รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

วรากร ไม้เรียง. ปฐพีกลศาสตร์ทฤษฎีและปฏิบัติการ. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2525

วัฒนา ธรรมมงคล และ วินิต ช่อวิเชียร. ปฐพีกลศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2532

อำนวย พาณิชกุลพงศ์. การศึกษาแบบจำลองดินเสริมไม้ไผ่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526

ภาษาอังกฤษ

Barrett, B. Retaining Walls . A Design Primer : Geotextile and Related Materials. IFAI , 1990.

Das, B.M. Principles of Foundation Engineering. PWS Publishing Company. 3rd Edition , 1984.

Exxon . Geoteextile - Designing for Soil Reinforcement . Exxon Chemical Geopolymers., 1989.

Hausmann, M.R. Engineering Principles of Ground Modification . McGraw - Hill., 1990.

Ingold , T.S. Some Observations on The Laboratory Measurement of Soil - Geotextile Bond . Geotechnical Testing Journal , Sept./Dec. 1982.

Jewell, R.A. Interaction between Soil and Geogrids. Polymer Grid Reinforcement . Thomas Telford. London , March 1984.

Jewell, R.A., Paine, N. , and Woods, R.I. Design Methods for Steep Reinforcement Embankments . Polymer Grid Reinforcement . Thomas Telford. London , March 1985.

Jewell, R.A. The Mechanics of Reinforced Embankments on Soft Soil . Geotextile and Geomembranes , 1988.

Jones, C.JFP. Earth Reinforcement and Soil Structure. Butterworths Advanced Series in Geotechnical Engineering. Butterworth , 1985.

John, N.W.M. Geotextiles. Blackie. New York , 1987.

Koh, C.C. Design Guidelines for Geotextile Reinforced Embankments on Soft Clay Based on Full Scale Tests . , AIT thesis , Bangkok . , April 1995.

Mitchell, J.K. and Willem, C.B. Reinforcement of Earth Slopes and Embankments . Transportation Research Board Special Report 290. Transportation Research Board. Washington , D.C. , June 1987.

Richardson, G.N. Introduction to Geotextiles and Related materials . A Design Primer : Geotextile and Related Materials. IFAI , 1990.

Steward, J. Steep Slope Reinforcement. A Design Primer : Geotextiles and Related Materials . IFAI , 1990.

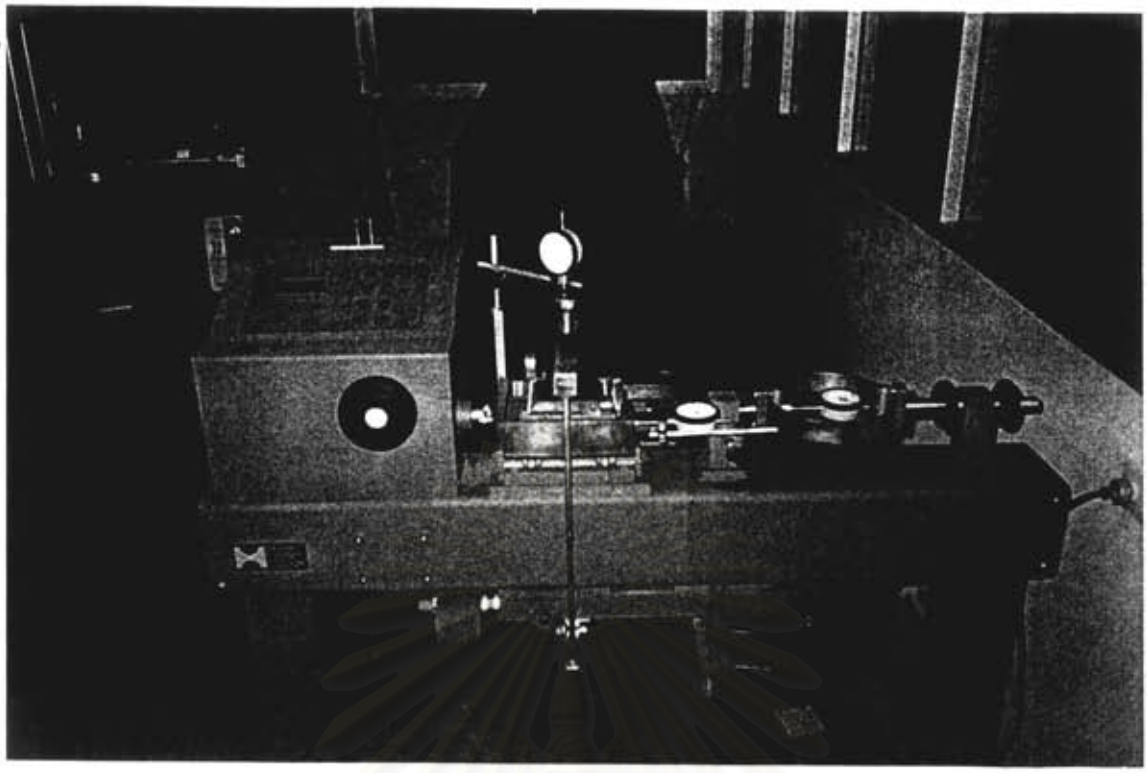
Symposium on Earth Reinforcement. at the ASCE Annual Convention. Pittsburgh. Pennsylvania , April 1978.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

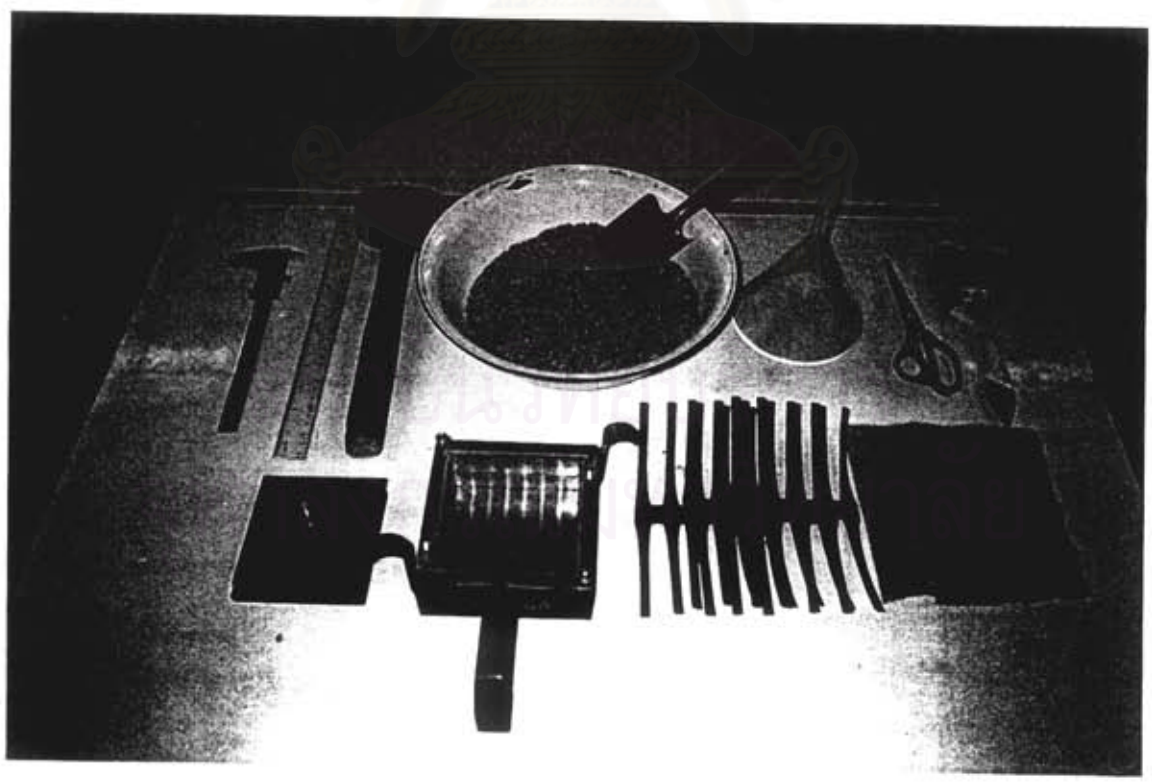
ภาคผนวก ก

เครื่องมือและขั้นตอนในการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-1 แสดงเครื่องทดสอบ Direct Shear Test ที่ใช้ทดสอบเพื่อหาค่ามุมเสียดทาน



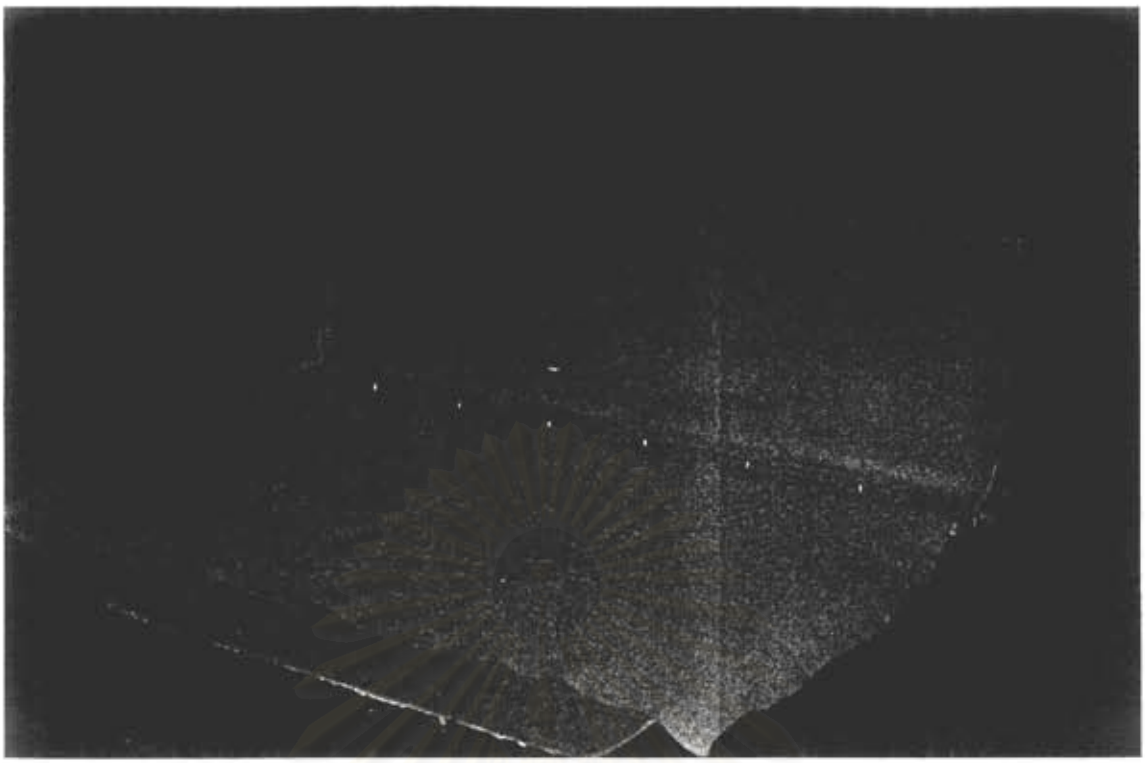
รูปที่ ก-2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหาค่ามุมเสียดทาน

รูปที่ ก-3 ลักษณะของแบบจำลองและโครงเหล็กถ่ายน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง

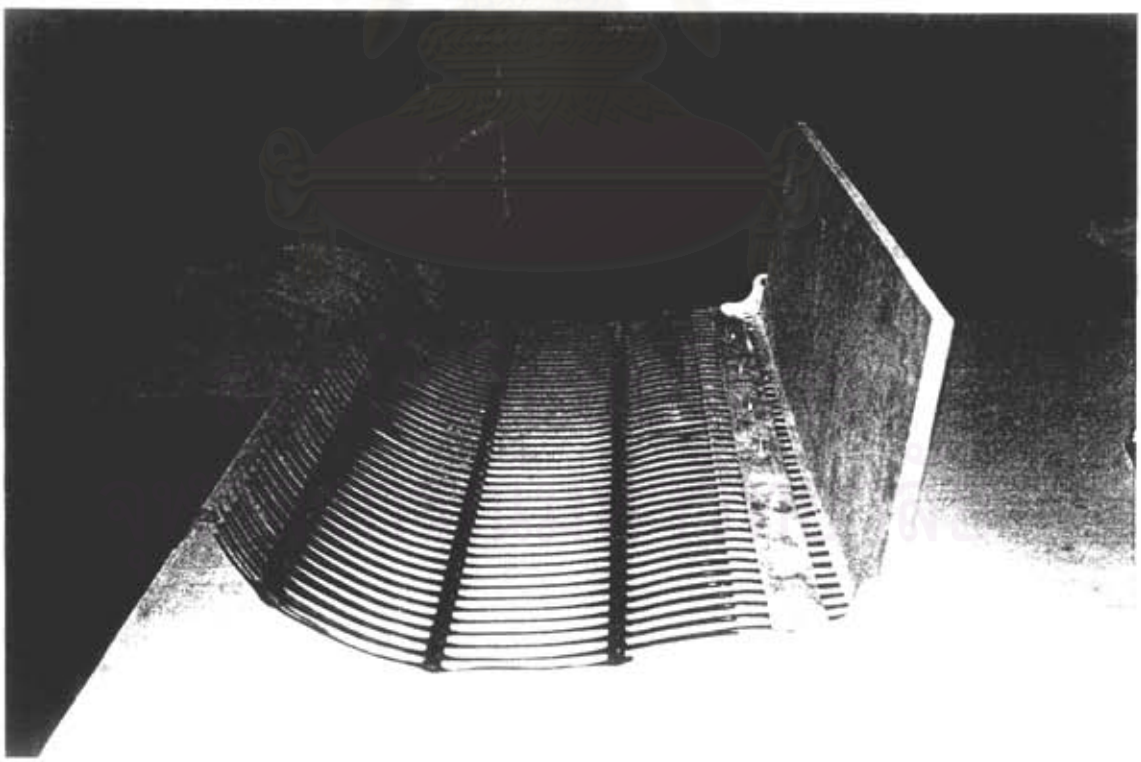
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก-4 แสดงลักษณะแผงกันดินด้านหน้า (Facing) ที่ใช้ในการทดลอง

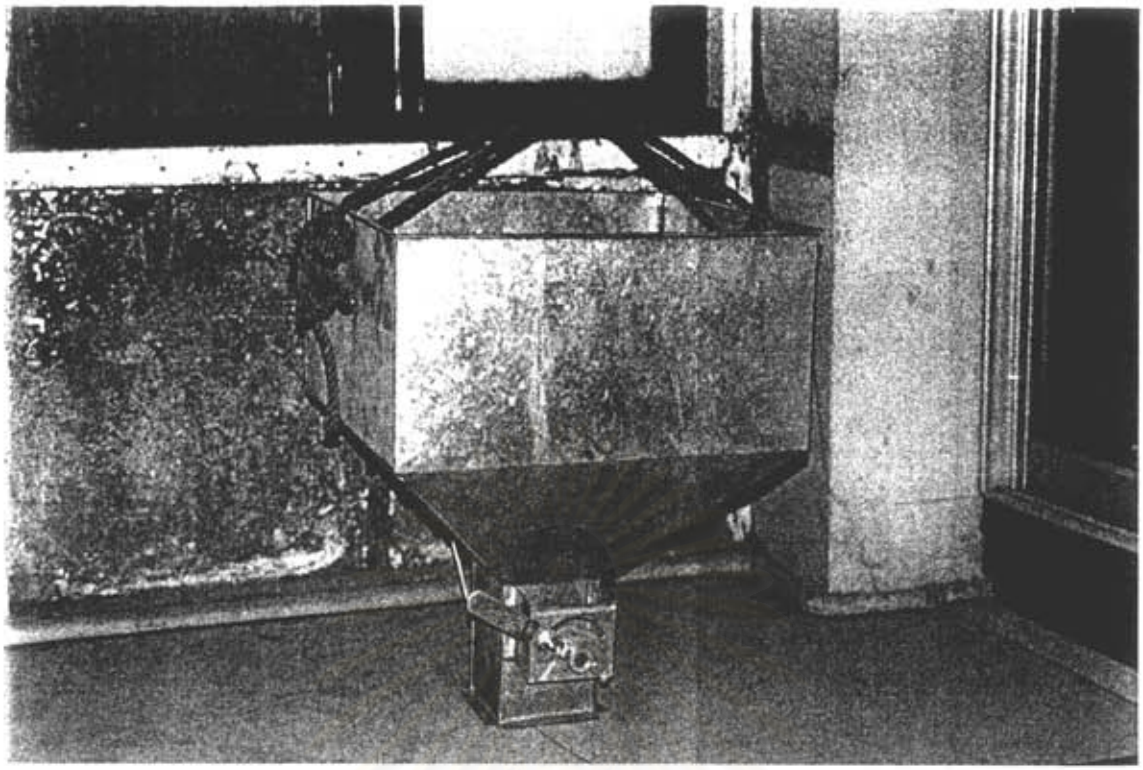
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



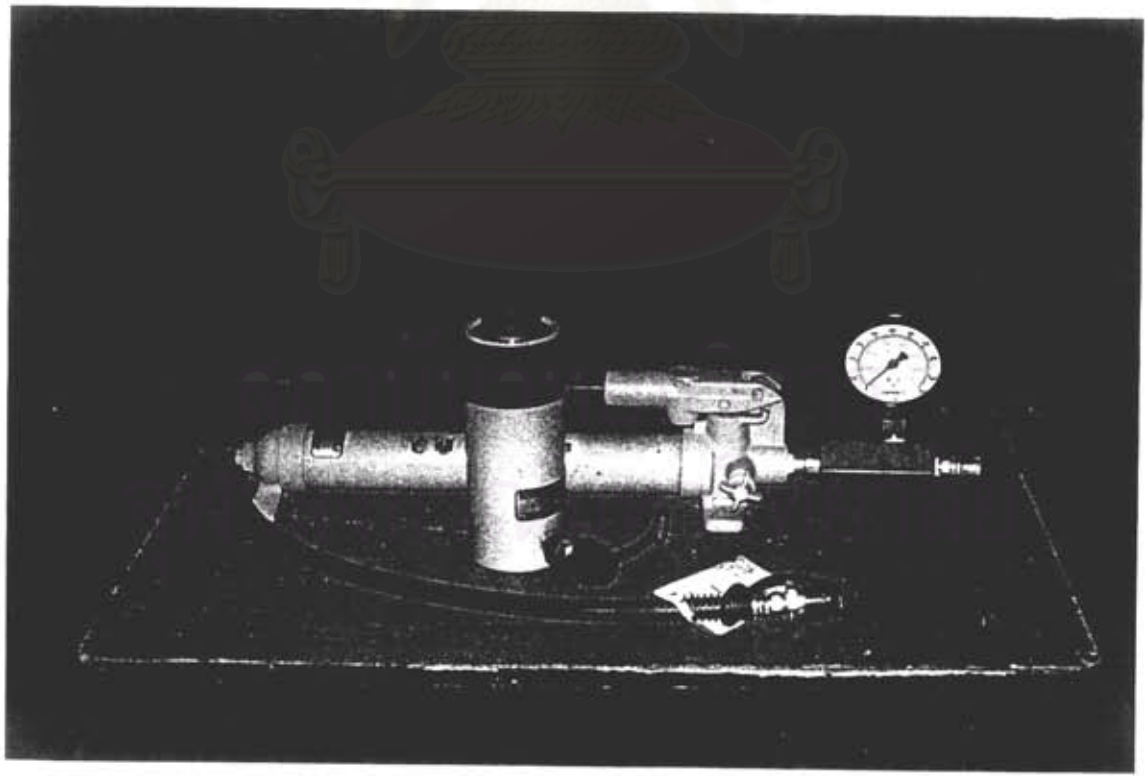
รูปที่ ก-5 ลักษณะการยึด Geotextile ติดกับแผงกันดินด้านหน้าด้วยน็อต



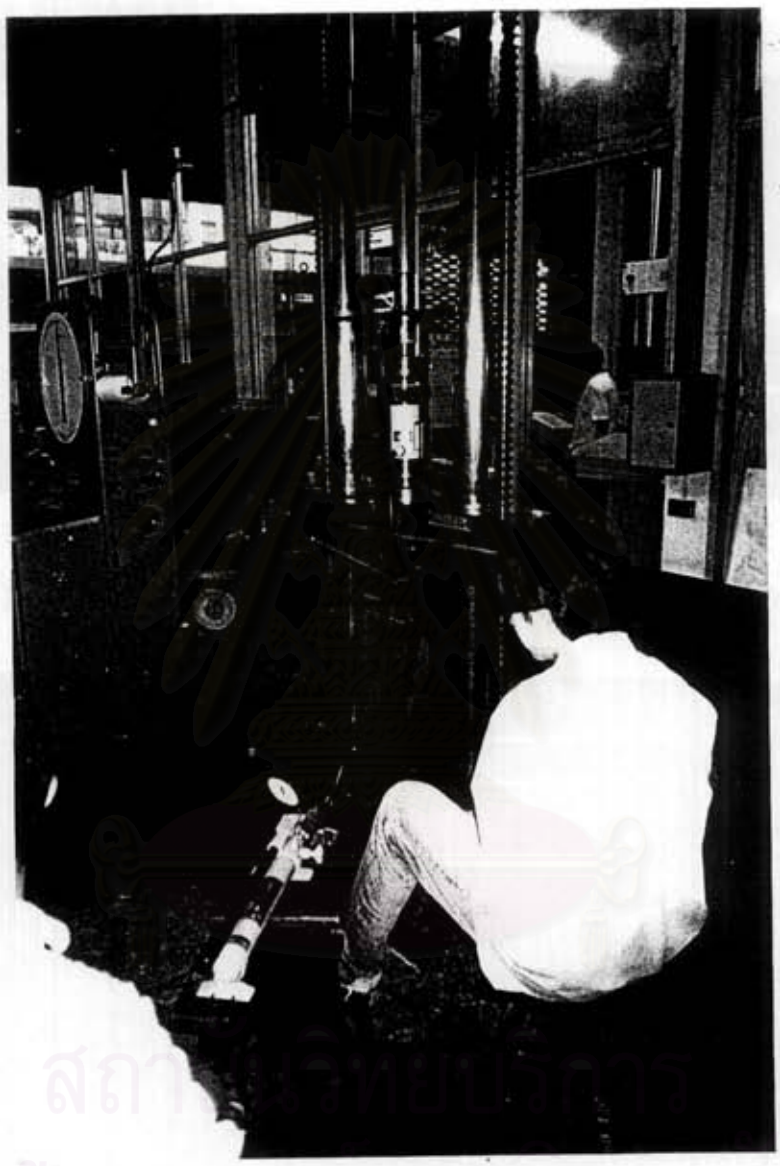
รูปที่ ก-6 ลักษณะการยึด Geogrid ติดกับแผงกันดินด้านหน้าด้วยน็อต



รูปที่ ก-7 แสดงลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเททรายลงสู่แบบจำลอง

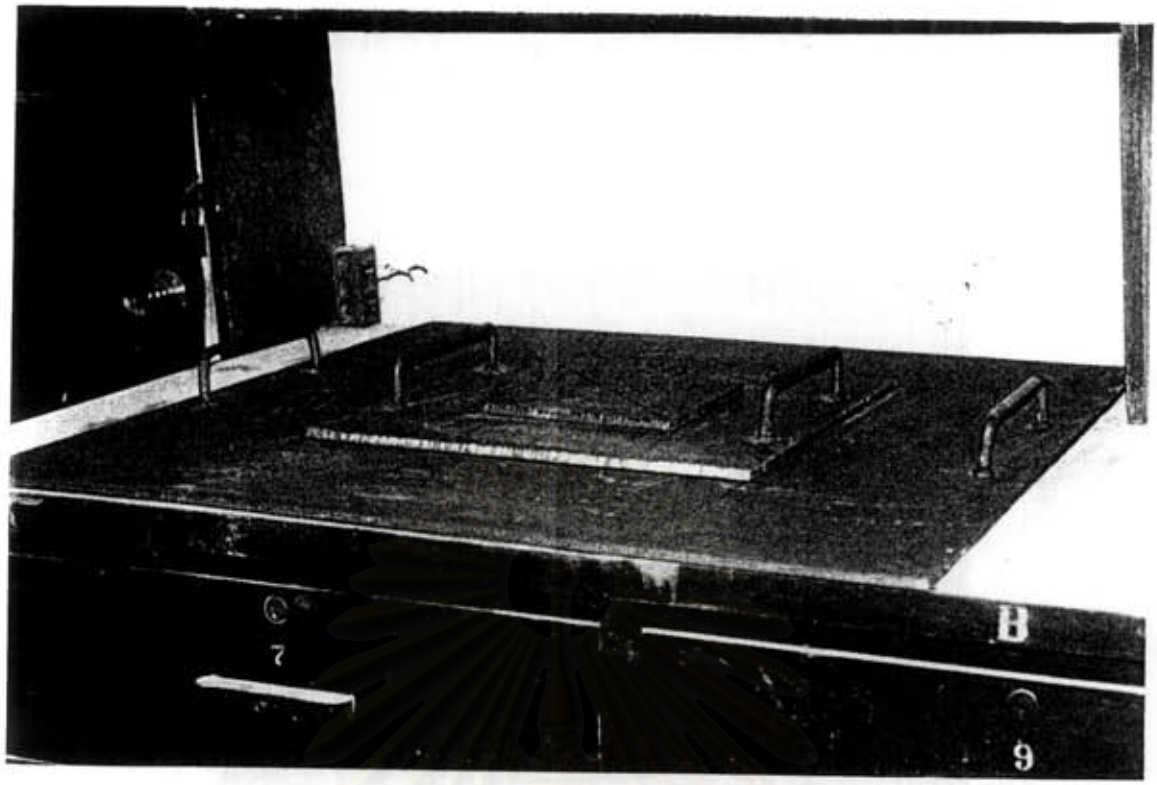


รูปที่ ก-8 แสดงลักษณะของแม่แรงไฮโดรลิก (Hydraulic Jack) ที่ใช้ในการทดลอง

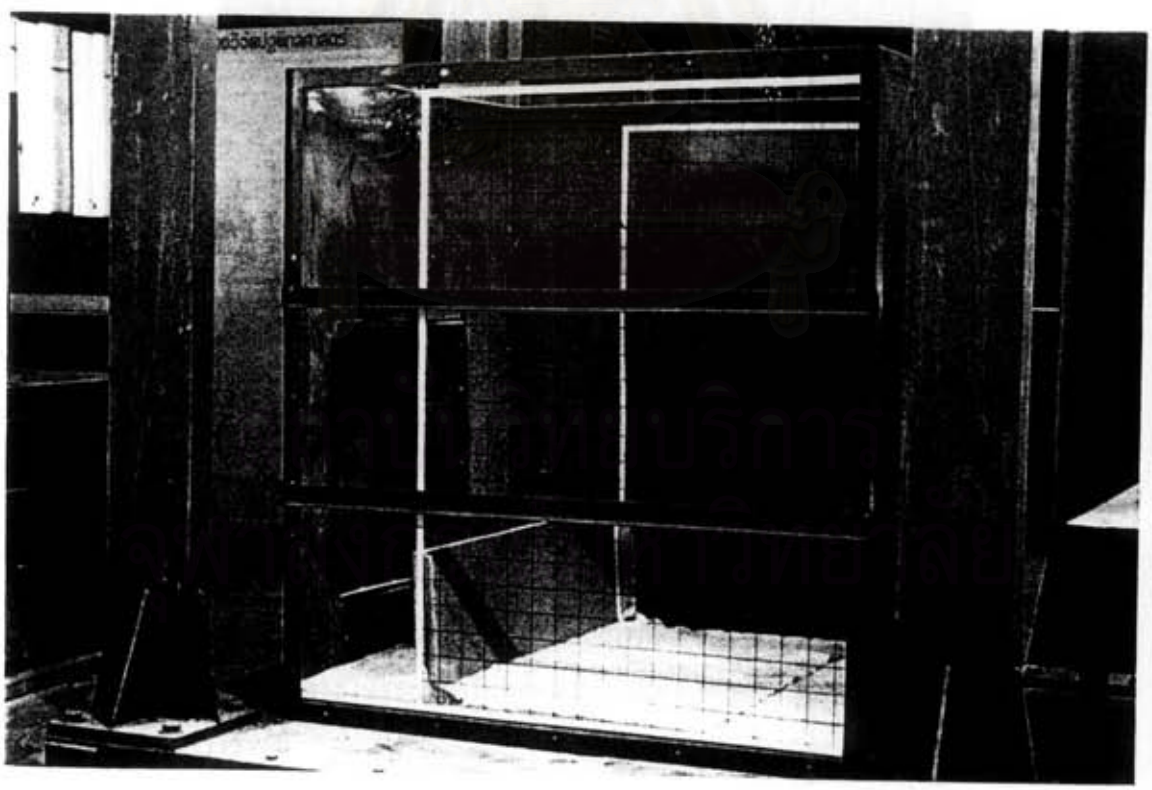


รูปที่ ก-9 การ Calibrate Hydraulic Jack

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-10 แสดงลักษณะของแผ่นเหล็กถ่ายน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง



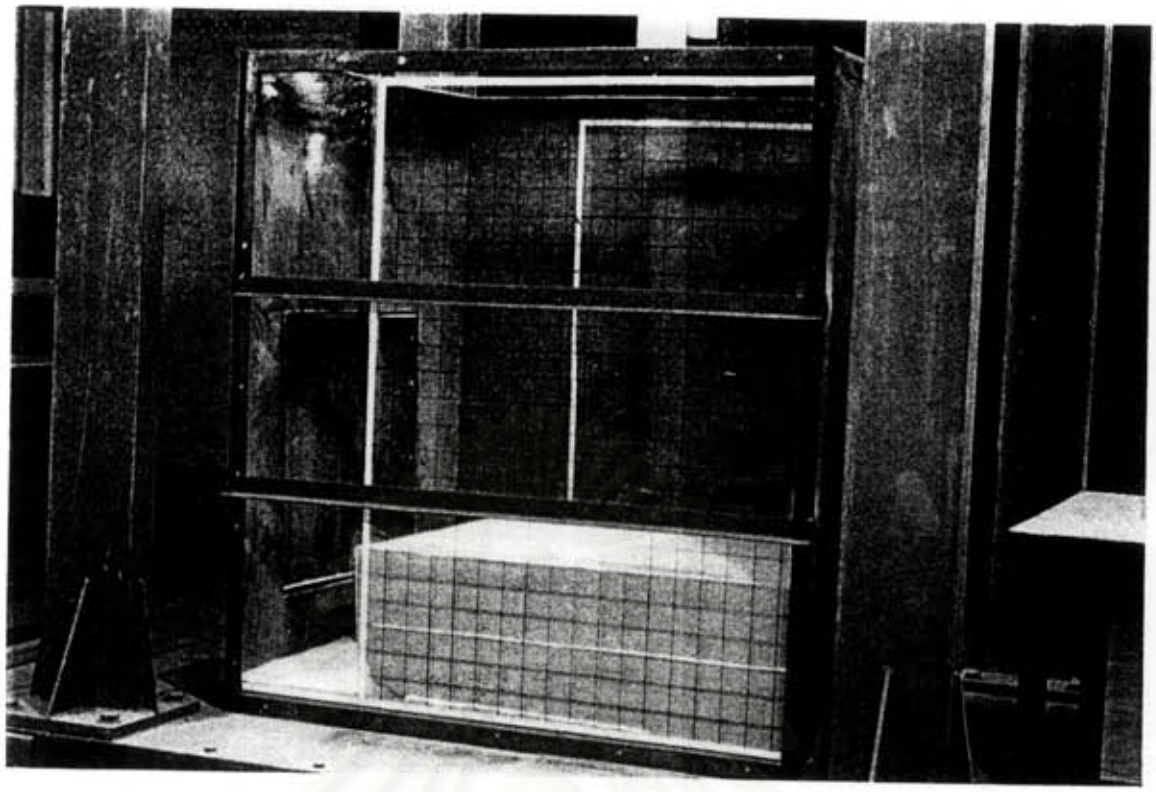
รูปที่ ก-11 ลักษณะการวางวัสดุเสริมที่เตรียมไว้ในแบบจำลองพร้อมกับโรยปูนขาวเป็นเส้นบาง ๆ ตามความยาวของวัสดุเสริมที่ใช้

รูปที่ ก-12 ลักษณะการเตรียมอุปกรณ์เพื่อที่จะทำการเททรายให้ได้ความหนาแน่นคงที่และสม่ำเสมอซึ่งจะใช้ระยะยกในการเทสูง 1 เมตร โดยสังเกตุจากเชือกยาว 1 เมตรที่ผูกเอาไว้

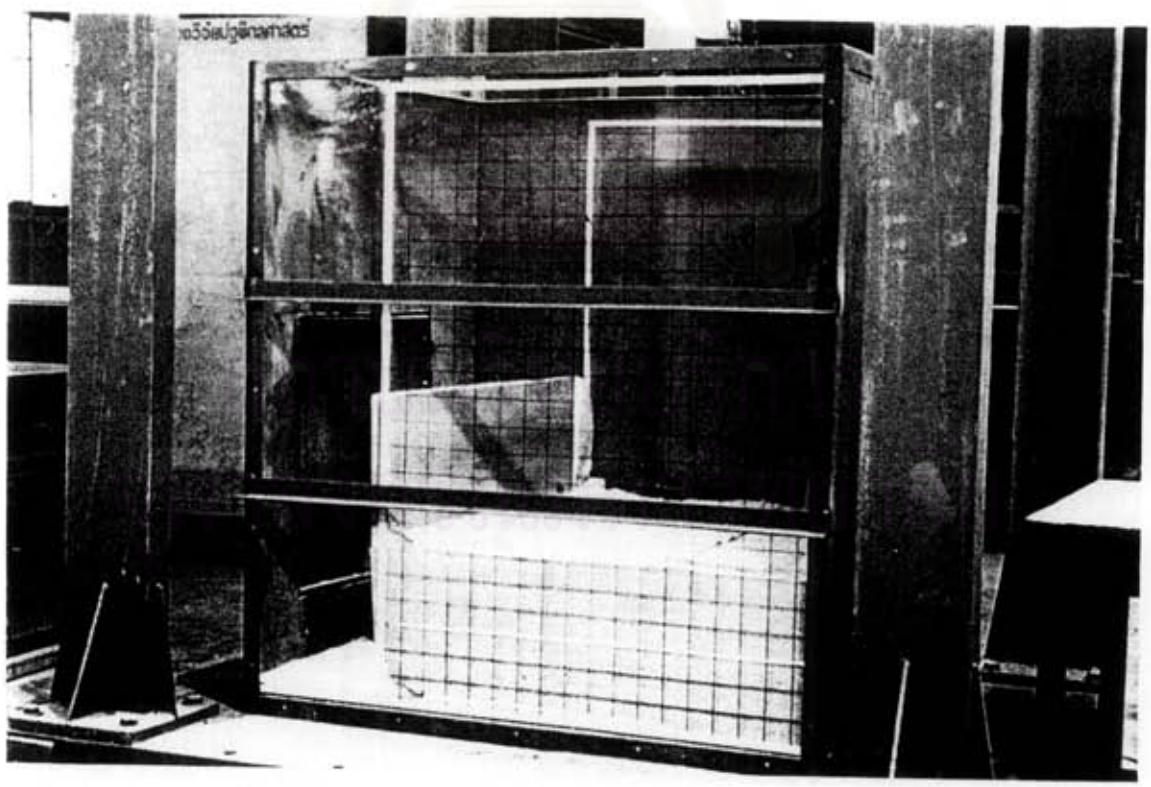
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก-13 ลักษณะของการเททรายลงสู่แบบจำลอง

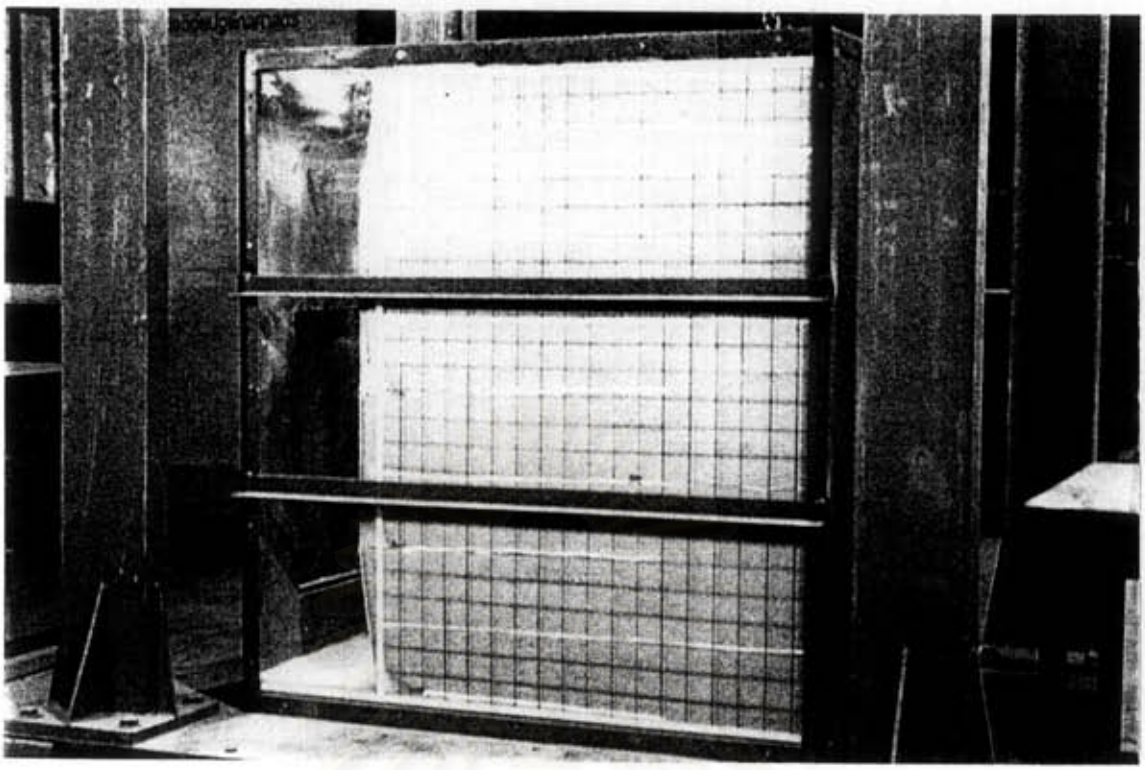
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



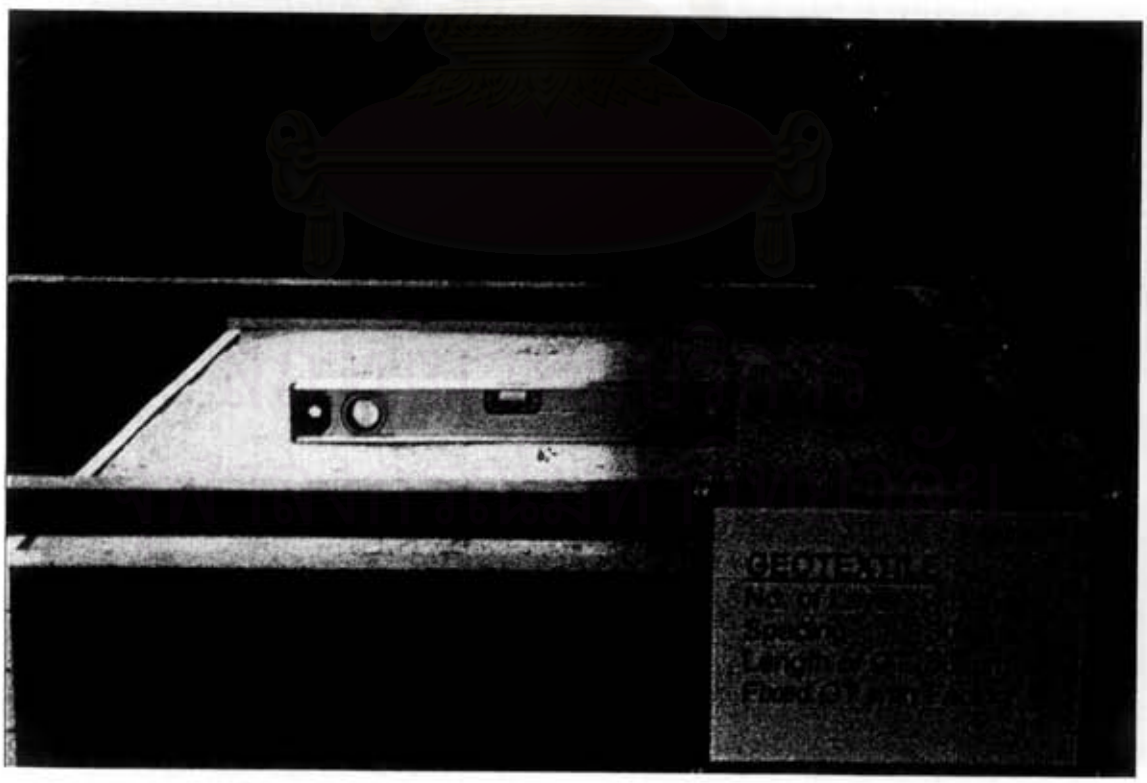
รูปที่ ก-14 ลักษณะของแบบจำลองเมื่อเททรายเสร็จแล้วหนึ่งชั้น



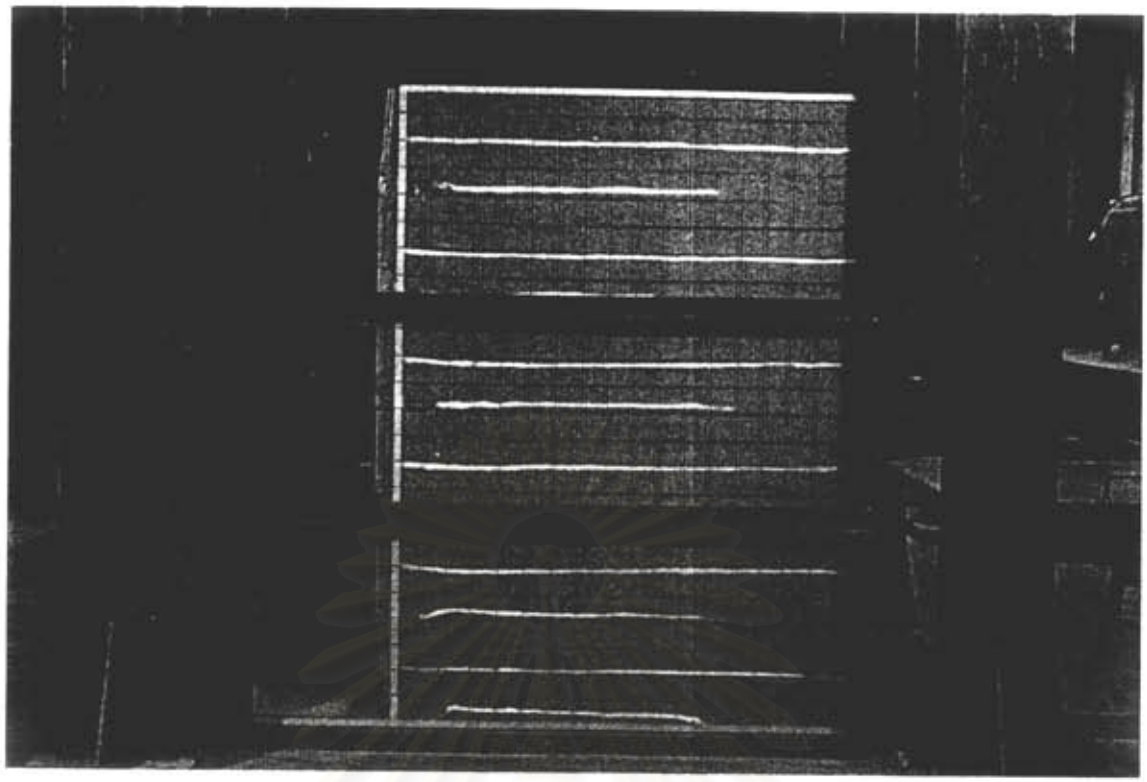
รูปที่ ก-15 ลักษณะการวางวัสดุเสริมเพื่อที่จะเททรายในชั้นต่อไป



รูปที่ ก-16 ลักษณะของโครงสร้างวัสดุเสริมดินหลังจากเททรายเสร็จสิ้นแล้ว

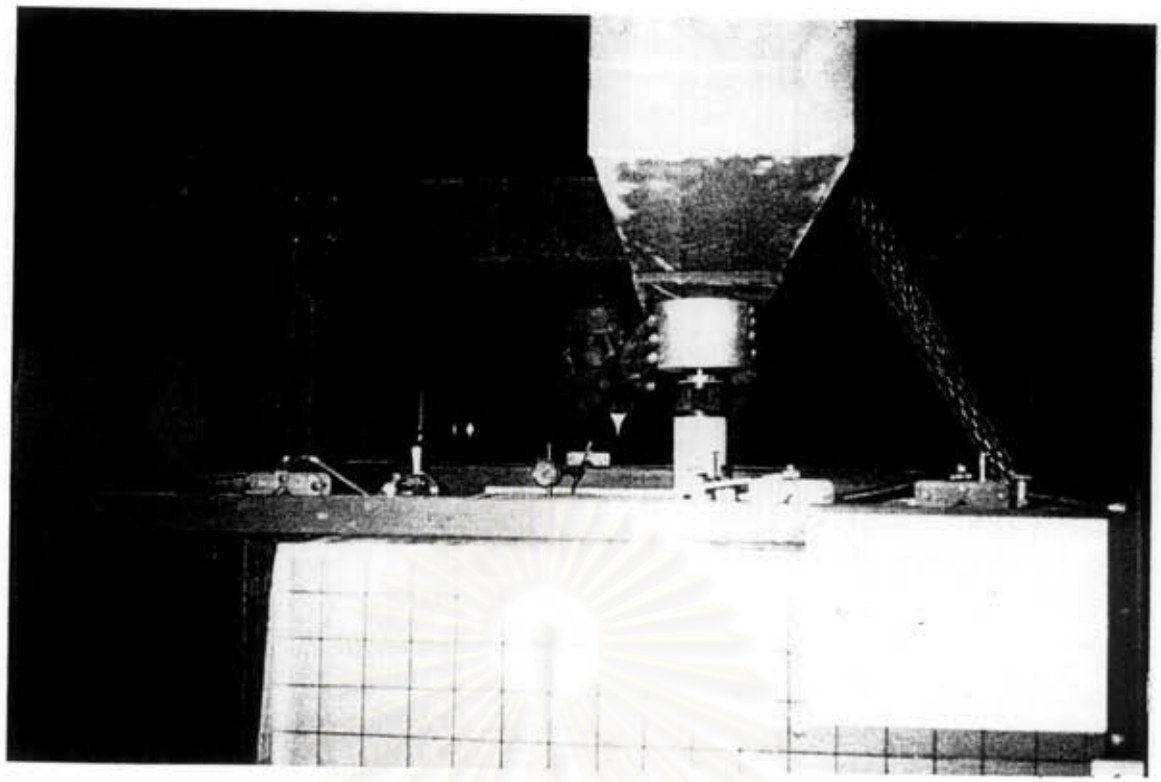


รูปที่ ก-17 แสดงการเช็คระดับบริเวณผิวด้านบนของโครงสร้างวัสดุเสริม

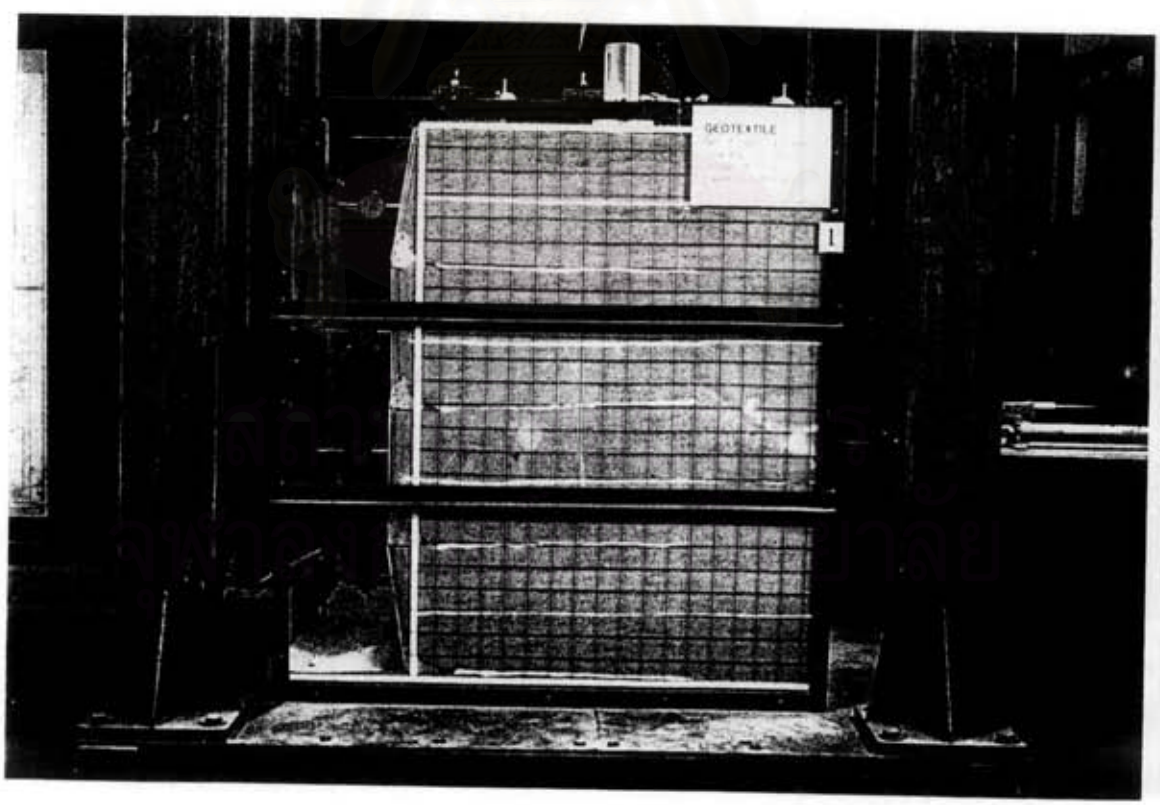


รูปที่ ก-18 แสดงการติดตั้ง Dial Gauge เพื่อใช้วัดการเคลื่อนตัวด้านข้างที่เกิดขึ้น

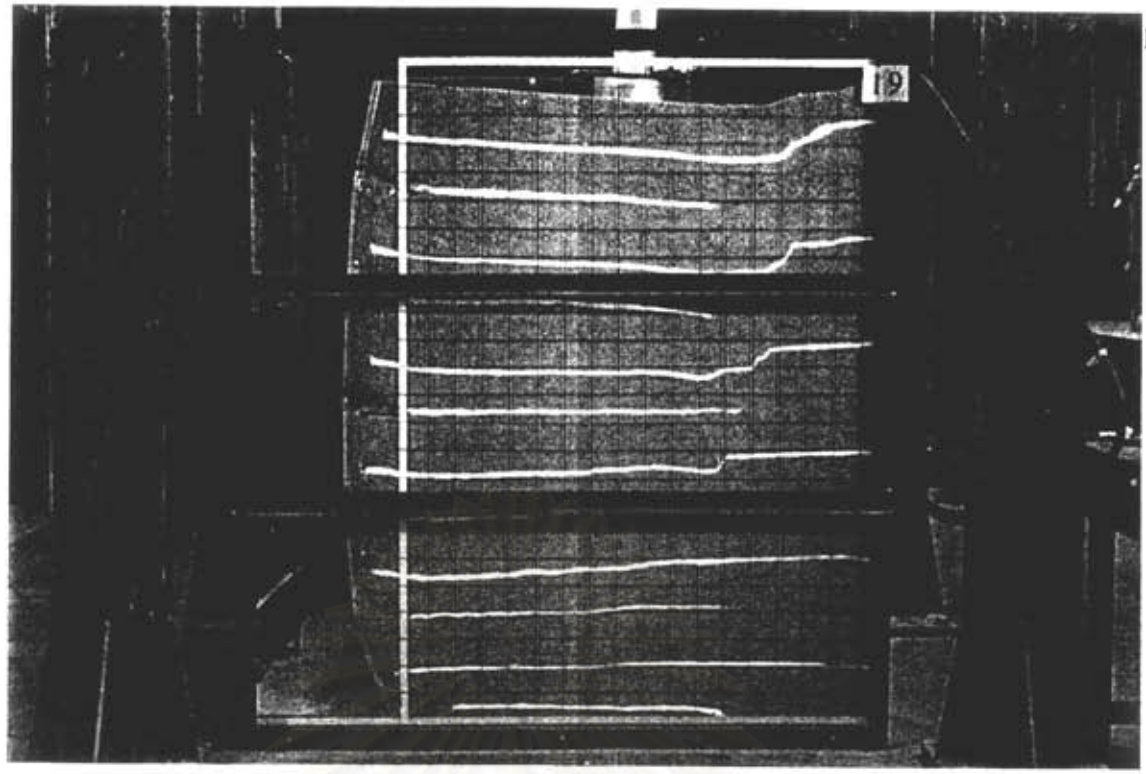
รูปที่ ก-19 แสดงการติดตั้ง Dial Gauge เพื่อใช้วัดการทรุดตัวที่เกิดขึ้น



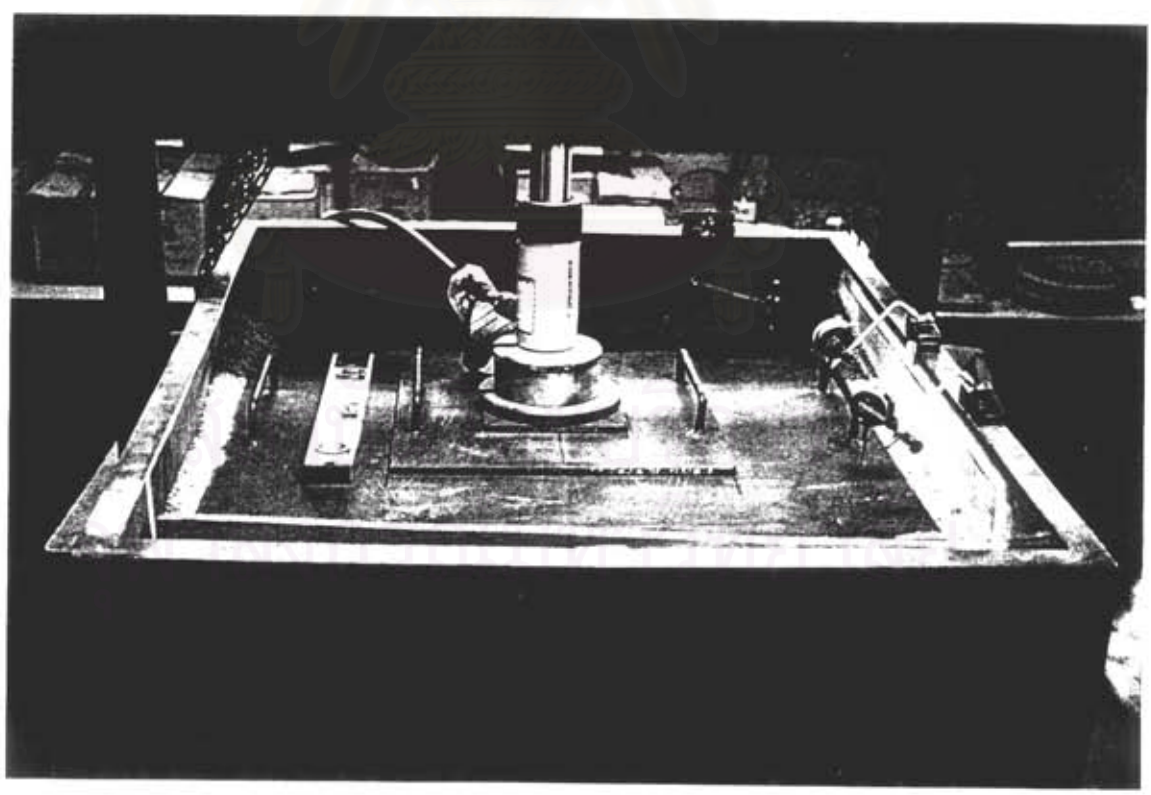
รูปที่ ก-20 แสดงการติดตั้ง Hydraulic Jack เพื่อใช้เป็นตัวให้น้ำหนักกับแบบจำลอง โดยการถ่ายแรงจากโครงเหล็กถ่ายน้ำหนัก



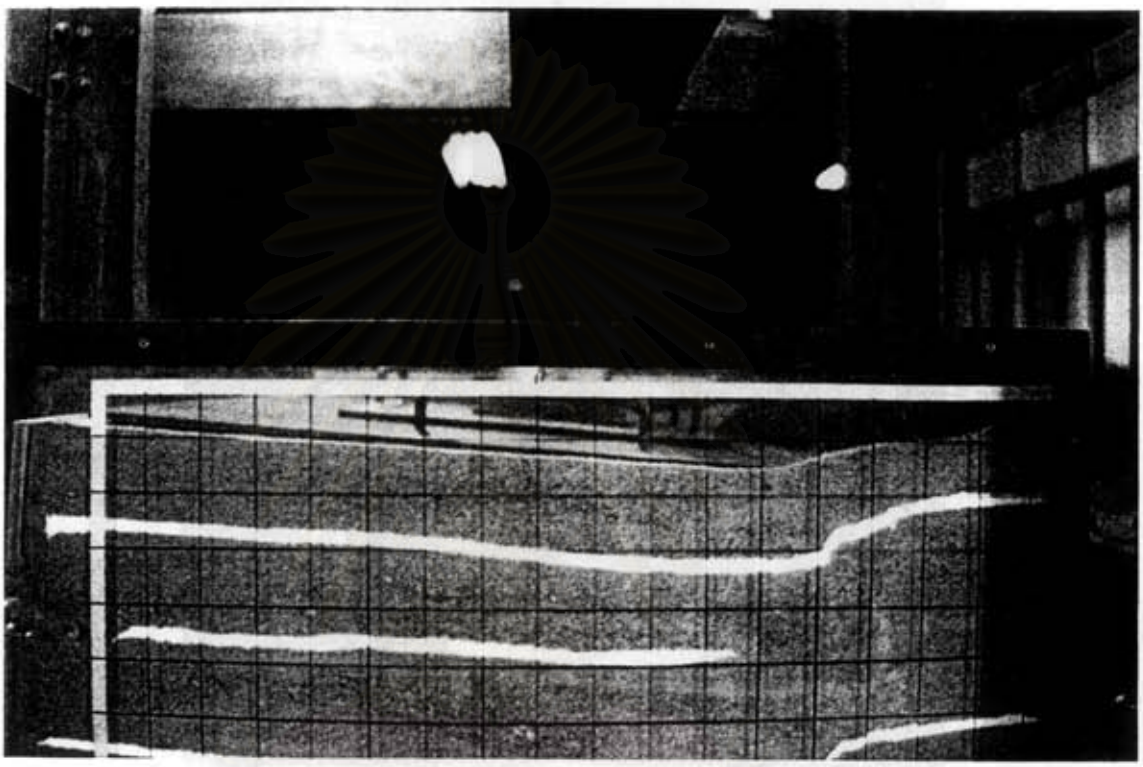
รูปที่ ก-21 ลักษณะโครงสร้างวัสดุเสริมดินที่พร้อมจะทำการทดสอบ



รูปที่ ก-22 แสดงลักษณะการวิบัติของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน
เมื่อถูกแรงภายนอกกระทำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ



รูปที่ ก-23 ลักษณะการทรุดตัวของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน เมื่อมองจากด้านบน



รูปที่ ก-24 ลักษณะการทรุดตัวของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน เมื่อมองจากด้านข้างเข้าไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก-25 การสังเกตุลักษณะของ Failure Line ที่เกิดขึ้นภายหลังจากการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

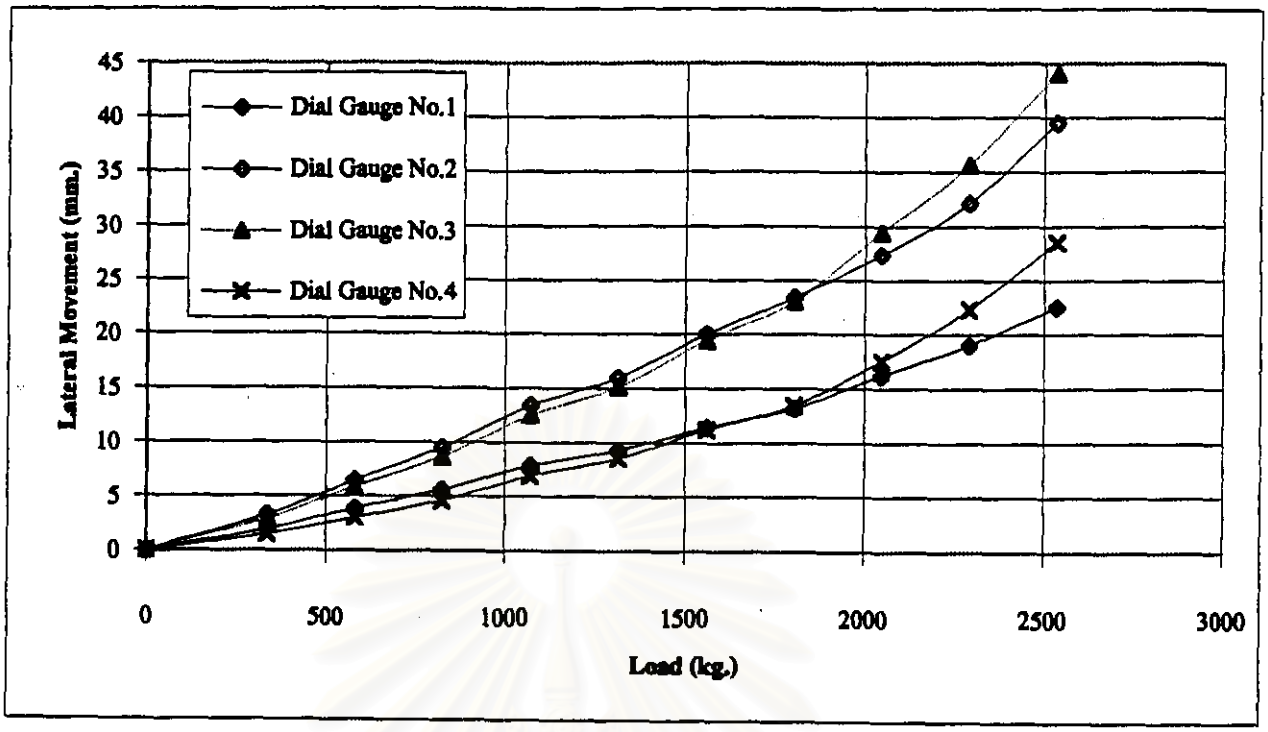
ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองโครงสร้างวัสดุเสริมดิน

- ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Load กับค่า Lateral Movement
- ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Load กับค่า Settlement

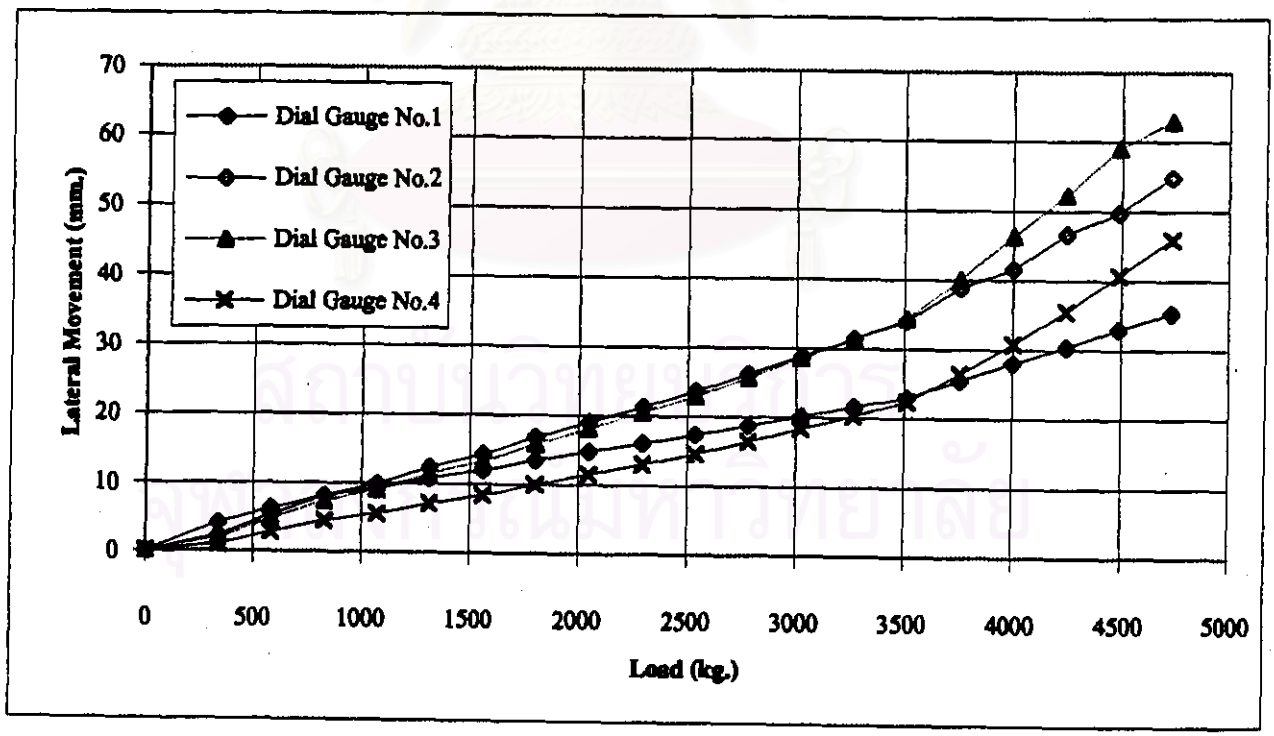
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Load กับค่า Lateral Movement

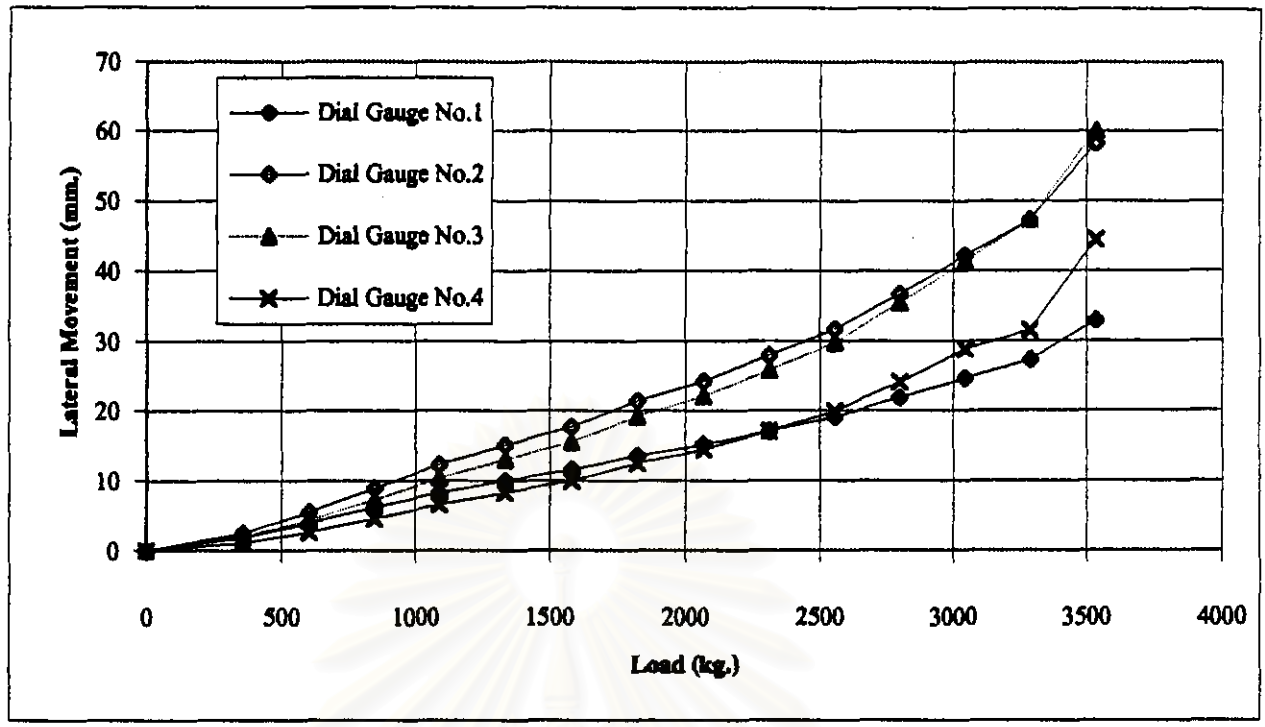
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



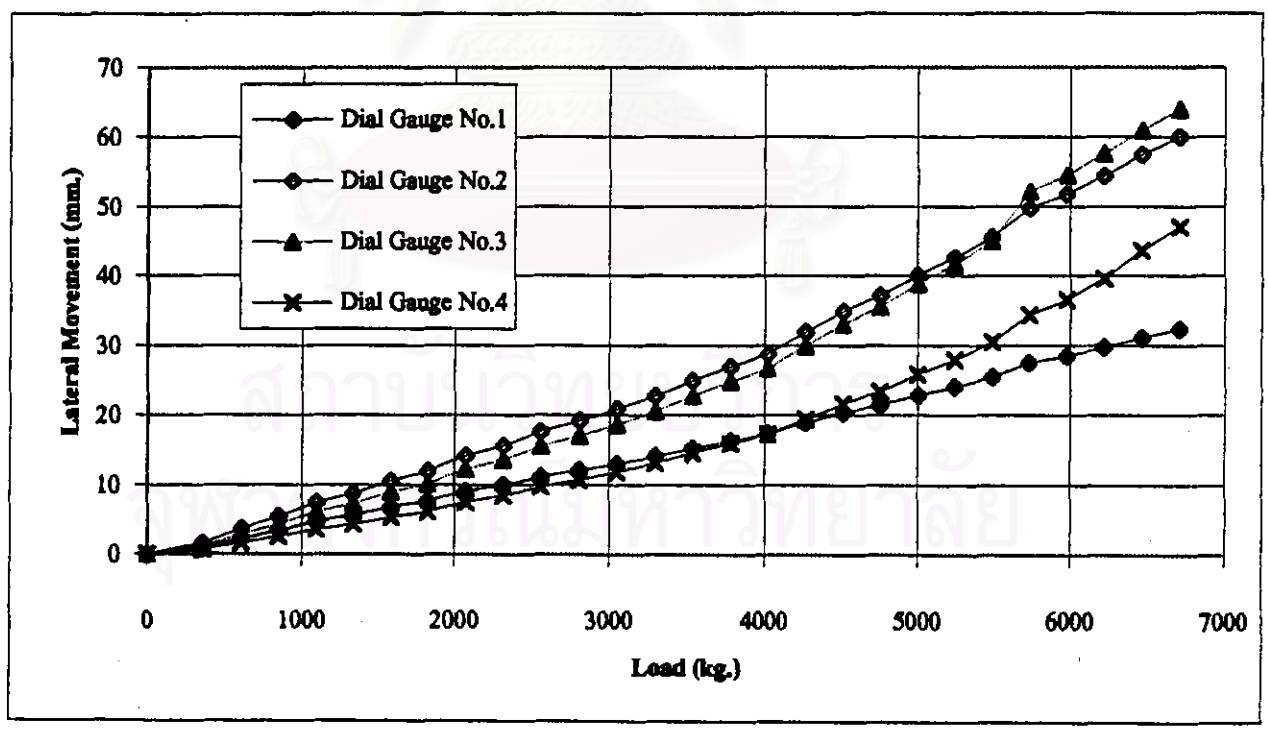
รูปที่ ข-1 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ15 cm. ตามลำดับ จากฐานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GT4-30-60



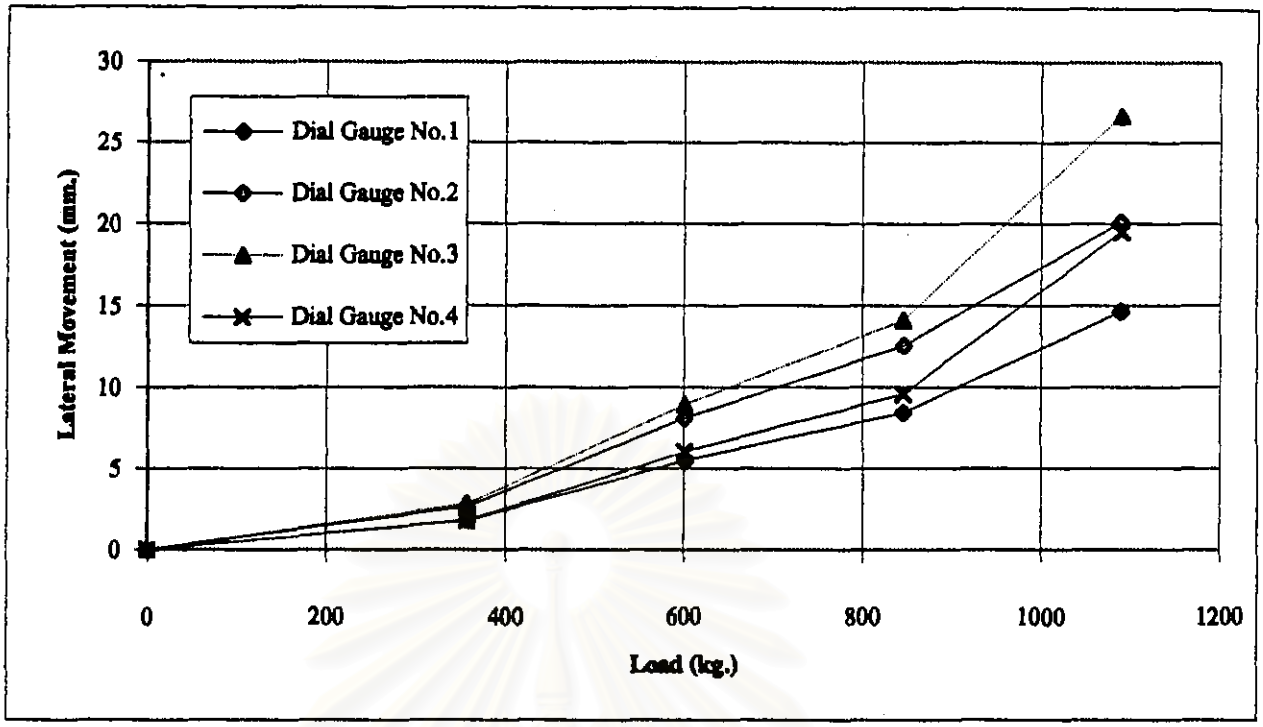
รูปที่ ข-2 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ15 cm. ตามลำดับ จากฐานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GT4-30-80



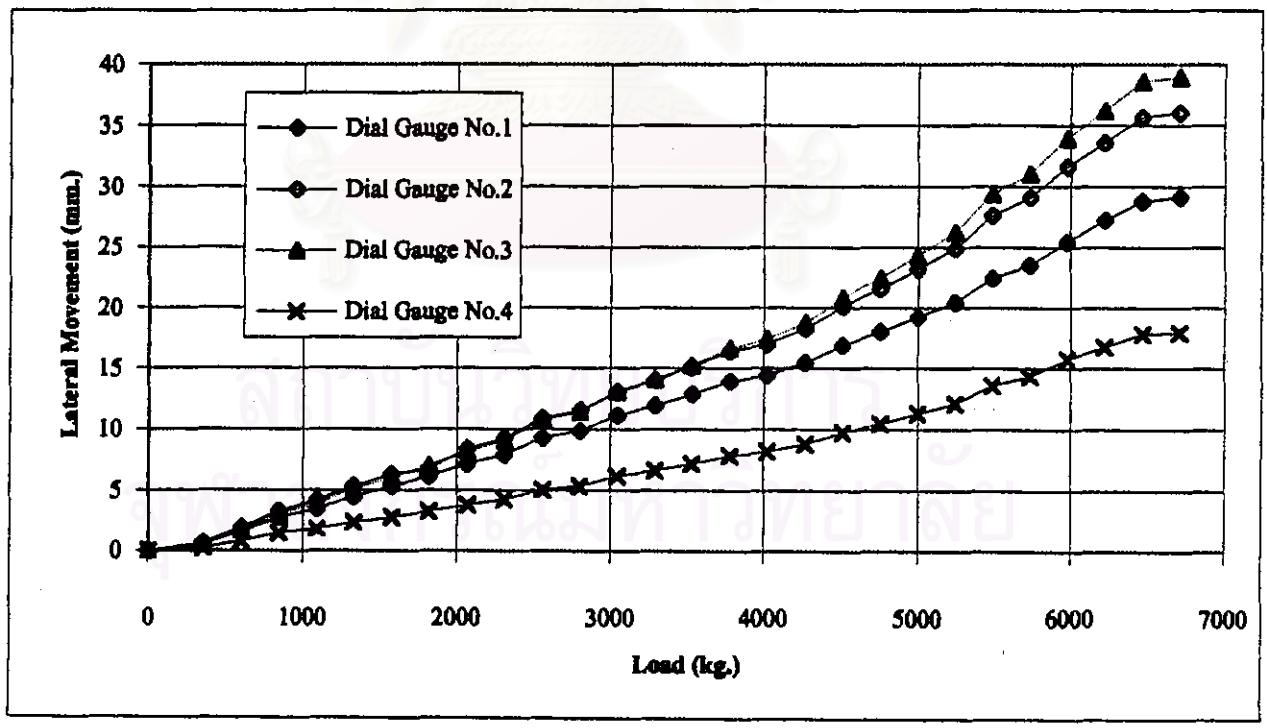
รูปที่ ข-3 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ15 cm. ตามลำดับ จากฐานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GT6-20-60



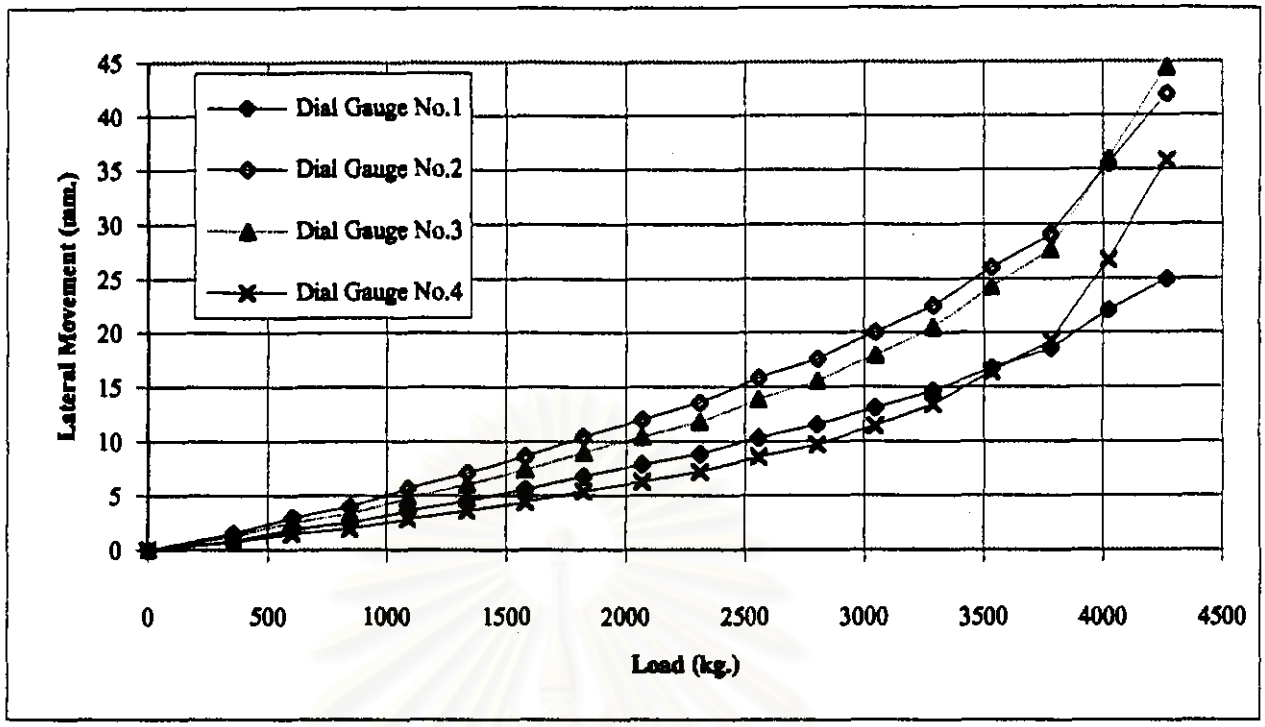
รูปที่ ข-4 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ15 cm. ตามลำดับ จากฐานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GT6-20-80



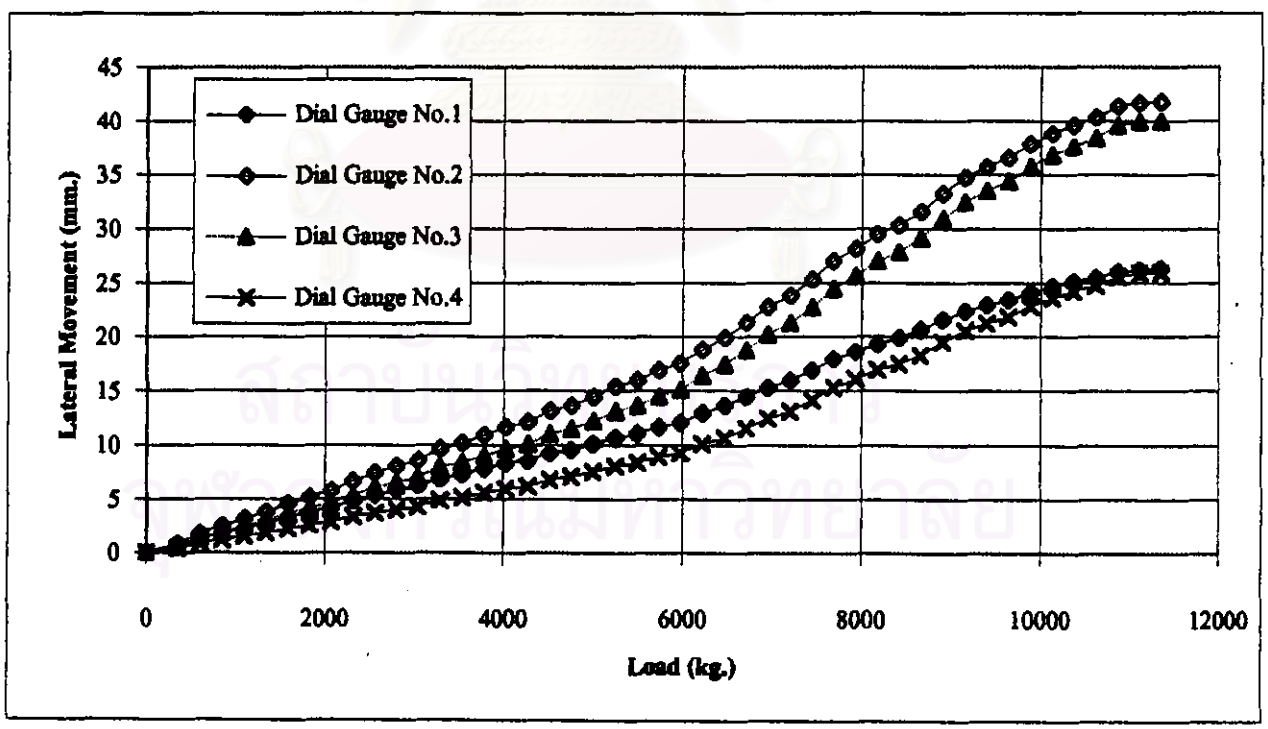
รูปที่ ข-5 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ15 cm. ตามลำดับ จากฐานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GG4-30-60



รูปที่ ข-6 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ15 cm. ตามลำดับ จากฐานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GG4-30-80



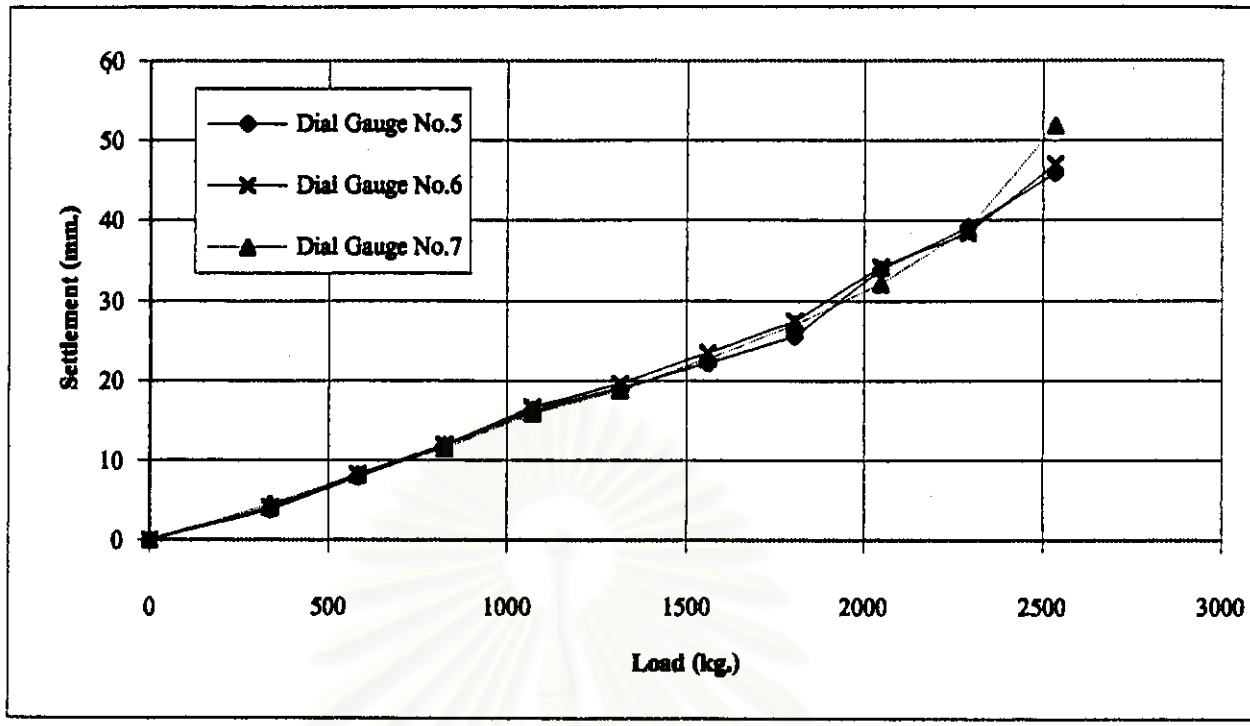
รูปที่ ข-7 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ15 cm. ตามลำดับ จากฐานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GG6-20-60



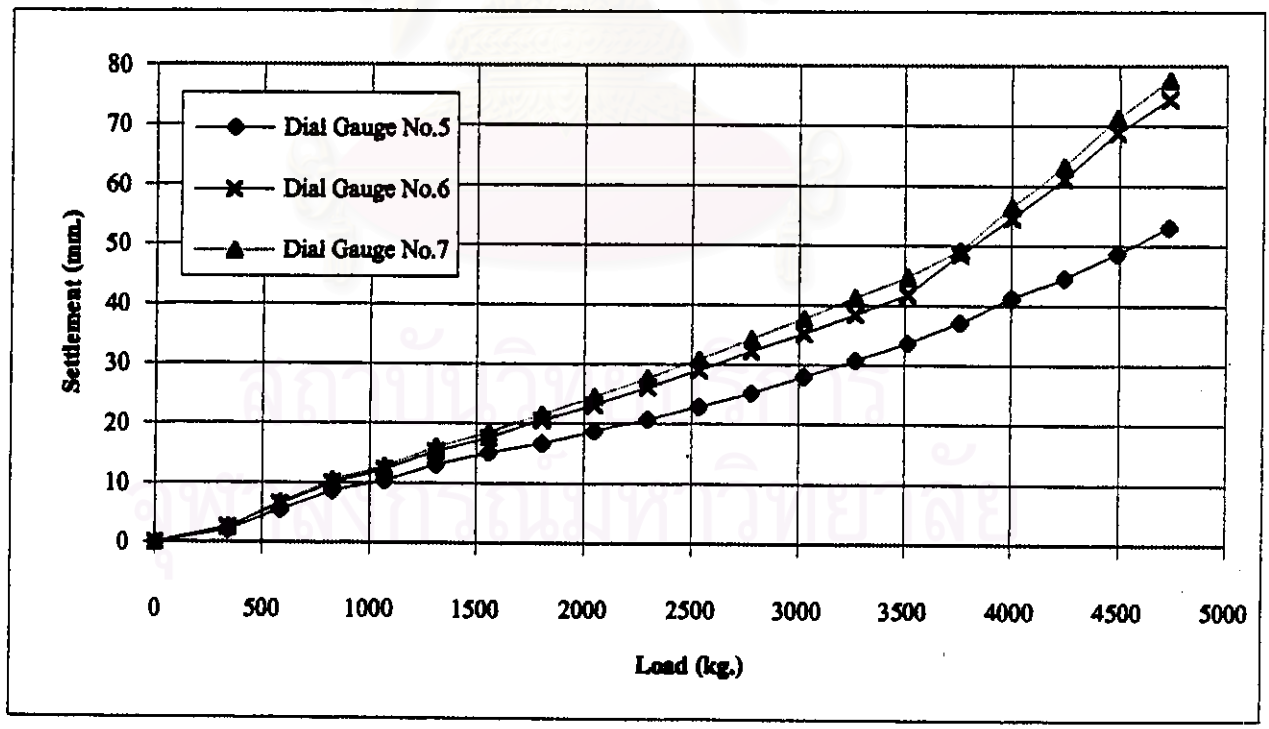
รูปที่ ข-8 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ15 cm. ตามลำดับ จากฐานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GG6-20-80

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Load กับค่า Settlement

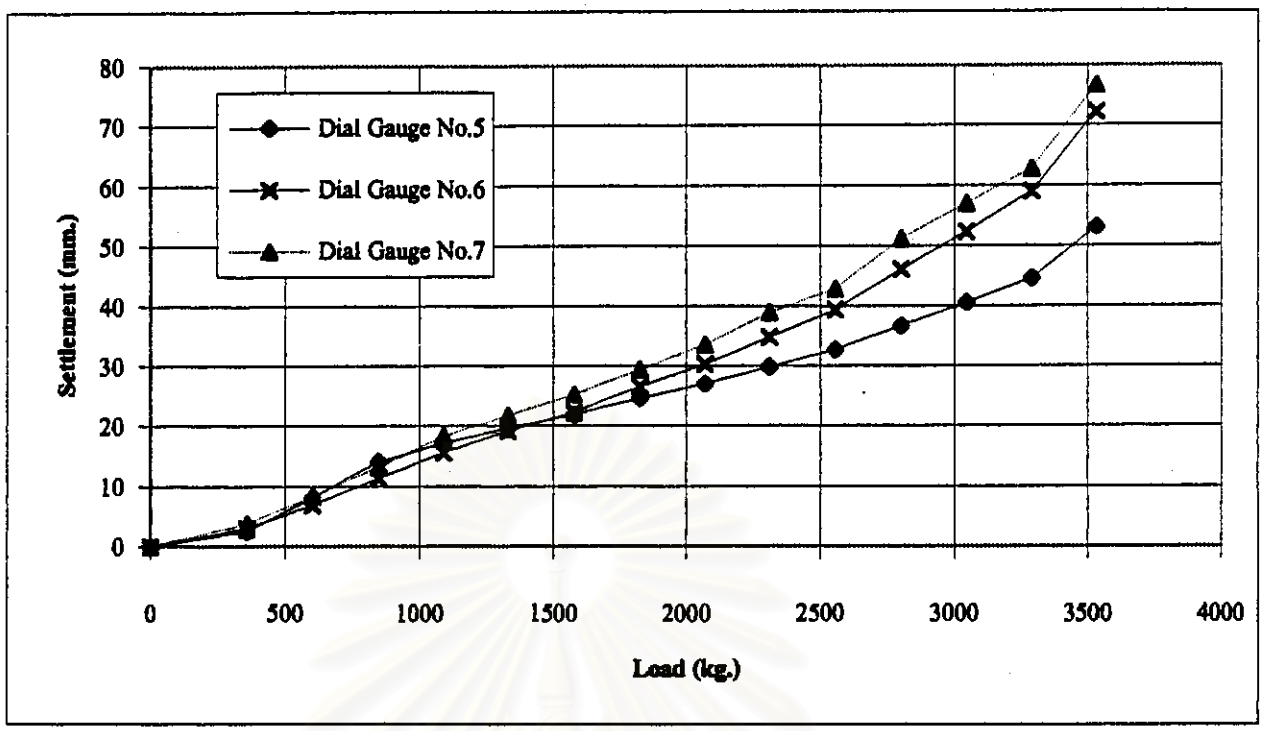
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



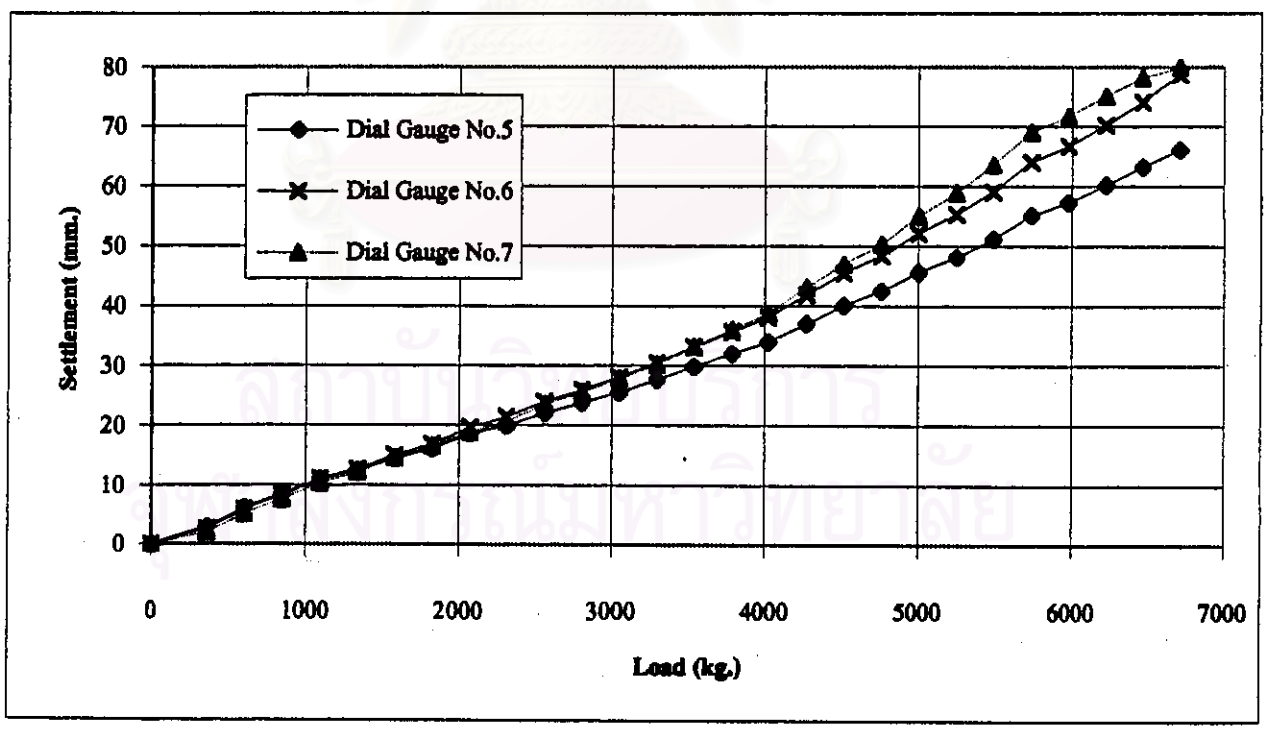
รูปที่ ข-9 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GT4-30-60



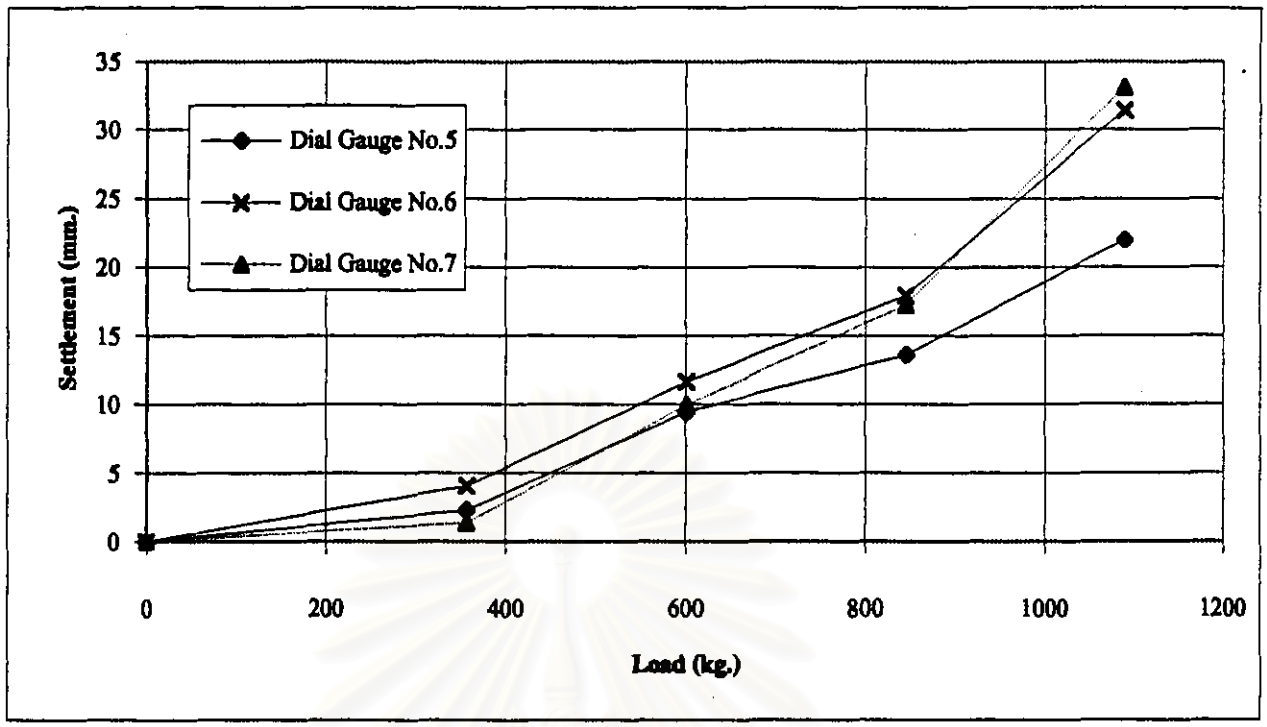
รูปที่ ข-10 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GT4-30-80



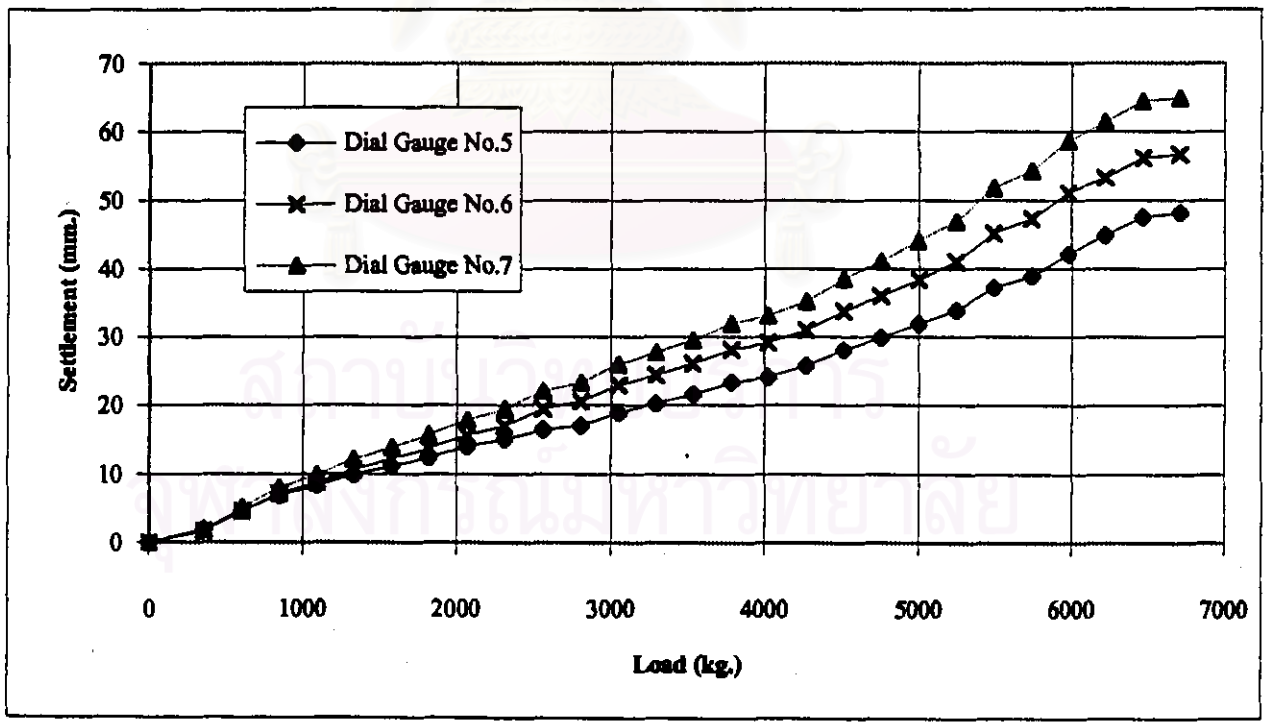
รูปที่ ข-11 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GT6-20-60



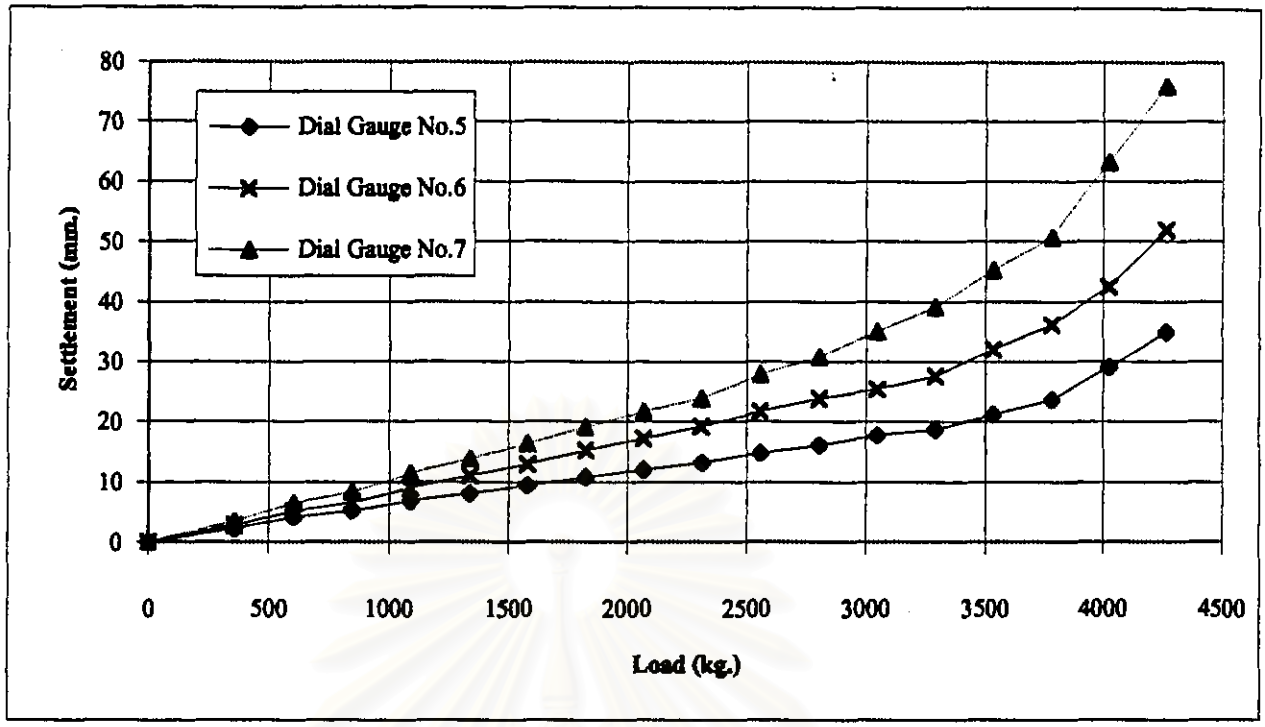
รูปที่ ข-12 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GT6-20-80



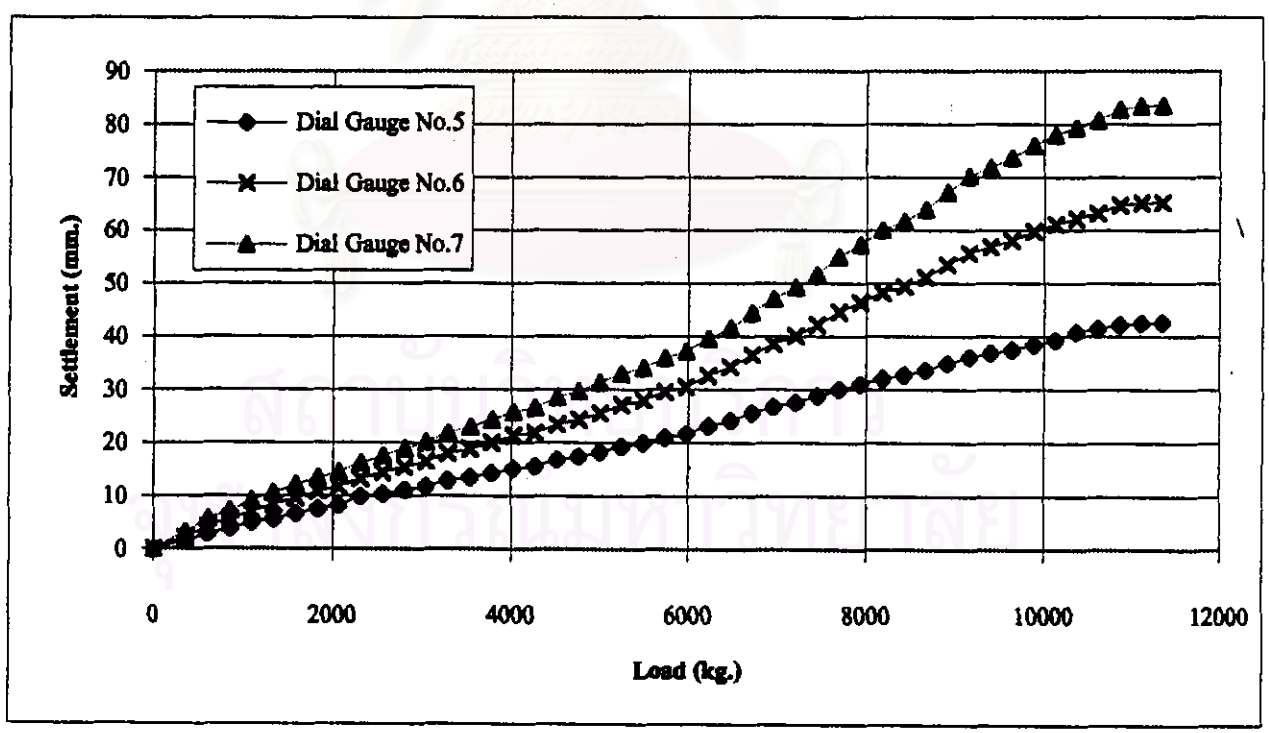
รูปที่ ข-13 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GG4-30-60



รูปที่ ข-14 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GG4-30-80



รูปที่ ข-15 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GG6-20-60

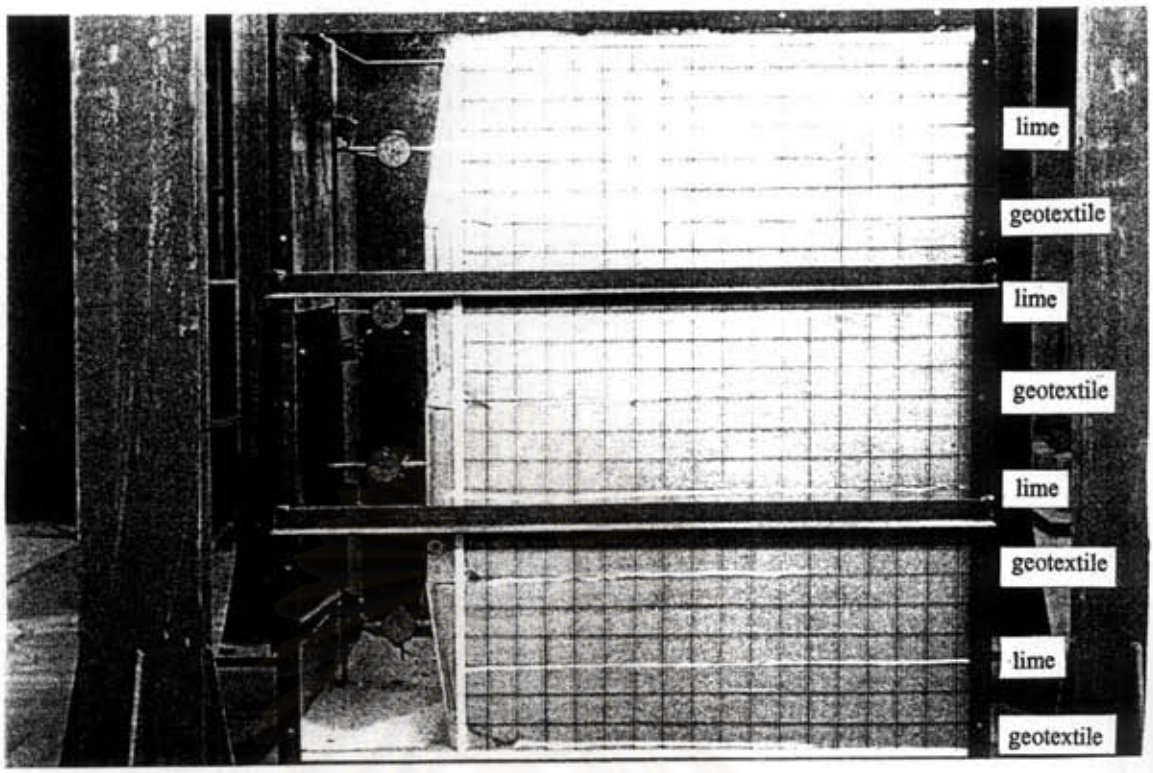


รูปที่ ข-16 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GG6-20-80

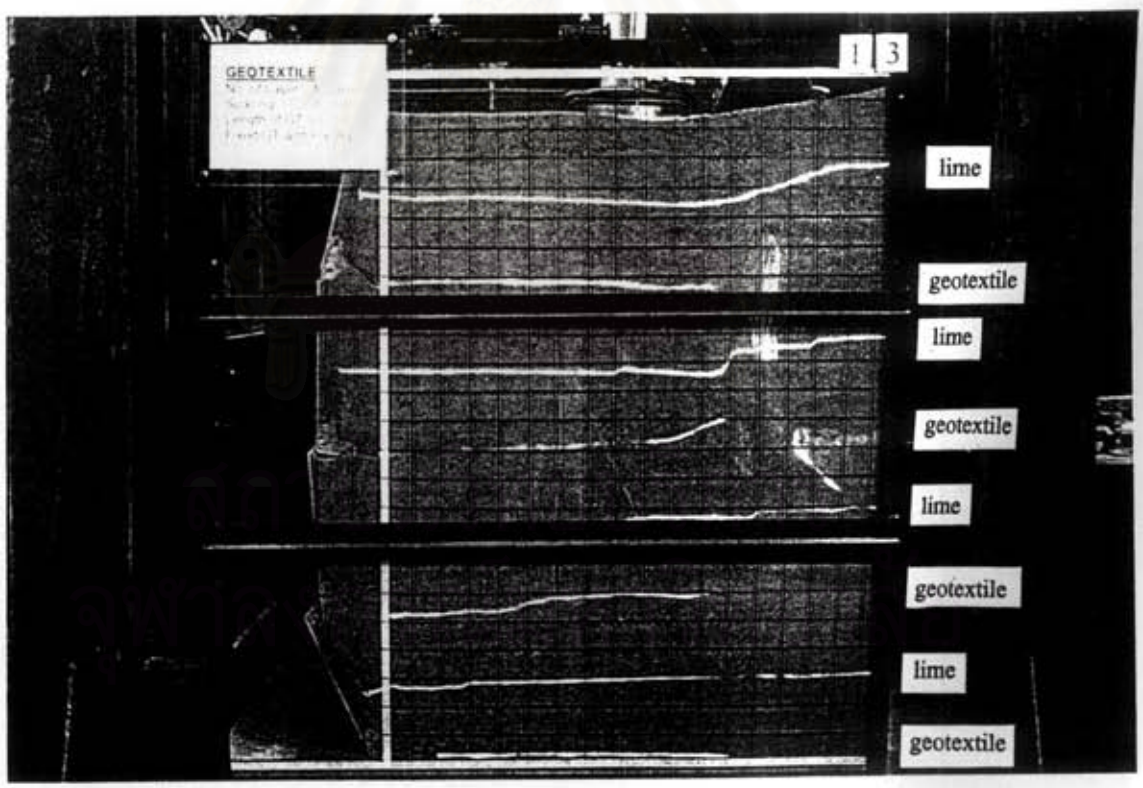
ภาคผนวก ค

ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

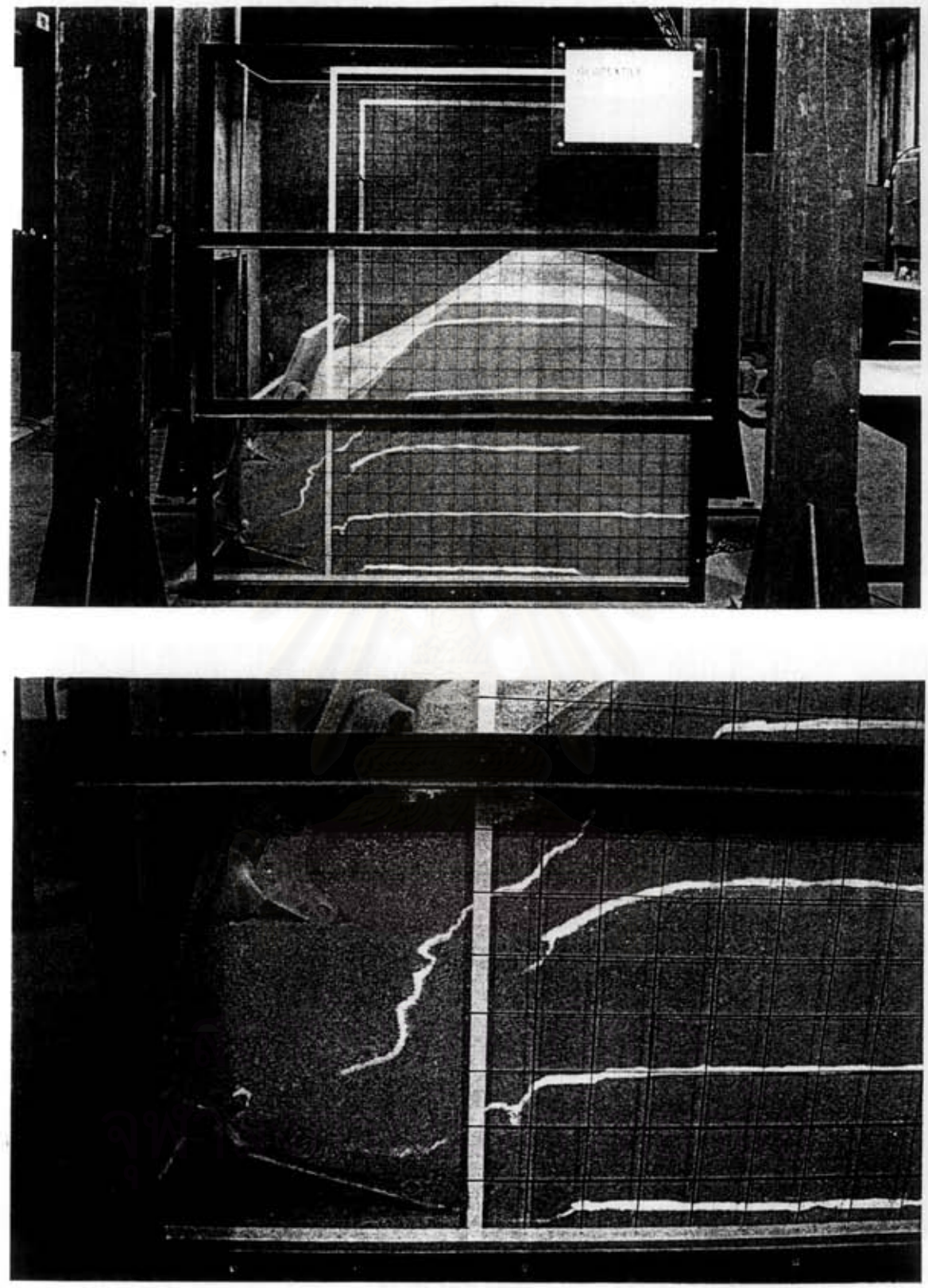


ก) BEFORE TEST

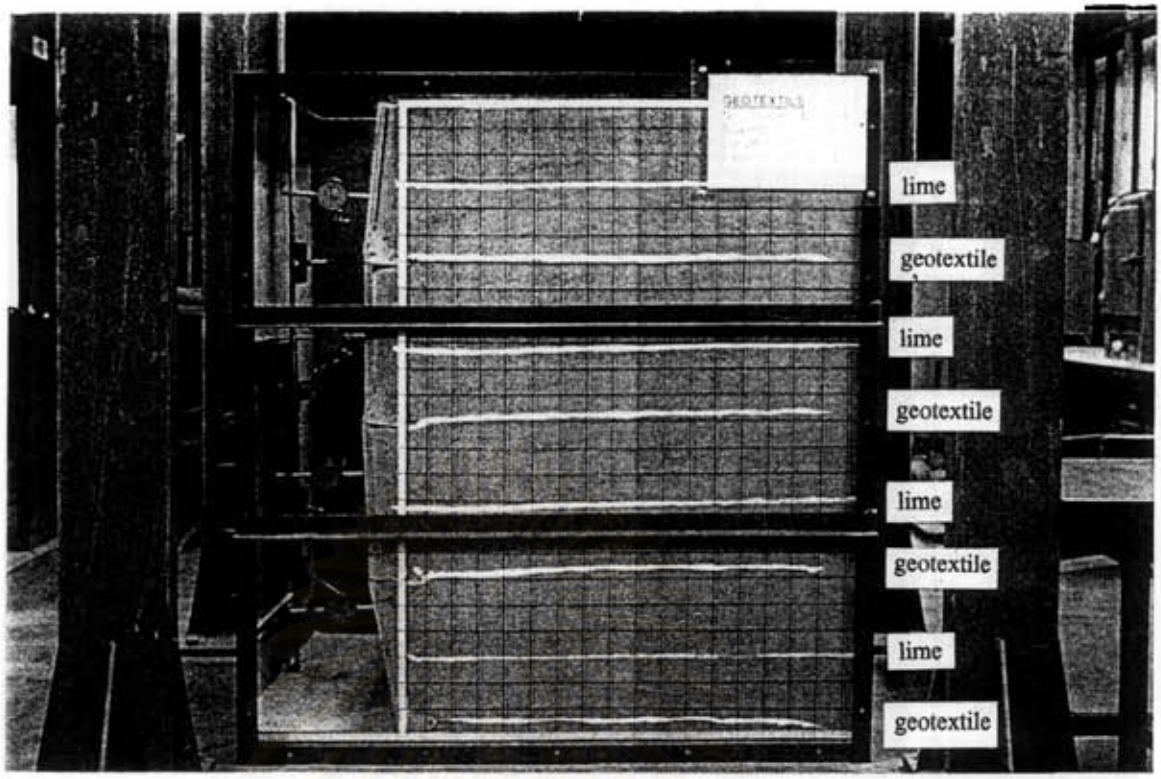


ข) AFTER TEST

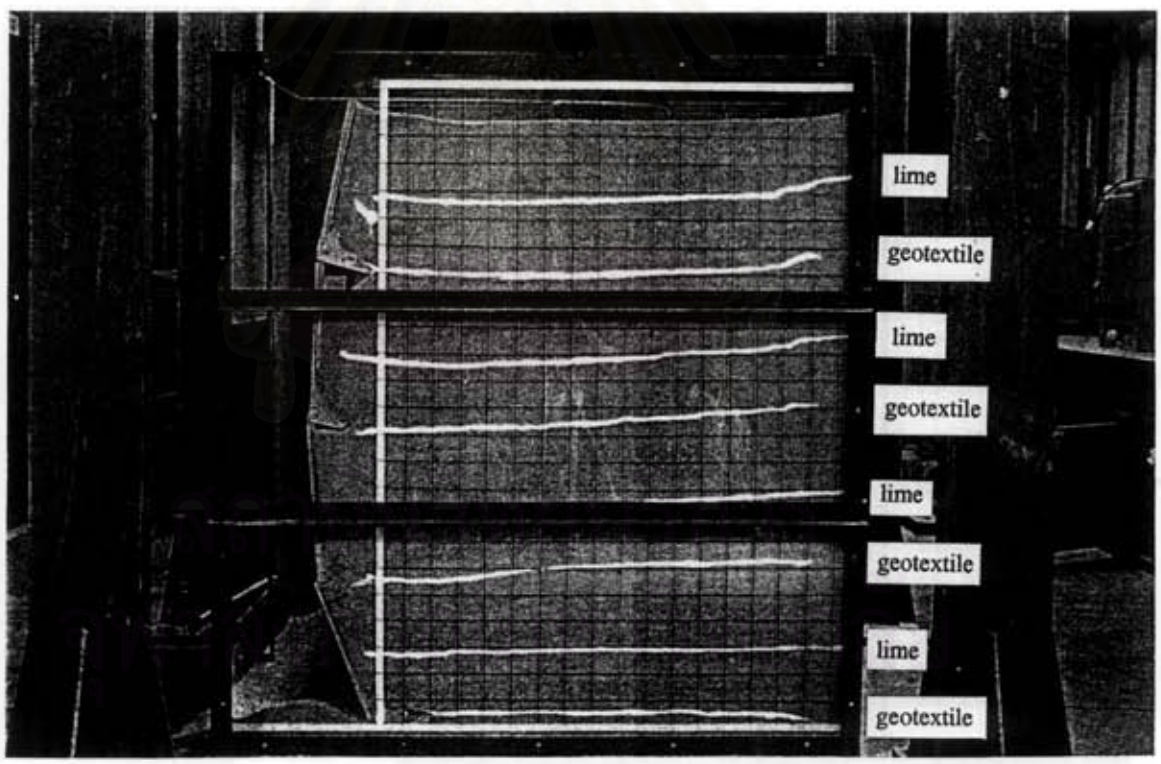
รูปที่ ค-1 ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 1 (GT4-30-60) (Arc Failure)



รูปที่ ค-2 ลักษณะการพังทลายของโครงสร้างวัสดุเสริมดินในการทดลองที่2 (GT4-30-60)
ซึ่งไม่ได้ทำการยึดตัววัสดุเสริมให้ติดกับ Facing

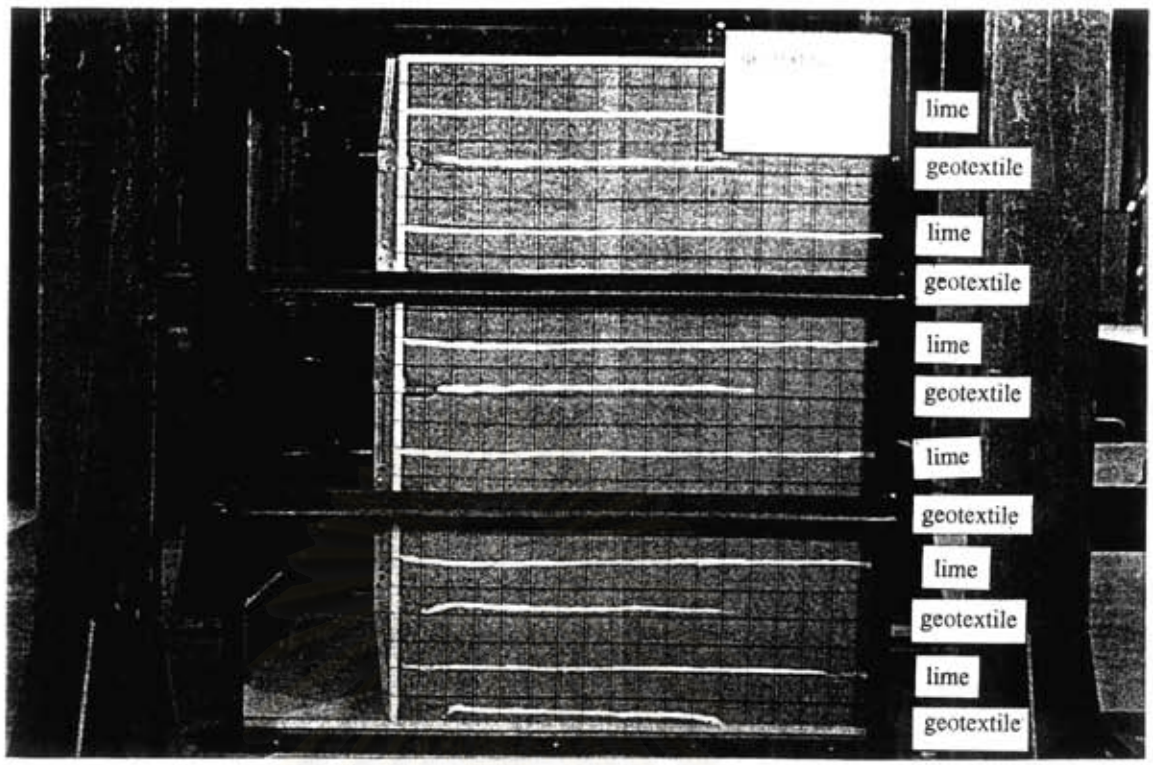


ก) BEFORE TEST

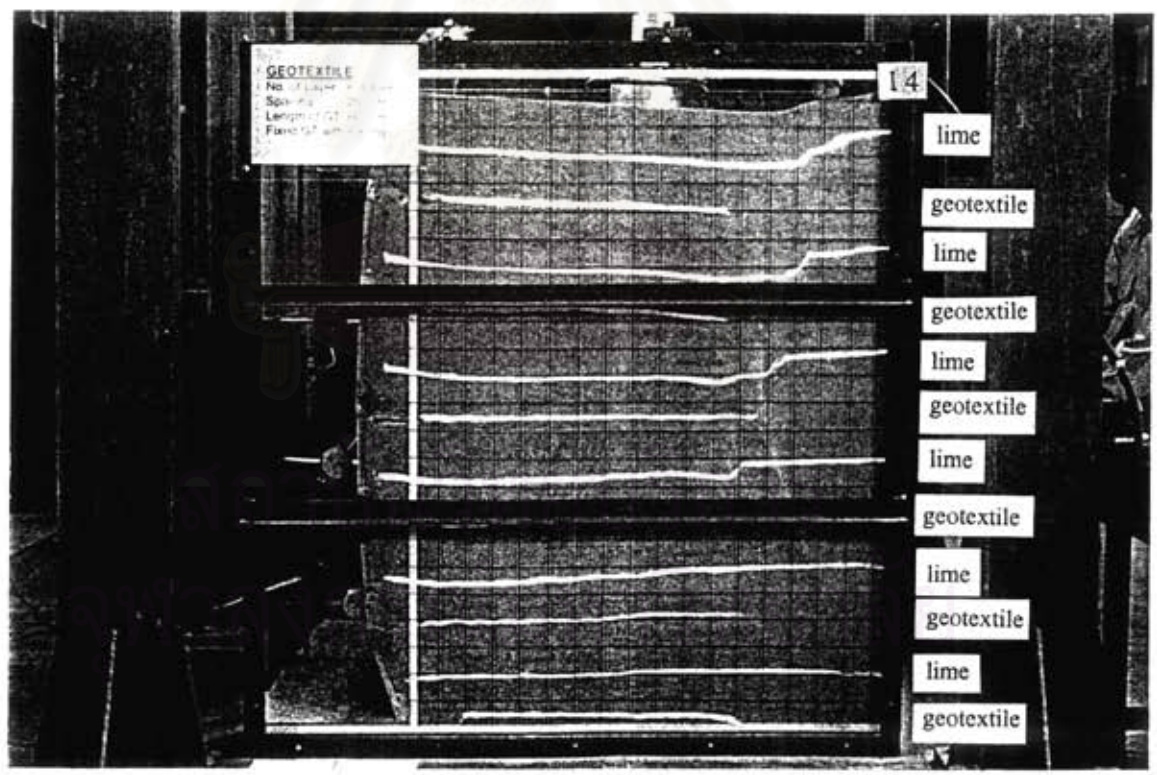


ข) AFTER TEST

รูปที่ ค-3 ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 3 (GT4-30-80) (Wedge Failure)



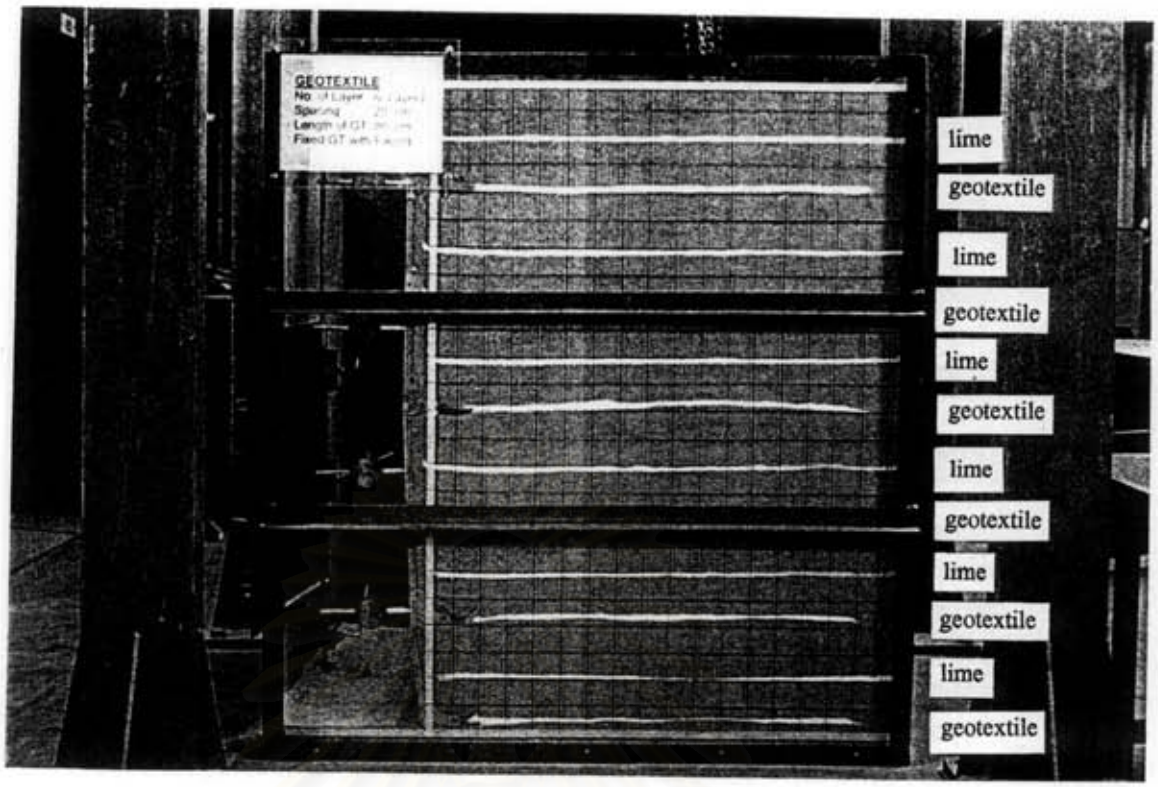
ก) BEFORE TEST



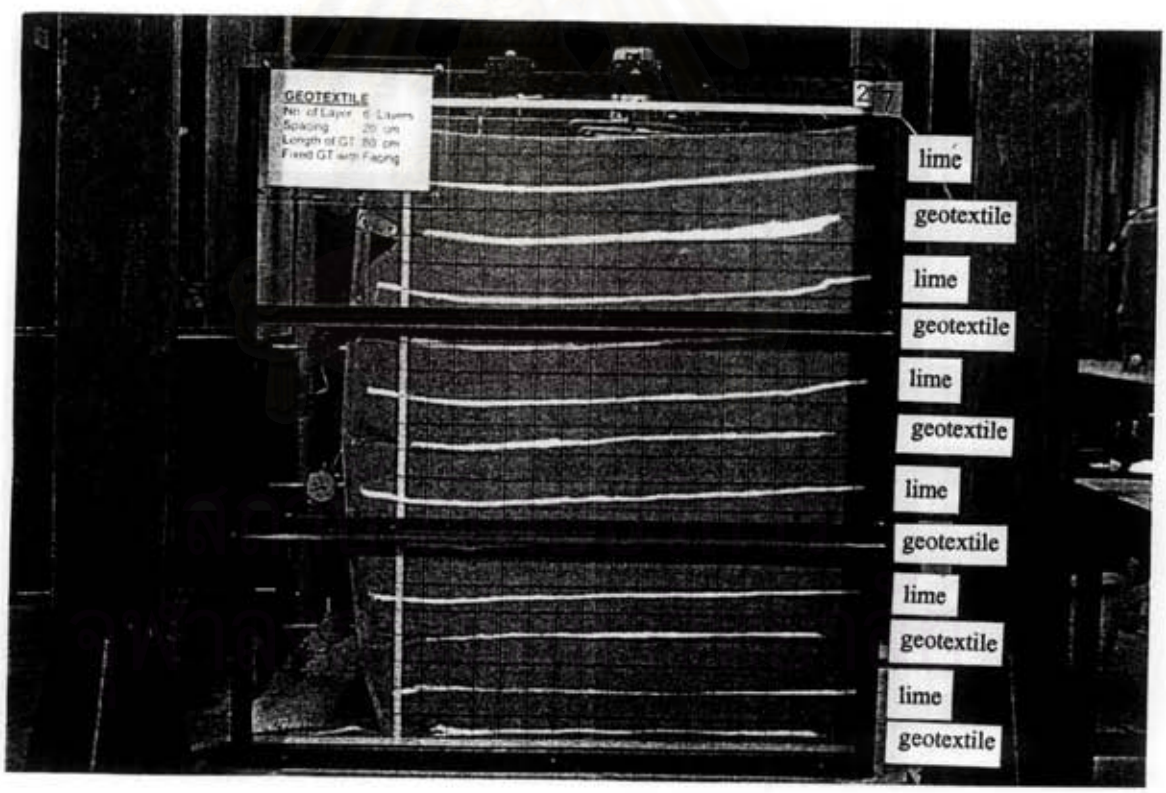
ข) AFTER TEST

รูปที่ ค-4 ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 4 (GT6-20-60)

(Wedge Failure)

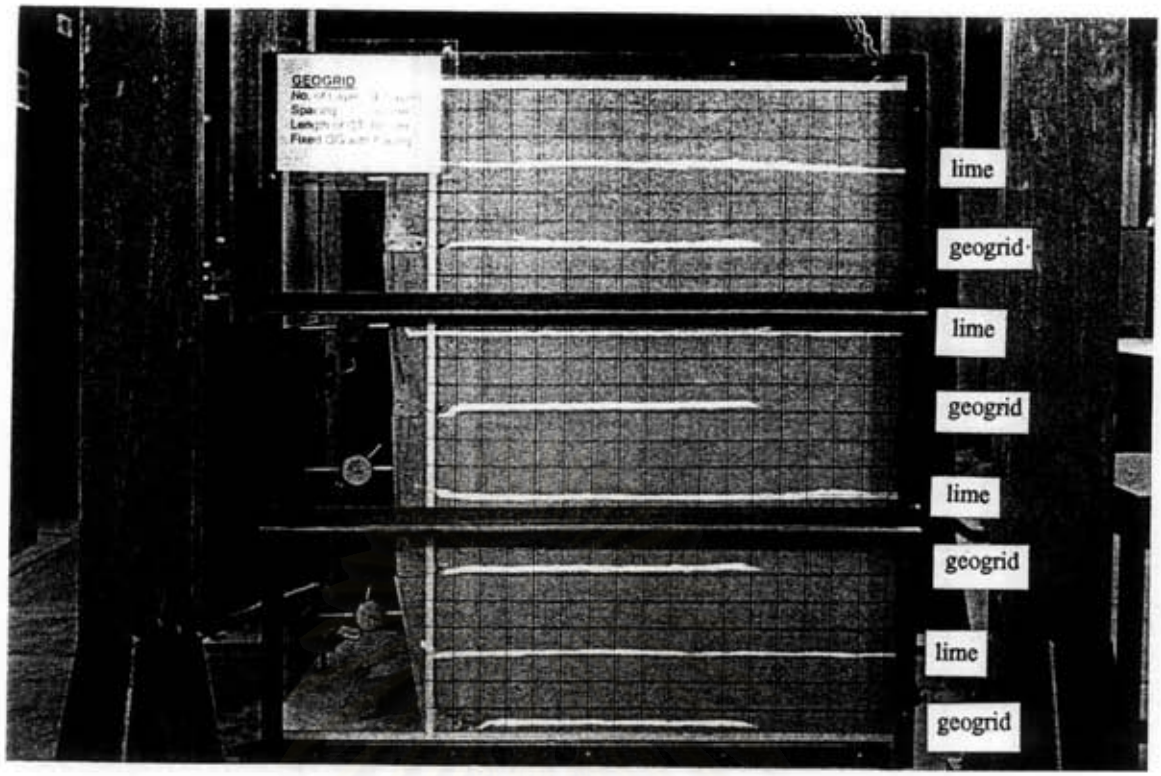


ก) BEFORE TEST

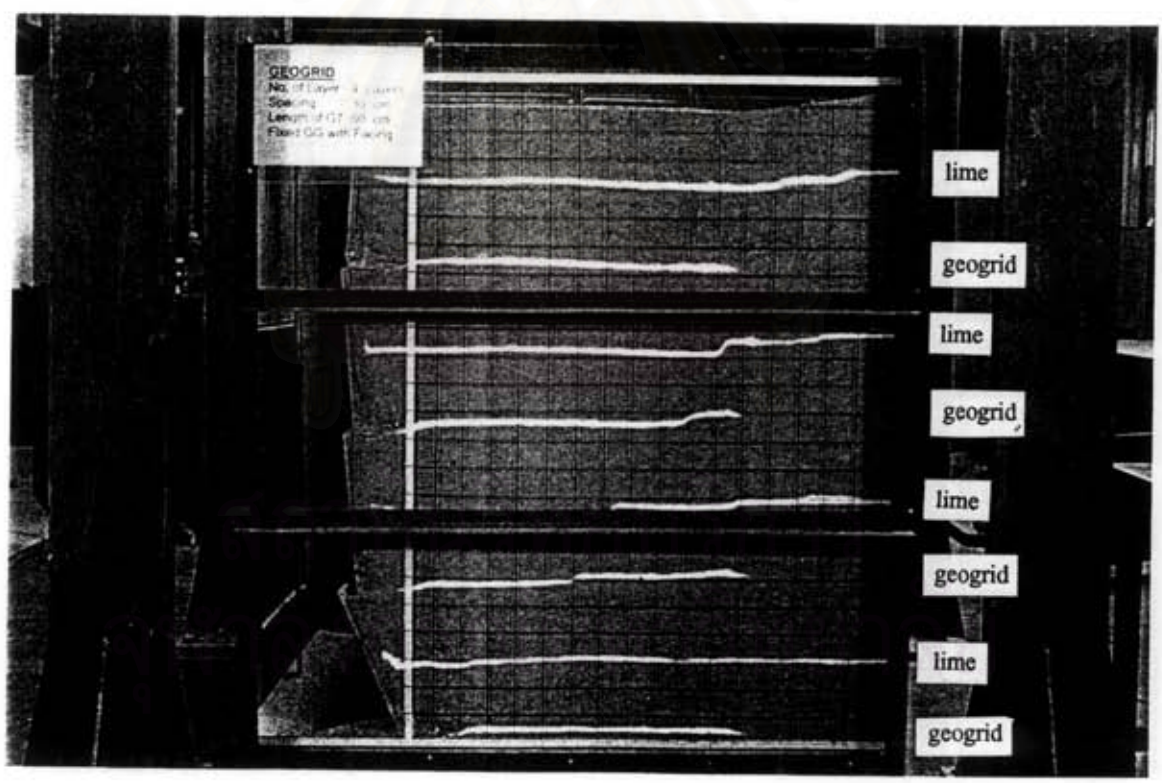


ข) AFTER TEST

รูปที่ ค-5 ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 5 (GT6-20-80) (Wedge Failure)

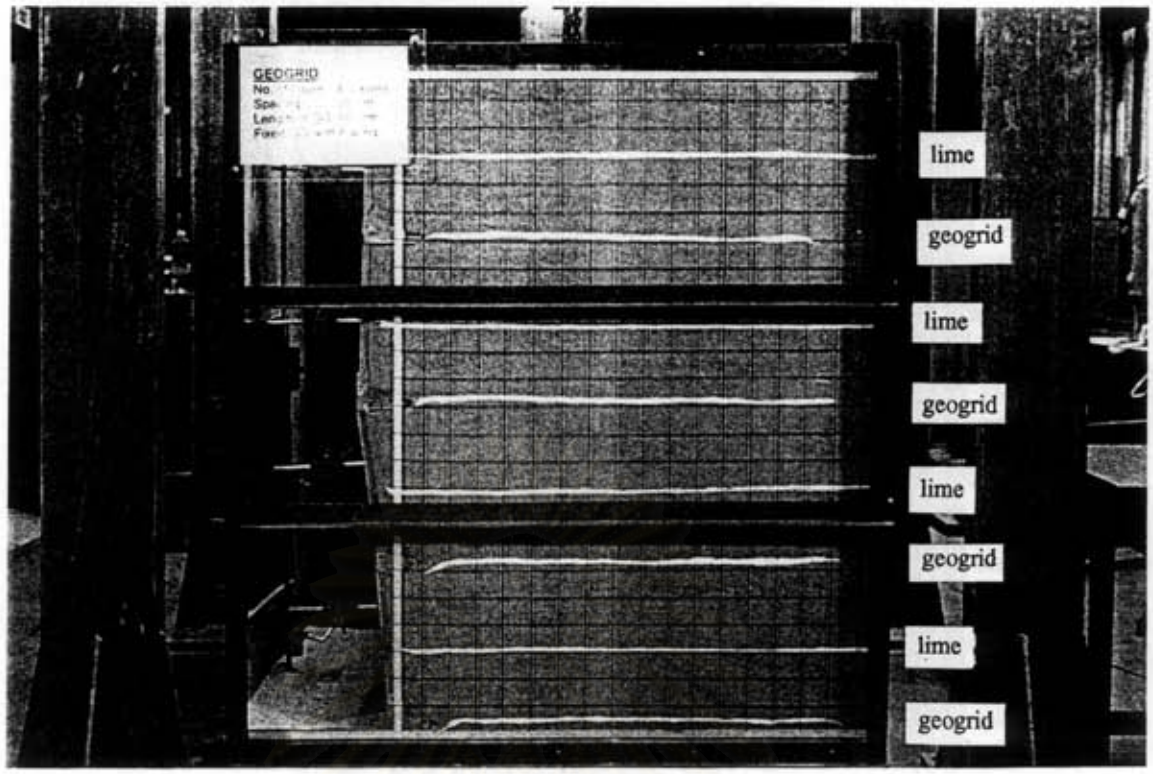


ก) BEFORE TEST

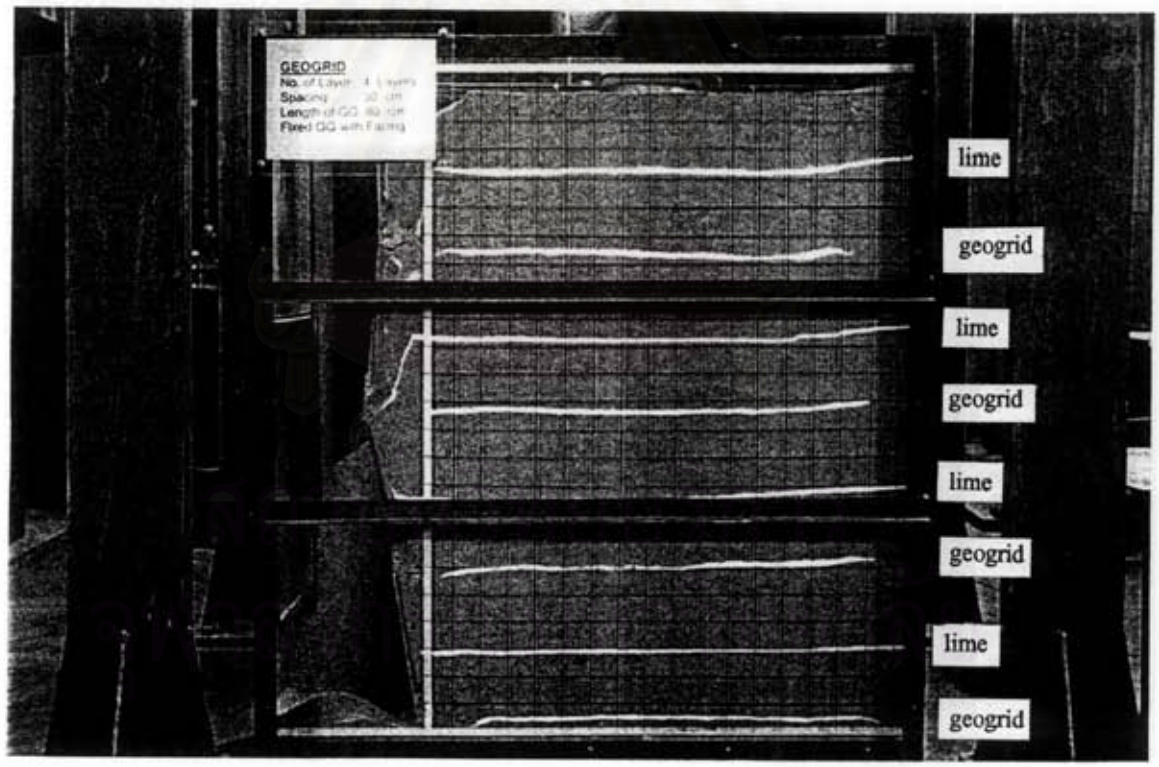


ข) AFTER TEST

รูปที่ ค-6 ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 6 (GG4-30-60) (Arc Failure)

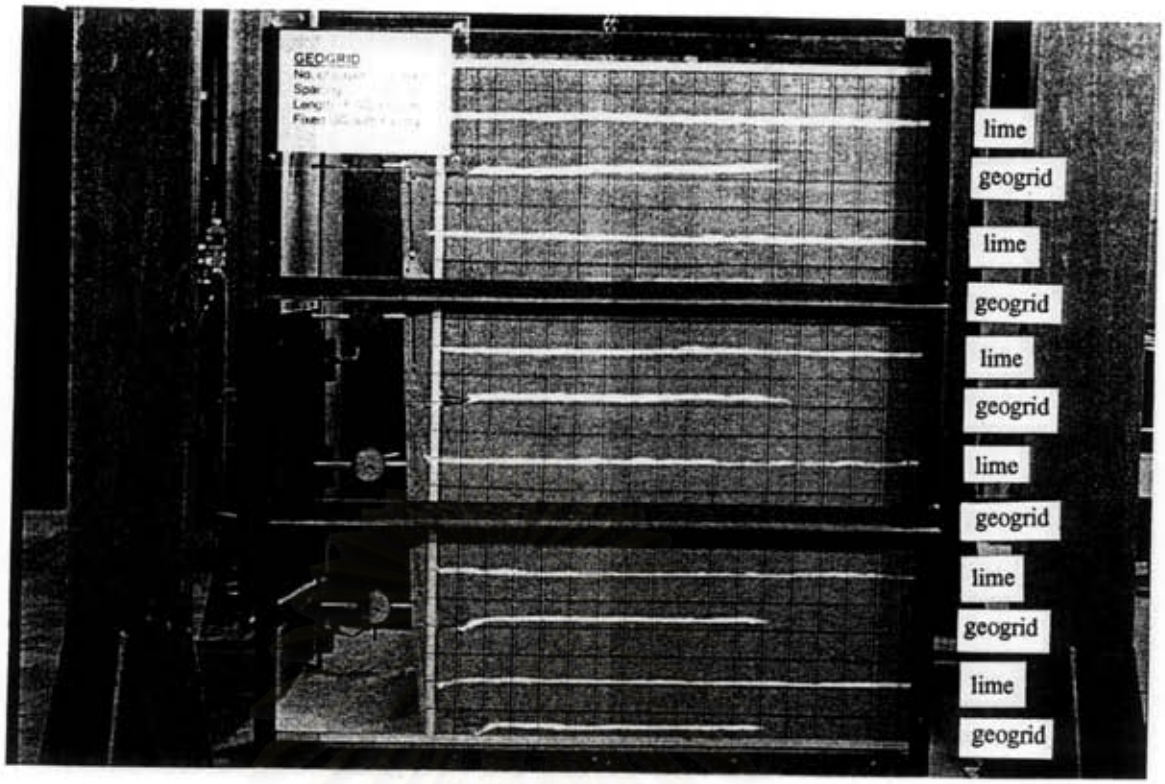


ก) BEFORE TEST

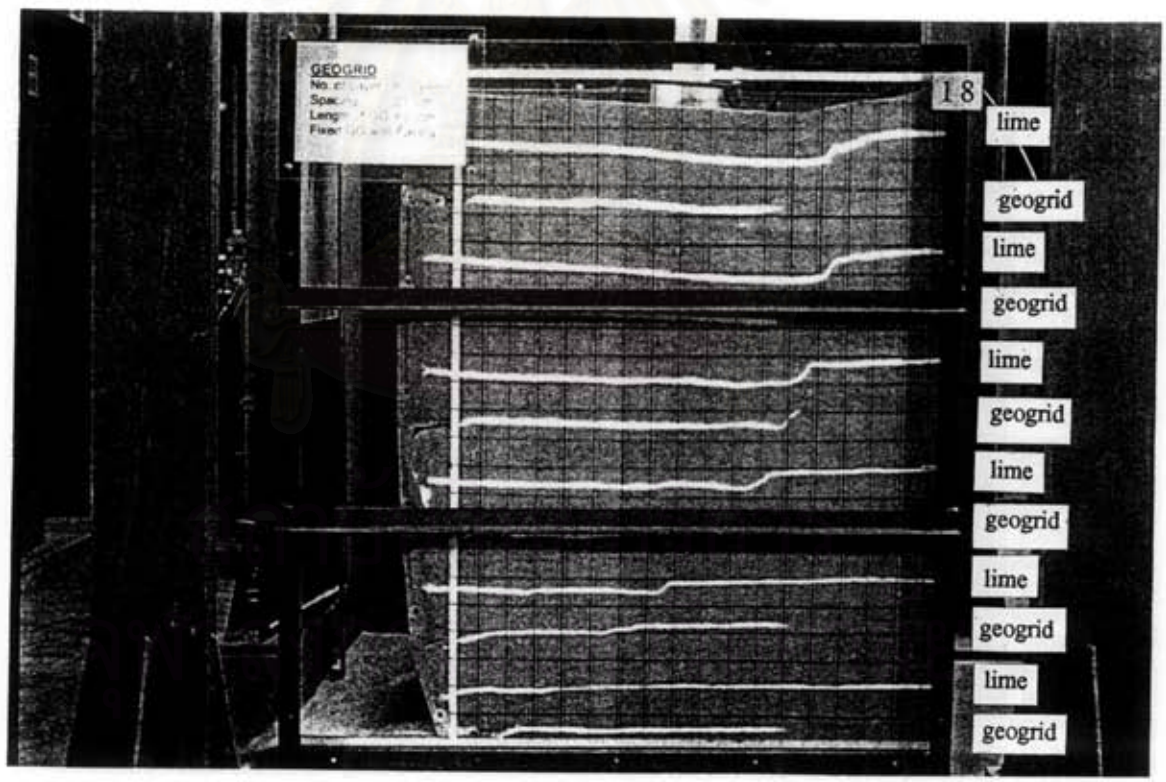


ข) AFTER TEST

รูปที่ ค-7 ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 7 (GG4-30-80) (Wedge Failure)

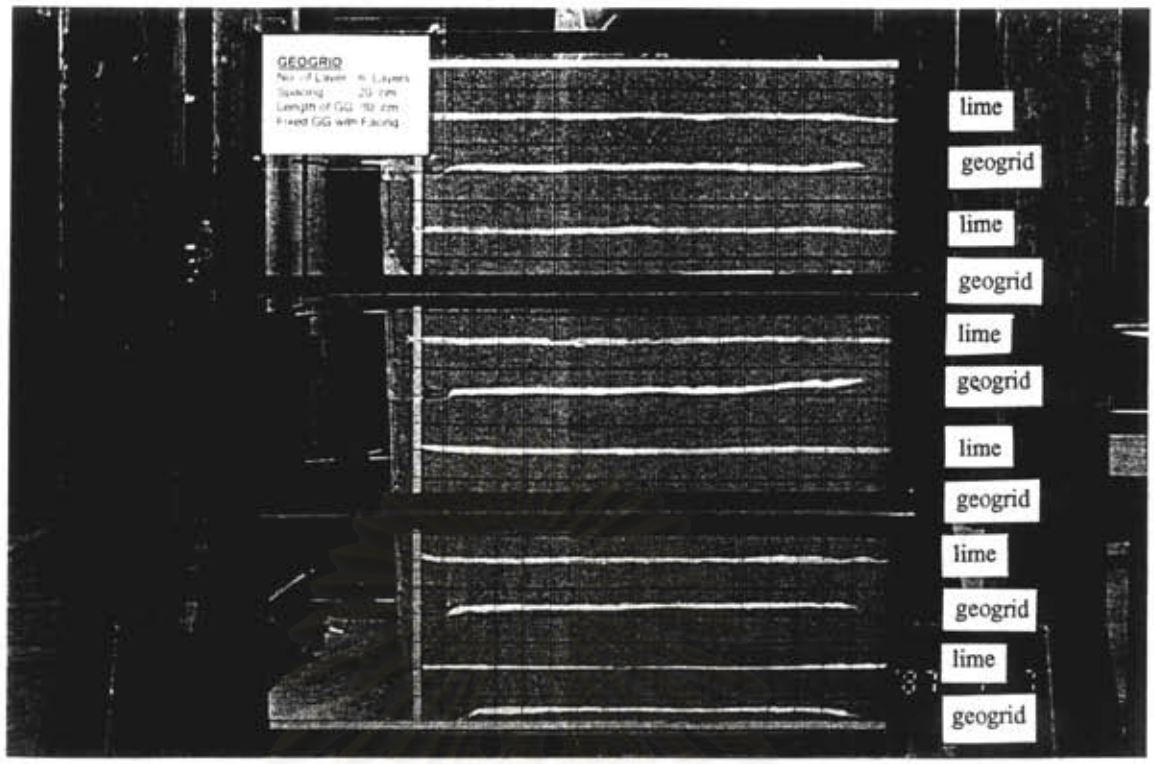


ก) BEFORE TEST

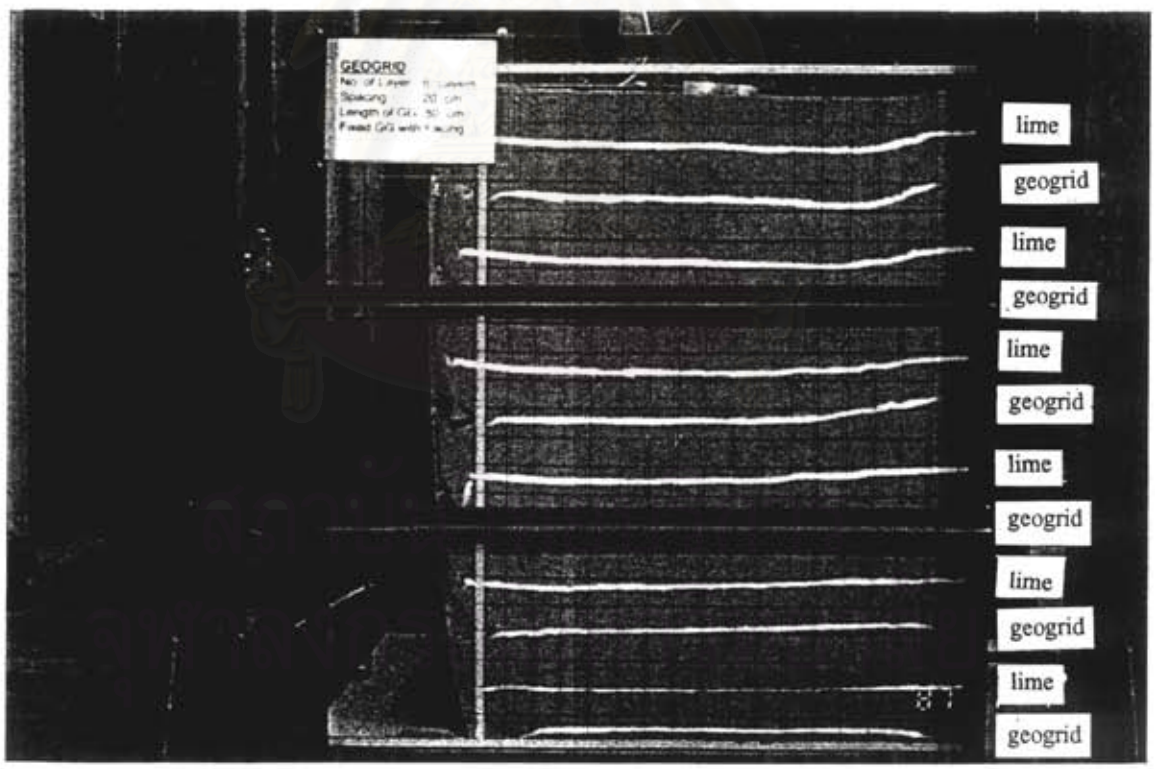


ข) AFTER TEST

รูปที่ ค-8 ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 8 (GG6-20-60) (Wedge Failure)



ก) BEFORE TEST



ข) AFTER TEST

รูปที่ ค-9 ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 9 (GG6-20-80) (Wedge Failure)

ภาคผนวก ง

รายการการคำนวนหาค่ามุมเสียดทานที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

. TEST NO. 1

CASE GEOTEXTILE 4-30-60

STEP 1 ASSUME F.S.

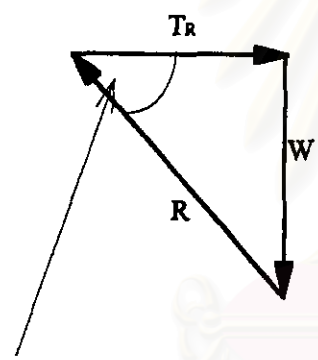
IF CHOOSE F.S. = 1.6

ϕ = 39.7

$$1.6 = \frac{\tan\phi}{\tan\phi m} = \frac{\tan 39.7}{\tan\phi m}$$

ϕm = 27.52 Degree

STEP 2 DRAW FORCE DIAGRAM TO FIND FORCE(T_R)



$\beta+\phi m$ = 67.52

β	=	40	Degree
h	=	115	cm.
γ	=	1.67	g/cm^3
Q	=	2530000	g.
q	=	330.72	g/cm^2

$$T_R = \frac{h*\tan\beta(\gamma h + 2q)}{2*\tan(\phi m + \beta)} = \frac{82358.56}{4.83}$$

= 17044.25 g/cm

STEP 3 FIND $T_{resistance}$ FROM SUM OF Pi i =(1-4)

FOR $Pi = 2*\tan\phi e*Lbi*(\gamma Zi + q)$

IF Lb1 = 0 cm.

Z1 = 30 cm.

$P1 = 0.00 * \tan\phi e$ g/cm

IF Lb2 = 7 cm.

Z2 = 60 cm.

$P2 = 6032.87 * \tan\phi e$ g/cm

IF Lb3 = 30 cm.

Z3 = 90 cm.

$P3 = 28861.14 * \tan\phi e$ g/cm

IF Lb4 = 0 cm.

Z4 = 120 cm.

$P4 = 0.00 * \tan\phi e$ g/cm

S0 $T_{resistance} = P1+P2+P3+P4 = 34894.00 * \tan\phi e$ g/cm

STEP 4 FROM TEST IN LABORATORY $\phi = 39.7$

$\phi e = 37.9$

$$\tan\phi e = fb \tan\phi$$

$$fb = \frac{\tan\phi e}{\tan\phi} = \frac{0.77848}{0.83022}$$

$$fb = 0.94$$

SO $\tan\phi e = 0.94 \tan\phi$ ——— (1)

STEP 5

$T_{resistance} = T_R$

$34894.00 * \tan\phi e = 17044.25$

$\tan\phi e = 0.49$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FROM Eq. (1) $\tan\phi e = 0.94 \tan\phi = 0.49$

$\tan\phi = 0.52$

$\phi = 27.52$ Degree

STEP 6 COMPARE ϕ WITH ϕm

$\phi m = \phi$

$27.52 = 27.52$ .....OK.....

SO $\tan\phi em = 0.94 \tan\phi m = 0.94 * \tan 27.52$

$\phi em = 26.09$ Degree .....OK.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST NO. 3

CASE GEOTEXTILE 4-30-80

STEP 1 ASSUME F.S.

IF CHOOSE F.S. = 1.7

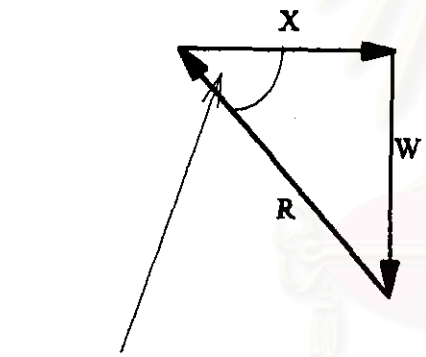
ϕ = 39.7

$$1.7 = \frac{\tan\phi}{\tan\phi m} = \frac{\tan 39.7}{\tan\phi m}$$

ϕm = 26.15 Degree

STEP 2 DRAW FORCE DIAGRAM TO FIND FORCE ($X=T_R-P$)

FIND X



$\beta+\phi m$ = 71.15

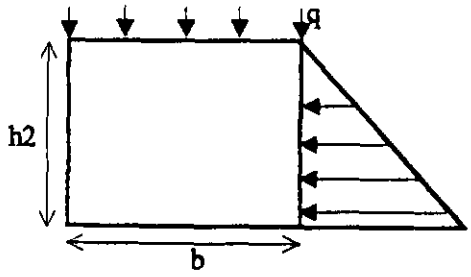
β	=	45	Degree
h	=	115	cm.
γ	=	1.67	g/cm^3
Q	=	4730000	g.
q	=	618.30	g/cm^2
h1	=	55	cm.
h2	=	60	cm.
b	=	75	cm.

$$X = \frac{W}{\tan(\phi m + \beta)} = \frac{57331.92}{2.93}$$

X = 19578.54 g/cm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIND P



P = K*((0.5*γ*h2^2)+(q*h2))

= 15570.96 g/cm

K = $\tan^2(45-\phi m/2)$

= 0.39

SO T_R = X+P

= 35149.50 g/cm

STEP 3 FIND $T_{resistance}$ FROM SUM OF Pi i=(1-4)

FOR Pi = 2*tanϕe*Lbi*(γZi + q)

IF Lb1 = 0 cm.

Z1 = 30 cm.

P1 = 0.00 * tanϕe g/cm

IF Lb2 = 5 cm.

Z2 = 60 cm.

P2 = 7185.007 * tanϕe g/cm

IF Lb3 = 45 cm.

Z3 = 90 cm.

P3 = 69174.06 * tanϕe g/cm

IF Lb4 = 0 cm.

Z4 = 120 cm.

P4 = 0.00 * tanϕe g/cm

S0 $T_{resistance}$ = P1+P2+P3+P4 = 76359.07 * tanϕe g/cm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STEP 4 FROM TEST IN LABORATORY $\phi = 39.7$

$\phi_e = 37.9$

$\tan\phi_e = f_b \tan\phi$

$$f_b = \frac{\tan\phi_e}{\tan\phi} = \frac{0.77848}{0.83022}$$

$f_b = 0.94$

SO $\tan\phi_e = 0.94 \tan\phi$ ——— (1)

STEP 5

$T_{resistance} = T_R$

$76359.07 * \tan\phi_e = 35149.50$

$\tan\phi_e = 0.46$

FROM Eq. (1) $\tan\phi_e = 0.94 \tan\phi = 0.46$

$\tan\phi = 0.49$

$\phi = 26.15$ Degree

STEP 6 COMPARE ϕ WITH ϕ_m

$\phi_m = \phi$

$26.15 = 26.15$ .....OK.....

SO $\tan\phi_{em} = 0.94 \tan\phi_m = 0.94 * \tan 26.15$

$\phi_{em} = 24.77$ Degree .....OK.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST NO. 4

CASE GEOTEXTILE 6-20-60

STEP 1 ASSUME F.S.

