บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ราดิโอกราฟี เป็นวิธีการตรวจสอบชนิดหนึ่งในวิธีการ non-destructive inspection เพื่อตรวจสอบวัสดุต่าง ๆ โดยใช้หลักการที่ว่า วัสดุต่างชนิดกันจะดูดซึมรังสีแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากความหนาแน่นต่างกัน หรือวัสดุที่มีความหนาแตกต่างกัน หรือวัสดุที่มีส่วนประกอบแตกต่างกัน ส่วนรังสีที่ไม่ได้ถูกดูดซึมจะผ่านวัสดุไปตกลงบนฟิล์ม, กระดาษที่มีความไวแสง, บนจอทีวี หรือบนอุปกรณ์อิเลคโทรนิคอื่น ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจรับรังสี

โดยปกติคำว่า ราดิโอกราฟี มักจะใช้กับวิธีการที่จะให้เกิดภาพบนฟิล์ม หรือเกิดบนกระดาษเท่านั้น ถ้านำไปใช้ให้เกิดภาพบนจอทีวี หรืออุปกรณ์อิเลคโทรนิคอื่น ๆ วิธีการชนิดนั้นจะเรียกว่า Fluoroscopy

ราดิโอกราฟี ที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป รังสีเอ็กซ์ หรือแกมมา จะผ่านลงในวัสดุที่จะตรวจสอบ รังสีที่ไม่ได้ถูกดูดซึมจากวัสดุจะไปทำปฏิกริยาบนฟิล์ม ลักษณะเหมือนกับแสงที่ทำปฏิกิริยากับฟิล์มในกล้องถ่ายรูป การที่ความหนาแน่น, ความหนาและส่วนประกอบของวัสดุแตกต่างกันจะเป็นผลให้ความเข้มของรังสีแตกต่างจากเดิมไปด้วย และจะปรากฏได้บนฟิล์มที่รองรับรังสีอยู่ การอ่านผลของฟิล์มทำได้โดยเปรียบเทียบหาความแตกต่างกับฟิล์มของวัสดุที่ทราบผลดีอยู่แล้ว หรือเทียบกับมาตรฐานของวัสดุที่ลักษณะเหมือนกันกับวัสดุที่จะตรวจ

(ขณะเดียวกัน ราดิโอกราฟี เป็นวิธีการที่มีอันตรายต่อร่างกายเป็นอย่างมาก โดยรังสีเอ็กซ์ หรือรังสีแกมมาจะไปทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย, เม็ดเลือด, นัยน์ตา และอวัยวะภายในร่างกายต่าง ๆ ที่มีความไวต่อรังสี)

ราดิโอกราฟี เป็นวิธีการที่ใช้ตรวจวัสดุต่าง ๆ ที่มีความหนา หรือความหนาแน่นแตกต่างไปจากวัสดุพื้นฐาน (Matrix Material) ในกรณีที่มีความแตกต่างกันมาก ๆ ยอมสามารถตรวจพบได้ง่ายกว่าขนาดเล็ก โดยทั่ว ๆ ไปถ้าข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในวัสดุมีขนาดอย่างน้อย 2 % ขึ้นไปของความหนาของวัสดุ ราดิโอกราฟีจะสามารถตรวจพบได้

ข้อดีของราดิโอกราฟี ได้แก่

1. ความสามารถในการตรวจพบสิ่งบกพร่องที่อยู่ภายในวัสดุ
2. ความสามารถในการตรวจส่วนประกอบของวัสดุที่แตกต่างกัน
3. สามารถให้ข้อมูลของการตรวจออกมาอย่างถาวร

การใช้วิธีการราดิโอกราฟีกับอุตสาหกรรม

ใช้อย่างกว้างขวางในการตรวจงานหล่อและงานเชื่อมโลหะ - โดยเฉพาะกับงานที่ต้องการคุณภาพสูงมาก ๆ โดยไม่ต้องการให้เกิดข้อบกพร่องภายในวัสดุ ปกติราดิโอกราฟีจะใช้ตรวจความหนาของงานหล่อ หรือรอยเชื่อมของอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับไอน้ำ (เช่น หม้อต้มน้ำ และส่วนประกอบของเทอร์ไบน์) และระบบอื่นที่มีความดันสูง ๆ นอกจากนั้นยังสามารถใช้ตรวจงานที่เกิดจากการดึง, อุปกรณ์ประกอบทางด้านเครื่องกล และอุปกรณ์พิเศษต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ใช้ตรวจระดับของเหลวที่อยู่ภายในภาชนะปิด, ใช้ตรวจรอยแตก รอยต่อที่เชื่อมไม่สนิทของวัสดุกึ่งตัวนำ

ความไวของราดิโอกราฟีที่จะตรวจสิ่งบกพร่องแบบต่าง ๆ ขึ้นกับแฟคเตอร์หลายอย่าง รวมทั้งชนิดของวัสดุ, ชนิดของสิ่งบกพร่องและแบบที่เกิดขึ้น ตารางที่ 1 แสดงถึงความสามารถของราดิโอกราฟีทั้ง 3 แบบ ที่ใช้ตรวจสิ่งบกพร่องชนิดต่าง ๆ ในบางสิ่งแม้จะเชื่อนว่า ราดิโอกราฟี สามารถใช้ตรวจได้ แต่ในสภาพความเป็นจริง อาจทำไม่ได้ถ้าชิ้นงานที่จะตรวจสามารถเข้าไปได้เพียงด้านเดียว

ราดิโอกราฟี สามารถใช้ตรวจสอบโลหะได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นโลหะที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ยูเรเนียม, ตะกั่ว, ทังสเตน หรือความหนาแน่นต่ำ เช่น พลาสติก

ข้อจำกัดในการใช้งาน

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ non-destructive อื่น ๆ แล้ว ราดิโอกราฟีจะแพงกว่าในด้านการลงทุน, สถานที่ ๆ จะตรวจสอบ รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อที่จะให้ได้ภาพออกมา ในกรณีที่ใช้รังสีเอ็กซ์ หรือรังสีแกมมา เป็นแบบกระเป๋าหิ้ว (portable) ราคาในด้านการลงทุนจะต่ำกว่าแบบอยู่กับที่ ซึ่งแบบนี้ต้องการเพียงแต่สถานที่ ๆ จะล้างฟิล์มเพื่ออ่านผลเท่านั้น แต่ค่าใช้จ่ายในด้านการดำเนินงาน

จะสูง ในบางครั้งจะสูงถึง 60% ของค่าลงทุนทำราดิโอกราฟีที่เดียว แต่ถ้าราดิโอกราฟีเป็นแบบ fluoroscopy แล้ว ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานจะถูกกว่ามาก เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้การเตรียมงานสั้นกว่า และไม่มีค่าใช้จ่ายในด้านการล้างฟิล์มและอ่านฟิล์ม

ในการตรวจสอบจริง ๆ ความหนาของวัสดุที่จะตรวจจะเป็นตัวกำหนดเวลาที่ใช้ในการฉายรังสี เนื่องจากรังสีเอกซ์ที่ใช้ในแบบกระเป๋าหิ้ว มีพลังงานไม่เกิน 300 KeV. และยังมีความเข้มของรังสีจำกัด ดังนั้นเมื่อรวมผลต่าง ๆ จะทำให้ราดิโอกราฟีแบบรังสีเอกซ์ แบบกระเป๋าหิ้วสามารถตรวจสอบโลหะได้หนาไม่เกิน 3 นิ้วของเหล็ก

นอกจากนั้นสารรังสีก็ยังเป็นตัวกำหนดขอบเขตอีกด้วย ทำให้ไม่สามารถทำ ราดิโอกราฟีกับโลหะได้หนาเกินไป เนื่องจากสารรังสีที่มีความแรงสูง ย่อมต้องการฉากกำบังรังสีขนาดหนาและหนักมากไปด้วย เมื่อเทียบกับสารรังสีที่มีความแรงต่ำกว่าแล้ว ความแรงต่ำย่อมสะดวกกว่าในการใช้งาน เพราะน้ำหนักเบากว่า แต่ระยะเวลาในการฉายรังสีย่อมนานกว่าเมื่อเทียบกับความหนาของโลหะเท่า ๆ กัน ในบางครั้งอาจต้องใช้เป็นเวลาชั่วโมง ๆ สำหรับการถ่ายครั้งเดียว

สิ่งที่ต้องระมัดระวังอยู่เสมอ คือ ความเข้มของรังสีที่ใช้ ไม่ว่ารังสีเอกซ์ หรือรังสีแกมมา จะทำอันตรายต่อผิวหนังและเม็ดเลือด ซึ่งถ้ามีปริมาณมากอาจทำให้ถึงตายได้ ดังนั้นการป้องกันรังสีจึงต้องทำทั้งบุคคลที่ทำงานภายใน และสถานที่ใกล้เคียงที่ตรวจสอบด้วย

Table 1. Comparison of Suitability of Three Radiographic Methods for Inspection of Light and Heavy Metals

Inspection application	Suitability for light metals(a)			Suitability for heavy metals(a)		
	X-ray	Fluoroscopy(b)	Gamma ray	X-ray	Fluoroscopy(c)	Gamma ray
General:						
Surface cracks(d)	F(e)	F(e)	F(e)	F(e)	U	F(e)
Internal cracks	F(e)	F(e)	F(e)	F(e)	P	F(e)
Voids	G	G	G	G	F	G
Thickness	F	F	F	F	U	F
Metallurgical variations	F	P	F	F	U	F
Sheet and plate:						
Thickness	G(f)	U	G(f)	G(f)	U	G(f)
Laminations	U	U	U	U	U	U
Voids	G	G	G	G	G	G
Bars and tubes:						
Seams	P	P	P	P	U	P
Pipe	G	F	G	G	U	F
Cupping	G	F	G	G	U	F
Inclusions	F	F	F	F	F	F
Castings:						
Cold shuts	G	F	G	G	F	G
Surface cracks	F(e)	F(e)	F(e)	F(e)	U	F(e)
Internal shrinkage	G	G	G	G	F	G
Voids, pores	G	G	G	G	F	G
Core shift	G	G	G	G	F	G
Forgings:						
Laps	P(e)	P(e)	P(e)	P(e)	U	U
Inclusions	F	F	F	F	U	U
Internal bursts	G	F	G	F	U	G
Internal flakes	P(e)	U	U	P(e)	U	U
Cracks and tears	F(e)	F(e)	F(e)	F(e)	U	F(e)
Welds:						
Shrinkage cracks	G(e)	G(e)	G(e)	G(e)	F(e)	G(e)
Slag inclusions	G	F	G	G	F	G
Incomplete fusion	G	F	G	G	F	G
Pores	G	F	G	G	F	G
Incomplete penetration	G	F	G	G	F	G
Processing:						
Heat treat crack	U	U	U	P	U	U
Grinding cracks	U	U	U	U	U	U
Service:						
Fatigue and heat cracks	F(e)	U	P(e)	P	U	P
Stress corrosion	F	U	P	F	U	P
Blistering	P	U	P	P	U	P
Thinning	F	P	F	F	P	F
Corrosion pits	F	P	P	G	P	P

(a) G, good; F, fair; P, poor; U, unsatisfactory. (b) Suitable only for thin sections. (c) More suitable for light metals. (d) Includes only visible cracks. Minute surface cracks are undetectable by radiographic inspection methods. (e) Radiation beam must be parallel to the cracks, laps or flakes. (f) When calibrated using special thickness gages.

ตารางที่ 1[1] การเปรียบเทียบความเหมาะสมในการใช้ราดิโอกราฟีกับโลหะ