บทที่ 3

แผนงานและการดำเนินการวิจัย

การทดลองนี้ทำที่ห้องปฏิบัติการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกำจัดเศษหนังเจียนที่มีโครเมียม +3 ด้วยวิธีการเผา ที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ โดยไม่เน้นทางด้านมลพิษทางอากาศ หลังจากนั้นจะนำเถ้าที่เกิดขึ้นไปทำเป็นก้อนแข็งด้วยปูนซีเมนต์และปูนซีเมนต์+ปูนขาว(1:1) โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้คือ

3.1 การเตรียมวัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1. เศษหนังเจียน

เป็นเศษหนังที่ได้จากกระบวนการเจียนหนังของโรงงานฟอกหนัง จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งจะต้องนำมาวิเคราะห์หาปริมาณและคุณสมบัติต่างๆ เช่น ค่าความชื้น ค่าความร้อน ปริมาณโครเมียมทั้งหมดและ +6 และปริมาณโครเมียมทั้งหมดและ +6 ในน้ำสกัด ตามวิธีของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ทั้งก่อนเผาและหลังเผา เป็นต้น

2. วัสดุประสาน

วัสดุประสานที่ใช้ในการทดลองนี้ ใช้วัสดุประเภทซีเมนต์ (Cementitous binder) เนื่องจากมีคุณสมบัติยึดเกาะทำให้เป็นก้อนแข็งได้ดี มีราคาถูก และหาง่าย โดยจะเลือกใช้วัสดุประสาน 2 ชนิด คือ

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง
- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่งผสมปูนขาว (อัตราส่วนผสม 1:1)

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1. กรดต่างๆ สำหรับใช้ในการย่อยเศษหนังเจียนและขี้เถ้า เพื่อวัดโครเมียมทั้งหมด คือ กรดไนตริก (HNO_3) กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) กรดเกลือ (HCl) และกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$)

2. สารละลาย Alkaline Digestion ซึ่งเป็นสารละลายที่ใช้สำหรับย่อยเศษหนังเจียนและขี้เถ้า เพื่อวัดโครเมียม +6 ประกอบด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) และโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

3. บัฟเฟอร์ ได้แก่ KH_2PO_4 และ K_2HPO_4

4. สารเคมีสำหรับวัดสีโครเมียม คือ ไดฟีนิลซ์คาร์บาไซด์ อาซีโตน กรดฟอสเฟอริก โซเดียมเอไซด์และด่างทับทิม

5. สารเคมีอื่นๆ คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโปแตสเซียมไดโครเมต เป็นต้น

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เตาเผาอุณหภูมิสูง ซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 400-1,200 องศาเซลเซียส
2. เตาอบ 105 องศาเซลเซียส
3. เครื่องเขย่าแบบหมุน (Rotary Shaker) ที่มีอัตราหมุน 30 รอบ/นาที
4. แบบหล่อมอร์ต้าขนาด 5x5x5 เซนติเมตร และแบบหล่อϕ4นิ้ว x 4.6นิ้ว พร้อมอุปกรณ์
5. Hot Plate
6. pH Meter
7. เครื่องวัดขนาดอนุภาค (Paticle Size Analysis) รุ่น Mastersizer 2000
8. เครื่องวัดกำลังรับแรงอัด
9. เครื่อง Spectrophotometer สำหรับวัดปริมาณโครเมียมทั้งหมดและโครเมียม +6
10. Bomb meter และอุปกรณ์
11. เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2 การดำเนินการวิจัย

แบ่งเป็น 4 ช่วงการทดลอง คือ

1. การหาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเศษหนังเจียนและขี้เถ้า
2. การเผาเศษหนังเจียนที่อุณหภูมิต่างๆ และศึกษาสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีของขี้เถ้า พร้อมทั้งคำนวณมวลสมดุลของโครเมียม ทั้งก่อนเผาและหลังการเผา
3. การทำเป็นก้อนแข็งของขี้เถ้าหลังการเผา โดยใช้วัสดุประสาน
4. การประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นและเสนอแนวทางในการจัดการเศษหนังเจียน

3.2.1 การหาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเศษหนังเจียนและขี้เถ้า

เศษหนังเจียนที่ใช้ในการศึกษา ได้นำมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆดังนี้

3.2.1.1 การหาปริมาณความชื้น (ASTM D 3790-79)

ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในถ้วยกระเบื้องที่อบแห้ง และ ชั่งน้ำหนักแล้ว นำไปอบไล่ความชื้น ในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 16 $\pm$ 0.5 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (desicator) นำไปชั่งหาน้ำหนัก คำนวณหาปริมาณความชื้น ดัง สมการ

ความชื้น (%) = (น้ำหนักที่หายไป / น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น) x 100

3.2.1.2 การหาความหนาแน่น

ทดสอบโดยนำเศษหนัง/ขี้เถ้ามาใส่ในกระบอกตวงขนาด 1,000 ลบ.ซม. ที่ชั่งน้ำหนักไว้ก่อนแล้ว จากนั้นนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งอีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักของเศษหนัง/ ขี้เถ้า ที่ปริมาตร 1,000 ลบ.ซม. นำค่าที่ได้มาคำนวณความหนาแน่นรวมคือ

ความหนาแน่นรวม(กรัม/ลิตร) = น้ำหนัก(กรัม) / ปริมาตร(ลิตร)

3.2.1.3 การหาปริมาณเถ้าทั้งหมด (ASTM D 2617-69)

ชั่งตัวอย่าง 1-5 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนสูง ที่อบและชั่งน้ำหนักแล้ว นำไปเผาในเตาเผา ตั้งอุณหภูมิในการเผา 600 $\pm$ 25 องศาเซลเซียส โดยเริ่มเผาตัวอย่างตั้งแต่เตาเผายังไม่ร้อน เมื่อเผาอุณหภูมิถึง 600 องศาเซลเซียส แล้วให้เผาต่อไปอีก 30-45 นาที หรือจนน้ำหนักคงที่ เอาออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาน้ำหนักขี้เถ้าที่เหลือทั้งหมด

ปริมาณเถ้า (%) = (น้ำหนักขี้เถ้า / น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น) x 100

3.2.1.4 การหาค่าความเป็นกรด-ด่างของเศษหนัง/ขี้เถ้า (ASTM D 2810-72)

ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาณเป็น 20 เท่าของตัวอย่าง (หรือประมาณ 40-100 มิลลิลิตร) ปิดจุดขวดแล้วนำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4-18 ชั่วโมง หลังจากนั้นรินส่วนที่เป็นน้ำใส่บีกเกอร์ที่สะอาด นำไปวัดค่าความเป็นกรดด่าง

3.2.1.5 การหาปริมาณโครเมียมทั้งหมดในเศษหนังเจียน/ขี้เถ้า (ASTM D 2807-93)

นำตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ แล้วเติมกรดไนตริก 20 มิลลิลิตร กรดเปอร์คลอริก 15 มิลลิลิตร และกรดซัลฟิวริก 10 มิลลิลิตร แล้วจึงนำมาย่อยบน Hotplate จนตัวอย่างกลายเป็นของเหลวสีส้ม นำมากรองด้วยกระดาษกรอง และปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร นำตัวอย่างมาหาความเข้มข้นโครเมียมทั้งหมดด้วยวิธีเทียบสี โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer หลังจากนั้นจึงมาคำนวณปริมาณโครเมียมที่อยู่ในเศษหนังเจียน /ขี้เถ้า

3.2.1.6 การหาปริมาณโครเมียม +6 ในเศษหนังเจียน/ขี้เถ้า (EPA Method 3060A)

