บทที่ 4

วิธีดำเนินการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงเครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง นอกจากนี้ยังจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของขั้นตอน และวิธีการทดลอง หลักการในการเก็บข้อมูล การตีความหมาย และการวิเคราะห์ข้อมูล

4 .1 <u>เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง</u> เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองจะประกอบไปด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้คือ

1 . หุ่นจำลอง (Model)หุ่นจำลองจะมีลักษณะเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 60 ซม. ยาว 120 ซม. และสูง 60 ซม. ด้านยาวด้านหนึ่งใช้พลาสติกใส (Flexi Glass) เพื่อให้มองเห็นลักษณะ และพฤติกรรมของการเคลื่อนที่ของกำแพงโครงสร้างหุ่นจำลอง เมื่อมีน.น. จากภายนอกมากระทำส่วน 3 ด้านที่เหลือใช้ไม้อัดแผ่นเรียบหนา 12 มม. กั้นโดยรอบ เพื่อกั้นทรายที่ใช้ในการทดลองมิให้ไหลออกทางด้านข้าง สำหรับหุ่นจำลองนี้จะวางอยู่ในโครงเหล็กอีกทีหนึ่ง ซึ่งรายละเอียด รูปร่าง และลักษณะของหุ่นจำลองได้แสดงไว้ในรูป 19 และรูป 22 ของภาคผนวก ก

2 . โครงเหล็ก (Steel Frame) เป็นโครงเหล็กประกอบขึ้นจากเหล็กฉากขนาด 4" × 4" หนา 10 มม. มีหน้าที่เป็นตัวยึดเพื่อการถ่ายน้ำหนักจากแม่แรงไฮโดรลิค (Hydraulic Jack)ลงสู่ตัวหุ่นจำลองอีกทีหนึ่ง โดยโครงเหล็กดังกล่าวจะถูกยึดติดอยู่กับพื้นของห้องทดลอง ซึ่งรูปร่าง และลักษณะได้แสดงไว้ในรูป 17 และรูป 18 ของภาคผนวก ก

3 . แม่แรงไฮโดรลิค (Hydraulic Jack) จะเป็นตัวให้น้ำหนักแก่หุ่นจำลองที่ขนาดต่าง ๆ กัน ซึ่งตัวแม่แรงมีขนาด 10 ตัน ยี่ห้อ Enerpac ค่าที่อ่านได้จากหน้าปัทม์จะเป็นค่าความดันของน้ำหนักภายในกระบอกสูบ ซึ่งจะต้องนำไปเปรียบเทียบเป็นค่าน้ำหนักจริงอีกครั้งหนึ่ง

4 . ถาดตะแกรงเหล็ก ขนาด 24" × 24" เพื่อใช้รองทรายเมื่อเวลาเททรายลงสู่หุ่นจำลอง เพื่อให้ความหนาแน่นของทรายในหุ่นจำลองคงที่ และมีลักษณะการแผ่กระจายของเม็ดทรายที่ดี

5 . กล่องไม้รูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาดบรรจุ 0.02 ลบ.ม. มีไว้เพื่อหาค่าความหนาแน่นของทรายที่ใช้ในการทดลอง

6 . ไม้สเกลเพื่อใช้วัดค่าระยะโก่งตัวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยจะติดตั้งไว้ที่ระยะต่าง ๆ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของระยะโก่ง

7 . แผ่นเหล็ก (Steel plate) ขนาด 20" × 20" หนา 9 มม. เพื่อใช้กระจายน้ำหนักจากแม่แรงไฮโดรลิคลงสู่ทราย

8 . แถบวัสดุเสริมดิน ในการทดลองครั้งนี้เราใช้ไม้ไผ่ขนาดต่าง ๆ เป็นวัสดุเสริมดิน

9 . แผงกั้นด้านหน้า จะประกอบไปด้วยข้อยึดที่ทำจากเหล็กฉากยึดติดกับแผงกั้นด้านหน้าและแถบวัสดุเสริม

สำหรับเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองได้แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก

4 .2 <u>การติดตั้งเครื่องมือ</u> เราจะทำการติดตั้งโครงเหล็กลงบนพื้นของห้องทดลองให้แน่นหนาเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการถอนตัวจากพื้นของโครงเหล็ก เมื่อมีน้ำหนักมากระทำอันเนื่องจากการทดลอง จากนั้นจึงติดตั้งหุ่นจำลองเข้ากับโครงเหล็กนี้ จากนั้นจึงติดตั้งไม้สเกลบนด้านข้างของหุ่นจำลอง (ด้านพลาสติกใส) จำนวน 3 อันในแนวนอน และอีก 3 อันในแนวดิ่ง จากนั้นจึงใส่แผงกั้นด้านหน้าลงไปพร้อมกับใส่ทรายที่ใช้ในการทดลอง เมื่อเต็มแล้วจึงติดตั้งแม่แรงไฮโดรลิคบนผิวหน้าทรายของหุ่นจำลอง โดยมีแผ่นเหล็กรองอยู่ จากนั้นจึงเริ่มการทดลอง

