

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

1. ชัย มุกตะพันธ์ และ คาซูโตะ นาคาซาวา, ประณีตศาสตร์และวิศวกรรม
ฐานราก พิมพ์ครั้งที่ 1 พระนคร : โรงพิมพ์คุรุศาสตร์สภา
ลาดพร้าว, 2526
2. สุรฉัตร สัมพันธ์รักษ์, "ทฤษฎีและเทคนิคในการวิเคราะห์การทรุดตัวและ
อัตราทรุดตัวของชั้นดิน" เอกสารการอบรมทางวิชาการ
1-2 พ.ย.27
3. Bishop, A.W. (1955), "The Use of Slip Circle in the
Stability Analysis of slopes", Geotechnique,
Vol.5, pp.7-17
4. Bishop, A.W. and Bjerrum, L. (1960), "The Relevance of
the Triaxial Test to the Solution of
Stability Problems", Proc. ASCE Conf. on
Shear Strength of Cohesive Soils, Boulder,
Colorado, pp.437-501
5. Bjerrum, L. (1972), "Embankments on soft ground", Proc.
Spec. Conf. on Performance of Earth and
Earth-supported Structures, Purdue Univ.,
Vol.2, pp.1-54
6. Bjerrum, L. (1973), "Problems of Soil Mechanics and
Construction on Soft Clays and Structurally
Unstable Soils (Collapsible, Expansive and
Others)", Proc. 8th Int. Conf. Soil Mech.
Found. Eng., Moscow, Vol.3, pp.111-159.
7. Bishop, A.W. and Henkel, D.J., The Measurement of
Soil Properties in the Triaxial Test,
William Clowers & Son, London, 1976.
8. Bowles, J.E. (1977), Foundation Analysis and Design
McGraw-Hill Inc. 2nd edition, pp.156

9. Dharmasaroja, A. (1976), "One-dimensional Settlement Analysis of the NONG NGOO HAO Test Embankment", M.Eng.Thesis No.896
10. Giroud, J.P. and Rabatel, A. (1971), "Settlement of Embankment on Layer of Soil", Jl. Soil Mech. Found. Div., ASCE, Vol. 97, SM 1
11. Giroud, J.P. and Watisser, H. (1972), "Stress due to an Embankment resting on a Finite Layer of Soil", Proc. 6th Conf. Aust. Road Research Board, Canberra, Australia
12. Harr, M.E. (1960), "Foundation of Theoretical Soil Mechanics". McGraw Hill Inc., New York
13. Ladd, C.C., "Settlement Analysis for Cohesive Soils," Research Report R.71-2, Soils Publ. 272, Dept. of Civil Eng., MIT, 1971.
14. Ladd et al. (1977), "Stress Deformation and Strength Characteristics," State-of-the Art Report for Session I, ICSMEE IX, TOKYO, JAPAN.
15. Lambe, T.W. (1964), "Methods of Estimating Settlements", Jl. Soil Mech. Found. Div., ASCE Vol. 90. No. SM5, pp. 43-67
16. Moh, Z.C., Brand, E.W. and Nelson, J.D. (1972), "Pore Pressure under a Bund on Soft Pissured Clay", Proc. Cont. on Performance of Earth and Earth-supported Structures. Vol. 1, Purdue Univ. pp. 243-272
17. Morgenstern, N and PRICE, V.E. (1965), "The Analysis of Stability of Slip Surface", Geotechnique, Vol. 15, pp. 79-93

18. NAVFAC DM-7, Design Manual, Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures, Department of The Navy, Naval Facilities Engineering Command, 1982.
19. Skempton, A.W. and Bjerrum, L. (1975), "A Contribution to the Settlement Analysis of Foundation on Clay". Geotechnique, Vol.7, pp.168-178
20. Terzaghi, K. (1948), "Theoretical Soil Mechanics". John, Wiley & Sons, New York
21. Terzaghi, K and Peck, R.B. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practices" 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, 729 pp.
23. Trak, B., La Rochelle, P., Tavenas, F., Leroueil, S. and Roy, M. (1979), "A New Approach to the Stability Analysis of Embankments of Sensitive Clay", Proc. 32nd Can. Geotech. Cont. Vol.1, Quebec, Canada.

ภาคผนวก ก
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ REAME



```

LIST
5 REM REAME (ROTATIONAL EQUILIBRIUM ANALYSIS OF MULTILAYER EMBANKMENTS)
10 REM INTERACTIVE OR BATCH MODE
15 DIM C(10),EB(60),F2(70),G(10),L2(5,4),L4(5,4),NO(3),L3(5,4)
20 DIM N6(11),P2(10),R4(3),R5(70),S4(29,11),T1(10),T6(3),T7(3)
25 DIM T8(3),T#(72),X(3),X1(30,11),X3(30),Y(3),Y8(30,11)
30 DIM A0(5),B9(5),F8(5),F9(5),S5(5),Y7(30),Y9(29,11)
31 DIM B1(60),CB(60),D6(60),L1(60),S(60),SB(60),T4(60)
32 DIM W(60),W1(60),X2(60),X4(11),X5(11),Y4(60,11),Y5(60)
35 PRINT "TITLE -";
40 INPUT T#
45 PRINT
50 PRINT "FILE NAME";
55 INPUT F#
65 PRINT "READ FROM FILE?(ENTER 1 WHEN READ FROM FILE & 0 WHEN NOT)";
70 INPUT B0
75 PRINT
80 IF B0=1 THEN 96
81 OPEN "O",#1,"B:F#",3200
84 WRITE #1,B0
85 CLOSE #1
90 KILL "B:F#"
95 OPEN "O",#1,"B:F#",3200 : GOTO 100
96 OPEN "I",#1,"B:F#"
100 PRINT "NO. OF STATIC AND SEISMIC CASES-";
105 INPUT P6
110 FOR P5=1 TO P6
115 PRINT
120 PRINT "CASE NO. ";P5,"SEISMIC COEFFICIENT=";
125 INPUT S5(P5)
130 PRINT
135 IF P5<>1 THEN 1195
140 IF B0=1 THEN 165
145 PRINT "NUMBER OF BOUNDARY LINES -";
150 INPUT N5
155 WRITE #1,N5
160 GOTO 175
165 INPUT #1,N5
170 PRINT "NO. OF BOUNDARY LINES=";N5
175 PRINT
180 FOR J=1 TO N5
185 IF B0=1 THEN 210
190 PRINT "NO. OF POINTS ON BOUNDARY LINE";J,"=";
195 INPUT N6(J)
200 WRITE #1,N6(J)

```

```

205 GOTO 220
210 INPUT #1,N6(J)
215 PRINT "NO. OF POINTS ON BOUNDARY LINE";J;"=";N6(J)
220 PRINT
225 PRINT "BOUNDARY LINE -";J
230 FOR I=1 TO N6(J)
235 IF B0=1 THEN 270
240 PRINT I;"X-COORDINATE=";
245 INPUT X1(I,J)
250 PRINT TAB(4);"Y-COORDINATE=";
255 INPUT Y8(I,J)
260 WRITE #1,X1(I,J),Y8(I,J)
265 GOTO 280
270 INPUT #1,X1(I,J),Y8(I,J)
275 PRINT I;"X COORD.=";X1(I,J),"Y COOR.=";Y8(I,J)
280 NEXT I
285 PRINT
290 NEXT J
295 PRINT
300 PRINT"LINE NO. AND SLOPE OF EACH SEGMENT ARE:"
305 FOR J=1 TO N5
310 N1=N6(J)-1
315 PRINT J,
320 FOR I=1 TO N1
325 IF X1(I+1,J)=X1(I,J) THEN 340
330 S4(I,J)=(Y8(I+1,J)-Y8(I,J))/(X1(I+1,J)-X1(I,J))
335 GOTO 345
340 S4(I,J)=99999!
345 Y9(I,J)=Y8(I,J)-S4(I,J)*X1(I,J)
350 PRINT S4(I,J);
355 NEXT I
360 PRINT
365 NEXT J
370 PRINT
375 IF B0=1 THEN 415
380 PRINT "MIN. DEPTH OF TALLEST SLICE=";
385 INPUT D4
390 PRINT
395 PRINT "NO. OF RADIUS CONTROL ZONES=";
400 INPUT F6
405 WRITE #1,D4,F6
410 GOTO 430
415 INPUT #1,D4,F6
420 PRINT "MIN. DEPTH OF TALLEST SLICE=";D4
425 PRINT "NO. OF RADIUS CONTROL ZONES=";F6
430 FOR I=1 TO F6
435 PRINT
440 IF B0=1 THEN 510
445 PRINT "RADIUS DECREMENT FOR ZONE";I;"=";
450 INPUT T6(I)
455 PRINT
460 PRINT "NO. OF CIRCLE FOR ZONE";I;"=";
465 INPUT NO(I)
470 PRINT
475 PRINT "ID NO. FOR FIRST CIRCLE FOR ZONE";I;"=";
480 INPUT T7(I)
485 PRINT
490 PRINT "NO. OF BOTTOM LINES FOR ZONE";I;"=";
495 INPUT T8(I)
500 WRITE #1,T6(I),NO(I),T7(I),T8(I)
505 GOTO 535
510 INPUT #1,T6(I),NO(I),T7(I),T8(I)
515 PRINT "RADIUS DECREMENT FOR ZONE";I;"=";T6(I)
520 PRINT "NO. OF CIRCLES FOR ZONE";I;"=";NO(I)
525 PRINT "ID NO. FOR FIRST CIRCLE FOR ZONE";I;"=";T7(I)
530 PRINT "NO. OF BOTTOM LINES FOR ZONE";I;"=";T8(I)

```

```

535 PRINT
540 IF B0=1 THEN 555
545 PRINT "INPUT LINE NO.,BEGIN FT. NO.,AND END FT. NO. FOR ZONE";I
550 PRINT "EACH LINE ON ONE LINE & EACH ENTER SEPARATED BY COMMA"
555 FOR J=1 TO T8(I)
560 IF B0=1 THEN 580
565 INPUT L2(J,I),L3(J,I),L4(J,I)
570 WRITE #1,L2(J,I),L3(J,I),L4(J,I)
575 GOTO 595
580 INPUT #1,L2(J,I),L3(J,I),L4(J,I)
585 PRINT "FOR ZONE";I,"LINE SEQUENCE";J
590 PRINT "LINE NO.=";L2(J,I),"BEG. NO.=";L3(J,I),"END NO.=";L4(J,I)
595 NEXT J
600 NEXT I
605 E7=X1(L3(1,1),L2(1,1))
610 G8=X1(L4(1,1),L2(1,1))
615 IF T8(1)=1 THEN 650
620 FOR I=2 TO T8(1)
625 IF X1(L3(I,1),L2(I,1))>E7 THEN 635
630 E7=X1(L3(I,1),L2(I,1))
635 IF X1(L4(I,1),L2(I,1))<G8 THEN 645
640 G8=X1(L4(I,1),L2(I,1))
645 NEXT I
650 IF E7<>X1(1,N5) THEN 665
655 IF G8<>X1(N6(N5),N5) THEN 665
660 GOTO 680
665 PRINT
670 PRINT "ROCK LINE IS TOO SHORT,OR EXTENDS BEYOND GROUND LINE"
675 STOP
680 L2(1,F6+1)=N5
685 L3(1,F6+1)=1
690 L4(1,F6+1)=N6(N5)
695 T8(F6+1)=1
700 T9=N5-1
705 PRINT
710 IF B0=1 THEN 725
715 PRINT"INPUT COHESION, FRIC. ANGLE, UNIT WT. OF SOIL"
720 PRINT "EACH SOIL ON ONE LINE & EACH ENTRY SEPARATED BY COMMA"
725 FOR I=1 TO T9
730 IF B0=1 THEN 750
735 INPUT C(I),F2(I),G(I)
740 WRITE #1,C(I),F2(I),G(I)
745 GOTO 755
750 INPUT #1,C(I),F2(I),G(I)
755 NEXT I
760 IF B0<>1 THEN 785
765 PRINT "SOIL NO.,""COHESION","FRIC. ANGLE","UNIT WEIGHT"
770 FOR I=1 TO T9
775 PRINT I,C(I),F2(I),G(I)
780 NEXT I
785 FOR I=1 TO T9
790 T1(I)=TAN(F2(I)*3.141593/180)
795 NEXT I
800 PRINT
805 IF B0=1 THEN 835
810 PRINT "ANY SEEPAGE? (ENTER 0 WITHOUT SEEPAGE, 1 WITH PHREATIC"
815 PRINT "SURFACE, AND 2 WITH PORE PRESSURE RATIO)";
820 INPUT N3
825 WRITE #1,N3
830 GOTO 875
835 INPUT #1,N3
840 IF N3=0 THEN 860
845 IF N3=1 THEN 870
850 PRINT "USE PORE PRESSURE RATIO"
855 GOTO 875
860 PRINT "NO SEEPAGE"

```

```

865 GOTO 875
870 PRINT "USE PHREATIC SURFACE"
875 IF B0=1 THEN 960
880 IF N3<>1 THEN 905
885 PRINT
890 PRINT "UNIT WEIGHT OF WATER=";
895 INPUT G5
900 WRITE #1,G5
905 PRINT
910 PRINT "ANY SEARCH?(ENTER 0 WITH GRID AND 1 WITH SEARCH)";
915 INPUT Z0
920 PRINT
925 PRINT "NO. OF SLICES=";
930 INPUT F4
935 PRINT
940 PRINT "NO. OF ADD. RADII=";
945 INPUT N7
950 WRITE #1,Z0,F4,N7
955 GOTO 1005
960 IF N3<>1 THEN 975
965 INPUT #1,G5
970 PRINT "UNIT WEIGHT OF WATER=";G5
975 INPUT #1,Z0,F4,N7
980 IF Z0=0 THEN 995
985 PRINT "USE SEARCH"
990 GOTO 1000
995 PRINT "USE GRID"
1000 PRINT "NO. OF SLICES=";F4,"NO. OF ADD. RADII=";N7
1005 F7=Z0
1010 IF N3=0 THEN 1195
1015 IF N3=2 THEN 1155
1020 PRINT
1025 IF B0=1 THEN 1055
1030 PRINT "NO. OF POINTS ON WATER TABLE =";
1035 INPUT N4
1040 PRINT
1045 WRITE #1,N4
1050 GOTO 1065
1055 INPUT #1,N4
1060 PRINT "NO. OF POINTS ON WATER TABLE=";N4
1065 FOR I=1 TO N4
1070 IF B0=1 THEN 1110
1075 PRINT I;"X-COORDINATE=";
1080 INPUT X3(I)
1085 PRINT TAB(4);"Y-COORDINATE=";
1090 INPUT Y7(I)
1095 PRINT
1100 WRITE #1,X3(I),Y7(I)
1105 GOTO 1120
1110 INPUT #1,X3(I),Y7(I)
1115 PRINT I;"X COORD.=";X3(I),"Y COORD.=";Y7(I)
1120 NEXT I
1125 IF X3(1)<=X1(1,N5) THEN 1135
1130 GOTO 1140
1135 IF X3(N4)>=X1(N6(N5),N5) THEN 1195
1140 PRINT
1145 PRINT"PIEZOMETRIC LINE IS NOT EXTENDED AS FAR OUT AS GROUND LINE"
1150 STOP
1155 PRINT
1160 IF B0=1 THEN 1185
1165 PRINT "PORE PRESSURE RATIO=";
1170 INPUT R8
1175 WRITE #1,R8
1180 GOTO 1195
1185 INPUT #1,R8
1190 PRINT "PORE PRESSURE RATIO=";R8

```

```

1195 IF P5=1 THEN 1215
1200 Z=F4
1205 Z3=F5
1210 Z0=F7
1215 IF Z0<>0 THEN 1510
1220 IF P5<>1 THEN 1415
1225 PRINT
1230 PRINT "INPUT COORD. OF GRID POINTS 1,2,AND 3"
1235 PRINT
1240 FOR I=1 TO 3
1245 IF B0=1 THEN 1285
1250 PRINT "POINT";I;"X-COORDINATE =";
1255 INPUT X(I)
1260 PRINT TAB(8);"Y-COORDINATE =";
1265 INPUT Y(I)
1270 PRINT
1275 WRITE #1,X(I),Y(I)
1280 GOTO 1295
1285 INPUT #1,X(I),Y(I)
1290 PRINT "POINT";I;"X COORD.=";X(I);"Y COORD.=";Y(I)
1295 NEXT I
1300 IF B0=1 THEN 1385
1305 PRINT "X INCREMENT=";
1310 INPUT Z1
1315 PRINT
1320 PRINT "Y INCREMENT=";
1325 INPUT Z2
1330 PRINT
1335 PRINT "NO. OF DIVISIONS BETWEEN POINTS 1 AND 2=";
1340 INPUT Z
1345 PRINT
1350 PRINT "NO. OF DIVISIONS BETWEEN POINTS 2 AND 3=";
1355 INPUT Z3
1360 WRITE #1,Z1,Z2,Z,Z3
1365 PRINT "CONTINUE?(ENTER 1 FOR CONTINUING AND 0 FOR STOP);
1370 INPUT G7
1375 IF G7=0 THEN 6260
1380 GOTO 1405
1385 INPUT #1,Z1,Z2,Z,Z3
1390 PRINT "X INCREMENT=";Z1,"Y INCREMENT=";Z2
1395 PRINT "NO. OF DIVISIONS BETWEEN POINTS 1 AND 2=";Z
1400 PRINT "NO. OF DIVISIONS BETWEEN POINTS 2 AND 3=";Z3
1405 F5=Z3
1410 F4=Z
1415 IF Z1<>0 THEN 1430
1420 IF Z2<>0 THEN 1430
1425 GOTO 1440
1430 PRINT
1435 PRINT "AUTOMATIC SEARCH WILL FOLLOW AFTER GRID"
1440 Z4=Z5=0
1445 IF Z3<>0 THEN 1460
1450 Z6=0;Z7=0
1455 GOTO 1470
1460 Z6=(X(3)-X(2))/Z3
1465 Z7=(Y(3)-Y(2))/Z3
1470 IF Z<>0 THEN 1485
1475 Z8=0;Z9=0
1480 GOTO 1495
1485 Z8=(X(2)-X(1))/Z
1490 Z9=(Y(2)-Y(1))/Z
1495 A1=X(1);A3=X(1)
1500 A2=Y(1);A4=Y(1)
1505 GOTO 1810
1510 IF P5<>1 THEN 1685
1515 PRINT
1520 IF B0=1 THEN 1545

```

```

1525 PRINT"NO. OF CENTERS TO BE ANALYZED =":
1530 INPUT Z5
1535 WRITE #1,Z5
1540 GOTO 1555
1545 INPUT #1,Z5
1550 PRINT "NO. OF CENTERS TO BE ANALYZED=";Z5
1555 D3=Z5
1560 IF B5<>1 THEN 1690
1565 PRINT
1570 IF B0=1 THEN 1645
1575 PRINT "X COORDINATE OF TRIAL CENTER=";
1580 INPUT A1
1585 PRINT "Y COORDINATE OF TRIAL CENTER=";
1590 INPUT A2
1595 PRINT
1600 PRINT "X INCREMENT=";
1605 INPUT Z1
1610 PRINT "Y INCREMENT=";
1615 INPUT Z2
1620 WRITE #1,A1,A2,Z1,Z2
1625 PRINT "CONTINUE?(ENTER 1 FOR CONTINUING AND 0 FOR STOP";
1630 INPUT G7
1635 IF G7=0 THEN 6260
1640 GOTO 1660
1645 INPUT #1,A1,A2,Z1,Z2
1650 PRINT "X COORD.=";A1,"Y COORD.=";A2
1655 PRINT "X INCREMENT=";Z1,"Y INCREMENT=";Z2
1660 A0(Z5)=A1
1665 B9(Z5)=A2
1670 F8(Z5)=Z1
1675 F9(Z5)=Z2
1680 GOTO 1725
1685 Z5=D3
1690 A1=A0(Z5)
1695 A2=B9(Z5)
1700 Z1=F8(Z5)
1705 Z2=F9(Z5)
1710 GOTO 1725
1715 A1=A7
1720 A2=A8
1725 R=0
1730 PRINT
1735 PRINT
1740 A5=A1
1745 IF D3=0 THEN 1755
1750 PRINT "SEARCH STATED AT CENTER NO.";D3-Z5+1
1755 A6=A2
1760 Z4=R
1765 Z5=Z5-1
1770 Z3=0;Z=0
1775 IF Z0=1 THEN 1790
1780 Z8=0;Z9=0
1785 GOTO 1810
1790 Z8=Z1
1795 Z9=Z2
1800 A9=0;B2=0;B3=0;G6=0;B5=0
1805 B4=2
1810 Z3=Z3+1
1815 Z=Z+1
1820 B6=0;M0=0
1825 FOR E6=1 TO Z3
1830 FOR K0=1 TO Z
1835 K2=0
1840 IF Z0=1 THEN 1850
1845 GOTO 1885
1850 IF B6<>2 THEN 1885

```

```

1855 M0=0:A9=0:B2=0:B3=0:G6=0:K5=0
1860 R4=2
1865 A1=A5
1870 A2=A6
1875 Z6=Z1
1880 Z9=Z2
1885 X0=A1
1890 Y0=A2
1895 R=Z4
1900 IF Z0<>1 THEN 1940
1905 IF ABS(X0-A5)<20*Z1 THEN 1940
1910 IF ABS(Y0-A6)<20*Z2 THEN 1940
1915 PRINT
1920 PRINT "THE INCREMENTS USED FOR SEARCH ARE TOO SMALL, OR EQUAL"
1925 PRINT "TO ZERO, SO THE MINIMUM FACTOR OF SAFETY CANNOT BE FOUND"
1930 IF Z5<>0 THEN 2815
1935 S10P
1940 J2=SQR((X0-X1(1,N5))^2+(Y0-Y8(1,N5))^2)
1945 J3=SQR((X0-X1(N6(N5),N5))^2+(Y0-Y8(N6(N5),N5))^2)
1950 IF J3>=J2 THEN 1960
1955 J2=J3
1960 FOR I=1 TO (F6+1)
1965 J4=999999!
1970 FOR J=1 TO T8(I)
1975 FOR K=L3(J,I) TO (L4(J,I)-1)
1979 LLL = L2(J,I)
1980 IF X1(K,LLL)=X1(K+1,LLL) THEN 2035
1985 J6=(X0+S4(K,LLL)*(Y0-Y9(K,LLL)))/(S4(K,LLL)^2+1)
1990 IF J8<X1(K,LLL) THEN 2000
1995 GOTO 2010
2000 J9=SQR((X0-X1(K,LLL))^2+(Y0-Y8(K,LLL))^2)
2005 GOTO 2050
2010 IF J8>X1(K+1,LLL) THEN 2025
2015 J9=SQR((X0-J8)^2+(Y0-S4(K,LLL)*J8-Y9(K,LLL))^2)
2020 GOTO 2050
2025 J9=SQR((X0-X1(K+1,LLL))^2+(Y0-Y8(K+1,LLL))^2)
2030 GOTO 2050
2035 IF Y0<Y8(K,LLL) THEN 2000
2040 IF Y0>Y8(K+1,LLL) THEN 2025
2045 J9=ABS(X0-X1(K,L2(I,J)))
2050 IF J9>J4 THEN 2060
2055 J4=J9
2060 NEXT K
2065 NEXT J
2070 IF J4<=J2 THEN 2095
2075 PRINT
2080 PRINT"**** WARNING AT NEXT CENTER ****"
2085 PRINT "MAXIMUM RADIUS IS LIMITED BY END POINT OF GROUND LINE"
2090 J4=J2
2095 R4(I)=J4
2100 NEXT I
2105 R3=R4(F6+1)
2110 FOR L0=1 TO F6
2115 IF ND(L0)=0 THEN 2230
2120 R=R4(L0)
2125 IF T6(L0)=0 THEN 2135
2130 GOTO 2145
2135 H0=(R4(L0)-R4(L0+1))/ND(L0)
2140 GOTO 2150
2145 H0=T6(L0)
2150 R=R-(T7(L0)-1)*H0
2155 FOR J0=1 TO ND(L0)
2160 IF R>=R4(L0+1) THEN 2200
2165 K2=K2+1
2170 F2(K2)=1000000!
2175 R5(K2)=R

```



```

2180 IF K2<>1 THEN 2195
2185 F1=1000000!
2190 R2=R
2195 GOTO 2235
2200 GOSUB 2925
2205 GOSUB 4480
2210 IF F2(K2)>100 THEN 2235
2215 IF H0<=0 THEN 2230
2220 R=R-H0
2225 NEXT J0
2230 NEXT L0
2235 M0=M0+1
2240 IF Z0<>1 THEN 2255
2245 IF B6-1>0 THEN 2255
2250 GOTO 2260
2255 B6=1
2260 PRINT
2265 PRINT
2270 PRINT
2275 PRINT "AT POINT (";X0;Y0;")";"THE RADIUS AND FACTOR OF SAFETY ARE:"
2280 FOR H4=1 TO K2
2285 PRINT R5(H4),F2(H4)
2290 NEXT H4
2295 PRINT "LOWEST FACTOR OF SAFETY =";F1;"AND OCCURS AT RADIUS =";R2
2300 PRINT
2305 IF Z0-1<0 THEN 2315
2310 GOTO 2360
2315 IF M0=1 THEN 2325
2320 IF F1>=H1 THEN 2345
2325 H1=F1
2330 H2=R2
2335 A7=X0
2340 A8=Y0
2345 A1=A1+Z8
2350 A2=A2+Z9
2355 GOTO 2820
2360 IF M0=1 THEN 2410
2365 A9=A9+1
2370 IF F1-H1<0 THEN 2410
2375 IF G6=1 THEN 2445
2380 IF B3<>0 THEN 2610
2385 IF A9<>1 THEN 2580
2390 A9=0
2395 A1=A1-B4*Z8
2400 B3=1
2405 GOTO 2625
2410 H1=F1
2415 H2=R2
2420 A7=X0
2425 A8=Y0
2430 G1=G3
2435 G2=G4
2440 GOTO 2525
2445 IF B3<>0 THEN 2475
2450 IF A9<>1 THEN 2495
2455 B3=1
2460 A2=A2-B4*Z9
2465 A9=0
2470 GOTO 2625
2475 IF A9<>1 THEN 2495
2480 IF B2<>1 THEN 2495
2485 B2=2
2490 GOTO 2625
2495 A9=0:B3=0:G6=0
2500 B2=1:M0=1
2505 B4=2

```

```
2510 A1=A7+Z8
2515 A2=A8
2520 GOTO 2625
2525 IF G6=1 THEN 2555
2530 IF B3=0 THEN 2545
2535 A1=A1-Z8
2540 GOTO 2625
2545 A1=A1+Z8
2550 GOTO 2625
2555 IF B3=0 THEN 2570
2560 A2=A2-Z9
2565 GOTO 2625
2570 A2=A2+Z9
2575 GOTO 2625
2580 M0=1:B2=1:G6=1
2585 A9=0:B3=0
2590 B4=2
2595 A1=A7
2600 A2=A8+Z9
2605 GOTO 2625
2610 IF A9<>1 THEN 2580
2615 IF B2<>1 THEN 2560
2620 B2=2
2625 R=0
2630 IF B2<>2 THEN 1835
2635 B5=B5+1
2640 IF B5<>1 THEN 2705
2645 IF H1<100 THEN 2660
2650 PRINT "IMPROPER CENTER IS USED FOR SEARCH"
2655 GOTO 2815
2660 Z8=Z1/4
2665 Z9=Z2/4
2670 B2=0:A9=0:B3=0:G6=0
2675 B4=2
2680 M0=1
2685 B5=B5+1
2690 A1=A7+Z8
2695 A2=A8
2700 GOTO 1835
2705 PRINT
2710 PRINT "AT POINT (";A7;AB;");";"RADIUS";H2
2715 PRINT
2720 PRINT
2725 PRINT "THE MINIMUM FACTOR OF SAFETY IS";H1
2730 PRINT
2795 IF Z0=1 THEN 2875
2800 A1=17
2805 A2=A8
2810 B6=2
2815 IF Z5<>0 THEN 1560
2820 NEXT K0
2825 A3=A3+Z6
2830 A4=A4+Z7
2835 A1=A3
2840 A2=A4
2845 NEXT E6
2850 PRINT
2855 PRINT "AT POINT (";A7;AB;");";"RADIUS";H2
2860 PRINT
2865 PRINT
2870 PRINT "THE MINIMUM FACTOR OF SAFETY IS";H1
2875 IF Z5<>0 THEN 1560
2880 IF Z0=0 THEN 2850
2885 GOTO 2915
2890 IF Z1<>0 THEN 2905
2895 IF Z2<>0 THEN 2905
```

```

2900 GOTO 2915
2905 Z0=1:Z5=1
2910 GOTO 1715
2915 NEXT P0
2920 GOTO 6260
2925 REM SUBROUTINE FSAFTY
2940 IF R>R3 THEN 2955
2945 F7=1000000!
2950 GOTO 4475
2955 S7=0
2960 FOR J=1 TO N5
2965 X4(J)=-99999!
2970 X5(J)=99999!
2975 N1=N6(J)-1
2980 FOR I=1 TO N1
2985 IF S4(I,J)=99999! THEN 3105
2990 A=1+S4(I,J)^2
2995 B=S4(I,J)*(Y9(I,J)-Y0)-X0
3000 D=(Y9(I,J)-Y0)^2+X0^2-R^2
3005 T2=B^2-A*D
3010 IF ABS(T2)<1 THEN 3110
3015 IF T2>0 THEN 3025
3020 GOTO 3105
3025 X6=(-B-SQR(T2))/A
3030 X7=(-B+SQR(T2))/A
3035 IF X6>=(X1(I,J)-.01) THEN 3045
3040 GOTO 3070
3045 IF X6<=(X1(I+1,J)+.01) THEN 3055
3050 GOTO 3070
3055 X4(J)=X6
3060 IF J<>N5 THEN 3070
3065 Y6=S4(I,J)*X4(J)+Y9(I,J)
3070 IF X7>=(X1(I,J)-.01) THEN 3080
3075 GOTO 3105
3080 IF X7<=(X1(I+1,J)+.01) THEN 3090
3085 GOTO 3105
3090 X5(J)=X7
3095 IF J<>N5 THEN 3105
3100 Y1=S4(I,J)*X5(J)+Y9(I,J)
3105 NEXT I
3110 NEXT J
3115 IF X4(N5)=-99999! THEN 2945
3120 IF X5(N5)=99999! THEN 2945
3125 IF Y0<Y6 THEN 3135
3130 GOTO 3140
3135 IF Y0<Y1 THEN 2945
3140 R1=0
3145 IF Y0>Y6 THEN 3270
3150 X4(N5)=X0-R
3155 X8=X4(N5)
3160 FOR K=1 TO N5
3165 K1=N5+1-K
3170 N1=N6(K1)-1
3175 Y4(1,K1)=-9999!
3180 FOR I=1 TO N1
3185 IF X1(I,K1)=X1(I+1,K1) THEN 3210
3190 M=I
3195 IF X8>X1(I,K1) THEN 3205
3200 GOTO 3210
3205 IF X8<=X1(I+1,K1) THEN 3220
3210 NEXT I
3215 GOTO 3230
3220 Y4(1,K1)=S4(M,K1)*X8+Y9(M,K1)
3225 IF K=1 THEN 3260
3230 IF (Y4(1,K1)+9999!)=0 THEN 3265
3235 IF (Y0-Y4(1,K1))>0 THEN 3250

```

```

3240 R1=R1+(Y3-Y4(1,K1))*C(K1)
3245 GOTO 3260
3250 R1=R1+(Y3-Y0)*C(K1)
3255 GOTO 3290
3260 Y3=Y4(1,K1)
3265 NEXT K
3270 IF Y0>Y1 THEN 3290
3275 X5(N5)=X0+R
3280 X6=X5(N5)
3285 GOTO 3160
3290 J6=N5-1
3295 N1=N6(N5)-1
3300 R7=(X5(N5)-X4(N5))/F4
3305 P9=0
3310 D7=X4(N5)
3315 FOR I=1 TO F4
3320 D8=0
3325 FOR J=2 TO N1
3330 IF X1(J,N5)<=(D7+.01) THEN 3350
3335 IF X1(J,N5)>=(D7+R7-.01) THEN 3350
3340 D8=D8+1
3345 D6(D8)=X1(J,N5)
3350 NEXT J
3355 FOR J=2 TO J6
3360 IF X4(J)<=(D7+.01) THEN 3385
3365 IF X4(J)>=(D7+R7-.01) THEN 3385
3370 D8=D8+1
3375 D6(D8)=X4(J)
3380 GOTO 3405
3385 IF X5(J)<=(D7+.01) THEN 3405
3390 IF X5(J)>=(D7+R7-.01) THEN 3405
3395 D8=D8+1
3400 D6(D8)=X5(J)
3405 NEXT J
3410 IF D8<1 THEN 3540
3415 IF D8=1 THEN 3525
3420 E5=D8-1
3425 D9=0
3430 FOR L=1 TO E5
3435 D9=D9+1
3440 E0=D6(D9)
3445 E2=D9+1
3450 E3=D9
3455 FOR K=E2 TO D8
3460 IF D6(K)>=E0 THEN 3475
3465 E0=D6(K)
3470 E3=K
3475 NEXT K
3480 D6(E3)=D6(D9)
3485 D6(D9)=E0
3490 NEXT L
3495 B1(P9+1)=D6(1)-D7
3500 FOR L=2 TO D8
3505 B1(P9+L)=D6(L)-D6(L-1)
3510 NEXT L
3515 B1(P9+D8+1)=D7+R7-D6(D8)
3520 GOTO 3545
3525 B1(P9+1)=D6(1)-D7
3530 B1(P9+2)=D7+R7-D6(1)
3535 GOTO 3545
3540 B1(P9+1)=R7
3545 P9=P9+D8+1
3550 D7=D7+R7
3555 NEXT I
3560 E4=0
3565 FOR J=1 TO P9

```

```

3570 IF J>(P9-E4) THEN 3595
3575 IF B1(J)<=0 THEN 3585
3580 E4=E4+1
3585 B1(J)=B1(J+E4)
3590 NEXT J
3595 P9=P9-E4
3600 IF P9<=40 THEN 3605
3605 X2(1)=X4(N5)+B1(1)/2
3610 FOR J=2 TO P9
3615 X2(J)=X2(J-1)+(B1(J)+B1(J-1))/2
3620 NEXT J
3625 FOR J=1 TO P9
3630 Y5(J)=Y0-SQR(R^2-(X2(J)-X0)^2)
3635 S(J)=(X0-X2(J))/R
3640 IF Y1<=Y6 THEN 3650
3645 S(J)=-S(J)
3650 O8(J)=(Y0-Y5(J))/R
3655 NEXT J
3660 FOR J=1 TO P9
3665 I7=0
3670 FOR K=1 TO N5
3675 Y4(J,K)=-9999!
3680 N1=N6(K)-1
3685 FOR I=1 TO N1
3690 IF X1(I,K)=X1(I+1,K) THEN 3715
3695 M=I
3700 IF X2(J)>X1(I,K) THEN 3710
3705 GOTO 3715
3710 IF X2(J)<=X1(I+1,K) THEN 3725
3715 NEXT I
3720 GOTO 3770
3725 Y4(J,K)=S4(M,K)*X2(J)+Y9(M,K)
3730 IF I7=0 THEN 3760
3735 IF K=1 THEN 3760
3740 IF Y4(J,K)>(Y3-.1) THEN 3760
3745 PRINT "BOUNDARY LINE NO. ";K;" IS OUT OF PLACE, PLEASE"
3750 PRINT "CHANGE THE INPUT DATA AND RUN THE PROGRAM AGAIN"
3755 STOP
3760 Y3=Y4(J,K)
3765 I7=1
3770 NEXT K
3775 S8(J)=Y4(J,N5)-Y5(J)
3780 IF S8(J)>S7 THEN 3790
3785 GOTO 3795
3790 S7=S8(J)
3795 NEXT J
3800 IF S7<D4 THEN 2945
3805 I6=0
3810 FOR J=1 TO P9
3815 E1=0
3820 W(J)=0
3825 W1(J)=0
3830 FOR K=1 TO N5
3835 IF (Y4(J,K)+9999!)=0 THEN 3845
3840 GOTO 3855
3845 I6=I6+1
3850 GOTO 4165
3855 S1=Y4(J,N5)-Y4(J,K)
3860 IF S1>=(S8(J)-.01) THEN 4090
3865 IF E1=1 THEN 3890
3870 PRINT
3875 PRINT "AT POINT (";X0;Y0;")";" WITH RADIUS OF";R
3880 PRINT "THE CIRCLE CUTS INTO ROCK SURFACE"
3885 STOP
3890 IF N9<0 THEN 4080
3895 IF N9=0 THEN 3905

```

```

3900 GOTO 4080
3905 Y2=Y5(J)
3910 L1(J)=K-I6
3915 N5=1
3920 IF C(L1(J))=0 THEN 3950
3925 IF J=1 THEN 4105
3930 IF C(L1(J-1))=0 THEN 3940
3935 GOTO 4105
3940 IF T1(L1(J-1))=0 THEN 3960
3945 GOTO 4105
3950 IF T1(L1(J))=0 THEN 3995
3955 GOTO 3925
3960 O2=L1(J-1)
3965 O3=Y4(J-1,N5)
3970 IF Y1<Y6 THEN 3985
3975 O4=-1
3980 GOTO 4045
3985 O4=1
3990 GOTO 4045
3995 IF J=1 THEN 4160
4000 IF C(L1(J-1))<>0 THEN 4015
4005 IF T1(L1(J-1))<>0 THEN 4015
4010 GOTO 4160
4015 O2=L1(J)
4020 O3=Y4(J,N5)
4025 IF Y1<Y6 THEN 4040
4030 O4=1
4035 GOTO 4045
4040 O4=-1
4045 O5=Y0-SQR(R^2-(X2(J)-B1(J)/2-X0)^2)
4050 O6=O3-O5
4055 W1(J)=O4*.5*O6^2*B(O2)*(Y0+O5-O6/3)/R
4060 IF C(L1(J-1))=0 THEN 4070
4065 GOTO 4160
4070 IF T1(L1(J-1))=0 THEN 4105
4075 GOTO 4160
4080 Y2=Y4(J,K-I6)
4085 GOTO 4105
4090 N7=0
4095 E1=1
4100 GOTO 4160
4105 W4=B1(J)*(Y4(J,K)-Y2)*B(K-I6)
4110 W(J)=W(J)+W4
4115 W1(J)=W1(J)+W4*S(J)
4120 IF SS(P5)=0 THEN 4160
4125 IF C(K-I6)<>0 THEN 4155
4130 IF T1(K-I6)<>0 THEN 4155
4135 IF Y6>=Y1 THEN 4150
4140 IF X2(J)<X1(2,N5) THEN 4160
4145 GOTO 4155
4150 IF X2(J)>X1(2,N5) THEN 4160
4155 W1(J)=W1(J)+W4*SS(P5)*(Y0-.5*(Y4(J,K)+Y2))/R
4160 I6=1
4165 NEXT K
4170 NEXT J
4175 IF N3=1 THEN 4205
4180 IF N3=0 THEN 4300
4185 FOR J=1 TO P9
4190 EB(J)=W(J)*(1-R8)
4195 NEXT J
4200 GOTO 4315
4205 N2=N4-1
4210 FOR J=1 TO P9
4215 FOR I=1 TO N2
4220 H=I
4225 IF X2(J)>=X3(I) THEN 4235

