

ET01: การพัฒนาระบบสแกนด้วยรังสีแกมมาพลังงานต่ำชนิดเคลื่อนย้ายได้

สำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี

*สุรกิจ ขาวแก้ว อรรถพร ภัทรสุมันต์ สมยศ ศรีสถิตย์

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.พญาไท

เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 0 2218 66781 โทรสาร 0 2218 6780 E-Mail: kitphys@hotmail.com

บทคัดย่อ

ได้พัฒนาระบบสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ด้วยรังสีแกมมาพลังงานต่ำชนิดเคลื่อนย้ายได้สำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีเพื่อใช้ในการงานด้านการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย โดยใช้รังสีแกมมาพลังงาน 59.5 keV จากต้นกำเนิดรังสีแกมมา Am-241 ความแรง 100 mCi และหัววัดรังสีแกมมา CdTe ขนาด 5 มิลลิเมตร ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ระบบวัดรังสีแกมมา ระบบกลสำหรับสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ และโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยสามารถสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 20 เซนติเมตร จากการเก็บข้อมูลโปรไฟล์ตัวอย่างเสาไม้ ท่อปูนซีเมนต์ และท่ออลูมิเนียม พบว่าภาพโทโมกราฟีที่ได้มีคุณภาพอยู่ในระดับที่น่าพอใจ โดยมีความคมชัด 4.53 มิลลิเมตร

คำสำคัญ: การคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี เทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ระบบสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์

DEVELOPMENT OF A MOBILE LOW ENERGY GAMMA-RAY SCANNING SYSTEM FOR COMPUTED TOMOGRAPHY

Surakit Khowprew, Attaporn Pattarasumunt and Somyot Srisatit

Department of Nuclear Technology Faculty of Engineering, Chulalongkorn University Phayathai Road, Patumwan, Bangkok, 10330

Phone: 0 2218 6781, Fax: 0 2218 6780, E-Mail: kitphys@hotmail.com

Abstract

A mobile low energy gamma-ray scanning system for computed tomography was developed using 59.5 keV gamma-ray from 100 mCi Am-241 source and 5 mm CdTe semiconductor detector in order to use in nondestructive testing. The developed system consists of a gamma-ray measuring system, a mechanical scanning system and a developed software which could collect profile data of specimens with diameter smaller than 20 cm. From collected profile data of wood, cement duct and aluminum duct specimens, the tomographic image quality was to be within satisfactory level with sharpness of 4.53 mm.

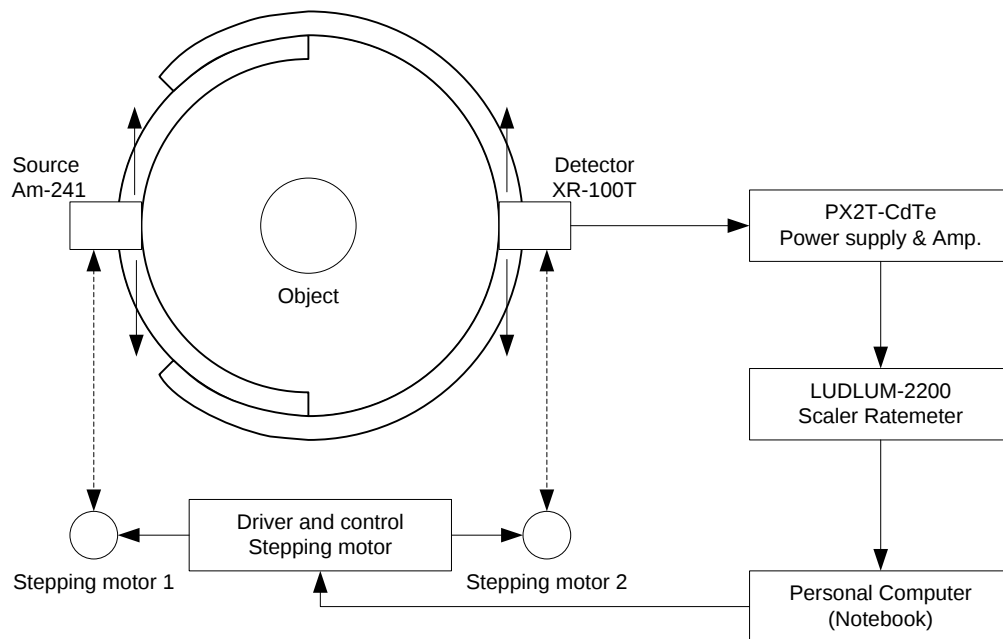
Keywords: Computed Tomography, Nondestructive testing, Scanning system