4 .3 <u>วิธีการทดลอง</u> ในการทดลองจะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้คือ

1 . ทำการทดลองหาค่าแรงยึดเกาะของวัสดุเสริมกับทราย
2 . ประกอบไม้ไผ่ที่เตรียมไว้กับแผงกั้นด้านหน้าด้วยน็อต และเหล็กฉาก (ดูรูปประกอบในภาคผนวก ก
3 . เททรายที่จะใช้ทำการทดลองลงในหุ่นจำลองที่จัดเตรียมไว้ โดยให้ความสูงของชั้นทรายชั้นล่างสูงจากพื้นประมาณ 1 ถึง 2 นิ้ว โดยทั่วบริเวณ เพื่อใช้เป็นฐานสำหรับวางวัสดุเสริมชั้นล่างสุด และให้มีสภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงในทาง

i 18306639

ปฏิบัติมากที่สุด พร้อมกับเก็บค่าความหนาแน่นของทรายที่ใช้ในการทดลองด้วยการนำกล่องลูกบาศก์ที่เตรียมไว้ และนำมาไว้ใต้ตะแกรงที่ใช้ร่อนทราย

4. วางแถบวัสดุเสริมที่เตรียมไว้ลงบนทรายทีละชั้น พร้อมกับเททรายลงบนหุ่นจำลองโดยให้ทรายผ่านถาดตะแกรงเหล็ก เพื่อให้ความหนาแน่นของทรายที่ใช้ในการทดลองมีค่าคงที่ และมีลักษณะการแผ่กระจายของเม็ดทรายที่ดี

5. ปรับระดับพื้นทรายให้เรียบทุกครั้งก่อนที่จะเริ่มวางวัสดุเสริมชั้นถัดไป พร้อมกับโรยเส้นปูนขาว หรือสีฝุ่นตลอดแนวด้านหน้าหุ่นจำลอง เพื่อช่วยในการสังเกตการเคลื่อนที่ของทรายได้ง่ายขึ้น

6. หลังจากที่วางแถบวัสดุเสริมตามจำนวนที่ต้องการแล้ว ให้นำแผ่นเหล็กขนาด 20" × 20" หนา 9 มม. วางทับบนโครงสร้างหุ่นจำลองอีกทีหนึ่งเสร็จแล้วนำแม่แรงขนาด 10 ตัน วางไว้บนแผ่นเหล็ก โดยพยายามให้แม่แรงอยู่ที่จุดกึ่งกลางของแผ่นเหล็กที่ทำเครื่องหมายไว้

7. ติดสเกลที่จะอ่านค่าระยะโก่งไว้ด้านหน้าที่เป็นพลาสติกใส โดยพยายามติดให้ใกล้กับบริเวณที่จะเกิดการโก่งตัวมากที่สุด ซึ่งจะสังเกตุได้จากการทดลอง และพยายามอ่านค่าให้ละเอียดที่สุด จากนั้นเริ่มให้น.น.ต่อหุ่นจำลองโดยการเพิ่มน.น.ให้กับโครงสร้างหุ่นจำลองโดย จะเพิ่มน.น.ครั้งละ 200 กก. ในช่วง 1,000 กก. แรก และเพิ่มเป็นครั้งละ 300 กก. จนถึงน.น. 2,000 กก. ต่อจากนั้นให้เพิ่มน.น.ขึ้นครั้งละ 500 กก.จนกระทั่งโครงสร้างหุ่นจำลองถึงสภาวะวิบัติ และในแต่ละครั้งของการเพิ่มน.น.จะต้องบันทึกค่าการโก่งตัวไปด้วยทุกครั้ง

8. ขั้นตอนสุดท้าย ให้สังเกตุลักษณะการวิบัติของโครงสร้างหุ่นจำลองพร้อมทั้งบันทึกค่าน.น. และระยะโก่งตัวที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งบันทึกสภาพการวิบัติที่เกิดขึ้น

สาเหตุที่ต้องบันทึกค่าระยะโก่งตัว และน.น.ที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลองเพื่อนำไปเขียนกราฟ หาจุดที่โครงสร้างหุ่นจำลองเริ่มมีการยืดตัวออก ซึ่งในทางทฤษฎีถือว่าจุดที่เริ่มมีการยืดตัวออกนี้ เป็นจุดที่สามารถรับน.น. ได้มากที่สุด ในการคำนวณออกแบบโดยมีพฤติกรรมเป็นไปตามทฤษฎีหรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้น แต่จากการทดลองพบว่าหลังจากที่โครงสร้างหุ่นจำลองยืดตัวออกไปแล้วในตอนต้น

