

บทที่ 3

แบบจำลองการกัดเซาะและการรั่วซึม

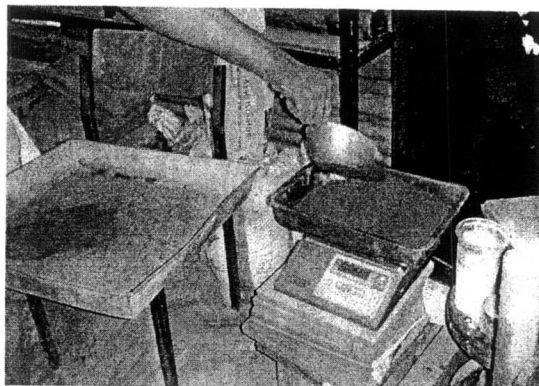
การศึกษาพฤติกรรมทางกลศาสตร์ ต่อผิวลาด ได้แบ่งการทดสอบในการกัดเซาะออกเป็น 3 การทดสอบ คือ การทดสอบการทนทานต่อการกัดเซาะ (UTS Durability Test) การทดสอบการกัดเซาะในแบบจำลองทางน้ำเปิด การทดสอบการชะล้างผิวลาดโดยเม็ดฝน ซึ่งผลโดยรวมของการทดสอบที่อัตราส่วนผสมของดินทรายปนทรายแป้งผสมน้ำยางพาราธรรมชาติที่มีความเหมาะสมจะนำไปทดสอบในแบบจำลองการรั่วซึมในทางน้ำเปิดต่อไป โดยรายละเอียดในการทดสอบดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

3.1 การทดสอบความทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำ (UTS Durability Test)

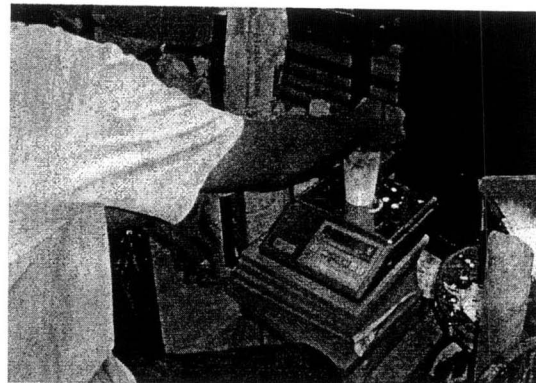
การทดสอบความทนทานต่อการกัดเซาะมีเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐาน (The UTS Durability Test) ระยะระหว่างหัวฉีดกับวัสดุตัวอย่าง 350 มิลลิเมตร ความดันที่หัวฉีด 35 กิโลปาสกาล ชนิดหัวฉีดสเปร์รี่ ระยะเวลาการทดสอบสะสมรวม 30 นาที โดยให้หน้าของดินตัวอย่างสัมผัสกับน้ำเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร แสดงในรูปที่ 3.1-3.9

ขั้นตอนและวิธีการทดสอบ

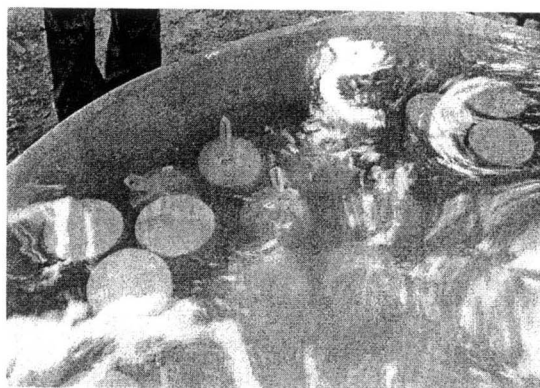
- 1) นำดินที่ผ่านการขึ้นรูปโดยการบดอัดสูงกว่ามาตรฐานแช่น้ำที่ 7, 14 , 28 วัน
- 2) ดินที่แช่น้ำได้อายุตามเวลาแล้วมาชั่งน้ำหนักและวัดความสูงของวัสดุ
- 3) ทำการติดตั้งเครื่องทดสอบการกัดเซาะโดยมีอุปกรณ์ดังนี้
 - 3.1) ปืนน้ำขนาด 1 แรงม้า
 - 3.2) วาล์ว
 - 3.3) เกจวัดแรงดันน้ำ
 - 3.4) หัวฉีดแบบสเปร์รี่
- 4) นำดินตัวอย่างใส่เข้าไปในที่รองรับโดยห่างจากหัวฉีด 350 มม.
- 5) ฉีดน้ำโดยปรับแรงดันน้ำให้อยู่ที่ 35 กิโลปาสกาล
- 6) ฉีดน้ำเป็นระยะเวลา 30 นาที วัดความลึกของการกัดเซาะที่เวลา 30 นาที
- 7) เมื่อครบ 30 นาที นำก้อนตัวอย่างตากแดดทิ้งไว้ให้แห้ง
- 8) นำก้อนตัวอย่างที่แห้งแล้วมาชั่งน้ำหนัก
- 9) นำค่าน้ำหนักก่อนและหลังทำการทดสอบไปคำนวณหาค่าความสูญเสีย



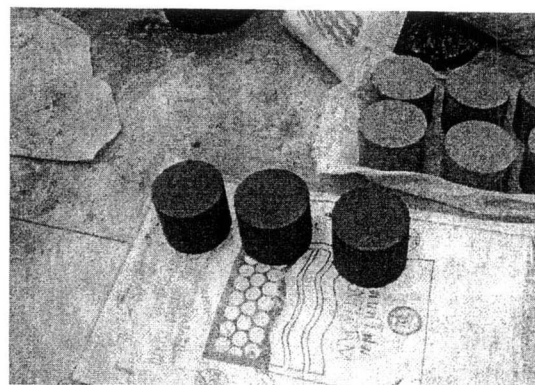
รูปที่ 3.1 การชั่งน้ำหนักดินก่อนนำมาผสม



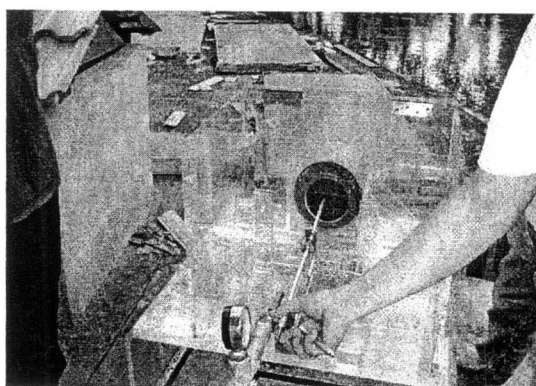
รูปที่ 3.2 ชั่งน้ำหนักน้ำยางพารา



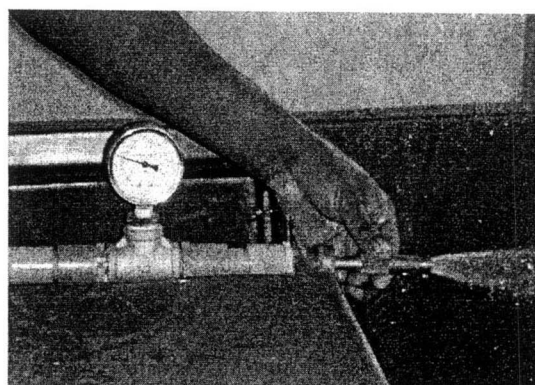
รูปที่ 3.3 ก้อนตัวอย่างที่ได้หลังจากการบดอัด



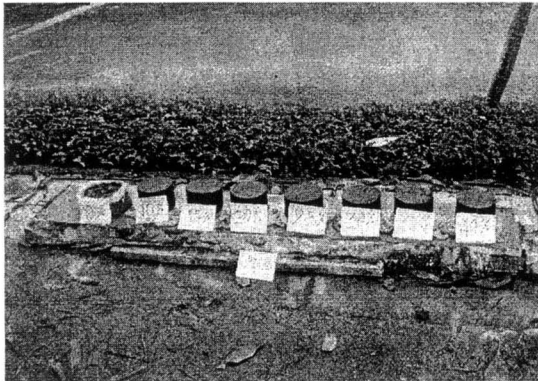
รูปที่ 3.4 ก้อนตัวอย่างนำมาแช่น้ำ



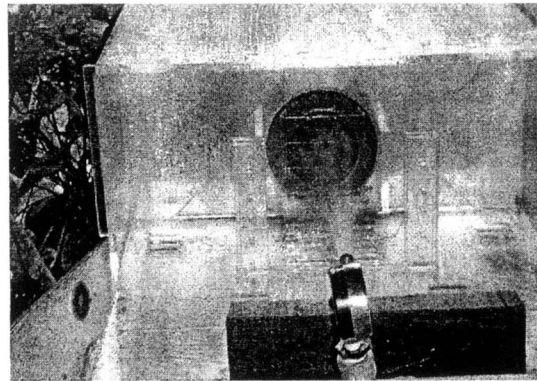
รูปที่ 3.5 ปรับแต่งระยะก่อนทดสอบวัสดุตัวอย่าง



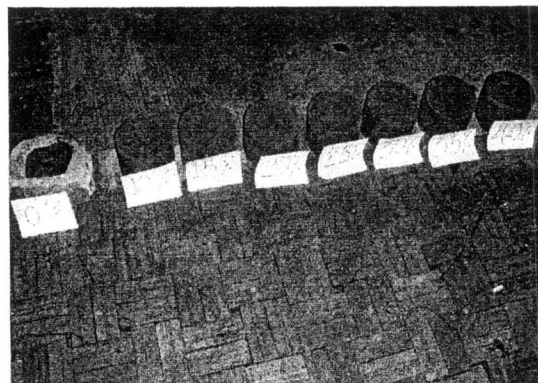
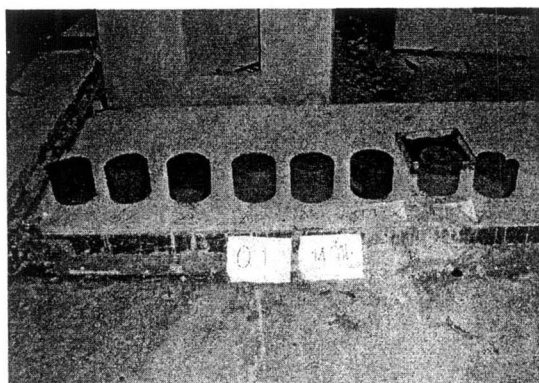
รูปที่ 3.6 การปรับแต่งค่า Q และแรงดัน



รูปที่ 3.7 สภาพก่อนตัวอย่างก่อนการทดสอบ



รูปที่ 3.8 การทดสอบการกัดเซาะ



รูปที่ 3.9 สภาพก่อนตัวอย่างหลังการทดสอบ

3.1.1 การทดสอบและจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

การทดสอบและจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำที่ 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน แสดงในตารางที่ 3.1 และ ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 จำนวนตัวอย่างการทดสอบความทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำที่ 7, 14 และ 28 วัน
(แบบไม่แช่น้ำ)

น้ำหนักนํ้ายาง (ร้อยละ)	อายุตัวอย่าง			รวม
	7 วัน (ก้อน)	14 วัน (ก้อน)	28 วัน (ก้อน)	
0	3	3	3	9
10	3	3	3	9
15	3	3	3	9
20	3	3	3	9
25	3	3	3	9
30	3	3	3	9
35	3	3	3	9
40	3	3	3	9
รวม				72

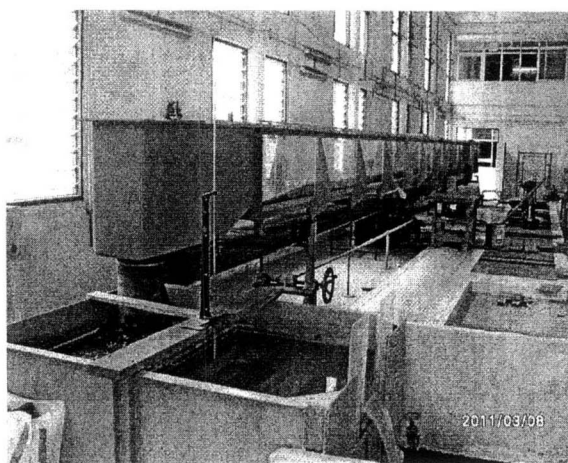
ตารางที่ 3.2 จำนวนตัวอย่างการทดสอบความทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำที่ 7, 14 และ 28 วัน
(แบบแช่น้ำ)

น้ำหนักนํ้ายาง (ร้อยละ)	อายุตัวอย่าง			รวม
	7 วัน (ก้อน)	14 วัน (ก้อน)	28 วัน (ก้อน)	
0	3	3	3	9
10	3	3	3	9
15	3	3	3	9
20	3	3	3	9
25	3	3	3	9
30	3	3	3	9
35	3	3	3	9
40	3	3	3	9
รวม				72

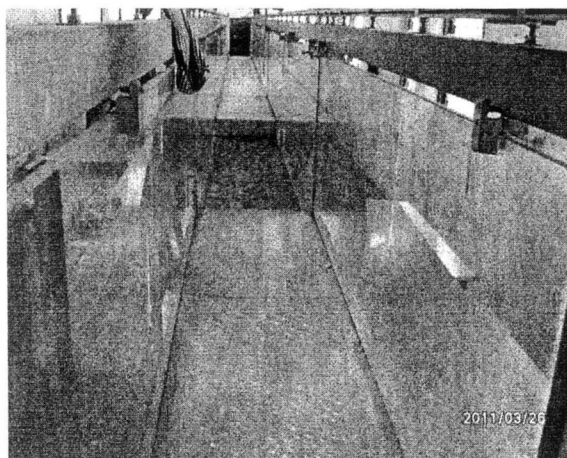
3.2 แบบจำลองทดสอบการกัดเซาะในทางน้ำเปิด

3.2.1 แบบจำลองทางน้ำเปิด

แบบจำลองทางน้ำเปิดสร้างจากแผ่นพลาสติกหนา 10 มม. ประกอบเป็นพื้นที่ท้องน้ำโดยเว้นระยะช่องขนาด $1.50 \times 0.30 \times 0.08$ ม. ไว้สำหรับใส่ตัวอย่างดินที่จะนำมาทดลอง ผงทั้งสองด้านเป็นกระจกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวของแบบจำลองทางน้ำเปิดเท่ากับ 11.40 ม. กว้าง 0.30 ม. สูง 0.55 ม. มีจุดสำหรับปรับความลาดชันท้องน้ำตามเงื่อนไขของแบบจำลอง รายละเอียดต่างๆของแบบจำลองทางน้ำเปิดแสดงดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11



(ก) ภาพรวมแบบจำลองทางน้ำเปิด



(ข) ช่องใส่วัสดุทดสอบ

รูปที่ 3.10 แบบจำลองทางน้ำเปิด



รูปที่ 3.11 แผนผังแสดงส่วนประกอบต่างๆของแบบจำลองทางน้ำเปิด

3.2.2 ชุดควบคุมอัตราการไหล

ชุดควบคุมอัตราการไหล ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำ และวาล์วควบคุมอัตราการไหล โดยมีรายละเอียดดังนี้ เครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำได้อัตราการไหลสูงสุด 12 ลิตร/นาที่ และสูบน้ำขึ้นสูงได้ 3 เมตร วาล์วควบคุมอัตราการไหลมีไว้สำหรับปรับเพิ่มหรือลดอัตราการไหลให้อยู่ในช่วงอัตราการไหลตามเงื่อนไขของแบบจำลองทางน้ำเปิด ดังรูปที่ 3.12

