

เอกสารอ้างอิง



1. American Association of State Highway Officials, Standard Specifications for Highway Bridges, AASHO, Washington, D.C., 1973.
2. American Association of State Highway and Transportation Officials, Interim Specifications for Bridges 1974, AASHTO, Washington, D.C., 1974.
3. American Association of State Highway and Transportations Officials, Interim Specifications for Bridges 1975, AASHTO, Washington, D.C. 1975.
4. Barber, E.S., "Calculation of Maximum Pavement Temperatures from Weather Reports" Bulletin 168, Highway Research Board, 1957.
5. Churchward, A., "Thermal Response of a Concrete Box Girders, Thesis presented to The University of Queensland, at Queensland, Australia, in 1979, in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Sciences.
6. Cook, Robert D. "Concept and Applications of Finite Element Analysis" Second Edition, John Wiley & Sons 1981.
7. Emerson, M., "The Calculations of the Distribution of Temperatures in Bridges", TRRL Report LR 561, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, 1973.
8. Gloyne, R.W., "The Diurnal Variation of Global Radiation on a Horizontal Surface-With Special Reference to Aberdeen Metrorological magazine 101, 1972.
9. Liu, Y.N., Zuk, W., "Thermoelastic Effects in Prestressed Flexural Prestressed Members", Journal of Prestressed Concrete Institute, Vol. 8, No. 3., June 1963, pp. 64-85.

10. Leonhardt, F., and Lippoth, W., "Folgerungen aus Schaden an Spannbetonbrücken", Beton-und Stahlbetonbau, Heft 10, V. 65, October 1970.
11. Matlock, H., Panak, J.J., Vera, M.R., and Chan, J.W.C., "Field Investigation of a skewed, Post-Stressed Continuous Slab Structure", Interim Study Report, Center for Highway Research, The University of Texas, Austin, 1970.
12. Narouka, M., Hirai, I., and Yamaguti, T., "Measurement of the Temperature of the Interior of the Reinforced Concrete Slab of the Shigita Bridge and Persumption of the Thermal Stress", Proceeding, Symposium of the Stress Measurements for Bridge and Structure Japanese Society for the Promotion of Science, Tokyo, Japan, 1957, pp. 106-111.
13. Neville, A.M., "Properties of Concrete" 2nd Edition, The English Language Books Society, Pitman Publishing, 1977.
14. Radolli, M., and Green, R., "Thermal Stresses on Concrete Bridge Superstructures-Summer Conditions", Proceedings, 54th Annual Transportation Research Board Meeting, 1979.
15. Thepchatrri, Thaksin., Johnson, C.P., and Matlock, Hudson., "Prediction of Temperature and Stresses in Highway Bridges by a Numerical Procedure Using Daily Weather Reports", Research Report No. 23-1, Center for Highway Research, The University of Texas at Austin, February 1977.
16. Wah, T., and Kirksey, R.F., "Thermal Characteristics of Highway Bridges", Final Report to Highway Research Board, Contract No. MR 12-4, Southwest Research Institute, San Antonio, Texas, July, 1969.

17. Will, M., Johnson, C., and Matlock, "Analytical and Experimental Investigation of the Thermal Response of Highway Bridges", Research Report, No. 23-2, Center for Highway Research, The University of Texas at Austin, February 1977.
18. Willems, N., "Experimental Strain Analysis of Continuous Skew Slab Bridge Decks", Report No. HPR-SHC 71-3-F, State Highway Commission of Kansas, October, 1971.
19. Zienkiewicz, O.C., "The Finite Element Method in Engineering Science", McGraw-Hill, 1971.
20. Zuk, W., "Simplified Design Check of Thermal Stresses in Composite Highway Bridge", Highway Research Record, No. 103, 1965,  
pp. 10-13.
21. Zuk, W., "End Movement Studies of Various Type Highway Bridge", Highway Research Record, No. 295, 1969.
22. Billington, N.S., "Thermal Properties of Buildings", Cleaver-Hume Press, LTD., 1952.
23. Strock, C., and Koral, R.L., "Handbook of Air Conditioning Heating and Ventilating", Industrial Press, Inc., 2nd Edition, 1965.
24. Williamson, P.J., "The Estimation of Heat Outputs for Road Heating Installation", Road Research Laboratory, LR, Report 77,  
Ministry of Transport, 1967.
25. Swinbank; W.C., "Long-Wave Radiation from Clear Skus", Quarterly Journal of Royal Meteorological Society, Vol. 89, 1963,  
pp. 339-349.

26. Chapman, A.J., "Heat Transfer", The Macmillan Company, 2nd Edition, 1960.
27. Brisbane, J.J., "Heat Conduction and Stress Analysis of Anisotropic Bodies", Vol. 1, Rohm and Haas Company, Redstone Research Laboratories, Huntsville, Alabama, October 1969.
28. Wilson, E.L., "The Determination of Temperatures within Mass Concrete Structures", Structural Engineering Laboratory Report 68-17, University of California, Berkeley, California, December 1968
29. "Heating, Ventilating, Air Conditioning Guide", American Society of Heating and Air Conditioning Engineers, Vol. 37, 1959, p. 52.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมและตัวอย่าง

ในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ เป็นโปรแกรมที่สามารถหาค่าอุณหภูมิโดยอาศัยสภาวะสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ (เช่น การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ความเร็วลม) ได้ แต่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวัดค่าอุณหภูมิตั้งผิวภายนอกและผิวภายใน ทำให้ในบัตรข้อมูลที่เขียนลงไปมีบางอันที่ไม่ใช้ในการวิเคราะห์ แต่จะคงไว้เพื่อมิให้มีการเปลี่ยนโปรแกรม เพื่อจะได้ทำการศึกษาต่อไปได้

ในบัตรข้อมูลที่จะป้อน เข้าไปนั้น ข้อมูลที่จะต้องพิมพ์เข้าไป ดังนี้

1. บัตรหัวข้อ
2. บัตรควบคุม ประกอบด้วย
  - 2.1 คำนวณของจุด (Nodal points)
  - 2.2 จำนวนส่วนย่อย (Elements)
  - 2.3 จำนวนของวัสดุที่ใช้
  - 2.4 จำนวนของจุดที่ผิวที่ได้รับสภาวะแวดล้อมคือความเร็วลม  
(ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ 0 ได้)
  - 2.5 ค่า 0 เมื่อกำหนดเป็นความร้อนภายนอก (External Heat Flow)  
ค่า 1 ค่า เป็นการกำหนดอุณหภูมิจุด (ในที่นี้ใช้ค่า 1)
  - 2.6 จำนวนของจุดที่กำหนด เป็นการไหลของความร้อนภายนอกหลังอุณหภูมิที่จุด
  - 2.7 จำนวนของการเพิ่ม เวลา
  - 2.8 ค่า 0 เมื่อไม่ได้ใช้คำนวณหาความเครียด  
ค่า 1 เมื่อต้องการคำนวณหาความเครียด (ในที่นี้ใช้ค่า 0)
  - 2.9 ค่า 0 เมื่อหาค่าแรงดัดรอบแกน  $x$  ( $M_x$ )  
ค่า 1 เมื่อหาค่าแรงดัดทั้งแกน  $x, y$  ( $M_x, M_y$ )  
(ในที่นี้ใส่ค่าไหนก็ได้เพราะจาก 2.8 แล้ว การคำนวณจะข้ามไป)
  - 2.10 ช่วง เวลาที่จะให้พิมพ์ผล
  - 2.11 การเพิ่มของ เวลาที่ใช้ในการคำนวณ

- 2.12 ค่าอุณหภูมิที่เริ่มต้นที่เท่ากันหมดทุกจุด ( $^{\circ}\text{F}$ )
- 2.13 ค่าการดูดซึมความร้อนที่ผิว
- 2.14 ค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ
- 2.15 อัตราส่วนช่วงของโครงสร้าง  
(คือ ค่า -1 เมื่อเป็นช่องเดี่ยว)  
0 เป็น 2 ช่วง  
1 เมื่อเป็น 3 ช่วงเท่ากัน)

บัตร์ควบคุมนี้จะมีเพียง 1 ใบ

3. บัตร์แสดงวัสดุของส่วนย่อย คือเป็นการแยกบัตร์ในวัสดุแต่ละอย่าง ประกอบด้วย

- 3.1 แบบของวัสดุส่วนย่อย (คือถ้าจำนวนของวัสดุที่มีการรับความร้อนตามนี้ และแบ่งส่วนย่อย)
- 3.2 ค่าความสามารถนำความร้อน (Conductivity) ในแกน x ( $\text{btu}/\text{ft}/\text{hr}/^{\circ}\text{F}$ )
- 3.3 ค่าความสามารถนำความร้อน (Conductivity) ในแกน y ( $\text{btu}/\text{ft}/\text{hr}/^{\circ}\text{F}$ )
- 3.4 ค่าความสามารถนำความร้อน (Conductivity) ในแกน xy ( $\text{btu}/\text{ft}/\text{hr}/^{\circ}\text{F}$ )  
(สำหรับ Isotropic Material, คำนี้อาจเท่ากับ 0)
- 3.5 ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุ (Specific Heat) ( $\text{btu}/\text{lb}/^{\circ}\text{F}$ )
- 3.6 ค่าความหนาแน่นของวัสดุ ( $\text{lb}/\text{ft}^3$ )
- 3.7 อัตราของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในวัสดุต่อหน่วยปริมาตร (internal heat generation) (ในที่นี้ = 0)
- 3.8 ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น
- 3.9 สัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุ

ในบัตร์นี้จะมีก็ใบก็ได้ตามวัสดุที่ใช้โดย 1 ใบต่อ 1 อย่างวัสดุ

4. บัตร์กำหนดโค-ออร์ดิเนตของจุด ในบัตร์นี้จะมีก็ใบก็ได้ตามแต่จุดทั้งหมดในหน้าตัดที่เขากำหนดไว้ในบัตร์ควบคุมแล้ว โดย 1 บัตร์ต่อ 1 จุด ยกเว้นว่าจะมีการgeneration ของจุด

- 4.1 จุด I
- 4.2 จุด J ( $J = I$  ถ้าไม่มีการ generation ในแนว J)
- 4.3 จุด K ( $K = I$  ถ้าไม่มีการ generation ในแนว K)
- 4.4 ค่าที่เพิ่มขึ้นของจุดที่ถัดไปในแนว J
- 4.5 ค่าที่เพิ่มขึ้นของจุดที่ถัดไปในแนว K
- 4.6 โค-ออร์ดิเนตตามแกน x ของจุด I
- 4.7 โค-ออร์ดิเนตตามแกน y ของจุด I
- 4.8 โค-ออร์ดิเนตตามแกน x ของจุด J
- 4.9 โค-ออร์ดิเนตตามแกน y ของจุด J
- 4.10 โค-ออร์ดิเนตตามแกน x ของจุด K
- 4.11 โค-ออร์ดิเนตตามแกน y ของจุด K



หากว่าในบัตรนั้นไม่มีการ Generation แล้ว ค่าของ 4.8-4.11 ไม่ต้องใส่

5. บัตรส่วนย่อยและแบบของวัสดุ ประกอบด้วย

- 5.1 ส่วนย่อยที่ II
- 5.2 ส่วนย่อยสุดท้ายที่ได้รับการ Generation ในแนว JJ ( $JJ = II$  ถ้าไม่มีการ Generation)
- 5.3 กลุ่มย่อยสุดท้ายที่ได้รับการ Generation ในแนว KK ( $KK = II$  ถ้าไม่มีการ Generation)
- 5.4 ชนิดวัสดุของส่วนย่อย
- 5.5 จุด I ของส่วนย่อย II
- 5.6 จุด J ของส่วนย่อย JJ
- 5.7 จุด K ของส่วนย่อย JJ
- 5.8 จุด L ของส่วนย่อย II (ถ้าส่วนย่อยเป็นสามเหลี่ยม  $L = I$ )

- 5.9 ตัวเลขของจำนวนส่วนย่อยที่เพิ่มขึ้นในแนว JJ (= 0 เมื่อ JJ=II)
- 5.10 ตัวเลขของจำนวนส่วนย่อยที่เพิ่มขึ้นในแนว KK (= 0 เมื่อ KK=II)
- 5.11 จุดของส่วนย่อยที่เพิ่มขึ้นในแนว JJ (= 0 เมื่อ JJ=II)
- 5.12 จุดของส่วนย่อยที่เพิ่มขึ้นในแนว KK (= 0 เมื่อ KK=II)

ในชุดนี้จะใช้ 1 ในต่อ 1 ส่วนย่อย (Element) ยกเว้นจะมีการ generation และตัวเลขของส่วนย่อยที่มากที่สุดจะเป็นใบสุดท้าย

6. บัณฑิตการไหลของความร้อนภายนอก (External Heat Flow) หรืออุณหภูมิจุด (Nodal Temperature) ในเวลาเริ่มต้น

ในบัณฑิตนี้จะตัดออกได้เมื่อค่าใน 2.6 เท่ากับ 0 มิเช่นนั้นแล้วจำนวนของจุดใน 2.6 จะเป็นตัวควบคุมที่จะบ่อนจำนวนจุดเข้าไป โดยบัณฑิต 1 ในต่อ 1 จุด ยกเว้นมีการ generation เกิดขึ้น ในบัณฑิตนี้ประกอบด้วย

- 6.1 จุด I
- 6.2 จุด J
- 6.3 ค่าที่เพิ่มของจุดข้างเคียง
- 6.4 อุณหภูมิที่จุดหรือค่าการไหลความร้อนภายนอกหรือปริมาณความเข้มของการแผ่รังสีทั้งหมดในหนึ่งวัน
- สำหรับในกรณีที่ใช้การแผ่รังสีนั้นจะต้องบ่อนข้อมูลเพิ่มดังนี้
- 6.5 เวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้น
- 6.6 เวลาที่ดวงอาทิตย์ตก
- 6.4 เวลาที่ใช้คิดในคอนเริ่มนี้
7. บัณฑิตขอบเขตการพาความร้อน (Convection Boundary Condition)

บัณฑิตชุดนี้ไม่ใช่เมื่อค่าในข้อ 2.4 = 0 มิฉะนั้นแล้วจะต้องใส่จุดตามค่าที่ให้ไว้ในข้อ 2.4 โดย 1 บัณฑิตต่อ 1 จุด ยกเว้นมีการ generation ของจุดในบัณฑิตนี้ประกอบด้วย



เริ่มข้อมูลของการ เปลี่ยนแปลง เวลา

8. บัทรอุณหภูมิอากาศ บัทรนี้ยกเว้นเมื่อค่าในข้อ 2.4 = 0 ประกอบด้วย

8.1 อุณหภูมิอากาศ ( $^{\circ}\text{F}$ )

9. บัทรความร้อนภายนอกหรืออุณหภูมิจุด ชุดข้อมูลนี้จะยกเว้น ถ้าค่าในข้อ 6.4

เป็นค่าความ เข้มการแผ่รังสีใน 1 วัน และหากเป็นค่าความร้อนภายนอกก็จะเป็น

9.1 ความเข้มของการไหลความร้อน (Heat flow intensity)

( $\text{btu}/\text{ft}^2/\text{hr}$ )

แต่ทุกค่าใน 6.4 เป็นอุณหภูมิจุดแล้ว ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย

9.1 จุด I

9.2 จุด J

9.3 ค่าที่เพิ่มขึ้นของจุดติดกัน

9.4 ค่าอุณหภูมิจุด ( $^{\circ}\text{F}$ )

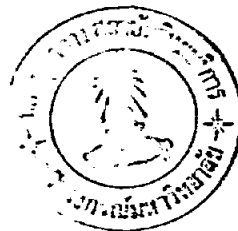
10. บัทรหยุด ซึ่งจะต้องพิมพ์คำว่า STOP ไว้

ในข้อ 8, 9, นี้จะเป็นบัทรชุดที่จะใส่เข้าไปตามจำนวน เวลาที่ใส่เข้าไปคือค่า

ตามข้อ 2.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## โปรแกรมคอมพิวเตอร์



## TRANSIENT TEMPERATURE AND STRESS IN HIGHWAY BRIDGE

2-D TEMPERATURE DISTRIBUTION

1-D TEMPERATURE INDUCED STRESS

IMPLICIT REAL\*8 (A-H,O-Z)

COMMON/XY/X(400),Y(400),IQ(4,300),NTYPE(300),EM(5),AL(5),AR(300),  
INOSP(400)

COMMON/SS/NUMNP,MBAND,A(400,30),TP(400)

DIMENSION T(400),B(400),D(400),HED(20),LM(5),IX(3),E(3,3),P(5),

U S(5,5),DD(5),XCOND(5),YCOND(5),SPHT(5),DENS(5),QX(5),

2 KX(4),EE(3,3),XVAL(20),TREAD(400),CGY(300),CGX(300),

3 NHT(200),BE(400),IC(201),JC(201),CL(201),HH(201)

4 ,XYCOND(5),TAV(300),LN(4,300)

DATA EE/2.,1.,1.,1.,2.,1.,1.,1.,2./,MDIM/30/,KAT/0/

DATA ST/4HSTOP/

EQUIVALENCE (NOSP,CQY)

SQRT(Z)=DSQRT(Z)

## READ AND PRINT OF CONTROL INFORMATION

50 READ (1,1100) HED

IF (HED(1).EQ.ST) STOP

READ (1,2060) (XVAL(NO),NO=1,15)

NUMEL =XVAL(2)

NUMNP =XVAL(1)

NUMMAT =XVAL(3)

NUMCBC =XVAL(4)

KODE =XVAL(5)

NHPI =XVAL(6)

NDT =XVAL(7)

ISIG =XVAL(8)

IFLAG =XVAL(9)

INTER =XVAL(10)

DT =XVAL(11)

TO =XVAL(12)

ABS =XVAL(13)

EMIS =XVAL(14)

RL =XVAL(15)

WRITE (3,2000)HED,

U NUMNP,NUMEL,NUMCBC,NUMMAT,NDT,INTER,DT,TO,ABS,EMIS.

1 ISIG,RL

NDT=-NDT

IBCA =0

IF (NDT.LT.0) IBCA=1

NDT =IABS(NDT)

IF (DT.EQ.0.0) DT=1.E+20

IF (KAT.EQ.0) WRITE (3,2011)

IF (KAT.NE.0) WRITE (3,2010)

READ MATERIAL PROPERTIES

DO 1 N=1,NUMMAT

READ (1,2070) (XVAL(NO),NO=1,9)

M=XVAL(1)

XCOND(M)=XVAL(2)

YCOND(M)=XVAL(3)

```

XYCOND(M)=XVAL(4)
SPHT(M)=XVAL(5)
DENS(M)=XVAL(6)
QX(M)=XVAL(7)
EM(M)=XVAL(8)
1 AL(M)=XVAL(9)
WRITE (3,2009) (M,XCOND(M),YCOND(M),XYCOND(M),SPHT(M),DENS(M),
1 QX(M),EM(M),AL(M),M=1,NUMMAT)
C
C
C INITIALIZE EXTERNAL TEMPERATURE VECTOR T
C
C DO 2 I=1,NUMNP
TREAD(I)=0.0
2 T(I)=0.0
C
C
C READ OR GENERATE NODAL POINT INFORMATION
C
IF (KAT.EQ.0) WRITE (3,2001)
IF (KAT.NE.0) WRITE (3,2008)
6 READ (1,2080) (XVAL(NO),NO=1,11)
I=XVAL(1)
J=XVAL(2)
K=XVAL(3)
NINCX=XVAL(4)
NINCY =XVAL(5)
X(I)=XVAL(6)
Y(I)=XVAL(7)
IF (J.EQ.I .AND. K.EQ.I) GO TO 3
X(J)=XVAL(8)
Y(J)=XVAL(9)
X(K)=XVAL(10)
Y(K)=XVAL(11)
IF (J.EQ.I) NINCX=1
XINC=1
IF (J.NE.I) YINC=(J-I)/NINCX
XJ=(X(J)-X(I))/XINC
YJ = (Y(J)-Y(I))/XINC
IF (K.EQ.I) GO TO 13
IK=K-I
YINC=(K-I)/NINCY
XK =(X(K)-X(I))/YINC
YK =(Y(K)-Y(I))/YINC
13 CONTINUE
DO 12 II=I,J,NINCX
XN=(II-I)/NINCX
X(II)=X(I)+XN*XJ
Y(II)= Y(I)+XN*YJ
IF (K.EQ.I) GO TO 12
L =II+NINCY
K = II+IK
DO 20 JJ=L,K,NINCY
YN =(JJ-II)/NINCY
X(JJ)=X(II)+YN*XK
20 Y(JJ) =Y(II)+YN*YK

```

```

12 CONTINUE
 3 IF (I.EQ.NUMNP.OR.J.EQ.NUMNP.OR.K.EQ.NUMNP) GO TO 16
   GO TO 6 .
16 CONTINUE

```

C  
C  
C

READ OR GENERATE ELEMENT PROPERTIES

```

9 READ (1,2090) (XVAL(NO),NO=1,12)
  I =XVAL(1)
  J =XVAL(2)
  K =XVAL(3)
  NTYPE(I) =XVAL(4)
  DO 80 N=1,4
80 IQ(N,I)=XVAL(N+4)
  IF(J.EQ.I.AND.K.EQ.I) GO TO 99
  INCX =XVAL(9)
  INCY =XVAL(10)
  NODX =XVAL(11)
  NODY =XVAL(12)
  NK =K-I
  IF (INCX.EQ.0) INCX=1
  DO 81 II=I,J,INCX
  NTYPE(II) = NTYPE(I)
  IJ =(II-1)/INCX
  DO 82 N=1,4
82 IQ(N,II) =IQ(N,I)+IJ*NODX
  IF (K.EQ.I) GO TO 81
  IK = II+INCY
  K = II+NK
  DO 83 JJ=IK,K,INCY
  NTYPE(JJ)=NTYPE(II)
  IJ =(JJ-II)/INCY
  DO 83 N=1,4
83 IQ(N,JJ)=IQ(N,II)+IJ*NODY
81 CONTINUE
99 IF (I .EQ.NUMEL.OR.J.EQ.NUMEL.OR.K.EQ.NUMEL) GO TO 84
   GO TO 9
84 CONTINUE

```

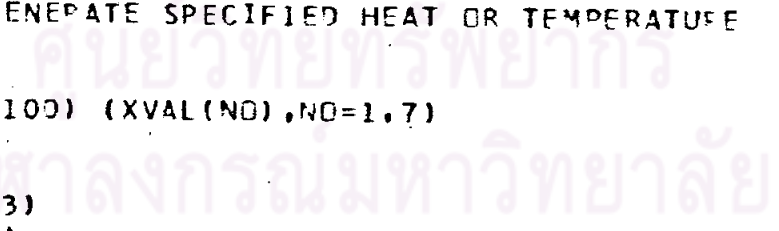
C  
C  
C

READ OR GENERATE SPECIFIED HEAT OR TEMPERATURE

```

ICOUNT =0
7 READ (1,2100) (XVAL(NO),NO=1,7)
  I=XVAL(1)
  J=XVAL(2)
  INC=XVAL(3)
  TR=XVAL(4)
  TAM=XVAL(5)
  TPM=XVAL(6)
  TST=XVAL(7)
  IF (TAM.LE.0.) GO TO 32
  IF (TST.LT.TAM.OR.TST.GT.TPM) GOTO 34
  CALL SOLAR (TAM,TPM,TST,TR,SP)
  GO TO 35

```



```

34 SR=0.0
35 CONTINUE
   TREAD(I) =SR
GO TO 33
32 TREAD(I)=TR
33 CONTINUE
   IF (INC.LE.0) INC=1
   IF(J.LE.0) J=1
   DO 11 II=I,J,INC
   ICOUNT =ICOUNT+1
   NHT(ICOUNT)=II
11 TREAD(II)=TREAD(I)
   IF(ICOUNT.LT.NHP1) GO TO 7
   DO 5 L=1,NUMNP
5 WRITE(3,2002) L,KODE,X(L),Y(L),TREAD(L)
   IF (KODE.GT.0) GO TO 351
   NHP1M=NHP1-1
   DO 350 I=1,NHP1M
   J=NHT(I)
   K=NHT(I+1)
   XJ =X(K)-X(J)
   YJ =Y(K)-Y(J)
   XL =SQRT(XJ*XJ+YJ*YJ)
   IF (KAT.NE.0) XL=XL*(X(J)+X(K))*0.5
   T(J) = TREAD(J)*XL*0.5*ABS+T(J)
   T(K) =TREAD(K)*XL*0.5*ABS+T(K)
350 CONTINUE
   GO TO 352
351 CONTINUE
   DO 353 I=1,NUMNP
353 T(I)=TREAD(I)
352 CONTINUE

```

```

C
C   INITIALIZE VECTORS AND MATRICES
C

```

```

DO 110 I=1,NUMNP
B(I)=0.0
TP(I)=TO
D(I)=0.0
DO 110 J=1,MDIM
110 A(I,J)=0.0
MBAND=0

```

```

C
C   FORM CONDUCTIVITY AND HEAT CAPACITY MATRICES FOR COMPLETE BODY
C

```

```

WRITE (3,2003)
DO 200 N=1,NUMEL
DO 125 I=1,4
125 LM(I)=IQ(I,N)
MTYPE =NTYPE(N)
CONDI=XCOND(MTYPE)
CONDJ =YCOND(MTYPE)
CONDK =XYCOND(MTYPE)
WRITE (3,2004) N,LM(1),LM(2),LM(3),LM(4),MTYPE
LN(1,N)=LM(1)
LN(2,N)=LM(2)
LN(3,N)=LM(3)
LN(4,N)=LM(4)
DO 150 I=1,5
P(I)=0.0
D(I)=0.0
DO 150 J=1,5
150 S(1,J)=0.0