ยังสามารถรับน.น.ที่กระทำต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง จนกระทั่งถึงจุดวิบัติ ซึ่งเมื่อถึงจุดนี้แล้วโครงสร้างหุ่นจำลองจะพังลงมา (Collapse) โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้าอีกเหมือนเมื่อตอนเริ่มยืดตัวครั้งแรก สำหรับจุดที่โครงสร้างหุ่นจำลองเริ่มยืดตัวออกนั้น เราสามารถสังเกตได้จากกราฟระหว่าง น.น.ที่กระทำกับค่าระยะโก่งตัวที่เกิดขึ้น ทั้งนี้สังเกตจากจุดที่เส้นกราฟเริ่มเปลี่ยนจากเส้นตรงเป็นเส้นโค้งหรือจุดที่กราฟเริ่มเปลี่ยนความลาด (slope) ซึ่งเราถือว่าจุดนั้นเป็นจุดที่โครงสร้างหุ่นจำลองเริ่มมีการยืดตัวออก

สำหรับขั้นตอนต่าง ๆ ของการทดลองดังกล่าวได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

4 .4 <u>การเก็บข้อมูล ขั้นตอนการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

4.4.1 การเก็บข้อมูลและขั้นตอนการวิจัย ในการเก็บข้อมูลของการทดสอบแบบจำลองโครงสร้างวัสดุเสริมดิน ซึ่งใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุเสริมดินนั้นเราจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อสภาพการรับน.น.ของวัสดุเสริมดินทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงค่าความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งตัวแปรที่สำคัญที่จะมีผลต่อสภาพการรับน้ำหนักของวัสดุเสริมดินผลจะแบ่งได้ดังนี้คือ

1 . ค่าความฝืดระหว่างผิวของวัสดุเสริมดินกับทรายที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งค่าความฝืดดังกล่าวจะหาได้จากการทดสอบ Direct Shear Test ซึ่งในที่นี้การเปลี่ยนแปลงค่าความฝืดที่เกิดขึ้นระหว่างผิวของวัสดุเสริม และทรายที่ใช้ในการทดลองจะได้จากการใช้ไม้ไผ่ที่ผ่านการชุบฟลิ้นโค้ท และไม้ไผ่ที่มิได้ชุบฟลิ้นโค้ท

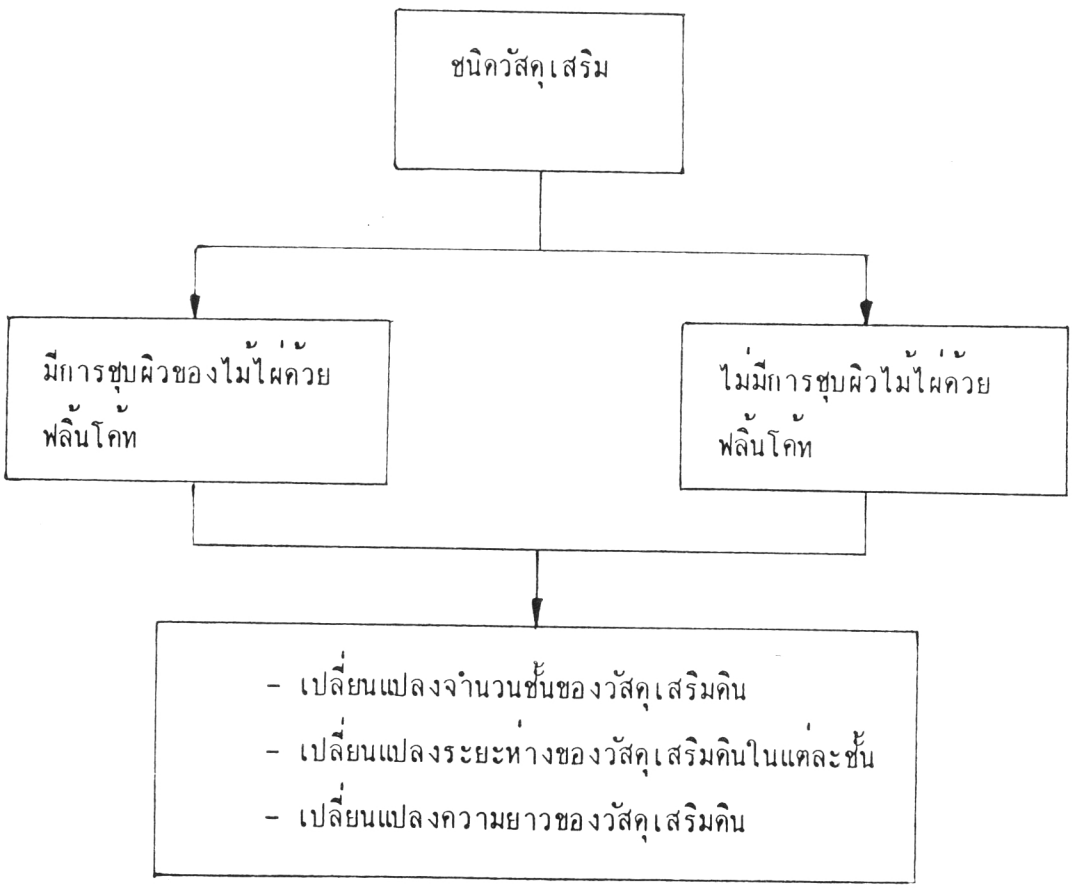
2 . จำนวนชั้นของวัสดุเสริมที่นำมาเสริม ซึ่งถ้าจำนวนชั้นของวัสดุเสริมเพิ่มมากขึ้นความสามารถในการรับน้ำหนักย่อมสูงเพิ่มขึ้นด้วย

3 . ระยะห่างของวัสดุเสริมดินในแต่ละชั้น หรือจำนวนของวัสดุเสริมดินในแต่ละชั้น ซึ่งจำนวนของวัสดุเสริมดินมากขึ้นจะทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักสูงมากขึ้น

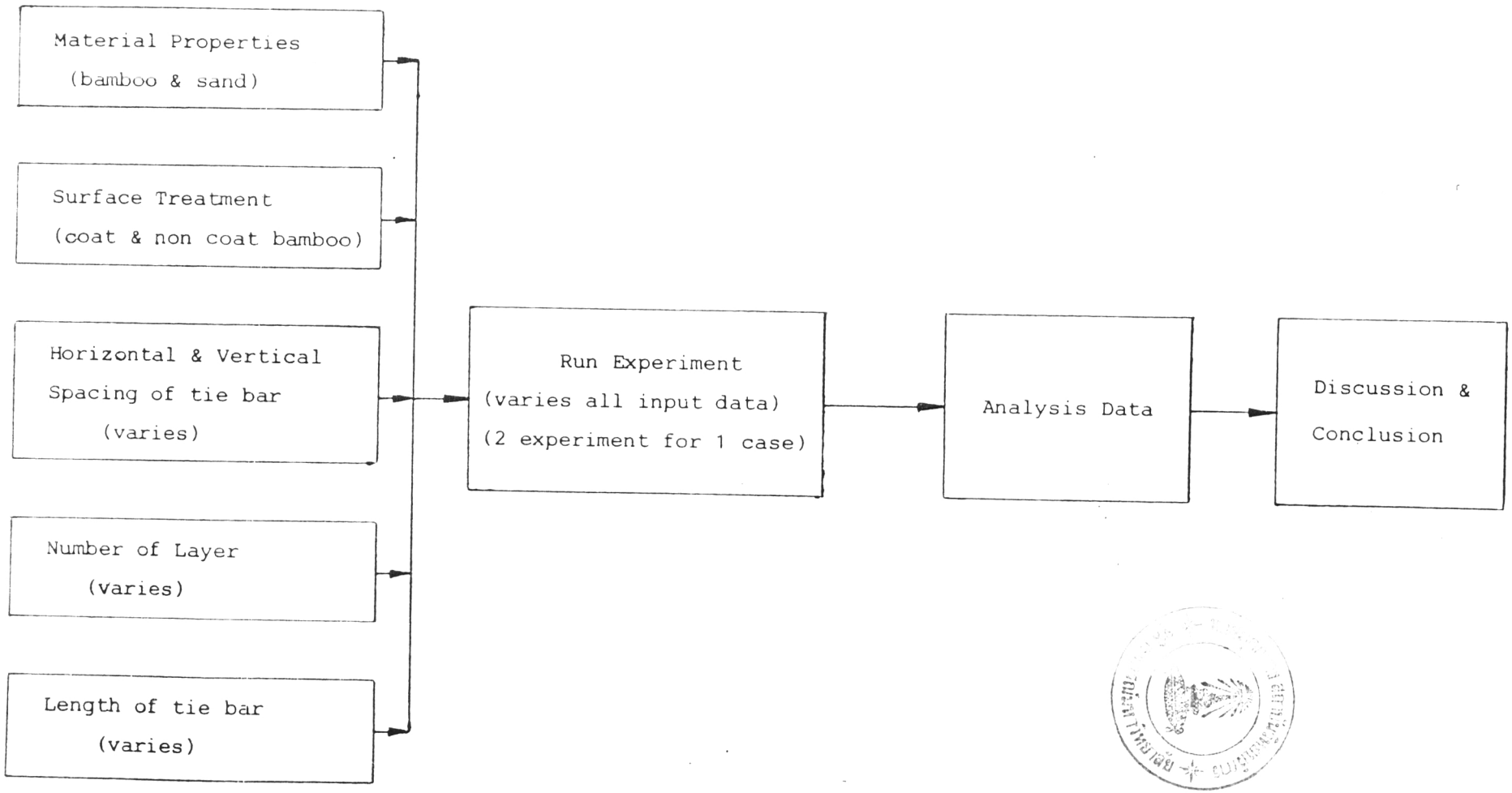
4 . ความยาวของวัสดุเสริมดิน โดยค่าความยาวของวัสดุเสริมดินที่แตกต่างกันจะให้ผลของการทดลองที่ต่างกันออกไป

