

การจัดการความรู้เรื่อง การตรวจสอบโดยไม่ทำลายโดยการถ่ายภาพด้วยรังสี

เจ้าขององค์ความรู้



น.ต. สุภาพ นิจจายะ



น.ต. สุชีพ คำล้ำเลิศ

1. วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบโดยใช้รังสีเอกซ์ สำหรับการตรวจสอบความไม่ต่อเนื่องของโลหะและอโลหะ

2. ขอบเขต

เอกสารครอบคลุมถึง เทคนิคการถ่ายภาพ การล้างฟิล์ม และเทคนิคการอ่านฟิล์ม

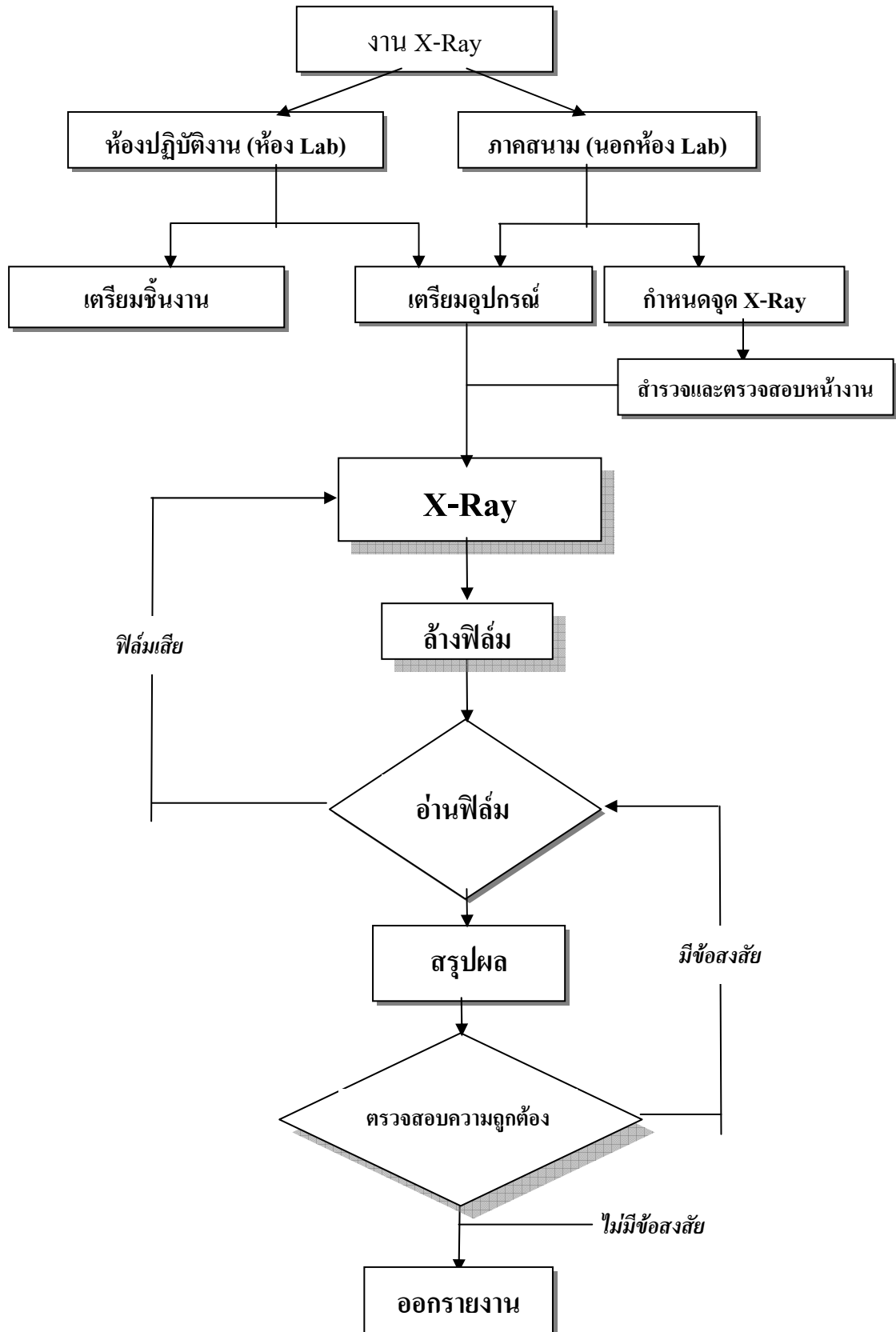
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดสอบ

- 3.1 เครื่องถ่ายภาพรังสีเอกซ์
- 3.2 เครื่องวัดปริมาณรังสี
- 3.3 ฟิล์ม
- 3.4 เครื่องวัดปริมาณรังสี
- 3.5 ชุดอุปกรณ์ล้างฟิล์ม
- 3.6 เครื่องอ่านฟิล์ม

4. เอกสารอ้างอิง

- 4.1 คู่มือการอบรมการตรวจสอบโดยไม่ทำลายโดยวิธีการถ่ายภาพด้วยรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์
- 4.2 Structural Welding Code Steel (D1.1) American Welding Society 2006

ขั้นตอนการ X-Ray กคก.กพช.อร.