```

```

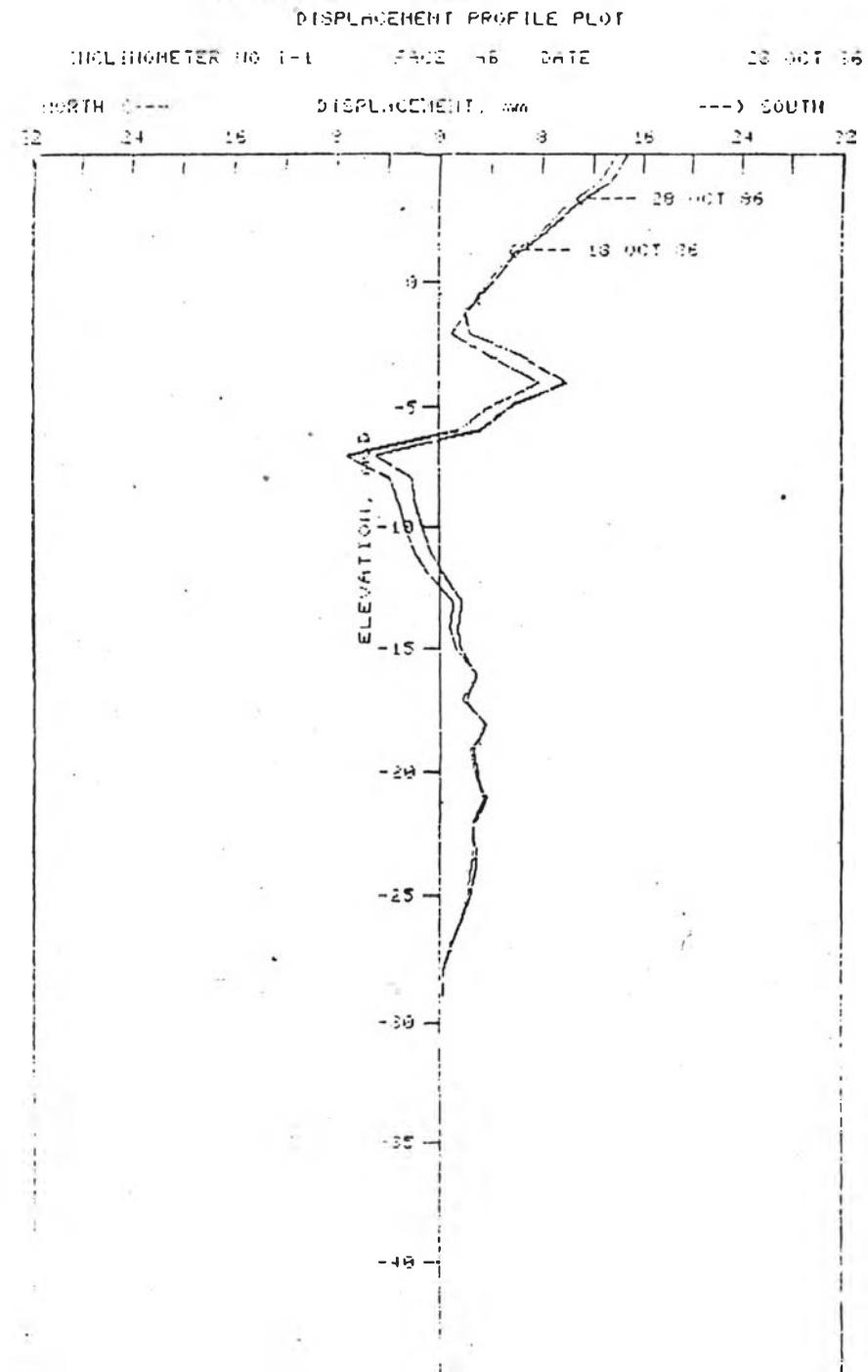
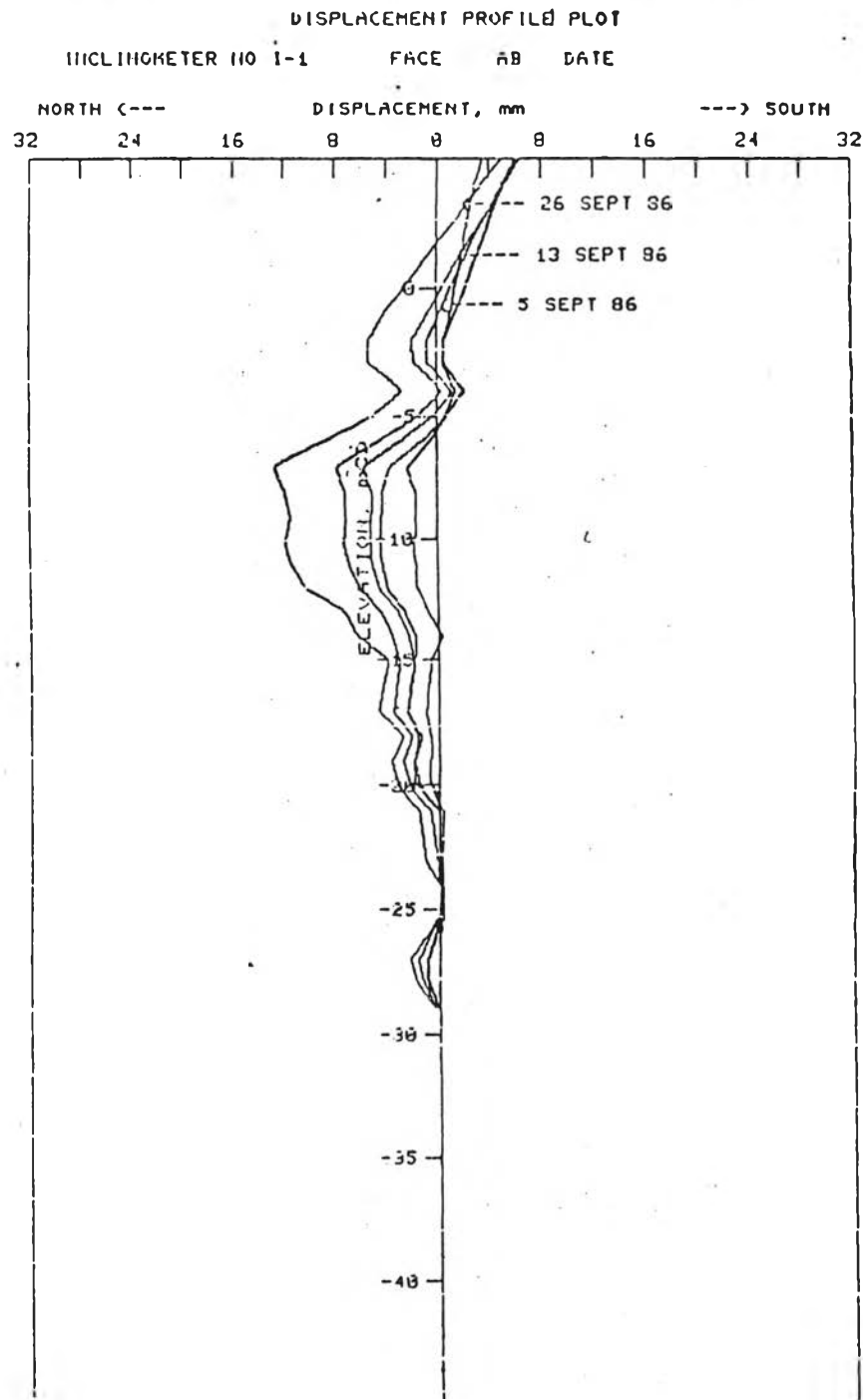
4230 GOTO 4240
4235 IF X2(J) <= X3(I+1) THEN 4250
4240 NEXT I
4245 GOTO 4255
4250 T4(J) = ((Y7(M+1) - Y7(M)) / (X3(M+1) - X3(M))) * (X2(J) - X3(M)) + Y7(M)
4255 NEXT J
4260 FOR J=1 TO P9
4265 IF T4(J) - Y5(J) > 0 THEN 4275
4270 GOTO 4285
4275 EB(J) = W(J) - (T4(J) - Y5(J)) * G5 * B1(J)
4280 GOTO 4290
4285 EB(J) = W(J)
4290 NEXT J
4295 GOTO 4315
4300 FOR J=1 TO P9
4305 EB(J) = W(J)
4310 NEXT J
4315 R0 = R1
4320 O1 = 0
4325 FOR J=1 TO P9
4330 R0 = R0 + C(L1(J)) * B1(J) / CB(J) + EB(J) * T1(L1(J)) * CB(J)
4335 O1 = O1 + W1(J)
4340 NEXT J
4345 IF R0 = 0 THEN 2945
4350 IF O1 < 1 THEN 2945
4355 F7 = R0 / O1
4360 IF F7 < 0 THEN 4455
4365 IF F7 > 100 THEN 4475
4370 IF F7 > 1 THEN 4380
4375 F7 = 2
4380 I9 = 0
4385 I9 = I9 + 1
4390 F1 = F7
4395 M2 = 0; M3 = 0
4400 FOR J=1 TO P9
4405 M4 = C(L1(J)) * B1(J) + EB(J) * T1(L1(J))
4410 M5 = F1 * CB(J) + T1(L1(J)) * S(J)
4415 M2 = M2 + M4 / M5
4420 M3 = M3 + M4 * T1(L1(J)) * S(J) / M5 ^ 2
4425 NEXT J
4430 F7 = F1 * (1 + (R1 / F1 + M2 - O1) / (O1 - M3))
4435 IF ABS(F7 - F1) / F1 > .0001 THEN 4445
4440 GOTO 4475
4445 IF I9 < 10 THEN 4385
4450 IF F7 > 0 THEN 4475
4455 PRINT
4460 PRINT "AT POINT ("; X0; Y0; ")"; "WITH RADIUS OF"; R
4465 PRINT "THE FACTOR OF SAFETY IS NEGATIVE"
4470 STOP
4475 RETURN
4480 REM SUBROUTINE SAVE
4485 K2 = K2 + 1
4490 R5(K2) = R
4495 F2(K2) = F7
4500 IF K2 < > 1 THEN 4530
4505 F1 = F2(K2)
4510 R2 = R5(K2)
4515 G3 = X4(N5)
4520 G4 = X5(N5)
4525 GOTO 4720
4530 IF F2(K2) >= F1 THEN 4555
4535 F1 = F2(K2)
4540 R2 = R5(K2)
4545 G3 = X4(N5)
4550 G4 = X5(N5)
4555 IF F2(K2) < > 1000000! THEN 4570

```



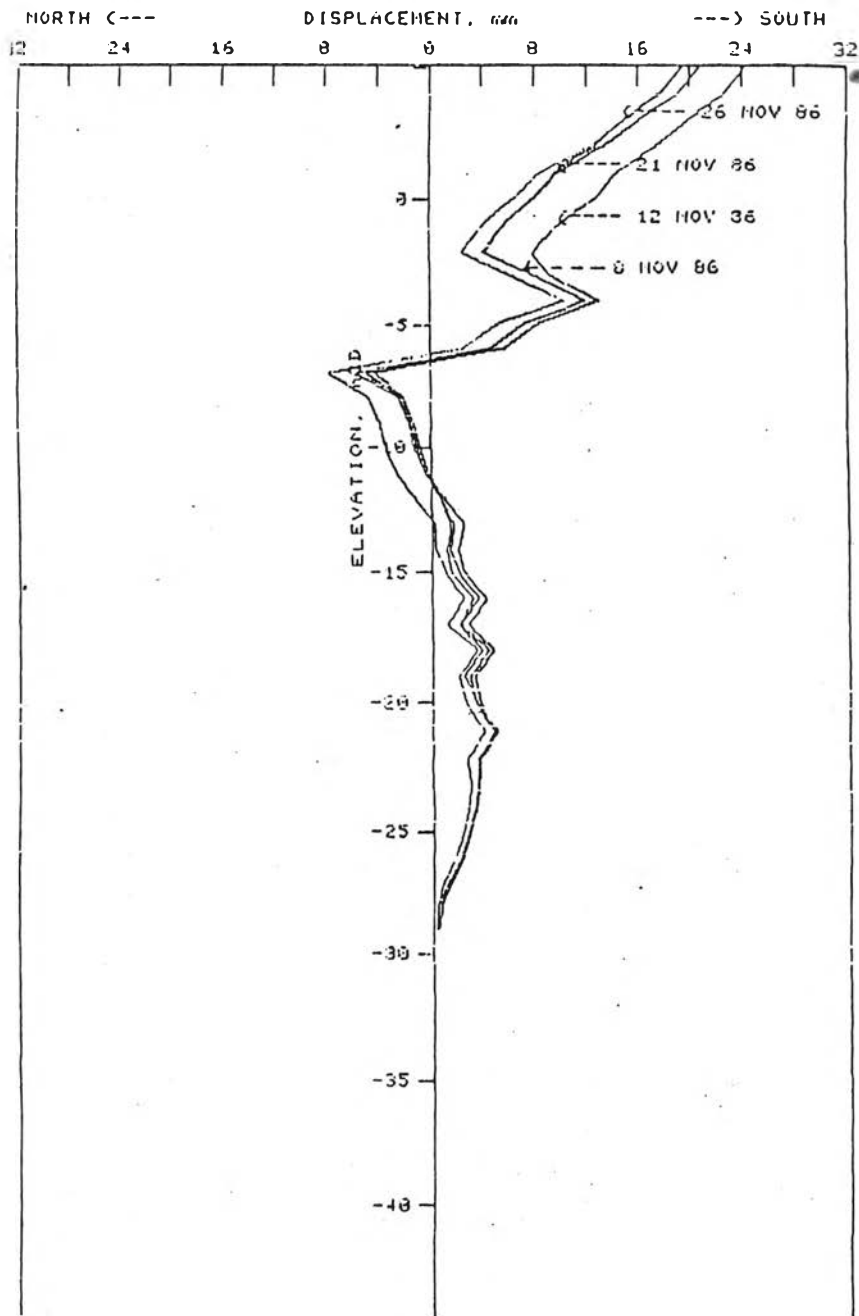
```
4560 I3=2:I8=2
4565 GOTO 4640
4570 IF F6<>1 THEN 4600
4575 IF K2<>NO(1) THEN 4600
4580 IF F2(K2)>F2(K2-1) THEN 4600
4585 I3=3:I8=3
4590 R5(K2+1)=R3
4595 GOTO 4640
4600 IF K2<3 THEN 4720
4605 IF N7=0 THEN 4720
4610 IF F2(K2)>F2(K2-1) THEN 4620
4615 GOTO 4720
4620 IF F2(K2-1)<F2(K2-2) THEN 4630
4625 GOTO 4720
4630 I3=1
4635 I8=2
4640 D0=R
4645 FOR I0=I3 TO I8
4650 R6=R5(K2-3+I0)
4655 D1=(R5(K2-2+I0)-R5(K2-3+I0))/(N7+1)
4660 FOR N=1 TO N7
4665 R6=R6+D1
4670 R=R6
4675 GOSUB 2925
4680 IF F7>=F1 THEN 4705
4685 F1=F7
4690 R2=R
4695 G3=X4(N5)
4700 G4=X5(N5)
4705 NEXT N
4710 NEXT I0
4715 R=I0
4720 RETURN
6260 END
OKØ
```


ภาคผนวก ข
ผลการวัดการเคลื่อนตัวด้านข้างของชั้นดิน
(ผลของอินคลิโนมิเตอร์)



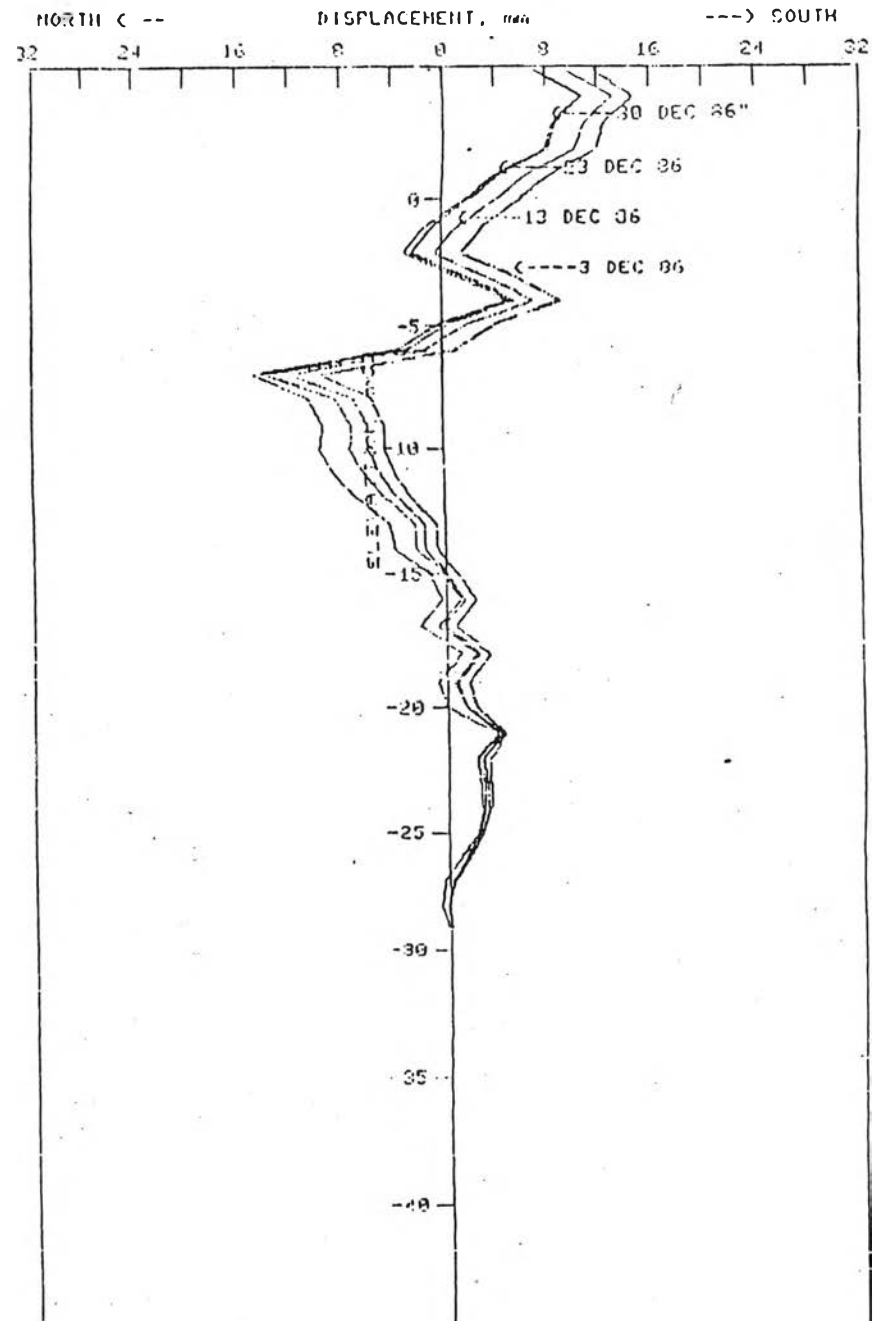
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-1 FACE: AB DATE: 26 NOV 86



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

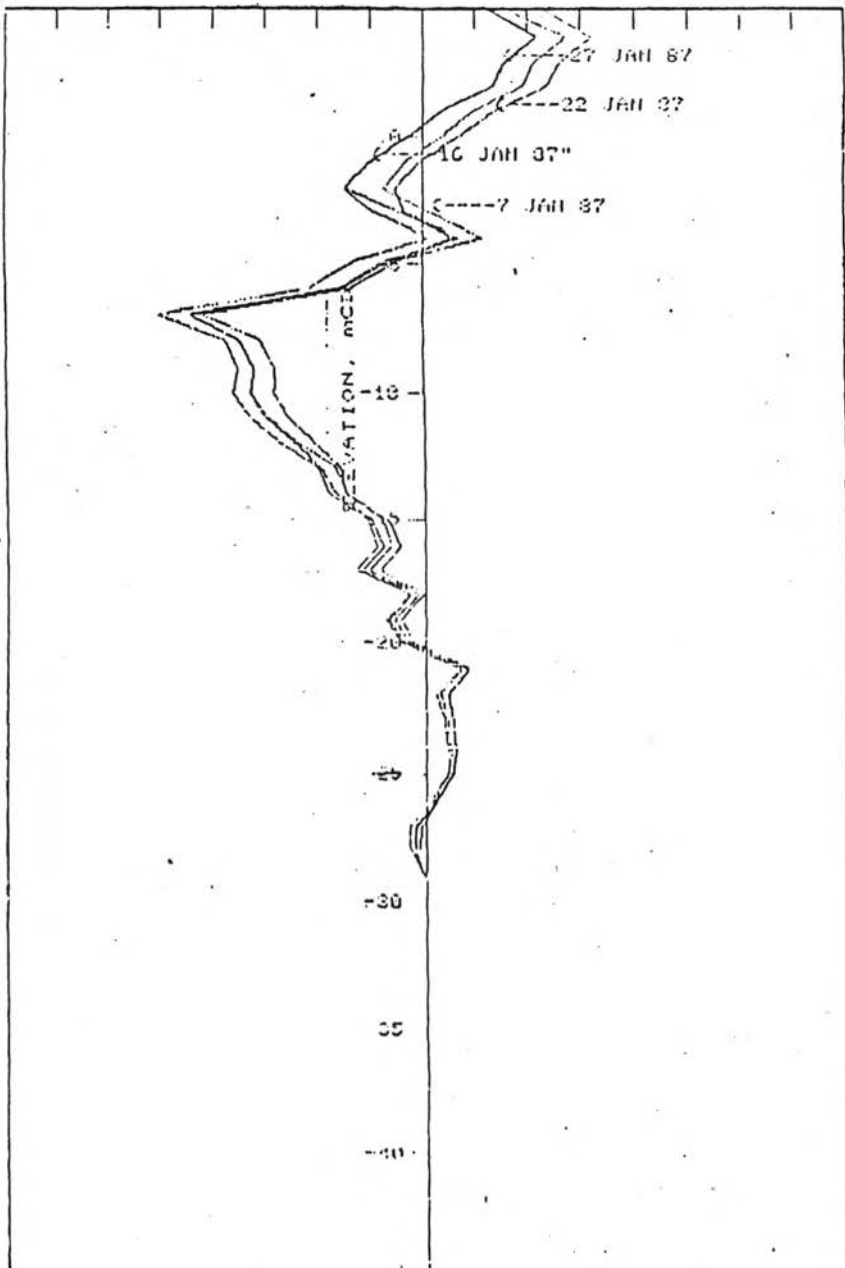
INCLINOMETER NO 1-1 FACE: AB DATE: 30 DEC 86



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-1 FACE AS DATE

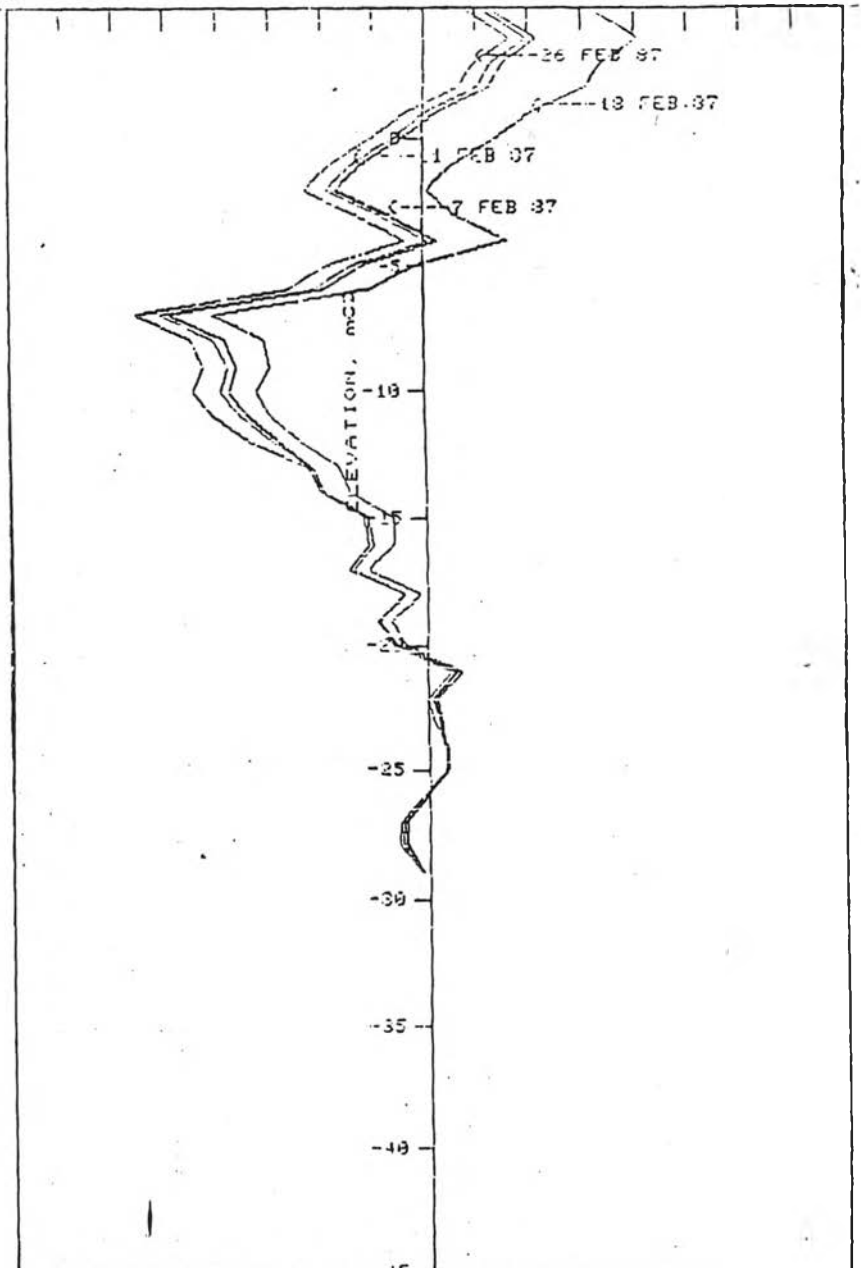
DISPLACEMENT, mm



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

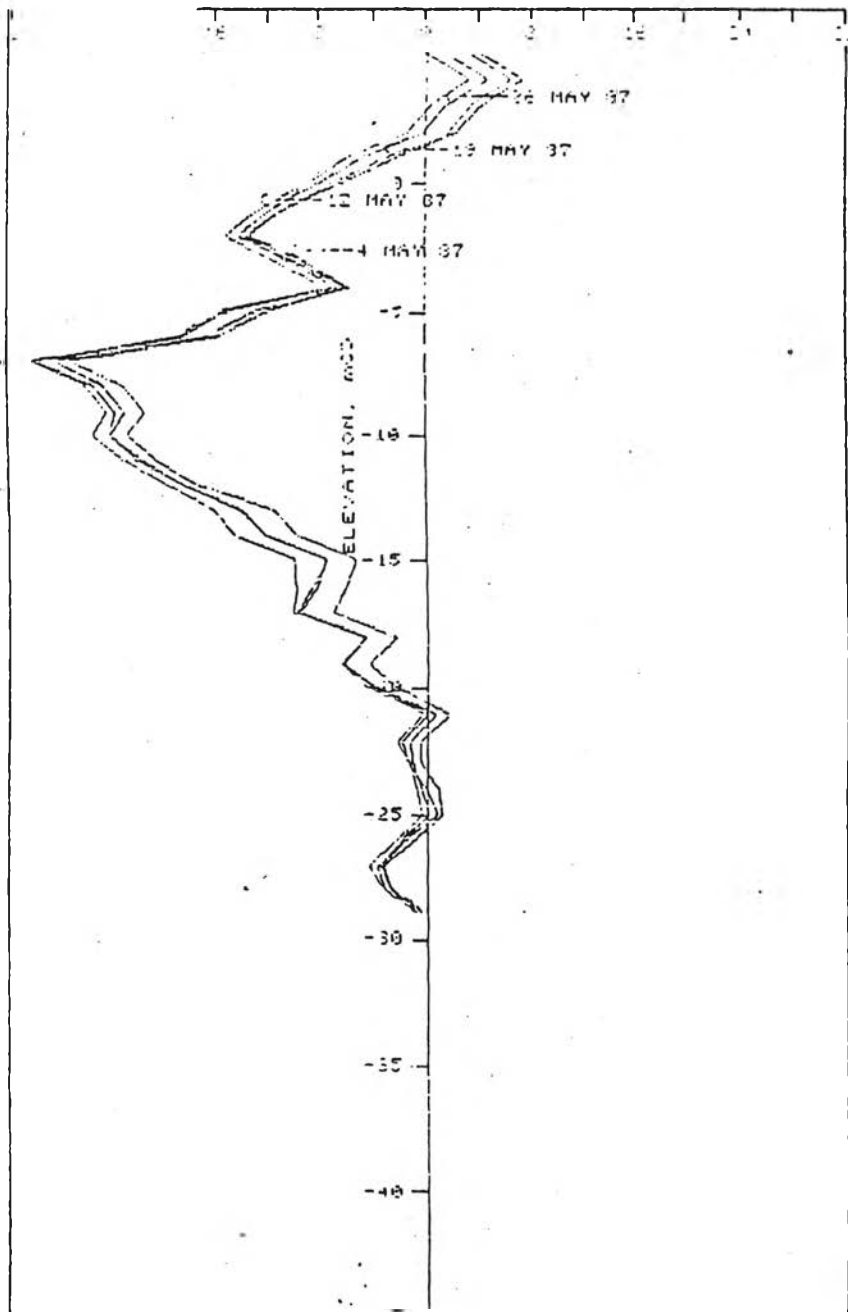
INCLINOMETER NO 1-1 FACE AS DATE

DISPLACEMENT, mm NORTH (---) SOUTH (---)



DISPLACEMENT PROFILE PLOT
 TER NO. I-1 FACE : AB DATE :
 DISPLACEMENT, mm

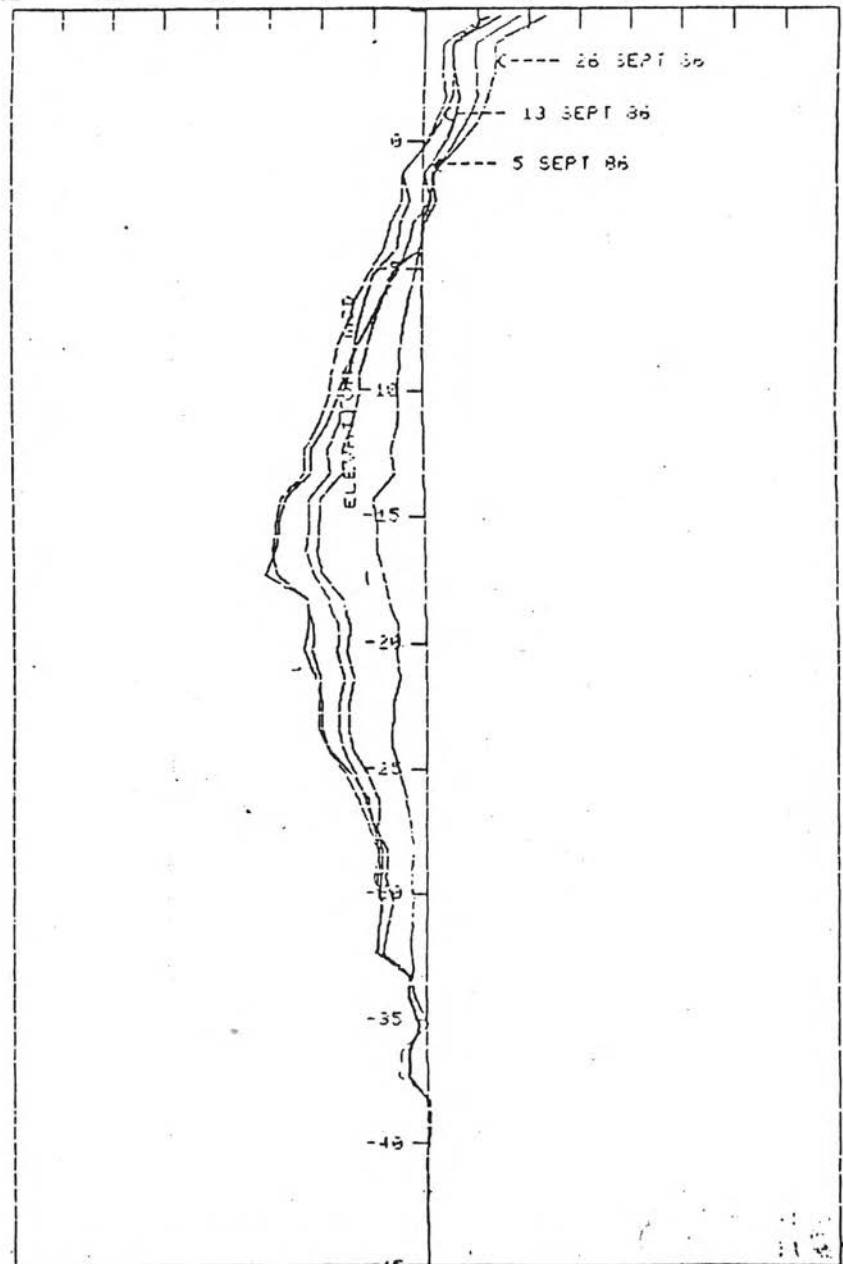
---> SOUTH



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-2 FACE AB DATE 21 AUG 86

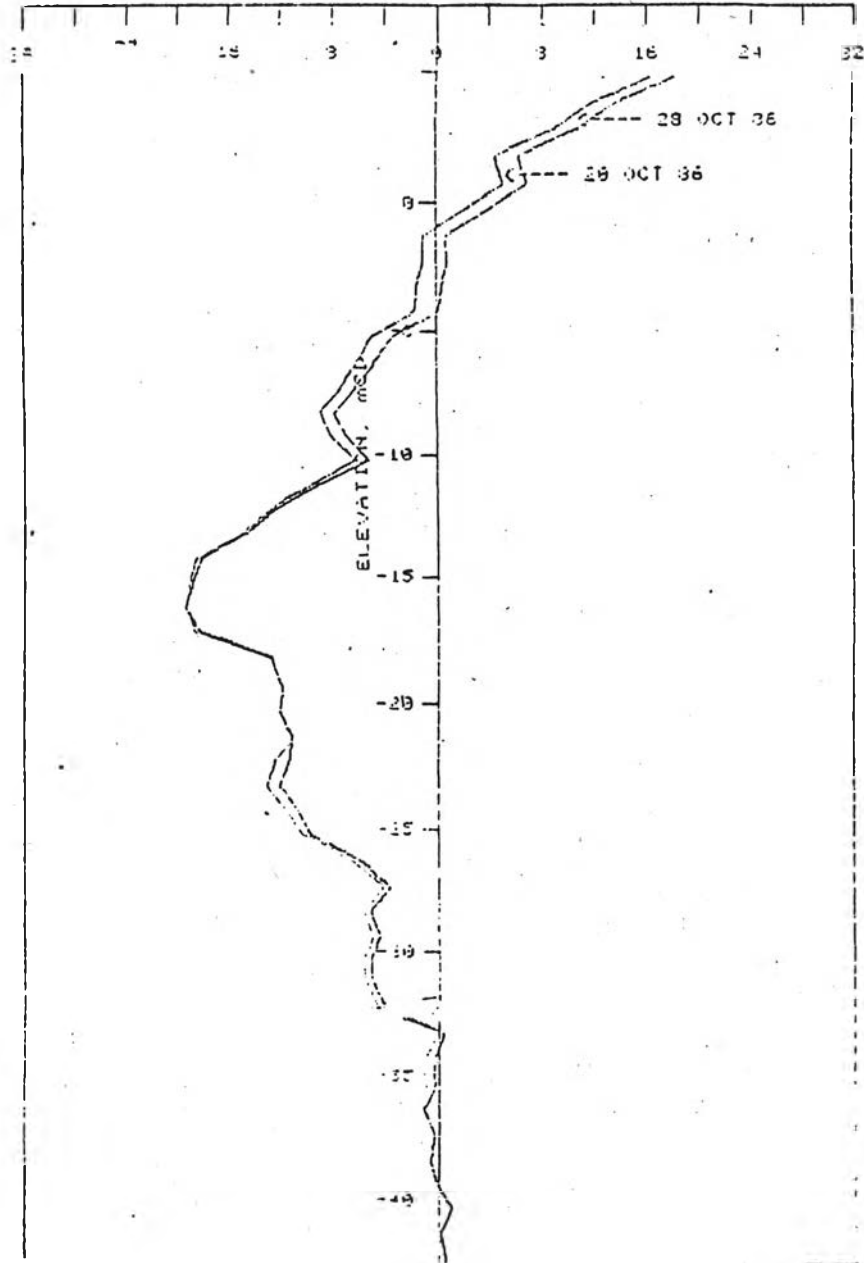
NORTH <--- DISPLACEMENT, mm ---> SOUTH



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-2 FACE AB DATE DATE? 28 OCT 86

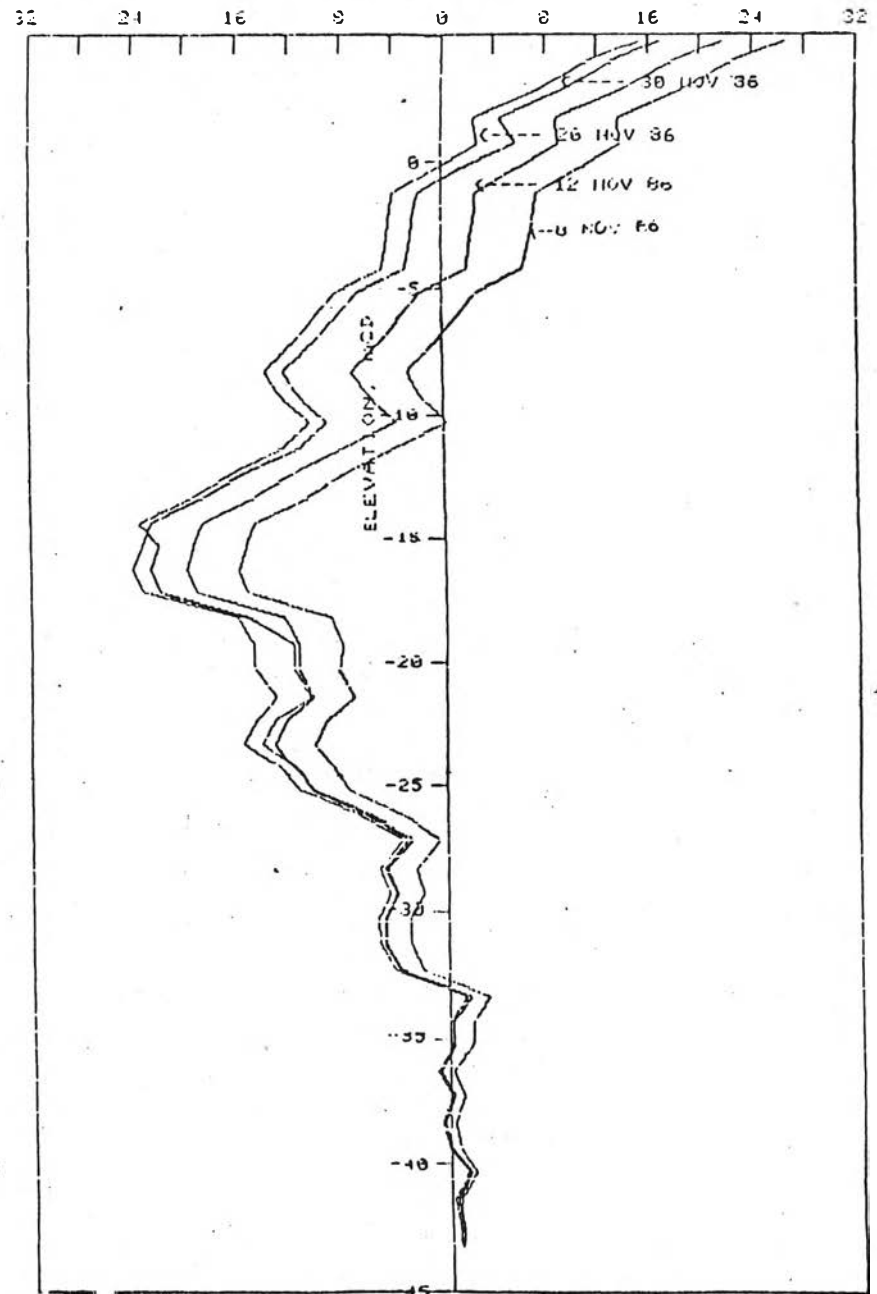
NORTH <--- DISPLACEMENT, mm ---> SOUTH



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

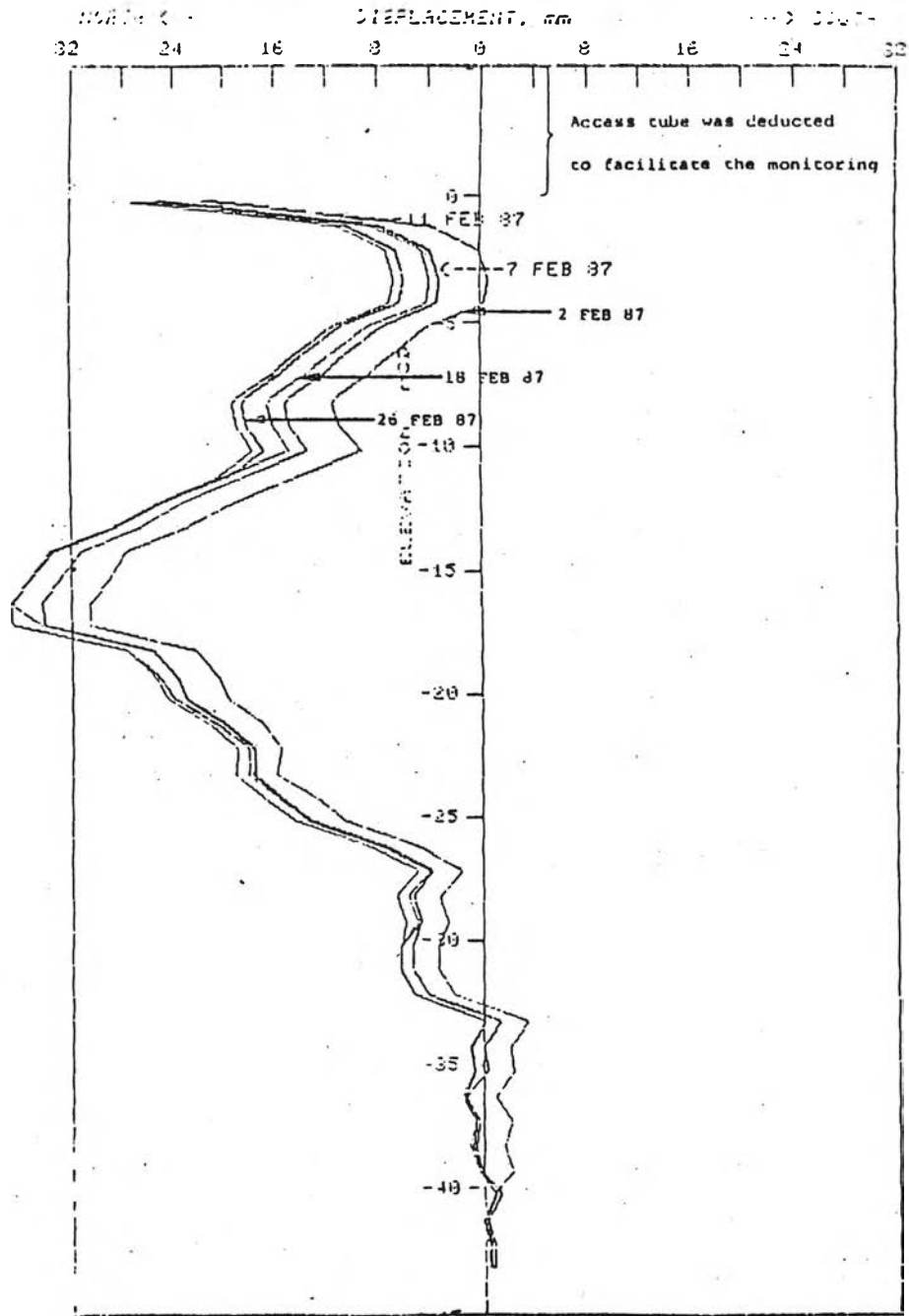
INCLINOMETER NO 1-2 FACE AB DATE 30 NOV 86

NORTH <--- DISPLACEMENT, mm ---> SOUTH



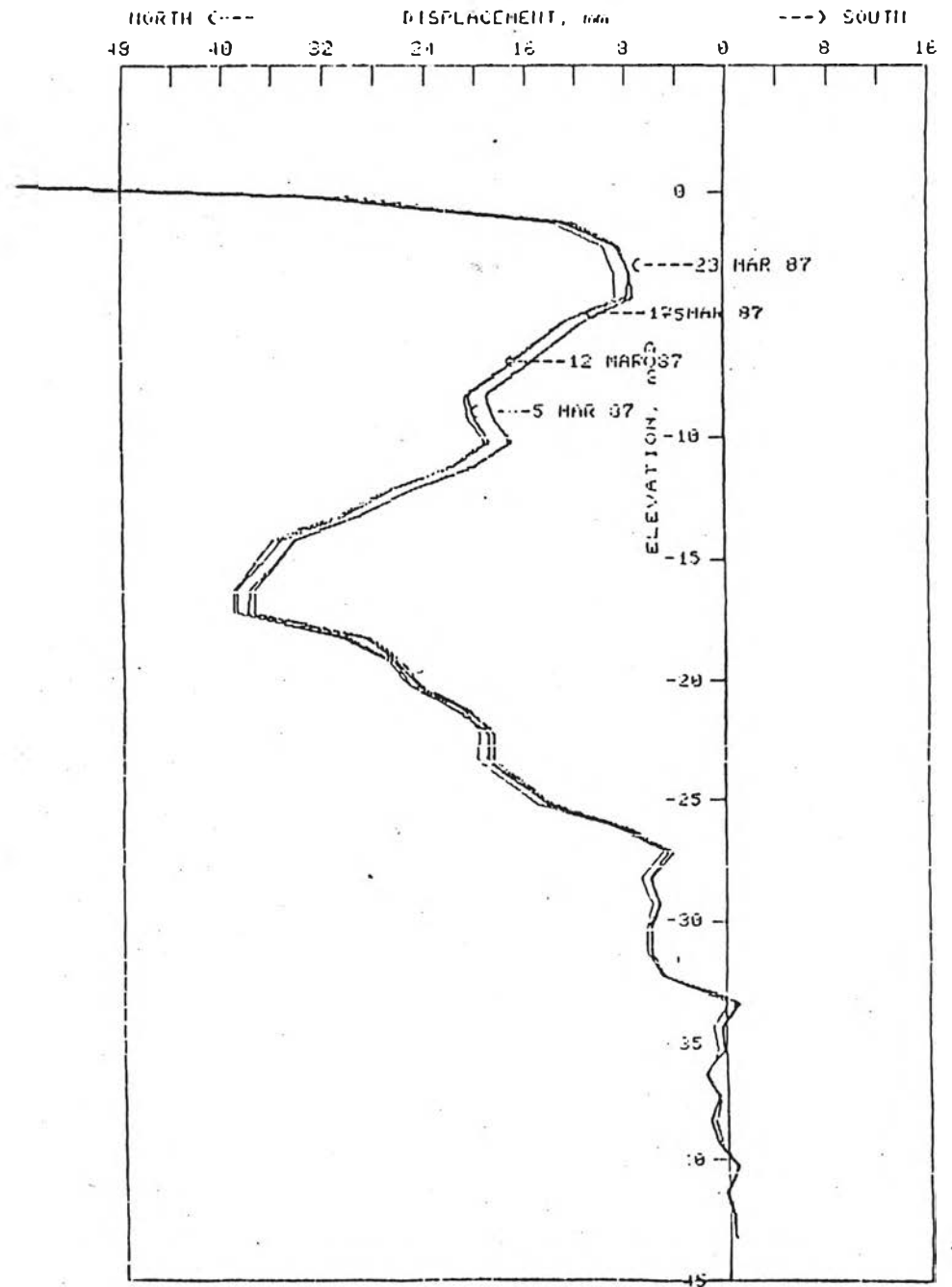
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-2 FACE AB DATE



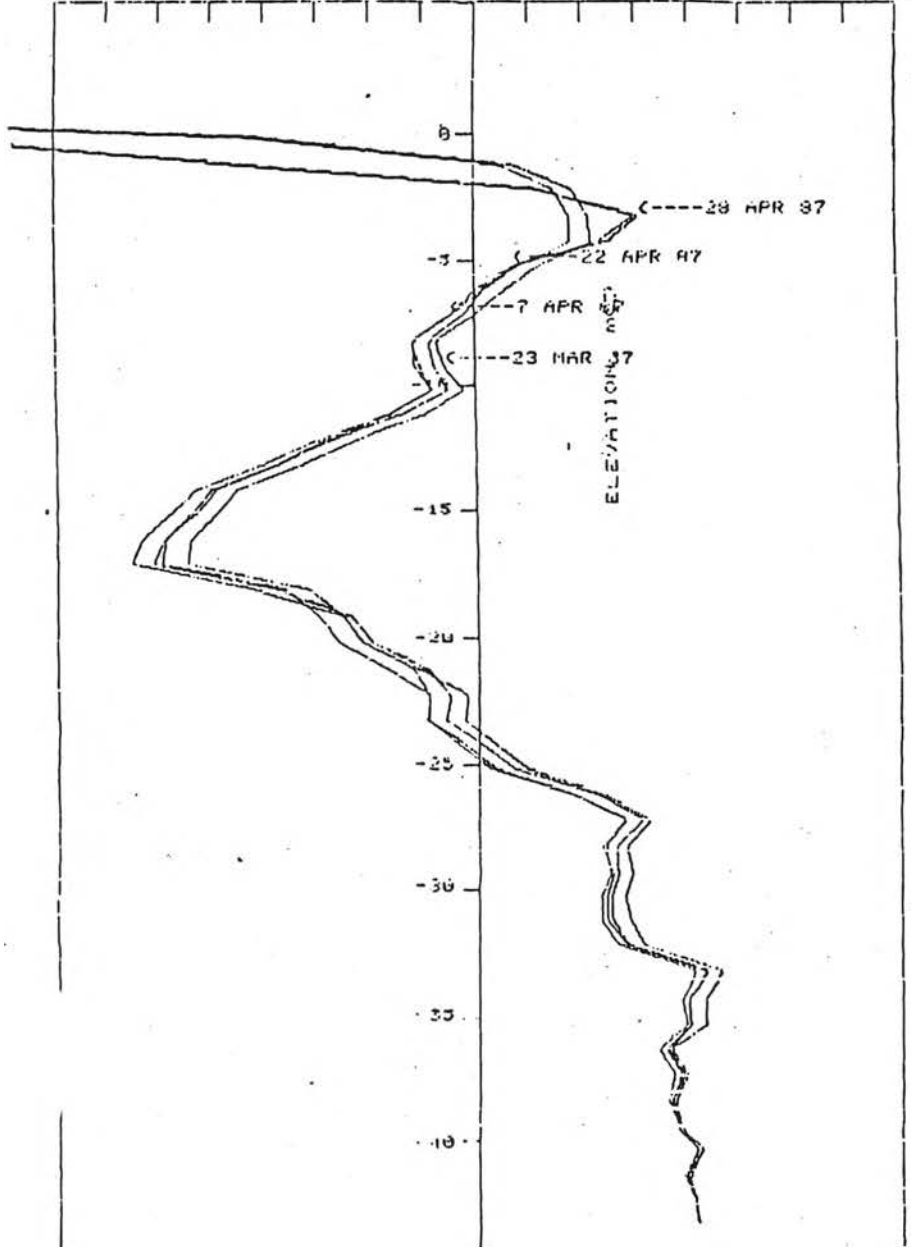
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-2 FACE AB DATE



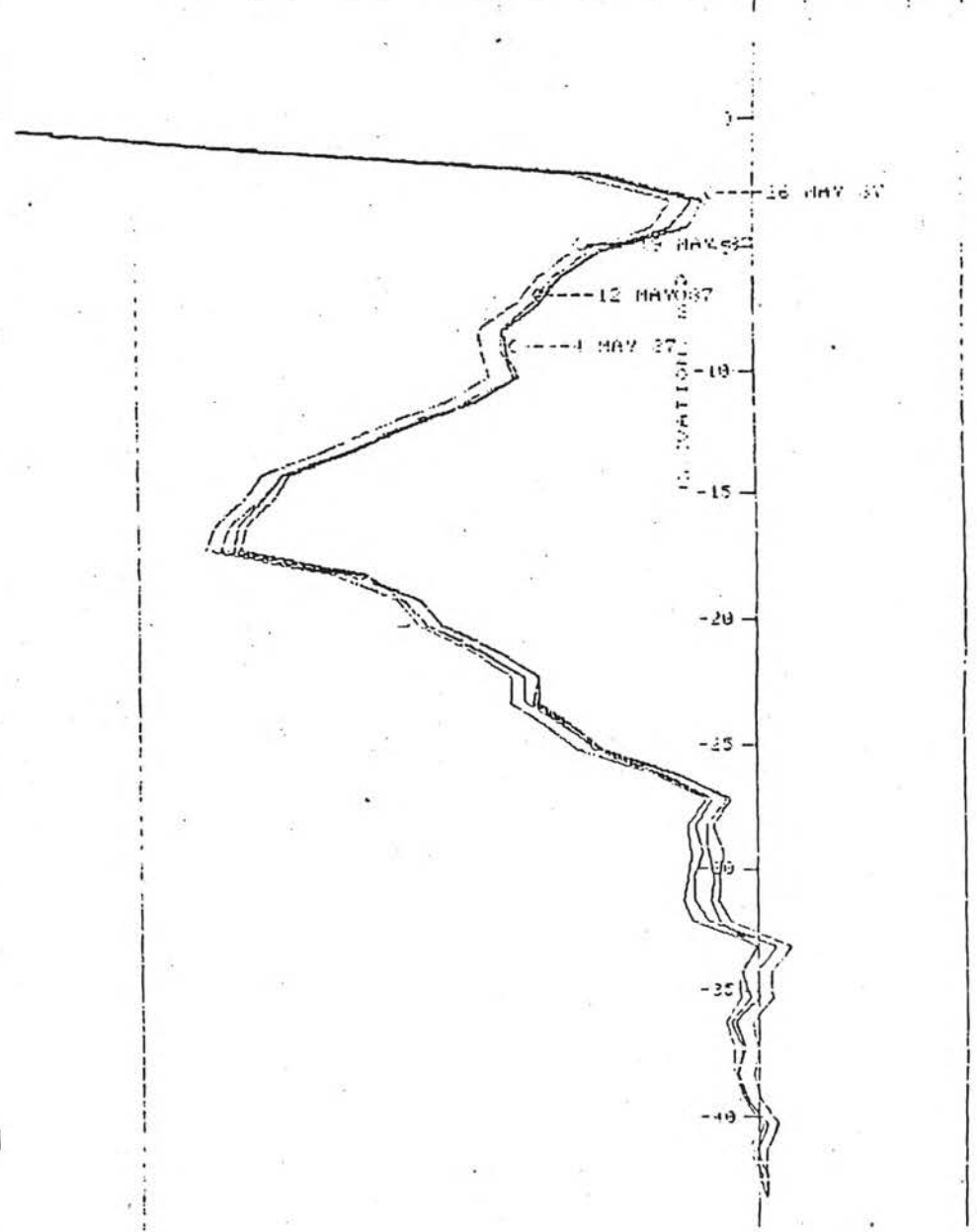
DISPLACEMENT
 INCLINOMETER NO 1-2 - FACE AB DATE: 1
 NORTH <--- DISPLACEMENT, mm ---> SOUTH

48 24 16 8 0 8 16 24 32



DISPLACEMENT
 INCLINOMETER NO 1-2 - FACE AB DATE: 1
 NORTH <--- DISPLACEMENT, mm ---> SOUTH

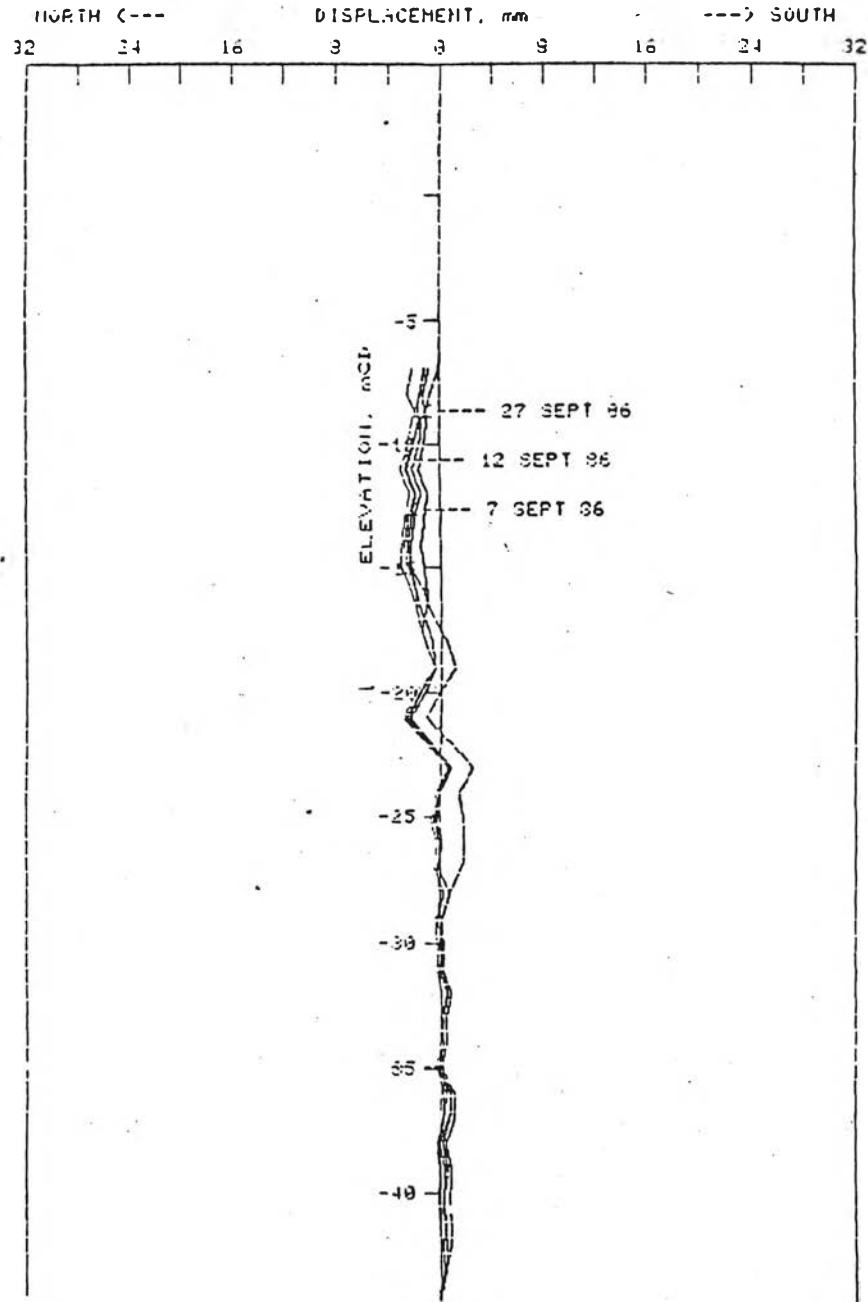
48 24 16 8 0 8 16 24 32



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

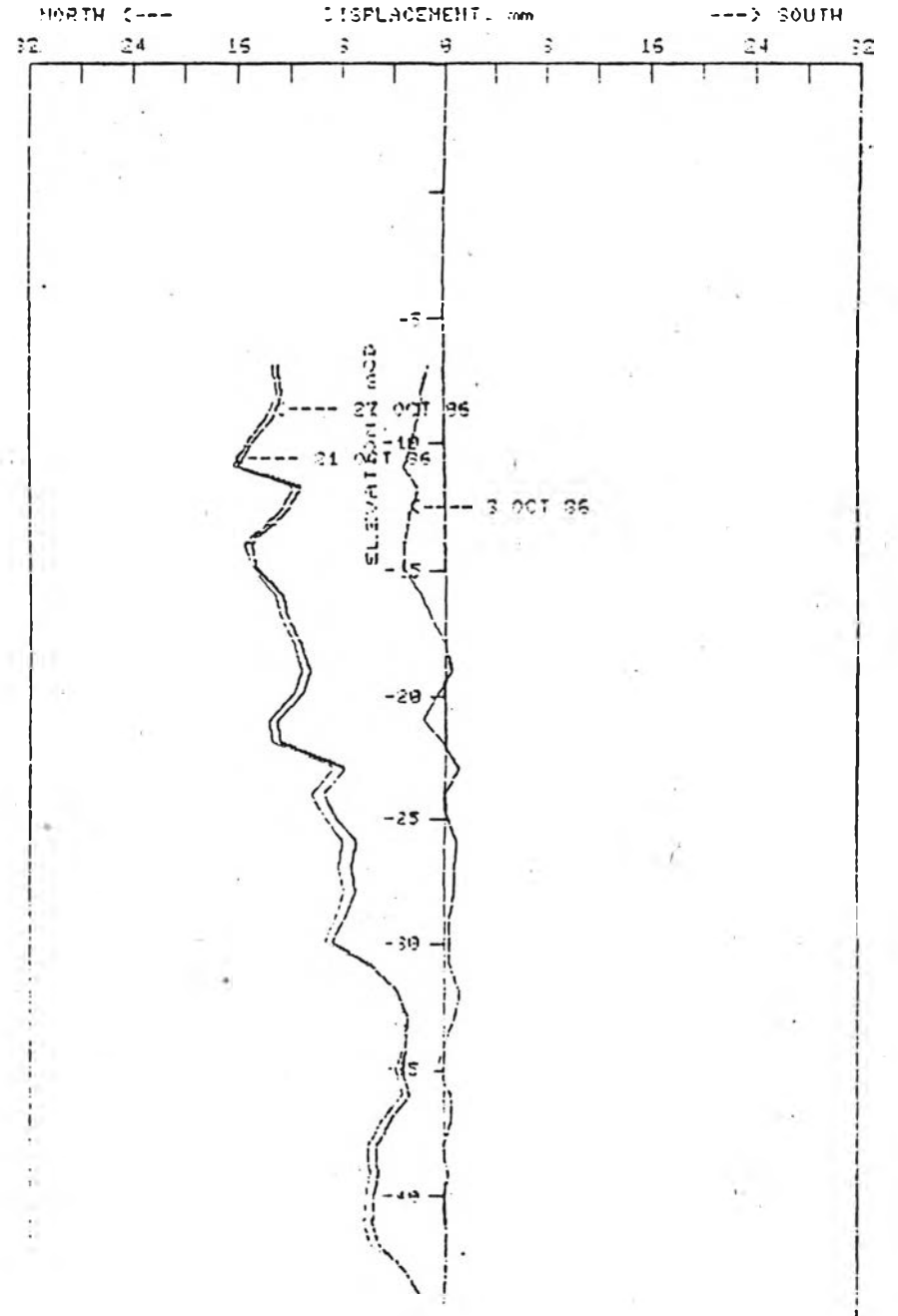
INCLINOMETER NO 1-3 FACE AB DATE 27 SEPT 86

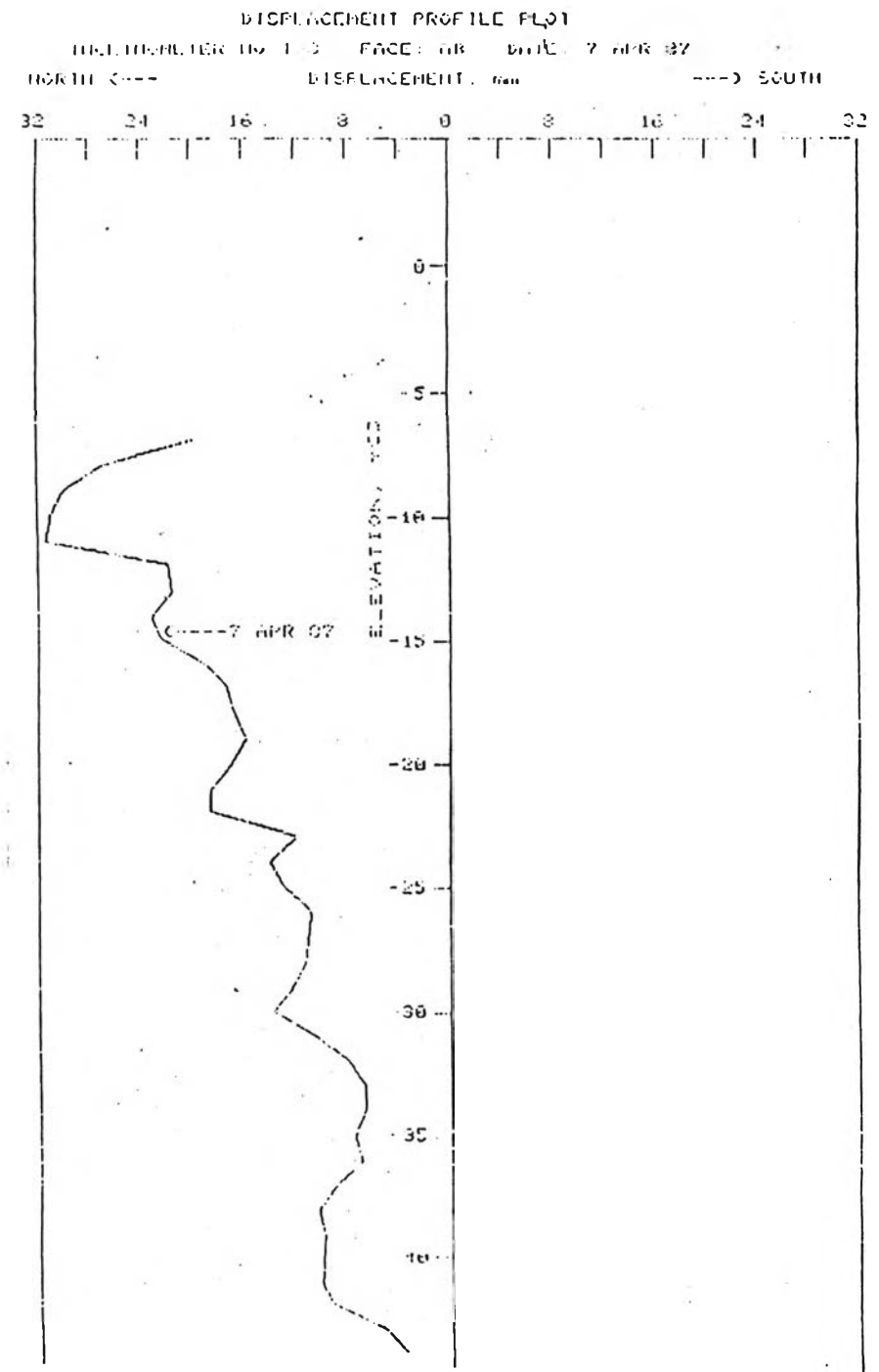
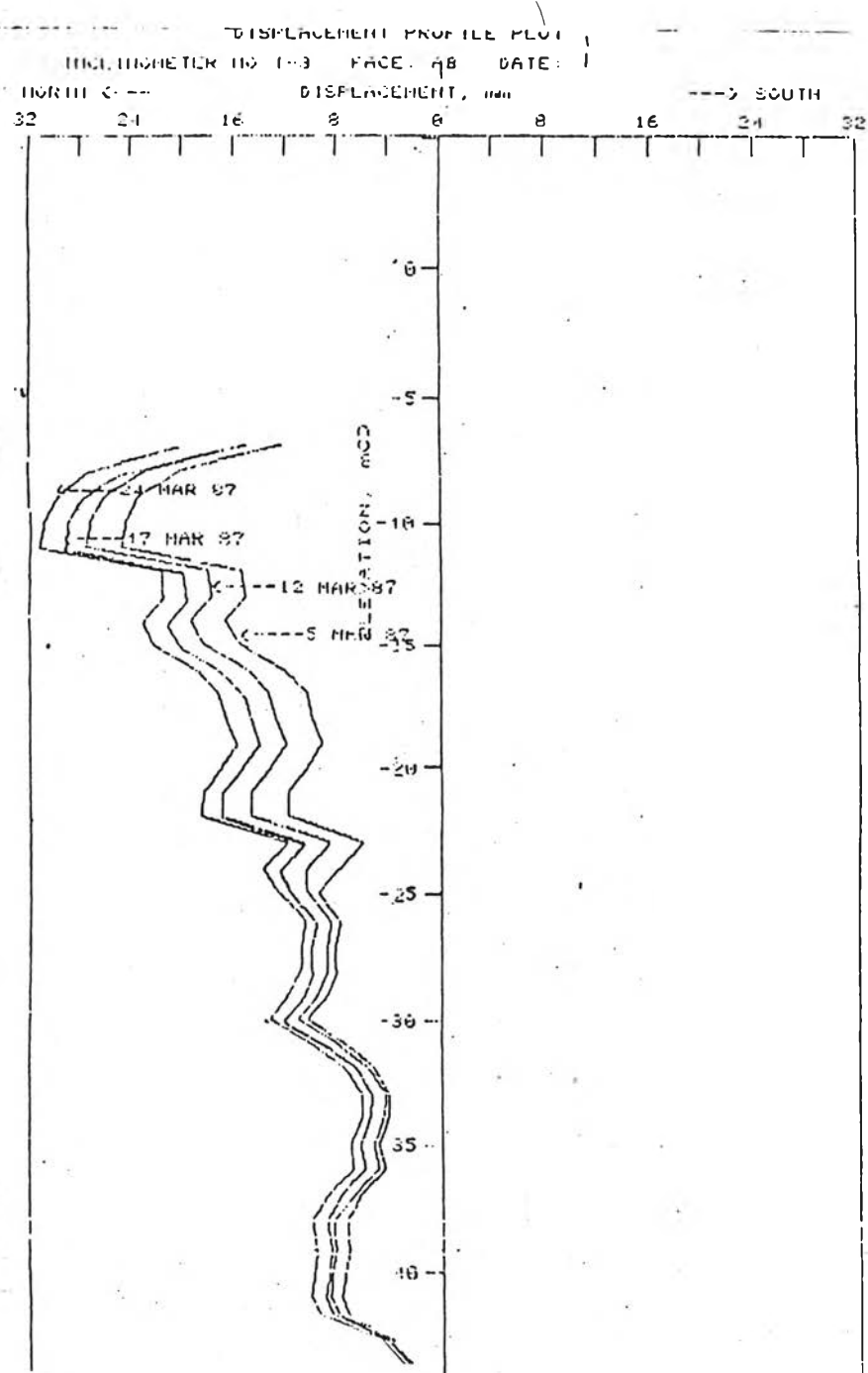
91



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-3 FACE AB DATE 27 OCT 86

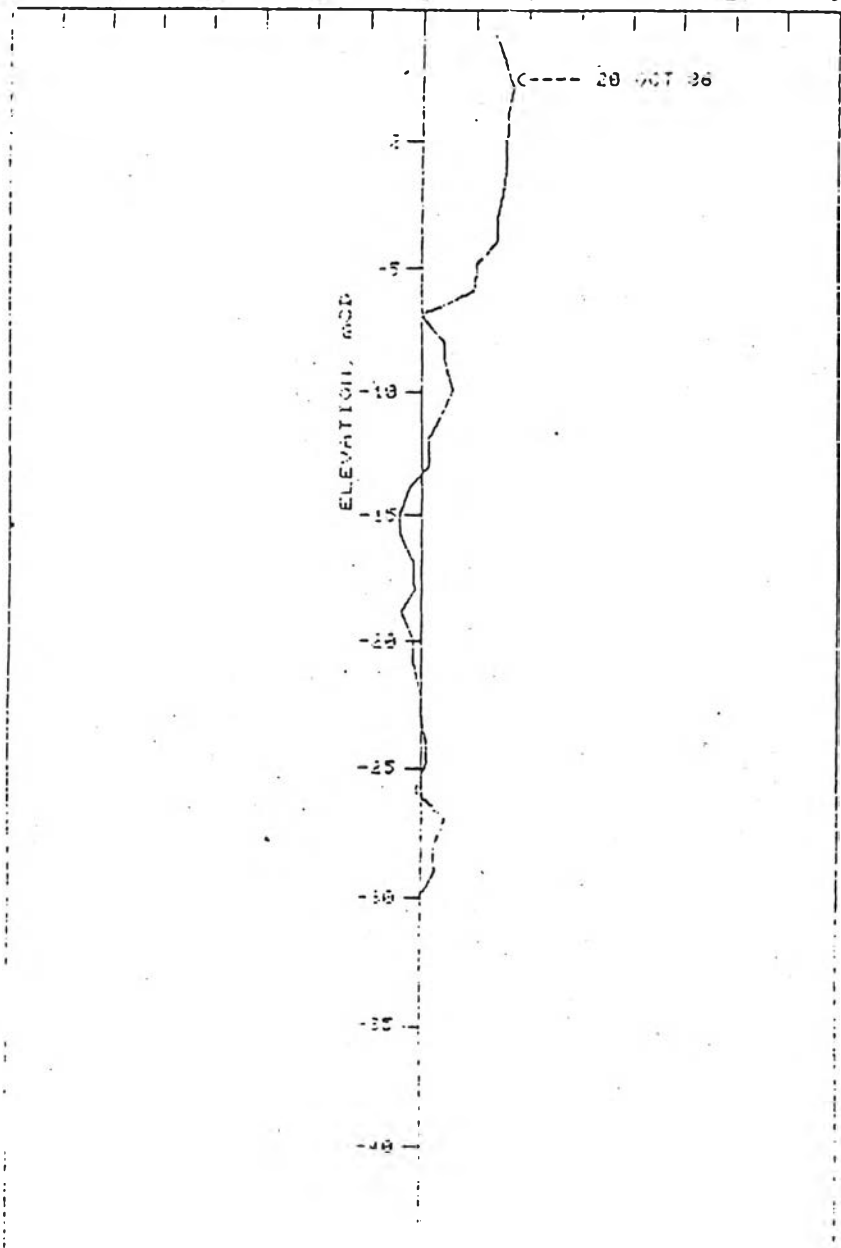




DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-4 FACE AB DATE 29 OCT 86

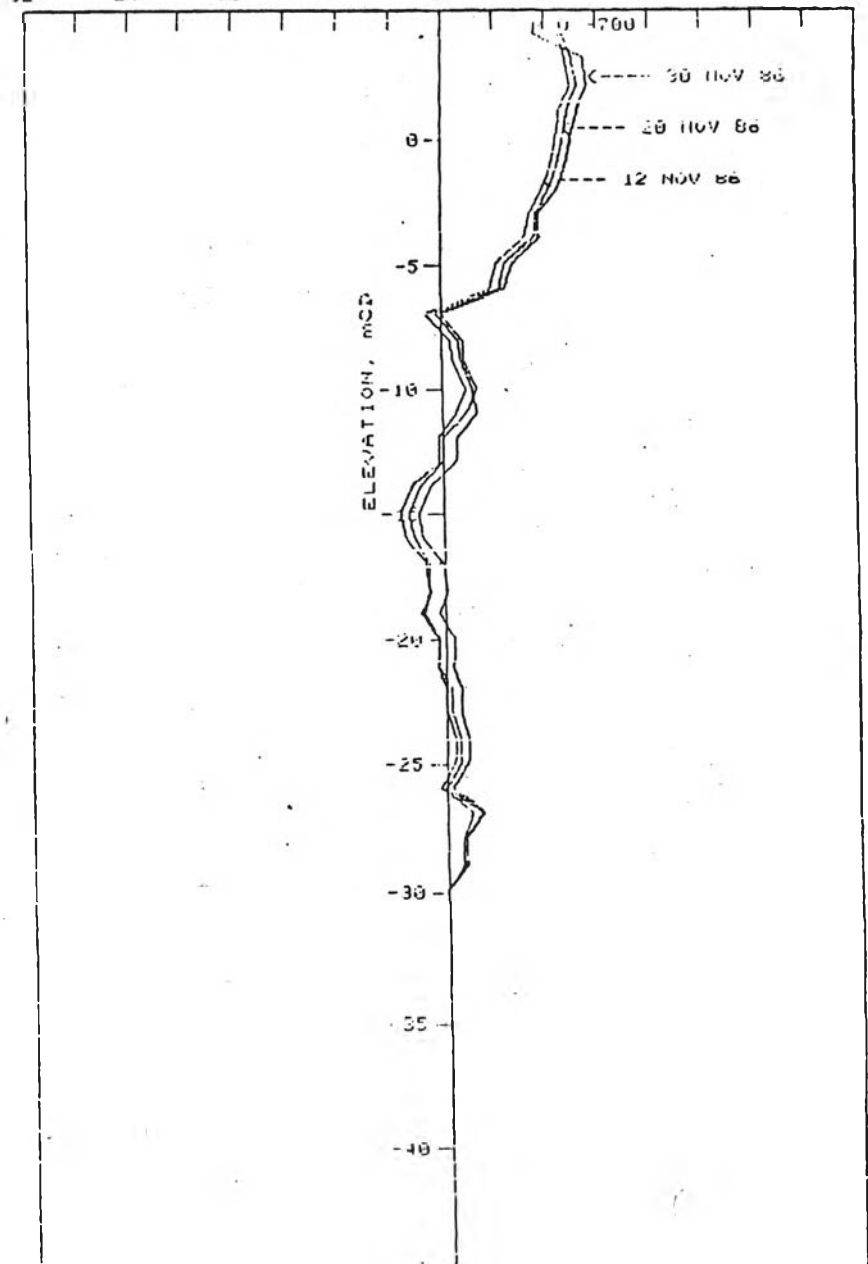
NORTH <--- DISPLACEMENT, mm <---> SOUTH
32 24 16 8 0 8 16 24 32



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

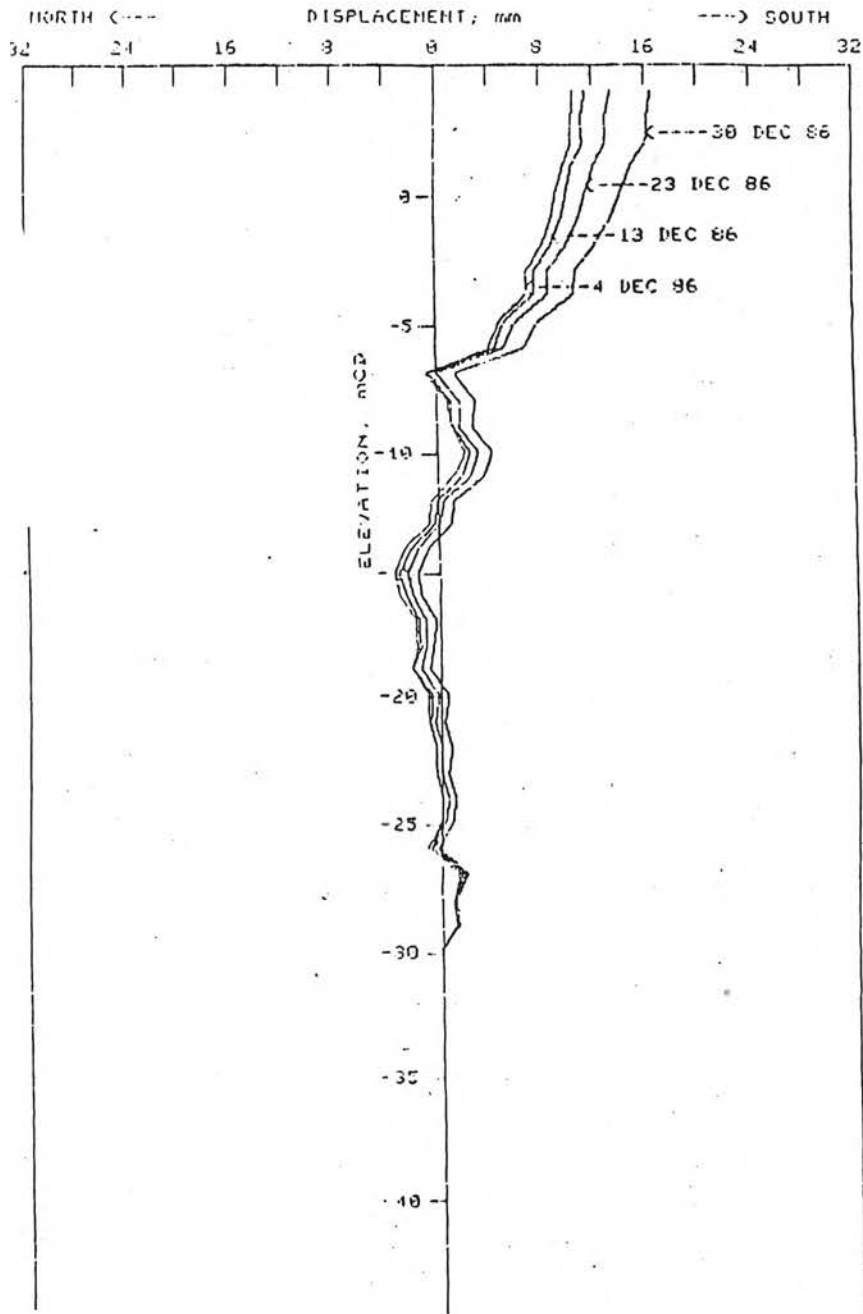
INCLINOMETER NO 1-4 FACE AB DATE 30 NOV 86

NORTH <--- DISPLACEMENT, mm <---> SOUTH
32 24 16 8 0 8 16 24 32



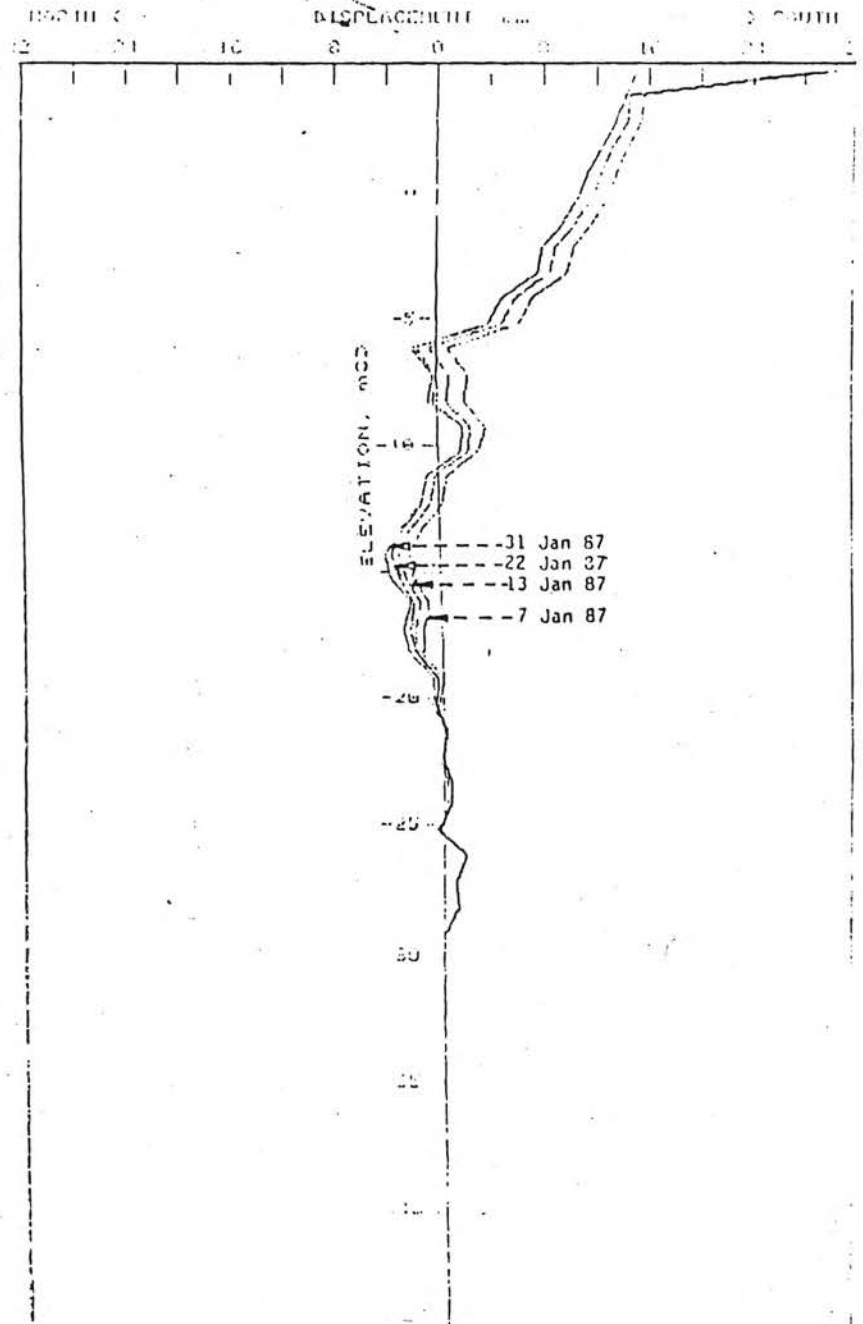
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO. 1-4 FACE A2 DATE 30 DEC 86

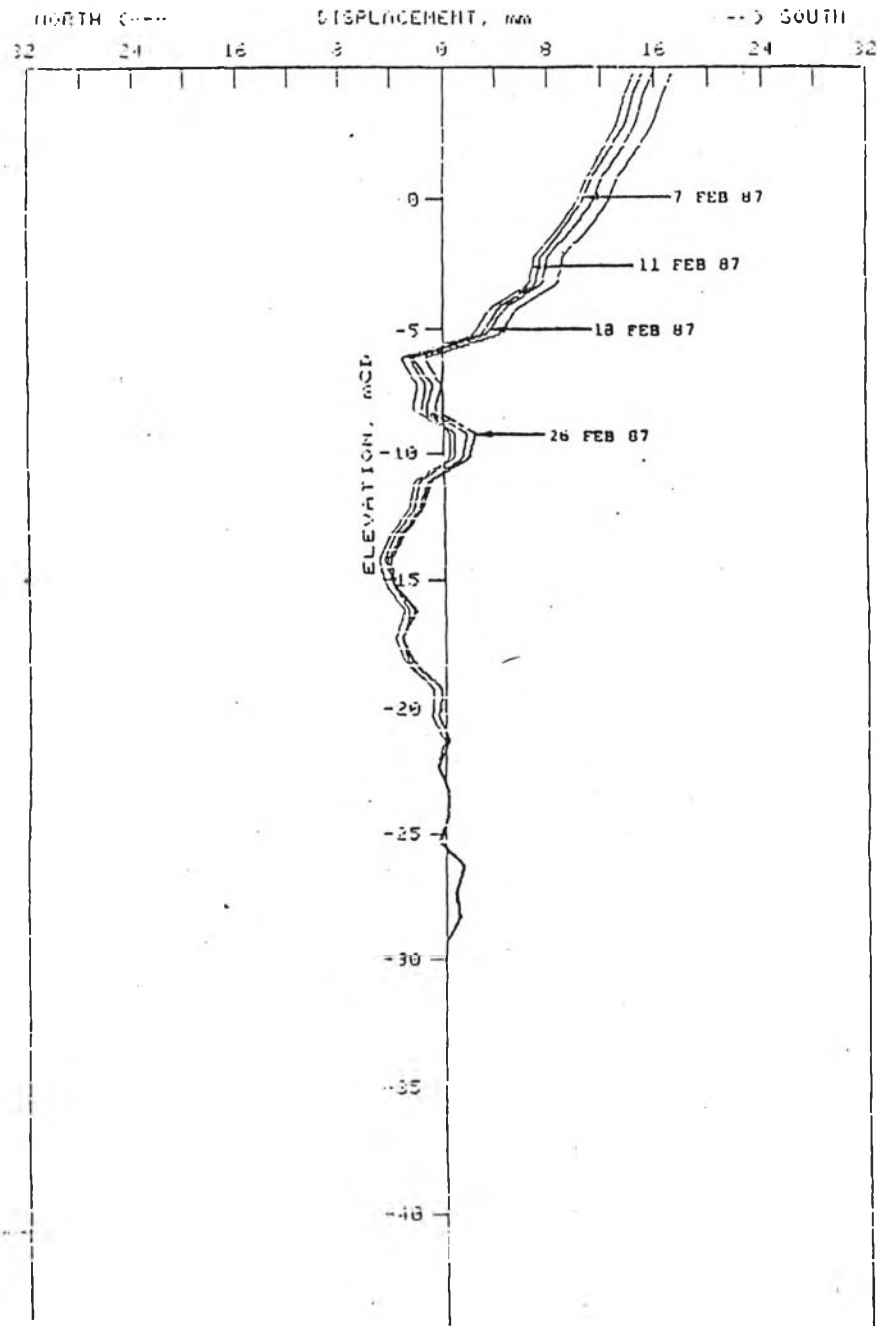


DISPLACEMENT PROFILE PLOT

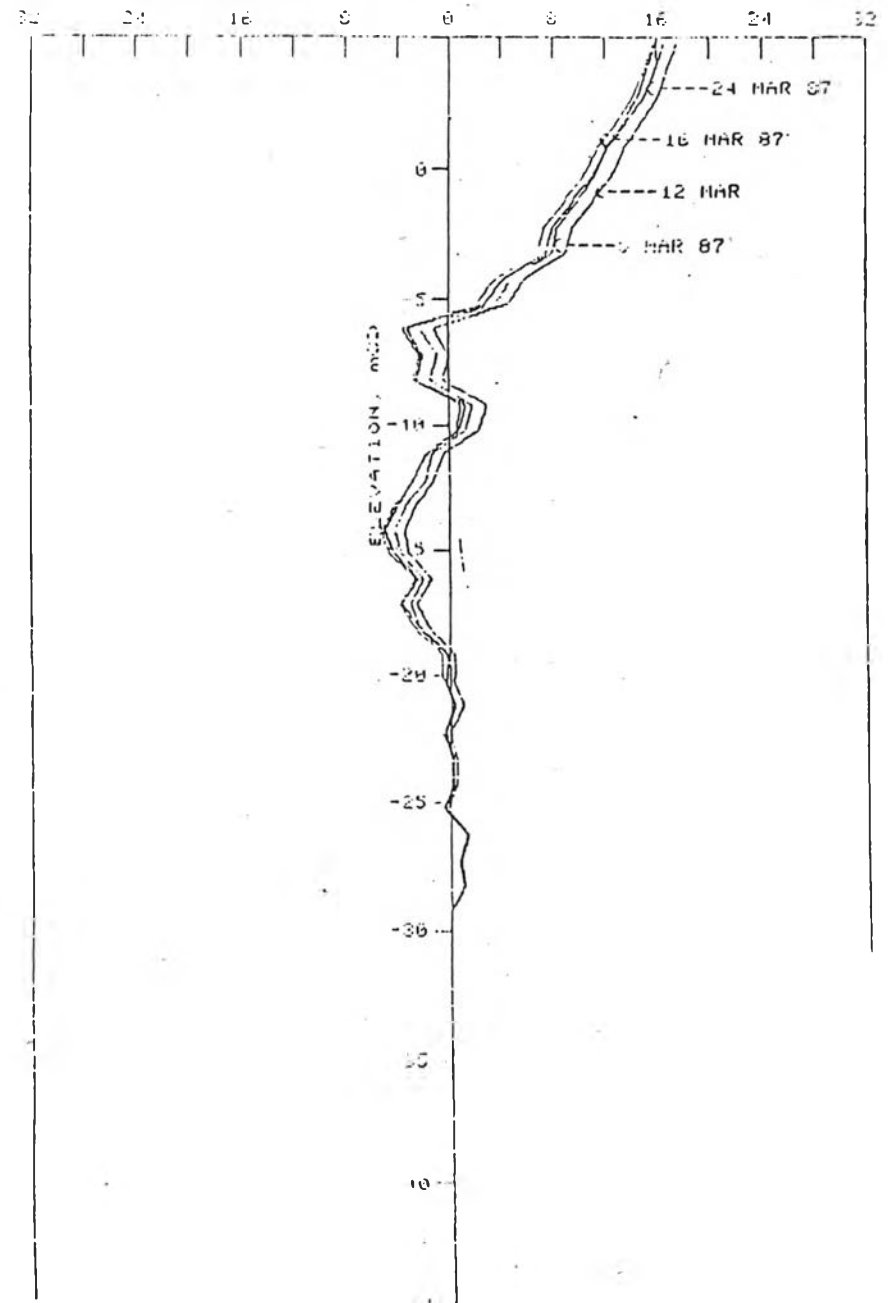
INCLINOMETER NO. 1-4 FACE A2 DATE



DISPLACEMENT PROFILE PLOT
 INCLINOMETER NO 1-4 FACE AB DATE



DISPLACEMENT PROFILE PLOT
 INCLINOMETER NO 1-4 FACE AB DATE



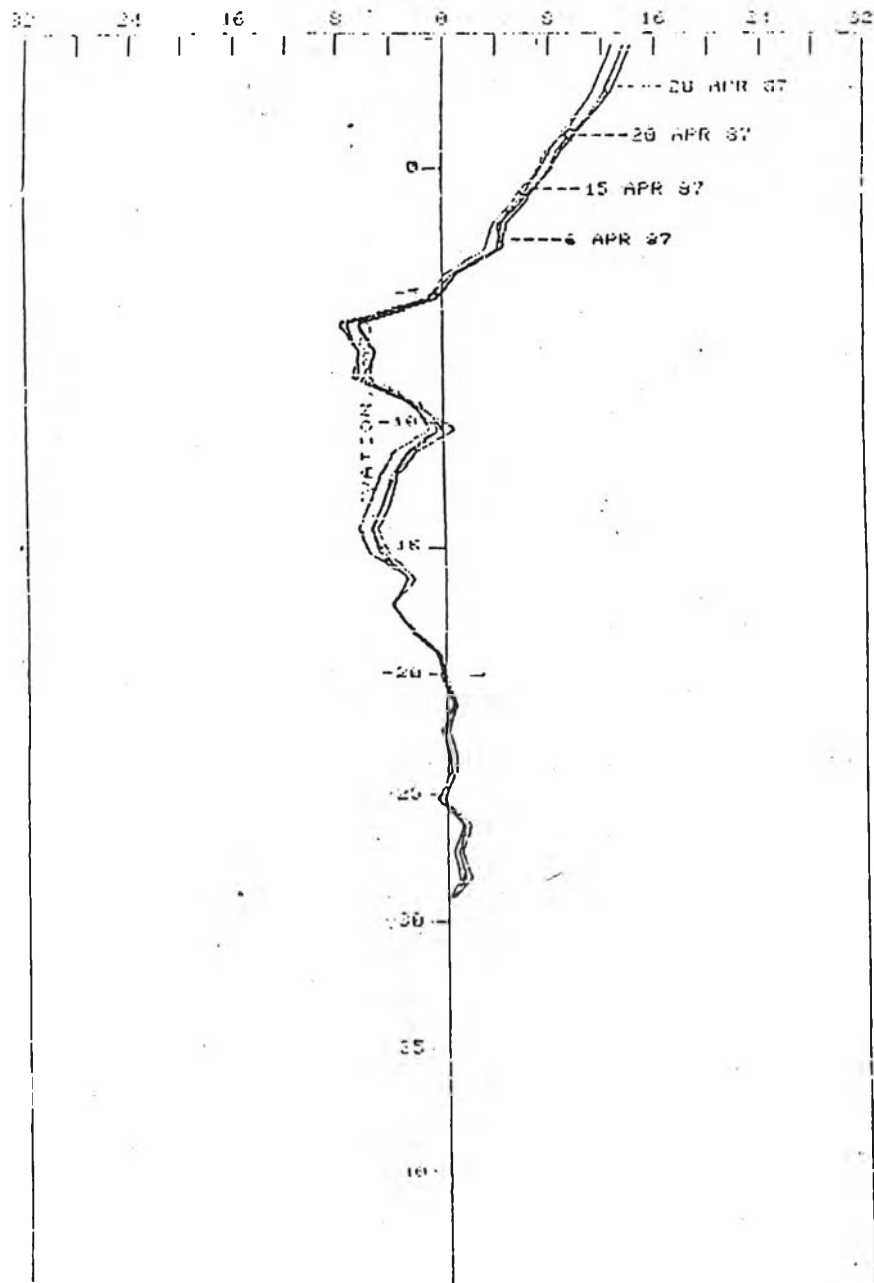
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-4 FACE: AB DATE:

← NORTH

DISPLACEMENT, mm

→ SOUTH



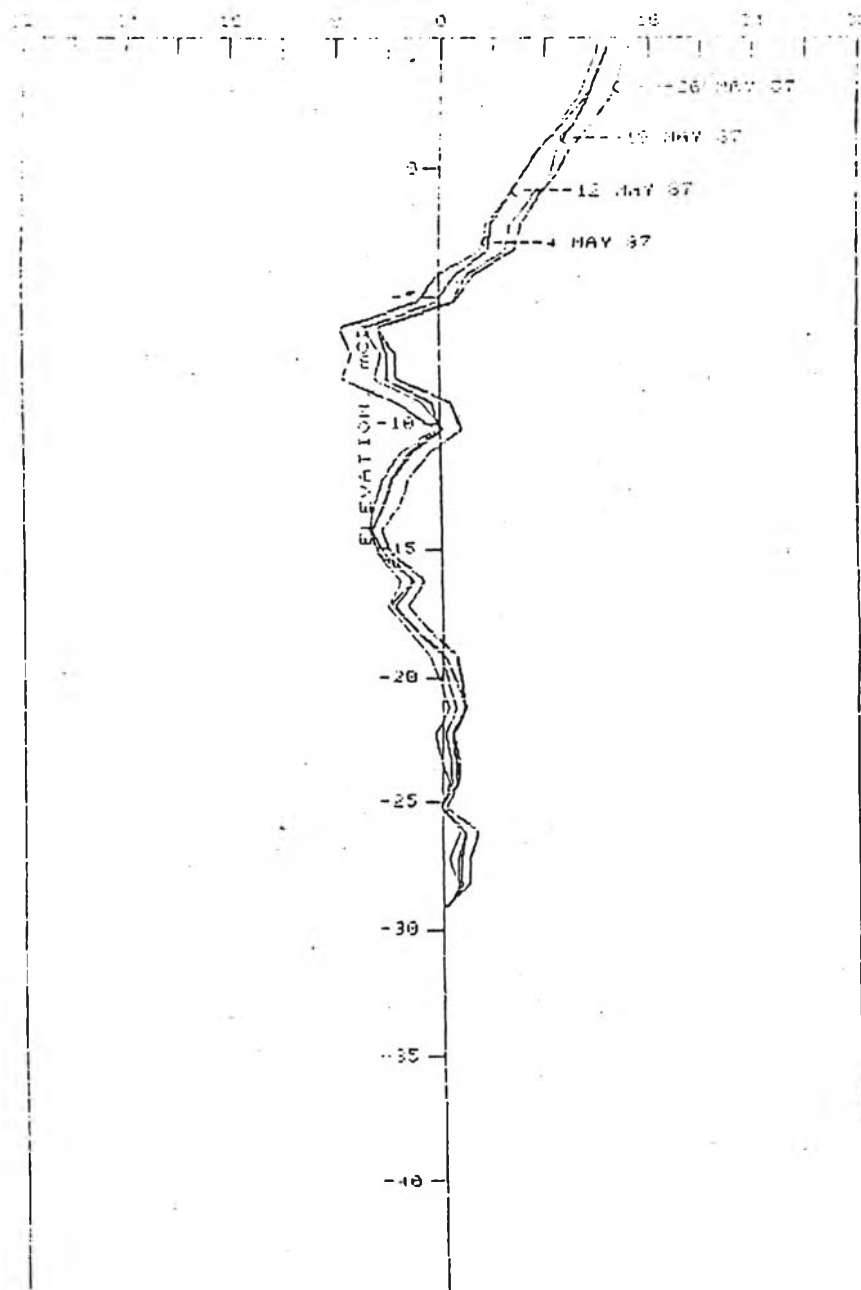
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-4 FACE: AB DATE:

← NORTH

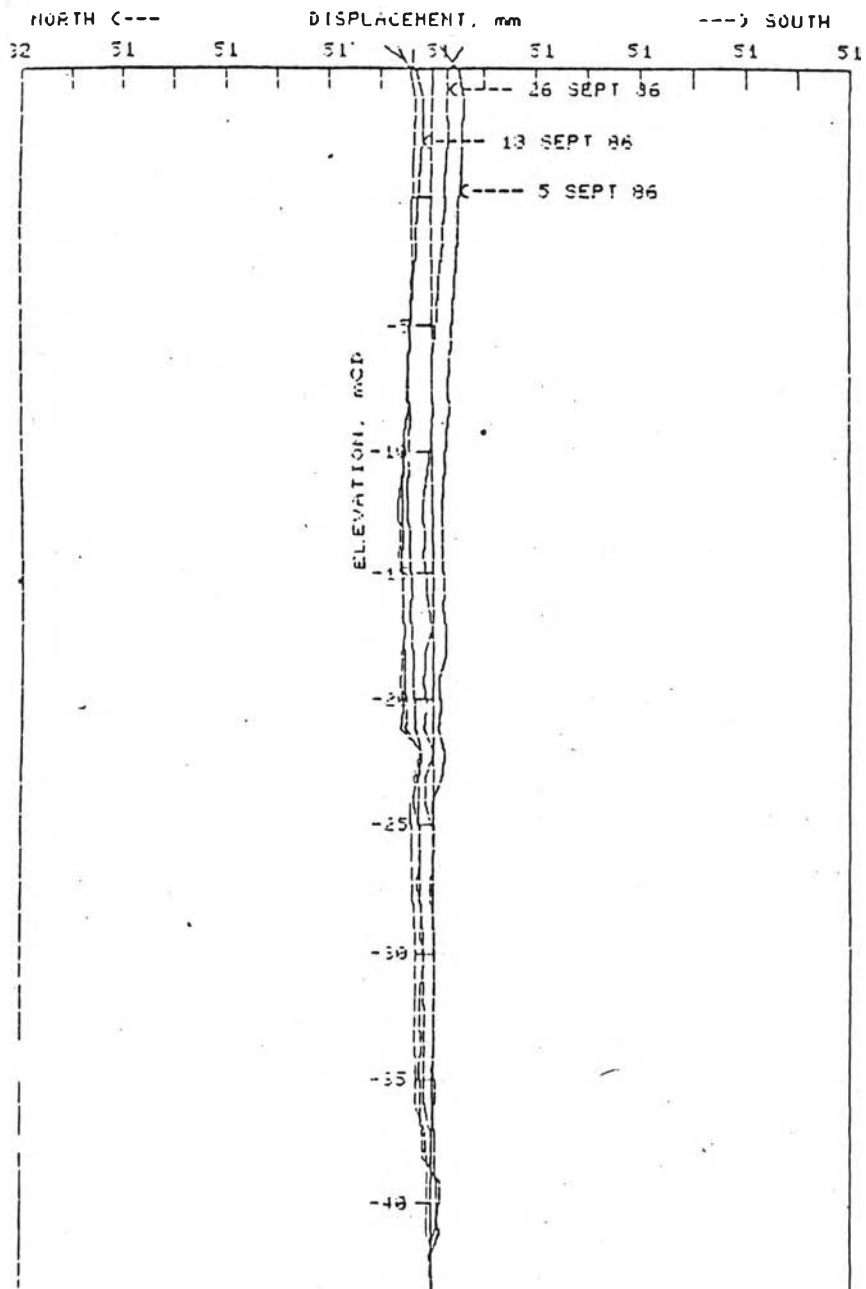
DISPLACEMENT, mm

→ SOUTH



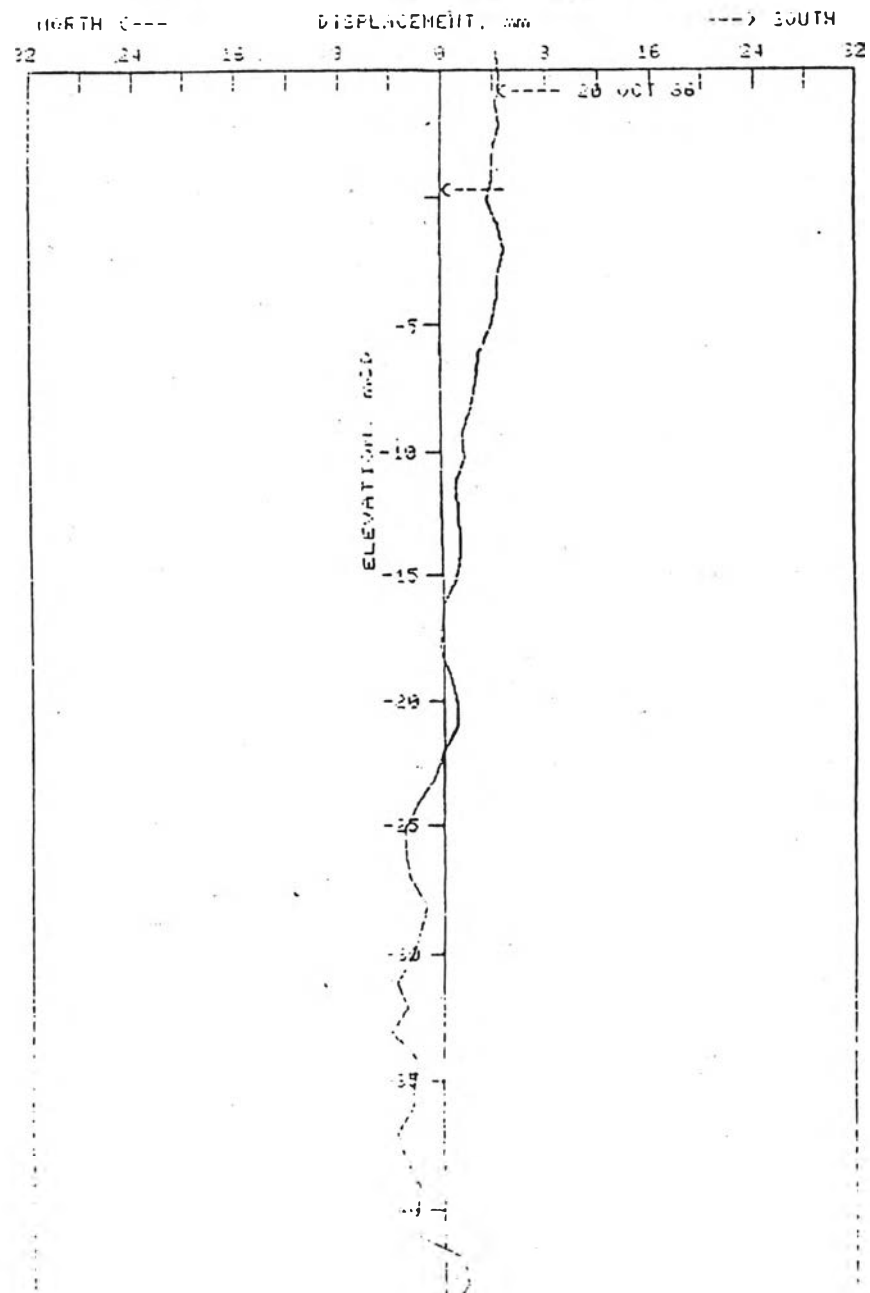
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-5 FACE AB DATE 26 SEPT 86



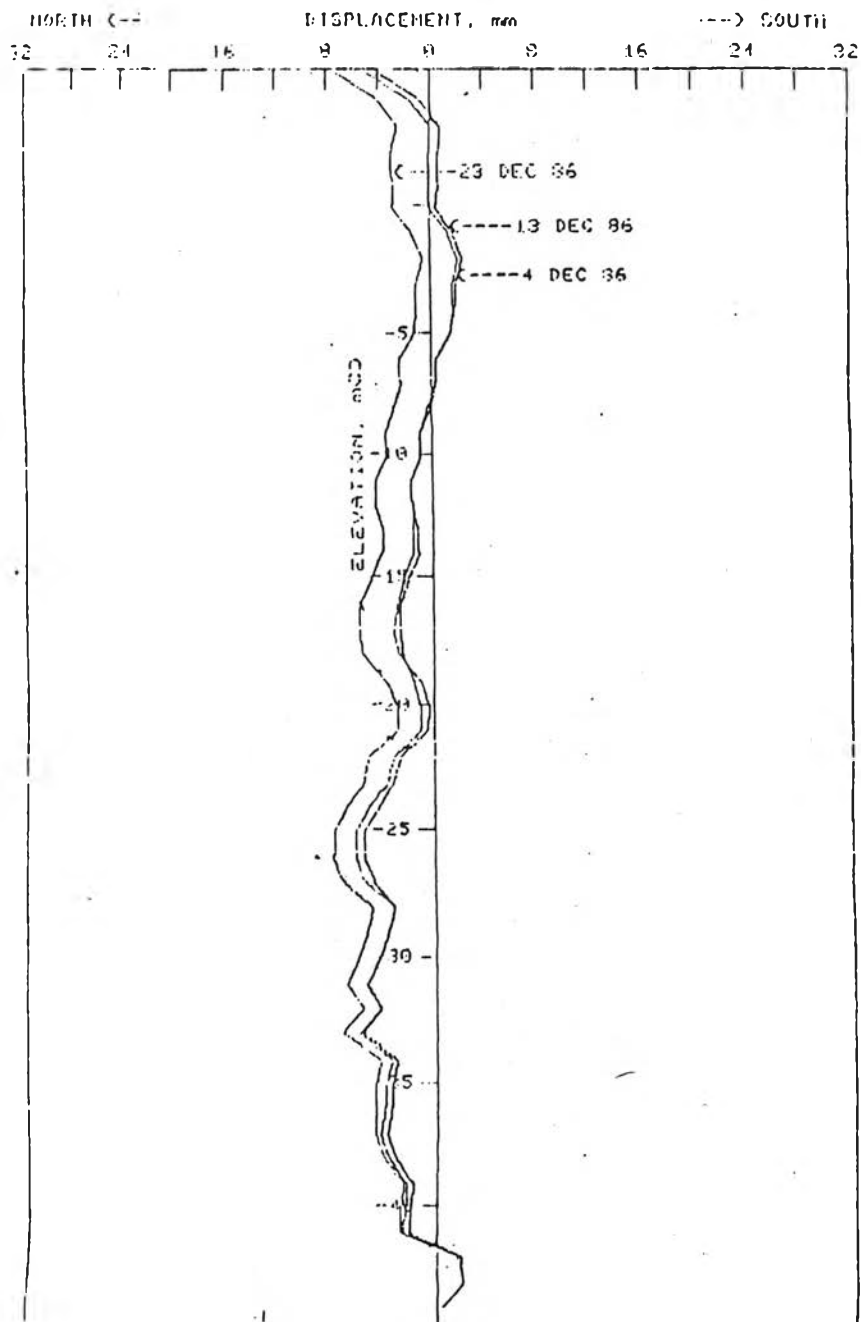
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-5 FACE AB DATE 29 OCT 86



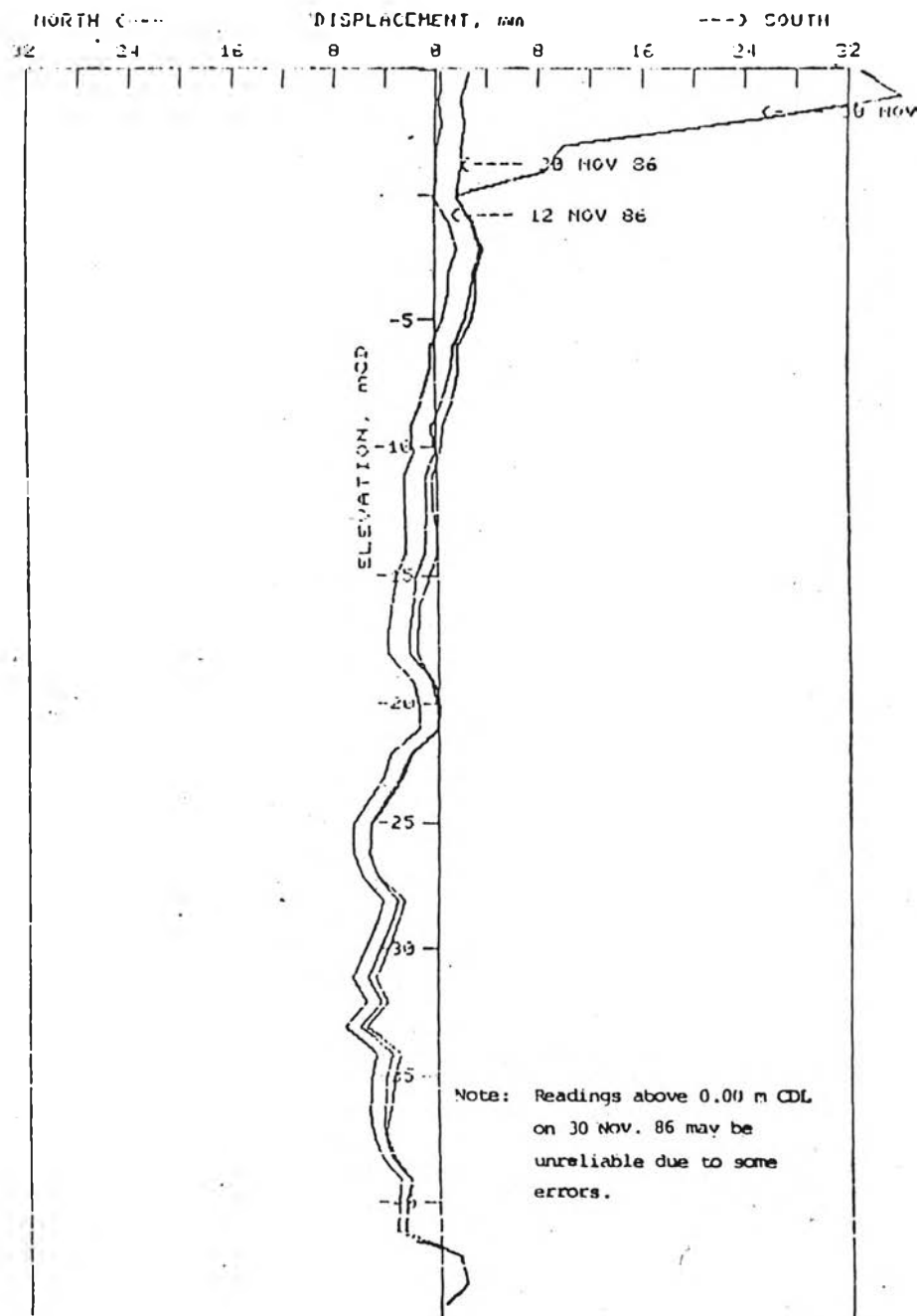
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-5 FACE: AB DATE: 30 DEC 86



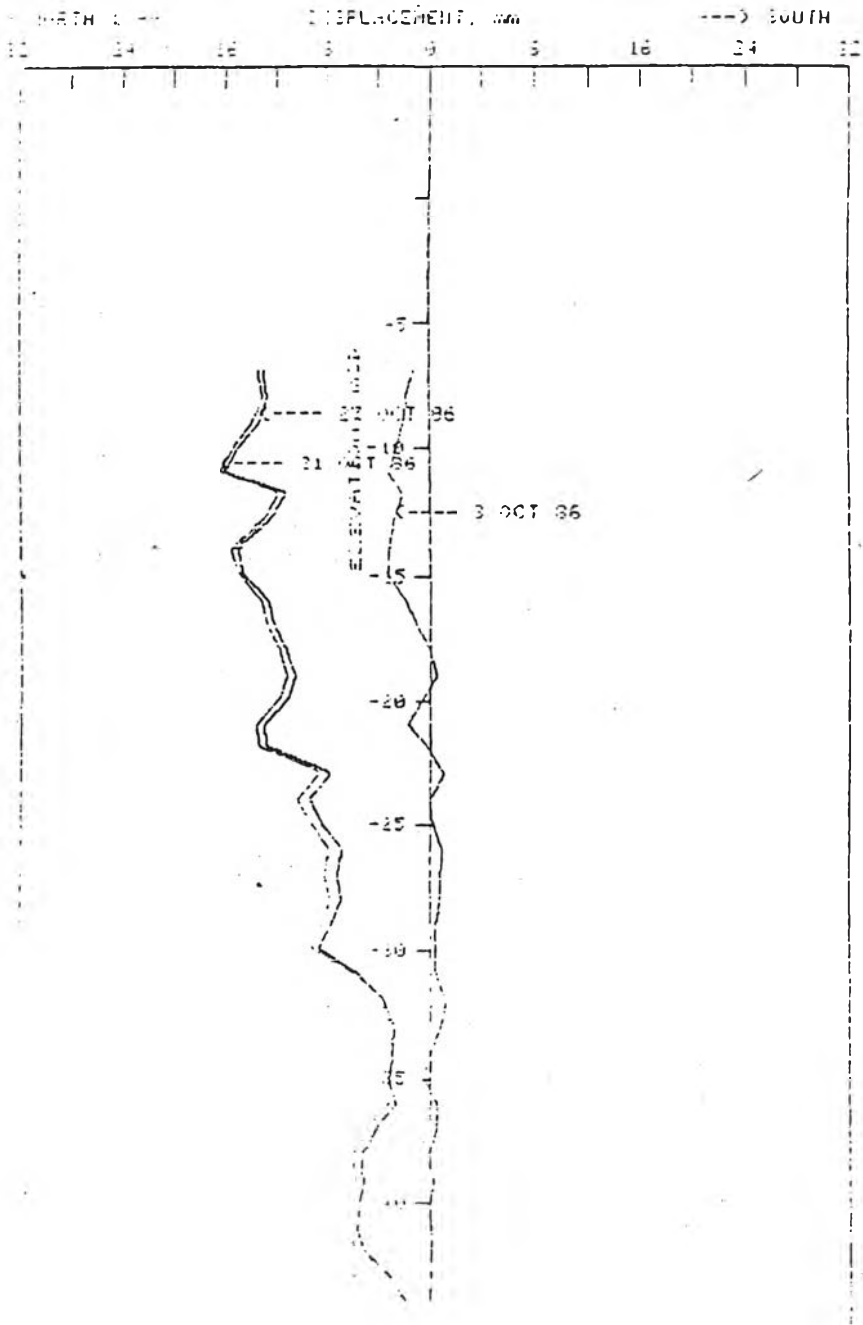
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-5 FACE: AB DATE: 30 NOV 86



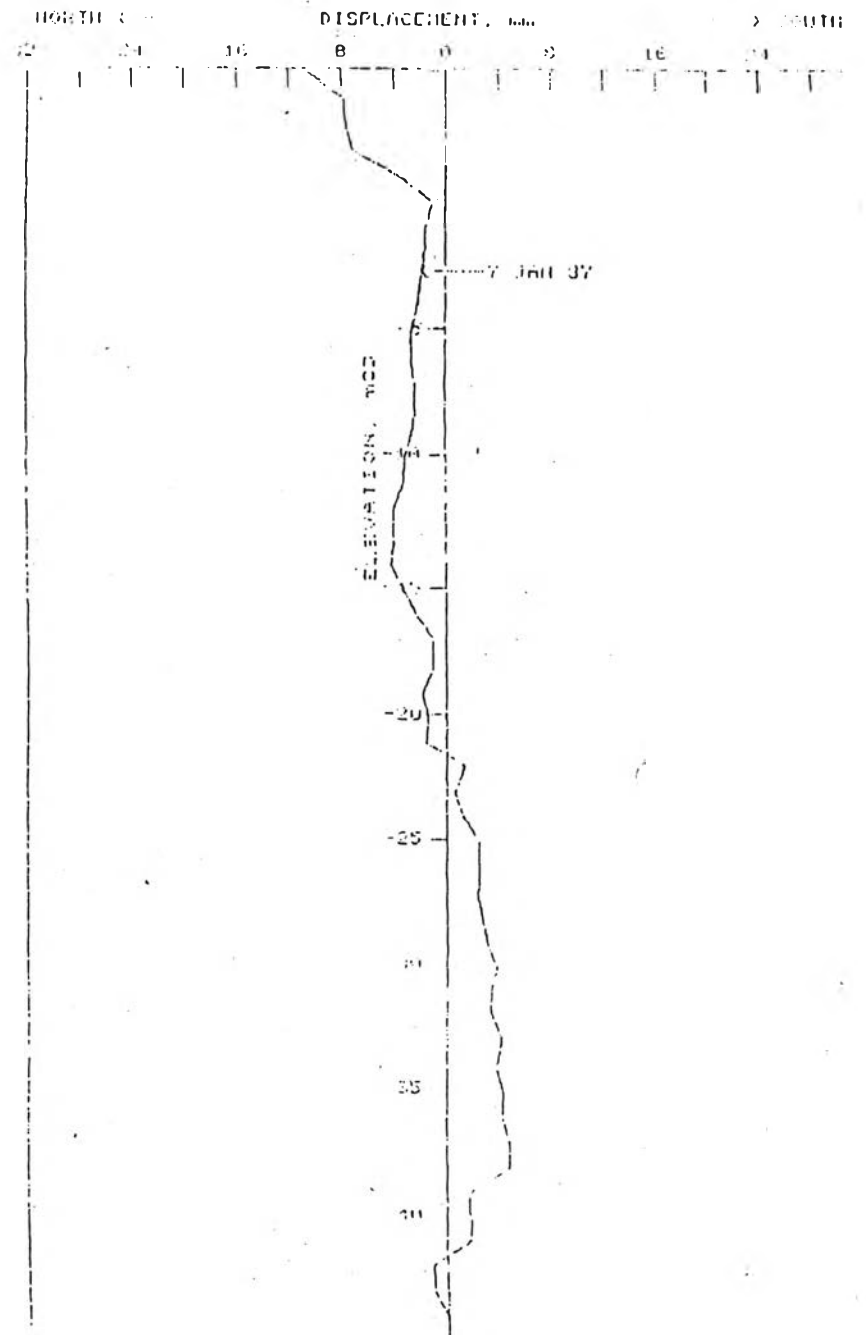
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO. 1-3 FACE 48 DATE 27 OCT 86



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

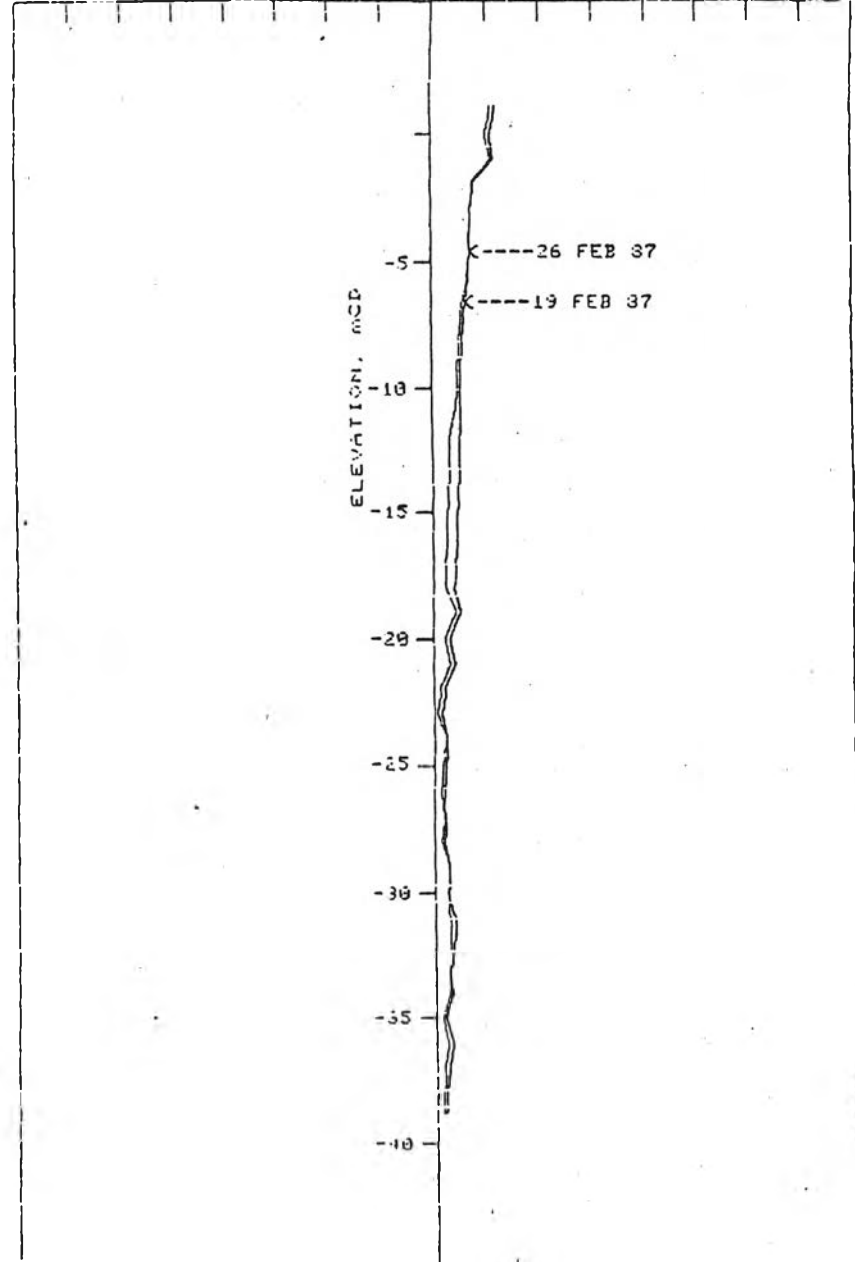
INCLINOMETER NO. 1-5 FACE 48 DATE 27 OCT 86



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-5 FACE: AB DATE:

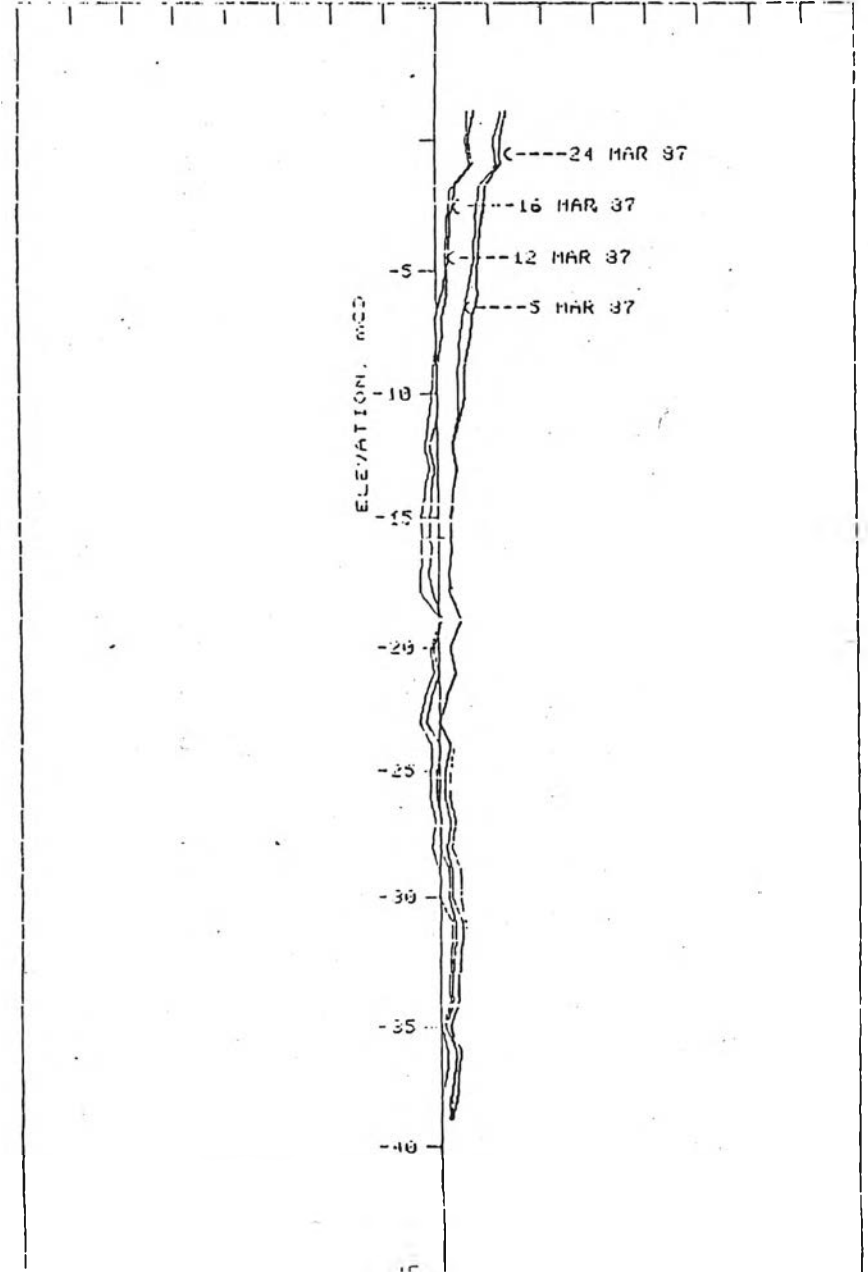
NORTH ← DISPLACEMENT, mm → SOUTH
32 24 16 8 0 8 16 24 32

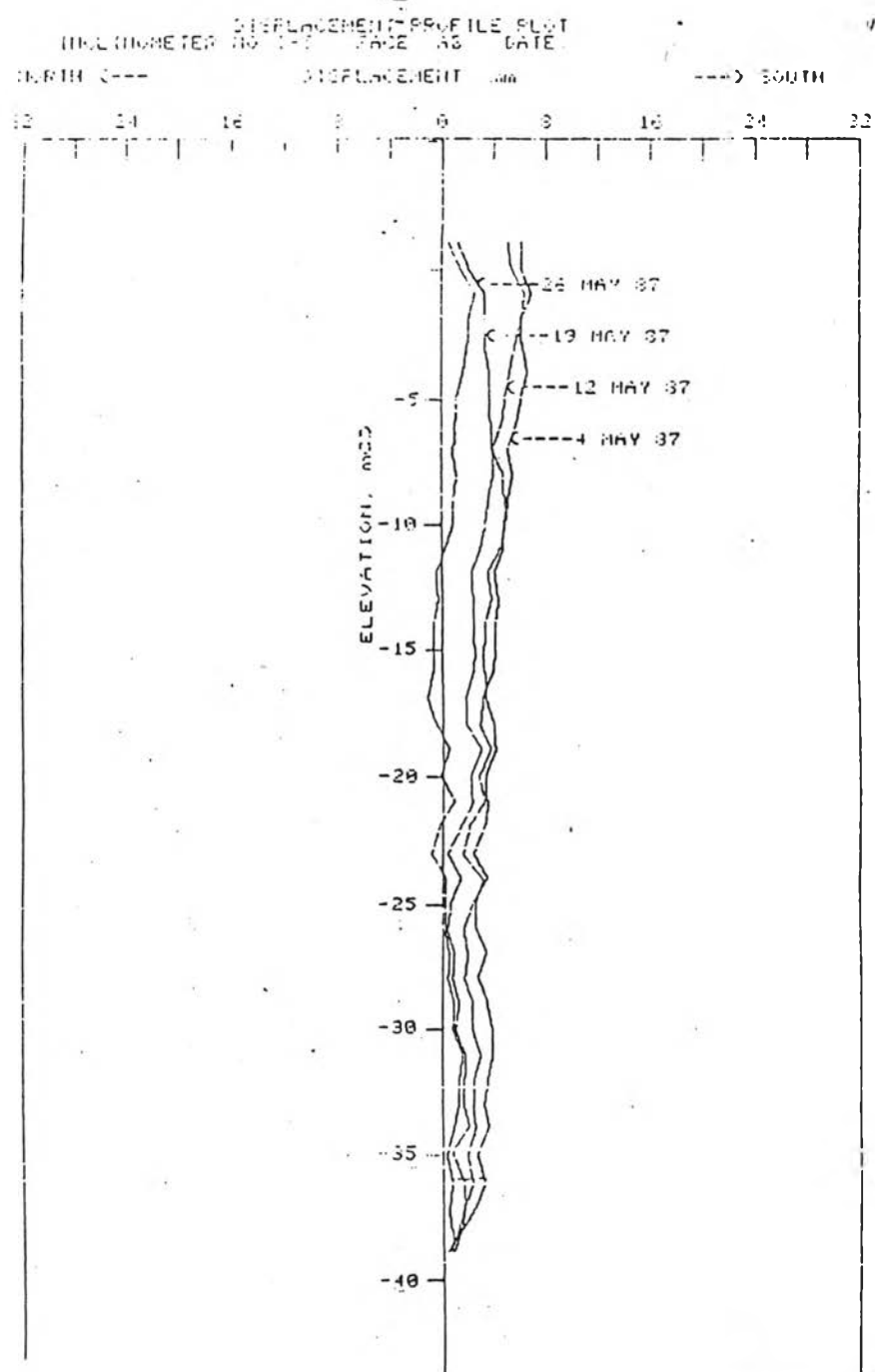
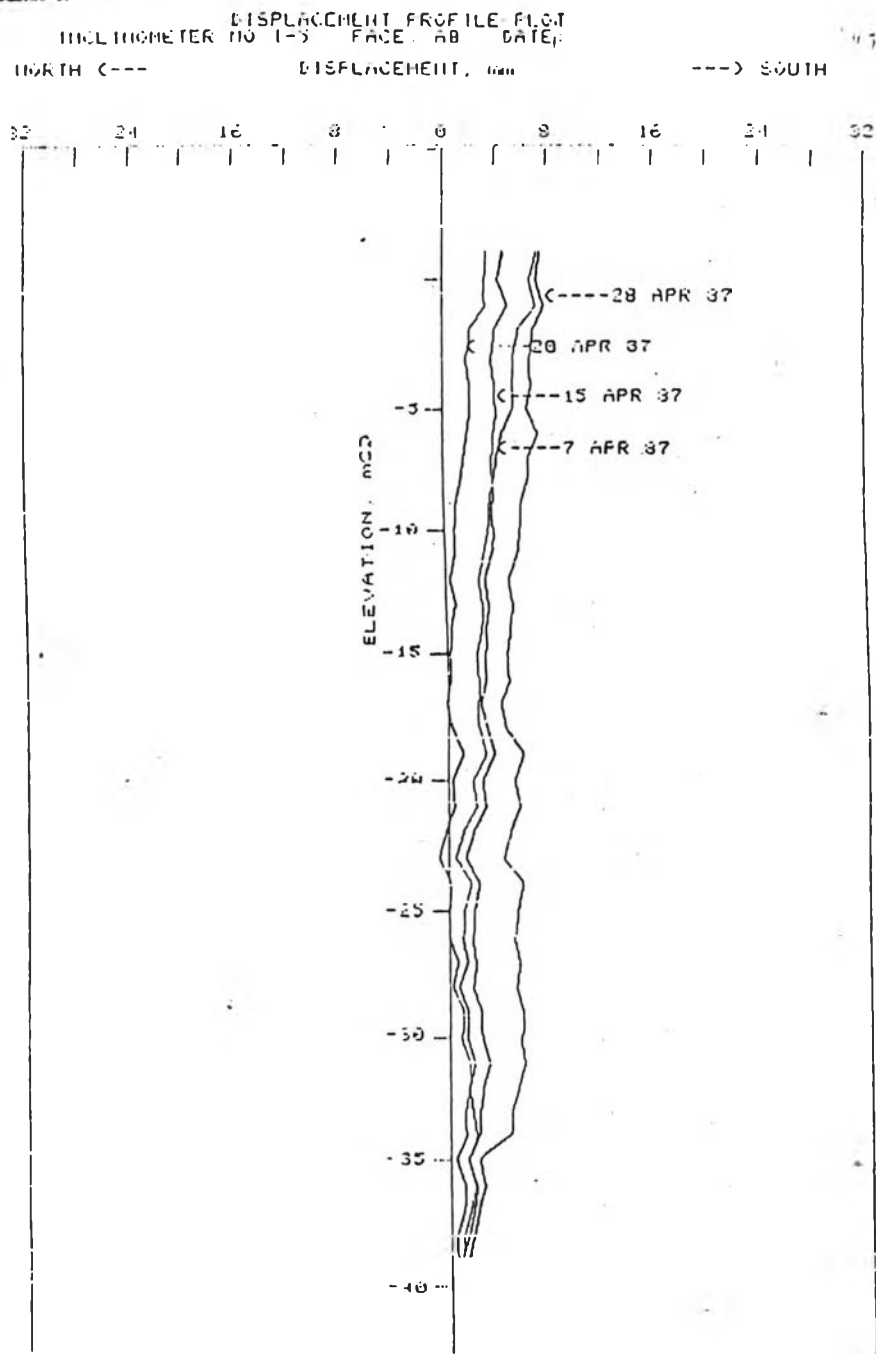


DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-5 FACE: AB DATE:

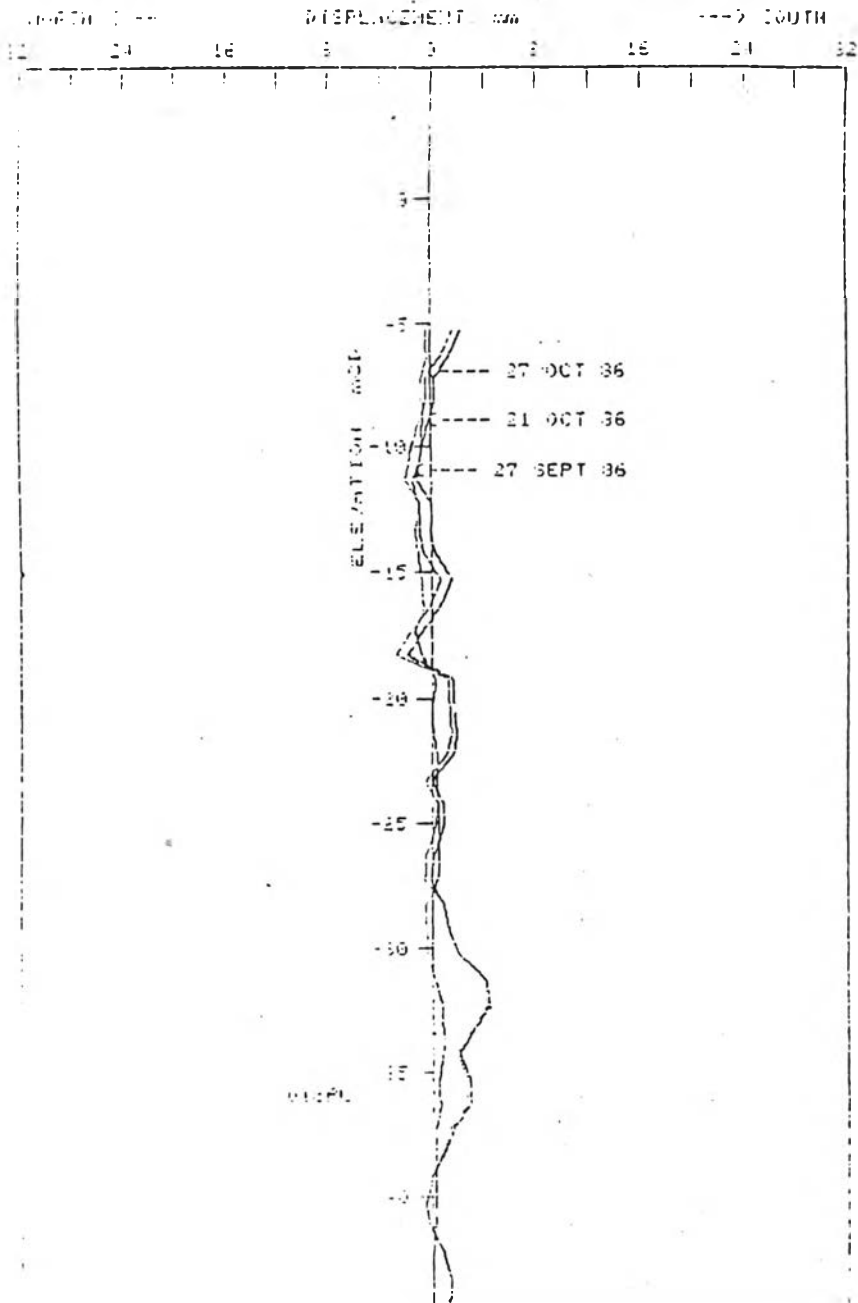
NORTH ← DISPLACEMENT, mm → SOUTH
32 24 16 8 0 8 16 24 32





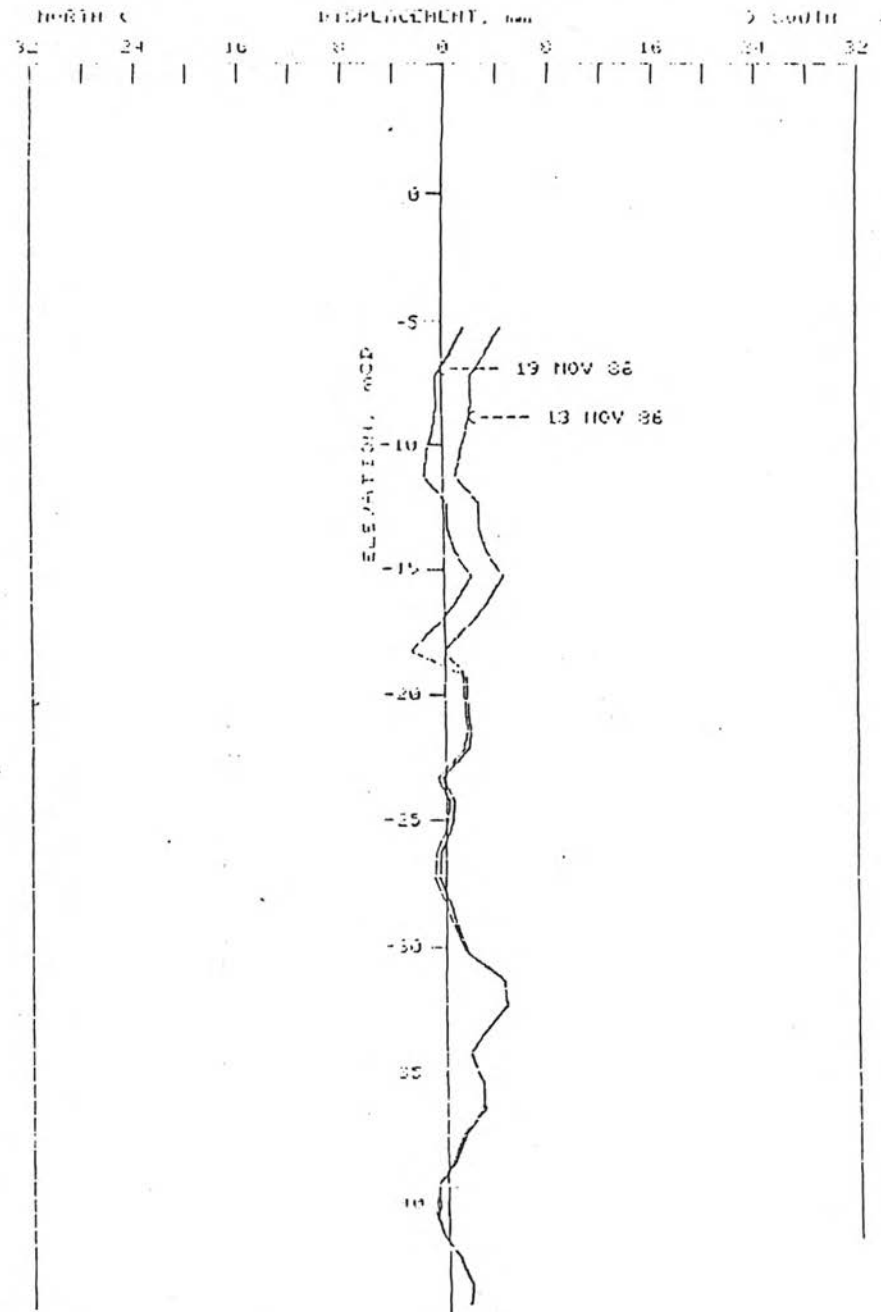
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-6 FACE AB DATE 27 OCT 86



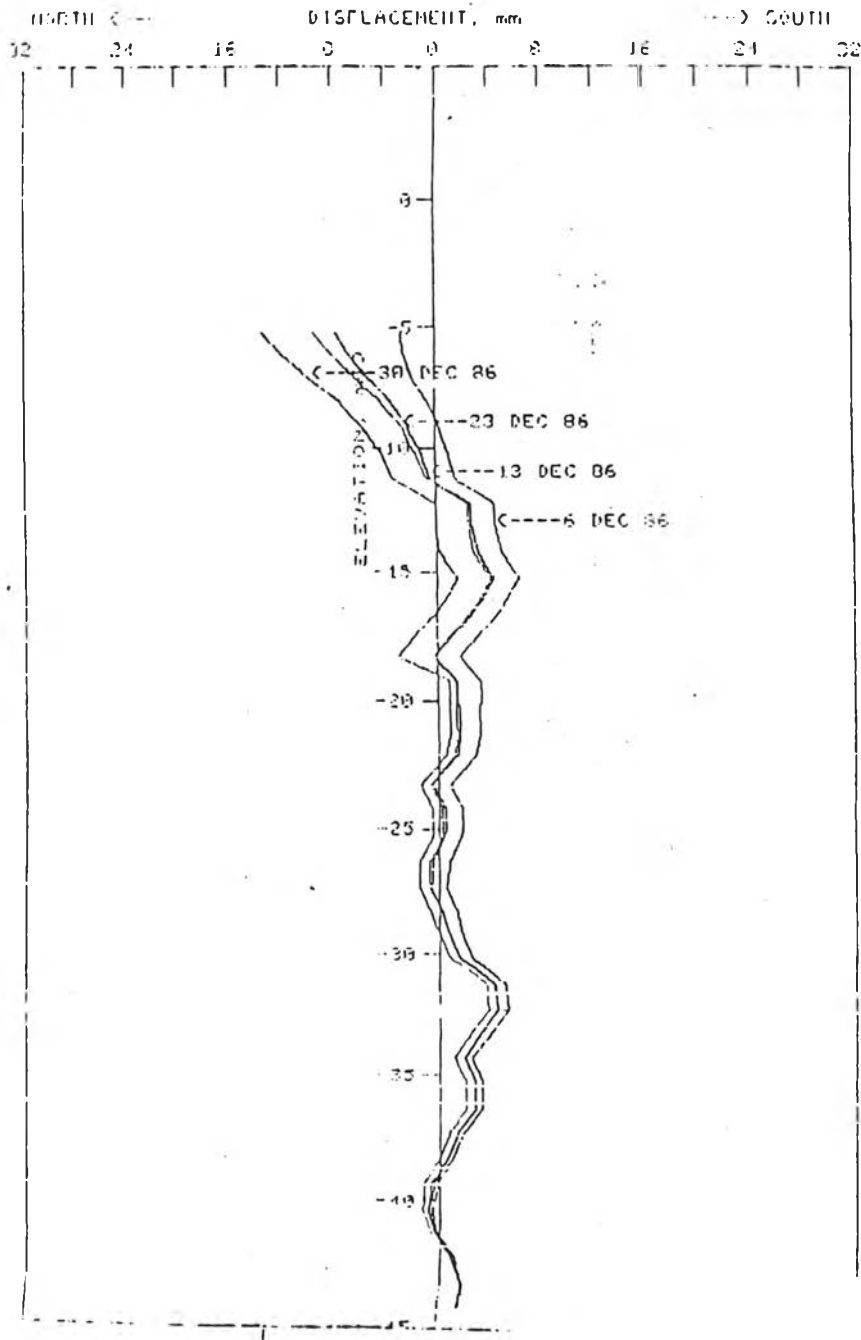
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-6 FACE AB DATE 19 NOV 86



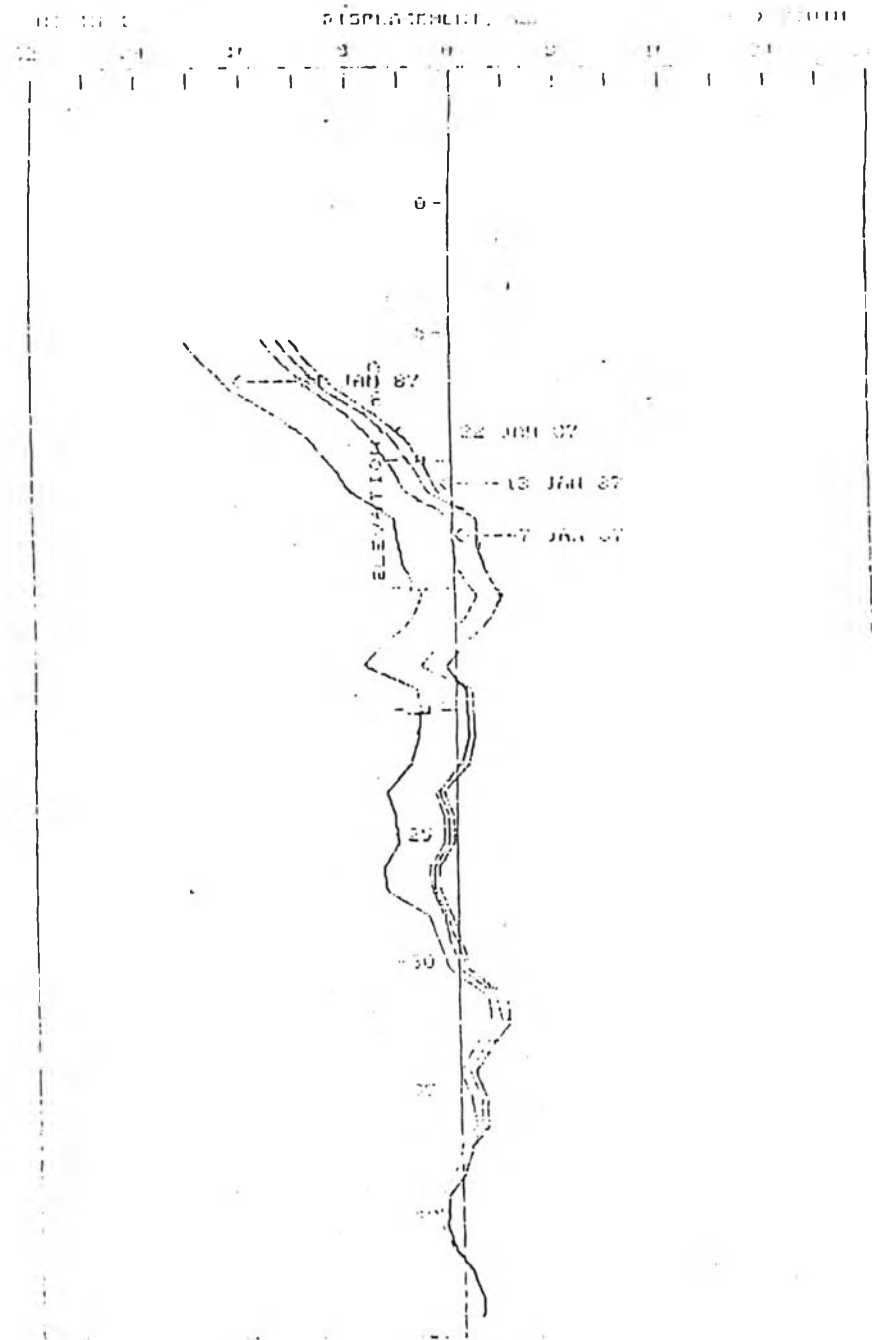
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-5 FACE: AB DATE: 30 DEC 86



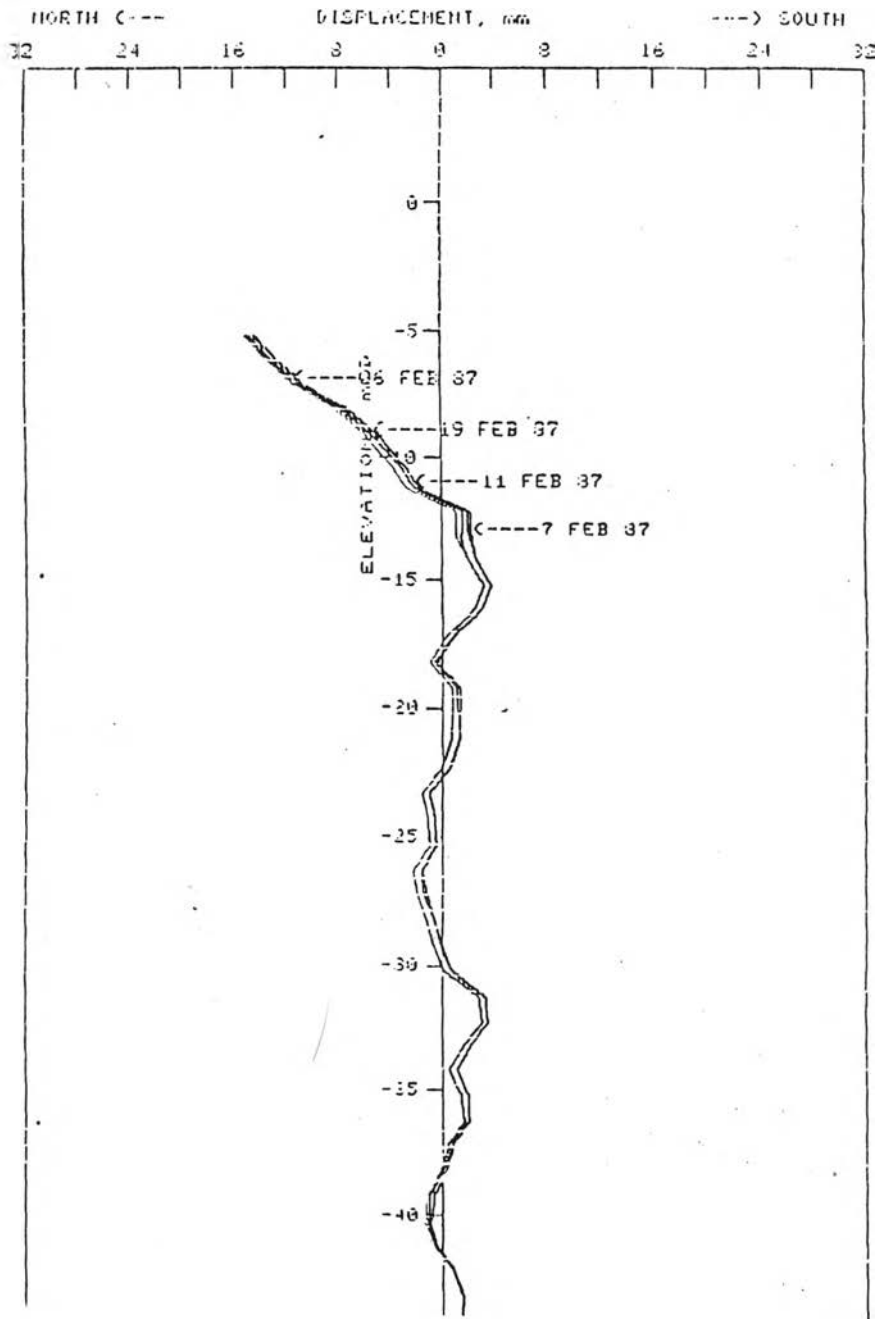
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-5 FACE: AB DATE: 24 JUN 87



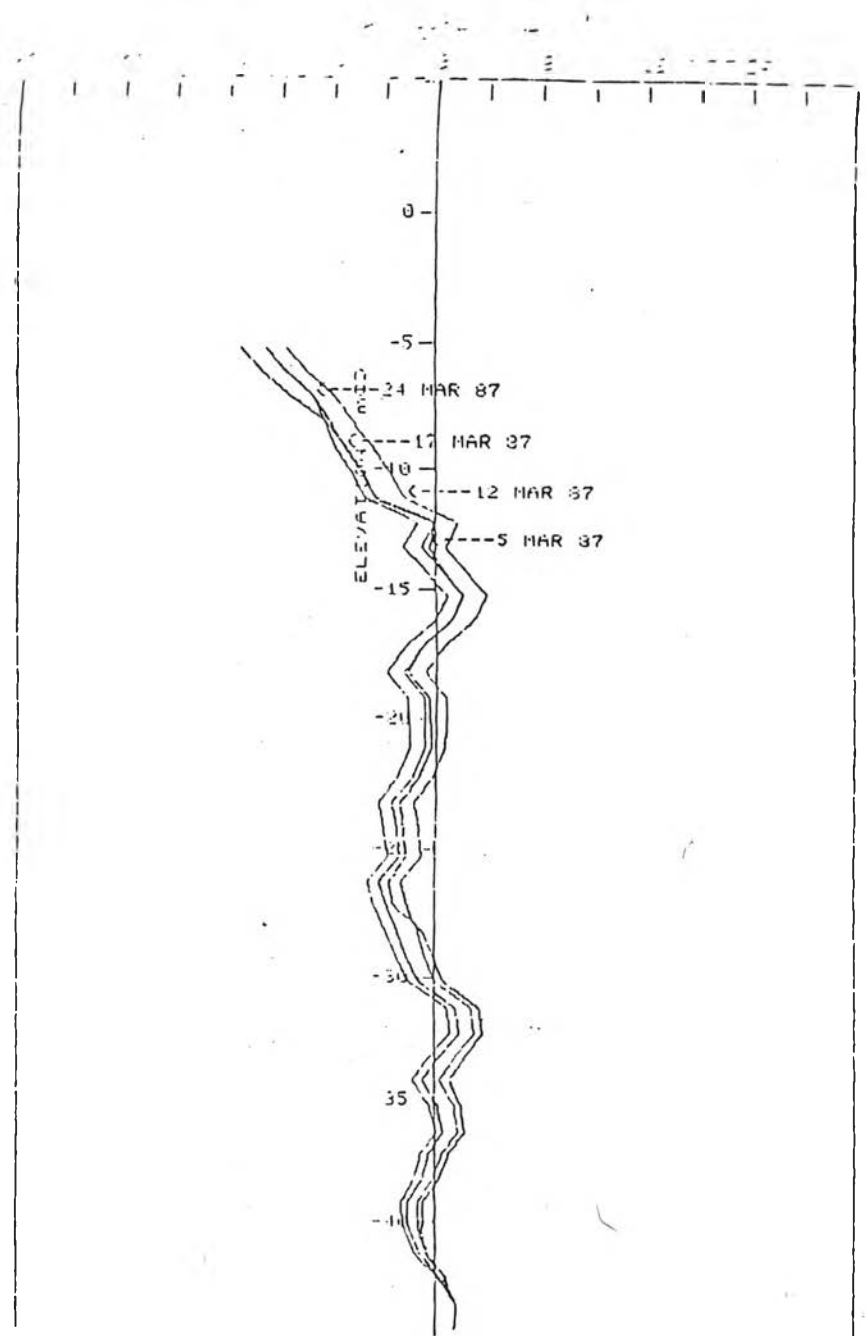
DISPLACEMENT PROFILE PLOT

INCLINOMETER NO 1-6 FACE AB DATE



DISPLACEMENT PROFILE PLOT

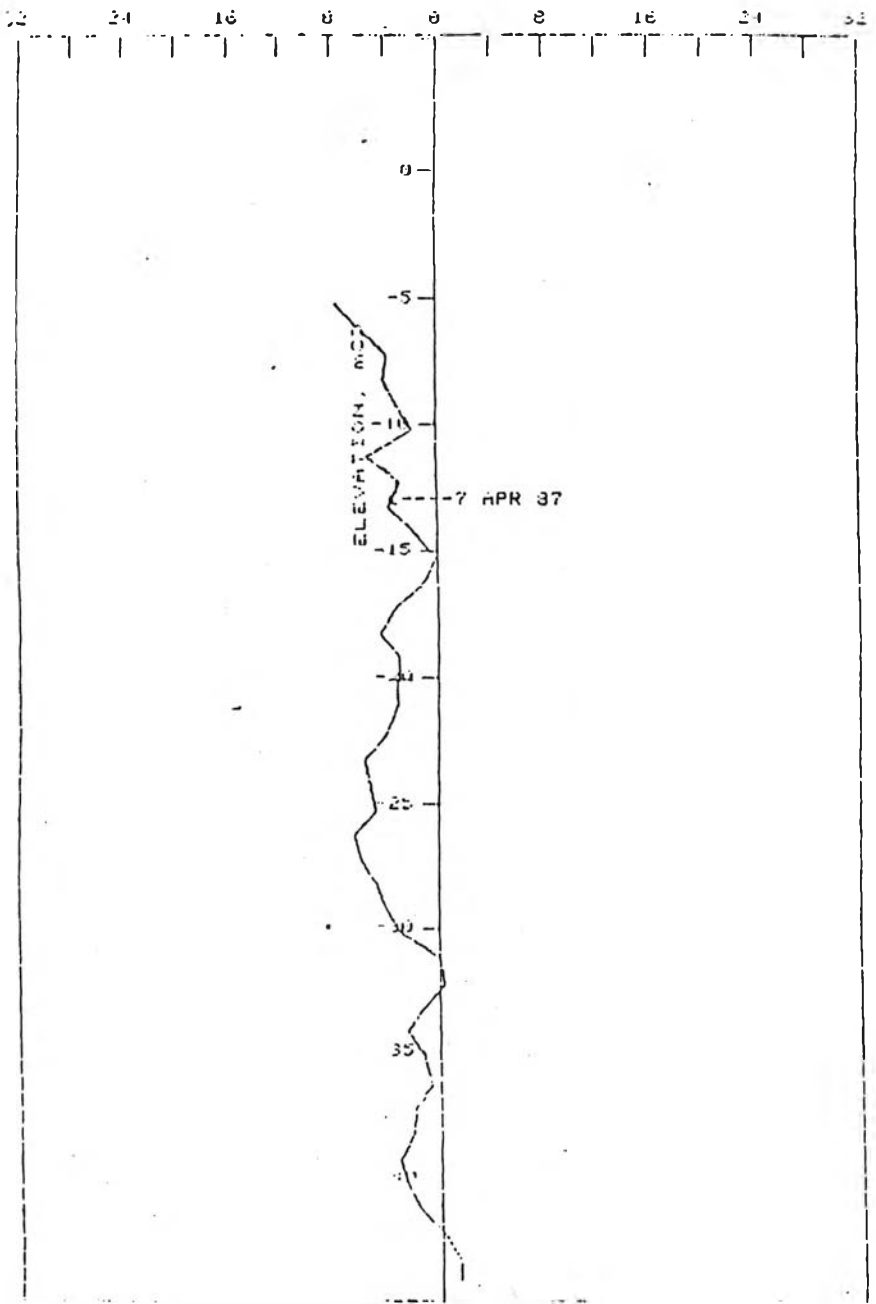
INCLINOMETER NO 1-6 FACE AB DATE



DISPERIMENT PROFILE FOOT.

INCLINOMETER NO 1-8 FACE: AB DATE: 7 APR 37

NORTH (---) DISPLACEMENT, mm (---) SOUTH





ภาคผนวก ค

เครื่องมือทางธรณีเทคนิค

ในการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกสงขลาได้มีการติดตั้งเครื่องมือทางธรณีเทคนิคเพื่อให้ข้อมูลเพื่อการวางแผนและควบคุมการก่อสร้างเครื่องมือทางธรณีเทคนิคที่กล่าวคือมีด้วยกัน 3 ชนิด คือ

- พิโซมิเตอร์ (PIEZOMETER)
- แผ่นวัดการทรุดตัว (SETTLEMENT PLATE)
- อินคลิโนมิเตอร์ (INCLINOMETER)

พิโซมิเตอร์

พิโซมิเตอร์ที่ใช้เป็นชนิด Hydraulic Twin-Tube Push in Low Air Entry หัวของพิโซมิเตอร์ทำด้วยเซรามิคที่มีช่องเปิดขนาด 60 ไมครอน ปลายหัวเป็น PVC สายต่อพิโซมิเตอร์เป็นสายคูล์ในลอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 4.8 มม. ภายใน 2.07 มม.

ในการอ่านค่าใช้มาโนมิเตอร์โดยใช้ปรอทและมี Header Tank ขนาด 3 ลิตร เพื่อเป็นระดับอ้างอิงของมาโนมิเตอร์ และมีเครื่องทำการไล่อากาศออกจากน้ำ (Deairing Unit) ชนิดหัวไปมาได้ ซึ่งประกอบด้วย เครื่องเติมน้ำ, เครื่องทำความสะอาดและเครื่องทำสุญญากาศ

การติดตั้งพิโซมิเตอร์

การติดตั้งพิโซมิเตอร์ทำได้ 2 วิธีตามชั้นของดินที่จะทำการติดตั้ง

- ติดตั้งในดินเหนียวโดยดันลงจากกันหลุมเจาะ แบ่งชั้นตอนดังนี้

1) ทำการเจาะหลุมโดยเครื่องเจาะแบบโรตารี โดยใช้ เครื่องกดไฮดรอลิกกดหัวเจาะ โดยใช้โคลนเป็นโคลนที่ป้องกันผนังหลุมเจาะ หลุมเจาะขนาด 75 มม. เจาะถึงระดับก่อนที่จะทำการติดตั้ง 1 เมตร

2) นำหัวมิโซมิเตอร์จุ่มลงในน้ำเพื่อให้หัวมิโซมิเตอร์อิ่มตัวด้วย น้ำ โดยปกติจะแช่ทิ้งไว้ค้างคืน

3) ทำการต่อสายเข้ากับหัวมิโซมิเตอร์ จัดสายให้เป็น ระเบียบโดยทำการต่อสายโดยมีน้ำเต็มสายแล้วและเอาปลายอีกข้างหนึ่งต่อ เข้ากับเครื่องมือทำการไล่อากาศออกจากรูน้ำ

4) ต่อหัวมิโซมิเตอร์เข้ากับก้านกด หย่อนหัวมิโซมิเตอร์ที่ต่อกับ สายแล้วลงในหลุม เมื่อถึงปลายหลุมแล้วทำการกดลงโดยใช้แรงสม่ำเสมอ

5) เวลาที่หัวมิโซมิเตอร์อยู่นอกน้ำให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

6) หมุนก้านกดเพื่อปลดหัวมิโซมิเตอร์ออกจากก้านเจาะดึงก้าน เจาะขึ้นมาที่หลุม

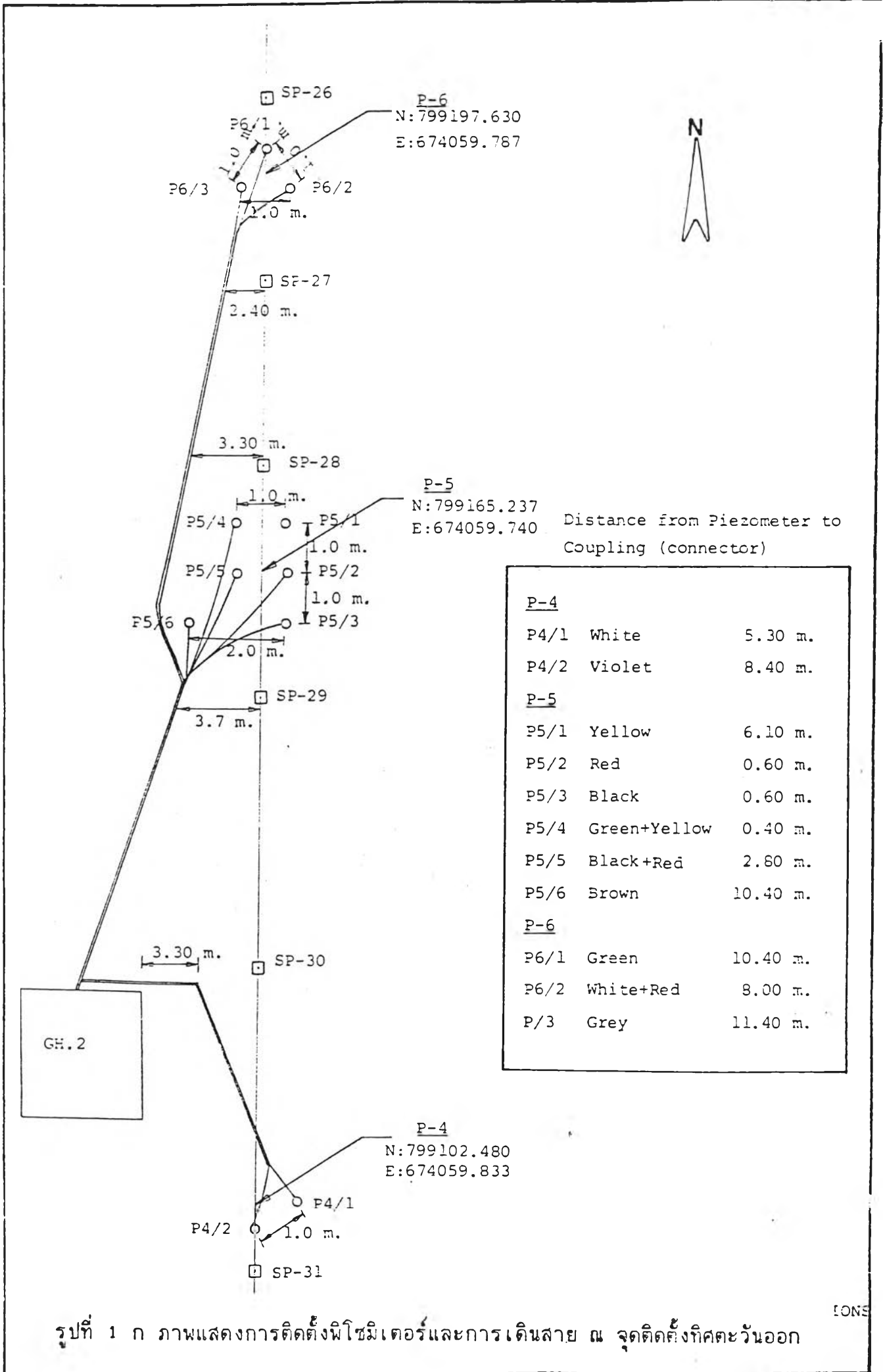
7) ทำการเกราท่หลุมเจาะด้วยวัสดุเบนโทไนท์ต่อซีเมนต์ต่อน้ำ 3:1:12 โดยน้ำหนักโดยผ่านก้านเจาะ

8) ทำการไล่อากาศออกจากรูน้ำในหัวมิโซมิเตอร์ทันทีที่ทำการ ติดตั้งเสร็จและเมื่อใช้งานแล้วถ้าทั้งสองข้างของสายมิโซมิเตอร์อ่านต่างกัน 200 มม. ของน้ำให้ทำการไล่อากาศออกจากรูน้ำทันที

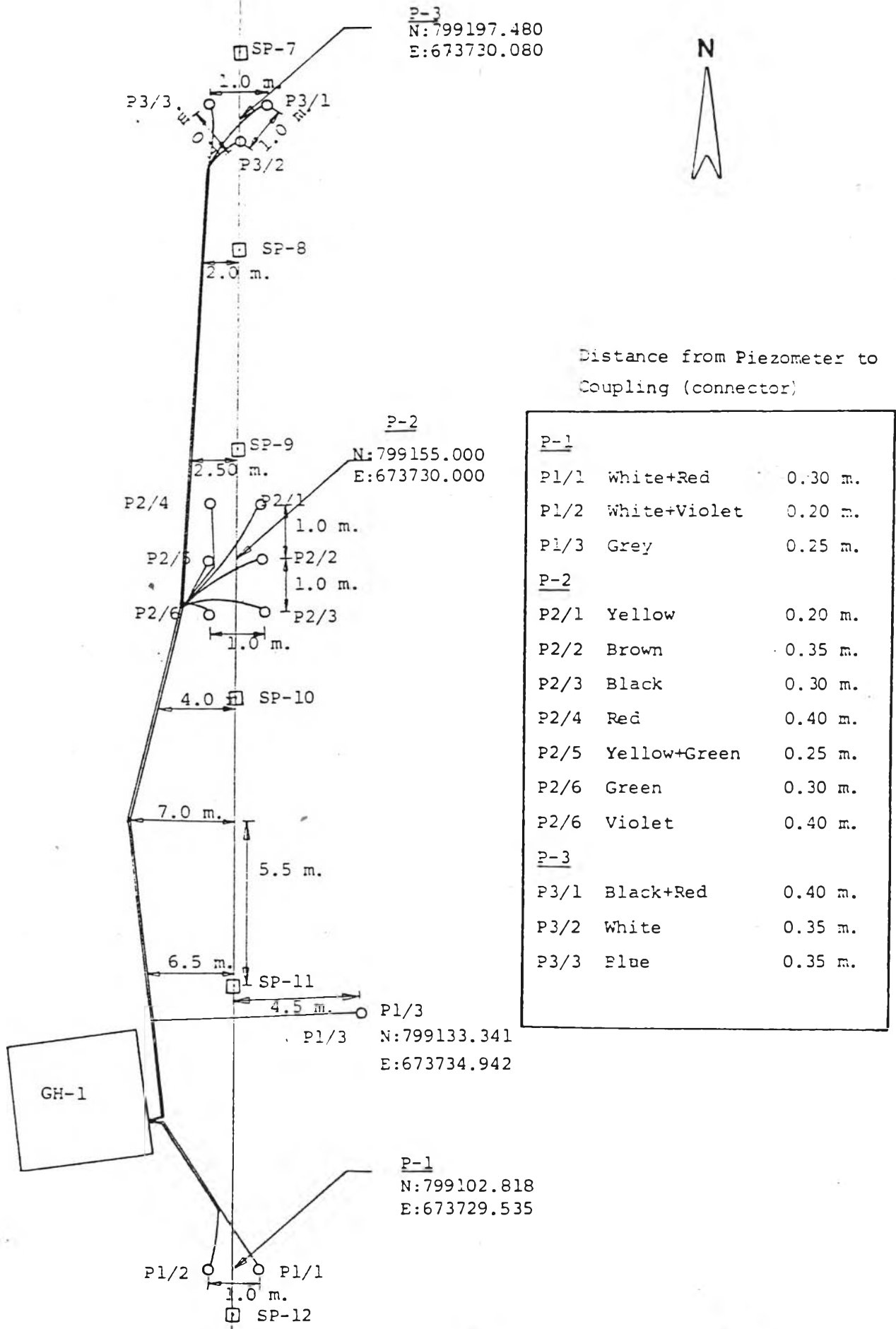
- ติดตั้งมิโซมิเตอร์ในกะเปาะทราย มีวิธีการดังต่อไปนี้

1) ทำการเจาะหลุมขนาด 100 มม. ลงไปยังระดับที่ต่ำกว่า ระดับที่ต้องการติดตั้งมิโซมิเตอร์ ประมาณ 50 ซม.

- 2) ใส่ท่อป้องกัน (Casing) ขนาด 3 นิ้ว ลงไปยังระดับที่ต้องการติดตั้งมิโซมิเตอร์และทำการเป่าน้ำลง (Flush) ด้วยน้ำใส
- 3) เททรายที่คัดขนาดแล้ว (200 - 1200 ไมครอน) ไปที่กันหลุมโดยผ่านท่อป้องกันขนาด 3 นิ้ว ให้ได้ระดับที่จะติดตั้งมิโซมิเตอร์
- 4) นำหัวมิโซมิเตอร์จุ่มลงในน้ำเพื่อให้หัวมิโซมิเตอร์อึดตัวด้วยน้ำโดยปกติจะทำทิ้งไว้ค้างคืน
- 5) ทำการต่อสายเข้ากับหัวมิโซมิเตอร์จัดสายให้เป็นระเบียบ โดยทำการต่อสายโดยมีน้ำเต็มสายแล้วนำปลายอีกข้างหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องมือทำการไล่อากาศออกจากน้ำ
- 6) ต่อหัวมิโซมิเตอร์เข้ากับก้านกด หย่อนหัวมิโซมิเตอร์ลงไปยังกันหลุมโดยผ่านท่อป้องกันขนาด 3 นิ้ว
- 7) เททรายลงไปตามท่อป้องกันให้ได้ระดับที่ต้องการทำการปลดหัวมิโซมิเตอร์ออกจากก้านกดและชักท่อป้องกันขึ้นมาให้อยู่เหนือจากระดับทรายที่ใส่ลงไปประมาณ 1 เมตร
- 8) หย่อนเบนโตไนด์เม็ดลงไปให้มีความหนาประมาณ 1 เมตร แล้วทำการกระทุ้งเบาๆ
- 9) ทำการเกราท่หลุมด้วยวัสดุเบนโตไนด์ต่อซีเมนต์ต่อน้ำ 3:1:12
- 10) ทำการไล่อากาศออกจากน้ำในหัวมิโซมิเตอร์ที่ทำการติดตั้งเสร็จ และเมื่อใช้งานแล้วทั้งสองข้างของสายมิโซมิเตอร์อ่านต่างกันเกินกว่า 200 มม. ของน้ำให้ทำการไล่อากาศขึ้นที่รูปแบบการติดตั้งและการเดินสาย แสดงไว้ในรูปที่ 1 ก และ 1 ข



รูปที่ 1 ก ภาพแสดงการติดตั้งพีโซมิเตอร์และการเดินสาย ณ จุดติดตั้งที่ศตวันออก



รูปที่ 1 ข ภาพแสดงการติดตั้งพีโซมิเตอร์และการเดินสาย ณ จุดติดตั้งที่ศตวันตก

แผ่นวัดการทรุดตัว (Settlement Plate)

แผ่นวัดการทรุดตัวประกอบด้วยแผ่นคอนกรีตขนาด 75 x 75 ซม หน้า 15 ซม. มีที่วางเป็นรูปตัว T ฝังอยู่ในคอนกรีตตามรูปที่ 2 โดยทำการติดตั้งแผ่นวัดการทรุดตัวไว้ที่ระดับต่ำกว่าพื้นผิวสำเร็จประมาณ 1.00 - 200 เมตร เมื่อทำการติดตั้งเสร็จต่อท่อเหล็กขนาด 2 นิ้ว ขึ้นมาเพื่อทำการวัดระดับโดยใช้กล้องระดับ โดยทำการวัดอาทิตย์ละครั้ง ในงานท่าเรือ น้ำลึกสงขลานี้ได้ทำการติดตั้งแผ่นวัดการทรุดตัวทั้งหมดจำนวน 34 จุด ตามรูปที่ 3

อินคลิโนมิเตอร์ (Inclinometer)

อินคลิโนมิเตอร์ที่ใช้ในงานท่าเรือ น้ำลึกสงขลาประกอบด้วย

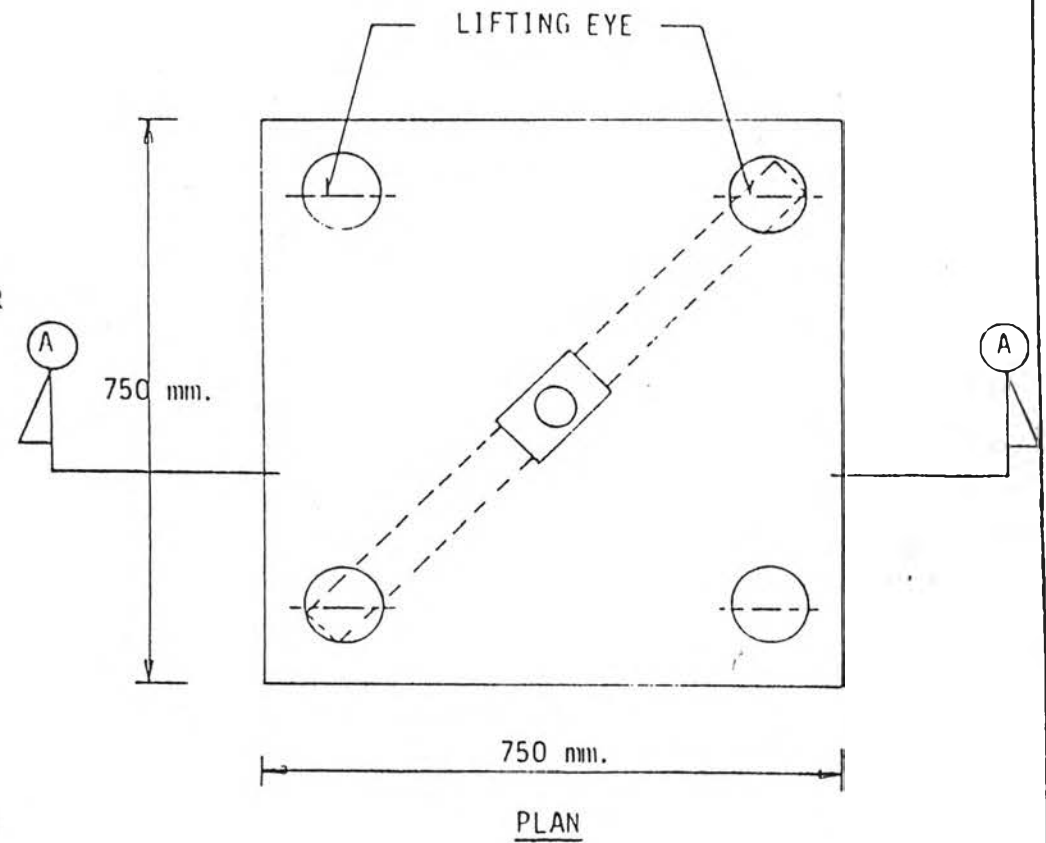
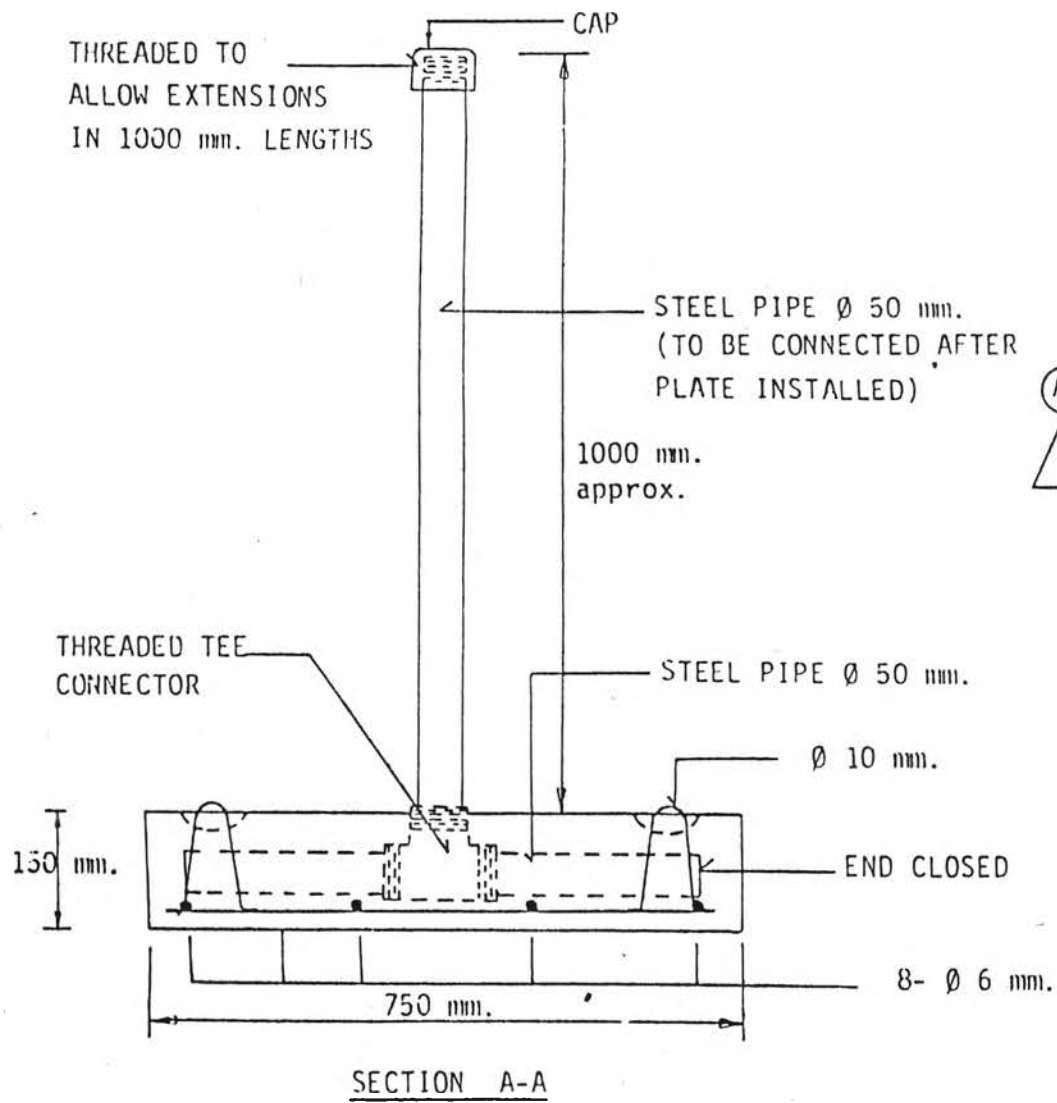
- Access Tube เป็นท่อพลาสติก (PVC) ภายในมีร่อง 4 ร่องตั้งฉากซึ่งกันและกัน (key way) มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 60 มม. ภายใน 50 มม. มีความยาว 3 เมตร ต่อเข้ากันด้วยข้อต่อที่ขอมให้ท่อมีการเคลื่อนตัวในแนวตั้งได้บ้าง (Telescopic Type)

- เครื่องมือวัดการบ่ายเบนในแนวตั้ง (Torpedo) ดังรูปที่ 4

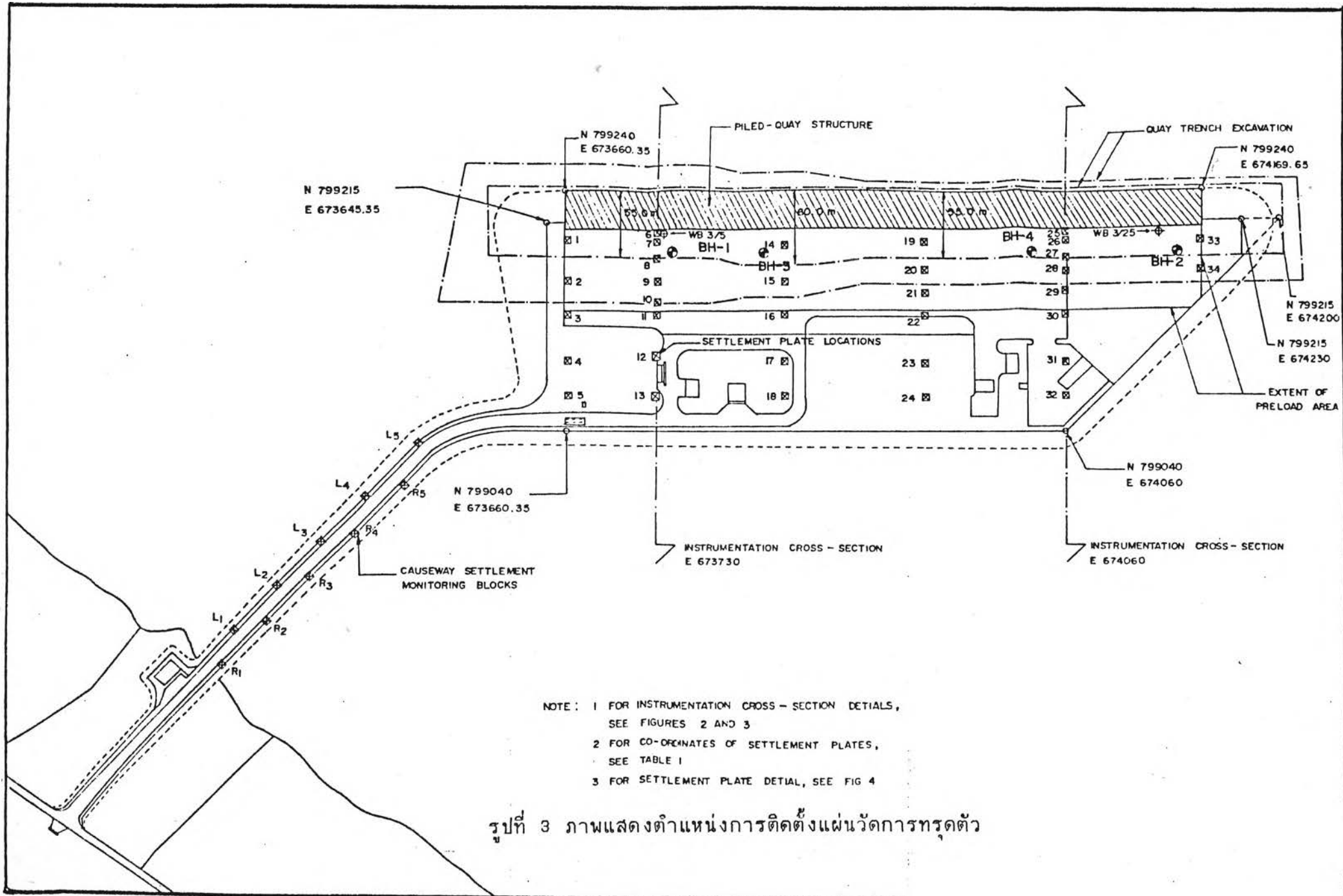
- สายต่อและเครื่องอ่าน (Cable and Read out Unit) สายต่อจะติดกับเครื่องมือวัดความบ่ายเบนและต่อเข้ากับเครื่องมือซึ่งจะอ่านค่าออกมาเป็นตัวเลข ดังรูปที่ 5

หลักการทำงานของอินคลิโนมิเตอร์

ค่าความบ่ายเบนของตัวท่อ Access Tube ซึ่งฝังลงในดินจะสามารถอ่านค่าได้ด้วยการหย่อนเครื่องมือวัดการบ่ายเบนแนวตั้งไปยังระดับนั้นและอ่านด้วย Read out Unit เมื่อคำนวณค่าความบ่ายเบนสะสมต่อระยะ



รูปที่ 2 ภาพแสดงแผ่นวัดการทรุดตัว



NOTE : 1 FOR INSTRUMENTATION CROSS - SECTION DETAILS,
 SEE FIGURES 2 AND 3
 2 FOR CO-ORDINATES OF SETTLEMENT PLATES,
 SEE TABLE 1
 3 FOR SETTLEMENT PLATE DETIAL, SEE FIG 4

รูปที่ 3 ภาพแสดงตำแหน่งการติดตั้งแผ่นวัดการทรุดตัว

ทางช่วงหนึ่งๆ ก็จะได้ Horizontal Displacement Profile ตามรูปที่ 6

การติดตั้งอินคลิโนมิเตอร์

- 1) ทำการสำรวจสภาพชั้นดินบริเวณที่จะทำการติดตั้งเพื่อทำการกำหนดความยาวของท่อ Access Tube
- 2) เตรียมเครื่องมือต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งาน เช่น แก่นเจาะ , เครื่องผสมเกร้าท์, จัดเรียง Access Tube
- 3) ทำการเจาะหลุมด้วยระบบ Rotary Drilling ด้วยหัวเจาะแบบ Tri-cone ขนาด 7 นิ้ว ซึ่งในขณะที่ทำการเจาะหลุมสอดปลอก (Casing) ขนาด 6 นิ้ว ลงไปตลอดความลึกที่ทำการเจาะซึ่งจะเท่ากับ ความยาวของท่อ Access Tube
- 4) ผสมเบนโตไนท์และซีเมนต์ในอัตรา 2:1 ในสภาพแห้ง และเมื่อจะใช้งานให้ผสมน้ำอีกในอัตรา 2:1:15 โดยประมาณโดยน้ำหนัก โดยใส่น้ำลงไปเครื่องผสมก่อนและค่อยๆ ใส่วัสดุผสมของเบนโตไนท์และซีเมนต์ลงไป
- 5) เมื่อเจาะหลุมถึงระดับที่ต้องการพร้อมทั้งใส่ปลอกขนาด 6 นิ้ว ลงไปเรียบร้อยแล้ว ทำการล้างหลุมเจาะ (Flush) ด้วยน้ำสะอาดผ่านทางก้านเจาะ เมื่อหลุมเจาะสะอาดดีแล้วทำการเกร้าท์ลงไปให้เต็ม
- 6) หย่อน Access Tube ลงไปตามลำดับที่จัดเรียงไว้ โดยการชนะแรงลอสต์ด้วยน้ำ การต่อท่อ Access Tube ต่อด้วยการยิงตาไก่ (Rivet) แล้วใช้เทปน้ำมันพันที่ข้อต่อเพื่อไม่ให้สิ่งสกปรกเข้าไปใน Access Tube ได้

7) ทำการถอนปลอก 6 นิ้ว ขึ้นในขณะที่ถอนชั้นให้จัดท่อ Access Tube ให้ตั้งแนวอยู่ในทิศทางที่ถูกต้อง

อุปกรณ์พิเศษที่ทำการติดตั้งควบคู่ไปกับอินคลิโนมิเตอร์ในงานทำเรือส่งขลาคือ เอกซ์เทนโซมิเตอร์ (Extensometer) เพื่อที่จะวัดการทรุดถึงของแต่ละชั้นดิน รูปที่ 7 แสดงถึงลักษณะของเอกซ์เทนโซมิเตอร์

หลักการทำงานของเอกซ์เทนโซมิเตอร์ใช้ระบบสนามแม่เหล็ก โดยการติดตั้งแม่เหล็กที่เป็นรูปร่างแหวนควบคู่กับการติดตั้งท่อ Access Tube ของอินคลิโนมิเตอร์และให้ขาของแม่เหล็กรูปร่างแหวนเกาะเข้ากับชั้นดินที่ระดับที่ต้องการและทำการตรวจสอบระดับของแม่เหล็กรูปร่างแหวนนี้ด้วยหัวตรวจสอบสนามแม่เหล็ก (Magnetic Probe)

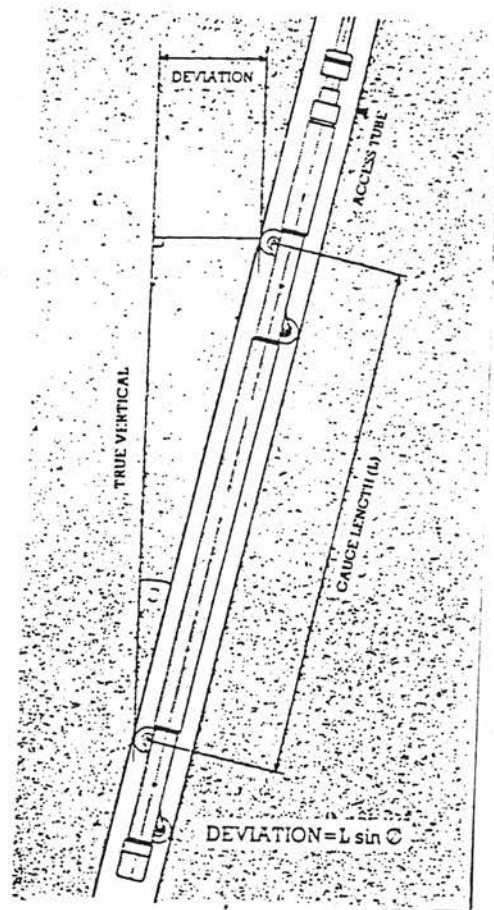
ส่วนประกอบของเอกซ์เทนโซมิเตอร์

เป้าแม่เหล็ก (Magnet Targets) เป็นแม่เหล็กรูปร่างแหวน ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางภายในจะมากกว่าความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของ Access Tube เล็กน้อยเป้าแม่เหล็กจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะการใช้งานคือ

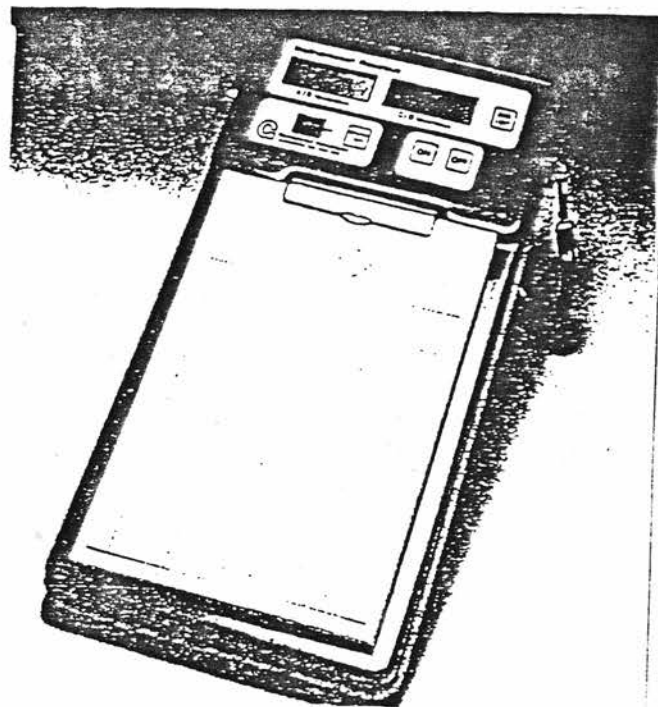
- Datum Ring Magnet โดยที่จะติดตั้งเป้าแม่เหล็กชนิดนี้ไว้ในชั้นดินที่คาดว่าจะมีการทรุดตัวน้อยมาก เพื่อที่จะใช้เป็นระดับอ้างอิงเปรียบเทียบ

- Elevation Ring Magnet เป็นเป้าแม่เหล็กที่จะทำการติดตั้งไปในชั้นดินที่ต้องการทราบการทรุดตัวโดยที่ท่าเรือส่งขลานี้ใช้แบบขามลงมุม (Spider Magnet)

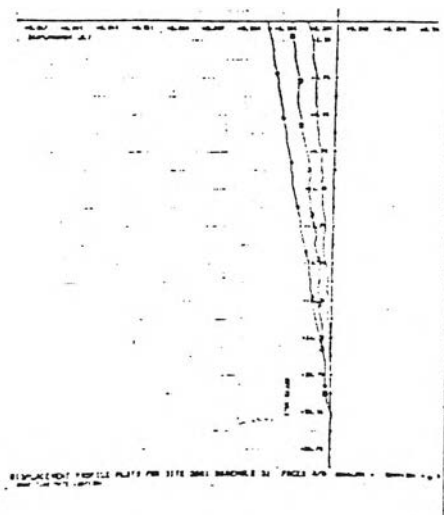
หัวตรวจสอบสนามแม่เหล็ก (Magnetic Probe) ทำงานโดยเมื่อหัวตรวจสอบอยู่ในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นเสียงที่ลำโพงขนาดเล็ก



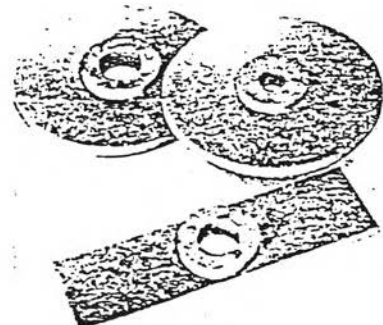
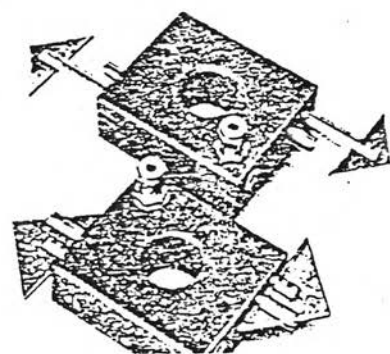
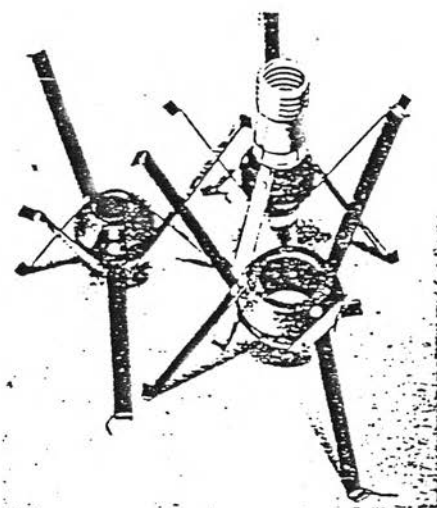
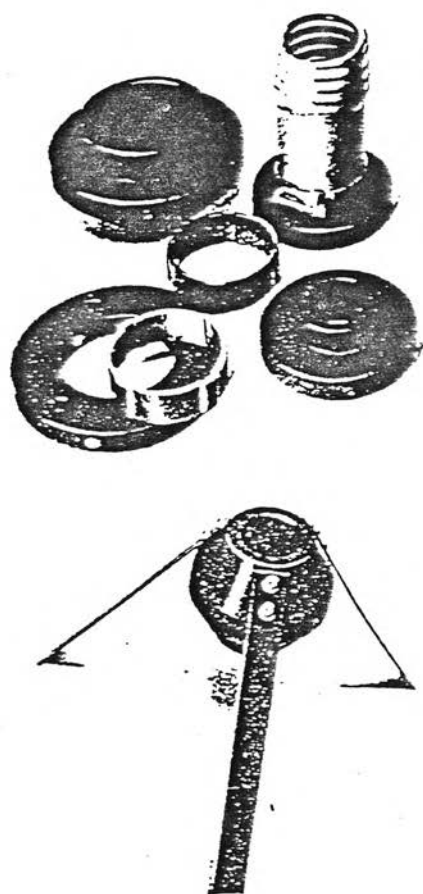
รูปที่ 4 ภาพแสดงเครื่องมือวัดการบ้ายเบนตามแนวตั้ง



รูปที่ 5 ภาพแสดงเครื่องอ่านของอินคลิโนมิเตอร์



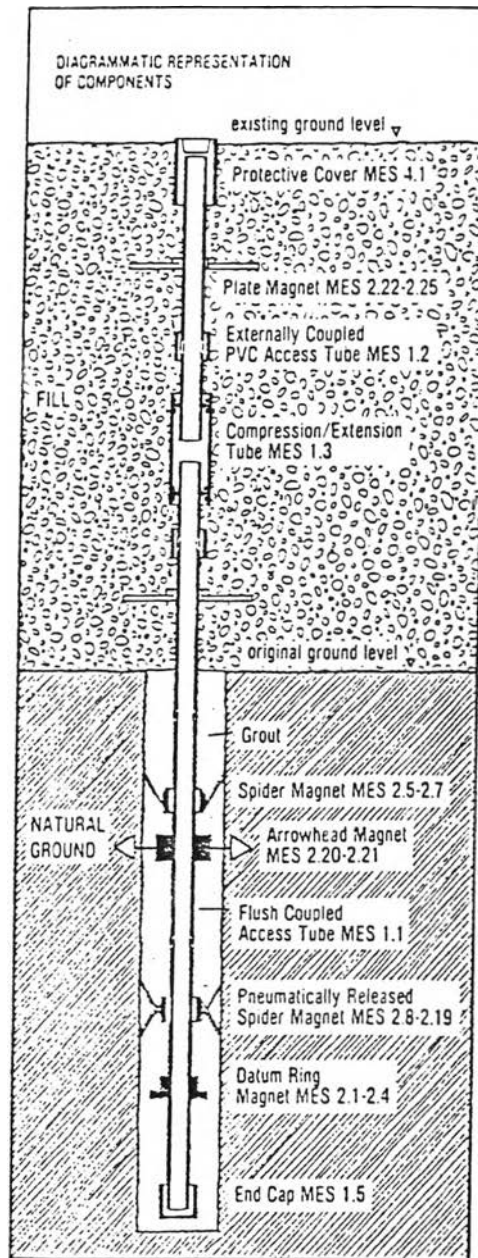
รูปที่ 6 ภาพแสดงตัวอย่างการเคลื่อนตัวของชั้นดินที่ได้จากอินคลิโนมิเตอร์



รูปที่ 7 ภาพแสดงลักษณะของเอกซ์เทนโซมิเตอร์

การติดตั้งเอกซ์เทนโซมิเตอร์ทำโดยการติดตั้ง Datum Ring Magnet และ Elevation Ring Magnet ควบคู่ไปกับ Access Tube โดยเตรียมติดตั้งแม่เหล็กวงแหวนไว้กับ Access Tube ตามระดับที่ต้องการ เรียงไว้ให้เป็นลำดับเพื่อสะดวกในการติดตั้ง แม่เหล็กวงแหวนชนิดขามลงมุม จะถูกรัดขาไว้และต่อเข้ากับมิดที่ทำงานด้วยแรงลมดิน เมื่อทำการติดตั้งอินคลิโนมิเตอร์ถึงตอนถอนปลอกออกหมดแล้วทำการตรวจสอบระดับของเป่าแม่เหล็กทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงทำการตัดเชือกที่รัดขาของเป่าแม่เหล็กชนิดขามลงมุมจะไปเกาะกับดินภายนอกรูปแบบการติดตั้งแสดงไว้ในรูปที่ 8

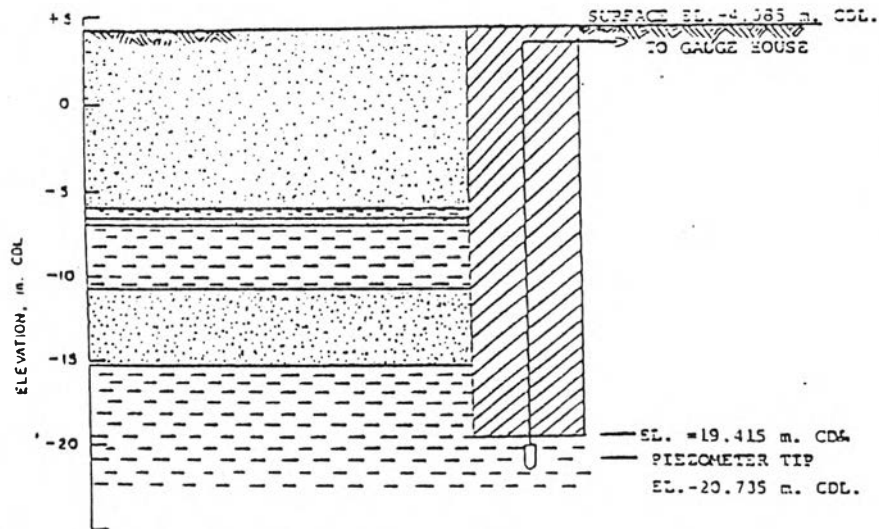




รูปที่ 8 ภาพแสดงการติดตั้งเอกซ์เทนโซมิเตอร์

PIEZOMETER NO. P1/1

DATE OF INSTALLATION : JUNE 23, 1986.



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL installation adaptor.

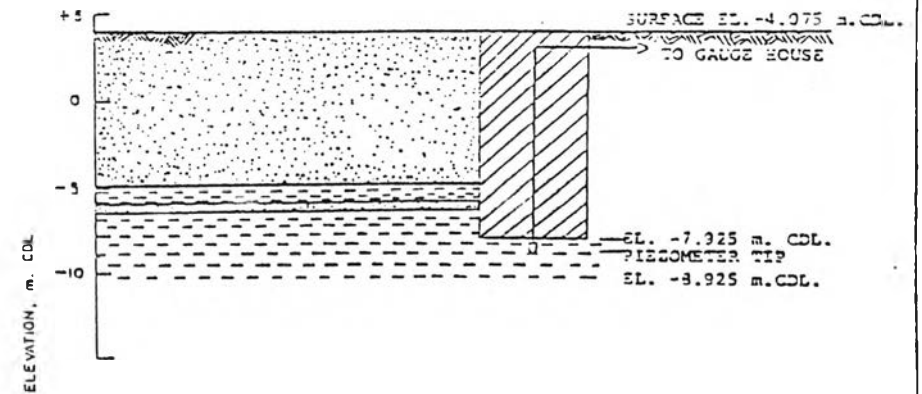
LEGENO :

- | | | |
|--|--|--------------------------------|
| | SAND | BOREHOLE DIAMETER : 75 mm. |
| | CLAY | COLOUR CODE : Red-White |
| | BENTONITE / CEMENT GROUT
(3:C:W = 3:1:12) | TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 60 m. |

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P1/2

DATE OF INSTALLATION : JUNE 24, 1986.



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL placing adaptor.

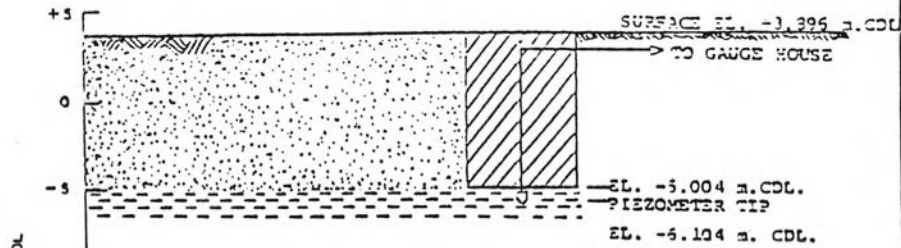
LEGENO :

- | | | |
|--|--|--------------------------------|
| | SAND | BOREHOLE DIAMETER : 75 mm. |
| | CLAY | COLOUR CODE : Red-White |
| | BENTONITE / CEMENT GROUT
(3:C:W = 3:1:12) | TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 41 m. |

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P1/3

DATE OF INSTALLATION : JUNE 25, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole in the heave area using GIL installation adaptor.

LEGEND :



SAND



CLAY



BENTONITE / CEMENT GROUT

(B:C:W = 3:1:12)

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.

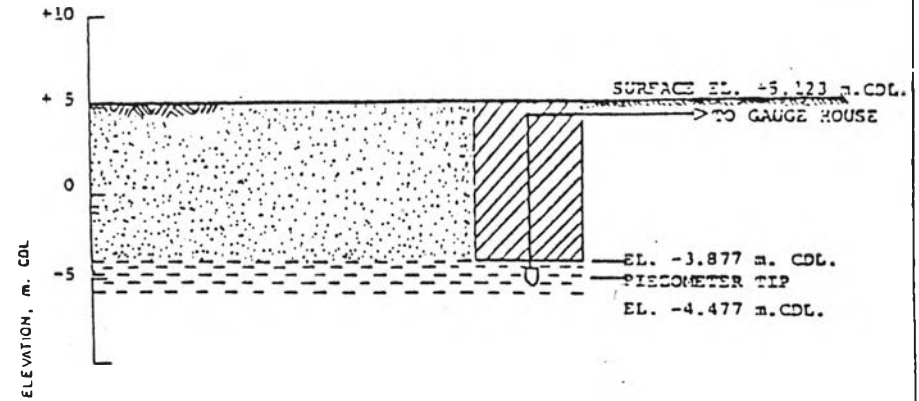
COLOUR CODE : Grey

TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 35 m.

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P2/1

DATE OF INSTALLATION : JUNE 24, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed 0.60 m. from base of borehole using GIL installation adaptor.

Hard stratum was encountered at EL. -4.477 m. CDL.

LEGEND :



SAND



CLAY



BENTONITE / CEMENT GROUT

(B:C:W = 3:1:12)

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.

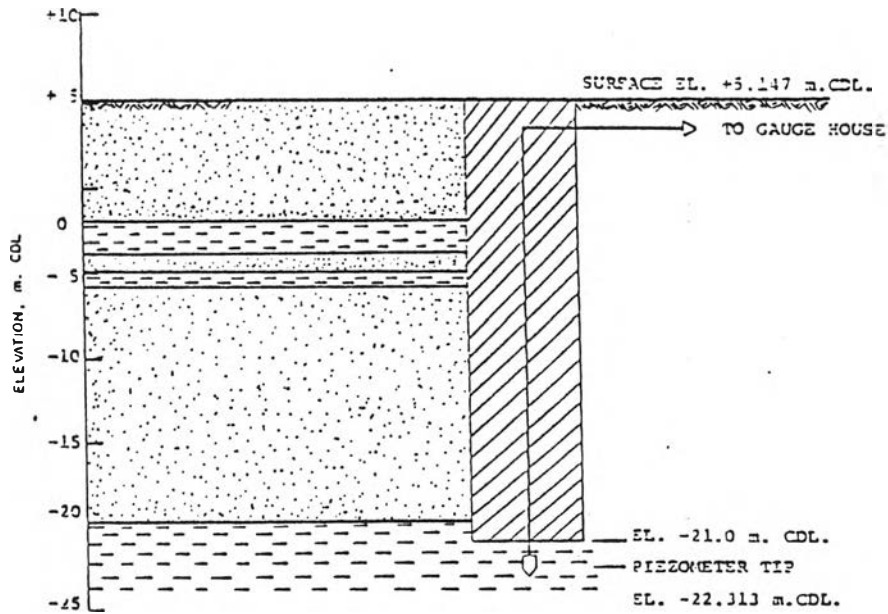
COLOUR CODE : Yellow

TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 54 m.

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P2/1

DATE OF INSTALLATION : JUNE 13, 1966.



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL installation adaptor

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Black



BENTONITE / CEMENT GROUT

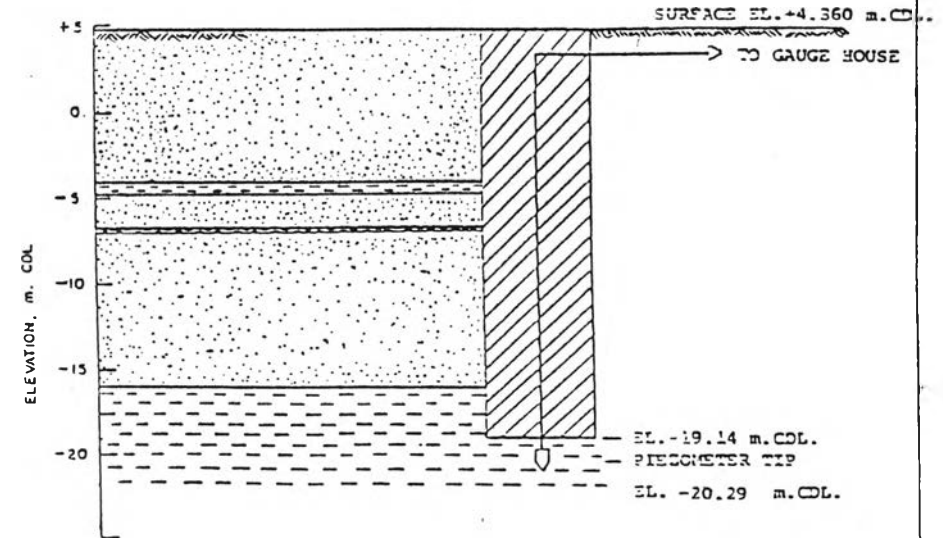
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 72 m.

(B:C:W = 1:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P2/2

DATE OF INSTALLATION : JUNE 19, 1966.



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using STS steel mandrel.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Brown



BENTONITE / CEMENT GROUT

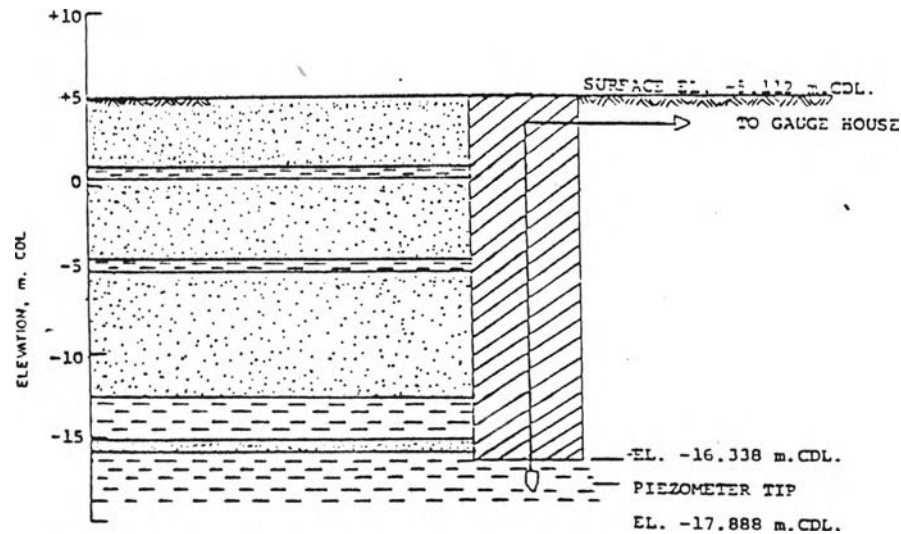
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 69 m.

(B:C:W = 2:1:15)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO 22/5

DATE OF INSTALLATION : JUNE 16, 1986.



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL installation adaptor

LEGEND :

SAND

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.

CLAY

COLOUR CODE : Yellow alternated with green.

BENTONITE / CEMENT GROUT

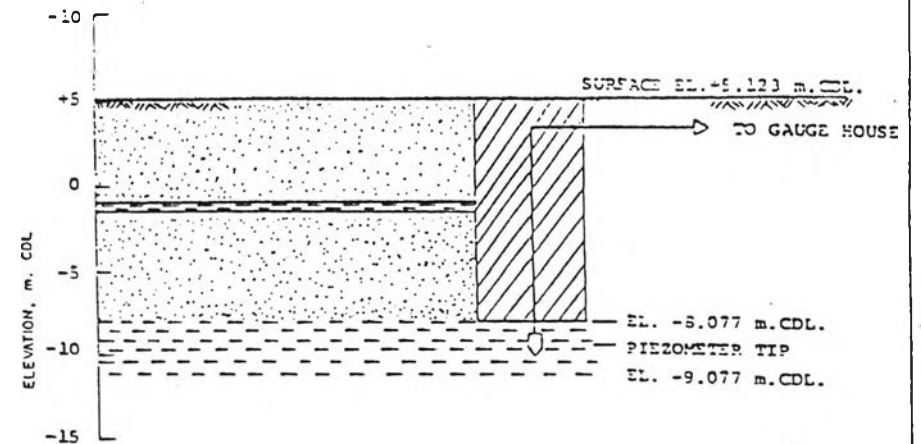
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 67 m.

(B:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO 22/4

DATE OF INSTALLATION : JUNE 15, 1986.



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL installation adaptor.

LEGEND :

SAND

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.

CLAY

COLOUR CODE : Red

BENTONITE / CEMENT GROUT

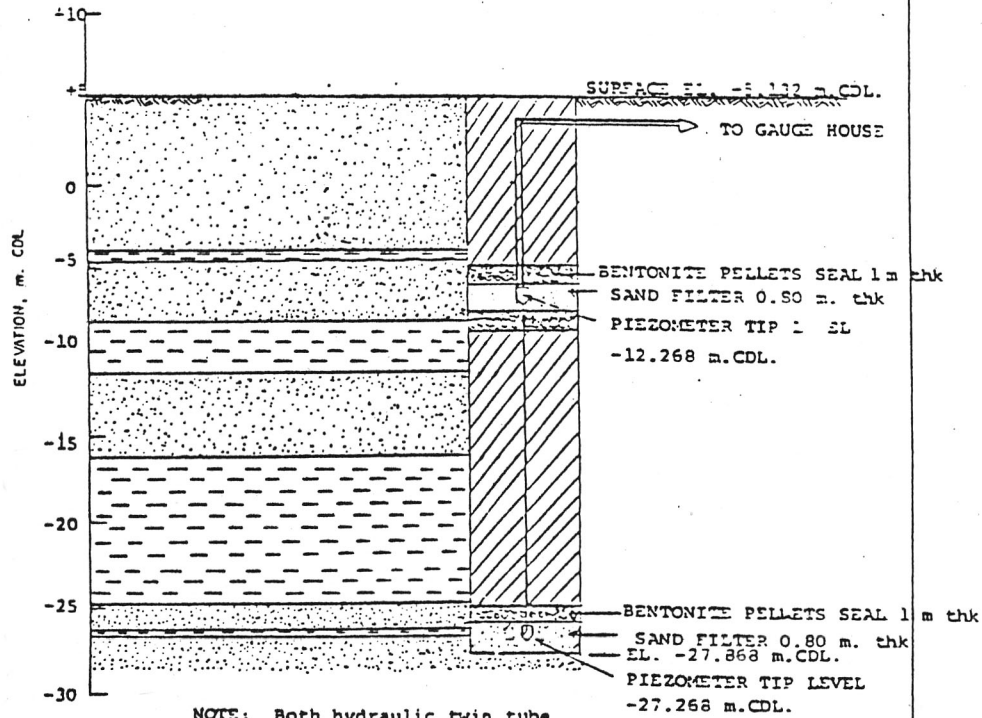
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 59 m.

(B:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P2/6

DATE OF INSTALLATION : JUNE 15-16, 1986



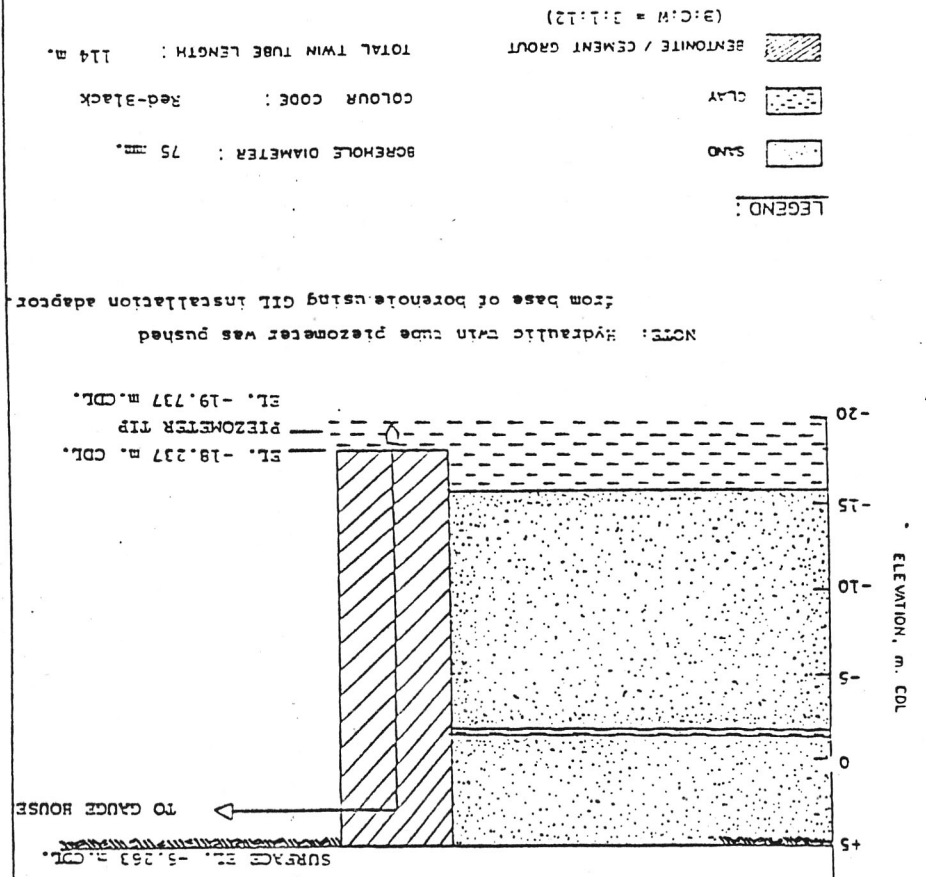
NOTE: Both hydraulic twin tube piezometer were installed in sand pocket.

LEGEND :

	SAND	BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.
	CLAY	: Violet for the upper piezometer
	BENTONITE / CEMENT GROUT (B:C:W = 3:1:12)	COLOUR CODE : Green for the lower piezometer
		TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 62 m for the upper piezometer
		: 77 m for the lower Piezometer

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

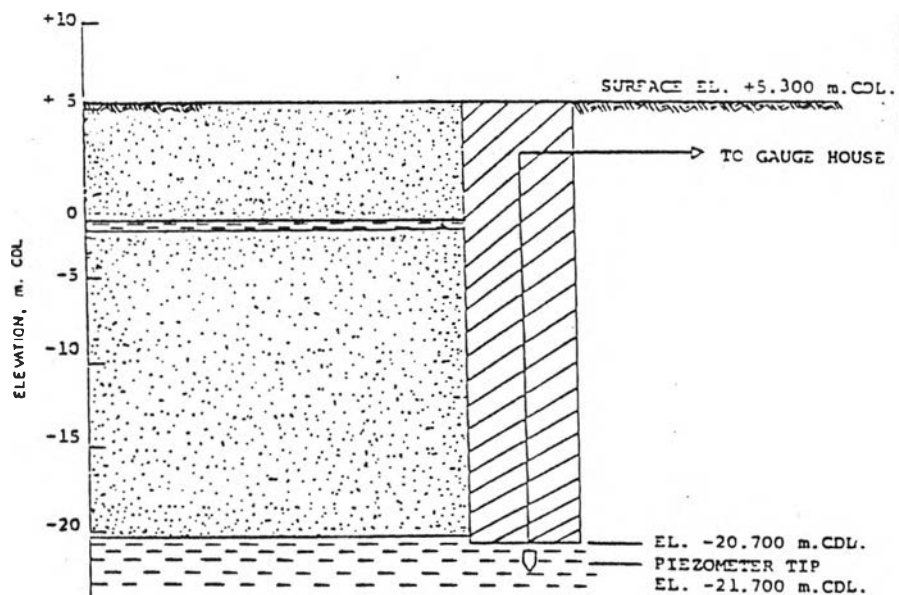
DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION



PIEZOMETER NO. P2/7 DATE OF INSTALLATION : JUNE 18, 1986

PIEZOMETER NO. P3/3

DATE OF INSTALLATION : JUNE 19, 1986.



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL installation adaptor.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Blue



BENTONITE / CEMENT GROUT

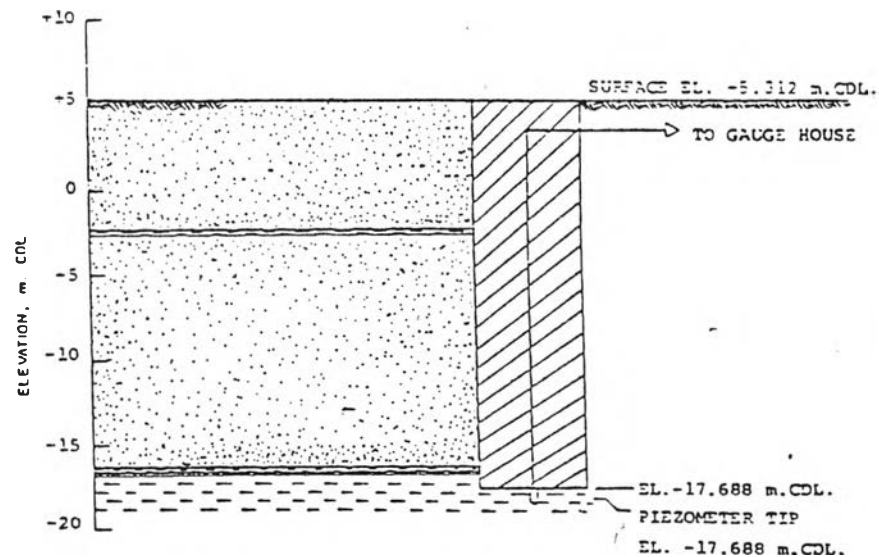
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 116 m

(B:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P3/2

DATE OF INSTALLATION : JUNE 17, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL installation adaptor.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.



CLAY

COLOUR CODE : White



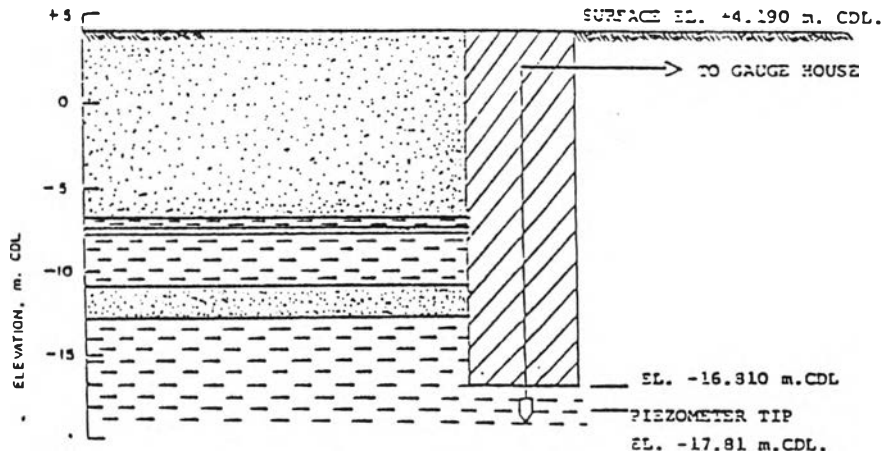
BENTONITE / CEMENT GROUT

TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 112 m.

(B:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. 24/1



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using STS steel mandrel.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.



CLAY

COLOUR CODE : White



BENTONITE / CEMENT GROUT

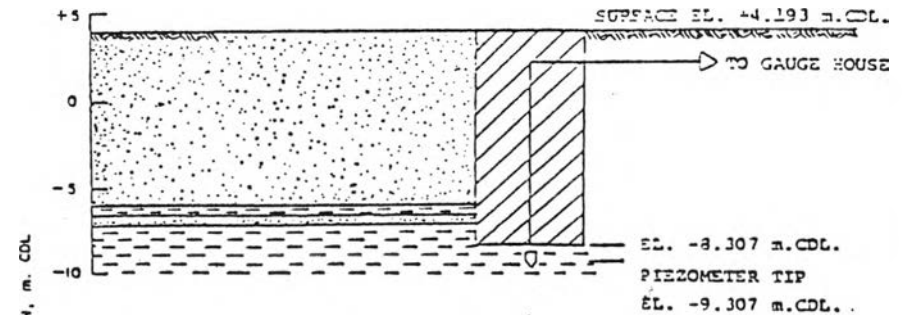
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 65 m.

(3:C:W = 1:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. 24/2

DATE OF INSTALLATION : JULY 5, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using STS steel mandrel.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Violet



BENTONITE / CEMENT GROUT

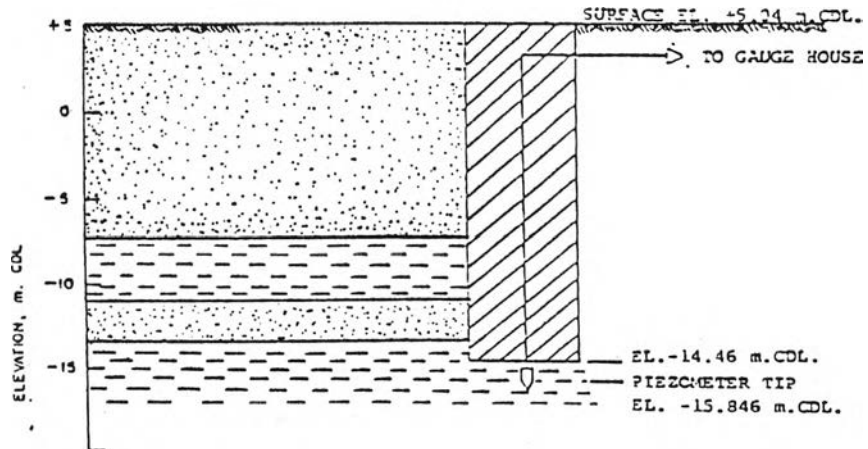
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 59 m.

(3:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. 95/2

DATE OF INSTALLATION : JUNE 29, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL installation adaptor.

LEGEND :



SAND



CLAY



BENTONITE / CEMENT GROUT

(B:C:W = 3:1:12)

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.

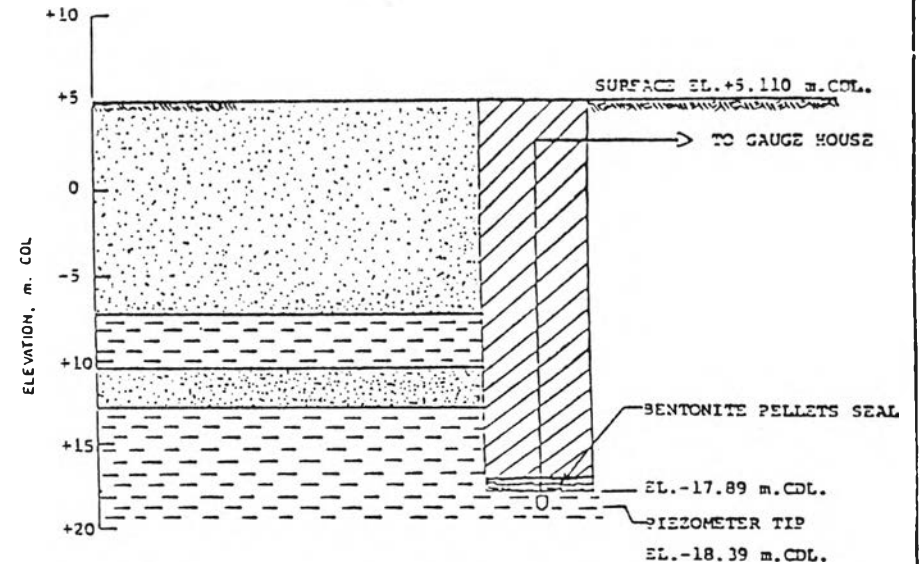
COLOUR CODE : Yellow

TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 59 m.

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. 95/2

DATE OF INSTALLATION : JULY 2, 1986

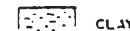


NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was push only 0.50 m. into clay stratum due to hard clay layer encountered and sealed by bentonite pellets for 0.50 thick.

LEGEND :



SAND



CLAY



BENTONITE / CEMENT GROUT

(B:C:W = 3:1:12)

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.

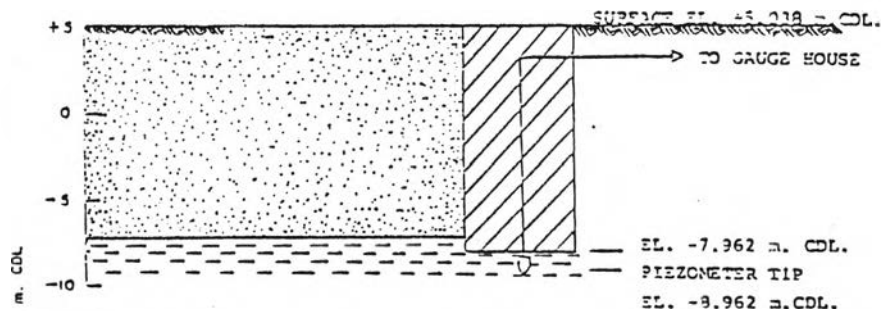
COLOUR CODE : Red

TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 69 m.

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. 25/3

DATE OF INSTALLATION : JULY 5, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using STS steel mandrel.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Black



BENTONITE / CEMENT GROUT

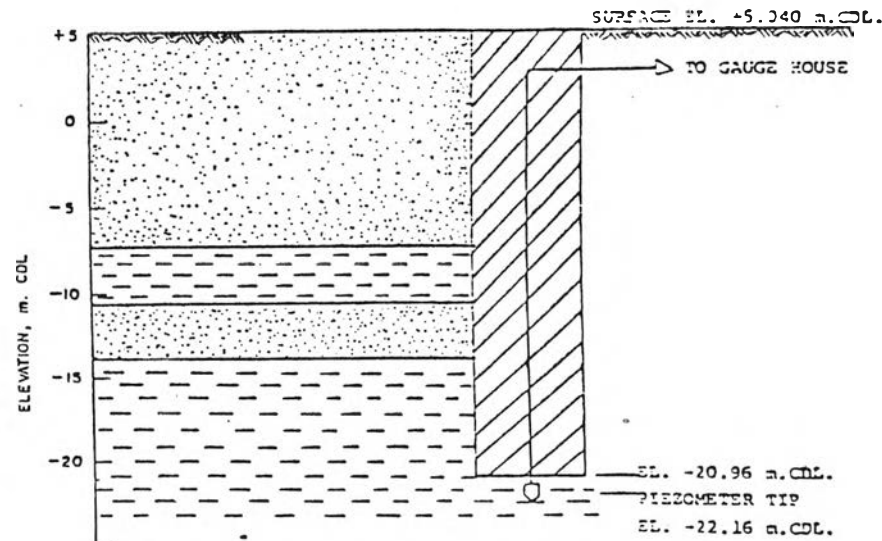
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 58 m.

(B:C:M = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. 25/4

DATE OF INSTALLATION : JULY 6, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using STS steel mandrel.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Yellow alternated with green.



BENTONITE / CEMENT GROUT

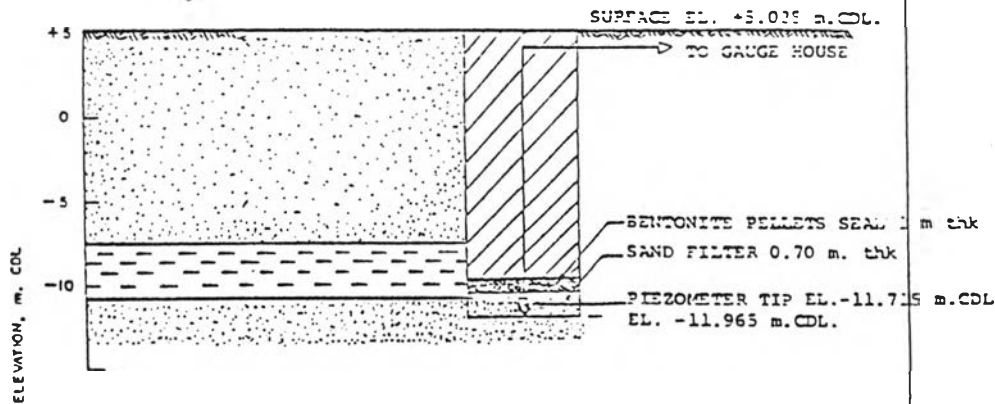
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 75 m.

(B:C:M = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. 95/5

DATE OF INSTALLATION : JULY 7, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was installed in sand pocket.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Red-Black.



BENTONITE / CEMENT GROUT

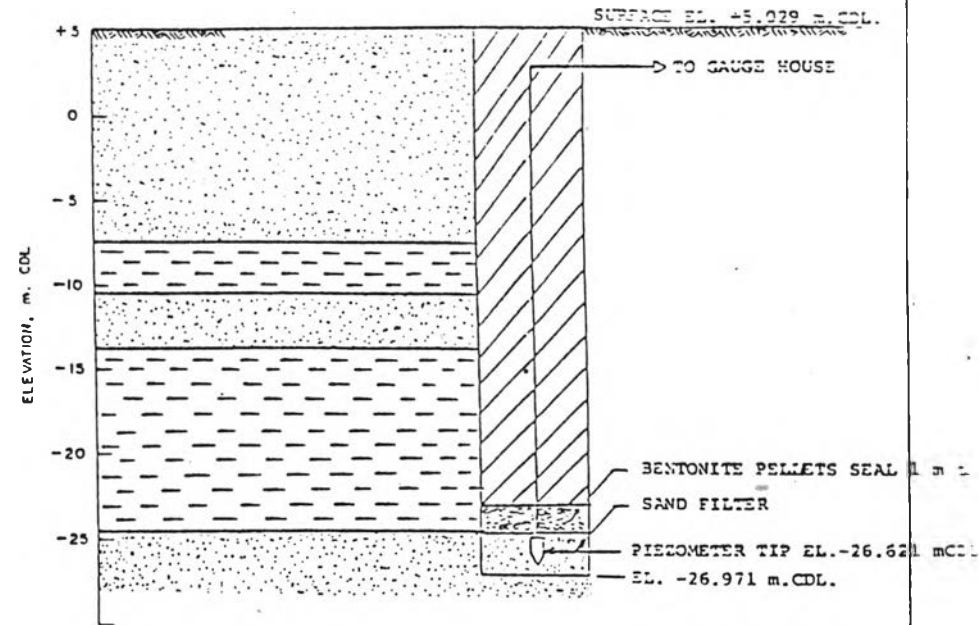
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 60 m.

(B:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. 95/6

DATE OF INSTALLATION : JULY 3, 1986



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was installed in sand pocket.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Brown



BENTONITE / CEMENT GROUT

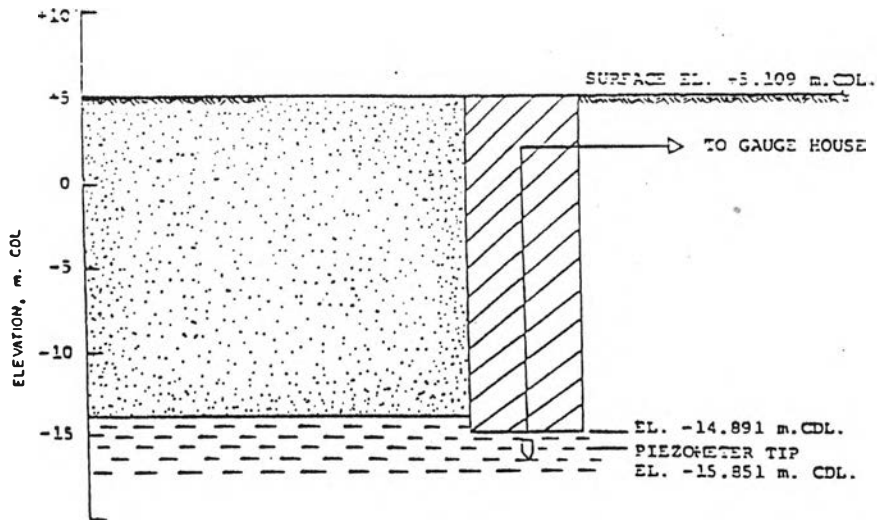
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 71 m.

(B:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P5/1

DATE OF INSTALLATION : JUNE 29, 1966



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using GIL installation adaptor.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 75 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Green



BENTONITE / CEMENT GROUT

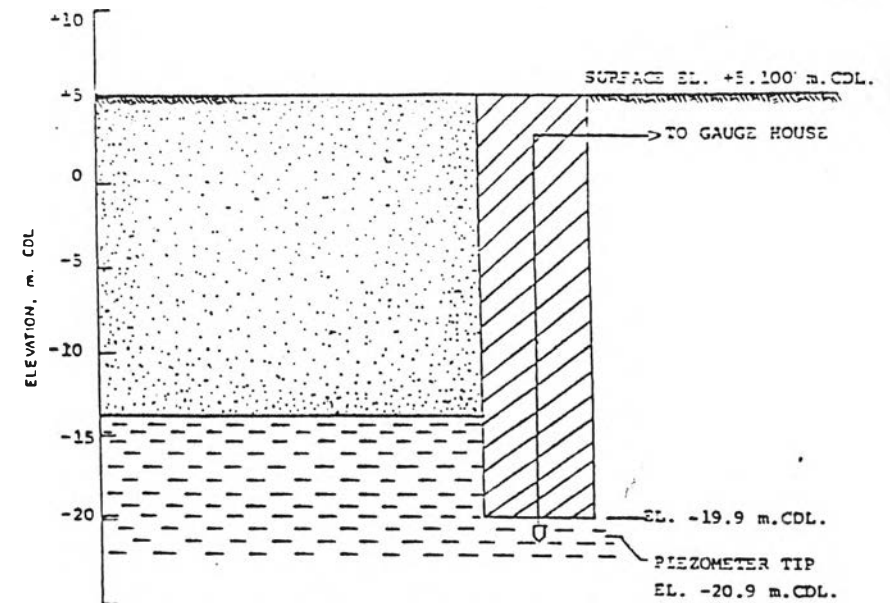
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 101 m.

(B:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO. P5/2

DATE OF INSTALLATION : JULY 7, 1966



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using STS steel mandrel.

LEGEND :



SAND

BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.



CLAY

COLOUR CODE : Red-White



BENTONITE / CEMENT GROUT

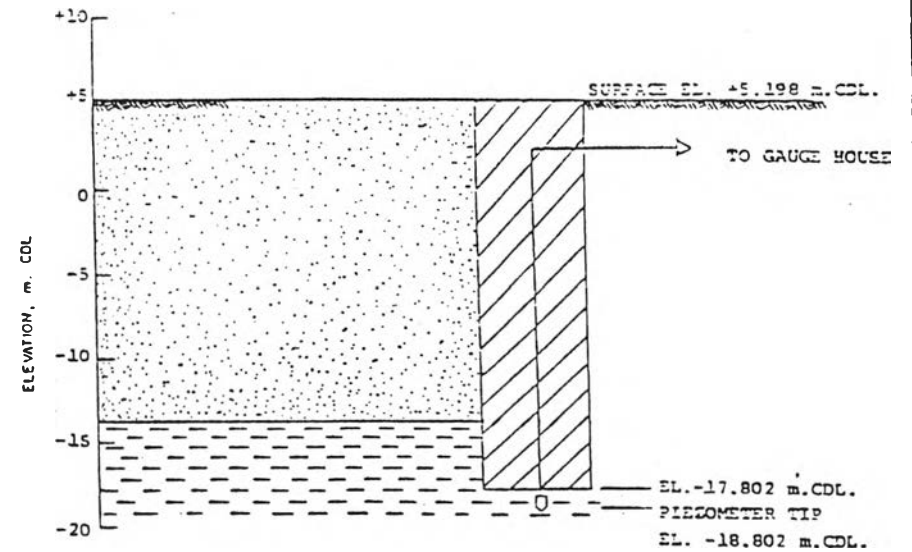
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 110 m.

(B:C:W = 3:1:12)

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

PIEZOMETER NO 35/3

DATE OF INSTALLATION : JULY 8, 1966



NOTE: Hydraulic twin tube piezometer was pushed from base of borehole using STS steel mandrel.

LEGEND :

 SAND

 CLAY

 BENTONITE / CEMENT GROUT

(B:C:W = 3:1:12)

BOREHOLE DIAMETER : 100 mm.

COLOUR CODE : Grey

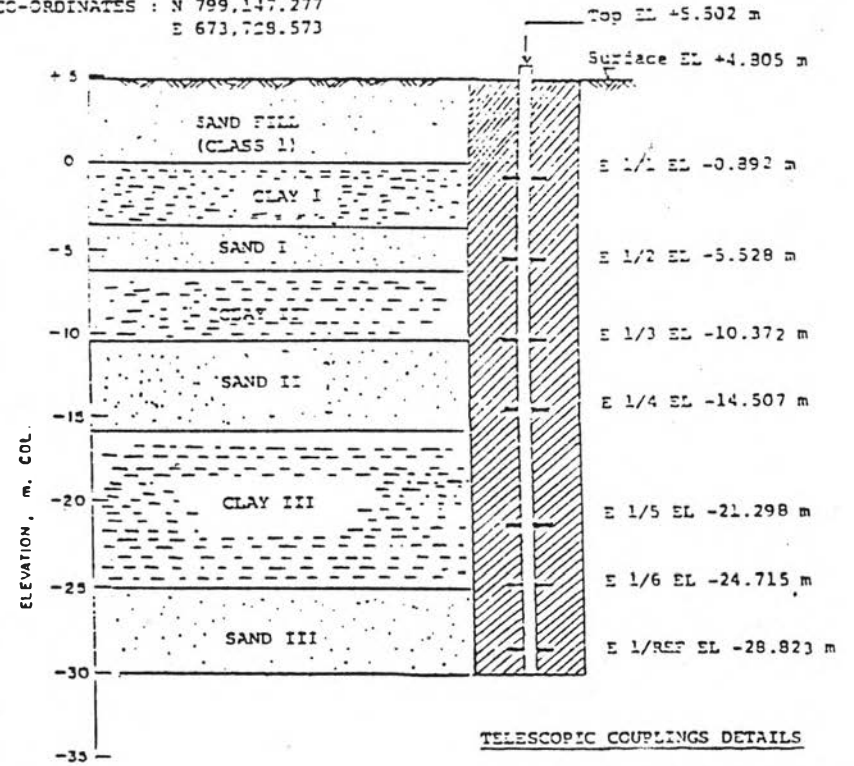
TOTAL TWIN TUBE LENGTH : 103 m.

DETAILS OF PIEZOMETER INSTALLATION

INCLINOMETER NO. I-1

DATE OF INSTALLATION : Aug 1, 86

CO-ORDINATES : N 799,147.277
E 673,729.573



TELESCOPIC COUPLINGS DETAILS

EL +4.805 to EL +0.200 C 100 mm @ 3 m
EL +0.200 to EL -27.20 C 300 mm @ 3 m
EL -27.200 to EL -30.20 C 200 mm @ 3 m

LEGEND :

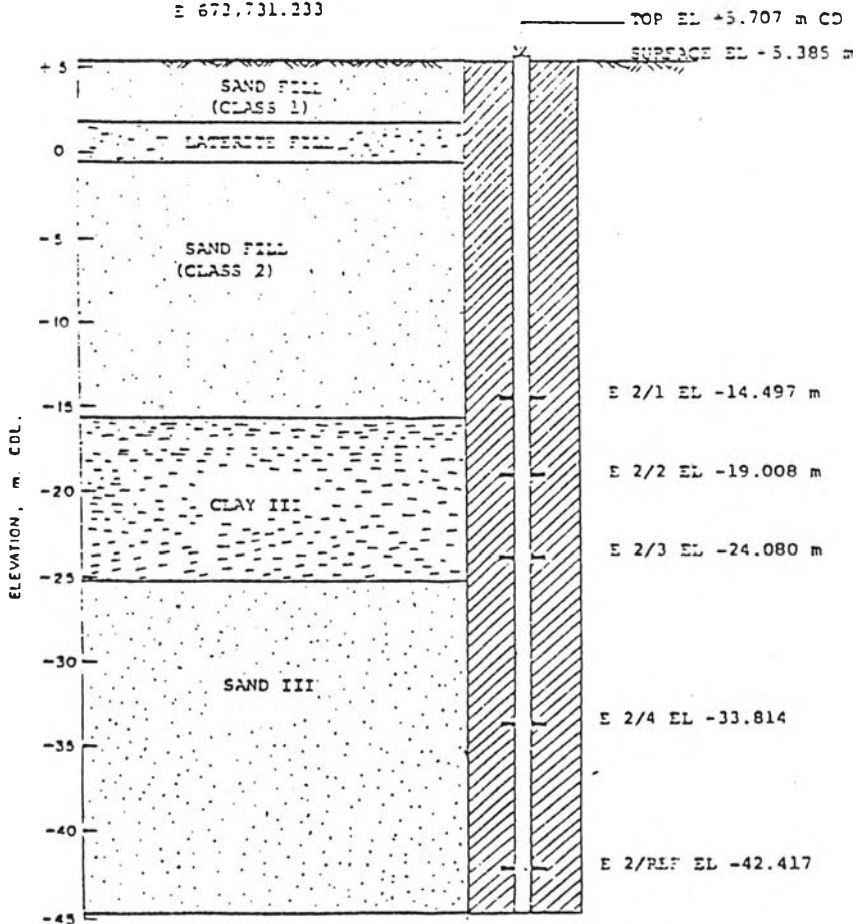
-  SAND
-  CLAY
-  BENTONITE / CEMENT GRCUT (B : C : W = 2 : 1 : 12)

DETAILS OF INCLINOMETER INSTALLATION


INCLINOMETER NO. I-1

DATE OF INSTALLATION : July 30, 86

CO-ORDINATES : N 799,208.035
E 673,731.233



LEGEND :

-  SAND
-  CLAY
-  BENTONITE / CEMENT GROUT (B : C : W = 3 : 1 : 25)

TELESCOPIC COUPLING DETAILS

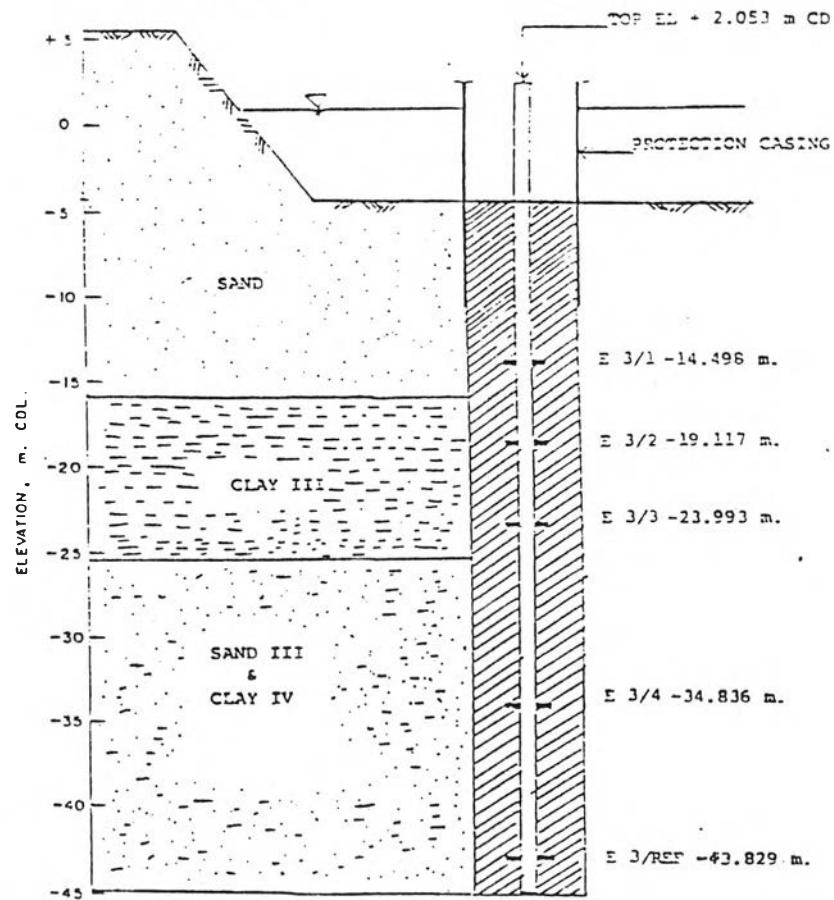
EL +5.385 to EL -8.10 C 100 mm @ 3.0 m
 EL -8.105 to EL -14.50 C 200 mm @ 3.0 m
 EL -14.50 to EL -24.00 C 300 mm @ 3.0 m
 EL -24.00 to EL -45.00 C 200 mm @ 3.0 m

DETAILS OF INCLINOMETER INSTALLATION




INCLINOMETER NO. I-3

DATE OF INSTALLATION : Aug 15, 86

CO-ORDINATES : N 799,240.362
E 673,730.213



LEGEND :

-  SAND
-  CLAY
-  BENTONITE / CEMENT GROUT (B : C : W = 2 : 1 : 15)

TELESCOPIC COUPLING DETAILS

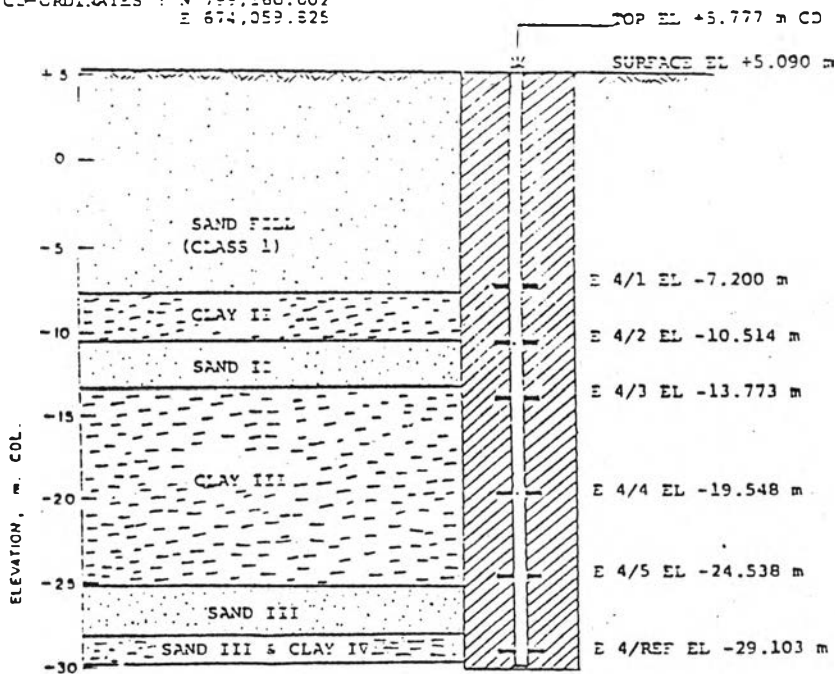
EL +2.05 m to -8.1 m C 100 mm @ 3.0 m
 EL -8.10 m to -14.5 m C 200 mm @ 3.0 m
 EL -14.5 m to -24.0 m C 300 mm @ 3.0 m
 EL -24.0 m to -45.0 m C 200 mm @ 3.0 m

DETAILS OF INCLINOMETER INSTALLATION

INCLINOMETER NC 1-4

DATE OF INSTALLATION : Aug 3, 86

CO-ORDINATES : N 799,160.002
E 674,059.825



TELESCOPIC COUPLING DETAILS

EL +5.09 to EL +0.20 C 100 mm @ 3.0 m
 EL +0.20 to EL -6.20 C 200 mm @ 3.0 m
 EL -6.20 to EL -26.00 C 300 mm @ 3.0 m
 EL -26.00 to EL -30.00 C 200 mm @ 3.0 m

LEGEND :

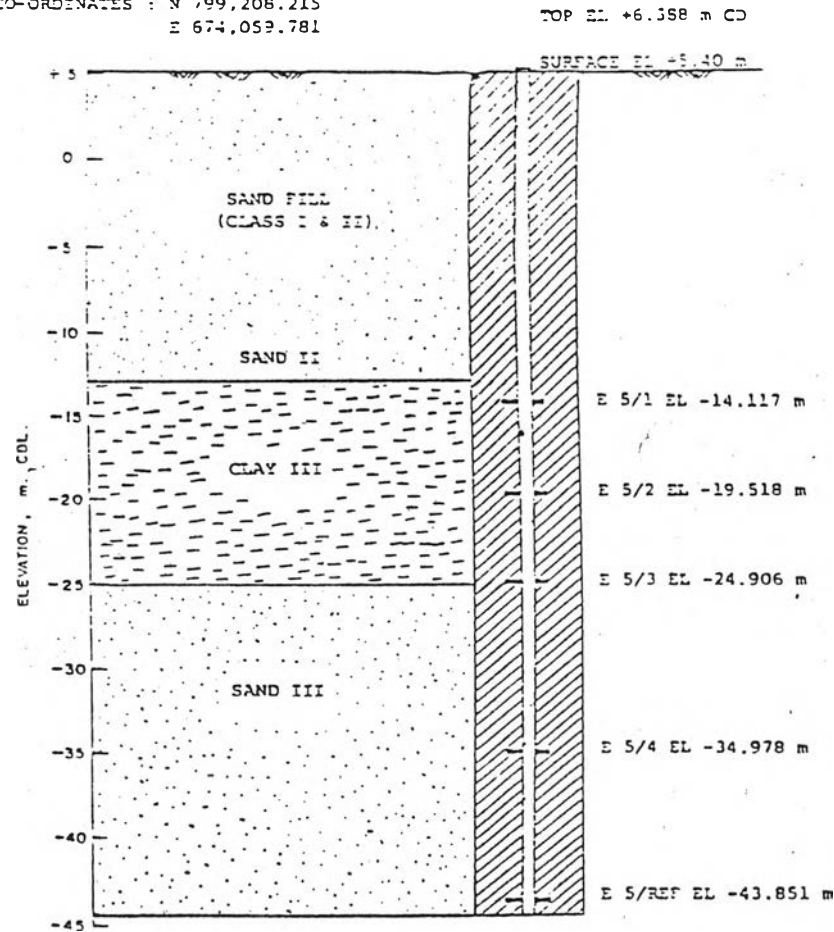
- SAND
- CLAY
- BENTONITE / CEMENT GROUT (B : C : W = 2:1:15)

DETAILS OF INCLINOMETER INSTALLATION

INCLINOMETER NO. 1-5

DATE OF INSTALLATION : Aug 5, 86

CO-ORDINATES : N 799,206.215
E 674,059.781



TELESCOPIC COUPLING DETAILS

EL +5.40 to -6.10 C 100 @ 3.0 m
 EL -6.10 to -12.50 C 200 @ 3.0 m
 EL -12.50 to -21.90 C 300 @ 3.0 m
 EL -21.90 to -43.00 C 200 @ 3.0 m

LEGEND :

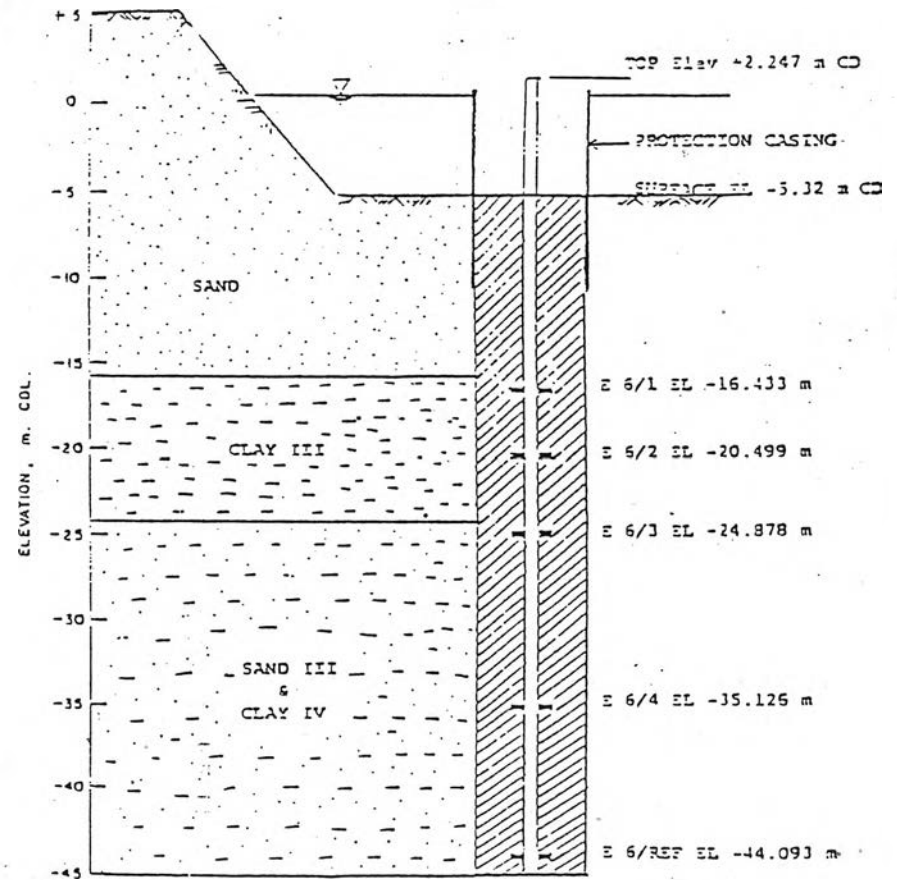
- SAND
- CLAY
- BENTONITE / CEMENT GROUT (B : C : W = 2:1:15)

DETAILS OF INCLINOMETER INSTALLATION





INCLINOMETER NO. I-6

DATE OF INSTALLATION : AUG 11, 86

CO-ORDINATES : N 799,239.317
E 674,059.663



LEGEND :

	SAND	EL +2.24 m to -7.70 m	C 100 mm @ 3.0 m
	CLAY	EL -7.70 m to -14.3 m	C 200 mm @ 3.0 m
	CLAY	EL -14.3 m to -25.1 m	C 100 mm @ 3.0 m
	BENTONITE / CEMENT GROUT (S : C : W = 2 : 1 : 15)	EL -25.1 m to -45.0 m	C 200 mm @ 3.0 m

TELESCOPIC COUPLING DETAILS

DETAILS OF INCLINOMETER INSTALLATION

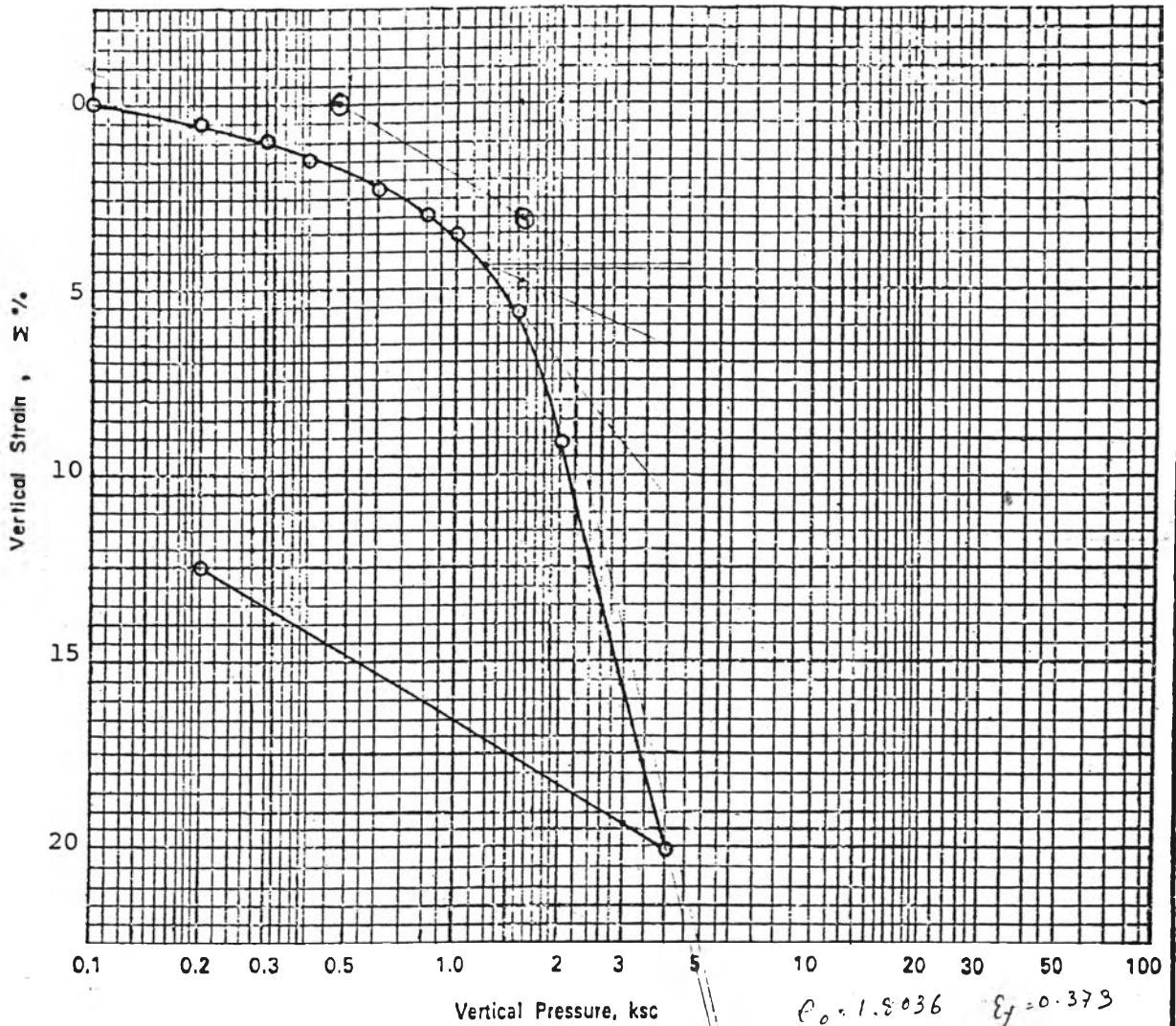


ภาคผนวก ง .

การปรับแก้โค้งการขุดตัวคาน้ำโดยวิธีของ
Schmertmann.

CONSOLIDATION TEST RESULTS

Project Songkhla Port	Location Songkhla Province	Job No. 1053
Boring No. BH-4	Sample No. PST-4	Depth -8.59 to -9.39 m. CDL Date 20/6/86



Pressure ksc	90% Consol. Time min	Coef. of Consolidation $C_v, 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$	Vertical Strain, $\Sigma \%$			Initial	Final
				Height of Sample, H cm.	Water Content, W %	2.50	67.3
0.1	—	—	0.0	Degree of Saturation, S %	100		
0.2	4.41	49.8	0.50	Solid Height of Sample, Hs cm.	0.90		
0.3	11.56	18.8	0.89	Diameter of Sample D cm.	6.35		
0.4	18.49	11.7	1.45	Wet Unit Weight γ_t g/cc	1.61		
0.6	12.25	17.4	2.21	Dry Unit Weight γ_d g/cc	0.96		
0.8	19.36	10.8	2.92	Liquid Limit LL %	87.7		
1.0	21.16	9.8	3.58	Plastic Limit PL %	33.9		
1.5	28.09	7.2	5.70	Compression Ratio CR	0.363		
2.0	148.84	1.3	9.19	Recompression Ratio RR	0.028		
4.0	49.0	3.3	20.12	Specific Gravity G	2.68		

$FLE = 2.00$

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

$\gamma_{v0} = 4.67$

$\gamma_{vm} = 15.5 \text{ T/m}^3$

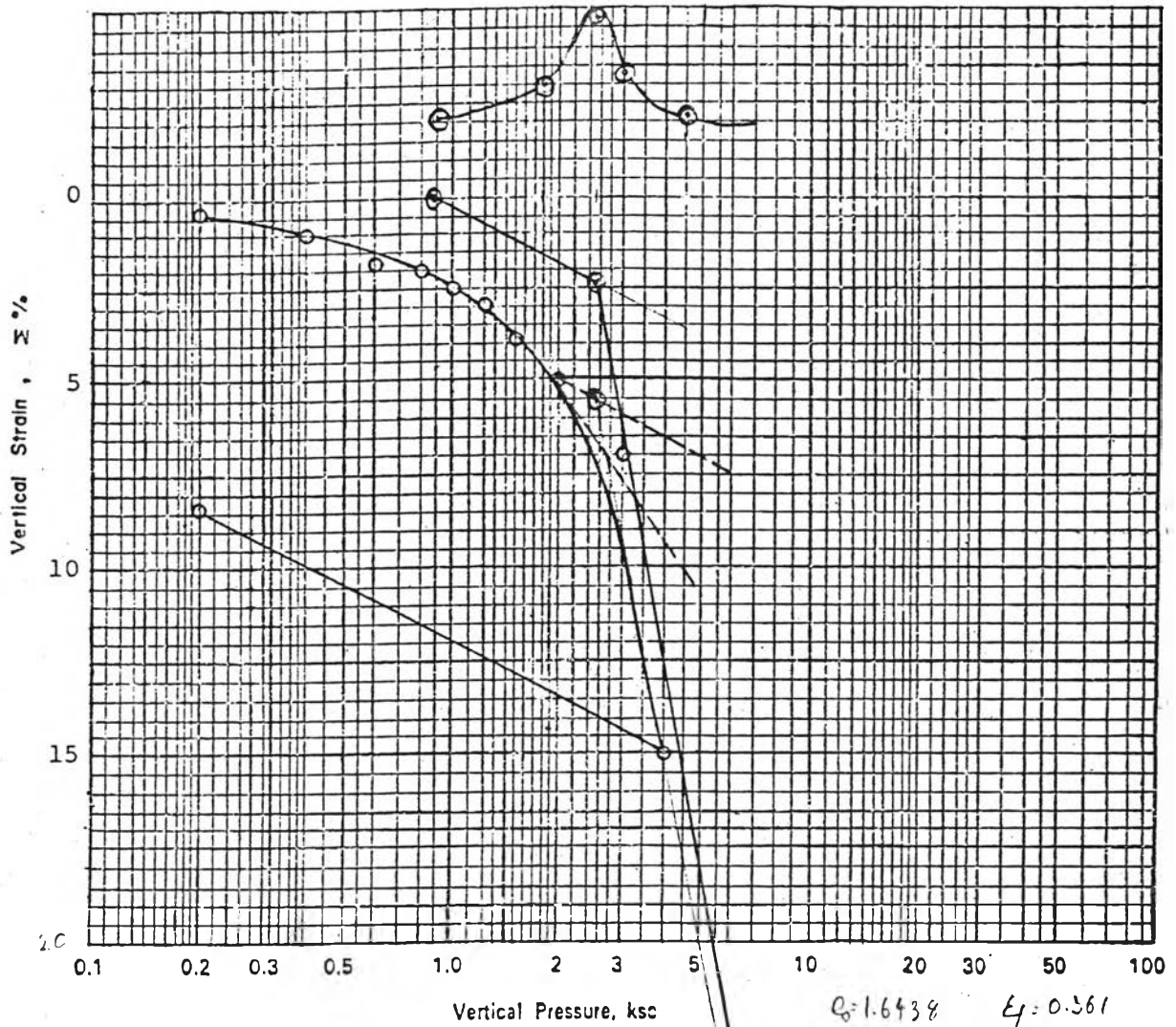
CR = 0.383

RR = 0.059

OCR = 3.32

CONSOLIDATION TEST RESULTS

Project	Songkhla Port	Location	Songkhla Province	Job No.	1053
Boring No.	BH-4	Sample No.	PST-7	Depth	14.59 to 15.39 m
				Date	20/6/86



Pressure ksc	90% Consol. Time min	Ccoef. of Consolidation $C_v, 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$	Vertical Strain, $\Sigma \%$			Initial	Final
				Height of Sample, H cm.	Water Content, W %	2.50	62.5
0.2	—	—	0.33	Degree of Saturation, S %	100		
0.4	6.25	34.9	1.02	Solid Height of Sample, Hs cm.	0.95		
0.6	53.29	4.0	1.81	Diameter of Sample D cm.	6.35		
0.8	42.25	5.0	2.03	Wet Unit Weight γ_t g/cc	1.62		
1.0	73.96	2.9	2.47	Dry Unit Weight γ_d g/cc	1.00		
1.2	12.96	16.1	2.91	Liquid Limit LL %	78.4		
1.5	17.64	11.7	3.83	Plastic Limit PL %	32.5		
2.0	82.81	2.4	5.04	Compression Ratio CR	0.448		
3.0	81.0	2.4	7.03	Recompression Ratio RR	0.023		
4.0	77.44	2.3	15.09	Specific Gravity G	2.63		

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

ELE : 14-89

$\gamma_{vm} = 25 \text{ T}$

RR : 0.051

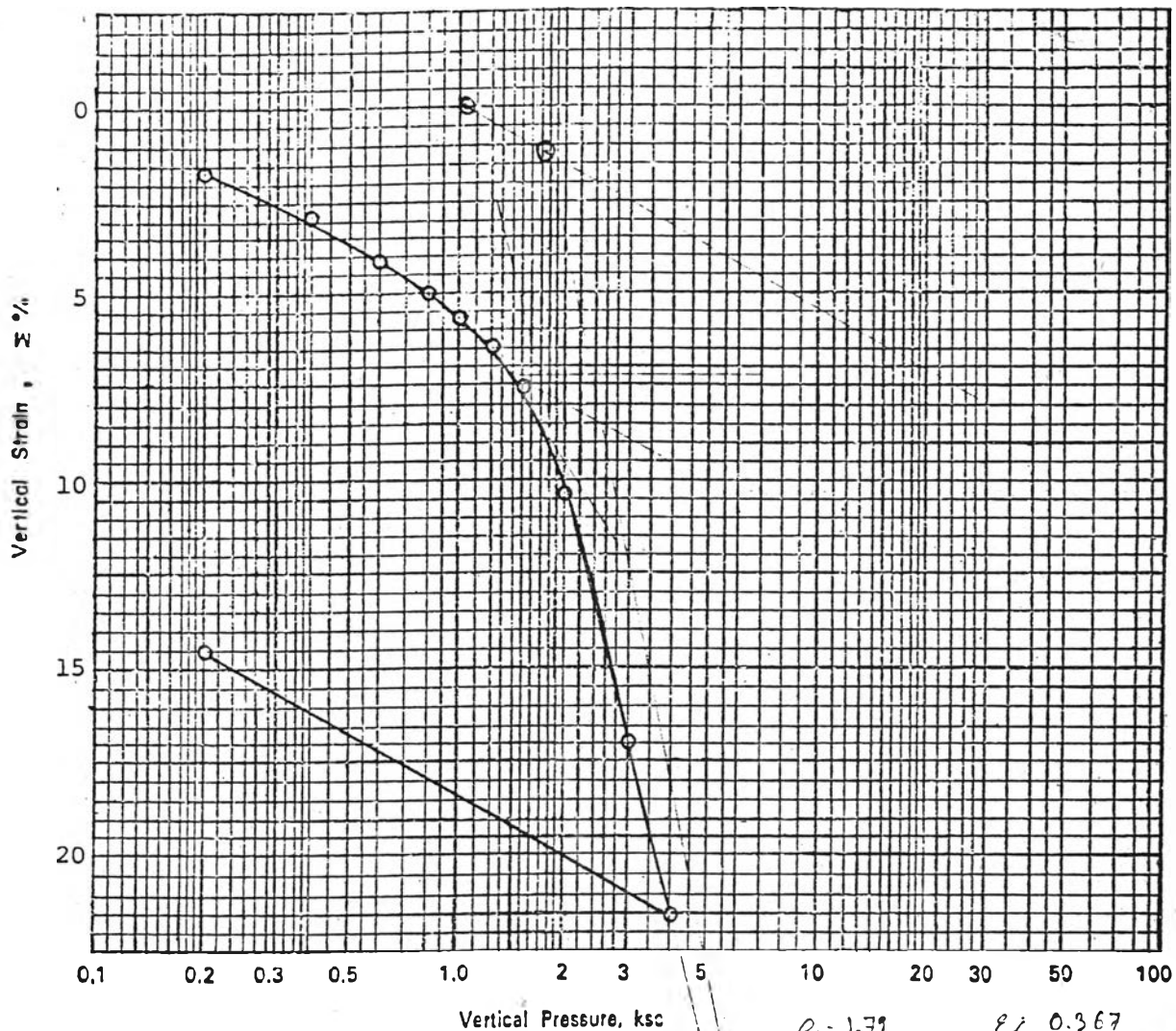
CR : 0.53

$\gamma_{vo} = 4.995$

OCR = 2.74

CONSOLIDATION TEST RESULTS

Project Songkhla Port	Location Songkhla Province	Job No. 1053
Boring No. BH-4	Sample No. PST 8	Depth-16.59to-17.39 m CDL Date 20/6/86



Pressure ksc	90% Consol. Time min	Coef. of Consolidation $C_v, 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$	Vertical Strain, $\Sigma \%$		
				initial	Final
				Height of Sample, H	cm. 2.00
				Water Content, W	% 64.1
0.2	2.56	54.3	1.74	Degree of Saturation, S	% 99.0
0.4	12.96	10.4	2.88	Solid Height of Sample, Hs	0.74 cm.
0.6	8.0	16.4	4.23	Diameter of Sample D	6.35 cm.
0.8	19.36	6.60	5.01	Wet Unit Weight γ_t	1.60 g/cc
1.0	21.16	6.0	5.71	Dry Unit Weight γ_d	0.98 g/cc
1.2	43.56	2.9	6.43	Liquid Limit LL	85.6 %
1.5	30.25	4.0	7.67	Plastic Limit PL	33.6 %
2.0	77.44	1.5	10.37	Compression Ratio CR	0.360
3.0	100.0	1.1	17.08	Recompression Ratio RR	0.054
4.0	96.04	1.0	21.64	Specific Gravity G	2.66

ELF 16.99

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

$\bar{\sigma}_v = 10.285$

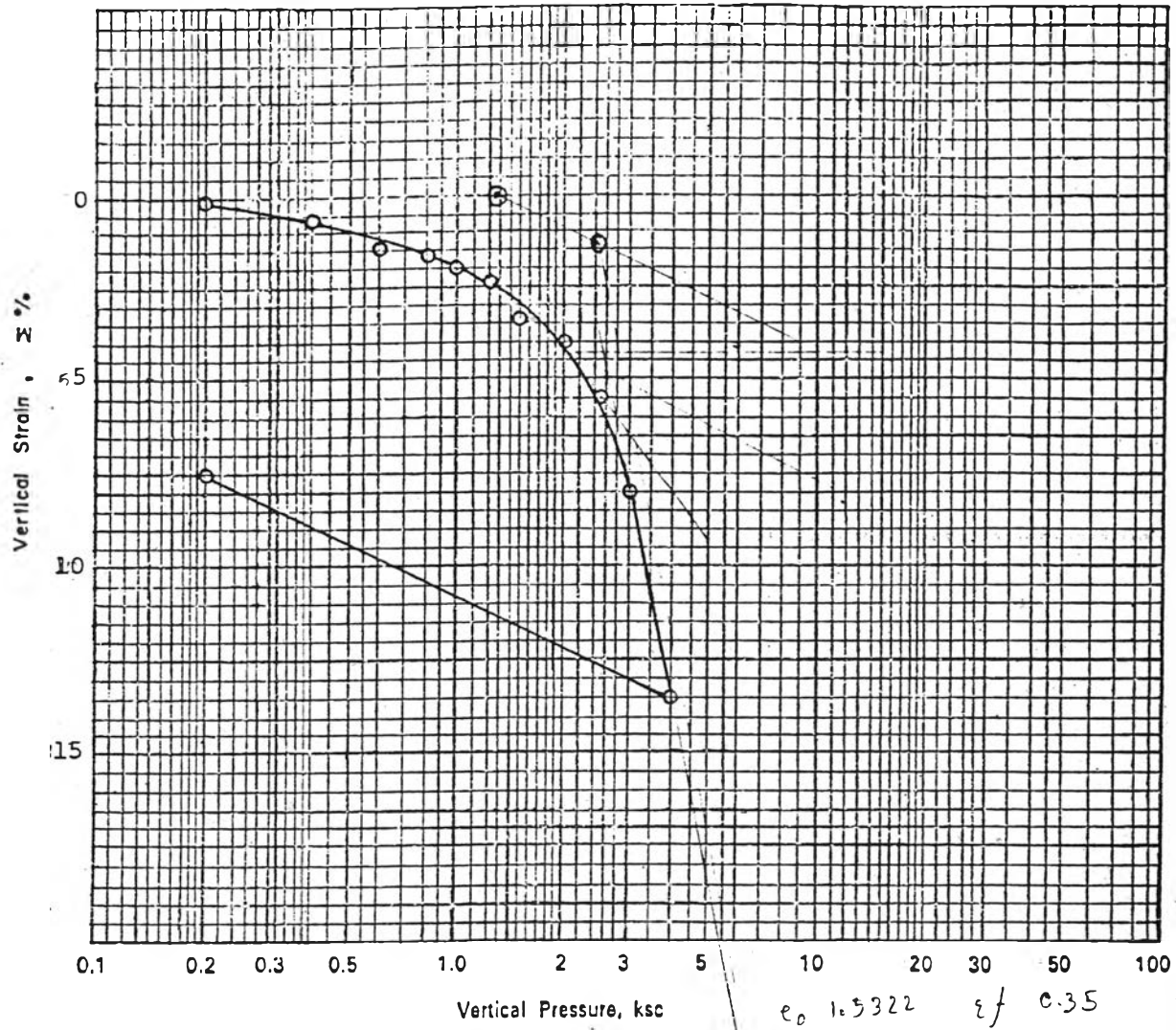
$\bar{\sigma}_{vm} = 17.571$

CR = 0.475

RR 0.054

CONSOLIDATION TEST RESULTS

Project	Songkhla Port	Location	Songkhla Province	Job No.	1053
Boring No.	BH-4	Sample No.	PST-10	Depth	-20.59 to -21.39m CDI
				Date	20/6/86



Pressure ksc	90% Consol. Time min	Coef. of Consolidation $C_v, 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$	Vertical Strain, Σ %			Initial	Final
				Height of Sample, H cm.	Water Content, W %	2.50	56.6
0.2	—	—	0.16	Degree of Saturation, S %	99.0		
0.4	2.56	85.5	0.72	Solid Height of Sample, Hs cm.	0.99		
0.6	2.89	74.8	1.42	Diameter of Sample D cm.	6.35		
0.8	4.0	53.5	1.66	Wet Unit Weight γ_t g/cc	1.66		
1.0	8.0	26.0	2.01	Dry Unit Weight γ_d g/cc	1.06		
1.2	8.0	26.4	2.37	Liquid Limit LL %	84.2		
1.5	121.0	1.7	3.32	Plastic Limit PL %	31.4		
2.0	29.16	7.0	3.94	Compression Ratio CR	0.445		
2.5	176.89	1.1	5.59	Recompression Ratio RR	0.022		
3.0	416.16	0.5	7.95	Specific Gravity G	2.68		
4.0	289.0	0.6	13.51				

ELL=20.99

STS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

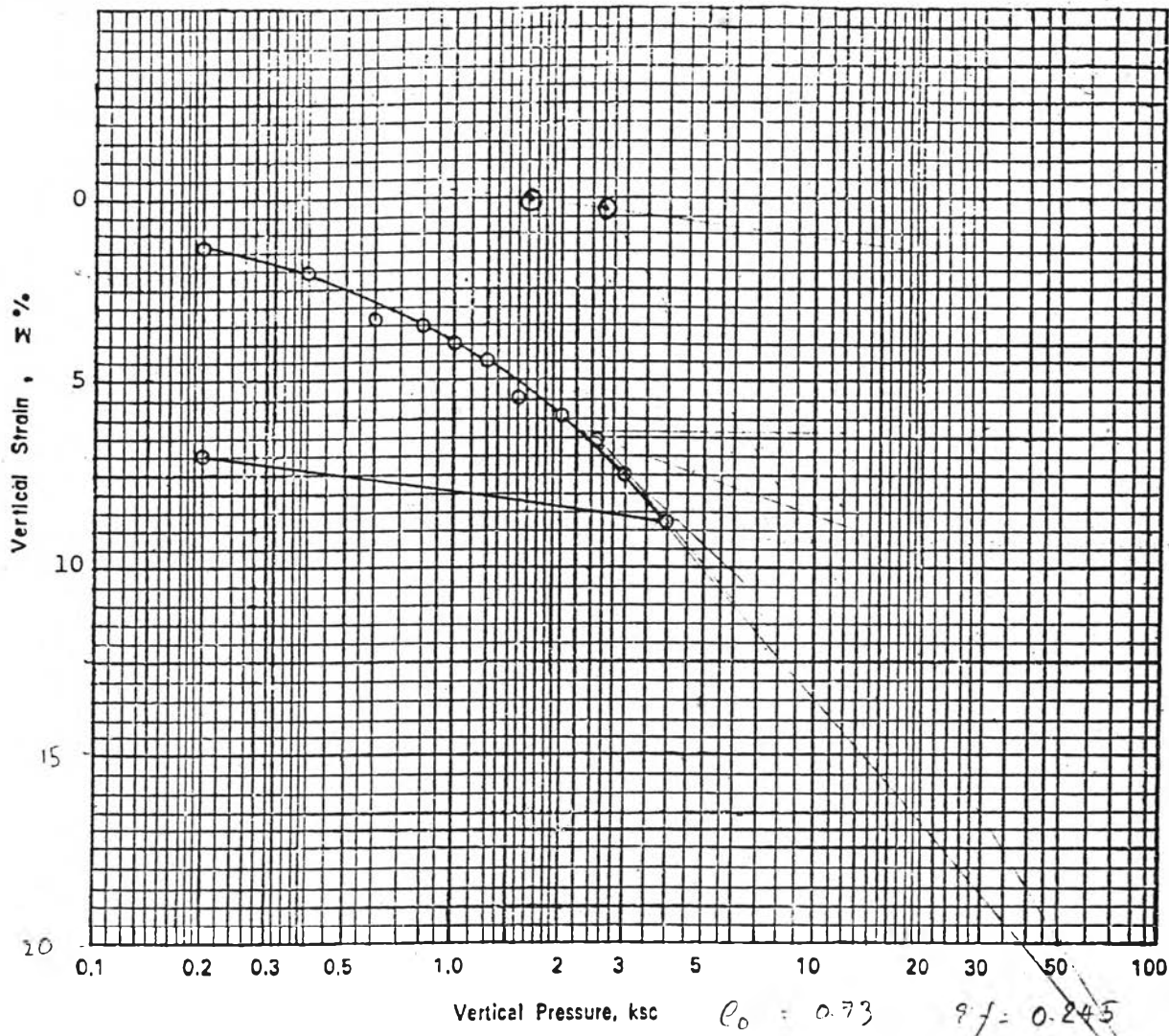
$\bar{\sigma}_{vm} = 12.885$

$\bar{\sigma}_{vm} = 24.5$

CR=0.51 RR=0.046

CONSOLIDATION TEST RESULTS

Project Songkhla Port	Location Songkhla Province	Job No. 1053
Boring No. BH-4	Sample No. PST-12	Depth 24.59 to 25.05 m. CDL
		Date 30/6/86



Pressure ksc	90% Consol. Time min	Coef. of Consolidation $C_v, 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$	Vertical Strain, $\Sigma \%$			Initial	Final
				Height of Sample, H cm.	Water Content, W %	2.50	
0.2	14.44	15.1	1.36	Degree of Saturation, S %	89.0		
0.4	37.21	5.7	2.09	Solid Height of Sample, H_s cm.	1.45		
0.6	12.96	16.1	3.30	Diameter of Sample D cm.	6.35		
0.8	4.0	51.5	3.50	Wet Unit Weight γ_t g/cc	1.96		
1.0	27.04	7.6	4.01	Dry Unit Weight γ_d g/cc	1.58		
1.2	3.24	62.5	4.50	Liquid Limit LL %	35.2		
1.5	23.04	8.7	5.43	Plastic Limit PL %	18.1		
2.0	-	-	5.88	Compression Ratio CR	-		
2.5	23.04	8.4	6.63	Recompression Ratio RR	-		
3.0	-	-	7.52	Specific Gravity G	2.73		
4.0	31.36	5.9	8.73				

LL = 24.99

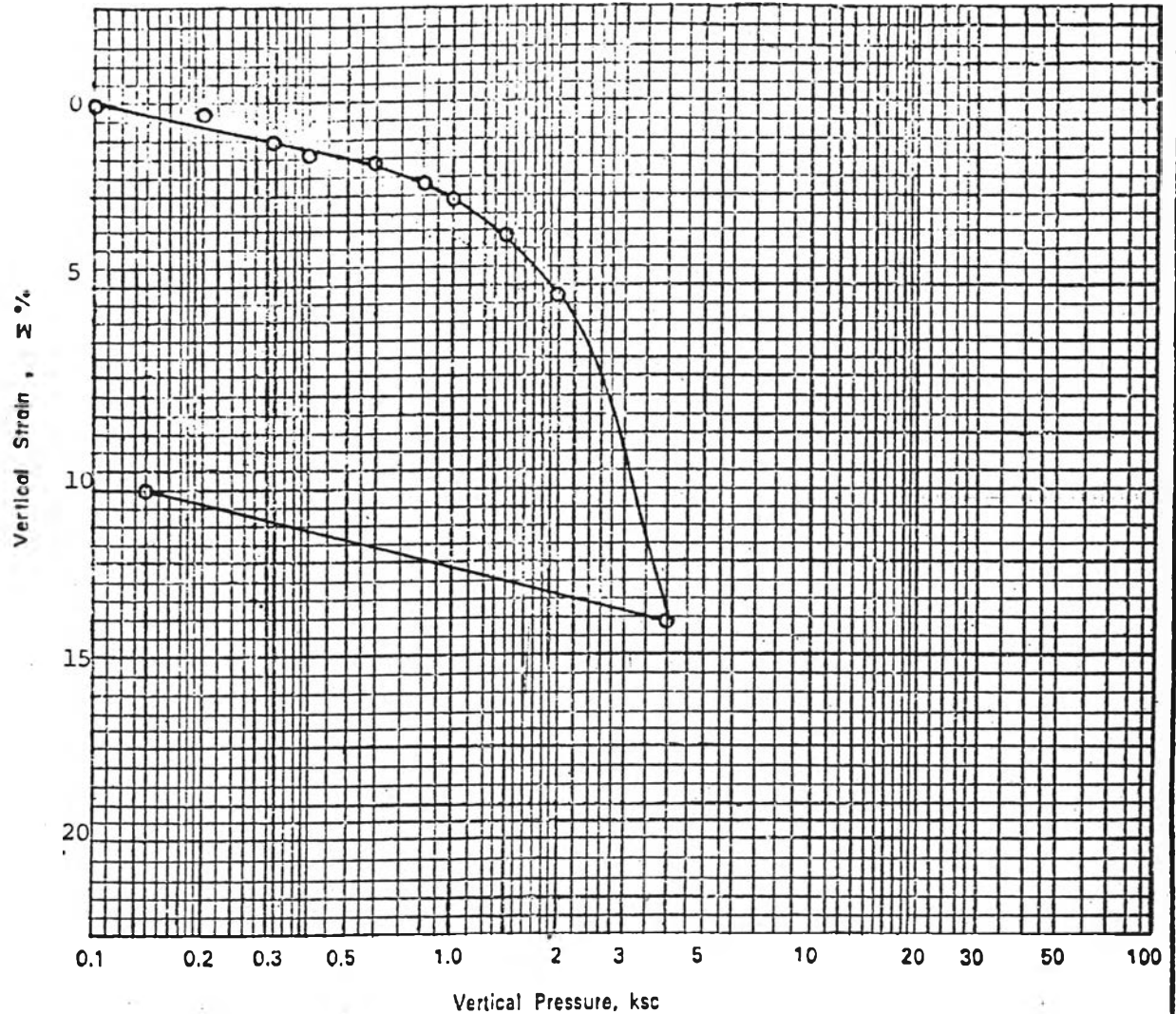
SIS ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

$e_{vo} = 16.$

CR = 0.150 RR = 0.0134 $\bar{\sigma}_{vm} = 2.7$

CONSOLIDATION TEST RESULTS

Project Songkhla Port	Location Songkhla Province	Job No. 1053
Boring No. BH-5	Sample No. PST-5	Depth-15.67 to -16.47 m. Date 30/5/86



Pressure ksc	90% Consol. Time min	Coef. of Consolidation $C_v, 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$	Vertical Strain, Σ %		
				initial	Final
				Height of Sample, H	cm. 2.50
				Water Content, W	% 60.14
				Degree of Saturation, S	% 97.0
0.1	—	—	0.12	Solid Height of Sample, H _s	0.95 cm.
0.2	2.95	74.4	0.43	Diameter of Sample D	6.35 cm.
0.3	2.25	96.6	1.12	Wet Unit Weight γ_t	1.59 g/cc
0.4	19.36	11.1	1.34	Dry Unit Weight γ_d	1.00 g/cc
0.6	139.0	1.5	1.62	Liquid Limit LL	91.0 %
0.8	4.0	53.2	2.09	Plastic Limit PL	26.7 %
1.0	20.25	10.4	2.55	Compression Ratio CR	0.257
1.5	2.0	103.6	3.71	Recompression Ratio RR	0.02
2.0	70.56	2.9	5.33	Specific Gravity G	2.62
4.0	49.0	3.7	14.27		



ประวัติผู้เขียน

นาย สุรศักดิ์ นิมพะสิงห์ เกิดวันที่ 6 กันยายน 2504 จบการ
ศึกษาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี 2525 และ
และได้เข้าเรียนต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตตั้งแต่ปี 2528 เป็น
ต้นมา