จากตัวแปรที่สำคัญดังกล่าวในการเก็บข้อมูลจึงได้แบ่งลักษณะของการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกจะทำการทดลองเมื่อใช้ไม้ไผ่ที่ชุบฟลิ้นโค้ท และกลุ่มที่สองทำการทดลองกับไม้

ไผ่ที่ไม่ได้ชุบฟลิ้นโค้ท เพื่อหาค่าความแตกต่างของสภาพการรับน้ำหนักของวัสดุเสริมดินทั้งสองลักษณะ และการทดลองทั้งสองลักษณะดังกล่าว ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรอื่น ๆ คือ จำนวนชั้นของวัสดุเสริมดิน ระยะห่างของวัสดุเสริมดินในแต่ละชั้น และค่าความยาวของวัสดุเสริมดิน สำหรับลักษณะของการทดสอบดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูป 4.1



รูป 4.1 ลักษณะของการจัดเก็บข้อมูล



รูป 4.2 สรุปขั้นตอนของการวิจัย

ในการทดลองนี้มีจำนวนของการทดลองทั้งสิ้น 27 การทดลองโดยแบ่งการทดลองกับไม้ไผ่ที่มีการชุบฟลิ้นโค้ดจำนวน 9 การทดลอง และการทดลองกับไม้ไผ่ที่ไม่ได้ชุบฟลิ้นโค้ด จำนวน 18 การทดลอง ซึ่งการทดลองยังจะได้แบ่งแยกออกไปตามจำนวนชั้นของวัสดุเสริมดิน ระยะห่างของวัสดุเสริมดิน และค่าความยาวของวัสดุเสริมดิน ซึ่งรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรของการทดลองดังกล่าวพอสรุปได้ดังนี้คือ

- จำนวนชั้นของวัสดุเสริมดิน มีการเปลี่ยนแปลงค่าจำนวนชั้นของวัสดุเสริมดินตั้งแต่ 4 ชั้น ถึง 6 ชั้น
- ระยะห่างของวัสดุเสริมดิน มีการเปลี่ยนแปลงค่าระยะห่างของวัสดุเสริมดินตั้งแต่ ระยะ 12.5 ซม. ,17.5 ซม. และ 22.5 ซม.
- ความยาวของวัสดุเสริมดิน มีการเปลี่ยนแปลงค่าความยาวของวัสดุเสริมดินตั้งแต่ ระยะ 15 ซม. 30 ซม. และ 45 ซม.

สำหรับการทดลองแต่ละประเภทตามสภาพของวัสดุเสริมดินนั้นจะทำการทดสอบเป็นจำนวน 2 ครั้ง ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องของค่าที่ได้มา สำหรับรายละเอียดของการทดลอง ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

4.4.2 วิธีการวิจัย เพื่อศึกษาแบบจำลองโครงสร้างของวัสดุเสริมดิน จะประกอบไปด้วยขั้นตอนที่สำคัญต่อการวิจัยอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นตอนของการจัดเก็บและเตรียมข้อมูลของตัวแปรที่จะมีผลต่อการวิจัย วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับตัวแปรที่เกี่ยวข้องในที่นี้ก็ได้แก่คุณสมบัติต่าง ๆ ของไม้ไผ่ที่นำมาใช้เช่น แรงดึง เป็นต้น การชุบผิวของไม้ไผ่ จำนวนชั้นที่จะนำมาเสริม และระยะห่างของวัสดุเสริมเป็นต้น ซึ่งข้อมูลทั้งหมดเหล่านี้จะถูกเตรียมไว้เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนของการทดลองตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วโดยในการทดลองจะได้ทำการสังเกตุพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งจดบันทึกค่าไว้โดย