3.2.3 ชุดวัดอัตราการไหล

ชุดวัดอัตราการไหลประกอบด้วย ถังฝายวัดน้ำสร้างจากเหล็กประกอบกันมีขนาดกว้าง 1.20 ม. ยาว 1.60 ม. สูง 0.65 ม. ถังฝายวัดน้ำเป็นฝายสันคมรูปสี่เหลี่ยมโดยภายในถังฝาย มีไม้อัด 2 แผ่น และตะแกรงหินสลายพลังงานควบคุมระดับน้ำให้นิ่งก่อนไหลผ่านถังฝายเพื่อใช้อ่านค่าระดับน้ำเหนือสันฝาย จากจุดวัดระดับน้ำซึ่งติดตั้งอยู่ด้านบนของถังฝาย รายละเอียดและส่วนประกอบต่างๆของถังฝายแสดงดังรูปที่ 3.13

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้วัดข้อมูลการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้วัดข้อมูลในการทดลองมีอยู่ 4 ชนิด คือ สเกลวัดระดับน้ำในแบบจำลองทางน้ำเปิด เครื่องมือวัดระดับน้ำเหนือสันฝาย (Hook gage) เครื่องมือวัดระดับดินทดสอบ (Point gage) และเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ (Current meter) รายละเอียดต่างๆของเครื่องมือมีดังนี้

สเกลวัดระดับน้ำจะติดตั้งเพื่อวัดระดับน้ำขณะทดลองตามกรณีต่างๆ การติดตั้งจะติดตั้งสเกลทั้งหมด 11 จุด แต่ละจุดจะติดตั้งห่างกัน 1 เมตร โดยเริ่มที่จุดที่ 0 ถึงจุดที่ 11 รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.14

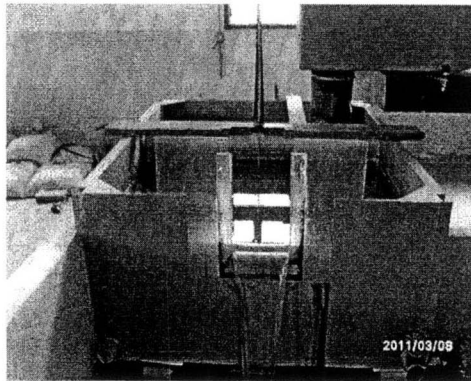
เครื่องมือวัดระดับน้ำเหนือสันฝาย (Hook gage) จะใช้ในการวัดค่าระดับน้ำเหนือสันฝายเพื่อใช้ในการอ้างอิงค่าอัตราการไหลต่างๆตามเงื่อนไขของแบบจำลอง การติดตั้งเครื่องมือจะติดตั้งบริเวณด้านบนของถังฝาย ก่อนที่จะอ่านค่าระดับน้ำได้จะต้องตั้งระดับเครื่องมือให้ได้ศูนย์ก่อน โดยที่ปลายตะขอยุ่ที่ระดับผิวน้ำเสมอสันฝาย รายละเอียดต่างๆของเครื่องมือชนิดนี้แสดงดังรูปที่ 3.15

เครื่องมือวัดระดับผิวน้ำสดุดาด (Point gage) จะใช้วัดค่าระดับความสูงของผิวน้ำสดุดาด การติดตั้งจะอยู่ที่ด้านบนของแบบจำลองทางน้ำเปิดบริเวณช่องใส่ตัวอย่งดินทดลอง การวัดค่าระดับดินจะทำ 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการทดลอง โดยก่อนการวัดค่าระดับดินทุกครั้งจะต้องตั้งระดับศูนย์ที่บริเวณท้องรางในแบบจำลองทางน้ำเปิดก่อนเสมอ รายละเอียดของเครื่องมือชนิดนี้จะแสดงดังรูปที่ 3.16

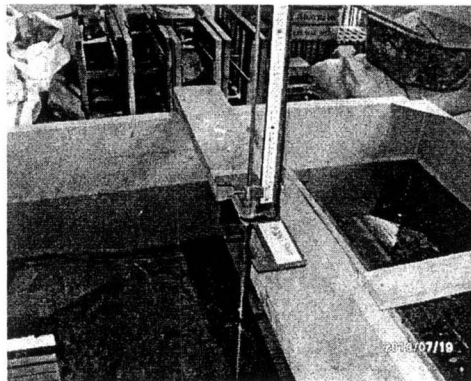
เครื่องมือวัดความเร็วน้ำ (Current meter) จะมีไว้เพื่อวัดความเร็วน้ำขณะทดลองแต่ละกรณี จะติดตั้งอยู่ที่ด้านบนของแบบจำลองทางน้ำเปิด บริเวณจุดอ่านค่าระดับน้ำจุดที่ 4 การวัดค่าความเร็วน้ำจะวัดค่าทางแนวราบ 3 จุดคือ ซ้าย กลาง และขวาของแบบจำลองทางน้ำเปิด ในแนวตั้งจะวัดค่าความเร็วน้ำ 4 จุด คือ ที่ระยะท้องน้ำ 0.2D, 0.4D และ 0.6D ตามลำดับ โดยที่ D คือระยะความสูงของน้ำที่ไหลผ่านจุดอ่านค่าระดับน้ำจุดที่ 4 รายละเอียดต่างๆของเครื่องมือจะแสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.12 ชุดควบคุมอัตราการไหล

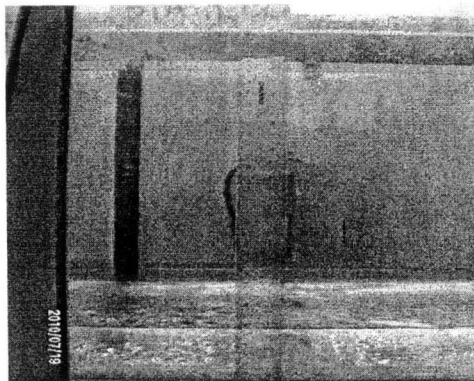


(ก) ฝ่ายสันคมรูปสี่เหลี่ยม



(ข) Hook gage

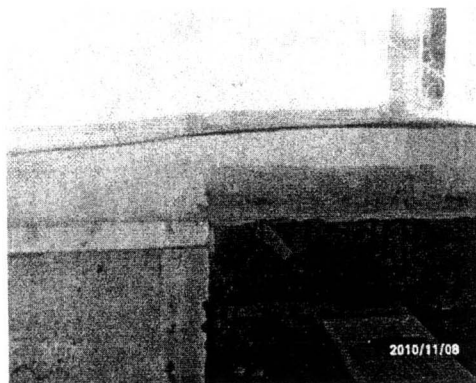
รูปที่ 3.13 ชุดวัดอัตราการไหล



(ก) สเกลอ่านค่าระดับน้ำ

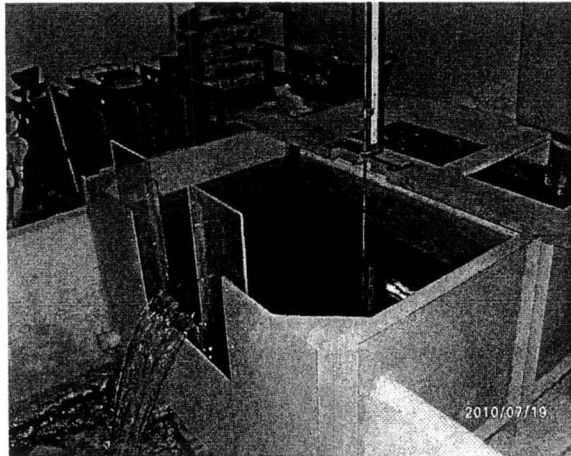


(ข) ตำแหน่งของสเกลแต่ละจุด

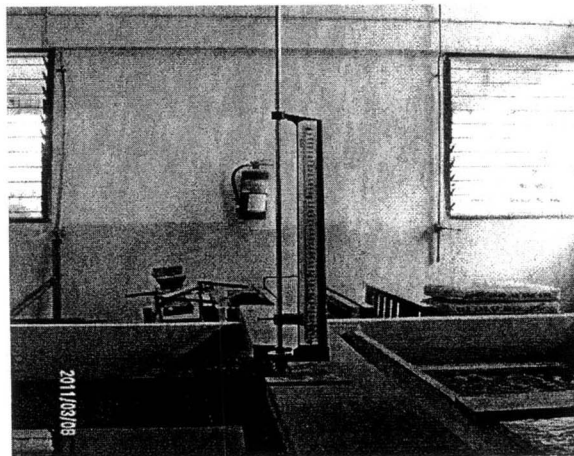


(ค) ระดับน้ำในแบบจำลอง

รูปที่ 3.14 ตำแหน่งติดตั้งสเกลวัดระดับน้ำในแบบจำลองทางน้ำเปิด



(ก) ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำเหนือสันฝาย

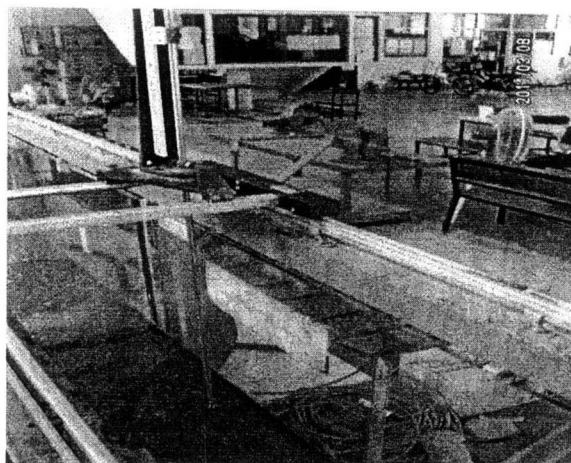


(ข) สเกลอ่านค่าระดับน้ำเหนือสันฝาย

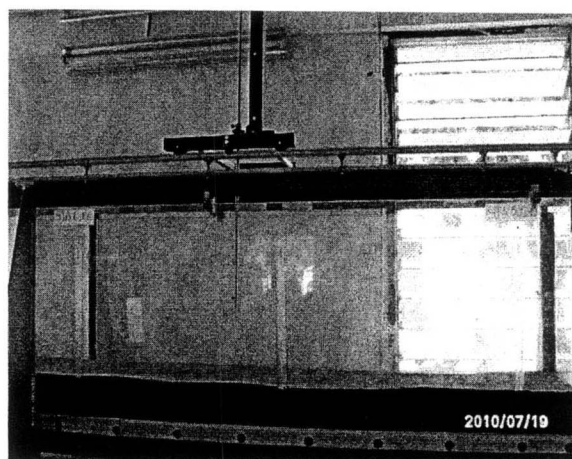


(ค) ระดับน้ำเริ่มต้นในถังฝาย

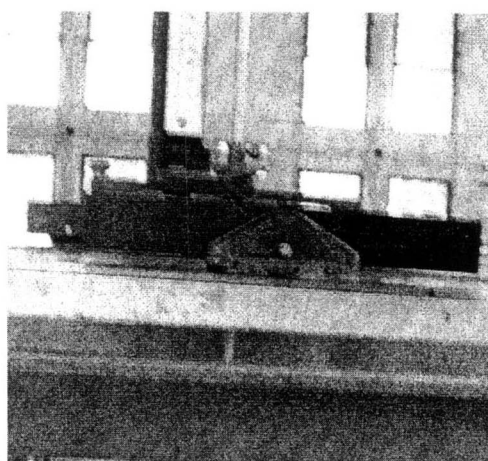
รูปที่ 3.15 เครื่องมือวัดระดับน้ำเหนือสันฝาย



(ก) ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัดระดับผิววัสดุลาด

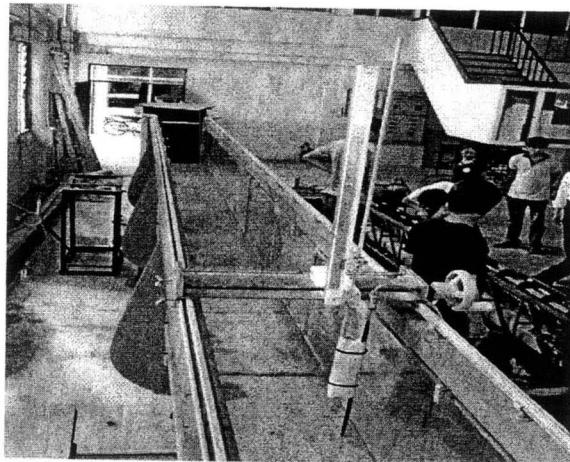


(ข) ปลายเข็ม

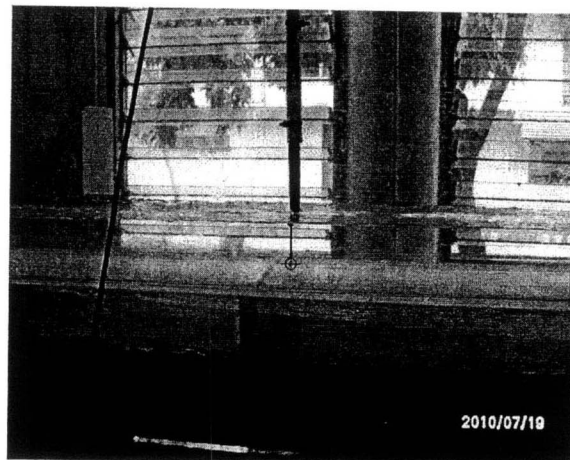


(ค) สเกลอ่านค่าระดับผิววัสดุลาด

รูปที่ 3.16 เครื่องมือวัดระดับผิววัสดุลาด



(ก) สเกลปรับระดับ



(ข) แกนใบพัด



(ค) หน้าจอแสดงค่าความเร็วน้ำ

รูปที่ 3.17 ชุดเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ

3.2.5 วัสดุตลาดทางน้ำ

วัสดุตลาดที่กล่าวต่อไปนี้เป็นดินทรายปนทรายแข็งที่ผสมน้ำยางพาราธรรมชาติแล้วตามอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อน้ำหนักน้ำ ที่ออกแบบไว้ตามเงื่อนไขการทดลอง การทดลองจะต้องนำวัสดุตลาดมาบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compression) จากนั้นหาค่าความชื้นที่เหมาะสม (Optimum Water Content) และความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) นำค่าที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุตลาดต่อไป ตัวอย่างดินที่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพโดยการผสมน้ำยางพาราธรรมชาติตามอัตราส่วนผสมน้ำยางพาราต่อน้ำหนักน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 อัตราส่วนน้ำยางพาราธรรมชาติต่อน้ำหนักน้ำ

น้ำยางพารา (R)	น้ำหนักน้ำ	ปริมาณน้ำยางพารา
ร้อยละ	(ลิตร)	(ลิตร)
0	1.00	0.00
10	1.00	0.10
15	1.00	0.15
20	1.00	0.20

3.2.6 การออกแบบอัตราส่วนผสมของวัสดุตลาดทางน้ำ

ปริมาณน้ำและน้ำยางพาราที่ใช้ในการออกแบบอัตราส่วนได้จากการทดสอบการบดอัดดินแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

อัตราส่วนปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมในดินที่ทำการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยปริมาณน้ำที่ใช้สามารถคำนวณได้ดังนี้

1) ปริมาณความชื้น (Water Content) ของดินทรายปนทรายแข็งที่ได้จากการทดสอบการบดอัดดินเท่ากับร้อยละ 10

2) ปริมาณน้ำที่ต้องการจะเท่ากับ ปริมาณความชื้นคูณปริมาณดิน 10 กิโลกรัม เพราะฉะนั้นปริมาณน้ำที่ใช้การผสมเท่ากับ 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1 ลิตร

การคำนวณหาปริมาณน้ำยางพาราธรรมชาติที่ต้องการจะเท่ากับ ปริมาณน้ำสะอาดจำนวน 1 ลิตรคูณอัตราส่วนน้ำยางพารา เพราะฉะนั้นปริมาณน้ำยางพาราสามารถคำนวณได้ดังนี้

1) ปริมาณน้ำยางพารา ร้อยละ 0 ต่ปริมาณน้ำสะอาด 1 ลิตร จะได้ปริมาณน้ำยางพารา 0.00 ลิตร

2) ปริมาณน้ำยางพารา ร้อยละ 10 ต่ปริมาณน้ำสะอาด 1 ลิตร จะได้ปริมาณน้ำยางพารา 0.10 ลิตร

3) ปริมาณน้ำยางพารา ร้อยละ 15 ต่ปริมาณน้ำสะอาด 1 ลิตร จะได้ปริมาณน้ำยางพารา 0.15 ลิตร

4) ปริมาณน้ำยางพารา ร้อยละ 20 ต่อปริมาณน้ำสะอาด 1 ลิตร จะได้ปริมาณน้ำยางพารา 0.20 ลิตร

3.2.7 การบดอัดวัสดุคาค

การบดอัดวัสดุคาคจะบดอัดที่ช่องใส่วัสดุคาคในแบบจำลองทางน้ำเปิด การบดอัดจะต้องเลือกค่าพลังงานบดอัดก่อนตามเงื่อนไขตัวแปรวัสดุคาค การคำนวณหาจำนวนการบดอัดหาได้โดยใช้ค่าพลังงานบดอัดตามเงื่อนไขการทดลอง

3.2.8 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

ในการออกแบบการทดลองมีตัวแปรที่ใช้เป็นเงื่อนไขอยู่ 2 ชนิด คือ ตัวแปรเงื่อนไขแบบจำลองทางน้ำ และตัวแปรวัสดุคาค

ตัวแปรเงื่อนไขแบบจำลอง

1. ความลาดชันท้องน้ำ(S_0) ได้แก่ 1/1,000, 1/500, 1/250, 1/100 และ 1/50
2. อัตราการไหล (Q) กำหนดอัตราการไหลในการทดลอง 3 ค่าคือ Q1, Q2 และ Q3 โดยให้ระดับเหนือสันฝายเป็นตัวควบคุมอัตราการไหล เนื่องจากไม่สามารถปรับอัตราการไหลให้เท่ากันได้ในแต่ละการทดลอง

ตัวแปรวัสดุคาค

1. อัตราส่วนน้ำยางพาราค่อนน้ำ (R) ร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ
2. พลังงานการบดอัด (E) ได้แก่ 0, 500, 1,500 และ 2,000 ฟุต-ปอนด์/ลบ.ฟุต แต่การทดลองที่ใช้อัตราส่วนน้ำยางพารา ร้อยละ 20 จะใช้พลังงานบดอัดตั้งแต่ 0, 1,500, 3,000 และ 6,000 ฟุต-ปอนด์/ลบ.ฟุต ตามลำดับ

3.2.9 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นรายละเอียดวิธีการทดลองทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 3.18 หลังจากได้ปรับปรุงเงื่อนไข และจัดรูปแบบการทดลองใหม่ด้วยการเปลี่ยนลำดับตัวแปร และวิธีวัดข้อมูลให้มีความละเอียดถูกต้องเหมาะสม

1. ใช้อัตราส่วนน้ำยางพารา ตามเงื่อนไขตัวแปรวัสดุคาคจากร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 ตามลำดับในขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมวัสดุคาค ต่อไปผสมส่วนผสมให้เข้ากันนำไปใส่ที่ช่องใส่ตัวอย่างดินในแบบจำลอง
2. ใช้พลังงานบดอัด ตามเงื่อนไขตัวแปรวัสดุคาคจาก 0, 500 1,500 และ 2,000 ฟุต-ปอนด์/ลบ.ฟุต บดอัดวัสดุคาคที่ผสมแล้วในช่องใส่ตัวอย่างโดยแบ่งการบดอัดเป็น 3 ชั้น โดยจำนวนการบดอัดแต่ละชั้นจะขึ้นอยู่กับค่าพลังงานการบดอัด เสร็จแล้วปรับแต่งผิวหน้าตัวอย่างวัสดุคาคให้เรียบ ทั้งระยะเวลาบ่มให้ดินยึดเกาะตัวเป็นเวลา 3 วัน
3. ปรับความลาดชันท้องน้ำตามเงื่อนไขแบบจำลองโดยใช้ค่าเริ่มต้น 1/1,000
4. วัดค่าระดับความสูงของผิววัสดุคาค โดยวัดตามแนวกริดที่กำหนดไว้ เสร็จแล้วบันทึกค่าระดับวัสดุคาคใส่ในตารางบันทึกข้อมูล

5. เมื่อครบกำหนดระยะเวลาบ่มจึงเริ่มขั้นตอนการทดลอง คือ เปิดสวิตช์แบบจำลอง ปรับวาล์วเพิ่มอัตราการไหลให้ได้ช่วงอัตราการไหล 1 (Q1) โดยขึ้นอยู่กับความสูงระดับน้ำเหนือสันฝาย

6. ปรับระดับน้ำเหนือสันฝายโดยเครื่องมือ Hook gage เสร็จแล้วบันทึกค่าระดับน้ำเหนือสันฝาย

7. อ่านค่าระดับน้ำจากสเกลที่ติดตั้งอยู่ที่จุดที่ 1 ถึง จุดที่ 11 ของแบบจำลอง เสร็จแล้วบันทึกค่าระดับน้ำเป็นค่าความลึกการไหล

8. วัดความเร็วโดยเครื่อง Current meter เสร็จแล้วบันทึกค่าความเร็ว

9. สังเกตพฤติกรรมของวัสดุลาดเมื่อถูกน้ำกระทำแล้วแล้วเกิดการหลุดร่อนหรือไม่ ถ้าผิววัสดุลาดหลุดร่อนก็ปล่อยให้ผิวหลุดร่อนต่อไป แต่ถ้าไม่หลุดร่อนให้ปรับความลาดชันท้องน้ำตามเงื่อนไขการทดลองต่อไป

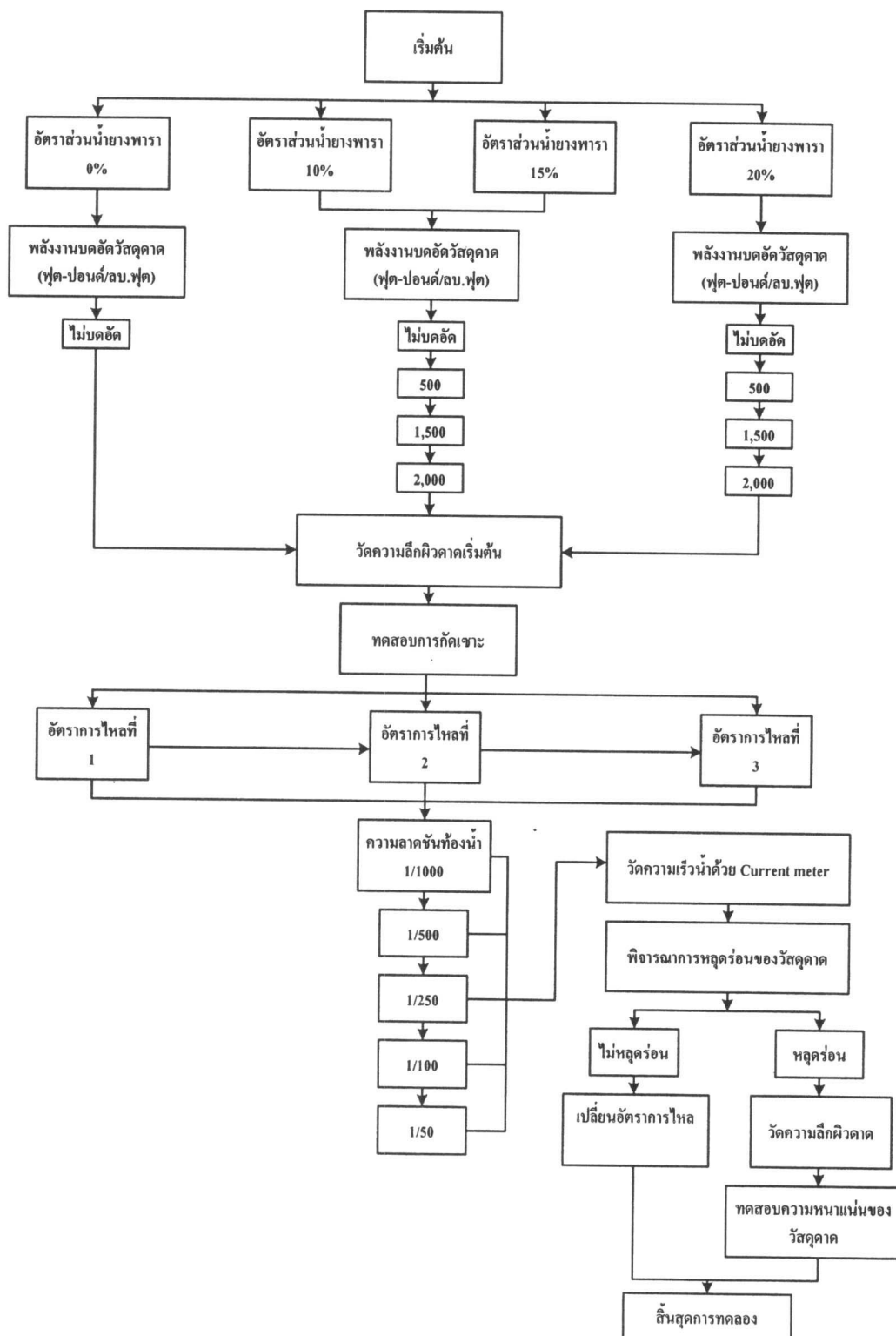
10. ทำซ้ำข้อ 1-9 โดยเพิ่มอัตราการไหลเป็นช่วงอัตราการไหล 2 (Q2) และปรับความลาดชันท้องน้ำตามเงื่อนไขการทดลองคือ 1/1,000, 1/500, 1/250, 1/100 และ 1/50 ตามลำดับ

11. ทำซ้ำข้อ 1-10 โดยเพิ่มอัตราการไหลเป็นช่วงอัตราการไหล 3 (Q3) และค่าความลาดชันท้องน้ำตามลำดับ

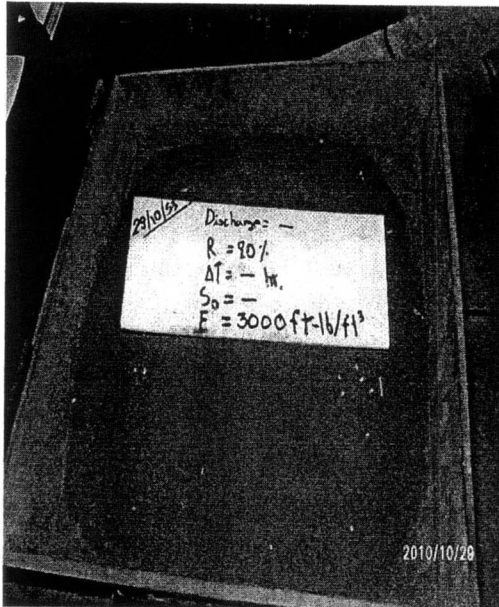
12. สังเกตพฤติกรรมของวัสดุลาดเมื่อวัสดุลาดหลุดร่อนในกรณีใดๆ ให้บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกข้อมูล

13. ทดสอบหาค่าความหนาแน่นที่ช่องใส่วัสดุลาดในแบบจำลอง

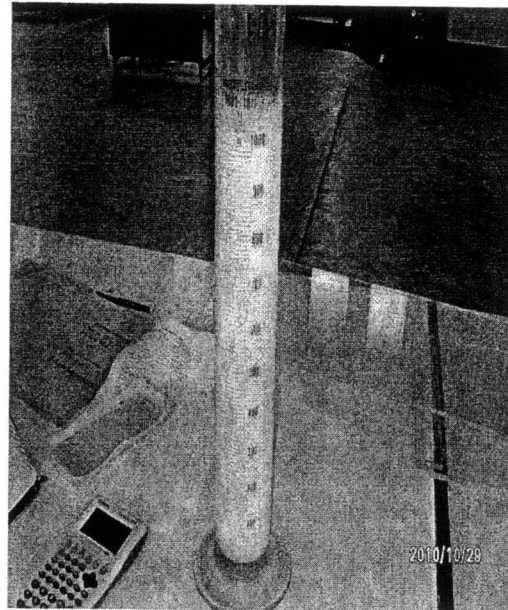
กรณีการทดลองมีทั้งหมดมี 13 กรณี แผนผังและขั้นตอนวิธีการทดลองจะแสดงดังรูปที่ 3.18 ถึงรูปที่ 3.29 รายละเอียดกรณีการทดลองแสดงในตารางที่ 3.4



รูปที่ 3.18 แผนผังขั้นตอนการทดลอง



(ก) ดินทรายปนทรายแป้ง

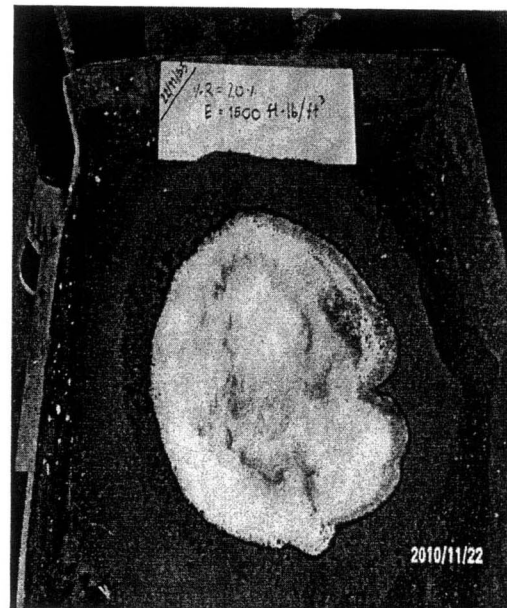


(ข) น้ำผสมน้ำยางพารา

รูปที่ 3.19 เตรียมส่วนผสมของวัสดุตามกรณีการทดลอง

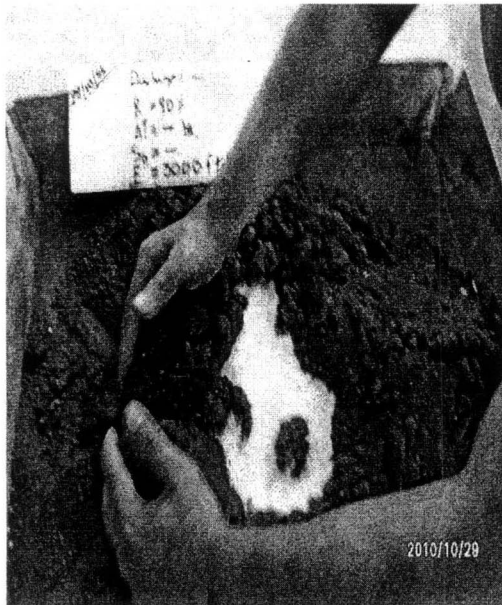


(ก) เทน้ำผสมน้ำยางพารา



(ข) ทิ้งระยะเวลาให้ดูดซึม

รูปที่ 3.20 ปล่อยให้ดินทรายปนทรายแป้งดูดซึมน้ำยางพาราที่ผสมน้ำตามอัตราส่วน



(ก) คลุกเคล้าให้เข้ากัน

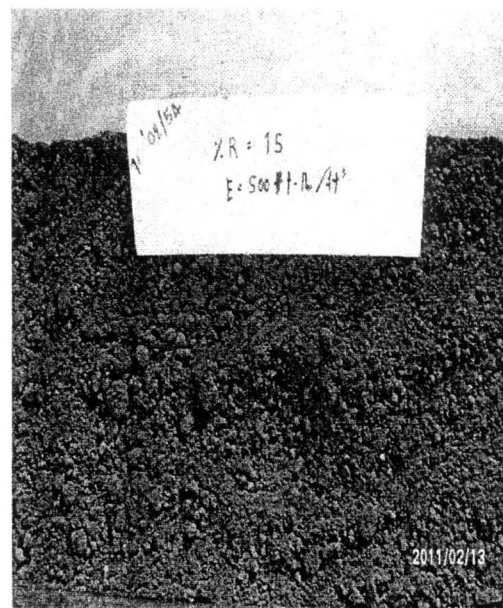


(ข) ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

รูปที่ 3.21 ผสมวัสดุตากคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน



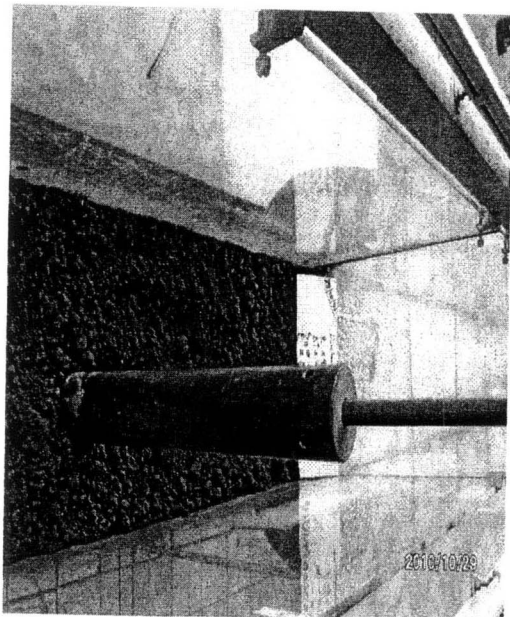
(ก) เทส่วนผสมใส่แบบจำลอง



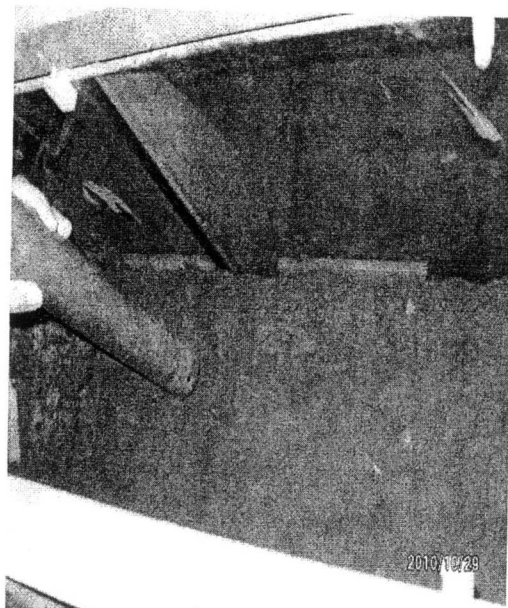
(ข) เกลี่ยให้ผิวเรียบ

รูปที่ 3.22 เทวัสดุตากที่ผสมแล้วในช่องใส่วัสดุตาก และปรับระดับผิวให้เรียบร้อย



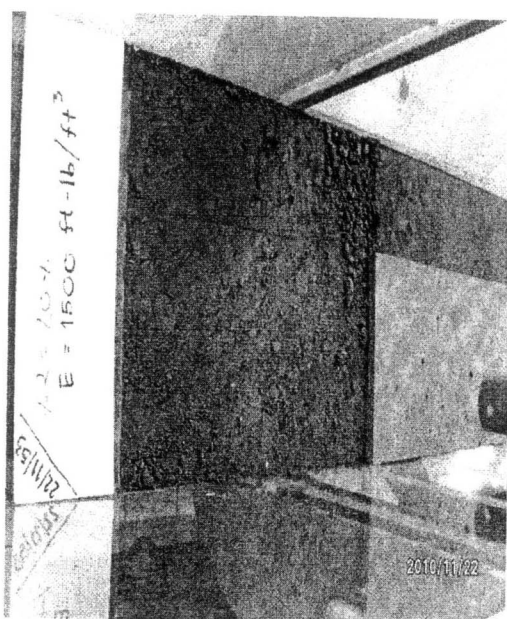


(ก) บดอัดวัสดุลาดชั้นแรก

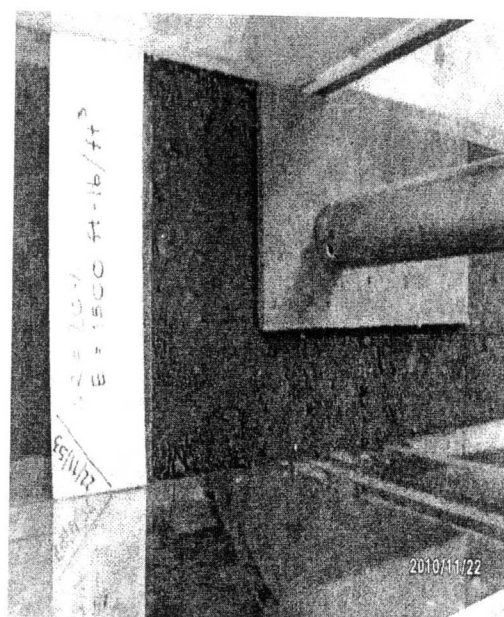


(ข) บดอัดวัสดุลาดชั้นสุดท้าย

รูปที่ 3.23 บดอัดวัสดุลาดตามพลังงานบดอัดที่ออกแบบไว้โดยแบ่งการบดอัด 3 ชั้น

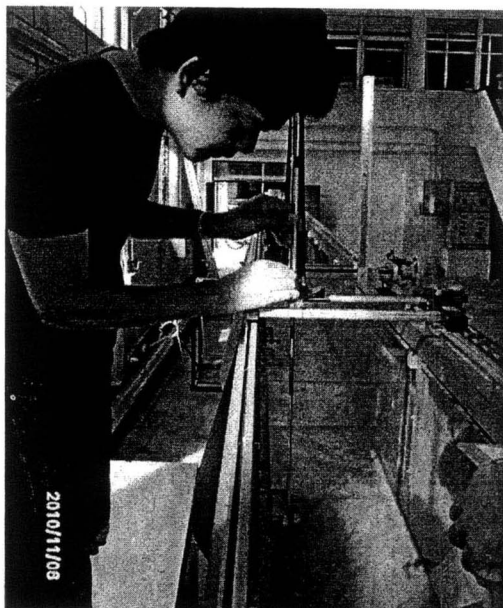


(ก) ปรับแต่งผิววัสดุลาด

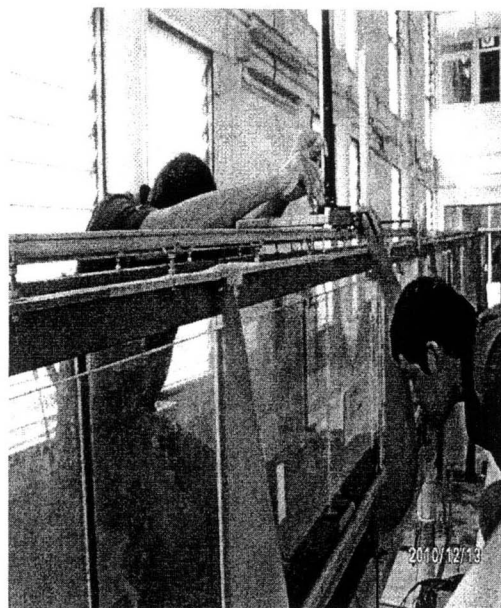


(ข) ผิววัสดุลาดเมื่อปรับผิวแล้ว

รูปที่ 3.24 ปรับแต่งผิววัสดุลาดให้เรียบเสมอรระดับท้องราง

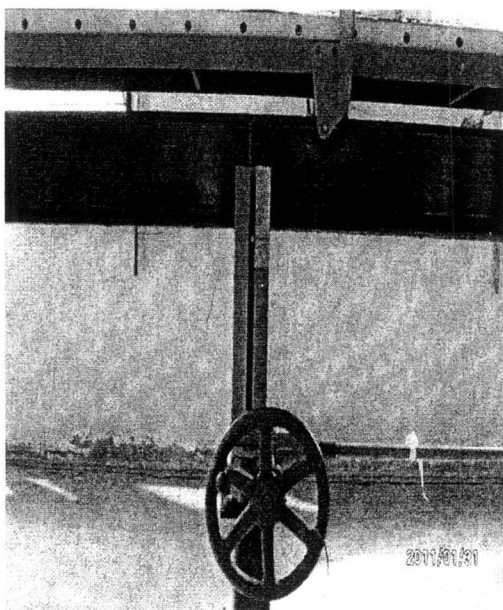


(ก) วัดระดับผิววัสดุตัด

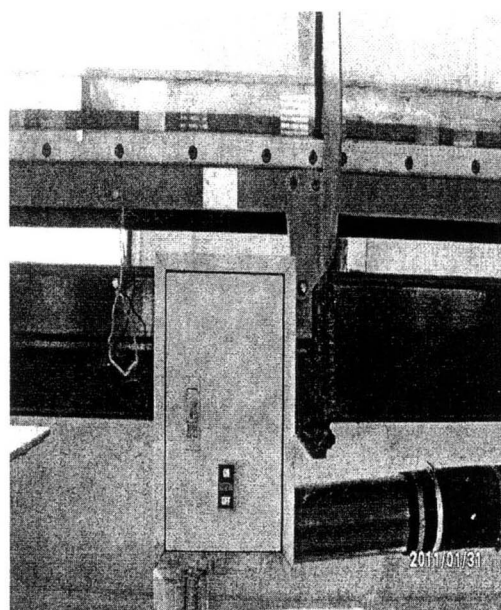


(ข) อ่านค่าระดับผิวและจดบันทึก

รูปที่ 3.25 วัดระดับผิววัสดุตัดก่อนการทดลอง และจดบันทึกค่าใส่ตารางบันทึกข้อมูล



(ก) ปรับความลาดชันท้องน้ำ

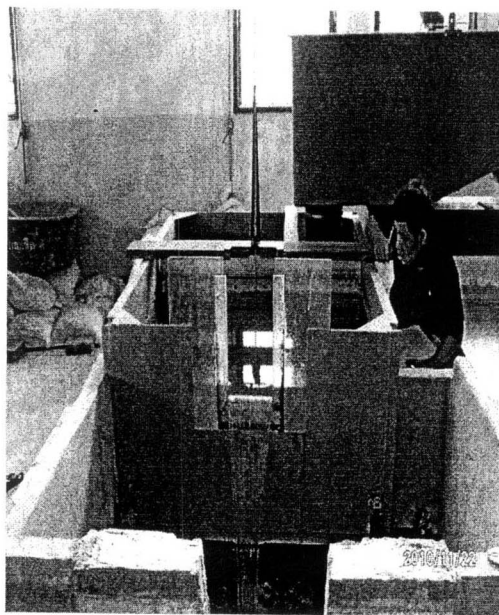


(ข) เปิดเครื่องแบบจำลอง

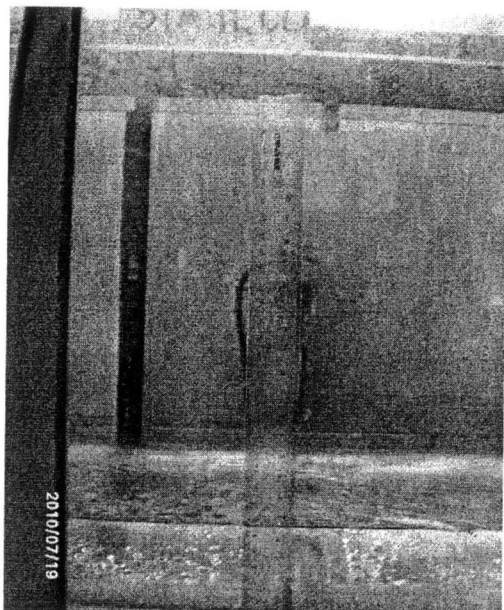
รูปที่ 3.26 ปรับความลาดชันท้องน้ำเริ่มต้นที่ 1/1,000 และเปิดเครื่องแบบจำลองทางน้ำเปิด



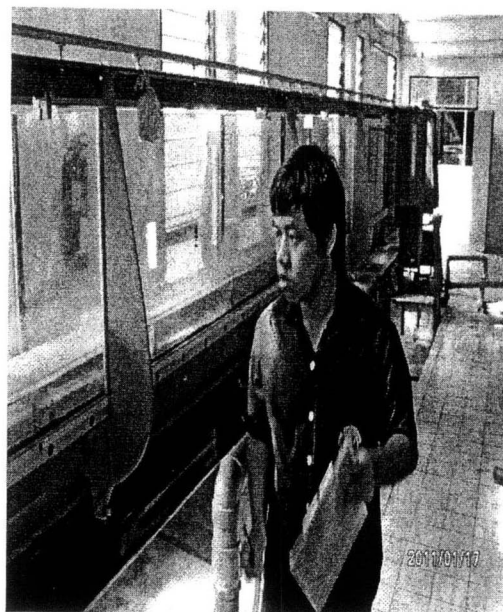
รูปที่ 3.27 ปรับวาล์วปรับอัตราการไหล



รูปที่ 3.28 ปรับระดับน้ำเหนือสันฝาย

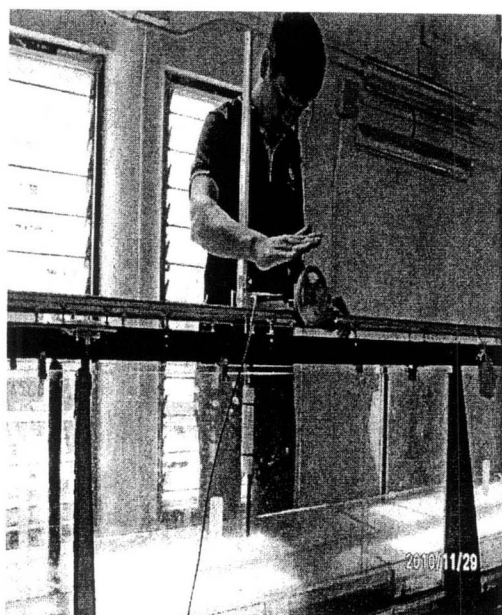


(ก) ระดับน้ำในแบบจำลอง

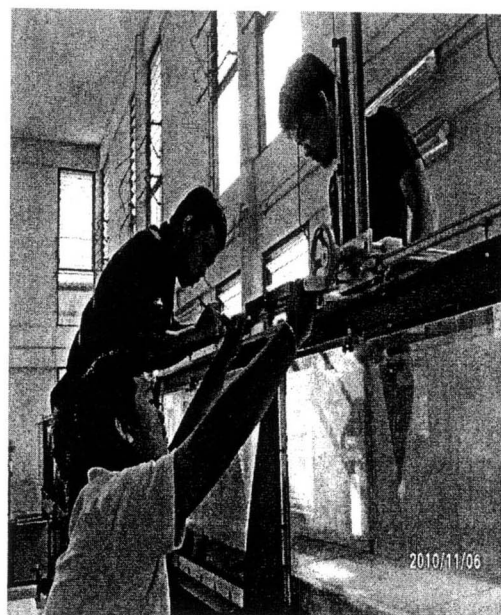


(ข) อ่านระดับน้ำและบันทึกค่า

รูปที่ 3.29 วัดระดับน้ำในแบบจำลองจากสเกลวัดระดับน้ำทั้ง 11 จุดที่ได้ติดตั้งไว้

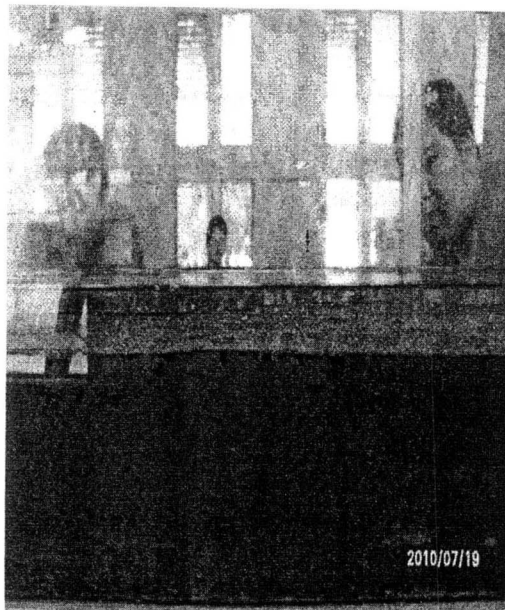


(ก) ปรับตำแหน่งวัดความเร็วน้ำ

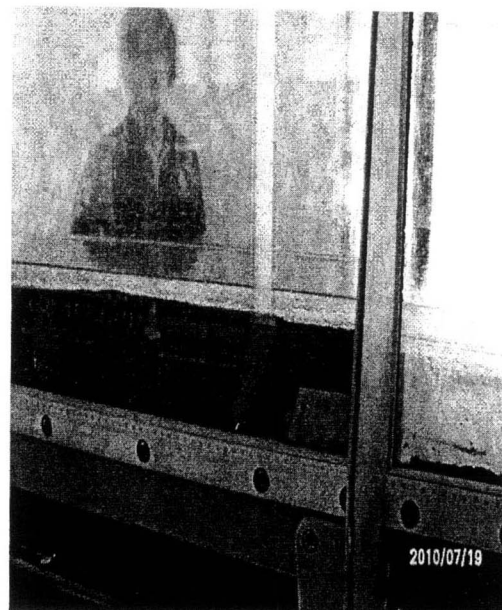


(ข) วัดความเร็วน้ำและบันทึกค่า

รูปที่ 3.30 วัดความเร็วน้ำจากเครื่อง Current meter โดยวัดความเร็วน้ำที่จุดวัดระดับน้ำจุดที่ 4

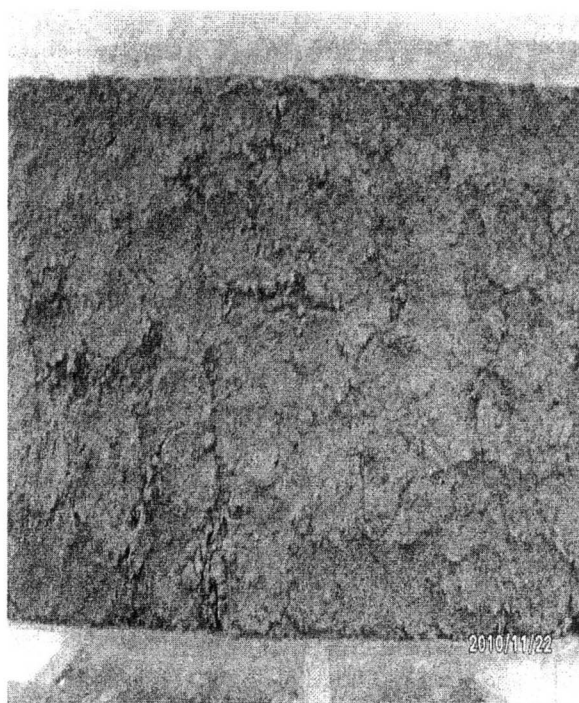


(ก) สังเกตพฤติกรรมของวัสดุคาด

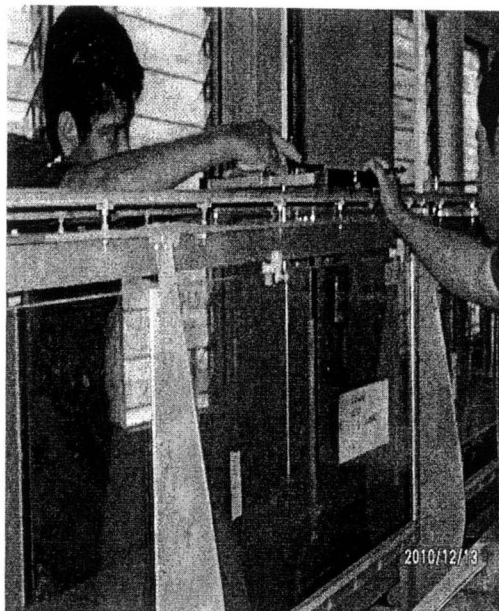


(ข) พิจารณาการเสียรูปของวัสดุคาด

รูปที่ 3.31 สังเกตพฤติกรรมและพิจารณาการเสียรูปของวัสดุคาด



รูปที่ 3.32 การเสียรูปของผิววัสดุคาดหลังจากการทดลอง

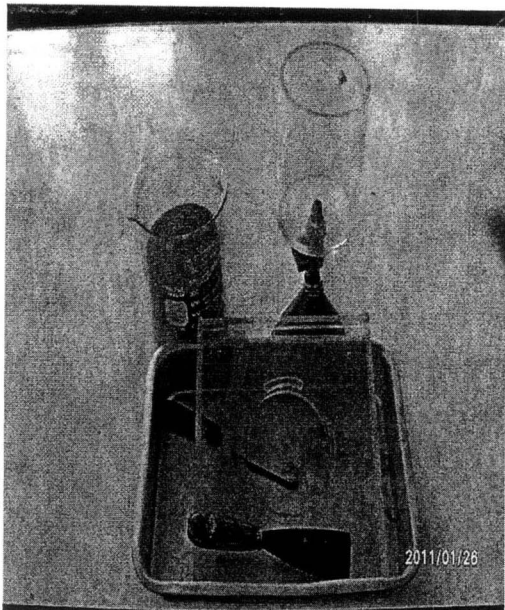


(ก) วัดระดับผิววัสดุตาด

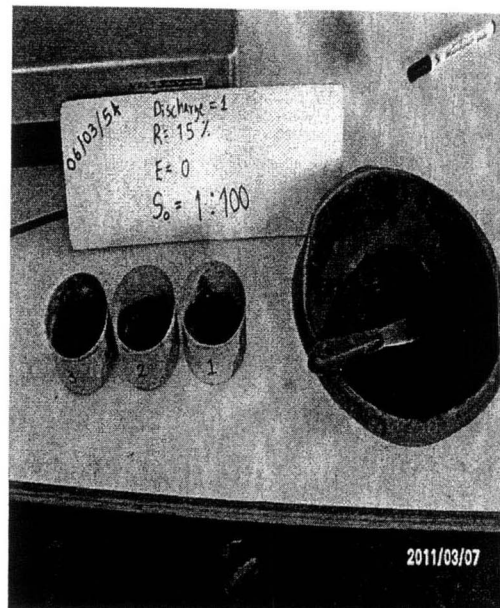


(ข) อ่านค่าระดับผิวและจดบันทึก

รูปที่ 3.33 วัดระดับผิววัสดุตาดหลังการทดสอบ

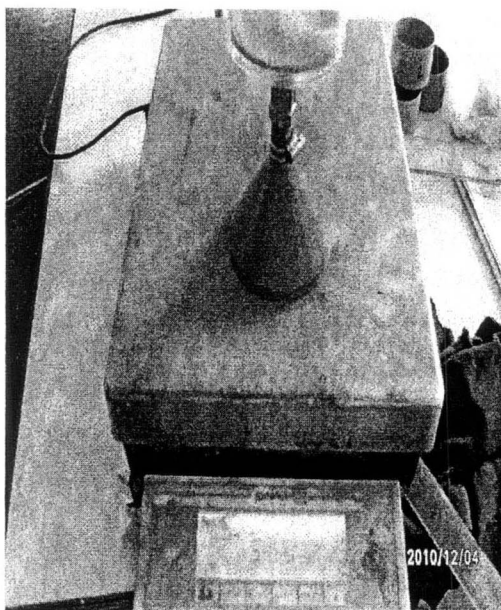


(ก) อุปกรณ์ทดสอบ

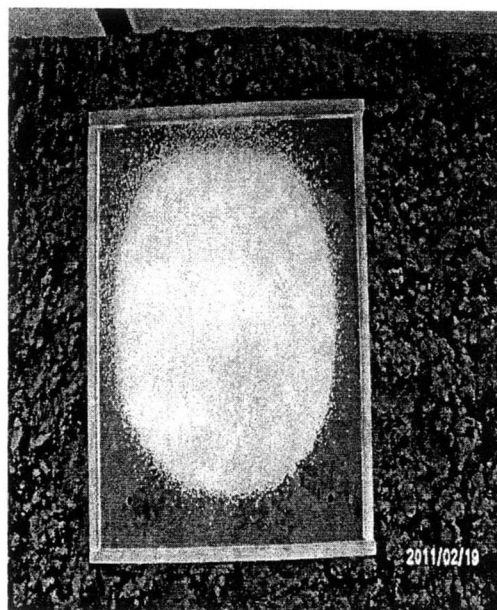


(ข) อุปกรณ์ใส่ตัวอย่าง

รูปที่ 3.34 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบหาค่าความหนาแน่นของวัสดุคาด

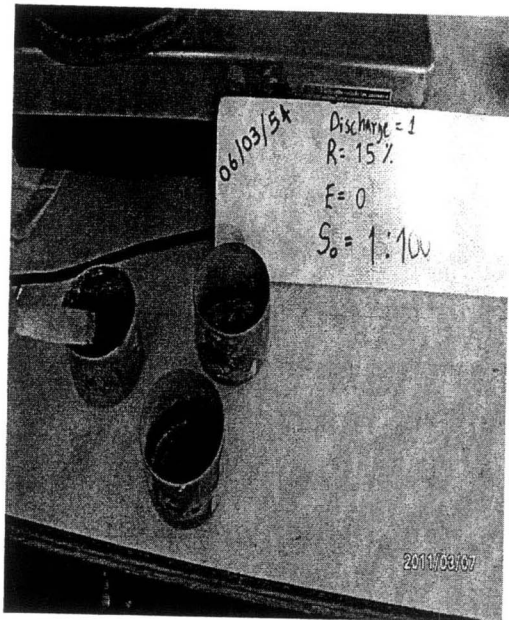


(ก) นำขวดทรายทดสอบออก

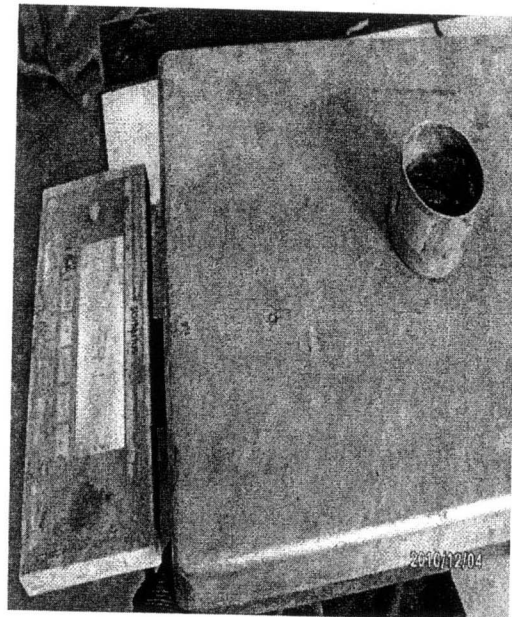


(ข) ชั่งน้ำหนักขวดทรายหลังทรายเต็มหลุม

รูปที่ 3.35 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของวัสดุคาด



(ค) เก็บตัวอย่างดินใส่กระป๋องเก็บตัวอย่าง



(ง) ชั่งน้ำหนักกระป๋องเก็บตัวอย่าง

รูปที่ 3.35 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของวัสดุคาด (ต่อ)



รูปที่ 3.36 จดบันทึกค่าน้ำหนักอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ

ตารางที่ 3.4 กรณีกการทดสอบการกัดเซาะในทางน้ำเปิด

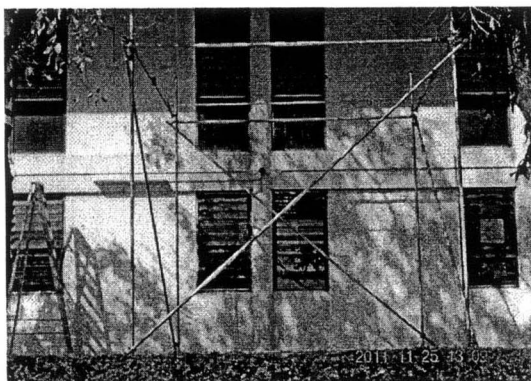
อัตราส่วนน้ำ ยางพารา	พลังงานบดอัด	อัตราการใช้	ความลาดชันท้องน้ำ
(ร้อยละ)	(ฟุต-ปอนด์/ลบ.ฟุต)	(ลบ.ม./วินาที)	(ช่วงความลาดชัน)
0	ไม่บดอัด	0.0035	1/1,000 ถึง 1/100
10	ไม่บดอัด	0.0033	1/1,000 ถึง 1/100
15	ไม่บดอัด	0.0033	1/1,000 ถึง 1/100
20	ไม่บดอัด	0.0035	1/1,000 ถึง 1/100
10	500	0.0048	1/1,000 ถึง 1/50
	1,500	0.0045	1/1,000 ถึง 1/50
	2,000	0.0046	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0071	1/1,000 ถึง 1/50
15	500	0.0048	1/1,000 ถึง 1/50
	1,500	0.0035	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0080	1/1,000 ถึง 1/50
	2,000	0.0040	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0087	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0121	1/1,000 ถึง 1/50
20	1,500	0.0030	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0077	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0091	1/1,000 ถึง 1/50
	3,000	0.0040	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0075	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0107	1/1,000 ถึง 1/50
	6,000	0.0036	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0056	1/1,000 ถึง 1/50
		0.0094	1/1,000 ถึง 1/50

3.3 แบบจำลองการชะล้างผิวตาดโดยเม็ดฝน

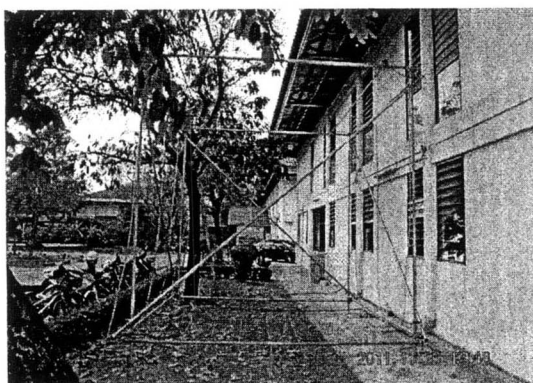
การศึกษาการชะล้างบริเวณผิวตาดโดยเม็ดฝนได้ทำการสร้างแบบจำลองฝนและการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝนโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 โครงชุดจำลองน้ำฝน

โครงชุดจำลองฝนใช้ท่อเหล็กเคลือบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/4 นิ้ว ตัวเสา ยาว 4.50 เมตร จำนวน 4 ต้น เหล็กคานด้านข้างแนวนอนและล่างยาว 4.00 เมตรและเหล็กคานทแยง ยาว 5.50 เมตร ยึดโยงเข้าด้วยกันโดยใช้ตัวบีบยึดท่อ (ข้อเสื่อ) มีท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ยาว 4.20 เมตร จำนวน 3 ท่อน วางพาดบนเหล็กคานข้างตัวบนเพื่อใช้สำหรับยึดหัวจ่ายน้ำ ดังรูปที่ 3.37



(ก) โครงเหล็กประกอบ

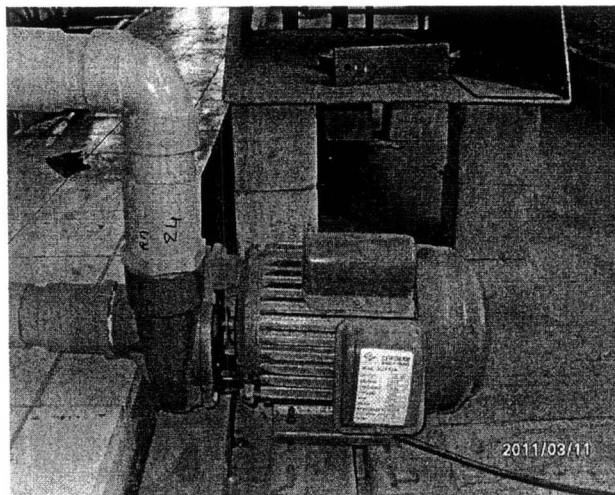


(ข) โครงเหล็กประกอบ

รูปที่ 3.37 โครงชุดจำลองฝน

3.3.2 เครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำยี่ห้อ CHI-PEN Model: RJ 150A เป็นปั๊มแบบหอยโข่ง มีอัตราการไหล 330 ลิตรต่อนาที ส่งน้ำได้สูง 20 เมตร มีความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ดังรูปที่ 3.38



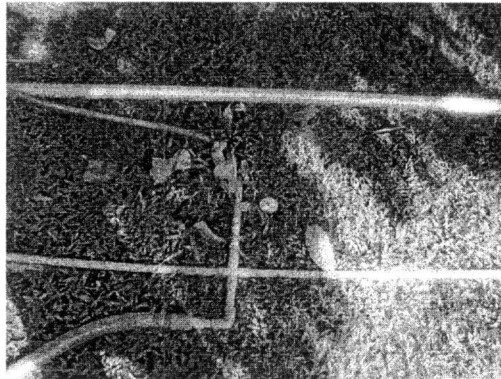
รูปที่ 3.38 เครื่องสูบน้ำ

3.3.3 ระบบส่งน้ำ

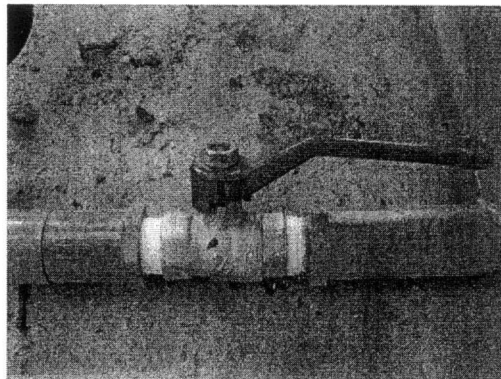
ระบบส่งน้ำประกอบด้วยกัน 3 ส่วน ท่อสายหลักลำเลียงเป็นสายยางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ต่อเข้ากับท่อโพลีไวนิลคลอไรด์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว จากนั้นลดขนาดท่อลงเหลือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว มีทางน้ำออกอยู่แปดจุดควบคุมโดยมีวาล์วควบคุมการไหลและเครื่องมือวัดแรงดันแล้วส่งน้ำผ่านสายยางพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ใช้ความยาวสายยางพลาสติกเท่ากันเพื่อลดตัวแปรที่จะส่งผลกระทบต่อแรงดันที่หัวจ่ายน้ำ ใช้สายยางต่อจากวาล์วควบคุมแรงดันไปยังหัวจ่ายน้ำตามลำดับ ดังรูปที่ 3.39

3.3.4 วาล์วควบคุมการไหล

ใช้วาล์วควบคุมการไหลแบบบอลวาล์วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.39 ระบบส่งน้ำ



รูปที่ 3.40 วาล์วควบคุมการไหล

3.3.5 หัวจ่ายน้ำ

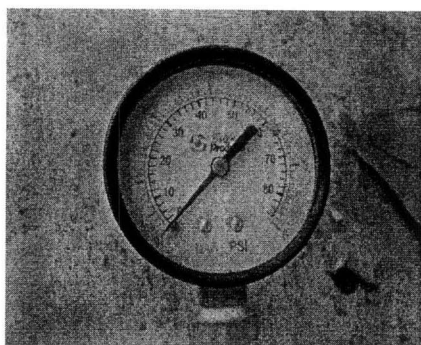
ใช้หัวจ่ายน้ำยี่ห้อ Fulljet SSCO : 3/8HHX-22 จากข้อมูลประสิทธิภาพของหัวจ่ายน้ำแสดงในอ้างอิง หัวจ่ายน้ำชนิดนี้สามารถให้มุมสเปรย์ได้ถึง 90 องศา เมื่อน้ำขณะออกจากหัวจ่ายมีขนาดโตสุด 2.8 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 หัวจ่ายน้ำ (Fulljet)

3.3.6 อุปกรณ์วัดแรงดันน้ำ

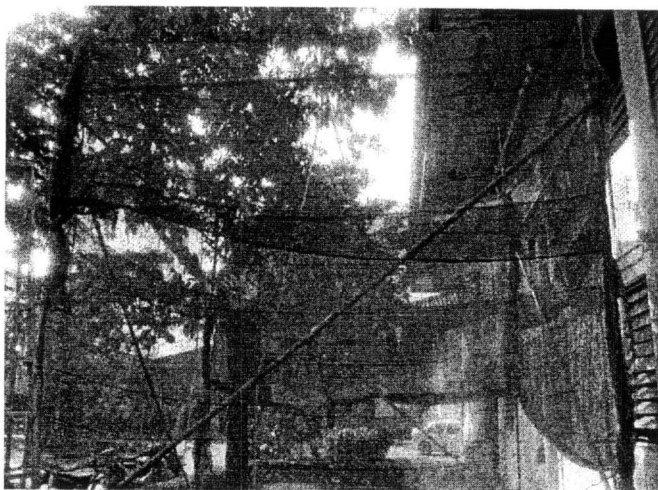
อุปกรณ์วัดแรงดัน (Pressure Gauge) ยี่ห้อ Super product ชนิดไม่มีน้ำมัน สามารถวัดแรงดันได้สูงสุด 6 บาร์ สามารถอ่านค่าได้ 2 หน่วย คือหน่วยอังกฤษ (PSI) และหน่วย SI (BAR) ในการทดลองอ่านค่าเป็นหน่วย SI ข้อต่อท่อใช้วัสดุทองเหลือง ในที่นี้เป็นการวัดแรงดันในท่อส่งน้ำก่อนเข้าหัวจ่ายน้ำที่ระดับพื้น เนื่องจากสะดวกในการทำงานและงานต่อการปรับแรงดันของน้ำ ดังรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 เครื่องมือวัดแรงดันน้ำ

3.3.7 อุปกรณ์ป้องกันลม

ในการทดลองไม่พิจารณาการกระทำของลมกับเมตฝน จึงใช้ตาข่ายพลาสติกเพื่อป้องกันลมด้านข้าง โดยลมจะมีผลต่อทิศทางการตกของเมตฝน ความเร็วและยังส่งผลถึงขนาดเมตฝนด้วย ดังรูปที่ 3.43 จากอุปกรณ์ที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถนำมาประกอบเป็นชุดจำลองน้ำฝนได้



รูปที่ 3.43 อุปกรณ์ป้องกันลม

3.3.7 การสอบเทียบแบบจำลองฝน

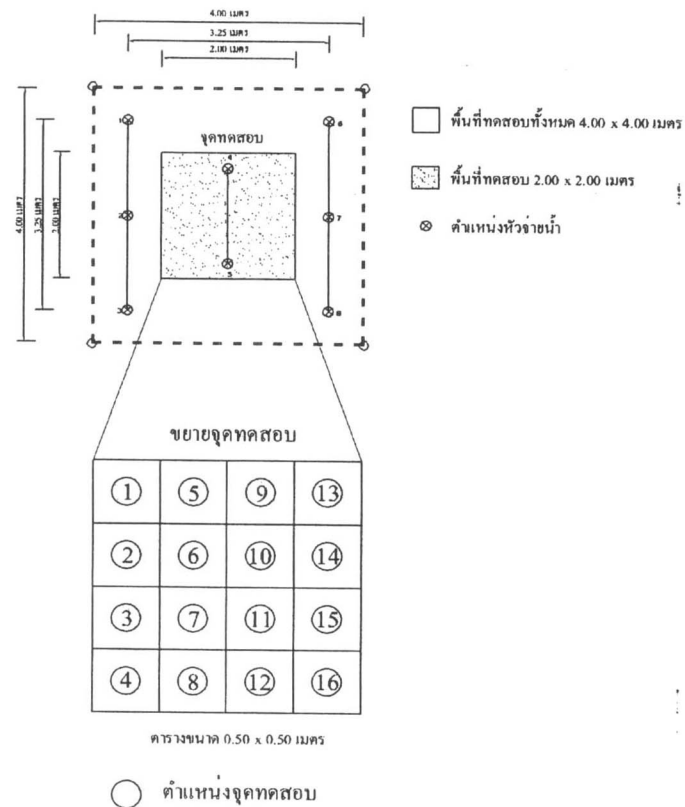
การสอบเทียบเป็นการตรวจสอบว่าชุดจำลองน้ำฝนที่สร้างขึ้น สามารถเลียนแบบพฤติกรรมของฝนที่ตกตามธรรมชาติได้มากน้อยเพียงใด จำเป็นต้องตรวจสอบตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ ขนาดเม็ดฝน ความเร็วสุดท้ายของเม็ดฝน ความเข้มฝน ช่วงเวลาที่ฝนตกและความสม่ำเสมอโดยใช้การกระจายตัวของฝนในพื้นที่ทดสอบเป็นเกณฑ์ มีวิธีการหาตัวแปรต่างๆดังนี้ แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข.

- 1) คัดเลือกและตรวจสอบคุณสมบัติของหัวจ่ายน้ำ
- 2) สร้างชุดจำลองน้ำฝนชนิดใช้แรงดัน
- 3) ตรวจสอบการกระจายตัวให้มีการกระจายตัว 80 เปอร์เซนต์ขึ้นไป
- 4) ตรวจสอบความเข้มฝนและขนาดเม็ดฝน
- 5) ปรับปรุงแก้ไขชุดจำลองน้ำฝน
- 6) จัดทำกราฟและสมการเพื่อใช้เป็นค่าออกแบบความเข้มฝนสำหรับงานวิจัย

ชุดจำลองน้ำฝนได้สร้างขึ้นครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 4.00×4.00 เมตร จัดเป็นพื้นที่ที่ต้องการศึกษาขนาด 2.00×2.00 เมตรเนื่องจากมีการกระจายตัวดีในพื้นที่ที่ทำการศึกษาแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยขนาด 0.50×0.50 เมตรได้จำนวนทั้งหมด 16 ช่อง เพื่อเป็นจุดทดสอบหาค่าความเข้มฝน ค่าการกระจายตัวของฝนและขนาดของเม็ดฝน ดังรูปที่ 3.44

1. จำนวนและความสูงของหัวจ่ายน้ำ

การเลือกใช้จำนวนหัวจ่ายขึ้นอยู่กับค่าความเข้มที่ต้องการทดสอบ และต้องมีการกระจายตัวที่ดีด้วย ในที่นี้ได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ใช้หัวจ่ายน้ำ 4 หัว ตำแหน่งหัวจ่ายน้ำหมายเลข 1, 3, 6 และหมายเลข 8 ส่วนกลุ่มที่ 2 ใช้หัวจ่ายน้ำ 6 หัว ตำแหน่งหัวจ่ายน้ำหมายเลข 1, 3, 4, 5, 6 และหมายเลข 8 ดังรูปที่ 3.44 ส่วนความสูงของหัวฉีดกำหนดที่ 4 เมตรติดตั้งแบบหงายขึ้น

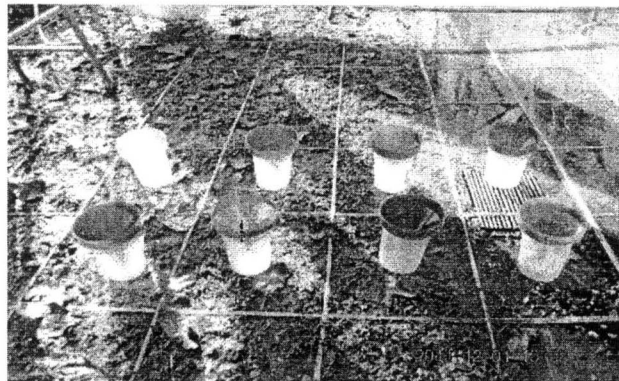


รูปที่ 3.44 แผนตำแหน่งหัวจ่ายน้ำและตำแหน่งจุดทดสอบ

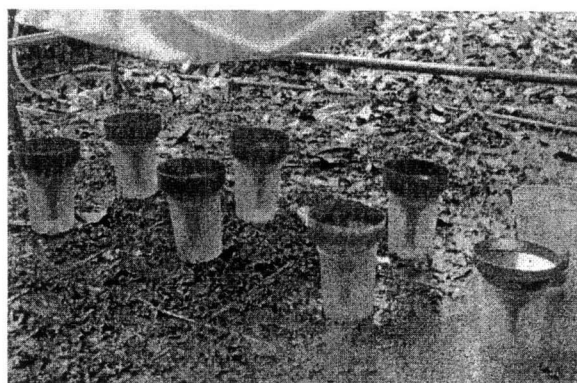
2. การวัดปริมาณความชื้นผืน

เป็นการหาปริมาณของน้ำที่ตกในพื้นที่ศึกษาตามจุดทดสอบที่ได้กำหนดไว้ โดยประยุกต์ใช้กรวยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว และมีรูยอดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ซึ่งมีขนาดตามมาตรฐานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่ไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (non-recording rain gauge)

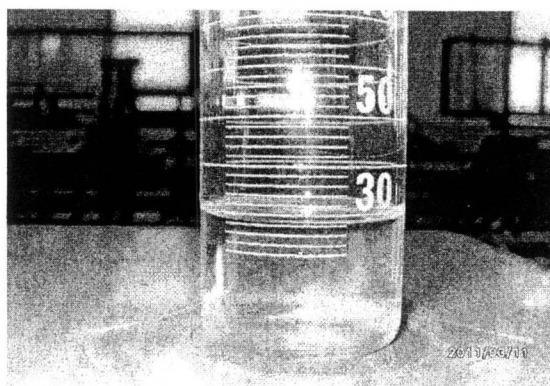
การหาความชื้นนั้นจะควบคู่ไปกับการหาค่าการกระจายตัว เมื่อได้ค่าความชื้นของแต่ละจุดทดสอบนำค่าที่ได้ ไปหาการกระจายตัว ถ้าการกระจายตัวน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองใหม่ โดยการปรับแรงดันของน้ำหรือเพิ่มจำนวนหัวจ่ายน้ำ ถ้าหาค่าการกระจายตัวที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ทำการบันทึกค่า หาขนาดเม็ดฝนและความเร็วต่อไป ทำซ้ำโดยปรับแรงดันของน้ำและจำนวนหัวจ่ายน้ำเพื่อให้ได้ค่าความชื้นหลายๆค่าที่ต่างกันออกไป แสดงในรูปที่ 3.45



