

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### 1. แผนการวิจัย

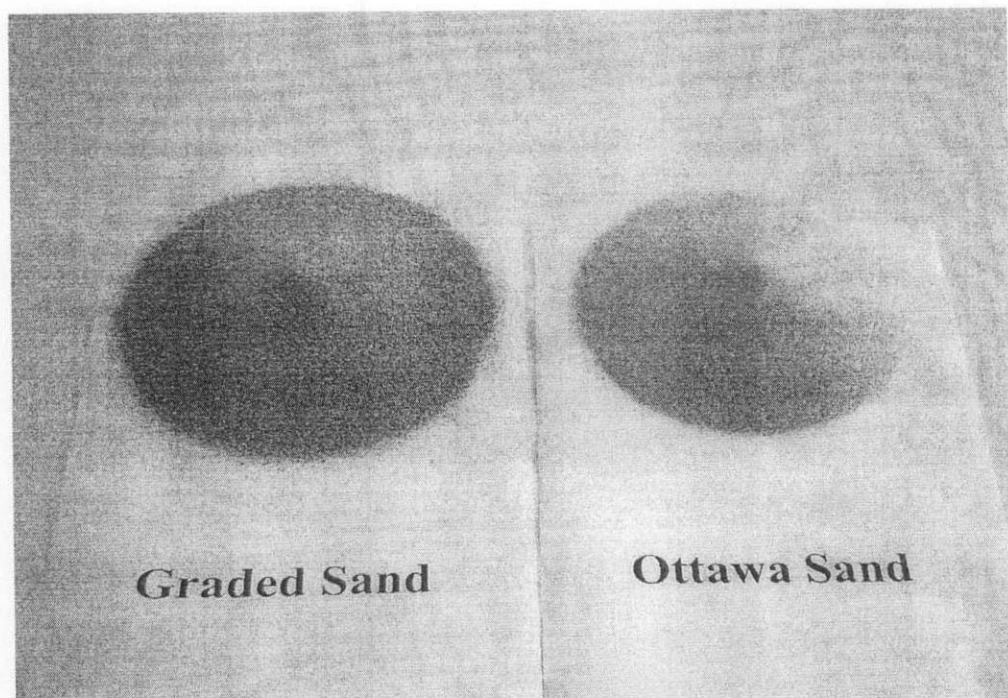
1.1 การเตรียมวัสดุและทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ เริ่มจากการเก็บเก้าอี้พลาสติก แก้วน้ำ อ้อย และถั่วลิสง ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย แล้วนำมาอบแห้งและบดละเอียด จากนั้นนำไปวัสดุที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติ ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะ ความละเอียด ขนาดและลักษณะอนุภาค ของเก้าอี้พลาสติกและเก้าอี้พลาสติกผสมถั่วลิสง

1.2 ทดสอบคุณสมบัติของมอร์ตาร์ ได้แก่ การทดสอบการไหลเพื่อหาปริมาณน้ำในส่วนผสม และการทดสอบความร่อนของมอร์ตาร์โดยวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเทียบกับเวลา

##### 2. วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

2.1 ปูนซีเมนต์ เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

2.2 มวลรวมละเอียด เป็นทรายที่มีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.60 และค่าโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.0 โดยมีขนาดละเอียดเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 778 ลักษณะของมวลรวมละเอียดที่ใช้ในงานวิจัยเปรียบเทียบกับทรายหยาบแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 มวลรวมละเอียดขนาดละเอียดตามมาตรฐาน ASTM C 778 เปรียบเทียบกับทรายหยาบ

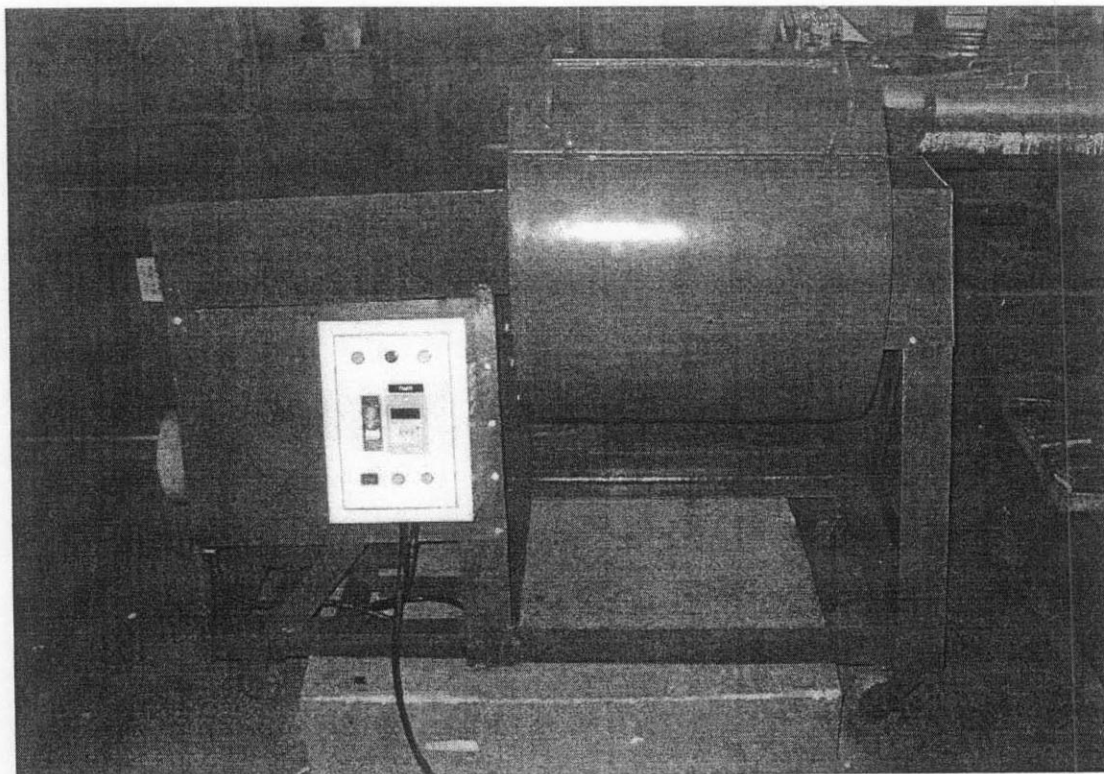
2.3 ถั่วแกลบ เป็นวัสดุที่เหลือจากระบวนการผลิตน้ำมันพืชโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อน ซึ่งได้มาจาก บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถั่วแกลบมีลักษณะเป็นผงสีดำและเปียกชื้น จึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ  $100 \pm 10$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30 เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนและเศษถั่วแกลบขนาดใหญ่ที่เผาไหม้ไม่หมดออก แล้วนำถั่วแกลบไปบดด้วยเครื่องบดที่ดัดแปลงจากเครื่องลอสเองเจลิส ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยใช้เหล็กเส้นกลมเป็นตัวบดและใช้เวลาในการบด 120 นาที จะได้ถั่วแกลบที่มีความละเอียดข้างตะแกรงเบอร์ 325 ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ลักษณะของถั่วแกลบแสดงในภาพที่ 4

2.4 ถั่วซังอ้อย เป็นวัสดุที่เหลือจากระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานชีวมวล โดยใช้ซังอ้อยเป็นเชื้อเพลิงหลักและใช้เชื้อเพลิงเสริมอย่างใดอย่างหนึ่งได้แก่ แกลบ ใบอ้อย และเปลือกไม้ โดยสัดส่วนผสมเชื้อเพลิงหลักต่อเชื้อเพลิงเสริมในเชิงความร้อนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 85 ต่อ 15 ถั่วซังอ้อยที่นี้เก็บจากบริเวณบ่อพักของโรงไฟฟ้า บริษัท ด่านช้าง ใบโอ-เอ็นเนอร์ยี จำกัด ตำบลหนองมะค่าโมง อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ถั่วซังอ้อยเป็นผงสีดำและเปียกชื้น จึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ  $100 \pm 10$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30 เพื่อกำจัดเศษซังอ้อยขนาดใหญ่ที่เผาไหม้ไม่หมดออก แล้วนำถั่วซังอ้อยไปบดด้วยเครื่องบดที่ดัดแปลงจากเครื่องลอสเองเจลิส ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยใช้เหล็กเส้นกลมเป็นตัวบดและใช้เวลาในการบด 120 นาที จะได้ถั่วซังอ้อยที่มีความละเอียดข้างตะแกรงเบอร์ 325 ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ลักษณะของถั่วซังอ้อยแสดงในภาพที่ 4

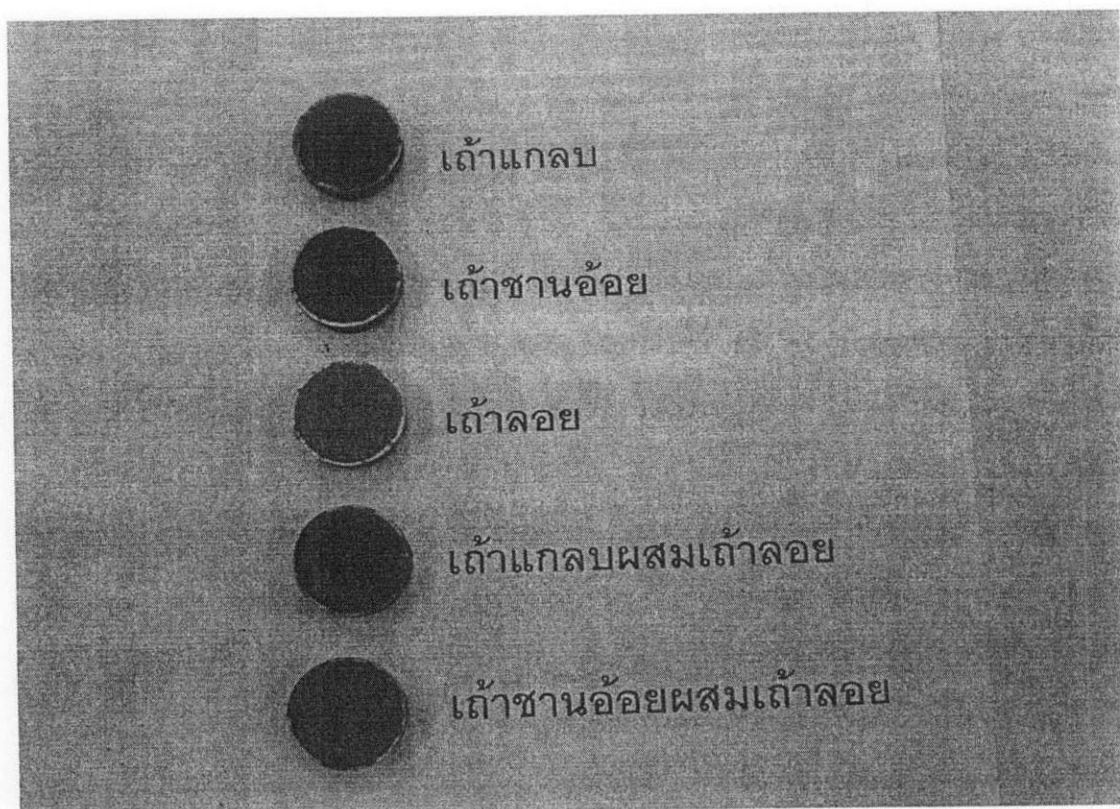
2.5 ถั่วลอม ใช้ถั่วลอมที่นำมาจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นผงละเอียดสีเหลืองปนน้ำตาล มีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.12 และมีความละเอียดข้างตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ 29 โดยน้ำหนัก ลักษณะของถั่วลอมแสดงในภาพที่ 4

2.5 ถั่วแกลบผสมถั่วลอม และ/หรือถั่วซังอ้อยผสมถั่วลอม ได้จากการนำถั่วแกลบและ/หรือถั่วซังอ้อย ที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30 และถั่วลอมที่เตรียมไว้ผสมรวมกันในอัตราส่วนร้อยละ 50:50 โดยน้ำหนัก แล้วบดรวมกันด้วยเครื่องบดที่ดัดแปลงจากเครื่องลอสเองเจลิส ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยใช้เหล็กเส้นกลมเป็นตัวบดและใช้เวลาในการบด 120 นาที จะได้ถั่วแกลบผสมถั่วลอม และ/หรือถั่วซังอ้อยผสมถั่วลอมที่มีความละเอียดข้างตะแกรงเบอร์ 325 ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ลักษณะของถั่วแกลบผสมถั่วลอมและถั่วซังอ้อยผสมถั่วลอม แสดงในภาพที่ 4

2.6 น้ำ ใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ สาขา



ภาพที่ 3 เครื่องบดที่ดัดแปลงจากเครื่องลอสเองเจดิส

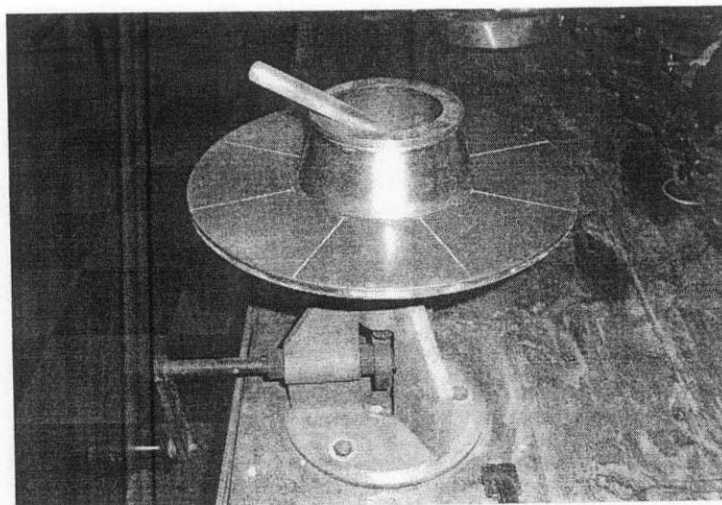


ภาพที่ 4 ลักษณะแก้วแกลบ แก้วชานอ้อย แก้วลอย แก้วแกลบผสมแก้วลอย และแก้วชานอ้อยผสมแก้วลอย

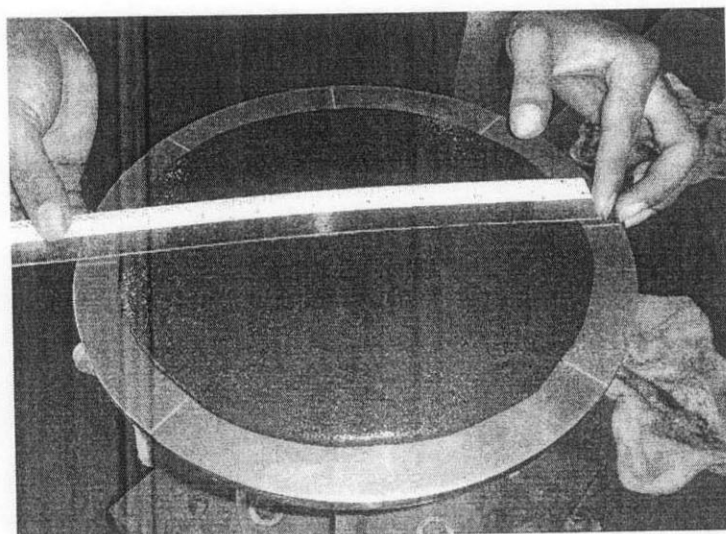
### 3. รายละเอียดวิธีการทดสอบ

3.1 การทดสอบคุณสมบัติของเก้าอี้มวอล และเก้าอี้มวอลผสมเก้าอี้ลอย ประกอบด้วย การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะ ความละเอียด ขนาดและลักษณะของอนุภาค

3.2 การทดสอบการไหลของมอร์ตาร์ เป็นการหาปริมาณน้ำในส่วนผสมโดยใช้โต๊ะการไหลตามมาตรฐาน ASTM C 430 ดังแสดงในภาพที่ 5 การทดสอบเริ่มจากนำมอร์ตาร์ที่เตรียมไว้ใส่ในโมลโดยแบ่งเป็นสองชั้นแล้วทำให้แน่นด้วยการกระทุ้งชั้นละ 20 ครั้ง ปาดให้เรียบและยกโมลออก ต่อจากนั้นทำการเคาะโต๊ะการไหลจำนวน 25 ครั้ง ภายในเวลา 15 วินาที แล้วทำการวัดค่าการไหลของมอร์ตาร์ ดังแสดงในภาพที่ 6 โดยปริมาณที่ใช้ในส่วนผสมจะให้ค่าการไหลของมอร์ตาร์อยู่ในช่วงร้อยละ  $110 \pm 5$  หรืออยู่ในช่วงร้อยละ 105–115

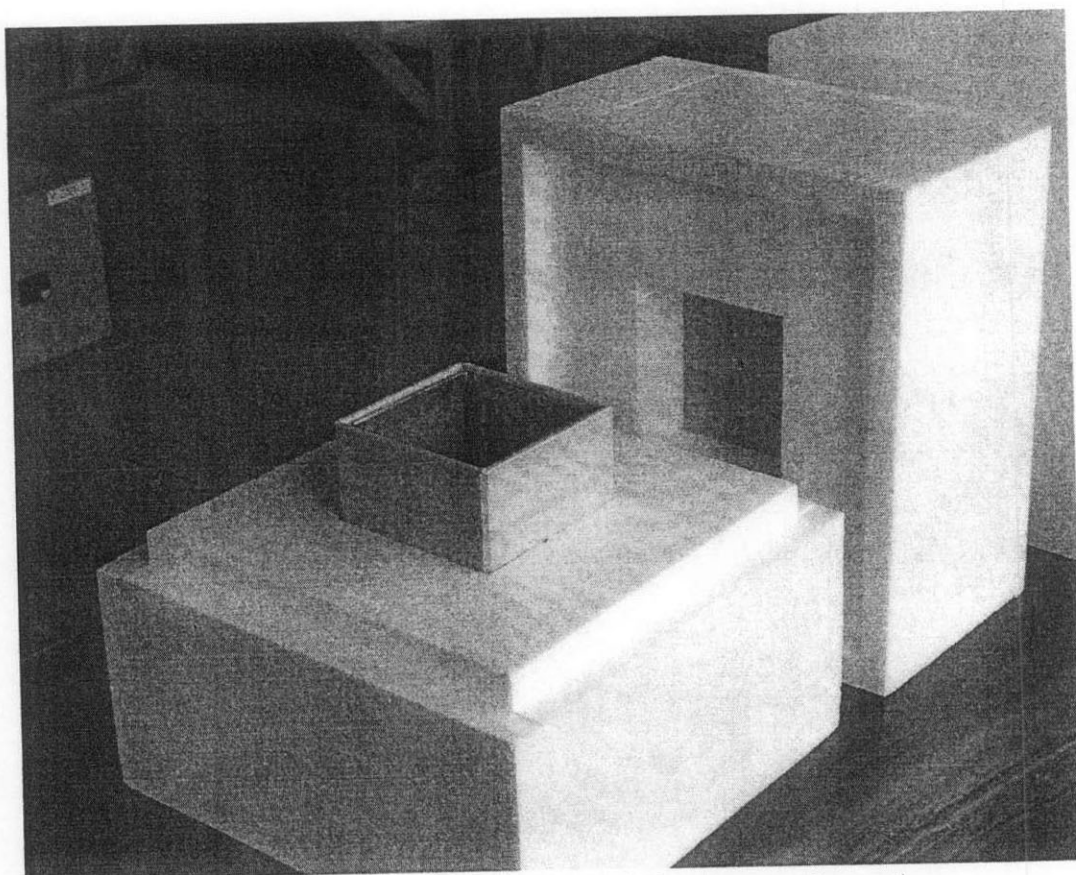


ภาพที่ 5 โต๊ะการไหล



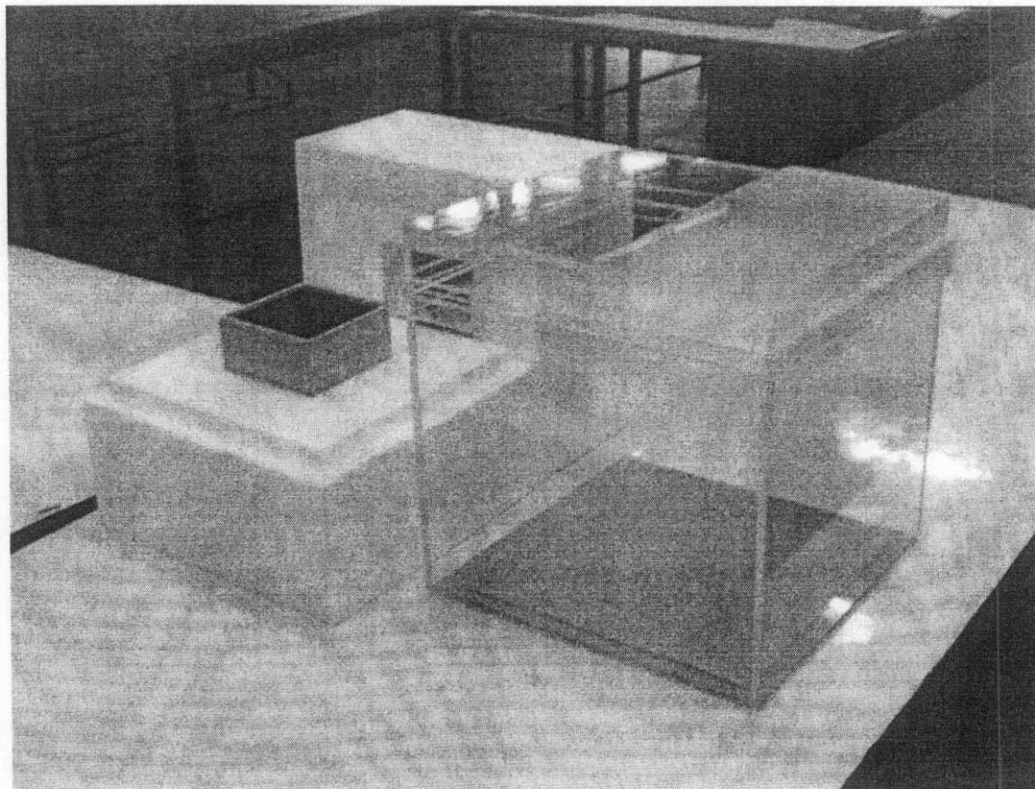
ภาพที่ 6 การวัดค่าการไหลของมอร์ตาร์

3.3 การทดสอบความร้อนของมอร์ตาร์ เป็นการทดสอบความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 186 แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างทดสอบในรูปของมอร์ตาร์และมีอัตราส่วนผสมระหว่างวัสดุประสานต่อมวลรวมละเอียดเท่ากับ 1:2.75 โดยน้ำหนัก โดยมีปริมาณน้ำในส่วนผสมที่ทำให้มอร์ตาร์มีค่าการไหลร้อยละ  $110 \pm 5$  จึงเป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบ โดยเริ่มจากนำมอร์ตาร์ที่ผสมแล้วใส่ในกล่องภาชนะขนาด  $100 \times 100 \times 100$  มิลลิเมตร ที่หุ้มด้วยแผ่นฟอยล์เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน แล้วนำไปวางในกล่องโฟมหนาโดยรอบกล่อง 100 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 7 ปิดฝาด้านบนกล่องโฟมแล้วนำไปวางในกล่องอะคริลิกใสอีกชั้นหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 8 แล้วติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) เข้ากับตัวอย่างทดสอบและเครื่องวัดอุณหภูมิ (เทอร์โมมิเตอร์) ดังแสดงในภาพที่ 9 จากนั้นนำไปเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิที่  $25 \pm 3$  องศาเซลเซียส โดยวัดอุณหภูมิเริ่มต้นเมื่อติดตั้งชุดทดสอบแล้วเสร็จประมาณ 5 นาที และบันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเทียบกับเวลาโดยใช้ระยะเวลาทดสอบทั้งหมด 72 ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิของมอร์ตาร์ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง

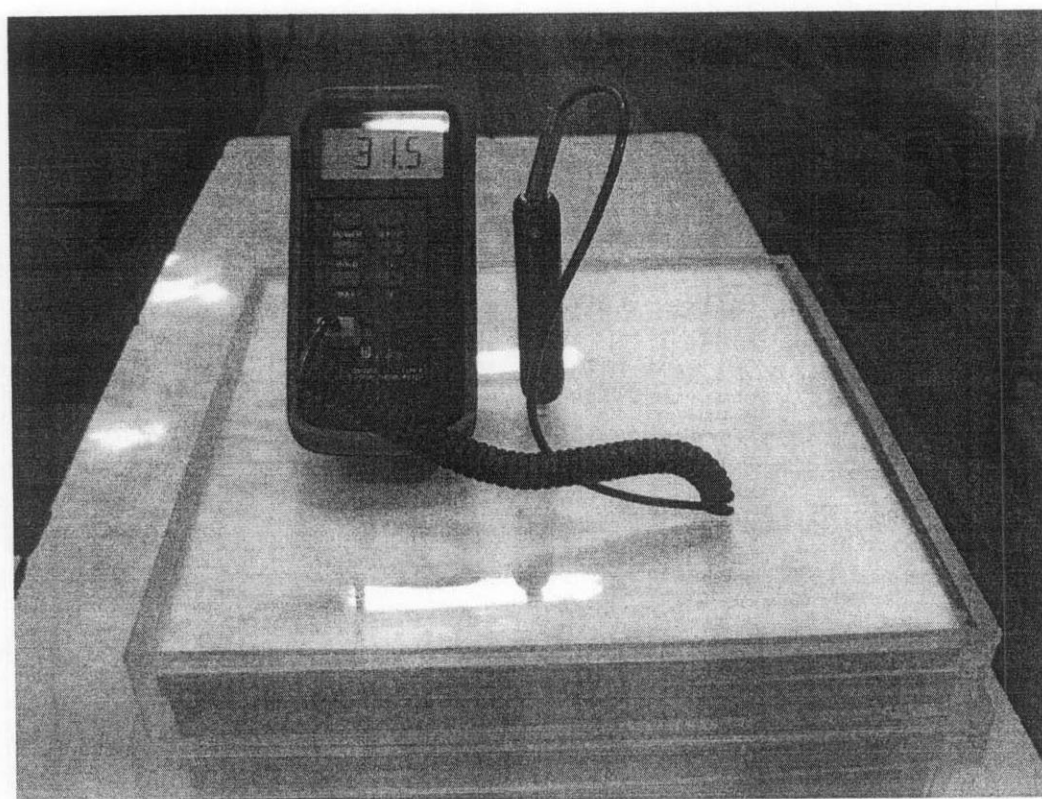


ภาพที่ 7 กล่องใส่ตัวอย่างทดสอบและกล่องโฟมป้องกันการสูญเสียความร้อน





ภาพที่ 8 กล่องใส่ตัวอย่างทดสอบและกล่องอะคริลิก



ภาพที่ 9 การติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) กับเครื่องวัดอุณหภูมิ

#### 4. สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

เจ้าชั้วมวล์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ เจ้าเกลบ เจ้าชานอ้อย เจ้าเกลบผสมเจ้าลอย และ เจ้าชานอ้อยผสมเจ้าลอย แทนที่ปูนซีเมนต์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน และเจ้าเกลบผสมเจ้าลอย และ/หรือเจ้าชานอ้อยผสมเจ้าลอยในอัตราส่วนร้อยละ 50:50 โดยน้ำหนัก ซึ่งกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ดังนี้

- PC : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
- RHA : เจ้าเกลบ
- BA : เจ้าชานอ้อย
- TA1 : เจ้าเกลบผสมเจ้าลอยในอัตราส่วนร้อยละ 50:50 โดยน้ำหนัก
- TA2 : เจ้าชานอ้อยผสมเจ้าลอยในอัตราส่วนร้อยละ 50:50 โดยน้ำหนัก
- CPC : มอร์ตาร์ควบคุมที่ทำจากปูนซีเมนต์ล้วน
- CRHA : มอร์ตาร์ผสมเจ้าเกลบร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน
- CBA : มอร์ตาร์ผสมเจ้าชานอ้อยร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน
- CTA1 : มอร์ตาร์ผสมเจ้าเกลบและเจ้าลอยร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน
- CTA2 : มอร์ตาร์ผสมเจ้าชานอ้อยและเจ้าลอยร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน