

พฤติกรรมของโครงสร้างวัสดุเสริมดินโดยใช้แผ่นใยและคาน้ำยเสริมแรงเป็นวัสดุเสริม



นายธนบัตร เอื้อวรกุลชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-156-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

29 มี.ค. 2543

116520492

**BEHAVIOR OF EARTH REINFORCEMENT BY USING
GEOTEXTILE AND GEOGRID**

MR.THANABAT UAWORAKUNCHAI

สถาบันวิทยบริการ

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering**

Department of Civil Engineering

Graduate School

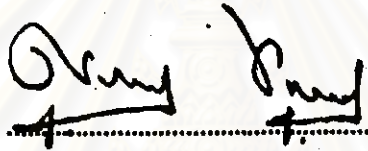
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

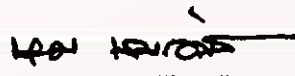
ISBN 974-331-156-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ทฤษฎีกรรมของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน โดยใช้แผ่นใยและคาน้ำยาเสริม
แรงเป็นวัสดุเสริม
โดย นายธนบัตร เอื้อวรกุลชัย
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล จิวถักกษณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร ถัมพันธารักษ์

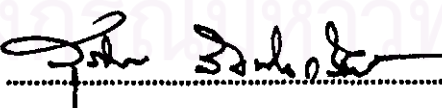
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

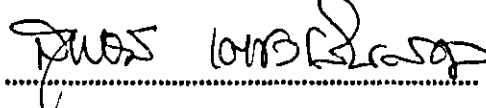

.....คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภาวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญถม เลิศหิรัญวงศ์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล จิวถักกษณ์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร ถัมพันธารักษ์)


.....กรรมการ
(ดร.สุทจน์ เดชวรสินตกุล)

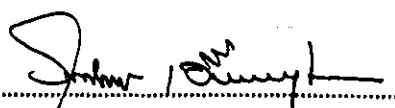


ธนบัตร เอื้อวรกุลชัย : พฤติกรรมของโครงสร้างวัสดุเสริมดินโดยใช้แผ่นใยและคาน้ำเสริมแรงเป็นวัสดุเสริม
(Behavior of Earth Reinforcement by using Geotextile and Geogrid) อ. ที่ปรึกษา: ศศ. ดร. สุรพล
จิवालักษณ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศศ. ดร. สุรฉัตร สัมพันธ์ราษฎร์, 218 หน้า, ISBN 974-331-156-4

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเพื่อดูพฤติกรรมของโครงสร้างวัสดุเสริมดินเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปร
ต่างๆที่คาดว่าจะมีผลต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ได้แก่ ชนิดของวัสดุเสริม, จำนวนชั้น
ของการเสริมวัสดุเสริม, ความยาวของวัสดุเสริม และผลของการยึดติดตัววัสดุเสริมกับแผงกันดินด้านหน้า

ในการวิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลอง โครงสร้างวัสดุเสริมดินในกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 1.0 ม. ยาว
1.2 ม. และสูง 1.3 ม. โดยในการเททรายนั้น จากการ calibrate ในกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 0.30*0.30 ม. จะทำการเทที่ระยะยกสูง
1 เมตร เพื่อให้ได้ความหนาแน่นที่คงที่และสม่ำเสมอในทุกๆการทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.67 t/m^3 ส่วนวัสดุเสริมที่ใช้ได้แก่
geotextile และ geogrid และในการทดลองจะใช้แม่แรงไฮดรอลิกเป็นตัวให้น้ำหนักกับแบบจำลองจนกระทั่งโครงสร้างมี
อัตราการเคลื่อนตัวทางด้านข้างสูงมาก ในการทดลองจะทำการวัดค่าการทรุดตัวและการเคลื่อนตัวด้านข้างจาก dial gauge ที่
ติดตั้งไว้ ณ ตำแหน่งต่างๆ สำหรับวัสดุเสริมที่ใช้ทั้งสองชนิด จะทำการทดสอบที่แต่ละตัวแปรที่มีค่าต่างๆกัน คือ ความยาว
ของวัสดุเสริม ได้แก่ 60 cm. และ 80 cm. และจำนวนชั้นของการเสริมวัสดุเสริม ได้แก่ 4 ชั้นๆละ 30 cm. และ 6 ชั้นๆละ
20 cm.

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าตัวแปรต่างๆ จะมีผลต่อค่าความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง
วัสดุเสริมดิน โดยที่ค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนชั้นและความยาวของวัสดุเสริมที่เพิ่มขึ้น
แต่ในกรณีของการเปรียบเทียบชนิดของวัสดุเสริมระหว่าง geotextile และ geogrid ที่มีผลต่อค่าความสามารถในการรับ
น้ำหนักบรรทุกนั้นยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าวัสดุเสริมชนิดใดดีกว่ากัน และในการทดลองที่มีการยึดติดตัววัสดุเสริมกับ
แผงกันดินด้านหน้านั้นจะเห็นได้ว่าการยึดติดตัววัสดุเสริมกับแผงกันดินด้านหน้านั้นเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากกรณีที่ไม่ได้ยึด
ติดตัววัสดุเสริมกับแผงกันดินด้านหน้าจะเกิดแรงที่กอดด้านทานการพังทลายขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่งผลถึงเสถียรภาพที่ลดลง
ของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ซึ่งเป็นสาเหตุให้กรณีที่ไม่ได้ยึดติดตัววัสดุเสริมกับแผงกันดินด้านหน้านั้น โครงสร้างจะเกิดการ
พังทลายในระหว่างการเสริมตัวอย่างได้ที่ระดับความสูงเท่ากับ 75 ซม.

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

C815275 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEY WORD: EARTH REINFORCEMENT / GEOTEXTILE / GEOGRID / VERTICAL SPACING /

LENGTH OF THE REINFORCEMENT

THANABAT UAWORAKUNCHAI : BEHAVIOR OF EARTH REINFORCEMENT BY USING
GEOTEXTILE AND GEOGRID. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SURAPHOL JIVARUK, Ph.D.
THESIS CO-ADVISOR : ASSIST. PROF. SURACHAT SAMBHANDHARAKSA, Ph.D. 218 pp.
ISBN 974-331-156-4

This thesis presents, the behaviour of earth reinforcement in medium dense sand having the dry density of 1.67 t/m^3 . The study involves the effect of variables which expect to effect the behaviour of reinforced sand. These considered variables are : (i) the type of the reinforcement; (ii) the numbers of layer (vertical spacing); (iii) the length of the reinforcement (iv) and the effect of fixation of the reinforcement with the facing.

The experiment had been carried out using a $1.0 \times 1.2 \times 1.3 \text{ m}$. cubical steel model box. Sand used in the experiment was first air-pluviated and then poured into the model to obtain the dry density of 1.67 t/m^3 , base on the laboratory simulation of the preparation method in the box $0.30 \times 0.30 \text{ m}$. in size. Two types of reinforcement were used. These are ., the non-woven geotextile and geogrid, adopted in the experiment. Uniform surcharge was applied at the top of the sand model until reaching the failure of the earth reinforcement model, defined by the increase in the rate of lateral movement, was encountered. The vertical deformation and the lateral movement of the model was closely monitored by using dial gauges placed at several positions along the top surface and the facing. On these two types of reinforcement, the variables in the study include the length of reinforcement (60cm. and 80 cm. long), and the spacing (20 cm. and 30 cm.).

With regard to the results, the effects of the length and numbers of layer of the reinforcements on the load bearing capacity were concluded. Results show that, the longer and more layers of the reinforcement lead to the higher load bearing capacity of the model. However it was not clear to conclude about the effect of the type of the reinforcement (geotextile and geogrid) that which type is better. Furthermore, the fixity at one end of the reinforcement is very necessary; because without the properly securing at the end, the reaction in the reinforcement could not be developed and resulting in the reduction of the performance of the earth reinforcement. However, the result shows with out the fixation, the sand can vertically stand up to the height of 75 cm. before collapsing.

ภาควิชา..... วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา..... วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา..... 2541

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล จิวาลักษณ์ , ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรฉัตร ถัมพันธ์รักษ์ และดร. สุพจน์ เศรษฐินสกุล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำความรู้ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเป็นรูปเล่ม

ผู้เขียนขอขอบคุณ บริษัท เชนเนอร์ล เอนจิเนียริง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุเสริม ได้แก่ Geotextile และ Geogrid เพื่อนำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องวิจัยปฐพีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบ และแนะนำในการใช้เครื่องมือ รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่เป็นกำลังใจให้ด้วยดีมาตลอด

ท้ายที่สุดนี้ ผู้เขียนขอรำลึกถึงพระคุณของบิดาและมารดา ครู อาจารย์ ที่ได้ส่งเสริมให้ผู้เขียนสำเร็จการศึกษาจนมาถึงปัจจุบันนี้

ธนบัตร เอื้อวรกุลชัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญรูป.....	ฌ
สัญลักษณ์.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 คำนำ.....	1
1.2 ความเป็นมาและนิยามของวัสดุเสริมดิน.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 สาเหตุของการวิจัย.....	5
1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย.....	6
บทที่ 2 วิวัฒนาการและทฤษฎีที่เกี่ยวกับวัสดุเสริมดิน.....	7
2.1 วิวัฒนาการของวัสดุเสริมดิน.....	7
2.2 หลักการเบื้องต้น (Basic Concept).....	11
2.2.1 Active Failure.....	12
2.2.2 Passive Failure.....	13
2.3 ผลกระทบของวัสดุเสริมดินที่มีผลต่อความสามารถ ในการรับหน่วยแรงเดือนที่เข้ามากระทำ.....	17
2.4 ประเภทของแผ่นใยสังเคราะห์และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (Type of Geotextile and Related Products).....	24
2.5 แรงยึดเกาะระหว่างดินกับวัสดุเสริม (Bond between Soil and Reinforcement).....	34
2.5.1 Friction Load Transfer.....	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 Passive Soil Resistance.....	40
2.6 วิธีการหาความเสียดทานระหว่างทรายกับวัสดุเสริม.....	47
2.7 แผงกันดินด้านหน้า (Facing Element).....	52
2.8 สภาพการวิบัติของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน.....	54
2.8.1 Tension Failure.....	54
2.8.2 Pull - Out Failure.....	54
2.9 การวิเคราะห์เสถียรภาพของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน.....	56
2.9.1 Local Stability Analysis.....	56
2.9.2 Overall Stability Analysis.....	58
2.10 การใช้วัสดุเสริมดินโดยทั่วไป.....	64
บทที่ 3 การทดลองและการวิจัย	68
3.1 ขั้นตอนในการวิจัยและเหตุผล.....	68
3.2 ขนาดของแบบจำลอง (Model) และวิธีการทดสอบ.....	69
3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	69
3.2.2 การ Load น้ำหนัก และวัดการเคลื่อนตัว.....	72
3.2.3 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูล.....	74
3.3 การทดสอบคุณสมบัติขั้นพื้นฐาน.....	75
3.3.1 การทดลองหาขนาดของเม็ดทรายที่ใช้ในการวิจัย.....	75
3.3.2 การทดสอบหาความหนาแน่นสัมพัทธ์ ของทรายที่ใช้ในการวิจัย.....	75
3.3.3 การทดสอบหาค่าดึงรับแรงเฉือนของทราย.....	76
3.3.4 การหาความเสียดทานระหว่างทรายกับวัสดุเสริม.....	76
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ.....	79
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....	84
4.1 ผลการทดลองและความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....	84
4.1.1 ค่าของมุมเสียดทานที่ได้จากการทดลอง.....	84
4.1.2 ค่า Maximum Load (Q) ที่ได้จากการทดลอง.....	90

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การวิเคราะห์ค่าการทรุดตัวและค่าการเคลื่อนตัวด้านข้าง.....	94
4.2.1 วิเคราะห์ค่าการทรุดตัว (Settlement, p)ที่ได้จากการทดลอง.....	94
4.2.2 วิเคราะห์ค่าการเคลื่อนตัวด้านข้าง (Lateral Movement, λ)ที่ได้จากการทดลอง.....	102
4.3 การเปรียบเทียบพฤติกรรมในการด้านทานต่อหน่วยแรงเฉือนที่เข้ามากระทำระหว่างโครงสร้างที่ไม่ได้ทำการเสริมวัสดุเสริมกับโครงสร้างที่ทำการเสริมวัสดุเสริม.....	112
4.4 ผลของการยึด (Attachment) ตัววัสดุเสริมกับแผงกันดินด้านหน้า (Facing).....	112
4.5 ลักษณะของ Failure Surface ที่เกิดขึ้นใน โครงสร้างวัสดุเสริมดิน.....	113
4.6 การตรวจสอบเสถียรภาพของโครงสร้างวัสดุเสริมดินโดยการวิบัติเกิดขึ้นใน Mode Overall Stability.....	116
4.7 ผลกระทบของค่า Vertical Spacing (S_v).....	122
4.8 ผลกระทบของค่าความยาววัสดุเสริม (L).....	129
4.9 การเปรียบเทียบผลของการเพิ่มความยาวกับการลดค่า Vertical Spacing เมื่อใช้ Geotextile เป็นวัสดุเสริม.....	134
4.10 การเปรียบเทียบผลของการเพิ่มความยาวกับการลดค่า Vertical Spacing เมื่อใช้ Geogrid เป็นวัสดุเสริม.....	134
4.11 ผลกระทบของชนิดของวัสดุเสริม.....	136
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ และข้อเสนอแนะ.....	145
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์.....	145
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	147
รายการอ้างอิง.....	148
ภาคผนวก.....	150
ภาคผนวก ก. เครื่องมือและขั้นตอนในการทดลอง.....	150
ภาคผนวก ข. ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองโครงสร้างวัสดุเสริมดิน.....	167

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
- ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Load กับค่า Lateral Movement.....	168
- ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Load กับค่า Settlement.....	173
ภาคผนวก ก. ลักษณะของ Failure Surface ที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลอง.....	178
ภาคผนวก ง. รายการคำนวณหาค่ามุมเสียดทานที่เกิดขึ้นจริง ในแต่ละการทดลอง.....	188
ประวัติผู้วิจัย.....	218



