บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านมา โดยคำนึงถึงใช้การถ่ายภาพด้วยรังสีชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบขนาดและคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสีของทั้งสองชนิด ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลต่างๆ มาดำเนินการออกแบบและทำการวิจัย โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การถ่ายภาพด้วยรังสีกับชิ้นงานโดยใช้ฉากรับภาพชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล
2. กระบวนการวัดขนาดรอยบกพร่องของภาพถ่ายด้วยรังสีจากการทดสอบ
3. กระบวนการวัดคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสีจากการทดสอบ

3.1 การถ่ายภาพด้วยรังสีกับชิ้นงานโดยใช้ฉากรับภาพชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัล

การถ่ายภาพด้วยรังสีกับชิ้นงานโดยใช้ฉากรับภาพชนิดฟิล์มและชนิดดิจิทัลนั้นได้แยกขั้นตอนในการถ่ายภาพด้วยรังสีตามชนิดของรังสีและฉากรับภาพ โดยใช้รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ในการถ่ายภาพด้วยรังสีกับชิ้นงานโดยใช้ฉากรับภาพชนิดฟิล์ม ส่วนการถ่ายภาพด้วยรังสีโดยใช้ฉากรับภาพชนิดดิจิทัลนั้นใช้เพียงรังสีเอกซ์

3.1.1 ขั้นตอนการทำชิ้นงานทดสอบ

ชิ้นงานทดสอบทำจากวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด ASTM A36 โดยวัสดุที่ใช้มีขนาด 12x150x200 มิลลิเมตร กำหนดให้มีรอยความไม่ต่อเนื่อง 3 ชนิดในชิ้นงานทดสอบ กระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สปกคลุม (GTAW) และ กระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก (SMAW) โดยทำการเชื่อมแนวฐาน (Root Pass) ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สปกคลุม (GTAW) โดยใช้ลวดเชื่อม ER70S-G จากนั้นทำการเชื่อมแนวที่สองและแนวเชื่อมเติม (Second Pass & Fill Pass) และแนวเชื่อมส่วนปิด (Cap Pass) กระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก (SMAW) โดยใช้ลวดเชื่อม E7016 ซึ่งจะได้รอยความไม่ต่อเนื่องในชิ้นงานทดสอบดังนี้

1. รอยแตกร้าว (Cracks) เชื่อมชิ้นงานทดสอบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก โดยใช้ลวดเชื่อม S-700BB โดยกำหนดความยาวของแนวเชื่อมที่ระยะ 50 มิลลิเมตรแล้วนำชิ้นงานไปทำให้เย็นตัว (Cool Down) โดยการใช้น้ำในอุณหภูมิปกติ (Quench Water) ทำให้เกิดรอยแตกร้าวขึ้นและทำการเชื่อมทับด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก (SMAW) โดยใช้ลวดเชื่อม E7016

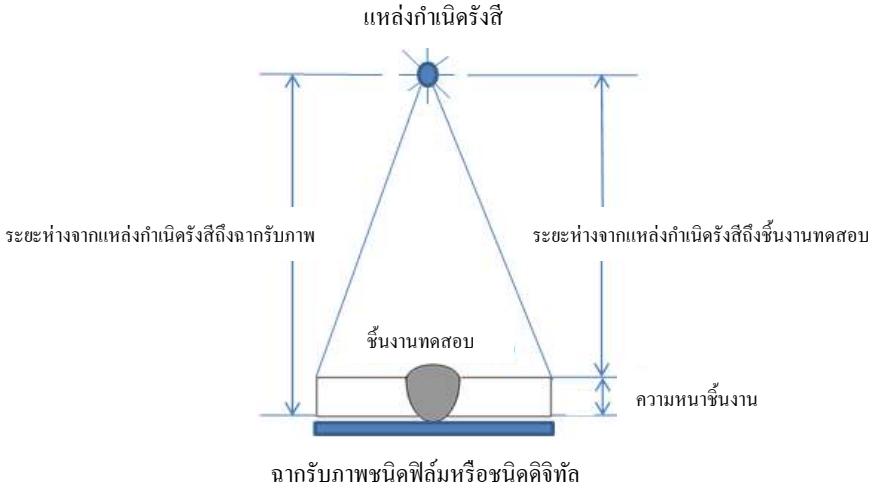
2. รอยหลอมละลายด้านข้างไม่สมบูรณ์ (Lack of Side Wall Fusion) เชื่อมชิ้นงานทดสอบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สปกคลุม (GTAW) โดยใช้ลวดเชื่อม ER70S-G โดยชิ้นงานทดสอบได้ถูกออกแบบให้มีวัสดุที่มีความยาว 20 มิลลิเมตรเชื่อมติดกับชิ้นงานทดสอบเพื่อขัดขวางการหลอมละลายของกระบวนการเชื่อม ทำให้ได้รอยหลอมละลายด้านข้างไม่สมบูรณ์ทำการเชื่อมทับด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก (SMAW) โดยใช้ลวดเชื่อม E7016

3. รูพรุนหรือโพรงอากาศ (Porosity) เชื่อมชิ้นงานทดสอบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สปกคลุม (GTAW) โดยใช้ลวดเชื่อม ER70S-Gและกระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก (SMAW) โดยใช้ลวดเชื่อม E7016 โดยชิ้นงานทดสอบมีสิ่งเจือปนเช่น น้ำมันเหล่อลื่นและใช้พัดลมเป่าขณะทำการเชื่อมทำให้เกิดรูพรุนหรือโพรงอากาศ

3.1.2 เตรียมการถ่ายภาพด้วยรังสีกับชิ้นงาน

ในการดำเนินงานวิจัยในการทดสอบด้วยภาพถ่ายด้วยรังสี สิ่งที่ต้องเตรียมสำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสี ซึ่งตัวแปรต่างๆจะมีผลต่อคุณภาพและความน่าเชื่อถือของการถ่ายภาพด้วยรังสี ดังนี้

1. การกำหนดเทคนิคที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสีกับชิ้นงาน ในการวิจัยใช้ถ่ายภาพแบบผนังด้านเดียว (Single Wall Single Image) โดยชิ้นงานตั้งฉากกับฉากรับภาพ การกำหนดระยะห่างของจุดศูนย์รวมของต้นกำเนิดรังสีกับฉากรับภาพต้องมากพอที่จะทำให้เกิดภาพบนฉากรับภาพครบทุกส่วนของชิ้นงานด้วยการฉายรังสีเพียงครั้งเดียว



รูปที่ 3.1 ถ่ายภาพแบบผนังด้านเดียว (Single Wall Single Image Technique)

