

## บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การศึกษาคุณสมบัติของสลัก (Sludge)

#### 2.1.1 ศึกษาอัตราการตกของตะกอน (Sedimentation Rate)

ในการศึกษาเรื่องนี้ใช้กระบอกตวงขนาด 500 ซีซี. เติมน้ำลงในกระบอกตวง 450 ซีซี. เติมหากัมมันตรังสีในรูปสลักลงไปจนปริมาณเป็น 500 ซีซี. สังเกต บันทึกเวลา อ่าน ปริมาตร ที่ตะกอนตกลงไป จนกระทั่งการตกของตะกอนคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง บันทึกเวลาทั้งหมด

#### 2.1.2 หาปริมาณของน้ำในสลัก

2.1.2.1 โคยวิธปั่น (Centrifuge) ในเครื่องปั่น เติสลักใส่ในหลอดแก้วสำหรับปั่น ในเครื่องปั่น 25 ซีซี. บินจนตะกอนตกหมดแล้ว เติมน้ำที่ใส่น้ำออก ใส่ น้ำกลั่น ลงในกระบอกตวง 25 ซีซี. เติมน้ำลงในหลอดที่มีตะกอนอยู่จนปริมาณครบ 25 ซีซี. อ่าน ปริมาตร ของตะกอนจากน้ำที่เหลือในกระบอกตวง บันทึกปริมาณน้ำในตะกอน นำไปคำนวณหาปริมาณของน้ำในสลัก

2.1.2.2 หาปริมาณของน้ำในสลัก โคยวิธีอบแห้งในตู้อบ (Oven) นำกากัมมันตรังสี ในรูปสลักใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว ชั่งน้ำหนักสลัก แล้วนำไปอบให้แห้งในตู้อบตั้งอุณหภูมิ 100°C ใช้เวลา 18 ชม. หลังจากอบแห้ง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง แล้วจึงนำผลไปคำนวณหาปริมาณของน้ำในสลักต่อไป

#### 2.1.3 การศึกษาปริมาณกัมมันตรังสี (Beta - Gamma Activity) ของสลัก

นำสลักที่อบแห้งแล้วใส่ในจานขนาดเล็ก (planchet) ที่ทราบน้ำหนักแล้ว ชั่งน้ำหนัก สลัก แล้วนำไปวัดด้วยเครื่องวัดแบบไกเกอร์ (Geiger-Müller Counter) ที่ทราบค่าประสิทธิภาพ ของเครื่อง (Efficiency) แน่แน่นอนแล้ว จากผลการวัดนำไปคำนวณปริมาณกัมมันตรังสีของสลัก

#### 2.1.4 การศึกษาแกมมาสเปกตรัม (Gamma Spectrum) ของสลักก์

นำสลักก์ไปวัดหาแกมมาสเปกตรัม เพื่อที่จะดูว่าในสลักก์ประกอบด้วยสารกัมมันตรังสีชนิดใดบ้าง โดยวัดด้วยเครื่องแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ (Gamma Spectrometer) หัววัดเป็นชนิดลิเทียม - เบอร์มาเนียม (Lithium Drifted Germanium Detector) จากการศึกษาด้วยวิธีนี้จะทำให้ทราบถึงชนิดของสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในกากกัมมันตรังสี

### 2.2 วิธีดำเนินการทดลองแยกกากกัมมันตรังสี

2.2.1 การเตรียมสลักก์เพื่อที่จะนำไปเนกกับสารชนิดต่าง ๆ โดยการให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์มา ระเหยน้ำในตะกอนของสลักก์ (Solar Evaporation)

กากกัมมันตรังสีชนิดสลักก์จะมีปริมาณน้ำในตะกอนอยู่มากประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ การที่จะนำ มาดำเนินการขจัดกากกัมมันตรังสีในขั้นต่อไปจะเป็นจะต้องมีวิธีการทำให้ปริมาณน้ำในตะกอนนี้ลดลงไป วิธีการที่นิยมกระทำกันมีอยู่หลายวิธี เช่น บั่น (Centrifuge) ในเครื่องบั่นแยกตะกอนกับน้ำออกคนละส่วน อีกวิธีการหนึ่งก็คือการให้ความร้อนทำให้น้ำระเหยไป ความร้อนที่ใช้ อาจจะมาจากรังสีต่าง ๆ แต่มี วิธีการ อันหนึ่งซึ่งจะทำให้สามารถทุนค่าใช้จ่ายและเป็นประโยชน์อย่างมาก ก็คือการให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์ทำให้ปริมาณน้ำในตะกอนของกากกัมมันตรังสีระเหยออกไป ในการทดลองนี้ก่อนจะนำกากกัมมันตรังสีชนิดสลักก์ ไปทำการเนกใน กัมกริต คอนกรีต และบางมะคอบ จะต้องทำให้กากกัมมันตรังสีชนิดสลักก์แห้งเสียก่อน

วิธีการทดลองทำไต่ดังนี้ นำถาดอะลูมิเนียม (Aluminium) ขนาด 20X 36 X 8.5 ซม. มา 2 ใบ ใบหนึ่งหาใส่ค่าภายในทั้งหมด ฉีกด้านหนึ่งของถาดอะลูมิเนียมจะมีสเกล (scale) เป็นเซนติเมตรติดไว้ ใส่สลักก์ลงในถาดทั้งสองปริมาณเท่า ๆ กัน คือ เกือบเต็มถาด บันทึกรังสีปริมาณ และตำแหน่งของระดับสลักก์ที่ใส่ลงไป นำไปตั้งกลางแจ้ง มีเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น คอยบันทึกอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในขณะที่ทำการทดลอง ในระยะเวลาตั้งแต่เย็นจนถึงเช้า ซึ่งไม่มีแดด จะปิดถาดทั้งสองด้วยแผ่นอะลูมิเนียม สังกะสี บันทึกรังสีปริมาณที่ลดลงจนกระทั่งแห้งสนิท บันทึกระยะเวลาที่ใช้ทำการทดลองตั้งแต่เริ่มตากแดดจนกระทั่งน้ำระเหยหมด และผลจากการวัดอุณหภูมิและความชื้น ความเร็วลม ตลอดจนระยะเวลาการทดลองนำไปคำนวณหาอัตราการระเหยออกไป สังเกตผลและเปรียบเทียบ

ระหว่างดาคที่ทาสีดำ และไม่ทาสี

สลัก ที่แห้งสนิทแล้วในการทดลองขั้นนี้นำไปใช้ดำเนินการทดลองในขั้นต่อไป คือ การผนึกใน  
กัมกริต คอนกริต และยางมะคอบ ต่อไป

2.2.2 การผนึกกากกัมมันตรังสีของแข็งชนิดสลักที่ทำให้แห้งแล้วในกัมกริต คอนกริต และยางมะคอบ

### 2.2.2.1 การผนึกในกัมกริต

ใช้กล่องพลาสติกทรงกระบอกขนาดปริมาตรประมาณ 80 ซีซี เป็นแบบ ใช้กัมกริตของ  
บริษัทกระเบื้องกระชายไทย ประกอบด้วยน้ำยาเบอร์ 1 เบอร์ 2 และผงสีขาว ซึ่งมีวิธีผสมดังนี้ ชั้นแรก  
เทน้ำยาเบอร์ 1 ลงในกล่องที่ใช้เป็นแบบ แล้วเทน้ำยาเบอร์ 2 ลงไปประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำยาเบอร์ 1  
คนน้ำยาทั้ง 2 ชนิดนี้ให้เข้ากันแล้วค่อย ๆ เติมผงสีขาวลงไปเรื่อย ๆ ในระหว่างที่เติมผงสีขาวต้องคน อยู่  
เรื่อย ๆ จนกระทั่งกัมกริตมีความเหนียวพอสมควร และไม่ควรถือเหลวมากนัก ซึ่งน้ำหนักกัมกริตจะหนักไว้

เมื่อผสมกัมกริตแล้ว ซึ่งน้ำหนักกากกัมมันตรังสีในปริมาณที่ต้องการผนึกเข้าไป แล้วผสม  
กับกัมกริตในทันทีขณะที่กัมกริตจะเริ่มแข็งตัว คนกากกัมมันตรังสีและกัมกริตให้เข้ากันทิ้งไว้ให้แห้ง ผสมเช่นนี้  
6 ตัวอย่าง โดยให้มีปริมาณของกากกัมมันตรังสีในกัมกริตต่าง ๆ กัน และเตรียมทั้งหมด 3 ชุด เพื่อเตรียม  
สำหรับนำไปหาอัตราการรั่วของกัมมันตรังสี (leaching rate) ในน้ำประปา น้ำทะเล และน้ำคลอง  
เตรียมเสร็จแล้วทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน จึงจะแห้งสนิท แยกตัวอย่างเหล่านี้ออกจากกล่องพลาสติกที่ใช้เป็นแบบ  
นำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไปได้

### 2.2.2.2 การผนึกในคอนกริต

ใช้กล่องพลาสติกทรงกระบอกปริมาตร 80 ซีซี เป็นแบบเช่นเดียวกัน ส่วนผสมที่ใช้  
ผสมเป็นคอนกริต คือ ทราย ปูนซีเมนต์ และน้ำ การผสมคอนกริตนี้อัตราส่วนของ ทราย และปูน แยกต่าง  
กันออกไปได้แล้วแต่จะนำไปใช้งาน ในการผนึกกากกัมมันตรังสีเข้าไปในคอนกริต ทำการทดลองกับคอนกริต  
ที่มีส่วนผสมต่าง ๆ กัน เพื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบดู

001911

แบบที่ 1 ใส่น้ำมันคอกับทรายน้ำหนักเท่า ๆ กัน คลุกผสมให้เข้ากันเสียก่อนแล้ว คอย ๆ เติมน้ำลงไปในขณะที่เติมน้ำก็คอยให้ ปูน ทราย และน้ำเข้ากัน เติมน้ำจนกระทั่งปูนและทรายเข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน แต่อย่าให้เหลวมากนัก ซึ่งน้ำหนักคอนกรีตแล้วจับขึ้นที่กไว

เมื่อผสมคอนกรีตเสร็จแล้ว ซึ่งน้ำหนักกากกัมมันตรังสีในปริมาณที่โครงการ ผสมเข้ากับคอนกรีตที่เตรียมไว้ก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัว คองผสมโดยคนไปเรื่อย ๆ จนกว่ากากกัมมันตรังสีและอมที่เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งเอาไว้คอนกรีตที่ผสมไว้จะคอย ๆ ซึ่งตัว ผสมเช่นนี้ 6 ตัวอย่าง ให้มี ปริมาณของกากกัมมันตรังสีในคอนกรีตต่าง ๆ กัน และเตรียมไว้ 3 ชุด เพื่อนำไปทดลองหาอัตราการรั่ว ของกากกัมมันตรังสีใน น้ำปฐา น้ำทะเล และน้ำคลอง เช่นเดียวกัน เมื่อเตรียมเสร็จแล้วทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน คอนกรีตจะจับแข็งตัวแห้งสนิทแล้วจึงแกะตัวอย่างเหล่านี้ออกจากกล่องพลาสติก นำไปทดลองใน ชั้นต่อไป

แบบที่ 2 คำเนิการเตรียมเช่นเดียวกับแบบที่ 1 แต่ส่วนผสมของคอนกรีตใช้ทราย ปริมาณเป็น 2 เท่าของปูนซีเมนต์

### 2.2.2.3 การฉีกในบางมะคอบ

บางมะคอบที่นำมาใช้เป็นบางมะคอบชนิดแข็งจากบริษัทผลิตภัณฑ์ช่างมะคอบ ชนิด อาร 115/15 ใช้ด้วยกระบี่อ็อกินเผาขนาดปริมาตรประมาณ 100 ซีซี. เป็นแบบ การฉีกกากกัมมันตรังสี เข้าไปในบางมะคอบ จะต้องหลอมบางมะคอบให้เหลวเสียก่อน วิธีการฉีกทำได้ดังนี้ คือ ซึ่งน้ำหนัก บางมะคอบและน้ำหนักกากกัมมันตรังสีที่จะฉีกเข้าไป หลอมบางมะคอบให้เหลว โดยใช้ความร้อนจาก ตะเกียงเบนเสน เมาจนบางมะคอบเหลวก็แล้ว จึงใส่กากกัมมันตรังสีลงไปคนให้เข้ากัน แล้วคอย ๆ เท บางมะคอบที่ผสมกับกากกัมมันตรังสีลงไปในตัวกระบี่อ็อกินเผาที่เตรียมไว้ คอย ๆ เทเพราะบางมะคอบ ที่กำลังร้อนจะเกิดฟองอากาศมาก ปริมาตรจึงขยายตัวมาก และเมื่อเย็นลงปริมาตรจะคอย ๆ ลดลงไปด้วย ผสม 6 ตัวอย่างให้ปริมาณกากกัมมันตรังสีในบางมะคอบต่าง ๆ กัน เตรียม 3 ชุด เพื่อนำไปทดสอบหา อัตราการรั่วของกัมมันตรังสีในน้ำปฐา น้ำทะเล และน้ำคลอง เมื่อทิ้งให้เป็นบางมะคอบจะแข็งตัว ทิ้ง ไว้ประมาณ 1 วัน แล้วหุ้ด้วยกระบี่อ็อกินเผาออก นำสารตัวอย่างไปทดลองในชั้นต่อไป

2.2.3 การทดลองหาอัตราการรั่วของกัมมันตรังสี (leaching rate) ในน้ำประปา น้ำทะเล และน้ำคลอง  
จากกัมมันตรังสีปริมาณต่าง ๆ ที่ฝังในกัมกริต คอนกรีต และยางมะตอย ที่ใช้ในการทดลองนี้  
แสดงในตารางที่ 1 - 4

ในน้ำประปา ใช้ บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 600 ซีซี. ใส่ น้ำประปา ลงไป บีกเกอร์ ละ 500 ซีซี.  
ใส่ตัวอย่างจากกัมมันตรังสีที่ฝังในกัมกริต คอนกรีต และยางมะตอย เรียบร้อยแล้วลงในบีกเกอร์ที่ใส่น้ำไว้  
บันทึกไว้ว่าเป็นตัวอย่างใด และบันทึกวันที่เริ่มแช่น้ำ ปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษไข เพื่อกั้นน้ำระเหยเมื่อเวลา  
ผ่านไป และกั้นไม่ให้มีสารใดปลิวลงไป ในบีกเกอร์เหล่านี้ ส่วนน้ำทะเล และน้ำคลอง วิธีการเตรียมก็  
เช่นเดียวกัน แช่ทิ้งไว้เป็นช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เช่น ประมาณ 1 สัปดาห์ 1 เดือน และ 2 เดือน รวม  
เวลาการทดลองหาอัตราการรั่วของกัมมันตรังสีประมาณ 6 เดือน เมื่อถึงกำหนดไว้ก็นำน้ำที่แช่ตัวอย่างเหล่านี  
นี้ไปวัดปริมาณกัมมันตรังสี (Radio activity) ต่อไป

2.2.4 การวัดปริมาณกัมมันตรังสี (Radio activity) ที่รั่วออกมาในน้ำประปา น้ำทะเล และน้ำคลอง

เมื่อครบกำหนดเวลา เช่น 1 สัปดาห์ 1 เดือน หรือ 2 เดือน นำสารตัวอย่างที่แช่ในน้ำประปา น้ำ  
ทะเล และน้ำคลอง กรองน้ำที่แช่อยู่ออกมาทั้งหมด 500 ซีซี. เพื่อให้ฝุ่นหรือผงที่อยู่ในน้ำออก เหลือแต่น้ำที่  
แช่เพียงอย่างเดียว บันทึกวันที่ถ่ายน้ำออก แล้วเปลี่ยนน้ำใหม่ เช่น แช่น้ำประปาก็เปลี่ยนเป็นน้ำประปาต่อไป  
ปริมาณ 500 ซีซี. เช่นเดียวกัน บันทึกวันที่เริ่มแช่ใหม่ แล้วปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษไขเช่นเดิม  
รอกำหนดเวลาที่จะนำมาวัดปริมาณกัมมันตรังสีในน้ำต่อไป

ส่วนน้ำที่กรองออกมาสามารถระเหยน้ำให้แห้งบนเตาไฟฟ้า (Hot plate) น้ำประปา และน้ำคลอง  
เมื่อระเหยให้แห้งแล้ววางส่วนที่ติดอยู่กับบีกเกอร์คว่ำน้ำกลิ้งประมาณ 1 ซีซี. ใช้แท่งแก้วคนี่ปลายเป็นยาง  
(Polishman Stirrer) ล้างส่วนที่ติดอยู่กับบีกเกอร์ออกให้หมด ใช้ไปเปคต (pipette) ขนาด 1 ซีซี.  
คูนน้ำที่ล้างบีกเกอร์ออกมาใส่ในจานขนาดเล็ก (planchet) ระเหยน้ำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากหลอด  
อินฟราเรด (Infra-red Lamp) เสร็จแล้วนำไปวัดปริมาณกัมมันตรังสีที่อยู่ในน้ำ 500 ซีซี. ด้วยเครื่อง  
วัดรังสีบีตาและแกมมาระดับต่ำ (Low Background Counting System)



ตารางที่ 1

แสดงปริมาณกากกัมมันตรังสีชนิดสัคกที่หนึ่งกในกัมกริต

ชุดที่	ลำดับที่	น้ำหนักกัมกริต (กรัม)	น้ำหนักกากกัมมัทรังสี (กรัม)	เปอร์เซ็นต์กาก กัมมันตรังสี	ความแรงกัมมันตรังสี ( $\mu\text{Ci}$ )
1 แซในน้ำประปา	1	96	4.0	4.00	0.0086
	2	100.1	4.6	4.49	0.0099
	3	104.3	7.0	6.29	0.0150
	4	92.2	8.2	8.17	0.0176
	5	80.5	10.9	11.92	0.0234
	6	73.0	15.9	17.8	0.0341
2 แซในน้ำทะเล	1	96.0	3.8	3.81	0.0081
	2	101.3	4.8	4.52	0.0103
	3	104.5	6.9	6.19	0.0148
	4	92.3	8.1	8.07	0.0174
	5	80.7	10.5	11.51	0.0225
	6	73.0	16.7	18.62	0.0358
3 แซในน้ำคลอง	1	80.6	4.6	4.35	0.0099
	2	82.1	5.1	4.84	0.0109
	3	104.7	6.8	6.11	0.0146
	4	104.6	8.9	7.84	0.0191
	5	100.2	10.4	11.25	0.0223
	6	101.1	16.9	17.33	0.0363

ตารางที่ 2

แสดงปริมาณกากกัมมันตรังสีชนิดสกัดที่เนกในคอนกรีต 1 : 1

ชุดที่	ลำดับที่	น้ำหนักคอนกรีต (กรัม)	น้ำหนักกากกัมมันตรังสี (กรัม)	เปอร์เซ็นต์กาก กัมมันตรังสี	ความแรงกัมมันตรังสี ( $\mu\text{Ci}$ )
1 แซในน้ำประปา	1	142.3	5.6	3.94	0.0120
	2	141.4	7.3	5.17	0.0157
	3	141.6	8.6	6.14	0.0185
	4	141.2	11.4	8.14	0.0245
	5	141.3	15.3	10.83	0.0328
	6	141.3	18.4	13.02	0.0395
2 แซในน้ำทะเล	1	143.6	5.6	3.90	0.0120
	2	139.0	7.3	5.25	0.0157
	3	141.2	8.6	6.09	0.0185
	4	141.4	11.4	8.06	0.0245
	5	141.3	15.3	10.83	0.0328
	6	145.8	18.4	12.62	0.0395
3 แซในน้ำคลอง	1	146.8	6.0	4.09	0.0129
	2	148.3	7.5	5.06	0.0161
	3	151.5	9.8	6.47	0.0210
	4	152.3	12.6	8.21	0.0271
	5	146.2	15.1	10.33	0.0324
	6	151.6	20.9	13.79	0.0449



ตารางที่ 3

แสดงปริมาณกากกัมมันตรังสีชนิดสัตกที่เนื้กในคอนกรีต 2 : 1

รูปที่	ลำดับที่	น้ำหนักคอนกรีต (กรัม)	น้ำหนักกากกัมมันตรังสี (กรัม)	เปอร์เซ็นต์กาก กัมมันตรังสี	ความแรงกัมมันตรังสี ( $\mu\text{Ci}$ )
1 แฉ่ในน้ำประปา	1	129.2	5.0	3.87	0.0107
	2	134.8	6.3	4.67	0.0135
	3	126.4	7.4	5.85	0.0159
	4	141.1	11.1	7.87	0.0238
	5	143.7	13.8	9.91	0.0296
	6	142.9	23.4	16.37	0.0502
2 แฉ่ในน้ำทะเล	1	133.7	5.6	4.19	0.0120
	2	135.6	6.5	4.79	0.0139
	3	131.8	7.9	6.02	0.0170
	4	139.8	11.2	8.01	0.0240
	5	140.5	14.0	9.96	0.0301
	6	150.7	23.5	15.59	0.0505
3 แฉ่ในน้ำคลอง	1	137.2	5.3	3.86	0.0114
	2	141.8	7.0	4.93	0.0150
	3	133.9	8.0	5.97	0.0172
	4	140.1	11.2	8.00	0.0240
	5	139.9	14.1	10.80	0.0303
	6	143.8	23.4	16.27	0.0502



ตารางที่ 4

แสดงปริมาณกากกัมมันตรังสีชนิดลัตกที่เนกในบางมะคอบ

จุดที่	ลำดับที่	น้ำหนักขางมะคอบ (กรัม)	น้ำหนักกากกัมมันตรังสี (กรัม)	เปอร์เซนต์กาก กัมมันตรังสี	ความแรงกัมมันตรังสี ( $\mu\text{Ci}$ )
1 แซในน้ำประภ	1	103.5	10.7	10.34	0.0229
	2	103.6	13.8	13.32	0.0296
	3	103.1	16.0	15.52	0.0344
	4	103.0	20.6	10.00	0.0442
	5	102.2	24.7	24.7	0.0530
2 แซในน้ำทะเล	1	102.9	8.1	7.81	0.0174
	2	103.1	10.7	10.39	0.0229
	3	103.5	13.5	13.04	0.0290
	4	104.6	16.0	15.30	0.0344
	5	102.6	20.9	20.43	0.0449
	6	102.8	25	24.31	0.0537
3 แซในน้ำคลอง	1	102.7	8.1	7.88	0.0174
	2	102.8	10.7	10.41	0.0229
	3	103.2	13.8	13.37	0.0296
	4	102.6	16.0	15.59	0.0344
	5	102.5	21.6	21.07	0.0464
	6	102.2	24.4	23.87	0.0524

สำหรับน้ำทะเลเมื่อระเหยให้แห้ง ส่วนที่เหลือจะเป็นเกลือ ซึ่งปริมาณมากเกินกว่าจะนำไปวัดได้ทั้งหมด จึงชั่งน้ำหนักเกลือทั้งหมดที่ระเหยจากน้ำทะเล 500 ซีซี. แบ่งส่วนหนึ่งใส่จานขนาดเล็ก ชั่งน้ำหนัก แล้วจึงนำไปวัดปริมาณกับมันครึ่งลิด้วยเครื่องวัดรังสีบีตาและแกมมาระดับต่ำเช่นเดียวกัน การวัดปริมาณกับมันครึ่งลิทำเป็นประจำตามช่วงระยะเวลา คือ 1 สัปดาห์ 1 เดือน และ 2 เดือน ตามลำดับ จนผลการวัดปริมาณกับมันครึ่งลินำไปคำนวณหาอัตราการรั่วของกัมมันตรังสีต่อไป

### 2.3 การศึกษาคุณสมบัติของกากกัมมันตรังสีของแข็งชนิดเรซิน (Resin)

#### 2.3.1 ศึกษาปริมาณกัมมันตรังสีของกากกัมมันตรังสีชนิดเรซิน

นำกากกัมมันตรังสีชนิดเรซินใส่ในจานขนาดเล็กสำหรับนำไปวัดปริมาณกัมมันตรังสีที่ทรานส์มิเตอร์แล้ว ชั่งน้ำหนักเรซิน แล้วนำไปวัดปริมาณกัมมันตรังสีด้วยเครื่องวัดแบบไกเกอร์ ที่ทราบค่าประสิทธิภาพของเครื่องวัดแล้ว นำผลการวัดทั้งหมดมาคำนวณหาปริมาณกัมมันตรังสีในเรซิน

#### 2.3.2 ศึกษาแกมมาสเปกตรัมของกากกัมมันตรังสีชนิดเรซิน

นำกากกัมมันตรังสีชนิดเรซินไปวัดหาแกมมาสเปกตรัม โดยการนำไปวัดด้วยเครื่องวัดแบบแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ หัววัดชนิด ลิเทียม-เบอโรมาเนียม จากผลการวัดจะทำให้ทราบว่าในเรซินประกอบด้วยสารกัมมันตรังสีชนิดใด

#### 2.3.3 การเนกกากกัมมันตรังสีของแข็งชนิดเรซินใน กัมกรีก คอนกรีต และยางมะตอย

วิธีการเนกทำเช่นกับการเนกกากกัมมันตรังสีของแข็งชนิดสลักก์ แต่ทำเพียง 4 ตัวอย่าง ให้มีปริมาณกัมมันตรังสีในกัมกรีก คอนกรีตผสมชนิด 2 : 1 โดยปริมาตร และยางมะตอย ต่าง ๆ กัน ในแต่ละตัวอย่าง เตรียมอย่างละ 3 ชุด เพื่อนำไปทดลองหาอัตราการรั่วของกัมมันตรังสีในน้ำประปา น้ำทะเล และน้ำคลอง เช่นเดียวกัน

#### 2.3.4 การวัดปริมาณกัมมันตรังสี (Radio activity) ที่รั่วออกมาในน้ำประปา น้ำทะเล และน้ำคลอง

วิธีการเช่นเดียวกับการวัดปริมาณกัมมันตรังสี (Radio activity) ทำเช่นเดียวกันกับวิธีการของกากกัมมันตรังสีชนิดสลักก์ แต่ทำในช่วงระยะเวลาประมาณ 4 เดือนเท่านั้น และจากผลการวัดปริมาณกัมมันตรังสีนำไปคำนวณหาอัตราการรั่วของกัมมันตรังสีต่อไป

ส่วนผสมของเรซินที่ฉนึกในกัมกรึต คอนกรึต และยางมะคอบ แสดงในตารางที่ 5,6 และ 7

#### 2.4 การศึกษา Strength ของกากกัมมันตรังสีที่ฉนึกแล้ว

หลังจากการทดสอบอัตราเร็วของกัมมันตรังสีในน้ำประปา น้ำทะเล และน้ำคลองแล้ว นำตัวอย่างกากกัมมันตรังสีที่ฉนึกใน กัมกรึต คอนกรึต 1:1 และ คอนกรึต 2:1 ไปทำการวัด Strength เพื่อนำไปเปรียบเทียบคูกความคากคาง ส่วนยางมะคอบเมื่อฉนึกแล้วรูปร่างไม่แน่นอนและพื้นผิวหน้าไม่เรียบ จึงไม่สามารถทำการวัดได้

## ตารางที่ 5

แสดงปริมาณกากกัมมันตรังสีชนิดเรซินที่ผืนกในกัมกรัต

ชุดที่	ลำดับที่	น้ำหนักกรวมกรัต (กรัม)	น้ำหนักกากกัมมันตรังสี (กรัม)	เปอร์เซ็นต์กาก กัมมันตรังสี	ความแรงกัมมันตรังสี ( $\mu\text{Ci}$ )
1 แซ่ในน้ำประปา	1	80.0	10.4	12.9	0.9991
	2	86.9	14.0	16.11	1.345
	3	74.5	17.5	23.49	1.681
	4	78.3	21.2	27.07	2.037
2 แซ่ในน้ำทะเล	1	81.2	11.2	13.92	1.076
	2	90.3	15.9	17.61	1.528
	3	88.3	18.7	21.18	1.796
	4	91.2	22.2	24.34	2.133
3 แซ่ในน้ำคลอง	1	83.3	10.8	12.96	1.038
	2	80.4	15.4	19.15	1.479
	3	94.3	17.9	18.98	1.720
	4	84.9	21.9	26.72	2.104

ตารางที่ 6

แสดงปริมาณกากกัมมันตรังสีชนิดเรซินที่ฝังในคอนกรีต 2 : 1

ชุดที่	ลำดับที่	น้ำหนักคอนกรีต (กรัม)	น้ำหนักกากกัมมันตรังสี (กรัม)	เปอร์เซ็นต์กาก กัมมันตรังสี	ความแรงกัมมันตรังสี ( $\mu\text{Ci}$ )
1 แซในน้ำประปา	1	149.6	13.0	8.69	1.2489
	2	147.2	17.8	12.09	1.7100
	3	127.5	22.7	17.76	2.1808
	4	131.9	26.3	19.94	2.5266
2 แซในน้ำทะเล	1	146.5	13.4	9.14	1.2873
	2	139.6	17.8	12.75	1.7100
	3	146.7	22.6	15.41	2.1712
	4	175.0	26.3	15.03	2.5266
3 แซในน้ำคลอง	1	149.6	13.1	8.69	1.2585
	2	158.9	17.3	10.88	1.6361
	3	166.0	22.6	13.61	2.1712
	4	154.6	26.6	17.21	2.5555



## ตารางที่ 7

แสดงปริมาณกากกัมมันตรังสีชนิดเรซินที่ฝังในขางมะตอย

ชุดที่	ลำดับที่	น้ำหนักขางมะตอย (กรัม)	น้ำหนักกากกัมมันตรังสี (กรัม)	เปอร์เซ็นต์กาก กัมมันตรังสี	ความแรงกัมมันตรังสี ( $\mu\text{Ci}$ )
1 แซในน้ำปลา	1	101.4	15.3	15.09	1.4699
	2	100.0	20.6	20.60	1.9790
	3	102.0	26.3	25.78	2.5266
	4	101.8	32.1	31.53	3.0838
2 แซในน้ำทะเล	1	100.0	15.3	15.30	1.4699
	2	100.5	20.6	20.50	1.9790
	3	101.2	26.4	26.87	2.5362
	4	102.0	32.4	31.76	3.1127
3 แซในน้ำคลอง	1	100.8	15.6	15.47	1.4987
	2	100.6	20.4	20.28	1.9598
	3	101.6	26.4	25.98	2.5362
	4	101.9	32.4	31.79	3.1127