(ก) การวางกรวยตามจุดทดสอบ



(ข) การรองรับปริมาณน้ำ

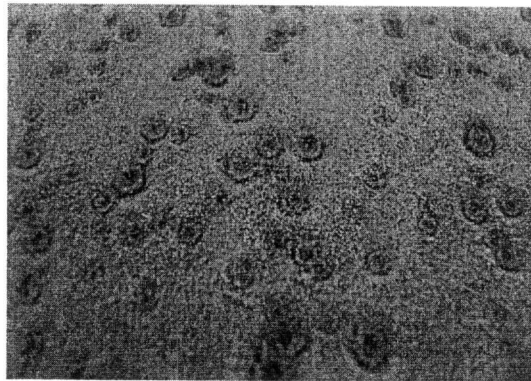


(ค) การตวงปริมาณน้ำ

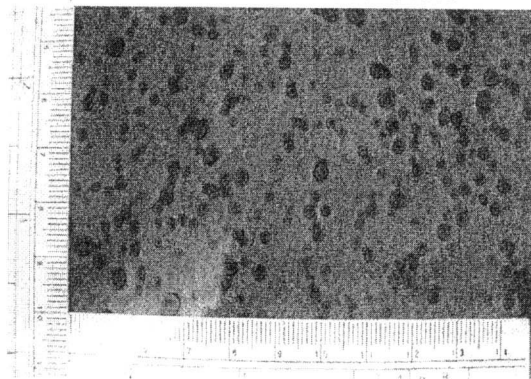
รูปที่ 3.45 การหาปริมาณน้ำ

3 การหาขนาดของเม็ดฝน

การหาขนาดเม็ดฝนใช้ทรายแป้งร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 50 นำทรายแป้งใส่ภาชนะขนาด 25x40 เซนติเมตร ไปรองรับเม็ดฝนที่ตก จากนั้นนำมาวัดขนาดของเม็ดฝนที่ตกในภาชนะทราย ดังรูปที่ 3.46 และใช้เทคนิคการถ่ายภาพ ถ่ายภาพของเม็ดน้ำก่อนการตกกระทบพื้นวัดขนาดโดยเทียบตามสเกลพื้นหลังของฉาก ดังรูปที่ 3.47

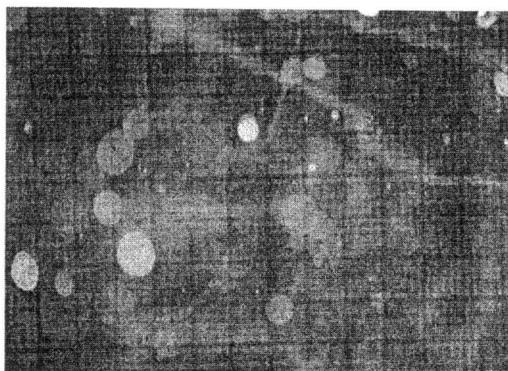


(ก) ลักษณะรอยกระทบของเม็ดฝน



(ข) การเทียบสเกลเม็ดฝน

รูปที่ 3.46 การหาขนาดเม็ดฝนโดยวัดรอยตกกระทบ



รูปที่ 3.47 ภาพถ่ายเม็ดน้ำก่อนตกกระทบพื้น

4 วิธีการทดสอบ

ทดสอบการกัดเซาะหน้าดินที่เกิดจากฝน ในการทดสอบใช้ดินลมหอบอยู่ 3 ตัวอย่างคือ ใช้ดินไม่ผสมน้ำยางพารา ดินที่ผสมน้ำและน้ำยางพารา 10 เปอร์เซ็นต์ และดินผสมน้ำและน้ำยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 3 ตัวอย่างมีการบดอัดที่พลังงานเท่ากัน ใช้ความชื้นฝนอยู่ในช่วง 60-120 มม / ชั่วโมง เพื่อดูพฤติกรรมการกัดเซาะหน้าดินที่เกิดจากแบบจำลองฝน

ขั้นตอนการทดสอบ

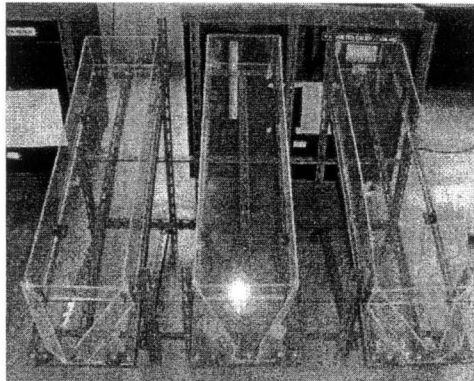
1 เตรียมภาตใส่ตัวอย่างดิน ใช้ภาตใส่ตัวอย่างดินกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตรและสูง 15 เซนติเมตรมีความลาดชัน 1:2 ดังรูปที่ 3.48

2 ห่ออัตราส่วนน้ำตอดิน นำดินลมหอบมาทดสอบหาค่าอัตราส่วนระหว่างน้ำตอดินที่มีความเหมาะสม ซึ่งทำให้ดินนั้นมีความหนาแน่นสูงสุดจากการทดลองได้ค่าอัตราส่วนน้ำตอดินที่ทำให้ตัวอย่างดินมีความหนาแน่นสูงสุด (Water content) ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ จากรูปที่ 3.49

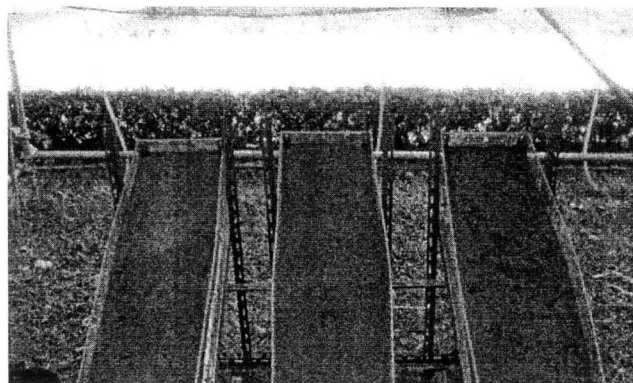
3 ปริมาณน้ำและน้ำยางที่ใช้ในการ มี 3 ตัวอย่างคือดินไม่ผสมน้ำยาง ดินผสมน้ำและน้ำยางพารา 10 เปอร์เซ็นต์ ดินผสมน้ำและน้ำยางพารา 20 เปอร์เซ็นต์

4 การบดอัด เป็นการบดอัดที่เท่าๆกันของตัวอย่างดินแต่ละชนิด ไม่คำนึงถึงพลังงานที่ใช้บดอัด โดยตัวอย่างดินที่บดอัดใช้ค้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 นิ้ว น้ำหนักค้อนเท่ากับ 5.5 ปอนด์และมีระยะยกจากผิวหน้าตัวอย่างดิน 12 นิ้ว บดอัดดินตัวอย่างจำนวน 3 ชั้น ชั้นละ 191 ครั้ง ตัวอย่างดินในภาตหนา 10 เซนติเมตร ทั้งไว้ 24 ชั่วโมง ในการทดสอบเป็นการบดอัดที่เท่าๆกันทุกๆตัวอย่างดินเพื่อต้องการดูพฤติกรรมการกัดเซาะของตัวอย่างดินที่ความชื้นฝนเดียวกัน ระหว่างตัวอย่างดินที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและตัวอย่างดินที่ผสมน้ำยางพารา 10, 20 เปอร์เซ็นต์

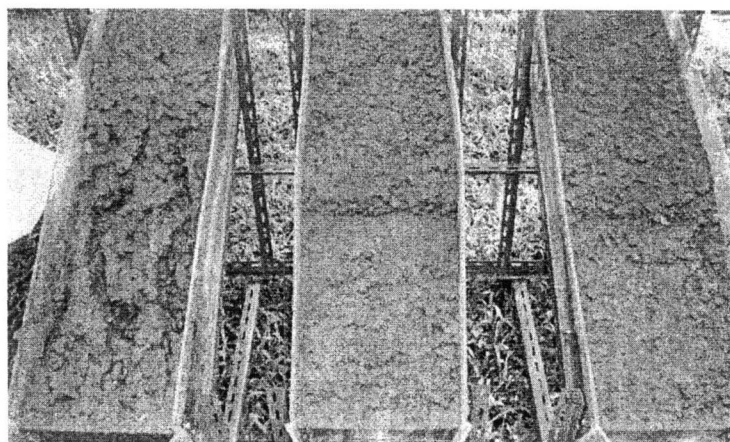
5 นำตัวอย่างไปทดสอบกับชุดจำลองฝน ที่ความเข้มต่างๆใช้เวลาทดสอบทั้งหมด 30 นาที หาปริมาณตะกอนที่ถูกชะล้างจากฝน



รูปที่ 3.48 ถาดใส่ตัวอย่างดิน



(ก) ตัวอย่างดินก่อนทดสอบ



(ข) ตัวอย่างดินหลังทดสอบ

รูปที่ 3.49 ทดสอบการกัดเซาะ

3.4 แบบจำลองทดสอบการรั่วซึมของน้ำต่อผิวลาดในทางน้ำเปิด

3.4.1 แบบจำลองทางน้ำเปิด

แบบจำลองทางน้ำเปิดชุดในพื้นที่เดิม ความยาวของแบบจำลองทางน้ำเปิดเท่ากับ 15 เมตร กว้าง 0.40 ม. ความลาดชันด้านข้าง 1:2 ความลาดชันท้องน้ำ 0.001 รายละเอียดต่างๆของแบบจำลองทางน้ำเปิดแสดงดังรูปที่ 3.50

3.4.2 ชุดควบคุมอัตราการไหล

ชุดควบคุมอัตราการไหล ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำแบบท่อพญานาค และประตูน้ำควบคุมอัตราการไหลโดยมีรายละเอียดดังนี้ การควบคุมอัตราการไหลจะใช้ประตูน้ำเป็นตัวควบคุมมีไว้สำหรับปรับเพิ่มหรือลดอัตราการไหลให้อยู่ในช่วงอัตราการไหลตามเงื่อนไขของแบบจำลองทางน้ำเปิด ดังรูปที่ 3.51

3.4.3 ชุดวัดอัตราการไหล

ชุดวัดอัตราการไหลประกอบด้วย ฝ่ายวัดน้ำมีขนาดกว้าง 1.20 ม. ยาว 1.60 ม. สูง 0.65 ม. ถึงฝ่ายวัดน้ำเป็นฝ่ายสันคมรูปสี่เหลี่ยม และตะแกรงหินสลายพลังงานควบคุมระดับน้ำให้ถึงก่อนไหลผ่านถึงฝ่ายเพื่อใช้อ่านค่าระดับน้ำเหนือสันฝ่าย จากจุดวัดระดับน้ำซึ่งติดตั้งอยู่ด้านบนของถึงฝ่ายเพื่อวัดอัตราการไหลเข้าและออกจากทางน้ำ ดังรูปที่ 3.51

3.4.4 เครื่องมือที่ใช้วัดระดับน้ำ

เครื่องมือวัดระดับน้ำเหนือสันฝ่าย (Hook gage) ฝ่ายวัดอัตราการไหลเข้า-ออก จากทางน้ำเปิด จะใช้ในการวัดค่าระดับน้ำเหนือสันฝ่ายและในทางน้ำเปิดเพื่อใช้ในการอ้างอิงค่าอัตราการไหลต่างๆตามเงื่อนไขของแบบจำลอง การติดตั้งเครื่องมือจะติดตั้งบริเวณด้านบนของถึงฝ่ายก่อนที่จะอ่านค่าระดับน้ำได้จะต้องตั้งระดับเครื่องมือให้ได้ศูนย์ก่อน โดยที่ปลายตะขอยจะอยู่ที่ระดับผิวน้ำเสมอสันฝ่าย รายละเอียดต่างๆของเครื่องมือชนิดนี้แสดงดังรูปที่ 3.51

3.4.5 วัสดุลาดทางน้ำ

วัสดุลาดที่กล่าวต่อไปนี้เป็นดินทรายปนทรายแฉะที่ผสมน้ำยางพาราธรรมชาติแล้วตามอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อน้ำหนักน้ำ ที่ออกแบบไว้ตามเงื่อนไขการทดลอง การทดลองจะต้องนำวัสดุตามาบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compression) จากนั้นหาค่าความชื้นที่เหมาะสม (Optimum Water Content) และความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) นำค่าที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุลาดต่อไป ตัวอย่างดินที่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพโดยการผสมน้ำยางพาราธรรมชาติตามอัตราส่วนผสมน้ำยางพาราต่อน้ำหนักน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.52-3.53

ตารางที่ 3.5 อัตราส่วนน้ำยางพาราธรรมชาติต่อน้ำหนักน้ำ

น้ำยางพารา (R)	น้ำหนักน้ำ	ปริมาณน้ำยางพารา
ร้อยละ	(ลิตร)	(ลิตร)
15	1.00	0.15
20	1.00	0.20

3.4.6 การออกแบบอัตราส่วนผสมของวัสดุลาดทางน้ำ

ปริมาณน้ำและน้ำยางพาราที่ใช้ในการออกแบบอัตราส่วนได้จากการทดสอบการบดอัดดินแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

อัตราส่วนปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมในดินที่ทำการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยปริมาณน้ำที่ใช้สามารถคำนวณได้ดังนี้

1) ปริมาณความชื้น (Water Content) ของดินทรายปนทรายแบ่งที่ได้จากการทดสอบการบดอัดดินเท่ากับร้อยละ 10

2) ปริมาณน้ำที่ต้องการจะเท่ากับ ปริมาณความชื้นคูณปริมาณดิน 10 กิโลกรัม เพราะฉะนั้นปริมาณน้ำที่ใช้การผสมเท่ากับ 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1 ลิตร

การคำนวณหาปริมาณน้ำยางพาราธรรมชาติที่ต้องการจะเท่ากับ ปริมาณน้ำสะอาดจำนวน 1 ลิตรคูณอัตราส่วนน้ำยางพารา เพราะฉะนั้นปริมาณน้ำยางพาราสามารถคำนวณได้ดังนี้

3) ปริมาณน้ำยางพารา ร้อยละ 15 ต่อปริมาณน้ำสะอาด 1 ลิตร จะได้ปริมาณน้ำยางพารา 0.15 ลิตร

4) ปริมาณน้ำยางพารา ร้อยละ 20 ต่อปริมาณน้ำสะอาด 1 ลิตร จะได้ปริมาณน้ำยางพารา 0.20 ลิตร

3.4.7 การบดอัดวัสดุลาด

การบดอัดวัสดุลาดจะบดอัดที่ช่องใส่วัสดุลาดในแบบจำลอง การบดอัดจะต้องเลือกค่าพลังงานบดอัดก่อนตามเงื่อนไขตัวแปรวัสดุลาด การคำนวณหาจำนวนการบดอัดหาได้โดยใส่ค่าพลังงานบดอัดตามเงื่อนไขการทดลอง