โดยที่	Source	คือ ต้นกำเนิดรังสี
	D	คือ ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับต้นกำเนิดรังสี
	SFD	คือ ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับฉากรับภาพ
	Film	คือ ตำแหน่งของฉากรับภาพ
	t	คือ ค่าความหนาของชิ้นงานทดสอบ

2. การคำนวณความไม่คมชัดทางเรขาคณิต (Geometry Unsharpness) ในการวิจัยค่าของความไม่คมชัดทางเรขาคณิตมีผลอย่างมากต่อค่าที่ได้จากการทดสอบ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงใช้การคำนวณค่าความไม่คมชัดทางเรขาคณิต ดังนี้

$$Ug = F*t/SFD \qquad (3.1)$$

โดยที่	Ug	คือ ค่าความไม่คมชัดของภาพ
	F	คือ ขนาดของแหล่งกำเนิดรังสี (mm)
	t	คือ ความหนาของชิ้นงานทดสอบ (mm)
	SFD	คือ ระยะจากแหล่งกำเนิดรังสีถึงฉากรับภาพ (mm)

3. การกำหนดค่าระดับพลังงานรังสีเอกซ์ในการทดสอบ โดยการเลือกค่าพลังงาน (kV) ในการทดสอบจะทำการฉายรังสีที่ระดับพลังงานทั้งหมด 6 ช่วงที่ต่างกันดังตารางที่ 3.1 และในส่วนของค่าปริมาณในการทดสอบรังสีแกมมาที่ 24-25 คูรี่

ตารางที่ 3.1 ค่าระดับพลังงาน(kV)ในการทดสอบ

ลำดับที่	ระดับพลังงาน กิโลโวลต์ (kV)	ระดับมิลลิแอมป์ (mA)	เวลาในการฉายรังสี นาที (min)
1	120	3.0	7.4
2	140	3.0	1.8
3	160	2.0	1.2
4	180	2.2	0.6
5	200	1.2	0.6
6	220	1.2	0.6

4. การเลือกใช้ฉากรับภาพชนิดฟิล์ม (Film Image) ที่ใช้ในการทดสอบจะเป็นยี่ห้อ Kodak โดยใช้ชนิดฟิล์มความไวแสงปานกลาง (AA400) ขนาดฟิล์มที่ใช้กว้าง 88.9 มิลลิเมตร ยาว 215.9 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.2 ฟิล์มที่ใช้ในการทดสอบ

5. การเลือกใช้ฉากรับภาพชนิดดิจิทัล (Image Plate) ที่ใช้ในการทดสอบจะเป็นยี่ห้อ Fuji โดยใช้ชนิดเดียว คือ ชนิด ST-VI ความละเอียดของภาพ 100 ไมโครเมตร (μm) ขนาดกว้าง 355.6 มิลลิเมตร ยาว 431.8 มิลลิเมตร

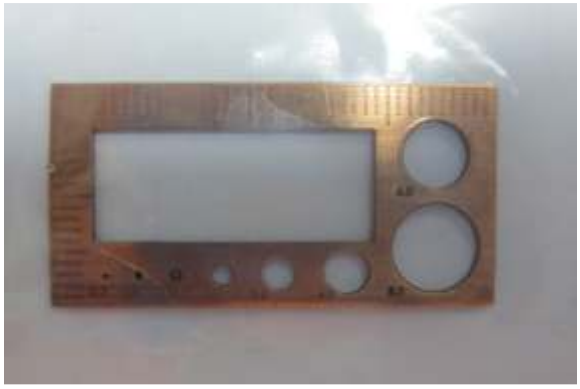
รูปที่ 3.3 ฉากรับภาพที่ใช้ในการทดสอบ

โดยใช้ร่วมกับซองแบบแข็ง Type CC และแผ่นกันการกระเจิงของรังสีขนาด 0.005 มิลลิเมตร (mm)

รูปที่ 3.4 ซองแบบแข็งที่ใช้บรรจุฉากรับภาพ

6) การวางตำแหน่งตัววัดคุณภาพ (IQI) และตัวเทียบขนาดของรอยบกพร่อง (Sample Defect Comparison) บนภาพถ่าย โดยเลือกใช้ตัววัดคุณภาพแบบ EN-462-1 10/16 FE EN และตัวเทียบขนาดของรอยบกพร่องบนภาพถ่ายที่สร้างตามมาตรฐาน GB/T 3233-2005 และ JB/T 4730-2008

รูปที่ 3.5 ตัววัดคุณภาพ (IQI) แบบ EN-462-1 10/16 FE EN



รูปที่ 3.6 ตัวเทียบขนาดของรอยบกพร่อง (Sample Defect Comparison)

รูปที่ 3.7 ตำแหน่งของตัววัดคุณภาพและตัวเทียบขนาด

7. รังสีแกมมาที่ใช้ในการทดสอบมีค่าปริมาณที่ใช้ในการทดสอบที่ 24-25 คูรี่ (Curie)

รูปที่ 3.8 เครื่องกำเนิดรังสีแกมมา

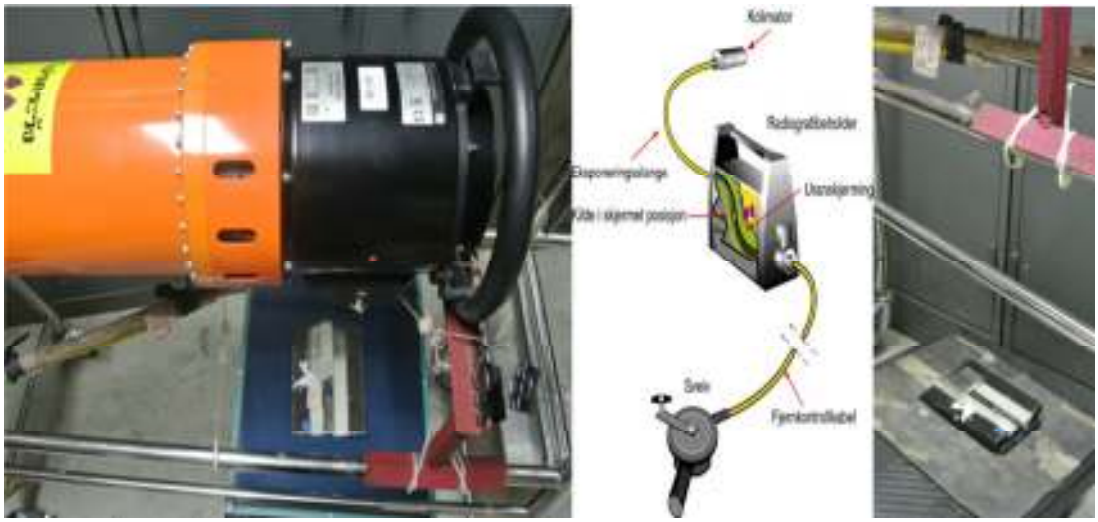
8. ต้นกำเนิดรังสีที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องที่ให้กำเนิดรังสีเอกซ์ ยี่ห้อ GE รุ่น MF3 ขนาดของแหล่งกำเนิดรังสีมีค่าเท่ากับ 3 มิลลิเมตร (mm) ซึ่งให้ค่าพลังงานในการทดสอบสูงสุด 300 กิโลโวลต์ (kV) และ ค่ากระแสสูงสุด 4.5 มิลลิแอมป์ (mA)

รูปที่ 3.9 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ (X-Ray Tube) และแผงควบคุม (Control Unit)

9. การตรวจสอบอุปกรณ์ความปลอดภัยสำหรับผู้ที่ทำการทดสอบและผู้ที่อยู่บริเวณใกล้กับสถานที่ทดสอบ จึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องวัดค่าปริมาณรังสีแบบมิเตอร์สำรวจ (Survey Meter) เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดอันตรายจากการทดสอบ

รูปที่ 3.10 มิเตอร์สำรวจ (Survey Meter)

10. การเตรียมอุปกรณ์การถ่ายภาพด้วยรังสี ในการทดสอบจำเป็นต้องมีการวัดระยะของการจัดวางชิ้นงานและต้นกำเนิดรังสีให้ตรงตามค่าที่ได้กำหนดไว้เพื่อความแม่นยำในการทดสอบ



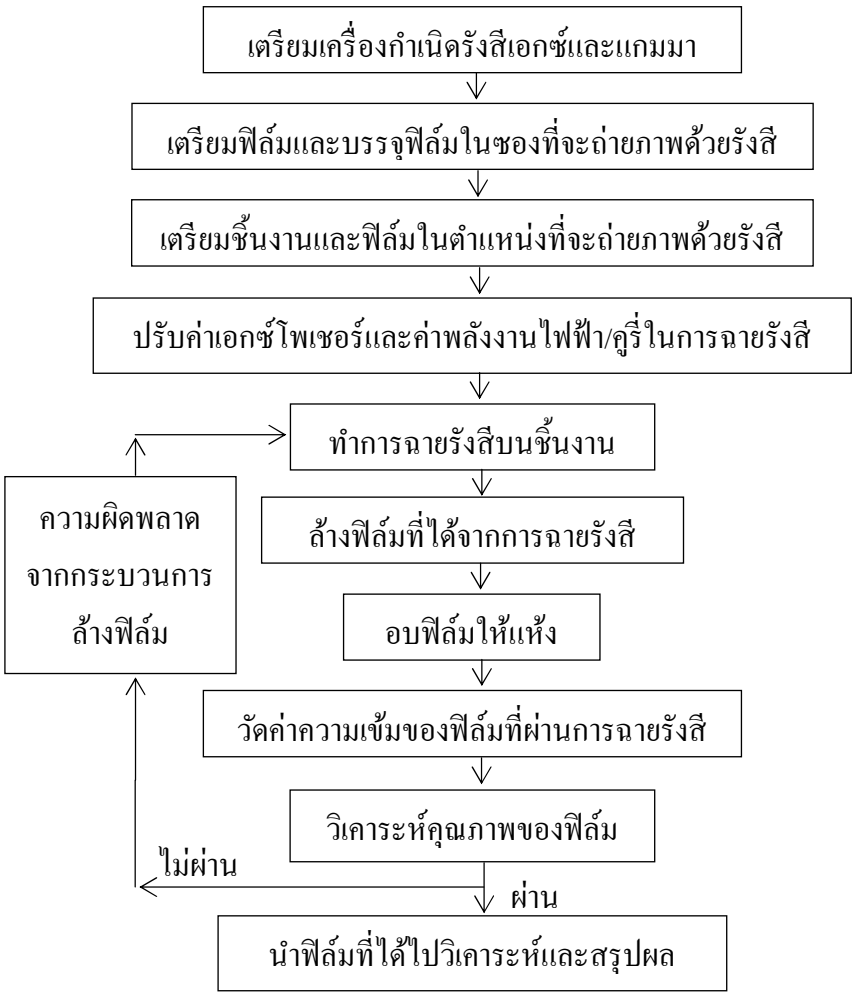
รูปที่ 3.11 ตำแหน่งการวางชิ้นงานและการเตรียมอุปกรณ์

3.1.3 การถ่ายภาพด้วยรังสีในชิ้นงานทดสอบ

เครื่องฉายรังสีที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องที่ให้กำเนิดรังสีเอกซ์ ยี่ห้อ GE รุ่น MF3 ขนาดของแหล่งกำเนิดรังสีมีค่าเท่ากับ 3 มิลลิเมตร (mm) ซึ่งให้ค่าพลังงานในการทดสอบสูงสุด 300 กิโลโวลต์ (kV) และ ค่ากระแสสูงสุด 4.5 มิลลิแอมป์ (mA)และเครื่องฉายรังสีแกมมาที่ให้ค่าปริมาณในการทดสอบที่ 24-25 คูรี่ (Curie) ชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบทำมาจากวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เกรด ASTM A36 ขนาด 12 x 150 x 200 มิลลิเมตร มีรอยบกพร่อง 3 ชนิด ได้แก่ รอยแตกร้าว รอยหลอมละลายด้านข้างไม่สมบูรณ์ และโพรงอากาศ ฟิล์มที่ใช้ในการทดสอบยี่ห้อ Kodak ชนิดความไวแสงปานกลาง ขนาดกว้าง 88.9 มิลลิเมตร ยาว 215.9 มิลลิเมตร และ ฉากรับภาพยี่ห้อ Fuji ชนิด ST-VI ความละเอียดของภาพ 100 ไมโครเมตร (μm) ขนาดยาว 355.6 มิลลิเมตร กว้าง 431.8 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างฟิล์มและฉากรับภาพที่ฉายรังสีกับแหล่งกำเนิด (SFD) 500 มิลลิเมตร สำหรับรังสีแกมมาและ 550 มิลลิเมตร สำหรับรังสีเอกซ์

ค่าความเข้มของฟิล์มที่ยอมรับได้ของค่าต่ำสุดและสูงสุดตามมาตรฐาน ASME Section V Article 2 Edition 2011 คือที่ 1.8 และ 4.0 ในส่วนของตัววัดคุณภาพที่ความหนาชิ้นงานทดสอบ 10-15 มิลลิเมตร จะต้องมองเห็นเส้นลวดเส้นที่ 12 เป็นอย่างน้อย โดยการวางตำแหน่งของตัววัดคุณภาพจะวางด้านแหล่งกำเนิดรังสีตามมาตรฐานเดียวกัน

ขั้นตอนการปฏิบัติการถ่ายภาพด้วยรังสีชนิดฟิล์มมีดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนในการฉายรังสีในการทดสอบ

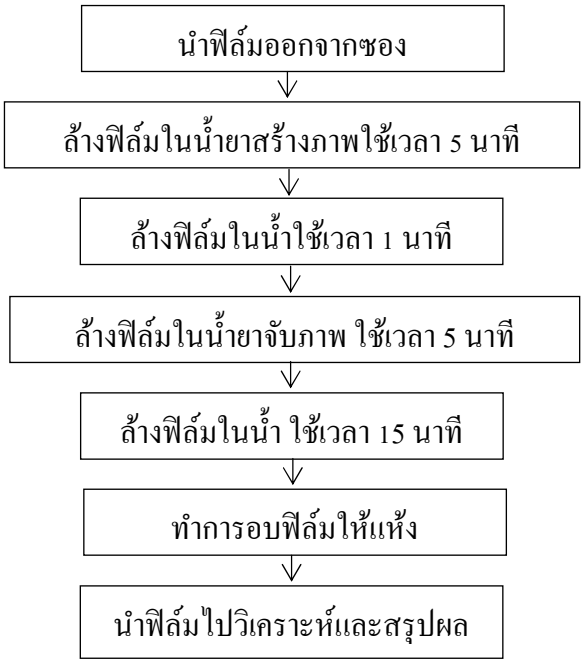
3.1.4 กระบวนการล้างฟิล์ม

1. เตรียมสารเคมีที่จะใช้ ล้างฟิล์มน้ำยาสร้างภาพ (Developer) จะใช้ยี่ห้อโกดัก (Kodak) และน้ำยาจับภาพ (Fixer) จะใช้ยี่ห้อ Kodak ซึ่งกระบวนการล้างฟิล์มจะใช้ห้องล้างฟิล์มที่ควบคุมอุณหภูมิห้องอยู่ที่ 20^{o}C
2. นำฟิล์มที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีล้างด้วยน้ำยาสร้างภาพใช้เวลาประมาณ5 นาที
3. นำฟิล์มที่ผ่านการล้างด้วยน้ำยาสร้างภาพล้างด้วยน้ำใช้เวลา 1 นาที
4. นำฟิล์มที่ผ่านการล้างด้วยน้ำล้างด้วยน้ำยาจับภาพใช้เวลา 5 นาที
5. นำฟิล์มที่ผ่านการล้างด้วยน้ำยาจับภาพล้างด้วยน้ำอีกครั้งใช้เวลา 15 นาที
6. นำฟิล์มที่ผ่านการล้างน้ำทำการอบฟิล์มให้แห้ง

รูปที่ 3.13 อุปกรณ์ในการล้างฟิล์ม

รูปที่ 3.14 อุปกรณ์ในการอบฟิล์ม

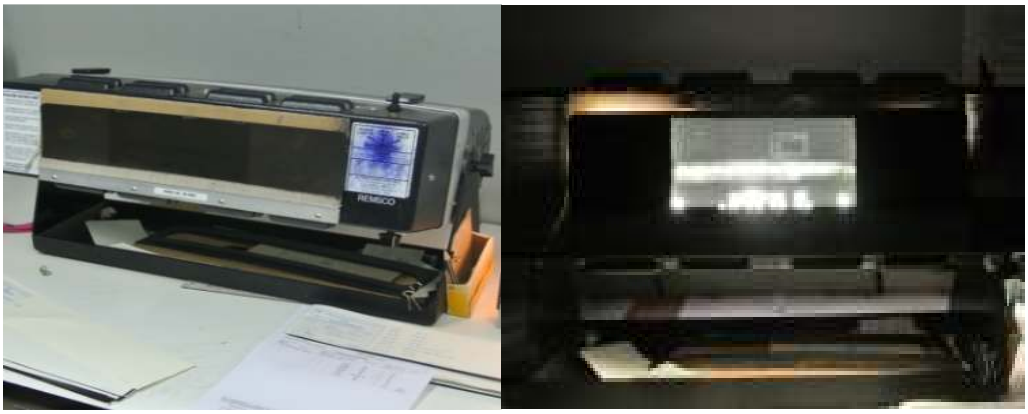
ขั้นตอนการล้างและอบฟิล์มแสดงดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.15 ขั้นตอนในการล้างฟิล์ม

3.1.5 การวัดความเข้มของฟิล์ม

นำฟิล์มที่ผ่านกระบวนการล้างฟิล์มมาวัดความเข้มของฟิล์ม (Density) โดยทำการวัดความเข้มตรงกลางฟิล์มในแต่ละช่วงความหนาของฟิล์มที่ทดสอบทุกครั้ง เครื่องมือที่ใช้วัดค่าความเข้มของฟิล์ม (Densitometer) จะใช้ยี่ห้อ Konica รุ่น PDA-100 ทำการวัดความเข้มของฟิล์มที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสี ตามมาตรฐาน ASME Section V Article 2 Edition 2011 ที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.16 เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบฟิล์ม (Viewer)

รูปที่ 3.17 อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าความเข้มของฟิล์ม (Densitometer)

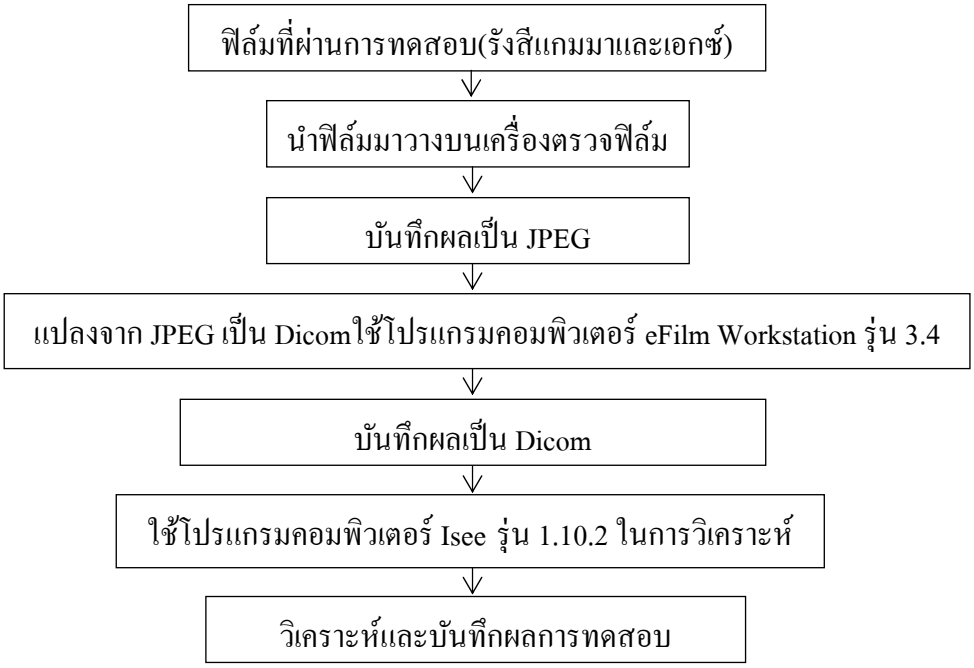
3.1.6 วิธีการแปลงภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มเป็นภาพดิจิทัล

เนื่องจากมีข้อจำกัดในอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มเป็นภาพดิจิทัลโดยการใช้เครื่องบันทึกฟิล์ม (Film Scanner) มี 2 ประการ ดังนี้

1. เครื่องบันทึกฟิล์ม (Film Scanner) ไม่มีใช้ในห้องทดลองและหาได้ยากในห้องทดลองที่อื่นๆ เนื่องจากราคาค่อนข้างสูงประมาณเครื่องล่ะ 3 ถึง 5 ล้านบาท
2. ไม่สามารถใช้เครื่องบันทึกภาพ (Scanner) ที่มีอยู่โดยทั่วไปได้ เนื่องจากเมื่อทำการบันทึกภาพแล้วไม่สามารถนำภาพที่ได้มาวิเคาระห์ผลการทดลองได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องเลือกวิธีการแปลงภาพถ่ายโดยการถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและประหยัด มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดรวมถึงมีคุณสมบัติของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่เทียบเคียงกับฉากรับภาพดิจิทัล (Image Plate) โดยคุณสมบัติของฉากรับภาพมีชนิด ST-VI ความละเอียดของภาพ 100 ไมโครเมตร (μm) ค่าระดับความเข้มสีเทา (Gray Scale) 12 บิทต่อพิกเซล (Bit/Pixel) ดังนั้นจึงเลือกใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัลยี่ห้อ นิคอล (Nikon) รุ่น N1 ซึ่งมีความละเอียดของภาพที่ 10 ล้านพิกเซล (Pixel)และมีค่าระดับความเข้มสีเทา (Gray Scale) 12 บิทต่อพิกเซล (Bit/Pixel) ซึ่งมีคุณสมบัติที่เท่ากัน จึงนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการแปลงภาพถ่ายด้วยรังสีชนิดฟิล์มเป็นภาพดิจิทัล โดยการนำภาพถ่ายมาวางไว้บนเครื่องอ่านฟิล์ม (Viewer) จากนั้นทำการบันทึกภาพในรูปแบบไฟล์นามสกุล JPEG แล้วนำไฟล์ที่ได้ไปแปลงนามสกุลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ eFilm Workstation รุ่น 3.4 แล้วบันทึกผลเป็นนามสกุลไดคอม (Dicom) เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Isee รุ่น 1.10.2 ต่อไป ซึ่งขั้นตอนการแปลงภาพถ่ายได้อธิบายดังรูปที่ 3.18

ขั้นตอนการแปลงภาพจากฟิล์มเป็นดิจิทัล



รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการแปลงภาพจากฟิล์มเป็นดิจิทัล

1. โปรแกรม eFilm Workstation รุ่น 3.4

โปรแกรม eFilm เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์และจัดการภาพถ่ายด้วยรังสีในอุตสาหกรรมทางการแพทย์ ภาพดิจิทัลและข้อมูลจากแหล่งที่มาต่างๆ (รวมถึง CT, MR, หน่วยที่ใช้การคำนวณเป็น US และอุปกรณ์เอกซ์เรย์ดิจิทัล การถ่ายภาพหรือแหล่งที่มาการถ่ายภาพ) สามารถแสดงการวิเคราะห์ประมวลผลการจัดเก็บและการสื่อสารผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมนี้ เมื่อเปิดดูภาพที่ผู้ใช้สามารถดำเนินการปรับเปลี่ยนของความกว้างของหน้าต่างและระดับการซ้อนภาพบันทึกย่อและการวัดพื้นที่ที่น่าสนใจและการปรับเปลี่ยนภาพต่างๆ นอกจากนี้ eFilm สามารถเปลี่ยนนามสกุลของภาพถ่ายจากไฟล์ JPEG เป็นไฟล์ภาพถ่ายนามสกุลไดคอม (Dicom) ซึ่งเป็นไฟล์นามสกุลหลักที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสีระบบดิจิทัลได้อีกด้วย

รูปที่ 3.19 โปรแกรม eFilm Workstation รุ่น 3.4

2. กล้องถ่ายรูปดิจิทัล ยี่ห้อนิคอล (Nikon) รุ่น N1

คุณสมบัติของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลยี่ห้อนิคอล (Nikon) รุ่น N1 รุ่น V1 เมื่อถ่ายภาพแล้วจะให้ความละเอียดของภาพสูงถึง 10 ล้านพิกเซล (Pixel) และมีความละเอียด (Dynamic Resolution) 12 บิทต่อพิกเซล (Bit/Pixel)

รูปที่3.20 กล้องถ่ายภาพดิจิทัลยี่ห้อนิคอล รุ่น N1

3. โปรแกรม ISee! Version 1.10.2

หน่วยงานกลางเพื่อการวิจัยและทดสอบวัสดุของสถาบันเพื่อการวิจัยและทดสอบวัสดุแห่งชาติประเทศเยอรมัน (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung - Federal Institute for Materials Research and Testing: BAM) ได้ทำการสร้าง ปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรม ISee! Version 1.10.2 ดังแสดงในรูปที่ 3.21 สำหรับวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสี

ระบบดิจิทัล ที่อยู่ภายใต้การทำงานของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ซึ่งโปรแกรม ISee! Version 1.10.2 ไม่ได้ทำหน้าที่เพียงเพื่อใช้ในการดูภาพเท่านั้น แต่วัตถุประสงค์หลักของโปรแกรม ISee! Version 1.10.2 คือการวิเคราะห์การวัดค่าต่างๆจากข้อมูลภาพที่ได้ เช่น การหาค่าความละเอียดของภาพที่ใช้ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อมูลภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีระบบดิจิทัลและข้อมูลภาพที่ได้จากรังสีวิทยาในเชิงอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติหลักของโปรแกรม ISee! Version 1.10.2 มีหลายประการ แต่ในการนำโปรแกรมมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ มีการใช้คุณสมบัติหลักของโปรแกรมดังต่อไปนี้

3.1 โปรแกรมได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้รองรับไฟล์นามสกุล DICOM และ DICONDE ซึ่งเป็นไฟล์นามสกุลหลักที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสีระบบดิจิทัล

3.2 ความสามารถในการแสดงผลและการประเมินผลของข้อมูลภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีระบบดิจิทัลได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์แบบ โดยไม่ต้องรอการประมวลผลในขณะที่ทำการย่อหรือขยายข้อมูลภาพที่ได้และสามารถปรับค่าระดับความเข้มสีเทา (Gray Value) ได้ตามต้องการ

3.3 สามารถเลือกบริเวณที่สนใจหรือที่ต้องการทดสอบในบางส่วนของข้อมูลภาพได้ ทำให้ลดค่าความบิดเบือนของค่าระดับความเข้มสีเทา (Gray Value) และปรับปรุงอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal To Noise Ratio) ให้ดีขึ้น

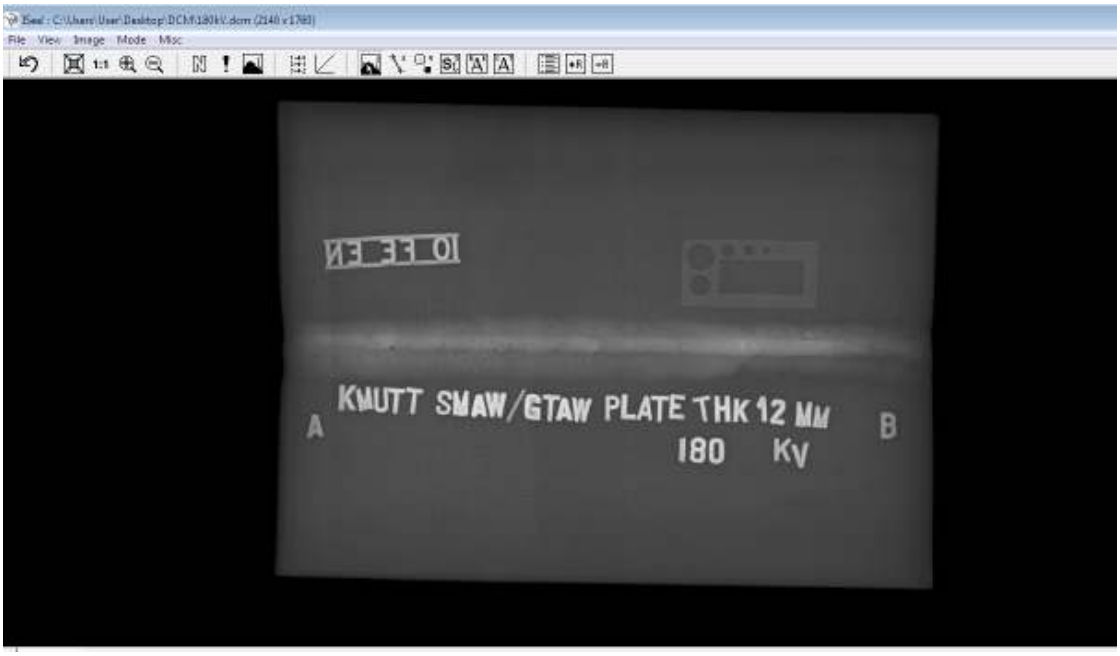
3.4 สามารถแสดงกราฟของค่าระดับความเข้มสีเทา (Gray Value) และข้อมูลภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้พร้อมกัน ทำให้ง่ายในการพิจารณาข้อมูลภาพที่ได้จากการทดสอบ

3.5 สามารถสร้างโปรไฟล์ (Profile) ได้สูงถึง 999 โปรไฟล์ (Profile) เพื่อการให้สามารถนำข้อมูลแต่ละโปรไฟล์ (Profile) มาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างกันหรือจัดส่งข้อมูลที่ได้ไปยังแฟ้มภายนอก สำหรับการประมวลผลต่อไปได้

3.6 สามารถทำการวัดค่าระยะห่างของจุดบนภาพได้พร้อมทั้งแสดงค่าระดับความเข้มสีเทา (Gray Value) ในแต่ละจุดที่ทำการวัดค่าและคำนวณค่าความแตกต่างของความเข้มของแต่ละจุดบนภาพได้โดยใช้หลักการลดทอนเชิงเส้น

3.7 สามารถประมวลผลข้อมูลภาพที่ได้จากการทดสอบ โดยการใช้ตัวกรองภาพ (Image Filter) และสามารถปรับข้อมูลของตัวกรองภาพแต่ละชนิดได้เพื่อให้ข้อมูลภาพที่ได้เป็นไปตามความต้องการ

3.8 สามารถคำนวณค่าทางสถิติของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีระบบดิจิทัลในแต่ละจุดของข้อมูลภาพ เช่น การหาค่าความเข้มสูงสุด การหาค่าความต่ำสุด การหาค่ากลางของข้อมูลภาพ รวมถึงการหาค่าอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio) เป็นต้น



รูปที่ 3.21 โปรแกรม ISee! Version 1.10.2

3.1.7 กระบวนการแปรผลของฉากรับภาพชนิดดิจิทัล

1. การแปรผลของฉากรับภาพหลังจากการถ่ายภาพด้วยรังสี เมื่อสแกนด้วยลำแสงเลเซอร์ของเครื่องสแกน Fuji Dynamix HR การเรืองแสงจากการกระตุ้นด้วยรังสีที่เปล่งออกมาจะถูกอ่านและส่งผ่านหลอดรับแสงจากการกระตุ้นด้วยลำแสงเลเซอร์ (Photo-Multiplier Tube: PMT) ไปยังส่วนอ่านความเข้มแสงในแต่ละบริเวณและแปลงค่าที่อ่านได้เป็นสัญญาณไฟฟ้า

รูปที่ 3.22 เครื่องสแกนฉากรับภาพชนิดดิจิทัล

2. การบันทึกสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Fuji DynaView และบันทึกในลักษณะไฟล์นามสกุลไดคอม (DICOM) เพื่อบันทึกประวัติวันที่และเวลาของไฟล์ (File) ในการทดสอบ

รูปที่ 3.23 โปรแกรม Fuji DynaView

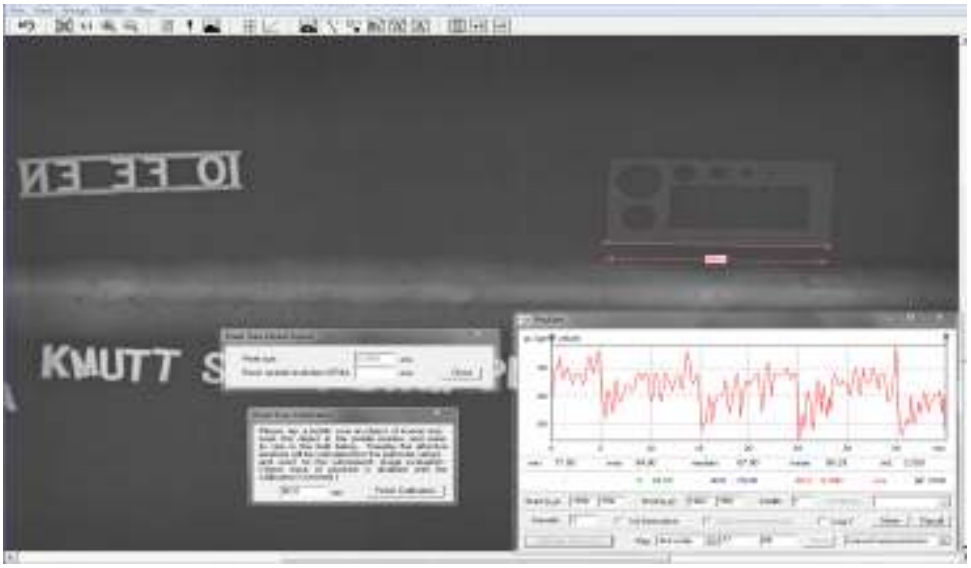
ขั้นตอนในการถ่ายภาพด้วยรังสีระบบดิจิทัลมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

รูปที่ 3.24 ขั้นตอนของการฉายรังสีในการทดสอบ

3.2 กระบวนการวัดขนาดรอยบกพร่องของภาพถ่ายด้วยรังสีจากการทดสอบ

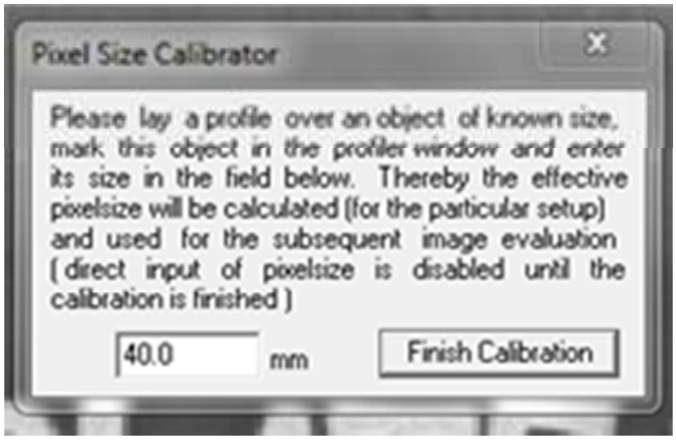
หลังจากผ่านกระบวนการทั้งหมดมาแล้ว จึงนำภาพถ่ายด้วยรังสีที่ได้มาทำการวัดขนาดรอยบกพร่องของภาพจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม Isee! Version 1.10.2 โดยทำการสอบเทียบในตัวโปรแกรมเองกับตัวอย่างรอยบกพร่อง (Sample Defect) ก่อนทำการวัดขนาดของรอยบกพร่องโดยเลือกขนาดวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และ 8 มิลลิเมตรในทุกๆค่าพลังงานในการทดสอบชิ้นงาน พร้อมทั้งทำการบันทึกผลค่าที่ได้ตามค่าพลังงานและชนิดของรังสีที่ใช้ในการทดสอบดังนี้

1. การสอบเทียบในตัวโปรแกรมกับตัวอย่างรอยบกพร่อง (Sample Defect) ซึ่งได้ออกแบบให้มีขนาดกว้าง 20 มิลลิเมตรและยาว 40 มิลลิเมตร โดยการลากเส้นผ่านตัวอย่างรอยบกพร่องตามความยาวของชิ้นงาน จะปรากฏฟังก์ชั่น Pro Filer จะมีกราฟของค่าระดับความเข้มสีเทา (Gray Value) จากนั้นให้ลากเส้นตามกราฟนั้น จะได้ค่าความละเอียดจำนวนพิกเซล (Pixel) หลังจากนั้นโปรแกรมจะปรากฏฟังก์ชั่น Pixel Size Calibrator ขึ้นมาจึงใส่ค่าที่ทราบจากความยาวตัวอย่างรอยบกพร่องลงไปที่ฟังก์ชั่นนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะประมวลผลจากค่าความละเอียดจำนวนพิกเซล (Pixel) ปีนมิลลิเมตร จากนั้นทำการวัดขนาดของรอยบกพร่องโดยเลือกขนาดวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และ 8 มิลลิเมตรในทุกๆค่าพลังงานในการทดสอบชิ้นงานแล้วจึงทำการบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง แสดงดังรูปที่ 3.25



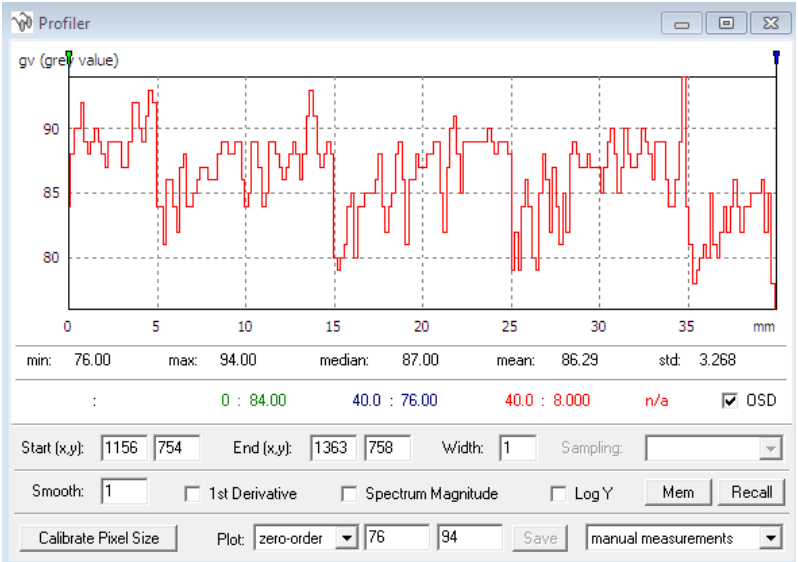
รูปที่ 3.25 การวัดขนาดของรอยบกพร่อง

การสอบเทียบด้วยโปรแกรม Isee! Version 1.10.2 โดยการใช้ฟังก์ชั่น Pixel Size Calibrator เพื่อให้ค่าการวัดมีความแม่นยำและใช้ในการอ้างอิงระยะที่ใช้ในการวัดขนาดต่อไป



รูปที่ 3.26 ฟังก์ชั่น Pixel Size Calibrator ของโปรแกรม Isee! Version 1.10.2

2. การวัดขนาดของรอยบกพร่องบนชิ้นงานทดสอบ โดยการใช้ฟังก์ชั่น Pro Filer ของโปรแกรม Isee! Version 1.10.2 ทำการวัดขนาดของรอยบกพร่องในทุกๆค่าพลังงานในการทดสอบชิ้นงานแล้วจึงทำการบันทึกผลลงในคอมพิวเตอร์

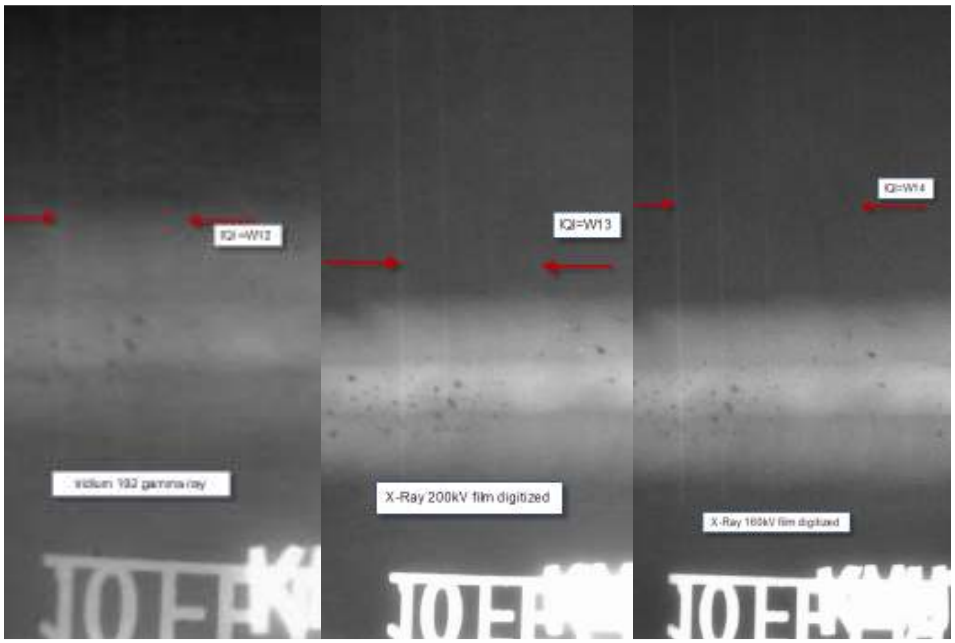


รูปที่ 3.27 ฟังก์ชั่น Pro Filer ของโปรแกรม Isee! Version 1.10.2

3.3 กระบวนการวัดคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสีจากการทดสอบ

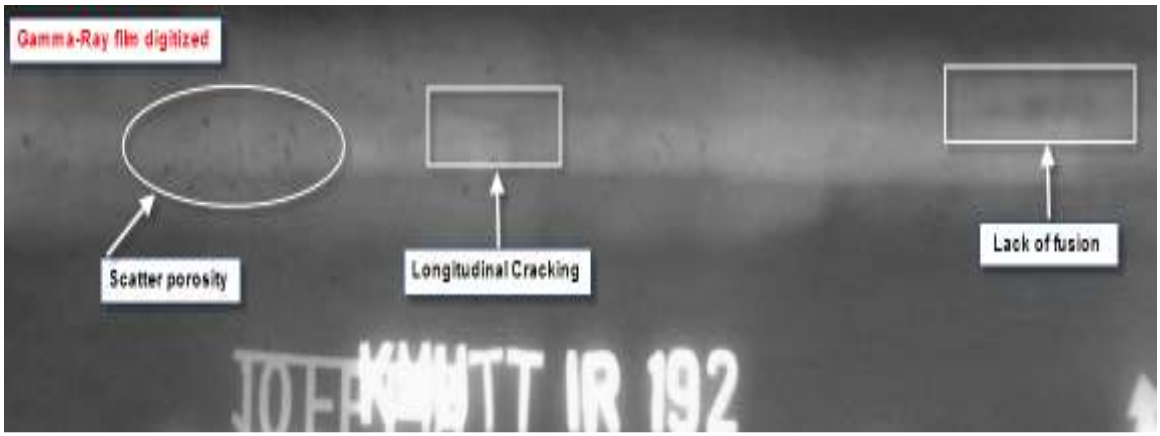
หลังจากผ่านกระบวนการทั้งหมดมาแล้ว จึงนำภาพถ่ายด้วยรังสีที่ได้มาทำการวัดคุณภาพของภาพจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม Isee! Version 1.10.2 โดยทำการวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดขนาดที่เล็กที่สุดของตัววัดคุณภาพ (IQI) และการวิเคราะห์และประมวลผลชนิดของรอยบกพร่องที่พบบนภาพว่าตรงตามที่ออกแบบไว้ในชิ้นงานหรือไม่ โดยทำการวัดคุณภาพในทุกๆค่าพลังงานในการทดสอบชิ้นงาน พร้อมทั้งทำการบันทึกผลค่าที่ได้ตามค่าพลังงานและชนิดของรังสีที่ใช้ในการทดสอบดังนี้

1. การวัดคุณภาพจากการมองเห็นเส้นลวดขนาดที่เล็กที่สุดของตัววัดคุณภาพ (IQI) ตามมาตรฐานของ ASME Section V Article 2 Edition 2011 กำหนดไว้ที่ชิ้นงานทดสอบที่มีความหนา 10-15 มิลลิเมตร จะต้องมองเห็นเส้นลวดเบอร์ที่ 12 เป็นอย่างน้อย ดังแสดงในรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 การวัดคุณภาพโดยตัววัดคุณภาพ (IQI)

2. การวัดคุณภาพจากการวิเคราะห์และประมวลผลภาพถ่ายด้วยรังสีที่ได้รับจากการทดสอบชิ้นงานตามรอยบกพร่องที่พบบนภาพถ่ายจากการออกแบบไว้ในชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 การวัดคุณภาพโดยการวิเคราะห์และประมวลผลภาพถ่าย

3. เมื่อทำการทดสอบตามค่าของพลังงานโดยเปลี่ยนไปตามการทดสอบ ผลของการวัดขนาดของรอยบกพร่องและคุณภาพของภาพถ่ายด้วยรังสีในแต่ละช่วงของแต่ละค่าพลังงานที่ทดสอบและการบันทึกผลการทดสอบแสดงในบทที่ 4