

วัสดุ เครื่องมือ และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 ดินเหนียว ดินตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง นำมาจากสองแหล่ง ดินเหนียวตัวอย่างนี้เป็นดิน Kaolinite ที่มี Illite ปนอยู่ด้วยสำหรับขนาดเม็ดดินเล็กกว่า 2 ไมครอน ดินเหล่านี้ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอิฐ ทราย และกระเบื้อง คือดินปทุมธานีและดินราชบุรี

ดินปทุมธานี เก็บตัวอย่างจากบ่อดินตำบลบางกะดี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี (รูปที่ 3.1) เก็บจากระดับความลึก 0.20-0.50 เมตรจากระดับดินเดิม ดินนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะจริง 2.683 ค่าความชื้นประมาณ 15-25%

ดินราชบุรี เก็บตัวอย่างจากบ่อดินข้างทางหลวงสายราชบุรี-จอมบึง (รูปที่ 3.2) ห่างจากทางแยกไปประมาณ 1.5 กิโลเมตร เก็บจากระดับความลึก 1.00-1.50 เมตรจากระดับดินเดิม ดินนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะจริง 2.654 ค่าความชื้นประมาณ 5-20%

ส่วนประกอบของดินทั้งสองแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 คัดชั้นและการแยกประเภทของดินแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

3.1.2 ทราย ทรายที่ใช้ผสมดินเหนียวเป็นทรายละเอียดคนกรปฐุม ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 50 คางบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 100 ทรายนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ 2.650

3.1.3 น้ำ ในการผสมดินเหนียวและทรายก่อนเผา ใช้น้ำประปา

3.1.4 หินปูน เก็บตัวอย่างจากโรงโม่ตามเส้นทางสายสระบุรี-ลพบุรี

ตัวอย่างหินปูนที่เลือกเก็บโดยพิจารณาความแตกต่างของสีเป็น 3 ลักษณะ คือ

สีคำ เก็บจากโรงโมคิฉลามณี อยู่ในเส้นทางเข้านิคมแก่งเสือเต้น ห่างจากทางแยกประมาณ 2 กิโลเมตร ทางแยกนี้แยกจากถนนสายสระบุรี-ลพบุรี ตรงกิโลเมตรที่ 149 หินนี้มีสีเทาแก่จนดำ มีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ 2.724

สีเทา เก็บจากโรงโมคิฉลาบริกรทอง อยู่ห่างจากทางหลวงสายสระบุรี-ลพบุรี ตรงกิโลเมตรที่ 131 ประมาณ 500 เมตร หินนี้มีสีเทาอ่อน มีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ 2.720

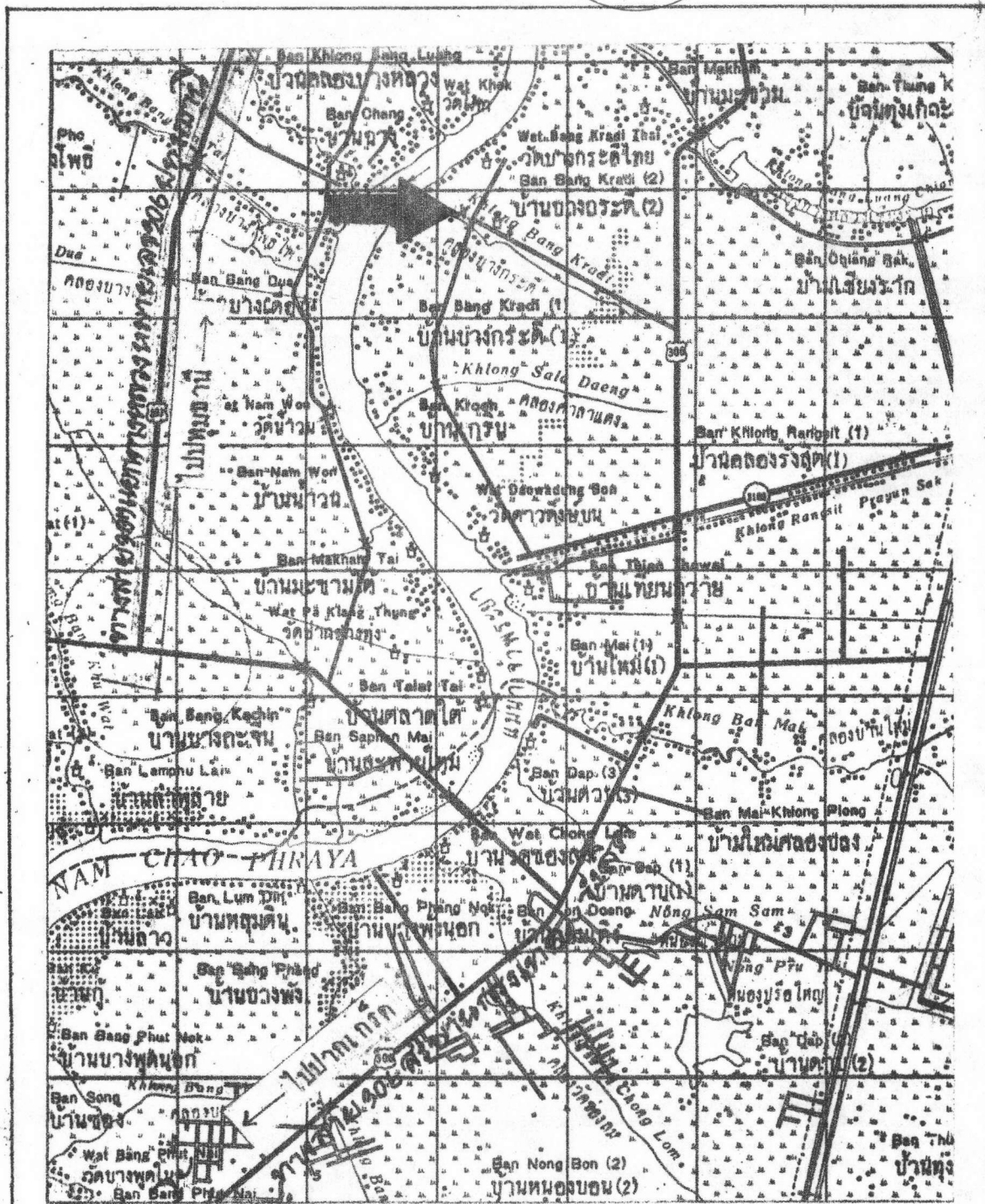
สีขาว เก็บจากโรงโมคิฉลาเพิ่มพูล ตรงกิโลเมตรที่ 128.2 ในเส้นทางสายสระบุรี-ลพบุรี หินนี้มีสีขาวและเทาอ่อนปนบ้าง มีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ 2.724

ส่วนประกอบทางเคมีของหินปูนทั้งสามชนิด แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

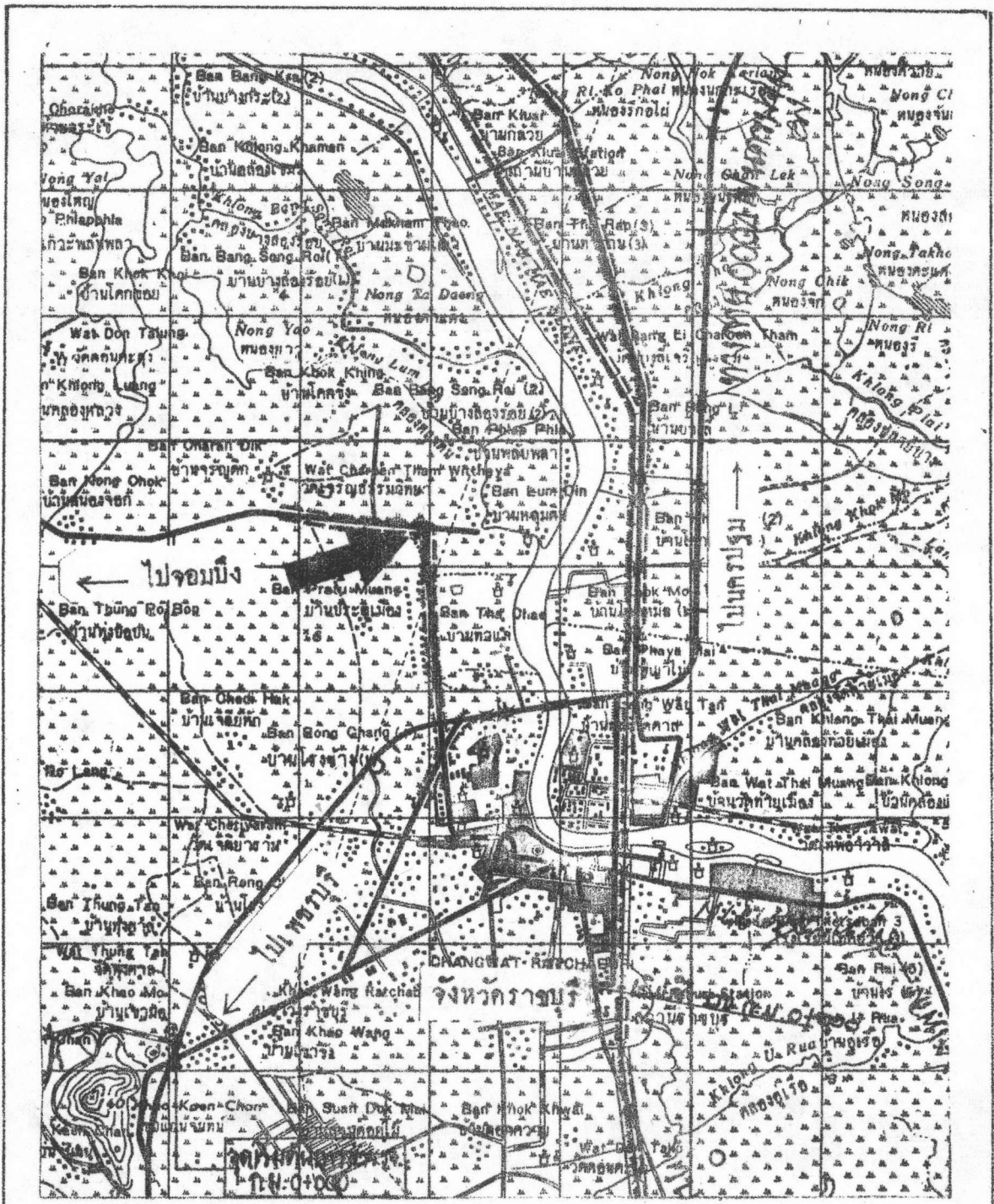
3.1.5 แก้ว ตัวอย่างแก้วที่นำมาทดลอง เก็บจากโรงงานแก้วบางนา เป็นเศษแก้วชนิดใส เนื้อหนา มีขนาดต่างๆตามเกรด B สำหรับทดลองหาค่าความลึกหรือ สำหรับเศษแก้วที่มีขนาดโตเกินไปสำหรับเกรดนี้ จะนำมาบดและร่อนเพื่อจัดขนาดใหม่ แก้วมีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ 2.491 ส่วนประกอบทางเคมีของเศษแก้วเหล่านี้แสดงไว้ในตารางที่ 3.4

3.1.6 ตะกรันเตาสูง และตะกรันเตาหลอม ตัวอย่างตะกรันเตาสูงและตะกรันเตาหลอมเก็บจากสองแหล่งคือ โรงงานถลุงเหล็กบริษัทเหล็กสยาม สระบุรี และโรงงานหลอมเหล็กบริษัท จี เอส สตีล บางนา กรุงเทพฯ ตะกรันเตาสูงจากบริษัทเหล็กสยามมีความพรุนแตกต่างกันเป็น 3 ลักษณะคือ พรุนมาก พรุนแน่น และแน่น ความพรุนของตะกรันขึ้นอยู่กับชั้นที่ลอยในเตา ส่วนที่อยู่ตอนบนจะพรุนมากกว่า แต่แต่ละชั้นมีความแตกต่างของสีและเนื้อมาก มีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ 2.293-2.606

ตะกรันเตาหลอมจากบริษัท จี เอส สตีลแบ่งเป็นสองลักษณะคือ พรุนมาก และพรุนน้อย มีค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ 3.454-3.642 ส่วนประกอบทางเคมีของตะกรันเตาสูงและตะกรันเตาหลอมแสดงไว้ในตารางที่ 3.5



รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงตำแหน่งแหล่งถิ่นทุพพิกษา มาตรฐาน 1:50,000



รูปที่ 3.2 แผนที่แสดงตำแหน่งแหล่งดินราชมณี มาตรการส่วน 1:50,000

ตารางที่ 3.1		
ส่วนประกอบทางเคมีของดินปทุมธานี และดินราชบุรี		
ส่วนประกอบ	% ส่วนประกอบ	
	ดินปทุมธานี	ดินราชบุรี
SiO <sub>2</sub>	58.49	72.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.25	15.55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.60	4.28
CaO	5.16	2.61
MgO	1.46	1.48
Na <sub>2</sub> O	0.38	0.28
K <sub>2</sub> O	1.77	1.35
ที่มา-กองธรณีวิทยา		
ตารางที่ 3.2		
ดัชนีและการแยกประเภทของดินปทุมธานี และดินราชบุรี		
คุณสมบัติ	ดินปทุมธานี	ดินราชบุรี
ล	น้ำตาลอมเหลือง	แสดปนแดง
LL	71.4	41.5
PL	31.9	21.9
PI	39.5	19.6
Gt	2.683	2.654
IS Classification	CH	CI
PRS Classification	A-7-5	A-7-6

ตารางที่ 3.3  
ส่วนประกอบทางเคมีของหินปูน

ส่วนประกอบ	% ส่วนประกอบ		
	หินปูนสีค่า	หินปูนสีเทา	หินปูนสีขาว
CaO	52.35	56.94	56.16
MgO	1.88	1.99	1.16
CO <sub>2</sub>	32.89	35.09	34.57
อื่นๆ	12.88	5.98	8.11

ที่มา-กองวิเคราะห์วิจัย

ตารางที่ 3.4  
ส่วนประกอบทางเคมีของแก้ว

ส่วนประกอบ	% ส่วนประกอบ
SiO <sub>2</sub>	72.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.32
CaO	10.03
MgO	0.26
F <sub>2</sub>	0.30
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	14.31
SO <sub>3</sub>	0.28

ที่มา-โรงงานแก้ว

ตารางที่ 3.5		
ส่วนประกอบทางเคมีของตะกรันเตาถลุง และตะกรันเตาหลอม		
สารประกอบ	% ส่วนประกอบ	
	เหล็กสยาม	จี เอส สตีล
$\text{SiO}_2$	42	18.42
$\text{Al}_2\text{O}_3$	14-18	13.20
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.5	37.68
CaO	36	20.49
MgO	5	10.03

ที่มา-โรงงานเหล็กสยาม  
(ค่าประมาณ)

ที่มา- กองธรณีวิทยา

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 เครื่องบดดิน (รูปที่ 3.3) ประกอบด้วยห้องบดเป็นกลองกลมแบน  $\varnothing 20$  ซม. หนา 8 ซม. ภายในเป็นคอนบด 3 อันหมุนรอบตัวเองโดยใช้กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า คอนบนเป็นของใส่ดินขนาด 7.5 ซม. x 10 ซม. คอนล่างเป็นหม้อรับดินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 20 ซม. เมื่อเทดินใส่ของบด ดินจะถูกตีเหวี่ยงไปรอบบดระหว่างผนังและห้องบด ดินละเอียดจะตกผ่านตะแกรงลงหม้อรับดิน ซึ่งที่ฝามีฝาครอบกันฟุ้ง

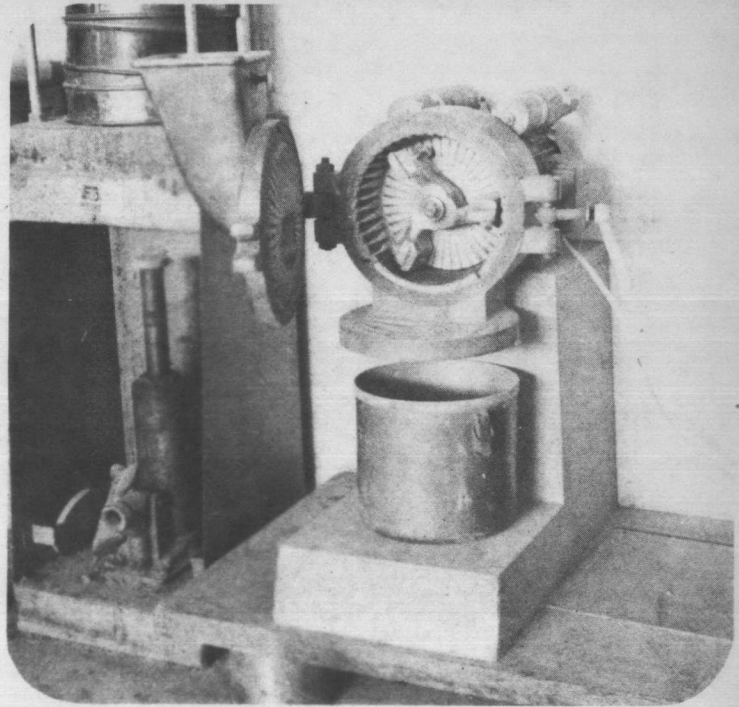
3.2.2 ตะแกรงร่อน ใช้ตะแกรงมาตรฐาน ASTM ตะแกรงร่อนตัวอย่างหินที่จะหล่อแผ่นตัวอย่างเพื่อเข้าเครื่องซีดีไซขนาด  $\frac{3}{8}$ " และ  $\frac{5}{16}$ " ตะแกรงร่อนทรายเพื่อผสมดิน ใช้ตะแกรงเบอร์ 50 และเบอร์ 100

3.2.3 เครื่องอัดดิน (รูปที่ 3.4) ประกอบด้วยช่องรับดิน และกระบอกอัดดินมีเกลียวอัดดินหมุนภายในกระบอกอัดดิน เข้าหากันกับแท่งเหล็กทรงกระบอก  $\varnothing 5$  ซม. ซึ่งหมุนภายในช่องรับดิน อัดดินเข้ากระบอกอัด  $\varnothing 7.5$  ซม. ซึ่งตอนปลายเป็นแผ่นเหล็กหนาเจาะรู ดินจะถูกอัดผ่านรูที่เจาะเป็นเส้นยาว

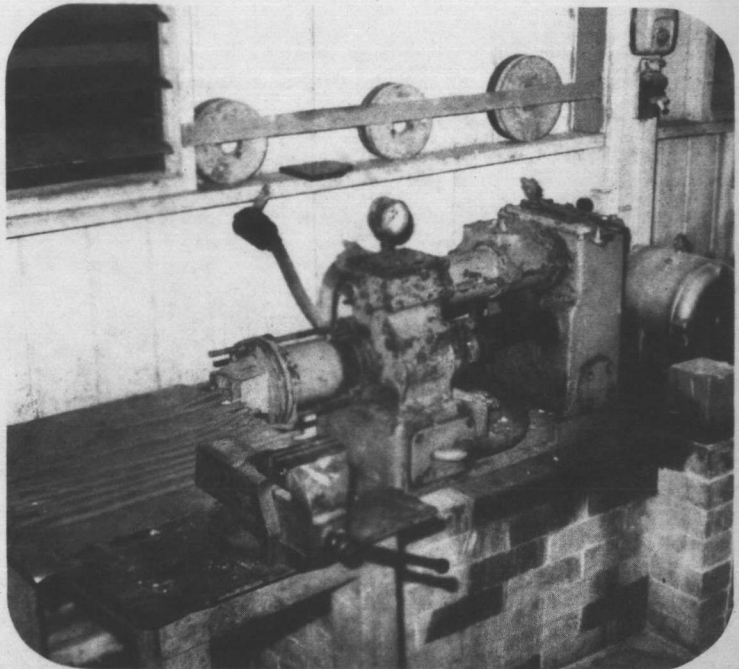
3.2.4 เตาเผาไฟฟ้า (รูปที่ 3.5) เป็นตู้เหล็ก กว้าง 126 ซม. สูง 166 ซม. หนา 76 ซม. ห้องเผาภายในเตา กว้าง 50 ซม. สูง 47 ซม. ลึก 50 ซม. บุฉนวนหนา 15 ซม. มีสายไฟให้ความร้อนขนาด 2 มม. ขดเป็นวง  $\varnothing 1.2$  ซม. อยู่ในร่องของอิฐทนไฟอยู่คานกลางและคานข้างของห้องเผา ด้านหลังของห้องเผาตรงจุดกึ่งกลางเป็นร่อง  $\varnothing 3$  ซม. เพื่อให้ Thermocouple สอดเข้าวัดอุณหภูมิภายในห้องเผาสายไฟจาก Thermocouple ต่อเข้ากับเครื่องควบคุมความร้อน มีเข็มสำหรับตั้งอุณหภูมิที่ต้องการเผา เมื่ออุณหภูมิในห้องเผาถึงจุดที่ตั้ง สวิตซ์จะตัดไฟฟ้าที่ส่งเข้าห้องเผา เมื่ออุณหภูมิลดลงสวิตซ์จะเปิดใหม่และเผาจึงจุดอุณหภูมิที่กำหนด เช่นนี้เรื่อยไป จนกว่าจะดับ Cut out ออก เตาเผาได้อุณหภูมิสูงสุด 2350° F



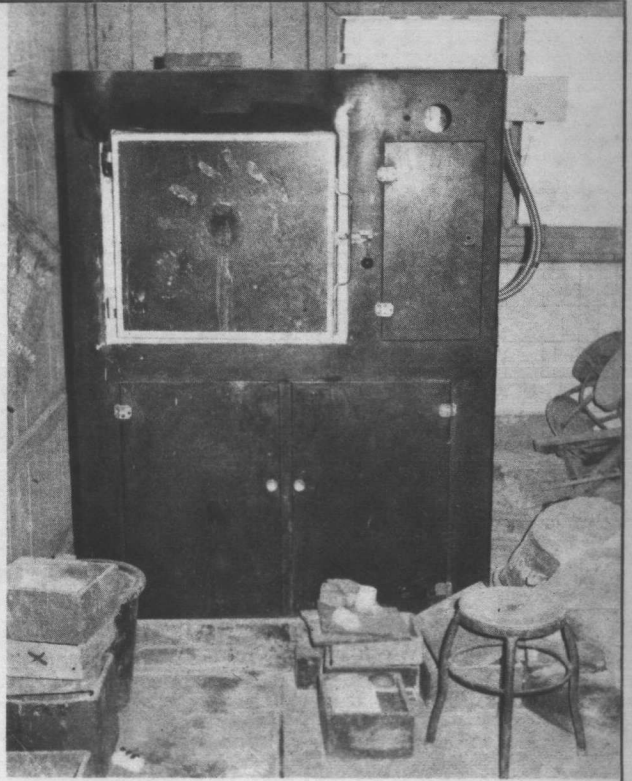
รูปที่ 3.3 เครื่องบดคิน



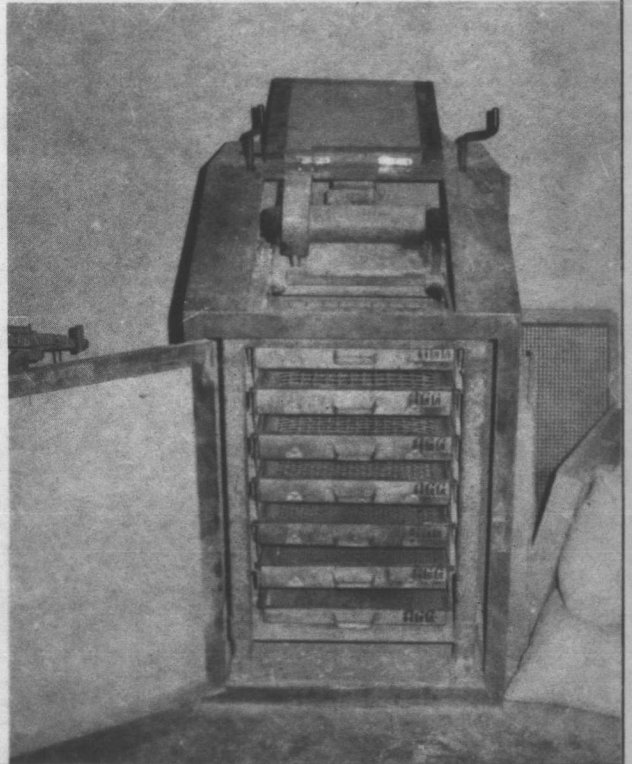
รูปที่ 3.4 เครื่องชักคิน



รูปที่ 3.5 เคาเขาไฟฟ้า



รูปที่ 3.6 เครื่องร่อนหิน



3.2.5 เครื่องร่อนหิน (รูปที่ 3.6) เป็นตู้เหล็กสี่เหลี่ยมภายในตู้เป็นชั้นของตะแกรงซ้อนกัน ตะแกรงมีขนาด  $1\frac{1}{2}$  "  $1$  "  $\frac{3}{4}$  "  $\frac{1}{2}$  "  $\frac{1}{4}$  "  $\frac{1}{8}$  " # 8 และฉากรับ

3.2.6 เครื่องวัดความสึกหรอของมวลรวมหยาบ (Los Angeles Abrasion Machine) (รูปที่ 3.7) ตัวเครื่องประกอบด้วยล้อเหล็กรูปทรงกระบอกกลวงเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน  $71.1 \pm 0.5$  ซม. ความยาวภายใน  $50.8 \pm 0.5$  ซม. ล้อเหล็กทรงกระบอกกลวงนี้ติดอยู่กับเพลาลูกเบี้ยวรอบแกนไดโนแนวนอนโดยใช้แรงหมุนจากมอเตอร์ มีช่องใส่วัสดุพร้อมฝาปิด มีเหล็กขวางสูง  $8.9 \pm 0.2$  ซม ยาว  $50.8 \pm 0.5$  ซม. ติดคานในวางตั้งในแนวรัศมีของล้อเหล็กทรงกระบอก ความยาวของเส้นรอบวงภายนอกวัดในทิศทางที่ล้อเหล็กทรงกระบอกหมุน จากเหล็กขวางถึงช่องใส่วัสดุยาว 127 ซม.

ลูกเหล็ก (Abrasive charge) ใส่ในล้อเหล็กเพื่อบดตัวอย่าง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4.7 ซม. แต่ละลูกหนักประมาณ 390-445 กรัม จำนวนลูกเหล็กขึ้นอยู่กับเกรดของตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 3.6 และ 3.7

3.2.7 เครื่องขัด (Accelerated Polishing Machine) (รูปที่ 3.9) เครื่องขัดประกอบด้วยวงล้อเหล็กสำหรับบรรจุแผ่นตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. กว้าง 4.4 ซม. วางแผ่นตัวอย่างขนาด  $9.0 \times 4.5$  ซม<sup>2</sup> ได้ 14 แผ่น วงล้อนี้หมุนด้วยความเร็ว 315-325 รอบต่อนาที วงล้ออยู่ในครอบเหล็กเพื่อป้องกันการกระเด็นของผงขัดและน้ำ วงล้อหมุนด้วยกำลังจากมอเตอร์ บนวงล้อเหล็กนี้มีตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม. กว้าง 5 ซม. เป็นล้อแบบสูบลมผิวหน้าเรียบ ค่าความแข็งของยาง  $55 \pm 5$  BS. degree ความคืนลม  $3.17 \pm 0.14$  KSC ( $45 \pm 2$  PSI) กดทับอยู่กับแผ่นตัวอย่างด้วยน้ำหนัก 40 กก. ถ้ายกจากคานซึ่งแขวนค้ำน้ำหนัก ตอนบนของล้อจะเป็นที่ป้อนผงขัด มีลักษณะเป็นกรวยทองเหลืองรูปสี่เหลี่ยม ตอนล่างเป็นรางปล่อยผงขัดให้ตกที่หน้าล้อวาง ที่ป้อนผงขัดนี้ติดกับแกนซึ่งปรับเอียงได้ทุกทาง มีเครื่องสั่นกรวยเพื่อให้ผงขัดไหลอย่างสม่ำเสมอคั่นตอนล่างของกรวย เครื่องสั่นนี้สามารถปรับขนาดความสั่นให้มากน้อยได้ ผงขัดที่ใช้เป็นผงอลูมิเนียมคาร์ไบด์ เรียกโดยทั่วไปว่า "ออสันคัม"

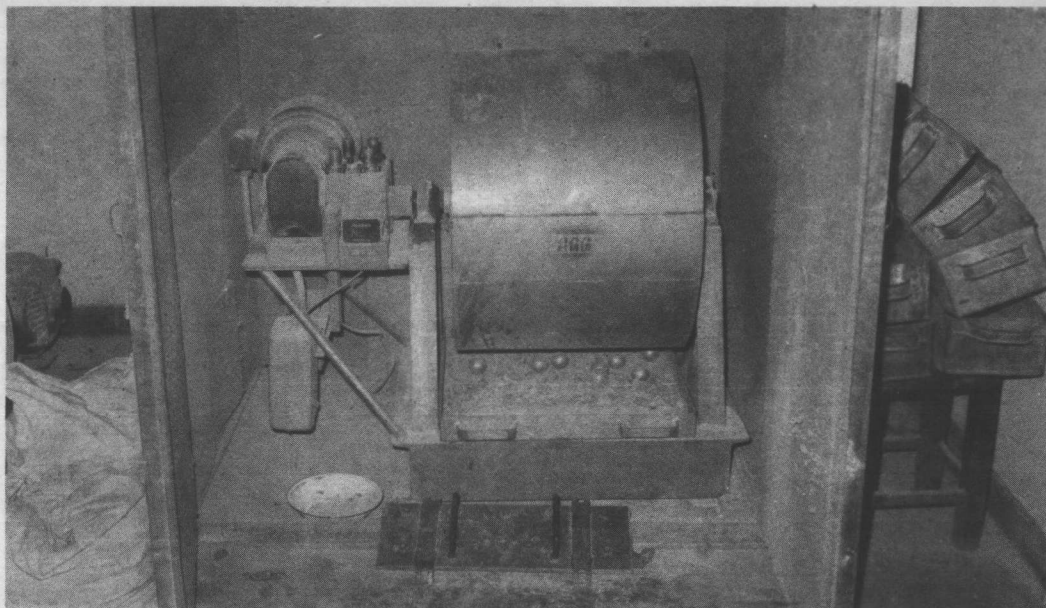
มีสองชนิดคืออย่างหยาบและอย่างละเอียด อย่างหยาบเป็นขนาดเบอร์ 30-36 อย่างละเอียดเป็นขนาดเบอร์ 600 ผงหยาบไหลในอัตรา 20-35 กรัมต่อนาที ผงละเอียดไหลในอัตรา 2-4 กรัมต่อนาที ที่หน้ากรวยเป็นที่บ่อน้ำ เป็นท่อทองเหลือง มีที่ปรับอัตราการไหล มีสายยางท่อน้ำจากขวดแก้วที่ตั้งบนเสาคือ อัตราการไหลของน้ำที่ใช้กับผงขัดหยาบ 20-35 กรัมต่อนาที อัตราไหลของน้ำสำหรับผงขัดละเอียด 4-8 กรัมต่อนาที

### 3.2.8 เครื่องวัดความต้านทานการลื่นไถล British Portable Skid

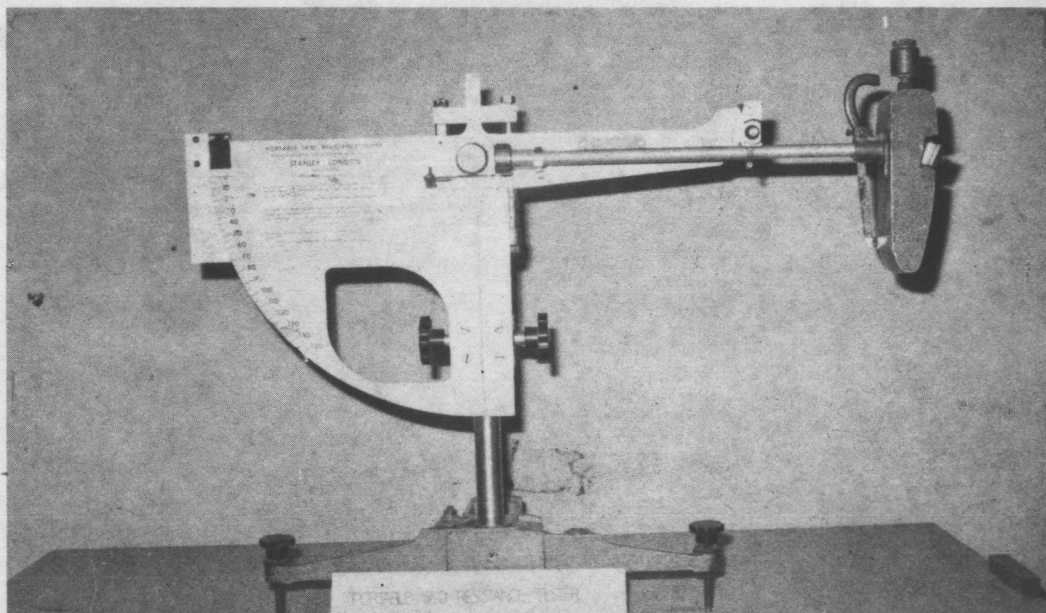
Resistance Tester หรือเรียกโดยย่อว่า British Portable Tester (ดูรูปที่ 3.8) ตัวเครื่องประกอบด้วยฐานรับเครื่องรูปตัว T แต่ละปลายขาเป็นสกรูปรับให้สูงต่ำได้ มีระดับน้ำติดที่โคนขาข้างหนึ่งเพื่อปรับให้เสาเครื่องอยู่ในแนวตั้ง เสาเครื่องเป็นเสากลมกลวง ตั้งอยู่บนฐานรูปตัว T และเป็นรางให้แผ่นคัทซีและแขนแกว่งเลื่อนขึ้นลงได้ แขนแกว่งประกอบด้วยกานอลูมิเนียมและลูกตุ้มที่ปลายแขน ภายในลูกตุ้มเป็นแผ่นยาง (Sliding Rubber) ซึ่งติดกับกานสปริง มีคัตซีกานสปริงเพื่อให้แผ่นยางยกขึ้นพันตัวอย่างเมื่อแกว่งกลับ แขนแกว่งจับติดกับไกปลดอย ซึ่งเมื่อกดไก แขนแกว่งจะตกลงและแผ่นยางจะปาดหน้าหินตัวอย่าง ขณะเดียวกันจะพาเข็มชี้ไปที่ขีดแบ่งบนแผ่นคัทซีลูมิเนียม แผ่นยางและแผ่นคัทซีปรับให้เลื่อนขึ้นลงได้พร้อมกัน เพื่อให้แผ่นยางปาดหน้าตัวอย่างเป็นระยะ  $7.6 \pm 0.1$  มม. ความยาวจากจุดหมุนของแขนแกว่งถึงแผ่นยางยาว 50 มม. น้ำหนักแขนแกว่งรวมลูกตุ้มและแผ่นยางหนัก  $1.50 \pm 0.03$  กก. จุดศูนย์กลางอยู่ห่างจากจุดหมุน  $40.5 \pm 0.5$  มม. แผ่นยาง เป็นยางสีคาร์บูสดีเหลี่ยมจตุรัส กว้าง 3.1 ซม.หนา 0.6 ซม. ยึดติดกับแผ่นอลูมิเนียมมีรูเสียบติดกับกานสปริง น้ำหนักยางรวมแผ่นโลหะหนัก  $22 \pm 5$  กรัม ทำมุม  $20^\circ$  กับแนวราบเมื่อแขนแกว่งอยู่ตำแหน่งต่ำสุด ในการทดลอง แผ่นยางต้องมีอายุอย่างน้อย 6 เดือน และมีคุณสมบัติดังนี้

คุณสมบัติ	อุณหภูมิ $^\circ\text{C}$				
	0	10	20	30	40
Resilience %	42-47	55-62	61-68	64-71	66-78
ความแข็ง	55 $\pm$ 5 BS. degree				

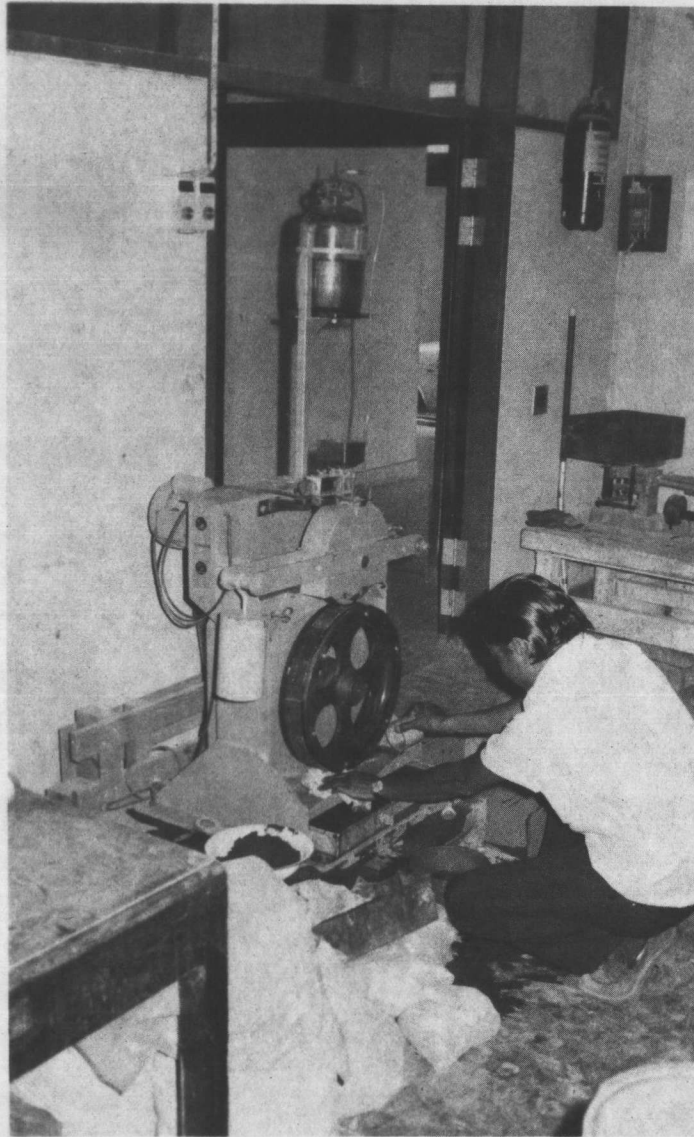
แผ่นดัชนี เป็นแผ่นอะลูมิเนียมเคลือบรูปสี่เหลี่ยมวงกลม มีขีดแบ่งจาก 0 (บน) ถึง 150 (ล่าง) สำหรับดัชนีเล็กที่นำเสียบติด มีขีดแบ่งจาก 0.0 (บน) ถึง 1.0 (ล่าง) เลข 0 ของทั้งสองแผ่นจะตรงกัน



รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความลึกทรอของมวลรวมทราย



รูปที่ 3.8 เครื่องวัดความต้านทานการสิ้นไถล



รูปที่ 3.9 เครื่องชัก

ตารางที่ 3.6								
ขนาดและน้ำหนักของตัวอย่างแต่ละเกรดที่ใช้วัดความลึกหรือ								
ขนาดตะแกรง		น้ำหนัก (กรัม) และเกรดของตัวอย่าง						
ผาน	คาง	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2500 <sub>+50</sub>		
2 1/2"	2"					2500 <sub>+50</sub>		
2"	1 1/2"					5000 <sub>+50</sub>	5000 <sub>+50</sub>	
1 1/2"	1"	1250 <sub>+25</sub>					5000 <sub>+50</sub>	5000 <sub>+50</sub>
1"	3/4"	1250 <sub>+25</sub>						5000 <sub>+50</sub>
3/4"	1/2"	1250 <sub>+10</sub>	2500 <sub>+10</sub>					
1/2"	3/8"	1250 <sub>+10</sub>	2500 <sub>+10</sub>					
3/8"	§ 3	2500 <sub>+10</sub>		2500 <sub>+10</sub>				
§ 3	§ 4			2500 <sub>+10</sub>				
§ 4	§ 8				5000 <sub>+10</sub>			
น้ำหนักตัวอย่างรวม		5000 <sub>+10</sub>	5000 <sub>+10</sub>	5000 <sub>+10</sub>	5000 <sub>+10</sub>	10000 <sub>+100</sub>	10000 <sub>+75</sub>	10000 <sub>+50</sub>
จำนวนรอบ		500				1000		
ตารางที่ 3.7								
จำนวนลูกเหล็กที่ใช้กับตัวอย่างแต่ละเกรด								
	เกรดตัวอย่าง							
	A	B	C	D	E	F	G	
จำนวนลูกเหล็ก	12	11	8	6	12	12	12	
น้ำหนักรวม(กรัม)	5000 <sub>+25</sub>	4584 <sub>+25</sub>	3330 <sub>+20</sub>	2500 <sub>+25</sub>	5000 <sub>+25</sub>	5000 <sub>+25</sub>	5000 <sub>+25</sub>	



### 3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง เตรียมตัวอย่างเพื่อทดลองหาค่าต่าง ๆ คือ ความถ่วงจำเพาะ การดูดซึมน้ำ การหลุดลอกของมวลรวมเมื่อจับกับยางแอสฟัลท์ ความสึกหรอ และหาค่า PSV ดังต่อไปนี้

เม็คดินผสมทรายเผา เตรียมโดยนำดินทั้งสองแหล่งไปตากและอบแห้ง แล้วบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 40 ผสมทรายละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 50 ค้างเบอร์ 100 ในอัตราส่วนดินต่อทราย 80% และ 20% โดยน้ำหนัก เคล้าให้เข้ากัน ผสมน้ำและนวดให้อ่อน ซึ่งดินปทุมธานีและดินราชบุรีต้องใช้น้ำผสม 40% และ 20% ตามลำดับ นำดินที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัดดิน ให้ได้เส้นผ่าศูนย์กลาง 8.5 มม., 11 มม., และ 16 มม., นำดินที่อัดเป็นเส้นแล้วไปตากให้หมาดในร่มแล้วคัดด้วยลวดซึ่งตั้งยาว 14 มม., 17 มม. และ 25 มม. ตามลำดับ นำไปตากและอบให้แห้งแล้วเผาที่อุณหภูมิ 600 800 1000 1200°C ส่วนหินปูน แก้ว ตะกรันเตาถลุงและตะกรันเตาหลอม เตรียมโดยเข้าเครื่องร่อนแยกขนาด  $\frac{3}{4}$  -  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{3}{8}$  -  $\frac{5}{16}$ , สำหรับหินปูนนำไปเผาที่อุณหภูมิ 176, 300, 500, และ 700°C

แผ่นตัวอย่างสำหรับทดลองหาค่า PSV เตรียมจากเม็คดินผสมทรายเผา ขนาด  $\phi$  8.5 มม. ยาว 14 มม. หรือหินปูนเผา แก้ว ตะกรันเตาถลุง ตะกรันเตาหลอม ขนาด  $\frac{3}{8}$  -  $\frac{5}{16}$  ซึ่งไม่แบนหรือยาวเกินไป และปราศจากฝุ่น มาเรียงในแบบที่ซึ่งมีขนาด 9.0x4.5 ซม. ให้ชิดกันมากที่สุด ส่วนเม็คดินผสมทรายเผา เรียงแบบขวาง 3 แถว (ยกเว้นพวกที่จะศึกษาผลของการเรียง) เรียงมวลรวมสองแผ่นต่อหนึ่งตัวอย่าง แล้วโรยทรายละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 50 ค้างเบอร์ 100 ตามร่องระหว่างเม็ค ให้สูงระหว่าง  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  ของความหนาของเม็คมวลรวม ฉีดน้ำให้ทรายเปียก เสริมด้วยลวดขนาด 1.2 มม. 3 เส้นตามความยาวของแบบ หล่อแบบด้วยปูนสอ (ซีเมนต์ชนิด High Alumina ผสมทรายผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 50 ค้างเบอร์ 100 อัตราส่วนโดยน้ำหนักเท่ากัน) เมื่อปูนสอเริ่มแข็งตัว ปาดผิวให้เรียบด้วยยางแข็งแล้ว

คลุมตัวอย่างด้วยผ้าชุบน้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง และแบบออก ไซ่แปรงซัดทรายที่เกาะตาม ร่องมวลรวมออก นำตัวอย่างไปแช่น้ำไว้ 7 ถึง 14 วัน ก่อนนำมาทดลอง (ดูรูปที่ 3.10 -3.12)

3.3.2 การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำของมวลรวม การ ทดลองนี้ใช้ตัวอย่างเม็ดดินผสมทรายเผาขนาด  $\phi$  8.5 มม. ยาว 14 มม. หรือหินปูนเผา แกว ตะกรันเตาถลุง หรือตะกรันเตาหลอม ขนาด  $\frac{3}{8}$ " -  $\frac{5}{16}$ " หนักประมาณ 100 กรัม แช่ นำนาน  $16 \pm 4$  ชั่วโมง แล้วนำไปหาความถ่วงจำเพาะโดยการแทนที่น้ำในขวดวัดปริมาตร ซึ่งใช้ขวดขนาด 500cc.

ความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความถ่วงจำเพาะปรากฏ} \quad G_a = \frac{W_1 \times G_w}{W_1 - W_3 + W_4}$$

$$\text{ความถ่วงจำเพาะรวม} \quad G_b = \frac{W_1 \times G_w}{W_2 - W_3 + W_4}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ} \quad W_a = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W_1} \quad \%$$

เมื่อ

$$W_1 = \text{น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักตัวอย่างอิมมersion}$$

$$W_3 = \text{น้ำหนักขวด} + \text{น้ำ} + \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

$$W_4 = \text{น้ำหนักขวด} + \text{น้ำหนักน้ำสูงถึงขีดกำหนด}$$

$$G_w = \text{ความถ่วงจำเพาะของน้ำที่ใช้วัดปริมาตรที่อุณหภูมิขณะวัด}$$

ในการวัดความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินผสมทรายที่ยังไม่เผา ใช้น้ำมันก๊าดแทนน้ำ เนื่องจากเม็ดดินละลายได้ในน้ำ

3.3.3 การทดสอบหาการหลุดลอกของมวลรวมจากยางแอสฟัลท์

(Stripping) เลือกตัวอย่างมวลรวมเม็ดดินผสมทรายเผาขนาด  $\phi$  16 มม. ยาว 25 มม. หินปูนเผา แกว ตะกรันเตาถลุงและตะกรันเตาหลอมขนาด  $1\frac{1}{2}$ " ซึ่งมีน้ำหนัก หนึ่ง เรียบโดยไม่ต้องร่อนผ่านตะแกรง อย่างละ 50 ก่อน แล้วนำไปวางบนยางแอสฟัลท์ AC (80-100 pen.) ซึ่งมีอุณหภูมิ  $140-175^\circ\text{C}$  ซึ่งอยู่ในภาควัดสัณฐานเสี้ยนผ้าคุนย

กลาง 15 ซม. สูง 1 ซม. 2 ใบ ความหนาของยาง 1-2 มม. กัดด้านเรียบของมวลรวมลงบนผิวแอสฟัลต์เบา ๆ ให้ผิวหน้าจมลงในถาด ๆ ละ 20 ก้อน นำถาดเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปแช่น้ำในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 4 วัน แล้วนำถาดที่ใส่ตัวอย่างไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25-30°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

นำถาดขึ้นจากน้ำแล้วจึงมวลรวมออก โดยใช้เข็มค้ำด้วยแรงเท่า ๆ กัน พิจารณามวลรวมแต่ละก้อน และให้คะแนนแต่ละก้อนดังนี้

1.	ผิวหน้ามวลรวมที่	ไม่มี	แอสฟัลต์เคลือบเลย	ให้	1	คะแนน
2.	"	"	มี	"	"	ครึ่งหน้า
3.	"	"	มี	"	"	มากกว่าครึ่งหน้า
4.	"	"	มี	"	"	เต็มหน้า

$$\therefore \text{เปอร์เซ็นต์การหลุดลอก} = \frac{\text{ผลบวกของคะแนนทั้งหมด}}{\text{จำนวนก้อนมวลรวมทั้งหมด}} \times 100$$

นำค่าทั้งสองถาดมาเฉลี่ยหาเปอร์เซ็นต์การหลุดลอก การทดลองนี้ตามมาตรฐานที่ ทล-ท. 605/2518 ของกรมทางหลวง<sup>(4)</sup>

### 3.3.4 การทดลองหาความสึกหรอของมวลรวมหยาบโดยเครื่อง Los

Angelas Abrasion Machine นำตัวอย่างเม็ดหินผสมทรายเผาขนาด  $\phi$  11 มม ยาว 17 มม. และ  $\phi$  16 มม. ยาว 25 มม. อย่างละ 2500 กรัมรวมกันหรือตัวอย่างมวลรวมขนาดตามเกรด B (ตารางที่ 3.6) หนัก 5000 กรัม (รูป 3.13-3.15) บรรจุลงในล้อเหล็กทรงกระบอกพร้อมลูกเหล็ก 11 ลูก ตั้งเครื่องให้หมุน 500 รอบ เมื่อเครื่องเดินครบ เทตัวอย่างไปร่อนบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 12 นำส่วนที่ค้างไปชั่ง และคำนวณหาความสึกหรอจาก

$$\text{ความสึกหรอ} = \left( \frac{\text{นน. เดิม} - \text{นน. ส่วนที่เหลือ}}{\text{นน. เดิม}} \right) \times 100$$

การทดสอบนี้ถือตามมาตรฐานที่ ทล-ท.202/2515 ของกรมทางหลวง<sup>(3)</sup> ซึ่งกำหนดค่าความสึกหรอของมวลรวมที่นำมาใช้ต้องไม่เกิน 40%

3.3.6 การทดสอบหาค่า PSV ทดลองโดยใช้เครื่อง British Portable Tester ก่อนทดลอง ใ้ปรับเครื่องมือโดยปรับระดับน้ำที่ฐานเครื่องให้เสายู่ในแนวตั้ง ทดลองแกลงเปล่า เข็มตองชี้ที่เลข 0 เมื่อปรับเรียบร้อยแล้วจึงนำตัวอย่างเซาที่จับ เดือนแขนแกลงให้แผนยางสัมผัสตัวอย่างเป็นระยะ  $7.6 \pm 1$  ซม.รคนำแผนตัวอย่างแล้วคมุ่มปดอยแขนแกลงให้แขนแกลงปาดที่ตัวอย่างอ่านค่า PSV จากแผนคัชนีได้ก แกลง 5 ครั้งเฉียดจาก 3 ครั้งหลัง เมื่อทดสอบหาค่า PSV ก่อนซัดแล้ว นำตัวอย่างไปเซาเครื่องซัด ซัดควยผงซัดหยาบและผงซัดละเอียดคอยางละ 3 ชั่วโมง $\pm 5$  นาที แล้วนำตัวอย่างมาทดสอบหาค่าหลังซัดอีกครั้ง

ค่า PSV ที่อ่านได้ที่อุณหภูมิ  $t^{\circ}\text{C}$  แปลงเป็นค่า PSV ที่  $20^{\circ}\text{C}$  ตามสูตรของ Maclean และ Shergold<sup>(16)</sup> ดังนี้

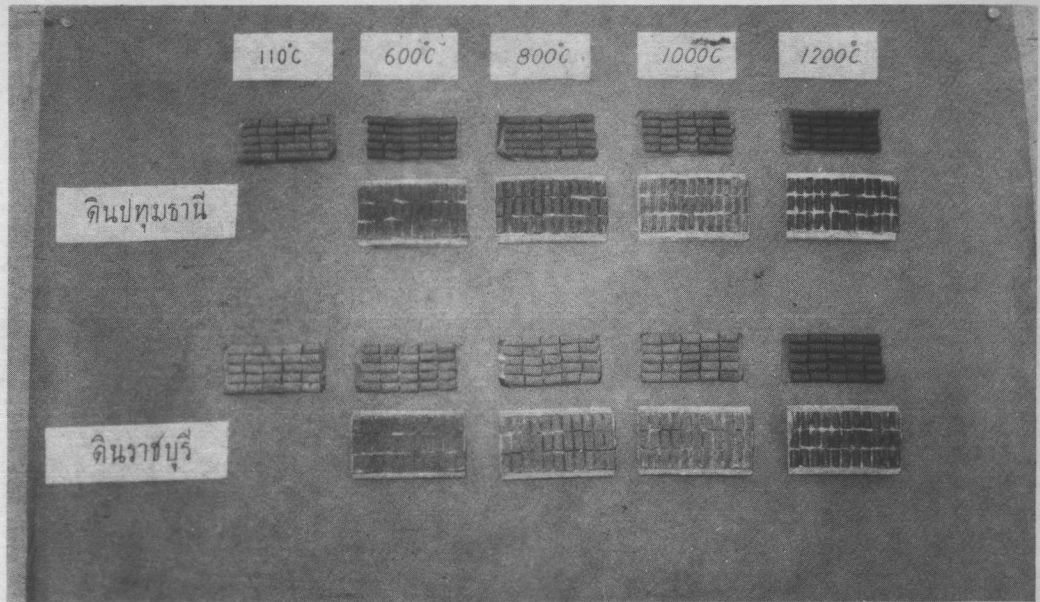
$$C_{20} = \frac{100 + t}{120} C_t$$

เมื่อ  $C_{20}$  = ค่า PSV ที่อุณหภูมิ  $20^{\circ}\text{C}$

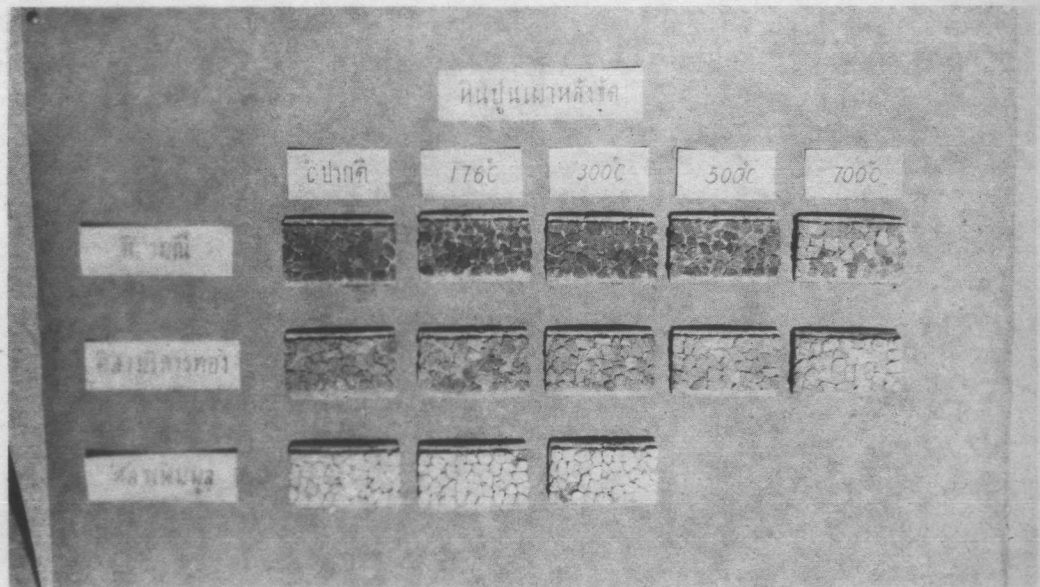
$C_t$  = ค่า PSV ที่อุณหภูมิ  $t^{\circ}\text{C}$

$t$  = อุณหภูมิห้องขณะวัด  $^{\circ}\text{C}$

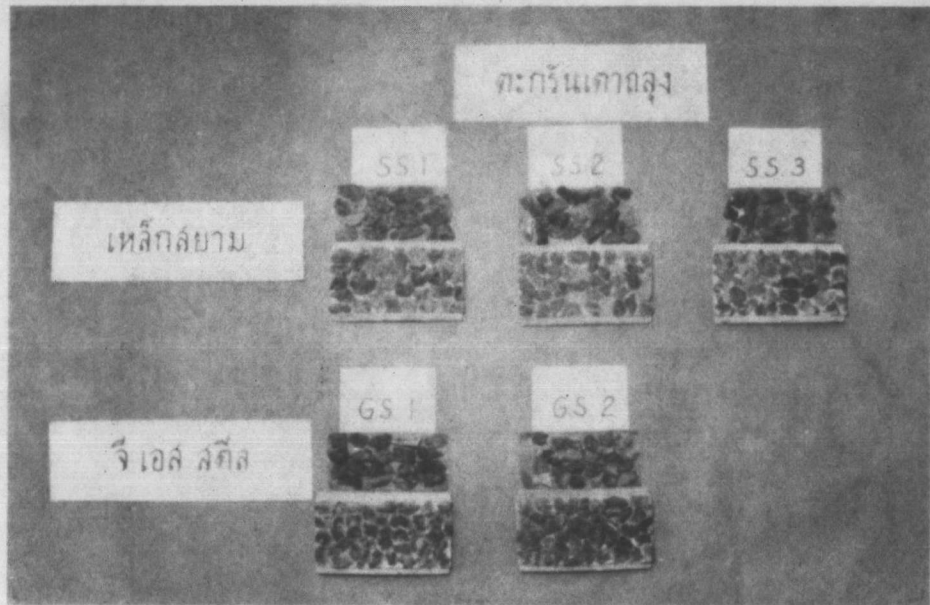
การทดสอบนี้ถือตามมาตรฐาน BS.812<sup>(5)</sup>



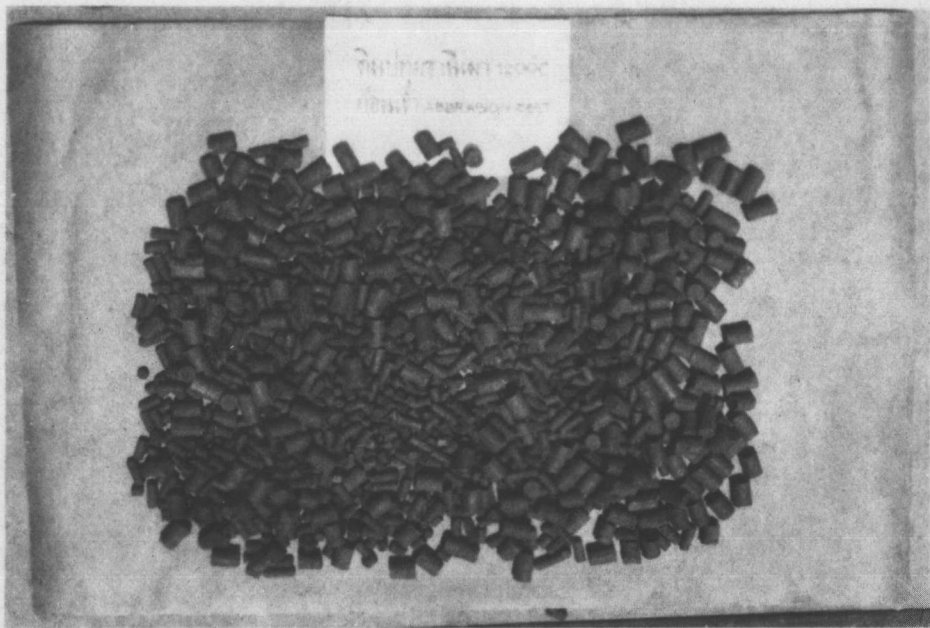
รูปที่ 3.10 เม็ดดินผสมทราย เเผาที่อุณหภูมิต่างๆ



รูปที่ 3.11 ดินปูน เเผาที่อุณหภูมิต่างๆ



รูปที่ 3.12 ตะกรันแคดลุงเหล็กถล่ม และตะกรันแคดลอม จี เอส สตีล



รูปที่ 3.13 เม็คคินผสมทรายเผา ก่อนเข้าทคลองวัดความสึกหรอ



รูปที่ 3.14 หินปูนสีดำ เเผา 500°C ก่อนเข้าทดลองวัดความสึกหรอ



รูปที่ 3.15 แก้ว ก่อนเข้าทดลองวัดความสึกหรอ