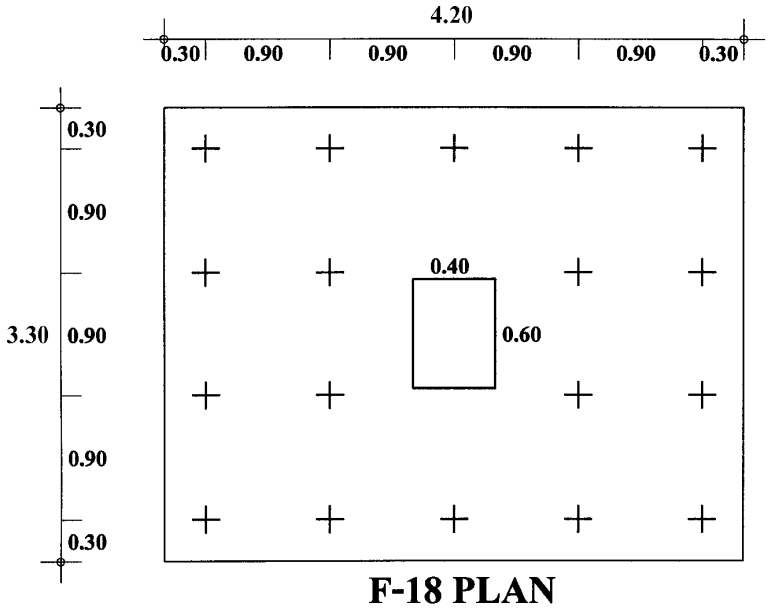
F-17 PLAN



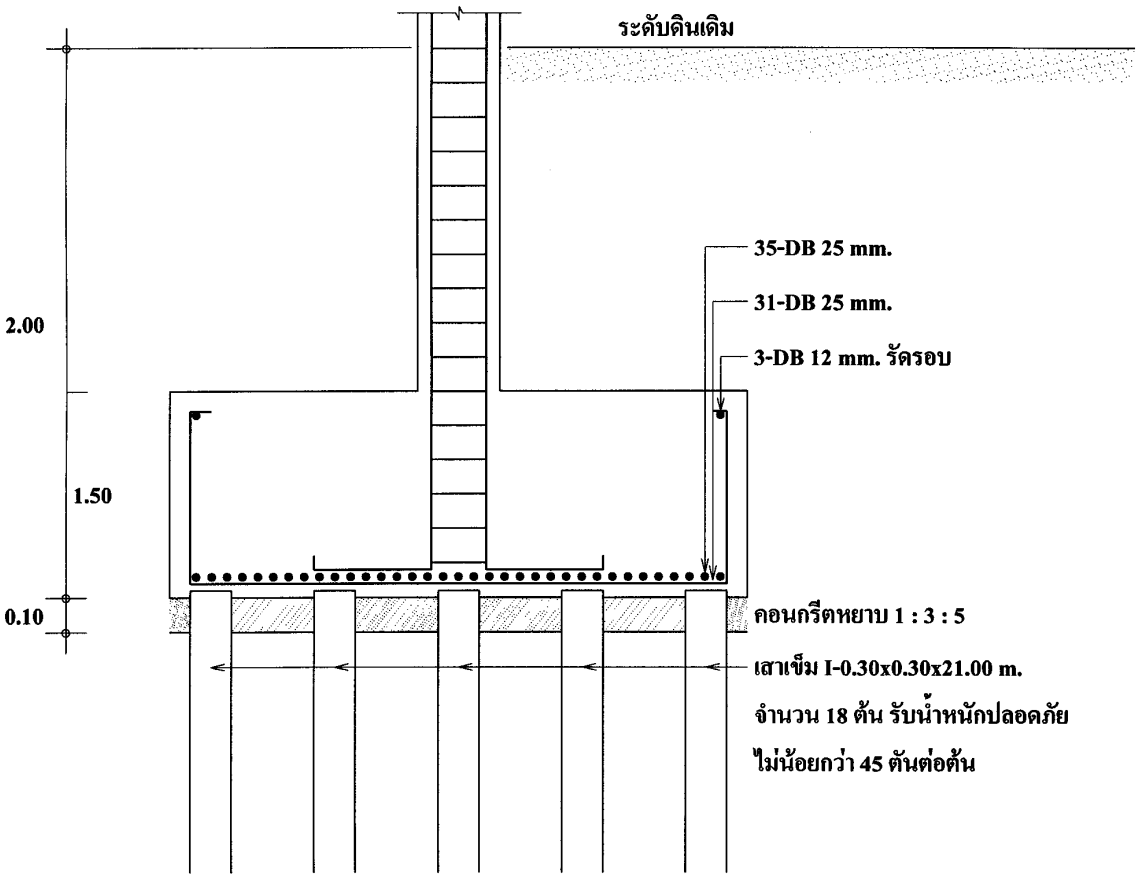
F-17 SECTION

FOOTING F-17

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



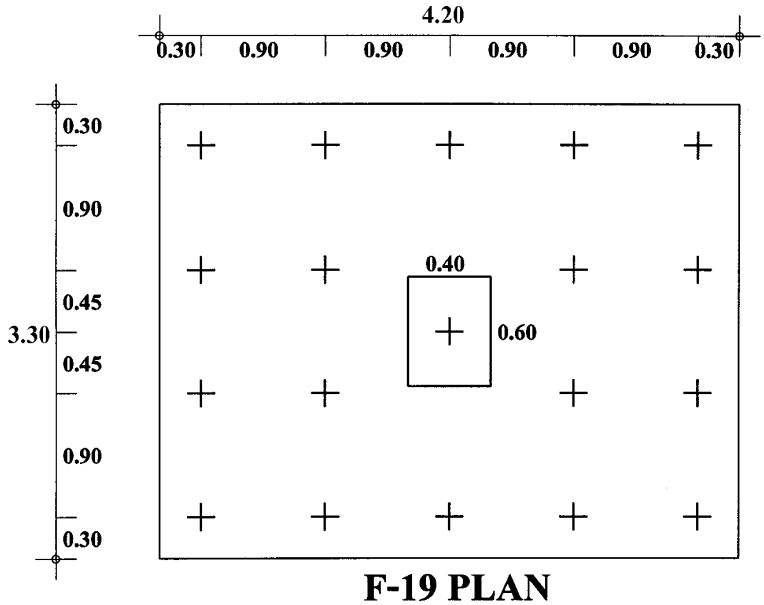
F-18 PLAN



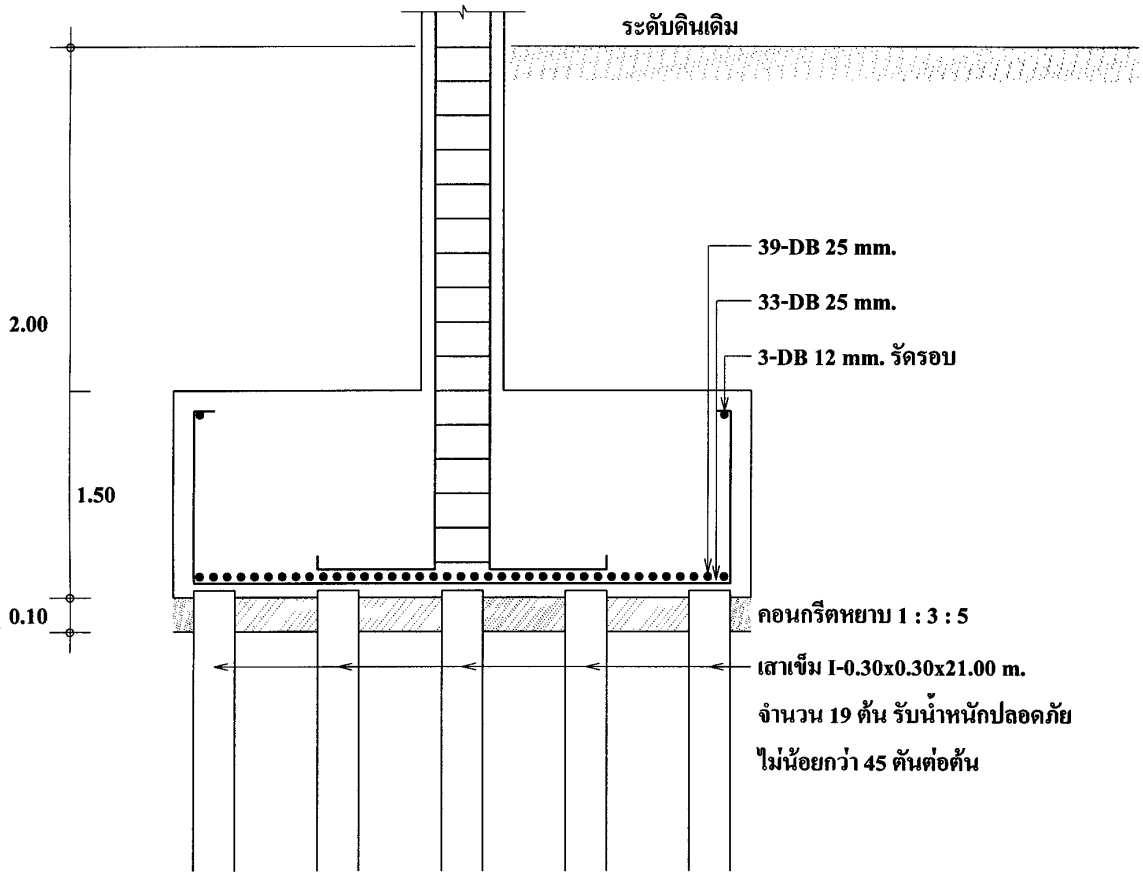
F-18 SECTION

FOOTING F-18

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



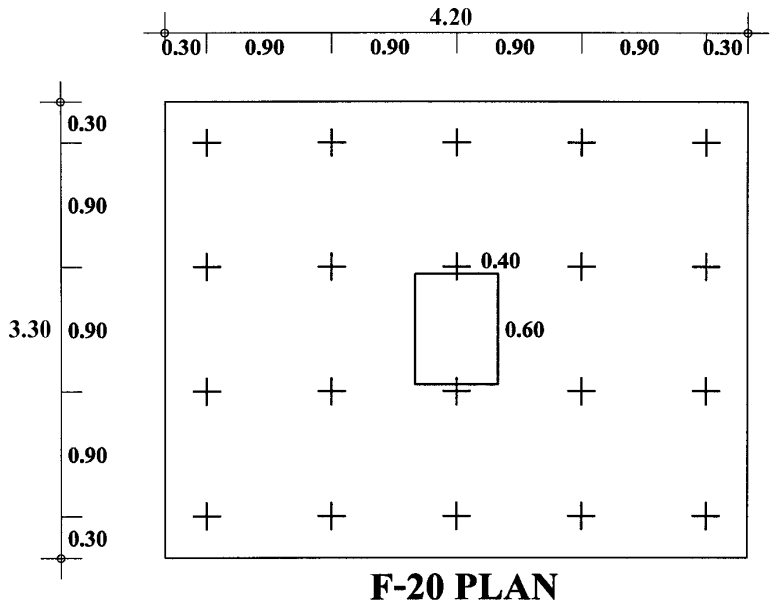
F-19 PLAN



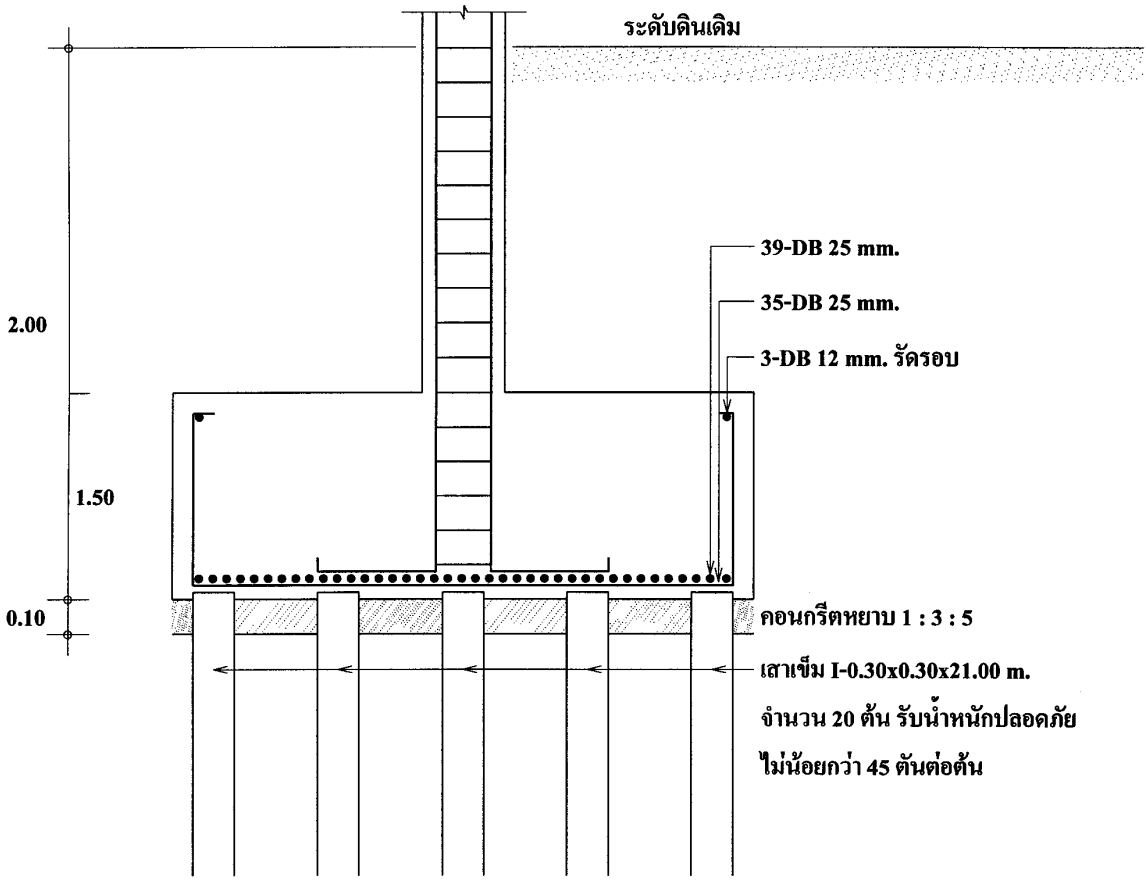
F-19 SECTION

FOOTING F-19

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



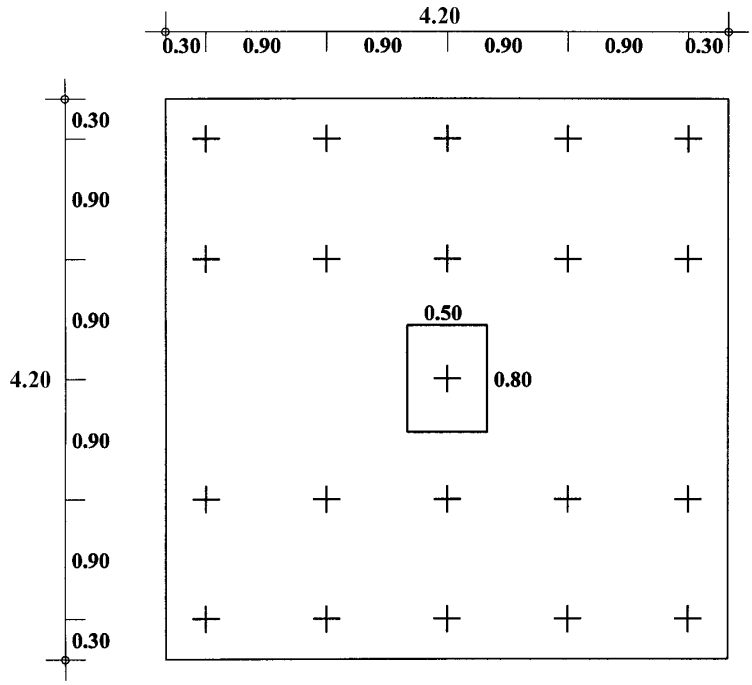
F-20 PLAN



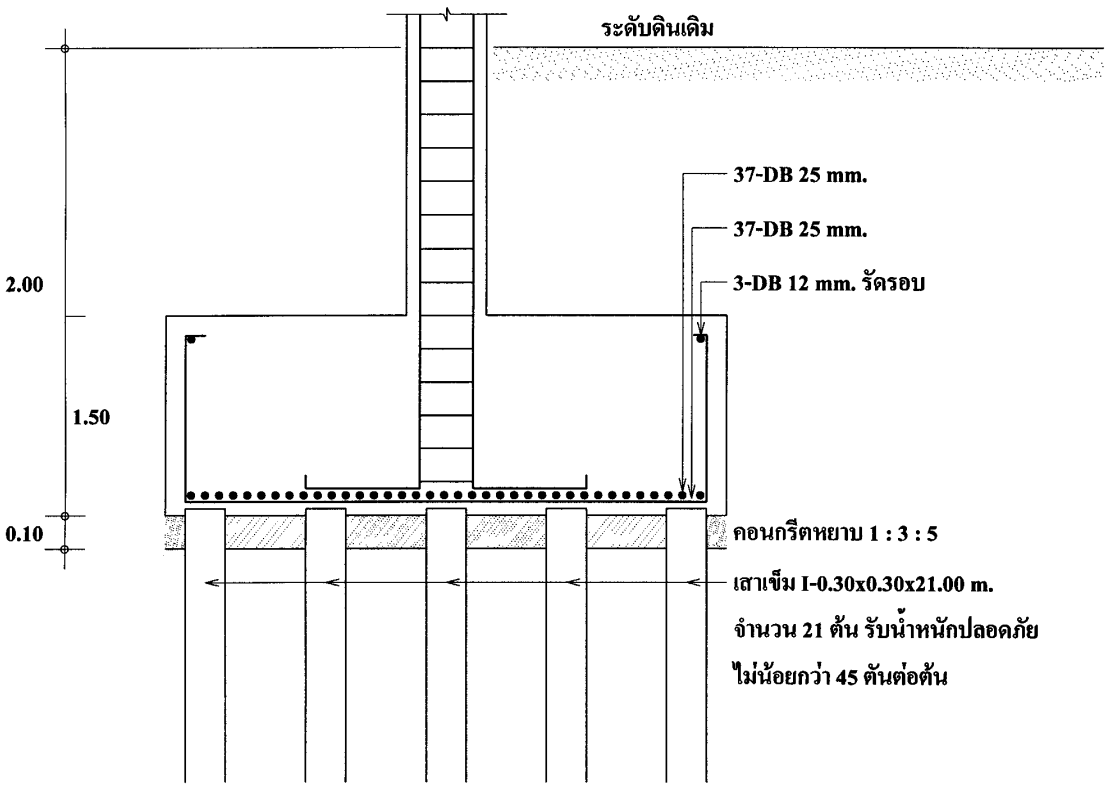
F-20 SECTION

FOOTING F-20

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



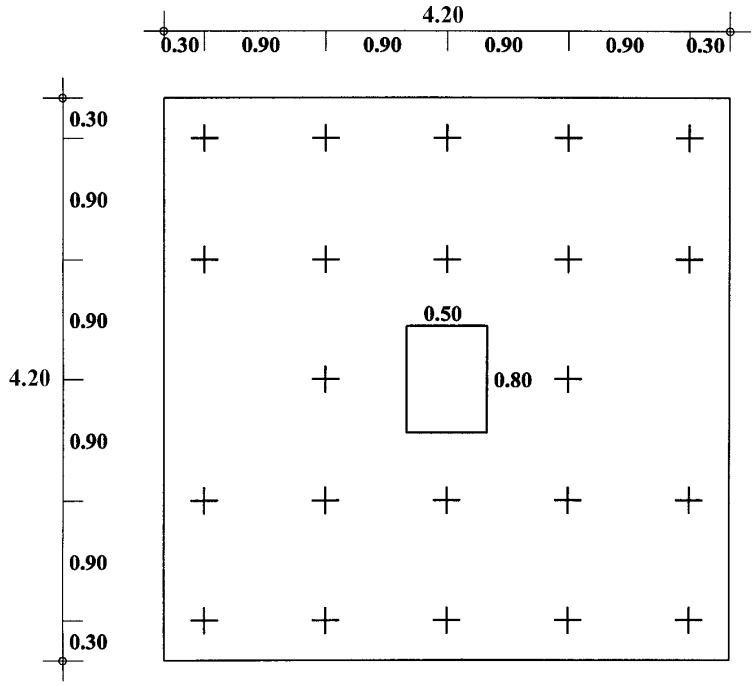
F-21 PLAN



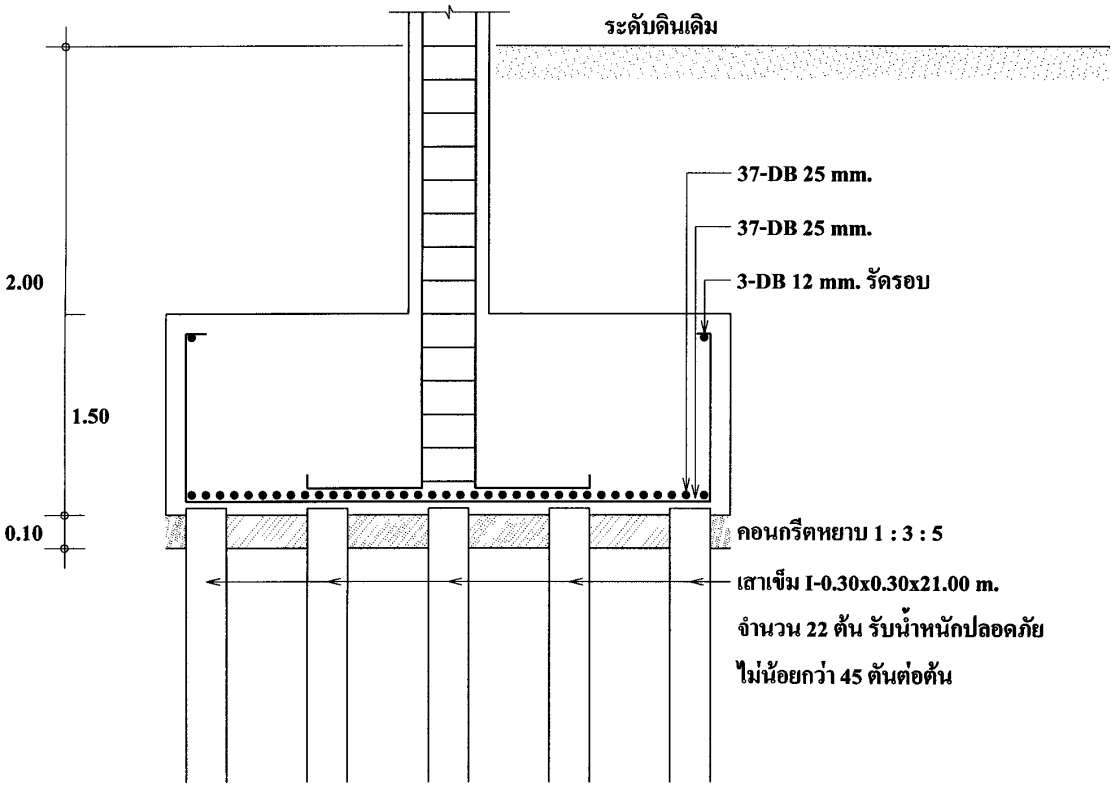
F-21 SECTION

FOOTING F-21

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



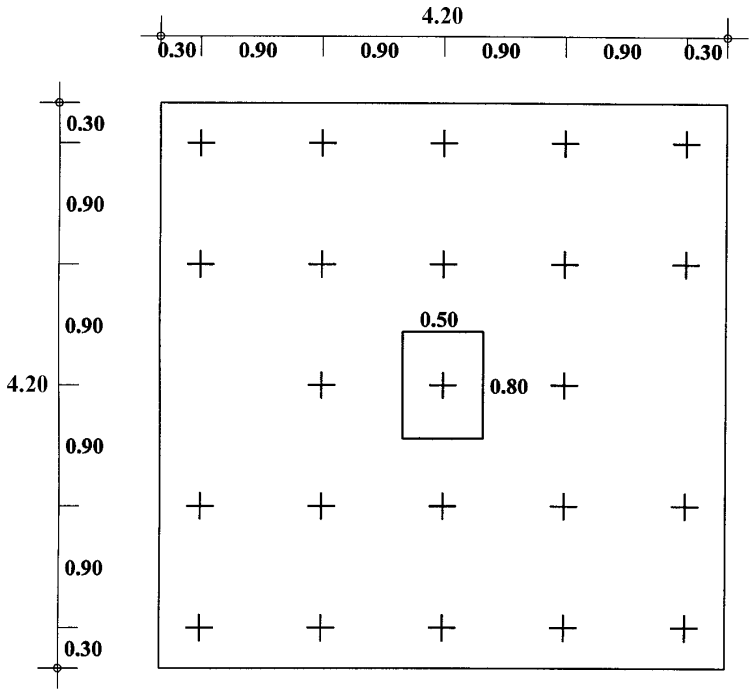
F-22 PLAN



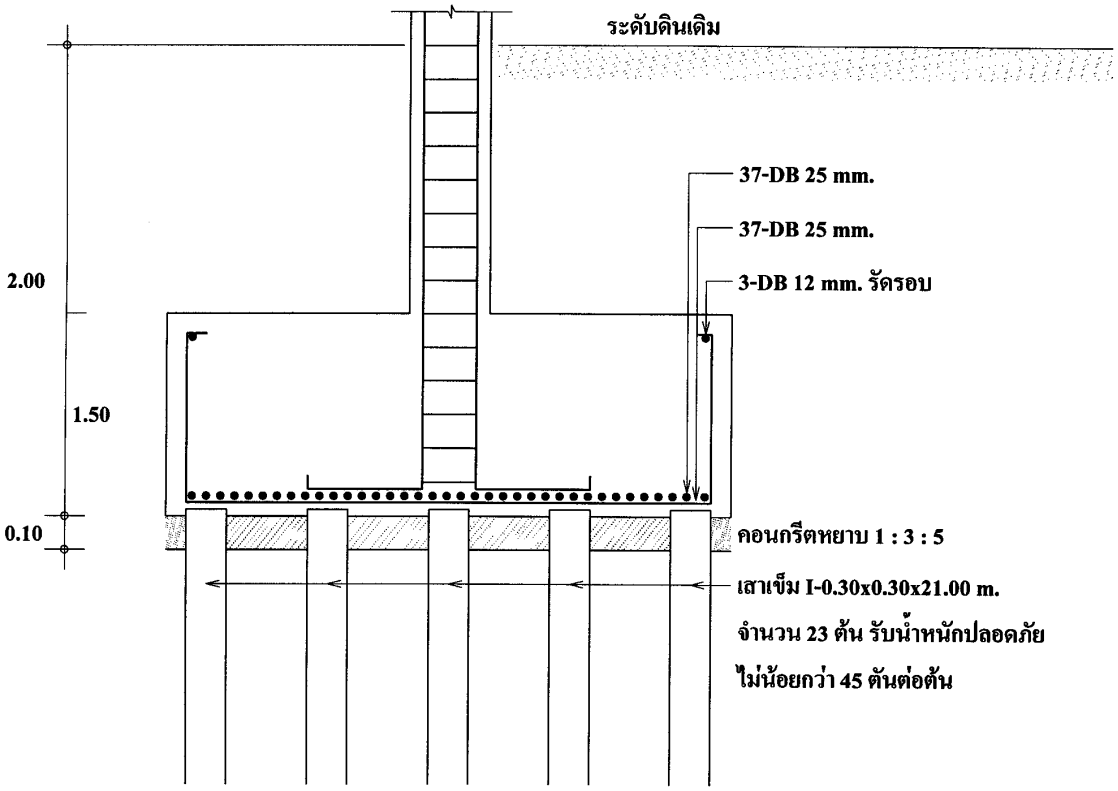
F-22 SECTION

FOOTING F-22

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



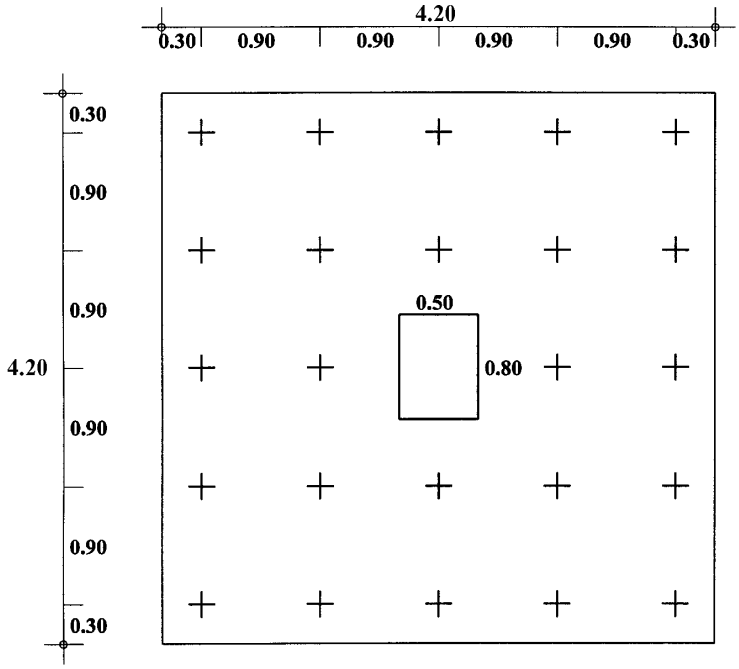
F-23 PLAN



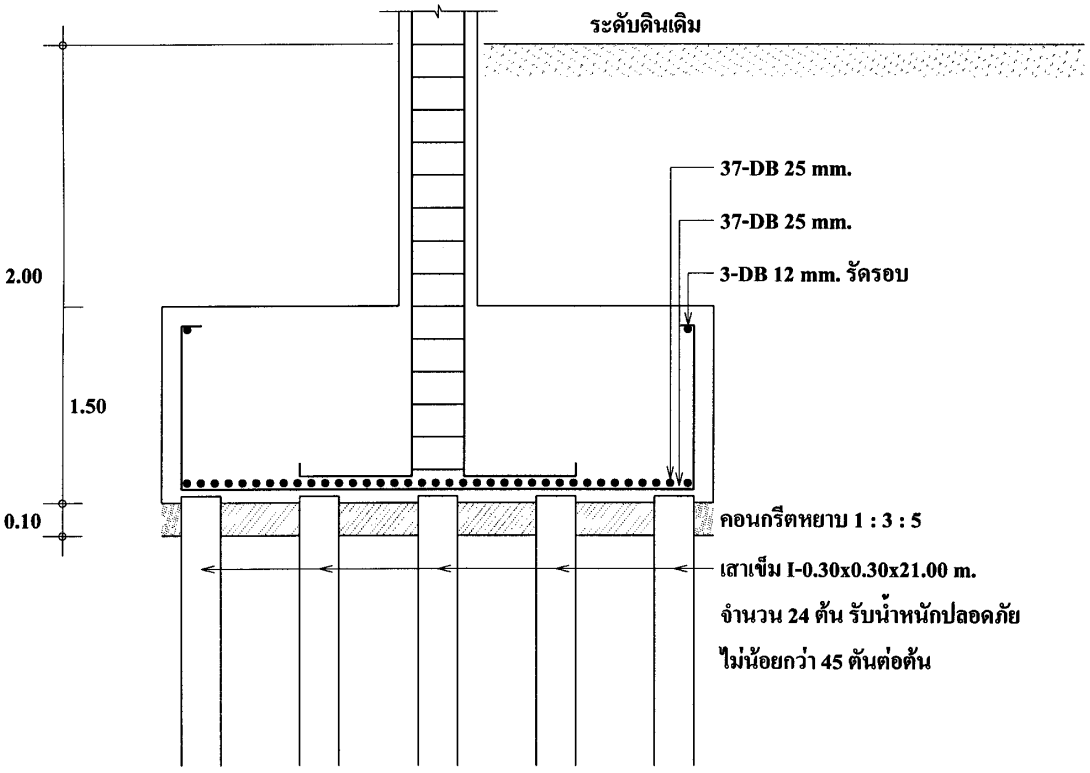
F-23 SECTION

FOOTING F-23

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



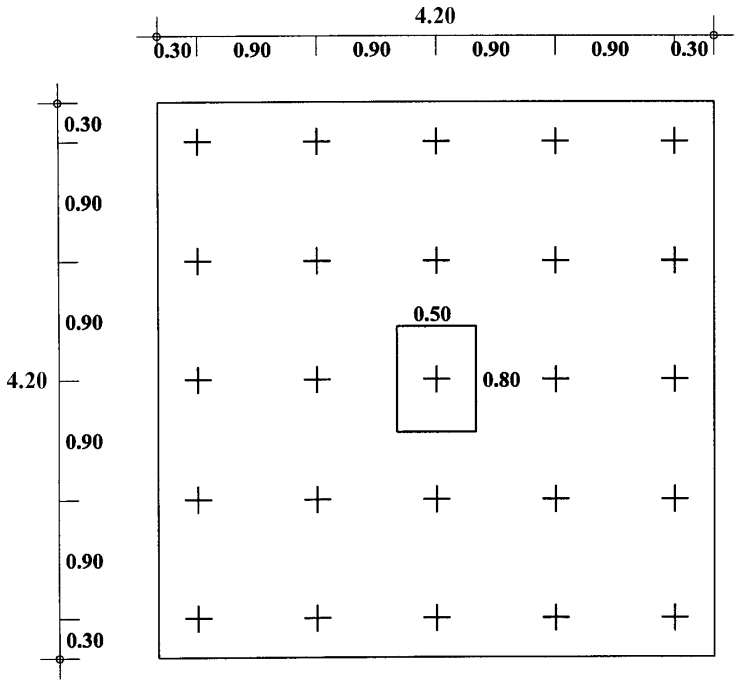
F-24 PLAN



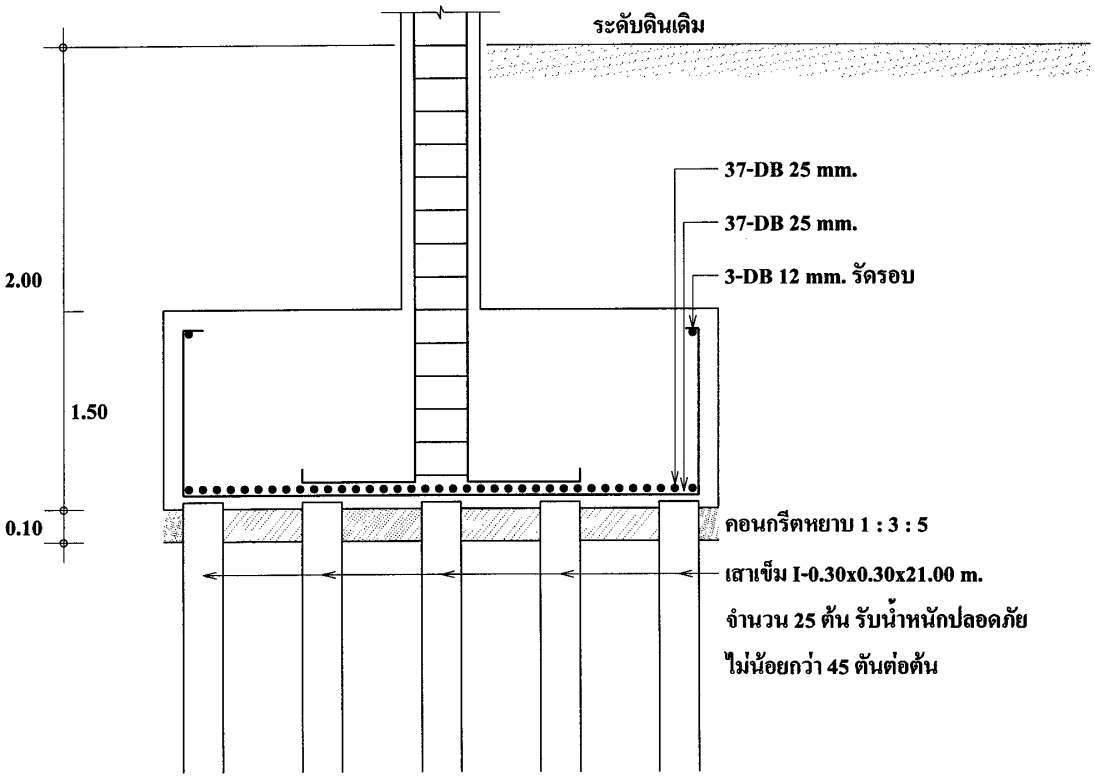
F-24 SECTION

FOOTING F-24

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM



F-25 PLAN



F-25 SECTION

FOOTING F-25

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

โปรแกรม BLOWCOUN.BAS

เลื่อนปุ่ม POWER ไปที่ ON เพื่อเปิดเครื่อง กดปุ่ม MODE ที่มุมบนขวาของเครื่อง ตามด้วยปุ่มเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งใน CASIO FX-880P นั้นแบ่งเป็นส่วนๆ จาก P0 ถึง P9 รวมทั้งหมด 10 โปรแกรม หน่วยความจำเริ่มต้นมี 32 KB หากจะใช้โปรแกรม R.C.DESIGN ให้ครบควรจะเพิ่มหน่วยความจำอีก 32 KB โปรแกรมออกแบบโครงสร้าง ค.ส.ล. จะมีตั้งแต่ P0 ถึง P4 และเพิ่มโปรแกรมตอกเสาเข็มใน P5 ขึ้นมาอีก

เมื่อต้องการคำนวณกำลังเสาเข็มจากการนับครั้งการตอก (Blowcount) ให้กดปุ่มสีขาวตัวหนังสือ S สีแดงแล้วตามด้วยปุ่มเลข 5 ซึ่งมีข้อความ P5 สีแดงด้านบน ที่หน้าจอจะขึ้นว่า

```
CAPS   BASIC   DEG
P * * * * * * 6 7 8 9                                    24911B
Ready P5
```

ดูรายละเอียดของโปรแกรมโดย พิมพ์ LIST กดปุ่ม EXE หรืออาจจะกดปุ่มขาวตัว S สีแดง แล้วตามด้วยปุ่มตัว L ซึ่งมีตัวหนังสือสีแดง LIST อยู่ด้านบน จากนั้นกดปุ่ม EXE จะได้ผลอย่างเดียวกัน

```
CAPS   BASIC   DEG
Ready P5
 LIST
```

```
10  CLEAR: REM DANISH FORMULA
20  INPUT “Allow load,Qa(Tonne)=”;QA
30  INPUT “F.S.(2.5)=”;FS
40  QU=FS*QA
50  INPUT “W hammer(Tonne)=”;W
60  INPUT “e efficiency of hammer(0.80)=”;E
70  INPUT “A area of pile(sq.cm)=”;A
80  INPUT “L length of pile(cm)=”;L
90  INPUT “fc’of concrete(ksc)=”;FC1
100  EC=15.1*SQR(FC1)
110  INPUT “h ram stroke(cm)=”;H
120  C=SQR(E*W*H*L/2/A/EC)
130  S=E*W*H/QU-C
140  PRINT “Settlement per blow s=”;S;” cm”
150  PRINT “Last ten blows=”;10*S;” cm”
160  S1=1+INT(30.48/S)
170  PRINT “Blow count=”;S1;” blows/ft”
180  END
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

การคำนวณกำลังของเสาเข็มตอกด้วยสูตรแดนิช (Danish Formula)

สูตรคำนวณ Blowcount ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันคือสูตรแดนิช มีรายละเอียดดังนี้

$$Q_u = \frac{eWh}{s + C}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{F.S.}$$

$$C = \sqrt{\frac{eWhL}{2AE_c}}$$

โดยที่ Q_a = กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม , ตัน

Q_u = กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม, ตัน

F.S. = ส่วนปลอดภัย ปกตินิยมใช้ที่ค่า 2.5

W = น้ำหนักของลูกตุ้ม , ตัน

h = ระยะยกลูกตุ้ม , เซนติเมตร

e = ประสิทธิภาพของลูกตุ้มและเครื่อง ปกติมีค่า 0.80 หรือ 80 %

A = เนื้อที่หน้าตัดของเสาเข็ม หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร

L = ความยาวของเสาเข็ม, เซนติเมตร

P = น้ำหนักของเสาเข็ม, ตัน

$E_c = 15.1\sqrt{f_c'}$ = โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตที่ใช้ทำเสาเข็ม, ตัน/cm^2

s = ระยะทรุดตัวของเสาเข็มต่อการตอกหนึ่งครั้ง, เซนติเมตร

ตัวอย่าง ลูกตุ้มเหล็กสำหรับตอกเสาเข็มมีปริมาตร 0.814 m^3 ความถ่วงจำเพาะของเหล็ก 7.85 เสาเข็มสี่เหลี่ยมตันหน้าตัด 0.40 เมตร ความยาว 20.00 เมตร = 2000 เซนติเมตร เนื้อที่หน้าตัดเสาเข็ม 1225 ตารางเซนติเมตร ให้หากำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็มตั้งแต่การทรุดตัว s = 0.05, 0.10, 0.15,….,1.00 cm โดยระยะยก 30,40,50,60 เซนติเมตร ให้ส่วนปลอดภัย 2.5 กำลังของคอนกรีตที่ใช้ทำเสาเข็มเมื่ออายุ 28 วัน เท่ากับ 350 ksc.

วิธีทำ W = น้ำหนักลูกตุ้ม = $0.814 \times 7.85 = 6.39$ Tonne

e = ประสิทธิภาพของปั้นจั่น = 0.80

A = 1225 cm^2 = เนื้อที่หน้าตัดเสาเข็ม, ตารางเซนติเมตร

L = 20 m = 2000 cm = ความยาวเสาเข็ม, เซนติเมตร

f_c' = 350 ksc = กำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ทำเสาเข็ม, กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

