บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การตรวจสอบชิ้นงานโดยไม่ทำลาย

การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย หมายถึง กรรมวิธีที่ใช้ค้นหาความบกพร่องหรือความผิดปกติใด ๆ ที่มีอยู่ในชิ้นงาน (ทั้งที่เป็นอันตรายต่อการใช้งานและไม่เป็นอันตรายต่อการใช้งาน) โดยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับชิ้นงานนั้น ซึ่งต่อไปนี้ความบกพร่องหรือความผิดปกติใด ๆ ที่กล่าวถึงนี้จะเรียกโดยรวมว่า ความไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity)

การตรวจสอบโดยไม่ทำลายมีหลายแบบตั้งแต่การตรวจสอบโดยใช้สายตา (Visual Inspection) ซึ่งเป็นการตรวจสอบโดยไม่ทำลายที่สะดวก รวดเร็วและประหยัดที่สุด จนถึงวิธีการที่ใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการตรวจสอบ เช่น การตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายรังสี (Radiographic Testing : RT) การตรวจสอบโดยใช้ของเหลวแทรกซึม (Liquid Penetrate Testing : PT) และการตรวจสอบโดยใช้คลื่นความถี่สูง (Ultrasonic Testing : UT) เป็นต้น

2.1.1 ความสำคัญของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

ในการออกแบบชิ้นงานทางด้านวิศวกรรม จะต้องออกแบบให้มีความแข็งแรงและมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับงานในแต่ละประเภท แต่ในกรณีที่ชิ้นงานนั้นมีความไม่ต่อเนื่องเกิดขึ้นจะทำให้ความแข็งแรงของชิ้นงานต่ำกว่าที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งสามารถแก้ไขโดยการใช้ตัวประกอบความปลอดภัย (Safety Factor) ที่สูงขึ้นเพื่อชดเชยหากเกิดความไม่ต่อเนื่องดังกล่าวซึ่งวิธีการนี้มีข้อเสียคือจะทำให้ชิ้นงานมีขนาดใหญ่ขึ้น สิ้นเปลืองวัสดุและทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้การตรวจสอบโดยไม่ทำลายจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการค้นหาความไม่ต่อเนื่องของชิ้นงานก่อนการนำไปใช้งาน ทำให้การออกแบบสามารถลดตัวประกอบความปลอดภัยในส่วนของการเกิดความบกพร่องของชิ้นงานลงและยังช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นของผลิตภัณฑ์และลดต้นทุนลงอีกด้วย

2.1.2 ข้อได้เปรียบของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

1.สามารถทำการตรวจสอบได้โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายใดๆ กับชิ้นงาน ดังนั้นหลังการตรวจสอบจึงสามารถนำชิ้นงานกลับมาใช้ได้อีก

2. สามารถทำการตรวจสอบแบบตรวจสอบทุกชิ้นงานหรือแบบสุ่มตัวอย่างได้ เพราะเมื่อทำการตรวจสอบแล้วยังสามารถนำชิ้นงานไปตรวจสอบด้วยวิธีอื่นได้

3. สามารถตรวจสอบได้หลายวิธีกับงานชิ้นเดียวกันเพื่อความถูกต้องของการตรวจสอบ

4. สามารถทำการตรวจสอบซ้ำกับชิ้นงานเดิมได้

5.สามารถตรวจสอบชิ้นงานตามระยะเวลาการใช้งานได้ จึงทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงสภาพของชิ้นงานหลังผ่านการใช้งานแล้ว

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสามารถเรียนรู้ได้ง่าย

7. ในการตรวจสอบชิ้นงานที่เหมือนกัน อาจออกแบบการตรวจสอบให้เป็นระบบอัตโนมัติได้

8. ไม่ต้องเตรียมชิ้นงานเพื่อการตรวจสอบหรือบางครั้งอาจทำเพียงเล็กน้อย

2.1.3 ข้อจำกัดของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

1. ผู้ทำการตรวจสอบความบกพร่องของชิ้นงานจำเป็นต้องมีความรู้ความชำนาญ ประสบการณ์และผ่านการอบรมทางด้านการตรวจสอบโดยไม่ทำลายมาแล้ว

2. การแปลผลการตรวจสอบมักต้องกระทำผ่านสื่อกลางจึงทำให้ความไว (Sensitivity) ในการตรวจสอบต่ำลงทำให้อาจเกิดการแปลผลที่แตกต่างกันระหว่างผู้ทำการตรวจสอบแต่ละคน

3. ผลการตรวจสอบที่ได้มักเกิดจากการเปรียบเทียบกับสิ่งที่ทราบค่ามาก่อนหน้านี้แล้ว ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมชิ้นงานจำลองที่มีความบกพร่องที่ทราบค่า เช่น ขนาด ตำแหน่งที่แน่นอนเพื่อผลการตรวจสอบที่ถูกต้อง จึงเป็นการเสียเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น

2.2 การตรวจสอบโดยไม่ทำลายในงานอุตสาหกรรม

ในประเทศไทยมีการเริ่มต้นประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายเมื่อประมาณปี พ.ศ.2520 โดยเริ่มใช้ในงานก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ก่อนแล้วจึงขยายสู่อุตสาหกรรมประเภทอื่นจนเป็นที่แพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายมีด้วยกันหลายวิธีแต่วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไปส่วนใหญ่มี 7 วิธี ดังนี้

2.2.1 การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Testing : VT)

การตรวจสอบด้วยสายตามีด้วยกันหลายวิธีตั้งแต่การใช้สายตาดูเพียงอย่างเดียวไปจนถึงการใช้เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ามาช่วย เช่น ใช้แว่นขยาย, ไม้บรรทัดเว้า (Convex ruler), เกจชนิดพิเศษต่างๆ เพื่อวัดขนาดของรอยแตก รอยเหลื่อม (Overlapped) หลุมบ่อต่างๆ ความสูงของตะเข็บเชื่อม และการเชื่อมกินเนื้องาน (Undercut) เป็นต้น

2.2.2 การตรวจสอบโดยใช้อนุภาคแม่เหล็ก (Magnetic Particle Testing : MT)

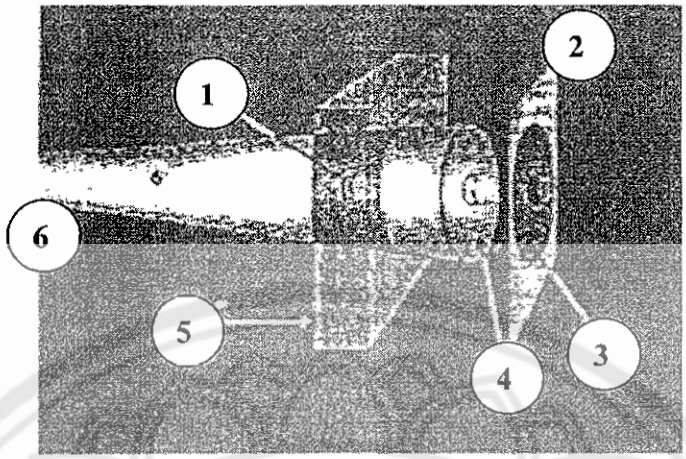
การตรวจสอบโดยใช้อนุภาคแม่เหล็ก เป็นวิธีที่ใช้ได้กับวัสดุที่สามารถทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กได้เท่านั้น หลักการที่ใช้ในการตรวจสอบคือ เมื่อสร้างสนามแม่เหล็กให้กับชิ้นงานพบว่าบริเวณที่มีความไม่ต่อเนื่องจะเกิดการรั่วของเส้นแรงแม่เหล็ก จึงสามารถดึงดูดผงเหล็กขนาดเล็กให้เข้ามารวมตัวกันในบริเวณที่มีความไม่ต่อเนื่องนั้นได้ จากการสังเกตการรวมตัวของผงเหล็กทำให้สามารถตรวจสอบความไม่ต่อเนื่องได้ การตรวจสอบโดยวิธีนี้สามารถตรวจสอบได้ทั้งความไม่ต่อเนื่องที่ผิวด้านนอกและความไม่ต่อเนื่องที่อยู่ใต้ผิว(ที่ความลึกไม่มากเกินไป) สำหรับทิศทางการวางตัวของความไม่ต่อเนื่องมีผลต่อการตรวจสอบ ดังนั้นในการตรวจสอบจึงต้องสร้างสนามแม่เหล็กในทิศที่สามารถครอบคลุมโอกาสการเกิดความไม่ต่อเนื่องได้ครบถ้วน โดยข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้อนุภาคแม่เหล็กได้ถูกสรุปไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้อนุภาคแม่เหล็ก

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใช้การลงทุนเบื้องต้นต่ำ 2. อุปกรณ์มีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย 3. วิธีการง่ายไม่ต้องใช้ความสามารถพิเศษ 4. การแปรผลง่าย 5. มีความไวในการตรวจสอบสูง (ขึ้นอยู่กับขบวนการที่ใช้)	1. ใช้ได้กับวัสดุที่เป็นเหล็กได้ 2. ทิศของความไม่ต่อเนื่องมีผลต่อการตรวจสอบ 3. ต้องการกระแสไฟฟ้าปริมาณมาก 4. ชิ้นงานมีอำนาจแม่เหล็กตกค้าง 5. ชิ้นงานอาจเกิดความเสียหายได้หากใช้กระแสไฟฟ้าสูงเกินไป

2.2.3 การตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายรังสี (Radiographic Testing : RT)

การตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายรังสีโดยการใช้รังสีที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานสูงส่องผ่านชิ้นงานๆไปยังฟิล์มที่อยู่อีกด้านหนึ่งของชิ้นงาน จากคุณสมบัติที่ชิ้นงานสามารถดูดซับรังสีได้แตกต่างกันตามความหนาของชิ้นงาน คือในบริเวณที่ชิ้นงานมีความหนามากรังสีสามารถผ่านได้น้อยฟิล์มในบริเวณนั้นจึงมีสีอ่อน แต่ในทางตรงกันข้ามหากชิ้นงานบริเวณที่บางกว่ารังสีสามารถผ่านได้มากฟิล์มในบริเวณนั้นจึงมีสีเข้ม การที่มีความไม่ต่อเนื่องอยู่ในชิ้นงานเปรียบเสมือนการที่ชิ้นงานบางกว่าบริเวณรอบข้างจึงเกิดความแตกต่างของความเข้มของฟิล์ม จากการสังเกตความแตกต่างนี้ทำให้สามารถตรวจสอบความบกพร่องในชิ้นงานได้ดังรูปที่ 2.1



1. ความไม่ต่อเนื่อง
2. ฟิล์ม
3. ภาพถ่ายรังสี
4. รังสีที่ผ่านชิ้นงาน
5. ชิ้นงาน
6. รังสีเอ็กซ์หรือแกมม่า

รูปที่ 2.1 แสดงหลักการเบื้องต้นของการตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายรังสี
ที่มา : คู่มือการทำงานบริษัทเอสทีพี แอนด์ ไอ จำกัด (มหาชน)

โดยข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายรังสีได้ถูกสรุปไว้ดังตารางที่ 2.2

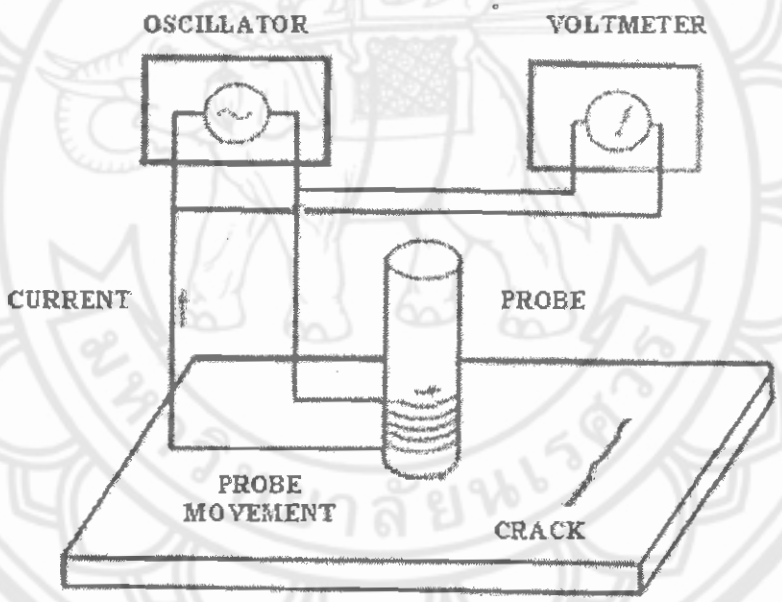
ตารางที่ 2.2 แสดงข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายรังสี

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถใช้ได้กับวัสดุทุกชนิด	1. รังสีที่ใช้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต
2. สามารถเก็บผลการตรวจสอบไว้ได้นาน	2. ต้องเข้าถึงชิ้นงานทั้งสองด้าน
3. ไม่ต้องมีการปรับเทียบอุปกรณ์	3. มีข้อจำกัดของความหนาชิ้นงาน
4. แปลผลได้โดยตรงจากฟิล์ม	4. ใช้เงินลงทุนสูงเมื่อเทียบกับวิธีอื่น

2.2.4 การตรวจสอบโดยใช้กระแสไหลวน (Eddy Current Testing : ET)

กระแสไหลวน (Eddy Current) สามารถสร้างได้จากการเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็กที่มีความถี่สูง โดยสนามแม่เหล็กนี้เกิดขึ้นจากการผ่านไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงเข้าไปในขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กสุทธิซึ่งเป็นผลต่างของความเข้มของสนามแม่เหล็กทั้ง ในกรณีที่ไม่พบความบกพร่องอยู่ภายในชิ้นงาน

จะสามารถสร้างกระแสไหลวนได้มากสนามแม่เหล็กจากกระแสไหลวนจึงมีความเข้มสูง แต่ในกรณีที่มีความบกพร่องอยู่ภายในชิ้นงานกระแสไหลวนเกิดขึ้นได้น้อยลง (ขึ้นอยู่กับขนาด ความลึกจากผิวและทิศทางการวางตัวของความความบกพร่อง) สนามแม่เหล็กสุทธิจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปจากความเข้มสุทธิจากชิ้นงานที่ไม่มีความบกพร่อง ดังนั้นการตรวจวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กนี้สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบความบกพร่องที่มีในชิ้นงานได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงหลักการเบื้องต้นของการตรวจสอบโดยใช้กระแสไหลวน
ที่มา : คู่มือการทำงานบริษัทเอสทีพี แอนด์ ไอ จำกัด (มหาชน)

โดยข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้กระแสไหลวนได้ถูกสรุปไว้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้กระแสไหลวน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่ต้องมีการสัมผัสระหว่างตัวรับสัญญาณและชิ้นงาน จึงสามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้	1. สามารถตรวจสอบได้เฉพาะชิ้นงานที่นำไฟฟ้าได้เท่านั้น
2. มีความไวในการตรวจสอบสูง	2. ตรวจสอบได้เฉพาะที่ผิวหรือต่ำกว่าเล็กน้อย
3. สามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ได้สะดวก	3. ต้องการการปรับเทียบสัญญาณ
4. สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	4. การแปรผลต้องใช้ทักษะสูง

2.2.5 การตรวจสอบโดยใช้ของเหลวแทรกซึม (Liquid Penetrate Testing : PT)

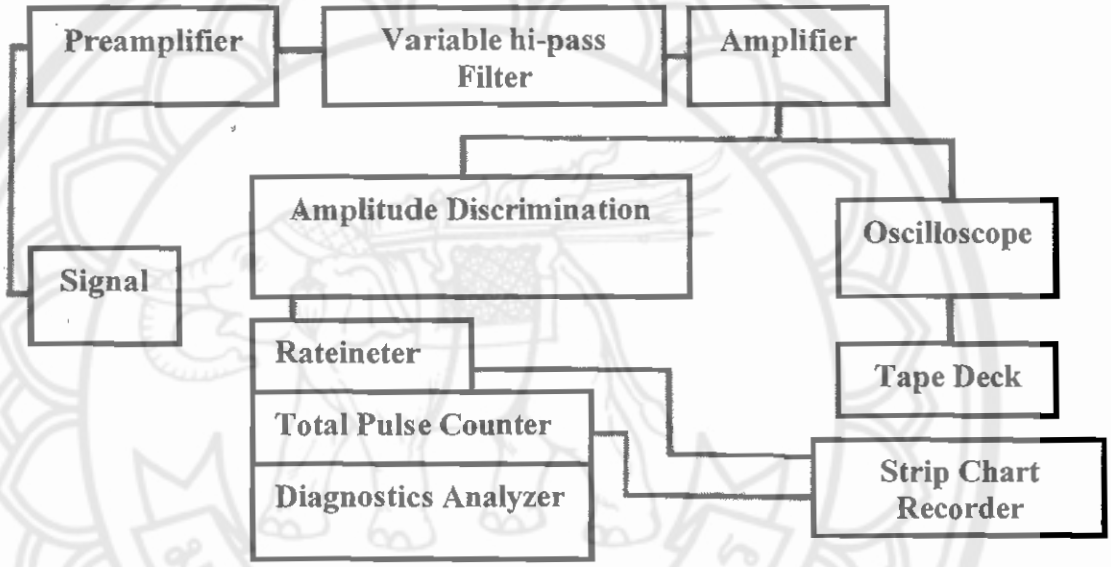
การตรวจสอบโดยใช้ของเหลวแทรกซึมเป็นวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายที่มีต้นทุนในการตรวจสอบต่ำ มีความไวในการตรวจสอบที่ดีและสะดวกต่อการใช้งาน หลักการเบื้องต้นคือ ใช้ของเหลวที่มีความสามารถในการแทรกซึมเข้าไปในช่องเปิดขนาดเล็กๆ ของความบกพร่องได้ เมื่อทำการกำจัดของเหลวส่วนที่เกินออกไปแล้วจะใช้สารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการดึงเอาของเหลวที่แทรกตัวอยู่ในความบกพร่องออกมาสู่ภายนอก ทำให้สามารถมองเห็นและตรวจสอบความบกพร่องที่มีอยู่ได้ การตรวจสอบวิธีนี้ใช้ได้กับวัสดุทุกชนิด เพียงแต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ความบกพร่องจะต้องมีทางเปิดสู่ผิวของชิ้นงานเท่านั้นจึงสามารถทำการตรวจสอบได้ โดยข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้ของเหลวแทรกซึมได้ถูกสรุปไว้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้ของเหลวแทรกซึม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใช้ในงานที่ลงทุนต่ำ	1. ต้องการการเตรียมผิวชิ้นงาน
2. ใช้ในงานสนามได้สะดวก	2. ไม่สามารถตรวจสอบใต้ผิวได้
3. การแปลผลง่ายและแสดงตำแหน่งชัดเจน	3. ไม่ได้ผลดีกับวัสดุผิวหยาบหรือพรุน
4. ความไวในการตรวจสอบสูง	4. สารเคมีที่ใช้อาจเกิดการระคายผิวได้

2.2.6 การตรวจสอบโดยใช้คลื่นอะคูสติค (Acoustic Emission Testing : AE)

การตรวจสอบโดยใช้คลื่นอะคูสติค เป็นวิธีที่ตรวจสอบได้เฉพาะในขณะที่ชิ้นงานกำลังเกิดความเสียหาย เช่น ในขณะเกิดการแตกของชิ้นงานหรือในขณะที่ชิ้นงานถูกแรงกระทำจนถึงช่วงการแปรรูปถาวร (Plastic Deformation) เป็นต้น เนื่องจากในขณะชิ้นงานกำลังเสียหายจะปล่อยพลังงานกลออกมาในรูปของคลื่นเสียง ซึ่งพลังงานกลนี้จะถูกแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงวิธีการตรวจสอบโดยใช้คลื่นอะคูสติค
ที่มา : คู่มือการทำงานบริษัทเอสทีพี แอนด์ ไอ จำกัด (มหาชน)

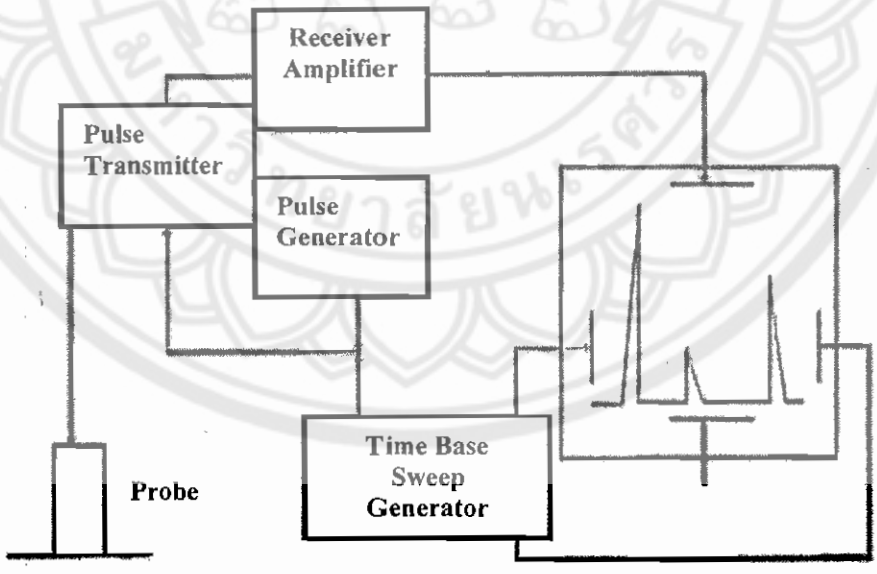
โดยข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยคลื่นอะคูสติคได้ถูกสรุปไว้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้คลื่นอะคูสติค

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถตรวจสอบชิ้นงาน ขณะเกิดความเสียหายได้ 2. แปลผลการตรวจสอบได้ โดยการตรวจสอบเพียงครั้งเดียว 3. สามารถตรวจสอบได้โดยเครื่องจักรไม่ต้องหยุดการทำงาน 4. สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครื่องจักรได้	1. ไม่สามารถตรวจสอบชิ้นงานที่มีความเสียหายอยู่ก่อนแล้วได้ 2. ผู้ควบคุมเครื่องมือต้องมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้

2.2.7 การตรวจสอบโดยใช้อุลตร้าโซนิค (Ultrasonic Testing : UT)

การตรวจสอบโดยใช้อุลตร้าโซนิคเป็นการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง 2-5 MHz ส่งผ่านเข้าไปยังชิ้นงานที่ทดสอบ เมื่อคลื่นเสียงกระทบสิ่งกีดขวาง (อาจเป็นผนังของชิ้นทดสอบเองหรือความบกพร่องภายในชิ้นงาน) จะเกิดการสะท้อนกลับและจากการตรวจวัดสัญญาณเสียงที่สะท้อนกลับมานี้ทำให้สามารถตรวจสอบความบกพร่องได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงหลักการเบื้องต้นของการตรวจสอบโดยใช้อุลตร้าโซนิค
ที่มา : คู่มือการทำงานบริษัทเอสทีพี แอนด์ ไอ จำกัด (มหาชน)

โดยข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยอุลตร้าโซนิคได้ถูกสรุปไว้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบโดยใช้อุลตร้าโซนิค

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถใช้ได้กับชิ้นงานที่มีความหนามากได้และไม่จำกัดชนิดของความบกพร่อง	1. ทิศการวางตัวของความบกพร่องมีผลต่อการตรวจสอบ
2. ใช้ได้กับวัสดุทุกชนิด	2. ต้องการการปรับเทียบเครื่องทดสอบ
3. เคลื่อนย้ายอุปกรณ์ได้ง่าย	3. คุณภาพผิวของชิ้นงานมีผลต่อการตรวจสอบ
4. เชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ได้	4. การแปลผลต้องใช้ทักษะสูง

2.3 หลักการทำงานของการตรวจสอบโดยไม่ทำลายโดยใช้คลื่นความถี่สูง

การตรวจสอบชิ้นงานโดยไม่ทำลายด้วยคลื่นความถี่สูงจะใช้เครื่องพัลส์เอคโค ในการตรวจสอบโดยอาศัยหลักการของการสั่นสะเทือนของวัตถุที่ทำให้เกิดคลื่นเสียง โดยจะทำการส่งคลื่นเสียงจากหัวทดสอบ (Transducer หรือ Search Unit) ผ่านเข้าไปในวัสดุ ถ้าพบความบกพร่องคลื่นเสียงบางส่วนหรือทั้งหมดจะสะท้อนกลับมายังหัวรับสัญญาณ (Receiver) โดยคลื่นที่ใช้ในการทดสอบก็คือคลื่นอุลตร้าโซนิค (Ultrasonic Sound)

2.3.1 คำจำกัดความเกี่ยวกับอุลตร้าโซนิค

ความถี่ของคลื่นเสียงเป็นหน่วยที่ใช้สำหรับบอกระดับเสียง ยิ่งความถี่สูงเท่าไรก็จะรู้สึกว่าเสียงสูงขึ้น ความถี่ของเสียงที่หูของมนุษย์สามารถรับได้มีขอบเขตจำกัดโดยจะอยู่ที่ประมาณ 20, 000 Hz โดยคลื่นเสียงสามารถแบ่งตามลักษณะความถี่ดังนี้

- คลื่นเสียงความถี่ต่ำกว่าที่หูของมนุษย์ได้ยิน (Infrasonic Sound) มีความถี่อยู่ในช่วง 0.1-20 Hz
- คลื่นเสียงความถี่ระดับที่หูของมนุษย์ได้ยิน (Audible Sound) มีความถี่อยู่ในช่วง 20-20,000 Hz
- คลื่นเสียงความถี่สูงกว่าที่หูของมนุษย์ได้ยิน (Ultrasonic Sound) มีความถี่มากกว่า 20,000 Hz

ของเหลวและของแข็งเป็นตัวกลางที่ดีสำหรับการพาเสียง โดยความสามารถในการนำพาเสียงที่ดีของของเหลวและของแข็งนี้ได้มีการนำไปประยุกต์ใช้งานกันอย่างกว้างขวาง สำหรับความสามารถในการนำพาเสียงที่ดีของของแข็งได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการตรวจสอบวัสดุ โดยใช้คุณสมบัติด้านการสะท้อนกลับของเสียง ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบโดยไม่ทำลายชิ้นงานเพื่อหาสิ่งบกพร่องภายในได้ ความถี่ที่ใช้ในการตรวจสอบวัสดุโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 0.5-15 MHz

กรรมวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายด้วยอุลตร้าโซนิคที่นิยมคือ กรรมวิธีพัลส์เอคโค (Pulse Echo Method) ซึ่งทำได้โดยการส่งคลื่นเสียงเข้าไปในชิ้นงานทดสอบและวัดความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในชิ้นงานทดสอบโดยการประเมินผลจากคลื่นเสียง โดยการรับคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับจากบริเวณพื้นที่ขอบเขตหรือบริเวณสิ่งบกพร่องแล้วแปลงเป็นสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ค่าสองค่าที่สนใจคือ เวลาที่เสียงเดินทางจากผิวไปจนถึงตัวสะท้อน (Reflector) และกลับ สิ่งที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือ คลื่นเสียงที่ส่งแบบต่อเนื่องใช้ไม่ได้สำหรับการวัดเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางเพราะการวัดเวลาจากจุดที่ส่งและสะท้อนกลับจนรับสัญญาณได้ทำได้เมื่อคลื่นเสียงถูกส่งเป็นช่วงสั้นๆ (Pulse) ดังนั้น การส่งคลื่นอุลตร้าโซนิคด้วยกรรมวิธีพัลส์เอคโคนั้นจำเป็นต้องส่งเป็นช่วงสั้น ๆ

2.3.2 การกำเนิดคลื่นอุลตร้าโซนิค

ตัวส่งและรับคลื่นเสียงอุลตร้าโซนิคส่วนใหญ่จะใช้แผ่นผลึกชนิดหนึ่ง ซึ่งถ้าไม่มีแรงจากภายนอกไปกระทำต่อแผ่นผลึกนี้ก็จะไม่เกิดจากความต่างศักย์ที่บนผิวผลึก แต่ถ้ามีแรงกดจากภายนอกมากระทำที่แผ่นผลึก ความหนาของแผ่นผลึกจะเปลี่ยนแปลงรวมทั้งความสมดุลของความต่างศักย์ด้วยทำให้มีสนามไฟฟ้าเกิดขึ้น โดยวัดความต่างศักย์ได้จากผิวผลึกซึ่งเคลือบด้วยเงิน คุณลักษณะนี้เรียกว่า ปฏิกิริยาพีโซอิเล็กตริคแบบตรง (Direct Piezoelectric Effect) ความดันที่เปลี่ยนแปลง เช่น คลื่นเสียงจะส่งผลโดยตรงทำให้กลายเป็นความต่างศักย์ที่เปลี่ยนไปมา แผ่นผลึกนี้สามารถใช้เป็นตัวรับได้ปฏิกิริยาพีโซอิเล็กตริคแบบตรงนี้ สามารถเป็นแบบกลับได้ ถ้าส่งความต่างศักย์ไปที่ผิวของแผ่นผลึก จะทำให้แผ่นผลึกนั้นมีความเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งขึ้นกับขั้วของความต่างศักย์ ความหนาอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง ผลึกพีโซอิเล็กตริคที่พบตามธรรมชาติ คือ ควอร์ส (Quarz) ซึ่งในระยะเริ่มต้นนิยมใช้ทำเป็นผลึกสำหรับการตรวจสอบด้วยอุลตร้าโซนิค

สำหรับหัวตรวจสอบในปัจจุบันจะไม่ค่อยมีการใช้ผลึกควอร์สแล้วแต่จะใช้โพลาไรซ์ซินเตอร์เซรามิคหรือผลึกเทียมทำแผ่นผลึกสำหรับอุลตร้าโซนิคแทน โดยหัวตรวจสอบส่งคลื่นเสียงออกมาได้ต่างกันตามทิศทางของการตัดผลึก (Crystal)

- ถ้าตัดผลึกตั้งฉากกับแกน X (X-cut) จะได้คลื่นตามยาว ซึ่งเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในการตรวจสอบด้วยคลื่นความถี่สูง

- ถ้าตัดผลึกตั้งฉากกับแกน Y (Y-cut) จะได้คลื่นตามขวาง