การทดสอบหาตำหนิบนผิวชิ้นงาน
(Penetrant Testing)

จุดประสงค์

1. นักศึกษาทำการทดลองแบบการแทรกซึมรอยตำหนิบนผิวงานได้
2. นักศึกษาเรียนรู้เงื่อนไขของการทดสอบ
3. สามารถวิเคราะห์ภายหลังการการทดสอบ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบแบบไม่ทำลาย (nondestructive-testing) หรือ NDT ที่สำคัญใช้มากมี 5 วิธี

1. การตรวจสอบด้วยสายตา (visual inspection) เป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก แต่ผู้ตรวจสอบต้องมีความรู้ในด้านทฤษฎีและปฏิบัติเกี่ยวกับการผลิต ลักษณะที่ผิดปกติ ต่างๆ

2. การตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (penetrant testing; PT) เพื่อหาความบกพร่องในเนื้อวัสดุ โดยสารแทรกซึมสามารถซึมเข้าไปในช่องว่างแคบๆ ที่เป็นรอยร้าวขนาดเล็กได้ ใช้ได้ผลดีกับชิ้นงานที่เป็นโลหะ

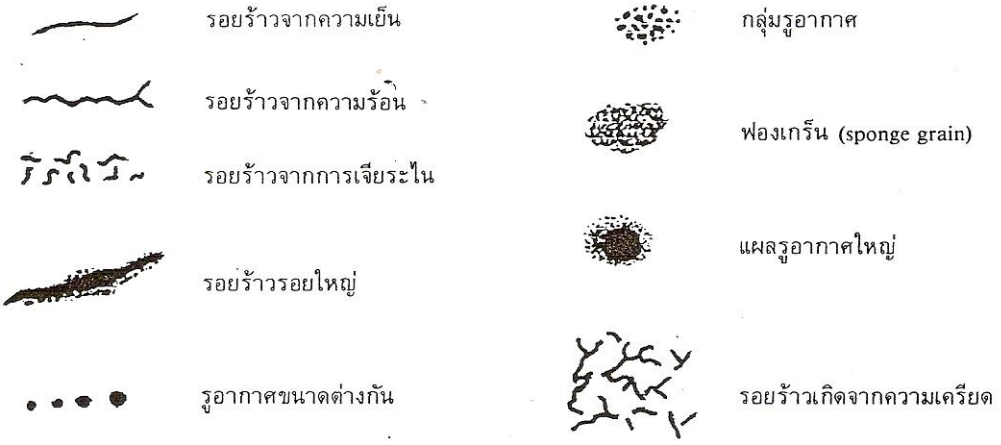
3. การตรวจสอบโดยอนุภาคแม่เหล็ก (magnetic particle testing; MT) ใช้กับวัสดุเฟอร์โรแมกเนติก ได้แก่ เหล็ก นิกเกิล และโคบอลท์ สิ่งบกพร่องที่อยู่บนผิววัสดุ ผงแม่เหล็กจะจัดเรียงตัวตามรอยร้าว สิ่งบกพร่องอยู่ใต้ผิวเล็กน้อย ผงแม่เหล็กจะจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ

4. การตรวจสอบวัสดุด้วยอัลตราโซนิก (ultrasonic testing; UT)นำไปใช้ในการทดสอบเหล็กโครงสร้างประเภท I-Beam ขณะอยู่ในสายการผลิต รางรถไฟ ท่อส่งความร้อน เหล็กแผ่น

5. การตรวจสอบด้วยการถ่ายภาพรังสี (radiographic testing; RT) อาศัยหลักการของรังสีที่ผ่านเข้าไปสู่วัสดุที่ทึบแสงแล้วทะลุอีกด้านหนึ่ง ปริมาณที่ทะลุผ่านออกมาของรังสี จะบ่งชี้ให้ทราบถึงสิ่งบกพร่องและปริมาณของเนื้อวัสดุ สาเหตุเพราะรังสีถูกดูดซึมเอาไว้ ถ้าเนื้อวัสดุที่มีสิ่งบกพร่อง หรือปริมาณของเนื้อวัสดุน้อย จะมีปริมาณของรังสีที่ทะลุผ่านออกมามากและจะไปปรากฏบนแผ่นฟิล์มในปริมาณที่มาก แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่มีสิ่งบกพร่องหรือเนื้อวัสดุมากปริมาณรังสีที่ตกระทบแผ่นฟิล์มน้อยเพราะถูกเนื้อวัสดุดูดซับเอาไว้

การตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (penetrant testing; PT) การทดสอบวิธีนี้เป็นการทดสอบแบบไม่ทำลาย โดยใช้สารแทรกซึมเข้าไปในรอยร้าวชิ้นงานที่เกิดจากสาเหตุต่างๆกัน และมีรูปร่างเรียกต่างกัน

ชนิดของรอยตำหนิ



ความบกพร่อง (Defect)

ความบกพร่องแบ่งได้เป็น 4 แบบ คือ ความบกพร่องจุด (point deflects) ความบกพร่องแบบเส้น (line defects) ความบกพร่องแบบระนาบ (interface defects) ความบกพร่องขนาดใหญ่ (bulk defects)

ความบกพร่องขนาดใหญ่

ความบกพร่องที่มีขนาดใหญ่ มีขนาดประมาณ 10^{-3} ม. และบางครั้งอาจมีขนาดใหญ่กว่านี้ ความบกพร่องขนาดใหญ่มีความสำคัญดังนี้คือ

1) ฟองอากาศ (Holes)

พบบ่อยในโลหะ เพราะปกติ จะมีอากาศรวมตัวอยู่ในสภาพเป็นของเหลว ระหว่างการแข็งตัวของโลหะจะมีอากาศออกมาและมีฟองอากาศ อาจพบฟองอากาศในรอยเชื่อมเนื่องจากน้ำในธูปเชื่อมจะทำให้เกิดฟองอากาศของออกซิเจนในรอยเชื่อม

2) อนุภาคเจือปนในวัสดุ (Inclusion)

การแทรกตัวของสารแปลกปลอมต่างๆ (สารไม่พึงประสงค์) ตัวอย่างเช่น เหล็กออกไซด์ในขณะที่ทำการหลอมเหล็ก เหล็กออกไซด์จะแทรกอยู่ในเนื้อเหล็ก ในรูปของอนุภาคเจือปน อนุภาคเจือปนจะทำให้ความแข็งแรงของเหล็กลดลง ดังนั้นหากมีอนุภาคเจือปนมากในส่วนใดส่วนหนึ่งของโลหะ จะทำให้ส่วนนั้นเป็นจุดอ่อนของโลหะ

3) รอยร้าว (Cracks)

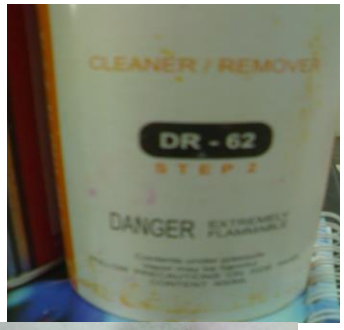
เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด ในความบกพร่องขนาดใหญ่ เพราะจะมีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุเปราะ ทั้งนี้เพราะรอยร้าว มีลักษณะเป็นปลายแหลมและขยายใหญ่ขึ้น เมื่อได้รับแรงเพิ่มขึ้นเป็นผลให้วัสดุแตก

4) ละลายและความลึกไม่พอ (Lack of fusion and penetration)

การละลายและความลึกไม่พอเกิดจากการบากชิ้นงานบริเวณที่จะเชื่อมไม่ลึกพอ ทำให้เกิดการหลอมเหลวเฉพาะบริเวณผิวหน้าของชิ้นงาน ความร้อนไปไม่ถึงบริเวณด้านล่างของชิ้นงานทำให้ด้านล่างชิ้นงานไม่หลอมเหลว ทำให้การเชื่อมติดไม่ดี ความแข็งแรงก็จะน้อยลง

<u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

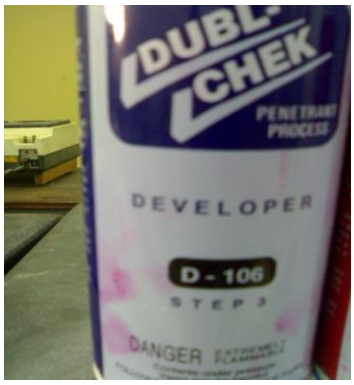
1. เลือกชิ้นงานที่จะทำการทดสอบ
2. ทำความสะอาดชิ้นงานด้วย Cleaner



3. ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีแล้วเช็ดออกให้หมด โดยต้องเช็ดในทิศทางเดียวตลอด เพื่อให้แผลชิ้นงานเปิด

4. จากนั้นพ่นตัว Penetrant เพื่อให้แทรกซึมลงสู่ผิวชิ้นงานทิ้งไว้ประมาณ 10-15 นาทีแล้วทำการเช็ดออก โดยต้องเช็ดในทิศทางเดียวตลอด เพื่อให้แผลชิ้นงานเปิด

5. หลังจากเช็ดตัวแทรกซึมออกก็พ่นตามด้วยตัว developer เพื่อดึงตัว penetrant ทำให้เห็นรอยตำหนิชัดเจนยิ่งขึ้น



<u>ผลการทดลอง</u>

ชิ้นงานที่ 21

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบหาตำหนิผิวงานด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า

(Magnetic surface cracks Detection Technics)

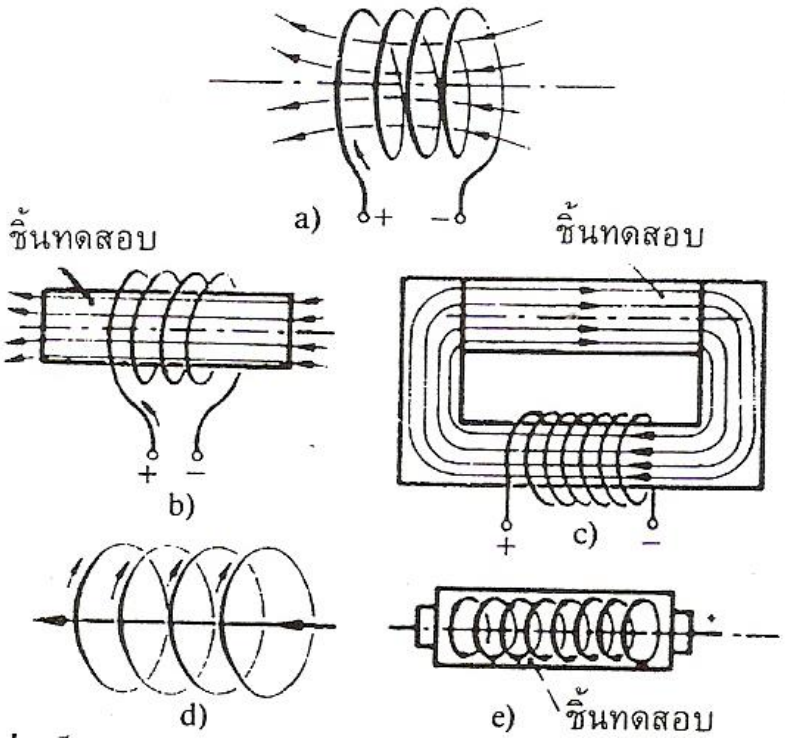
<u>จุดประสงค์</u>

1. เพื่อให้สามารถดำเนินการทดสอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าได้
2. เพื่อให้รู้จักขอบข่ายการใช้งานทดสอบ
3. เพื่อให้รู้จักเงื่อนไขทดสอบ
4. ทดสอบความไวของวิธีการ อุปกรณ์ทดสอบ เช่น ชิ้นทดสอบ อุปกรณ์การวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก
5. การเขียนรายงานและผลการทดสอบ

<u>ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</u>

การทดสอบวิธีนี้จะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “ การทดสอบด้วยผงแม่เหล็ก ”

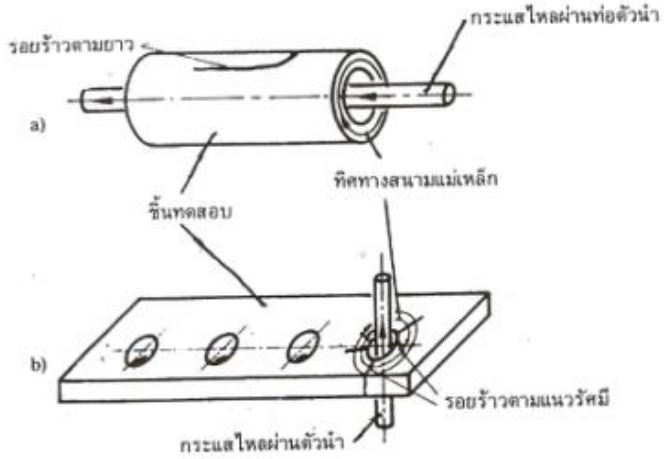
การเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ตามกฎของสนามแม่เหล็ก : เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และจะเหนี่ยวนำชิ้นทดสอบที่เป็นเหล็กด้วย เช่นเดียวกัน วิธีการจะแตกต่างกันหลายรูปแบบดังรูปที่



a) กระแสผ่านขดลวดเกิดสนามแม่เหล็ก
b) ขดลวดแม่เหล็ก(coil magnetic-CM) ชิ้นทดสอบเข้าไปในขดลวดเกิดเส้นแรงแม่เหล็กตามแนวยาว
c) แม่เหล็กตัว U (yoke magnetic-YM) ชิ้นทดสอบจะวางอยู่ระหว่างตัว U (yoke) จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กตามแนวยาวชิ้นทดสอบ
d) กระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำเส้นตรงทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กหมุนรอบตัวนำ
e) การเหนี่ยวนำกระแสไหลวนในชิ้นทดสอบ (SA) เป็นเส้นแรงแม่เหล็กวงกลมในชิ้นทดสอบ

การเกิดสนามแม่เหล็กและประเภทของการเหนี่ยวนำในชิ้นทดสอบด้วยกระแสไฟฟ้าตรง

การเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าไหลวนในชิ้นทดสอบ (SA) จะใช้ทดสอบหารอยร้าวตามแนวยาวและรอยร้าวหรือตำหนิทำมุมเอียงได้ถึง 45 องศา



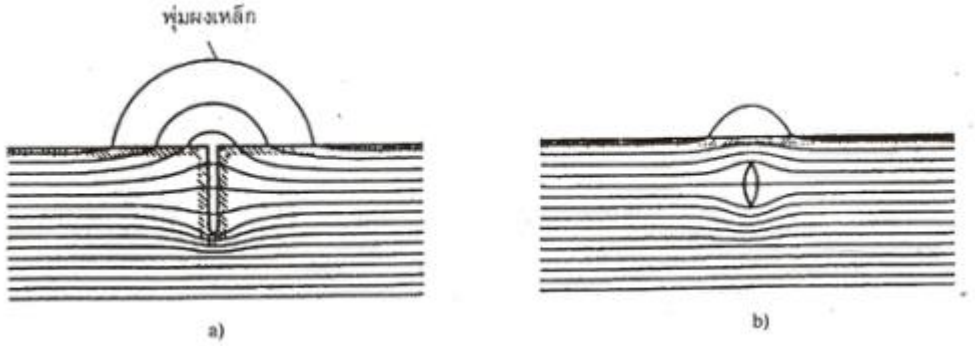
a) สอดตัวนำเข้าในท่อจะเหนี่ยวนำชิ้นทดสอบ ทำให้หารอยตำหนิตามแนวยาวได้
b) สอดตัวนำผ่านรูเพื่อหาตำหนิตามแนวรัศมี

การวางตัวนำไฟฟ้า เพื่อเหนี่ยวนำชิ้นทดสอบหาตำหนิ

ในการทำให้รอยตำหนิ หรือรอยร้าวปรากฏให้เห็นได้ จะใช้ผงเหล็กดำ **(Fe_3O_4)** โรยบนชิ้นทดสอบ หรือสภาพเปียก ผสมกับน้ำ หรือน้ำมันปิโตรเลียม น้ำมัน (สภาพโคลน) ทาเคลือบเอาไว้

สนามแม่เหล็กเส้นตรงใช้ทดสอบตำหนิยาวแนวขวาง สนามแม่เหล็กวงแหวนใช้ทดสอบตำหนิยาวตามแนวยาว

เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป บริเวณที่เป็นตำหนิ จะเกิดการเบี่ยงเบนของเส้นแรงแม่เหล็ก ทำให้ผงแม่เหล็กขยับตัวเป็นพุ่มผงเหล็กให้เห็นได้อย่างชัดเจน ดังรูป



a) ตำหนิบนผิว b) ตำหนิใต้ผิวงาน

การเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของแม่เหล็กไฟฟ้าตัว U ที่ใช้ทดสอบ

กระแสไฟฟ้าที่ใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
กระแสตรง (DC-Yoke)	• มีโครงสร้างที่แข็งแรง ใช้ทดสอบชิ้นงานยาวๆได้	• พุ่มแม่เหล็กมักจับตัวบริเวณปลายมนโค้งของชิ้นทดสอบล้างอำนาจแม่เหล็กตกค้างในชิ้นทดสอบนาน (ทำให้สิ้นเปลืองกระแส) เกิดการลดความเข้มของสนามแม่เหล็กเมื่อพื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบเพิ่มมากขึ้น
กระแสสลับ (AC-Yoke)	• เกิดความเข้มข้นของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ แม้กระทั่งชิ้นทดสอบที่มีรูปร่างซับซ้อน และถึงแม้จะมีพื้นที่หน้าตัด เพิ่มมากขึ้น • การล้างแม่เหล็กกระทำได้ง่ายและรวดเร็วใช้เวลาทดสอบสั้น	• มีราคาแพง • จำกัดความยาวในการทดสอบ

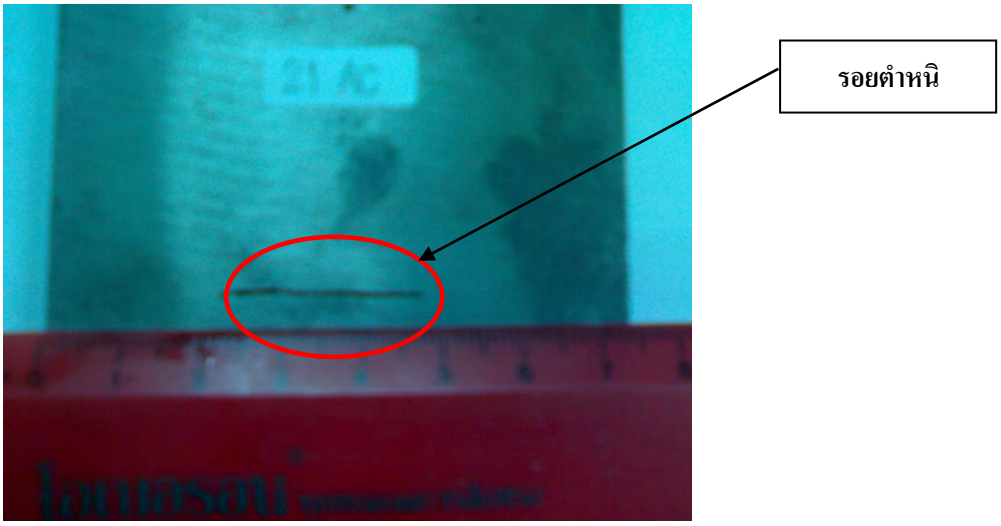
ขั้นตอนการทดลอง

1. นำชิ้นงานมาเช็ดให้สะอาดด้วยสาร Cleaner
2. นำผงแม่เหล็กมาโรยตามผิวของชิ้นงาน
3. นำเครื่อง Yoke มากดทับผิวชิ้นงานแล้วกดสวิตซ์ประมาณ 5 วินาที

เครื่องมือที่ใช้

ผลการทดลอง (ด้วยกระแส AC)

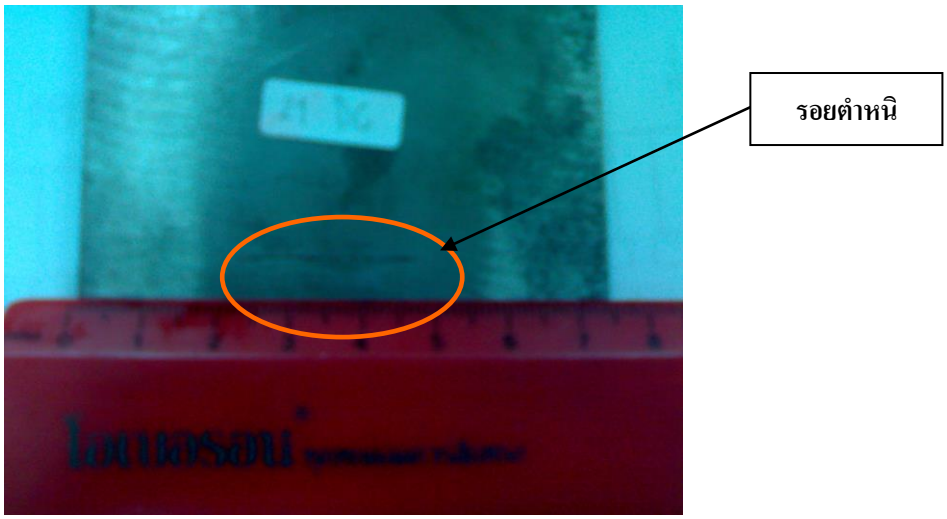
ชิ้นงานที่ 21



สรุปผลการทดลอง

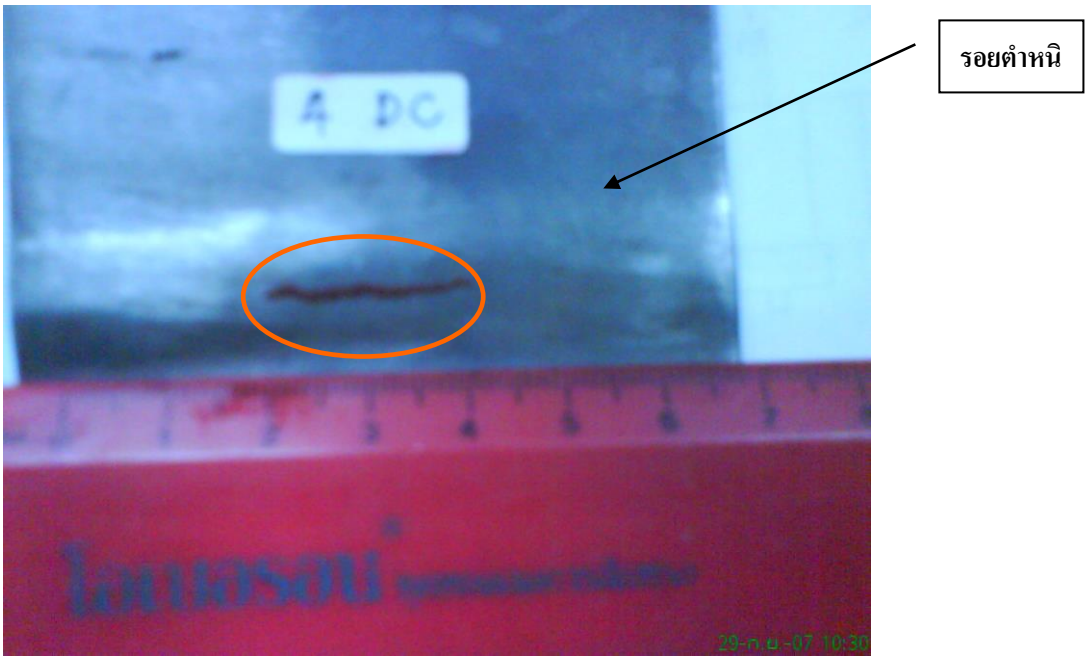
ผลการทดลอง (ด้วยกระแส DC)

ชิ้นงานที่ 21



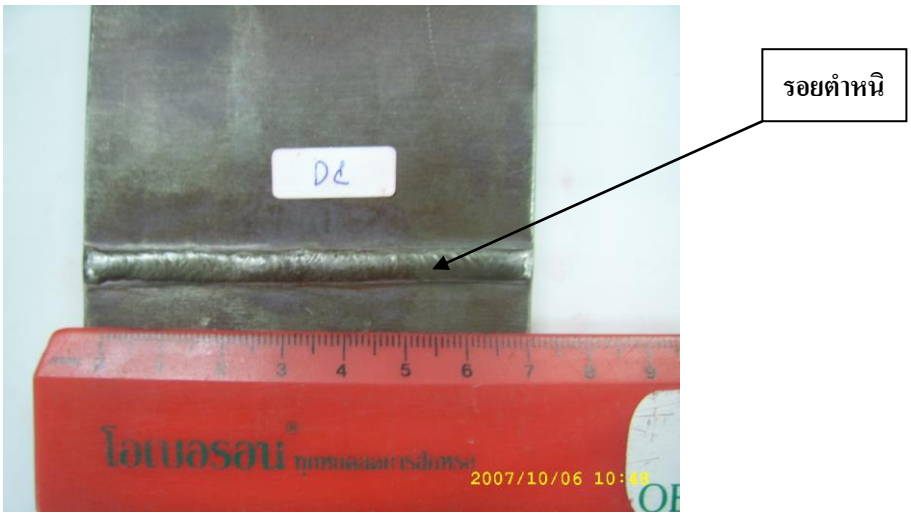
สรุปผลการทดลอง

ชิ้นงาน 4



สรุปการทดลอง

ชิ้นงาน Root Crack



<u>สรุปผลการทดลอง</u>

การการอยร้าวด้วยคลื่นอุลตราโซนิก

<u>ทฤษฎี</u>

การหารอยร้าวโดยคลื่นเสียงอัลตราโซนิก (Ultra Sonic)

โดยทั่วไปคลื่นเสียงจะหมายถึง คลื่นเสียงความถี่สูงซึ่งหูมนุษย์ไม่สามารถได้ยินได้ หรือ เสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 Hz หรือ 20 kHz

คุณสมบัติของคลื่นอัลตราโซนิก

ความเร็วของคลื่นเสียง

ความเร็วของคลื่นจะขึ้นอยู่กับตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน เช่น ความเร็วเสียงในอากาศจะมีค่าเท่ากับ 340 เมตรต่อวินาที ส่วนความเร็วในน้ำ (ที่ 20 °C) มีค่า 1,500 เมตรต่อวินาที เป็นต้น

ความยาวของคลื่นและความถี่ของคลื่น

ความยาวคลื่นเสียงจะถูกกำหนดโดยความเร็วและความถี่ของคลื่นนั้น ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\lambda = C/f \quad ....(2.8\text{-}1)$$

โดย λ แทนความยาวคลื่น, C แทนความเร็วของเสียง และ f แทนความถี่ของเสียง

การสะท้อนของคลื่นเมื่อคลื่นตกกระทบในแนวตั้งฉาก

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านไปทุกจุดบกพร่อง,รอยร้าว หรือผิวด้านตรงข้ามของวัสดุ จะเกิดการสะท้อนกลับจุดบกพร่องหรือผิวด้านหลังของวัสดุนี้ กล่าวรวมกันคือ เนื้อของวัสดุที่ขาดความต่อเนื่องหรือเป็นรอยต่อระหว่างตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ไปกับตัวกลางอื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ตกกระทบในแนวตั้งฉากกับรอยต่อของตัวกลางต่างชนิดนี้ คลื่นส่วนหนึ่งจะเคลื่อนที่ผ่านต่อไป และส่วนที่เหลือจะสะท้อนกลับเข้าไปในตัวกลางเดิมอีก อัตราส่วนของคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับและส่วนที่เคลื่อนที่ผ่านต่อไปจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางเสียงที่เรียกว่า อิมพีแดนซ์เสียง (Acoustic Impedance) ของตัวกลางทั้งสองนั้น อิมพีแดนซ์เสียง, Z นี้เป็นผลคูณระหว่างความเร็วของเสียงในตัวกลางนั้นกับค่าความหนาแน่นของตัวกลาง, p ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$Z = C \times p \quad ....(2.8\text{-}2)$$

ที่รอยต่อของตัวกลางสองชนิด ถ้าให้ Z1 และ Z2 เป็นอิมพีแดนซ์เสียงของตัวกลางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แล้วสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของความดันเสียง r (Reflection Coefficient of Sound
Pressure) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของความดันของเสียงส่วนที่สะท้อนกลับ Pr ต่อความดันของเสียงทั้งหมดที่ตกกระทบ P0 จะคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

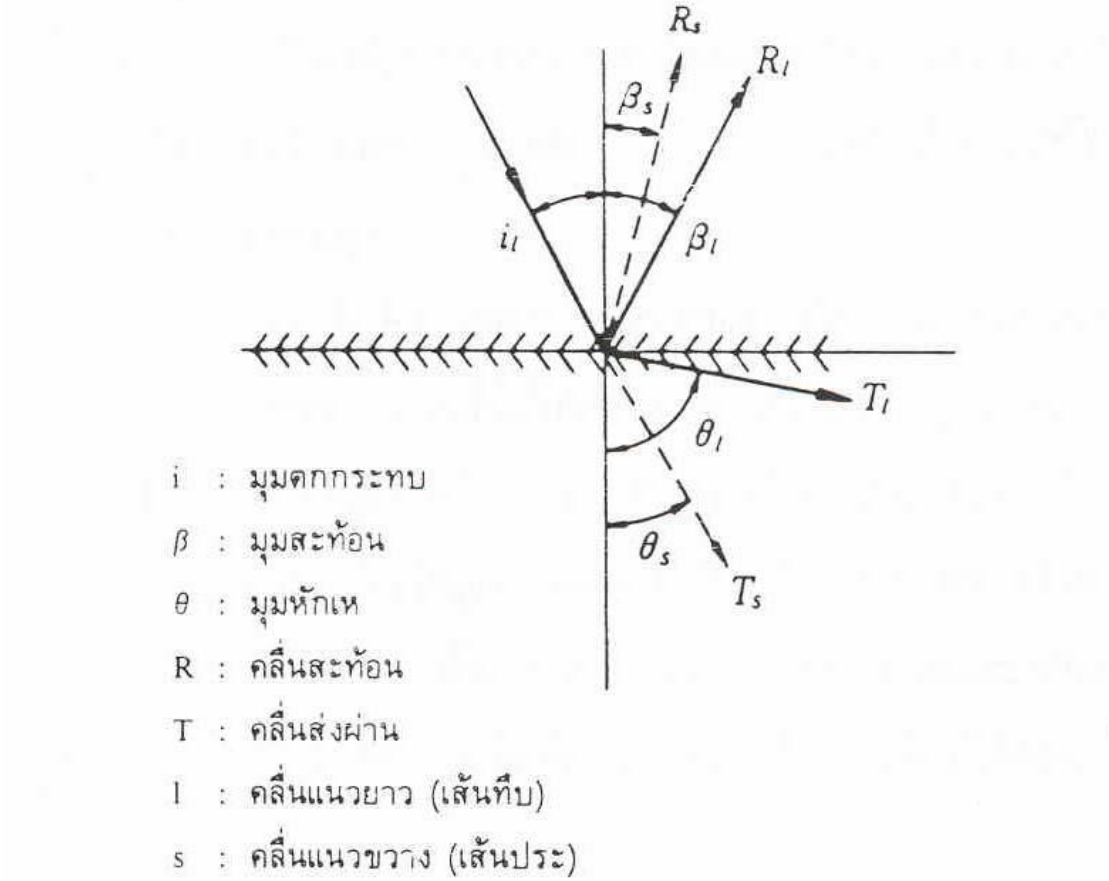
$$r = Pr / Po = (Z2 - Z1) / (Z1 + Z2) \quad ....(2.8\text{-}3)$$

ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเราจินตนาการระนาบรอยต่อในเนื้อโลหะเดียวกันขึ้นมาอันหนึ่ง เมื่อคลื่นเสียง

ตกกระทบระนาบนี้จะไม่มีการสะท้อนกลับ ทั้งนี้เนื่องจากทั้งสองข้างของระนาบจินตนาการเป็นเนื้อของตัวกลางเดียวกันทำให้ Z1 = Z2 จากการแทนค่าในสมการ (2.8-3) จะได้ r = 0 การคำนวณนี้ทำให้ทราบว่าสำหรับการเคลื่อนที่ของคลื่นในตัวกลางชนิดเดียวกันแล้ว คลื่นจะไม่สะท้อนกลับ แต่จะเคลื่อนที่ผ่านไปได้ทั้งหมดสำหรับกรณีของการสะท้อนของคลื่นที่ผิวด้านหลังของชิ้นวัสดุนั้น ถ้าหากวัสดุนั้นทำด้วยโลหะแล้วค่าอิมพีแดนซ์เสียงของอากาศจะน้อยกว่าค่าอิมพีแดนซ์เสียงของเนื้อโลหะมาก (Z1 > Z2) ดังนั้น ตามสมการ (2.8-3) r หรืออัตราส่วนการสะท้อนที่ผิวด้านหลังนี้เกือบจะมีค่าเท่ากับ 1 หรืออาจจะกล่าวได้ว่าการสะท้อนกลับของคลื่น เกือบจะมีค่า 100%

การสะท้อนและการส่งผ่านของคลื่นที่ตกกระทบในแนวทำมุม

ผิวสัมผัสระหว่างชิ้นวัสดุอาจจะเป็นการสัมผัสระหว่างของเหลวและของแข็ง หรือของแข็งกับของแข็งก็ได้ แต่ว่าในที่นี้จะพิจารณากรณีของแข็งกับของแข็ง (ของแข็งด้านหนึ่งเป็นลิ่มสามเหลี่ยมซึ่งเป็นโพรบแบบทำมุม ส่วนของแข็งอีกด้านหนึ่งนั้นคือวัสดุที่จะตรวจสอบนั่นเอง)



รูปที่ 2.7 การสะท้อนและการหักเหของคลื่นที่รอยต่อระหว่างตัวกลางที่เป็นของแข็งกับของแข็ง

จากรูป 2.7 คลื่นแนวยาวซึ่งเคลื่อนที่มาตามตัวกลางของแข็งที่ 1 จะตกกระทบกับแนวผิวสัมผัสโดยทำมุมตกกระทบ il แล้วจะมีคลื่นความยาวส่วนหนึ่งสะท้อนกลับทำมุม β_l (ในที่นี้ il = β_l)และคลื่นแนวขวางอีกส่วนหนึ่งสะท้อนกลับด้วยมุม β_s นอกเหนือจากนี้ยังมีคลื่นอีกสวนหนึ่ง

ส่งผ่านเข้าสู่ตัวกลางที่ 2โดยมีมุมหักเห (Angle of Refraction) เท่ากับ θS คลื่นที่ส่งผ่านไปได้นี้เป็นคลื่นแนวขวาง (ในความเป็นจริงจะมีคลื่นแนวยาวส่วนหนึ่งซึ่งเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางที่ 2 โดยทำมุมหักเห θl ด้วย แต่ว่าลักษณะลิ่มของตัวปล่อยคลื่นได้มีการออกแบบให้ θl นี้มีค่าเกินกว่าค่ามุมวิกฤต ซึ่งเป็นผลให้ $\theta l \geq 90°$ จึงทำให้ไม่ต้องคิดถึงคลื่นความยาวในตัวกลางที่ 2 นี้อีก)
ตามรูปที่ 2.7 การแสดงมุมตกกระทบและหักเหของคลื่นเสียงในตัวกลาง แสองในลักษณะทำมุมกับแนวเส้นตั้งฉากของผิวสัมผัสทั้งสิ้น จากกฎของสเนล (Snell's Law) อัตราส่วนระหว่างความเร็วของเสียงและค่า sine ของมุมนั้นๆ จะมีค่าคงที่ จากกฎนี้ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นแนวยาวในเนื้อลิ่มของตัวโพรบและคลื่นแนวขวางซึ่งส่งผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุจะสามารถแสดงได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$(C1l / \sin il) = (C2S / \sin \theta S) \quad ....(2.8\text{-}4)$$

จากสมการ (2.8-4) จะเห็นได้ว่า ถ้าเราต้องการให้มุมหักเห θS เป็นค่าๆ หนึ่ง จะสามารถคำนวณค่าของมุมตกกระทบ il ได้ โดยทราบค่าของความเร็วของคลื่นในตัวกลางทั้งสอง

การตรวจสอบแบบไม่ทำลายโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก

การประยุกต์ใช้คลื่นอัลตราโซนิกในการตรวจสอบวัสดุแบบไม่ทำลายมีหลายวิธี เช่นการตรวจสอบจุดบกพร่อง หรือความไม่ต่อเนื่องในเนื้อวัสดุ การวัดความหนาของวัตถุ การตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุเป็นต้น ซึ่งการตรวจสอบจุดบกพร่องในวัสดุ เป็นการตรวจหารอยร้าวฟองอากาศหรือสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ภายในเนื้อวัสดุ ตัวอย่างการใช้งานประเภทนี้คืองานการตรวจสอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์เครื่องบินไอพ่น การตรวจสอบใบพัดของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส หรือเครื่องยนต์กังหันไอน้ำ การวัดความหนาของวัตถุส่วนมากใช้ในการตรวจสอบการสึกหรอของวัสดุที่มีลักษณะเป็นผนังแผ่นเรียบ เช่นการตรวจสอบความหนาของท่อส่งน้ำ ผนังของเรือและถังน้ำมัน เป็นต้น ส่วนการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้น จะเป็นการประยุกต์ใช้งานคลื่นอัลตราโซนิกอีกแบบหนึ่งเพื่อประเมินคุณสมบัติต่างๆของวัสดุ เช่น ความแข็ง เกรน (grain) และส่วนประกอบของวัสดุซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตของโครงการนี้วิธีการตรวจสอบความหนาหรือการตรวจสอบจุดบกพร่องในวัตถุมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ วิธีที่ใช้การสะท้อนกลับของคลื่น วิธีที่ใช้การส่งผ่านของคลื่น และวิธีเรโซแนนท์ ใน 3 วิธีการนี้ วิธีที่ใช้การสะท้อนกลับของสัญญาณพัลส์ (pulse-echo) เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด รูปที่ 2.3 แสดงระบบตรวจสอบความหนาของวัตถุ โดยใช้หลักการของการสะท้อนกลับของสัญญาณพัลส์

สัญญาณที่ป้อนให้หัวส่งคลื่นอัลตราโซนิกมี 2 ลักษณะ คือ แบบ impulseและแบบ tone burst เมื่อหัวส่งคลื่นอัลตราโซนิกได้รับสัญญาณไฟฟ้า จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนและเกิดเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์เครื่องรับสัญญาณเครื่องประมวลผลและแสดงภาพโพรบเนื้อวัสดุทดสอบจุดบกพร่องผิวด้านหลังเป็นคลื่นอัลตราโซนิกขึ้นมา และเมื่อคลื่นอัลตราโซนิกเดินทางเข้าไปในเนื้อวัสดุทดสอบจะเกิดการสะท้อนกลับเมื่อคลื่นเดินทางไปกระทบกับผิวด้านหลังสุดของวัตถุหรือจุดบกพร่องในวัสดุ คลื่นที่สะท้อนกลับมานี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่หัวรับสัญญาณคลื่นอัลตรา

โซนิก หัวรับและหัวส่งคลื่นอัลตราโซนิกอาจจะเป็นตัวเดียวกันหรือแยกกันก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบ สัญญาณที่รับได้จะถูกขยายและนำไปประมวลผลเพื่อคำนวณหาตำแหน่งของจุดบกพร่องหรือความหนาของวัตถุอีกที

หัวรับส่งคลื่นอัลตราโซนิก

โพรบหรือหัวรับส่งสัญญาณคลื่นอัลตราโซนิกส่วนใหญ่ทำจากเซรามิกชนิดหนึ่งเรียกว่าผลึก piezoelectric ซึ่งเป็นผลึกที่เมื่อถูกกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าจนเกิดขั้วทางไฟฟ้า (polarization) จะเกิดการยืดและหดตัวของผลึกจนทำให้เกิดคลื่นเสียงความถี่สูงส่งออกไป ในทางกลับกันเมื่อมีคลื่นเสียงความถี่สูงมากระทบผลึกก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า โพรบสำหรับใช้กับคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางจะมีลักษณะแตกต่างกัน โพรบที่ใช้กับคลื่นตามยาวจะเป็นโพรบแบบตั้งฉาก ส่วนโพรบที่ใช้กับคลื่นเฉือนจะเป็นโพรบแบบทำมุมกับพื้นผิว โพรบแบบตั้งฉากจะใช้ในวิธีการปล่อยคลื่นแบบตั้งฉาก (normal beam testing) ซึ่งเป็นการปล่อยคลื่นในแนวตั้งฉากกับผิวทดสอบ วิธีการนี้สามารถใช้วัดตำแหน่งความลึกของจุดบกพร่องหรือความหนาของวัสดุในแนวตั้งฉากได้ สำหรับหัวรับส่งสัญญาณคลื่นอัลตราโซนิกที่เลือกใช้ในโครงการนี้เป็นหัวรับส่งสัญญาณคลื่นอัลตราโซนิกแบบตั้งฉากที่หัวรับและหัวส่งสัญญาณแยกกันคนละส่วน เพื่อให้สัญญาณคลื่นอัลตราโซนิกที่ส่งออกไปและสัญญาณที่สะท้อนกลับมาไม่รบกวนกัน ในโครงการนี้ได้เลือกใช้ความถี่ 5 MHz ซึ่งเหมาะจะใช้ในการตรวจสอบโลหะและเซรามิก

สรุปผลการทดลอง