Check List การล้างฟิล์ม	
สำหรับงาน.....	
หมายเลขฟิล์ม.....	กระแสไฟฟ้า.....แอมแปร์
ความต่างศักย์..... โวลต์	ระยะเวลาการฉายรังสี.....นาทีก
ตรวจสอบและเตรียมความพร้อมก่อนการล้างฟิล์ม	
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบคุณภาพของน้ำยา ดีเวลลอปเปอร์ สโตอปบาช ฟิกซิง 2. เปิดเครื่องทำความเย็นเพื่อทำความเย็นให้กับน้ำยา ดีเวลลอปเปอร์ สโตอปบาช ฟิกซิง รอประมาณ 30 นาที 3. ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำยาดีเวลลอปปีง ควรรอยู่ในช่วง 20 องศาเซลเซียส 4. ทดลอง เปิด/ปิด สวิตช์เครื่องวัดความดำของฟิล์ม (Densitometer) 5. ทดลองเปรียบเทียบเครื่องวัดความดำของฟิล์ม (Densitometer) โดยใช้ฟิล์มมาตรฐาน 6. เปิดหน้าห้องล้างฟิล์ม ไฟ ล้างฟิล์ม จะแสดงเพื่อให้บุคคลภายนอกทราบว่ามีการล้างฟิล์ม 7. ปรับสายตาในห้องมืดเป็นเวลา 10-15 นาที 8. เปิดช่องฟิล์มและติดฟิล์มเข้ากับที่จับฟิล์ม จับขอบฟิล์ม อย่าให้ฟิล์มถูกรอยนิ้วมือและถูกขูดขีด 	
กระบวนการล้างฟิล์ม	
<ol style="list-style-type: none"> 9. นำฟิล์มล้างในน้ำยาดีเวลลอปเปอร์ ใช้เวลาประมาณ 5-8 นาที ระหว่างการดีเวลลอปปีงควรร เขย่า ฟิล์มเป็นครั้งคราวเพื่อไล่ฟองอากาศที่เกาะที่ผิวฟิล์ม 10. ยกฟิล์มขึ้นจากถังน้ำยาดีเวลลอปเปอร์ ให้น้ำยาดีเวลลอปเปอร์ ไหลหยดจากฟิล์มสัก 1-2 วินาที 11. จุ่มฟิล์มลงในสโตอปบาช เขย่า ฟิล์มขึ้นลงตลอดเวลา ใช้เวลาล้างในน้ำยาสโตอปบาชประมาณ 1-2 นาที 12. ยกฟิล์มขึ้นจากถังน้ำยาสโตอปบาช ให้น้ำยาสโตอปบาช ไหลหยดจากฟิล์มสัก 1-2 วินาที 13. จุ่มฟิล์มลงในน้ำยาฟิกเซอร์ เขย่า ฟิล์มบ่อยๆ ในช่วงแรกๆ เท่านั้น หลังจากนั้นไม่ต้องเขย่าเพราะจะทำให้เจลลาตินไม่อยู่ตัว 14. อย่า ใช้เวลาเกิน 15 นาที การใช้เวลานานเกินไปอาจทำให้เกิดการบวมของอิมัลชัน ทำให้อิมัลชันไม่อยู่ตัว ทำให้ฟิล์มมีความดำน้อยกว่าที่ควรเป็น หรือทำให้ฟิล์มแห้งช้าลง 15. จุ่มฟิล์มลงในถังน้ำหรือใช้ระบบน้ำไหลเวียนผ่านฟิล์ม ใช้เวลาเป็น 2 เท่าของเวลาฟิกซิง 16. จุ่มฟิล์มลงในน้ำยาเวตติงประมาณ 5 นาที 17. ยกฟิล์มขึ้นจากถังน้ำยาเวตติง ให้น้ำยาเวตติง ไหลหยดจากฟิล์มสัก 1-2 วินาที 18. เปิดไฟในห้องล้างฟิล์ม เนื่องจากภายหลังการล้างฟิล์มเสร็จแสงไม่สามารถทำให้ฟิล์มเสียหายได้ 19. ตรวจสอบ ที่จับและฟิล์มต้องยึดติดกันแน่น 20. วางฟิล์มให้ห่างกันพอสมควร อย่า วางฟิล์มใกล้กันหรือใกล้กับผนังตู้อบเพราะฟิล์มอาจจะติดกันหรือติดกับผนังตู้อบ 21. เมื่อฟิล์มแห้งแล้วให้นำฟิล์มออกจากที่จับ เชียบฟิล์มกับกระดาษเพื่อป้องกันการขูด 22. เขียนหมายเลขฟิล์มไว้บนกระดาษโดยระบุ ขนาดกระแส ความต่างศักย์ เวลาในการถ่าย วันที่ถ่าย 23. จัดบันทึกชั่วโมงการใช้งานของน้ำยาดีเวลลอปเปอร์ สโตอปบาช ฟิกซิง 	

รายละเอียดขั้นตอนการ X-Ray

การทดสอบโดยใช้ภาพถ่ายรังสี (Radiographic Testing) หรือที่เราเรียกว่า การ X-Ray นับเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non Destructive Testing) ซึ่งในภาคทฤษฎีสามารถหาอ่านได้จากตำราของ กพช.อร. หรือ ของ พูจิอิ ซาโต และอีกหลาย ๆ เล่ม แต่ในส่วนนี้จะขอกล่าวถึงขั้นตอนการปฏิบัติงาน X-Ray ของเจ้าหน้าที่ กคก.กพช.อร.

งาน X-Ray ที่ กคก.กพช.อร. ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ห้องแล็บ (ห้องปฏิบัติงาน)
 2. ภาคสนาม (นอกห้องปฏิบัติงาน)
1. ห้องแล็บ หรือห้องปฏิบัติงาน อยู่ในพื้นที่ที่มีฉากตะกั่วปิดกั้นสามารถควบคุมปริมาณรังสีให้อยู่ในปริมาณที่ปลอดภัยได้
 2. ภาคสนาม หรือนอกห้องปฏิบัติงาน ซึ่งอยู่ในพื้นที่เปิดไม่มีฉากตะกั่วกั้นทำให้ควบคุมความปลอดภัยจากปริมาณรังสี X-Ray กระทำได้ยาก ทำให้ต้องมีข้อที่ต้องปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานมากกว่าการ X-Ray ในห้อง Lab

ภาคสนาม

ขั้นที่ 1 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการ X-Ray ดังนี้

1. เครื่อง X-Ray Smart 225 Kv max
2. เครื่องตรวจวัดปริมาณรังสี
3. แผ่นฟิล์มตรวจวัดปริมาณรังสีประจำตัว
4. ตลับเมตรวัดระยะ
5. ไกด์ชี้ทิศทางรังสี
6. ฉากตะกั่ว
7. ขาดังรองรับเครื่อง X-Ray และเชือกสำหรับยึดเครื่องฯ
8. สัญญาณไฟเตือนพื้นที่ X-Ray พร้อมเครื่องหมายและแถบกั้นกำหนดขอบเขตของรังสี
9. ฟิล์ม X-Ray Agfa D7
10. อักษรตะกั่วสำหรับติดฟิล์ม
11. เทปใสติดตัวอักษร และ Pressure Tape สำหรับติดแผ่นฟิล์ม
12. แผ่นตะกั่วรองฟิล์ม
13. แบบกำหนดตำแหน่งจุดวัด
14. แม่เหล็กติดฟิล์ม

ขั้นที่ 2 กำหนดจุด X-Ray

1. แปลนโครงสร้างชิ้นงานที่ทำการตรวจสอบ
2. กำหนดจุด X-Ray ตามมาตรฐาน Mil 1689 A หรือตามที่ร้องขอ

ขั้นที่ 3 การสำรวจและตรวจสอบหน้างาน

1. แบบแปลนโครงสร้างที่จะทำการตรวจสอบ เพื่อกำหนดขอบเขตหรือพื้นที่ ที่จะทำการ X-Ray (ที่ติดตั้งเครื่อง X-Ray แหล่งกำเนิดรังสี) และ กำหนดพื้นที่ควบคุมสำหรับผู้ปฏิบัติงาน (อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสี = ความยาวของสายไฟที่ต่อจากเครื่องควบคุมถึงเครื่อง X-Ray แหล่งกำเนิดรังสี = 50 ม.) รวมทั้ง พื้นที่ปลอดภัยสำหรับบุคคลทั่วไป (จะต้องอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสี มากกว่า 100 ม. หรือในพื้นที่ที่ เครื่องตรวจวัดปริมาณรังสีตรวจสอบแล้วพบว่าไม่มีปริมาณรังสี)
2. แปลนที่กำหนดตำแหน่งในการติดตั้งฟิล์ม เพื่อทำการตรวจสอบสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ที่อยู่ใน ตำแหน่งติดฟิล์ม และตำแหน่งติดตั้งเครื่อง X-Ray ทำการบันทึกลงในแบบบันทึกเก็บเป็นข้อมูล ประกอบการวิเคราะห์อ่านฟิล์ม
3. ตรวจสอบชิ้นงาน ความกว้าง ยาว และความหนา รวมทั้งเนื้อวัสดุหรือประเภทของวัสดุ เพื่อนำมาประกอบการตั้งค่าที่ใช้ในการ X-Ray
4. ตรวจสอบระยะห่างของแหล่งกำเนิดรังสีกับบริเวณที่ติดฟิล์มหน้างานว่ามีระยะเพียงพอหรือไม่ (โดยปกติต้องการระยะห่าง 0.7 ม.)

ขั้นที่ 4 X-Ray

1. ติดตั้งเครื่อง X-Ray ประกอบด้วยชุดควบคุมการทำงาน แหล่งกำเนิดรังสี
2. ติดแผ่นฟิล์มตรวจวัดปริมาณรังสีประจำตัวสำหรับเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน X - Ray
3. ทำการตรวจสอบการแพร่คลื่นรังสี โดยใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณรังสีเป็นเครื่องตรวจวัด เพื่อนำมากำหนดขอบเขตพื้นที่การแพร่รังสี และพื้นที่ปลอดภัย
4. กำหนดพื้นที่ปฏิบัติงานและพื้นที่ปลอดภัย โดยใช้สัญญาณไฟเตือน แถบเครื่องหมายกั้นรังสี
5. ตัดรหัสประจำฟิล์มที่ทำการ X-Ray ประกอบด้วย ตำแหน่ง, ว.ด.ป., KV., ระยะเวลา, ทิศทางการติดฟิล์ม พร้อมติด IQI เพื่อเป็นการวัดคุณสมบัติของภาพ ขนาดของ IQI ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงานที่ทำการตรวจสอบ (IQI เป็นตัวบอกคุณภาพของการถ่ายภาพ)
6. ติดตั้งฟิล์มในตำแหน่งที่กำหนดไว้ตามขั้นตอนการกำหนดจุดวัด พร้อมตรวจสอบหัวฉายรังสีให้อยู่ในตำแหน่งโดยให้หัวที่ฉายรังสีอยู่ห่างจากชิ้นงานประมาณ 70 ซม.
7. กำหนดปริมาณรังสีและระยะเวลาที่ใช้ ในการ X - Ray เพื่อนำมาตั้งค่าในชุดควบคุมการทำงาน
8. ดำเนินการ X-Ray หลังจากการตั้งค่าต่าง ๆ เรียบร้อย และต้องตรวจสอบความปลอดภัยของผู้ที่ปฏิบัติงาน และผู้ที่อยู่ใกล้บริเวณที่ปฏิบัติงาน
9. ฟิล์มที่ใช้ในการ X-Ray ทั้งที่ X-Ray แล้วและฟิล์มใหม่ ต้องเก็บให้ห่างจากพื้นที่ทำการ X-Ray

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากการโดยรังสีซ้ำอีกครั้งกับฟิล์มได้

ขั้นที่ 5 ล้างฟิล์ม

โดยใช้น้ำยา Fixer Agfa G328 , น้ำยา Developer Agfa G128 และน้ำเปล่า

ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการล้างฟิล์ม ดังนี้

1. เตรียมน้ำยาโดยการผสมตามอัตราส่วนซึ่งระบุส่วนผสมอยู่ข้างขวด
2. เดินเครื่องทำความเย็นเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของน้ำยาล้างฟิล์ม โดยให้อุณหภูมิใกล้เคียงมาตรฐานคือ 20 C ให้มากที่สุด
3. จัดเตรียมฟิล์มที่จะล้างพร้อมอุปกรณ์ที่ใช้ในการล้างฟิล์มให้พร้อม ผู้ปฏิบัติจะต้องเข้าใจถึงขั้นตอนการล้างฟิล์มโดยละเอียด เมื่อพร้อมให้ทำการดับไฟฟ้าแสงสว่างในห้องล้างฟิล์ม เริ่มล้างฟิล์มได้
4. นำชองฟิล์มมาแกะ แล้วดึงฟิล์มออกมาจากชองประมาณ 1 นิ้ว โดยการจับที่สันฟิล์ม นำเร็คที่ติดฟิล์มมาประกบกับขอบฟิล์มที่อยู่พ้นชอง ทำการล๊อคให้เรียบร้อยทดสอบโดยการดึงเร็คเบา ๆ จนมั่นใจว่าฟิล์มที่ติดกับเร็คไม่หลุด ให้ทำการดึงฟิล์มออกจากชองทั้งหมด
5. นำฟิล์มที่ดึงออกมาใส่ลงในชองน้ำยาล้างฟิล์ม Developer โดยค่อย ๆ หย่อนฟิล์มลงจนท่วมน้ำยาพร้อมกับเขย่าเร็ค เพื่อเป็นการไล่ฟองอากาศ และเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างฟิล์มกับซิลเวอร์โบมายส์ที่เคลือบผิวฟิล์ม
6. นำฟิล์มที่ออกจากน้ำยา Developer ล้างน้ำเปล่าให้สะอาดแล้วนำฟิล์มที่ล้างน้ำแล้วจุ่มลงในน้ำยา Fixer และเขย่าตามระยะเวลาที่วัดได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิเทียบกับเวลาที่ต้องจุ่มลงในน้ำยา
7. นำฟิล์มที่ล้าง น้ำยา Fixer จนได้ระยะเวลาที่กำหนด แล้วล้างน้ำเปล่าให้สะอาดนำไปเข้าคูบเพื่อให้ฟิล์มแห้ง
8. เมื่อนำฟิล์มออกจากน้ำยา Fixer (ก็เปิดไฟได้)
9. นำฟิล์มมาวัดความเข้ม ว่าได้ตามที่กำหนดหรือไม่ ถ้าได้ตามที่กำหนดก็ทำการ X-Ray ต่อได้เลย แต่ถ้าความเข้มยังไม่ได้ก็ทำการปรับ KV และเวลาต่อไป

ข้อควรระวัง

1. อย่าจับฟิล์มโดยตรงเพราะทำให้เกิด รอยบกดพร่องปลอมได้
2. เวลาฉีกฟิล์ม ระวังอย่าให้ฟิล์มตก (ในห้องล้างฟิล์มจะมีดมาก)
3. ในการติดฟิล์มกับโครงควรดูให้แน่นเพราะเวลาเขย่าฟิล์มอาจหลุดได้
4. ในการหย่อนฟิล์มลงน้ำยาระวังอย่าให้ฟิล์มติดกันเพราะจะทำให้น้ำยาทำปฏิกิริยาไม่ทั่วถึง
5. ในการล้างน้ำเปล่าควรล้างให้สะอาดจริงๆเพราะอาจทำให้เกิดคาบได้(เป็นรอยบกดพร่องปลอม)
6. ไม่ควรล้างฟิล์มครั้งละมากๆเพราะจะทำให้ฟิล์มติดกันและเป็นรอยที่ฟิล์ม
7. การสังเกตน้ำยาว่าเสื่อมหรือไม่ ดูจากสีว่าดำมากหรือไม่ ดูตะกอนของน้ำยาล้างฟิล์มกลั่น เหม็นหรือเปล่าถ้ามีสิ่งพวกนี้ควรจะเปลี่ยนน้ำยาเลยดีกว่า เพราะนำฟิล์มมาล้างฟิล์มอาจจะเสียไปด้วย

ขั้นที่ 6 อ่านฟิล์ม/วิเคราะห์

ขั้นที่ 7 สรุปผล

ขั้นที่ 8 ตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 9 ออกรายงาน

ขั้นตอนการล้างฟิล์ม

1. ดีเวลลอปิง (Developing)

วัตถุประสงค์	เป็นขบวนการสร้างภาพโดยการรีดิวส์เงิน โบรไมด์ที่ถูกรังสีให้เป็นโลหะเงินสีดำโดยใช้สารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง
อุณหภูมิ	68 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 20 องศาเซลเซียส
เวลา	5 ถึง 8 นาที
ข้อควรระวัง	<ul style="list-style-type: none"> ● ควบคุมอุณหภูมิ ให้ได้ประมาณ 68 องศาฟาเรนไฮต์หรือ 20 องศาเซลเซียส ● ต้องควบคุมเวลาให้ถูกต้อง เพราะถ้านานเกินไปจะทำให้เกิด fog และฟิล์มจะดำเกิน แต่ถ้าเวลาน้อยเกินไปความดำก็จะไม่ได้ตามที่เรต้องการ ● ควรเขย่าฟิล์มเป็นครั้งคราวเพื่อไล่ฟองอากาศที่เกาะที่ผิวฟิล์ม ● ควรตรวจสอบคุณภาพของน้ำยา และจดบันทึกการใช้งานทั้งปริมาณฟิล์มที่ล้าง และอายุการใช้งานด้วย

2. สต๊อปบัท(Stop Bath)

วัตถุประสงค์	เป็นขบวนการทำให้สารละลายดีเวลลอปเปอร์ที่ตกค้างอยู่ให้เป็นกลางโดยใช้สารละลายที่มีสภาพเป็นกรด น้ำสต๊อปบัทเป็นส่วนผสมระหว่างกรดอะซิติกกับน้ำ หรือถ้าจำเป็นใช้น้ำธรรมดาให้ไหลผ่านฟิล์มก็ได้
อุณหภูมิ	อุณหภูมิห้อง
เวลา	1 ถึง 2 นาที
ข้อควรระวัง	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรให้น้ำยาคีเวลลอปเปอร์ ไหลหยดจากฟิล์มสัก1-2 วินาทีก่อนที่จะจุ่มฟิล์มลงในสต๊อปบัท ● ควรเขย่าฟิล์มขึ้นลงตลอดเวลา ● น้ำสต๊อปบัท เป็นส่วนผสมของน้ำกรดอะซิติกมีสีเหลืองอ่อนและจะเห็นเป็นสีใสภายใต้ไฟสีแดงในห้องมืด ถ้าสีเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงๆหรือทึบแสงให้เปลี่ยนน้ำสต๊อปบัทใหม่ เพราะถ้าล้างดีเวลลอปเปอร์ไม่หมดจะทำให้หน้ายาฟิกเซอร์เสื่อมคุณภาพเร็ว

3. ฟิกซิง (FIXING)

วัตถุประสงค์	เป็นกระบวนการชะล้างผลึกเงิน โบรไมด์ที่ไม่ได้ถูกรังสีออกจากแผ่นฟิล์ม โดยใช้สารละลายเคมีที่เป็นกรด นอกจากนี้ น้ำยาฟิกเซอร์ยังช่วยทำให้เจลาตินในฟิล์มแข็งอยู่ตัว (harden) และช่วยทำให้สารละลายดีเวลลอปเปอร์ที่ตกค้างอยู่มีสภาพเป็นกลาง
อุณหภูมิ	อุณหภูมิห้อง
เวลา	5 ถึง 15 นาที
ข้อควรระวัง	<ul style="list-style-type: none"> ● ปฏิกริยาในตอนแรกเป็นการชะเอาผลึกเงิน โบรไมด์ที่ไม่ได้ถูกรังสีออก เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกริยานี้สมบูรณ์จะเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของเวลาในการฟิกซิง (fixing time) ดังนั้น ในช่วงหลังของฟิกซิงจึงเป็นการทำให้เจลาตินแข็งอยู่ตัวเพียงอย่างเดียว

	<ul style="list-style-type: none"> ● ไม่ควรใช้เวลาเกิน 15 นาที การใช้เวลานานเกินไปอาจทำให้เกิดการปลุกบวมของอิมัลชัน ทำให้อิมัลชันไม่อยู่ตัว ทำให้ฟิล์มมีความต้านทานน้อยกว่าที่ควรเป็น หรือทำให้ฟิล์มแห้งช้าลง ● ควรเขย่าฟิล์มบ่อยๆ โดยเฉพาะในช่วงแรกๆ ● ต้องคอยตรวจสอบสมบัติของน้ำยาฟอกเซอร์อยู่เสมอ คือเติมหรือเปลี่ยนน้ำยาตามคำแนะนำของผู้ผลิต ● ถ้าน้ำยาฟอกเซอร์เสื่อมคุณภาพ หรือใช้เวลาน้อยเกินไปอาจทำให้เจลาตินไม่อยู่ตัว ฟิล์มมีคอนทราสต์ไม่ดี และจะทำให้ผลึกเงิน โบรไมด์ที่ไม่ถูกรังสียังคงติดอยู่ในฟิล์ม ดังนั้นฟิล์มที่ควรใส่ก็ไม่ใส
--	---

4. ล้างน้ำ (Washing)

วัตถุประสงค์	เป็นการเอาสารละลายที่ตกค้างอยู่ออกด้วยน้ำ
อุณหภูมิ	อุณหภูมิห้อง
เวลา	2 เท่าของเวลาในฟอกซิง
ข้อควรระวัง	ควรให้น้ำหมุนเวียนไหลผ่านฟิล์ม

5. เวตติง (Wetting)

วัตถุประสงค์	เป็นการแช่ฟิล์มในสารละลายแอโรโซล (aerosol) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดหยดน้ำเกาะบนฟิล์ม เพราะถ้าเป็นเช่นนั้น เมื่อฟิล์มแห้งจะเป็นคราบอยู่บนฟิล์ม
อุณหภูมิ	อุณหภูมิห้อง
เวลา	1 ถึง 2 นาที
ข้อควรระวัง	เมื่อจุ่มฟิล์มลงในสารละลายแล้ว ก่อนนำฟิล์มไปผึ่งให้แห้งควรทิ้งไว้สัก 1-2 นาที เพื่อให้สารละลายไหลหยดออกไป

6. การทำให้แห้ง (Drying)

วัตถุประสงค์	เป็นการผึ่งฟิล์มให้แห้งในอากาศ หรือให้อากาศอุ่นที่ปราศจากฝุ่น เป่าฟิล์ม ซึ่งตามปกติทำเป็นตู้อบฟิล์มมีพัดลมดูดอากาศและที่กรองอากาศ
อุณหภูมิ	
เวลา	
ข้อควรระวัง	<ul style="list-style-type: none"> ● อย่าผึ่งฟิล์มในที่ที่มีฝุ่น ● อย่าให้ฟิล์มสัมผัสวัตถุใดๆ ขณะผึ่งฟิล์มให้แห้ง นอกจากส่วนที่ยึดหรือขึงฟิล์ม

เทคนิคการถ่ายด้วยรังสี

1. Back Scattering

จากประสบการณ์ในการทำงานเกี่ยวกับการถ่ายภาพด้วยรังสีบางครั้งอาจเกิดปัญหาในเรื่องของภาพถ่ายที่ขาดความคมชัดอันเกิดจากสาเหตุหลายประการ แต่ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงความไม่คมชัดอันเกิดจากรังสีที่ทะลุผ่านชิ้นงานและฟิล์มแล้วเกิดการสะท้อนกลับจากด้านหลังฟิล์ม (Back Scattering) มายังฟิล์มอีกครั้ง อันเนื่องจากด้านหลังฟิล์มอยู่ใกล้กับผนังหรือสิ่งอื่นๆ ทำให้เกิดการสะท้อนกลับจะทำให้ฟิล์มได้รับรังสีมากขึ้นจึงทำให้ฟิล์มดำขึ้นแต่ไม่ได้ทำให้เกิดภาพจากการสะท้อนกลับของรังสี และภาพที่ได้ขาดความคมชัดเท่าที่ควรจะเป็น

วิธีการป้องกันการเกิด Back Scattering ให้ใช้แผ่นตะกั่วความหนาประมาณ 1-1.5 มม.ขนาดเท่ากับแผ่นตะกั่วจะดูดซับรังสีป้องกันการเกิด Back Scattering ได้ทำให้ภาพที่ได้มีความชัดเจนมากขึ้น

2.Undercut Scattering

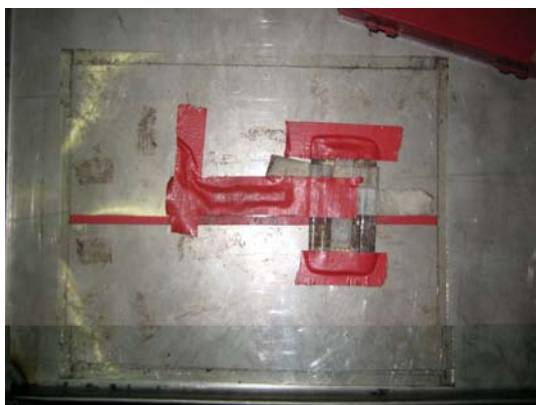
Undercut Scattering สาเหตุเกิดจากชิ้นงานมีขนาดเล็กกว่าแผ่นฟิล์มและมีความหนามากในการถ่ายภาพด้วยรังสีจึงจำเป็นต้องใช้ KV ที่สูงและใช้เวลาในการฉายรังสีนาน ทำให้เกิดการกระจายของรังสีบริเวณด้านข้างของชิ้นงานมาก รังสีจะกระจายเข้าไปภายใต้ชิ้นงานที่วางอยู่บนฟิล์ม จึงทำให้ภาพถ่ายบริเวณขอบของชิ้นงานดำกว่าที่ควรจะเป็นจนไม่สามารถอ่านวิเคราะห์ผลได้

วิธีการป้องกันการเกิด Undercut Scattering คือใช้วิธีเดียวกันกับการป้องกันการเกิด Back Scattering แต่เพิ่มแผ่นตะกั่วเป็นหน้ากากปิดรอบขอบชิ้นงานจะช่วยให้ลดการกระจายของรังสีบริเวณด้านข้างของชิ้นงานได้ทำให้ภาพถ่ายมีความคมชัดขนาดและรูปร่างเท่าขนาดจริงของชิ้นงาน

3.การติดตั้งฟิล์มและฟิล์มมาร์ค

การติดตั้งฟิล์มและฟิล์มมาร์คเกิดการหลุดร่วงในขณะที่ทำการฉายรังสี (ฟิล์มมาร์คเป็นตัวอักษร, เครื่องหมายต่างๆ ทำด้วยตะกั่วตลอดจน Penetrameter ที่ทำให้ปรากฏเครื่องหมายบนแผ่นฟิล์ม) เกิดจากการติดเทปกาวไม่แน่นพอเนื่องจากมีฝุ่นละอองหรือคราบน้ำมันและทำให้การปฏิบัติงานเกิดการล่าช้า

วิธีการแก้ไขปัญหาในการติดตั้งฟิล์มไม่ให้เกิดการหลุดร่วงและทำให้การปฏิบัติงานรวดเร็วขึ้นโดยใช้แม่เหล็กขนาดเล็กเกาะบริเวณมุมทั้งสี่ของฟิล์ม ถ้าเป็นฟิล์มมาร์คให้ติดฟิล์มมาร์คบนแผ่นพลาสติกใสก่อนขนาดของแผ่นพลาสติกใสเท่ากับแผ่นกระดาษ A4 ที่มีวามหนาพอสมควรแล้วยึดเกาะด้วยแม่เหล็กที่มุมทั้งสี่ของพลาสติกใสวิธีการนี้ลดเวลาในการทำงานได้มากไม่ต้องเสียเวลาในการเปลี่ยนเทปกาวและไม่ต้องกลัวว่าจะมีการหลุดร่วงถึงแม้ว่าชิ้นงานจะมีสิ่งสกปรกต่างๆ ก็ตาม



(a)



(b)



(c)



(d)

รูปที่ 1. (a) การติดตั้งตัวอักษรบนฟิล์มโดยติดตัวอักษรบนแผ่นพลาสติก (b) การติดฟิล์มเข้ากับตัวเรือโดยใช้แม่เหล็กเป็นตัวยึด (c,d) การตั้งเครื่อง X-ray เพื่อเตรียมฉายรังสี

4. ห้องล้างฟิล์ม

ห้องล้างฟิล์มมีดเกินไปเป็นอุปสรรคในการทำงาน โดยทั่วไปแสงที่ใช้ในห้องล้างฟิล์มจะเป็นแสงสีแดงเข้มที่ไม่สว่างจนเกินไปซึ่งเป็นแสงที่ไม่ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มแต่มีปัญหาในการมองเห็นของผู้ปฏิบัติงาน

วิธีการแก้ไขปัญหारेื่องการมองเห็นภายในห้องล้างฟิล์ม โดยการทาสีผนังห้องล้างฟิล์มให้เป็นสีขาว แสงสีแดงจากหลอดไฟฟ้าจะเกิดการสะท้อนจากผนังห้องจะช่วยทำให้ผู้ปฏิบัติงานมองเห็นได้ดีขึ้นและไม่เป็นอันตรายต่อฟิล์ม X-ray



(a)



(b)

รูปที่ 2. (a) ผนังห้องล้างฟิล์มทำสีขาวช่วยให้สามารถมองเห็นได้ดีขึ้น (b) ถังล้างฟิล์ม ตรงกลางต่อกับเครื่องทำความสะอาดชิ้นเพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำยาล้างฟิล์ม

5. น้ำยาล้างฟิล์ม

น้ำยาล้างฟิล์มเสื่อมสภาพเร็วเกินไป ถึงแม้เราจะมีเครื่องปรับปรุงถึงน้ำยาโดยติดตั้งเครื่องทำความสะอาดชิ้นในถังน้ำยาเพื่อจะควบคุมอุณหภูมิให้ขึ้นอยู่กับเวลาโดยเฉพาะในวันหยุดราชการโดยปกติควรรักษาอุณหภูมิให้อยู่ที่ 20-25 องศา °C และท่อน้ำยาทำความสะอาดที่เป็นท่อทองแดงที่อยู่ในถังน้ำยาเกิดทำปฏิกิริยากับน้ำยาล้างฟิล์มทำให้น้ำยาล้างฟิล์มมีสีดำและเสื่อมสภาพเร็วทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดซื้อน้ำยาโดยเฉพาะถ้าผสมน้ำยาในถังล้างฟิล์มจะต้องใช้ปริมาณมากเมื่อเทียบกับงานล้างฟิล์มโดยเฉลี่ยประมาณ 2-3 ครั้ง ครั้งละประมาณ 20-30 ลิตรนับว่าไม่คุ้มค่า

5.1 วิธีการแก้ไขปัญหา

5.1.1. เปลี่ยนการล้างฟิล์มจากในถังน้ำยาล้างฟิล์มเป็นล้างในภาชนะที่เป็นถาดที่มีขนาดพอเหมาะจะช่วยลดปริมาณของน้ำยาได้มาก

5.1.2. เมื่อล้างฟิล์มแล้วเสร็จให้ถ่ายน้ำยาใส่ในถังขนาดเล็กและเก็บไว้ในตู้เย็นสำหรับเก็บน้ำยาโดยเฉพาะ

5.1.3. ขณะที่ทำการล้างฟิล์มในถาดถ้าอุณหภูมิของน้ำยาสูงเกิน 25 องศา °C ให้ใช้น้ำแข็งใส่ในถุงพลาสติกแช่ในถาดน้ำยาควรรักษาอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 20-25 องศา °C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการล้างฟิล์มและต้องหมั่นตรวจสอบอุณหภูมิเพราะว่าระยะเวลาในการล้างฟิล์มจะแปรผันไปตามอุณหภูมิตามตารางการล้างฟิล์ม

5.1.4 การล้างฟิล์มขั้นตอนสุดท้ายคือการล้างน้ำก่อนที่จะนำฟิล์มไปทำให้แห้ง ขั้นตอนการทำให้แห้งมักประสบปัญหาจะเกิดคราบน้ำเกาะที่ฟิล์มดูแล้วไม่สะอาดตาเพื่อเป็นการขจัดปัญหาดังกล่าวในขั้นตอนสุดท้ายของการล้างน้ำให้ผสมน้ำยาล้างจานลงไปเล็กน้อยจะช่วยให้ฟิล์มไม่เกาะที่ฟิล์มจึงไม่ก่อปัญหาเรื่องเป็นคราบ

6. การทดสอบน้ำยา Developer

น้ำยา Developer ที่เก็บไว้นานอาจจะเกิดการเสื่อมสภาพได้ การตรวจสอบน้ำยา Developer มีความสำคัญมากเนื่องจากถ้าน้ำยา Developer ที่เสื่อมสภาพมาล้างฟิล์มจะทำให้ฟิล์มที่ล้างเสียหาย การทดสอบน้ำยา Developer สามารถทำได้โดยการนำฟิล์มที่ยังไม่ถ่ายทดลองล้างในน้ำยา Developer ถ้าน้ำยา น้ำยา Developer ยังไม่เสื่อมสภาพต้องสามารถล้าง AgBr ออกจากฟิล์มได้หมดภายใน 1-2 นาที ซึ่งถ้า AgBr ถูกล้างออกหมดฟิล์มจะใส

7. ความดำของฟิล์ม

ฟิล์มมีความดำน้อยเกินไป ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน (ตามมาตรฐาน 2-4) ทำให้การอ่านวิเคราะห์ผล การ X-ray อาจเกิดการผิดพลาดได้

วิธีการแก้ไขโดยที่ไม่ต้องทำการ X-ray โดยการเพิ่มเวลาการล้างฟิล์มใน Developer ให้นานกว่าปกติ ผู้ที่ทำการล้างฟิล์มจะต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์จะต้องคอยสังเกตความดำของฟิล์มโดยการยกส่องดู ถ้า ฟิล์มมีความดำเพียงพอแล้วให้ล้างน้ำและล้างในขั้นตอนนี้ต่อไปจนเสร็จสิ้นขบวนการล้างฟิล์ม

8. การทำขาเครื่อง X-ray

โดยทั่วไปเครื่องฉายรังสี X-ray จะไม่มีขาตั้งทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน ผู้ใช้ควรทำขาตั้งขึ้นเอง ดังเช่นตัวอย่างตามรูป



(a)



(b)

รูปที่ 3. (a) ขาตั้งเครื่อง X-ray ซึ่งสามารถปรับระดับความสูงได้ (b) การตั้งความสูงของเครื่อง X-ray ตามความสูงของบริเวณที่ต้องการฉายรังสี

9. เทคนิคในการติดฟิล์ม (ภาคสนาม)

ในการติดฟิล์มภาคสนามหรือการทำงานนอกสถานที่เช่น X-RAY ตัวเรือในอุ้งแห่ง โป๊ะหรือถ้ำน้ำ ฯลฯ จะเกิดอุปสรรคในการติดฟิล์ม X-RAY ล่าช้า เนื่องจากหัวปลอยรังสีอยู่ด้านนอก ฟิล์มอยู่ด้านในการติดฟิล์มไม่ตรงจุดกึ่งกลางของหัวปลอยรังสี X-RAY อีกทั้งการใช้วิทยุสื่อสาร ไม่ประสบความสำเร็จทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคต่อการทำงาน

วิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวคือ จึงใช้วิธีการเกาะกับเปลือกเรือด้านนอกโดยเจ้าหน้าที่ติดฟิล์มอยู่ด้านในตัวเรือโดยเจ้าหน้าที่ด้านนอกตัวเรือเกาะที่จุดกึ่งกลางหัวปลอยรังสี X-RAY บริเวณแนวเชื่อม 2 ครั้งติดต่อกัน เพื่อบอกให้เจ้าหน้าที่ติดฟิล์มที่อยู่ด้านในตัวเรือ เอามือสัมผัสกับแนวเชื่อมบริเวณที่จะติดฟิล์มเพื่อหาตำแหน่งจุดกึ่งกลางของหัวปลอยรังสี X-RAY เจ้าหน้าที่ด้านนอกเริ่มเกาะ 2 ครั้งติดต่อกัน เมื่อเจ้าหน้าที่ด้านในตัวเรือเกาะ 2 ครั้งติดต่อกันแสดงว่าเจ้าหน้าที่ติดฟิล์มยังหาตำแหน่งกึ่งกลางหัวปลอยรังสี X-RAY ไม่เจอเมื่อเจ้าหน้าที่ด้านนอกเกาะไปเรื่อยๆจนกว่าผู้ติดฟิล์มด้านในจะเกาะ 1 ครั้ง ซึ่งเป็นข้อตรงลงระหว่างเจ้าหน้าที่ด้านนอกและด้านในตกลงกันแสดงว่าพบจุดกึ่งกลางหัวปลอยรังสี X-RAY เจ้าหน้าที่ด้านนอกเกาะรับ 1 ครั้ง แสดงว่ารับทราบพบจุดติดฟิล์มแล้ว จึงยุติการเกาะแล้วติดฟิล์ม X-RAY