$E_c = 15.1\sqrt{f_c'} = 15.1\sqrt{350} = 282$ = โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตเสาเข็ม, T/cm^2

F.S. = 2.5 = ส่วนปลอดภัย ใช้ค่าปกติ 2.5 เท่า

h = 30, 40, 50, และ 60 เซนติเมตร = ระยะยกลูกตุ้ม

s = 0.05, 0.10, 0.15, …, 1.00 cm/blow = ระยะทรุดตัวของเสาเข็มต่อการตอกหนึ่งครั้ง

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL-COM

$$C = \sqrt{\frac{eWhL}{2AE_c}} = \sqrt{\frac{0.80 \times 6.39 \times h \times 2000}{2 \times 1225 \times 282}} = \sqrt{0.014798089h}$$

$$Q_u = \frac{eWh}{s + C} = \frac{0.80 \times 6.39h}{s + \sqrt{0.014798089h}} = \frac{5.112h}{s + \sqrt{0.014798089h}}$$

เมื่อ h = 30 cm, s = 0.05 cm. แทนค่า

$$Q_u = \frac{5.112 \times 30}{0.05 + \sqrt{0.014798089 \times 30}} = \frac{5.112 \times 30}{0.05 + 0.666} = \frac{153.36}{0.716} = 214.19 \text{ Tonne}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{F.S.} = \frac{214.19}{2.5} = 85.68 \text{ Tonne}$$

จัดทำเป็นตาราง โดยเขียนโปรแกรมสั้นๆ ใน CASIO fx-880P ทำนองนี้

