

การปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี (3) การจัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี (Radioactive Decontamination)

นันทวรรณ ยะอนันต์
ศูนย์จัดการกากกัมมันตรังสี
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

1. บทนำ (Introduction)

ในการใช้ประโยชน์ของวัสดุกัมมันตรังสีนั้น เรื่องความปลอดภัยเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการทำงาน ทั้งในด้านตัวบุคคล และสถานที่ปฏิบัติงาน การป้องกันการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีเป็นความปลอดภัยทางรังสีเรื่องหนึ่ง การปฏิบัติงานกับวัสดุกัมมันตรังสี ต้องคำนึงถึงการออกแบบสถานที่หรือห้องปฏิบัติการทางรังสี มีการวางแผนการทำงานที่ดี และมีขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง เพื่อลดการทำผิดพลาด และเพื่อป้องกันการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี ซึ่งการปนเปื้อนไม่ควรให้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ เครื่องมือ รวมถึงเสื้อผ้าผู้ปฏิบัติงาน และอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น โรงงานอุตสาหกรรมผลิตยาเภสัชรังสี โรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการทางรังสีต่าง ๆ ควรมีการระมัดระวังเป็นอย่างยิ่งในด้านการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี เพราะเกี่ยวข้องกับสุขภาพของผู้ป่วย และผู้ปฏิบัติงานในสถานที่นั้น ๆ และยังรวมไปถึงสาธารณชน และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

การปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี (radioactive contamination) เป็นผลมาจากการสัมผัสระหว่างวัสดุกัมมันตรังสีชนิดไม่ปิดผนึก กับผิวของสิ่งต่าง ๆ อาจเป็นวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งาน หรือผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งพื้นที่ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยอุบัติเหตุ เช่น การตก หล่น แตก ของภาชนะใส่สารกัมมันตรังสี และการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสี เป็นต้น

การขจัดสารกัมมันตรังสี (decontamination) หมายถึง กระบวนการใด ๆ ที่จะลด หรือขจัดสารกัมมันตรังสีออกจากพื้นผิว นั้น ๆ โดยอาจใช้กระบวนการทางกายภาพ เคมี กลศาสตร์ และไฟฟ้าเคมี เป็นต้น

เหตุผลจำเป็นที่ต้องมีการขจัดสารกัมมันตรังสี คือ

- (1) เพื่อสุขภาพอนามัย จำเป็นต้องลดระดับการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี เพื่อให้แน่ใจว่าปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน
- (2) การปนเปื้อนนั้นรบกวนในการนับวัดรังสี ต้องจัดการปนเปื้อนเพื่อให้งานนับวัดรังสีมีค่าที่ถูกต้อง
- (3) เพื่อให้การปฏิบัติงานประจำ หรืองานซ่อมบำรุง เป็นไปอย่างเรียบร้อยและปลอดภัย
- (4) เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถจะทิ้งหรือซ่อมแซม อุปกรณ์ เครื่องมือ ได้อย่างปลอดภัย
- (5) เพื่อให้ระดับการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีของสิ่งนั้น ๆ ลดลง และสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

2. การจัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี (Radioactive Decontamination)

2. 1 หลักเกณฑ์ทั่วไปในการจัดการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี (General Concept)

- ตรวจสอบสถานที่ที่เปื้อนสารกัมมันตรังสี และชนิดของนิวไคลด์กัมมันตรังสี
- รับผิดชอบการจัดพื้นที่หลังเกิดการเปื้อนสารกัมมันตรังสี
- ใช้กระบวนการจัดแบบเปียก
- การเลือกใช้สารจัดให้เหมาะสม
- ปลอ่ยให้สารกัมมันตรังสีสลายไปเอง ในกรณีเป็นสารที่มีครึ่งชีวิตสั้น

2. กระบวนการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสี (Decontamination Process)

2

เทคนิคการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีอาจเริ่มจากเทคนิคที่ง่ายไม่มีความยุ่งยาก เช่น การทำความสะอาดแบบธรรมดาทั่วไป จนถึงเทคโนโลยีขั้นสูงที่ต้องอาศัยเครื่องมือ หรือสารเคมีต่าง ๆ โดยทั่วไป เทคนิคการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีควรเริ่มจากวิธีการที่ไม่รุนแรง เช่น การทำความสะอาดโดยใช้วิธีดูดแบบสุญญากาศ (vacuum cleaning) สามารถใช้จัดการเปื้อนแบบหลวม ๆ ได้ ถ้าเป็นการเปื้อนแบบขจัดได้ยาก อาจจะใช้วิธีที่มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น เช่น การขัดถูพื้นผิวด้วยเครื่องมือกล หรือถ้าเป็นการเปื้อนบางชนิดอาจใช้วิธีเคมีไฟฟ้า เป็นต้น

การเลือกเทคนิคการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสี

ขึ้นอยู่กับชนิดของการเปื้อนสารกัมมันตรังสี และสถานการณ์นั้น ๆ ว่ามีความจำเป็น หรือเหมาะสมแบบใด เทคนิค และกระบวนการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสี แบ่งออกเป็น

- กระบวนการทางกายภาพ (physical process)
- กระบวนการทางกลศาสตร์ (mechanical process)
- กระบวนการทางไฟฟ้าเคมี (electrochemical process)
- กระบวนการทางเคมี (chemical process)

2.2.1 กระบวนการทางกายภาพ (Physical Processes)

ขั้นตอนทั่วไปของกระบวนการทางกายภาพ คือ การจัดการเปื้อนโดยการถู (rubbing) หรือให้พื้นผิวถูเขย่า (shaking surfaces) เพื่อให้สารกัมมันตรังสีหลุดออกไป ตัวอย่างเช่น

- การดูดแบบสุญญากาศ (vacuum cleaning)
- การถูพื้น (scrubbing)
- น้ำล้างแบบใช้แรงดัน (water jetting)
- การล้างโดยอัลตราโซนิก (ultrasonic cleaning)
- การใช้สียลอก (strippable coating)

2.2.2 กระบวนการทางกลศาสตร์ (Mechanical Process)

ขั้นตอนทั่วไปของกระบวนการทางกลศาสตร์ คือ การใช้วัสดุหรือเครื่องมือกลเข้าช่วยในการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสี ตัวอย่างเช่น

- abrasive cleaning เช่นการขัดถูผิวที่เปื้อนด้วยกระดาษทราย หรือใช้เครื่องมือขัดแรง ๆ
- vibratory cleaning เช่น ใช้เครื่องเขย่าร่วมกับสารชำระล้าง

2.2.3 กระบวนการทางไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Process)

เป็นการประยุกต์ใช้เซลล์ไฟฟ้าเคมีเข้าช่วยในการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีของผิวโลหะ มีหลักการคือให้โลหะที่เปื้อนเป็นขั้วแอโนด (anode) โดยมีสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้า จะทำให้สาร

กัมมันตรังสีที่ผิวโลหะหลุดออก โดยมีการแตกตัวเป็นไอออนและไปจับที่อีกข้างหนึ่ง เรียกเทคนิคนี้ว่า electro-polishing นิยมใช้ในการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีแบบ fixed contamination บนชิ้นโลหะ ที่ขจัดออกได้ยาก

2.2.4 กระบวนการทางเคมี (Chemical Process)

- reductive methods วิธีนี้ใช้ในการขจัดออกไซด์ (OH⁻) ของโลหะ โดยใช้กรด (H⁺) ออกไซด์ของโลหะที่เปื้อนจะเกิดเป็น hydrate metal ion ละลายในน้ำ ทำให้ขำระการเปื้อนสารกัมมันตรังสีได้
- oxidative methods วิธีนี้ใช้กับการจัดการเปื้อนของโครเมียม (Cr³⁺) โดยใช้กรดเข้มข้น (concentrated acid) โดย Cr³⁺ จะเปลี่ยนเป็น Cr⁶⁺ ซึ่งละลายน้ำได้

2. สารจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีและเทคนิคการประยุกต์ใช้ (Shimooka, 1998) (Decontamination Agents and Application Techniques)

วัสดุที่เปื้อนสารกัมมันตรังสี	สารชำระล้าง
ผิวหนัง	-สบู่ น้ำมันผิวส้ม (orange oil)
เสื้อผ้า	-สารซักฟอก (detergent)
แก้ว	-10% กรดไนตริก หรือ 2% แอมโมเนียมไบฟลูออไรด์ -10% กรดเกลือ (HCl)
อะลูมิเนียม	-10% กรดไนตริก โซเดียมเมทาซิลิเคต -โซเดียมเมทาฟอสเฟส
เหล็ก	-กรดฟอสฟอริก
ตะกั่ว	-เริ่มด้วย 4 N HCl แล้วตามด้วยสารละลายเจือจาง -alkaline และตามด้วยน้ำ
พื้นผิวที่ทาสี	-แอมโมเนียมซิเทรต หรือแอมโมเนียมไบฟลูออไรด์
คอนกรีต	-10% กรดเกลือ (HCl) แต่ยากที่จะจัดการเปื้อนได้หมด
ไม้	-ยากที่จะชำระล้างการเปื้อนสารกัมมันตรังสี

2. แฟกเตอร์การจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสี (Decontamination Factor: F_D)

4

decontamination factor (F_D) เป็นค่าสัดส่วนของค่ากัมมันตภาพรังสีที่ตรวจวัดได้ก่อนการขจัดและหลังการจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสี การขจัดที่ได้ผลดีจะได้ decontamination factor สูง

F_D = activity before the first decontamination stage

activity after the particular decontamination stage

residual activity (A_R) เป็นค่าการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่ยังเหลืออยู่ ซึ่งนิยมใช้ในหน่วยของร้อยละ (%)

$$A_R = (1/ F_D) \times 100$$

3. เอกสารอ้างอิง (References)

1. IAEA, "Manual on Decontamination of Surface", Safety Series No.48, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1979
2. National Health and Medical Research Council, "Recommended Limits on Radioactive Contamination on Surfaces in Laboratories (1995), Radiation Health Series No.38, National Health and Medical Research Council, Canberra, 1995.
3. Shimooka Kenji, "Decontamination Monitoring and Decontamination Method", Nuclear Technology and Education Center, Japan Atomic Research Institute, Tokai mura, 1998.