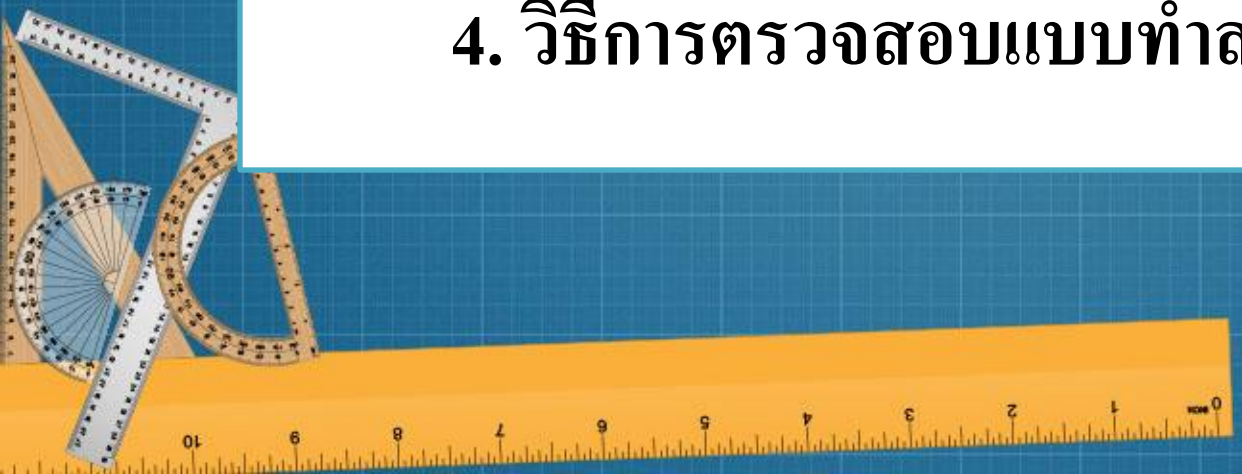
สื่อประกอบการสอน
วิชาวัสดุงานช่างอุตสาหกรรม
(Industrial Materials) 20100-1002

หน่วยที่ 11 หลักการตรวจสอบวัสดุเบื้องต้น

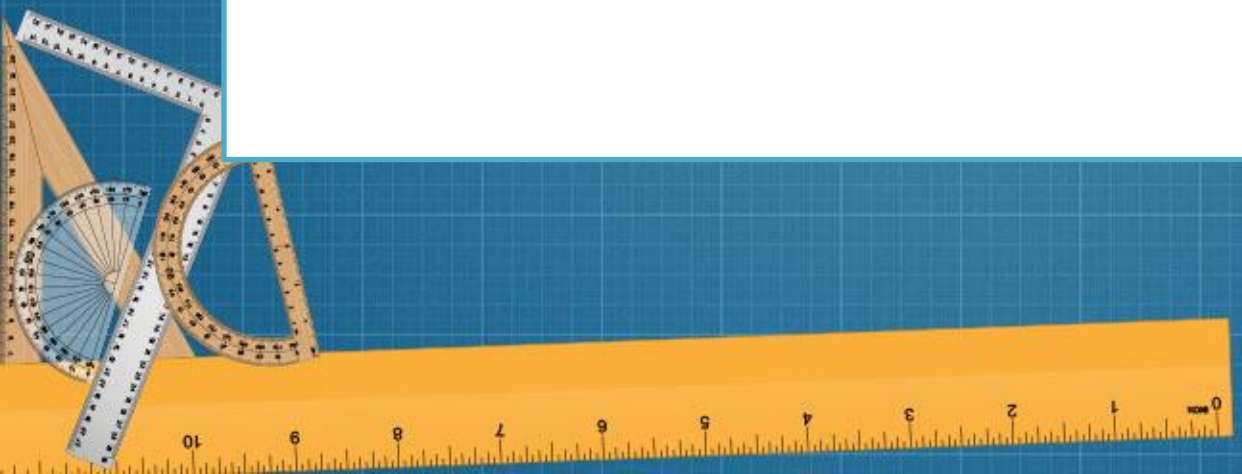
สาระการเรียนรู้

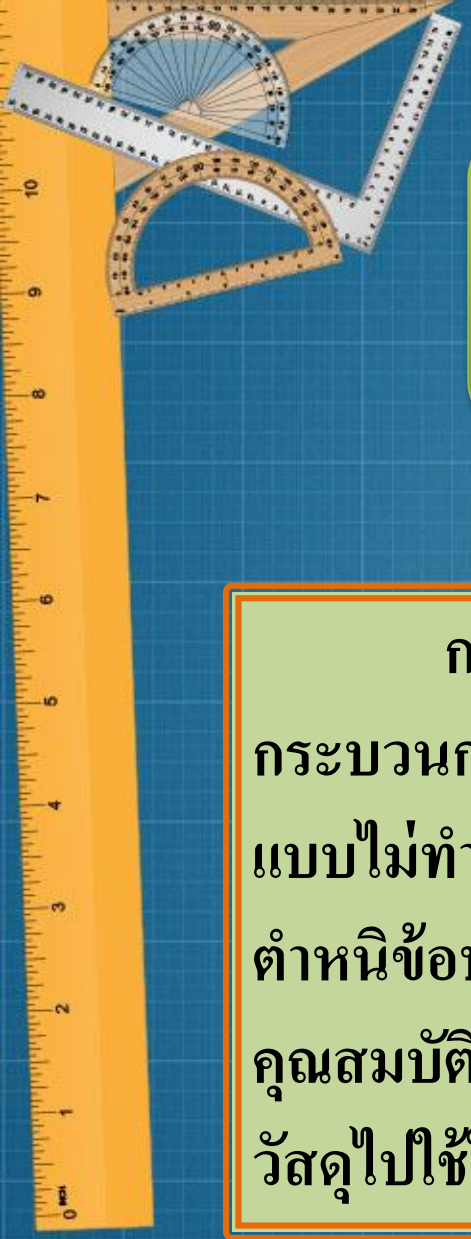
1. ความหมายของการตรวจสอบวัสดุ
2. ประเภทของการตรวจสอบวัสดุ
3. วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ
4. วิธีการตรวจสอบแบบทำลายสภาพ



จุดประสงค์การเรียนรู้

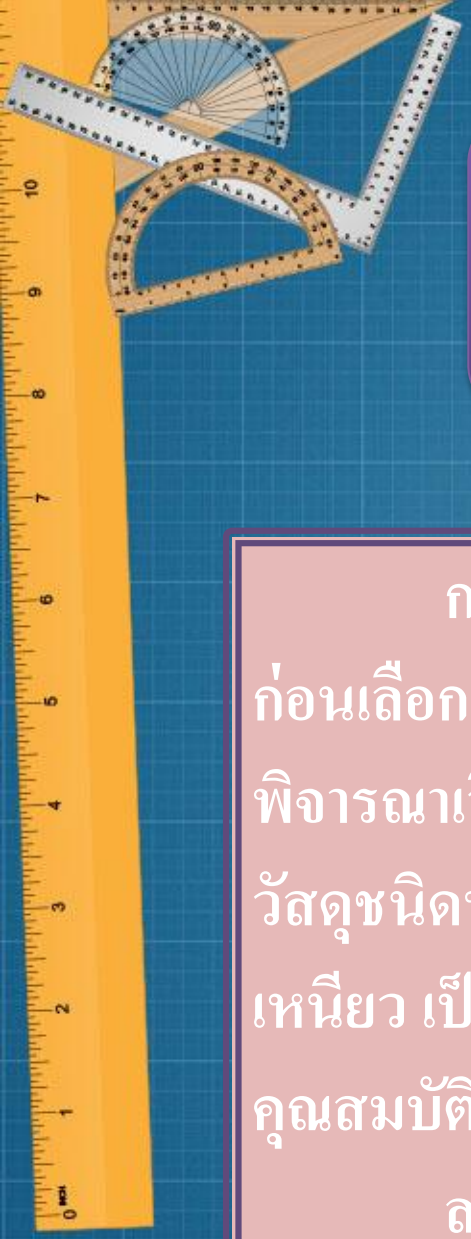
1. บอกความหมายของการตรวจสอบวัสดุได้
2. จำแนกประเภทของการตรวจสอบวัสดุได้
3. บอกวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพได้
4. บอกวิธีการตรวจสอบแบบทำลายสภาพได้





1. ความหมายของการตรวจสอบวัสดุ

การตรวจสอบวัสดุ (Material Inspection) หมายถึง กระบวนการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุด้วยวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ และการตรวจสอบแบบทำลาย เพื่อหารอยตำหนิข้อบกพร่องรอยร้าว รอยแตกแยก รูพรุน คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางฟิสิกส์ และคุณสมบัติทางกลของวัสดุก่อนตัดสินใจนำวัสดุไปใช้ในการผลิตชิ้นงาน



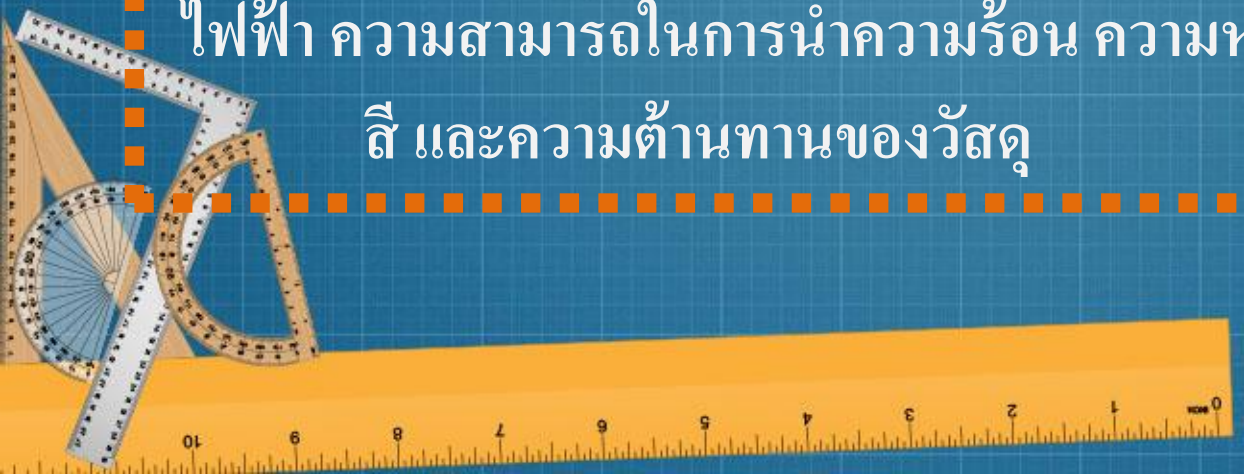
2. ประเภทของการตรวจสอบวัสดุ

การตรวจสอบวัสดุซึ่งมีความจำเป็น และสำคัญอย่างมากก่อนเลือกและนำไปใช้ในการผลิตในงานอุตสาหกรรม ซึ่งในการพิจารณาเลือกและนำไปใช้ จำเป็นจะต้องทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุชนิดนั้น เช่นความแข็งแรง ความหนาแน่น ความเปราะ ความเหนียว เป็นต้น เพื่อความเหมาะสม ความถูกต้องกับการใช้งาน คุณสมบัติของวัสดุในงานอุตสาหกรรม

สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Properties) เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาทางเคมีของวัสดุ เช่น ความทนทานต่อการกัดกร่อน ความคงทนต่ออุณหภูมิ การหลอมละลาย ลักษณะของส่วนผสม โครงสร้างของวัสดุ คุณสมบัติเหล่านี้ของวัสดุแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน

2. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ (Physical Properties) เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ เช่น ความสามารถในการนำไฟฟ้า ความสามารถในการนำความร้อน ความหนาแน่น มวล น้ำหนัก สี และความต้านทานของวัสดุ