นำตัวอย่างเศษหนังเจียน/ขี้เถ้า 1 กรัม ใส่ในรูปชมพู่แล้วเติมสารละลาย Alkaline Digestion 100 มิลลิลิตร และเติมบัฟเฟอร์ลงไป 1 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่าง 5 นาทีแล้วจึงนำไปต้มให้มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชม. แล้วจึงนำตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรอง 0.45 ไมครอน นำของเหลวที่กรองได้มาปรับปริมาตรให้แน่นอน แล้วจึงนำไปวัดความเข้มข้นโครเมียม +6 ด้วย เครื่อง Spectrophotometer หลังจากนั้นจึงมาคำนวณปริมาณโครเมียม +6 ที่อยู่ในเศษหนังเจียน/ขี้เถ้า

3.2.1.7 การทดสอบการสกัด ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2540

เนื่องจากตัวอย่างมีของแข็งปะปนในปริมาณมากกว่าร้อยละ 0.5 จึงต้องดำเนินการดังนี้

1. บดตัวอย่างให้เป็นผงแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.5 มิลลิเมตร

2. นำตัวอย่างที่ได้หนัก 100 กรัมมาเติมด้วยน้ำสกัด ซึ่งประกอบด้วยน้ำกลั่นผสมสารละลายของกรดซัลฟิวริกและกรดไนตริก (ในสัดส่วน 80 ต่อ 20 โดยน้ำหนัก) หาค่าความเป็นกรดด่างของส่วนผสมที่มีค่าคงที่เท่ากับ 5 แล้วจึงปรับปริมาตรของของผสมให้มีอัตราส่วนปริมาตรน้ำสกัดเป็น 20 เท่า (มิลลิลิตร) ของน้ำหนัก (กรัม) ของตัวอย่าง

3. เขย่าบนเครื่องกวนเขย่าแบบหมุน (Rotary agitator) ที่มีอัตราหมุน 30 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 ^{o}C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

4. กรองสารละลายจากการสกัด ด้วยแผ่นกรองใยแก้ว ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูกรอง 0.6 ถึง 0.8 ไมครอน

5. นำของเหลวที่ได้ไปวิเคราะห์หาโครเมียมโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

3.2.1.8 การหาจุด Optimum Water Content สำหรับขี้เถ้า (ASTM D 698-98)

1. นำขี้เถ้ามาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 จำนวนประมาณ 4 กิโลกรัม

2. หาปริมาณความชื้นของตัวอย่างขี้เถ้า โดยชั่งน้ำหนักแบบสำหรับบดอัด(ϕ4นิ้ว x 4.6 นิ้ว) ด้วยตาชั่งที่มีความละเอียด 1 ตำแหน่ง

3. ประมาณปริมาณความชื้นที่เหมาะสม โดยเลือกมา 5 ค่า โดยเริ่มต้นที่ ร้อยละ 50 แล้วเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทำการคำนวณหาปริมาตรน้ำที่ต้องเติมลงไปในแต่ละร้อยละความชื้น

4. เริ่มต้นที่ความชื้นร้อยละ 50 ทำการผสมน้ำเข้าไปในตัวอย่างขี้เถ้า คลุกเคล้าให้เข้ากันให้ทั่วจนได้ความชื้นสม่ำเสมอกันตลอด จากนั้นนำตัวอย่างขี้เถ้าไปใส่ในแบบสำหรับบดอัดมาตรฐานที่ได้ทำการประกอบปลอก (Collar) เรียบร้อยแล้ว ให้ประมาณปริมาตรของตัวอย่างขี้เถ้าใส่ให้ได้จำนวน 3 ชั้นเท่าๆกัน ชั้นสุดท้ายให้เหลือพ้นส่วนบนของแบบมาตรฐานเล็กน้อย

5. บดอัดขี้เถ้าแต่ละชั้นๆละ 25 ครั้ง ด้วย Rammer ขนาด ϕ 2 นิ้ว หนัก 5.5 ปอนด์ การบดอัดต้องให้ได้ความหนาแน่นของขี้เถ้าแต่ละชั้นสม่ำเสมอเท่ากันตลอด

6. ถอดปลอกออก และใช้เหล็กปาด ปาดตัวอย่างด้านบนของแบบให้เรียบ นำไปชั่งน้ำหนัก โดยอ่านตาชั่งที่มีความละเอียด 0.1 กก.

7. นำแท่งตัวอย่างออกจากแบบ เก็บตัวอย่าง อย่างน้อย 100 กรัม เพื่อนำไปหาปริมาณความชื้น

8. ทำซ้ำข้อ 4-7 โดยเพิ่มปริมาณน้ำจนกระทั่งครบปริมาณความชื้นที่ตั้งไว้ หรือจนกระทั่งน้ำหนักของตัวอย่างดินกับแบบหล่อ ลดลง

9.นำค่าปริมาณความชื้นและความหนาแน่นที่ได้ไปเขียนกราฟ เพื่อหาจุดปริมาณน้ำที่เหมาะสม (Optimum Water Content)

3.2.1.9 พื้นที่ผิวและขนาดอนุภาคของขี้เถ้า

โดยใช้เครื่องวัดขนาดอนุภาค Particle Size Analysis รุ่น Mastersizer 2000 ซึ่งสามารถหาค่าพื้นที่ผิวและขนาดของอนุภาคเล็กๆได้

3.2.1.10 การหาปริมาณความร้อน (Calorific Value)

นำเศษหนังที่ผ่านการอบแห้งสนิทมาบดรวมกันด้วยเครื่องบดขยะให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วนำมาอบต่อในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นใน Desicator สุ่มตัวอย่างมาประมาณ 1 กรัม มาอัดด้วยเครื่องอัดเม็ดแล้วห่อด้วย Gampi paper และผูกด้วย Fuse จากนั้นนำไประเบิด (Bomb) ใน oxygen Bomb Calorimeter ให้สันดาปกับ Purified Oxygen Gas (ความกดอากาศ 15-20 psi.) วัดอุณหภูมิที่สูงขึ้นนำไปคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน

I21052037

3.2.2 การเผาเศษหนังเจียนที่อุณหภูมิต่าง ๆ เพื่อหา Mass Balance ของโครเมียม

การกำจัดเศษหนังเจียนโดยวิธีการเผาด้วยความร้อน คือการนำเศษหนังเจียนไปเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อลดปริมาณเศษหนังและทำลายสารอินทรีย์ โดยการทดลองนี้จะไม่มุ่งเน้นปัญหาของมลภาวะทางอากาศ (Air Pollution) โดยสมมติให้มลพิษทางอากาศจากการเผาผ่านการบำบัดด้วยวิธีป้องกันทางอากาศแล้ว

ในการเผา จะใช้เตาเผาขนาดเล็ก (Furnace) ภายในห้องปฏิบัติการที่ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิได้ 3 ระดับคือ

- 400 ^{o}C เพื่อเป็นตัวแทนของเตาเผาทั่วไป
- 800^{o}C เพื่อเป็นตัวแทนของเตาเผาขยะชุมชุน (Municiple solid waste)
- 1,200^{o}C เพื่อเป็นตัวแทนของเตาเผาของเสียอันตราย (Hazadous waste)

ซึ่งมีกระบวนการทดลอง คือ

1. นำตัวอย่างเศษหนังเจียน 100 กรัม ซึ่งทราบปริมาณแน่นอนของโครเมียมทั้งหมดที่อยู่ในเศษหนังเจียนแล้ว มาเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ตามลำดับ

2. หลังจากนั้นนำขี้เถ้าที่ได้จากการเผา มาชั่งน้ำหนักและนำไปหาปริมาณโครเมียมทั้งหมด และโครเมียม +6 ที่อยู่ในขี้เถ้า โดยวิธีในข้อ 3.2.1.5 และ 3.2.1.6

3. คำนวณปริมาณโครเมียมทั้งหมดและโครเมียม +6 ในเศษหนังเจียนก่อนเผา และในขี้เถ้าหลังเผา นำมาเปรียบเทียบเพื่อทำ Mass Balance ของโครเมียม

4. ทำซ้ำในข้อ 1-3 โดยเปลี่ยนไปเผาที่อุณหภูมิ 800 และ 1,200 องศาเซลเซียส

5. Parameter ต่างๆ ที่ใช้ในการวัดขี้เถ้า จะใช้วิธีการเดียวกับการวัด Parameter ในเศษหนังเจียน ในหัวข้อ 3.2.1 เพราะจะได้นำมาเปรียบเทียบค่าก่อนการเผาและหลังการเผาได้

6. พิจารณาว่า ควรจะเลือกเวลาเผาเท่าใดจากการเผาในแต่ละอุณหภูมิ เพื่อที่จะนำขี้เถ้าในเวลาเผาดังกล่าว มาใช้ทำเป็นก้อนแข็งต่อไป

3.2.3 การทำเป็นก้อนแข็งของขี้เถ้าหลังการเผา โดยใช้วัสดุประสาน

เป็นการนำขี้เถ้าที่ได้จากการเผาเศษหนังเจียนในแต่ละอุณหภูมิ ที่กำหนดเวลาเผาเรียบร้อยแล้ว มาทำเป็นก้อนแข็งโดยใช้วัสดุประสาน 2 อย่างคือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมปูนขาว(1:1) โดยในการวิจัยนี้กำหนดแนวทางการศึกษาไว้ 3 ขั้นตอน คือ

1.การหาจุด Optimum Water Content ของขี้เถ้า

2.การศึกษาหาสัดส่วนของขี้เถ้าต่อวัสดุประสานที่เหมาะสม

3.การศึกษาหาสัดส่วนของน้ำต่อวัสดุประสานที่เหมาะสม

3.2.3.1 การหาจุด Optimum Water Content ของขี้เถ้า

เพื่อที่จะทราบว่า ขี้เถ้ามีความต้องการน้ำเท่าใด จึงต้องทำให้ขี้เถ้าอิ่มตัวด้วยน้ำ ณ.จุดที่มีความหนาแน่นสูงสุด ก่อนนำไปผสมกับวัสดุประสาน โดยค่า Optimum Water Content ของขี้เถ้าในแต่ละอุณหภูมิที่เผา จะทราบได้จากการทดลองในหัวข้อ 3.2.1.8

3.2.3.2 การศึกษาหาสัดส่วนของขี้เถ้าต่อวัสดุประสานที่เหมาะสม

ในการทดลองนี้ จะคงที่สัดส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเป็น 0.5:1 โดยน้ำหนัก และจะเพิ่มสัดส่วนขี้เถ้าต่อวัสดุประสานตั้งแต่ 1:1 จนถึง 1:6 วัดค่าโครเมียมในน้ำสกัดและค่ากำลังรับแรงอัดของก้อนแข็ง จนกว่าจะได้สัดส่วนขี้เถ้าต่อวัสดุประสานที่เหมาะสม ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. ชั่งขี้เถ้าที่เผาได้จากอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส กับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 โดยใช้สัดส่วนขี้เถ้าต่อปูนซีเมนต์ที่ 1:1

2. ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน เมื่อเข้ากันดีแล้ว เติมน้ำลงไปผสม โดยน้ำที่เติมลงไปต้องได้สัดส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5:1 โดยน้ำหนัก ทิ้งไว้ให้ซึมด้วยน้ำเป็นเวลา 30 วินาที ผสมด้วยเกรียงให้เข้ากันในเวลา 1 นาที 30 วินาที

3. เทส่วนผสมที่ได้ลงในแบบหล่อขนาด 5x5x5 เซนติเมตร ให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว แล้วใช้ Temper กระทุ้งชั้นละ 16 ครั้ง โดยครั้งแรกมีทิศทางตั้งฉากกับ 8 ครั้งหลัง ให้ใช้แรงกระทุ้งพอประมาณและเท่ากันตลอด

4. เทส่วนผสมลงแบบครั้งที่ 2 ให้เลยขอบแบบหล่อเล็กน้อย และใช้มือป้องขณะกระทุ้งเช่นเดียวกับชั้นแรก เมื่อเสร็จให้ใช้เกรียงปาดส่วนผสมส่วนที่เกินออกไป

5. หลังจากหล่อแบบเสร็จ เก็บไว้ในที่ชื้น เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดจึงถอดแบบออกและบ่มก้อนตัวอย่าง โดยใช้ผ้าชุ่มน้ำคลุมทับจนถึงเวลาทดสอบก้อนตัวอย่าง ที่ 28 วัน

6. เมื่อครบกำหนด 28 วันนำก้อนตัวอย่างไปทำการวัดความหนาแน่นและทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแข็ง ตาม ASTM C 109 / C M-95

7. นำเศษก้อนตัวอย่าง ที่นำไปทดสอบกำลังรับแรงอัด มาย่อยแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตรแล้วจึงนำไปทดสอบการชะละลายตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6/2540 ตามการทดลองในหัวข้อ 3.2.1.7

8. ทำซ้ำในหัวข้อ 1.-7. โดยเปลี่ยนวัสดุประสานจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เป็น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมปูนขาว(1:1) แทน

9. ทำซ้ำในหัวข้อ 1.-8. โดยเปลี่ยนขี้เถ้าจากการเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นขี้เถ้าจากการเผา 800 และ 1,200 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

10. พิจารณาสัดส่วนของขี้เถ้าต่อวัสดุประสาน ที่เหมาะสมในการนำไปทดลองขั้นต่อไป

3.2.3.3 การศึกษาหาสัดส่วนของน้ำต่อวัสดุประสานที่เหมาะสม

ในการทดลองนี้จะเปลี่ยนสัดส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน จาก 0.5 เป็น 0.3 และ 0.7 โดยที่จะทดลองกับสัดส่วนวัสดุประสานที่เหมาะสมในหัวข้อ 3.2.3.2 เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่มีต่อสมบัติของก้อนแข็ง ซึ่งได้แก่ ความหนาแน่น กำลังรับแรงอัด และปริมาณโครเมียมชะละลายในน้ำสกัด สำหรับการผสมขี้เถ้า วัสดุประสาน และน้ำ เป็นไปเช่นเดียวกันกับหัวข้อ 3.2.3.2

3.2.3.4 การหาระยะเวลาการก่อตัวของซีเมนต์โดยวิธี Vicat Needle (ASTM C191-92)

1.ใช้อุปกรณ์ Vicat Needle ในการทดสอบเวลาการก่อตัว โดยใช้เข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร นำซีเมนต์ที่ผสมได้เทในแบบ ปล่อยไว้ประมาณ 30 นาทีแล้วจึงนำมาทดสอบ

2.วาง scale ไว้ที่ 0 แล้วปล่อยเข็มลงมาสัมผัสกับซีเมนต์ในแบบที่เตรียมไว้

3.จับเวลา 30 วินาทีให้เข็มจมตัวในซีเมนต์นับตั้งแต่เข็มเริ่มสัมผัส บันทึกระยะทางที่เข็มจมตัวกับระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสม ทำไปเรื่อยๆในช่วงระยะเวลา 15 นาที

4.แต่ละครั้งที่ทดสอบ ระยะห่างระหว่างรู ต้องไม่น้อยกว่า 6.4 มิลลิเมตร ระยะห่างจากขอบแบบไม่น้อยกว่า 9.5 มิลลิเมตร

5.นำค่าแต่ละครั้งที่ทดสอบมาเขียนกราฟ จะได้เวลา Setting time เมื่อเข็มเจาะไม่ลง

3.2.4 การประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นและเสนอแนวทางในการจัดการเศษหนังเจียน

การประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้น เป็นการประเมินว่าในการกำจัดเศษหนังเจียนด้วยวิธีใดจึงจะมีความเหมาะสมที่สุด โดยจะคำนวณจากค่าใช้จ่ายที่เกิดจาก

1.ค่าใช้จ่ายในการเผาเศษหนังเจียน

2.ค่าวัสดุประสานในการทำเป็นก้อนแข็ง

3.ค่าขนส่งและค่าขนย้ายไปยังหลุมฝังกลบ

4.ค่าฝังกลบ