```
10 CLEAR
20 INPUT “h(cm)=”;H
30 INPUT “s(cm)=”;S
40 QU=5.112*H/(S+SQR(0.014798089*H))
50 QA=QU/2.5
60 PRINT “Qu=”;QU;”Tonne”
70 PRINT “Qa=”;QA;”Tonne”
80 END
```

h = 30 cm																				
s	**0.05**	**0.10**	**0.15**	**0.20**	**0.25**	**0.30**	**0.35**	**0.40**	**0.45**	**0.50**	**0.55**	**0.60**	**0.65**	**0.70**	**0.75**	**0.80**	**0.85**	**0.90**	**0.95**	**1.00**
Qu	**214**	**200**	**188**	**177**	**167**	**159**	**151**	**144**	**137**	**131**	**126**	**121**	**116**	**112**	**108**	**105**	**101**	**97.9**	**94.9**	**92**
Qa	**85.6**	**80**	**75.1**	**70.8**	**66.9**	**63.5**	**60.4**	**57.5**	**55**	**52.6**	**50.4**	**48.4**	**46.6**	**44.9**	**43.3**	**41.8**	**40.4**	**39.2**	**38**	**36.8**

h = 40 cm																				
s	**0.05**	**0.10**	**0.15**	**0.20**	**0.25**	**0.30**	**0.35**	**0.40**	**0.45**	**0.50**	**0.55**	**0.60**	**0.65**	**0.70**	**0.75**	**0.80**	**0.85**	**0.90**	**0.95**	**1.00**
Qu	**250**	**235**	**222**	**211**	**201**	**191**	**183**	**175**	**168**	**161**	**155**	**149**	**144**	**139**	**135**	**130**	**126**	**122**	**119**	**116**
Qa	**99.8**	**94.1**	**89**	**84.4**	**80.2**	**76.5**	**73.1**	**69.9**	**67.1**	**64.4**	**62**	**59.7**	**57.6**	**55.7**	**53.8**	**52.1**	**50.5**	**49**	**47.6**	**46.2**

h = 50 cm																				
s	**0.05**	**0.10**	**0.15**	**0.20**	**0.25**	**0.30**	**0.35**	**0.40**	**0.45**	**0.50**	**0.55**	**0.60**	**0.65**	**0.70**	**0.75**	**0.80**	**0.85**	**0.90**	**0.95**	**1.00**
Qu	**281**	**266**	**253**	**241**	**230**	**220**	**211**	**203**	**195**	**188**	**181**	**175**	**169**	**164**	**159**	**154**	**149**	**145**	**141**	**137**
Qa	**112**	**106**	**101**	**96.4**	**92.1**	**88.1**	**84.5**	**81.1**	**78**	**75.2**	**72.5**	**70**	**67.7**	**65.5**	**63.5**	**61.6**	**59.8**	**58.1**	**56.5**	**55**

h = 60 cm																				
s	**0.05**	**0.10**	**0.15**	**0.20**	**0.25**	**0.30**	**0.35**	**0.40**	**0.45**	**0.50**	**0.55**	**0.60**	**0.65**	**0.70**	**0.75**	**0.80**	**0.85**	**0.90**	**0.95**	**1.00**
Qu	**309**	**294**	**281**	**269**	**257**	**247**	**237**	**229**	**220**	**213**	**206**	**199**	**193**	**187**	**181**	**176**	**171**	**166**	**162**	**158**
Qa	**124**	**118**	**112**	**107**	**103**	**98.8**	**94.9**	**91.4**	**88.1**	**85.1**	**82.2**	**79.5**	**77**	**74.7**	**72.5**	**70.4**	**68.4**	**66.6**	**64.8**	**63.2**

ถ้ากำหนดให้ระยะยกลูกตุ้ม h = 30 cm, กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม Q_a = 80 tonne ให้หาระยะทรุดตัวต่อการตอกหนึ่งครั้ง s

$$C = \sqrt{\frac{eWhL}{2AE_c}} = \sqrt{0.014798089 \times 30} = 0.6662 \text{ cm}$$

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

$$Q_u = F.S. \times Q_a = 2.5 \times 80 = 200 \ \text{tonne}$$

จาก $Q_u = \dfrac{eWh}{s + C}$ แทนค่า

$$200 = \frac{0.80 \times 6.39 \times 30}{s + 0.6662}$$

$$s = \frac{0.80 \times 6.39 \times 30}{200} - 0.6662 = 0.1006 \ \text{cm}$$

ดังนั้น ระยะทรุดตัวจากการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last ten blows) = $0.1006 \times 10 = 1.006$ cm

หากจะหาค่าจำนวนครั้งในการตอกต่อระยะการทรุดตัว 1 ฟุต (30.48 cm) หรือที่เรียกว่า Blow count จะหาได้จาก

$$\text{Blow count} = \frac{30.48}{0.1006} = 302.98 \approx 303 \ \text{ครั้ง/ฟุต}$$

จะเห็นว่า ถ้าต้องการกำลังเสาเข็ม 80 ตัน/ต้น แล้วใช้ลูกตุ้ม 6.39 ตัน ระยะยก 30 เซนติเมตร จะต้องตอกถึง 303 ครั้ง/ฟุต มากเกินไป เมื่อจะลดจำนวนครั้งในการตอกจะต้องยกลูกตุ้มให้สูงขึ้น แต่ถ้าสูงมากเกินไปหัวเสาเข็มอาจจะแตกในระหว่างการตอกได้ ที่พบมาส่วนมากจะยกไม่เกิน 80 เซนติเมตร (ยกเว้นเครื่องตอกดีเซลที่เครื่องกับลูกตุ้มเป็นชุดเดียวกันประกอบเป็นรถตอกเสาเข็ม)

เปลี่ยน h เป็น 40 เซนติเมตร

$$C = \sqrt{0.014798089 \times 40} = 0.7694 \ \text{cm}$$

$$s = \frac{0.80 \times 6.39 \times 40}{200} - 0.7694 = 0.253 \ \text{cm}$$

$$\text{Last ten blows} = 0.253 \times 10 = 2.53 \ \text{cm}$$

$$\text{Blow count} = \frac{30.48}{0.253} = 120.5 = 121 \ \text{ครั้ง/ฟุต}$$

เปลี่ยน h เป็น 50 เซนติเมตร

$$C = \sqrt{0.014798089 \times 50} = 0.8602 \ \text{cm}$$

$$s = \frac{0.80 \times 6.39 \times 50}{200} - 0.8602 = 0.4178 \ \text{cm}$$

$$\text{Last ten blows} = 0.4178 \times 10 = 4.178 \ \text{cm}$$

$$\text{Blow count} = \frac{30.48}{0.4178} = 72.95 = 73 \ \text{ครั้ง/ฟุต}$$

เปลี่ยน h เป็น 60 เซนติเมตร

$$C = \sqrt{0.014798089 \times 60} = 0.9423 \ \text{cm}$$

$$s = \frac{0.80 \times 6.39 \times 60}{200} - 0.9423 = 0.5913 \ \text{cm}$$

$$\text{Last ten blows} = 0.5913 \times 10 = 5.913 \ \text{cm}$$

$$\text{Blow count} = \frac{30.48}{0.5913} = 51.5 = 52 \ \text{ครั้ง/ฟุต}$$

ต่อไปเป็นการทดลองใช้โปรแกรมคำนวณการตอกเสาเข็ม

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ในการใช้งานโปรแกรมคำนวณการตอกเสาเข็ม ขณะที่หน้าจอขึ้น Ready P5 ให้พิมพ์ RUN แล้วกดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
P * * * * * * 6 7 8 9                                    24900B
Ready P5
```