3. คุณสมบัติทางกล (Mechanical Properties) เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของวัสดุ เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำกับวัสดุ เช่น ความแข็ง ความเหนียว ความสามารถในการยืดตัวความยืดหยุ่น และความแข็งแรงของวัสดุในการรับแรงดึง การรับแรงอัด และการรับแรงเฉือน เป็นต้นสำหรับประเภทของการตรวจสอบวัสดุอุตสาหกรรม เพื่อหารอยตำหนิ ข้อบกพร่อง รอยร้าว รอยแตกแยก รูพรุน ความแข็ง และความเหนียว สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

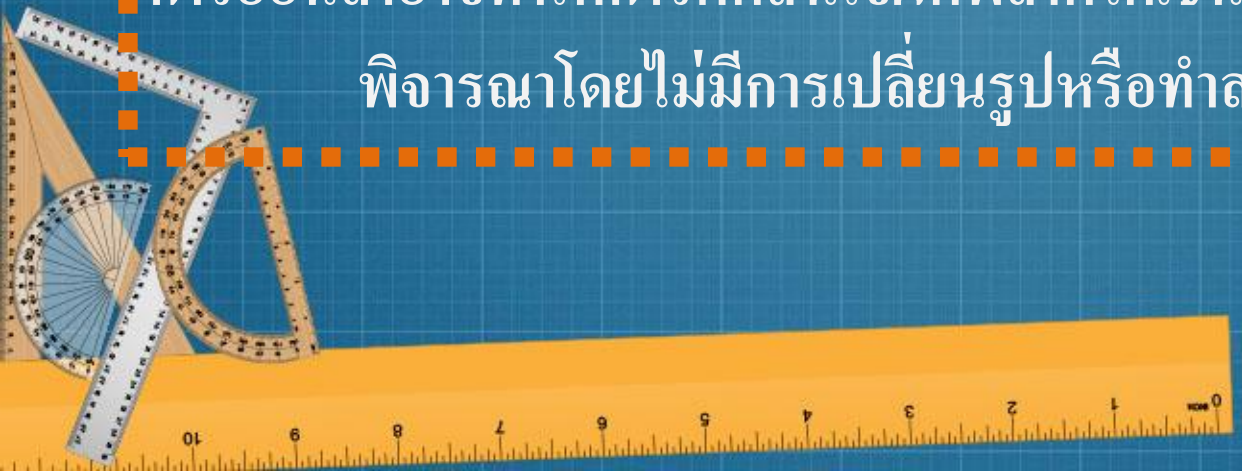
1. วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ (Non-Destructive Testing : DNT)
2. วิธีการตรวจสอบแบบทำลาย (Destructive Testing : DT)

3. วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ

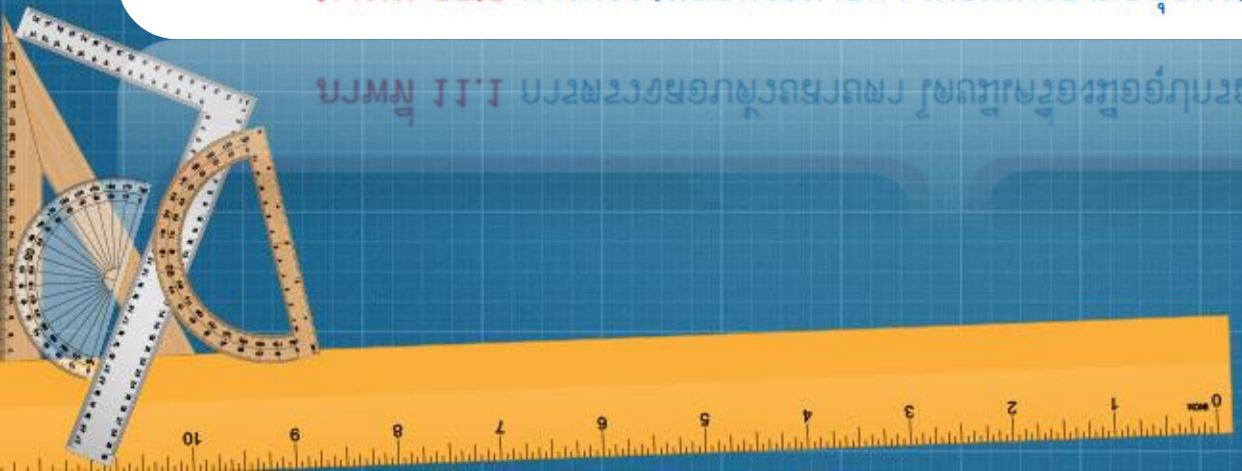
วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ (Non-Destructive Testing : DNT) เป็นการตรวจสอบสมบัติเฉพาะของวัสดุ หรือการตรวจสอบสภาพวัสดุชิ้นงาน เช่น รอยตำหนิ จุดบกพร่อง รอยร้าว รอยแตกแยก และรูพรุน ด้วยวิธีต่าง ๆ ซึ่งจะไม่ทำให้ชิ้นงานที่ถูกตรวจสอบเกิดความเสียหายผลที่ได้จากการตรวจสอบจะเป็นข้อมูลคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุ โดยการตรวจสอบนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการค้นหาข้อบกพร่องของวัสดุชิ้นงาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการประกันคุณภาพวัสดุชิ้นงาน

1. การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Testing : VT)

เป็นวิธีการตรวจสอบโดยใช้สายตาซึ่งเป็นการตรวจสอบแบบง่าย ๆ ตรวจสอบภายนอกชิ้นงานโดยตรงหรืออาจมีเครื่องมืออุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบ ใช้เวลาในการตรวจสอบน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ ต้นทุนในการตรวจสอบต่ำ สามารถทำการตรวจสอบได้ทุกขั้นตอนการผลิต เครื่องมือที่ใช้ไม่ซับซ้อนมากนัก แต่ในการตรวจสอบต้องใช้ผู้มีความรู้ความชำนาญสูง การตรวจสอบต้องใช้สายตาเป็นหลัก ซึ่งสายตามีการอ่อนล้าอาจทำให้การตัดสินใจผิดพลาดได้เช่นเดียวกันประมวลผลพิจารณาโดยไม่มีการเปลี่ยนรูปหรือทำลายชิ้นงาน

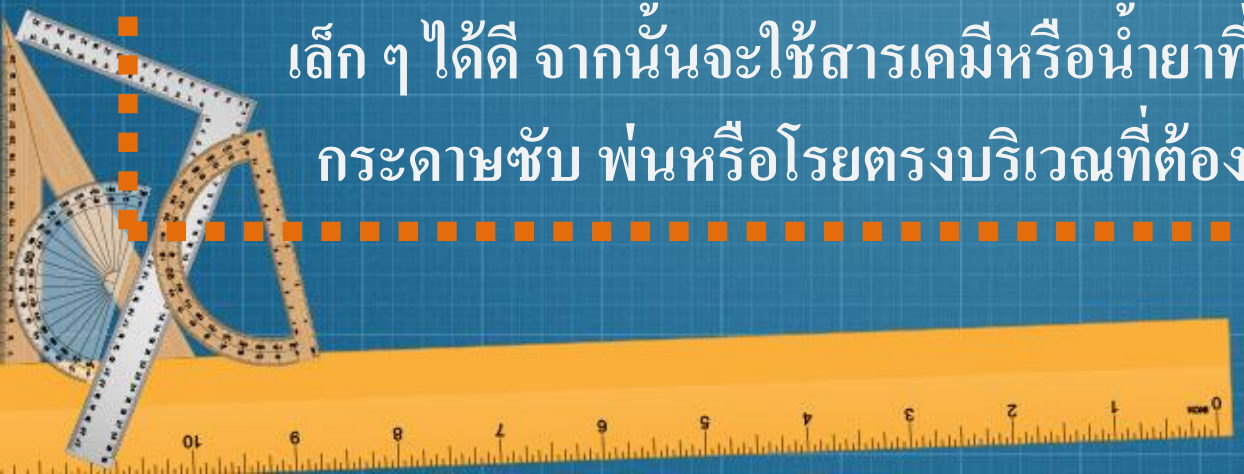


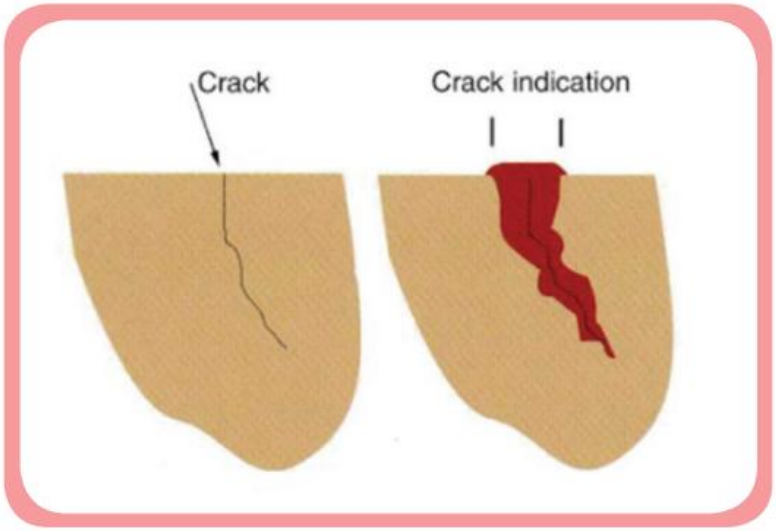
ภาพที่ 11.1 การตรวจสอบด้วยสายตา โดยมีเครื่องมืออุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบ

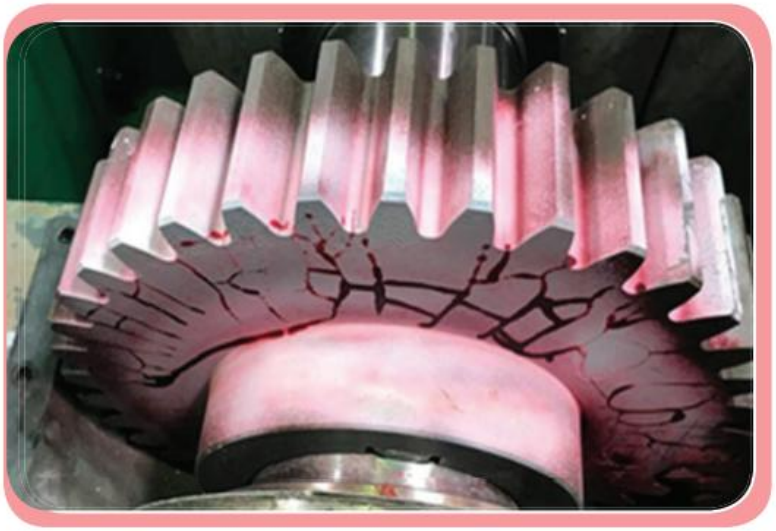


2. การตรวจสอบด้วยน้ำยาแทรกซึม (Liquid Penetrant Inspection Testing : PT) เป็นวิธีการใช้ของเหลวที่มีคุณสมบัติแทรกซึมสูง เพื่อตรวจสอบหารอยตำหนิ เช่น รูพรุน รอยแตกร้าว และรอยแยก หรือความไม่ต่อเนื่องที่ผิวของวัสดุชิ้นงาน สามารถตรวจสอบกับวัสดุทุกชนิดที่ไม่เป็นรูพรุน

การตรวจสอบโดยวิธีนี้อาศัยหลักของปฏิกิริยาแทรกซึม (Capillary Action) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ วิธีการโดยการทา หรือพ่นของเหลวย้อมสีที่มีคุณสมบัติแทรกซึมเข้าไปในรอยร้าวหรือรูเล็ก ๆ ได้ดี จากนั้นจะใช้สารเคมีหรือน้ำยาที่มีคุณลักษณะคล้ายกระดาษซับ พ่นหรือโรยตรงบริเวณที่ต้องการตรวจสอบ