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะการใช้งานของ Geotextile แบ่งตามชนิดของ Geotextile และลักษณะงานต่างๆ.....	33
2.2	แสดงค่า Interaction Coefficient (f_p) ของวัสดุเสริมชนิดต่างๆ.....	39
2.3	แสดงข้อดีและข้อเสียของวัสดุต่างๆที่ใช้ทำแวงกันดินด้านหน้า.....	52
4.1	รายละเอียดผลการทดสอบค่ามุมเสียดทานที่ได้จากการทดลอง.....	86
4.2	ผลการทดสอบค่าความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน..	93
4.3	ค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้นที่ Maximum Load ที่ทำการทดสอบ ในแต่ละการทดลอง.....	96
4.4	ค่าการเคลื่อนตัวด้านข้างที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลอง.....	103
4.5	ลักษณะของ Failure Surface ที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลอง.....	115
4.6	SUMMARY OF TEST RESULT.....	118

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1 ก	แสดงการก่อกองทรายก่อนวางตะปูไว้ภายใน.....	8
2.1 ข	แสดงการก่อกองทรายหลังวางตะปูไว้ภายใน.....	8
2.2	หน่วยแรงหลักที่เกิดขึ้นในมวลดิน (Element A) ที่สภาวะปกติ.....	11
2.3	แสดงหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในสภาวะ Active.....	14
2.4	แสดงหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในสภาวะ Passive.....	15
2.5	แสดงลักษณะการเสริมวัสดุเสริมเป็นชั้นๆภายในดิน.....	15
2.6	ลักษณะการรับแรงร่วมกันระหว่าง Steel กับ Rubber.....	16
2.7	แสดงค่า Factor of Safety ที่เพิ่มขึ้นของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน.....	18
2.8	ผลกระทบต่อหน่วยแรงภายในมวลดินที่เกิดจากแรงดึงภายในวัสดุเสริม โดยการทดสอบแบบ Direct Shear Test.....	19
2.9	การทดสอบแบบ Triaxial Compression Test เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการ ต้านทานแรงเฉือนของวัสดุเสริมดิน.....	21
2.10	Strength Envelopes for Sand and Reinforced Sand.....	22
2.11	แสดงค่า Apparent Cohesion ที่ทำให้ค่าความต้านทานแรงเฉือนมีค่าเพิ่มขึ้น.....	23
2.12	ลักษณะของ Woven Geotextile.....	25
2.13	ลักษณะของ Nonwoven Geotextile.....	26
2.14	ลักษณะของ Knitted Geotextile.....	26
2.15	ลักษณะของ Composite Geotextile.....	27
2.16	ประเภทของ Grid Reinforcement.....	28
2.17	ลักษณะของ Net Geotextile.....	28
2.18	Geotextile Classification Group.....	31
2.19	ลักษณะของ Web Geotextile.....	32
2.20	ลักษณะของ Mat Geotextile.....	32
2.21	แสดงหน่วยแรงดันทางด้านข้างที่เกิดขึ้นในโครงสร้างวัสดุเสริมดิน.....	35
2.22	ลักษณะการสัมผัสของเม็ดดินกับแถบวัสดุเสริม.....	36
2.23	พฤติกรรมของการส่งผ่านแรงระหว่างดินกับวัสดุเสริม.....	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.24	การส่งผ่านแรงระหว่างดินกับวัสดุเสริม โดยอาศัยแรงเสียดทาน.....	37
2.25	Reinforcement and Soil Bond by Friction.....	38
2.26	Reinforcement and Soil Bond by Passive Soil Resistance.....	40
2.27	ลักษณะของแรงบีดเกาะแบบ Friction Load Transfer กับ Passive Soil Resistance ที่เกิดขึ้นระหว่างดินกับ Geogrid.....	41
2.28	Relationships between Bearing Stress Ratio and Soil Friction Angle.....	43
2.29	Comparison of Test Result with Predicted Value of Bearing Stress.....	44
2.30	Geometry of Grid Reinforcement.....	46
2.31	แสดงวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าความเสียดทานระหว่างทรายกับ วัสดุเสริมแบบต่างๆ.....	47
2.32	Comparison of test result : Woven Material.....	48
2.33	Comparison of test result : Nonwoven Material.....	49
2.34	Comparison of test result : Geogrid Material.....	49
2.35	Variation of angle bond stress for pull out test : Woven Material.....	50
2.36	Variation of angle bond stress for pull out test : Nonwoven Material.....	50
2.37	Variation of angle bond stress for pull out test : Geogrid Material.....	51
2.38	สภาพวิบัติของ โครงสร้างวัสดุเสริมดินแบบ Tension Failure.....	55
2.39	สภาพวิบัติของ โครงสร้างวัสดุเสริมดินแบบ Pull - Out Failure.....	55
2.40	Indicates the Loads and Forces to be considered in the analysis in case of Rankine Failure Plane.....	58
2.41	การวิเคราะห์เสถียรภาพโดยวิธี Wedge Analysis ในกรณีลักษณะของ Wedge เป็นแบบ Rankine Failure Plane.....	59
2.42	Indicates the Loads and Forces to be considered in the analysis in case of Bilinear Failure Plane.....	60
2.43	การวิเคราะห์เสถียรภาพโดยวิธี Wedge Analysis ในกรณีลักษณะของ Wedge เป็นแบบ Bilinear Failure Plane.....	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.44	การใช้วัสดุเสริมดินในงานสะพาน.....	65
2.45	การใช้วัสดุเสริมดินในงานเขื่อน.....	65
2.46 ก	การใช้วัสดุเสริมดินในงานดินถมในลักษณะของ Steep Slope.....	66
2.46 ข	การใช้วัสดุเสริมดินในงานดินถมในลักษณะของการเพิ่มเสถียรภาพให้กับชั้นดินอ่อน.....	66
2.47	การใช้วัสดุเสริมดินในงานฐานราก.....	67
2.48	การใช้วัสดุเสริมดินในงานทาง.....	67
3.1	ลักษณะของแบบจำลอง (model).....	70
3.2	แสดงลักษณะของแบบจำลองที่ถ่ายไว้ในขณะทำการทดลอง และ Spacing ของ Dial Gauge กับตำแหน่งของแม่แรงพร้อมทั้งลักษณะการโรยปูนขาว.....	72
3.3	ลักษณะของการจัดเก็บข้อมูล.....	74
3.4	แสดงลักษณะการเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง.....	77
3.5	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....	82
4.1	ลักษณะของ Grain Size Distribution Curve ของทรายจากนครปฐมที่ใช้ในการทดลอง.....	85
4.2	ผลการทดสอบการหาค่ามุมเสียดทานภายในของเม็ดทราย (ϕ).....	87
4.3	ผลการทดสอบการหาค่ามุมเสียดทาน(ϕ)ระหว่าง ทราย กับ GEOTEXTILE.....	88
4.4	ผลการทดสอบการหาค่ามุมเสียดทาน(ϕ)ระหว่าง ทราย กับ GEOGRID.....	89
4.5 ก	แสดงตำแหน่งของการติดตั้ง Dial Gauge ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองแบบจำลอง โครงสร้างวัสดุเสริมดิน (Front View).....	91
4.5 ข	แสดงตำแหน่งของการติดตั้ง Dial Gauge ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองแบบจำลอง โครงสร้างวัสดุเสริมดิน (Plane View).....	92
4.6	แสดงระยะ Maximum Horizontal Width of Failure Surface (b) ในการทดสอบที่เกิด yield Sample No. 6 (GG 4-30-60).....	95
4.7	แสดงระยะ Maximum Horizontal Width of Failure Surface (b) ในการทดสอบที่ไม่เกิด yield Sample No. 9 (GG 6-20-80).....	95

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8	ลักษณะการทรวดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GT4-30-60..... 98
4.9	ลักษณะการทรวดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GT4-30-80..... 98
4.10	ลักษณะการทรวดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GT6-20-60..... 99
4.11	ลักษณะการทรวดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GT6-20-80..... 99
4.12	ลักษณะการทรวดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GG4-30-60..... 100
4.13	ลักษณะการทรวดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GG4-30-80..... 100
4.14	ลักษณะการทรวดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GG6-20-60..... 101
4.15	ลักษณะการทรวดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GG6-20-80..... 101
4.16	ลักษณะการเคลื่อนตัวด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GT4-30-60..... 104
4.17	ลักษณะการเคลื่อนตัวด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GT4-30-80..... 104
4.18	ลักษณะการเคลื่อนตัวด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GT6-20-60..... 105
4.19	ลักษณะการเคลื่อนตัวด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GT6-20-80..... 105
4.20	ลักษณะการเคลื่อนตัวด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GG4-30-60..... 106

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.21	ลักษณะการเคลื่อนตัวด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GG4-30-80.....	106
4.22	ลักษณะการเคลื่อนตัวด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GG6-20-60.....	107
4.23	ลักษณะการเคลื่อนตัวด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในกรณีของการทดลองที่ GG6-20-80.....	107
4.24	แสดงอัตราการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน เมื่อมีการให้น้ำหนักกับ โครงสร้าง ในกรณีที่ Spacing มีค่าเท่ากับ 20 cm.	109
4.25	แสดงอัตราการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน เมื่อมีการให้น้ำหนักกับ โครงสร้าง ในกรณีที่ Spacing มีค่าเท่ากับ 30 cm.	109
4.26	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Vertical Deformation กับค่า Stress ณ ตำแหน่ง ของ Dial Gauge No. 7 ในกรณีของการทดลองที่มีค่า Spacing เท่ากับ 20 cm.	110
4.27	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Vertical Deformation กับค่า Stress ณ ตำแหน่ง ของ Dial Gauge No. 7 ในกรณีของการทดลองที่มีค่า Spacing เท่ากับ 30 cm.	110
4.28	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Lateral Movement กับค่า Stress ณ ตำแหน่ง ของ Dial Gauge No. 2 ในกรณีของการทดลองที่มีค่า Spacing เท่ากับ 20 cm.	111
4.29	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Lateral Movement กับค่า Stress ณ ตำแหน่ง ของ Dial Gauge No. 2 ในกรณีของการทดลองที่มีค่า Spacing เท่ากับ 30 cm.	111
4.30	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Σ Effective Length กับค่า Factor of Safety ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ที่ Vertical Spacing และ ความยาวของวัสดุเสริมเดียวกัน.....	114
4.31	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Vertical Spacing กับค่า Factor of safety โดยแยกชนิดของวัสดุเสริมดิน(Geotextile และ Geogrid).....	120
4.32	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ความยาวของวัสดุเสริม กับค่า Equivalent Height ในกรณีที่ใช้ Geotextile เป็นวัสดุเสริม.....	124

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ความยาวของวัสดุเสริม กับค่า Equivalent Height ในกรณีที่ใช้ Geogrid เป็นวัสดุเสริม.....	124
4.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geotextile ความยาวเท่ากับ 60 cm.....	125
4.35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geotextile ความยาวเท่ากับ 80 cm.....	125
4.36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geogrid ความยาวเท่ากับ 60 cm.....	126
4.37 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geogrid ความยาวเท่ากับ 80 cm.....	126
4.38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Σ Effective Length กับค่า Factor of Safety ในกรณีที่ใช้ Geotextile เป็นวัสดุเสริม.....	127
4.39 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Σ Effective Length กับค่า Factor of Safety ในกรณีที่ใช้ Geogrid เป็นวัสดุเสริม.....	127
4.40 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Equivalent Height กับค่า Σ Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geotextile เป็นวัสดุเสริม.....	128
4.41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Equivalent Height กับค่า Σ Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geogrid เป็นวัสดุเสริม.....	128
4.42 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Vertical Spacing กับค่า Equivalent Height ในกรณีที่ใช้ Geotextile เป็นวัสดุเสริม.....	131
4.43 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Vertical Spacing กับค่า Equivalent Height ในกรณีที่ใช้ Geogrid เป็นวัสดุเสริม.....	131

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.44	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geotextile ที่มีค่า Vertical Spacing เท่ากับ 30 cm.....	132
4.45	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geotextile ที่มีค่า Vertical Spacing เท่ากับ 20 cm.....	132
4.46	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geogrid ที่มีค่า Vertical Spacing เท่ากับ 30 cm.....	133
4.47	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้ Geogrid ที่มีค่า Vertical Spacing เท่ากับ 20 cm.....	133
4.48	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Equivalent Height กับค่า Factor of Safety ในกรณีที่ใช้ Geotextile เป็นวัสดุเสริม.....	135
4.49	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Equivalent Height กับค่า Factor of Safety ในกรณีที่ใช้ Geogrid เป็นวัสดุเสริม.....	135
4.50	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Vertical Spacing กับค่า Factor of Safety ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ที่ Vertical Spacing และความยาวของวัสดุเสริมเดียวกัน.....	137
4.51	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ความยาวของวัสดุเสริม กับค่า Factor of Safety ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ที่ Vertical Spacing และ ความยาวของวัสดุเสริมเดียวกัน.....	138
4.52	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Vertical Spacing กับค่า Equivalent Height ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ที่ Vertical Spacing และความยาวของวัสดุเสริมเดียวกัน.....	140

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.53	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ความยาวของวัสดุเสริม กับค่า Equivalent Height ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ที่ Vertical Spacing และ ความยาวของวัสดุเสริมเดียวกัน.....	141
4.54	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ของการทดลองแบบ 4-30-60.....	142
4.55	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ของการทดลองแบบ 4-30-80.....	142
4.56	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ของการทดลองแบบ 6-20-60.....	143
4.57	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Horizontal Width of Failure Surface กับค่า Effective Length ในกรณีที่ใช้วัสดุเสริมต่างชนิดกัน ของการทดลองแบบ 6-20-80.....	143
ก-1	แสดงเครื่องมือทดสอบ Direct Shear Test ที่ใช้ทดสอบเพื่อหาค่ามุมเสียดทาน...	151
ก-2	แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหาค่ามุมเสียดทาน.....	151
ก-3	ลักษณะของแบบจำลองและ โครงเหล็กถ้ำน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง.....	152
ก-4	แสดงลักษณะแผงกันดินด้านหน้า (Facing) ที่ใช้ในการทดลอง.....	153
ก-5	ลักษณะการยึด Geotextile ติดกับแผงกันดินด้านหน้าด้วยน็อต.....	154
ก-6	ลักษณะการยึด Geogrid ติดกับแผงกันดินด้านหน้าด้วยน็อต.....	154
ก-7	แสดงลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเททรายลงสู่แบบจำลอง.....	155
ก-8	แสดงลักษณะของแม่แรงไฮดรอลิก (Hydraulic Jack) ที่ใช้ในการทดลอง.....	155
ก-9	การ Calibrate Hydraulic Jack	156
ก-10	แสดงลักษณะของแผ่นเหล็กถ้ำน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง.....	157

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
ก-11	ลักษณะการวางวัสดุเสริมที่เตรียมไว้ในแบบจำลองพร้อมกับ รอยปูนขาวเป็นเส้นบาง ๆ ตามความยาวของวัสดุเสริมที่ใช้.....	157
ก-12	ลักษณะการเตรียมอุปกรณ์เพื่อที่จะทำการเททรายให้ได้ความหนาแน่น คงที่และสม่ำเสมอ ซึ่งจะใช้ระยะยกในการเทสูง 1 เมตร โดยสังเกตจาก เชือกยาว 1 เมตรที่ผูกเอาไว้.....	158
ก-13	ลักษณะของการเททรายลงสู่แบบจำลอง.....	159
ก-14	ลักษณะของแบบจำลองเมื่อเททรายเสร็จแล้วหนึ่งชั้น.....	160
ก-15	ลักษณะการวางวัสดุเสริมเพื่อที่จะเททรายในชั้นต่อไป.....	160
ก-16	ลักษณะของโครงสร้างวัสดุเสริมดินหลังจากเททรายเสร็จสิ้นแล้ว.....	161
ก-17	แสดงการเช็คระดับบริเวณผิวด้านบนของ โครงสร้างวัสดุเสริม.....	161
ก-18	แสดงการติดตั้ง Dial Gauge เพื่อใช้วัดการเคลื่อนตัวด้านข้างที่เกิดขึ้น.....	162
ก-19	แสดงการติดตั้ง Dial Gauge เพื่อใช้วัดการทรุดตัวที่เกิดขึ้น.....	162
ก-20	แสดงการติดตั้ง Hydraulic Jack เพื่อใช้เป็นตัวให้น้ำหนักกับแบบจำลอง โดยการถ่ายแรงจาก โครงเหล็กถ่ายน้ำหนัก.....	163
ก-21	ลักษณะ โครงสร้างวัสดุเสริมดินที่พร้อมจะทำการทดสอบ.....	163
ก-22	แสดงลักษณะการวิบัติของ โครงสร้างวัสดุเสริมดินเมื่อถูกแรงภายนอก กระทำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ.....	164
ก-23	ลักษณะการทรุดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน เมื่อมองจากด้านบน.....	164
ก-24	ลักษณะการทรุดตัวของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน เมื่อมองจากด้านข้างเข้าไป.....	165
ก-25	การสังเกตลักษณะของ Failure Line ที่เกิดขึ้นภายหลังจากการทดสอบ.....	166
ข-1	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ 4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ 15 cm. ตามลำดับ จากฐานของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GT4-30-60.....	169
ข-2	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ 4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ 15 cm. ตามลำดับ จากฐานของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GT4-30-80.....	169

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข-3 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ 4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ 15 cm. ตามลำดับ จากฐานของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GT6-20-60.....	170
ข-4 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ 4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ 15 cm. ตามลำดับ จากฐานของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GT6-20-80.....	170
ข-5 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ 4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ 15 cm. ตามลำดับ จากฐานของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GG4-30-60.....	171
ข-6 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ 4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ 15 cm. ตามลำดับ จากฐานของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GG4-30-80.....	171
ข-7 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ 4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ 15 cm. ตามลำดับ จากฐานของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GG6-20-60.....	172
ข-8 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Lateral Movement ของ Dial Gauge No. 1,2,3 และ 4 ที่ระดับสูง 105,75,45 และ 15 cm. ตามลำดับ จากฐานของ โครงสร้างวัสดุเสริมดิน ในการทดลองที่ GG6-20-80.....	172
ข-9 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ 7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ 10,45 และ 80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GT4-30-60.....	174
ข-10 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ 7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ 10,45 และ 80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GT4-30-80.....	174

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ข-11	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GT6-20-60.....	175
ข-12	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GT6-20-80.....	175
ข-13	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GG4-30-60.....	176
ข-14	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GG4-30-80.....	176
ข-15	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GG6-20-60.....	177
ข-16	แสดงความสัมพันธ์ของค่า Load กับค่า Settlement ของ Dial Gauge No. 5,6 และ7 ที่ระยะห่างจาก Facing เท่ากับ10,45 และ80 cm. ตามลำดับ ในการทดลองที่ GG6-20-80.....	177
ค-1	ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 1 (GT4-30-60).....	179
ค-2	ลักษณะการพังทลายของ โครงสร้างวัสดุเสริมดินในการทดลองที่ 2 (GT4-30-60)ซึ่งไม่ได้ทำการยึดตัววัสดุเสริมให้ติดกับ Facing.....	180
ค-3	ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 3 (GT4-30-80).....	181
ค-4	ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 4 (GT6-20-60).....	182
ค-5	ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 5 (GT6-20-80).....	183
ค-6	ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 6 (GG4-30-60).....	184
ค-7	ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 7 (GG4-30-80).....	185

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ค-8	ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 8 (GG6-20-60).....	186
ค-9	ลักษณะของ Failure Plane ที่เกิดขึ้นในกรณีการทดลองที่ 9 (GG6-20-80).....	187



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์

A_r	=	Area of Grid (wL_b)
b	=	Maximum Horizontal Width of Failure Surface
B	=	ความกว้างของแผ่นเหล็กถ้ำน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง
C_c	=	Coefficient of Concavity
C_u	=	Coefficient of Uniformity
C'_R	=	Apparent Cohesion Generated by the Reinforcement
D_r	=	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density)
E	=	ค่าโมดูลัส
f_b	=	Coefficient of Interaction
F	=	Horizontal Loading
F_1	=	แรงที่ถูกรับโดย Steel
F_2	=	แรงที่ถูกรับโดย Rubber
F'_r	=	Soil Bearing Stress Ratio
GT	=	Geotextile
GG	=	Geogrid
h	=	ระยะความสูงของ Wedge ที่ได้จาก Failure Surface
H	=	Equivalent Height
K_0	=	Coefficient of Earth Pressure at Rest
K_a	=	Coefficient of Earth Pressure at Active State
K_p	=	Coefficient of Earth Pressure at Passive State
l	=	ความยาวของแผ่นเหล็กถ้ำน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง
L	=	ความยาวของวัสดุเสริม
L_b	=	Length of Reinforcement Bond (Effective Length)
n	=	The Number of Transverse Bearing Member (Node)
P	=	ผลรวมของแรง P_u และ P_q
P_R	=	Reinforcement Tensile Force
$P_{R(max)}$	=	แรงดึงสูงสุดในวัสดุเสริมในกรณี โครงสร้างวัสดุเสริมดินถึงจุดวิบัติ
$P_{resistance}$	=	Shearing Resistance Force

สัญลักษณ์(ต่อ)

- P_n = Normal Force
- P_f = Shearing Resistance Developed by Friction
- P_p = Shearing Resistance Developed by Passive Soil Resistance
- P_a = The Active Force per Unit Length
- P_q = The Force per Unit Length from Uniformly Distributed Surcharge
- q = Uniformly Distributed Surcharge
- Q = Maximum Load
- R = The Resultant Force on the Potential Failure Plane
- R_T = The Tensile Breaking Resistance of Reinforcement
- S = Vertical Loading
- S_v = The Vertical Spacing between Horizontal Layers of Reinforcement
- S_x = Longitudinal Spacing of Transverse Bearing Member
- t = Thickness of the Reinforcement
- T_R = Total Tension in the Reinforcement intercepted by Potential Failure Plane
- $T_{resistance}$ = Total Shearing Resistance Force intercepted by Potential Failure Plane
- u = แรงดันน้ำในมวลดิน (Pore Pressure)
- w = Width of the Reinforcement
- W = น้ำหนักของ Wedge ทั้งหมด
- Z = ระยะความลึกใดๆ
- σ = Normal Stress
- σ_h = Horizontal Stress
- σ_v = Vertical Stress
- σ'_v = Vertical Effective Stress
- σ_y = หน่วยแรงต่อหน่วยความยาวที่จุดกลางของวัตถุเสริม
- σ'_b = Available End Bearing Stress

สัญลักษณ์(ต่อ)

γ	=	ความหนาแน่นของเม็ดดิน
γ_D	=	ความหนาแน่นแห้ง (Dry Density)
$\gamma_{D \max}$	=	Maximum Dry Density
$\gamma_{D \min}$	=	Minimum Dry Density
β	=	ค่ามุมที่เกิดจาก Line of Failure ทำมุมกับแนวตั้งฉากของ Facing
θ	=	Angle between Reinforcement and Direction Normally of Shearing Soil
τ	=	ค่าความต้านทานแรงเฉือน (Shearing Resistance)
λ	=	ค่าการเคลื่อนตัวด้านข้าง
ρ	=	ค่าการทรุดตัว
ϕ	=	Angle of Friction in the Soil
ϕ_s	=	Angle of Friction between the Reinforcement and Adjacent Soil
ϕ_m	=	Angle of Friction in the Soil ที่เกิดขึ้นจริงในการทดลอง
ϕ_{sm}	=	Angle of Friction between the Reinforcement and Adjacent Soil ที่เกิดขึ้นจริงในการทดลอง
α	=	มุมที่เกิดขึ้นระหว่างแรงที่เกิดขึ้นระหว่างเม็ดดินกับแถบวัสดุเสริม กับระนาบฉากของวัสดุเสริม
α_b	=	Fraction of Width (w) Available for Bearing
α_s	=	Fraction of Grid Surface Area that is Solid