IF CHOOSE F.S. = 1.9

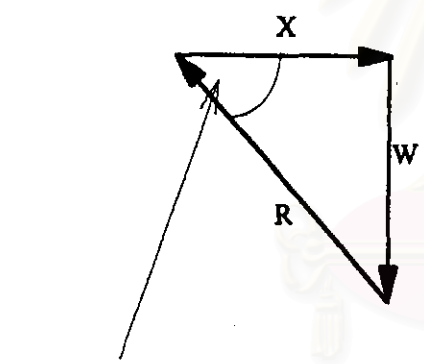
ϕ = 39.7

$$1.9 = \frac{\tan\phi}{\tan\phi m} = \frac{\tan 39.7}{\tan\phi m}$$

ϕm = 23.81 Degree

STEP 2 DRAW FORCE DIAGRAM TO FIND FORCE ($X=T_R-P$)

FIND X



$\beta+\phi m$ = 61.81

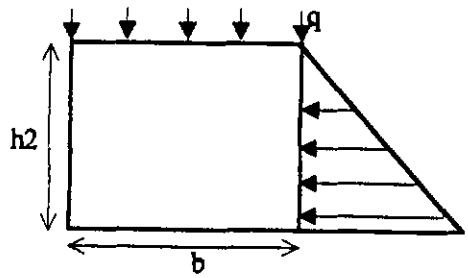
β	=	38	Degree
h	=	120	cm.
γ	=	1.67	g/cm^3
Q	=	3530000	g.
q	=	461.44	g/cm^2
h1	=	60	cm.
h2	=	60	cm.
b	=	71	cm.

$$X = \frac{W}{\tan(\phi m + \beta)} = \frac{44435.39}{1.87}$$

X = 23816.49 g/cm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIND P



P = $K*((0.5*\gamma*h2^2)+(q*h2))$

= 13038.31 g/cm

K = $\tan^2(45-\phi m/2)$

= 0.42

SO T_R = X+P

= 36854.80 g/cm

STEP 3 FIND $T_{resistance}$ FROM SUM OF Pi i=(1-6)

FOR Pi = $2*\tan\phi e*Lbi*(\gamma Zi + q)$

IF Lb1 = 0 cm.

Z1 = 20 cm.

P1 = 0.00 * $\tan\phi e$ g/cm

IF Lb2 = 0 cm.

Z2 = 40 cm.

P2 = 0.00 * $\tan\phi e$ g/cm

IF Lb3 = 0 cm.

Z3 = 60 cm.

P3 = 0.00 * $\tan\phi e$ g/cm

IF Lb4 = 5 cm.

Z4 = 80 cm.

P4 = 5950.38 * $\tan\phi e$ g/cm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IF Lb5 = 24 cm.

Z5 = 100 cm.

$P5 = 30165.02 * \tan\phi e$ g/cm

IF Lb6 = 40 cm.

Z6 = 120 cm.

$P6 = 52947.03 * \tan\phi e$ g/cm

S0 $T_{resistance} = P1+P2+P3+P4+P5+P6 = 89062.43 * \tan\phi e$ g/cm

STEP 4 FROM TEST IN LABORATORY $\phi = 39.7$

$\phi e = 37.9$

$\tan\phi e = fb \tan\phi$

$$fb = \frac{\tan\phi e}{\tan\phi} = \frac{0.778479}{0.830216}$$

$fb = 0.94$

SO $\tan\phi e = 0.94 \tan\phi$ ——— (1)

STEP 5

$T_{resistance} = T_R$

$89062.43 * \tan\phi e = 36854.80$

$\tan\phi e = 0.41$

FROM Eq. (I) $\tan\phi e = 0.94 \tan\phi = 0.41$

$\tan\phi = 0.44$

$\phi = 23.81$ Degree

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STEP 6 COMPARE ϕ WITH ϕ_m

ϕ_m = ϕ

23.81 = 23.81 .....OK.....

SO $\tan\phi_{em}$ = 0.94 $\tan\phi_m$ = 0.94 * tan 23.81

ϕ_{em} = 22.53 Degree .....OK.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST NO. 5

CASE GEOTEXTILE 6-20-80

STEP 1 ASSUME F.S.

IF CHOOSE F.S. = 2.3

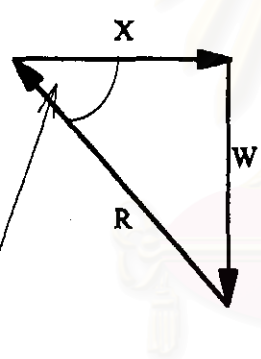
ϕ = 39.7

$$2.3 = \frac{\tan\phi}{\tan\phi m} = \frac{\tan 39.7}{\tan\phi m}$$

$$\phi m = 19.75 \text{ Degree}$$

STEP 2 DRAW FORCE DIAGRAM TO FIND FORCE ($X=T_R-P$)

FIND X



$\beta+\phi m = 66.75$

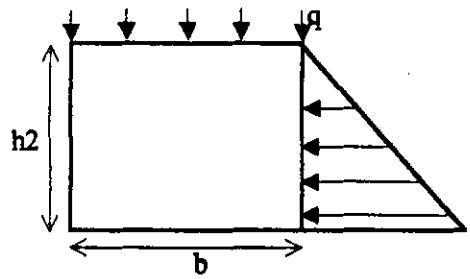
β	=	47	Degree
h	=	112.5	cm.
γ	=	1.67	g/cm^3
Q	=	6710000	g.
q	=	877.12	g/cm^2
h1	=	52.5	cm.
h2	=	60	cm.
b	=	80	cm.

$$X = \frac{W}{\tan(\phi m + \beta)} = \frac{81692.93}{2.33}$$

$$X = 35089.76 \text{ g/cm}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIND P



P = K*((0.5*γ*h2^2)+(q*h2))

= 27525.83 g/cm

K = tan^2(45- ϕm/2)

= 0.49

SO T_R = X+P

= 62615.59 g/cm

STEP 3 FIND $T_{resistance}$ FROM SUM OF Pi i =(1-6)

FOR Pi = 2*tanϕe*Lbi*(γZi + q)

IF Lb1 = 0 cm.

Z1 = 20 cm.

P1 = 0.00 * tanϕe g/cm

IF Lb2 = 0 cm.

Z2 = 40 cm.

P2 = 0.00 * tanϕe g/cm

IF Lb3 = 0 cm.

Z3 = 60 cm.

P3 = 0.00 * tanϕe g/cm

IF Lb4 = 30 cm.

Z4 = 80 cm.

P4 = 60643.45 * tanϕe g/cm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IF Lb5 = 60 cm.

Z5 = 100 cm.

$P5 = 125294.90 * \tan\phi e$ g/cm

IF Lb6 = 0 cm.

Z6 = 120 cm.

$P6 = 0.00 * \tan\phi e$ g/cm

S0 $T_{resistance} = P1+P2+P3+P4+P5+P6 = 185938.35 * \tan\phi e$ g/cm

STEP 4 FROM TEST IN LABORATORY $\phi = 39.7$

$\phi e = 37.9$

$\tan\phi e = fb \tan\phi$

$$fb = \frac{\tan\phi e}{\tan\phi} = \frac{0.778479}{0.830216}$$

$fb = 0.94$

SO $\tan\phi e = 0.94 \tan\phi$ ——— (1)

STEP 5

$T_{resistance} = T_R$

$185938.35 * \tan\phi e = 62615.59$

$\tan\phi e = 0.34$

FROM Eq. (1) $\tan\phi e = 0.94 \tan\phi = 0.34$

$\tan\phi = 0.36$

$\phi = 19.75$ Degree

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STEP 6 COMPARE ϕ WITH ϕ_m

ϕ_m = ϕ

19.75 = 19.75 .....OK.....

SO $\tan\phi_{em}$ = 0.94 $\tan\phi_m$ = 0.94 * tan 19.75

ϕ_{em} = 18.65 Degree .....OK.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST NO. 6

CASE GEOGRID 4-30-60

STEP 1 ASSUME F.S.

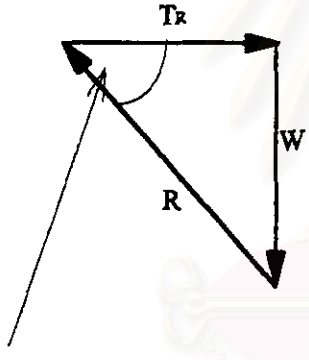
IF CHOOSE F.S. = 1.5

ϕ = 39.7

$$1.5 = \frac{\tan\phi}{\tan\phi m} = \frac{\tan 39.7}{\tan\phi m}$$

ϕm = 29.23 Degree

STEP 2 DRAW FORCE DIAGRAM TO FIND FORCE(T_R)



β = 40 Degree

h = 115 cm.

γ = 1.67 g/cm^3

Q = 1090000 g.

q = 142.48 g/cm^2

$\beta+\phi m$ = 69.23

$$T_R = \frac{h*\tan\beta(\gamma h + 2q)}{2*\tan(\phi m + \beta)} = \frac{46030.48}{5.27}$$

= 8731.17 g/cm

STEP 3 FIND $T_{resistance}$ FROM SUM OF Pi i =(1-4)

FOR Pi = $2\alpha s*\tan\phi e*Lbi*(\gamma Zi + q) + \alpha b*t*\sigma' b*n$

αs = 0.54

αb = 0.38

t = 0.27

$\sigma' b$ = 25 $(\gamma Zi+q)$ = 41.75 Zi + 3562.09

IF Lb1 = 0 cm. n = 0

Z1 = 30 cm.

P1 = 0.00 * tanϕe + 0.00 g/cm

IF Lb2 = 10 cm. n = 1

Z2 = 60 cm.

P2 = 2620.98 * tanϕe + 622.48 g/cm

IF Lb3 = 30 cm. n = 2

Z3 = 90 cm.

P3 = 9486.19 * tanϕe + 1501.98 g/cm

IF Lb4 = 0 cm. n = 0

Z4 = 120 cm.

P4 = 0.00 * tanϕe + 0.00 g/cm

SO $T_{resistance}$ = P1+P2+P3+P4

= 12107.17 * tanϕe + 2124.46 g/cm

STEP 4 FROM TEST IN LABORATORY ϕ = 39.7

ϕe = 39

$$\tan\phi e = fb \tan\phi$$

$$fb = \frac{\tan\phi e}{\tan\phi} = \frac{0.80978}{0.83022}$$

$$fb = 0.98$$

SO $\tan\phi e = 0.98 \tan\phi$ ——— (1)

STEP 5

$T_{resistance} = T_R$

$12107.17 * \tan\phi_e + 2124.46 = 8731.17$

$\tan\phi_e = 0.55$

FROM Eq. (1) $\tan\phi_e = 0.98 \tan\phi = 0.55$

$\tan\phi = 0.56$

$\phi = 29.23$ Degree

STEP 6 COMPARE ϕ WITH ϕ_m

$\phi_m = \phi$

$29.23 = 29.23$ .....OK.....

$\tan\phi_{em} = 0.98 \tan\phi_m = 0.98 * \tan 29.23$

$\phi_{em} = 28.73$ Degree .....OK.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST NO. 7

CASE GEOGRID 4-30-80

STEP 1 ASSUME F.S.

IF CHOOSE F.S. = 1.5

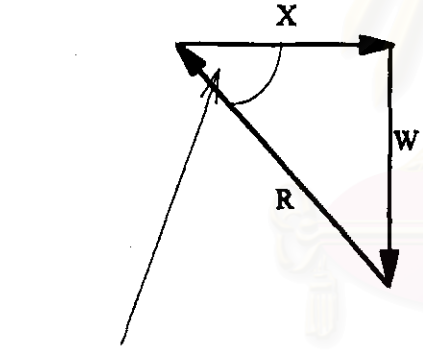
ϕ = 39.7

$$1.5 = \frac{\tan\phi}{\tan\phi m} = \frac{\tan 39.7}{\tan\phi m}$$

$$\phi m = 29.49 \text{ Degree}$$

STEP 2 DRAW FORCE DIAGRAM TO FIND FORCE ($X=T_R-P$)

FIND X



$\beta+\phi m$ = 75.49

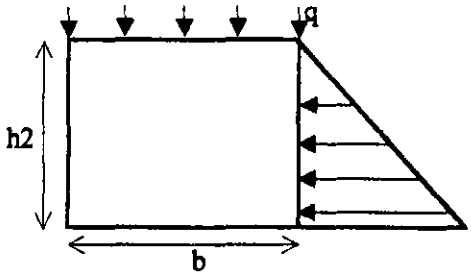
β	=	46	Degree
h	=	115	cm.
γ	=	1.67	g/cm^3
Q	=	6710000	g.
q	=	877.12	g/cm^2
h1	=	60	cm.
h2	=	55	cm.
b	=	80	cm.

$$X = \frac{W}{\tan(\phi m + \beta)} = \frac{81525.93}{3.86}$$

$$X = 21094.15 \text{ g/cm}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIND P



P = $K*((0.5*\gamma*h2^2)+(q*h2))$

= 17270.82 g/cm

K = $\tan^2(45-\phi m/2)$

= 0.34

SO T_R = X+P

= 38364.97 g/cm

STEP 3 FIND $T_{resistance}$ FROM SUM OF Pi i =(1-4)

FOR Pi = $2\alpha s*\tan\phi e*Lbi*(\gamma Zi + q) + \alpha b*t*\sigma' b*n$

αs = 0.54

αb = 0.38

t = 0.27

$\sigma' b$ = 25 $(\gamma Zi+q)$ = 41.75 Zi + 21928.10

IF Lb1 = 0 cm. n = 0

Z1 = 30 cm.

P1 = 0.00 * $\tan\phi e$ + 0.00 g/cm

IF Lb2 = 5 cm. n = 0

Z2 = 60 cm.

P2 = 5277.55 * $\tan\phi e$ + 0.00 g/cm

IF Lb3 = 45 cm. n = 3

Z3 = 90 cm.

P3 = 49932.82 * $\tan\phi e$ + 7906.029 g/cm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IF Lb4 = 0 cm. n = 0

Z4 = 120 cm.

P4 = 0.00 * tanϕe + 0.00 g/cm

S0 $T_{resistance}$ = P1+P2+P3+P4

= 55210.37 * tanϕe + 7906.03 g/cm

STEP 4 FROM TEST IN LABORATORY ϕ = 39.7

ϕe = 39

$$\tan\phi e = fb \tan\phi$$

$$fb = \frac{\tan\phi e}{\tan\phi} = \frac{0.80978}{0.83022}$$

fb = 0.98

SO $\tan\phi e = 0.98 \tan\phi$ ——— (1)

STEP 5

$T_{resistance} = T_R$

55210.4 * tanϕe + 7906.03 = 38365.0

tanϕe = 0.55

FROM Eq. (1) $\tan\phi e = 0.98 \tan\phi = 0.55$

tanϕ = 0.57

ϕ = 29.49 Degree

STEP 6 COMPARE ϕ WITH ϕm

$\phi m = \phi$

29.49 = 29.49 .....OK.....

$\tan\phi em = 0.98 \tan\phi m = 0.98 * \tan 29.49$

ϕem = 29.00 Degree .....OK.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST NO. 8

CASE GEOGRID 6-20-60

STEP 1 ASSUME F.S.

IF CHOOSE F.S. = 1.8

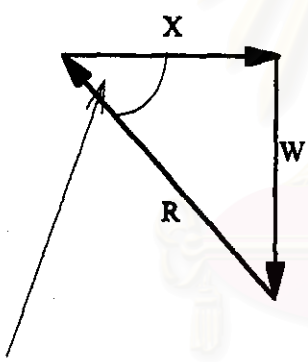
ϕ = 39.7

$$1.8 = \frac{\tan\phi}{\tan\phi m} = \frac{\tan 39.7}{\tan\phi m}$$

ϕm = 25.30 Degree

STEP 2 DRAW FORCE DIAGRAM TO FIND FORCE ($X=T_R-P$)

FIND X



$\beta+\phi m$ = 62.30

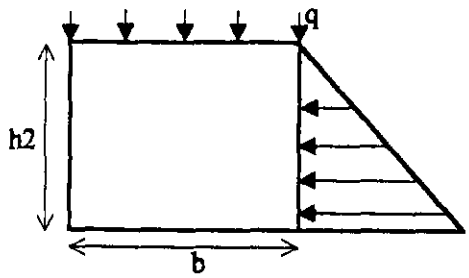
β	=	37	Degree
h	=	120	cm.
γ	=	1.67	g/cm^3
Q	=	4260000	g.
q	=	556.86	g/cm^2
h1	=	60	cm.
h2	=	60	cm.
b	=	67	cm.

$$X = \frac{W}{\tan(\phi m + \beta)} = \frac{48281.70}{1.90}$$

X = 25350.69 g/cm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIND P



P = $K*((0.5*\gamma*h2^2)+(q*h2))$

= 14611.62 g/cm

K = $\tan^2(45-\phi m/2)$

= 0.40

SO T_R = X+P

= 39962.31 g/cm

STEP 3 FIND $T_{resistance}$ FROM SUM OF Pi i =(1-6)

FOR Pi = $2\alpha s*\tan\phi e*Lbi*(\gamma Zi + q) + \alpha b*t*\sigma' b*n$

αs = 0.54

αb = 0.38

t = 0.27

$\sigma' b$ = 25 ($\gamma Zi+q$) = 41.75 Zi + 13921.6

IF Lb1 = 0 cm. n = 0

Z1 = 20 cm.

P1 = 0.00 * $\tan\phi e$ + 0.00 g/cm

IF Lb2 = 0 cm. n = 0

Z2 = 40 cm.

P2 = 0.00 * $\tan\phi e$ + 0.00 g/cm

IF Lb3 = 0 cm. n = 0

Z3 = 60 cm.

P3 = 0.00 * $\tan\phi e$ + 0.00 g/cm

IF Lb4 = 10 cm. n = 1

Z4 = 80 cm.

P4 = 7457 * tanϕe + 1771.04 g/cm

IF Lb5 = 26 cm. n = 2

Z5 = 100 cm.

P5 = 20326.07 * tanϕe + 3713.42 g/cm

IF Lb6 = 42 cm. n = 3

Z6 = 120 cm.

P6 = 34349.44 * tanϕe + 5827.14 g/cm

S0 $T_{resistance}$ = P1+P2+P3+P4+P5+P6

= 62132.50 * tanϕe + 11311.59 g/cm

STEP 4 FROM TEST IN LABORATORY ϕ = 39.7

ϕe = 39

$$\tan\phi e = fb \tan\phi$$

$$fb = \frac{\tan\phi e}{\tan\phi} = \frac{0.80978}{0.83022}$$

$$fb = 0.98$$

SO $\tan\phi e = 0.98 \tan\phi$ ——— (1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STEP 5

$T_{resistance} = T_R$

$62132.50 * \tan\phi_e + 11311.6 = 39962.31$

$\tan\phi_e = 0.46$

FROM Eq. (1) $\tan\phi_e = 0.98 \tan\phi = 0.46$

$\tan\phi = 0.47$

$\phi = 25.30$ Degree

STEP 6 COMPARE ϕ WITH ϕ_m

$\phi_m = \phi$

$25.30 = 25.30$ .....OK.....

$\tan\phi_{em} = 0.98 \tan\phi_m = 0.98 * \tan 25.30$

$\phi_{em} = 24.86$ Degree .....OK.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TEST NO. 9

CASE GEOGRID 6-20-80

STEP 1 ASSUME F.S.

IF CHOOSE F.S. = 1.9

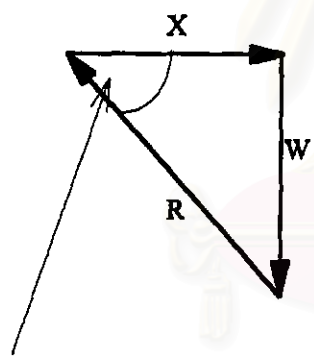
ϕ = 39.7

$$1.9 = \frac{\tan\phi}{\tan\phi m} = \frac{\tan 39.7}{\tan\phi m}$$

ϕm = 24.02 Degree

STEP 2 DRAW FORCE DIAGRAM TO FIND FORCE ($X=T_R-P$)

FIND X



$\beta+\phi m$ = 70.02

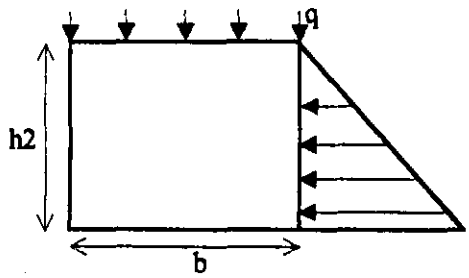
β	=	46	Degree
h	=	117.5	cm.
γ	=	1.67	g/cm^3
Q	=	1.1E+07	g.
q	=	1483.66	g/cm^2
h1	=	57.5	cm.
h2	=	60	cm.
b	=	80	cm.

$$X = \frac{W}{\tan(\phi m + \beta)} = \frac{130933.91}{2.75}$$

X = 47605.91 g/cm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIND P



$P = K*((0.5*\gamma*h2^2)+(q*h2))$

$= 38781.26$ g/cm

$K = \tan^2(45- \phi m/2)$

$= 0.42$

SO $T_R = X+P$

$= 86387.17$ g/cm

STEP 3 FIND $T_{resistance}$ FROM SUM OF Pi i =(1-6)

FOR $Pi = 2\alpha s*\tan\phi e*Lbi*(\gamma Zi + q) + \alpha b*t*\sigma' b*n$

$\alpha s = 0.54$

$\alpha b = 0.38$

$t = 0.27$

$\sigma' b = 25\ (\gamma Zi+q) = 41.75\ Zi + 37091.50$

IF Lb1 = 0 cm. n = 0

Z1 = 20 cm.

P1 = 0.00 * $\tan\phi e$ + 0.00 g/cm

IF Lb2 = 0 cm. n = 0

Z2 = 40 cm.

P2 = 0.00 * $\tan\phi e$ + 0.00 g/cm

IF Lb3 = 0 cm. n = 0

Z3 = 60 cm.

P3 = 0.00 * $\tan\phi e$ + 0.00 g/cm

IF Lb4 = 30 cm. n = 2

Z4 = 80 cm.

P4 = 52399.23 * tanϕe + 8296.54 g/cm

IF Lb5 = 55 cm. n = 3

Z5 = 100 cm.

P5 = 98049.21 * tanϕe + 12701.83 g/cm

IF Lb6 = 0 cm. n = 0

Z6 = 120 cm.

P6 = 0.00 * tanϕe + 0.00 g/cm

S0 $T_{resistance}$ = P1+P2+P3+P4+P5+P6

= 150448 * tanϕe + 20998.374 g/cm

STEP 4 FROM TEST IN LABORATORY ϕ = 39.7

ϕe = 39

$$\tan\phi e = fb \tan\phi$$

$$fb = \frac{\tan\phi e}{\tan\phi} = \frac{0.80978}{0.83022}$$

$$fb = 0.98$$

SO $\tan\phi e = 0.98 \tan\phi$ ——————— (1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

STEP 5

$T_{resistance} = T_R$

$150448.44 * \tan\phi_e + 20998.37 = 86387.17$

$\tan\phi_e = 0.43$

FROM Eq. (1) $\tan\phi_e = 0.98 \tan\phi = 0.43$

$\tan\phi = 0.45$

$\phi = 24.02$ Degree

STEP 6 COMPARE ϕ WITH ϕ_m

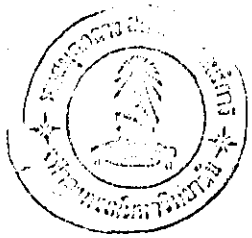
$\phi_m = \phi$

$24.02 = 24.02$ .....OK.....

$\tan\phi_{em} = 0.98 \tan\phi_m = 0.98 * \tan 24.02$

$\phi_{em} = 23.59$ Degree .....OK.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้วิจัย

นายธนบัตร เอื้อวรกุลชัย เกิดเมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2517 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษา ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในภาควิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2538

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย