บทที่ 4

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยการผนึกกากกัมมันตรังสีชนิดสลัดจ์ กับ กัมกรีต คอนกรีต ส่วนผสม 1:1 โดยน้ำหนัก และคอนกรีตส่วนผสม 2:1 โดยปริมาตร และยางมะตอย วิธีการผนึกในกัมกรีตและคอนกรีตทำได้โดยวิธีง่าย ๆ ไม่ต้องใช้ความร้อนช่วย ส่วนการผนึกในยางมะตอยมีปัญหา คือ จำเป็นจะต้องใช้ความร้อนหลอมยางมะตอยให้เหลวเสียก่อน แล้วจึงทำการผนึกกากกัมมันตรังสีเข้าไปในขณะร้อน ยางมะตอยที่หลอมเหลวจะเกิดฟองอากาศมาก ทำให้ปริมาตรขยายตัวมาก เมื่อเทลงในแบบแล้วทิ้งให้เย็น พบว่ามีรูอากาศมาก ทำให้น้ำซึมเข้าได้โดยง่าย จึงทำให้ผลการทดสอบอัตราการรั่วของรังสีในยางมะตอยมีมากกว่ากัมกรีต และคอนกรีต ส่วนการผนึกกากกัมมันตรังสีชนิดเรซินเมื่อผนึกในคอนกรีต ปรากฏว่า ผนึกไม่อยู่เมื่อนำไปแช่ในน้ำ เพื่อทดสอบอัตราการรั่วจึงแตกทดสอบไม่ได้ กัมกรีตนั้นพอจะผนึกได้บ้างแต่เมื่อทดสอบอัตราการรั่วประมาณ 1 – 2 เดือน ก็เกิดแตกเช่นกัน เหลือแต่ชุดที่น้ำประปาก็เกิดรอยแตกที่ผิว ทำให้อัตราการรั่วของรังสีสูง สำหรับยางมะตอยพอจะผนึกได้ดี แต่มีปัญหาฟองอากาศเช่นเดียวกับสลัดจ์อัตราการรั่วจึงสูง

ผลการวัดปริมาณกัมมันตรังสีที่รั่วในน้ำประปา น้ำคลอง และน้ำทะเล ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ปริมาณคิดเป็น pCi ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10^{-12} Ci พบว่าอัตราการรั่วในช่วงเวลาแรก ๆ เช่น สัปดาห์แรกหรือเดือนแรก ๆ มีค่าสูงกว่าในช่วงเวลาต่อมา ทั้งนี้มีสาเหตุจากในตอนแรกกัมมันตรังสีที่ยังอยู่ที่ผิวหน้าละลายอยู่ในน้ำที่แช่ในการทดลอง ในช่วงต่อมาอัตราการรั่วจะลดลง และอัตราการรั่วนี้ทดสอบในระยะ 2 เดือนสูงกว่าอัตราการรั่วที่ทดสอบในช่วง 1 เดือน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณกัมมันตรังสีที่ผนึกเข้าไปต่างๆ กัน ไม่มีผลต่ออัตราการรั่วของรังสีเลย แสดงว่าปริมาณกากกัมมันตรังสีที่ผนึกเข้าไปยังไม่มากพอที่จะมีผลทำให้ปริมาณรังสีที่รั่วสูงขึ้น เมื่อปริมาณที่ผนึกเพิ่มขึ้น ดังนั้น ปริมาณกัมมันตรังสีที่รั่วออกมาในน้ำประปา น้ำทะเล และน้ำคลอง นี้เกิดจากรูอากาศ (porous) ที่น้ำซึมผ่านได้ในตัวอย่างที่ผนึก และพบว่าปริมาณกัมมันตรังสีที่รั่วในน้ำทะเลสูงกว่าน้ำประปาและน้ำคลอง จากผลการวัดปริมาณกัมมันตรังสีที่รั่วนำไปคำนวณหาอัตราการรั่วตลอดช่วงทำการทดลอง เพื่อจะดูว่าในช่วงเวลาที่ทำการทดลองนี้ การผนึกในสารใดที่จะมีแนวโน้มที่อัตรารั่วจะเริ่มคงที่ รูปที่ 5 – 10 แสดงผลการคำนวณอัตราการรั่วซึ่งพอจะสรุปเปรียบเทียบได้ดังนี้

อัตราการรั่วของกัมมันตรังสีในช่วงระยะเวลาประมาณ 200 วัน สำหรับสลัดก์ที่ผนึกใน กัมกรีต คอนกรีต และ คอนกรีต 2:1 อัตราการรั่วในน้ำประปาและน้ำคลองอยู่ในระดับ 10^{-3} เช่นเดียวกัน แต่อัตราการรั่วในคอนกรีต 2:1 สูงกว่าคอนกรีต 1:1 และกัมกรีต แต่ในช่วงเวลานี้คอนกรีต 1:1 มีอัตราการรั่วที่จะเริ่มคงที่ต่อ ๆ ไป มากกว่าคอนกรีต 2:1 และกัมกรีต ในน้ำทะเลมีอัตราการรั่วสูงกว่าอยู่ในราว 10^{-2} สำหรับยางมะตอยอัตราการรั่วจะมากกว่ากัมกรีตและคอนกรีตอยู่ในระดับ 10^{-2} สำหรับน้ำประปาและน้ำคลอง ส่วนน้ำทะเลเกิดความผิดพลาดในการทดสอบ ทำให้นำมาหาอัตราการรั่วของรังสีไม่ได้

สำหรับการเปรียบเทียบอัตราการรั่วของกัมมันตรังสีในการผนึกกับกัมกรีต คอนกรีตและยางมะตอย ได้ทำการคำนวณเปรียบเทียบเป็นอัตราการรั่วต่อวัน แสดงในตารางที่ 15 การเปรียบเทียบจะเห็นได้ชัดเจนขึ้น สำหรับกากกัมมันตรังสีชนิดเรซิน อัตราการรั่วต่อวันแสดงในตารางที่ 16

จากผลการวัด Strength จากตารางที่ 14 ถ้าจะเปรียบเทียบความคงทนตามค่า Strength จะเห็นว่ากัมกรีตดีกว่าคอนกรีต และคอนกรีต 2:1 ดีกว่า คอนกรีต 1:1

ตารางที่ 15

ชนิดของสารที่ผนึก	ปริมาณที่ผนึก μCi	อัตราการรั่ว / วัน		
		น้ำประปา	น้ำคลอง	น้ำทะเล
กัมกรีต	0.009 – 0.035	$4.3 \times 10^{-6} - 3.6 \times 10^{-5}$	$1.76 - 3.16 \times 10^{-5}$	$1.66 - 3.89 \times 10^{-4}$
คอนกรีต 1:1	0.012 – 0.04	$1.22 - 3.67 \times 10^{-5}$	$1.66 - 4.08 \times 10^{-5}$	$3.28 \times 10^{-5} - 1.03 \times 10$
คอนกรีต 2:1	0.012 – 0.05	$1.47 - 5.04 \times 10^{-5}$	$3.049 \times 10^{-5} - 1.38 \times 10^{-4}$	$5.1 \times 10^{-5} - 1.15 \times 10$
ยางมะตอย	0.02 – 0.05	$2.2 \times 10^{-5} - 1.47 \times 10^{-4}$	$1.4 - 4.9 \times 10^{-4}$	–

เปรียบเทียบอัตราการ รั่วของกัมมันตรังสีในการผนึกกากกัมมันตรังสีชนิดสลัดกใน กัมกรีต คอนกรีต 1:1 คอนกรีต 2:1 และยางมะตอย

ตารางที่ 16

ชนิดของสารที่ผนึก	ปริมาณที่ผนึก μCi	อัตราการรั่ว / วัน		
		น้ำประปา	น้ำคลอง	น้ำทะเล
กัมกรีต	1.0 – 2.0	$1.7 - 3.8 \times 10^{-4}$	–	–
ยางมะตอย	1.0 – 3.0	$1.2 - 2.2 \times 10^{-4}$	1×10^{-4}	$1 - 2 \times 10^{-4}$

เปรียบเทียบอัตราการรั่วของกัมมันตรังสีในการผนึกกากกัมมันตรังสีชนิดเรซินใน กัมกรีต และ ยางมะตอย