



สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะ

การใช้รังสีเพื่อเป็นประโยชน์ใน坎นใดก็ตาม นอกจากจะคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับแล้ว สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ อันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากการใช้รังสี ดังนั้นในการใช้รังสีจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันเพื่อมิให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้และบุคคลที่อยู่บริเวณข้างเคียง โดยเฉพาะการใช้รังสีสำหรับรักษาในทางการแพทย์ซึ่งปริมาณรังสีที่ให้อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง สถานที่ใช้จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันอย่างดี การออกแบบสถานที่ในการใช้รังสีเพื่อความปลอดภัยนั้น ขึ้นอยู่กับตัวประกอบ (factors) มากมาย เช่น วัสดุที่ใช้ในการป้องกันรังสี, แหล่งกำเนิดรังสี (radiation sources), ลักษณะของห้อง, ปริมาณการใช้งาน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ความมุ่งหมายหลักก็คือ พยายามลดปริมาณรังสีที่รั่วออกไปนอกห้องให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยตามคำแนะนำของคณะกรรมการป้องกันรังสีระหว่างประเทศ โดยการหาวัสดุที่เหมาะสมมากขึ้น และให้ความหนาเพียงพอที่จะลดปริมาณรังสีให้อยู่ในระดับดังกล่าว

เนื่องจากปัจจุบันในประเทศไทย การใช้รังสีแกมมาจากโคบอลต์-๖๐ เพื่อประโยชน์ในการรักษาโรคมะเร็ง มีอยู่ในหลายสถาบันใหญ่ ๆ และนับวันปริมาณการใช้ก็ จะเพิ่มมากขึ้น รังสีแกมมาจากโคบอลต์-๖๐ นี้ มีพลังงานค่อนข้างสูง คือ ประมาณ ๑.๒๕ MeV. และมีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุที่โชกกันสูงมาก ขนาดโชกแก้วที่มีความหนา ๑.๓ เซนติเมตร จะสามารถกันรังสีแกมมานี้ได้เพียงร้อยละ ๕๐ เท่านั้น ดังนั้นในการใช้รังสีแกมมาจากโคบอลต์-๖๐ ห้องที่ติดตั้งจึงต้องสร้างด้วยผนังคอนกรีตหนา ๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการสร้างมีค่าสูงมาก การวิจัยครั้งนี้ก็เพื่อที่จะศึกษาและหาวิธีการที่ประหยัดในการสร้างห้องโคบอลต์-๖๐ เพื่อใช้ในการรักษาโรคมะเร็ง โดยสามารถให้ความปลอดภัยแก่เจ้าหน้าที่รังสีและบุคคลที่อยู่บริเวณข้างเคียงได้ นอกจากนี้ยังต้องการตรวจสอบดูว่า

ผนังของห้องโถงโคมอลท์-๖๐ ที่ใช้อยู่ตามสถาบันต่าง ๆ นั้น มีความหนาพอที่จะให้ความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่รังสีและบุคคลภายนอกมากน้อยเพียงไร โดยการนำเอาเครื่องมือวัดรังสีประเภท TLD. ซึ่งเหมาะที่จะใช้สำหรับการทดลองนี้มาก ไปติดตามตำแหน่งต่าง ๆ บนผนังห้องโถงโคมอลท์-๖๐ ในโรงพยาบาลใหญ่ ๆ ๓ แห่ง และสถาบันมะเร็งแห่งชาติ อีก ๑ แห่ง เพื่อศึกษาการกระจายของรังสีรณ ๗ ห้องโถงโคมอลท์-๖๐ จากนั้นก็ดำเนินการเปิดเครื่องโคมอลท์-๖๐ เพื่อฉายรังสีแกมมาไปยังหุ่นจำลอง (phantom) ซึ่งใช้แทนคนไข้ ในปริมาณ ๖๐,๐๐๐ ถึง ๘๐,๐๐๐ เรินเกนท์ และใช้ขนาดของลำแสง ๑๕ x ๑๕ ตร.ซ.ม. นำแท่ง TLD. ที่อานรังสีแล้วไปอานปริมาณรังสี โดยใช้เครื่องมืออานรังสี TLR-๕ ก็จะทำให้สามารถทราบถึงปริมาณรังสีสะท้อนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในห้องโถงโคมอลท์-๖๐ ได้

จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

๑. ผนังห้องโถงโคมอลท์-๖๐ ในโรงพยาบาลแต่ละแห่งที่ทำการวัด มีความหนาเพียงพอต่อการป้องกันความปลอดภัยให้แก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน และผู้อยู่บริเวณข้างเคียงได้เป็นอย่างดี และส่วนใหญ่ผนังของห้องโถงโคมอลท์-๖๐ จะหนาเกินความจำเป็น
๒. ปริมาณรังสีที่สะท้อนมาถึงผนังห้องโถงโคมอลท์-๖๐ ในตำแหน่งต่าง ๆ โดยการวัดด้วย TLD. จะมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณรังสีสะท้อนที่ได้จากการคำนวณ
๓. โดยปกติการสร้างห้องโถงโคมอลท์-๖๐ จำเป็นต้องสร้างผนังที่มีความหนาพอที่จะป้องกันรังสีไม่ให้ไปถึงประตูมากเกินไป ซึ่งเรียกผนังนี้ว่า "Maze" จากผลการวัดปริมาณรังสีสะท้อนที่ไปถึงบริเวณประตู โดยใช้ TLD. ปรากฏว่าได้ผลใกล้เคียงกับการวัดอัตราปริมาณรังสีสะท้อนที่บริเวณประตูด้วยเครื่องมือวัดรังสีประเภท Survey - meter และผลการวัดปรากฏว่า ปริมาณรังสีที่สะท้อนไปถึงประตู จะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความยาวและความหนาของ Maze แต่ส่วนใหญ่แล้วปริมาณรังสีที่สะท้อนไปถึงประตูจะมีปริมาณน้อยมาก สามารถใช้แผ่นตะกั่วที่มีความหนาประมาณ ๑ - ๒ มิลลิเมตรบุบริเวณประตูก็เป็นการเพียงพอในการกันรังสีที่จะออกมานอกห้องได้ นอกจากจะทำการวัด

ควยเครื่องมือทั้งสองประเภทแล้ว ยังได้ทำการตรวจสอบด้วยวิธีการคำนวณ โดยใช้หลักการสะท้อนของรังสีสองครั้ง (double scattering) ซึ่งได้ผลใกล้เคียงเป็นที่น่าสนใจมาก

๔. จากผลการวัด ได้นำมาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณรังสีสะท้อนที่ ๑ เมตร จากจุดกึ่งกลางของลำแสงคอปปริมาณรังสีในอากาศ ที่จุดกึ่งกลางของลำแสง ซึ่งใช้แทนควยสัญลักษณ์ " a " เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ใน NCRP report No. ๓๔ เรื่อง Medical X-rays and Gamma-rays Protection for energies up to ๑๐ MeV, appendix B, p.๕๖ ซึ่งทำการทดลองที่ระยะ ๑ เมตร จากหน้าต่างลอง ปรากฏว่าส่วนใหญ่ค่า " a " ที่คำนวณได้สูงกว่าที่กำหนดไว้ ซึ่งแสดงว่าค่าหาค่า " a " ที่กำหนดไว้นี้ มีค่าปริมาณรังสีที่ระยะต่าง ๆ โดยไขกฎกำลังสองผกผัน จะทำให้ผลการคำนวณน้อยกว่าที่เป็นจริงเล็กน้อย

๕. การทดลองวัดปริมาณรังสีจากห้องโคบอลต์-๖๐ ที่สถานที่ต่าง ๆ ทั้ง ๔ แห่งให้ผลตรงกัน

๖. จากผลการทดลองพบว่า การสะท้อนของรังสีแกมมาจากโคบอลต์-๖๐ ส่วนมากจะสะท้อนไปในมุมที่น้อยกว่า ๕๐ องศา กล่าวคือ ปริมาณรังสีสะท้อนที่มุม ๕๕ องศา กับแนวของรังสีปฐมภูมิ จะมีความมากกว่าปริมาณรังสีสะท้อนที่ ๕๐ องศา ซึ่งถูกต้องตามทฤษฎีการสะท้อนรังสีของคอมพตัน (Compton's Scattering) แต่ในการคำนวณความหนาของผนัง มักจะยึดถือหลัก อัตราการสะท้อนของรังสีที่มุม ๕๐ องศาเป็นหลัก ทั้งนี้จึงต้องระมัดระวังความผิดพลาดสำหรับผนังที่อาจรับรังสีที่มุมน้อยกว่า ๕๐ องศา

#### ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองนี้ สามารถนำไปใช้เป็นหลักในการคำนวณความหนาของผนังห้องโคบอลต์-๖๐ ที่จะสร้างขึ้นใหม่ได้ ซึ่งจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้มากและ

มีความปลอดภัยเพียงพอสำหรับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีและบุคคลที่อยู่ในบริเวณข้างเคียง นอกจากนี้ยังเป็นการยืนยันว่า ห้องโคบอลต์-๖๐ ต่าง ๆ ที่ทำการวัดนี้มีความปลอดภัยพออย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองพอจะสรุปขอเสนอแนะไว้ดังนี้

๑. ในการก่อสร้างคอกังรังสี โดยเฉพาะรังสีที่มีพลังงานสูง เช่น โคบอลต์-๖๐ นั้น ควรส่งแบบแปลนใหญ่เขียวชาวยุของรัฐบาลเป็นมูลค่าความหนาของผนังห้อง เพื่อความปลอดภัยเสียก่อนที่จะลงมือก่อสร้าง เพราะการแก้ไขภายหลังเป็นเรื่องที่ทำได้ยากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมาก

๒. ควรเลือกตำแหน่งของห้องโคบอลต์-๖๐ ให้เหมาะสม จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้มาก โดยเลือกตำแหน่งของห้องให้อยู่ชั้นล่างของตัวอาคาร โดยให้มุมหนึ่งมุมใดของตัวอาคารก็ได้ และผนังห้องด้านหนึ่งหรือสองด้านติดกับสนามหญ้า ทั้งนี้เพื่อที่จะลดปริมาณของฝุ่นที่จะเกิดมาเพื่อทำให้ผนังที่ใช่ออก ลดความหนาของได้อีก ถ้าเป็นไปได้ควรจะมีคอกังเกี่ยวกับรังสีอยู่โดยเฉพาะ ตั้งอยู่เพียงคอกังเดียว แยกจากคอกังอื่น ๆ ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับรังสี

๓. รูปร่างและขนาดของห้อง ก็มีผลสำคัญเช่นกัน ควรพิจารณาให้เหมาะสม

๔. ควรสร้างผนังห้องที่เป็น maze เพื่อป้องกันรังสีที่จะสะท้อนไปยังประตู ทั้งนี้เพื่อให้รังสีที่สะท้อนไปยังประตูมีค่าน้อย ทำให้ใช้แผ่นตะกั่วบาง ๆ บนประตูก็สามารถกันรังสีสะท้อนได้ ถ้าห้องโคบอลต์-๖๐ ไม่มี maze ประตู ทางเข้านอกจะทองใช้แผ่นตะกั่วที่หนามากมาไขประตู เพื่อป้องกันไม่ให้รังสีสะท้อนออกมานอกห้อง ซึ่งจะเป็นอันตรายแก่เจ้าหน้าที่รังสีได้ และถ้าประตูที่ใช้ตะกั่วหนา ๆ บนประตูนั้นก็จะมีน้ำหนัก ทำให้การเปิดประตูเป็นไปด้วยความลำบาก ซึ่งไม่สะดวกต่อการใช้ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก และ ประตูอาจทรุดได้

๕. ห้องโคบอลต์-๖๐ ที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่มีผนังหนาเกินความจำเป็น ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ในการคำนวณแบบแปลนของห้องโคบอลต์-๖๐ จากผู้เชี่ยวชาญของรัฐบาล ผู้คำนวณได้คำนวณค่าต่าง ๆ โดยการคำนวณเผื่อไว้ โดยใช้แฟคเตอร์ -

(factors) ต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยอย่างสูงในการใช้ห้อง  
โคบอลต์-๖๐ เพราะฉะนั้นโรงพยาบาลต่างๆที่จะติดตั้งห้องโคบอลต์-๖๐ ค่อยไปในอนาคต  
จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องบวกความหนาของผนังห้องเพิ่มขึ้นจากที่ได้คำนวณไว้แล้ว

๖. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้มีการค้นคว้าวิธี  
ทำคอนกรีต โดยวิธีนำแท่งเหล็กตันมาตักเป็นชิ้นเล็กๆ ผสมลงไปกับคอนกรีต และ  
เรียกกรรมวิธีนี้ว่า steel punching ทำให้คอนกรีตมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงขึ้น  
อีกวิธีหนึ่งก็คือ ใช้แร่ แบไรต์ (Barytes) ซึ่งมีอยู่ในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก  
มาผสมกับคอนกรีต เป็นชนิดที่เรียกว่าคอนกรีตหนัก (Heavy concrete) ถ้านำ  
คอนกรีตทั้งสองชนิดนี้มาใช้ในการสร้างห้องโคบอลต์-๖๐ ก็จะได้ผนังที่บางและแข็งแรง  
ขึ้น แต่ในแง่ของความประหยัดยังไม่ทราบแน่นอน.