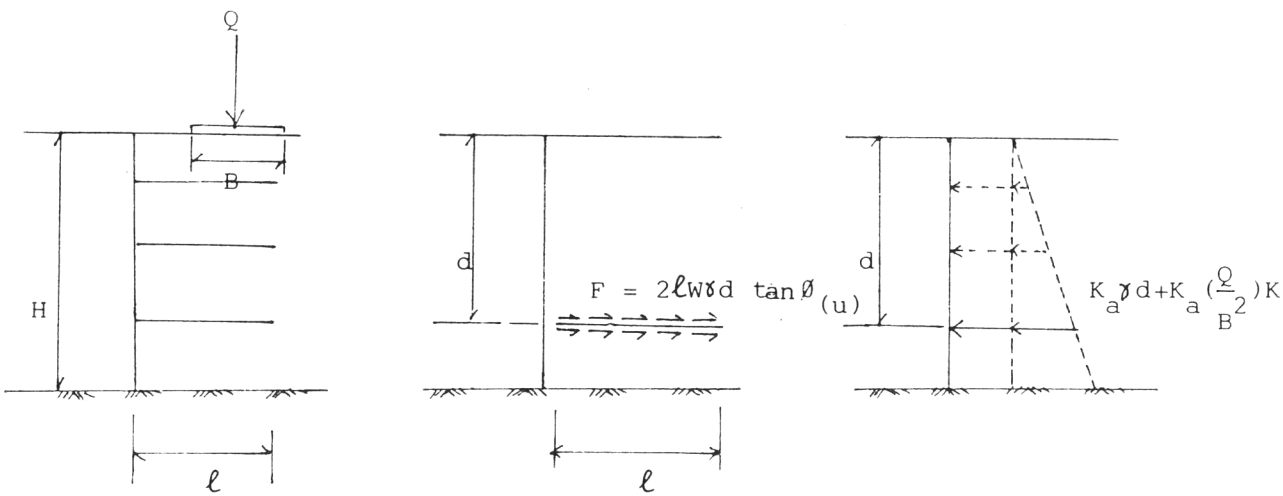
ละเอียดทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาจากขั้นตอนของการทดสอบ เพื่อที่จะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปสรุปผล และใช้งานต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนของการสรุปและอภิปรายผลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ในขั้นตอน 3 เพื่อที่จะได้นำผลที่ได้ดังกล่าวไปใช้ให้เป็นประโยชน์

สำหรับขั้นตอนและรายละเอียดต่าง ๆ ดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูป 4.2

4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้างวัสดุเสริมดินของการวิจัยครั้งนี้เราใช้วิธีการของ Rankine และ Boussinesq เป็นหลักในการวิเคราะห์



รูป 4.3 แสดงโครงสร้างหุ่นจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลอง

จากการทดลองพบว่าโครงสร้างวัสดุเสริมดินถึงสภาวะวิบัติในลักษณะของ Tie Pull Out Failure กล่าวคือ แรงเสียดทานระหว่างไม้ไผ่กับทรายที่ใช้ในการทดลอง มีค่าน้อยกว่าแรงดันทางด้านข้าง (Lateral Pressure) อันเนื่องมาจากน.น.ของทรายรวมกับน.น.ที่เกิดจากการเพิ่มด้วยไฮดรอลิคแจ็คในแนวดิ่ง ดูรูปข้างบนประกอบ ถ้าเราไม่ต้องการให้โครงสร้างวัสดุเสริมดินถึงสภาวะวิบัติ แรงต้านซึ่งเกิดจากแรงเสียดทานระหว่างไม้ไผ่กับทราย จะต้องมากกว่าแรงดันทางด้านข้าง ซึ่งเกิดจากน.น.ของทรายรวมกับน.น.ที่เกิดจากการเพิ่มด้วยแม่แรงไฮดรอลิคในแนวดิ่ง และสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$2\ell w\gamma d \tan\phi_{(u)} = [K_a \gamma d + K_a (\frac{Q}{B^2})K]\, SX \qquad \text{---------- 4.1}$$

จากสมการของ Boussinesq จะได้ว่า $\sigma_z = \frac{Q}{B^2}(K)$ ---------- 4.2

$$\text{โดยที่} \quad K = 1 - [\frac{1}{1+(\frac{r}{z})^2}]^{3/2} \qquad \text{---------- 4.3}$$

ในที่นี้ ℓ คือความยาวของวัสดุเสริมที่ใช้

W คือความกว้างของวัสดุเสริมที่ใช้

γ คือความหนาแน่นของทรายที่ใช้ในการทดลอง

d คือระยะในแนวดิ่งวัดจากผิวบนสุดถึงจุดที่ต้องการคิดแรง

$\tan\phi_{(u)}$ คือค่าความฝืดระหว่างทรายกับไม้ไผ่

K_a คือสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงต้านทานของดินในแนวราบ

Q คือน.น.ที่กระทำจากภายนอก

z คือความลึกจากผิวบนสุดถึงจุดที่หน่วยแรงถ่ายทอดมาถึง

K คือค่าสัมประสิทธิ์ในการหาค่าความเค้นที่เกิดขึ้น ณ จุดใดจุดหนึ่งภายใต้การกระทำของน.น.ที่กระทำเป็นจุด (Point Load)

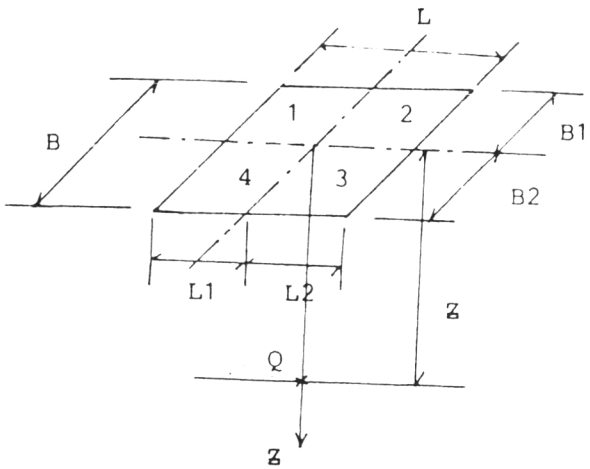
S คือระยะห่างในแนวราบของวัสดุเสริมแต่ละอันใน 1 แถว

X คือระยะห่างในแนวดิ่งของวัสดุเสริมแต่ละอันใน 1 ชั้น

B คือความกว้างของแผ่นเหล็กที่รองรับน.น.ที่กระทำเป็นจุด

สำหรับการหาค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้น ณ จุดที่ต้องการทราบค่าที่ความลึกใด ๆ ทำได้โดย

การเขียนเส้นดิ่งผ่านจุดที่ต้องการหาค่าหน่วยแรง แล้วแบ่งพื้นที่ที่จุดนั้นออกโดยเขียนเส้นขนานกับด้านกว้าง (B) และด้านยาว (L) ให้ผ่านจุดที่ต้องการหาดังรูป



จากรูป ถ้าต้องการหาค่าหน่วยแรงที่จุด Q ซึ่งอยู่ลึกลงไปเป็นระยะทาง = z ให้ทำการแบ่งพ.ท.สี่เหลี่ยมออกเป็น 4 ส่วน โดยมีจุด Q อยู่ตรงมุมของส่วนที่แบ่งพอดีจากนั้นให้เปิดค่า K ของแต่ละส่วนจากค่าอัตราส่วน $\frac{B}{z}$ และ $\frac{L}{z}$ ของแต่ละพื้นที่ แล้วนำมารวมกันก็จะเป็นหน่วยแรงทั้งหมดที่กระทำที่จุด Q ที่ความลึก z ใด ๆ

กล่าวคือ $\sigma_z = (\frac{Q}{B.L})\ K_1 + (\frac{Q}{B.L})\ K_2 + (\frac{Q}{B.L})\ K_3 + (\frac{Q}{B.L})\ K_4$

$\therefore \quad \sigma_z = (\frac{Q}{B^2})K$ ในกรณี (B = L)

$(K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4)$

จากสมการ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่า K จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ $\frac{r}{z}$ สำหรับกรณีที่มีน.น. กระทำแผ่สม่ำเสมอเป็นรูปวงกลม ซึ่งเมื่อเราทราบค่าอัตราส่วน $\frac{r}{z}$ เราก็สามารถหาค่า K ได้จากตารางที่ 4.1 ส่วนกรณีที่มีน.น.กระทำแผ่สม่ำเสมอเป็นรูปสี่เหลี่ยม เราจะหาค่าของ K ได้โดยใช้ตารางที่ 4.2 ซึ่งกำหนดค่า K ในเทอมของ $\frac{B}{z}$ และ $\frac{L}{z}$ โดยที่ B และ L คือ ความกว้างและความยาวของรูปสี่เหลี่ยมตามลำดับ

$\frac{R}{z}$	K	$\frac{R}{z}$	K	$\frac{R}{z}$	K
0.00	0.0000	1.00	0.6465	2.00	0.9106
0.10	0.0148	1.10	0.6956	3.00	0.9684
0.02	0.0571	1.20	0.7376	4.00	0.9857
0.30	0.1213	1.30	0.7733	5.00	0.9925
0.40	0.1996	1.40	0.8036	6.00	0.9956
0.50	0.2845	1.50	0.8293	7.00	0.9972
0.60	0.3695	1.60	0.8511	8.00	0.9981
0.70	0.4502	1.70	0.8697	10.00	0.9990
0.80	0.5239	1.80	0.8855	20.00	0.9999
0.90	0.5893	1.90	0.8990	100.00–∞	1.0000

