การพัฒนาระบบสแกนด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมาเพื่อแสดงภาพสองมิติของคอนกรีตเสริมเหล็ก

นายฐิติกร เห็นทรัพย์ไพบูลย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-639-085-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

20 พ.ย. 2545

I17961063

DEVELOPMENT OF A GAMMA-RAY TRANSMISSION SCANNING SYSTEM FOR TWO-DIMENSIONAL IMAGING OF REINFORCED CONCRETE

MR.THITIKORN HENSUPPAIBOON

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Nuclear Technology
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1997

ISBN 974-639-085-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบสแกนด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมาเพื่อแสดงภาพสองมิติของคอนกรีตเสริมเหล็ก
โดย	นายฐิติกร เห็นทรัพย์ไพบูลย์
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อรรถพร ภัทรสุมันต์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์เดโช ทองอร่าม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ เดโช ทองอร่าม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ฐิติกร เห็นทรัพย์ไพบูลย์ : การพัฒนาระบบสแกนด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมาเพื่อแสดงภาพสองมิติของคอนกรีตเสริมเหล็ก (DEVELOPMENT OF A GAMMA-RAY TRANSMISSION SCANNING SYSTEM FOR TWO-DIMENSIONAL IMAGING OF REINFORCED CONCRETE) อ.ที่ปรึกษา : อ. อรรถพร กัทรสุมันต์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ. เดโช ทองอร่าม; 97 หน้า. ISBN 974-639-085-6.

ระบบสแกนด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมาเพื่อแสดงภาพสองมิติของคอนกรีตเสริมเหล็กได้ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการถ่ายภาพคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยรังสีแกมมาที่สามารถลดผลอันเกิดจากรังสีกระเจิงที่เกิดจากคอนกรีต ซึ่งมักเป็นปัญหาในการถ่ายภาพด้วยรังสีทั่วไปที่ใช้ฟิล์มเป็นตัวแสดงผล ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วยต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม-137 ความแรงรังสี 3 คูรี หัววัดรังสีแกมมาแบบซินทิลเลชันชนิดบิสมัทเจอร์มาเนต ขนาด 1 นิ้ว x 1.5 นิ้ว พร้อมชุดบังคับลำรังสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรและระบบสแกนหัววัดรังสี โดยสามารถสแกนและแสดงภาพสองมิติของคอนกรีตเสริมเหล็กได้ในขนาดพื้นที่สูงสุด 12x12 ตารางเซนติเมตร และสามารถหาขนาดและตำแหน่งของเหล็กเส้น ตลอดจนปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ได้ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จากการทดสอบระบบโดยการถ่ายภาพคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความหนา 10 และ 15 เซนติเมตร ซึ่งใช้เหล็กเส้นมาตรฐานขนาดต่าง ๆ ด้วยรังสีแกมมา ภาพที่ได้มีคุณภาพเป็นที่น่าพอใจสำหรับการทดสอบเพื่อหาขนาดและตำแหน่งของเหล็กเส้นภายในคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยใช้ตัวอย่างคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 เซนติเมตรที่มีเหล็กเส้นขนาด 12 มิลลิเมตร ที่ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี 110 เซนติเมตร ผลที่ได้สอดคล้องกับขนาดและตำแหน่งของเหล็กเส้นจริงในตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##C718915 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: RADIOGRAPHY / GAMMA-RAY TRANSMISSION
THITIKORN HENSUPPAIBOON : DEVELOPMENT OF A GAMMA-RAY TRANSMISSION SCANNING SYSTEM FOR TWO-DIMENSIONAL IMAGING OF REINFORCED CONCRETE. THESIS ADVISOR : ATTAPORN PATTARASUMUNT, THESIS CO-ADVISOR : DECHO THONG-ARAM; 97 pp. ISBN 974-639-085-6.

The gamma-ray transmission scanning system for two-dimensional imaging was developed for reinforced concrete gamma radiography to minimized the effect of scattered radiation from concrete which are the major problem in film radiography. This system consists of a 3 Ci Cs-137 source, Bismuth germanate scintillaion detector with 3 mm in diameter collimator and mechanical scanning system which can be used to scan and display image of the reinforced concrete with maximum area of 12x12 cm^2, determine size and position of iron bar and improve the quality of image using developed software. The image quality obtained from scanned data of 10 and 15 cm reinforced concrete thickness with various size of iron bar were found to be satisfactory . From the determination of size and position of iron bar in reinforced concrete using 10 cm reinforced concrete sample with 12 mm iron bar at source to detector distance of 110 cm, the results of the test were found to be agreed with the actual size and position of iron bar in sample.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์อรรถพร ภัทรสุมันต์ อาจารย์เดโช ทองอร่าม ผู้ช่วยศาสตราจารย์นเรศร์ จันทน์ขาวเป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำทั้งด้านการวิจัย และการเขียนวิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วย

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สมยศ ศรีสถิตย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ปุณณชัยยะ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนในการทำวิจัยชิ้นนี้มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณบุญนาถ บัวมีศิลป์ คุณบัญชา อุนพานิช ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านการประกอบชิ้นส่วนกลสำหรับงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณกำลังใจจากคุณนฤพนธ์ เพ็ญศิริ คุณศิริพร ยอดกมลศาสตร์ และเพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีที่ได้ให้กำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณย่า พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญภาพ.....ญ

บทที่

1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....3

1.3 ขอบเขตการวิจัย.....3

1.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

2 การสร้างภาพสองมิติโดยการส่งผ่านรังสีแกมมา.....5

2.1 องค์ประกอบของการถ่ายภาพด้วยรังสี.....5

2.2 อันตรกิริยาของรังสีแกมมากับสสาร.....6

2.3 การลดทอนของรังสีแกมมา.....9

2.4 หลักการสร้างภาพสองมิติด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์.....12

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสี.....16

2.6 ปัจจัยในการออกแบบโปรแกรมแสดงภาพสองมิติบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์.....20

3 การพัฒนาระบบสแกนข้อมูลการส่งผ่านของรังสีแกมมาเพื่อสร้างภาพสองมิติ.....22

3.1 การออกแบบระบบสแกนเพื่อการสร้างภาพสองมิติ.....22

3.2 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา ชุดกำบังรังสีและชุดควบคุมการถ่ายภาพ.....24

3.3 ระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี.....26

3.4 ระบบวัดนิวเคลียร์.....30

3.5 แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ.....31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3.6 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์.....36

3.7 โปรแกรมควบคุมระบบสแกนและประมวลผลสร้างภาพสองมิติ.....36

4 การทดสอบและผลการทดสอบ.....49

4.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ.....49

4.2 การทดสอบระบบสแกนเพื่อสร้างภาพสองมิติ.....49

4.3 การเปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายต้นฉบับกับภาพที่ผ่านการปรับแก้ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ.....59

4.4 การเปรียบเทียบภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยการใช้ฟิล์มกับระบบสแกนที่พัฒนาขึ้น.....61

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....63

5.1 สรุปผลการทดลอง.....63

5.2 ข้อเสนอแนะ.....65

เอกสารอ้างอิง.....66

บรรณานุกรม.....67

ภาคผนวก.....68

ภาคผนวก ก.....69

ภาคผนวก ข.....70

ภาคผนวก ค.....71

ภาคผนวก ง.....76

ภาคผนวก จ.....79

ภาคผนวก ฉ.....81

ประวัติผู้เขียน.....97

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ต้นกำเนิดรังสีแกมมาที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสี.....5
2.2 ชนิดของฟิล์มที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม.....19
3.1 แสดงการต่อพอร์ตต่าง ๆ ของแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ.....32

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

1.1 แสดงลักษณะการเกิดสนิมในเหล็กโครงสร้างและการแตกร้าวของคอนกรีต.....2

2.1 แสดงการลดทอนของรังสีแกมมา.....11

2.2 แสดงสเปกตรัมของพลังงานของรังสีแกมมา.....11

2.3 แสดงหลักการถ่ายภาพด้วยรังสีโดยใช้ระบบสแกนวัดรังสี.....12

2.4 แสดงหลักการกระบวนการสร้างภาพเชิงตัวเลข.....13

2.5 การแสดงภาพแบบเวกเตอร์.....14

2.6 การแสดงภาพแบบแรสเตอร์.....15

2.7 แสดงการจัดวางต้นกำเนิดรังสี ชิ้นงานและตัวแสดงผลในการถ่ายภาพ.....16

2.8 แสดงรูปร่างและการหาขนาดของต้นกำเนิดรังสีแกมมาแบบไอโซโทป.....18

2.9 แสดงการเปรียบเทียบความละเอียดของภาพโดยการกำหนดจำนวนจุดภาพ ต่าง ๆ กันที่ระดับสี 256 ระดับ.....20

2.10 แสดงการเปรียบเทียบระดับสีที่ระดับต่าง ๆ กันที่ความละเอียด 1024 x 1024.....21

3.1 แผนภาพของระบบสแกนข้อมูลการส่งผ่านรังสีเพื่อสร้างภาพสองมิติ.....23

3.2 แสดงภาพถ่ายชุดกำบังและบังคับลำรังสีของต้นกำเนิดรังสีแกมมา.....25

3.3 แสดงภาพถ่ายชุดควบคุมการถ่ายภาพระยะไกล.....25

3.4 แสดงการประกอบหัววัดรังสีกับชุดบังคับลำรังสี.....26

3.5 แผนภาพชุดขับเคลื่อนหัววัดรังสีแกมมา.....27

3.6 แสดงภาพถ่ายระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี.....28

3.7 แสดงวงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้น.....29

3.8 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันต่ำ.....29

3.9 แสดงระบบวัดรังสีเฉพาะพลังงาน.....30

3.10 แสดงภาพถ่ายของระบบวัดรังสีเฉพาะพลังงาน.....31

3.11 แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....32

3.12 แสดงการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างชุดขับเคลื่อนหัววัดรังสี วงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์.....33

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.13 แสดงลักษณะการกระตุ้นแบบสองเฟส.....34

3.14 แสดงการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบวัดนิวเคลียร์กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์.....34

3.15 แผนภาพการทำงานของอุปกรณ์นับรังสีและตั้งเวลา.....35

3.16 แผนภาพเวลาของสัญญาณจากอุปกรณ์นับรังสีและตั้งเวลา.....35

3.17 แผนผังรายการของเมนูหลักและเมนูย่อยต่าง ๆ ของโปรแกรม.....36

3.18 ภาพแสดงรายการหลักของโปรแกรมบนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์.....37

3.19 Flow chart ของฟังก์ชันรายการหลัก.....38

3.20 Flow chart ของฟังก์ชันเพื่อเลือกแกนในการสแกน.....39

3.21 Flow chart ของฟังก์ชันสแกนหาตำแหน่งของการจัดระบบสแกน.....40

3.22 Flow chart ของฟังก์ชันสแกนข้อมูล.....41

3.23 Flow chart ของฟังก์ชันเพื่อเลือกการปรับแก้ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ.....42

3.24 Flow chart ของฟังก์ชันปรับแก้ข้อมูลทั้ง 2 วิธี.....43

3.24 Flow chart ของฟังก์ชันปรับแก้ข้อมูลทั้ง 2 วิธี (ต่อ).....44

3.25 Flow chart ของฟังก์ชันแสดงโพรไฟล์.....45

3.26 Flow chart ของฟังก์ชันแสดงภาพ.....47

3.26 Flow chart ของฟังก์ชันแสดงภาพ (ต่อ).....48

4.1 ภาพถ่ายลำรังสีที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีต่าง ๆ.....50

4.1 ภาพถ่ายลำรังสีที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีต่าง ๆ (ต่อ).....51

4.2 แสดงภาพถ่ายด้วยรังสีของคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยใช้เวลานับรังสีในแต่ละตำแหน่งเทากับ 1 และ 5 วินาที.....52

4.3 ภาพถ่ายด้วยรังสีของคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งมีความหนา 10 เซนติเมตร กับเหล็กเส้นขนาดต่าง ๆ.....53

4.3 ภาพถ่ายด้วยรังสีของคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งมีความหนา 10 เซนติเมตร กับเหล็กเส้นขนาดต่าง ๆ (ต่อ).....54

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.4 ภาพถ่ายด้วยรังสีของคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งมีความหนา 15 เซนติเมตร กับเหล็กเส้นขนาดต่าง ๆ.....55

4.4 ภาพถ่ายด้วยรังสีของคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งมีความหนา 15 เซนติเมตร กับเหล็กเส้นขนาดต่าง ๆ (ต่อ).....56

4.5 การทดลองถ่ายภาพคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยรังสีเพื่อหาตำแหน่งของเหล็กเส้น.....57

4.6 ภาพแสดงการหาตำแหน่งของเหล็กเส้น.....58

4.7 ภาพถ่ายด้วยรังสีของคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 เซนติเมตร ซึ่งใช้เหล็กเส้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตรและเหล็กเส้นอ้างอิง.....59

4.8 แสดงภาพถ่ายด้วยรังสีของคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 เซนติเมตรที่มี เหล็กเส้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร โดยการปรับปรุง คุณภาพของภาพด้วยวิธีต่าง ๆ.....60

4.8 แสดงภาพถ่ายด้วยรังสีของคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 เซนติเมตรที่มีเหล็กเส้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร โดยการปรับปรุง คุณภาพของภาพด้วยวิธีต่าง ๆ (ต่อ).....61

4.9 ภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยใช้ฟิล์ม.....62

4.10 ภาพถ่ายด้วยรังสีแกมมาโดยใช้ระบบสแกนที่พัฒนาขึ้น.....62

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย