

บทที่ 4

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

4.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

4.1.1 วัสดุ

- 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 ตราช้าง
- 2) น้ำประปา
- 3) ทราฮายาบ
- 4) สารละลาย $Pb(NO_3)_2$ ของ UNILAB
- 5) เบนซีน (C_6H_6) ของ Panreac
- 6) แบบโลหะชนิดที่ใช้กับงานก่อสร้าง กว้าง 0.5 ม. ยาว 0.5 ม. สูง 1.0 ม.
- 7) แผ่นพลาสติกที่บ้น้ำ

4.1.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

- 1) ชุดอุปกรณ์การทำเจ็ดเกร้าตัง ดังรูปที่ 4.1
- 2) เครื่องทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดก้อนตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.2
- 3) ตะแกรงร่อนขนาด 9.5 มม.
- 4) เครื่องชั่งอ่านความละเอียดสี่ตำแหน่ง ขนาด 210 ก.
- 5) ขวดพลาสติกมีฝาปิด ขนาด 2 ลิตร
- 6) เครื่องเขย่าแบบหมุน (Rotary Agitator) อัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที ดังรูปที่ 4.3
- 7) กระบอกตวงขนาด 2,000 มล. อ่านค่าได้ละเอียด 10 มล.
- 8) กระดาษกรองใยแก้วเส้นผ่าศูนย์กลางรูกรอง 0.6 - 0.8 ไมครอน
- 9) เครื่องวัดพีเอช
- 10) ชุดอุปกรณ์ Toxicity Characteristic Leaching Procedure Extractor แบบ Zero Headspace Extractor (TCLP ZHE) ดังรูปที่ 4.4
- 11) เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก Inductively Coupled Plasma Spectroscopy (ICP) ดังรูปที่ 4.5

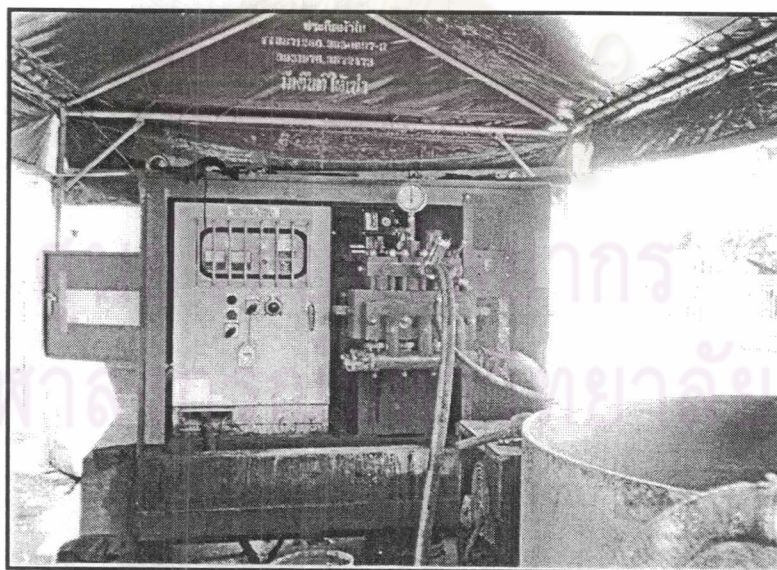
- 12) เครื่องวิเคราะห์ Gas Chromatograph/Mass Spectrometry (GC/MS)
 ดังรูปที่ 4.6



(ก)

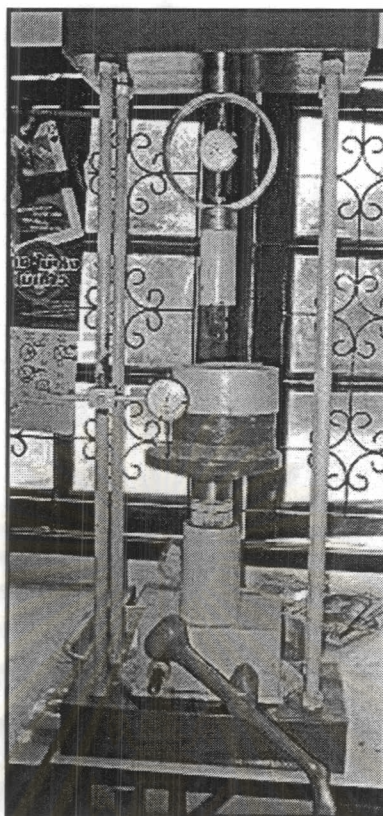


(ข)



(ค)

รูปที่ 4.1 ชุดอุปกรณ์การทำเจ็ตเทร่าดิ่ง (ก) ส่วนที่ทำการเจาะ และเจ็ตเทร่าดิ่ง (ข) เครื่องผสม และ (ค) ส่วนของบ่มและเครื่องควบคุม



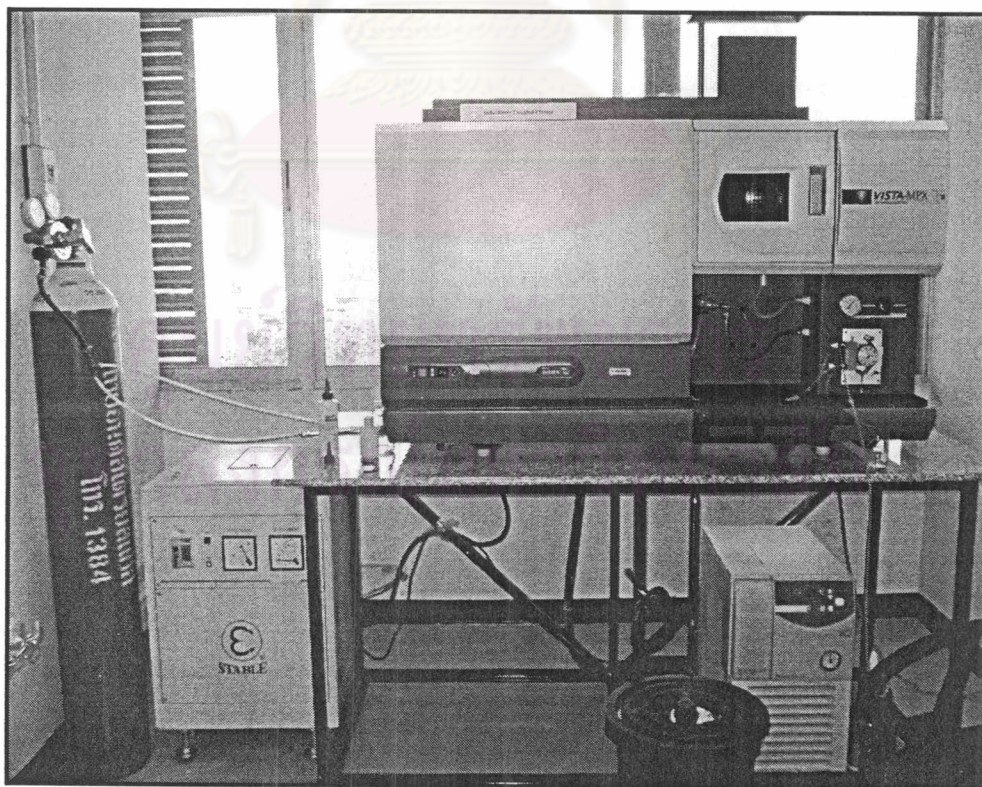
รูปที่ 4.2 เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัดก้อนตัวอย่าง



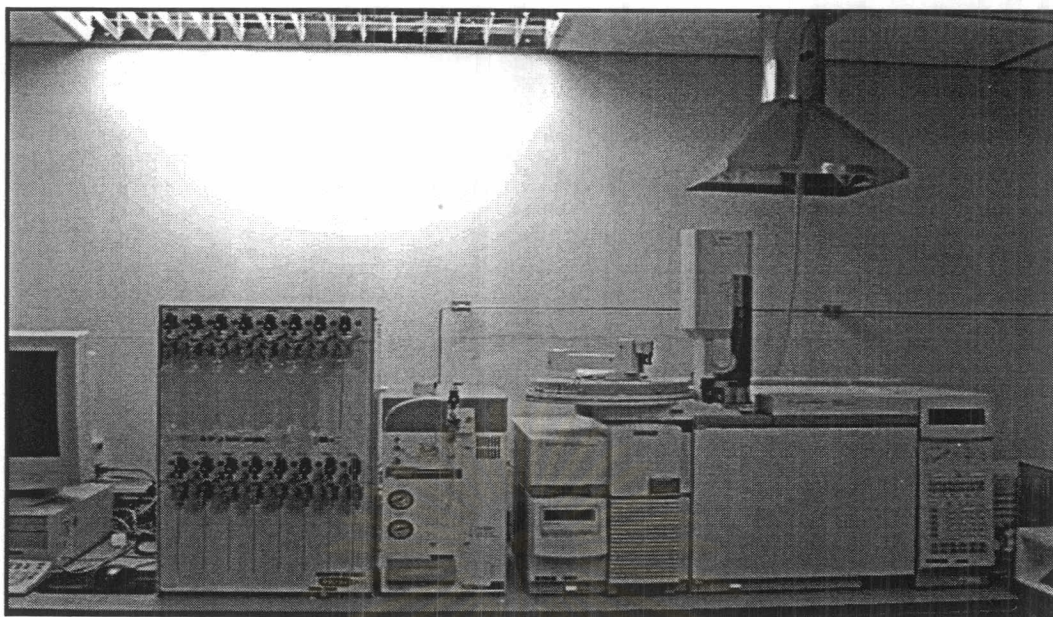
รูปที่ 4.3 เครื่องเขย่าแบบหมุนตามมาตรฐานประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6



รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ Toxicity Characteristic Leaching Procedure Extractor แบบ Zero Headspace Extractor



รูปที่ 4.5 เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก Inductively Coupled Plasma Spectroscopy (ICP)



รูปที่ 4.6 เครื่องวิเคราะห์ Gas Chromatograph/Mass Spectrometry (GC/MS)

4.2 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

ในการวิจัยครั้งนี้มีค่าพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้

4.2.1 ค่าพารามิเตอร์คงที่ จะแสดงอยู่ในตารางที่ 4.1

4.2.2 ค่าพารามิเตอร์ไม่คงที่ คืออัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (Water-to-Cement Ratio)
ใช้ค่า 1.0 1.5 และ 2.0

ตารางที่ 4.1 ค่าพารามิเตอร์คงที่

	ค่าคงที่	หน่วย	ค่าที่ใช้
1	ความดันน้ำปูน	บาร์	250
2	อัตราการยกก้านเจาะ	เมตร/นาที	0.358
3	ความเร็วในการหมุนก้านเจาะ	รอบ/นาที	12
4	ขนาดหัวฉีด	มม.	2.2
5	ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ (กก./ม. ³ ของทรายหยาบ)	กก.	400
6	ปริมาณทรายหยาบที่ใช้ (ต่อ 1 ตัวอย่าง)	กก.	532
7	ความเข้มข้นของตะกั่ว	มก./กก.	1,000
8	ความเข้มข้นของเบนซีน	มก./กก.	340
9	เส้นผ่าศูนย์กลางเสาดินซีเมนต์	ซม.	60

4.3 มาตรฐานต่างๆที่ใช้ในการทดลอง

การทำการทดลองและวิเคราะห์ตัวอย่างต่างๆในการวิจัยครั้งนี้ จะดำเนินการให้สอดคล้องกับมาตรฐานต่างๆ โดยรายละเอียดต่างๆ แสดงอยู่ในตารางที่ 4.2

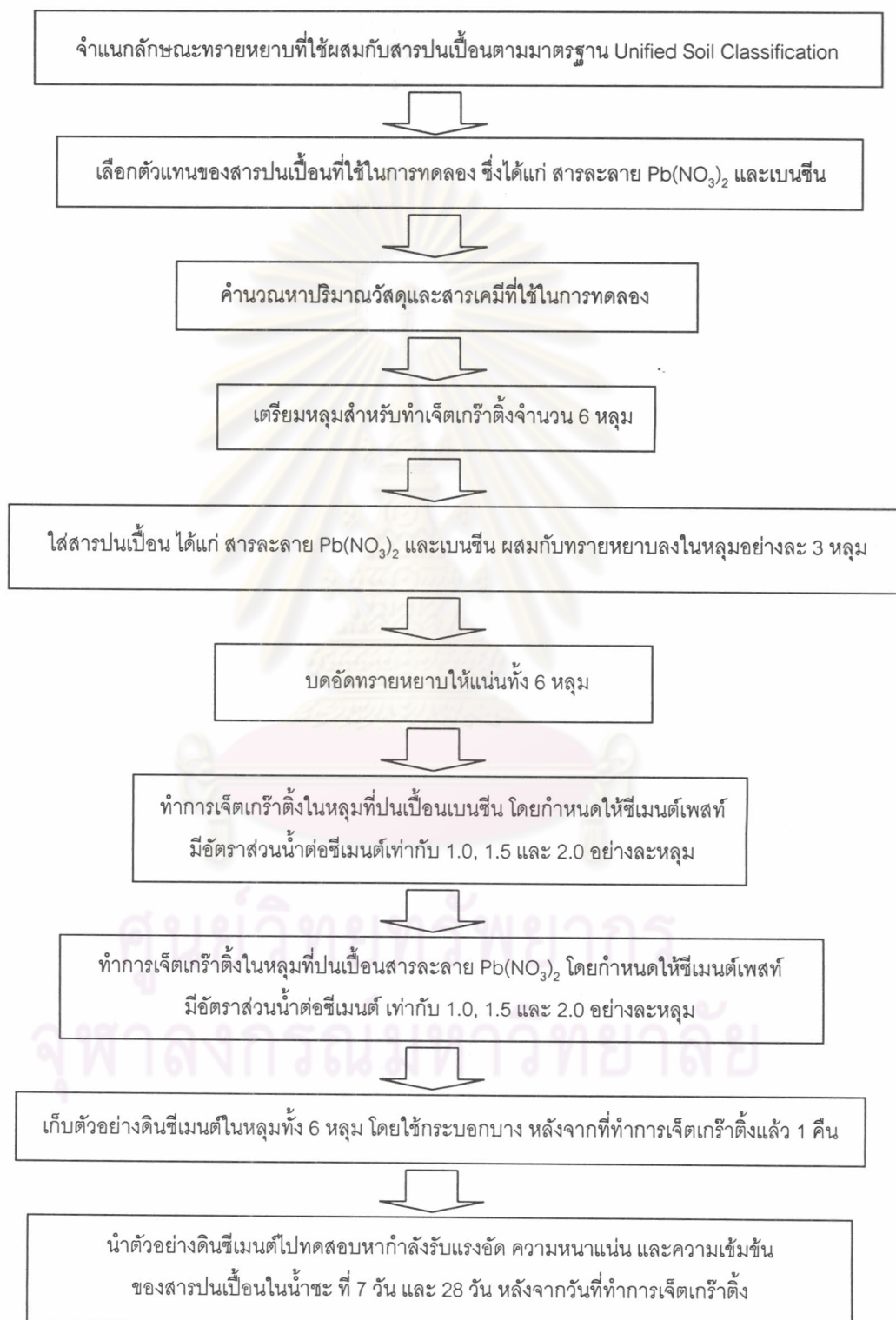
ตารางที่ 4.2 มาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

การทดลอง และการวิเคราะห์	มาตรฐานที่ใช้
การจำแนกดิน	ASTM D 2487-93
การหาขนาดเม็ดดิน	ASTM D 422-63
การหาค่ากำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์	ASTM D 1633-84
การเก็บตัวอย่างดินซีเมนต์	ASTM D 6236-98
การสกัดสาร (Leachate extraction procedure)	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540)
การวิเคราะห์หาคะกำ	US EPA SW 846 METHOD 6010B
การวิเคราะห์หาเบนซีน	US EPA SW 846 METHOD 8260B

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 วิธีการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้มีแผนการทดลองและดำเนินการดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แผนการทดลอง

และมีแผนการทดลองโดยละเอียดดังนี้

- 4.4.1 ทำการจำแนกลักษณะทรายหยาบที่จะใช้ในการผสมกับสารปนเปื้อน ตามมาตรฐาน Unified Soil Classification
- 4.4.2 เลือกตัวแทนของสารปนเปื้อนที่ใช้ในการทดลอง โดยตัวแทนตะกั่วที่อยู่ในรูปสารละลายตะกั่วในเบตเตอริรยอนต์ จะใช้ในรูปของสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ และตัวแทนน้ำมันเครื่องเก่า จะใช้ในรูปของเบนซิน ซึ่งความเข้มข้นของสารปนเปื้อนให้ใช้ค่าที่สูงกว่าค่าในมาตรฐานของสารปนเปื้อนในดินในเขตที่พักอาศัย (ตามตารางที่ 4.1)
- 4.4.3 คำนวณหาปริมาณวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
- 4.4.4 ขุดหลุมขนาด กว้าง 2.50 ม. ยาว 4.00 ม. ลึก 1.20 ม. ปูแผ่นพลาสติกที่บ้น้ำที่ตัดเป็นขนาด กว้าง 1.00 ม. ยาว 1.00 ม. ที่ก้นหลุมจำนวน 6 จุด โดยแบ่งช่องไฟให้พอเหมาะ นำแบบโลหะชนิดที่ใช้กับงานก่อสร้าง ประกอบให้ได้ขนาด กว้าง 0.50 ม. ยาว 0.50 ม. ลึก 1.00 ม. มาวางบนแผ่นพลาสติกที่บ้น้ำให้อยู่ตรงกึ่งกลางแผ่น ทำการถมทรายโดยรอบให้เต็มหลุม เว้นภายในแบบโลหะ บดอัดให้แน่น
- 4.4.5 นำสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ โดยใช้ $Pb(NO_3)_2$ 850 ก. ผสมกับน้ำ โดยค่อยๆเติมน้ำทีละเล็กลน้อย เมื่อได้สารละลายแล้ว นำมาผสมกับทรายหยาบจำนวน 532 กก. ในกระเบะผสม นำทรายหยาบที่ผสมแล้ว ไปใส่ไว้ในแบบโลหะ บดอัดให้ความสูงของทรายอยู่ที่ 1.00 ม.
- 4.4.6 ทำการทดลองขั้นตอนที่ 4.4.5 อีก 2 ครั้ง จะได้ทรายหยาบที่ผสมกับสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ จำนวน 3 หลุม
- 4.4.7 ทำการทดลองขั้นตอนที่ 4.4.5 อีกแต่เปลี่ยนจากสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ มาเป็น เบนซิน 206 มล. ผสมกับน้ำเล็กน้อย เพื่อให้ผสมกับทรายหยาบได้ดีขึ้น ทำซ้ำ 3 ครั้ง จะได้ทรายหยาบที่ผสมกับเบนซิน อีกจำนวน 3 หลุม
- 4.4.8 ทำการถมทรายโดยรอบให้เต็มหลุม ให้สูง 1.00 ม. เว้นภายในแบบโลหะ บดอัดให้แน่น ถอดแบบโลหะออก เติมทรายหยาบลงในช่องว่างของแบบโลหะให้เต็ม ทำเครื่องหมายที่บริเวณกึ่งกลางของหลุมทรายที่ผสมกับสารปนเปื้อน ถมทรายอีก 0.20 ม. ที่เหลือ แล้วบดอัดให้แน่นอีกครั้ง
- 4.4.9 นำปูนซีเมนต์จำนวน 226 กก. ผสมกับน้ำ 226 ล. เป็นอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ 1.0 (เพื่อปริมาณ 2 เท่าของที่ใช้จริง) ในส่วนผสมซีเมนต์เพลสท์ของอุปกรณ์การทำเจ็ทเกร้าดิง ทำการเจ็ทเกร้าดิงในหลุมที่ผสมกับสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ จำนวน 1 หลุม

- 4.4.10 ทำการทดลองขั้นตอนที่ 4.4.9 อีกแต่เปลี่ยนเป็น ทำการเจ็ดกร้าตั้งในหลุมที่ผสมกับ เบนซีน จำนวน 1 หลุม
- 4.4.11 นำปูนซีเมนต์จำนวน 226 กก. ผสมกับน้ำ 339 ล. เป็นอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ 1.5 (เผื่อปริมาณ 2 เท่าของที่ใช้จริง) ในส่วนผสมซีเมนต์เพสต์ของอุปกรณ์การทำเจ็ดกร้าตั้ง ทำการเจ็ดกร้า ในหลุมที่ผสมกับสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ จำนวน 1 หลุม
- 4.4.12 ทำการทดลองขั้นตอนที่ 4.4.11 อีกแต่เปลี่ยนเป็น ทำการเจ็ดกร้าตั้งในหลุมที่ผสมกับ เบนซีน จำนวน 1 หลุม
- 4.4.13 นำปูนซีเมนต์จำนวน 226 กก. ผสมกับน้ำ 452 ล. เป็นอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ 2.0 (เผื่อปริมาณ 2 เท่าของที่ใช้จริง) ในส่วนผสมซีเมนต์เพสต์ของอุปกรณ์การทำ เจ็ดกร้าตั้ง ทำการเจ็ดกร้าตั้งในหลุมที่ผสมกับสารละลาย $Pb(NO_3)_2$ จำนวน 1 หลุม
- 4.4.14 ทำการทดลองขั้นตอนที่ 4.4.13 อีกแต่เปลี่ยนเป็น ทำการเจ็ดกร้าตั้งในหลุมที่ผสมกับ เบนซีน จำนวน 1 หลุม ครอบจำนวน 6 หลุม
- 4.4.15 หลังจากนั้น ทิ้งไว้ 1 คืน แล้วเก็บตัวอย่างดินซีเมนต์ โดยใช้กระบอบบาง ขนาด 3 นิ้ว ยาว 0.60 ม. โดยเก็บหลุมละ 2 กระบอบ ทำสัญลักษณ์ของชื่อตัวอย่างแต่ละกระบอบ เช่น 1.0L/28 คือกระบอบที่เก็บตัวอย่างดินซีเมนต์ ที่ปนเปื้อนด้วยตะกั่ว ใช้อัตราส่วน น้ำต่อซีเมนต์ที่ 1.0 ทดสอบค่าต่างๆที่อายุ 28 วัน หรือ 1.5B/7 คือกระบอบที่เก็บ ตัวอย่างดินซีเมนต์ ที่ปนเปื้อนด้วยเบนซีน ใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ 1.5 ทดสอบค่า ต่างๆที่อายุ 7 วัน
- 4.4.16 นำกระบอบทั้งหมดไปดันดินซีเมนต์ออก ด้วยเครื่องดันไฮโดรลิก เพื่อให้ตัวอย่าง ดินซีเมนต์ไม่ถูกรบกวน นำมาแบ่งเป็นส่วนๆเพื่อนำไปทำการทดลองหาค่าต่างๆต่อไป โดยต้องห่อตัวอย่างดินซีเมนต์ด้วยแผ่นพลาสติกและเก็บในที่ที่แสงแดดส่องไม่ถึง
- 4.4.17 นำตัวอย่างดินซีเมนต์ไปทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น และความเข้มข้น ของสารปนเปื้อนในน้ำชะ ที่ 7 วัน และ 28 วัน หลังจากวันที่ทำการเจ็ดกร้าตั้ง