

บทที่ 3

การเตรียมตัวอย่าง และวิธีการทดสอบ

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

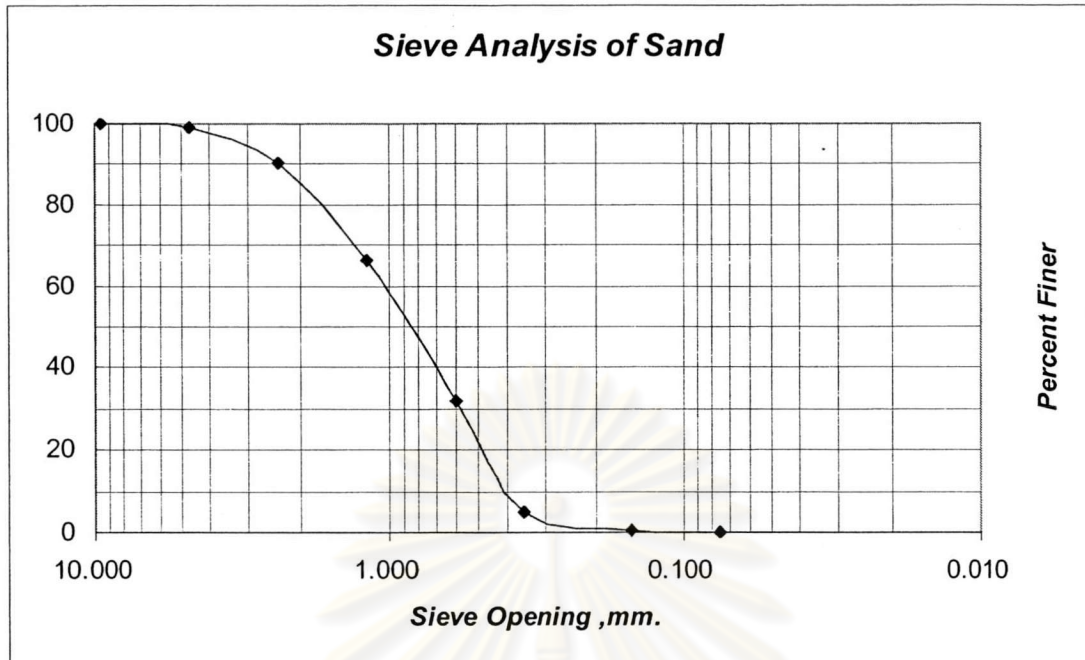
3.1.1 ทราหยาบที่ใช้ในการทดสอบ

ทราหยาบที่ใช้ในการทดสอบเป็นทราหยาบแม่น้ำที่ใช้ในการก่อสร้างทั่วไป โดยนำมาจากกองวัสดุทดสอบของภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ดังรูปที่ 3.1 มีค่าปริมาณความชื้น (Water Content) เท่ากับ 0.1-0.3 % มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.6



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างทราหยาบทดสอบ

จากนั้นได้นำทราหยาบในหัวข้อ 3.1.1 มาร่อนผ่านตระแกรงตามมาตรฐาน ASTM C136 เพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของเม็ดทราหยาบ ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การกระจายตัวของเม็ดทราย

3.1.2 วัสดุอิฐอินเทติกส์

นำตัวอย่างวัสดุอิฐอินเทติกส์มาตัดแต่งให้ได้ขนาดพอดีกับกล่องทดสอบที่มีขนาด 10 X 10 เซนติเมตร ของชุดเครื่องมือทดสอบแรงเฉือนโดยตรงโดยใช้ วัสดุอิฐเทคไทลส์ วัสดุอิฐเนทจาก บริษัท โพลีเฟลล์ จำกัด และวัสดุอิฐเมมเบรอนจาก บริษัท วลัยวิท เทรคดิ่ง จำกัด ดังนี้

วัสดุอิฐเทคไทลส์ มี 2 ชนิดในการทดสอบตามรูปที่ 3.3 และ 3.4 ดังนี้

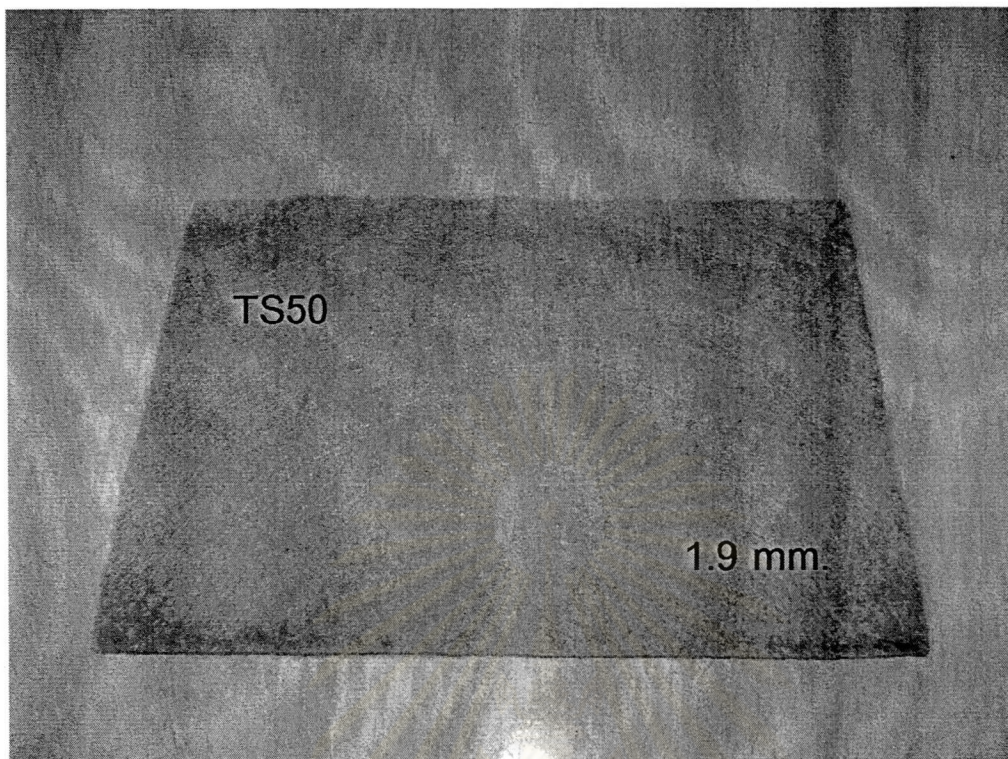
1. TS 50 หนา 1.9 มิลลิเมตร
2. TS 80 หนา 3.2 มิลลิเมตร

วัสดุอิฐเมมเบรอนที่ใช้ในการทดสอบตามรูปที่ 3.5 ดังนี้

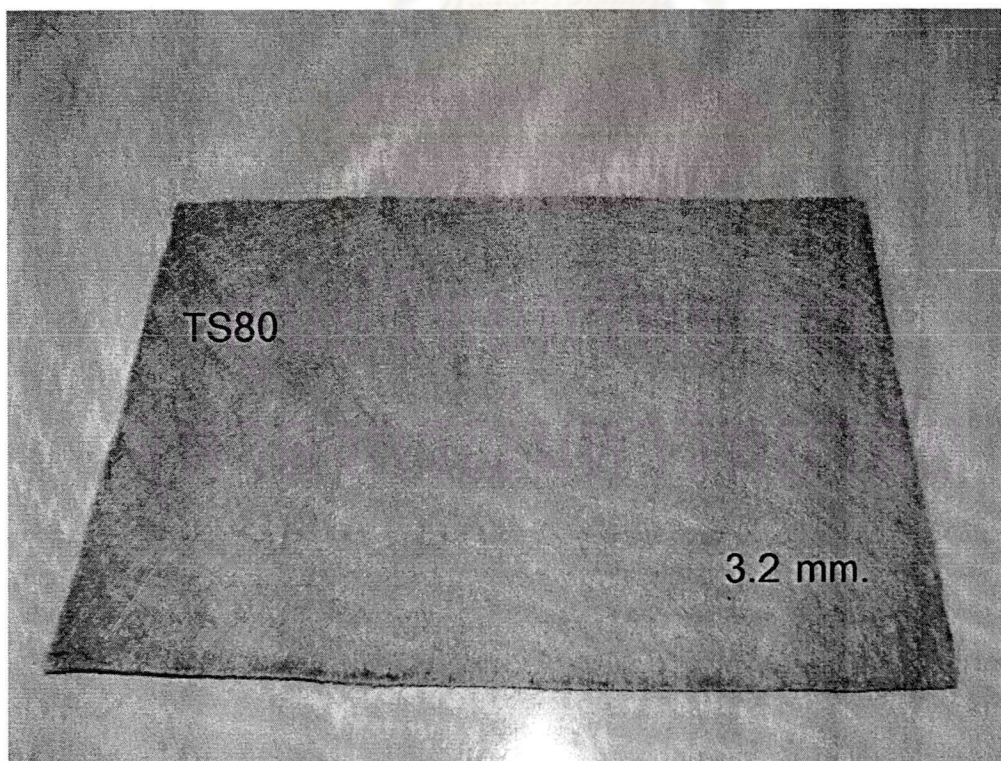
1. 1.5 หนา 1.5 มิลลิเมตร

วัสดุอิฐเนทที่ใช้ในการทดสอบตามรูปที่ 3.6 ดังนี้

1. DN 400E หนา 4.0 มิลลิเมตร



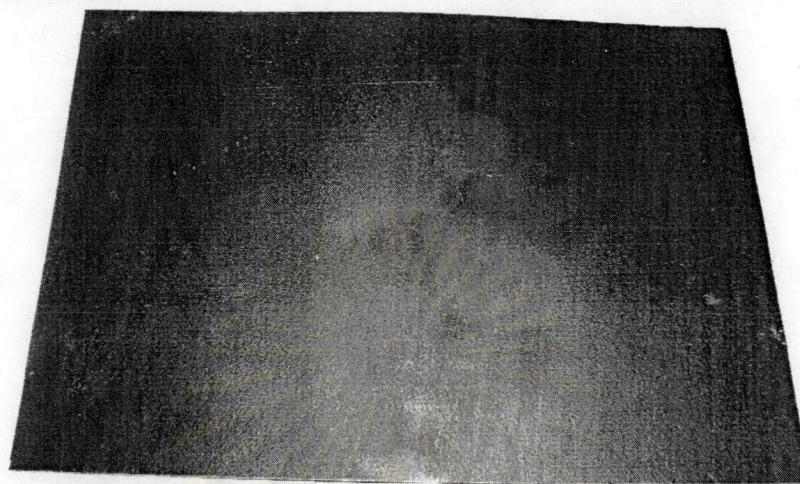
รูปที่ 3.3 วัสดุอีพอกซีเรซิน TS50 ขนาด 10X10 ซม. ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.4 วัสดุอีพอกซีเรซิน TS80 ขนาด 10X10 ซม. ที่ใช้ในการทดสอบ

Geomembrane

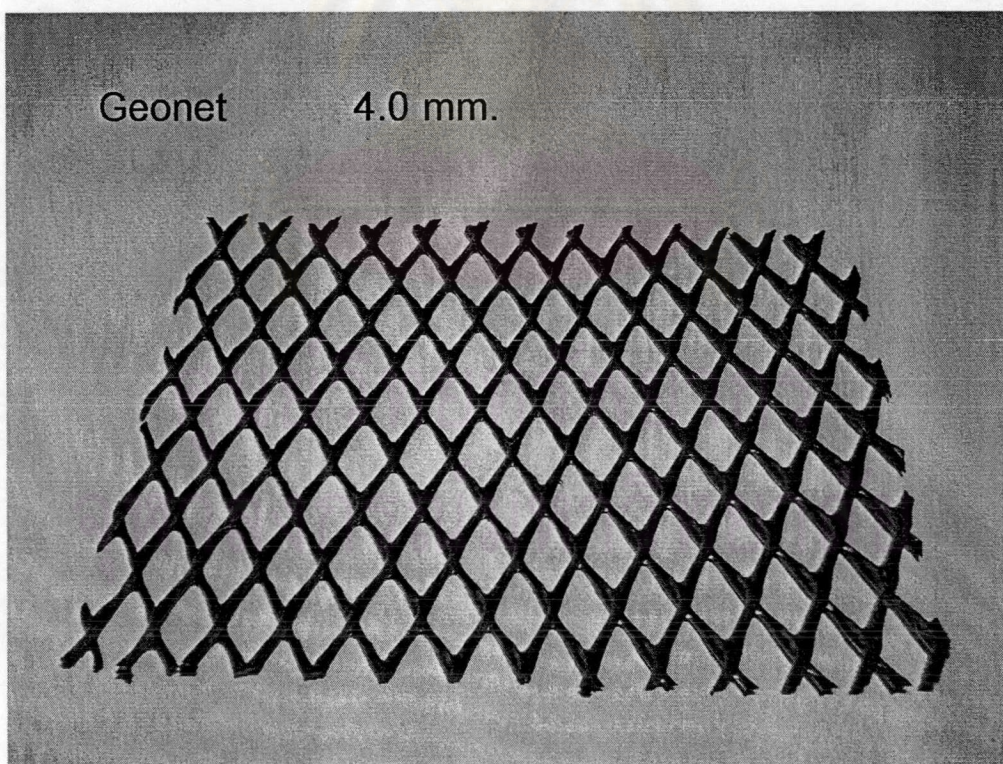
1.5 mm.



รูปที่ 3.5 วัสดุจีโอมเมมเบรน หนา 1.5 มม. ขนาด 10X10 ซม. ที่ใช้ในการทดสอบ

Geonet

4.0 mm.



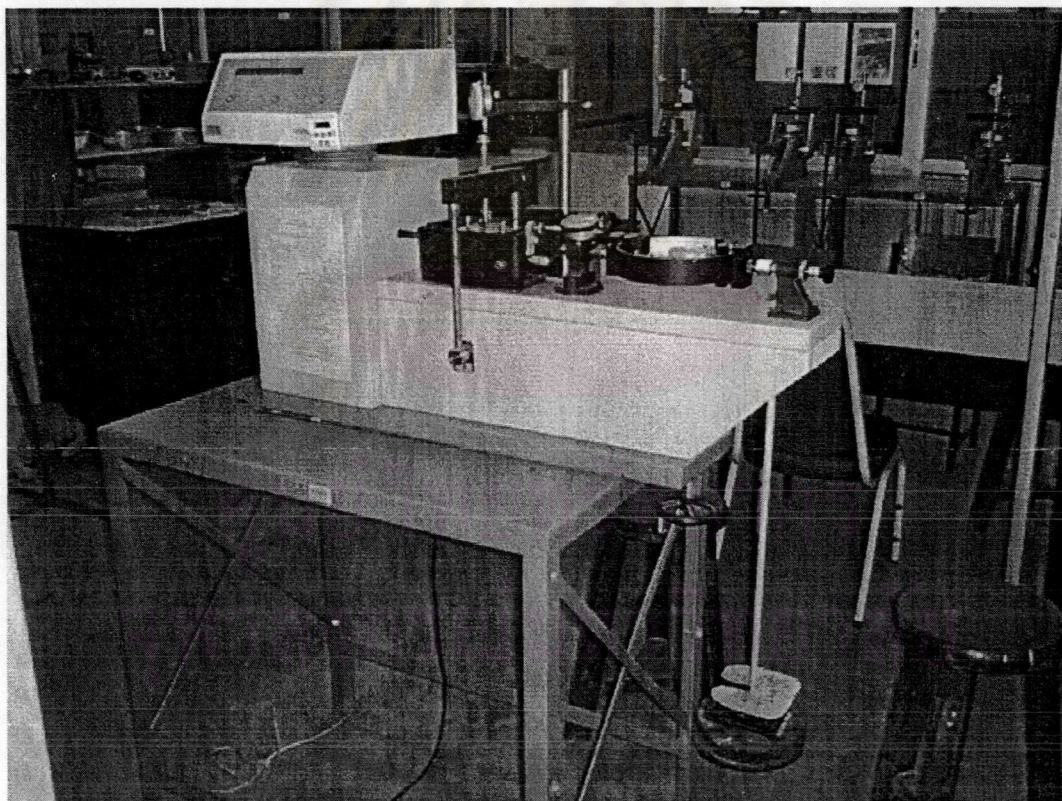
รูปที่ 3.6 วัสดุจีโอนेत หนา 4.0 มม. ขนาด 10X10 ซม. ที่ใช้ในการทดสอบ

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.1 ชุดเครื่องมือทดสอบแรงเฉือนโดยตรง

เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบแรงเฉือนโดยตรงแบบธรรมดา (Conventional Direct Shear Test) ดังรูปที่ 3.7

- ชุดทดสอบแรงเฉือนโดยตรงซึ่งมีขนาดของกล่องทดสอบแรงเฉือนขนาด 5X5X5 เซนติเมตร
- ไดอัลเกจวัดความเครียด (Dial Strain Gauge)
- ภาชนะใส่ทราย
- ช้อนตักทราย
- เครื่องชั่ง (ที่มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม)

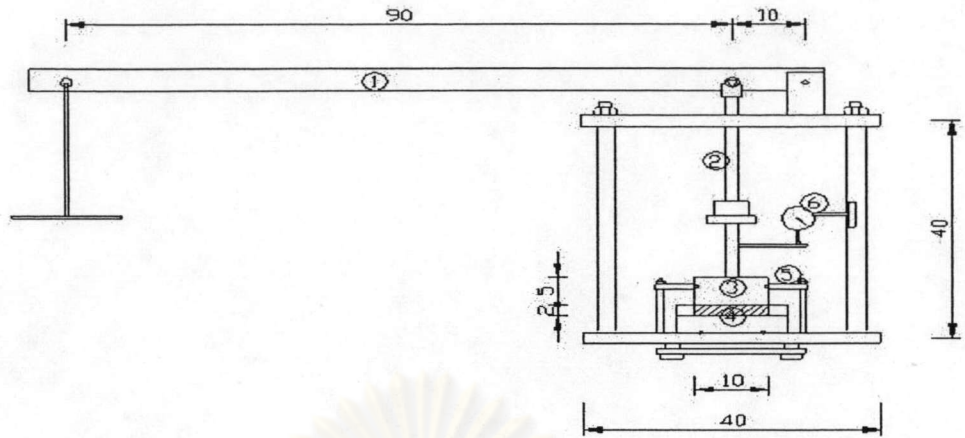


รูปที่ 3.7 เครื่องมือทดสอบแรงเฉือนโดยตรงแบบธรรมดา

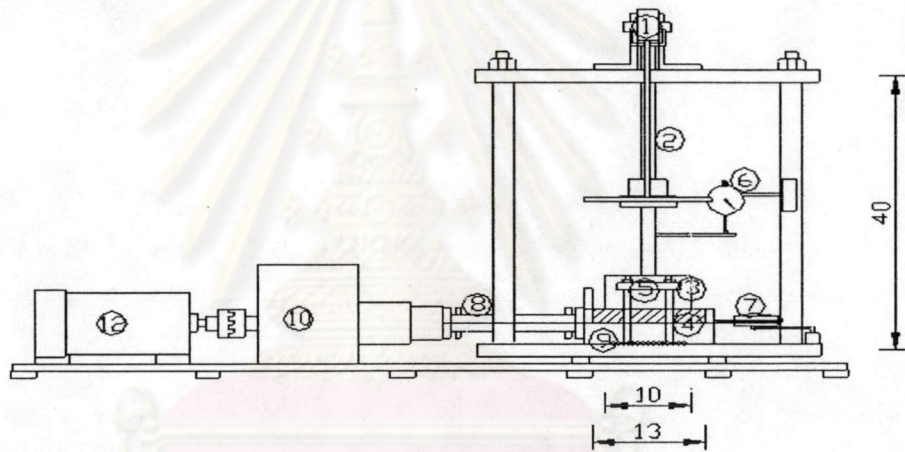
3.2.2 ชุดเครื่องมือทดสอบแรงเฉือนโดยตรงที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบหามุมเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสทรายกับวัสดุอิฐินเทติกส์ และมุมเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสวัสดุอิฐินเทติกส์ด้วยตนเอง (Modified Direct Shear Apparatus) ดังรูปที่ 3.8 และ 3.9

- ชุดทดสอบหาค่ามุมเสียดทานที่ผิวสัมผัสของวัสดุอิฐินเทติกส์ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีกล่องใช้ทดสอบแรงเฉือน เป็นกล่องสี่เหลี่ยมที่มีขนาดมิติ $10 \times 10 \times 5$ ซม.
- ชุดรถสำหรับใส่แผ่นวัสดุอิฐินเทติกส์ ที่ฐานมีรางลูกปืน เพื่อลดแรงฝืดในการเคลื่อนที่ในแนวราบ
- แผ่นเหล็กขนาด $3 \times 1 \times 1$ ซม. สำหรับยึดติดกับรถที่สำหรับวางแผ่นวัสดุอิฐินเทติกส์ โดยใช้สำหรับถ่ายแรงโดยให้แนวที่วัดแรงตรงกับแนวการเฉือนที่ผิวสัมผัสระหว่างดินเหนียวกับวัสดุอิฐินเทติกส์ เพื่อไม่ให้เกิดโมเมนต์ขึ้น
- มอเตอร์ เฟืองทดรอบ และ Gear Box เพื่อใช้ในการทำให้ชุดรถสำหรับใส่แผ่นวัสดุอิฐินเทติกส์เคลื่อนที่ในแนวราบ ตามความเร็วที่ต้องการคือ 2 มิลลิเมตรต่อนาที สำหรับการทดสอบวัสดุอิฐินเทติกส์ ด้วยตนเอง และ 1 มิลลิเมตรต่อนาที สำหรับการทดสอบทรายกับวัสดุอิฐินเทติกส์
- คานงัด (Lever Arm) สำหรับให้หน่วยแรงในแนวตั้งกับตัวอย่างดิน โดยใช้อัตราส่วนแขนโมเมนต์ 1:10
- ในการทดสอบจะต้องมีการใช้วัสดุรองตัวอย่างทดสอบ (Substrate) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดให้ระนาบการเสียรูป (Failure Plane) อยู่ระหว่างระนาบที่ผิวสัมผัสของวัสดุทั้งสอง โดยใช้วัสดุรองตัวอย่างทดสอบให้เป็นแผ่นอะคลิลิค
- ไดอัลเกจวัดความเครียด (Dial Strain Gauge)
- วงแหวนวัดแรง (Proving Ring)
- ภาชนะใส่ทราย
- ช้อนตักทราย
- เครื่องชั่ง (ที่มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม)



เครื่องมือทดสอบกำลังเสียดทานที่ผิวสัมผัส



รูปด้านข้างเครื่องมือทดสอบแรงเสียดทานที่ผิวสัมผัส

รูปที่ 3.8 เครื่องมือทดสอบแรงเฉือนวัสดุจีไอซินเทติกส์

จากรูปที่ 3.8 เครื่องมือทดสอบแรงเฉือนวัสดุจีไอซินเทติกส์ มีรายละเอียดของส่วนประกอบเครื่องมือดังนี้

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. คานถ่วงสมดุล | 2. แกนถ่ายแรงแนวตั้ง |
| 3. Upper Box | 4. Substrate + Lower box |
| 5. ปีกยึด Upper Box | 6. Dial Gauge วัดแนวตั้ง |
| 7. Dial Gauge วัดแนวราบ | 8. Proving Ring |
| 9. รางลูกปืน | 10. Gear Box |
| 11. เฟืองทดรอบ | 12. มอเตอร์ |

3.3.2 การทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนโดยตรงของทราย

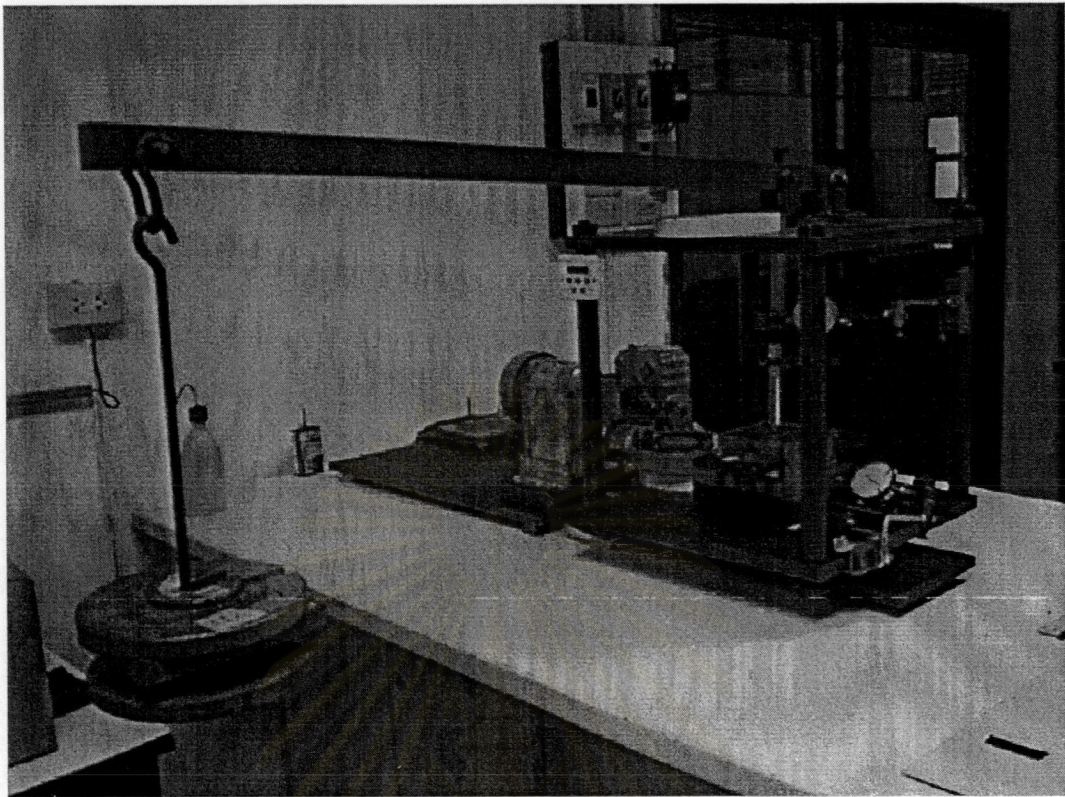
ในการทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนโดยตรงแบบธรรมดาของทราย โดยใช้เครื่องมือทดสอบแรงเฉือนโดยตรง นั้นจะทำการทดสอบโดยใช้หน่วยแรงกดทับในแนวตั้ง 0.5, 1 และ 2 ksc. ที่ความเร็วในการเฉือน 1 มิลลิเมตรต่อนาที และใช้ความหนาแน่นในการทดสอบ 1.45 ($D_r = 20.4\%$) และ 1.8 ($D_r = 88.9\%$) ตันต่อลูกบาศก์เมตร เพื่อนำค่ามุมเสียดทานภายในที่ได้จากการทดสอบแรงเฉือนของทรายที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามุมเสียดทานที่ผิวสัมผัสระหว่างการทดสอบของวัสดุจีโอซินเทติกส์กับทรายหยาบ

3.3.3 ค่ากำลังเสียดทานที่ผิวสัมผัสระหว่างวัสดุจีโอซินเทติกส์

การทดสอบหากำลังเสียดทานที่ผิวสัมผัสระหว่างวัสดุจีโอซินเทติกส์นั้นจะทำการทดสอบโดยใช้หน่วยแรงกดทับในแนวตั้ง 0.5, 1 และ 2 ksc. ที่ความเร็วในการเฉือน 1 และ 2 มิลลิเมตรต่อนาที และใช้ความหนาแน่นของทรายหยาบในการทดสอบ 1.45 ($D_r = 20.4\%$) และ 1.8 ($D_r = 88.9\%$) ตันต่อลูกบาศก์เมตร

โดยการทดสอบจะแบ่งเป็น 3 กลุ่ม การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมของกำลังเสียดทานของวัสดุจีโอซินเทติกส์ ภายใต้ขอบเขตของสภาวะต่างๆที่กำหนดต่อไปนี้

- | | |
|--------------------|--|
| กลุ่มการทดสอบที่ 1 | เป็นการทดสอบเพื่อหาค่ามุมเสียดทานที่ผิวสัมผัสของวัสดุจีโอซินเทติกส์กับทรายที่มีความหนาแน่นต่าง ๆ กัน ตามตารางที่ 3.1 |
| กลุ่มการทดสอบที่ 2 | เป็นการทดสอบเพื่อหาค่ามุมเสียดทานที่ผิวสัมผัสระหว่างผิวสัมผัสของวัสดุจีโอซินเทติกส์ชนิดต่างๆ กัน ตามตารางที่ 3.2 |
| กลุ่มการทดสอบที่ 3 | เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบหาค่ามุมเสียดทานที่ผิวสัมผัสของวัสดุจีโอเทคไทล์ที่มีความหนาแน่นต่างกันกับวัสดุจีโอซินเทคไทล์ความหนาแน่นที่ได้ทำทดสอบในกลุ่มการทดสอบที่ 2 ตามตารางที่ 3.3 |



รูปที่ 3.9 แสดงเครื่องมือทดสอบแรงเคียนของวัสดุจีโอซินเทติกส์

3.3 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

3.3.1 การทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐานของตัวอย่างทรายหยาบ

ในการทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐานของตัวอย่างทรายหยาบจะทำการทดสอบตามมาตรฐานของการทดสอบตาม American Society for Testing and Materials (ASTM) ซึ่งจะประกอบไปด้วย

- 1 การทดสอบหาปริมาณความชื้นของตัวอย่างทราย (Water Content)
- 2 การทดสอบหาความความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างทราย (Specific Gravity)
- 3 การทดสอบการกระจายตัวของเม็ดทราย (Grain Size Analysis)
- 4 การทดสอบหาค่าอัตราส่วนช่องว่างสูงสุด และต่ำสุด (e_{max} & e_{min} Test)

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะการทดสอบของวัสดุจีโอซินเทติกส์กับทรายที่ความหนาแน่นต่างกัน

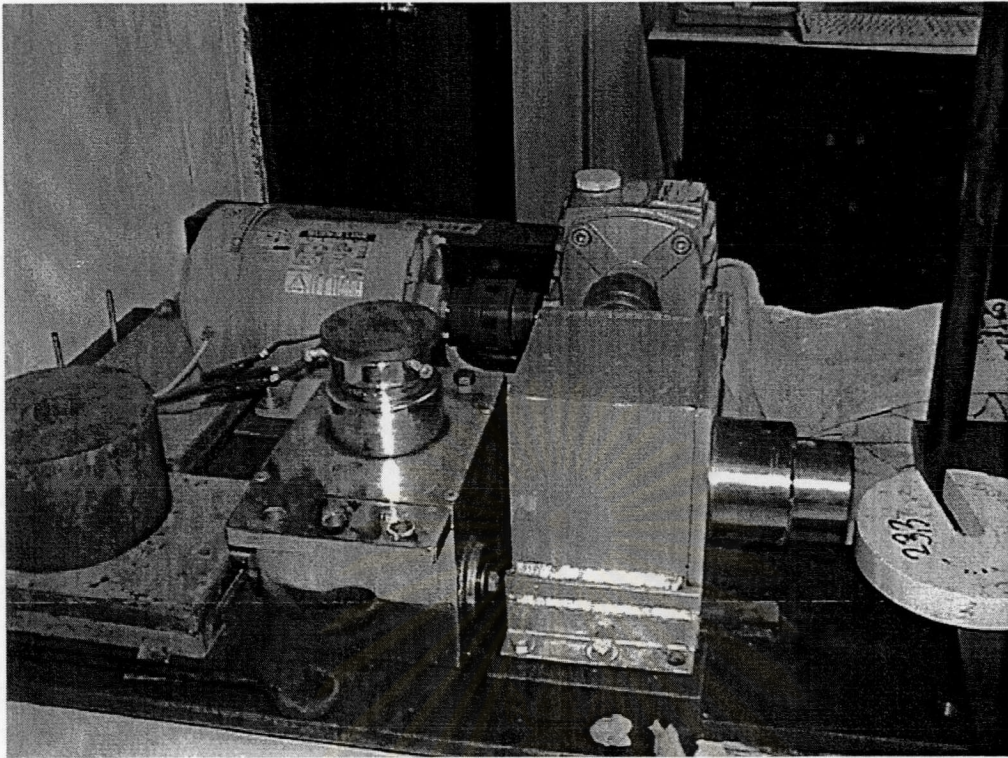
Type	Sand 1.45 t/m ³ (Dr=20.4%)	Sand 1.80 t/m ³ (Dr=88.9%)
Geotextile :TS 50	Test	Test
Geomembrane :1.5 mm.	Test	Test
Geonet :DN 400 E	Test	Test

ตารางที่ 3.2 แสดงลักษณะการทดสอบของวัสดุจีโอซินเทติกส์ชนิดต่าง ๆ

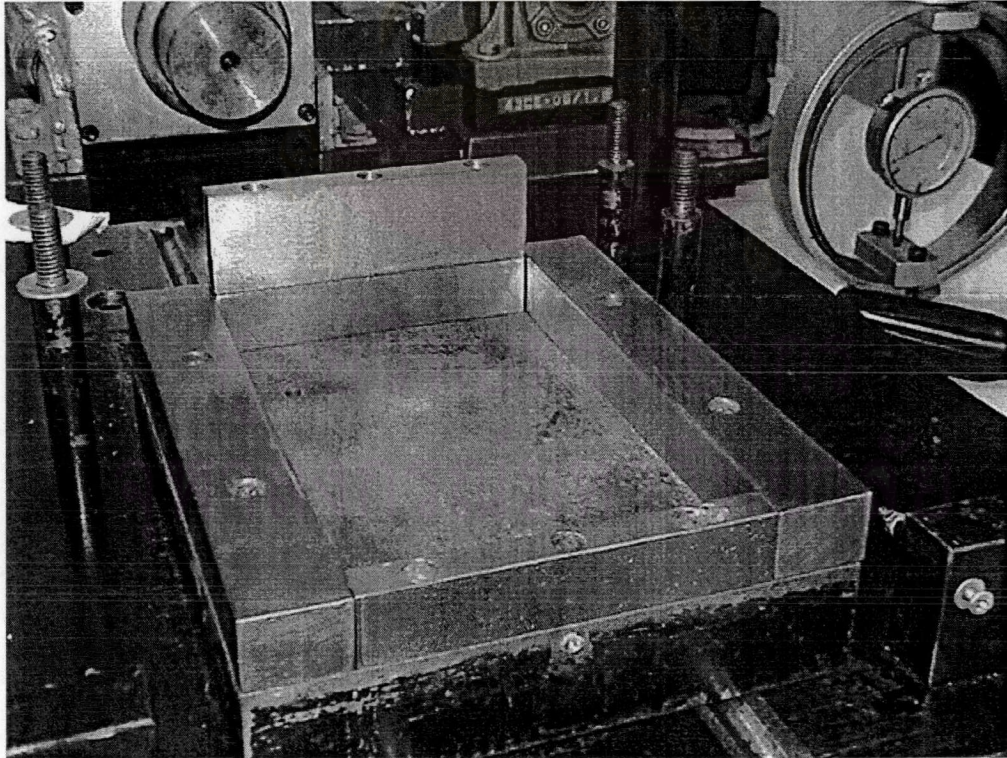
Type	Geotextile (TS 50).	Geomembrane (1.5 mm.)	Geonet (DN 400 E)
Geotextile :TS 50	Test	Test	Test
Geomembrane :1.5		Test	Test
Geonet :DN 400 E			Test

ตารางที่ 3.3 แสดงลักษณะการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างวัสดุจีโอเทคไทลล์ที่มีความหนาแน่นต่างกัน

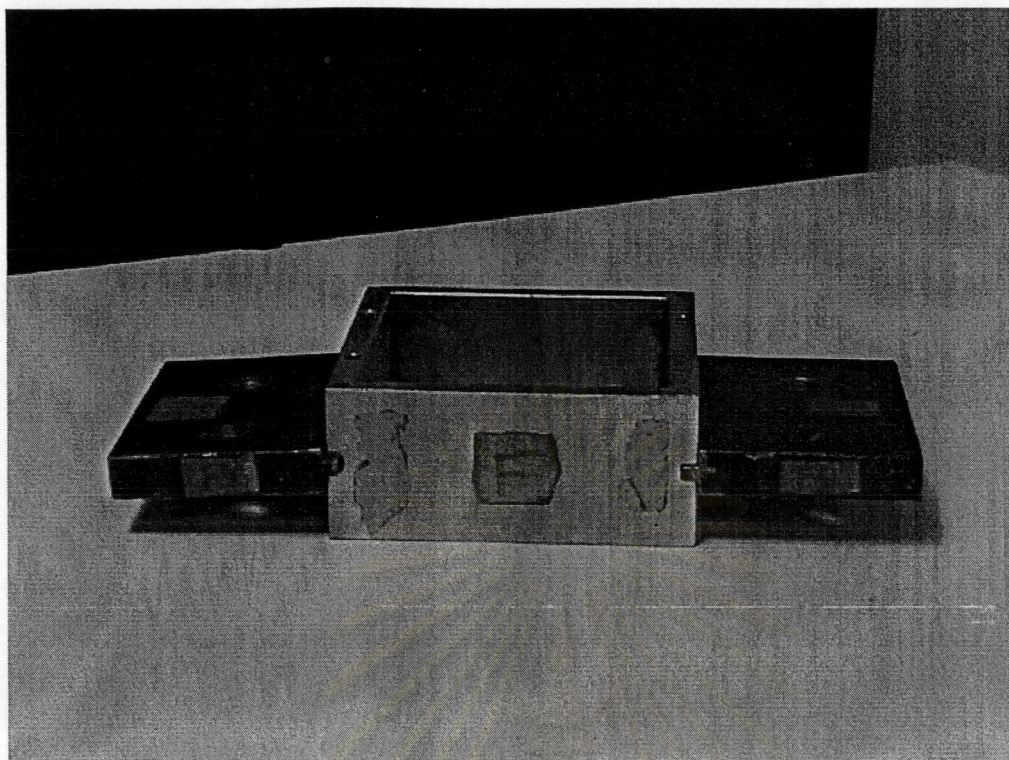
Type	Geotextile (TS 50)	Geotextile (TS 80)
Geotextile :TS 50	Test	
Geotextile :TS 80		Test
Geomembrane :1.5 mm.	Test	Test
Geonet :DN 400 E	Test	Test



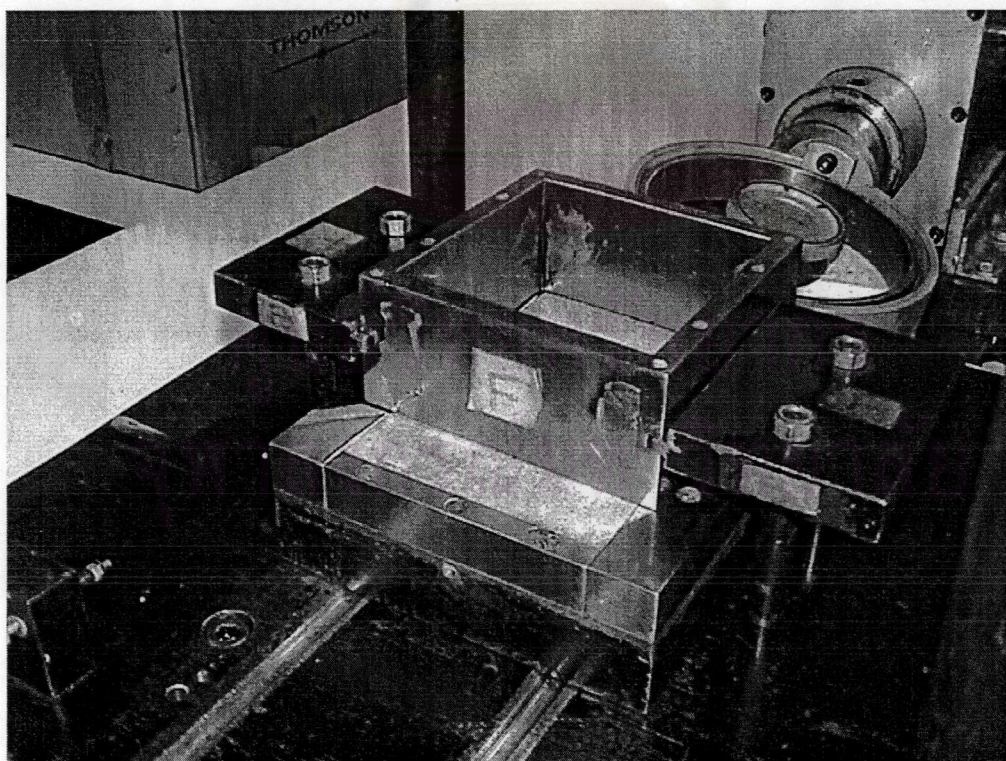
รูปที่ 3.10 มอเตอร์ เฟืองทดรอบ และ Gear Boxที่ใช้ในการเลื่อนชุดรถให้เคลื่อนที่



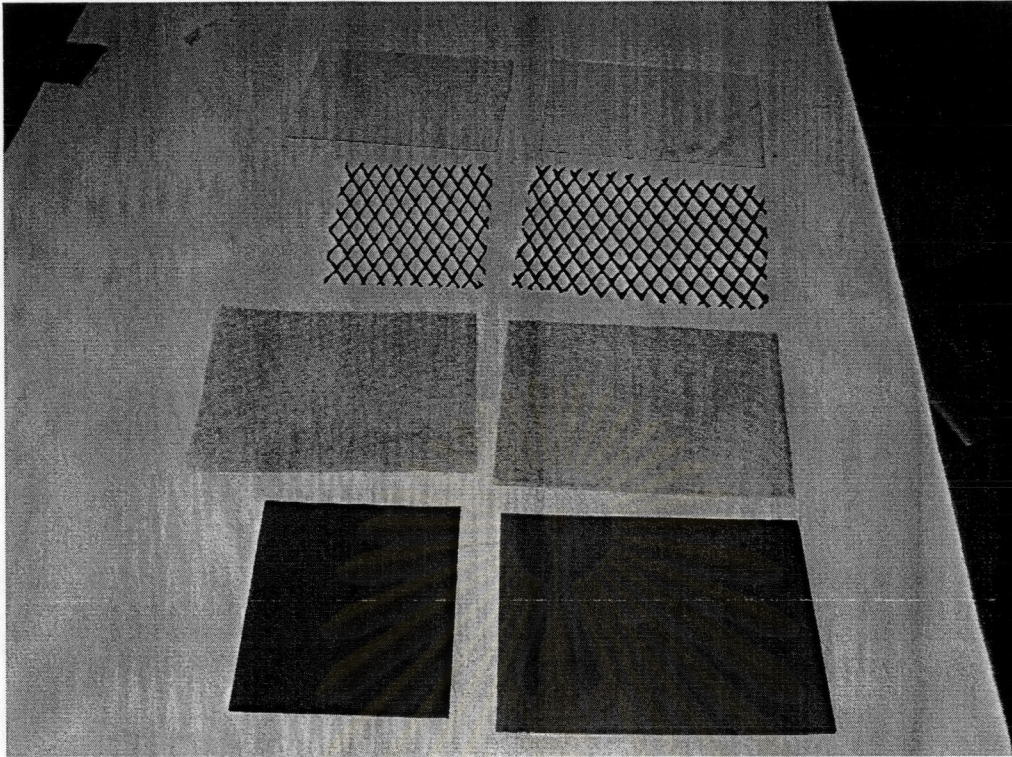
รูปที่ 3.11 ชุดรถสำหรับใช้เป็นกล่องเชื่อมตัวอย่างด้านล่าง



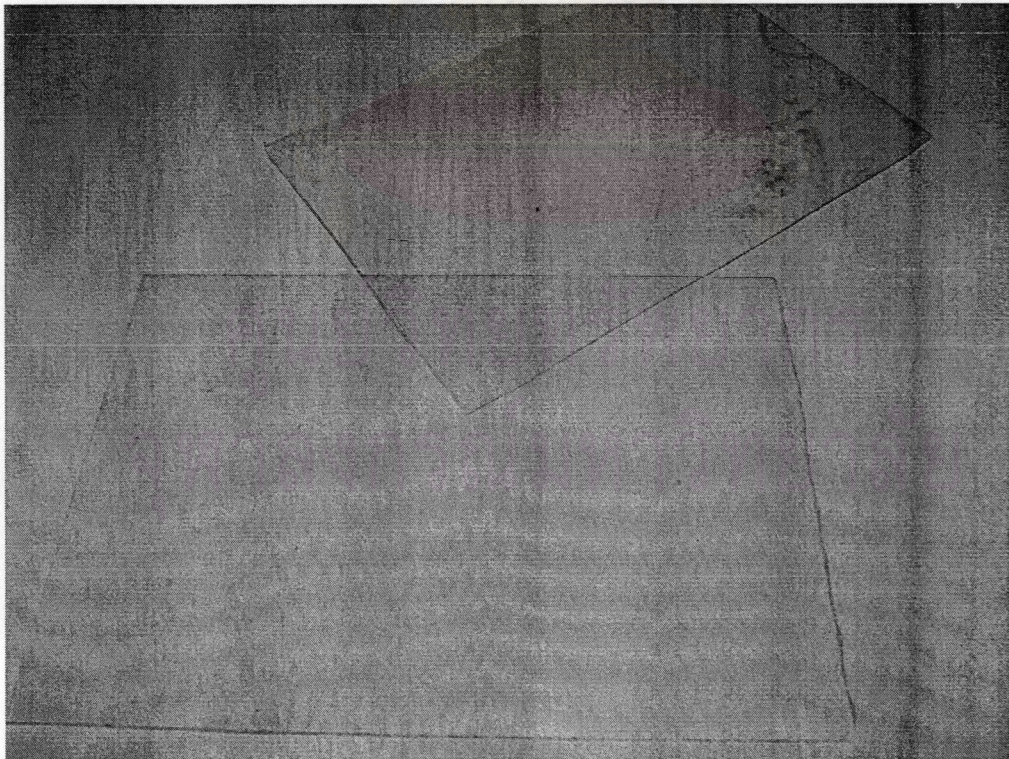
รูปที่ 3.12 กล่องเขื่อนตัวอย่างด้านบนพร้อมปีกยึดกล่องให้ยึดติดอยู่กับที่



รูปที่ 3.13 ลักษณะการประกอบกล่องเขื่อนบนและล่าง



รูปที่ 3.14 วัสดุจีโอินเทติกส์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.15 แผ่นอะคลิลิกที่ใช้เป็นวัสดุในการรองตัวอย่างทดสอบ