บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์และอุปกรณ์ทางนิวเคลียร์ซึ่งถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เช่น นำมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า การแพทย์ การอุตสาหกรรม และอื่น ๆ จะต้องมีเครื่องกำบังรังสี ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นการลดปริมาณของรังสีที่มนุษย์จะได้รับแล้วยังเป็นการป้องกันรังสีที่เข้าไปทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์หรือเครื่องมือทางอิเลคโทรนิคบางอย่างด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาใช้เครื่องกำบังรังสีที่เหมาะสม

การออกแบบเครื่องกำบังรังสีขึ้นอยู่กับ ชนิดของรังสี ลักษณะของต้นกำเนิดรังสี จุดประสงค์และราคา อีกทั้งน้ำหนักของเครื่องกำบังรังสีก็ต้องพิจารณาด้วยเช่น เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้กับเรือเดินสมุทรหรือเรือดำน้ำ ถ้าหากน้ำหนักมากเกินไปย่อมไม่ก่อให้เกิดความสะดวกและเป็นอุปสรรคในการใช้งาน เนื่องจากการดูดกลืนรังสีของเครื่องกำบังก่อให้เกิดความร้อนขึ้นด้วย ดังนั้นจึงต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาเมื่อรังสีกระทบวัสดุกำบัง การกระจายของรังสีและความร้อน รวมทั้งพื้นที่ส่วนที่รังสีเข้าทำปฏิกิริยา (cross section) และสัมประสิทธิ์การลดของรังสี (attenuation coefficient) ที่ระดับพลังงานต่าง ๆ ของรังสี เพื่อที่จะคำนวณหาปริมาณของรังสีที่ผ่านออกจากเครื่องกำบัง แต่จะต้องมีการทดลองเพื่อทดสอบความสามารถของเครื่องกำบังรังสีด้วย เพื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณ และเครื่องกำบังรังสีชนิดอื่น ๆ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วอาจสรุปได้ถึงความมุ่งหมายของการกำบังรังสีว่ามีอยู่ 2 ประการ คือ

1.1.1 การกำบังเพื่อลดปริมาณรังสี (Biological shielding) ซึ่งมนุษย์อาจจะรับเข้าไปรวมทั้งการป้องกันรังสีของอุปกรณ์และเครื่องมือ(Apparatus shield)

1.1.2 การกำบังความร้อน (Thermal shield) เนื่องจากการดูดกลืนรังสี โดยใช้วัสดุที่คงทน ทึบ และจุดหลอมเหลวสูง เช่น เหล็ก

ในการศึกษาวิจัยนี้ พิจารณาเฉพาะการกำบังเพื่อลดปริมาณของรังสีแกมมาเท่านั้น เนื่องจากรังสีแกมมามีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีเบตาและแอลฟา และหลังจากการกำบังนิวตรอนแล้วอาจจะทำให้เกิดรังสีแกมมา (secondary gamma) ได้อีก วัสดุที่เหมาะจะนำมาทำเครื่องกำบังรังสีแกมมาจะต้องเป็นธาตุหรือสารประกอบหนัก (น้ำหนักอะตอมสูง) เช่น ตะกั่ว เหล็ก ทังสเตน ฯลฯ โดยทั่ว ๆ ไปมักพิจารณาใช้คอนกรีตเป็นส่วนมาก เพราะว่าแข็งแรง มีราคาถูก และสามารถก่อสร้างได้ในรูปแบบต่าง ๆ แต่การลดของรังสีแกมมาขึ้นอยู่กับความหนาและความหนาแน่นของเครื่องกำบังรังสี สำหรับคอนกรีตธรรมดามีความหนาแน่นเพียง 2.3 กรัมต่อซม.^{3} ดังนั้นจึงต้องเพิ่มความหนาแน่นของคอนกรีต โดยใช้ธาตุหรือสารประกอบหนักผสมลงในคอนกรีต เรียกว่า คอนกรีตหนัก (Heavy concrete) ซึ่งมีความสามารถในการกำบังรังสีได้ดีและเป็นการลดความหนาของคอนกรีตลงด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาทดลองและเปรียบเทียบเกี่ยวกับคุณสมบัติของคอนกรีตหนักในการใช้กำบังรังสีแกมมา

1.2.2 พิจารณาหาวัสดุที่มีคุณสมบัติดีและอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการหล่อคอนกรีตหนัก

1.2.3 ศึกษาคุณสมบัติของแร่กาลีนาที่แต่งแล้วในการกำบังรังสีแกมมาพร้อมกับหาค่า HVL และ TVL

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ใช้วัสดุบางอย่างเท่าที่หาได้เป็นวัสดุผสมในการทำคอนกรีตหนัก ได้แก่ แร่แบไรท์ เฮมาไทท์ อิลเมไนท์และกาลีนา

1.3.2 พิจารณาคุณสมบัติของคอนกรีตหนักในการกำบังรังสีแกมมามากกว่าคุณสมบัติในด้านโยธา

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.4.1 ศึกษารายละเอียดเรื่องคอนกรีตจากเอกสารต่าง ๆ จัดหาอุปกรณ์และวัสดุในการผสมคอนกรีต

1.4.2 ทดลองผสมและหล่อคอนกรีตโดยใช้วัสดุผสมต่าง ๆ กัน

1.4.3 ทดสอบความสามารถกำบังรังสีแกมมาของคอนกรีตชนิดต่าง ๆ

1.4.4 ทดสอบกำลังและความสามารถกำบังรังสีของคอนกรีตเมื่อเปลี่ยนอัตราผสมคอนกรีต

1.4.5 ทดสอบคุณสมบัติการกำบังรังสีแกมมาของแร่กาลีนาที่แต่งแล้วโดยใช้กัมกรีต เป็นตัวประสาน

1.4.6 หาข้อยุติและเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 พิจารณาการใช้เครื่องกำบังรังสีแกมมาได้ตามวัตถุประสงค์และมีความเหมาะสม

1.5.2 ลดความหนาของกำแพงคอนกรีตของห้องปฏิบัติการรังสี ทำให้ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างถูกลงด้วย

1.5.3 ทำเครื่องกำบังรังสีที่มีขนาดเล็กและบางกว่าที่มีอยู่

1.6 นิยามของคำต่าง ๆ ที่ใช้เป็นภาษาเทคนิค

1.6.1 เมกะอิเลคตรอนโวลต์ (MeV)

คือหน่วยของการวัดพลังงานโดยที่ 1 อิเลคตรอนโวลต์ หมายถึง พลังงานที่กระทำต่อประจุ 1 หน่วย ให้เกิดความเร่งผ่านความต่างศักย์ 1 โวลต์

$$1 \text{ Mev} = 10^{6} \text{eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ จูล}$$

1.6.2 คูรี (Curie = Ci)

คือหน่วยที่ใช้บอกความแรงของธาตุกัมมันตภาพรังสี โดยที่ธาตุกัมมันตภาพรังสีใดที่มีการสลายตัวในอัตรา 3.7×10^{10} ครั้ง/วินาที เราเรียกธาตุกัมมันตภาพรังสีนั้นว่ามีความแรง 1 คูรี

1.6.3 เรินท์เก้น (Röentgen = R)

คือหน่วยที่ใช้วัดรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา โดยมีคำจำกัดความว่า " รังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาใดที่ทำให้อากาศหนัก 0.001293 กรัม แตกตัวเกิดประจุไฟฟ้า 1 esu (electrostatic unit) รังสีนั้นมีปริมาณ 1 เรินท์เก้น

1.6.4 เรม (Rem = Roentgen equivalent man)

คือหน่วยที่บอกถึงปริมาณรังสีที่เนื้อเยื่อได้รับเรียกว่าโดส อิคิวะเลนท์ (dose equivalent) รังสีต่าง ๆ ถึงแม้ว่าจะถ่ายเทพลังงานให้กับเนื้อเยื่อของร่างกายจำนวนเท่ากันแต่ผลเสียหายทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อนั้นไม่เหมือนกัน จึงต้องเกี่ยวข้องกับแฟคเตอร์ด้านชีววิทยาสำหรับรังสีแต่ละชนิดด้วย

1.6.5 ภาคตัดขวาง (cross section)

คือ บริเวณหรือพื้นที่ของนิวเคลียสส่วนที่เกิดอันตรกิริยาเมื่อมีอนุภาควิ่งเข้าชน มีหน่วยเป็น บาร์น (barn) โดยที่

$$1 \text{ บาร์น} = 10^{-24} \text{ ซม.}^2$$

1.6.6 <u>แบคกราวด์</u> (Background)

หมายถึง อัตราการนับรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือจากต้นกำเนิดรังสีอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ดังนั้นในการวัดปริมาณรังสีจะต้องวัดค่าแบคกราวด์ก่อนทุกครั้ง จึงจะหราบค่าอัตราการนับรังสีสุทธิ