

นิพนธ์ฉบับ

อิฐกันรังสี

สุริยาพร โจ้โฮสง¹⁾ และ สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ²⁾

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปผนังห้องเอกซเรย์จะก่อด้วยอิฐมอญและฉาบด้วยปูนซีเมนต์ให้ได้ความหนาประมาณ 20-25 เซนติเมตร จึงจะมีความปลอดภัยเพียงพอที่จะกันรังสีได้ แต่การก่อผนังดังกล่าวทำให้พื้นที่ห้องลดขนาดลง เนื่องจากห้องทำงานทั่วไปนั้นจะมีความหนาของผนังห้องประมาณ 10-12 เซนติเมตร และอิฐมอญที่ใช้ในการก่อผนังห้องมีคุณสมบัติความสามารถในการกันรังสีไม่ดันทั้งนั้นเพื่อให้ลดความหนาผนังและสามารถกันรังสีเอ็กซ์ได้ดีกว่าผนังปกติ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผลิตอิฐมอญที่มีคุณสมบัติในการกันรังสีเอ็กซ์ เพื่อใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างผนังห้องเอกซเรย์สำหรับป้องกันรังสีกระเจิงให้แก่เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานและผู้มารับบริการของหน่วยงานรังสีวิทยา การทำวิจัยครั้งนี้ได้ผลิตอิฐมอญที่มีส่วนผสมของ BaSO_4 ในสัดส่วนต่างๆ (5-20%) แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรม และทดสอบ คุณสมบัติในการกันรังสีเอ็กซ์โดยนำอิฐมอญที่มีส่วนผสมของ BaSO_4 แต่ละสัดส่วน มาถือเป็นกำแพงจำลองแล้วนำวัดปริมาณรังสี เพื่อสำรวจอัตรารังสีกระเจิงที่ตำแหน่งหน้ากำแพงและหลังกำแพง ที่ 50-100 kV และปรับเปลี่ยนค่า mAS เป็น 10, 20, 30 mAS เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนรังสี

ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมพบว่า อิฐมอญที่ผลิตจากเครื่องอัดแรงดันสามารถทนแรงอัดได้ดีกว่าอิฐมอญที่ผลิตจากแรงงานคน และอิฐมอญที่ผลิตจากแรงงานคนมีค่าร้อยละของการดูดกลืนน้ำสูงกว่าอิฐมอญที่ผลิตจากเครื่องอัดแรงดัน ผลการทดสอบการกันรังสี พบว่า อิฐมอญที่มีส่วนผสม BaSO_4 ในสัดส่วน 5-20% เมื่อนำไปสร้างกำแพงให้มีความหนา 12 เซนติเมตรแล้ว สามารถกันรังสีให้อัตรารังสีเอ็กซ์หลังกำแพงไม่เกินค่าระดับความปลอดภัยที่กำหนด (ICRP60) คือไม่เกิน 2 mR/hr. ได้ทั้งสิ้น ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าอิฐมอญที่มีส่วนผสม BaSO_4 ตั้งแต่ 5-20 % เมื่อนำไปใช้งานก่อกำแพงห้องเอกซเรย์แล้วสามารถกันรังสีเอ็กซ์ทั้งรังสีปฐมภูมิและรังสีทุติยภูมิที่ระดับค่าพารามิเตอร์การให้ปริมาณรังสีไม่เกิน 100 kV 30 mAS. วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2551; 41: 79-88.

คำสำคัญ : เปอร์เซ็นต์การดูดกลืนรังสี, อิฐมอญ, BaSO_4

1) นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2) ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ * Email : asrdi004@chiangmai.ac.th

วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตอิฐมอญที่มีคุณสมบัติในการกันรังสีสำหรับใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างห้องเอกซเรย์ หรือ กำแพงกำบังรังสีเพื่อป้องกันรังสีในทางการแพทย์และใช้ในการก่อสร้างทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวินิจฉัย

1. ดินเหนียว
2. แร่แบไรท์ (มีส่วนผสมของ $\text{BaSO}_4 > 95\%$)
3. ปูนซีเมนต์ชนิดฉาบสำเร็จ
4. อิฐมอญ
5. เครื่องเอกซเรย์ ยี่ห้อ TOSHIBA รุ่น KXO – 15R
6. Ionization chamber ยี่ห้อ Capin tec S/N

191458 และ Survey meter รุ่น PRM 301

7. ไม้บรรทัด, ตาชั่ง, ตลับเมตร

วิธีการทดลอง

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็นสองขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลิตอิฐกันรังสีที่มีส่วนผสมของ BaSO_4 ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ผู้วิจัยได้กำหนดสัดส่วนของส่วนผสมของ BaSO_4 กับ ดินเหนียว ในอัตราส่วน 0, 5, 10, 15 และ 20% ตามลำดับ

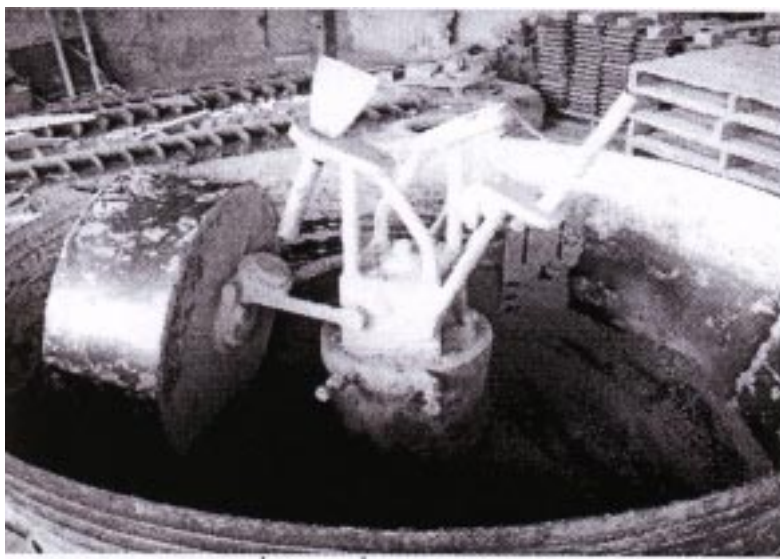
วิธีผลิตอิฐกันรังสี

1. ผลิตอิฐกันรังสี โดยใช้ดินเหนียวบดละเอียด



รูปที่ 1 เตรียมดิน

2. ผสมดินที่บดละเอียดกับผง BaSO_4 ในสัดส่วนต่างๆ



รูปที่ 2 เครื่องบดผสมดิน

3. ขึ้นรูปทำอิฐ โดยตวงส่วนผสมประมาณ 0.7 กิโลกรัม ต่ออิฐ 1 ก้อน



รูปที่ 3 อัดขึ้นรูปอิฐด้วยเครื่องอัดแรงดัน

4. นำไปเข้าเครื่องอัดขึ้นรูปอิฐด้วยเครื่อง อัดแรงดัน โดยใช้ แรงดัน100 กก/ตร.ซม.



รูปที่ 4 ตบแต่งอิฐ

5. ตบแต่งอิฐ และปล่อยอิฐผึ่งลมให้แห้งไว้ 3 วัน



รูปที่ 5 เตาเผาอิฐ

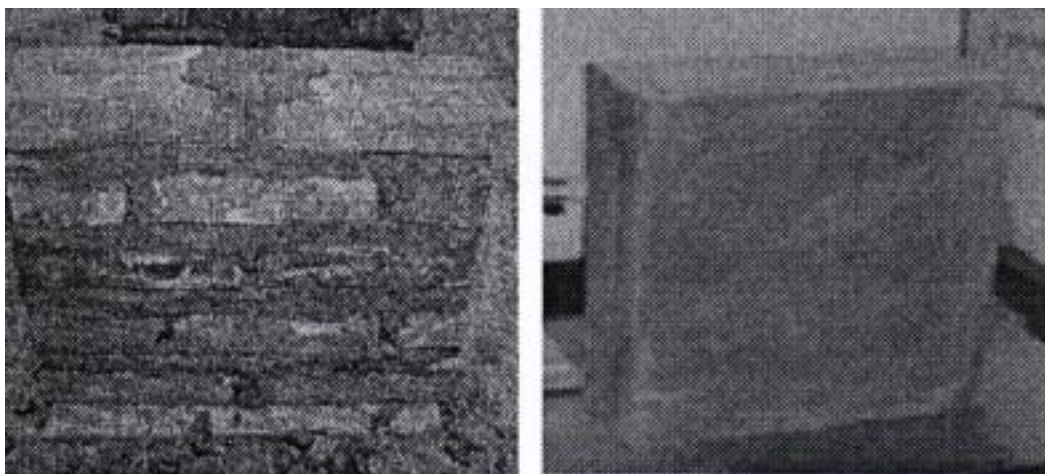
ตอนที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติต่างๆของอิฐ

2.1 วิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรม
โดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2.2 วัดคุณสมบัติทางฟิสิกส์รังสี เกี่ยวกับความ

สามารถในการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (ป้องกันรังสี) โดยผู้วิจัย
ได้ออกแบบกำแพงจำลองให้มีขนาด สูง 30 เซนติเมตร
ยาว 35 เซนติเมตร และหนา 12 เซนติเมตร โดยกำแพง
ที่ทำจากอิฐทั้ง 5 หมายเลขมีขนาดเท่ากัน

6. นำอิฐไปเผาด้วยอุณหภูมิ 850 °C



รูปที่ 6 แสดงกำแพงจำลอง



รูปที่ 7 เครื่องวัดรังสีแบบ Ionization dosimeter

ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานทาง วิศวกรรม

ตารางที่ 1 ร้อยละของการดูดกลืนน้ำของอิฐที่มีส่วนผสมของ BaSO_4

%การดูด กลืนน้ำเฉลี่ย	อิฐมอญธรรมดาที่มีส่วนผสมของ BaSO_4				อิฐมอญอัดแรงดันที่มีส่วนผสมของ BaSO_4			
	5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
	22.42	13.42	13.52	12.58	12.21	11.87	12.34	10.57

อิฐมอญธรรมดาที่ผสม BaSO_4 มีการดูดกลืน
น้ำเฉลี่ยมากกว่าอิฐมอญอัดแรงดันที่ผสม BaSO_4

เฉลี่ย 529.80 กรัม ความหนาแน่นเฉลี่ย 1353.17 กก./
ลบ.ม. ค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยร้อยละ 25 และกำลังอัดเฉลี่ย
อยู่ในช่วง 10 – 40 กก./ตร.ซม.

ผลการทดสอบกำลังอัด

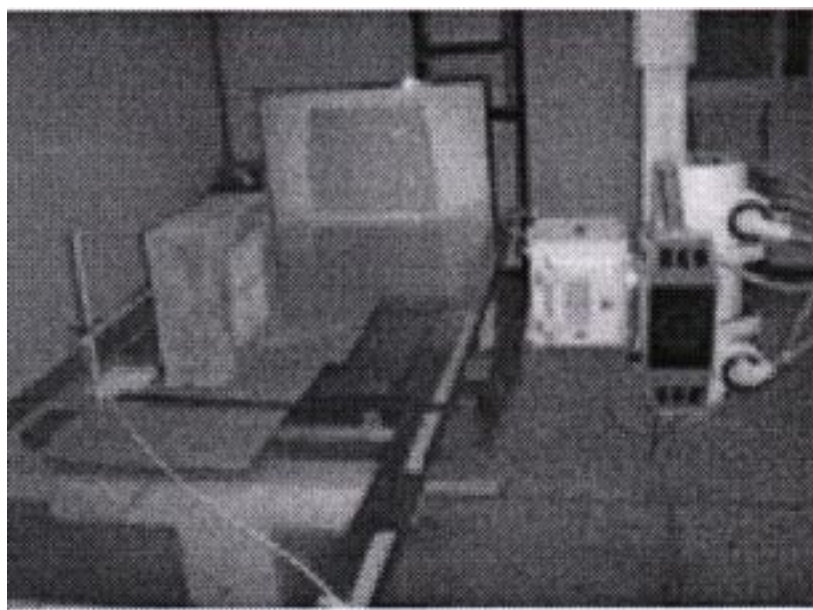
ของอิฐมอญทั่วไปเฉลี่ย (5 ก้อน) พบว่าน้ำหนัก

ตารางที่ 2 ค่ากำลังอัด(กก./ตร.ซม.)ของอิฐที่มีส่วนผสมของ BaSO_4

แรงอัด (กก.)	อิฐมอญธรรมดาที่มีส่วนผสมของ BaSO_4				อิฐมอญอัดแรงดันที่มีส่วนผสมของ BaSO_4			
	5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
	3131	2913	2775	4835	8937	9823	9148	9097
กำลังอัด	31.50	29.31	27.92	48.65	97.90	107.61	100.21	99.65

พบว่าอิฐกันรังสีมีคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำ
น้อยกว่าอิฐทั่วไปและทนกำลังอัดได้สูงกว่าอิฐทั่วไปทุก

สัดส่วนผสม



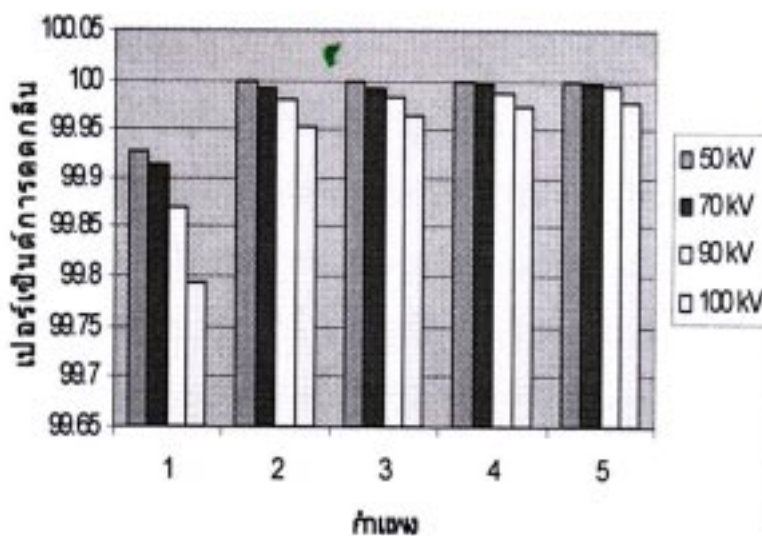
รูปที่ 8 แสดงการวัดปริมาณรังสีด้านหลังกำแพงที่ระยะห่าง 1 เมตรจากจุดกำเนิดรังสีถึงหัววัด

2. วัดคุณสมบัติทางฟิสิกส์รังสี ในการ ดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (ป้องกันรังสี)

2.1 ผลการวัดปริมาณรังสีปฐมภูมิของ
ด้านหน้าและด้านหลัง ด้วยเทคนิคปรับเปลี่ยนค่า mAS ที่
KV ต่างๆ และที่ระยะห่างจากจุดกำเนิดรังสี 1 เมตร อัตรา

ส่วนของค่าปริมาณรังสีหน้าและหลังกำแพงกำบัง
หมายเลข 1 ถึง 5 มีค่าคือ 484.60, 2135.85, 2883.40,
3844.53 และ 4805.67 mR ตามลำดับ

กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนรังสี



รูปที่ 9 กราฟค่า %การดูดกลืนรังสีของรังสีเอ็กซ์ที่ 30 mAS

พบว่า กำลังหมายเลข 1 (ไม่มีส่วนผสม BaSO_4)
ในทุกค่า kV ระดับอัตรารังสีเอ็กซ์เกินระดับความปลอดภัย
กำลังหมายเลข 2-5 ไม่เกินระดับความปลอดภัย

ที่กำหนด (ไม่เกิน 2 mR/hr.)

2.2 ผลการวัดปริมาณรังสีทุติยภูมิที่ระยะ
4 เมตร

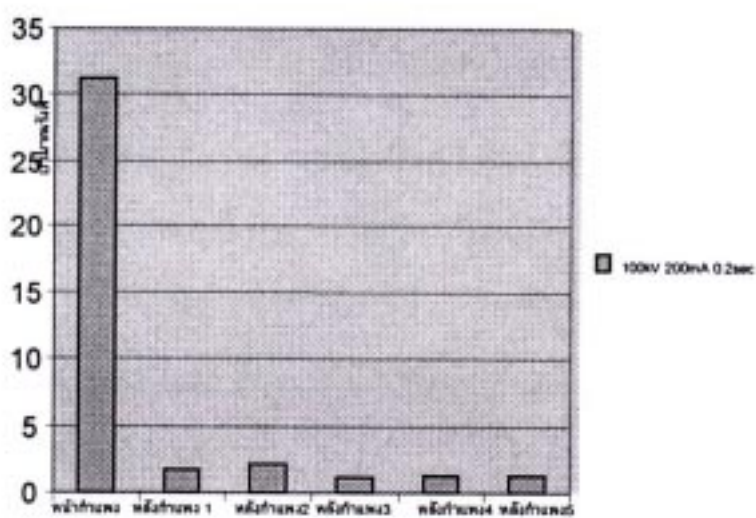
ตารางที่ 3 ปริมาณรังสีทุติยภูมิที่ระยะ 4 เมตรห่างจากจุดกำเนิดรังสีที่ 100 kV 200 mA 0.2 sec

100 kV 200 mA 0.2 sec		ปริมาณที่วัดได้ ณ ตำแหน่งหลังกำแพง (mR/hr)				
	หน้ากำแพง (mR/hr)	กำแพง 1	กำแพง 2	กำแพง 3	กำแพง 4	กำแพง 5
	3.20	0.17	0.23	0.14	0.17	0.14
	3.18	0.18	0.20	0.10	0.13	0.10
	2.96	0.14	0.19	0.10	0.10	0.15
เฉลี่ย	3.113	0.16	0.207	0.113	0.133	0.130

พบว่าปริมาณรังสีทุติยภูมิด้านหน้ากำแพง
วัดปริมาณรังสีได้ 3.113 mR/hr และปริมาณรังสีหลัง

กำแพงพบว่าลดทอนลงได้เป็นสัดส่วนเฉลี่ยคือ 19.45,
15.04, 27.55, 23.40 และ 23.94 เท่าตามลำดับ

กราฟแสดงปริมาณรังสีทุติยภูมิ



รูปที่ 10 กราฟปริมาณรังสีทุติยภูมิที่ระยะ 4 เมตร

ห่างจุดกำเนิดรังสีที่ 100kV 200mA 0.2sec
รูปที่ 10 และตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณรังสี
หน้ากำแพงเฉลี่ยได้ 31.13 μSv เมื่อวัดด้านหลัง
กำแพงหมายเลข 1-5 ปริมาณรังสีเฉลี่ยวัดได้ 1.63, 2.07
1.13 1.33 1.30 μSv ตามลำดับ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

พบว่า ปริมาณรังสีที่กำแพงหมายเลข 1 ลดทอน
ลงไปในต่างไปจากหมายเลข 2, 3, 4 และ 5 ไม่น้อยกว่า
5 เท่า แสดงว่ามีความแตกต่างของกำแพงกำบังรังสีที่
ไม่มีและมีส่วนผสมของผง BaSO_4 อย่างชัดเจน และ
ผลการทดสอบทางสถิติการกำบังรังสีทุติยภูมิ ด้วย Mann
Whitney Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$ พบว่า
กำแพง หมายเลข 1 ต่างไปจากกำแพงหมายเลข 2 และ
3 (Asymp sig. = 0.021, 0.028) กำแพงหมายเลข 1, 4
และ 5 ไม่มีความแตกต่างกัน กำแพงหมายเลข 2 3 4 และ
5 มีความแตกต่างกัน (Asymp sig. = 0.020, 0.021,
0.021, และ 0.021) กำแพงหมายเลข 3, 4 และ 5 ไม่มี
ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานพบว่าอิฐที่มี
ส่วนผสมของ BaSO_4 ทั้งสองแบบมีคุณสมบัติทาง
กายภาพใกล้เคียงกับอิฐมอญทั่วไป
2. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรม พบว่า
อิฐที่ผสม BaSO_4 ทุกสัดส่วนมีคุณภาพการทนต่อกำลัง
อัดสูงกว่าอิฐมอญทั่วไป และอิฐที่มีส่วนผสมของ BaSO_4
มีการดูดกลืนน้ำได้น้อยกว่าอิฐมอญทั่วไป
3. ผลการทดสอบผลการกันรังสีปฐมภูมิของอิฐ
ที่มีส่วนผสมของ BaSO_4 พบว่าปริมาณรังสีหลังกำแพง
ให้อัตรารังสีอยู่ในอัตรา 0.00–1.8 mR/hr ไม่เกินระดับ
อัตราค่าความปลอดภัยของ (ไม่เกิน 2 mR/hr.) (ICRP60)
แสดงว่าหลังกำแพงกำบังรังสีสามารถปฏิบัติงานได้อย่าง
ปลอดภัย

สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าอิฐมอญที่มีส่วนผสม
 BaSO_4 ในสัดส่วน 5-20% เมื่อนำไปสร้างกำแพงให้มี

ความหนา 12 เซนติเมตรแล้ว สามารถกันรังสีให้อยู่ใน
ระดับความปลอดภัยที่กำหนด (ICRP60) คือไม่เกิน
2 mR/hr. ได้ทั้งสิ้น

สามารถสรุปได้ว่าอิฐมอญที่มีส่วนผสม BaSO_4
ตั้งแต่ 5-20 % เมื่อนำไปใช้งานก่อกำแพงห้องเอกซเรย์
แล้วสามารถกันรังสีเอ็กซให้อยู่ในระดับปลอดภัยทั้งรังสี
ปฐมภูมิและรังสีทุติยภูมิ ที่ระดับค่าพารามิเตอร์การให้
ปริมาณรังสีไม่เกิน 100 kV 30 mAs. เป็นไปตาม
วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกประการ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยในภาคินพนธ์นี้ ได้รับการสนับสนุน
ทุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่าย
อุตสาหกรรม โครงการ “โครงการอุตสาหกรรมสำหรับ
ปริญญาตรี ประจำปี 2549”

ขอขอบคุณ บริษัทภราดรอุตสาหกรรม จำกัด
และคุณอนันต์ ไหมบุญเรือง ที่ช่วยอนุเคราะห์ในการ
ผลิตอิฐกันรังสี

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิค
คณะเทคนิคการแพทย์ และภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทุกท่านที่ให้
คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการทำภาคินพนธ์
เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ. เอกสารประกอบการเรียน
การสอนเรื่องการออกแบบห้องเอกซเรย์. ภาควิชา
รังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่, 2548.
2. สุวัฒน์ บุญนาค. การป้องกันอันตรายจากรังสี
ระดับ 2 สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติกระทรวงวิทย์
ศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ, 2005.
3. อำไพ สำราญพันธ์. หาค่าการลดทอนรังสีของ
กำแพงที่ฉาบด้วยปูนซีเมนต์ผสมแบเรียมซัลเฟต
ในสัดส่วนต่างๆ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
(รังสีเทคนิค) คณะเทคนิคการแพทย์มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่, 2548.
4. Colin J.M., David G.S. Practical radiation

- protection in healthcare, Oxford University press, UK., 2002.
5. Grimshaw R.W., The Chemistry and Physics of Clays and Allied ceramic Materials Wiley and Sons, Inc. New York, 2000.
 6. คุณสมบัติของ LCM CONCRETE. http://lcm.co.th/Thai/LCM_Properties_T.htm [ระบบออนไลน์] 5 กุมภาพันธ์ 2550.
 7. อัฐมอญ. <http://www.material.chula.ac.th/Radio48/March/radio3-2.htm>. [ระบบออนไลน์] 5 มกราคม 2550.