3.4.8 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

ในการออกแบบการทดลองมีตัวแปรที่ใช้เป็นเงื่อนไขอยู่ 2 ชนิด คือ ตัวแปรเงื่อนไขแบบจำลองทางน้ำ และตัวแปรวัสดุลาด

ตัวแปรเงื่อนไขแบบจำลอง

1) ความลาดชันท้องน้ำ (S_0) ได้แก่ 1/1,000

2) อัตราการไหล (Q) กำหนดอัตราการไหลในการทดลอง 3 ค่าคือ Q1, Q2 และ Q3 โดยให้ระดับเหนือสันฝายเป็นตัวควบคุมอัตราการไหล เนื่องจากไม่สามารถปรับอัตราการไหลให้เท่ากันได้ในแต่ละการทดลอง

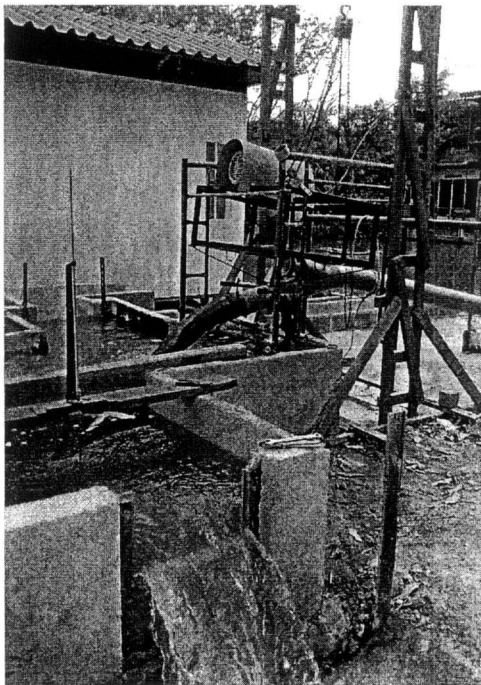
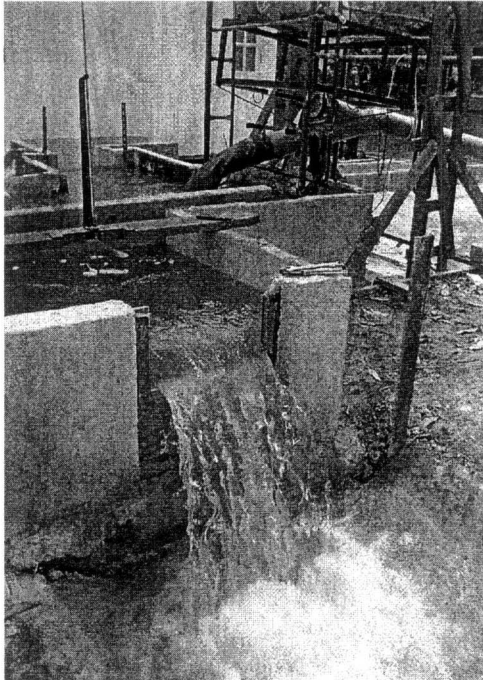
ตัวแปรวัสดุ

- 1) อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อน้ำ (R) ร้อยละ 15 และ 20 ตามลำดับ
- 2) พลังงานการบดอัด (E) ได้แก่ 12,500 ฟุต-ปอนด์/ลบ.ฟุต

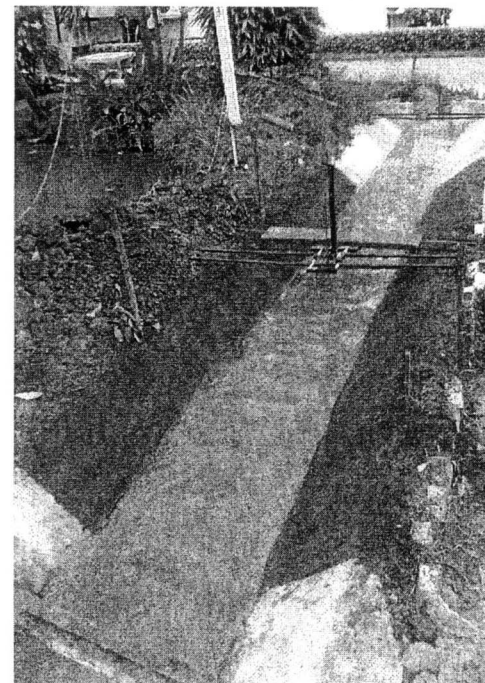
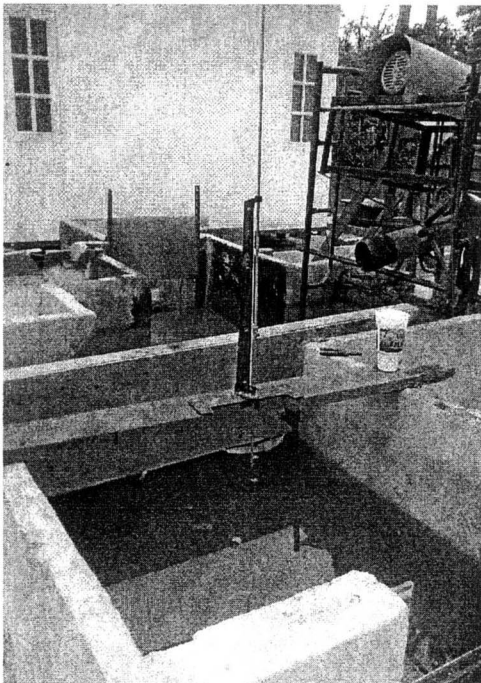
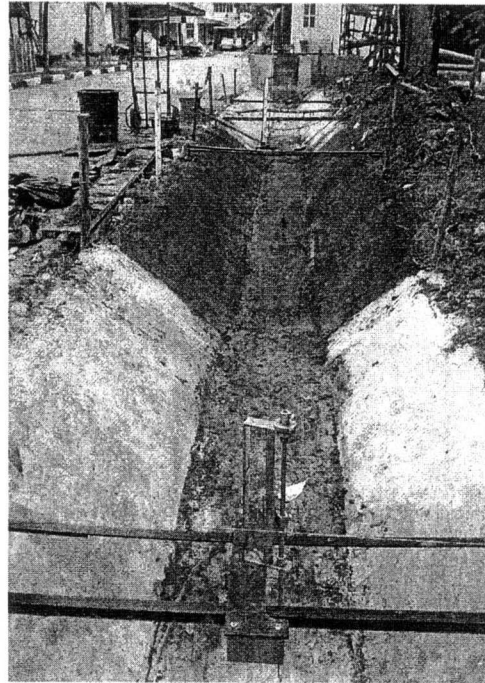
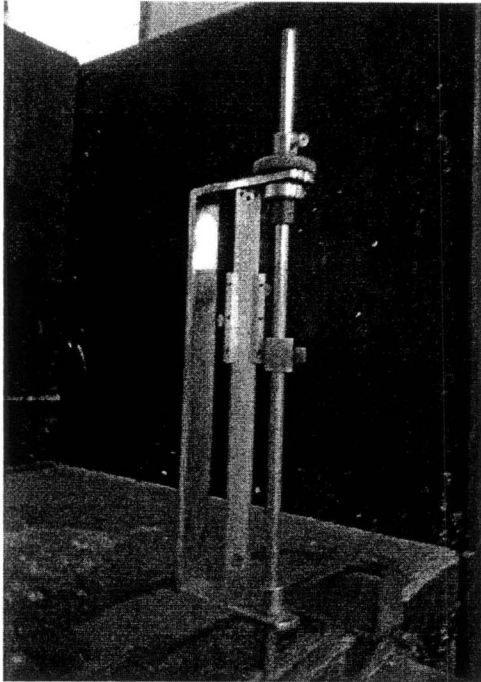
3.4.9 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นรายละเอียดวิธีการทดลองทั้งหมด

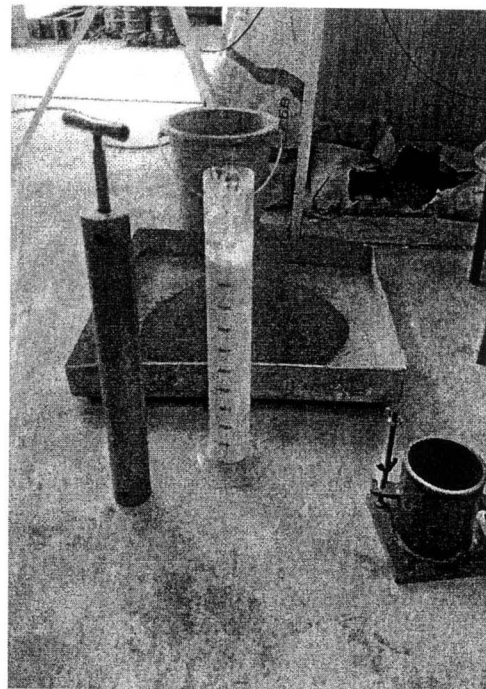
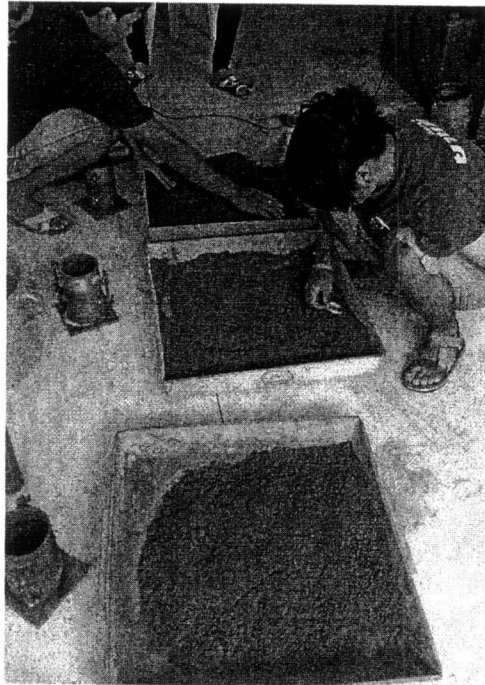
1. ปรับความลาดชันท้องน้ำตามเงื่อนไขแบบจำลองโดยใช้ค่าเริ่มต้น 1/1,000
2. ผสมอัตราส่วนน้ำยางพารา ตามเงื่อนไขตัวแปรวัสดุจากร้อยละ 15 และ 20 ตามลำดับในขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมวัสดุ แสดงในรูปที่ 5.52
3. ใช้พลังงานบดอัด ตามเงื่อนไขตัวแปรวัสดุ บดอัดวัสดุที่ผสมแล้วในช่องใส่ตัวอย่างโดยแบ่งการบดอัดเป็น 3 ชั้น (ความหนาผิวลาด 8 ซม.) โดยจำนวนการบดอัดแต่ละชั้นจะขึ้นอยู่กับค่าพลังงานการบดอัด เสร็จแล้วปรับแต่งผิวหน้าตัวอย่างวัสดุให้เรียบ แสดงในรูปที่ 5.53
4. เมื่อครบกำหนดระยะเวลาบ่มจึงเริ่มขั้นตอนการทดลอง คือ อัตราการไหลให้ได้ช่วงอัตราการไหล 1 (Q1) โดยขึ้นอยู่กับความสูงระดับน้ำเหนือสันฝาย
5. ปรับระดับน้ำเหนือสันฝายโดยเครื่องมือ Hook gage เสร็จแล้วบันทึกค่าระดับน้ำเหนือสันฝาย
6. อ่านค่าระดับน้ำที่ติดตั้งอยู่ที่จุดที่ 1 ถึง จุดที่ 3 ของแบบจำลอง เสร็จแล้วบันทึกค่าระดับน้ำเป็นค่าความลึกการไหลเหนือสันฝายและในรางน้ำ
7. สังเกตพฤติกรรมของวัสดุเมื่อถูกน้ำกระทำแล้วแล้วเกิดการหลุดร่อนหรือไม่ ถ้าผิววัสดุหลุดร่อนก็ปล่อยให้ผิวหลุดร่อนต่อไป แต่ถ้าไม่หลุดร่อนให้ปรับความลาดชันท้องน้ำตามเงื่อนไขการทดลองต่อไป
8. วัดอัตราการไหลเข้า-ออก ทุกๆ 1 ชั่วโมง โดยในแต่ละชุดการทดลองใช้เวลาในการทดสอบการซึม ประมาณ 6-12 ชั่วโมง (ต่อเนื่อง) ทำซ้ำข้อ 5-9 โดยเพิ่มอัตราการไหลเป็นช่วงอัตราการไหล Q2, Q3
9. สังเกตพฤติกรรมของวัสดุเมื่อวัสดุหลุดร่อนในกรณีใดๆ ให้บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกข้อมูล



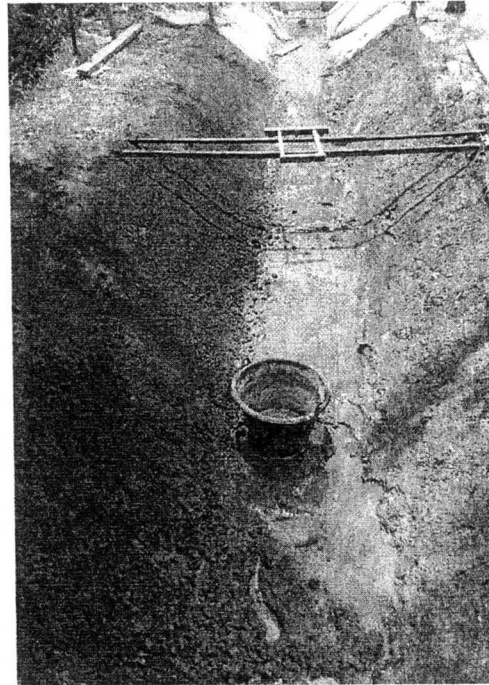
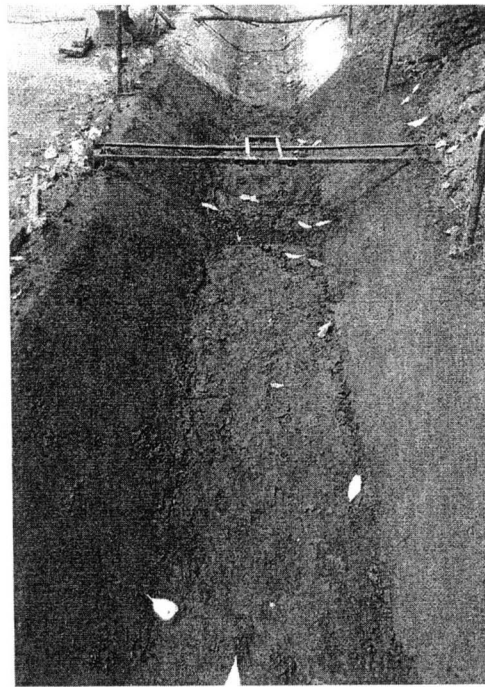
รูปที่ 3.50 แบบจำลองการทดสอบการซึมผ่านผิวตาดินทรายปนทรายแป้งผสมน้ำยางพารา



รูปที่ 3.51 ชุดอุปกรณ์วัดระดับน้ำและควบคุมอัตราการไหลในแบบจำลองการซึมผ่านผิวตาดิน
ทรายปนทรายแป้งผสมน้ำยางพาราธรรมชาติ



รูปที่ 3.52 การผสมดินกับน้ำอย่างพาราธรรมชาติ



รูปที่ 3.53 การติดตั้งวัสดุตาในทางน้ำเปิด