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคนิคการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายทั้งในทางการแพทย์และในงานอุตสาหกรรม รวมถึงการใช้ในงานทางด้านการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมที่ได้เริ่มมีการใช้เทคนิคนี้บ้างแล้ว ซึ่งการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีนี้เป็นเทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย โดยการประยุกต์ใช้รังสีเพื่อตรวจสอบโครงสร้างภายในของวัสดุชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ผลรวดเร็ว และไม่ทำลายวัสดุนั้นอีกด้วย ระบบสแกนเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมักมีขนาดใหญ่ และเคลื่อนย้ายไม่สะดวก จึงได้มีแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบสแกนด้วยรังสีแกมมาชนิดเคลื่อนย้ายได้สำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบา เพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานในที่ต่าง ๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น ระบบสแกนเก็บข้อมูลที่พัฒนาขึ้นจะอาศัยหลักการส่งรังสีแกมมาผ่านวัตถุตัวอย่าง แล้วใช้หัววัดรังสีที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบา วัดความเข้มของรังสีแกมมาที่ทะลุผ่านวัตถุตัวอย่างที่ทำการตรวจสอบในมุมต่างๆ แล้วนำมาคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งานได้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ระบบสแกนดังกล่าวจะมีประโยชน์ในการประยุกต์อย่างมากในด้านอุตสาหกรรม และงานทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม เพราะจะทำให้สามารถตรวจสอบรายละเอียดโครงสร้างภายในที่ต้องการตรวจสอบในลักษณะของภาพตัดขวาง โดยไม่ทำลายวัตถุนั้น ๆ

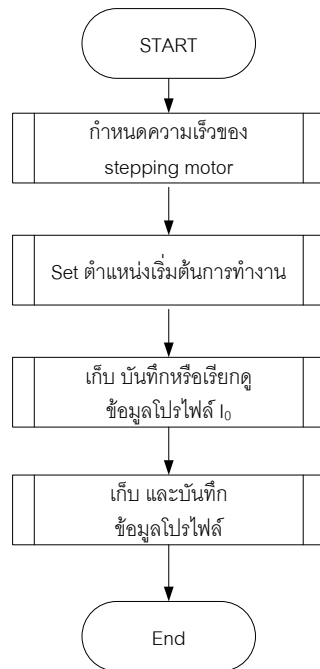
2. ระบบสแกนด้วยรังสีแกมมาพลังงานต่ำสำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี

ระบบสแกนด้วยรังสีแกมมาพลังงานต่ำชนิดเคลื่อนย้ายได้สำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี ออกแบบให้มีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบาเพื่อให้เหมาะกับการตรวจสอบวัตถุในงานภาคสนาม ซึ่งสามารถเขียนแผนภาพการทำงานได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพระบบสแกนสำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี

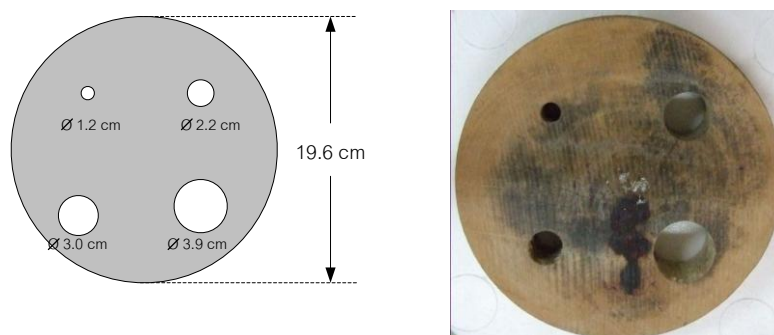
ระบบสแกนเพื่อเก็บข้อมูลโปรไฟล์สำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือ ระบบสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ ระบบขับเคลื่อนระบบกลสำหรับการสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ และโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของระบบและรับข้อมูลโปรไฟล์ หลักการทำงานของระบบสแกนด้วยรังสีแกมมาพลังงานต่ำสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี ทำงานโดยมีไมโครคอมพิวเตอร์สั่งงานชุดควบคุมระบบกลผ่านทางพอร์ทขนาน ซึ่งจะทำการตั้งต้นระบบสแกนไปยังจุดเริ่มต้น โดยมีโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นเซนเซอร์ตรวจสอบตำแหน่ง จากนั้นระบบสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์จะเริ่มทำการเก็บข้อมูลโปรไฟล์โดยการวัดความเข้มรังสีแกมมาพลังงานต่ำที่ส่งผ่านตัวอย่าง ณ ตำแหน่งนั้นด้วยหัววัดรังสีแกมมาชนิดกึ่งตัวนำ CdTe ขนาด 5 มิลลิเมตร ที่ปรับระบบให้วัดเฉพาะรังสีแกมมาพลังงาน 59.5 keV จากต้นกำเนิดรังสี Am-241 ข้อมูลเชิงตัวเลขที่ได้จากการนับวัดจะถูกส่งเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ทอนุกรม เมื่อสิ้นสุดการเก็บข้อมูลที่ตำแหน่งนั้น ไมโครคอมพิวเตอร์จะสั่งงานชุดควบคุมระบบกลให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งถัดไปจนเก็บข้อมูลครบทุกตำแหน่งบนตัวอย่าง ในการเก็บข้อมูลแต่ละโปรไฟล์นั้น จะหมุนระบบกลไปด้วยมุมน้อย ๆ และเก็บข้อมูลเช่นเดียวกันกับมุมแรก โดยจะทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ จนครบ 180 องศา หลังจากนั้นจะนำข้อมูลเชิงตัวเลขที่ได้ไปคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี โดยมีแผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมระบบสแกน และรับข้อมูลโปรไฟล์ ดังรูปที่ 2



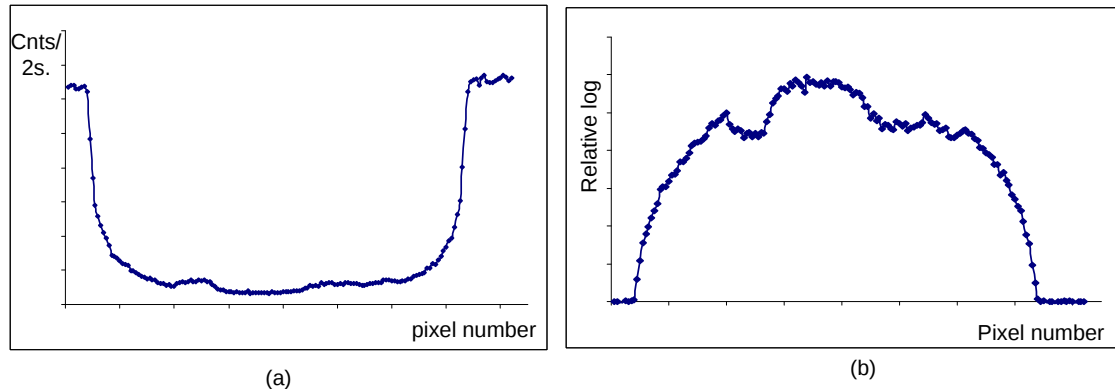
รูปที่ 2 แสดงแผนภาพการทำงานของโปรแกรม

3. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบระบบสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์โดยใช้วัตถุตัวอย่าง ซึ่งมีลักษณะเป็น ไม้เนื้อแข็งทรงกลมตัน เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 19.6 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร เจาะรูในลักษณะ เปรียบเสมือนเป็น โพรงไม้ 4 รู แต่ละรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกัน คือ 1.2, 2.2, 3.0 และ 3.9 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3 กำหนดให้สแกนเก็บข้อมูลจำนวนหนึ่งโปรไฟล์ เรย์ซัมละ 2 วินาที ข้อมูล โปรไฟล์ที่ไม่ได้ผ่านการปรับแก้ และข้อมูลที่ได้ผ่านการปรับแก้แล้ว แสดงดังรูปที่ 4(a) และ 4(b) ตามลำดับ

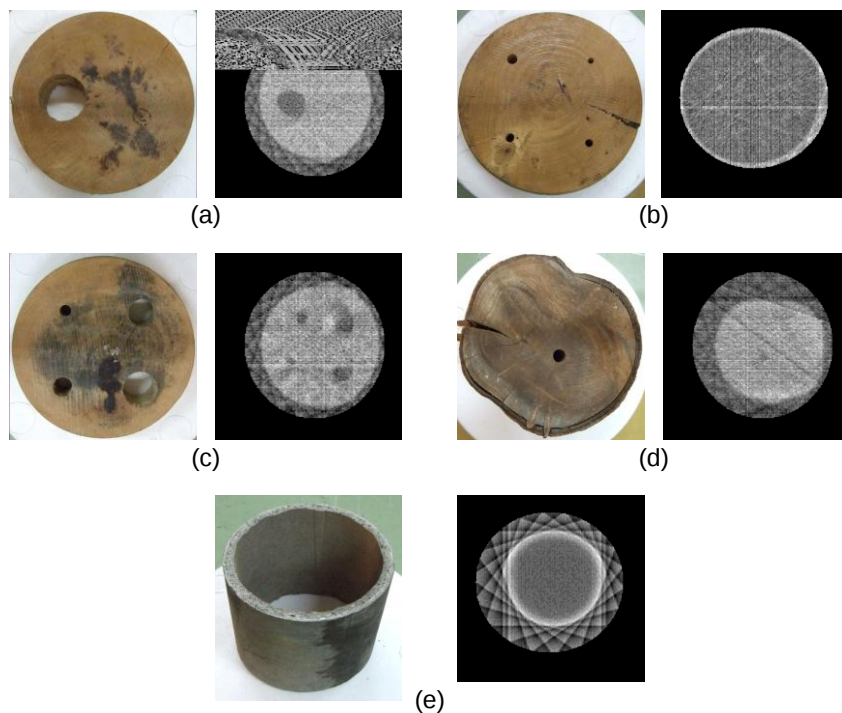


รูปที่ 3 ชิ้นงานทดสอบระบบสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์



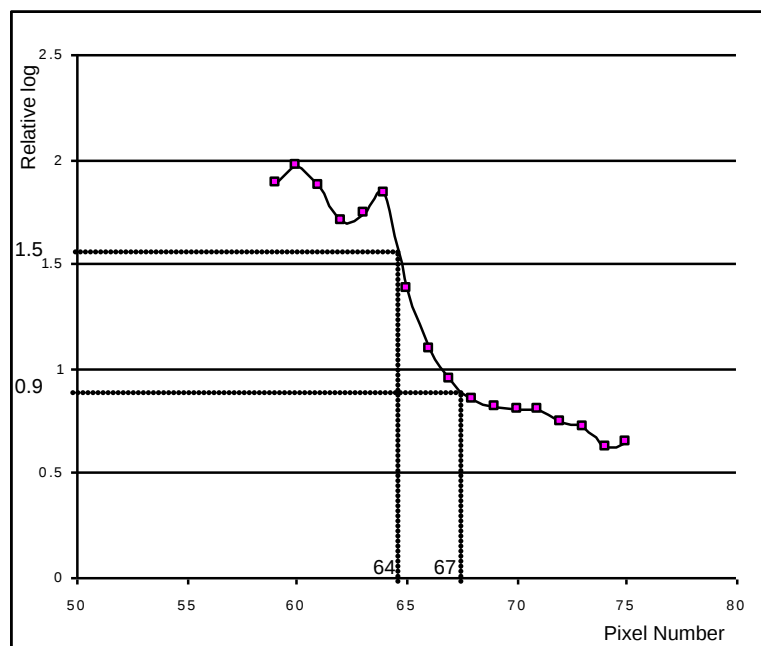
รูปที่ 4 แสดงข้อมูลโปรไฟล์

ในการทดสอบระบบเก็บข้อมูลโปรไฟล์เพื่อการสร้างภาพโทโมกราฟีด้วยรังสีแกมมาพลังงานต่ำนั้น ได้ออกแบบชิ้นงานทดสอบโดยมีจุดมุ่งหมายที่วัสดุที่เป็น ไม้ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 20 เซนติเมตร เจาะรูขนาดต่างๆ เพื่อตรวจสอบว่าขีดความสามารถของระบบเก็บข้อมูลโปรไฟล์นั้นมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีด้วยระบบสแกนรังสีแกมมาพลังงานต่ำ โดยปริมาณรังสีเข้าสู่หัววัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร กำหนดเวลา 2 วินาทีต่อหนึ่งเรย์ซัม จำนวน 164 เรย์ซัมต่อหนึ่งโปรไฟล์ เก็บข้อมูล 11 โปรไฟล์ ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 5



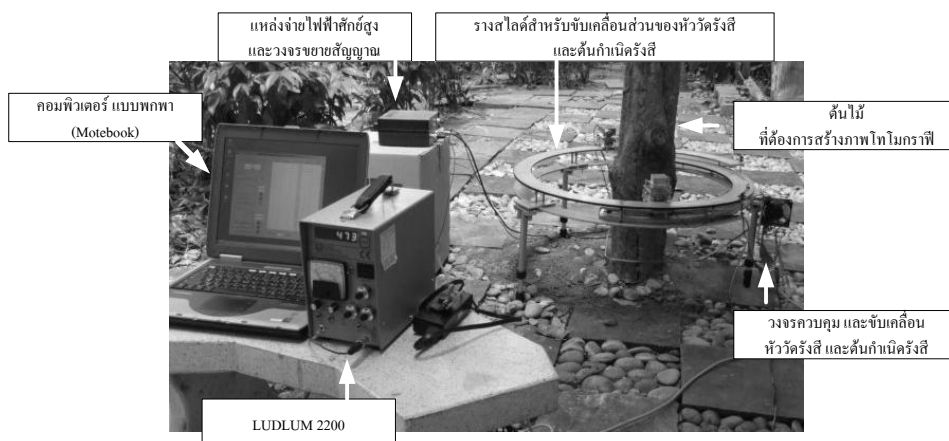
รูปที่ 5 แสดงชิ้นงานทดสอบ และผลการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี

ในการทดลองกับชิ้นงานทดสอบพบว่าความคมชัดของภาพโทโมกราฟี เมื่อสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ โดยกำหนดขนาดของลำรังสีที่กระทบหัววัดรังสี เท่ากับ 5 มิลลิเมตร และจำนวนข้อมูล 164 เรย์ซั่ม มีค่าเท่ากับ 4.53 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Relative logarithm กับค่า Pixel Number ของภาพโทโมกราฟีพบว่าที่เป็นบริเวณที่เป็นอากาศ และบริเวณค่า CT-Number ของชิ้นงานตัวอย่าง บริเวณรอยต่อนั้น การจะตรวจสอบค่าความคมชัดของภาพโทโมกราฟี สามารถทำได้โดยการกำหนดความกว้างของ Pixel Number ระหว่างค่า CT-Number จาก 25% และ 75% ของค่า CT-Number สูงสุด



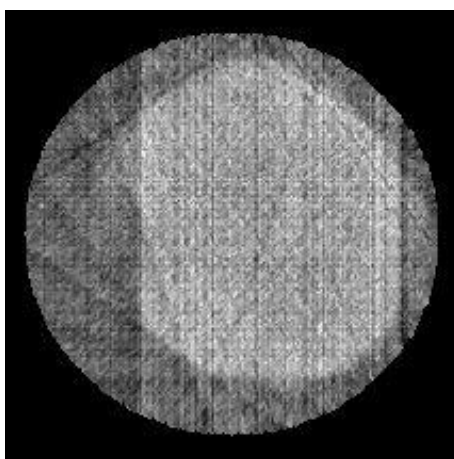
รูปที่ 6 แสดงผลการทดสอบความคมชัด

วัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาระบบสแกนด้วยรังสีแกมมาพลังงานต่ำชนิดเคลื่อนย้ายได้สำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี คือ การใช้งานภาคสนาม เน้นไปที่การตรวจสอบเสาไม้โบราณ ต้นไม้ และวัสดุที่มีเลขอะตอมต่ำ สามารถติดตั้งใช้งานภาคสนาม ได้ดังรูปที่ 7 ถอดส่วนของรางสไลด์ ประกอบให้ครอบคลุมส่วนของเสาไม้ที่ต้องการสร้างภาพโทโมกราฟี เชื่อมต่อเข้ากับระบบควบคุม และส่วนขับเคลื่อนระบบกล แล้วเปิดโปรแกรม สำหรับควบคุมการเก็บข้อมูลโปรไฟล์สำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี



รูปที่ 7 แสดงการติดตั้งใช้งานระบบสแกนภาคสนาม

ผลการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีด้วยระบบสแกนรังสีแกมมาพลังงานต่ำ โดยปริมาณรังสีเข้าสู่หัววัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร กำหนดเวลา 2 วินาทีต่อหนึ่งเรย์ซัม จำนวน 164 เรย์ซัมต่อหนึ่งโปรไฟล์ เก็บข้อมูล 11 โปรไฟล์ ได้ผลการทดสอบการใช้งานภาคสนาม ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี ตัวอย่างงานภาคสนาม

4. สรุป

ระบบกลควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ทขนาน และรับข้อมูลโปรไฟล์จากระบบวัดรังสีแกมมา โดยใช้ต้นกำเนิดรังสี Am-241 พลังงาน 59.5 keV หัววัดรังสีแกมมาชนิดซินทิลเลชัน ผลึก CdTe ขนาด 5 มิลลิเมตร รุ่น XR-100T แหล่งจ่ายไฟศักดาสูง วงจรขยายสัญญาณ โมเดล PX2T CdTe ของบริษัท Amp-Tech เครื่อง Scaler Ratemeter โมเดล 2200 ของบริษัท Ludlum ผ่านทางพอร์ทอนุกรม บันทึกและจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในไมโครคอมพิวเตอร์ โดยระบบกลสามารถตรวจสอบวัตถุที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 20 เซนติเมตร ผลการวิจัยของการพัฒนา

ระบบสแกนด้วยรังสีแกมมาพลังงานต่ำชนิดเคลื่อนย้ายได้สำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 จากการทดสอบหาความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการวัด และจำนวนเรย์ซัมในการเก็บข้อมูลโปรไฟล์สำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีพบว่า การเก็บข้อมูลโปรไฟล์ที่ 164 เรย์ซัม 11 โปรไฟล์ ให้ภาพโทโมกราฟีที่ความละเอียดที่ดี โดยใช้เวลาในการสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ 90 นาที มีความคมชัดเท่ากับ 4.53 มิลลิเมตร

4.2 จากการทดสอบการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีชิ้นงานทดสอบที่เป็นเสาไม้และท่อปูนซีเมนต์ โดยกำหนดให้เก็บข้อมูลโปรไฟล์ 164 เรย์ซัม 11 โปรไฟล์ พบว่าสำหรับตัวอย่างเสาไม้จะเห็นรูภายในที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด 1.0 เซนติเมตร ส่วนตัวอย่างท่อปูนซีเมนต์ สามารถคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีได้อย่างชัดเจน

4.3 จากการทดสอบการใช้งานภาคสนาม พบว่า การติดตั้งระบบสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ใช้เวลา 15 นาที และใช้เวลาในการสแกนเก็บข้อมูลโปรไฟล์ตัวอย่างละ 90 นาที

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดีในครั้งนี้ ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณ ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความรู้ และคำแนะนำที่มอบให้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถพร ภัทรสุมันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และรองศาสตราจารย์สมยศ ศรีสถิตย์ รวมถึงคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ แก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ข้าพเจ้าขอขอบคุณนิสิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ถามไถ่และให้กำลังใจ ขอขอบพระคุณครอบครัวของข้าพเจ้า บิดา มารดา ที่อบรมสั่งสอน และน้องๆ ที่คอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

6. เอกสารอ้างอิง (References)

1. สมยศ ศรีสถิตย์, อรรถพร ภัทรสุมันต์. การคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีด้วยเทคนิคฟิล์มเพื่อการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย. สถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร, 2538.

2. ประสิทธิ์ สิริทิพย์ศรี. การพัฒนาเทคนิคการเก็บข้อมูลแบบรวมเฟรมสำหรับการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีโดยใช้ระบบโทรทัศน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
3. อภิชาติ ภู่วลัย. การเขียนโปรแกรม Hardware Interface ด้วย VB6. ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ นนทบุรี, 2548.
4. ชีระศักดิ์ สุโขตินันท์, ประยุทธ์ อินแบน. โปรแกรมเมอร์มือใหม่หัดเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 Enterprise Edition. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.