
การจัดทำสนามรังสี สำหรับการสอบเทียบค่ามาตรฐานเครื่องสำรวจรังสี

ประเชิญ เชนฐสิงห์ และรณยุทธ ไพศาล

สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000

บทคัดย่อ การสอบเทียบเครื่องสำรวจรังสีของห้องปฏิบัติการรังสีมาตรฐานทุติยภูมิใช้รังสีแกมมาจากสารกัมมันตรังสีซีเซียม-137 เป็นสนามรังสีอ้างอิง มีค่าอัตราปริมาณรังสียังผล Ambient dose equivalent ($H^*(10)$) เพียงค่าเดียวเท่ากับ 1849.82 $\mu\text{Sv/h}$ ซึ่งไม่เพียงพอ จำเป็นต้องจัดทำสนามรังสีเพิ่มเติมให้เพียงพอแก่ความต้องการ สำหรับใช้สอบเทียบในย่านการวัด ดังนี้ 3000, 2000, 1000, 500, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10 และ 5 $\mu\text{Sv/h}$ การจัดทำสนามรังสีต้องสร้างถ้ำตะกั่วขึ้นใหม่ ให้มีช่องเปิดที่สามารถปรับเปลี่ยนความหนาแผ่นตะกั่วที่ช่องเปิดนี้ได้ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาณรังสีที่ผ่านออกมาได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือ เป็นปริมาณรังสีที่ให้อัตราการวัดอยู่ระหว่าง 30% ถึง 70% ของสเกลเต็มแผ่นตะกั่วที่ใช้มี 12 ความหนา คือ 2, 6, 12, 18, 22, 26, 32, 40, 44, 48, 54 และ 64 มิลลิเมตร ผลการวัดปริมาณรังสีด้วยหัววัดรังสีมาตรฐานปฏิบัติการได้ค่าปริมาณรังสี $H^*(10)$ มีค่า 1435.89, 947.21, 496.96, 239.11, 166.71, 99.93, 53.32, 22.99, 14.40, 10.64, 5.43 และ 3.44 $\mu\text{Sv/h}$ ตามลำดับ มีค่าความไม่แน่นอน 2.0% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยส่วนใหญ่แล้วสนามรังสีที่จัดทำขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับใช้สอบเทียบเครื่องสำรวจรังสี ยกเว้นย่านการวัด 5 $\mu\text{Sv/h}$

บทนำ

เครื่องสำรวจรังสีเป็นเครื่องวัดรังสีชนิดแสดงค่าทันทีจัดอยู่ในเครื่องวัดระดับป้องกัน ใช้อัตราปริมาณรังสีหรืออัตราปริมาณรังสีในพื้นที่ควบคุมรังสี การรายงานผลการวัดในปัจจุบันเป็นปริมาณรังสียั่งผล Ambient dose equivalent ใช้สัญลักษณ์ $H^*(10)$ เครื่องสำรวจรังสีมีภาคการแสดงผลการวัด 2 แบบ คือแบบเข็ม และแบบตัวเลข เครื่องสำรวจรังสีที่ภาคการแสดงผลแบบเข็มจะมีย่านการวัดได้มากกว่าหนึ่งย่าน เช่น 0-3, 0-5, 0-10 $\mu\text{Sv/h}$ (นิยมเขียนสั้นเป็น 3, 5, 10 $\mu\text{Sv/h}$) ส่วนเครื่องสำรวจรังสีที่ภาคการแสดงผลการวัดแบบตัวเลขมีย่านการวัดเดียว เช่น 9000 $\mu\text{Sv/h}$ ย่านการวัดที่พบส่วนมากได้แก่ ย่านการวัดที่ 3000, 2000, 1000, 500, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10 และ 5 $\mu\text{Sv/h}$ ก่อนการใช้งานครั้งแรก เครื่องสำรวจรังสีต้องได้รับการสอบเทียบกับสนามรังสีอ้างอิงทุกย่านการวัดเท่าที่จะเป็นไปได้ และควรได้รับการสอบเทียบเป็นประจำทุก ๆ 12 ถึง 14 เดือน⁽¹⁾ ห้องปฏิบัติการรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard Dosimetry Laboratory, SSDL) สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ ให้บริการการสอบเทียบเครื่องสำรวจรังสีเฉพาะที่ใช้อัตรารังสีโพตอน (รังสีแกมมา รังสีเอกซ์) ชนิดเคลื่อนที่ (Portable gamma survey meter) การสอบเทียบใช้วิธี 4 เรียกว่า การกำหนดค่าปัจจัยการสอบเทียบในสนามรังสีที่ทราบค่า⁽¹⁾ (Determination of the calibration factor in a known radiation field) โดยใช้สนามรังสีแกมมาจากสารกัมมันตรังสีซีเซียม-137 เป็นสนามรังสีอ้างอิง มีค่าอัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ เท่ากับ 1849.82 $\mu\text{Sv/h}$ ที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดรังสี 200 เซนติเมตร ในอากาศ ซึ่งค่าอัตราปริมาณรังสีที่มีอยู่ไม่สามารถนำมาใช้สอบเทียบเครื่องสำรวจรังสีที่มีย่านการวัดที่น้อยกว่า 2000 $\mu\text{Sv/h}$ ได้ ดังนั้นห้องปฏิบัติการรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ จึงจำเป็นต้องจัดทำสนามรังสีให้มีค่าอัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ ที่สามารถใช้สอบเทียบย่านการวัดที่ 3000, 2000, 1000, 500, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10 และ 5 $\mu\text{Sv/h}$ ได้ บนพื้นฐานของค่าอัตราปริมาณรังสีเดิมหรือแหล่งกำเนิดรังสีเดิม โดยใช้แผ่นตะกั่วกัน เพื่อลดทอนอัตราปริมาณรังสีลง กำหนดให้อัตราปริมาณรังสีที่ใช้สอบเทียบในแต่ละย่านการวัด ต้องให้ค่าวัดรังสี อยู่ระหว่าง 1 ใน 3 ถึง 2 ใน 3 หรือ 30% ถึง 70% เทียบกับสเกลการวัดเต็ม⁽²⁾

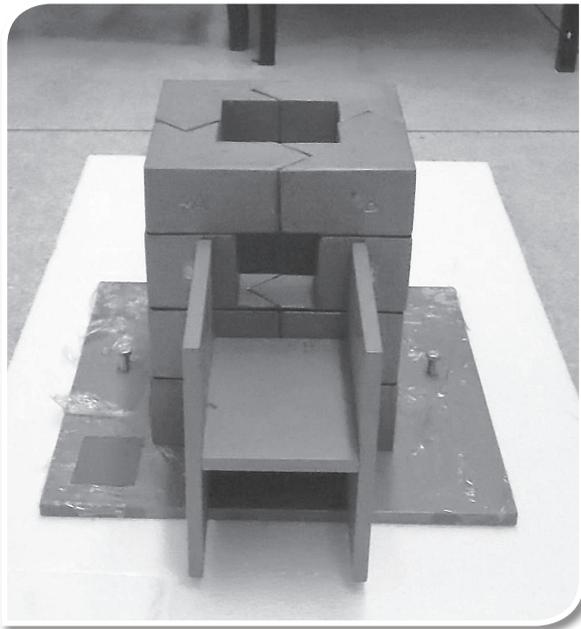
วัสดุและวิธีการ

เครื่องมือ

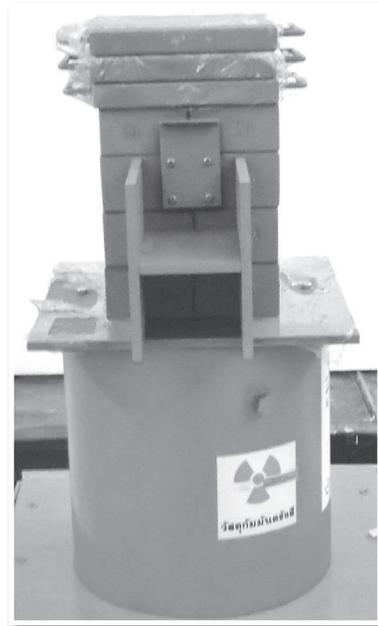
1. หัววัดรังสีมาตรฐานปฏิบัติการ : 600cc Type 2575C S/n 480
2. เครื่องวัดรังสีมาตรฐานปฏิบัติการ : Wellhofer Dose 1 S/n 1185
3. เครื่องวัดความกดอากาศ : Lambrecht Prazisions
4. เครื่องวัดอุณหภูมิ : Hygrometer Testo 608-H1
5. สารกัมมันตรังสีซีเซียม-137

วิธีดำเนินการ

1. จัดทำถ้ำตะกั่วและวัสดุกรองรังสี ออกแบบและสั่งทำถ้ำตะกั่วขึ้นใหม่ เพื่อควบคุมลำรังสีแกมมา ให้แผ่รังสีออกมาเพียงทิศทางเดียว ถ้ำตะกั่วที่ทำขึ้นใหม่เป็นทรงสี่เหลี่ยมกลวง ขนาดสูง 30 เซนติเมตร กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร และหนา 5 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) ประกอบด้วย ชั้นส่วนทั้งหมดรวม 24 ชั้น สามารถถอดหรือประกอบได้ ด้านหน้าจะมีช่องเปิดสี่เหลี่ยมขนาด 6 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 ถ้ำตะกั่วที่จัดทำขึ้นใหม่



ภาพที่ 2 การติดตั้งถ้ำตะกั่วที่จัดทำขึ้นใหม่บนถ้ำตัวเดิม

สำหรับให้รังสีแกมมาแผ่ออกมา และมีฐานสำหรับใส่วัสดุกรองรังสี ถ้ำตะกั่วที่ทำขึ้นใหม่จะติดตั้งบนถ้ำตะกั่วเดิม (ภาพที่ 2) วัสดุกรองรังสีเป็นแผ่นตะกั่ว สำหรับการลดทอนปริมาณรังสีให้ได้ปริมาณรังสีตามความต้องการ แผ่นตะกั่วเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 10 เซนติเมตร มีความหนาต่างกัน 7 ค่า ดังนี้ 30, 20, 10, 8, 6, 4 และ 2 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แผ่นตะกั่วสำหรับลดทอนปริมาณรังสี

2. วัดอัตราปริมาณรังสี **kerma** และ **H*(10)** เริ่มต้น อัตราปริมาณรังสี **kerma** และ **H*(10)** เริ่มต้น คือปริมาณรังสีที่ไม่มีแผ่นตะกั่วกั้น การวัดปริมาณรังสีจะใช้หัววัดรังสีมาตรฐานปฏิบัติการ ซึ่งได้รับการถ่ายทอดค่าสัมประสิทธิ์การสอบเทียบ N_K จากหัววัดรังสีมาตรฐานอ้างอิง และหัววัดรังสีมาตรฐานอ้างอิง ได้รับการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการรังสีมาตรฐานปฐมภูมิ National Physical Laboratory, NPL สหราชอาณาจักร ปริมาณรังสีจะวัดที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีถึงหัววัดรังสี 200 เซนติเมตรในอากาศ คำนวณค่าอัตราปริมาณรังสี **kerma** จากสมการ

$$\dot{K} = \frac{N_K^{ws} (\bar{M} - \bar{M}_B) k_T k_P}{t} \quad (1)$$

เมื่อ	\dot{K}	คือ	อัตราปริมาณรังสี air kerma
	N_K^{ws}	คือ	สัมประสิทธิ์การสอบเทียบของเครื่องวัดรังสีมาตรฐานปฏิบัติการ
	\bar{M}	คือ	ค่าวัดปริมาณรังสีเฉลี่ย
	\bar{M}_B	คือ	ค่าปริมาณรังสีพื้นหลัง
	k_T	คือ	ค่าแก้ปัจจัยอุณหภูมิอากาศ
	k_p	คือ	ค่าแก้ปัจจัยความกดอากาศ
	t	คือ	ค่าเวลาการวัด และ คำนวณ $H^*(10)$ คำนวณจากสมการ

$$H^*(10) = h\dot{K} \quad (2)$$

เมื่อ h คือ conversion coefficient สำหรับรังสีแกมมา พลังงาน 0.6616 MeV จากสารกัมมันตรังสี ซีเซียม-137 มีค่า 1.2 Sv/Gy

ผลการวัด คำนวณเป็นอัตราปริมาณรังสี kerma เริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 1541.52 $\mu\text{Gy/h}$ และอัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ เริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 1849.82 $\mu\text{Sv/h}$

3. **คำนวณความหนาแผ่นตะกั่ว** ความหนาแผ่นตะกั่วที่ใช้ต้องให้ค่าวัดปริมาณรังสีในแต่ละย่านการวัด ควรอ่านค่าได้ อยู่ระหว่าง 1 ใน 3 ถึง 2 ใน 3 หรือ 30% ถึง 70% เทียบกับสเกลย่านการวัดสูงสุดในแต่ละย่านการวัด การคำนวณความหนาแผ่นตะกั่วจำเป็นต้องทราบค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้น แต่แผ่นตะกั่วที่จัดทำขึ้นไม่ทราบค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้น จำเป็นต้องทำการทดลอง โดยวัดปริมาณรังสีที่ระยะ 200 เซนติเมตร ตามความหนาแผ่นตะกั่ว คือ ไม่มีแผ่นตะกั่ว, 10, 14 และ 20 มิลลิเมตร ได้ค่าปริมาณรังสีเฉลี่ย 0.5142, 0.1698, 0.1065 และ 0.0056 nC ตามลำดับ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้น คำนวณจากสมการ

$$\mu_{pb, lin} = \frac{\ln(I_0/I)}{X_{pb}} \quad (3)$$

เมื่อ	$\mu_{pb, lin}$	คือ	สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้นของแผ่นตะกั่ว
	I_0	คือ	ค่าอ่านปริมาณรังสี ที่ไม่มีแผ่นตะกั่ว
	I	คือ	ค่าอ่านปริมาณรังสี ที่มีแผ่นตะกั่ว
	$X_{pb, lin}$	คือ	ความหนาแผ่นตะกั่ว

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้นของแผ่นตะกั่วที่ใช้ คำนวณค่าเฉลี่ยได้ค่าเท่ากับ 0.1115 mm^{-1} (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้นของแผ่นตะกั่ว

ความหนาแผ่นตะกั่ว mm	ค่าวัดปริมาณรังสี nC	สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้น mm^{-1}
ไม่มีแผ่นตะกั่ว	0.5142	-
10	0.1698	0.1108
14	0.1065	0.1125
20	0.0056	0.1112
	ค่าเฉลี่ย	0.1115

การคำนวณค่าความหนาแน่นตะกั่วจะใช้ค่าที่ครึ่งหนึ่งของสเกลของย่านการวัดของแต่ละย่าน และชดเชยค่าปริมาณรังสีพื้นหลัง คำนวณจากสมการ

$$\mu_{pb, lin} = \frac{\ln(H^*(10)_0 / (0.5R_i - B))}{\mu_{pb, lin}} \quad (4)$$

- เมื่อ $x_{Pb, i}$ คือ ความหนาแน่นตะกั่วที่ต้องการแต่ละย่านการวัด
 $H^*(10)_0$ คือ ปริมาณรังสีเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 1849.82 $\mu\text{Sv/h}$
 R_i คือ ค่าสเกลการวัดสูงสุดของแต่ละย่านการวัด
 B คือ อัตราปริมาณรังสีพื้นหลังมีค่า 1.0 $\mu\text{Sv/h}$
 $\mu_{pb, lin}$ คือ สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้น มีค่า 0.1115 mm^{-1}

ผลการคำนวณค่าความหนาแน่นตะกั่วสำหรับย่านการวัด 3,000, 2,000, 1000, 500, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10 และ 5 $\mu\text{Sv/h}$ คือ 1.9, 5.5, 11.7, 17.9, 22.5, 26.1, 32.4, 38.8, 43.6, 47.6, 54.8 และ 63.5 มิลลิเมตร เนื่องจากแผ่นตะกั่วที่จัดทำมีความหนาแน่นน้อยสุดเพียง 2 มิลลิเมตร จำเป็นต้องปรับความหนาแน่นตะกั่วที่คำนวณได้ให้สอดคล้องกับแผ่นตะกั่วที่มี ซึ่งจะได้ความหนาแน่นตะกั่วที่ต้องใช้ดังนี้ 2, 6, 12, 18, 22, 26, 32, 40, 44, 48, 54 และ 64 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าอัตราปริมาณรังสี Air kerma ของสนามรังสีแกมมาตามความหนาแน่นตะกั่ว

ย่านการวัด $\mu\text{Sv/h}$	ความหนาแน่นตะกั่ว		อัตราปริมาณรังสี Air kerma $\mu\text{Gy/h}$	ความไม่แน่นอน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (k=2)
	ที่คำนวณ mm	ใช้งานจริง mm		
3,000	1.9	2	1,196.57	2.0%
2,000	5.5	6	789.34	2.0%
1,000	11.7	12	414.13	2.0%
500	17.9	18	199.26	2.0%
300	22.5	22	138.93	2.0%
200	26.1	26	83.28	2.0%
100	32.4	32	44.43	2.0%
50	38.8	40	19.16	3.0%
30	43.6	44	12.00	3.5%
20	47.6	48	8.87	4.0%
10	54.8	54	4.52	5.5%
5	63.5	64	2.86	6.0%

4. วัดปริมาณรังสีตามความหนาแน่นตะกั่ว การวัดปริมาณรังสีจะใช้หัววัดรังสีมาตรฐานปฏิบัติการ ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสี ถึงหัววัดรังสี 200 เซนติเมตร ในอากาศ ตามค่าความหนาแน่นตะกั่วที่คำนวณไว้ คำนวณค่าอัตราปริมาณรังสี kerma จากสมการ (1) ตามความหนาแน่นตะกั่วได้ค่าดังนี้ 1196.57, 789.34, 414.13, 199.26, 138.93, 83.28, 44.43, 19.16, 12.00, 8.87, 4.52 และ 2.86 $\mu\text{Gy/h}$ (ตารางที่ 2) คำนวณค่าอัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ จากสมการ (2)

5. ทดสอบการใช้งาน ทดลองสอบเทียบเครื่องสำรวจรังสีแกมมาด้วยสนามรังสีที่จัดทำขึ้น ย่านการวัดละ 20 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่นำมาใช้ทดสอบเป็นเครื่องสำรวจรังสีชนิดที่การแสดงผลการวัดแบบเข็มของผู้รับบริการที่ใช้งานปกติ อยู่ในสภาพดี เพื่อประเมินความเหมาะสม โดยปริมาณรังสีควรอ่านค่าได้อยู่ระหว่าง 1 ใน 3 ถึง 2 ใน 3 หรือ 30% ถึง 70% ของสเกลย่านการวัด

ผล

ค่าอัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ ของสนามรังสีแกมมา ตามความหนาแผ่นตะกั่ว มีค่า ดังนี้ 1435.89, 947.21, 496.96, 239.11, 166.71, 99.93, 53.32, 22.99, 14.40, 10.64, 5.43 และ 3.44 $\mu\text{Sv/h}$ ตามลำดับ มีค่าความไม่แน่นอน⁽³⁾ 2.0% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลการทดสอบการใช้งานของค่าอัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ กับเครื่องสำรวจรังสีที่ภาคแสดงผลการวัดแบบเข็มของผู้รับบริการ ในย่านการวัดที่ 3,000, 2,000, 1,000, 500, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10 และ 5 $\mu\text{Sv/h}$ ให้ผลการทดสอบ ดังนี้ 45% -50%, 45% -50%, 47% -52%, 45% -50%, 50% -61%, 45% -55%, 48% -59%, 41% -51%, 38% -58%, 43% -64%, 43% -65% และ 50% -85% ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าอัตราปริมาณรังสี Ambient dose equivalent, $H^*(10)$ ของสนามรังสีแกมมา และผลการทดสอบปริมาณรังสีกับเครื่องสำรวจรังสี

อัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ $\mu\text{Sv/h}$	ย่านการวัด $\mu\text{Sv/h}$	อัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ เทียบกับสเกล	ผลการทดสอบปริมาณรังสี $H^*(10)$ เทียบกับสเกล
1,435.89	3,000	48%	45% -50%
947.21	2,000	47%	45% -50%
496.96	1,000	50%	47% -52%
239.11	500	48%	45% -50%
166.71	300	56%	50% -61%
99.93	200	50%	45% -55%
53.32	100	53%	48% -59%
22.99	50	46%	41% -51%
14.40	30	48%	38% -58%
10.64	20	53%	43% -64%
5.43	10	54%	43% -65%
3.44	5	69%	50% -85%

วิจารณ์

ถ้าตะกั่วที่จัดทำขึ้นใหม่ได้รับการออกแบบให้แยกชิ้นได้จึงมีข้อดีคือ มีความสะดวกในการรื้อถอน หรือประกอบขึ้นใหม่ เนื่องจากแต่ละชิ้นมีน้ำหนักไม่มากสามารถยกได้ด้วยคนเพียงคนเดียว ดังนั้น เมื่อถึงเวลาที่ต้องเปลี่ยนฐานรองต้นกำเนิดรังสีซีซีเชียม-137 (Source holder) เพราะฐานรองต้นกำเนิดรังสีมีอายุในการใช้งานประมาณ 3 ถึง 4 ปี ฐานรองต้นกำเนิดรังสีทำจากอะลูมิเนียม มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร เมื่อได้รับรังสีโดยตรงตลอดเวลาทำให้เสื่อมสภาพไม่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะห่อหุ้มต้นกำเนิดรังสีได้ ต้นกำเนิดรังสีจะหลุดออกจากฐานรองต้นกำเนิดรังสี จำเป็นต้องเปลี่ยนฐานรองต้นกำเนิดรังสีใหม่ก่อนการเปลี่ยนฐานรองต้นกำเนิดรังสีจะต้องรื้อถอนถ้าตะกั่ว

ออกก่อนซึ่งไม่มีความยุ่งยาก อีกทั้งยังใช้เป็นวัสดุกำบังรังสีขณะเปลี่ยนฐานรองต้นกำเนิดรังสีได้ด้วย ส่วนข้อเสียคือ การประกอบถ้ำตะกั่วชั้นใหม่จะส่งผลต่อค่าอัตราปริมาณรังสี เนื่องจากการประกอบชิ้นส่วนใหม่ในแต่ละครั้งอาจจะไม่สนิทเหมือนเดิม จำเป็นต้องตรวจสอบค่าอัตราปริมาณรังสีก่อนการใช้งาน สำหรับช่องเปิดด้านหน้ารูปลีเหลียมจัตรัส ขนาด 6 เซนติเมตร จะให้ขนาดสนามรังสีที่ระยะ 200 เซนติเมตร ประมาณ 120×120 ตารางเซนติเมตร มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะครอบคลุมหัววัดรังสีของเครื่องสำรวจรังสีแกมมาทุกชนิด แผ่นตะกั่วสำหรับกรองรังสีออกแบบให้มีหุ้จมีข้อดีคือ สามารถถือได้ ทำให้การเปลี่ยนความหนาแผ่นตะกั่ว สามารถกระทำได้ง่าย ส่วนข้อเสีย แผ่นตะกั่วมีความหนาแน่นน้อยสุด 2 มิลลิเมตร จากการคำนวณความหนาแผ่นตะกั่วให้ได้ปริมาณรังสีตามความต้องการ จำเป็นต้องปรับค่าความหนาแผ่นตะกั่วให้สอดคล้องกับแผ่นตะกั่วที่มีอยู่ ค่าความหนาแผ่นตะกั่วที่ใช้งานจริงจึงมีค่าไม่ละเอียดเท่ากับค่าความหนาที่ได้จากการคำนวณ (ตารางที่ 2) ดังนั้นควรมีแผ่นตะกั่วความหนา 1 มิลลิเมตร สนามรังสีแกมมาที่จัดทำขึ้นจำนวน 12 สนาม สำหรับใช้สอบเทียบเครื่องสำรวจรังสี ในย่านการวัดที่ 3,000, 2,000, 1,000, 500, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10 และ 5 $\mu\text{Sv/h}$ โดยส่วนใหญ่ ให้ค่าอัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ อยู่ระหว่าง 30% ถึง 70% เทียบกับสเกลการวัดสูงสุด ยกเว้นย่านการวัดที่ 5 $\mu\text{Sv/h}$ ให้ค่าอัตราปริมาณรังสี $H^*(10)$ อยู่ระหว่าง 50%-85% ซึ่งไม่เป็นไปตามความต้องการ ในทางปฏิบัติแล้ว หากจำเป็นต้องใช้สอบเทียบตามที่ผู้รับบริการร้องขอ ก็สามารถกระทำได้ เนื่องจากค่าปริมาณรังสียังไม่เกินสเกลย่านการวัดสูงสุด การกำหนดค่าปริมาณรังสีแกมมาสำหรับการสอบเทียบไว้ที่ 30% ถึง 70% เทียบกับสเกลย่านการวัดสูงสุด ใช้งานได้ดีกับเครื่องสำรวจรังสีแกมมาชนิดแสดงผลการวัดแบบเข็ม ซึ่งเครื่องสำรวจรังสีแกมมาที่แสดงผลการวัดแบบตัวเลข ไม่จำเป็นต้องเลือกสนามรังสีที่ให้ค่าระหว่าง 30% ถึง 70% เนื่องจากเครื่องสำรวจรังสีชนิดนี้มีย่านการวัดที่กว้าง และสามารถปรับย่านการวัดด้วยตัวเองได้ การสอบเทียบจึงเลือกใช้สนามรังสีได้ทุกสนามที่มีค่าปริมาณรังสีไม่เกินค่าสเกลย่านการวัดสูงสุด ยกเว้นผู้รับบริการมีประสงค์ให้สอบเทียบในย่านการวัดรังสีที่ผู้รับบริการร้องขอ ควรเลือกใช้สนามรังสีให้สอดคล้องกับย่านการวัดรังสีที่ผู้รับบริการร้องขอ

สรุป

สนามรังสีแกมมาที่จัดทำขึ้นสามารถนำมาใช้สำหรับสอบเทียบเครื่องสำรวจรังสีเฉพาะที่ใช้วัดรังสีโฟตอน (รังสีแกมมา รังสีเอกซ์) ชนิดเคลื่อนที่ได้ ในเทอมของปริมาณรังสีขั้วผล Ambient dose equivalent ($H^*(10)$) ในย่านการวัดที่ 3000, 2000, 1000, 500, 300, 200, 100, 50, 30, 20 และ 10 $\mu\text{Sv/h}$ ตามลำดับ ส่วนย่านการวัดที่ 5 $\mu\text{Sv/h}$ นั้น สนามรังสีที่จัดทำขึ้นไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สอบเทียบ เว้นแต่ผู้รับบริการร้องขอ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณศิริ ศรีมโนรณ นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ รักษาราชการแทนผู้อำนวยการ สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ สำหรับข้อเสนอแนะทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

1. International Atomic Energy Agency. Calibration of radiation protection monitoring instruments, Safety reports series no. 16. Vienna: IAEA; 2000.
2. International Atomic Energy Agency. Handbook on calibration of radiation protection monitoring instruments, Technical reports series no. 133. Vienna: IAEA; 1971.
3. IAEA-TECDOC-1585. Measurement uncertainty: a practical guide for secondary standards dosimetry laboratories. Vienna: IAEA; May 2008.

Establishment of Known Radiation Fields for Calibration of Survey Meter

Prachern Chettasingh Ronnayut Phaisan

Bureau of Radiation and Medical Devices, Department of Medical Sciences, Tiwanond Road. Nonthaburi 11000 Thailand.

ABSTRACT The reference radiation fields for calibration of survey meter of the Secondary Standard Dosimetry Laboratory (SSDL) is gamma ray from Cesium-137 radioactive source with an ambient dose equivalent rate ($H^*(10)$) of 1849.82 $\mu\text{Sv/h}$. It is necessary to establish other dose rate to cover measurable ranges of survey meters. These measurable ranges are as follow, 3000, 2000, 1000, 500, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10 and 5 $\mu\text{Sv/h}$. A new shielding box made of lead was designed with a special window. The window could be shielded by different lead thickness. Thus, dose from the window could be controlled. The appropriate dose measured by survey meter is said to be about 30% to 70 % of full scale. This approximation gave rise to thicknesses of lead sheet in a series as follow, 2, 6, 12, 18, 22, 26, 32, 40, 44, 48, 54 and 60 millimeter. The doses were measured by working standard instrument. The results of $H^*(10)$ were found to be 1435.89, 947.21, 496.96, 239.11, 166.71, 99.93, 53.32, 22.99, 14.40, 10.64, 5.43 and 3.44 $\mu\text{Sv/h}$ respectively. A measurement uncertainty for calibration was estimated to be 2.0% at confident level of 95%. It is found that gamma radiation fields are appropriate except the 5 $\mu\text{Sv/h}$ range.

Keywords: Survey meter, gamma, Cesium, $H^*(10)$