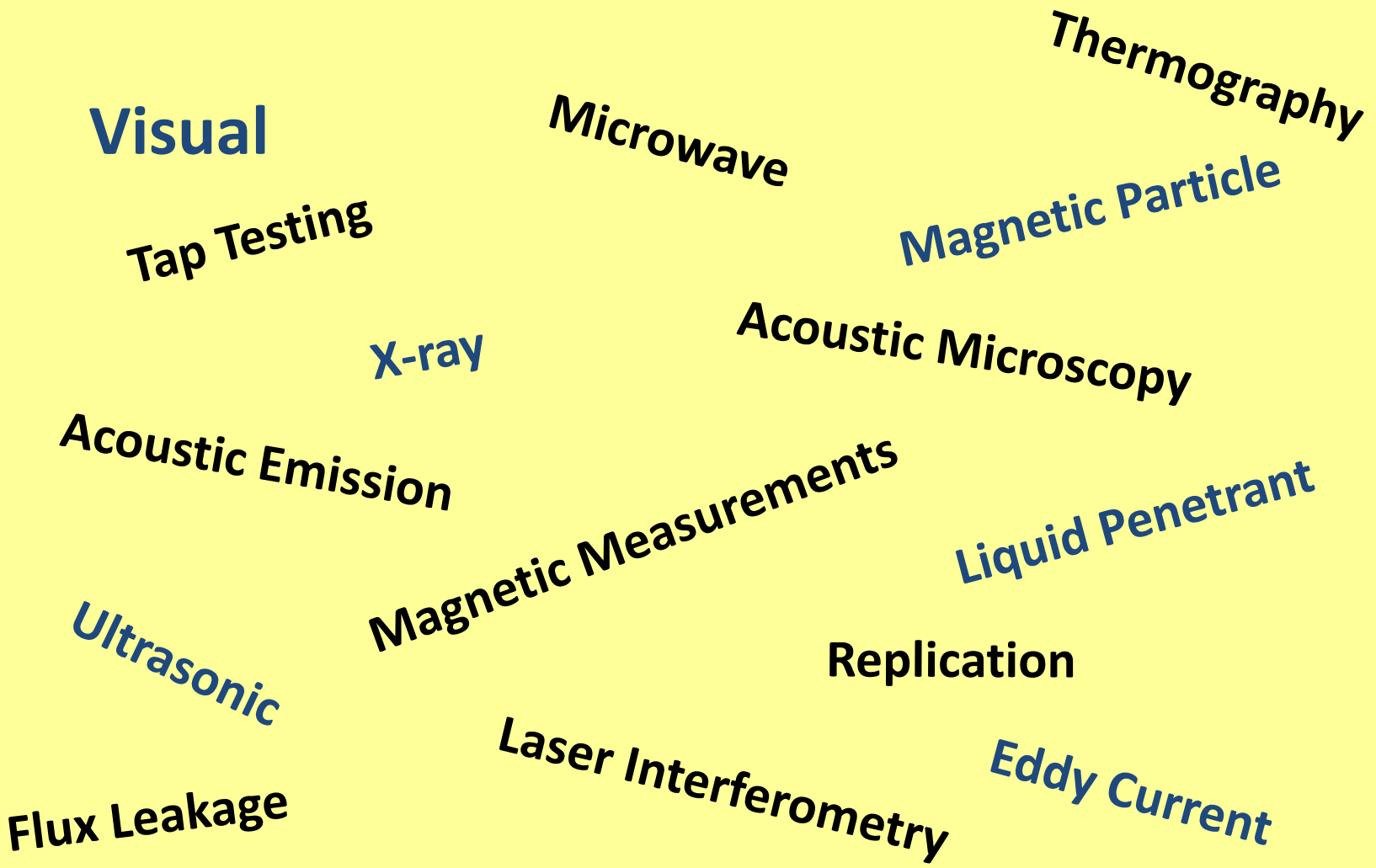
บทที่ 1
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย
Non-Destructive Testing ; NDT

เกณฑ์การวัดผล

สอบกลางภาค	35%
สอบปลายภาค	35%
รายงาน	10%
จิตพิสัย	20%

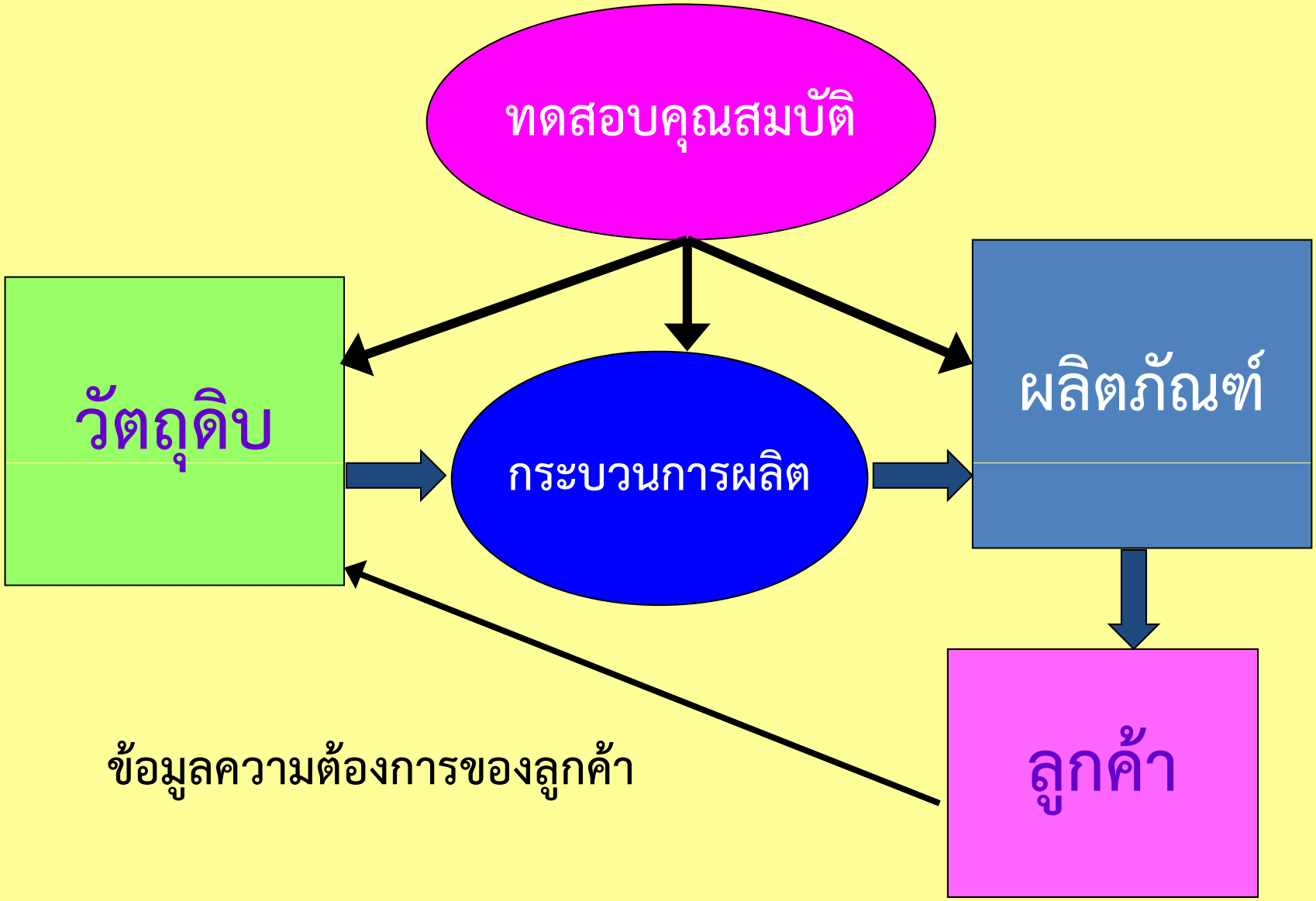
การเข้าห้องเรียน ความตั้งใจ การแต่งกาย

วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย



การทดสอบวัสดุวิศวกรรม

Why ?????


ทดสอบคุณสมบัติ
วัตถุดิบ
กระบวนการผลิต
ผลิตภัณฑ์
ข้อมูลความต้องการของลูกค้า
ลูกค้า

AIM

การทดสอบวัสดุโดยทั่วไป มักจะกระทำโดยมีวัตถุประสงค์หลักอย่างใดอย่างหนึ่ง ต่อไปนี้

- เพื่อให้ได้ข้อมูลคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือ เพื่อควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต จะกระทำเป็นประจำสม่ำเสมอ

Type of testing

ถ้าแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. Commercial testing

เป็นการทดสอบที่เน้นการตรวจสอบ และการยอมรับวัสดุ ภายใต้เงื่อนไขทางการค้า หรือเพื่อเป็นการควบคุมกระบวนการผลิต

มักมีมาตรฐานการตรวจและมีวิธีการที่กำหนดไว้แล้ว หรือตรวจว่า ได้ค่าที่อยู่ภายในค่า ที่กำหนดหรือไม่

Type of testing

2. Scientific testing

เป็นการทดสอบวัสดุหลายๆชนิด หรือ ชนิดเดียวแต่มีจำนวนตัวอย่างที่ค่อนข้างมาก โดยมักจะเป็นการทดสอบข้อมูลพื้นฐานของสมบัติของวัสดุ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และออกแบบ การทดสอบชนิดนี้ต้องการ การเอาใจใส่ ใช้เวลา และต้องแม่นยำ

Type of testing

ถ้าเราแบ่งชนิดการทดสอบตามการใช้วัสดุทดสอบ หรือชิ้นส่วนหลังจากการทดสอบ เราจะแบ่งการทดสอบได้ใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ

- Destructive testing เช่น การทดสอบ แรงดึง แรงกด เป็นต้น
- Non-Destructive testing เช่น การใช้รังสี การใช้คลื่นเสียง เป็นต้น

การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย หมายถึง การทดสอบวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ ที่เมื่อทำการทดสอบแล้ว สิ่งที่ถูกทดสอบจะไม่ถูกทำลายจากวิธีการทดสอบ สามารถนำกลับไปใช้งานได้

การทดสอบโดยไม่ทำลาย มีชื่อในภาษาอังกฤษแตกต่างกันไปบ้าง ขึ้นอยู่กับการกำหนดรายละเอียดของความหมายในแต่ละประเทศ โดยคำที่ใช้ในภาษาต่างประเทศคือ

1. Non-destructive testing (NDT)
2. Non-destructive evaluation หรือ Non-destructive examination (NDE)
3. Non-destructive inspection (NDI)

คำที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายโดยทั่วไปในสากลรวมถึงในประเทศไทยด้วยคือ NDT

ประโยชน์ของการทดสอบโดยไม่ทำลาย

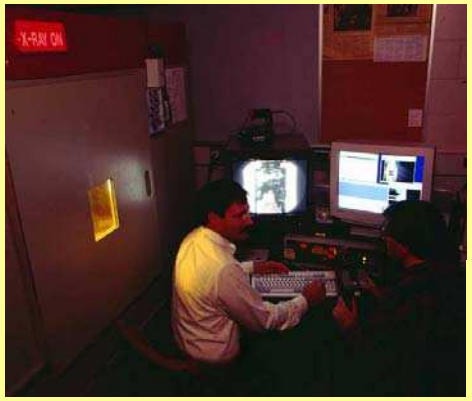
1. เพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน ของชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบ
2. เป็นเครื่องมือสำคัญในการซ่อมบำรุงรักษา เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์
3. ช่วยเพิ่มผลผลิต เนื่องจากการทดสอบโดยไม่ทำลาย ทำให้พบของเสีย ตั้งแต่ต้นกระบวนการผลิต ทำให้ไม่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการต่อไป หรือเป็นเครื่องมือที่คอยช่วยตรวจวัดคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อทำการปรับแต่งกระบวนการผลิตให้มีผลผลิตที่ดีมากยิ่งขึ้น
4. ใช้ทดสอบหรือหาคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางโลหะวิทยา ของวัสดุได้

ข้อได้เปรียบของการทดสอบโดยไม่ทำลาย

1. วัสดุไม่ถูกทำลายขณะทดสอบ สามารถนำกลับไปใช้งานได้
2. เครื่องมือส่วนใหญ่สามารถพกพา (Portable) ไปใช้งานสนามได้สะดวก

วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมไทย

- วิธีการตรวจพินิจ (Visual testing : VT)
- วิธีสารแทรกซึม (Penetrant testing : PT)
- วิธีอนุภาคแม่เหล็ก (Magnetic particle testing : MT)
- วิธีคลื่นเสียงความถี่สูง (Utrasonic testing : UT)
- วิธีถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiographic testing : RT)
- วิธีกระแสไหลวน (Eddy current testing : ET)
- วิธีอะคูสติกอิมีชชั่น (Acoustic emission testing : AE)



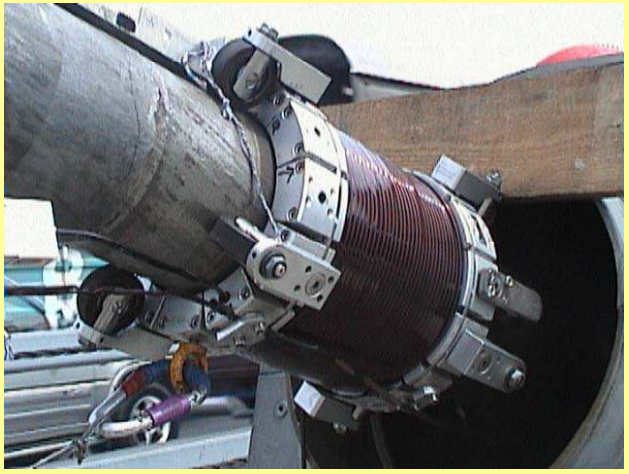
อุตสาหกรรมในประเทศที่ใช้ NDT

- ปิโตรเคมี
- การบิน
- โครงสร้างขนาดใหญ่
- การผลิตและอื่นๆ

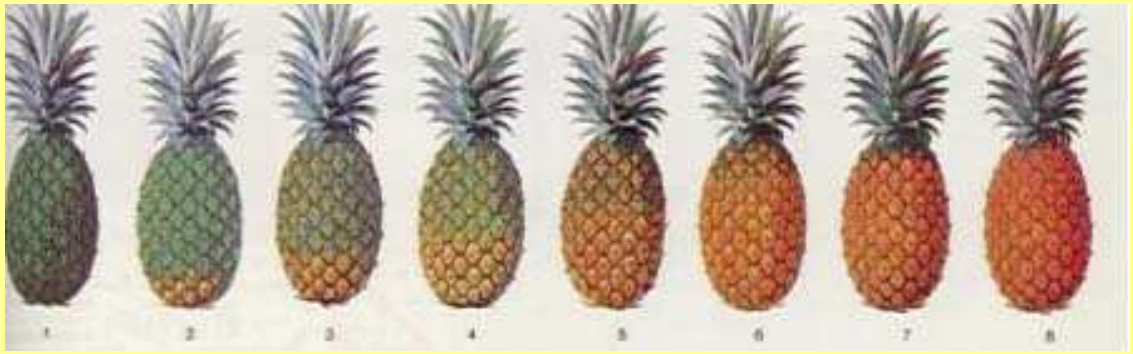
ตารางที่ 1 ประเภทกลุ่มอุตสากรรม และการตรวจสอบด้วยวิธี NDT ในประเทศไทย

ประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม	Testing	NDT method
อุตสาหกรรมปิโตรเคมี	Pipeline, piping, Boiler tube, pressure vessel, storage tank and steel structure fabrication and erection	PT, MT, UT, AE, ET, VT, RT
อุตสาหกรรมการบิน	Airplane parts maintenance	
อุตสาหกรรมที่ประกอบด้วยโครงสร้างขนาดใหญ่	Bridge structure, Power Plants, Factories, Process Buildings and Tank Farms.	
อุตสาหกรรมอื่นๆ	ชิ้นส่วนรถยนต์, ผลิตผลทางการเกษตร, คุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ในอุตสาหกรรมการผลิต และทางการแพทย์	

การตรวจสอบสายเคเบิลโดยวิธีวัดการรั่วไหลของเส้นแรงแม่เหล็ก



NDT ในงานเกษตรกรรม



การตรวจสอบรอยเชื่อมในกระบวนการเชื่อม แบบความต้านทานชนิดจุดด้วยอะคูสติกอิมิชชั่น

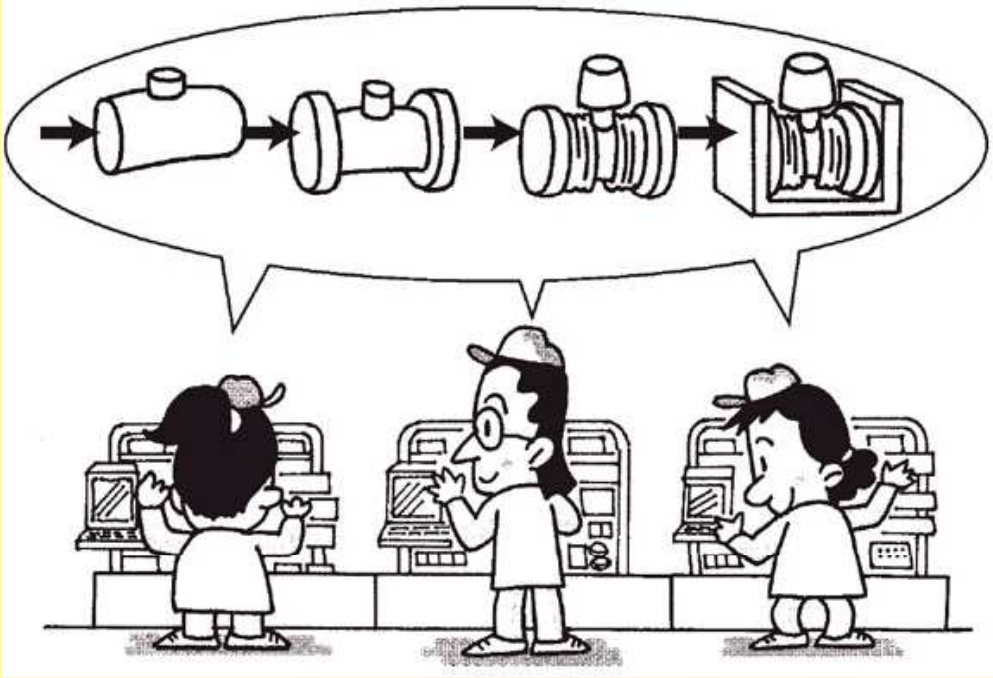
การประเมินค่าความเค้นตกค้างโดยการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง

วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของผลิตภัณฑ์

เพื่อปรับปรุงเทคนิคการผลิต

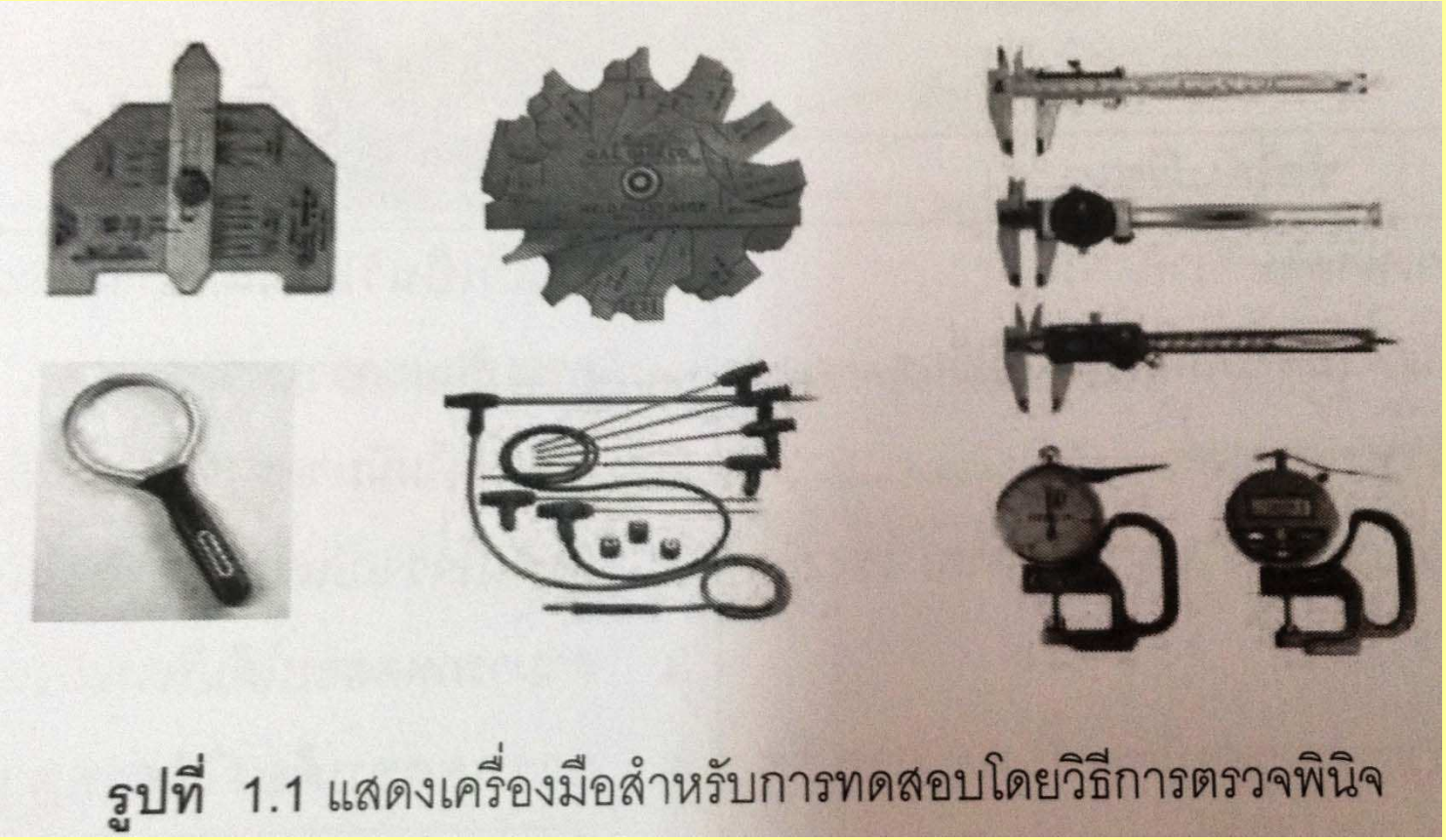
เพื่อลดต้นทุนการผลิต



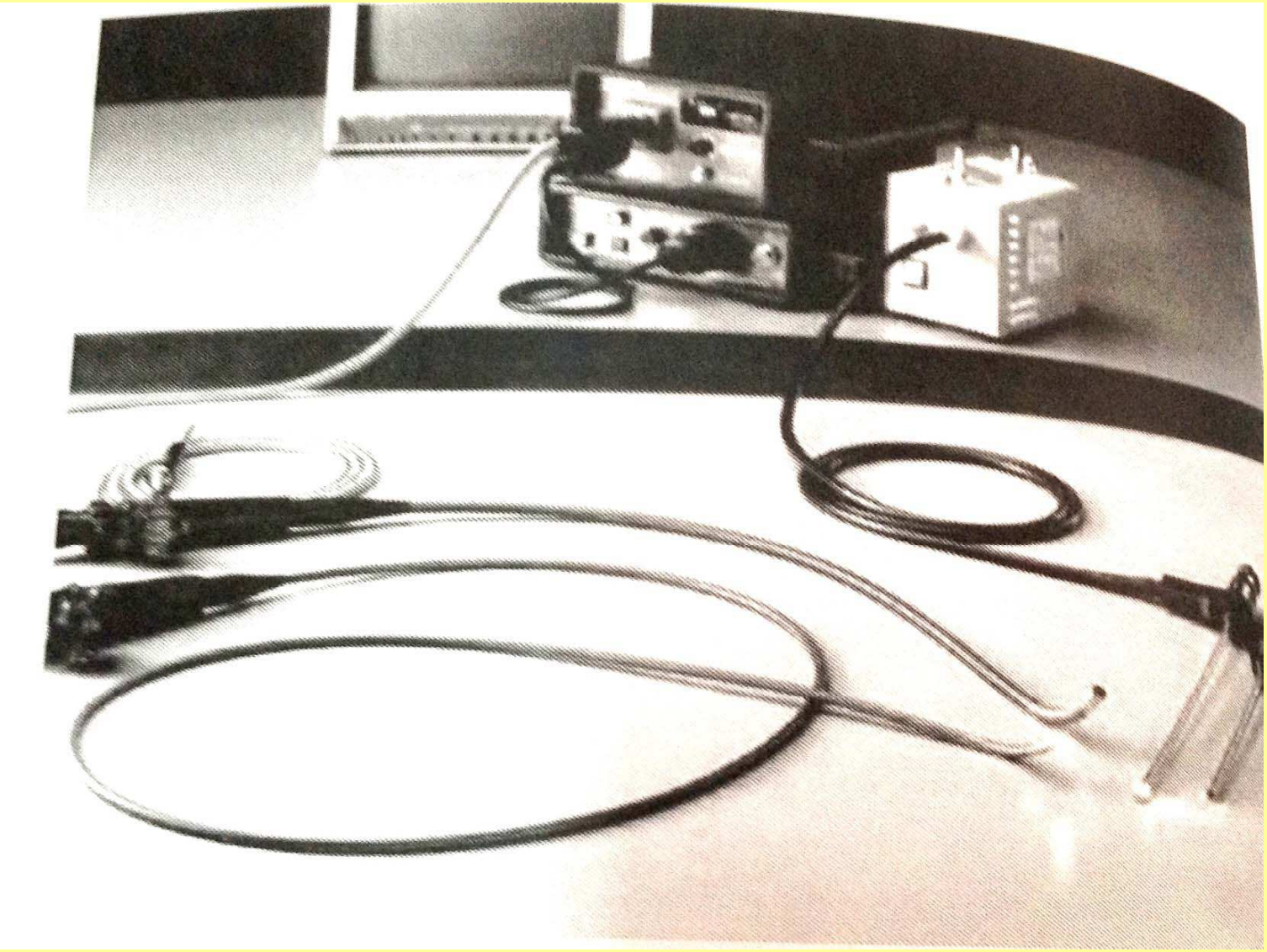
ตัวอย่างของการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

การทดสอบโดยวิธีการตรวจพินิจ (VT)

เป็นการทดสอบชิ้นงานโดยใช้สายตาของผู้ทดสอบ ทั้งนี้อุปกรณ์ช่วยในการทดสอบได้ เช่น แว่นขยาย เครื่องมือวัดความยาวต่างๆ เครื่องมือวัดประเภทเกจ เป็นต้น ในกรณีที่ต้องการเข้าไปในพื้นที่แคบๆ เช่น ท่อ อาจใช้กล้องวีดีโอสโคป (Video scope) ซึ่งเป็นกล้องขนาดเล็ก



รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องมือสำหรับการทดสอบโดยวิธีการตรวจพินิจ

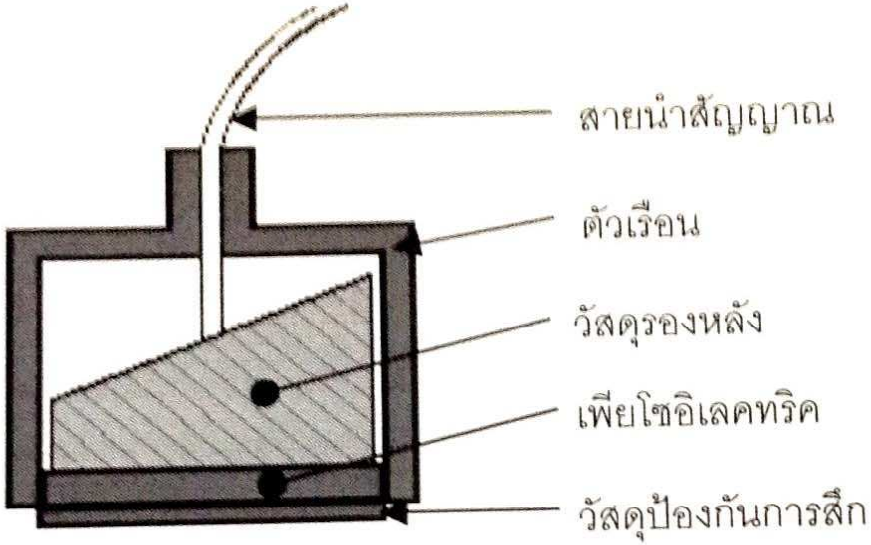


รูปที่ 1.2 กล้องวีดีโอ-สโคป (Video scope) ใช้สำหรับทดสอบรายละเอียดภายใน

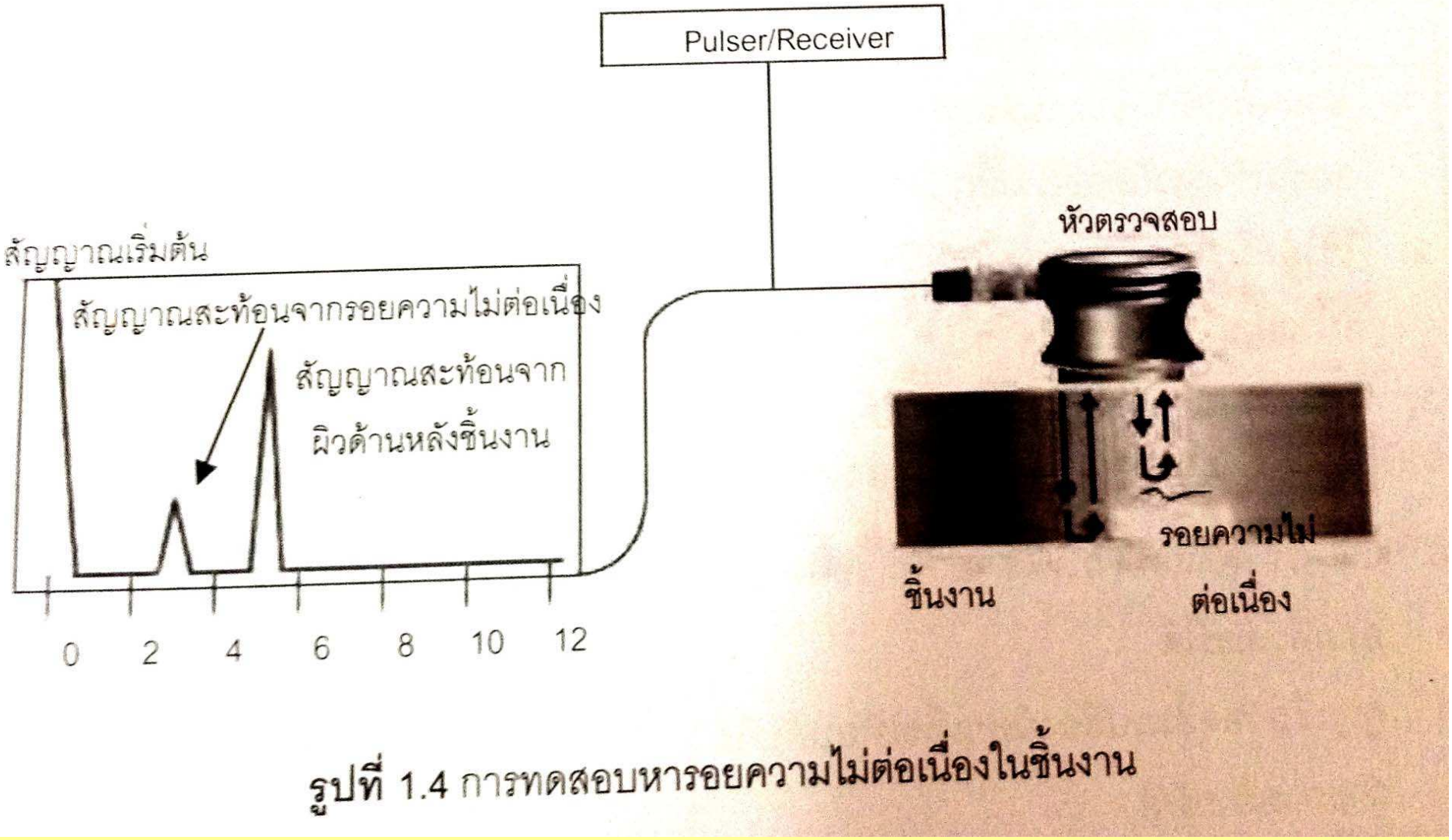
ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
1. เป็นวิธีการทดสอบที่ง่าย 2. ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าวิธีอื่น 3. ต้นทุนในการทดสอบต่ำ 4. การอบรมบุคลากรในการทดสอบ ใช้เวลาน้อย 5. สามารถทำการทดสอบได้ทุกขั้นตอนการผลิต 6. เป็นวิธีที่ใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อนหรือไม่ใช้เลย 7. สถานที่และรูปร่างของวัตถุไม่เป็นข้อจำกัด	1. ถึงแม้เป็นวิธีทดสอบที่ง่ายแต่ต้องใช้ความรู้และความชำนาญสูง 2. บางครั้งไม่มีมาตรฐานในการกำหนดการตัดสินใจว่าเป็นของเสียหรือไม่ 3. สามารถทดสอบได้บริเวณผิวหน้าเท่านั้น 4. การทดสอบต้องใช้สายตาเป็นหลัก สายตาที่อ่อนล้า อาจทำให้การตัดสินใจผิดพลาด

การทดสอบโดยวิธีคลื่นเสียงความถี่สูง (UT)

คลื่นเสียงอัลตราโซนิกจะเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20000 เฮิร์ทซ ใช้หลักการนำคลื่นเสียงสูงนี้ไปสะท้อนกับรอยความไม่ต่อเนื่องในวัสดุ ซึ่งเป็นหัวตรวจสอบเพียโซอิเลคทริค ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าไปเป็นสัญญาณทางกล หรือเปลี่ยนจากสัญญาณทางกลเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า



รูปที่ 1.3 โครงสร้างภายในของหัวตรวจสอบคลื่นเสียงความถี่สูง

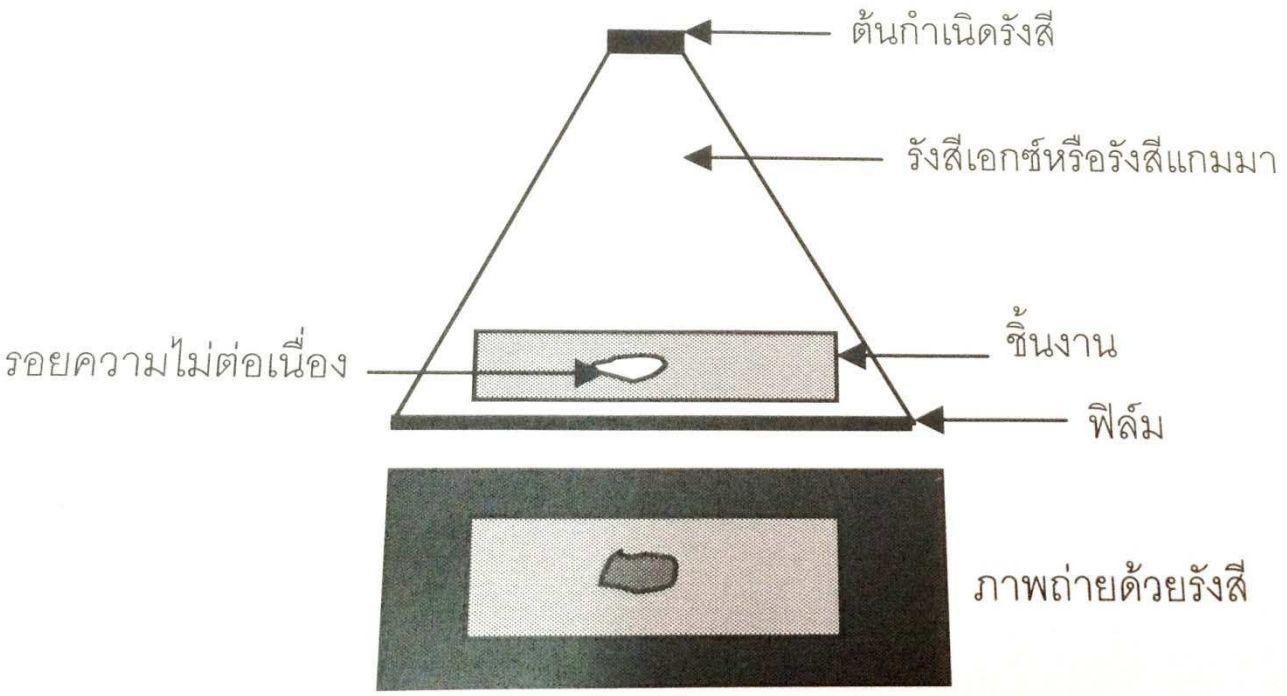


รูปที่ 1.4 การทดสอบหารอยความไม่ต่อเนื่องในชิ้นงาน

ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
1. สามารถใช้กับชิ้นงานที่มีความหนามากได้และไม่จำกัดชนิดของรอยความไม่ต่อเนื่อง 2. ใช้ได้กับวัสดุเกือบทุกชนิดที่มีคุณลักษณะสม่ำเสมอ 3. อุปกรณ์มีน้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ได้ง่าย 4. ในเครื่องทดสอบรุ่นใหม่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ 5. สูญเสียวัสดุสิ้นเปลืองน้อยเมื่อเทียบกับวิธีถ่ายภาพด้วยรังสี	1. แนวการวางตัวของรอยความไม่ต่อเนื่องมีผลต่อการทดสอบ 2. ต้องการการปรับเทียบเครื่องมือทดสอบก่อนการทดสอบทุกครั้ง 3. ความหยาบของผิวชิ้นงานมีผลต่อการทดสอบ 4. การแปรผลต้องใช้ความชำนาญและทักษะสูง

การทดสอบโดยวิธีถ่ายภาพด้วยรังสี (RT)

เป็นการทดสอบที่นิยมใช้กันมาก โดยฉายรังสีผ่านชิ้นงานเข้าทำปฏิกิริยากับสารไวแสงที่เคลือบอยู่บนฟิล์ม การทำปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับปริมาณและพลังงานของรังสีที่ตกกระทบ ฟิล์มบริเวณใดที่รังสีเข้าทำปฏิกิริยามากจะปรากฏเป็นสีดำและบริเวณใดที่รังสีเข้าทำปฏิกิริยาน้อยจะเป็นสีขาว

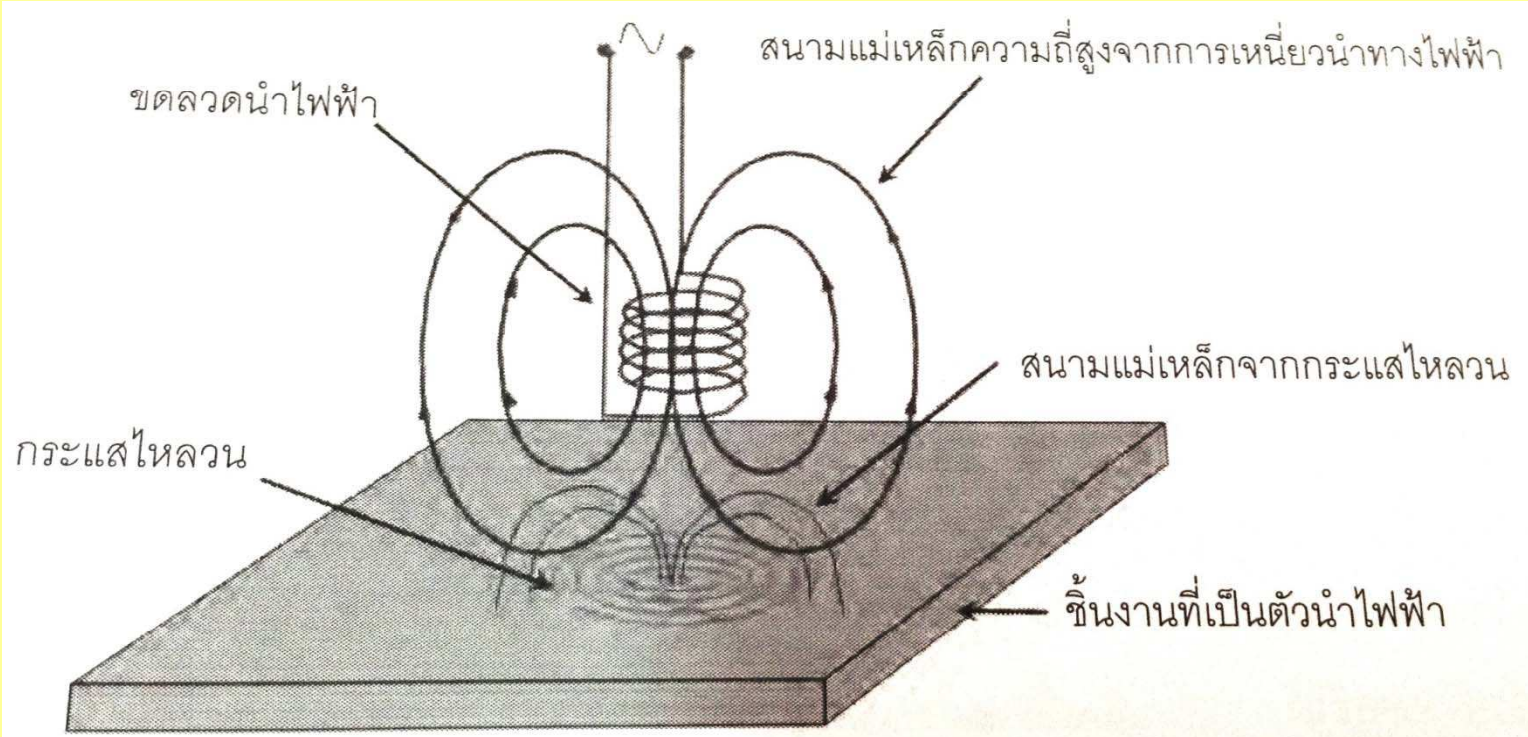


รูปที่ 1.5 หลักการเบื้องต้นของการทดสอบโดยวิธีถ่ายภาพด้วยรังสี

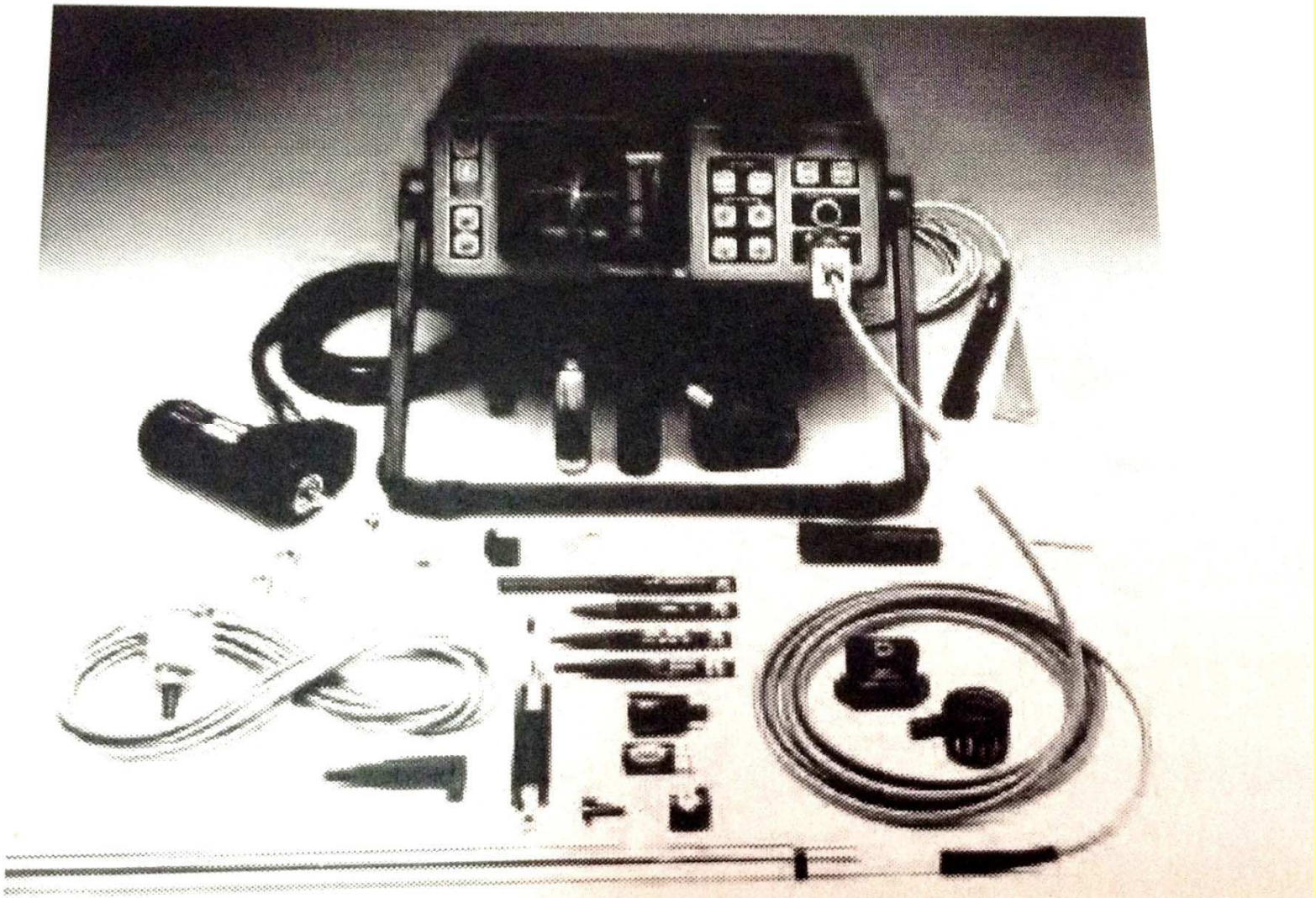
ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
1. ชนิดของวัสดุเป็นข้อจำกัดไม่มากนัก 2. มีหลักฐานเป็นภาพสำหรับการทดสอบย้อนหลัง 3. ไม่ต้องปรับเทียบเครื่องมือก่อนการทดสอบ 4. ทดสอบได้โดยไม่ต้องแปรผลจากสัญญาณ 5. ทดสอบได้ทั้งพื้นผิวและใต้พื้นผิว	1. อันตรายมากกกว่าวิธีอื่น 2. ไม่ทราบความลึกของรอยความไม่ต่อเนื่อง 3. ต้นทุนสูง 4. ต้องเข้าถึงชิ้นงานทั้งสองด้าน 5. มีขีดจำกัดด้านความหนาของชิ้นงาน

การทดสอบโดยวิธีกระแสไหววน (ET)

eddy current เป็นกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ผิวของตัวนำไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำจากสนามแม่เหล็กที่มีความถี่สูง กระแสไหลวนมีความหนาแน่นของกระแสสูงสุดที่บริเวณผิวของชิ้นงาน และมีความหนาแน่นของกระแสต่ำลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 1.6 หลักการเบื้องต้นของการทดสอบโดยวิธีกระแสไหลวน

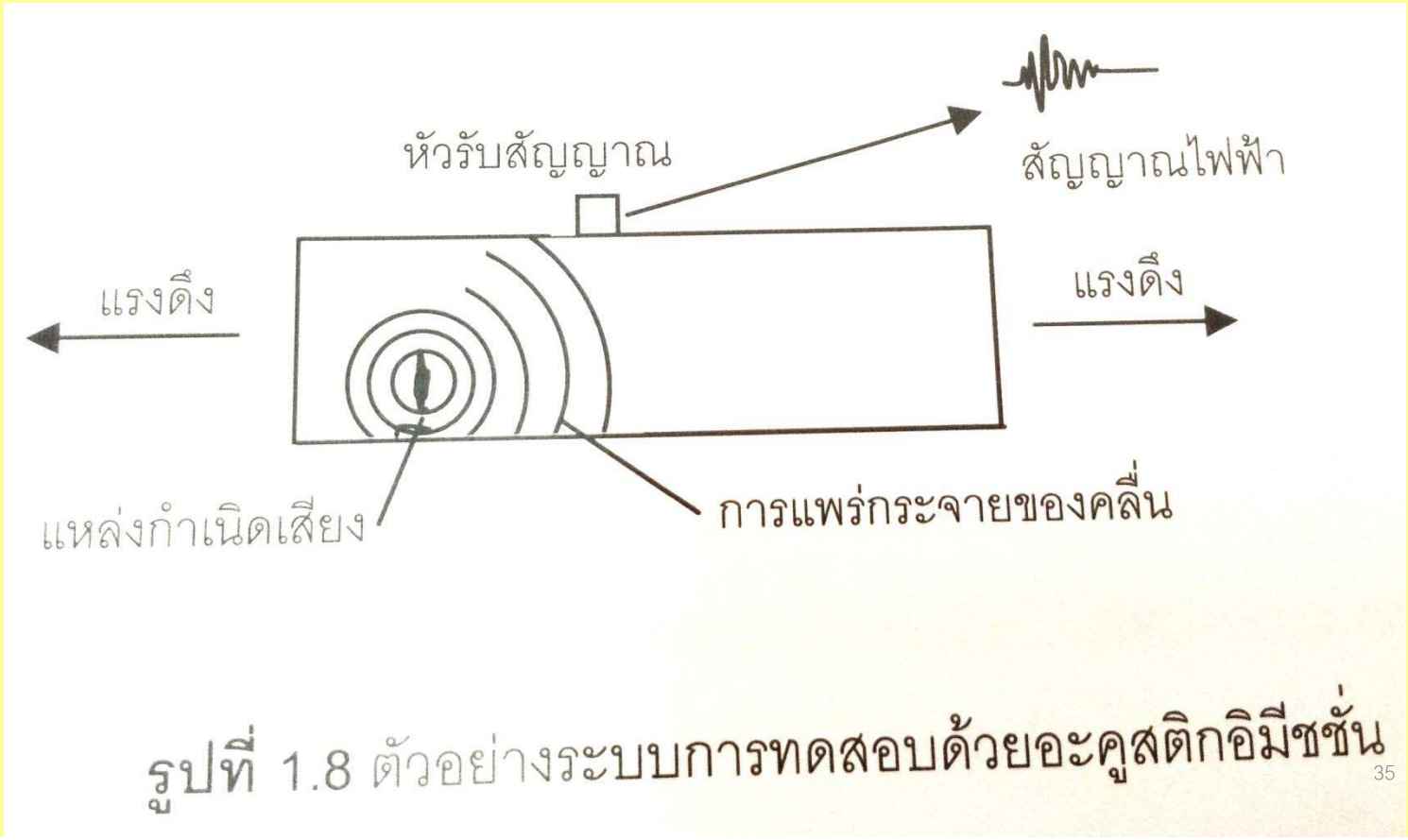


รูปที่ 1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบโดยวิธีกระแสไหลวน

ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
1. ไม่ต้องมีการสัมผัสระหว่างตัวรับสัญญาณและชิ้นงาน จึงสามารถใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูงได้ 2. มีความไวในการทดสอบสูง 3. สามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ได้สะดวก 4. ในเครื่องทดสอบรุ่นใหม่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ 5. สามารถทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าบางประการของชิ้นงานได้	1. สามารถทดสอบชิ้นงานที่นำไฟฟ้าได้เท่านั้น 2. ทดสอบได้เฉพาะที่ผิวหรือใต้ผิวเล็กน้อย 3. ต้องปรับเทียบก่อนการทดสอบ 4. ต้องใช้ทักษะในการแปรผลสูง

การทดสอบโดยวิธีอะคูสติกอิมิชชั่น (AE)

ใช้หลักการตรวจจับพลังงานซึ่งอยู่ในรูปของคลื่นยืดหยุ่นแบบชั่วครู่ (Transient elastic wave) ที่ปลดปล่อยจากรอยความไม่ต่อเนื่องของวัสดุ การตรวจจับคลื่นยืดหยุ่นสามารถทำได้โดยใช้หัวตรวจสอบ (AE Sensor) ยึดติดที่ผิวหน้าของวัสดุ จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานในรูปของคลื่นเสียงเป็นคลื่นไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้าจะถูกขยายสัญญาณด้วยอุปกรณ์ขยายสัญญาณเบื้องต้น และส่งผ่านไปยังตัวกรองความถี่ และส่งไปวิเคราะห์เทียบกับรอยความไม่ต่อเนื่องต่อไป



รูปที่ 1.8 ตัวอย่างระบบการทดสอบด้วยอะคูสติกอิมีชชั่น

ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
1. ทดสอบได้ในขณะที่วัสดุกำลังเกิดการเสียหาย 2. การทดสอบครอบคลุมพื้นที่ทดสอบเป็นบริเวณกว้างในการทดสอบเพียงครั้งเดียว 3. มีขีดจำกัดในการเข้าถึงงานน้อย 4. ใช้เวลาการทดสอบที่รวดเร็วกว่าวิธีอื่น	1. ไม่สามารถทดสอบซ้ำได้ 2. ต้องใช้เทคนิคในการตัดสัญญาณรบกวน 3. ต้องใช้ทักษะความชำนาญในการทดสอบ