พิมพ์ RUN กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
Ready P5
 RUN
```

หน้าจอขึ้นเป็น

```
CAPS   BASIC  DEG
 RUN
 Allow.load,Qa(Tonne)=?_
```

ถามกำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็มที่ต้องการ กี่ตันต่อต้น ตามตัวอย่างที่แล้วมา สมมติเสาเข็มนี้ต้องการกำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 80 ตัน พิมพ์ 80

```
CAPS   BASIC  DEG
 RUN
 Allow.load,Qa(Tonne)=?80_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 Allow.load,Qa(Tonne)=?80_
 F.S.(2.5)=?_
```

ถามว่าใช้ส่วนปลอดภัยเท่าใด ค่าปกติที่นิยมใช้กันในหมู่วิศวกรคือ 2.5 บอกไว้ในวงเล็บ ตอนนี้พิมพ์ 2.5

```
CAPS   BASIC  DEG
 Allow.load,Qa(Tonne)=?80_
 F.S.(2.5)=?2.5_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 F.S.(2.5)=?2.5_
 W hammer(Tonne)=?_
```

น้ำหนักลูกตุ้มที่ใช้ตอกกี่ตัน พิมพ์ 6.39 ตามข้อมูลที่ทราบมา

```
CAPS   BASIC  DEG
 F.S.(2.5)=?2.5_
 W hammer(Tonne)=?6.39_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
 W hammer(Tonne)=?6.39_
 e efficiency of hammer(0.80)=?_
```

ค่าประสิทธิภาพของระบบตอกเสาเข็ม (ไม่ใช่ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์) ค่าปกติของการตอกด้วยปั้นจั่นนั้นคือ 0.80 พิมพ์ 0.80

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

```
CAPS   BASIC  DEG
W hammer(Tonne)=?6.39_
e efficiency of hammer(0.80)=?0.80_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
e efficiency of hammer(0.80)=?0.80_
A area of pile(sq.cm)=?_
```

เนื้อที่หน้าตัดเสาเข็ม ถ้าเป็นเสาเข็มไม้ให้ดูที่กึ่งกลางความยาว ถ้าเป็นเสาเข็มคอนกรีต เช่นตัว I ให้ดูส่วนที่เป็นตัว I ซึ่งเป็นเนื้อคอนกรีตล้วนๆ ไม่ใช่ดูที่หัวท้ายที่จะเป็นสี่เหลี่ยมตัน ถ้าเป็นเสาเข็มแรงเหวี่ยงให้ดูเนื้อที่ส่วนคอนกรีต ในที่นี้เสาเข็มมีเนื้อที่หน้าตัด 1225 ตารางเซนติเมตร พิมพ์ 1225

```
CAPS   BASIC  DEG
e efficiency of hammer(0.80)=?0.80_
A area of pile(sq.cm)=?1225_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
A area of pile(sq.cm)=?1225_
L length of pile(cm)=?_
```

ความยาวเสาเข็มส่วนที่จมในดินกี่เซนติเมตร ซึ่งส่วนมากจะคิดตอนที่ตอกเสาเข็มจมมิดในดินแล้วและกำลังใช้เสาส่งตอกส่งต่อลงไปในดินอีก หากระหว่างการคำนวณในสนามเสาเข็มยังโผล่อยู่ต้องคิดความยาวเฉพาะที่จมในดินเท่านั้น ตอนนี้พิมพ์ 2000

```
CAPS   BASIC  DEG
A area of pile(sq.cm)=?1225_
L length of pile(cm)=?2000_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
L length of pile(cm)=?2000_
fc'of concrete(ksc)=?_
```

กำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ทำเสาเข็มเท่าใด หน่วยกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หากเป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงนั้น กำลังอัดประลัยต้องไม่ต่ำกว่า 280 ksc และที่นิยมใช้มากที่สุดคือ 350 ksc. รองลงมาคือ 320 ksc. (ชิ้นตัวอย่างต้องเป็นทรงกระบอกมาตรฐานเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร หากเป็นลูกบาศก์แต่ละด้านยาว 15 เซนติเมตร กำลังประลัยที่ทดสอบได้จะสูงกว่า เช่นทรงกระบอกได้ 350 ksc. ลูกบาศก์จะได้ประมาณ 400 ksc. หากส่งค่าของลูกบาศก์มาให้ต้องคูณด้วย 0.88 ก่อนจึงจะเป็นค่าของทรงกระบอก) ตอนนี้ให้พิมพ์ 350

```
CAPS   BASIC  DEG
L length of pile(cm)=?2000_
fc'of concrete(ksc)=?350_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS   BASIC  DEG
fc'of concrete(ksc)=?350_
h ram stroke(cm)=?_
```


TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM

ระยะยกลูกตุ้มกี่เซนติเมตร สมมติขณะที่ดูการตอกเข็มนั้นสอบถามช่างตอกและสังเกตด้วยตนเองแล้วว่าน่าจะเป็น 50 เซนติเมตร พิมพ์ 50

```
CAPS    BASIC   DEG
fc'of concrete(ksc)=?350_
h ram stroke(cm)=?50_
```

กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
settlement per blow s= 0.4185771514 cm
```

บอกว่าระยะทรุดตัวของเสาเข็มต่อการตอกหนึ่งครั้งเท่ากับ 0.4185771514 เซนติเมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
514 cm
Last ten blows= 4.185771514 cm
```

ระยะทรุดตัวในการตอก 10 ครั้งสุดท้ายคือ 4.185771514 เซนติเมตร กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Last ten blows= 4.185771514 cm
Blow count= 73 blows/ft
```

จำนวนครั้งในการตอก 73 ครั้งต่อระยะทรุดตัว 1 ฟุต ซึ่งระหว่างที่กำลังนับ blow count นั้นให้ดูว่าจำนวนครั้งใกล้เคียงหรือเกินหรือไม่ ถ้ายังแค่ 50 กว่าครั้งแสดงว่ายังใช้ไม่ได้ต้องส่งต่อไปอีก กดปุ่ม EXE

```
CAPS    BASIC   DEG
Blow count= 73 blows/ft
Ready P5
```

จบโปรแกรมคำนวณการตอกเสาเข็ม

TumCivil.com Fanpage
TUMCIVIL.COM