

ศัพท์ที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลายในการตรวจสอบงานเชื่อม

Significant Terms for Nondestructive Examination of Welding Inspection

มงคล สีนะวัฒน์¹

1. บทนำ

ปัจจุบันการประยุกต์ใช้งานเชื่อมในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่งานปิโตรเคมีคัล งานสร้างโครงสร้างเหล็กของอาคารขนาดใหญ่ การสร้างสะพาน อุตสาหกรรมท่อเรือ อุตสาหกรรมยานยนต์ และการสร้างถังภาชนะรับแรงดัน เป็นต้น โดยส่วนใหญ่กระบวนการผลิตในการสร้างและประกอบอาศัยกระบวนการเชื่อม ในการผลิตการตรวจสอบมีความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (Nondestructive Examination) มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิต เนื่องจากไม่ทำลายสภาพและความเสียหายต่อการใช้งานในอนาคต ไม่เพียงเฉพาะแต่ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำเร็จแล้วเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมไปถึงวัตถุดิบและชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการตรวจสอบแต่ละวิธีมีความแตกต่างกัน ตามข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของแต่ละวิธี ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านนี้ ได้แก่ ผู้ปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (NDT personal) วิศวกรโครงการ วิศวกรฝ่ายผลิต ผู้ควบคุมงานเชื่อม (Welding Inspector) และวิศวกรควบคุมคุณภาพ เป็นต้น จำเป็นต้องทำความเข้าใจความหมายของคำศัพท์ต่างๆ เกี่ยวกับการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย เพื่อความเข้าใจในการสื่อสารระหว่างกัน และเป็นแนวทางในการใช้งานตามมาตรฐานสากล ซึ่งมีองค์กรผู้เชี่ยวชาญและหรือหน่วยงานระดับชาติและนานาชาติให้ความหมายของคำศัพท์เหล่านี้ไว้ เช่น ASME (American Society of Mechanical Engineers), ASTM (American Society for Testing and Materials), AWS (American Welding Society), ANSI (American National Standard Institute), JIS (Japanese Standards Association) และ ISO (International Organization for Standardization) เป็นต้น

ดังนั้นบทความนี้จะกล่าวถึงศัพท์ที่สำคัญต่างๆ ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลายตามมาตรฐานสากล แนะนำการประยุกต์ใช้ทางด้านการเชื่อม เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าใจความหมาย และนำศัพท์เหล่านั้นไปใช้ในการตรวจสอบวัสดุและผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม

2. การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (Nondestructive Testing : NDT)

การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย [1] เป็นวิธีการทางเทคนิคโดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์มาพัฒนาขึ้นและประยุกต์ใช้งานสำหรับการตรวจสอบวัสดุหรือส่วนประกอบของชิ้นงาน ซึ่งไม่ทำลายสภาพและความเสียหายต่อการใช้งานในอนาคต เพื่อใช้ค้นหาตำแหน่ง (Locate) ตรวจวัด (Measure) ตรวจจับ (Detect) และประเมินผล (Evaluate) ของตำแหน่งความแตกต่างกันด้านคุณสมบัติ และส่วนประกอบตลอดจนวัดคุณลักษณะทางมิติซึ่งการตรวจสอบโดยไม่ทำลายถูกการประยุกต์ใช้ใน

งาน เช่น ขั้นตอนต่างๆของการผลิต การซ่อมบำรุง การวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหาย (Failure Analysis) ตลอด จนการเฝ้าระวัง (Monitoring) ติดตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือวัสดุในระหว่างการใช้งาน เป็นต้น ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของแต่ละวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

3. มาตรฐานการตรวจสอบงานเชื่อม

3.1 มาตรฐาน (Standard) [2]

เป็นเอกสารที่ถูกรวบรวมและสร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบหรือตัดสินทางความสามารถ ปริมาณ องค์ประกอบ ขอบเขต และคุณภาพ เป็นต้น บางครั้งถูกใช้ครอบคลุมถึงเอกสารข้อกำหนดเฉพาะ (Specification) โค้ด (Codes) มาตรฐานวิธีการ (Standard Test Method) ข้อเสนอแนะการปฏิบัติ (Recommended practice) ขบวนการ (Procedure) ข้อเสนอแนะ (Guideline) การจัดจำแนก (Classification) เป็นต้น ตัวอย่างมาตรฐาน เช่น ASTM ประกอบด้วยหลาย Volume ซึ่งมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องสำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย ได้แก่

ASTM E94: Standard Guide for Radiographic Examination.

ASTM E164: Recommended practical for ultrasonic contact examination of weldments.

ASTM E165: Standard test method for liquid penetrant Examination.

ASTM E709: Standard Guide for Magnetic Particle Examination.

3.2 โค้ด (Code) [2]

เป็นเอกสารทางวิศวกรรมที่ถูกรวบรวม และจัดสร้างเป็นระบบโดยผู้เชี่ยวชาญหรือจากหน่วยงานของรัฐ เพื่อใช้เป็นโค้ดและให้ทางต่อการอ้างอิง สำหรับการออกแบบ วัสดุ การสร้างและประกอบ การก่อสร้าง การติดตั้ง เป็นต้น เป็นสิ่งที่ต้องปฏิบัติตาม เช่น สหรัฐอเมริกามีองค์กรที่รวบรวม และจัดสร้างเป็นโค้ด สำหรับงานทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล สมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งอเมริกา (ASME) [1] ได้รวบรวมและจัดสร้างโค้ดขึ้น ซึ่งเป็นโค้ดที่ใช้สำหรับในงานอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและภาชนะรับความดัน (ASME Boiler and Pressure Vessel Code: ASME B&PV Code) มีหลาย Section ดังนี้

ASME Section I: Rules for Construction of Power Boiler.

ASME Section II: Materials Specification แบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

Part A: Ferrous materials (วัสดุกลุ่มเหล็ก) เช่น ASME: SA-36

Part B: Non-ferrous materials (วัสดุนอกกลุ่มเหล็ก) เช่น

ASME: SB-209 สำหรับอลูมิเนียมแผ่นและแผ่นบาง เป็นต้น

¹ อาจารย์, ภาควิชาอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Part C: Welding rods, electrode and filler metals (โลหะเติมและลวดเชื่อม) เช่น ASME: SFA-5.1 ถึง SFA-5.31 และ SFA-5.01

Part D: Properties of Materials (สมบัติของวัสดุ)

ASME Section III: Subsection NCA-General Requirements for Division I and Division II.

ASME Section IV: Rules for Construction of Heating Boilers.

ASME Section V: Nondestructive Examination.

ASME Section VI: Recommended Rules for Care and Operation of Heating Boilers.

ASME Section VII: Recommended Guidelines for the Care of Power Boilers.

ASME Section VIII: Rules for Construction of Pressure Vessels ประกอบไปด้วย 2 Divisions ดังนี้

Division I: Rules for Construction of Pressure Vessels

(กฎสำหรับการก่อสร้างภาชนะรับความดัน)

Division II: Alternative rules (กฎอื่น ๆ สำหรับการก่อสร้างภาชนะรับความดัน)

ASME Section IX: Welding and Brazing Qualification.

การรับรองการปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติการเชื่อมและแล่นประสาน

ASME Section X: Fiber-reinforced Plastic Pressure Vessels.

ASME Section XI: Rules for In-service Inspection of Nuclear Power Plant Components.

ASME Section XII: Rules for Construction and Continued Service of Transport Tanks.

ASME B31.1: Power Piping.

ASME B31.3: Process Piping.

ตาม ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Sec. V กล่าวถึงการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย ประกอบด้วย Subsection A และ B โดย Subsection A เป็นโค้ด (Mandatory) ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย ประกอบด้วยหลาย Article ดังนี้

ASME Sec. V Article 1 (General Requirements)

ASME Sec. V Article 2 (Radiographic Examination)

ASME Sec. V Article 4 (Ultrasonic Examination Methods for Welds)

ASME Sec. V Article 5 (Ultrasonic Examination Methods for Materials)

ASME Sec. V Article 6 (Liquid Penetrant Examination)

ASME Sec. V Article 7 (Magnetic Particle Examination)

ASME Sec. V Article 8 (Eddy Current Examination for Tubular Products)

ASME Sec. V Article 9 (Visual Examination)

ASME Sec. V Article 10 (Leak Testing)

ASME Sec. V Article 11 (Acoustic Emission Examination of Fiber-Reinforced Plastic)

ซึ่งแต่ละวิธีการตรวจสอบ จะมีวิธีทางเทคนิคต่าง ๆ ของแต่ละวิธีที่มีความเหมาะสมกับงาน และมีการอ้างอิงถึงมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดเฉพาะ (Specification) ซึ่งเป็นเอกสารที่ถูกรวบรวมและจัดสร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นเอกสารแสดงถึงรายละเอียด หรือลักษณะเฉพาะของชิ้นส่วนในภาพรวมเกี่ยวกับความต้องการ ในงานสร้างและประกอบตามโค้ด ASME Sec. II กล่าวถึงวัสดุที่ใช้ในการสร้างและประกอบ ซึ่งวัสดุในการเชื่อมต่อวัสดุ สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลวดเชื่อม ซึ่งรวบรวมและสร้าง ข้อกำหนดเฉพาะเกี่ยวกับลวดเชื่อม (Filler metal) จาก AWS จัดจำแนกออกได้เป็น AWS A5.1 ถึง A5.33 และ AWS A5.01 เช่น AWS Specification A5.1-91: Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal

Arc Welding เป็นเอกสารที่กล่าวถึง ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์โลหะเหล็กกล้า

4. ศัพท์ที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย [1-3]

4.1 ความไม่สมบูรณ์ (Imperfection)

เป็นความผิดปกติใดๆ ที่เปลี่ยนไปจากสภาวะ หรือเงื่อนไขเดิมของวัสดุหรือชิ้นงาน ในลักษณะเชิงปริมาณ

4.2 ความไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity)

เป็นการขาดความต่อเนื่องหรือการยึดเกาะกัน ซึ่งเป็นความผิดปกติ ใดๆ ที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง และรูปร่างทางกายภาพของวัสดุและหรือส่วนประกอบต่างๆ ความไม่ต่อเนื่อง แบ่งเป็น 3 ชนิดดังนี้

4.2.1 Inherent/Primary discontinuities

ความไม่ต่อเนื่องที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มแรกหรือตั้งแต่ดั้งเดิม ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการหลอมละลาย และการแข็งตัวของโลหะในกระบวนการผลิต Ingot และจากกระบวนการผลิตวัสดุรูปพรรณ (Wrought material) เป็นต้น

4.2.2 Processing discontinuities

ความไม่ต่อเนื่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการผลิตต่างๆ หรือกระบวนการขึ้นสุดท้ายก่อนการใช้งาน ได้แก่ กระบวนการหล่อ (Casting Processes) กระบวนการเชื่อม (Welding Processes) กระบวนการตีขึ้นรูป (Forming Processes) กระบวนการทางความร้อน (Heat treatment) เป็นต้น

4.2.3 Service discontinuities

ความไม่ต่อเนื่องที่เกิดขึ้นหลังกระบวนการผลิตในขณะใช้งานภายใต้สภาวะแวดล้อม เช่น การเสียหายจากการรับภาระโหลดซ้ำกลับไปกลับมา จากความล้าตัว (Fatigue) การเสียดสี (Wear) เป็นต้น

4.3 ตำหนิ (Flaw)

หมายถึงความไม่สมบูรณ์หรือความไม่ต่อเนื่อง ที่เกิดขึ้นจากการจงใจหรือไม่จงใจให้เกิด ซึ่งถูกตรวจพบได้ ด้วยการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย ตำหนิไม่จำเป็นต้องยอมรับ

4.4 สิ่งบ่งชี้ (Indication)

หมายถึงสิ่งที่ปรากฏหรือสิ่งบ่งชี้ ที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบโดยไม่ทำลายวิธีการต่างๆ สามารถจัดแบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

4.4.1 False indication

เป็นสิ่งบ่งชี้จากการตรวจสอบโดยไม่ทำลายแต่ละวิธีการ ที่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อการตรวจสอบ มีสาเหตุมาจากการใช้เทคนิค และกระบวนการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม ผู้ตรวจสอบต้องไม่ให้ความสำคัญในการประเมินผล

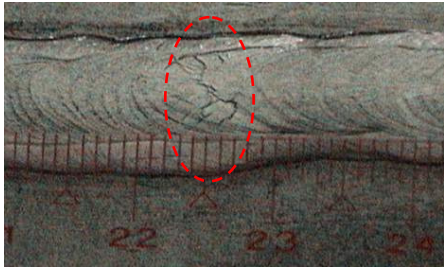
4.4.2 Non-relevant indication

เป็นสิ่งบ่งชี้จากการตรวจสอบโดยไม่ทำลายแต่ละวิธีการ ที่เกิดขึ้นจากการออกแบบ ลักษณะรูปร่าง หรือสมบัติของวัสดุ ที่ทำให้เกิดการรบกวนของสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดการรวมตัวเป็นกระจุกของผงแม่เหล็ก ผู้ตรวจสอบต้องไม่ให้ความสำคัญในการประเมินผล

4.4.3 Relevant indication

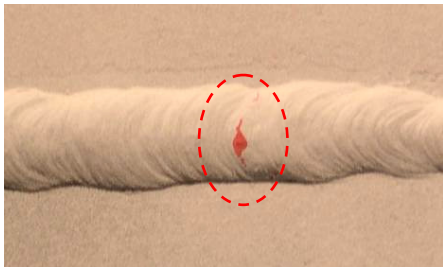
เป็นสิ่งที่บ่งชี้จากการตรวจสอบโดยไม่ทำลายแต่ละวิธีการ ที่เกิดขึ้นจากตำหนิ หรือความไม่ต่อเนื่องของวัสดุหรือส่วนของผลิตภัณฑ์ ผู้ตรวจสอบต้องให้ความสำคัญ และนำไปในการประเมินผลต่อไป เพื่อความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นจึงของยกตัวอย่าง *Relevant indication* ในการตรวจสอบงานเชื่อม โดยวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย เช่น

กรณีการตรวจสอบ MT สิ่งปรากฏคือผงแม่เหล็กที่กระจุกตัวกันบริเวณที่มีการรั่วของสนามแม่เหล็ก (Magnetic Flux Leakage) ซึ่งมีสีตามชนิดของผงแม่เหล็กที่ใช้ในการตรวจสอบ ตัวอย่างดังรูปที่ 1



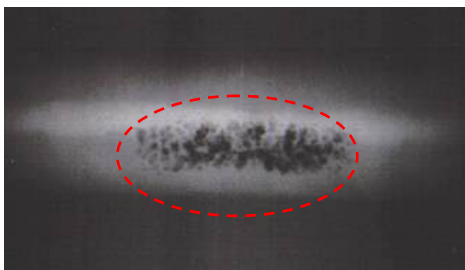
รูปที่ 1 สิ่งบ่งชี้ที่ปรากฏเป็นผงแม่เหล็กสีดำ (Visible Wet Powder) ของวิธีการตรวจสอบ MT ในงานเชื่อม

กรณีการตรวจสอบ PT สิ่งปรากฏคือสารแทรกซึมที่ย้อนกลับภายใต้สารเคลือบ (Developer) บริเวณที่มีความไม่ต่อเนื่องที่เปิดสู่ผิวตรวจสอบ ซึ่งสิ่งบ่งชี้ปรากฏเป็นสีตามสารแทรกซึมที่ใช้ เช่น สีแดง และสีเหลือง เป็นต้น ตัวอย่างดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 สิ่งบ่งชี้ที่ปรากฏเป็นสีแดง (Visible Penetrant) จากสารแทรกซึมยอน ของวิธีการตรวจสอบด้วยสารแทรกซึมในงานเชื่อม

กรณีการตรวจสอบ RT สิ่งปรากฏคือความเข้มของฟิล์มที่แตกต่างไปจากบริเวณตรวจสอบใกล้เคียง จะปรากฏเป็นสีดำจางหรือเข้มที่เกิดขึ้นบนฟิล์มเทียบกับบริเวณใกล้เคียง ตัวอย่างดังรูปที่ 3

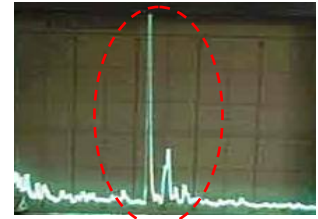


รูปที่ 3 สิ่งบ่งชี้ที่ปรากฏเป็นสีดำเข้มกว่าบริเวณอื่นบนฟิล์ม ของวิธีการตรวจสอบ RT ในงานเชื่อม

กรณีการตรวจสอบ UT โดยเทคนิค Pulse Echo สิ่งปรากฏคือสัญญาณคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับจากความไม่ต่อเนื่อง และปรากฏบนหน้าจอเครื่องตรวจสอบ (Flaw Detector) ตัวอย่างดังรูปที่ 4



(ก) การตรวจสอบ UT



(ข) สิ่งบ่งชี้ที่ปรากฏ

รูปที่ 4 สิ่งบ่งชี้ที่ปรากฏเป็นสัญญาณสะท้อนกลับจากความไม่ต่อเนื่องของวิธีการตรวจสอบ UT ในงานเชื่อม

4.5 การแปลความหมาย (Interpretation)

การตีความหรือการแปลความหมายของสิ่งบ่งชี้ที่ปรากฏ โดยการตัดสินใจ (Discussion) ว่าเป็น Indication ไດใน 3 ประเภทดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

4.6 คุณลักษณะของสิ่งบ่งชี้ (Indication Characterization)

เป็นการแสดงลักษณะของตำหนิ ในเชิงปริมาณด้านขนาด รูปร่าง การวางตัว ตำแหน่ง การกระจายตัว หรือคุณสมบัติอื่น ขึ้นอยู่กับวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายที่ใช้

4.7 การประเมินผล (Evaluation)

การประเมินผลของ Relevant indication จะทำการทบทวนและการประเมินผล โดยพิจารณาตามเกณฑ์การยอมรับ (Acceptance criteria) ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์นั้นว่ายอมรับหรือไม่สามารถยอมรับได้ หรือคัดออก (Accept/Reject)

4.8 รอยบกพร่อง (Defect)

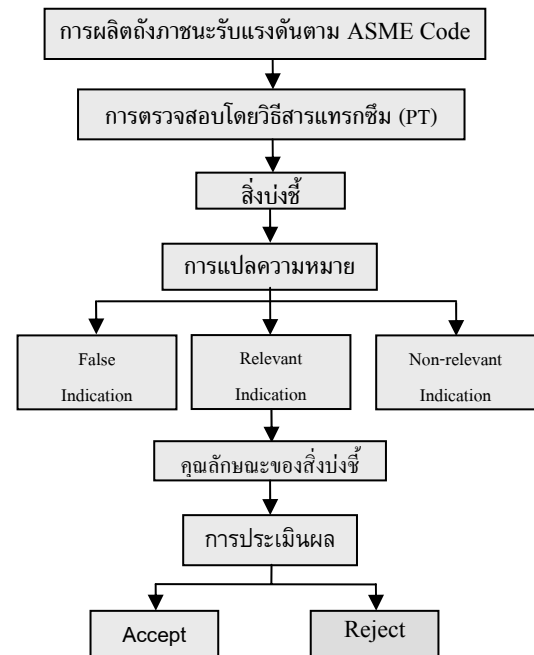
หมายถึงตำหนิที่มีหนึ่งหรือมากกว่า โดยพิจารณาทั้ง ชนิด ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง การวางตัว หรือคุณสมบัติที่ไม่ยอมรับตามเกณฑ์การยอมรับที่กำหนด (Specified acceptance criteria) โดยนิยามรอยบกพร่องไม่สามารถยอมรับได้ (Rejectable)

5. การประยุกต์ใช้ศัพท์สำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

จากความรู้พื้นฐานของคำศัพท์ต่าง ๆ สำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลายที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อให้เข้าใจในคำศัพท์และความหมายของคำศัพท์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ขอยกตัวอย่างบริษัทแห่งหนึ่งทำการผลิตถังภาชนะรับแรงดันตามโค้ดของ ASME Sec. VIII Division I ใช้ในการออกแบบ ขอบเขต การสร้างและประกอบ วิธีการตรวจสอบ และเกณฑ์การยอมรับของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ โดยผู้ตรวจสอบโดยไม่ทำลายต้องมีความรู้ ผ่านการฝึกอบรม และการรับรองตามมาตรฐานสากล เช่น ASNT: Recommended Practice SNT-TC-1A for Nondestructive Examination Personnel Qualification and Certification ในระดับที่

มีความรับผิดชอบ ภายใต้สาขาของวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย โดยมีหน้าที่เลือกวิธีการและเทคนิคที่เหมาะสมตามโค้ด และที่ต้องทำการเขียนขั้นตอนการตรวจสอบ (Procedure) สำหรับใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ในกระบวนการผลิตมีการใช้กระบวนการเชื่อมต่อนิวส์และส่วนประกอบต่างๆ และกำหนดให้ตรวจสอบโดยวิธีสารแทรกซึม [4] อ้างอิงตาม ASME Sec. V Article 6 โดยเลือกวิธีการและเทคนิคที่เหมาะสมตามโค้ด สำหรับใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ และมีข้อบังคับว่าผู้ตรวจสอบโดยไม่ทำลายต้องผ่านการรับรองบุคลากร มีขั้นตอนของวิธีการตรวจสอบโดยสารแทรกซึม ซึ่งกำหนดไว้ให้ทำการตรวจสอบด้วยสารแทรกซึมชนิดมองเห็นด้วยตาเปล่า (Visible Penetrant) และวิธีการกำจัดออกด้วยตัวทำละลาย (Solvent Removable) ผลจากการตรวจสอบโดยวิธีสารแทรกซึม พบสิ่งที่ปรากฏเป็นสีแดงของสารแทรกซึมที่ถูกดูดซับย้อนกลับภายใต้สารเคลือบ (Developer) เรียกสิ่งที่ปรากฏว่า สิ่งบ่งชี้ (Indication) ต้องถูกแปลความหมาย (Interpretation) โดยตัดสินว่าสิ่งบ่งชี้ที่ปรากฏว่าเป็นประเภทใด False indication หรือ Non-relevant indication หรือ Relevant indication ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องทำการบันทึกตำแหน่ง ขนาดมิติ รูปร่าง ทิศทางการวางตัว และการกระจายตัวของสิ่งบ่งชี้ที่เกิดขึ้นจากตำหนิ เราเรียกว่าคุณลักษณะของสิ่งบ่งชี้ (Indication characterization) เพื่อใช้ในการประเมินผล ซึ่งผู้ตรวจสอบต้องให้ความสำคัญ และทำการประเมินผล (Evaluation) ของการตรวจสอบ ตามส่วนของโค้ดที่อ้างอิงถึง (Reference Code Section) ซึ่งมีเกณฑ์การยอมรับ (Acceptance criteria) ว่าสามารถยอมรับได้หรือไม่ สำหรับตัวอย่างนี้ให้พิจารณาเงื่อนไขตาม ASME Code, Section VIII, Division I, Appendix 8 สำหรับการประเมินผลต้องพิจารณาดังนี้

- นำสิ่งบ่งชี้มาพิจารณาภายใต้เงื่อนไข โดยสิ่งบ่งชี้ที่ต้องมีขนาดมากกว่า 1/16 นิ้ว แล้วนำมาทำการแยกแยะว่าเป็นแบบใดดังนี้
 - สิ่งบ่งชี้แบบเชิงเส้น (linear indication) หมายถึงสิ่งบ่งชี้ที่มีขนาดของความยาวมากกว่า 3 เท่าของความกว้าง
 - สิ่งบ่งชี้แบบเชิงกลม (rounded indication) หมายถึงสิ่งบ่งชี้ที่มีขนาดของความยาวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 เท่าของความกว้างเกณฑ์การยอมรับ สามารถยอมรับผลการตรวจสอบได้ ก็ต่อเมื่อผิวบริเวณที่ตรวจสอบต้องปราศจากสิ่งเหล่านี้
 - สิ่งบ่งชี้แบบเชิงกลมที่มีขนาดใดก็ได้ 3/16 นิ้ว
 - สิ่งบ่งชี้แบบเชิงกลมที่มีจำนวนตั้งแต่ 4 ขึ้นไป เรียงตัวอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน และต้องมีระยะห่างระหว่างขอบถึงขอบของสิ่งบ่งชี้ที่อยู่ใกล้กัน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1/16 นิ้ว
 - ขนาดของสิ่งบ่งชี้ที่ปรากฏจากของผลจากการตรวจสอบ แม้ว่าอาจจะมีขนาดใหญ่กว่าความไม่สมบูรณ์ของเนื้องาน ให้ใช้ขนาดของสิ่งบ่งชี้สำหรับการประเมินผลตามของเกณฑ์การยอมรับ
- ดังนั้นสามารถนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับศัพท์สำหรับการตรวจสอบผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ตามแผนผังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การใช้ศัพท์ที่มีความสำคัญสำหรับการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

6. บทสรุป

การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน ผู้ตรวจสอบโดยไม่ทำลาย จำเป็นต้องมีความรู้ในการเลือกเทคนิค และวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายที่เหมาะสม และเป็นไปตามมาตรฐานรับรองผลิตภัณฑ์นั้น ในการตรวจสอบแต่ละวิธีการ เรียกสิ่งที่ตรวจพบจากการตรวจสอบ ว่า สิ่งบ่งชี้ ต้องทำการแปลความหมายของสิ่งบ่งชี้ที่ตรวจพบ โดยทำการตัดสินว่าเป็นสิ่งบ่งชี้ประเภทใดต่อไป false indication หรือ non-relevant indication หรือสิ่งบ่งชี้ที่เกิดขึ้นจากตำหนิ (relevant indication) จากนั้นผู้ตรวจสอบต้องทำการบันทึกคุณลักษณะของสิ่งบ่งชี้ที่เกิดขึ้นจากตำหนิ เช่น ตำแหน่ง ขนาดมิติ รูปร่าง การวางตัว และการกระจายตัว เป็นต้น เพื่อนำไปทำการประเมินผล ภายใต้เงื่อนไขตามเกณฑ์การยอมรับของผลิตภัณฑ์นั้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] AWS committee, 1992, "Guide for the Nondestructive Inspection of Welds", American Welding Society, Florida, pp.1-20.
- [2] Baldev Raj., Subramanian S. V., Jayakumar T., 2000, "Nondestructive Testing of Welds", Alpha Science International, New Delhi, pp.243-246.
- [3] ASTM committee, 1999, Annual Book of ASTM Standards, Section 3, Volume 03.03, American Society for Testing and Materials, pp.613-648.
- [4] ASME committee, 2004, "Nondestructive Examination", American Society of Mechanical Engineers, New York, pp.95-100.