การศึกษาแบบจำลองดินเสริมไม้ไผ่

นายอำนวย พานิชกุลพงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-463-2

010581

i18306639

MODEL STUDY ON BAMBOO REINFORCED EARTH

MR. AUMNOUY PANITKULPONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1983

ISBN 974-562-463-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาแบบจำลองดินเสริมไม้ไผ่
ชื่อนิสิต	นายอำนวย พานิชกุลพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัลย์ศิริ
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2525

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

.....กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัลย์ศิริ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ศุกรี ก้มปนานนท์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาแบบจำลองดินเสริมไม้ไผ่
ชื่อนิสิต	นายอำนวย พานิชกุลพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัลย์ศิริ
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2525

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบจำลองโครงสร้างดินเสริมไม้ไผ่เป็นการประยุกต์การใช้งานของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ซึ่งเป็นสิ่งใหม่ที่พึ่งค้นพบเมื่อไม่นานมานี้เองเมื่อเทียบกับแบบจำลองโครงสร้างทางด้านวิศวกรรมโยธาอื่นๆ เช่น โครงสร้างเหล็ก,โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นต้น สำหรับแบบจำลองดินเสริมไม้ไผ่จะประกอบไปด้วยทรายและไม้ไผ่โดยที่ไม้ไผ่สามารถรับแรงดึงได้ เช่นเดียวกับเหล็กเสริมและเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุพื้นฐานที่ให้ผลทางเศรษฐกิจ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วทรายจะไม่สามารถรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในตัวของมันได้ แต่ในโครงสร้างดินเสริมไม้ไผ่นี้อาศัยแรงเสียดทานภายในที่เกิดจากการส่งผ่านของแรงจากเม็ดทรายไปยังไม้ไผ่โดยทฤษฎีของแรงยึดเกาะทำให้โครงสร้างดินเสริมไม้ไผ่สามารถรับแรงดึงที่เกิดขึ้นได้ นอกจากนี้เพื่อเป็นการแน่ใจถึงความสมดุลย์ภายในเวลาออกแบบโครงสร้างดินเสริมไม้ไผ่ควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ ความยาวของไม้ไผ่ที่ใช้หน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นในไม้ไผ่และการแผ่กระจายของหน่วยแรงในโครงสร้างดินเสริมไม้ไผ่รวมทั้งค่าความปลอดภัยที่เพียงพอ

สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างดินเสริมไม้ไผ่ในที่นี้จะเป็นการศึกษาในห้องทดลองโดยการสร้างแบบจำลอง สองมิติ ประโยชน์ของการทดลอง โดยการสร้างแบบจำลอง คือ สามารถทำได้ง่ายรวดเร็ว และราคาถูก ทั้งยังสามารถทดลองจนถึงสภาวะพิบัติได้ ซึ่งถ้าเป็นโครงสร้างจริงเราไม่สามารถจะทดลองให้ถึงสภาวะพิบัติได้ นอกจากนี้อิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสูตรทางทฤษฎี เราสามารถหาได้จากการสร้างแบบจำลอง โดยการหาค่าจากตัวหนึ่งไปยังอีกตัวหนึ่ง

ในทางตรงกันข้าม การสร้างแบบจำลอง ไม่สามารถวัดแรงดึงที่เกิดขึ้นในวัสดุเสริมและหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในดินได้

ส่วนผลการวิจัยพอจะสรุปได้ดังนี้

1. ไม้ไผ่ผิวชุบฟลิ้นโค้ทจะรับน.น.ที่กระทำจากภายนอกได้มากกว่าใช้ไม้ไผ่ผิวเรียบ
2. ถ้าใช้ไม้ไผ่จำนวนยิ่งมากก็จะทำให้การรับน.น.ที่กระทำจากภายนอกมีค่ามากขึ้น
3. ถ้าใช้ไม้ไผ่ที่มีความยาวมากจะทำให้โครงสร้างดินเสริมไม้ไผ่ถึงสภาวะวิบัติในลักษณะ Tie Breaking เนื่องจากค่าความเสียดทานระหว่างทรายกับไม้ไผ่จะมีค่าสูงกว่าแรงดึงของไม้ไผ่

จากผลการวิจัยพอจะเป็นแนวทางให้วิศวกรผู้ออกแบบพิจารณาเลือกใช้ค่าตัวแปรต่างเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในงานโดยคำนึงถึงผลลัพท์ที่จะได้มากที่สุด

ส่วนประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาแบบจำลองดินเสริมไม้ไผ่คือ เป็นแนวทางในการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเสริมดินชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่องานด้านวิศวกรรม

Thesis Title Model Study on Bamboo Reinforced Earth

Name Aumnouy Panitkulpong

Thesis Advisor Associate Professor Direk Lavansiri, Ph.D.

Department Civil Engineering

Academic Year 1982

Abstract

Model study on bamboo reinforced earth is an application of reinforced earth structure which is a new material that most naturally ranks among the main materials used in civil engineering such as steel structure, reinforced concrete structure etc. The model of bamboo reinforced earth is consists of an association of sand and bamboo strips which able to withstand important traction forces, like reinforced concrete, and to improve the mechanical properties of the basic material economically. Generally, sand can't resist the tensile strengths that occured in itself but in bamboo reinforced earth, owing to the internal friction, the forces which develop within the mass are transfered from the soil to the bamboo strips by adherence so the bamboo reinforced earth structure can resist the tensile strength that occured in itself, inorder to insure the internal stability is tantamount to designiny the bamboo reinforced earth structure, such as deteemining their length , their strengths and their distribution, with a sufficient safety factor.

So far the research carried out on this reinforced earth involves laboratory studies on bidimensional models. The advantages of the model tests are that they are simple, quick and cheap. They allow structure to be built up to failure, which is not generally possible with actual structures. In addition, the influence of the various parameters involved in the theorectical formular can be studied one after another.

Then the result of Test can be conclude as follow:

1. The coated bamboo could withstand more external force than the noncoat bamboo.
2. If the number of bamboo strips is more the resisting load of the structure is more over.
3. If too much length of the bamboo strips is used it will cause structure to failure at tie breaking state, because the internal friction between bamboo and sand is higher than the tensile strength of the bamboo strips.

From this result it would be a guide line to the designer engineer to choose the variable in job design, by concerning the most advantage that he will get.

The advantage of the research is that it should be more advance to study the property of any material which is use in civil work.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัลย์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งรองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค รองศาสตราจารย์ศุกรี กัมปนานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ทำวิทยานิพนธ์รู้สึกสำนึกในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ.โอกาสนี้ด้วย

ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอขอบคุณ นายอภิวัฒน์ กฤษณะพันธ์ และเจ้าหน้าที่สนง.ต่อพงษ์แอนด์พาร์ตเน่อร์ส ที่ได้ช่วยเหลือในการทดลอง และให้ความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำรวมทั้งข้อคิดต่าง ๆ ระหว่างการทดลอง แก่ผู้ทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายอันพึงจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้แก่บิดามารดา และครูบาอาจารย์ที่ได้กรุณาให้การอบรมศึกษาแก่ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ..... ช

รายการตารางประกอบ..... ฎ

รายการรูปประกอบ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและนิยามของวัสดุเสริมดิน..... 1

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.3 สาเหตุของการวิจัย..... 3

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย..... 3

2. ทบทวนวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 วิวัฒนาการของวัสดุเสริมดิน..... 4

2.2 ผลงานที่ได้กระทำในอดีต..... 7

2.3 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างวัสดุเสริมดินที่ผ่านมา..... 8

3. สมมติฐาน และทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างวัสดุเสริมดิน..... 10

3.1 หลักการเบื้องต้น..... 10

3.2 แรงยึดเกาะของวัสดุเสริม..... 14

3.3 การศึกษาทดลองแรงยึดเกาะของวัสดุเสริม..... 16

3.4 หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในดิน และวัสดุเสริม..... 18

3.5 การคำนวณหาแรงดึงในวัสดุเสริม..... 23

3.6 แผงกันดินด้านหน้า..... 28

3.7 สมมติฐานที่ใช้ออกแบบโครงสร้างวัสดุเสริมดิน..... 30

3.8 สภาพการวิบัติของโครงสร้างวัสดุเสริมดิน..... 30

หน้า

3.9 สูตรที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างดินเสริมไม้ไผ่ 33
4. วิธีการดำเนินการทดลอง..... 34
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 34
4.2 การติดตั้งเครื่องมือ..... 35
4.3 วิธีการทดลอง..... 35
4.4 การเก็บข้อมูล ขั้นตอนการวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูล..... 37
5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การอภิปรายผล และสรุปผล..... 47
5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 47
5.2 การอภิปรายผล..... 49
5.3 สรุปผล..... 60
เอกสารอ้างอิง..... 62
ภาคผนวก ก..... 63
ภาคผนวก ข..... 72
ภาคผนวก ค..... 88
ภาคผนวก ง..... 116
ประวัติผู้เขียน..... 132

รายการตารางประกอบ

ตาราง		หน้า
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วน $\frac{r}{g}$ กับค่า K (กรณีมีน.น.กระทำสม่ำเสมอเป็นรูปวงกลม)	44
4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วน $\frac{B}{g}$ และ $\frac{L}{g}$ กับค่า K (กรณีมีน.น.กระทำแผ่สม่ำเสมอเป็นรูปสี่เหลี่ยม)	44
4.3	สรุปค่า K ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง	45
5.1	รายละเอียดผลการทดสอบแรงยึดเกาะของวัสดุเสริมดิน	48
5.2	Summary Of Test Result, Model Study On Reinforced Earth	53
5.3	ผลเปรียบเทียบค่าQ(max)ที่ได้จากทฤษฎีและจากการทดลอง	56

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
4.1	ลักษณะของการจัดเก็บข้อมูล	38
4.2	สรุปขั้นตอนของการวิจัย	39
4.3	โครงสร้างหุ่นจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลอง	41
5.1	ความสัมพันธ์ของค่า Q (max)ที่ได้จากทฤษฎี และจากการทดลอง (เมื่อใช้ไม้ไผ่ผิวชุบฟลิ้นโค้ทเป็นวัสดุเสริม)	57
5.2	ความสัมพันธ์ของค่า Q(max)ที่ได้จากทฤษฎี และจากการทดลอง (เมื่อใช้ไม้ไผ่ผิวเรียบเป็นวัสดุเสริม)	58
5.3	การเปรียบเทียบความสามารถในการรับน.น.ของโครงสร้างไม้ไผ่เสริมดิน ที่ใช้ไม้ไผ่ผิวเรียบกับไม้ไผ่ผิวชุบฟลิ้นโค้ท	59