บทที่ 2

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการนำเถ้าลอยจากเตาเผามูลฝอยชุมชนจังหวัดภูเก็ตมาใช้ประโยชน์ใหม่ โดยนำมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนในการใช้เป็นส่วนผสมหนึ่งในการทำเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำหรับงานก่อสร้าง ในลักษณะของก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 58 - 2530 จากนั้นทดสอบมาตรฐานก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 109 - 2517 และทดสอบสารที่ถูกชะล้างได้ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) สุดท้ายทำการประเมินต้นทุนการผลิตและผลประโยชน์ที่ได้รับของการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่การวิจัย

พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างเถ้าลอย จะเก็บตัวอย่างเถ้าลอยจากบ่อพักเถ้าลอยของโรงเตาเผามูลฝอยชุมชนเทศบาลเมืองภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ทั้งนี้เพื่อนำเถ้าลอยมาศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าลอยจากเตาเผามูลฝอยชุมชนจังหวัดภูเก็ตมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน ซึ่งนำมาใช้ในส่วนผสมของการทำคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

2. ขอบเขตวิธีการทดลอง

นำเถ้าลอยมาปรับเสถียร (Stabilization) และทำให้แข็งตัวเป็นก้อน (Solidification) ด้วยปูนซีเมนต์ (Cement - based)

3. ขอบเขตผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มีขนาดความกว้าง 70 มม. ความยาว 390 มม. ความสูง 190 มม. ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 58 – 2530 อ้างจาก ASTM C129 – 80 Standard Specification for Hollow Non – Load – Bearing Concrete Masonry Units โดยในงานวิจัยนี้จะใช้เถ้าลอยจากเตาเผามูลฝอยชุมชนจังหวัดภูเก็ตมาแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน ซึ่งการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยนั้นสามารถแทนที่ได้ในปริมาณน้อย

เพราะจะส่งผลกระทบต่องานคอนกรีตในแง่ของกำลังรับแรงอัด โดยทั่วไปการใช้เถ้าในการแทนที่ปูนซีเมนต์จะใช้ได้ไม่เกิน 30% (พิชัย นิมิตยงสกุล, 2546) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เทียบเคียงจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยลิกไนต์ เพราะฉะนั้นในการผลิตจะกำหนดให้การแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนด้วยเถ้าลอยที่ 0.00%, 10.00%, 12.50%, 15.00%, 17.50%, 20.00% และ 25.00% โดยน้ำหนัก และกำหนดให้สัดส่วนของหินคลุก ทรายหยาบที่ใช้ผสมมีปริมาณคงที่เท่ากันทุกชุดการทดลอง โดยได้แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ไว้ในตาราง 7 ซึ่งแสดงอัตราส่วนผสมในการแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนด้วยเถ้าลอย เพื่อใช้ในการผลิตและทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แล้วพิจารณาเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมโดยจะต้องเป็นอัตราส่วนผสมที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบมาตรฐานตามที่กำหนดไว้และมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยได้สูงสุด โดยนำอัตราส่วนที่เลือกแล้วไปใช้ในการผสมเพื่อการผลิตของผู้ประกอบการ

นอกจากนี้ในการทดลองจะไม่คำนึงถึงขนาดของอนุภาคของเถ้าลอยที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้กำลังรับแรงอัดที่ดีที่สุด กล่าวคือ เถ้าลอยที่ใช้จะไม่ผ่านการบดละเอียด และไม่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงเพื่อหาขนาดที่เหมาะสมมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ แต่จะใช้เถ้าลอยที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยโดยไม่ผ่านบดละเอียด และไม่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรง (ขนาดอนุภาค 1,000 ไมครอน หรือ 1 มม.) เป็นเกณฑ์ในการนำไปแทนที่ปูนซีเมนต์และผสมร่วมกับส่วนผสมอื่น ๆ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบดและร่อนเถ้าลอย ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจะต้องผ่านเกณฑ์การทดสอบกำลังรับแรงอัดที่ 25 กก./ตร.ซม.

ส่วนการบ่มก้อนคอนกรีต เนื่องจากคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักชนิดนี้ไม่มีกำหนดระยะเวลาการบ่มที่แน่นอน ผู้วิจัยจึงกำหนดระยะเวลาการบ่มให้เท่ากับงานโครงสร้างธรรมดาทั่ว ๆ ไป ซึ่งส่วนใหญ่จะกำหนดระยะเวลาในการบ่มไว้ตั้งแต่ 3 วัน จนถึง 2 สัปดาห์ โดยปกติกำหนดระยะเวลาการบ่มไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ สำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, 2536) ซึ่งผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาในการบ่มที่ 7 วันและจะเพิ่มระยะเวลาการบ่มออกไปที่ 14, 21 และ 28 วัน ตามอายุการบ่มคอนกรีตเพื่อศึกษากำลังรับแรงอัดที่เปลี่ยนแปลงไป

เมื่อครบกำหนดการบ่มตามระยะเวลา ณ อายุการบ่มคอนกรีตที่ระยะต่าง ๆ กันแล้ว จากนั้นนำก้อนตัวอย่างไปทดสอบกำลังรับแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ ซึ่งกระทำหลังจากได้ส่งตัวอย่างถึงห้องทดสอบแล้วภายในเวลา 72 ชั่วโมง โดยใช้ก้อนตัวอย่างเต็มก้อนอย่างละ 5 ก้อน

4. ขอบเขตการทดสอบคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

4.1 การดูดกลืนน้ำ (Water Absorption) และ กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 109 – 2517 อ้างจาก ASTM C140 – 70 Standard Methods of Sampling and Testing Concrete Masonry Units

4.2 สารที่ถูกชะล้างได้ (Leachable Substances) โดยเลือกเพียง 1 ชนิด จาก 8 ชนิด ที่พบจากการวิเคราะห์ในเถ้าลอยชนิดนี้ โดยเป็นสารที่มีในรายชื่อของสารที่ถูกชะล้างได้ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ซึ่งวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ U.S. EPA SW – 846 Method 1311(TCLP) และ Method 3005A โดยเลือกวิเคราะห์หาปริมาณ ตะกั่ว เนื่องจากมีปริมาณสูงสุดที่พบในเถ้าลอย ซึ่งทางเตาเผาโดยการดำเนินการของบริษัทพีซี – มอนทีเนย์ จำกัด ได้ส่งเถ้าไปให้บริษัท SGS (Thailand) Ltd. เป็นผู้วิเคราะห์ เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 ซึ่งค่าที่ได้ยังมีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540)

5. ขอบเขตการวิเคราะห์และประเมินต้นทุนการผลิตและผลประโยชน์

เป็นการประเมินต้นทุนการผลิตและผลประโยชน์ที่ได้รับเบื้องต้นของการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

เถ้าลอย : เถ้าลอยที่ใช้เป็นเถ้าลอยจากเตาเผามูลฝอยชุมชนจังหวัดภูเก็ต ซึ่งจะเก็บเถ้าลอยจากบ่อพักเถ้าลอย โดยใช้ปั้นจั่นคีบเถ้าลอยจากบ่อพักเถ้าแล้วใช้พลั่วตักจากปั้นจั่นเพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการทำคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

ปูนซีเมนต์ : ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตราช้าง (ปูนทุ่งสง) ซึ่งจัดจำหน่ายโดย บริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด บางซื่อ กทม.

ทรายหยาบ : ทรายหยาบใช้ทรายแม่น้ำที่มาจากคลองหัก ต. ควนสะตอ อ. ควนโดน จ. สตูล จัดจำหน่ายโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด เดชาค้าไม้

หินคลุก : ใช้หินคลุกจากโรงโม่หินของบริษัทพุทผาสิลาละงู จำกัด อ. ละงู จ. สตูล

น้ำ : น้ำที่ใช้เป็นน้ำจากคลองส่งน้ำ คลองปันไต ใน ต. ท่าแพ อ. ท่าแพ จ. สตูล

สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบสารที่ถูกชะล้างได้ มี 3 ชนิด คือ กรดไนตริกเข้มข้น 65% Suprapur ของบริษัท Merck ประเทศเยอรมัน กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 30% Suprapur ของบริษัท Merck ประเทศเยอรมัน และ กรดซัลฟูริกเข้มข้น 95 – 97% Proanalysis ของบริษัท Merck ประเทศเยอรมัน

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง
2. เครื่องผสมปูน
3. ตู้อบ
4. เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด
5. เครื่อง ICP รุ่น Optical Emission Spectrometer (Optima 4300DV) ของบริษัท PerkinElmer Instruments ประเทศสหรัฐอเมริกา
6. เครื่องเขย่า Orbital Shaker ของบริษัท Bellco Biotechnology Vineland, Newjersey ประเทศสหรัฐอเมริกา
7. อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ ที่กำหนดไว้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

ใช้ปั้นจั่นคีบเถ้าลอยจากบ่อเถ้า จากนั้นใช้พลั่วตักตัวอย่างเถ้าลอยจากปั้นจั่น ก่อนที่จะมีการนำเถ้าลอยไปฝังกลบ ที่หลุมฝังกลบ ดังแสดงในภาพประกอบ 1

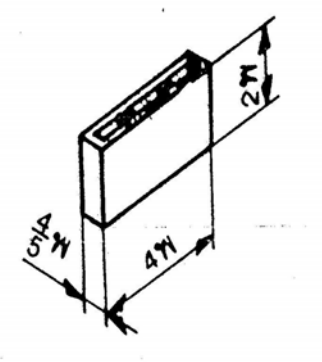
(ก)

(ข)

ภาพประกอบ 1 การเก็บตัวอย่าง
(ก) บ่อเถ้าและปั้นจั่นคีบเถ้า
(ข) การเก็บตัวอย่างเถ้าลอย

2. กรรมวิธีการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

ก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ทำมาจากการผสมสัดส่วนตามอัตราส่วนที่กำหนดของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสม แล้วนำมาอัดให้เป็นก้อนด้วยเครื่องอัด ซึ่งลักษณะของก้อนคอนกรีตจะมีรูโพรงขนาดใหญ่ทะลุตลอดก้อน ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ขนาดคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (70 × 390 × 190 มม.)
พ คือ หน่วยพิกัดมูลฐาน เท่ากับ 100 มม. (มิติพิกัด 4/5 × 2 × 4)

2.1 การเตรียมส่วนผสม : เตรียมวัตถุดิบประเภทปูนซีเมนต์ ทรายหยาบ หินคลุก และน้ำ ตามอัตราส่วนแล้วผสมให้เข้ากัน ตามขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ทำการผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 (ตราช้าง) ทรายหยาบ และหินคลุก ตามอัตราส่วน 1 : 2 : 3 โดยปริมาตร (วันชัย พิพัฒน์สมุทร, 2531) ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 อัตราส่วนในการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยในส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

ชุดการทดลอง	การแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย (% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์)	อัตราส่วนผสม (กก.)					จำนวนบล็อกที่ใช้ทดสอบ (ก้อน)
		เถ้าลอย	ปูนซีเมนต์	ทรายหยาบ	หินคลุก	น้ำ	
1	0.00	0.00	50.00	84	129	30	25
2	10.00	5.00	45.00	84	129	30	25
3	12.50	6.25	43.75	84	129	30	25
4	15.00	7.50	42.50	84	129	30	25
5	17.50	8.75	41.25	84	129	30	25
6	20.00	10.00	40.00	84	129	30	25
7	25.00	12.50	37.50	84	129	30	25

หมายเหตุ : อัตราส่วนที่ใช้ผสม ได้ปรับจากหน่วยโดยปริมาตรเป็นหน่วยโดยน้ำหนักแล้ว โดยในแต่ละชุดการทดลองที่ใช้เป็นเพียง 1 ใน 8 ของคอนกรีต 1 ลบ.ม. (กำหนดให้เป็นชุดที่ 1)

เมื่อได้ก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักในแต่ละชุดการทดสอบแล้ว จากนั้นนำก้อนคอนกรีตไปทดสอบกำลังรับแรงอัดเพื่อเลือกชุดทดสอบที่เหมาะสม โดยที่ใช้ปริมาณเถ้าลอยสูงสุดและให้กำลังรับแรงอัดที่ผ่านค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดไว้ที่ 25 กก./ตร.ซม. จากนั้นนำสัดส่วนที่เลือกแล้วนั้นไปใช้ในการผสมเพื่อการใช้งานจริงของผู้ประกอบการ ดังแสดงอัตราส่วนผสมในตาราง 8

ตาราง 8 อัตราส่วนในการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยในส่วนผสมจริงของผู้ประกอบการ ในการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

ชุดการทดลอง	การแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย (% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์)	อัตราส่วนผสม (กก.)					จำนวนบล็อกที่ใช้ทดสอบ (ก้อน)
		เถ้าลอย	ปูนซีเมนต์	ทรายหยาบ	หินคลุก	น้ำ	
1	0.00	0.00	17.00	50	290	8	25
2	20.00	3.40	13.60	50	290	8	25

หมายเหตุ : อัตราส่วนที่ใช้ผสมเป็นอัตราส่วนผสมของผู้ประกอบที่ใช้ในการผลิตเพื่อจำหน่าย ซึ่งได้ปรับจากหน่วยโดยปริมาตรเป็นหน่วยโดยน้ำหนัก จากอัตราส่วน 2 : 3 : 20 โดยปริมาตรแล้ว (กำหนดให้เป็นชุดที่ 2)

2.1.2 ผสมส่วนผสมทุกอย่างเข้าด้วยกันลงในโม่และผสมน้ำให้พอเหมาะไม่มากเกินไปเพราะบล็อกชนิดนี้ต้องใช้ปูนผสมชนิดค่อนข้างแห้ง

ภาพประกอบ 3 ส่วนผสมที่ผสมลงในโม่ผสมปูน

2.2 การเตรียมแบบ : เทส่วนผสมลงในเครื่องอัดบล็อกและทำการอัดบล็อก

(ก) (ข)

ภาพประกอบ 4 การอัดบล็อก

(ก) เทส่วนผสมลงในเครื่องอัดบล็อก

(ข) ทำการอัดบล็อก

2.3 การบ่มผลิตภัณฑ์ : ตั้งก้อนคอนกรีตทิ้งไว้ให้ครบ 24 ชั่วโมง ให้นำมาวางซ้อนเรียงรวมกันไว้บนที่เรียบเสมอ นำกระสอบคลุมและพรมน้ำให้เปียกชื้น โดยกำหนดระยะการบ่มก้อนคอนกรีตบล็อกนี้ให้เท่ากับระยะการบ่มของงานคอนกรีตโครงสร้างธรรมดาทั่ว ๆ ไป ซึ่งกำหนดอายุการบ่มที่อายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน ทั้งนี้เพื่อศึกษากำลังรับแรงอัดที่เปลี่ยนแปลงไป

(ก) (ข)

ภาพประกอบ 5 การบ่มผลิตภัณฑ์

(ก) คลุมด้วยกระสอบ

(ข) รดน้ำให้ชุ่ม

3. การทดสอบมาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก โดยทำการทดสอบดังนี้

3.1 การดูดกลืนน้ำ (Water Absorption) และ กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 109 – 2517 อ้างจาก ASTM C140 – 70 Standard Methods of Sampling and Testing Concrete Masonry Units

การทดสอบการดูดกลืนน้ำ

การทดสอบการดูดกลืนน้ำเป็นการหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละของวัสดุแห้ง หลังจากแช่ไว้ในน้ำตามระยะเวลาที่กำหนด โดยในการทดสอบจะใช้ก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักขนาดเต็มก้อน จำนวน 5 ก้อน แช่จมในน้ำที่อุณหภูมิ 16 – 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดยกก้อนตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำระบายออก 1 นาที ทำการชั่งน้ำหนักทันที หลังจากชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่างแล้วทำให้แห้งด้วยการนำไปอบในตู้อบระบายอากาศที่มีอุณหภูมิ 110 – 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แล้วทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ดังภาพประกอบ 6

(ก) (ข)

ภาพประกอบ 6 การทดสอบการดูดกลืนน้ำ
(ก) นำก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักแช่น้ำ
(ข) นำก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักอบในตู้อบ

วิธีการคำนวณ

$$\text{การดูดกลืนน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{A - B}{B} \times 100$$

เมื่อ A คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างเมื่อเปียก เป็น กิโลกรัม

B คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างเมื่อแห้ง เป็น กิโลกรัม

การทดสอบกำลังรับแรงอัด

การทดสอบกำลังรับแรงอัดเป็นการหาแรงเค้นอัดที่ทำให้ชิ้นทดสอบเริ่มเสียหาย โดยทดสอบก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักเต็มก้อน จำนวน 5 ก้อน ซึ่งทำการทดสอบครั้งละ 1 ก้อน ซึ่งก่อนทดสอบให้วัดความกว้างและความยาวของก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักด้วยคาลิเปอร์ในหน่วยเซนติเมตร จากนั้นใช้กระดาษทรายอ้อยปิดพื้นที่ผิวภาคตัดขวางทั้งด้านบนและล่างของก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก แล้วนำก้อนตัวอย่างไปทดสอบที่เครื่องทดสอบ โดยให้ศูนย์เนื้อที่ของพื้นที่ผิวภาคตัดขวางทั้ง 2 หน้า อยู่ในแนวดิ่ง (ให้รูอยู่ในแนวดิ่ง) กับศูนย์แรงกดจากแท่นธาร ดังภาพประกอบ 7

(ก)

(ข)

ภาพประกอบ 7 การทดสอบกำลังรับแรงอัด

(ก) เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด

(ข) การทดสอบกำลังรับแรงอัด

วิธีการคำนวณ

1. หาพื้นที่ภาคตัดขวางรวม ซึ่งหาได้จาก พื้นที่ผิวรวมของภาคตัดในแนวตั้งฉากกับทิศทางของน้ำหนักบรรทุก โดยรวมพื้นที่ภายในช่องว่างทั้งหมด รวมทั้งส่วนเว้าออกนอกจากเนื้อที่ส่วนนี้เมื่อก่อตัวแล้ว ส่วนของก้อนที่ก่อชิดกันจะสอดเข้ามาจนเต็ม

2. หากำลังรับแรงอัด คำนวณได้จาก แรงสูงสุดเป็นกิโลกรัมหารด้วยพื้นที่ผิวภาคตัดขวางของก้อนตัวอย่าง โดยมีพื้นที่เป็นตร.ซม.

$$\text{กำลังรับแรงอัด} = \frac{\text{แรง}}{\text{พ.ท.ภาคตัดขวางรวม}} = \frac{\text{กก.}}{\text{ตร.ซม.}}$$

3.2 สารที่ถูกชะล้างได้ (Leachable Substances) โดยทำการเลือกเพียง 1 ชนิดจาก 8 ชนิด ที่มีการวิเคราะห์จากเถ้าลอยชนิดนี้ โดยเป็นสารที่มีรายชื่อของสารที่ถูกชะล้างได้ปรากฏตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ซึ่งวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ U.S. EPA SW – 846 Method 1311 (TCLP) และ Method 3005A โดยเลือก ตะกั่ว เนื่องจากมีปริมาณสูงสุดที่พบในเถ้าลอยซึ่งทางเตาเผาได้ส่งเถ้าไปให้บริษัท SGS (Thailand) Ltd. เป็นผู้วิเคราะห์ เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 ซึ่งค่าที่ได้ยังต่ำกว่าข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540)

การทดสอบสารที่ถูกชะล้างได้

การทดสอบสารที่ถูกชะล้างได้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารอันตรายในน้ำสกัดด้วยวิธีการสกัดสารและวิเคราะห์น้ำสกัด ดังนี้

การเตรียมตัวอย่าง โดยนำผงเถ้าลอยและก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่ผสมเถ้าลอยที่ 0.00%, 10.00%, 12.50%, 15.00%, 17.50%, 20.00% และ 25.00% ในชุดที่ 1 และ ก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่ผสมเถ้าลอยที่ 0.00% และ 20.00% ในชุดที่ 2 มาบดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูกรอง 9.50 มม.

นำตัวอย่างที่ได้ทั้ง 10 ตัวอย่าง มาเติมน้ำสกัด (Leachant) หรือ น้ำฝนกรดสังเคราะห์ (Synthetic acid rain extraction fluid) ซึ่งประกอบด้วยน้ำกลั่น กรดซัลฟูริกและกรดไนตริก (ในสัดส่วน 16 ต่อ 4 โดยน้ำหนัก) จากนั้นปรับความเป็นกรดด่างพีเอช (pH) ของส่วนผสม (Mixture) ให้มีค่าคงที่เท่ากับ 5 แล้วปรับปริมาตรของของผสมให้อัตราส่วนปริมาตรของน้ำสกัดเป็น 20 เท่า (มิลลิลิตร) ของน้ำหนัก (กรัม)

จากนั้นนำสารสกัดทั้ง 10 ตัวอย่างที่ได้ใส่หลอดพลาสติก ปิดด้วยพาราฟินและฝาให้สนิท แล้วนำไปเขย่าบนเครื่องเขย่ากวนแบบ Orbital shaker ที่มีอัตรากวนเขย่า 30 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมง

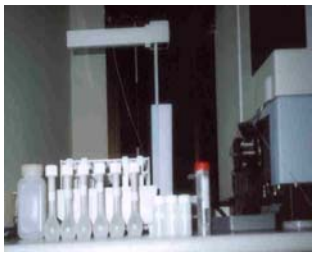
กรองสารละลายทั้งหมดจากการสกัด (Leachate) ด้วยแผ่นกรองเมมเบรน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกรอง 0.45 ไมครอน นำของเหลวที่ได้ทั้ง 10 ตัวอย่างที่ผ่านการกรองแล้วไปวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน U.S. EPA SW – 846 Method 3005A โดยในวิธีนี้จะทำการแบ่งตัวอย่างของเหลวที่ได้ทั้ง 10 ตัวอย่าง มาอย่างละ 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมกรดไนตริกเข้มข้น 0.4 มิลลิลิตร แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร จากนั้นปิดด้วยกระจกนาฬิกา แล้วนำไปลดปริมาตรด้วยการวางบนฮอทเพลต ที่ปรับอุณหภูมิได้ที่ 90 – 95 องศาเซลเซียส ให้เหลือ 3 – 4 มิลลิลิตร ตั้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรในแต่ละตัวอย่างเป็น 25 มิลลิลิตร แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปวัดด้วยเครื่อง ICP รุ่น Optical Emission Spectrometer (Optima 4300DV) PerkinElmer Instruments ขั้นตอนการทดสอบสารที่ถูกชะล้างได้ทั้งหมดแสดงในภาพประกอบ 8

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)



(จ)

(ฉ)

ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการทดสอบสารที่ถูกชะล้างได้

(ก) ตัวอย่างเศษก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

(ข) การเขย่าสารสกัดบนเครื่องเขย่า

(ค) การระเหยสารสกัดเพื่อลดปริมาตร

(ง) สารสกัดที่ลดปริมาตรและปรับปริมาตรแล้ว

(จ) การนำตัวอย่างสารสกัดไปวัดด้วยเครื่อง ICP

(ฉ) เครื่อง ICP

สถานที่ทำการวิจัย

1. สถานที่ผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

ร้านท่าแพเจริญกิจ เลขที่ 185 หมู่ที่ 1 ตำบลท่าแพ อำเภอท่าแพ จังหวัดสตูล

2. สถานที่ทดสอบคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักและอื่น ๆ ในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการคอนกรีต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์