ตาราง4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วน $\frac{r}{z}$ กับค่า K กรณีมีน.น.กระทำแผ่สม่ำเสมอเป็นรูปวงกลม

$\frac{B}{z}$	$\frac{L}{z}$					
	0.1	0.5	1.0	2.5	5.0	10.0
0.1	0.0047	0.0198	0.0279	0.0314	0.0316	0.0316
0.5	0.0198	0.0840	0.1202	0.1363	0.1374	0.1375
1.0	0.0279	0.1202	0.1752	0.2024	0.2044	0.2046
2.5	0.0314	0.1363	0.2024	0.2401	0.2439	0.2443
5.0	0.0316	0.1374	0.2044	0.2439	0.2486	0.2491
10.0	0.0316	0.1375	0.2046	0.2443	0.2491	0.2498

ตาราง4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วน $\frac{B}{z}$ และ $\frac{L}{z}$ กับค่า K กรณีมีน.น. กระทำแผ่สม่ำเสมอเป็นรูปสี่เหลี่ยม

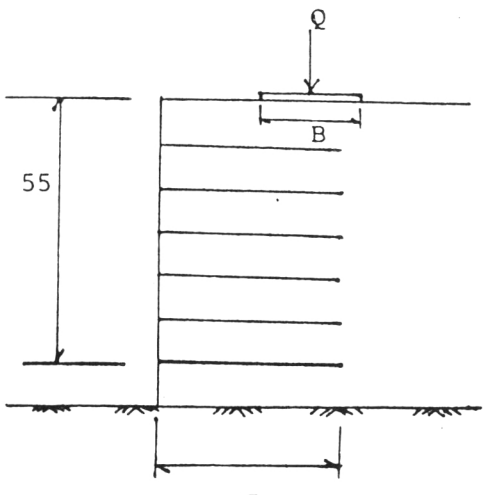
z	B	L	$\frac{B}{z}$	$\frac{L}{z}$	K
55	25	25	0.45	0.45	0.2076
45	25	25	0.55	0.55	0.3432
35	25	25	0.71	0.71	0.3650

ตาราง4.3 สรุปค่า K ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง

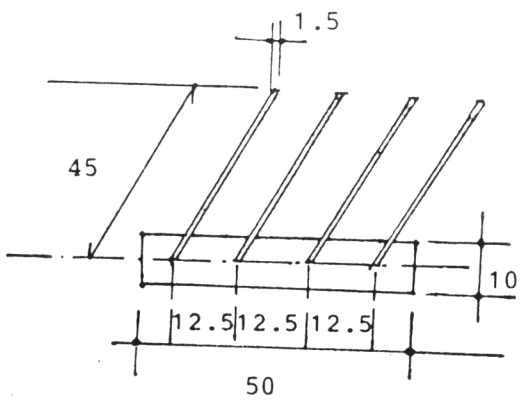
ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลอง

สำหรับตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ได้ใช้ค่าตัวแปรต่าง ๆ ของการทดลองที่ 1 เป็นหลักโดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1. ความหนาแน่นของทรายที่ใช้ (γ) = 1.7 กรัม/ลบ.ซม.
2. มุมเสียดทานภายในของทราย = 38.9° (ใช้ค่าเฉลี่ย)
3. มุมเสียดทานระหว่างทรายกับไม้ไผ่ กรณีชุบฟลิ้นโค้ท =26.57°
4. K = 0.2076



รูป(ก)



รูป(ข)

รูป 4.3 แสดงโครงสร้างหุ่นจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลอง

จากข้อกำหนดที่ 2 จะได้ $K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{38.9^\circ}{2}) = 0.228$

จากข้อกำหนดที่ 3 จะได้ $\tan\phi_{(u)} = \tan 26.57^\circ = 0.50$

จากรูป ข. $\ell = 45$ ซม.

$W = 1.5$ ซม.

$z = 55$ ซม.

$S = 12.5$ ซม.

$X = 10$ ซม.

จากสูตร 4.1 แทนค่าในสมการจะได้ว่า

$$2\times45\times1.5\times1.7\times55\times0.5 = [0.228\times1.7\times55+0.228\frac{Q}{(50)^2}(0.2076)](12.5\times10)$$

$$6,311 = [21.31+\frac{0.0473}{(50)^2}Q]125$$

$$(50.49-21.31) = \frac{(0.0473)Q}{50\times50}$$

$$\therefore Q = 1,545 \text{ Kg}$$