```

```

I=LM(1)
J=LM(2)
-K=LM(3)-
L=LM(4)
LM(5)=I
XX=(X(I)+X(J)+X(K)+X(L))/4.
YY=(Y(I)+Y(J)+Y(K)+Y(L))/4.
AR(N)=0.0

```

C  
C  
C

FORM QUADRILATEPAL HEAT CAPACITY AND CONDUCTIVITY MATRICE

```

DO 152 K=1,4
I=LM(K)
J=LM(K+1)
IF (I-J) 135,152,135
135 AJ=X(J)-X(I)
AK=XX-X(I)
BJ=Y(J)-Y(I)
BK=YY-Y(I)
C=BJ-BK
DX=AK-AJ
XMUL=1.0
IF (KAT.NE.0)
I XMUL=XMUL*(X(I)+X(J)+XX)/3.0
XLAM=AJ*BK-AK*BJ
AR(N)=AR(N)+0.5*XLAM
COMM=0.5*XMUL/XLAM
QQ=XLAM*XMUL*QX(MTYPE)/4.0
QSTORE =XLAM*XMUL*SPHT(MTYPE)*DENS(MTYPE)/4.0

```

C  
C  
C

FORM CONDUCTIVITY TENSOR FOR ANISOTROPIC BODIES

```

E(1,1)=C*C*CONDI+DX*DX*CONDJ+2.*C*DX*CONDK
E(1,2)=C*BK*CONDI-DX*AK*CONDJ+CONDK*(DX*BK-C*AK)
E(1,3)=-C*BJ*CONDI+DX*AJ*CONDJ+CONDK*(C*AJ-DX*BJ)
E(2,1)=E(1,2)
E(2,2)=BK*BK*CONDI+AK*AK*CONDJ-2.*AK*BK*CONDK
E(2,3)=-BK*BJ*CONDI-AJ*AK*CONDJ+CONDK*(AJ*BK+BJ*AK)
E(3,1)=E(1,3)
E(3,2)=E(2,3)
E(3,3)=BJ*BJ*CONDI+AJ*AJ*CONDJ-2.*AJ*BJ*CONDK
IX(1)=K
IX(2)=K+1
IF (K-4) 145,140,145
140 IX(2)=1
145 IX(3)=5
DO 151 I=1,3
II=IX(I)
P(II)=P(II)+QQ
DD(II)=DD(II)+QSTORE
DO 151 J=1,3
JJ=IX(J)
151 S(II,JJ)=S(II,JJ)+E(I,J)*COMM
152 CONTINUE

```

C  
C  
C

ELIMINATE CENTER NODAL POINT

```

DO 143 I=1,4
DO 143 J=1,4
143 S(I,J)=S(I,J)-S(I,5)*S(J,5)/S(5,5)

```

C  
C  
C

ADD ELEMENT MATRICES TO COMPLFTE MATRICES

```

DO 175 L=1,4
I=LM(L)
B(I)=B(I)+P(L)
D(I)=D(I)+DD(L)
DO 175 M=1,4
J=LM(M)-I+1
IF(MBAND-J) 160,165,165
160 MBAND=J
165 IF(J) 175,175,170
170 A(I,J)=A(I,J)+S(L,M)
175 CONTINUE
200 CONTINUE
WRITE(3,2800)(AR(N),N=1,NUMEL)
2800 FORMAT(6H AR(N)/7:15,E(3.5))
IF (ISIG.LE.0) GO TO 201

```



C  
C  
C

COMPUTE CENTER OF GRAVITY AND MOMENT OF INERTIA

```

AREAX =0.0
AREAY =0.0
AREA =0.0
XI =0.0
YI =0.0
DO 22 N=1,NUMEL
I=IQ(1,N)
J=IQ(2,N)
K=IQ(3,N)
L=IQ(4,N)
MTYPE=NTYPE(N)
U=FM(MTYPE)
AJ=X(J)-X(I)
AK=X(J)-X(K)
BJ=Y(J)-Y(I)
BK=Y(K)-Y(J)
AREA=AREA+AR(N)*U

```

C  
C  
C  
C

COMPUTE ELEMENT MOMENT OF INERTIA ABOUT X-AXIS  
ASSUME SIDES PARALLEL TO THE AXESD

```

IF (I.EQ.L) CGY(N)=(Y(I)+Y(J)+Y(K))/3.
IF (I.NE.L) CGY(N)=0.25*(Y(I)+Y(J)+Y(K)+Y(L))
AREAX=AREAX+AR(N)*U*CGY(N)
IF (I.NE.L) XI=XI+(AJ*BK**3.)/12.*U
IF (I.EQ.L.AND.AJ.NE.0.) XI=XI+(AJ*BK**3.)/36.*U
IF (I.EQ.L.AND.AJ.EQ.0.) XI=XI+(AK*BJ**3.)/36.*J
IF (IFLAG.LE.0) GO TO 22

```

C  
C  
C

COMPUTE ELEMENT MOMENT OF INERTIA ABOUT Y-AXIS

```

IF (I.EQ.L) CGX(N)=(X(I)+X(J)+X(K))/3.
IF (I.NE.L) CGX(N)=0.25*(X(I)+X(J)+X(K)+X(L))
AREAY=AREAY+AR(N)*U*CGX(N)
IF (I.NE.L) YI=YI+(BK*AJ**3.)/12.*U
IF (I.EQ.L.AND.AJ.NE.0.) YI=YI+(BK*AJ**3.)/36.*J
IF (I.EQ.L.AND.AJ.EQ.0.) YI=YI+(BJ*AK**3.)/36.*J

```

```

22 CONTINUE
CG1=APEAX/APEA
IF (IFLAG.GT.0) CG2=AREAY/APEA
DO 25 N=1,NJMEL
DCG=CGY(N)-CG1
M=NTYPE(N)
XI=XI+AR(N)*EM(M)*DCG*DCG
IF (IFLAG.LE.0) GO TO 25

```

```

-DCG=CGX(N)-CGZ
YI=YI+AR(N)*EM(M)*DCG*DCG
-25 CONTINUE
DO 203 I=1,NUMEL
DO 203 J=1,4
      N=IQ(J,I)
      NDSP(N)=NTYPE(I)
203 CONTINUE
201 IF(NUMCBC.EQ.0) GO TO 220
WRITE (3,2006)
ICOUNT=0

```

C  
C  
C

READ OR GENERATE CONVECTION COEFFICIENT

```

213 READ (1,2110) (XVAL(NO),NO=1,4)
I=XVAL(1)
J=XVAL(2)
INC=XVAL(3)
HC=XVAL(4)
DO 215 K=I,J,INC
L=K+INC
ICOUNT=ICOUNT+1
WRITE (3,2007) K,L,HC
XJ=X(L)-X(K)
YJ=Y(L)-Y(K)
XL=SQRT(XJ*XJ+YJ*YJ)
IF (KAT.NE.0) XL=XL*(X(L)+X(K))*0.5
IC(ICOUNT)=K
JC(ICOUNT)=L
HH(ICOUNT)=HC
CL(ICOUNT)=XL

```

C  
C  
C

MODIFY FOR CONVECTION BOUNDARY CONDITIONS

```

H=HC*XL/6.
A(K,1)=A(K,1)+2.*H
A(L,1)=A(L,1)+2.*H
KK=L-K+1
IF (KK.GT.0) A(K,KK)=A(K,KK)+H
KK=K-L+1
IF (KK.GT.0) A(L,KK)=A(L,KK)+H
IF (L.EQ.J) GO TO 214
215 CONTINUE
214 IF (ICOUNT.LT.NUMCBC) GO TO 213

```

C  
C  
C

MODIFY FOR TEMPERATURE BC. AND FORM EFFECTIVE CO MATRIX

```

220 IF (KODE.LE.0) GOTO 301
DO 302 N=1,NHPI
I=NHT(N)
A(I,1)=1.E+6
302 D(I)=0.0
301 DO 300 N=1,NUMNP
300 A(N,1)=A(N,1)+D(N)/DT

```

C  
C  
C

TRIANGULARIZED EFFECTIVE CONDUCTIVITY MATRIX

```

CALL SYMSOL(1)
TIME=0.0
LL=0

```

C  
C

BEGIN TRANSIENT CALCULATYONS



```

C
DO 600 LNDR =1,NDT
WRITE (3,2040)
2040 FORMAT (//,5X,29H TRANSIENT BOUNDARY CONDITION,/)
IF (NUMCBC.LE.0) GO TO 221
C
C READ IN THE TEMPERATURE OF EXTERNAL ENVIRONMENT
C
READ(1,2120) (XVAL(NO),NO=1,1)
TEMPR =XVAL(1)
WRITE (3,2029) TEMPR
C
C CALCULATE EFFECTIVE LOAD VECTOR
C
DO 236 N=1,NUMNP
236 BE(N)=B(N)
DO 235 N=1,NUMCBC
K=IC(N)
L=JC(N)
TEMP=HH(N)*CL(N)*TEMPR*0.5
QLN=0.0
IF (KODE.GT.0) GO TO 237
DO 239 M=1,NHP1
IF (K.EQ.NHT(M)) GO TO 240
239 CONTINUE
TSA =(((TP(K)+TP(L))*0.5+460.)*0.01)**4.
TAA =((TEMPR+460.)*0.01)**4.
QLN =CL(N)*0.5*EMIS*.174*(TSA-TAA)
GO TO 237
240 TSA =(((TP(K)+TP(L))*0.5+460.)*0.01)**4.
TAA =((TEMPR +460.)*0.01)**6.
QLN =CL(N)*0.5*EMIS*(.174*TSA-.00496*TAA)
237 CONTINUE
BE(K)=BE(K)+TEMP-QLN
235 BE(L)=BE(L)+TEMP-QLN
221 DO 219 II=1,NUMNP
219 TREAD(II)=0.0
IF (KODE.LE.0) GO TO 36
ICOUNT=0
C
C READ OR GENERATE BOUNDARY CONDITIONS
218 READ (1,2130) (XVAL(NO),NO=1,4)
I=XVAL(1)
J=XVAL(2)
INC=XVAL(3)
TREAD(I)=XVAL(4)
WRITE (3,2050) I,J,INC,TREAD(I)
IF (J.EQ.I.OR.J.EQ.0) ICOUNT =ICOUNT+1
IF (J.EQ.I.OR.J.EQ.0) GO TO 217
DO 216 K=I,J,INC
ICOUNT =ICOUNT+1
216 TREAD(K)=TREAD(I)
217 CONTINUE
IF (ICOUNT.LT.NHP1) GO TO 218
GO TO 305
36 IF (TAM.LE.0.) GO TO 230
TST =TST+DT
IF (TST.EQ.24.) TAM=TAM+24.
IF (TST.EQ.24.) TPM=TPM+24.
IF (TST.EQ.48.) TAM=TAM+48.
IF (TST.EQ.48.) TPM=TPM+48.
IF (TST.LT.TAM.OR.TST.GT.TPM) GOTO 37

```

CALL SOLAR (TAM,TPM,TST,TR,HF)  
GO TO 39

37 HF=0.0  
GO TO 39

C  
C  
C  
READ HEAT FLOW INTENSITIES

230 READ (1,2140) (XVAL(NO),NO=1,1)  
HF=XVAL(1)

39 WRITE (3,2029) HF

DO 231 N=1,NHPI

J=NHT(N)

K =NHT(N+1)

XJ=X(K)-X(J)

YJ=Y(K)-Y(J)

XL=SQRT(XJ\*XJ+YJ\*YJ)

IF (KAT.NE.0) XL =XL\*(X(J)+X(K))\*0.5

TREAD(J)=HF\*XL\*0.5\*ABS+TREAD(J)

TREAD(K)= HF\*XL\*0.5\*ABS+TREAD(K)

231 CONTINUE

305 DO 400 N=1,NUMNP

IF (NUMCBC.LE.0) BE(N)=B(N)

QEFF = BE(N)+0.5\*T(N)+D(N)\*TP(N)/DT

IF (IBCA.EQ.0) GOTO 330

T(N) =TREAD(N)

330 TP(N)=QEFF+0.5\*T(N)

400 CONTINUE

IF (KODE.LE.0) GO TO 401

DO 238 N=1,NHPI

I=NHT(N)

238 TP(I) = (1.E+6)\*T(I)

401 CONTINUE

C  
C  
C  
SOLVE FOR NEW TEMPERATURE

CALL SYMSOL(2)

TIME =TIME+DT

LL=LL+1

C  
C  
C  
PRINT TEMPERATURE

IF (NDT.EQ.1.AND.DT.EQ.1.E+20) TIME=0.0

IF (LL.LT.INTER) GOTO600

WRITE (3,2005) TIME,(N,TP(N),N=1,NUMNP)

TAVE=0.0

TAV=0.0

K=C=0

DO 21 N=1,NUMEL

I=LN(1,N)

J=LN(2,N)

K=LN(3,N)

L=LN(4,N)

IF (L.EQ.I) TAV(N)=(TP(I)+TP(J)+TP(K))/3

IF (L.NE.I) TAV(N)=(TP(I)+TP(J)+TP(K)+TP(L))/4

SUBROUTINE SOLAR (TAM,TPM,TST,TR,SR)

IMPLICIT REAL\*8 (A-H,O-Z)

COMPUTE THE INTENSITIES OF SOLAR RADIATION ON HORIZONTAL SURFACE

SIN(ZI)=DSIN(Z)

TIME =TPM-TAM

T =TST-TAM

AL =T\*3.141592654/TIME

SR =1.7\*TR\*SIN(AL)\*(SIN(AL)+2.)/(3.\*TIME)

RETURN

END

SUBROUTINE SYMSOL (KKK)

IMPLICIT REAL\*8 (A-H,O-Z)

COMMON/SS/NN,MM,A(400,30),B(400)

GO TO (1000,2000),KKK

REDUCE MATRIX

1000 DO 280 N=1,NN

DO 260 L=2,MM

C =A(N,L)/A(N,1)

I =N+L-1

IF(NN-I) 260,240,240

240 J=0

DO 250 K=L,MM

J =J+1

250 A(I,J)=A(I,J)-C\*A(N,K)

260 A(N,L) =C

280 CONTINUE

GO TO 500

REDUCE VECTOR

2000 DO 290 N=1,NN

DO 285 L=2,MM

I =N+L-1

IF (NN-I) 290,285,285

285 B(I)=B(I)-A(N,L)\*B(N)

290 B(N)=B(N)/A(N,1)

BACK SUBSTITUTION

N=NN

300 N=N-1

IF (N) 350,500,350

350 DO 400 K=2,MM

L =N+K-1

IF (NN-L) 400,370,370

370 B(N)=B(N)-A(N,K)\*B(L)

400 CONTINUE

GO TO 300

500 RETURN

END

```

SUBROUTINE SOLAK (TAM,TPM,TST,TR,SR)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMPUTE THE INTENSITIES OF SOLAR RADIATION ON HORIZONTAL SURFACE

```

```

SIN(Z)=DSIN(Z)
TIME =TPM-TAM
T     =TST-TAM
AL   =T*3.141592654/TIME
SR   =1.7*TR*SIN(AL)*(SIN(AL)+2.)/(3.*TIME)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE SYMSOL (KKK)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/SS/NN,MM,A(400,30),B(400)
GO TO (1000,2000),KKK

```

```

REDUCE MATRIX

```

```

1000 DO 280 N=1,NN
      DO 260 L=2,MM
        C =A(N,L)/A(N,1)
        I =N+L-1
        IF(NN-I) 260,240,240
240   J=0
      DO 250 K=L,MM
        J =J+1
250   A(I,J)=A(I,J)-C*A(N,K)
260   A(N,L) =C
280   CONTINUE
      GO TO 500

```

```

REDUCE VECTOR

```

```

2000 DO 290 N=1,NN
      DO 285 L=2,MM
        I =N+L-1
        IF (NN-I) 290,285,285
285   B(I)=B(I)-A(N,L)*B(N)
290   B(N)=B(N)/A(N,1)

```

```

BACK SUBSTITUTION

```

```

N=NN
300 N=N-1
      IF (N) 350,500,350
350 DO 400 K=2,MM
        L =N+K-1
        IF (NN-L) 400,370,370
370 B(N)=B(N)-A(N,K)*B(L)
400 CONTINUE
      GO TO 300
500 RETURN
END

```

```

SUBROUTINE STRESS (NUMEL,TREF,XI,YI, CG1,CG2,AREA,RL,IFLAG)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/XY/X(400),Y(400),IQ(4,300),NTYPE(300),EM(5),AL(5),AR(300),
1 NOSP(400)
COMMON/SS/NUMNP,MBAND,A(400,20),TP(400)
DIMENSION TD(400),TDS(400),RLS(2)
DATA RLS/-1.,0./

```

```

C
C
C
COMPUTE TEMPERATURE DIFFERENCE

```

```

DO 1 N=1,NUMNP
1 TD(N)=TP(N)-TREF
PT =0.0
CTX=0.0
CTY=0.0
DO 2 N=1,NUMEL
I'=IQ(1,N)
J =IQ(2,N)
K =IQ(3,N)
L =IQ(4,N)

```

```

C
C
C
COMPUTE THERMAL FORCE AND MOMENT

```

```

IF (I.NE.L) TAV=0.25*(TD(I)+TD(J)+TD(K)+TD(L))
IF (I.EQ.L) TAV=(TD(I)+TD(J)+TD(K))/3.
IF (I.EQ.L) GO TO 11
T1 = (TD(I)+TD(J))*0.5
T2 = (TD(K)+TD(L))*0.5
Y1 = (Y(I)+Y(J))*0.5
Y2 = (Y(K)+Y(L))*0.5
DY = Y2-Y1
CGY=-Y1+DY*((T1+2.*T2)/(3.*(T2+T1)))
IF (IFLAG.LE.0) GO TO 12
T1 =(TD(L)+TD(I))*0.5
T2 =(TD(K)+TD(J))*0.5
X1 =(X(L)+X(I))*0.5
X2 =(X(K)+X(J))*0.5
DX =X2-X1
CGX=X1+DX*((T1+2.*T2)/(3.*(T2+T1)))
GO TO 12
11 CGY=(Y(I)+Y(J)+Y(K))/3.
IF (IFLAG.GT.0) CGX=(X(I)+X(J)+X(K))/3.
12 CONTINUE
MTYPE =NTYPE(N)
EL =EM(MTYPE)*AL(MTYPE)
P =EL*AR(N)*TAV
C1 =P*(CGY-CG1)
PT =PT+P
CTX=CTX+C1
IF (IFLAG.LE.0) GO TO 2
C2 =P*(CGX-CG2)
CTY=CTY+C2
2 CONTINUE

```

```

C   CALCULATE STRESS AT LOCATION OF MAXIMUM MOMENT
C   STRP IS STRAIN DUE TO AXIAL THERMAL FORCE
C   STRCB IS STRAIN DUE TO THERMAL MOMENT
DO 20 I=1,2
CMX =CTX/(3.*RLS(I)+2.)
STRP =PT/AREA
IF (IFLAG.GT.0) CMY=CTY/(3.*RLS(I)+2.)
DO 3 N=1,NUMNP
MP =NDSP(N)
DY =CG1-Y(N)
STRM1 =CMX*DY/XI
STRM2 =0.0
IF (IFLAG.LE.0) GO TO 4
DX =CG2-X(N)
STRM2=CMY*DX/YI
4 CONTINUE
TDS(N) =EM(MP)*{(STRP+STRM1+STRM2-AL(MP)*TD(N))
3 CONTINUE
WRITE (3,2000) (N,TDS(N),N=1,NUMNP)
2000 FORMAT (25H THERMAL INDUCED STRESSES/(7(I5,E12.4)))
WRITE (3,2001) PT,CMX,CMY,CG1,CG2,XI,YI
2001 FORMAT (/25H PT,CMX,CMY,CG1,CG2,XI,YI,7E11.3)
20 CONTINUE
RETURN
END

```


  
 ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างข้อมูลของวันที่ ๓ พ.ย. 2525

IND THE TEMPERATURE DISTRIBUTION ON 3TH NOV 1982

7	156	1	0	1	82	13	0	0	1	1	842	5	9	-1
1	61	81	0		23150		0		3790000	000006				
1	9	85			1	21		0	1		80	1		80
0	13	94			1	21		975	1		150	1		975 80
4	21	98			1	21		16	1		23	1		16 80
6	110	136			1	10		40	70		80	70		40 40
1	115	141			1	10		15	70		19	70		150 40
6	150	185			1	13		40	30		80	30		40 0
1	154	190			1	13		975	30		150	30		975 0
9	163	185			1	13		40	20		800	200		40 0
5	158	194			1	13		16	30		190	30		160 0
1	20	61	1	22	23	2	1	1	20	1	21			
1	84	81	1	106	107	90	89	1	8	1	0			
5	88	85	1	111	112	98	97	1	8	1	0			
9	92	113	1	116	117	107	106	1	8	1	10			
3	96	119	1	121	122	112	111	1	8	1	10			
7	120	117	1	154	155	142	141	1	0	1	0			
1	132	145	1	159	160	147	146	1	12	1	13			
1	21	1			842									
22	65	21			842									
86	89	1			842									
06	146	10			842									
59	185	13			842									
93	97	1			842									
10	150	10			842									
11	141	10			842									
51	154	1			842									
42	105	21			842									
01	104	1			842									
15	145	10			842									
58	184	13			842									
86	197	1			842									
1	21	1			926									
22	85	21			878									
86	89	1			878									
06	146	10			878									
59	185	13			878									
42	105	21			896									
01	104	1			878									
15	145	10			884									
58	184	13			884									
93	97	1			851									
0	150	10			86									
1	141	10			86									
51	154	1			86									
86	197	1			804									
1	21	1			986									
2	85	21			532									
6	89	1			914									
6	146	10			914									
9	185	13			914									
2	105	21			950									
1	104	1			905									
5	145	10			914									

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 ภาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

158	184	13	914
93	97	1	86
110	150	10	869
111	141	10	86
151	154	1	866
186	197	1	914
1	21	1	1004
22	85	21	95
86	89	1	941
106	146	10	932
159	185	13	932
42	105	21	986
101	104	1	932
115	145	10	932
158	184	13	932
93	97	1	878
110	150	10	878
111	141	10	86
151	154	1	86
186	197	1	926
1	21	1	1016
22	85	21	968
86	89	1	959
106	146	10	938
159	185	13	938
42	105	21	968
101	104	1	923
115	145	10	92
158	184	13	92
93	97	1	914
110	150	10	878
111	141	10	878
151	154	1	878
186	197	1	926
1	21	1	1028
22	85	21	968
86	89	1	968
106	146	10	944
159	185	13	944
42	105	21	95
101	104	1	941
115	145	10	92
158	184	13	92
93	97	1	932
110	150	10	878
111	141	10	878
151	154	1	878
186	197	1	92
1	21	1	1028
22	85	21	968
86	89	1	968
106	146	10	95
159	185	13	95
42	105	21	95
101	104	1	923

ศูนย์ทรัพยากร  
พัฒนารวมมหาวิทยาลัย



115	145	10	92
158	184	13	92
93	97	1	941
110	150	10	878
111	141	10	878
151	154	1	878
186	197	1	926
1	21	1	998
22	85	21	968
86	89	1	959
106	146	10	938
159	185	13	938
42	105	21	932
101	104	1	932
115	145	10	92
158	184	13	920
93	97	1	95
110	150	10	869
111	141	10	878
151	154	1	872
186	197	1	92
1	21	1	938
22	85	21	95
86	89	1	941
106	146	10	926
159	185	13	926
42	105	21	914
101	104	1	914
115	145	10	902
158	184	13	902
93	97	1	959
110	150	10	896
111	141	10	887
151	154	1	89
186	197	1	92
1	21	1	908
22	85	21	914
86	89	1	932
106	146	10	914
159	185	13	914
42	105	21	914
101	104	1	905
115	145	10	884
158	184	13	884
93	97	1	959
110	150	10	887
111	141	10	887
151	154	1	878
186	197	1	884
1	21	1	896
22	85	21	896
86	89	1	914
106	146	10	908
159	185	13	908
42	105	21	896



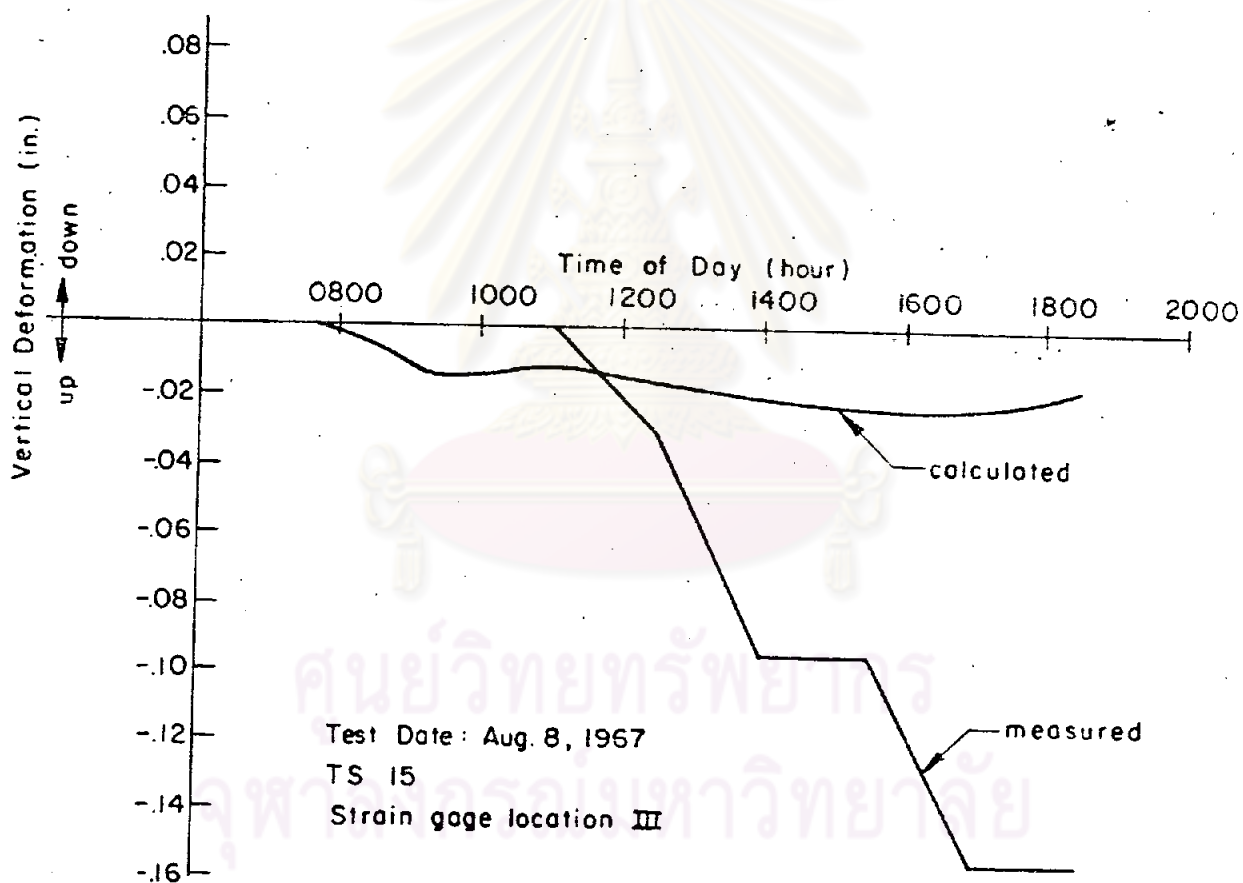
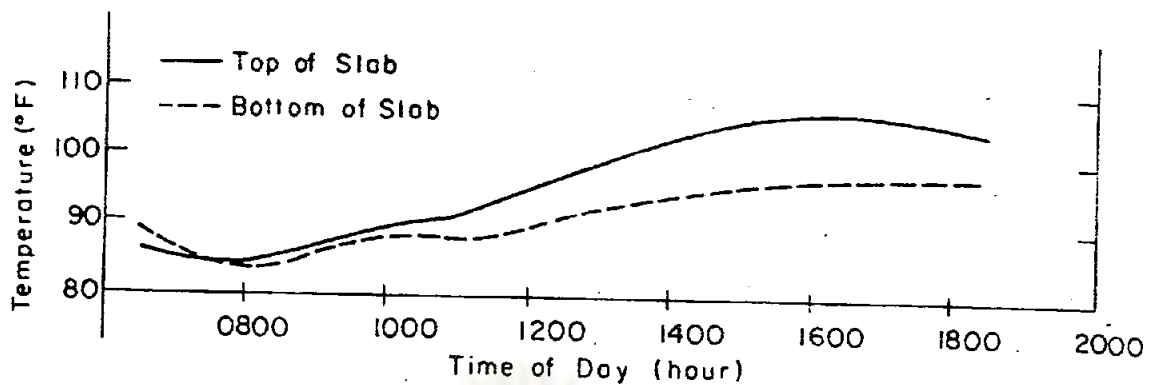
มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาคาร  
 วิทยาลัยการณัฒมหาวิททยาาลัย

101	104	1	896
115	145	10	884
158	184	13	884
93	97	1	959
110	150	10	905
111	141	10	887
151	154	1	69
186	197	1	884
1	21	1	878
22	85	21	878
86	89	1	905
106	146	10	896
159	185	13	896
42	105	21	896
101	104	1	896
115	145	10	884
158	184	13	884
93	97	1	941
110	150	10	905
111	141	10	896
151	154	1	896
186	197	1	878
1	21	1	878
22	85	21	878
86	89	1	896
106	146	10	89
159	185	13	89
42	105	21	878
101	104	1	878
115	145	10	872
158	184	13	872
93	97	1	932
110	150	10	905
111	141	10	896
151	154	1	896
186	197	1	872
1	21	1	86
22	85	21	86
86	89	1	878
106	146	10	872
159	185	13	872
42	105	21	86
101	104	1	878
115	145	10	866
158	184	13	866
93	97	1	923
110	150	10	905
111	141	10	905
151	154	1	896
186	197	1	86

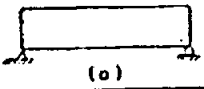

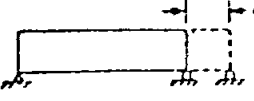
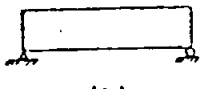

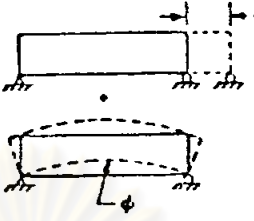
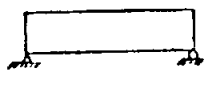

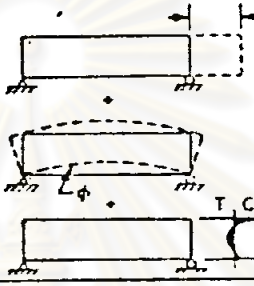
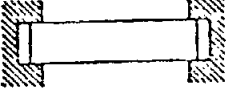

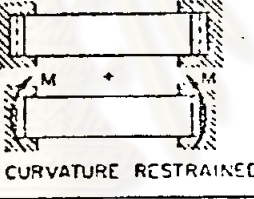
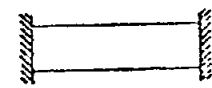

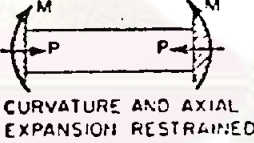
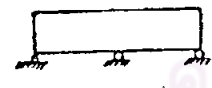

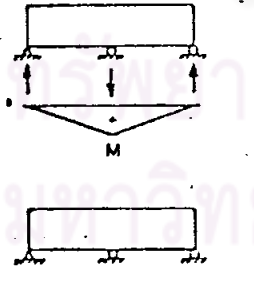
STOP



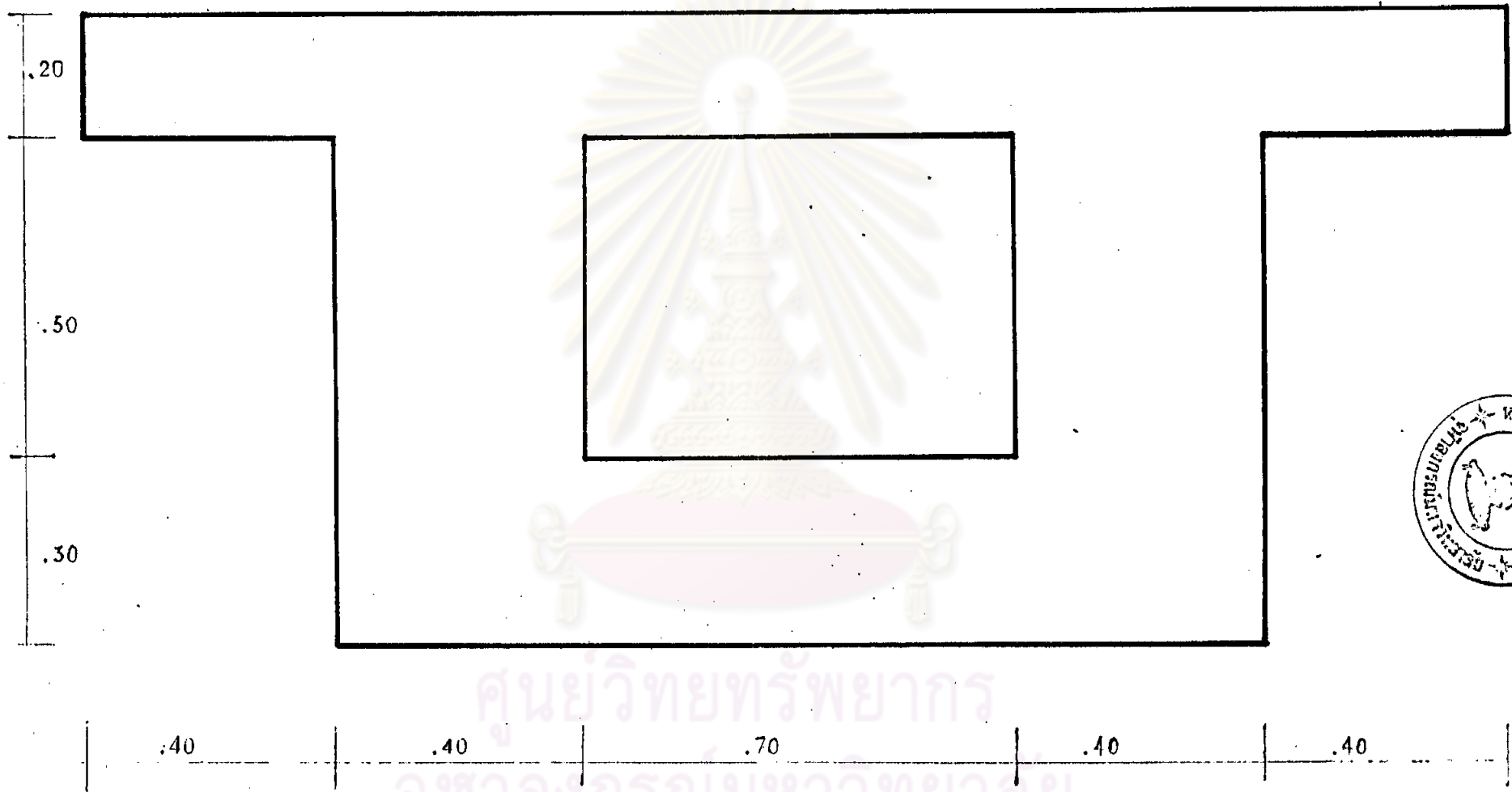
คณะวิทยาศาสตร์  
 ภาควิชาคณิตศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ที่ต่างกันระหว่างผลการ  
 วิเคราะห์และทดลองโดยWah และ Kirksey

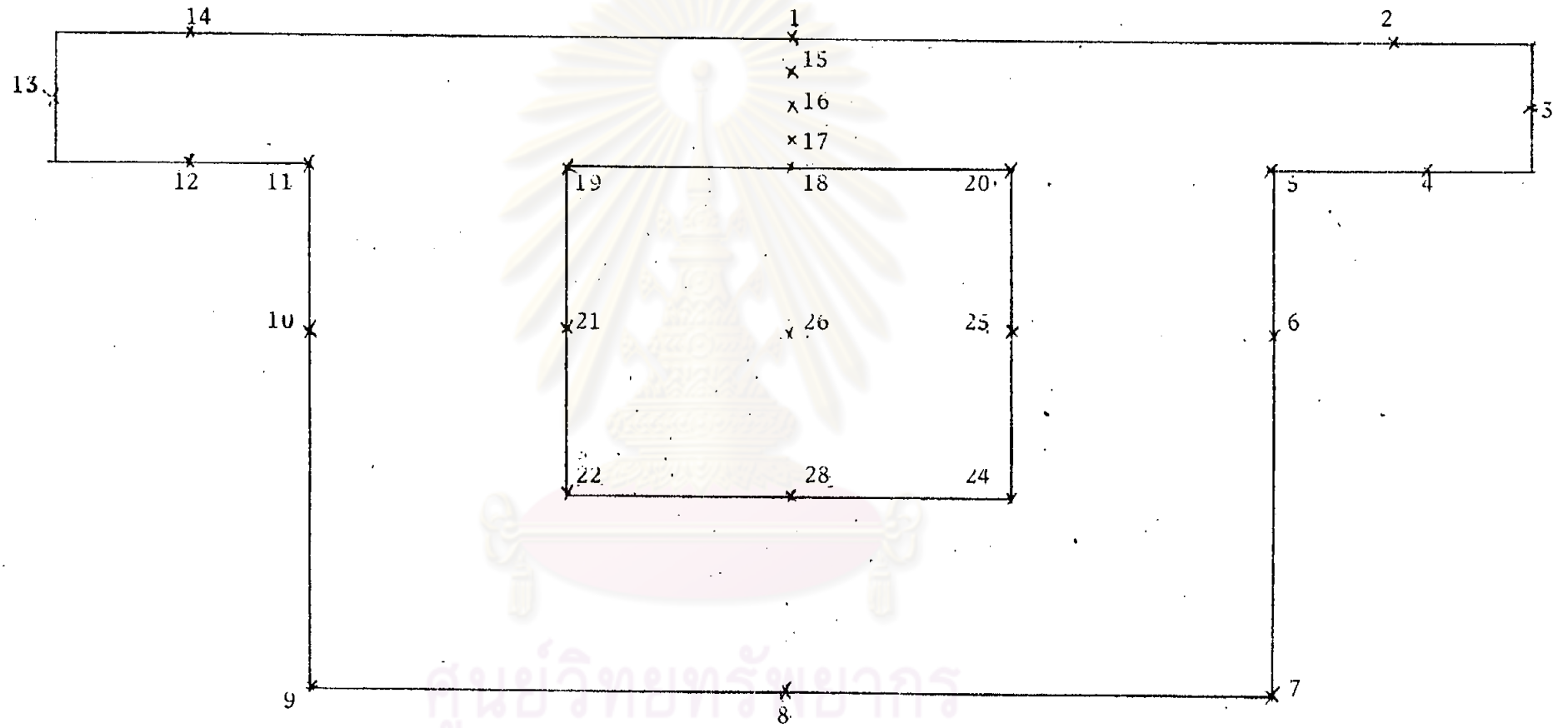
POSITIVE GRADIENT		
STRUCTURE	TEMP. DIST.	INDUCED THERMAL EFFECT
(a) 		 AXIAL EXPANSION
(b) 		 AXIAL EXPANSION CURVATURE
(c) 		 AXIAL EXPANSION INDUCED CURVATURE EIGEN-STRESSES
(d) 		 AXIAL EXPANSION CURVATURE RESTRAINED EIGEN-STRESS BENDING STRESS
(e) 		 CURVATURE AND AXIAL EXPANSION RESTRAINED EIGEN-STRESS BENDING STRESS AXIAL STRESS
(f) 		 INDUCED REACTION DUE TO RESTRAINED CURVATURE INDUCED BENDING MOMENT EIGEN-STRESS CONTINUITY BENDING STRESS

รูปที่ 2 แสดงผลต่าง ๆ ของการกระจายอุณหภูมิ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3 แสดงขนาดของแบบทดลอง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

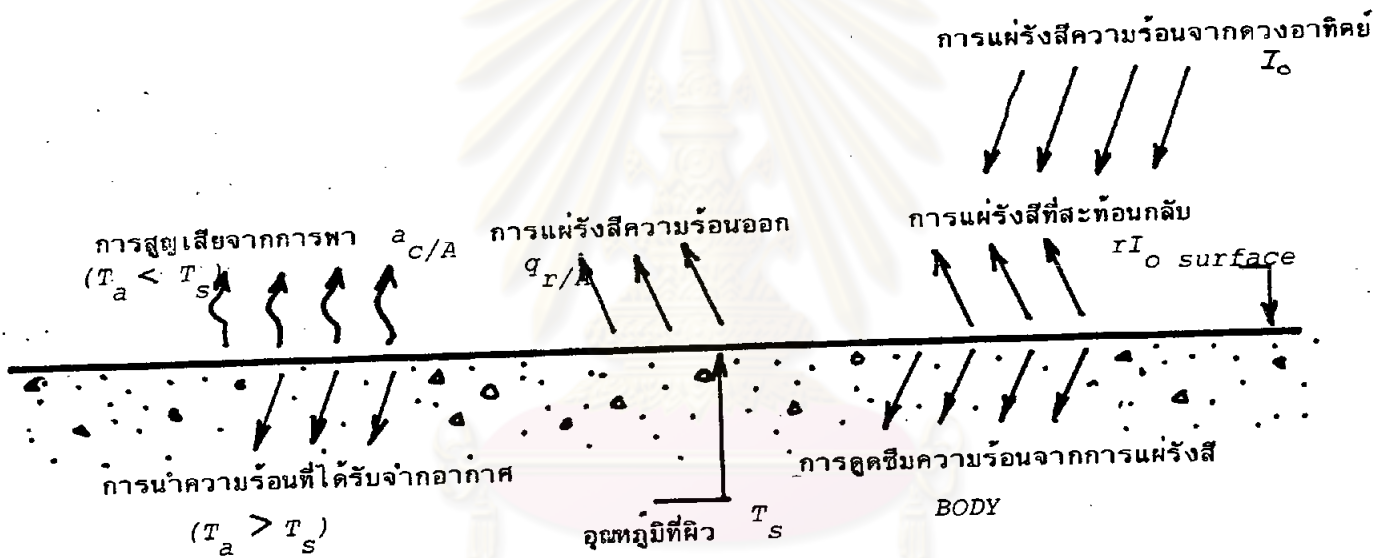
รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งที่เป็นจุดรัศอุทก

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
22	(1)				(5) 27			(8)						(13) 25			(16)				(20)	42
43	(21)				(25) 48			(28)						(33) 56			(36)				(40)	63
64	(41)				(45) 69			(48)						(52) 77			(54)				(58)	84
85	(61)				(65) 90			(68)						(72)			(76)				(80)	
	86	87	88	89	(81)			(84)	93	94	95	96	97	(85)			(88)	101	102	103	104	105
			106		(89)			(92)	110				111	(93)			(96)					115
			116		(97)			(100)	120				121	(101)			(104)					125
			126		(105)			(108)	130				131	(109)			(112)					135
			136		(113)			(116)	140				141	(117)			(120)					145
			146		(121)			(124)	150	151	152	153	154	(121)			(124)					158
			159		(133)			(137)						(141)			(144)					171
			172		(145)			(148)						(153)			(156)					184
			185																			
					186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197						

ศูนย์วิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5 แสดงการแบ่งส่วนย่อย (element) และแมทริกซ์

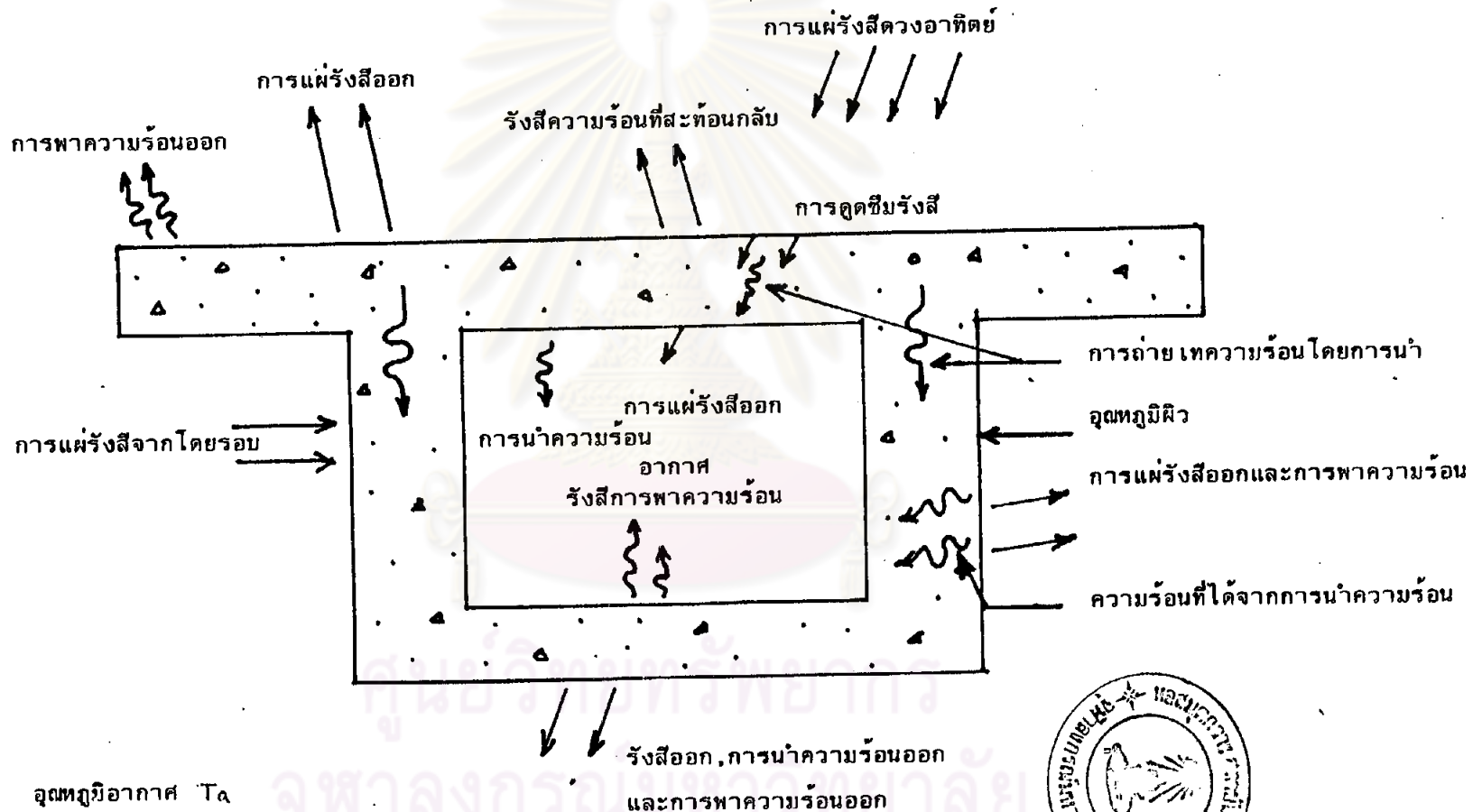
อุณหภูมิอากาศ  $T_a$



รูปที่ 6 การถ่ายเทความร้อนที่ผิวขอบเขต

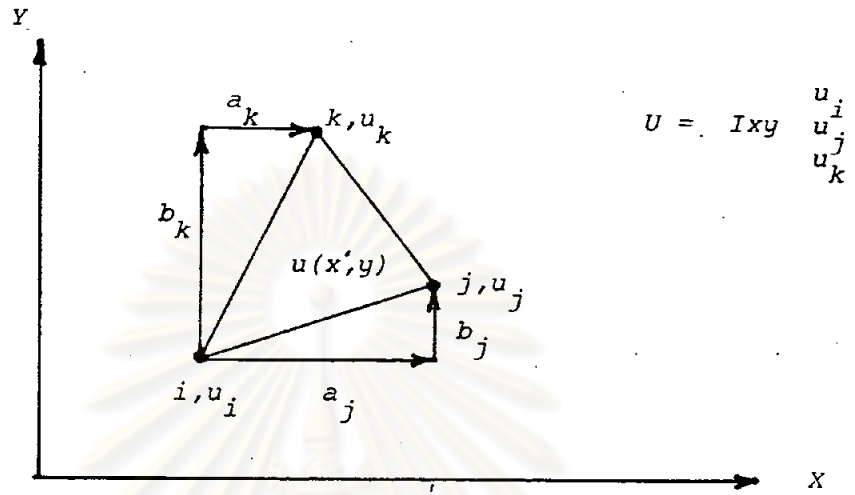
ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



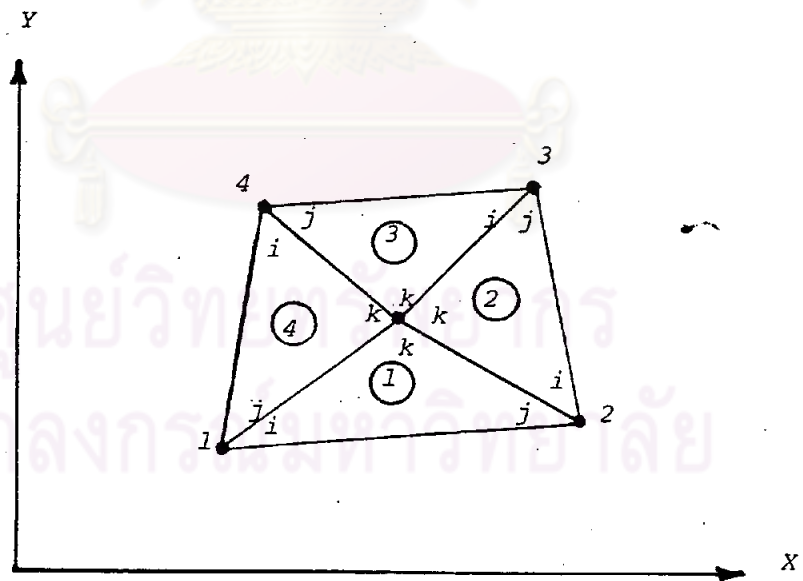


รูปที่ 7 แบบแสดงการถ่ายเทความร้อนบนหน้าตัดตามรูปกล่อง

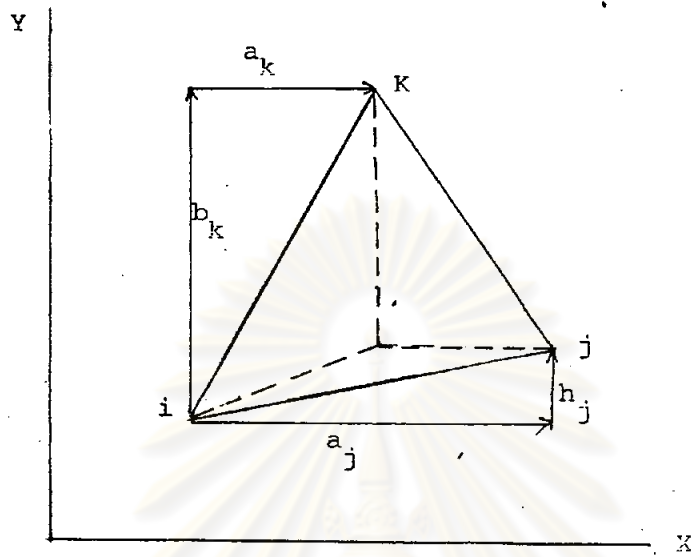




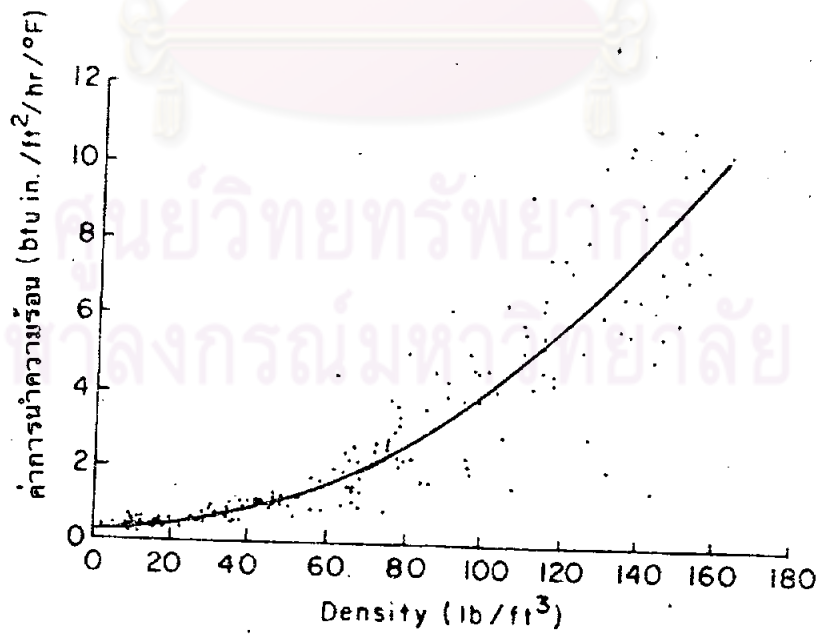
รูปที่ 8 แบบส่วนย่อยสามเหลี่ยม



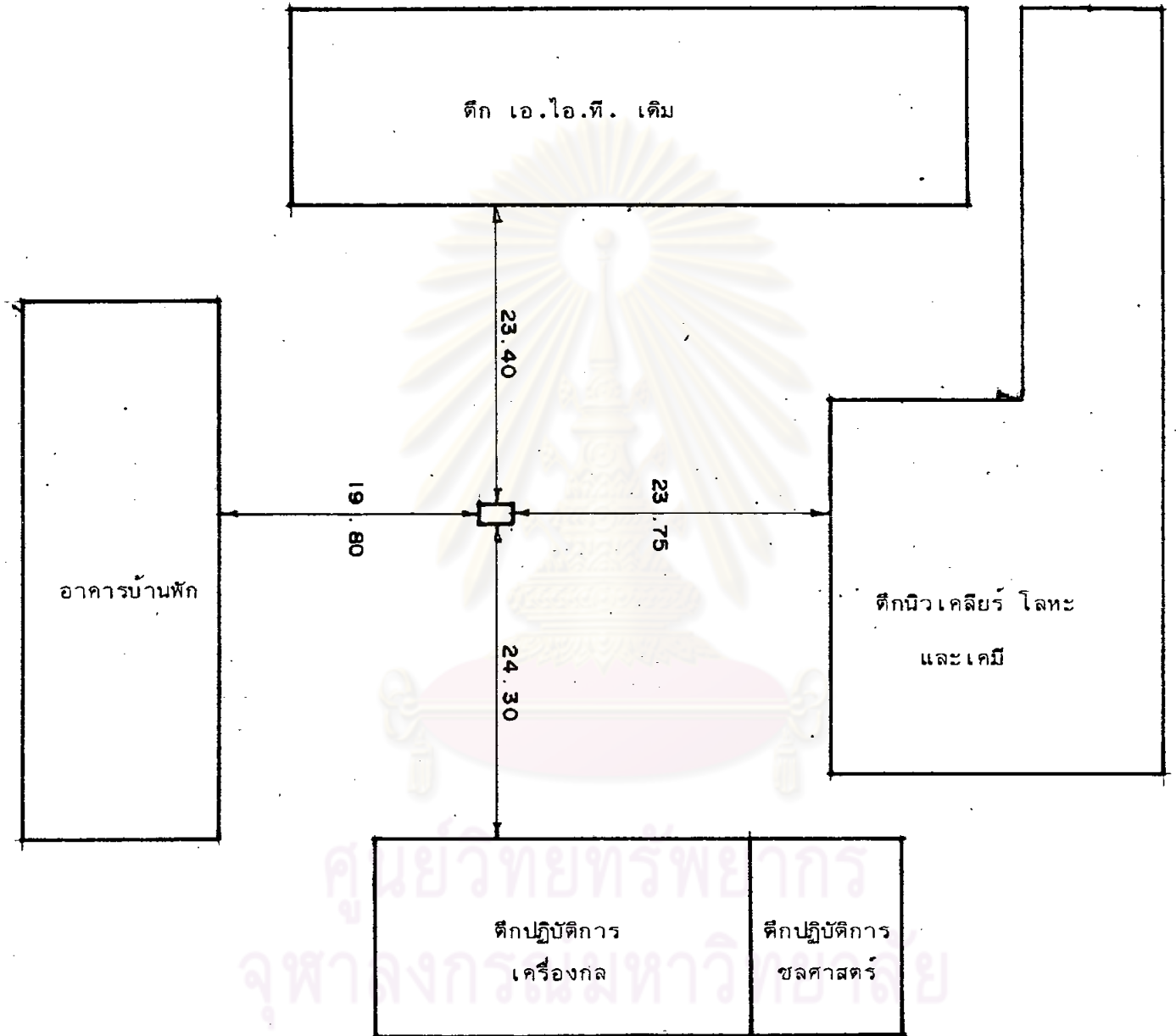
รูปที่ 9 แบบส่วนย่อยรูปสี่เหลี่ยม



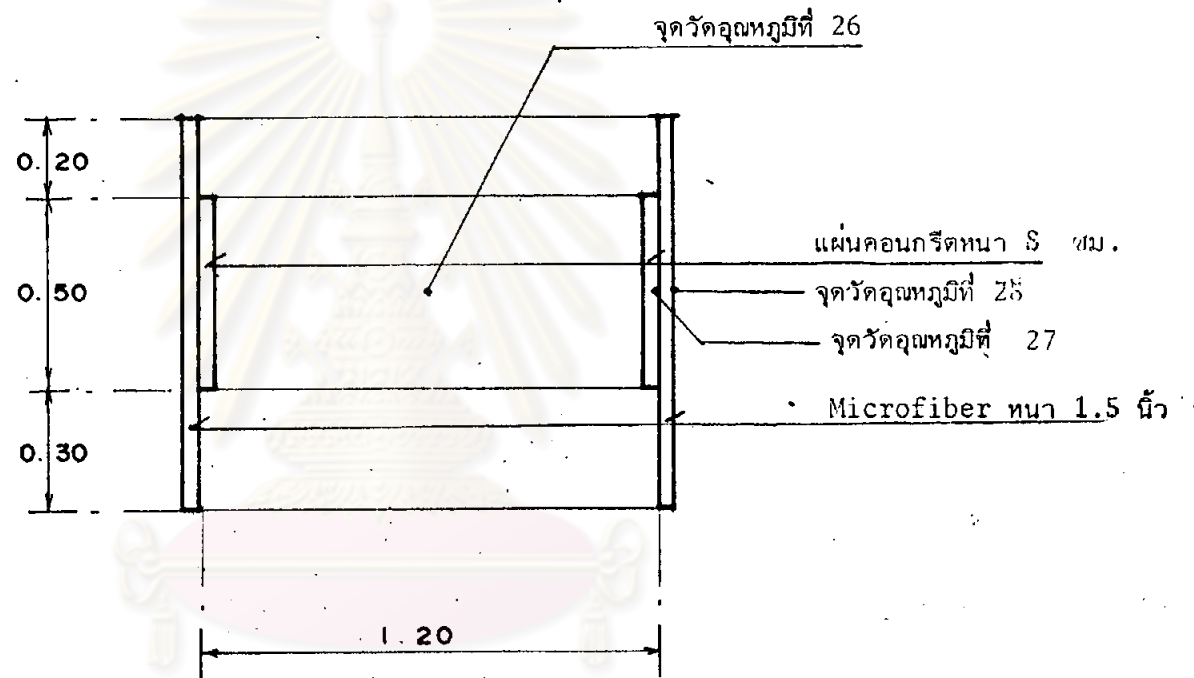
รูปที่ 10 แสดงรูปสามเหลี่ยมทั่วไป



รูปที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของการนำความร้อนของคอนกรีต  
กับความหนาแน่น



รูปที่ 12 แสดงแผนผังบริเวณที่ตั้งของแบบทดลอง

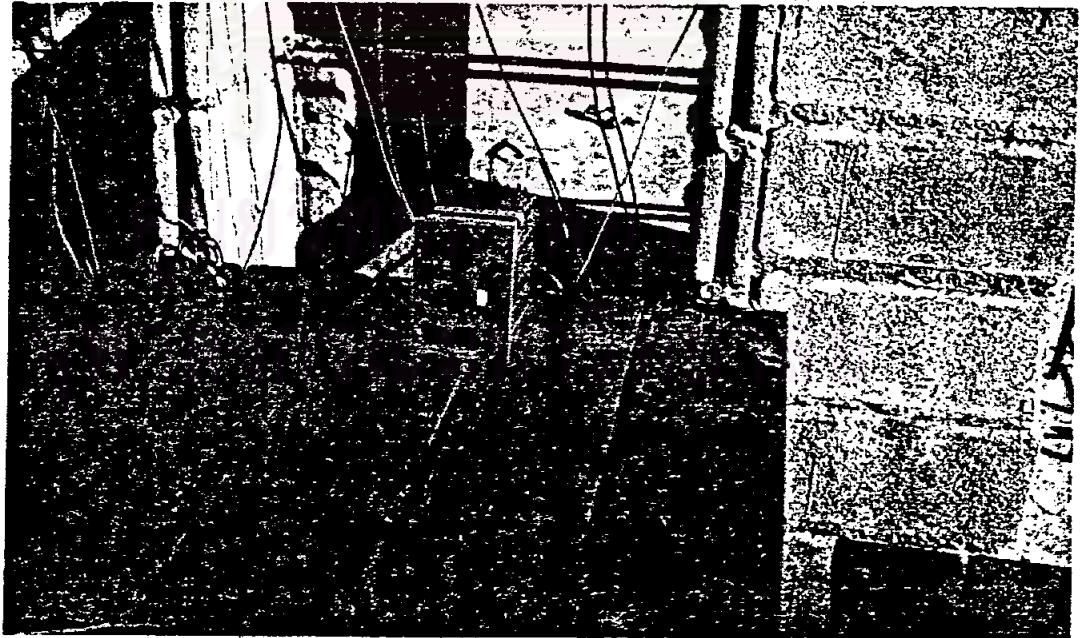


ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1๖ แสดงรูปตัด X-X เพื่อดูตำแหน่งจุดวัดอุณหภูมิ



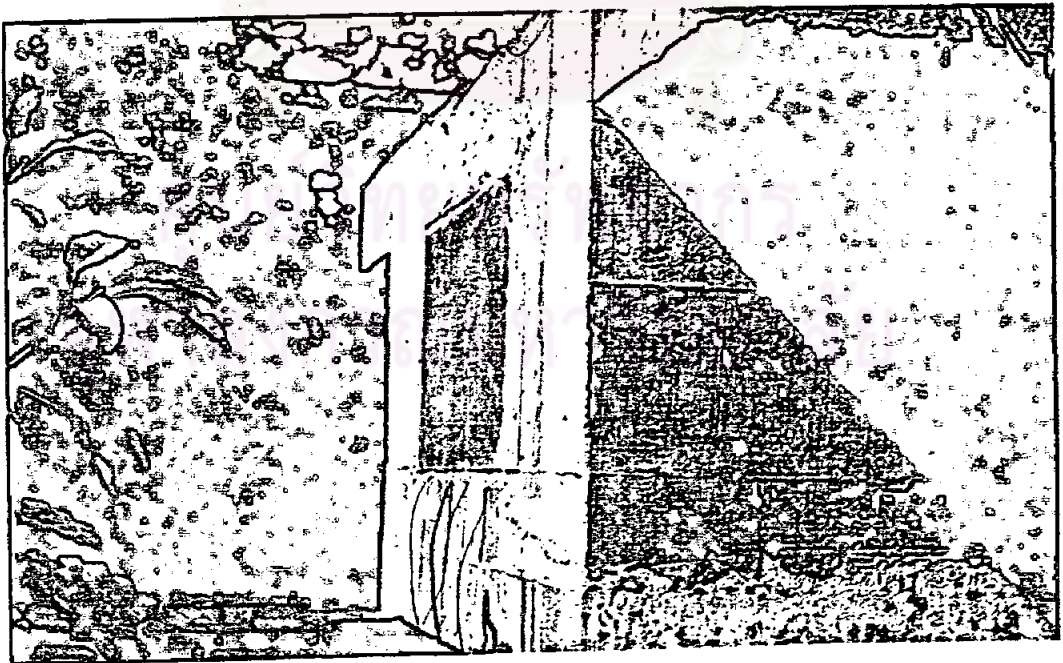
รูปที่ 14 แสดงรูปของวัสดุที่ใช้วัดอุณหภูมิ



รูปที่ 15 แสดง เครื่องวัดอุณหภูมิแบบตัว เลข



รูปที่ 16 แสดงรูปกล่องภายใน



รูปที่ 17 แสดงรูปกล่องหลังปิดด้วย Mortar ๔ ซม.

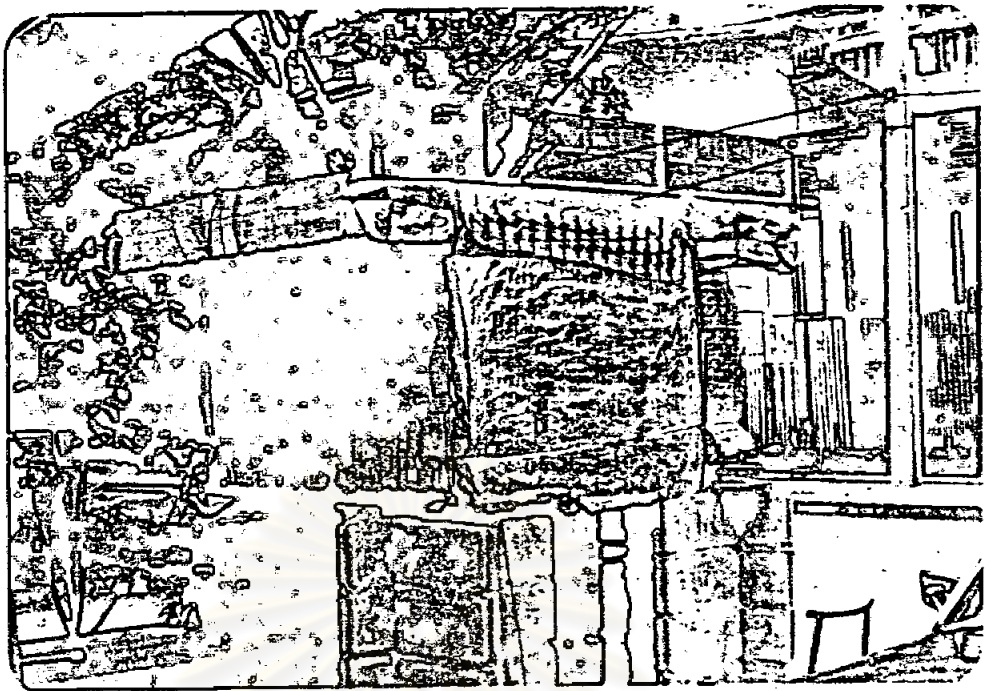


รูปที่ 18 แสดงให้เห็นถึงความสูงของอาคารศึกษาใหม่

รูปที่ 19 แสดงถึงความสูงของตึก เอไอที เดิม

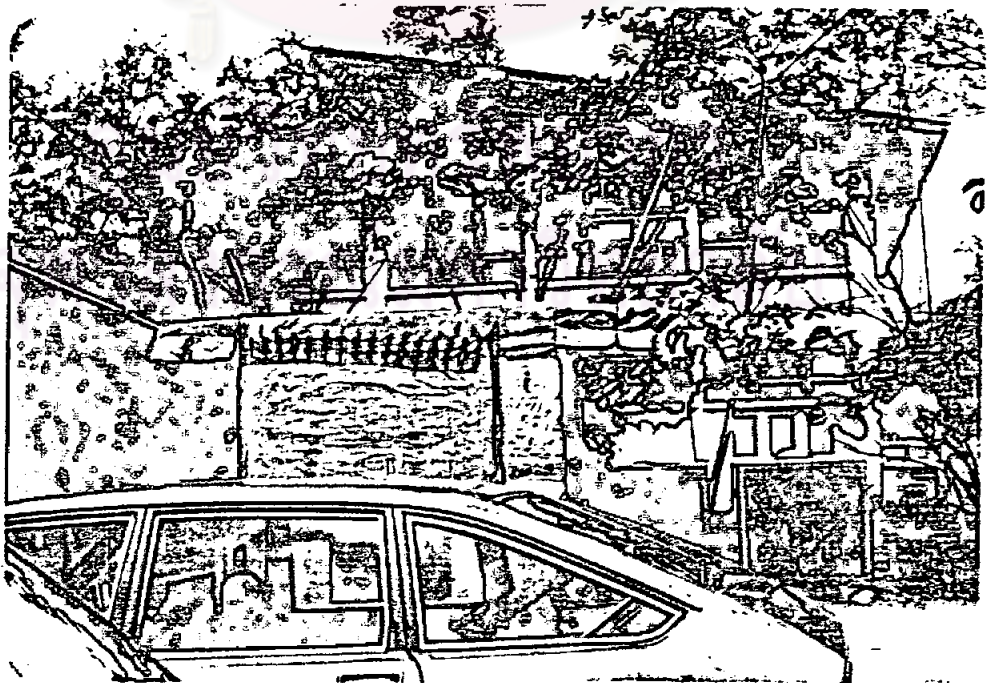


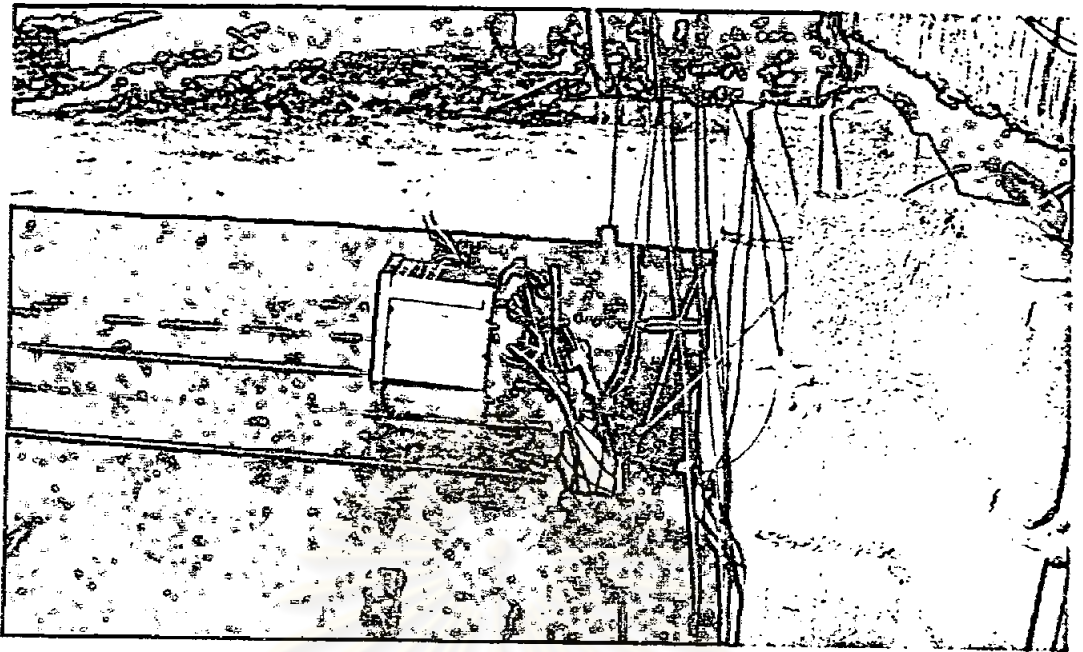




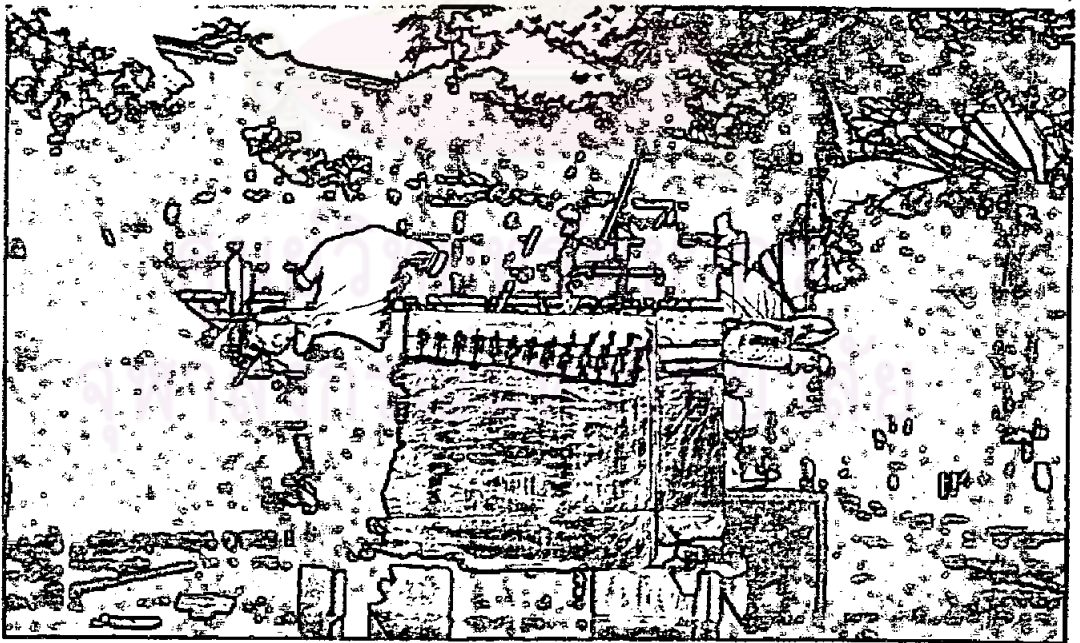
รูปที่ 20 แสดงความสูงอาคารบ้านพักที่อยู่ใกล้เคียงแบบทดลอง

รูปที่ 21 แสดงถึงความสูงอาคารปฏิบัติการเครื่องกล ๓ ที่อยู่ข้างหลัง

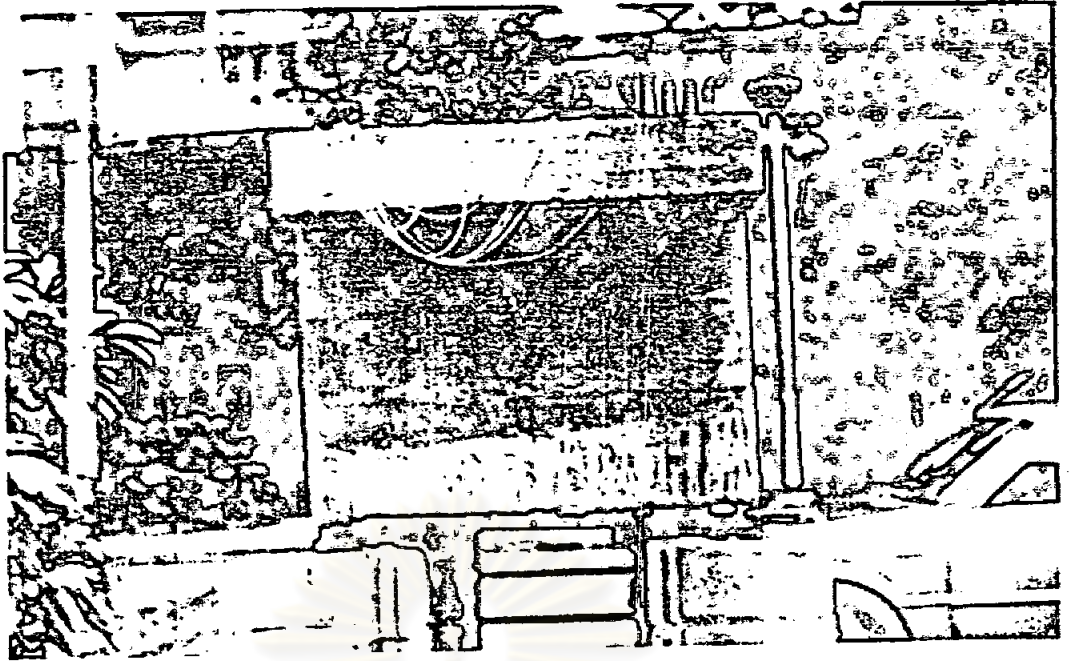




รูปที่ 22 แสดงด้านข้างของเครื่องวัด



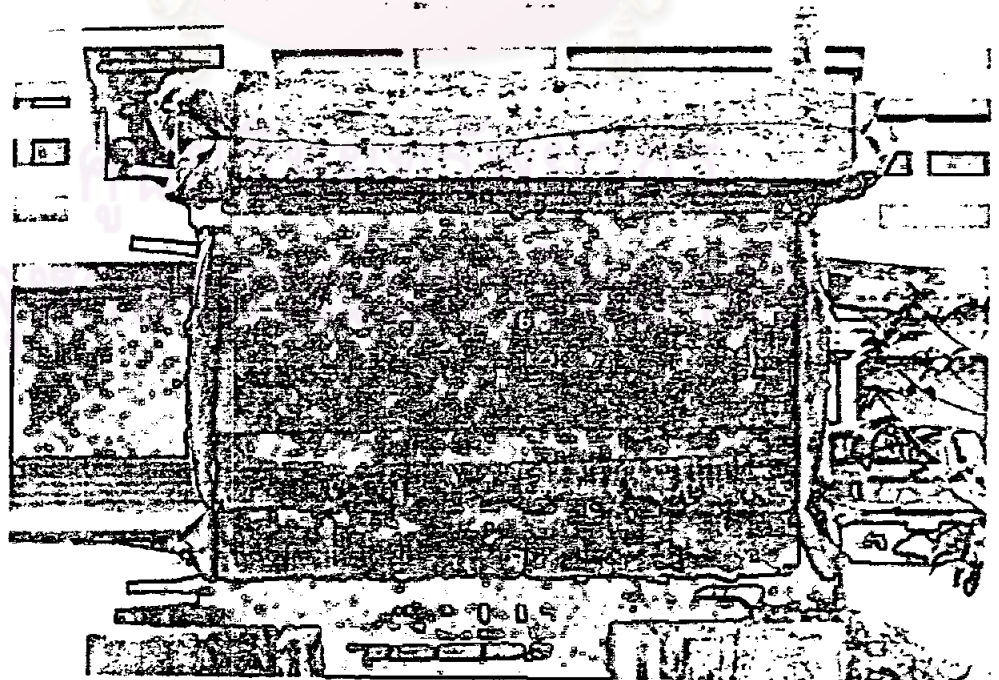
รูปที่ 23 แสดงการวัด

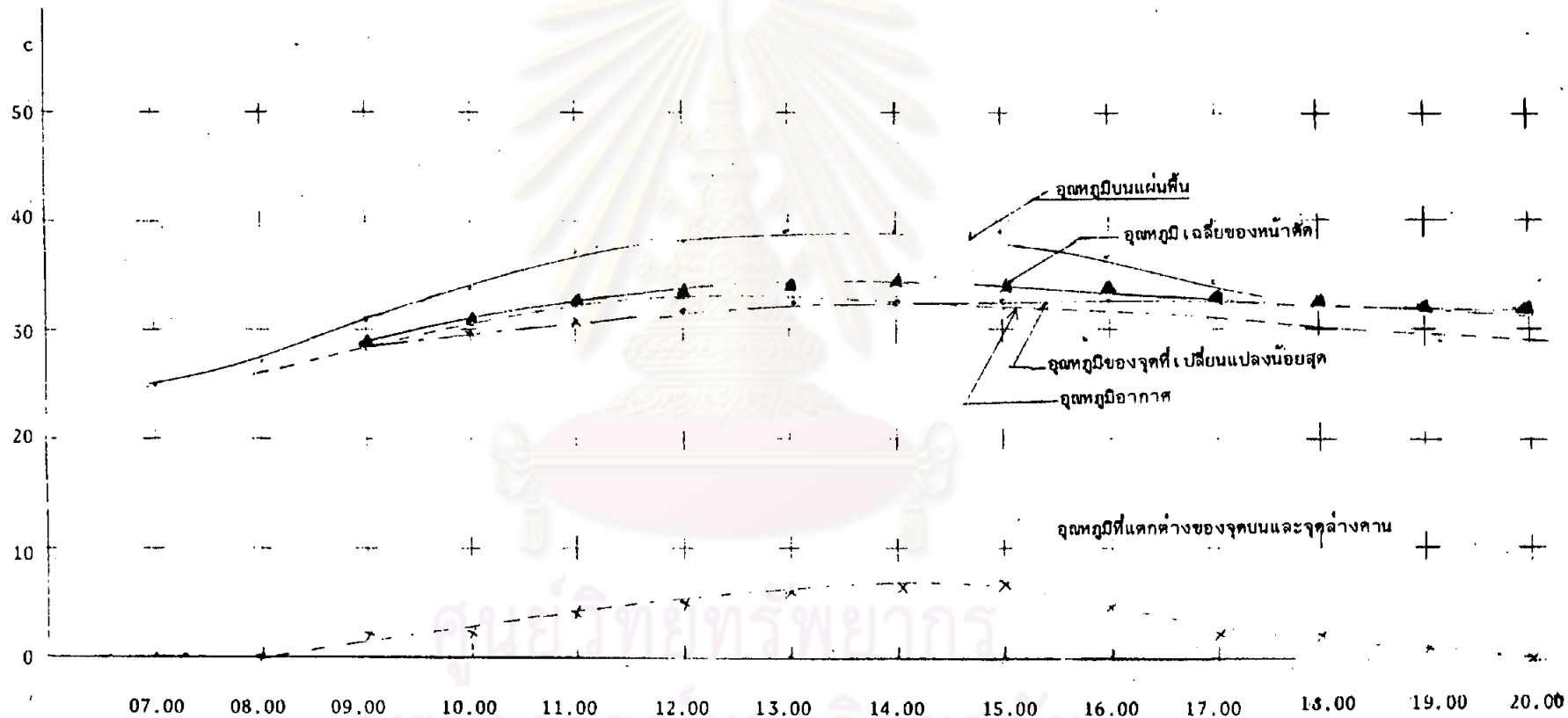


รูปที่ 24 แสดงด้านข้างของรูปกล่อง

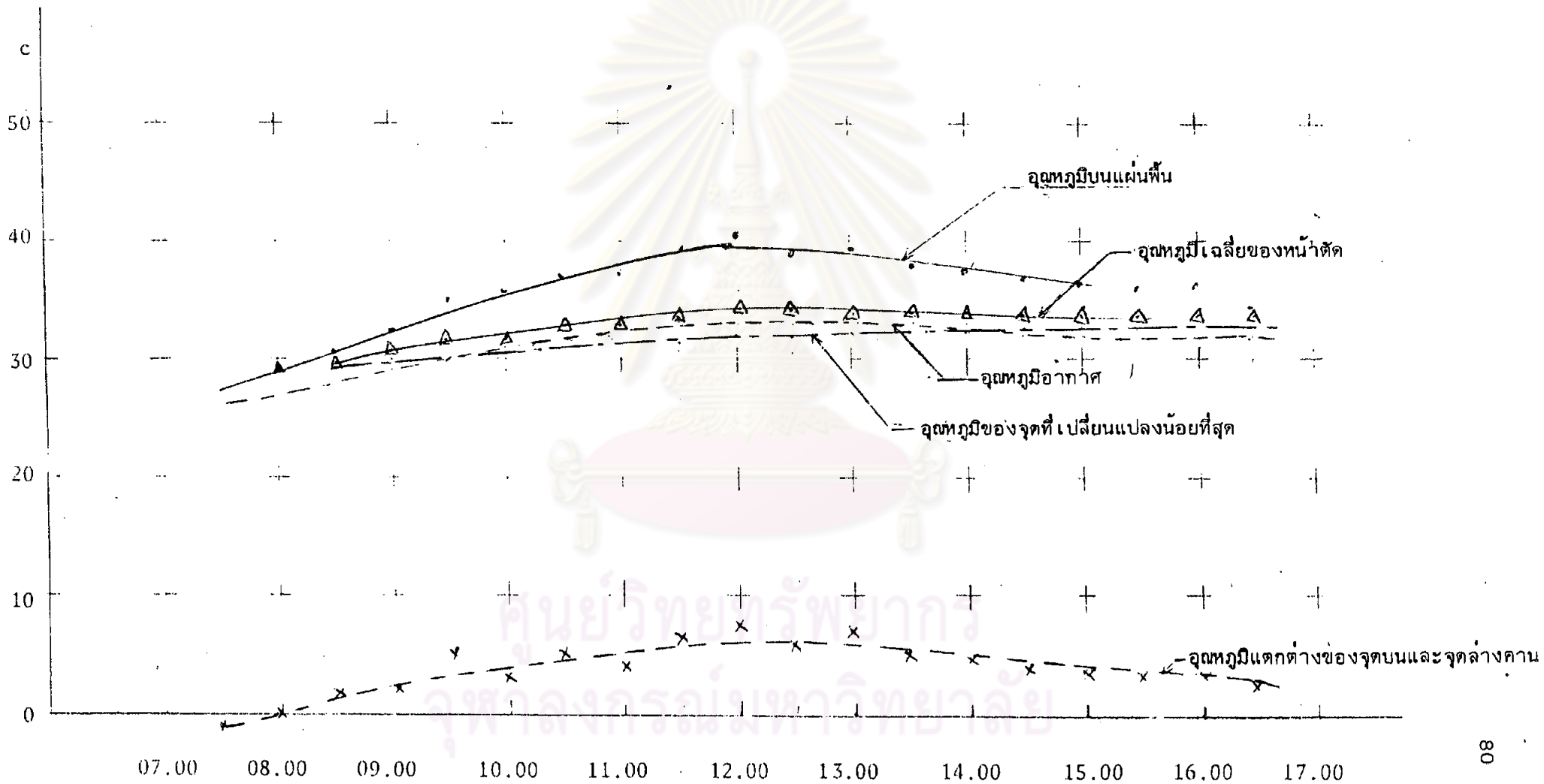


รูปที่ 25 แสดงด้านข้างหลัง ปิด Microfiber ๑๑ นิ้ว

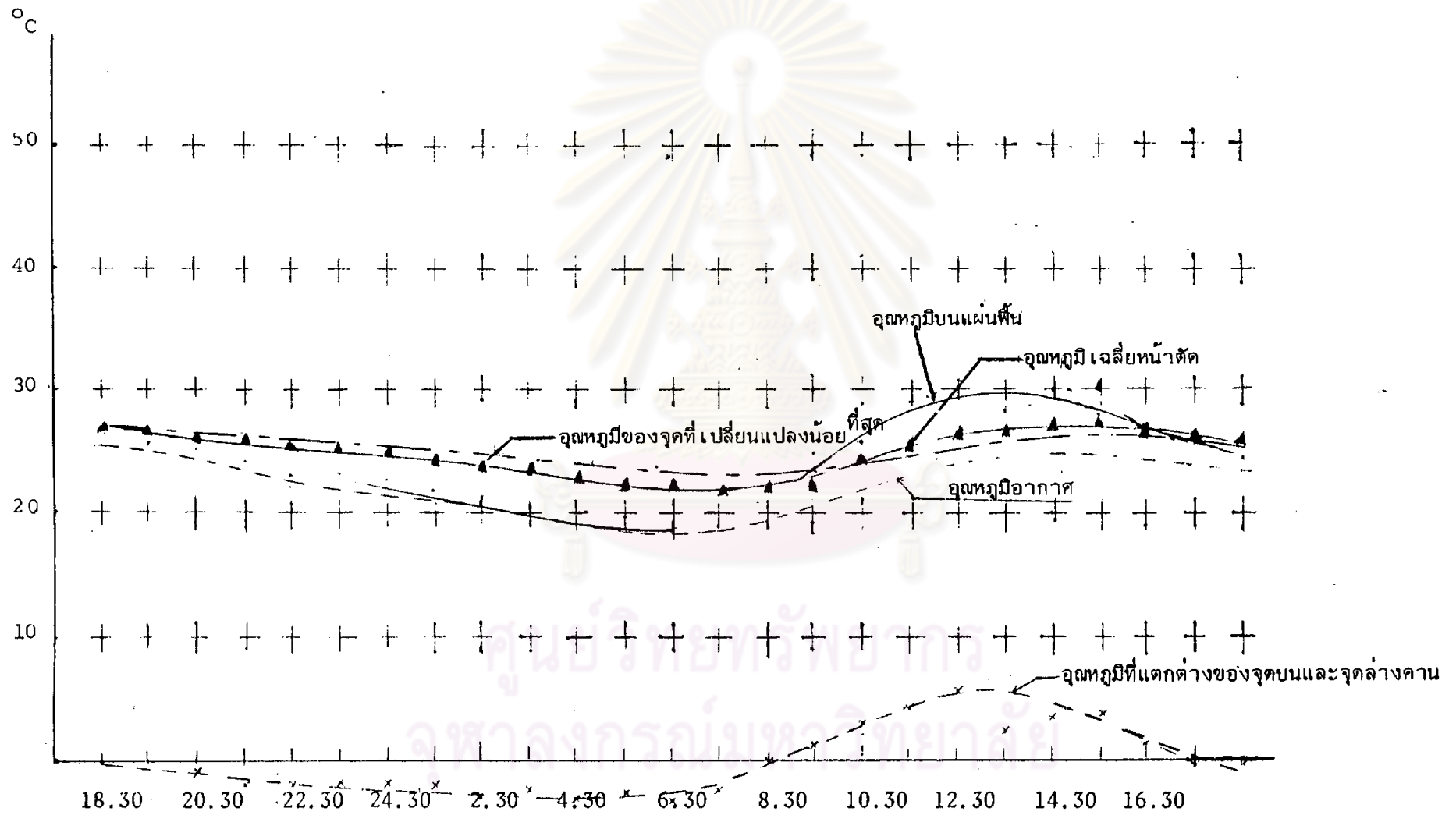




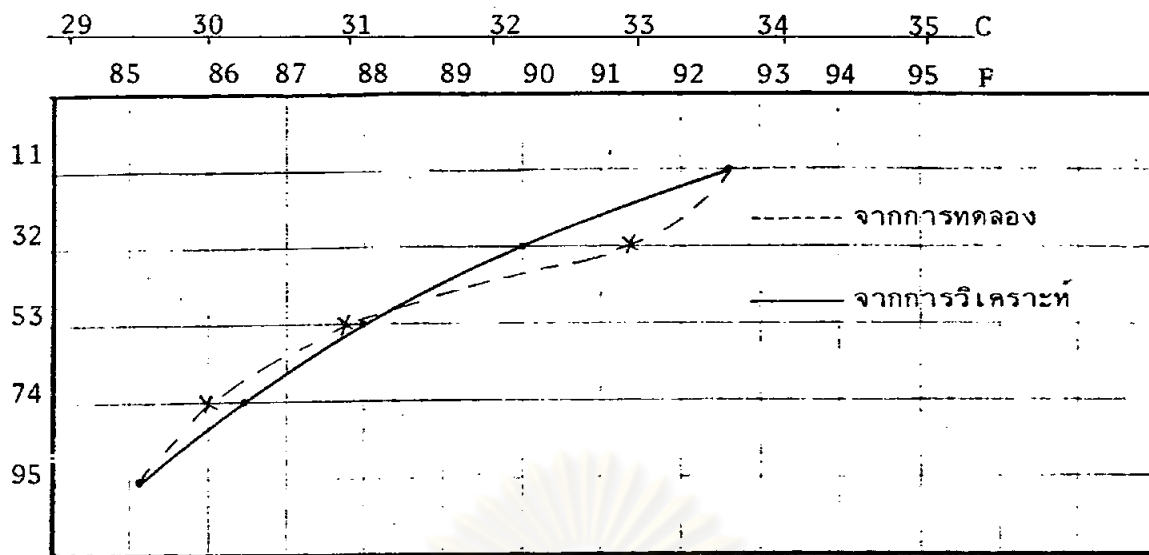
รูปที่ 26 แสดงการเปลี่ยนแปลงจุดhumidity ในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2525



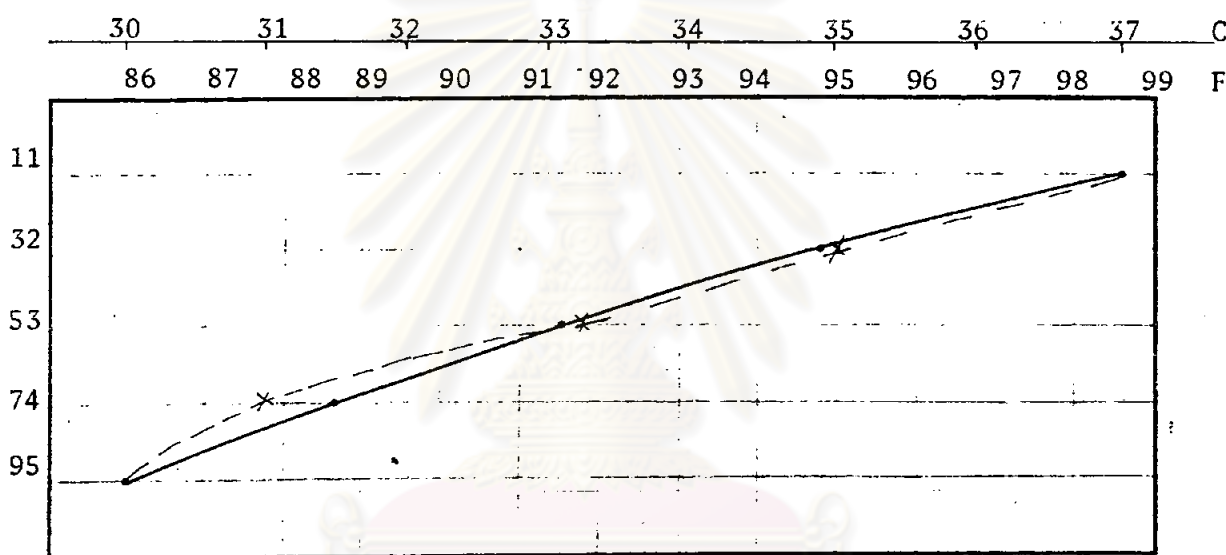
รูปที่ 27 แสดงการเปลี่ยนแปลงจุดhumidityในวันที่ 4 พฤศจิกายน 2525



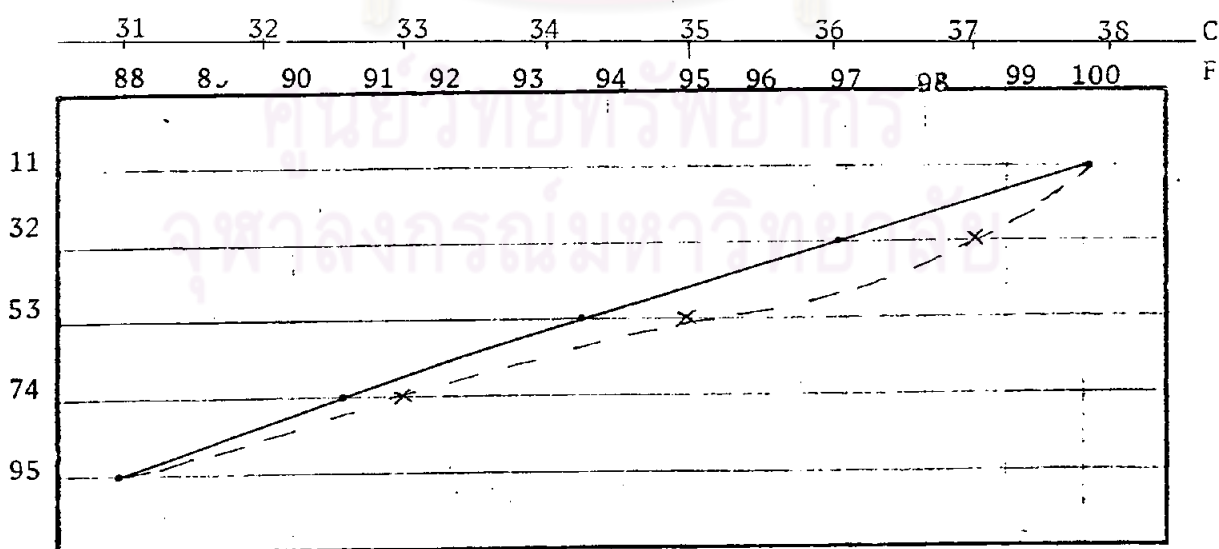
รูปที่ 28 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากเวลา 18.30 น. ของวันที่ 17 ธันวาคม ถึง เวลา 18.30 น. ของวันที่ 18 ธันวาคม 2525



เวลา 10.00 น.

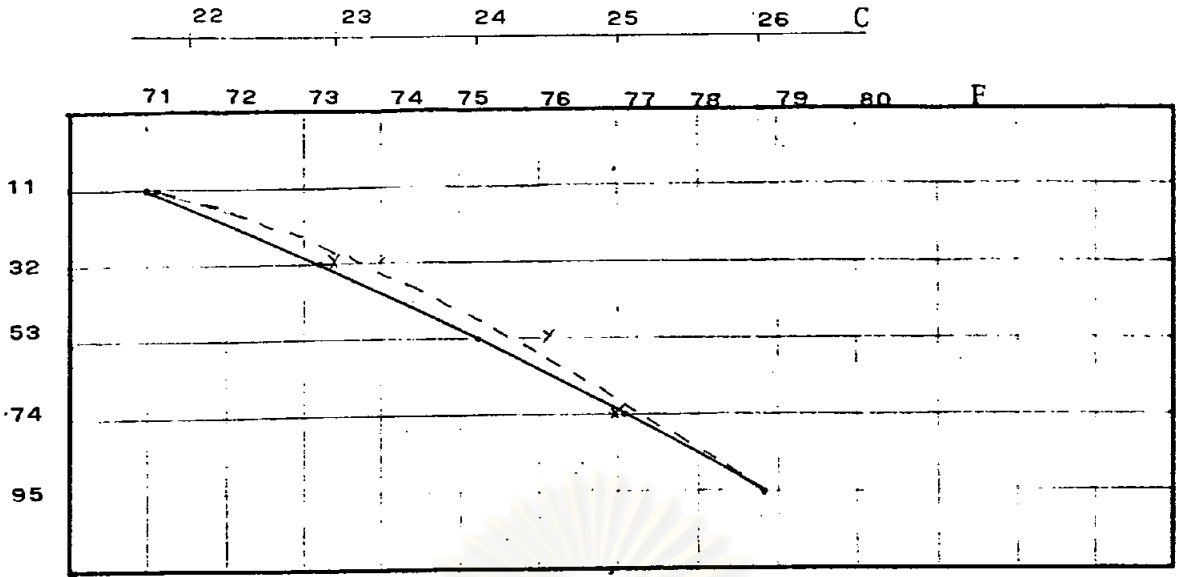


เวลา 11.00 น.

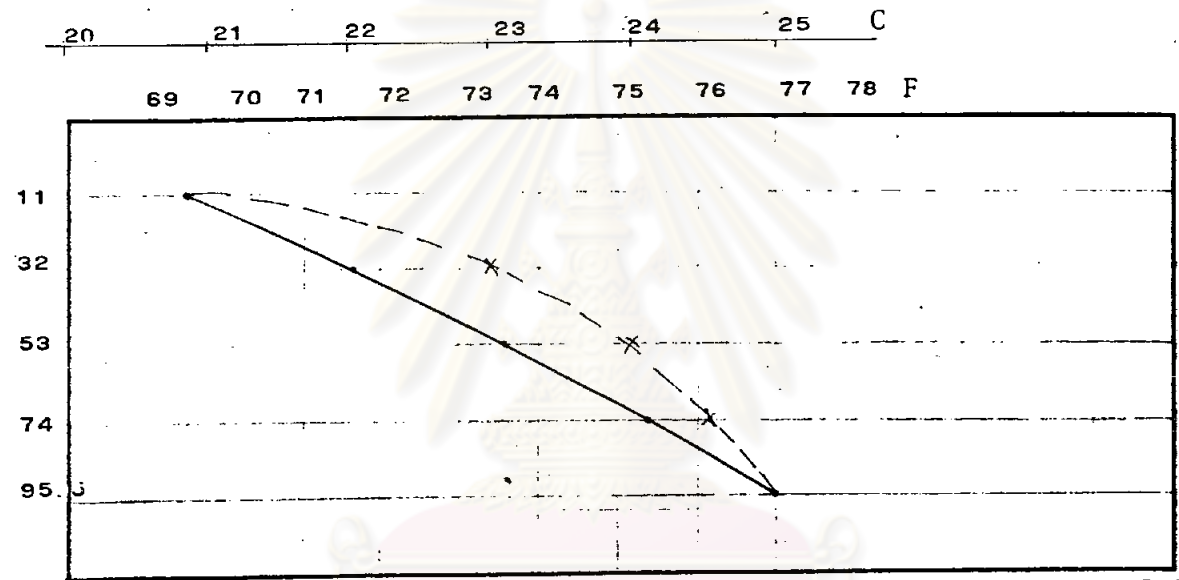


เวลา 12.00 น.

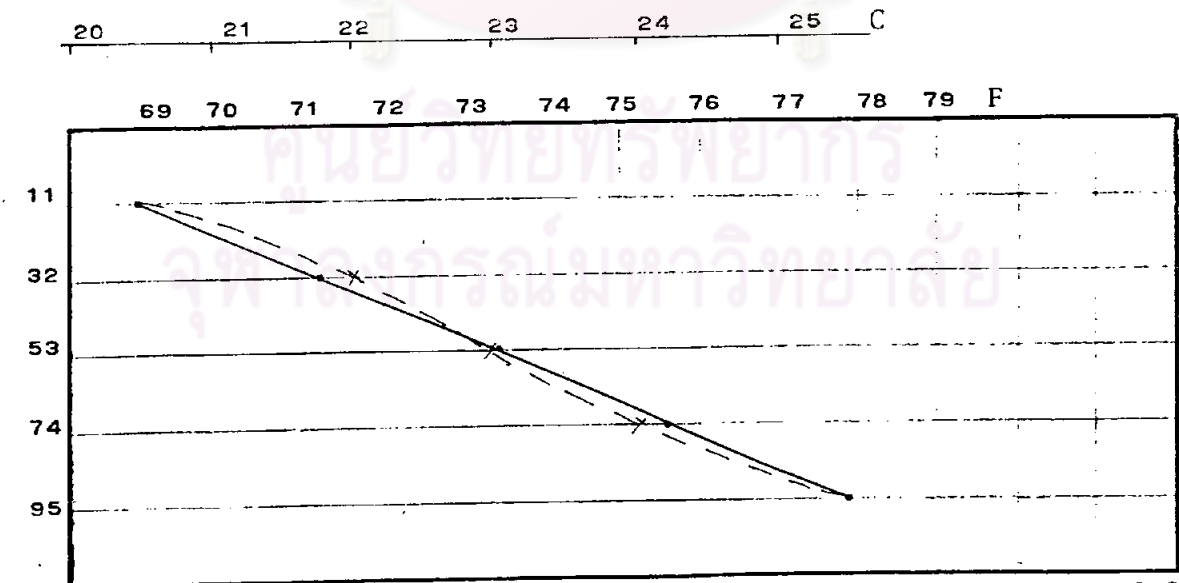
รูปที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์  
ของจุดตามความหนาของแผ่นพื้นบนของวันที่ 3 พฤศจิกายน 2525



เวลา 1.30 น.



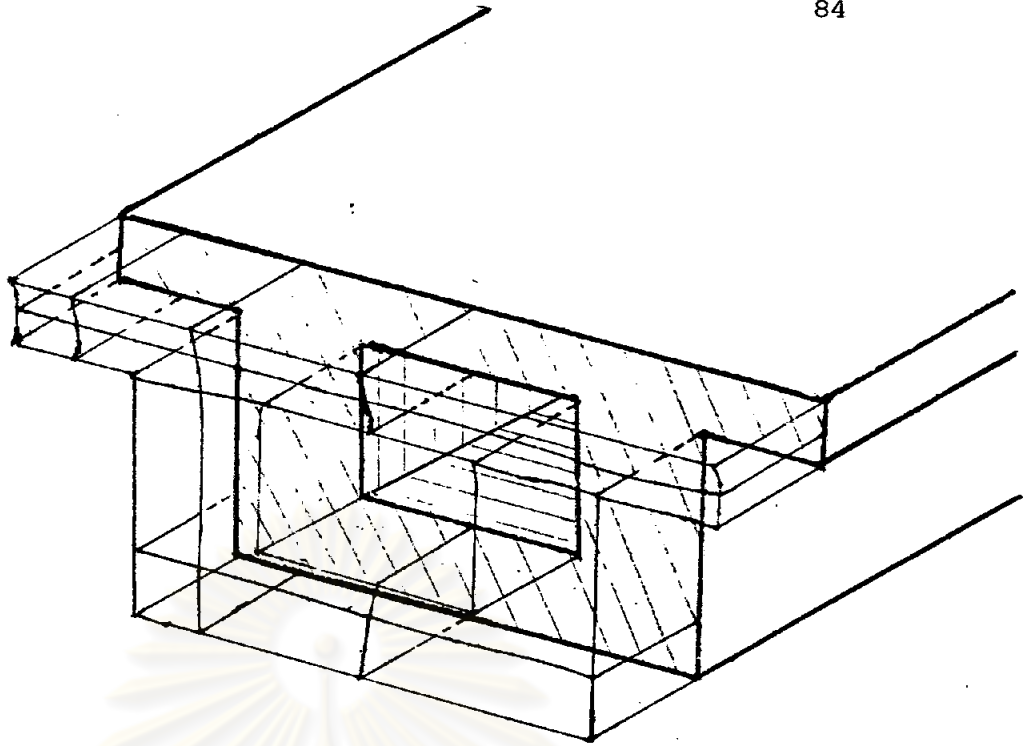
เวลา 2.30 น.



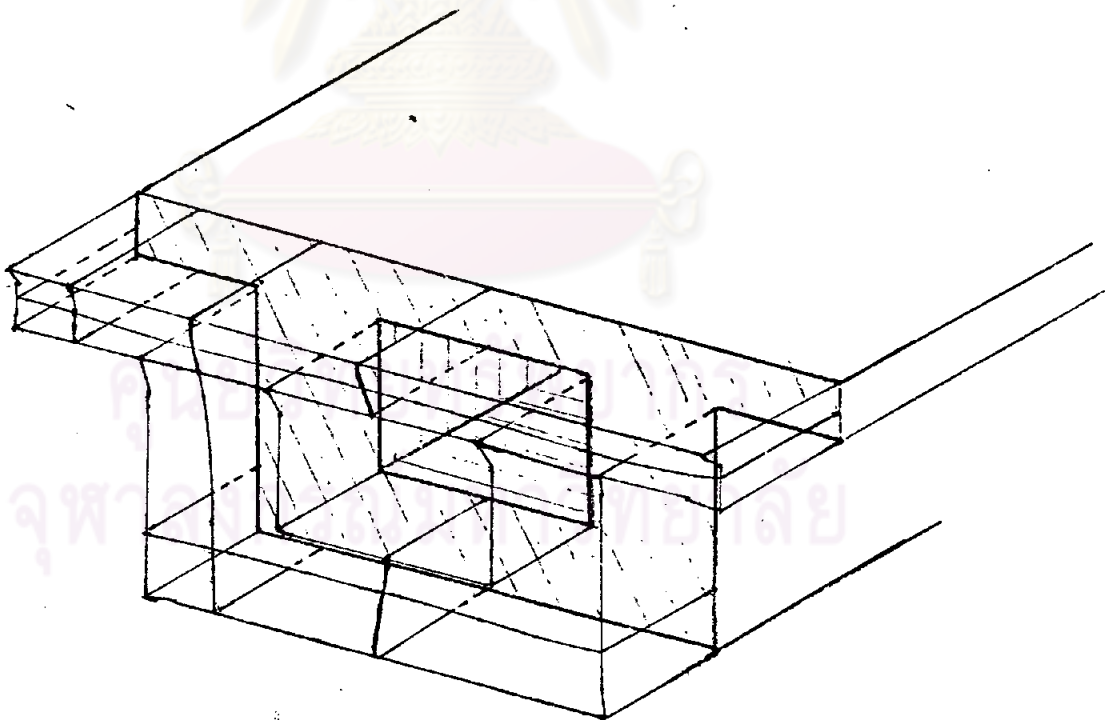
เวลา 3.30 น.

รูปที่ 30 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์  
 ของจุดตามความหนาของแผ่นพื้นของวันที่ 17-18 ธันวาคม 2525





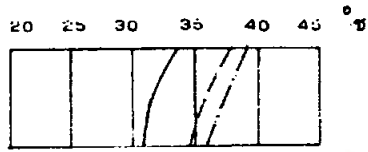
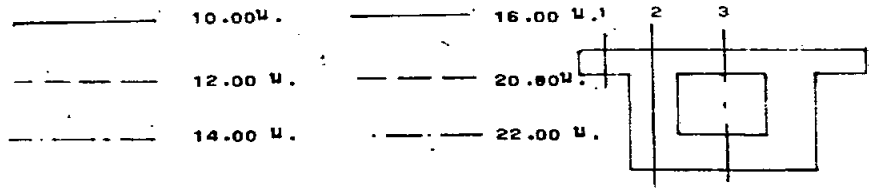
ภาพแสดง เมื่อ เวลา 10.00 น.



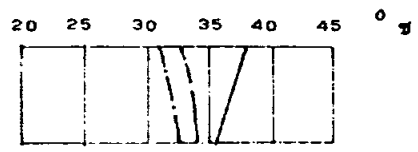
ภาพแสดง เมื่อ เวลา 14.00 น.

รูปที่ 31 แสดง Isometric การกระจายของอุณหภูมิต่างๆ

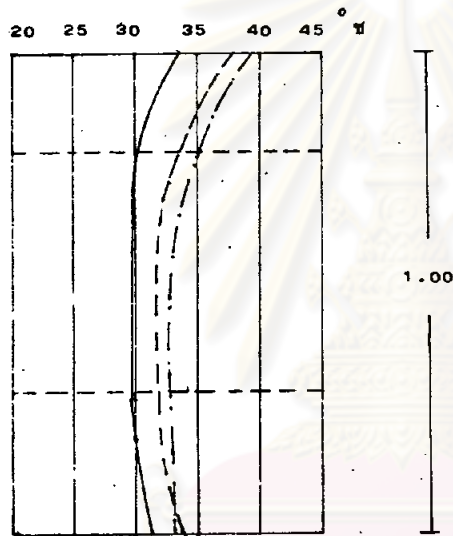
ของวันที่ 3 พฤศจิกายน 2525 ณ เวลาต่างๆกัน



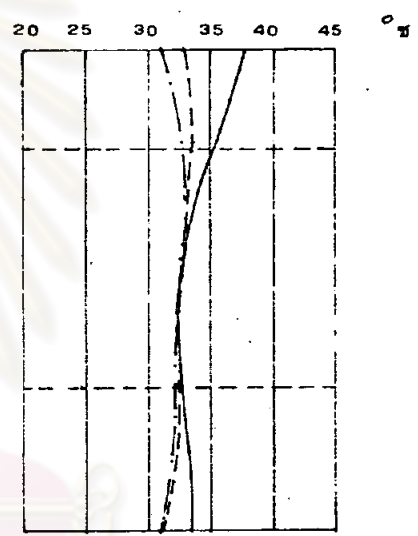
หน้าตัด 1



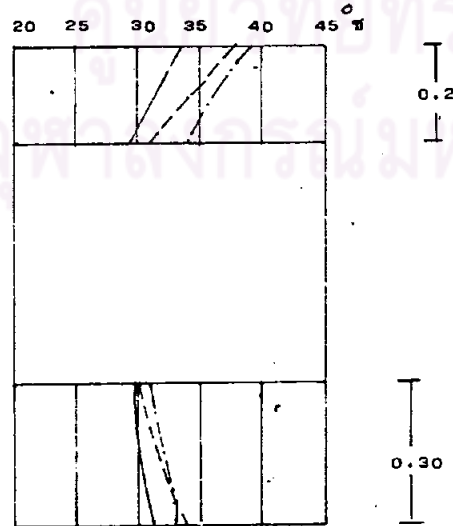
หน้าตัด 1



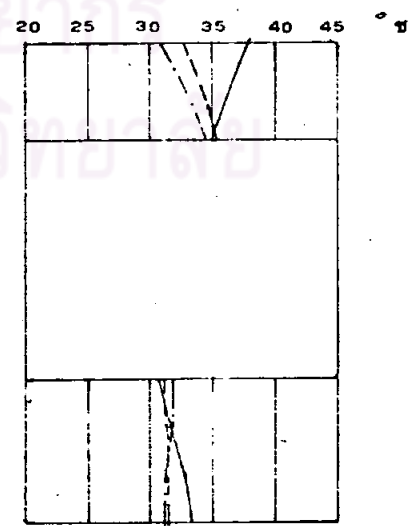
หน้าตัด 2



หน้าตัด 2

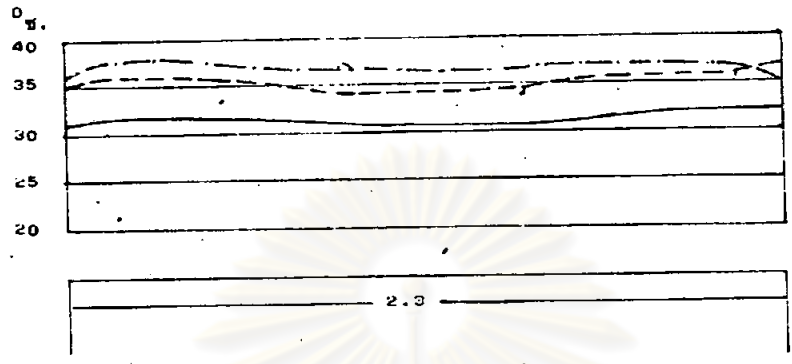
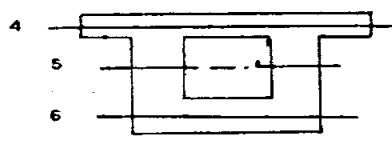


หน้าตัด 3  
รูปที่ 32 ก

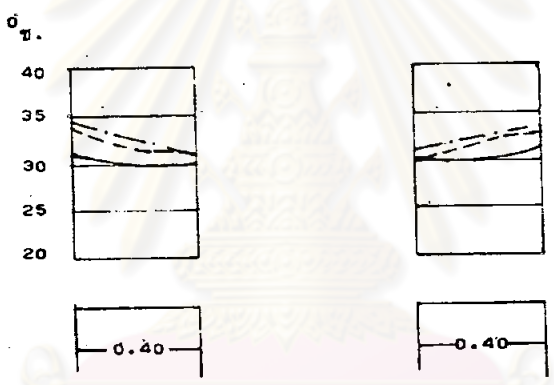


หน้าตัด 3  
รูปที่ 32 ข

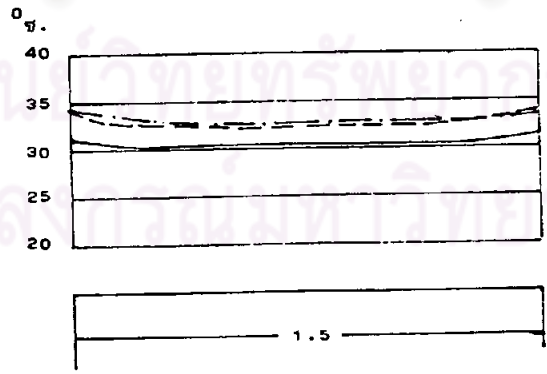
\_\_\_\_\_ 10.00 ม.  
 - - - - - 12.00 ม.  
 - · - · - 14.00 ม.



หน้าตัด 4

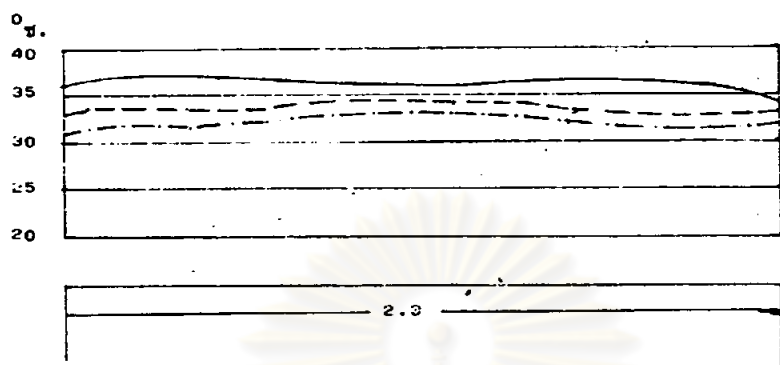
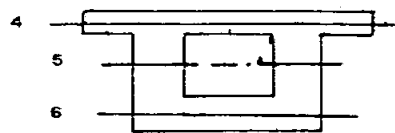


หน้าตัด 5

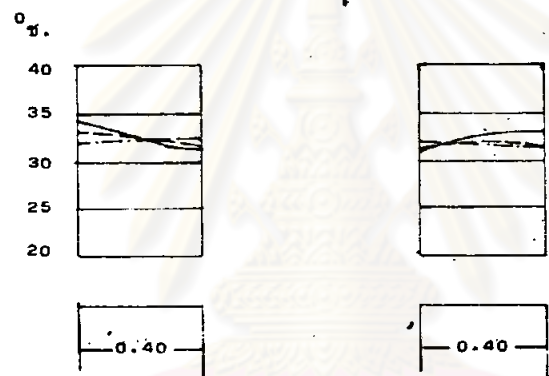


หน้าตัด 6  
รูปที่ 32 ค

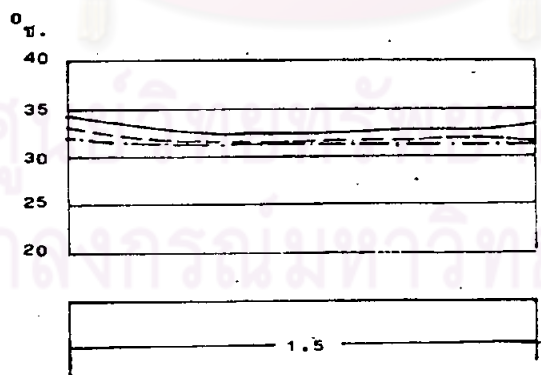
\_\_\_\_\_ 16.00 ม.  
 - - - - - 18.00 ม.  
 - · - · - 20.00 ม.



หน้าตัด 4



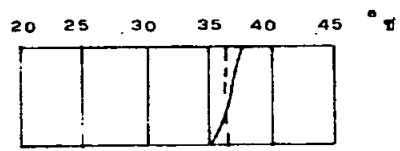
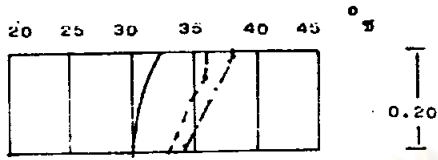
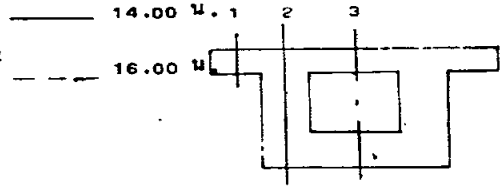
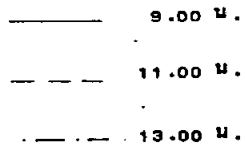
หน้าตัด 5



หน้าตัด 6  
รูปที่ 32 ง

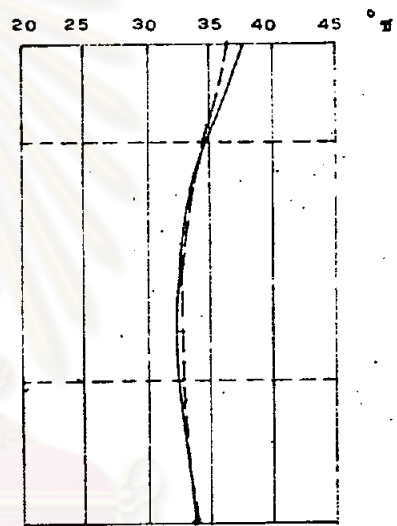
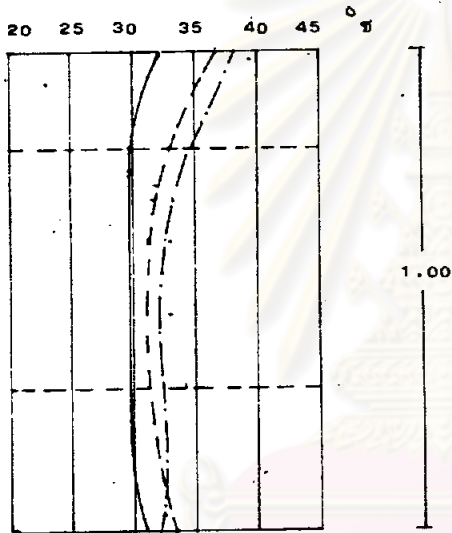
รูปที่ 32 แสดงการกระจายของอุณหภูมิต่างๆ  
 ของวันที่ 3 พฤศจิกายน 2525  
 ณ เวลาต่างๆกัน





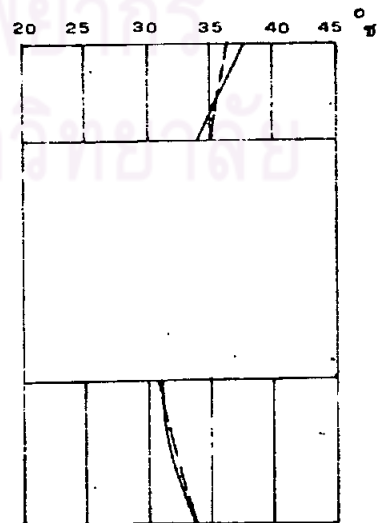
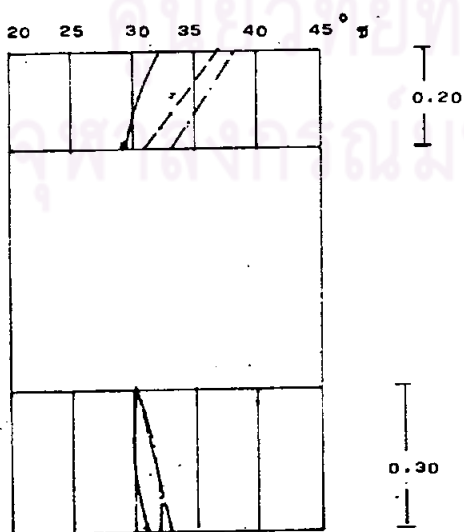
หน้าตัด 1

หน้าตัด 1



หน้าตัด 2

หน้าตัด 2



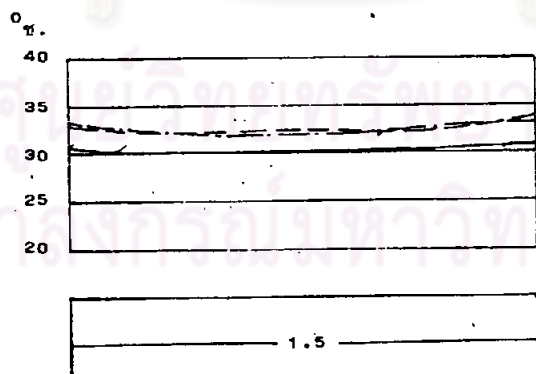
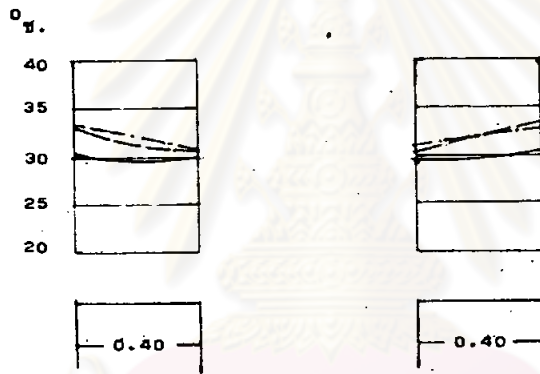
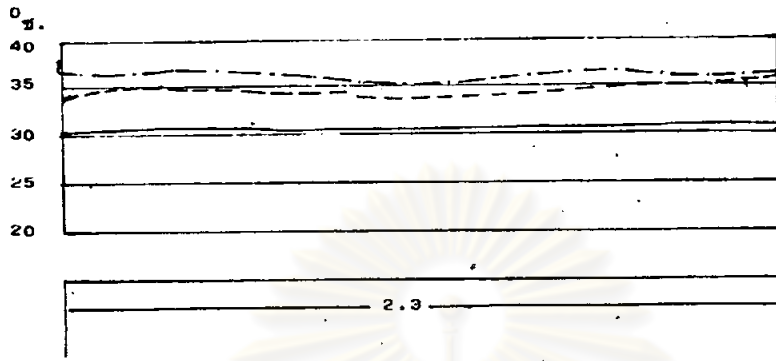
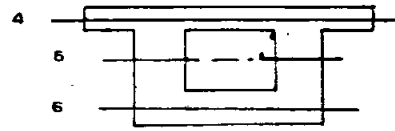
หน้าตัด 3  
รูปที่ 33 ก

หน้าตัด 3  
รูปที่ 33 ข

9.00 ม.

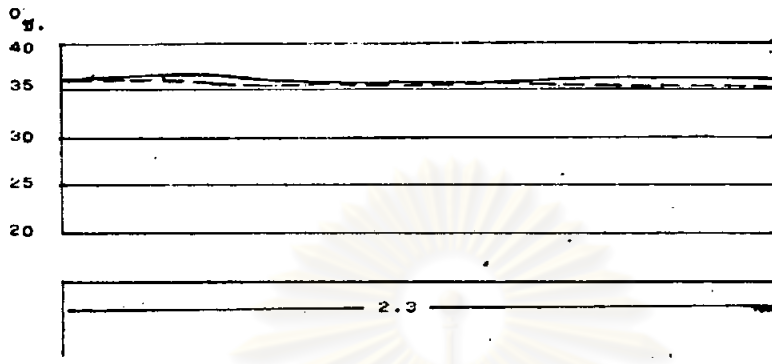
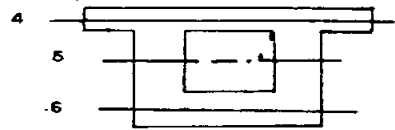
11.00 ม.

13.00 ม.

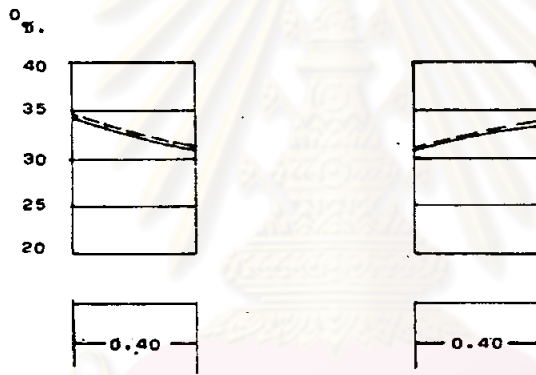


รูปที่ 33 ค

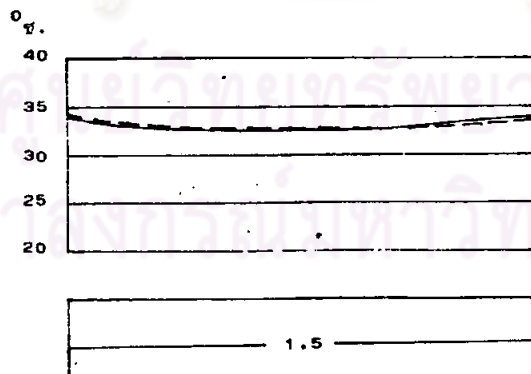
14.00 ม.  
16.00 ม.



หน้าตัด 4

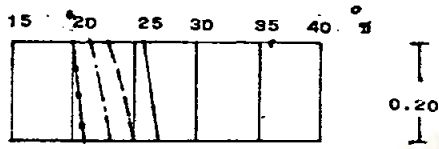
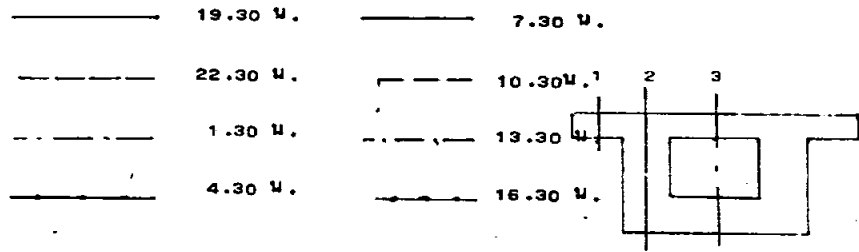


หน้าตัด 5

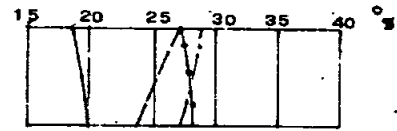


หน้าตัด 6  
รูปที่ 33 ง

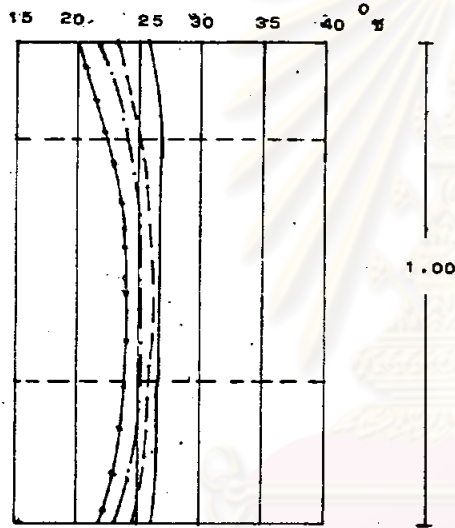
รูปที่ 33 แสดงการกระจายของอุณหภูมิที่หน้าตัดต่างๆ  
ของวันที่ 4 พฤศจิกายน 2525  
ณ เวลาต่างๆกัน



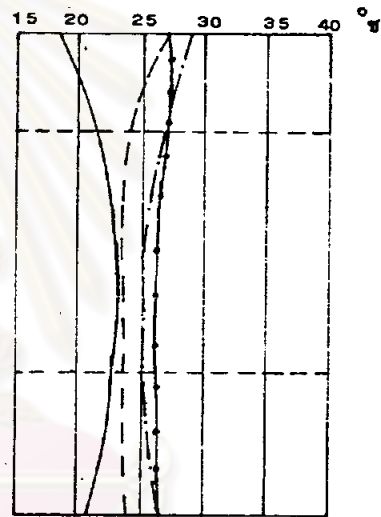
หน้าตัด 1



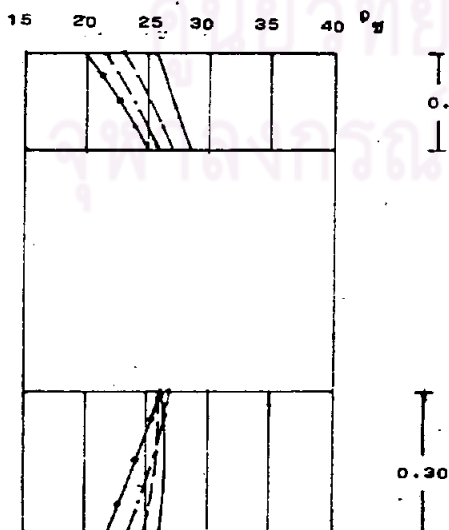
หน้าตัด 1



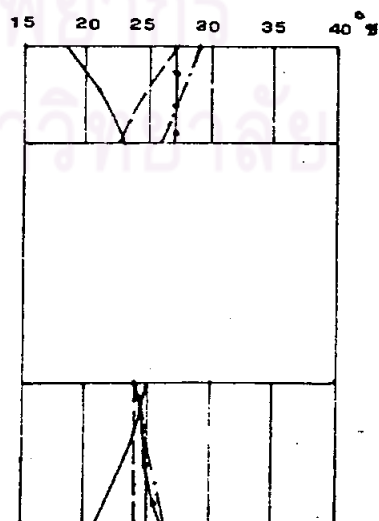
หน้าตัด 2



หน้าตัด 2

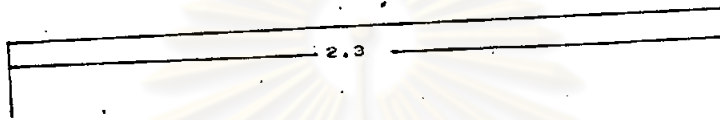
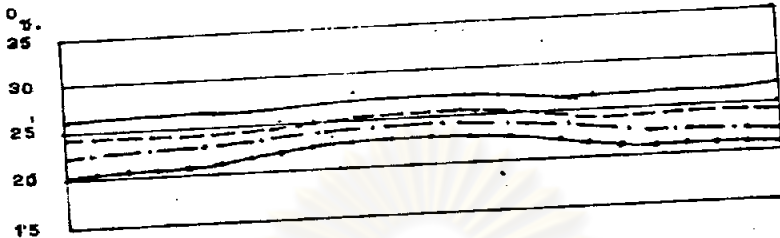
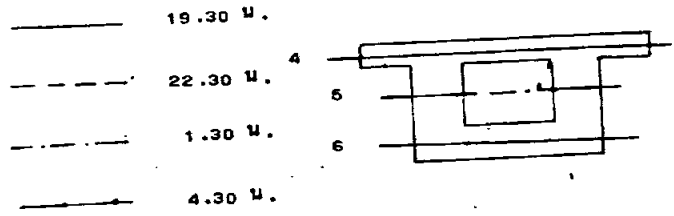


หน้าตัด 3  
รูปที่ 34 ก

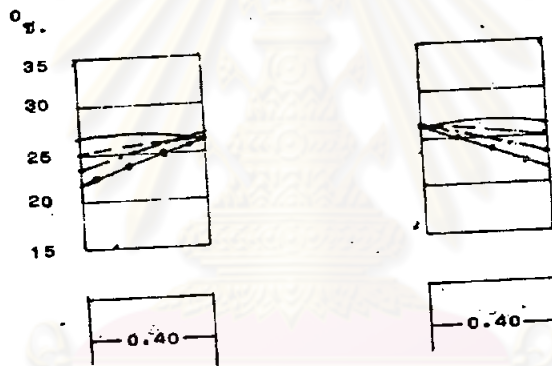


หน้าตัด 3  
รูปที่ 34 ข

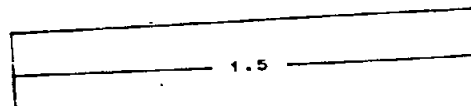
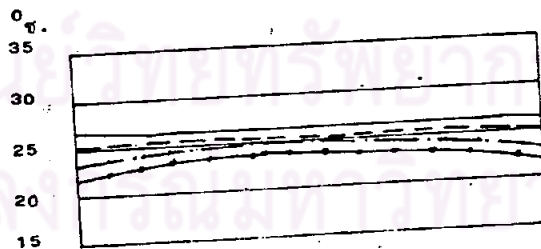




หน้าตัด 4

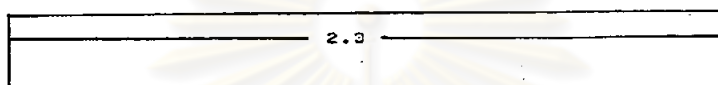
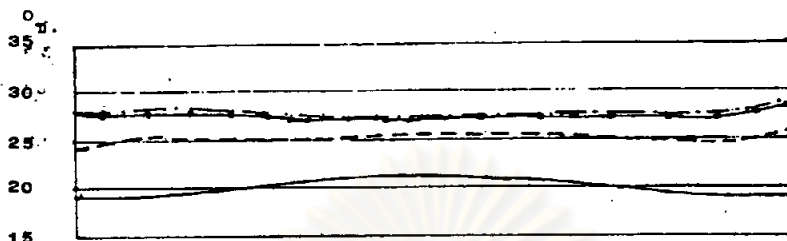
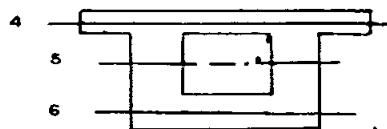
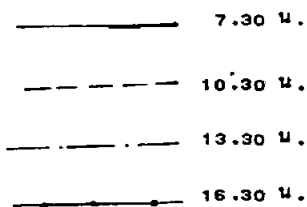


หน้าตัด 5

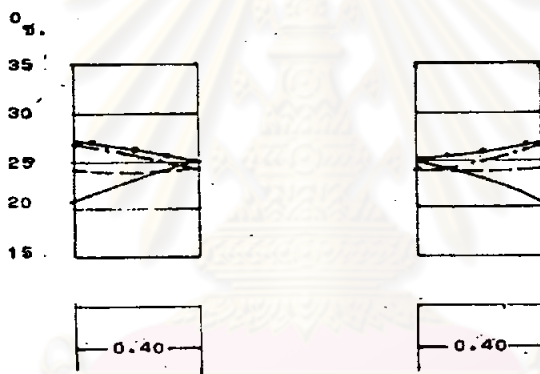


หน้าตัด 6

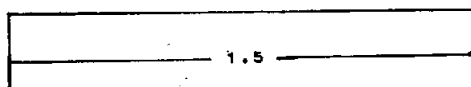
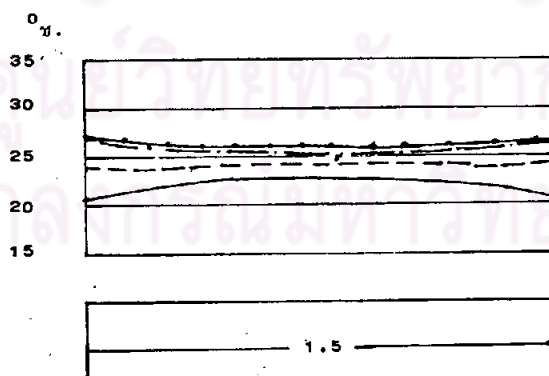
รูปที่ 34 ก



หน้าตัด 4

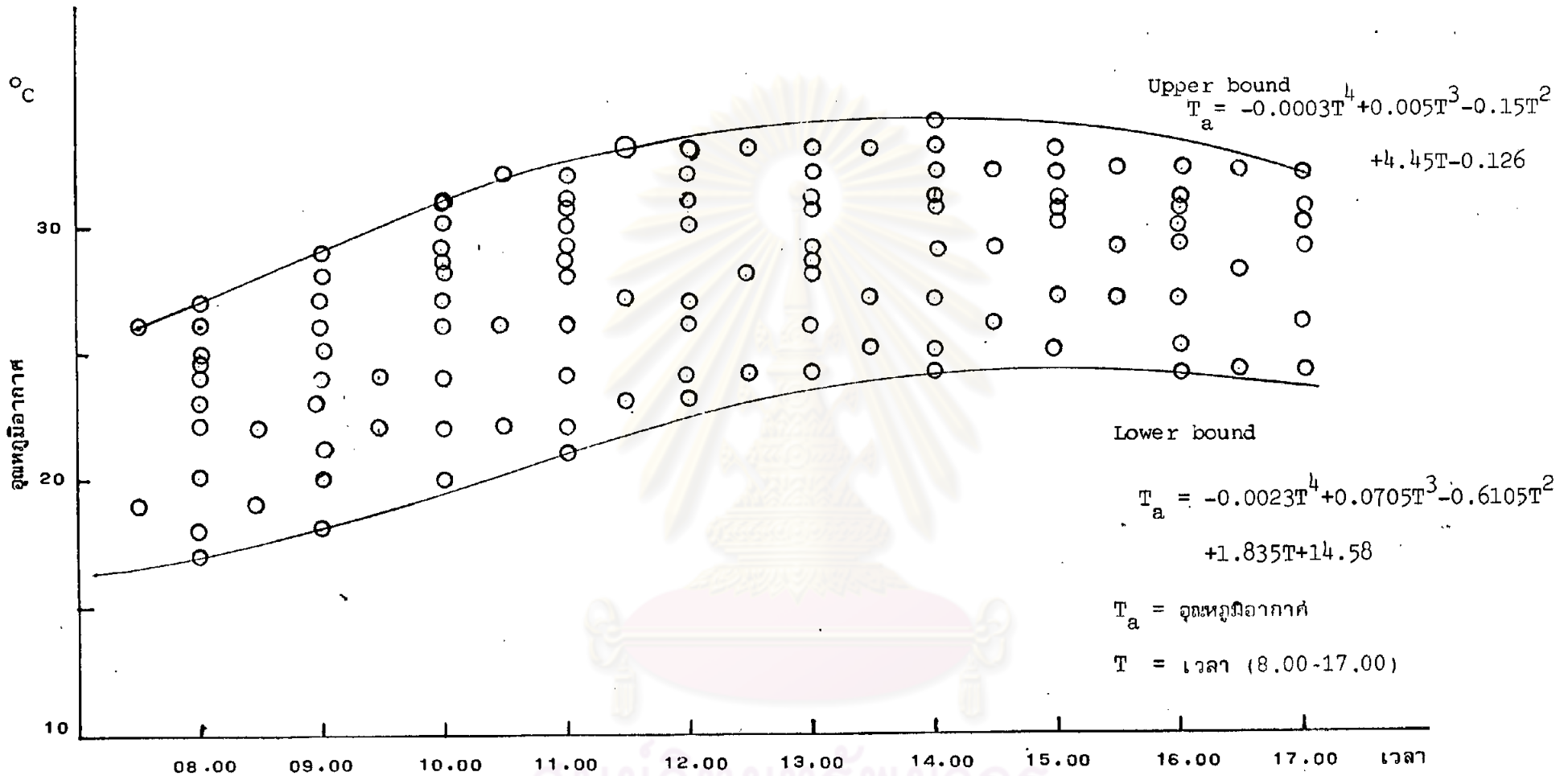


หน้าตัด 5

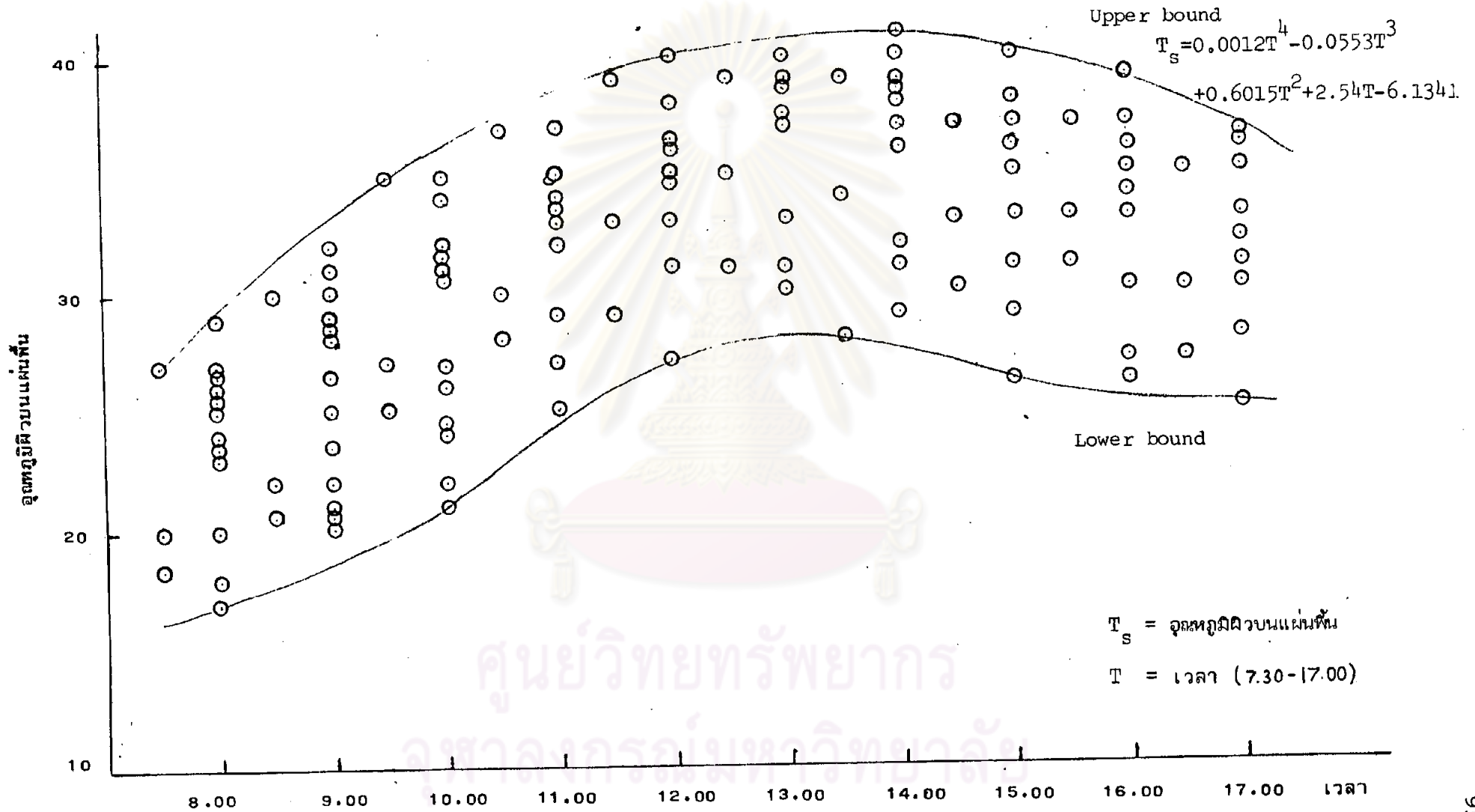


หน้าตัด 6  
รูปที่ 34 ง

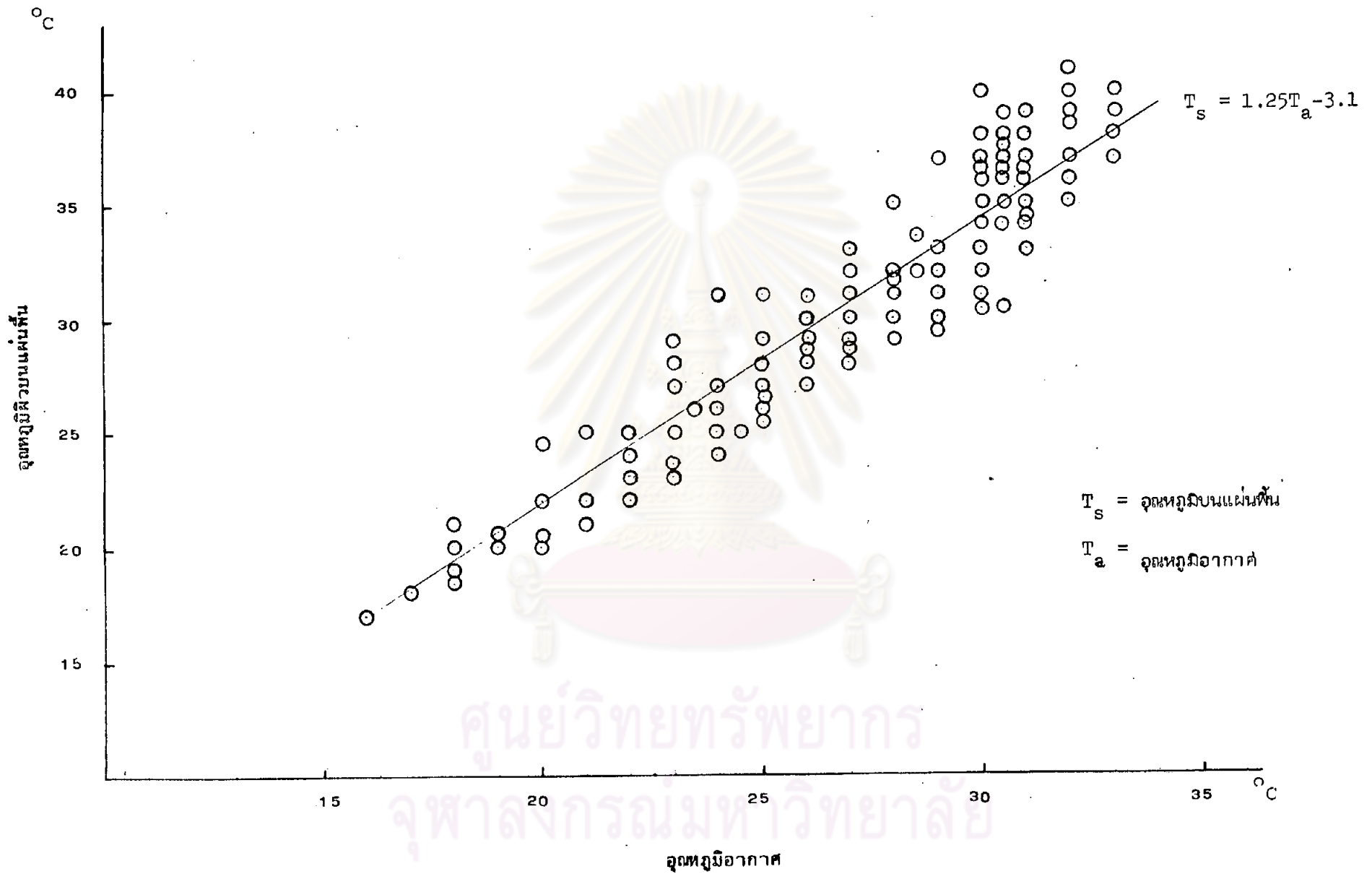
รูปที่ 34 แสดงการกระจายของอุณหภูมิที่หน้าตัดต่างๆ  
ตั้งแต่เวลา 19.30 น. ของวันที่ 17 ธ.ค. 2525  
ถึงเวลา 16.30 น. ของวันที่ 18 ธ.ค. 2525



รูปที่ 35 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศกับ เวลาในระหว่าง 07.30-17.00 น.  
 ในการวัดระหว่าง พ.ย. 2525 - ก.พ. 2526



รูปที่ 36 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวบนแผ่นพื้นกับ เวลา (7.30-17.00 น.)  
 ระหว่างวันที่ พ.ย. 2525 - ก.พ. 2526



รูปที่ 37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิผิวบนแผ่นพื้น



ตารางที่ 1 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนและดูดซึมความร้อนของคอนกรีต (29)

Surface	Emissivity 50-100 F	Absorptivity for Solar Radiation
Black non-metallic surfaces such as asphalt, carbon, slate, paint, paper . . . . .	0.90 to 0.98	0.85 to 0.98
Red brick and tile, concrete and stone, rusty steel and iron, dark paints (red, brown, green, etc.) . . . . .	0.85 to 0.95	0.65 to 0.80
Yellow and buff brick and stone, firebrick, fireclay . . . . .	0.85 to 0.95	0.50 to 0.70
White or light-cream brick, tile, paint or paper, plaster, white-wash . . . . .	0.85 to 0.95	0.30 to 0.50
Dull brass, copper, or aluminum; galvanized steel; polished iron	0.20 to 0.30	0.40 to 0.65

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*Influence of Aggregate Content on the Coefficient of Thermal Expansion*

Cement/sand ratio	Linear coefficient of thermal expansion at the age of 2 years	
	$10^{-6}$ per °C	$10^{-5}$ per °F
neat cement	18.5	10.3
1:1	13.5	7.5
1:3	11.2	6.2
1:6	10.1	5.6

ตารางที่ 2 ก

แสดงผลของ Aggregate ต่อสัมประสิทธิ์การขยายตัวคอนกรีต

*Typical values of Thermal Conductivity of Concrete*

Type of aggregate	Density of concrete		Conductivity	
	kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>	Jm/m <sup>2</sup> °C	Btu ft/ft <sup>2</sup> h°F
Barytes	3,640	227	1.38	0.8
Igneous	2,540	159	1.44	0.83
Dolomite	2,560	160	3.68	2.13
Lightweight concrete (oven-dried)	480-1,760	30-110	0.14-0.60	0.08-0.35

ตารางที่ 2 ข

แสดงค่าการนำความร้อนของคอนกรีตตาม Aggregate ต่าง ๆ

*Coefficient of Thermal Expansion of 1:6 Concretes made with Different Aggregates*

Type of aggregate	Linear coefficient of thermal expansion					
	Air-cured concrete		Water-cured concrete		Air-cured and wetted concrete	
	$10^{-6}$ per °C	$10^{-6}$ per °F	$10^{-6}$ per °C	$10^{-6}$ per °F	$10^{-6}$ per °C	$10^{-6}$ per °F
Gravel	13.1	7.3	12.2	6.8	11.7	6.5
Granite	9.5	5.3	8.6	4.8	7.7	4.3
Quartzite	12.8	7.1	12.2	6.8	11.7	6.5
Dolerite	9.5	5.3	8.5	4.7	7.9	4.4
Sandstone	11.7	6.5	10.1	5.6	8.6	4.8
Limestone	7.4	4.1	6.1	3.4	6.5	3.6
Portland stone	7.4	4.1	6.1	3.4	6.5	3.6
Blast-furnace slag	10.6	5.9	9.2	5.1	8.8	4.9
Foamed slag	12.1	6.7	9.2	5.1	8.5	4.7

ตารางที่ 2 ค แสดงสัมประสิทธิ์การขยายตัวคอนกรีตตาม Aggregate

*Values of Conductivity recommended by Loudon and Stacey*

Unit weight		Conductivity, $\text{Jm/m}^2\text{s}^\circ\text{C}$ (Btu ft/ $\text{ft}^2\text{h}^\circ\text{F}$ )							
		For concrete protected from weather				For concrete exposed to weather			
$\text{kg/m}^3$	$\text{lb/ft}^3$	Aerated concrete	Lightweight concrete with foamed slag	Lightweight concrete with expanded clay or sintered fly ash	Normal weight aggregate concrete	Aerated concrete	Lightweight concrete with foamed slag	Lightweight concrete with expanded clay or sintered fly ash	Normal weight aggregate concrete
320	(20)	0.109 (0.063)	0.087 (0.050)	0.130 (0.075)		0.123 (0.071)	0.100 (0.058)	0.145 (0.084)	
480	(30)	0.145 (0.084)	0.116 (0.067)	0.173 (0.100)		0.166 (0.096)	0.130 (0.075)	0.187 (0.108)	
640	(40)	0.203 (0.117)	0.159 (0.092)	0.230 (0.133)		0.223 (0.129)	0.173 (0.100)	0.260 (0.150)	
800	(50)	0.260 (0.150)	0.203 (0.117)	0.303 (0.175)		0.273 (0.158)	0.230 (0.133)	0.332 (0.192)	
960	(60)	0.315 (0.182)	0.260 (0.150)	0.376 (0.217)		0.360 (0.208)	0.289 (0.167)	0.433 (0.250)	
1120	(70)	0.389 (0.225)	0.315 (0.182)	0.462 (0.267)		0.433 (0.250)	0.360 (0.208)	0.519 (0.300)	
1280	(80)	0.476 (0.275)	0.389 (0.225)	0.562 (0.325)		0.533 (0.308)	0.433 (0.250)	0.635 (0.367)	
1440	(90)		0.462 (0.267)	0.678 (0.392)					
1600	(100)		0.549 (0.317)	0.794 (0.459)	0.706 (0.408)				0.808 (0.467)
1760	(110)		0.649 (0.375)	0.952 (0.550)	0.838 (0.484)				0.952 (0.550)
1920	(120)				1.056 (0.610)				1.194 (0.690)
2080	(130)				1.315 (0.760)				1.488 (0.860)
2240	(140)				1.696 (0.980)				1.904 (1.100)
2400	(150)				2.267 (1.310)				2.561 (1.480)

ตารางที่ 2 ง แสดงค่าการนำความร้อนต่าง ๆ ของคอนกรีต.

ตารางที่ 2 แสดงค่าคุณสมบัติด้านความร้อนต่าง ๆ ของคอนกรีตจาก Neville(13)



เวลา	จุดทศนิยม สภาพ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
00.00																														
01.00																														
02.00	26	27	27	27	28	29	29	28	28	28	28	28	28	28	27	30	31	31		32	32	33	31	31	32	33	31			
03.00																														
04.00	25	26	26	26	27	28	28	28	27	27	27	27	27	26	26	28	29	30		31	31	32	31	31	31	32	30			
05.00																														
06.00	25	25	25	25	26	27	27	26	27	26	26	26	26	25	25	27	28	29		30	30	31	31	31	31	31	30			
07.00	26	26	25	25	26	26	27	27	26	26	26	26	26	25	25	27	28	28		29	29	31	30	30	30	31	29			
08.00	26	27	27	26	26	27	28	27	27	27	27	27	26	26	27	27	28	29		29	29	31	30	30	30	30	29			
09.00	28	31	31	29	29	29	30	30	29	30	30	29	29	30	30	30	29	29		29	29	31	30	30	30	30	30	30	37	
10.00	30	33	34	31	31	31	31	31	31	32	31	31	31	32	34	33	31	30		30	29	30	30	30	30	30	30	30	40	
11.00	32	37	37	34	35	33	33	33	33	33	33	33	32	35	37	35	33	31		30	30	30	31	30	30	30	30	31	39	
12.00	33	39	38	35	35	34	34	34	33	34	34	34	34	37	37	37	35	32		31	31	32	30	30	30	30	31	31	37	
13.00	33	39	39	36	36	35	34	34	33	34	33	33	34	36	38	37	37	35		33	33	31	31	31	31	31	31	31	35	
14.00	33	39	40	36	36	36	35	34	33	33	33	34	35	35	39	38	36	36		34	34	31	31	31	31	31	31	31	34	
15.00	32	39	40	36	36	36	35	34	33	34	33	33	34	35	39	38	37	36		35	34	31	31	31	31	31	31	31	34	
16.00	32	37	39	36	36	35	34	34	33	33	33	34	34	34	37	38	38	38		35	34	31	30	31	31	31	31	31	33	
17.00	31	34	35	35	35	34	34	33	32	32	32	33	33	33	34	37	37	36		36	35	32	32	32	31	32	32	32	32	
18.00	30	32	33	33	34	34	33	32	31	31	31	32	33	33	33	36	36	36		36	35	32	31	31	31	32	32	31	31	
19.00	30	32	32	32	33	33	33	32	31	31	31	32	32	32	32	34	35	36		36	35	33	32	32	31	33	33	31	31	
20.00	29	31	31	31	32	33	32	31	31	31	31	32	32	32	31	34	34	35		35	34	33	32	32	32	32	33	32	30	
21.00	29	31	31	31	32	32	32	31	31	30	31	31	31	31	31	33	34	34		34	34	33	32	32	32	32	32	32	30	
22.00	29	30	30	30	31	31	31	30	30	30	30	31	31	30	30	32	33	34		34	33	33	32	32	32	33	32	31	29	
23.00																														

ตารางที่ 3 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ของวันที่ 3 พฤศจิกายน 2525.

เวลา	จุด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
02.00	27	28	28	28	28	29	29	29	29	28	29	29	29	28	28	30	31	31		32	32	33	32	31	31	32	32	31	28
04.00	26	27	27	27	28	29	29	29	29	28	28	29	28	27	27	29	29	30		31	31	32	31	31	31	31	31	31	27
06.00	25	26	26	26	27	27	29	28	28	27	27	28	28	26	26	28	29	29		31	30	31	31	31	31	31	31	30	26
07.30	26	27	27	27	27	27	28	27	28	27	28	28	25	27	27	28	28	29		30	29	31	30	30	30	30	30	30	27
08.00	27	29	29	28	28	29	29	29	29	29	29	29	28	29	29	28	28	29		30	29	31	30	30	30	31	30	31	37
08.30	23	31	30	29	29	29	30	29	29	30	29	29	29	29	30	30	29	29		30	29	31	30	30	30	30	30	30	39
09.00	29	33	32	30	30	30	31	31	31	31	31	30	30	31	32	30	29	29		30	29	30	30	30	30	29	30	30	41
09.30	30	35	35	30	30	30	30	30	30	33	32	30	30	33	35	32	30	30		30	30	31	30	30	30	30	30	31	43
10.00	31	36	35	33	33	32	32	32	32	34	33	32	32	34	35	33	31	30		30	30	30	30	30	30	30	30	31	44
10.30	32	37	37	34	33	33	30	33	32	34	33	33	33	36	37	35	32	31		31	31	31	31	30	30	34	31	30	43
11.00	32	37	37	34	33	33	33	33	33	35	33	33	33	36	37	36	33	32		31	31	31	30	30	30	31	31	31	39
11.30	33	40	39	35	34	34	33	33	33	36	34	33	33	37	40	37	34	33		31	31	30	30	30	30	30	30	31	40
12.00	33	40	40	36	35	34	34	34	33	36	34	34	34	38	41	38	35	33		32	31	31	31	31	31	31	31	31	37
12.30	33	39	39	36	35	34	34	38	33	34	33	33	33	36	39	38	36	34		33	33	31	31	31	31	31	31	31	34
13.00	33	39	39	35	34	34	33	33	32	33	33	33	34	36	37	39	37	35		33	33	30	31	31	31	31	31	31	33
13.30	33	38	39	36	35	35	34	34	33	34	33	34	34	36	37	37	36	36		33	33	30	30	30	30	31	31	31	35
14.00	33	38	38	36	36	35	34	34	33	34	33	34	35	36	37	38	37	36		34	34	31	31	31	31	31	31	31	34
14.30	32	37	37	36	36	36	34	34	33	34	33	34	34	36	37	38	37	36		34	34	31	31	31	31	31	31	31	35
15.00	32	36	37	36	36	35	34	34	33	34	33	34	35	36	37	38	37	36		35	36	31	31	31	31	31	32	32	33
15.30	32	36	37	35	35	35	33	33	33	34	33	34	35	36	35	38	37	36		35	35	31	31	31	31	31	32	31	33
16.00	31	36	37	36	36	35	34	34	33	34	33	34	34	35	36	37	37	37		35	35	31	31	31	31	31	32	32	33
16.30	32	34	35	35	35	35	33	33	32	33	33	33	34	34	35	37	37	36		36	35	32	32	32	32	32	32	32	33

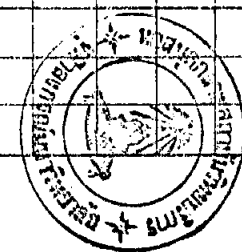
ตารางที่ 4 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ของวันที่ 4 พฤศจิกายน 2525

เวลา	จุดตรวจ สถานี	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
00.00																														
01.00																														
02.00																														
03.00																														
04.00																														
05.00																														
06.30	19	20	20	21	21	22	22	21	22	21	22	22	21	20	19	21	22	23		24	24	26	26	26	24	26	24	25	20	
07.30	19	21	20	20	21	22	22	22	22	24	22	22	24	20	29	21	22	23		24	24	26	26	26	26	26	24	25	21	
08.30	22	23	22	22	22	23	24	23	23	24	23	23	22	23	23	22	22	23		24	24	26	25	25	25	25	24	26	32	
09.30	24	27	27	25	25	25	26	26	26	27	26	25	25	27	27	25	24	24		24	24	26	26	26	26	24	26	26	39	
10.30	26	31	30	27	27	26	27	27	26	29	27	26	26	29	30	28	26	24		24	24	25	25	25	25	25	25	26	36	
11.30	27	33	33	25	25	28	28	28	27	31	27	26	26	34	33	34	28	28		25	25	25	25	25	25	25	25	26	32	
12.30	27	35	35	31	29	28	28	28	28	32	28	27	25	33	35	32	30	28		26	26	25	25	25	25	25	25	26	30	
13.30	27	34	34	30	30	29	28	28	27	29	28	28	29	30	34	30	30	29		27	27	25	25	25	25	25	25	26	29	
14.30	29	32	32	31	29	29	28	28	27	30	28	28	29	33	32	30	30	29		38	27	25	25	25	25	25	32	26		
15.30	29	33	33	31	31	30	29	29	28	29	28	25	30	33	31	32	30	30		28	28	25	25	25	25	25	31	25		
16.30	28	30	30	31	31	30	29	29	28	29	29	29	30	31	30	31	31	30		29	29	26	25	25	25	26	25	26		
17.30	27	28	28	29	29	29	28	28	27	27	27	28	28	29	28	29	30	30		29	28.5	26	26	26	26	26	26	27	27	
18.30	25	26	27	27	28	28	27	26.5	26	27	26.5	28	28	27	27	28	28	29		28	28	26	26	26	26	26	26	26	27	
19.30	25	25	26	26	27	27	27	26	26	26	26	27	28	27	26	27	27.5	28.5		23.5	28.5	26	26.5	26.5	27	26	27	27		
20.30	24	25	25	26	27	27	27	26	26	26	26	27	27	26	25	26	27	28		28	28	26	26	26	26	27	26	27		
21.30	24	24	24	26	26	26.5	26	26	26	26	26	26	27	26	24	26	27	27		28	27	27	27	27	26.5	27	27	27		
22.30	23	23	23	24	25	25	25	25	25	25	24	25	25	25	24	23	26	26.5	27		27	27	27	26	26	26.5	26.5	26.5		
23.30	22	23	23	23	24	25	25	24	25	24	24	25	25	24	23	24	26	26		27	26.5	27	26.5	26.5	27	27	26.5	26.5		

ตารางที่ 5 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ของวันที่ 17 ธันวาคม 2525

เวลา	จุดวัด อากาศ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
00.30	22	23	23	23	24	24	25	24	25	24	24	24	24	23	22	24.5	25.5	26		27	27	27	27	27	27	25	27	26	
01.30	21	22	22	22	23	23	24	23	24	23	23	23	23	22	21	23	24.5	25		26	26	27	27	27	27	26	26	26	
02.30	21	21	21	21	22	23	23	23	24	23	23	23	22	22	20.5	23	24	24.5		25	25	27	26	26	26	27	25	26	
03.30	20.5	20.5	20.5	20.5	21	23	23	23	23	22	22	22	22	21	20.5	22	23	24		26	25	26	26.5	26.5	26.5	26	26	26	
04.30	19	20	20	20	20.5	21	22	22	23	20.5	22	22	22	20.5	20	23	24	24		25	25	26.5	26	26	26	26.5	25	25	
05.30	19	20	19	20	20.5	20.5	22	23	22	20.5	21	21	20.5	20	19	22	23	23		25	25	26	26	26	26	26	25.5	26	
06.30	18	17	19	19	20	21	21	20.5	22	20.5	22	20.5	20	19	18	22	22.5	23		24	24	26	26	25	25	26	25	25	
07.30	19	19	18.5	19	19	21	21	20.5	21	20	21	20.5	19	19	18.5	21	21.5	22		24	24	25	25	25	25	25	24	25	
08.30	19	20.5	20.5	24	20	21	21	21.5	20.5	22	20.5	20.5	20	20	20.5	21	22	22		23	23	25	25	25	25	25	24	24	
09.30	22	25	25	23	23	23	24	23	24	25	24	23	23	24	25	23	22	22		23	23	25	25	25	25	24	24	24	
10.30	22	28	28	24	24	24	24	24	24	26	24	23	23	26	26	26	24	23		23	23	24	24	24	24	24	23	25	
11.30	23	29	29	25	24	25	25	25	25	26	25	24	24	29	29	28.5	26	24		24	24	24	24	24	24	24	24	25	
12.30	24	31	31	28	27	26.5	26.5	26	25	29	26	26	26	30	30	30	28	26		25	25	24	24	24	24	24	24	25	
13.30	25	28	28	28	25	27	27	26.5	26	27	26	26	26	29	29	29	28	27		26	26	24	24	24	24	24	25	25	
14.30	26	29	30	29	29	28	28	28	26.5	30	27	27	28	30	31	29	29	28		27	26.5	25	25	25	25	25	25	26	
15.30	27	30	31	29	29	29	28	28	26.5	29	27	27	27	30	30	30	29	28		27	27	25	24	25	25	25	25	26	
16.30	24	27	27	28	28	28	27	26	26	27	26.5	26	27	28.5	27	29	28.5	28.5		27	27	25	24	24	24	25	24	25.5	
17.30	23.5	25	26	26	27	27	26.5	26	26	26	26	26	26.5	27	25.5	28	28	28		28	27	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	26	26	
18.30	24	24	25	25	26	26	26	25	25	25	25	26	26	26	24	27	28	28		27	27	26	25	25	25	26	25	26	
19.30																													
20.30																													
21.30																													
22.30																													
23.30																													

ตารางที่ 6 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ของวันที่ 18 ธันวาคม 2525



เวลา	อุณหภูมิอากาศ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
00.00																														
01.00																														
02.00																														
03.00																														
04.00																														
05.00																														
06.00																														
07.00																														
08.00																														
09.00	25	27	26.5	26	25	26	26	26	26	26.5	26	26	25	26.5	26	25	24.5	25		25	25	26.5	27	27	26.5	26	26.5			
10.00	28	31	31.5	29	28	28	29	28.5	29	30.5	29	28	28	30	31	29	26.5	26		26	26	25	28	27	27	28	28			
11.00	28.5	34	33.5	34.5	30	29	29	29	29	31	29	28.5	30	35	33	30.5	29.5	26.5		26	26	27	27	26.5	26.5	26.5	26.5			
12.00	30	36	36.5	33	36	30.5	31	30.5	30.5	33	30.5	30	30	34	36	34	30.5	29		27	27	21	26.5	26.5	26.5	28	26.5			
13.00	33	39	39	34	34	33	32	32	31	33	31	31	34	37	39	35	33	32		30	29	27	26.5	26.5	26.5	26.5	27			
14.00	31	40	40	34	34	33	33	32	31	33	32	32	32	37	40	38	36	33		30	30	27	27	27	27	27	28			
15.00	31	37	37	34	33	33	32	32	30.5	31	31	31	31	36	37	36	35	34		31	30	27	28	28	28	26.5	27			
16.00	31	37	37	35	37	33.5	33	33	32	32	32	32	32	31	35	37	35	33.5	33		31	30.5	28	27	28	28	28	28		
17.00	30.5	32	32	33	33	33	32	32	30.5	31	31	31	31	33	32	33	32	32		31	31	27	28	28	28	26.5	28			
18.00																														
19.00																														
20.00																														
21.00																														
22.00																														
23.00																														

ตารางที่ 7 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ของวันที่ 16 มกราคม 2526

เวลา	อุณหภูมิอากาศ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
00.00																															
01.00																															
02.00																															
03.00																															
04.00																															
05.00																															
06.00																															
07.00																															
08.00	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	27	27	28	28	28	25	28	28					
09.00	27	29	28.5	28.5	28.5	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	28	27	27.5	27	27	28	28	28	25	25	28					
10.00	30	32	31	30	29	29	30	30	30	31	30	30	30	30	32	28	28	28	27	27	28.5	28.5	28	28	28	28	28				
11.00	31	35	34	32	31	31	31	31	31	31	34	33	32	31	33	35	33	30	29	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5			
12.00	33	36.5	36	33	32	32	32	32	32	31	34	33	32	32	35	37	35	31	30	29	29	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5			
13.00	32	40	40	34	33	33	33	33	33	32	33	33	32	33	34	40	36.5	34	32	30	30	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5			
14.00	32	41	41	35	35	33.5	33	33	32	33	33	33	33	33	34	41	35	34	33	31	30.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	29			
15.00	33	37	37	35	35	34	33	33	33	33	33	33	34	37	37	36.5	35	33.5	32	32	29	29	29	29	29	29	29				
16.00	32	37	37	35	35	34	33	33	32	33	33	33	34	35	36	36.5	35	34	33	33	29	29	29	29	29	29	30				
17.00	32	36	36	35	35	34	33	33	32	33	33	33	35	35	36	36	35	34	33	33	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28	28				
18.00																															
19.00																															
20.00																															
21.00																															
22.00																															
23.00																															

ตารางที่ 8 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ของวันที่ 19 มกราคม 2526

เวลา	จุดวัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
00.00																																
01.00																																
02.00																																
03.00																																
04.00																																
05.00																																
06.00																																
07.00																																
08.00	23	23.5	23.5	23	23	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	24	24	23.5	23.5	23	24	24.5	25		25.5	25	26.5	26.5	26	26.5	26.5	26					
09.00	24	25.5	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		25	25	26	26	26	26	26	26	26	26				
10.00	26	27	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	27	27	26	25	25		25	25	26	26	26	26	26	26	26				
11.00	28	31	32	29	28.5	28.5	29	29	28.5	30.5	29	28	28.5	30.5	31	29	27	26.5		26	26	26	26	26	26	26	26	26				
12.00	30.5	36	36	30.5	30	30	30	30.5	30	34	30.5	30	30	35	36.5	32	29	28		26.5	26.5	26	26	26	26	26	26	26				
13.00	32	37	37	33	31	30.5	30.5	30.5	30	33	31	30.5	31	33.5	36.5	35	32	30		28	28	26	26	26	26	26	26	26	26.5			
14.00	31	36	36	34	32	31	31	31	30.5	33.5	30.5	31	31	34	36	35	33	31		30	29.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5				
15.00	30.5	36	36	32	32	32	30.5	30.5	30	33.5	30.5	31	32	35	36	34	33	32		30.5	30	26.5	26	26.5	26.5	26.5	26.5	27				
16.00	30	34	34	32	32	30.5	30	30	30	32	36	30.5	32	34	34	35	34	33		31	30.5	27	27	27	27	27	27	28				
17.00	30	31	32	31	32	30.5	30	30	29	30.5	30	30.5	31	32	32	34	34	33		31	30.5	27	27	27	26.5	27	28					
18.00																																
19.00																																
20.00																																
21.00																																
22.00																																
23.00																																

ตารางที่ 9 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ของวันที่ 30 มกราคม 2526

เวลา	อุณหภูมิ อากาศ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
00.00																															
01.00																															
02.00																															
03.00																															
04.00																															
05.00																															
06.00																															
07.00																															
08.00	24.5	25	25	25	25	25	25.5	25.5	25	25.5	26	26	25.5	25	25	25	25.5	26		27	27	29	28	28	28	29	28				
09.00	27	29	28.5	26	26	26	26	26	26.5	27	26.5	26.5	26	28	25	25.5	26	26.5		26.5	26.5	27	26.5	26.5	26.5	26.5	27	27			
10.00	29	32	32	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	29	29	28.5	28.5	31	32	27	26	27		27	27	27	26.5	26.5	26.5	26.5	28				
11.00	30	35	35	30	29	29	30	30	29	32	30	29	29	34	38	32	29	28.5		28	28	28	27	27	27	28	28				
12.00	32	38	38	31	32	30.5	31	31	30.5	33	31	31	31	36	38	33.5	30.5	30		28	28	28	28	28	28.5	28	28.5				
13.00	32	38	38	33	32.5	32	32	32	31	33.5	32	31	32.5	36	38	36.5	33.5	31		30	30	28	28	28	28	28	28	29			
14.00	32	37	38	34	33	32	31	31	30.5	33	32	32	33	35	38	35	35	33		30.5	30.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	29			
15.00	33	36.5	37	34	34	33.5	33	33	32	35	33	33	34	36	37	37	36.5	34		32.5	32	29	28.5	28.5	28.5	29	29				
16.00	32	36	37	33.5	33.5	33	32.5	32.5	32	35	33	33	34	36.5	37	37	36	35		33	32	29	29	29	29	29	30				
17.00	31	36	36.5	33	33	33	31.5	31.5	30.5	34.5	32	33	34	36	36.5	36.5	36.5	36		34	33	30	29	29.5	29.5	30	30				
18.00																															
19.00																															
20.00																															
21.00																															
22.00																															
23.00																															

ตารางที่ 10 แสดงค่าอุณหภูมิจัดได้ ณ จุดต่าง ๆ ของวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2526



## ประวัติ

นายสมยศ ศิริโสภณศิลป์ เกิดเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2499 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษา ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2520 และ เข้าศึกษาต่อในภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2521 ปัจจุบันทำงานที่บริษัท เลิศเกียรติชัย จำกัด



ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย