หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อสรุปผลการวิจัย

จากการแบ่งลักษณะประกอบของสารตัวอย่างทั้ง 14 ชนิด ที่ใช้ในการวิจัย ออกเป็นสารที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนน้อย สารที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนมาก ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าหนึ่ง และสารตัวอย่างที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนมาก ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าหนึ่ง และได้ทำการวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นของสารกับปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิ จากสารดังกล่าว ดังผลตามตารางที่ 3.5 3.7 และ 3.8 โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลดังกล่าวโดยวิธีโคร์เลชั่น (Correlation Analysis) ได้ผลว่าค่าความหนาแน่น และปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิจากสารที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนน้อย มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ประมาณ 94 % สารตัวอย่างที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนมาก ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าหนึ่ง มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงประมาณ 56 % และสารตัวอย่างที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนมากที่มีความหนาแน่นมากกว่าหนึ่ง มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงเพียง 32 % เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปสร้าง**รูปปรับเทียบ** เพื่อแสดงความสัมพันธ์ โดยคำนวณหาสมการรีเกรสชั่น (Regression Equation) พร้อมทั้งแทนค่าเพื่อหาตำแหน่งของเส้นรีเกรสชั่น (Regression Line) ดังรูปประกอบที่ 3.5 3.6 และ 3.7 จากการทดสอบรูปปรับเทียบ ดังกล่าวโดยการนำไปใช้ประกอบการวัดความหนาแน่นของสารโดยวิธีนิวเคลียร์ เปรียบเทียบค่าความหนาแน่นกับการวัดความหนาแน่นโดยวิธีพื้นฐาน โดยถือว่าค่าความหนาแน่นที่วัดโดยวิธีพื้นฐานเป็นค่าความหนาแน่นที่แท้จริงของสาร จะได้ผลการทดสอบ คือ เมื่อเลือกใช้สารตัวอย่างบางชนิดที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนน้อยเป็นตัวทดสอบค่าความหนาแน่น ปรากฏว่าค่าความหนาแน่นของสารดังกล่าวที่วัดโดยวิธีนิวเคลียร์ ซึ่งคำนวณค่าจากสมการรีเกรสชั่นจากรูปปรับเทียบ รูปประกอบที่ 3.5 จะผิดไปจากความเป็นจริง

0.68 - 7.80 % ตามตารางที่ 4.1 และเมื่อเลือกใช้สารตัวอย่างบางชนิดที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนมาก ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าหนึ่ง เป็นตัวทดสอบค่าความหนาแน่นปรากฏว่าค่าความหนาแน่นของสารที่วัดโดยวิธีนิวเคลียร์ ซึ่งคำนวณจากค่าสมการรีเกรสชั่นจากรูปปรับเทียบ รูปที่ 3.7 จะผิดไปจากความจริงในช่วง 1.21 - 19.61% ตามตารางที่ 4.2 สำหรับรูปปรับเทียบ รูปที่ 3.6 ไม่มีการทดสอบการเปรียบเทียบความหนาแน่น เพราะว่ารูปปรับเทียบนี้สร้างจากข้อมูลซึ่งมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงเพียง 56 % เท่านั้น จึงไม่เหมาะสมที่จะนำเอาความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดนี้ไปใช้ เมื่อพิจารณาช่วงเปอร์เซนต์ความผิดพลาดของการวัดค่าความหนาแน่นของสารโดยวิธีนิวเคลียร์ จากตารางที่4.1 และ 4.2 จะสรุปผลการวิจัยได้ว่า รูปปรับเทียบรูปที่3.5 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงประมาณ 94 % ของสารหลายชนิดที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนน้อย สามารถนำไปใช้ประกอบในการวัดค่าความหนาแน่นของสารใด ๆ ที่มีลักษณะประกอบชนิดเดียวกันได้อย่างใกล้เคียงที่สุด สำหรับสารที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนมากไม่เหมาะสมที่จะวัดค่าความหนาแน่นโดยวิธีนิวเคลียร์ เนื่องจากสารที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนมากมีช่องว่างของโมเลกุล รังสีที่วิ่งเข้าไปชนกับอะตอมของสาร จะให้ผลการชนไม่เท่ากัน ปริมาณรังสีสะท้อนกลับจึงไม่มีค่าไม่แน่นอน ทำให้ค่าความหนาแน่นของสารที่คำนวณได้มีความผิดพลาดมาก

สมการรีเกรสชั่นของสารที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนน้อย คำนวณจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิ และค่าความหนาแน่นของสารจากตารางที่ 3.5 โดยตัดโลหะผสมออก เนื่องจากวัดปริมาณรังสีสะท้อนได้เท่ากับแบคกราวน์ จึงมีปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิเท่ากับศูนย์ เป็นค่าที่ไม่แน่นอน เพราะว่าช่วงความหนาแน่นของสารตั้งแต่คอนกรีตจนถึงโลหะผสม กล่าวคือตั้งแต่ 2.34 กรัม/ซม.^{3} เป็นต้นไป อาจจะมีความหนาแน่นใด ที่สามารถให้ปริมาณรังสีสะท้อนเท่าแบคกราวน์ก็ได้ แต่อย่างไรก็ดีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิ และค่าความหนาแน่นของสารที่คำนวณได้ยังมีค่าสูงถึง 94 % โดยถ้าเพิ่มโลหะผสมเข้าไป ทดลองคำนวณความสัมพันธ์ดูจะได้ความสัมพันธ์ประมาณ 95 %

จากการพิจารณาปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิจากตารางที่ 3.5 3.7 และ 3.8 จะสรุปได้ว่าสารที่มีความหนาแน่นไม่มากในช่วง0.14-1.00 กรัม/ซม.^{3} จะสะท้อนรังสีออกมาได้มาก เนื่องจากมีการดูดกลืนรังสีน้อย สำหรับสารที่มีความหนาแน่นในช่วง 1.00-2.43

กรัม/ซม.^{3} การสะท้อนรังสีจะเริ่มลดลง เนื่องจากถูกดูดกลืนรังสีโดยสารที่มีความหนาแน่นมาก เป็นไปตามสมการ (2.20)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้สารตัวอย่างที่มีลักษณะประกอบแบบรูพรุนน้อย สำหรับการวิจัยเพียง 10 ชนิดเท่านั้น เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีสะท้อนและค่าความหนาแน่นของสารมากที่สุด ควรจะเพิ่มสารตัวอย่างในการวิจัยเข้าไปหลาย ๆ ชนิด

5.2.2 ค่าความหนาพอเหมาะของสารตัวอย่างแต่ละชนิด ที่ได้ผลตามตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 เป็นค่าความหนาของสารตัวอย่างโดยประมาณเท่านั้น จะสามารถหาค่าความหนาพอเหมาะของสารตัวอย่าง ซึ่งมีค่าถูกต้องที่สุดได้โดยการเพิ่มภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง ที่มีความหนาของภาชนะเปลี่ยนไปอย่างใกล้เคียงกันที่สุดให้มากขึ้น ดังรูปที่ 2.22

5.2.3 ในการออกแบบเครื่องมือวัดความหนาแน่นของสารดังรูป 4.1 ควรใช้หัววัดรังสีชนิดไกเกอร์ แบบหน้าต่างด้านข้าง ซึ่งสร้างให้มีผนังหนาสามารถใช้วัดรังสีแกมมาได้ดี (เหมือนกับหัววัดรังสีแกมมาชนิด NaI (Tl) ที่ใช้ในการวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งมีราคาแพง) และมีผังวงจรในการทำงานไม่ยุ่งยาก สำหรับอุปกรณ์อิเลคโทรนิคส์สำหรับวัดปริมาณรังสีในสนามนั้นสามารถออกแบบให้กระทัดรัด ใช้ระบบไฟจากแบตเตอรี่ มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวก

5.2.4 วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการแนะนำ และชี้แจงถึงรายละเอียดในการออกแบบเครื่องมือวัดความหนาแน่นของสาร โดยวิธีนิวเคลียร์เท่านั้น ในการวิจัยขั้นต่อไปควรจะสร้างเครื่องมือเพื่อทำการวิจัยเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของดินที่บดอัดแล้ว ซึ่งวัดโดยวิธีนิวเคลียร์กับค่าความหนาแน่นของดินที่วิศวกรวัดได้ โดยใช้วิธีซึ่งใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

5.2.5 ในการเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสี หัววัดรังสีหรือลักษณะการจัดเครื่องมือ จำเป็นจะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีสะท้อน และค่าความหนาแน่นของสารตัวอย่างจากห้องปฏิบัติการ เพื่อคำนวณสมการรีเกรสชั่นขึ้นใหม่ทุกครั้ง

5.2.6 นอกจากจะใช้เครื่องมือชนิดนี้วัดความหนาแน่นของผิวดินแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจโครงสร้างภายในของคอนกรีตได้ เพราะจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ได้หล่อคอนกรีตให้มีปริมาตรคงที่ แต่เปลี่ยนส่วนประกอบของคอนกรีต และนำไปวางชิดกับต้นกำเนิดรังสี และหัววัดรังสี ดังรูปที่ 5.1 เพื่อวัดปริมาณรังสีสะท้อนจากคอนกรีต และจะได้ผลการวัดปริมาณรังสีสะท้อน ตามตารางที่ 5.1

รูปที่ 5.1 แสดงการวัดปริมาณรังสีสะท้อนจากคอนกรีต ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 5.1 ผลการวัดปริมาณรังสีสะท้อนจากคอนกรีต แต่ละส่วนประกอบ

ส่วนประกอบคอนกรีต	ความหนาแน่น (กรัม/ซม.^{3})	ปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิ (cpm)
1 : 2 : 4	2.07	522
1 : 3 : 5	2.20	457
1 : 2 : 2	2.33	415

เมื่อส่วนประกอบของคอนกรีต

1 : 2 : 4 หมายถึง ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทราย 2 ส่วน หิน 4 ส่วน

1 : 3 : 5 หมายถึง ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทราย 3 ส่วน หิน 5 ส่วน

1 : 2 : 2 หมายถึง ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทราย 2 ส่วน หิน 2 ส่วน

ผลการวัดปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิ จากตารางที่ 5.1 จะอธิบายได้ว่า

คอนกรีตที่มีส่วนประกอบไม่เหมือนกัน หรือคอนกรีตที่มีความหนาแน่นและโครงสร้างภายในต่างกัน จะให้ปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิออกมาไม่เท่ากันด้วย เป็นไปตามสมการ (2.20) ดังนั้นถ้าสามารถสร้างรูปปรับเทียบ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีสะท้อนสุทธิ และความหนาแน่นของคอนกรีตที่มีส่วนประกอบแตกต่างกันได้ จะสามารถตรวจโครงสร้างภายในของคอนกรีตได้ว่าเข้ากับมาตรฐานที่กำหนดให้หรือไม่