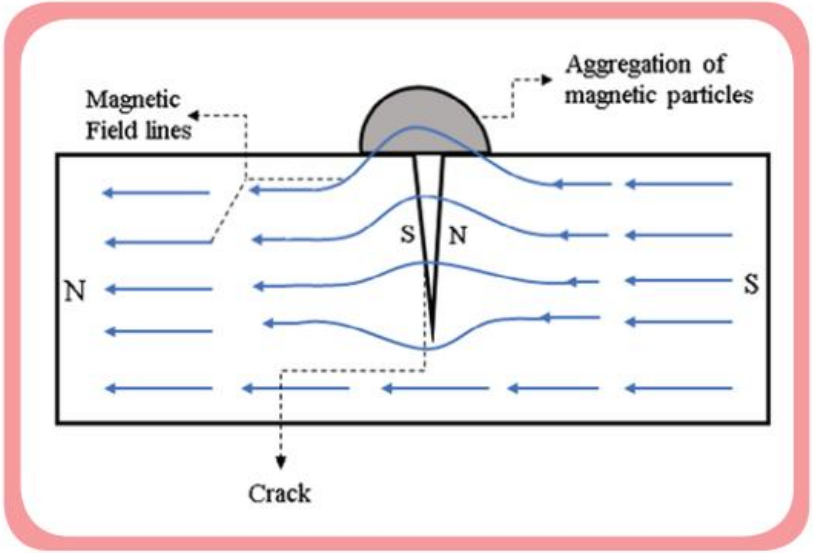




ภาพที่ 11.2 การตรวจสอบด้วยน้ำยาแทรกซึม

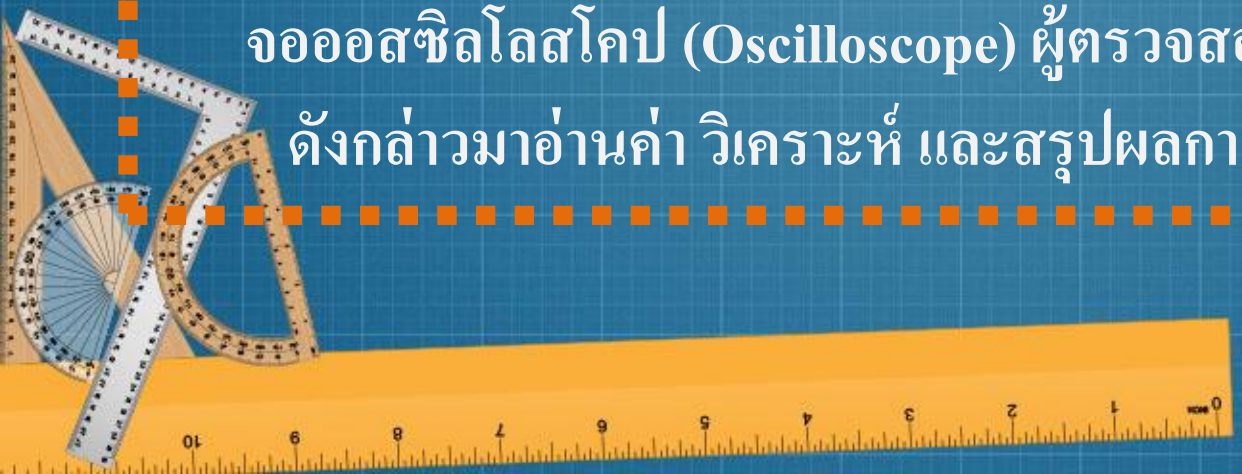
3. การตรวจสอบด้วยอำนาจแม่เหล็ก (Magnetic Particle Testing : MT) ซึ่งเป็นการตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก ซึ่งใช้กับการตรวจสอบวัสดุเหล็กเท่านั้น วิธีการคือโรยผงเหล็กย้อมสีขนาดเล็กลงบนบริเวณที่ทดสอบ ส่วนใหญ่จะเป็นสเปรย์ ผงเหล็ก จากนั้นให้นำอุปกรณ์สร้างสนามแม่เหล็ก อาจจะเป็นแม่เหล็กถาวร หรือแบบใช้ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Electromagnetic)

กรณีพบจุดบกพร่อง เช่น รอยแตกแยก รอยร้าว รูพรุน โพรงอากาศ หรือมีสแลกฝังในเนื้อวัสดุ เป็นต้นบริเวณดังกล่าวจะปรากฏเป็นผงเหล็กให้เกาะกันเป็นแนวเส้นตามรอยร้าว หรือผงเหล็กก็จะรวมตัวกันเป็นกระจุก



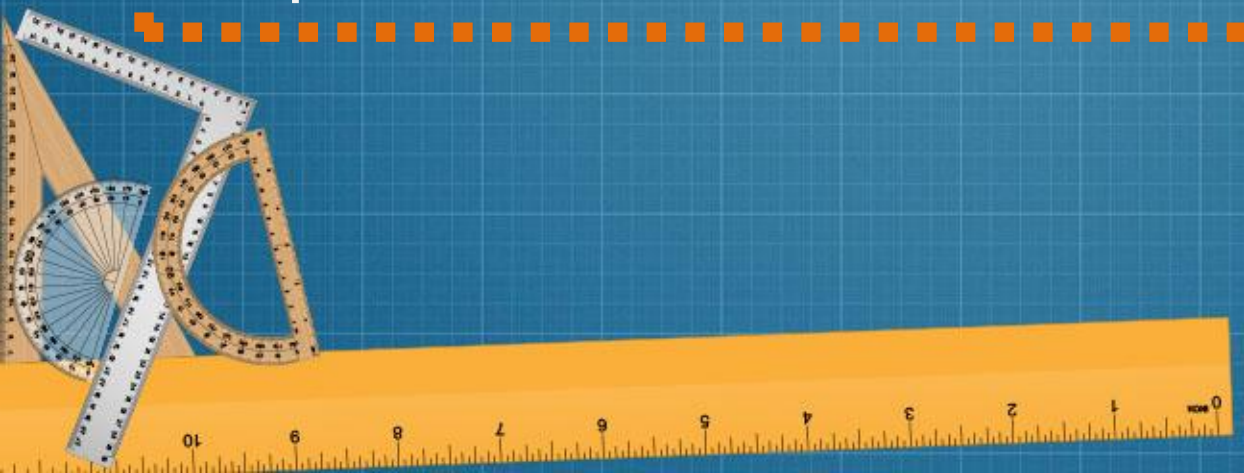
ภาพที่ 11.3 การตรวจสอบด้วยอำนาจแม่เหล็ก

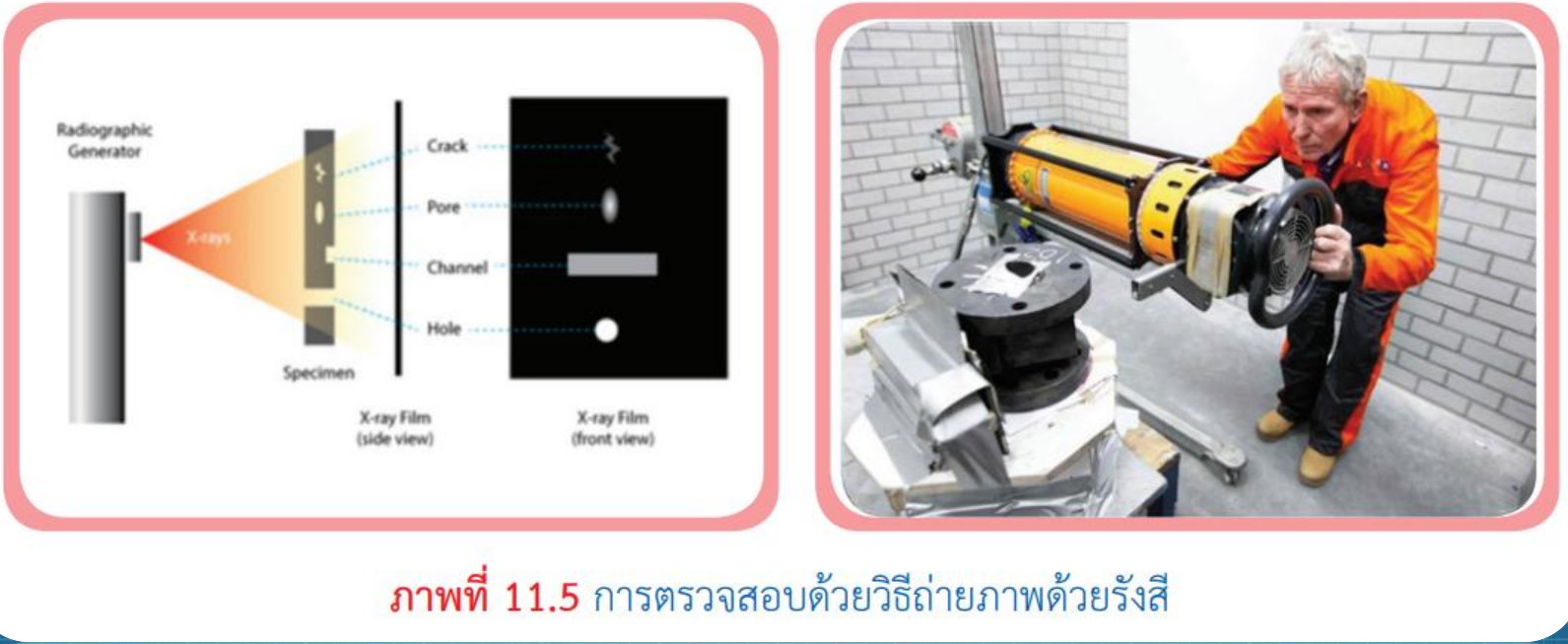
4. การตรวจสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก (Ultrasonic Testing : UT) เป็นการตรวจสอบหารอยตำหนิ จุดบกพร่องบนพื้นและใต้พื้นผิวชิ้นงานทุกชนิดทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะ ยกเว้นวัสดุที่มีเกรนโตและหยาบเพราะจะเกิดความต้านทานคลื่นเสียงทำให้คลื่นเสียงหักเหไม่สามารถอ่านค่าที่แท้จริงได้ส่งผลต่อการอ่านค่าที่คลาดเคลื่อน หลักการโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงผ่านเข้าไปยังชิ้นงานที่ตรวจสอบ เมื่อคลื่นเสียงกระทบกับจุดตำหนิ จุดบกพร่อง หรือสุดความหนาของชิ้นงานจะสะท้อนกลับมาที่หัวตรวจสอบและส่งสัญญาณแสดงผลขึ้นที่จอภาพหรือจอออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ผู้ตรวจสอบจะนำสัญญาณดังกล่าวมาอ่านค่า วิเคราะห์ และสรุปผลการตรวจสอบต่อไป



ภาพที่ 11.4 การตรวจสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก

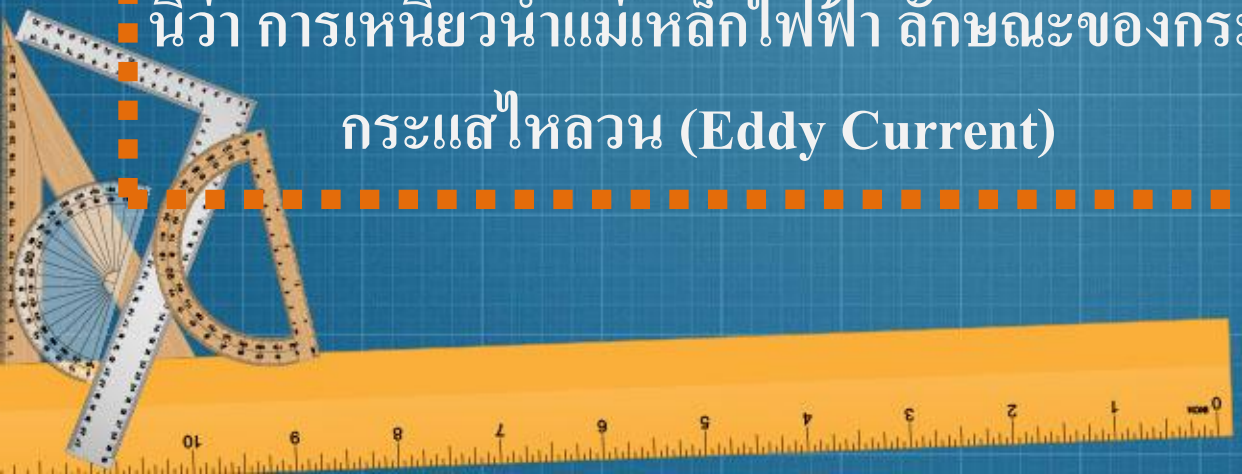
5. การตรวจสอบด้วยวิธีถ่ายภาพด้วยรังสี (Radiographic Testing : RT) ซึ่งเป็นการตรวจสอบหาจุดบกพร่องภายในวัสดุชิ้นงานจากภาพถ่ายรังสีเอกซ์ (X-Ray) และรังสีแกมมา (Gamma Ray) ซึ่งเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง ทะลุผ่านชิ้นงานไปทำปฏิกิริยากับฟิล์มถ่ายภาพรังสีที่ติดอยู่ด้านหลังบริเวณเนื้อชิ้นงานหรือจุดบกพร่อง อาศัยหลักการดูดซับพลังงานที่ไม่เท่ากันของวัสดุ หรือการที่วัสดุมีความหนาไม่เท่ากัน



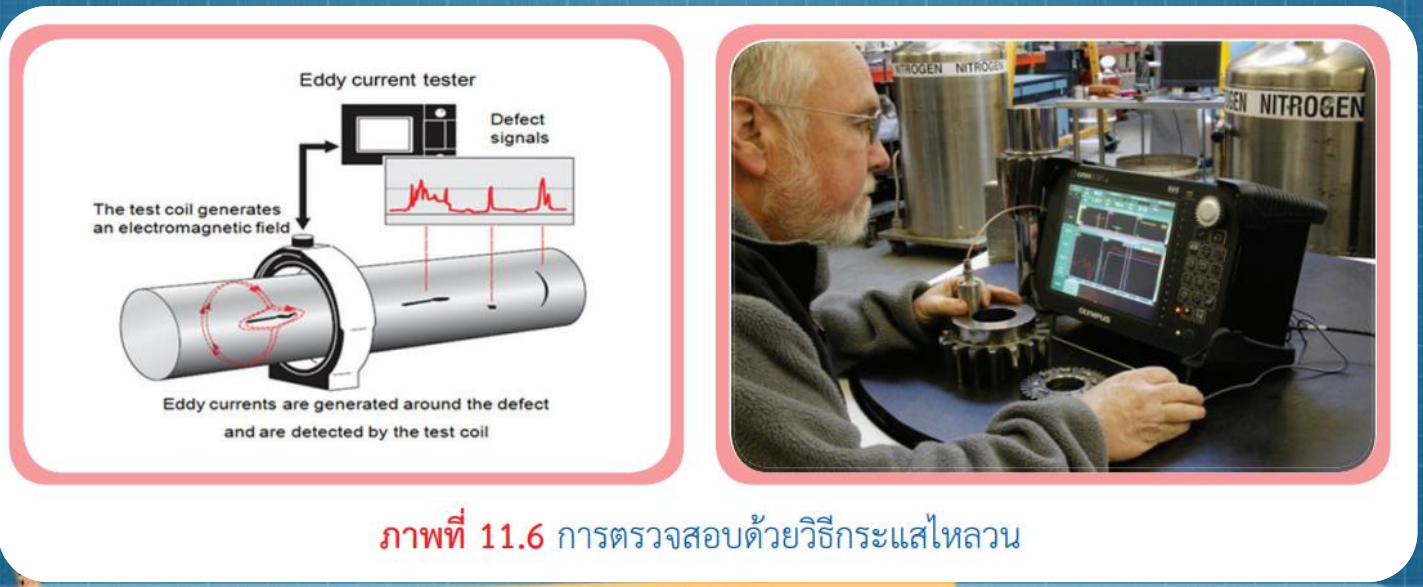


ภาพที่ 11.5 การตรวจสอบด้วยวิธีถ่ายภาพด้วยรังสี

6. การตรวจสอบด้วยวิธีกระแสไหลวน (Eddy Current Test : ET) เป็นการตรวจสอบด้วยกระแสไฟฟ้า เมื่อนำขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าใกล้ตัวนำ คือ ชิ้นงานตรวจสอบ ที่บริเวณรอบ ๆ ขดลวดจะเกิดเป็นสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) กระทำกับชิ้นงานตัวนำ เนื่องจากสนามแม่เหล็กของขดลวดนั้นเกิดจากไฟฟ้ากระแสสลับ ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux) ที่กระทำต่อชิ้นตัวนำจะมีทิศทางและขนาดแปรเปลี่ยนไปตามเวลา กรณีเช่นนี้จะเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่กระทำต่อชิ้นตัวนำ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ลักษณะของกระแสที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า กระแสไหลวน (Eddy Current)

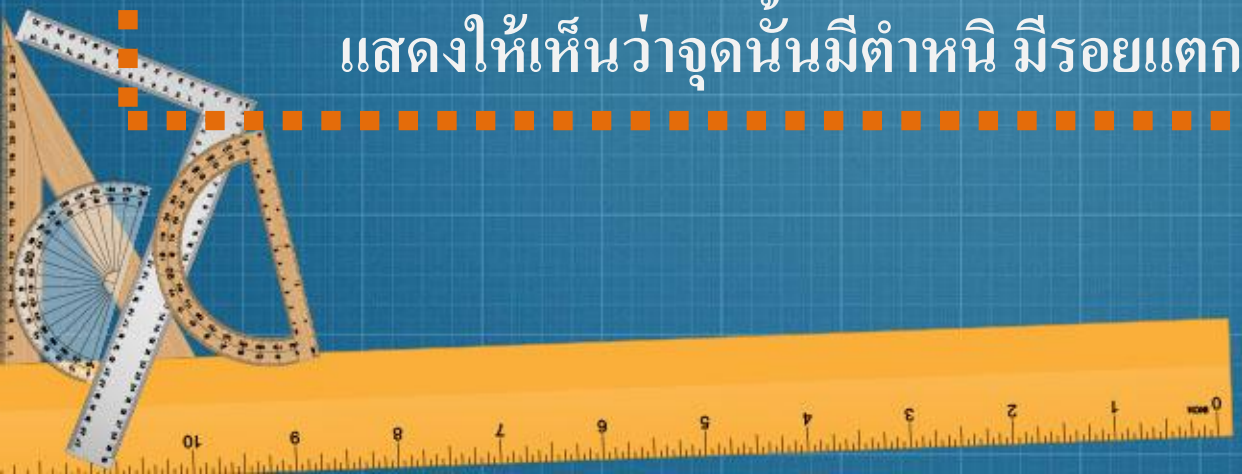


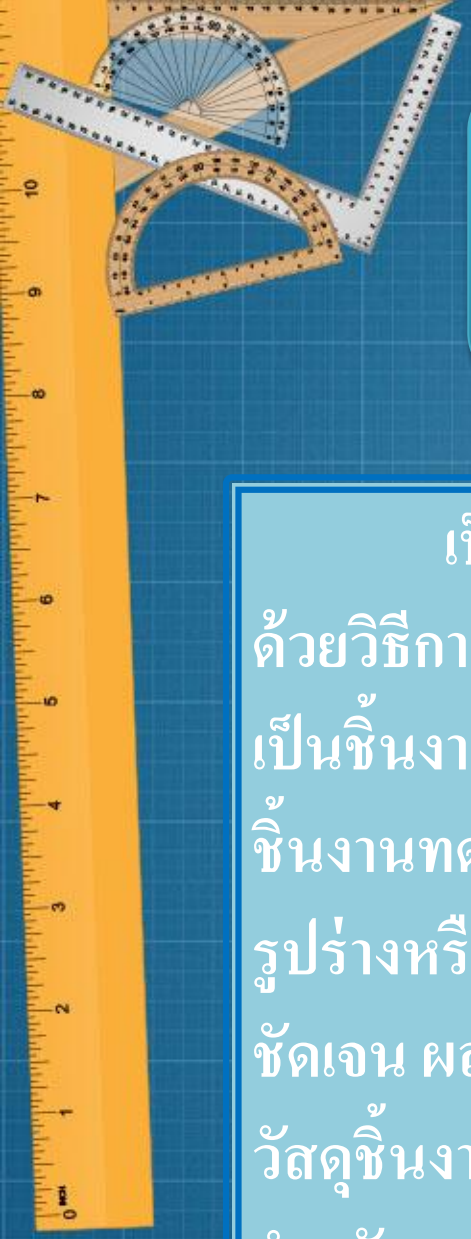
ขนาดของกระแสไหลวนที่เกิดขึ้นบนชิ้นตัวนำ ตลอดจนการกระจายขึ้นอยู่กับจำนวนความถี่คำการนำกระแสไฟฟ้าของชิ้นงานตัวนำ ค่าความซึมซับสนามแม่เหล็กรูปร่างและขนาดชิ้นตัวนำ กระแสในขดลวดระยะห่างชิ้นตัวนำและขดลวด การแปรเปลี่ยนตามการเกิดรอยตำหนิจุดบกพร่อง เช่น รอยแตกบนชิ้นตัวนำ หรือวัสดุชิ้นงาน



ภาพที่ 11.6 การตรวจสอบด้วยวิธีกระแสไหลวน

7. การตรวจสอบด้วยน้ำมัน (Oil Inspection Testing) เป็นการตรวจสอบอีกวิธีหนึ่งซึ่งเหมาะสำหรับการตรวจสอบจุดตำหนิ รอยแตกร้าวภายนอกลึก ๆ หลักการคือนำวัสดุชิ้นงานที่ตรวจสอบไปต้มในน้ำมันประมาณ 5 นาที เอาออกจากอ่างต้มทิ้งไว้ให้เย็นตัวลง แล้วเช็ดน้ำมันที่ผิวชิ้นงานตรวจสอบให้แห้ง จากนั้นทาด้วยปูนขาว หรือแป้ง เมื่อแห้งดีแล้ว นำชิ้นงานไปอบเพื่อให้ความร้อน น้ำมันที่ตกค้างจะซึมไหลออกตรงจุดตำหนิ รอยแตกร้าวทำให้คราบปูนขาว หรือแป้งเปียก แสดงให้เห็นว่าจุดนั้นมีตำหนิ มีรอยแตกร้าว





4. วิธีการตรวจสอบแบบทำลายสภาพ

เป็นการตรวจสอบหรือทดสอบคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุด้วยวิธีการทางกล ทางฟิสิกส์ หรือทางเคมี โดยการนำชิ้นงานมาทำเป็นชิ้นงานทดสอบ (Specimen)ตามมาตรฐานกำหนด ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานทดสอบเกิดความเสียหาย แตกหัก บิด งอ เปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือรูปทรงจากเดิม การตรวจสอบแบบนี้จะได้ผลแน่นอนชัดเจน ผลที่ได้จากการตรวจสอบจะเป็นข้อมูลคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุชิ้นงานนั้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการประกันคุณภาพวัสดุชิ้นงาน สำหรับการตรวจสอบแบบทำลายสภาพที่สำคัญและนิยมใช้

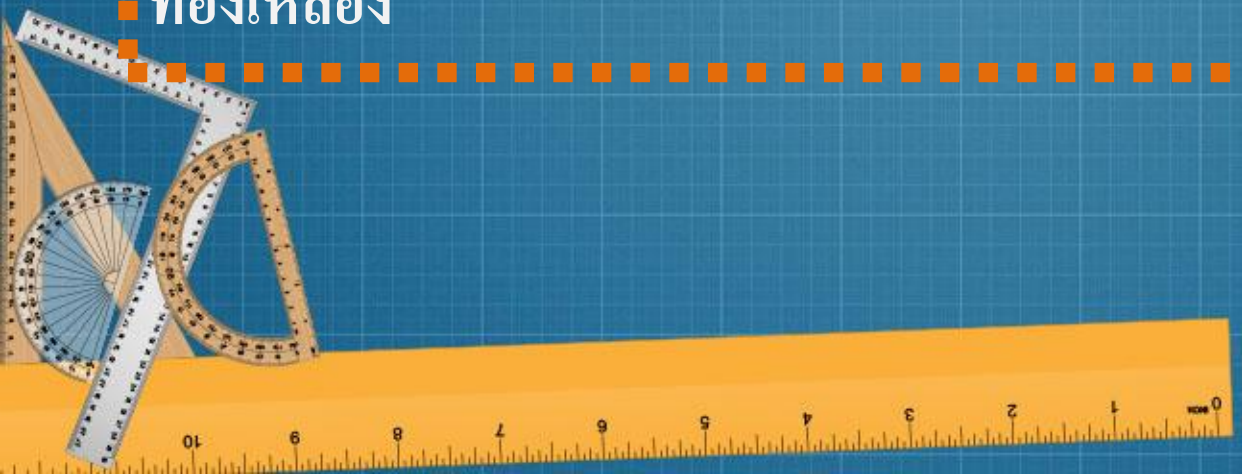
1. การตรวจสอบด้วยการตะไบ (Inspection with Filing) เป็นการตรวจสอบความแข็งของวัสดุชิ้น ด้วยการใช้ตะไบ ตัดเฉือนผิววัสดุงานออกในลักษณะการถากหรือขูดเพื่อตรวจสอบความแข็งชิ้นงาน ซึ่งการตรวจสอบด้วยตะไบใช้ในกรณีไม่สามารถทดสอบความแข็งของวัสดุชิ้นงานด้วยเครื่องทดสอบค่าประมาณความแข็งของวัสดุชิ้นงานด้วยตะไบบนผิวชิ้นงาน

ตารางที่ 11.1 ค่าความแข็งโดยประมาณจากการตะไบ

ที่	ค่าความแข็งโดยประมาณจากการตะไบ	
	ปฏิกิริยาของการตะไบบนชิ้นทดสอบ	ค่าความแข็งร็อกเวลล์ (HRC)
1	ตะไบโลหะออกได้ง่าย โดยใช้แรงกดเบา ๆ	20
2	เริ่มตะไบออกยากขึ้น	30
3	ตะไบตัดด้วยความยาก	40
4	ตะไบเกือบจะไม่ตัดเนื้อโลหะ	50
5	ไม่สามารถตะไบตัดงานได้	70

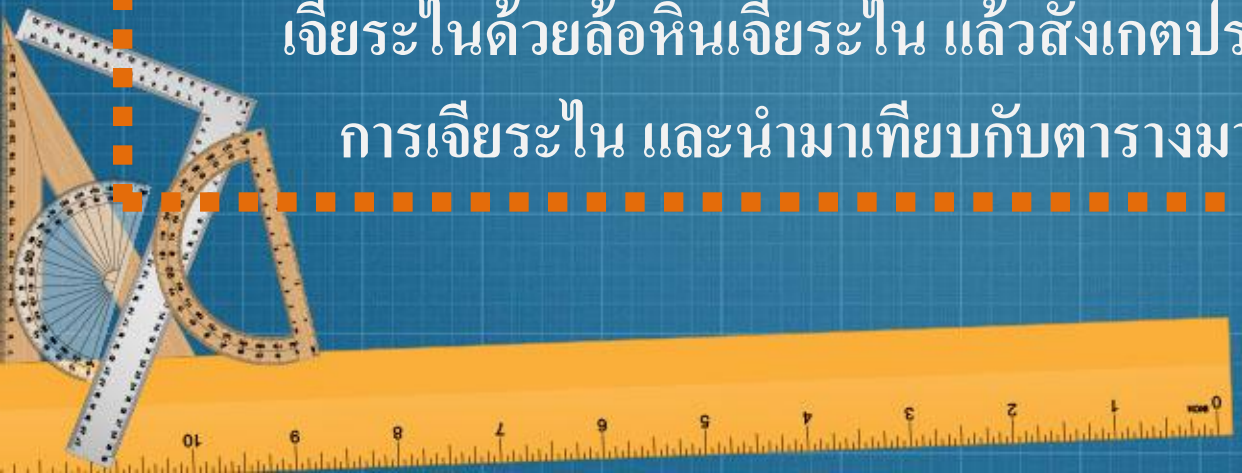
2. การตรวจสอบด้วยการขูด (Inspection with Scraping)

เป็นการตรวจสอบความแข็งของผิวโลหะโดยการเปรียบเทียบโดยอาศัยหลักการวัสดุที่แข็งย่อมขูดผิวของวัสดุที่อ่อนได้ เช่น ใบเลื่อยมือ ทำจากเหล็กรอบสูงสามารถขูดเหล็กแผ่นเป็นรอย แต่เมื่อนำเหล็กแผ่นไปขูดใบเลื่อยมือที่ทำจากเหล็กรอบสูงกลับไม่มีรอยแสดงว่าใบเลื่อยมือมีความแข็งมากกว่าเหล็กแผ่น แต่ในบางครั้งก็สามารถบอกถึงชนิดของวัสดุได้โดยการดูสีของวัสดุ เช่น สีแดงอาจเป็นทองแดง สีเหลืองอาจเป็นทองเหลือง

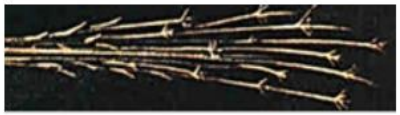


3. การตรวจสอบด้วยการเผา (Inspection with Burning) การตรวจสอบวิธีนี้ใช้ในกรณีต้องการทราบคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงานเกี่ยวกับด้านต่าง ๆ เช่น การพาความร้อน การขึ้นรูป ความแข็งและความเปราะ ซึ่งภายหลังทำการเผาก่อนนำไปใช้งานต่อไป

4. การตรวจสอบด้วยการเจียระไน (Inspection with Grinding) การตรวจสอบโดยการนำชิ้นงานทดสอบที่เป็นโลหะ เหล็ก มาลับหรือเจียระไนด้วยล้อหินเจียระไน แล้วสังเกตประกายไฟที่ได้จากการเจียระไน และนำมาเทียบกับตารางมาตรฐาน



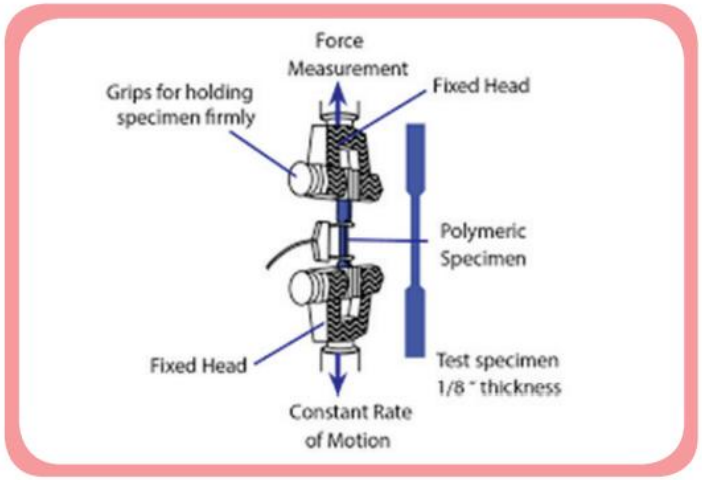
ตารางที่ 11.2 มาตรฐานของประกายไฟจากการเจียระไนชิ้นงานทดสอบ

ชื่อเหล็ก	ลักษณะของประกายไฟ	ภาพสะเก็ดประกายไฟ
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	การแตกประกายไฟเป็นลักษณะ 3-4 แฉก กระจายอยู่ทั่วไป เส้นลำแสงมีความยาวและมีความสว่างมาก ประกายเรียบ	
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ - เจือต่ำ	ลักษณะการแตกของประกายไฟ จะพบธาตุโมลิบดีนัม มีลักษณะเป็นปลายหอก บริเวณปลายมีประกายไฟมากขึ้น	
เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง	การแตกประกายไฟเป็นลักษณะเป็นประกายแฉกแบบหลายขั้นกระจายอยู่ทั่วไป ความยาวของเส้นลำแสงและความสว่างน้อยกว่ากลุ่มเหล็กคาร์บอนต่ำ	
เหล็กกล้าคาร์บอนสูง	ลักษณะประกายไฟที่พบมีลักษณะเป็นประกายแบบเดนไรต์ (Dendrite) ขนาดค่อนข้างเล็กกระจายอยู่อย่างหนาแน่น เส้นลำแสงสั้นหนา สีของลำแสงเข้มขึ้น	

สำหรับการตรวจสอบแบบทำลายสภาพ เพื่อหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุ มีวิธีการต่าง ๆ ที่สำคัญและใช้กันทั่วไปทั้งในสถานศึกษา และในภาคอุตสาหกรรม ดังนี้

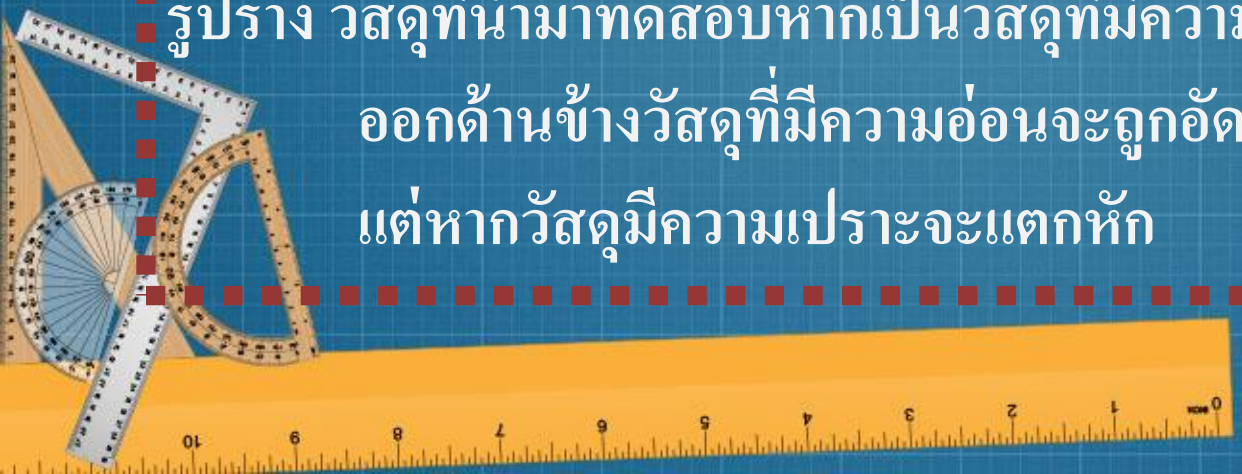
1. การทดสอบแรงดึง (Tensile Testing) เป็นการทดสอบคุณสมบัติจากวัสดุชิ้นงานทดสอบ(Specimen) เพื่อหาค่าความแข็งแรงหรือค่าความต้านทานสูงสุด ความเค้นคราก และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของวัสดุ โดยนำขึ้นงานทดสอบที่มีการขึ้นรูปด้วยการลดขนาดพื้นที่หน้าตัด แล้วนำชิ้นงานทดสอบใส่เชื่อมเข้ากับเครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile Testing Machine) ดึงวัสดุอย่างช้า ๆ ทำให้วัสดุจะยืดยาวขึ้นซึ่งอาจให้แรงดึงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

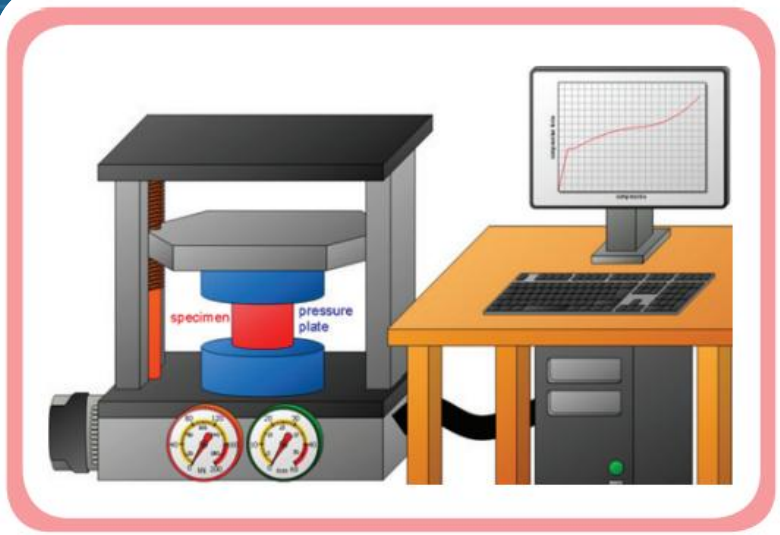
จนกระทั่งชิ้นทดสอบขาด แล้วบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดึงกับความเครียดตามแนวดึง แสดงความสัมพันธ์เป็นกราฟ เรียกว่า กราฟความเค้นกับความเครียด หรือแรงดึงกับระยะการเปลี่ยนรูป (Deformation) ซึ่งเป็นระยะที่วัสดุยืดตัวออกจากระยะเดิม การทดสอบแรงดึงใช้หาค่าการยืดตัว

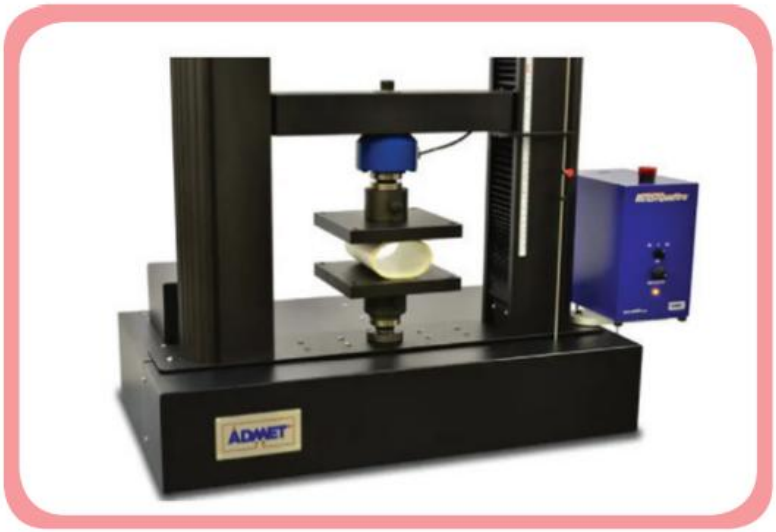


ภาพที่ 11.7 ลักษณะการทดสอบแรงดึง

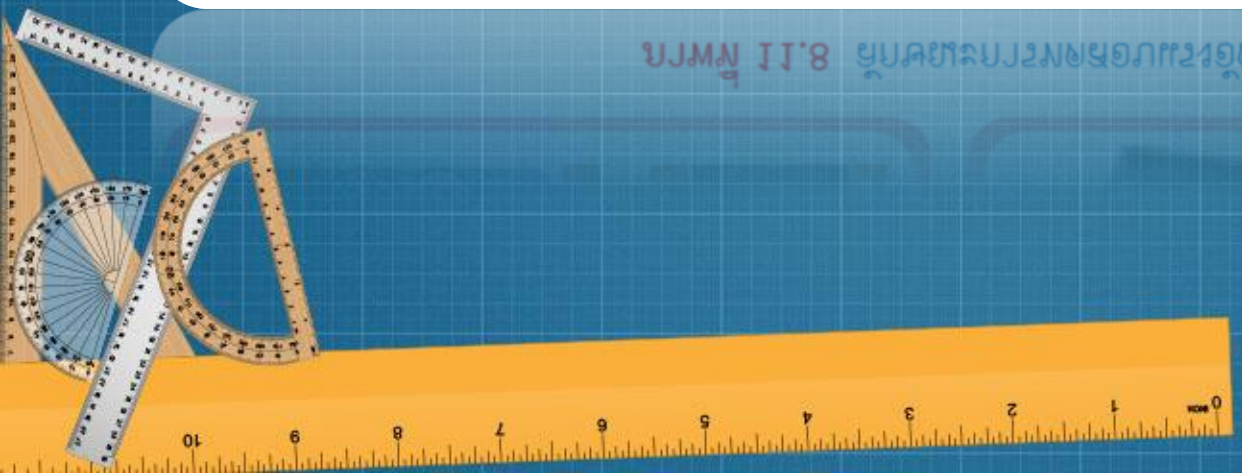
2. การทดสอบแรงอัด (Compression Testing) เป็นการทดสอบคุณสมบัติจากวัสดุชิ้นงานทดสอบที่มีลักษณะการใช้แรงกดหรือแรงอัดในแนวตรง ทำให้วัสดุเปลี่ยนรูปร่าง มีความสูง หรือความยาวหดสั้นเข้าตามทิศทางของแรงที่กระทำ โดยใช้หัววัดทรงกระบอกหรือหัววัดที่มีลักษณะเป็นจานแบนกดลงบนชิ้นงานทดสอบ หัววัดที่ใช้ในการทดสอบควรมีขนาดเท่ากับหรือใหญ่กว่าขนาดของชิ้นงานทดสอบวางชิ้นทดสอบให้อยู่กึ่งกลางของหัววัด จะใช้หลักการเพิ่มแรงหรือความเค้นกดอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอแล้ววัดค่าการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง วัสดุที่นำมาทดสอบหากเป็นวัสดุที่มีความเหนียวจะโป่งพองออกด้านข้างวัสดุที่มีความอ่อนจะถูกอัดแบนโดยไม่แตกหัก แต่หากวัสดุมีความเปราะจะแตกหัก



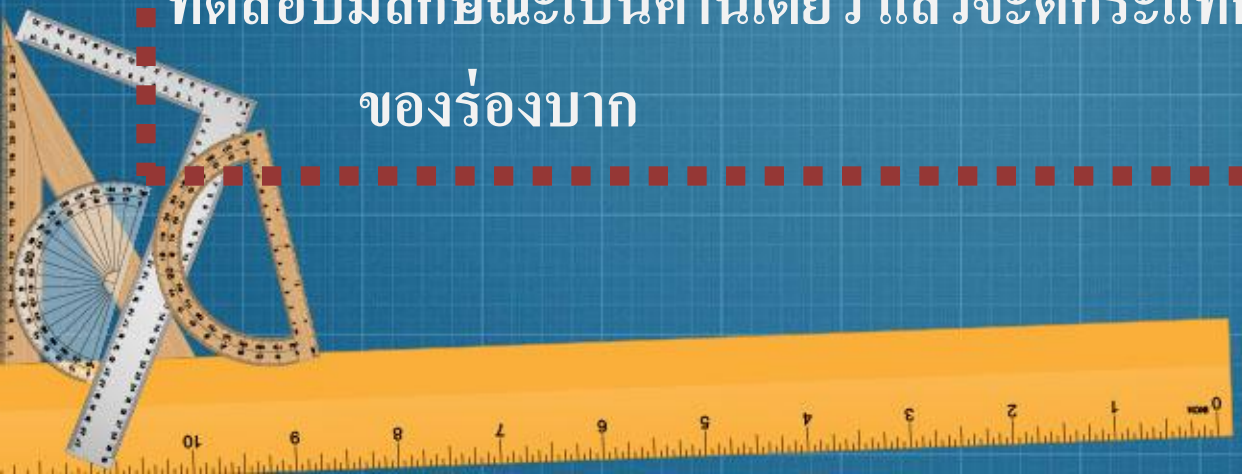




ภาพที่ 11.8 ลักษณะการทดสอบแรงอัด

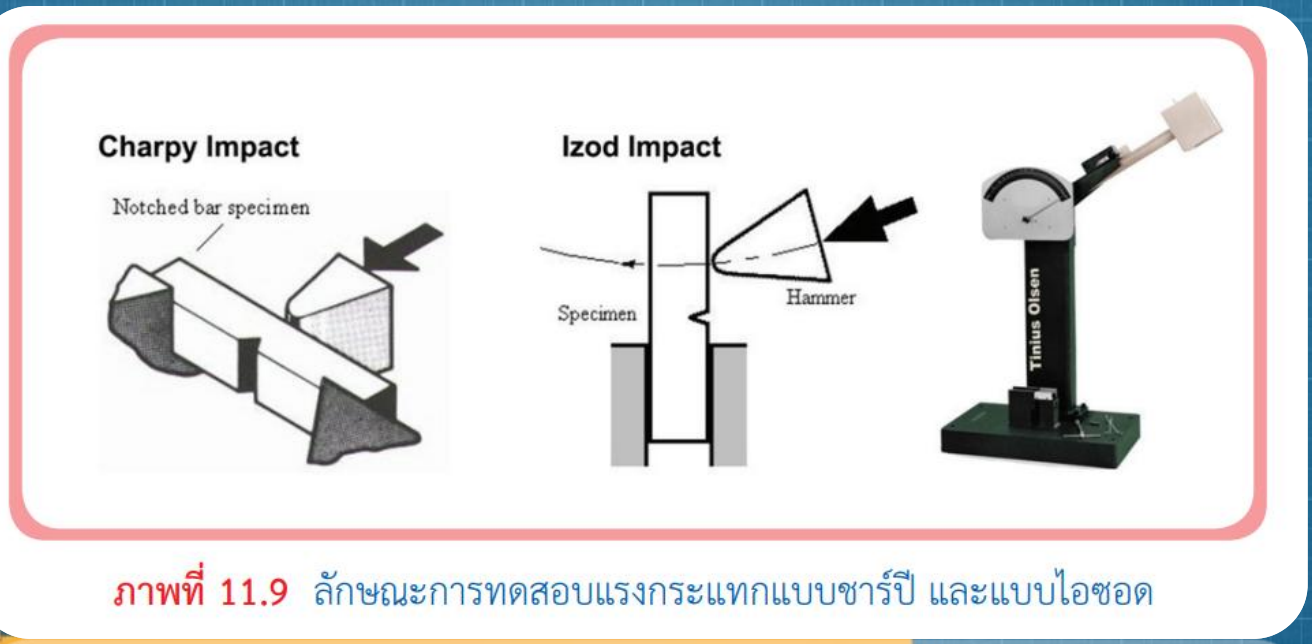


3. การทดสอบแรงกระแทก (Impact Testing) เป็นการทดสอบคุณสมบัติจากวัสดุชิ้นงานทดสอบโดยใช้แรงกระทำเคลื่อนที่ด้วยความเร็วกระแทกชิ้นงานทดสอบให้แตกหักเสียหายไป ซึ่งมี 3 แบบ ได้แก่แบบไอซอด (Izod Test) และแบบชาร์ปี (Charpy Test โดยการทดสอบทั้งสองแบบนี้จะทำการใส่แรงกระแทกด้วยการเหวี่ยงลูกตุ้มและใช้ชิ้นงนทดสอบที่มีร่องบากและมีขนาดเล็ก และการทดสอบจะเป็นการใส่แรงด้วยการดัดงอ การทดสอบแบบชาร์ปีจับยึดชิ้นงานทดสอบมีลักษณะเป็นคานเดี่ยว แล้วจะตีกระแทกที่บริเวณด้านหลังของร่องบาก



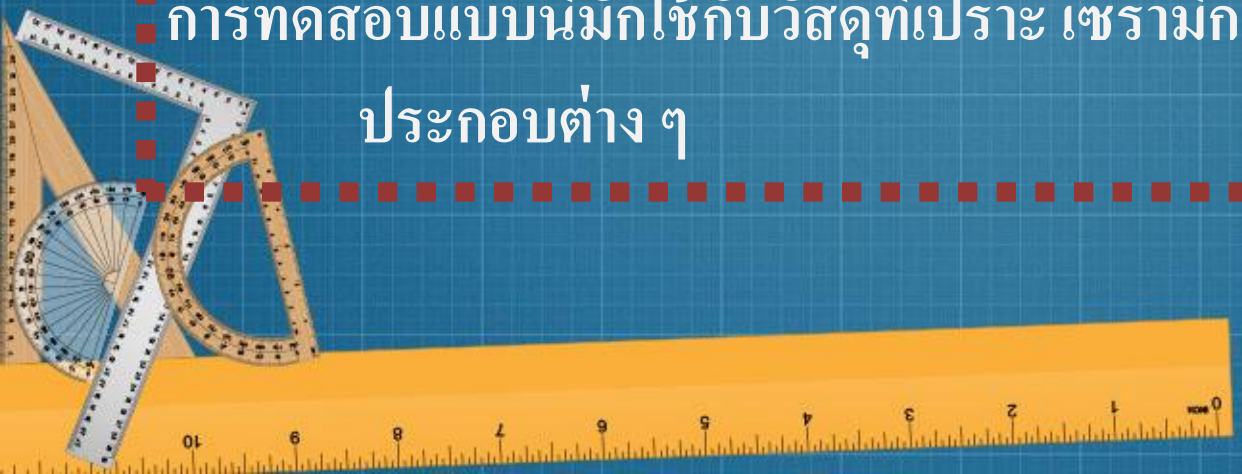
ส่วนแบบไอซอดจะใช้ปากกาจับยึดชิ้นงานทดสอบทั้งสองข้างให้แน่นแล้วตีกระแทกที่ปลายอีกข้างหนึ่ง ด้านหน้าของร่องบาก

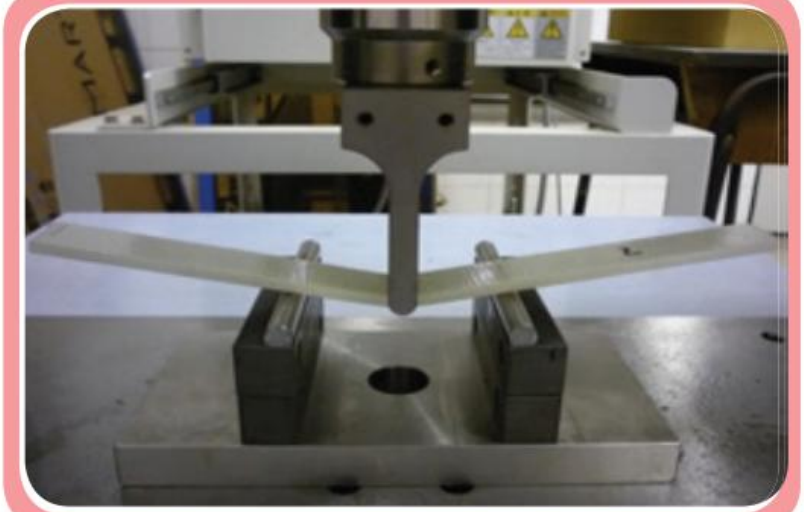
แบบนิกเบรก (Nick Break Test) เป็นอีกแบบหลักการนำชิ้นงานมาบากทั้งสองข้างแล้วให้แรงตีกระแทกจนแตกหัก การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความต้านทานต่อแรงกระแทก



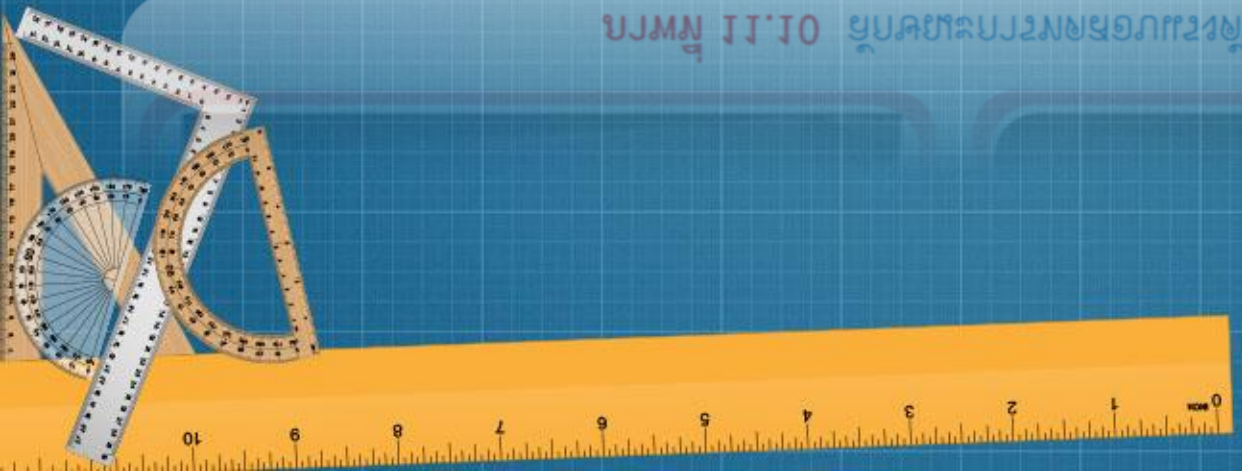
ภาพที่ 11.9 ลักษณะการทดสอบแรงกระแทกแบบชาร์ปี และแบบไอซอด

4. การทดสอบแรงดัดงอ (Bending Testing) เป็นการทดสอบคุณสมบัติจากวัสดุชิ้นงานทดสอบเป็นอีกวิธีหนึ่งสำหรับการทดสอบแบบอัตราเร็วคงที่ โดยการให้แรงกระทำกับชิ้นทดสอบแล้วทำให้เกิดแรงเค้นอัดขึ้นที่บริเวณด้านบนของหน้าตัดขึ้นงานทดสอบ และเกิดแรงเค้นดึงที่บริเวณด้านล่างของหน้าตัดขึ้นงานทดสอบในเวลาเดียวกัน ผลที่ได้จากการทดสอบสามารถบอกได้ถึงค่าความยืดหยุ่น ความแข็งแรง และคุณสมบัติอื่น ๆ แบบเดียวกันกับการทดสอบแรงดึง การทดสอบแบบนี้มักใช้กับวัสดุที่เปราะ เซรามิก และรวมถึงวัสดุประกอบต่าง ๆ





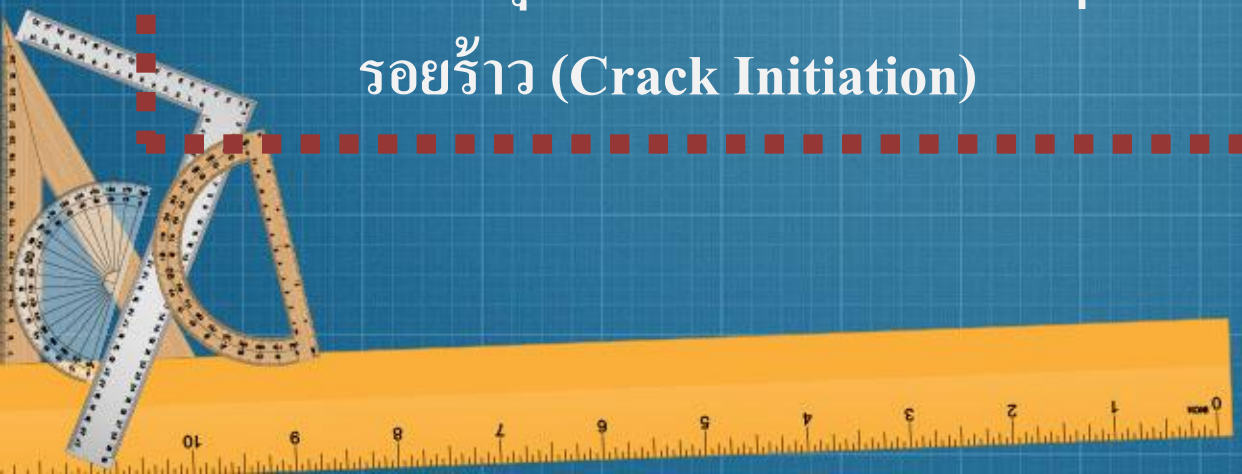
ภาพที่ 11.10 ลักษณะการทดสอบแรงดัดงอ



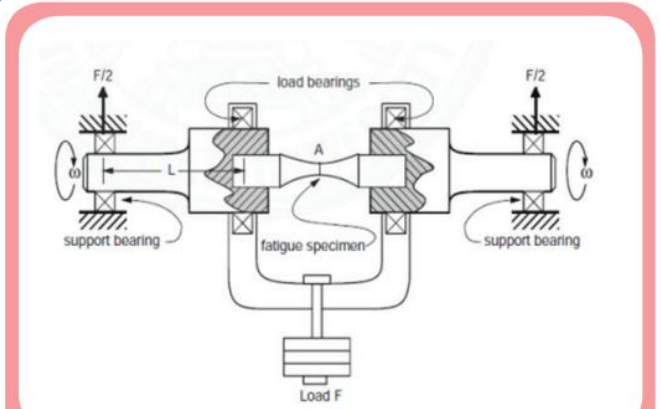
5. การทดสอบแรงเฉือน (Shear Testing) เป็นการทดสอบคุณสมบัติจากวัสดุชิ้นงานทดสอบโดยให้แรงกระทำในแนวขนานกับแนวระนาบของชิ้นงานทดสอบ การทดสอบแรงเฉือนจะแตกต่างกับการทดสอบแรงดึงและแรงดัด โดยทั้งสองวิธีนั้นแรงกระทำในแนวตั้งฉากกับแนวแกนของชิ้นงานทดสอบโดยแรงเฉือนสองชนิดที่สำคัญในการกำหนดคุณสมบัติทางกลของวัสดุ ได้แก่ แรงเฉือนตรง (Direct Shear)และแรงเฉือนบิด (Torsional Shear)

ภาพที่ 11.11 ลักษณะการทดสอบแรงเฉือน

6. การทดสอบแรงล้า (Fatigue Testing) เป็นการทดสอบคุณสมบัติจากวัสดุชิ้นงาน เพื่อหาค่าความต้านทานความล้าของวัสดุ หรือความเค้นสูงสุดของวัสดุ ความล้าเป็นความเสียหายของวัสดุจากการรับแรงกระทำแบบซ้ำ ๆ แบบวงรอบ (Cyclic Loading) ทำให้เกิดความเค้นแบบวงรอบ (Cyclic Stress) จำนวนวงรอบของการรับแรงจะทำให้วัสดุชิ้นงานทดสอบเสียหาย โครงสร้างอะตอมภายในเนื้อวัสดุเรียงตัวผิดเพี้ยนไป จะเป็นความเสียหายที่เริ่มจากการเสียรูปในชั้นอะตอมของวัสดุทำให้เกิดเป็นตำหนิเล็ก ๆ ขึ้น และขยายออกมาเป็นรอยร้าว (Crack Initiation)

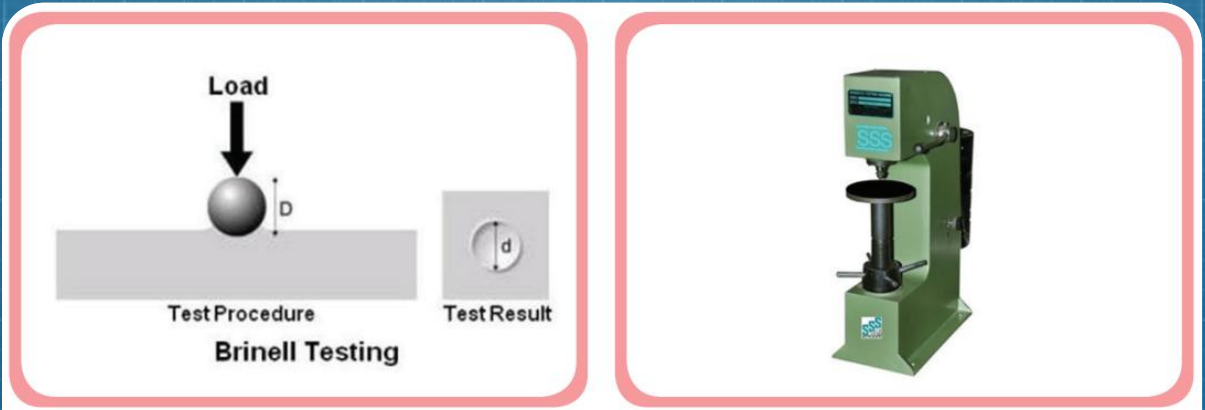


ซึ่งความล้านี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของแรงกระทำและเงื่อนไขอื่น ๆ ที่กระทำกับวัสดุได้แก่ ภาระทางกล วัสดุ และสภาพแวดล้อม เช่น การทดสอบการล้าในลักษณะนี้จะทำโดยการยึดจับชิ้นทดสอบด้วยตัวจับ ขึ้นทดสอบที่หมุนได้ทั้ง 2 ด้าน โดยจะมีการให้ภาระสถิตกับบริเวณที่ยึดจับชิ้นทดสอบด้วย จากนั้นตัวจับชิ้นทดสอบด้านหนึ่งจะเชื่อมต่ออยู่กับมอเตอร์เพื่อหมุนชิ้นงานเพื่อให้เกิดภาระแบบวงรอบ



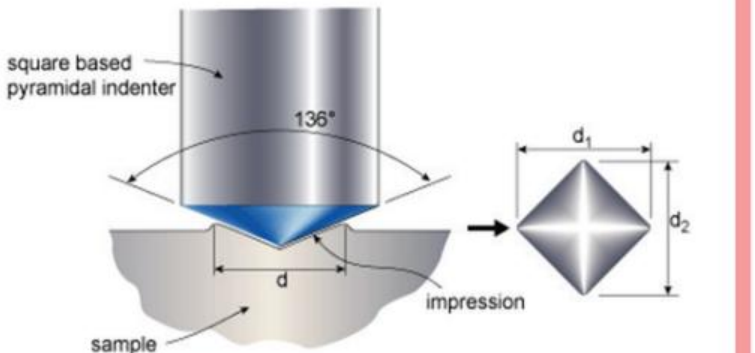
ภาพที่ 11.12 ลักษณะการทดสอบแรงล้า

7.1 การทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์ (Brinell Hardness Test) เป็นการวัดความแข็งโดยอาศัยแรงกดคงที่กระทำกับลูกบอลเหล็กกล้าชุบแข็งลงบนผิวชิ้นงานทดสอบ ซึ่งแรงกดสำหรับการทดสอบจะอยู่ในช่วง 500 -3,000 kgf และลูกบอลเหล็กกล้าจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0-10 มิลลิเมตร โดยใช้ระยะเวลาในการกดประมาณ 10-15 วินาที สำหรับเหล็กหรือเหล็กกล้า และการกดประมาณ 30 วินาที สำหรับวัสดุโลหะนิ่ม เช่น ตะกั่ว ดีบุก เป็นต้น

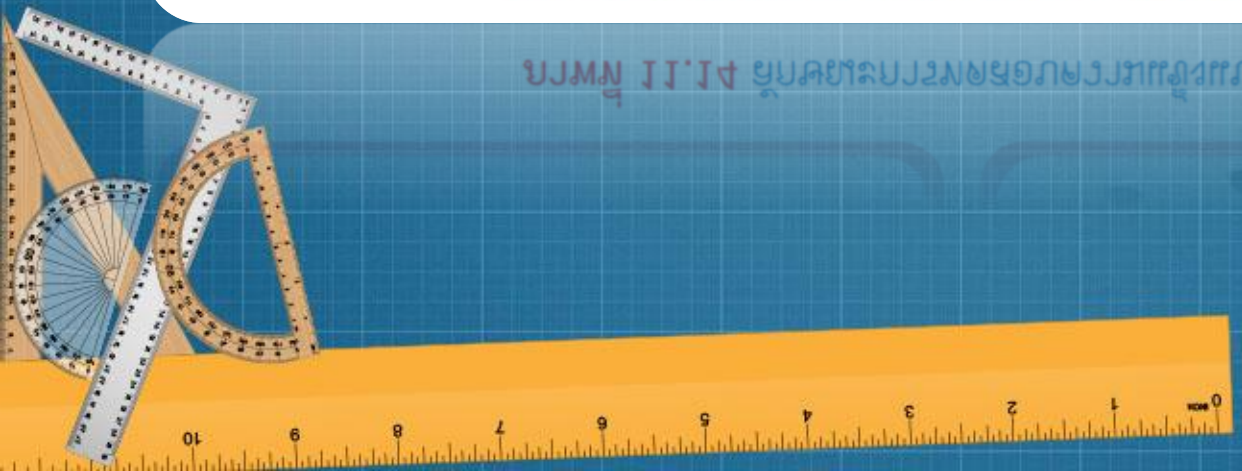


ภาพที่ 11.13 ลักษณะการทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์

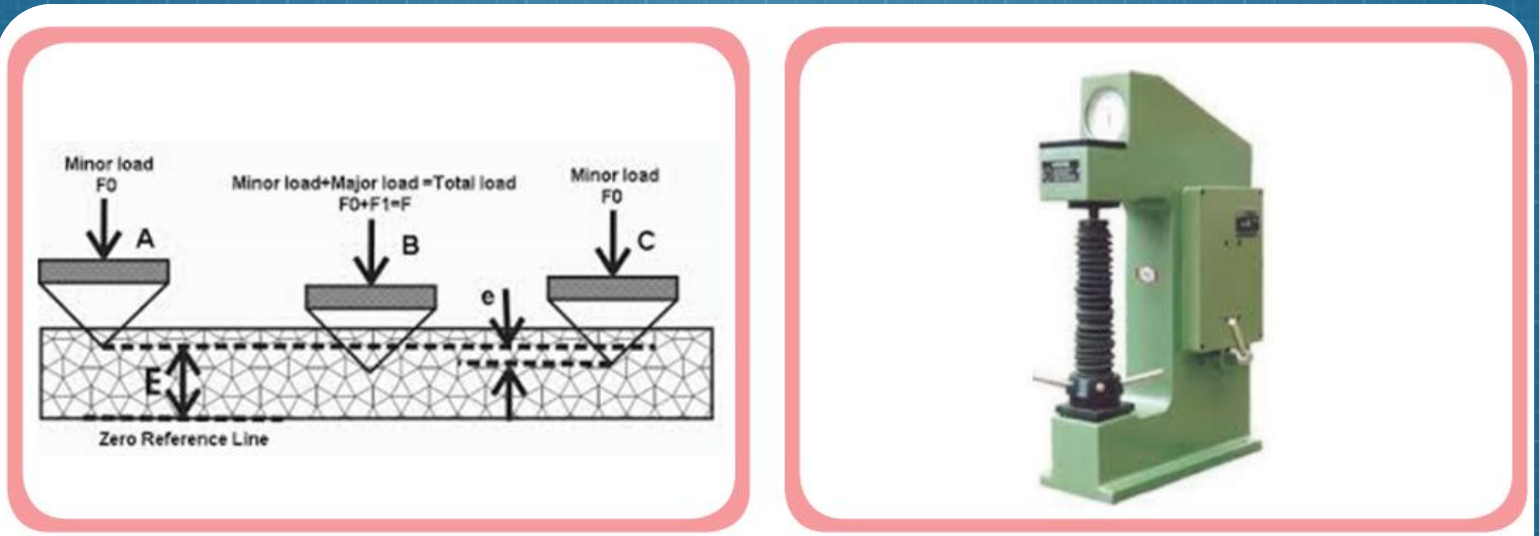
7.2 การทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์ (Vickers Hardness Test) เป็นการวัดความแข็งโดยใช้หัวกดเพชรมีลักษณะเป็นพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมที่ปลายหัวกดทำมุม 136 องศา มุมที่มีองศาใกล้เคียงกับหัวกดลักษณะกลมมากที่สุด เป็นเวลา 10-15 วินาที ค่าความแข็งจะคำนวณจากแรงกดที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวเช่นเดียวกับการทดสอบแบบบริเนลล์ แต่วิธีนี้หัวกดเป็นเพชรซึ่งมีความแข็งสูงมากๆ ดังนั้นในการใช้งานจึงสามารถวัดค่าความแข็งได้ตั้งแต่โลหะที่นิ่มมาก จนถึงโลหะที่แข็งมากๆ โดยไม่ต้องเปลี่ยนหัวกดจะเปลี่ยนก็เฉพาะแรงกดเท่านั้น โดยมีตั้งแต่ 1-120 kg ขึ้นอยู่กับความแข็งของโลหะที่ทดสอบ



ภาพที่ 11.14 ลักษณะการทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์

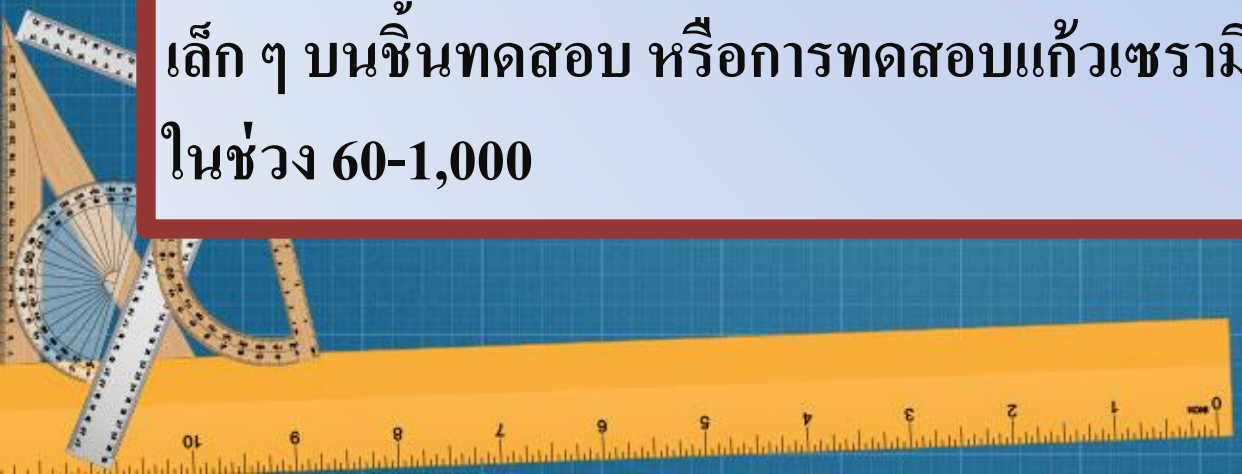


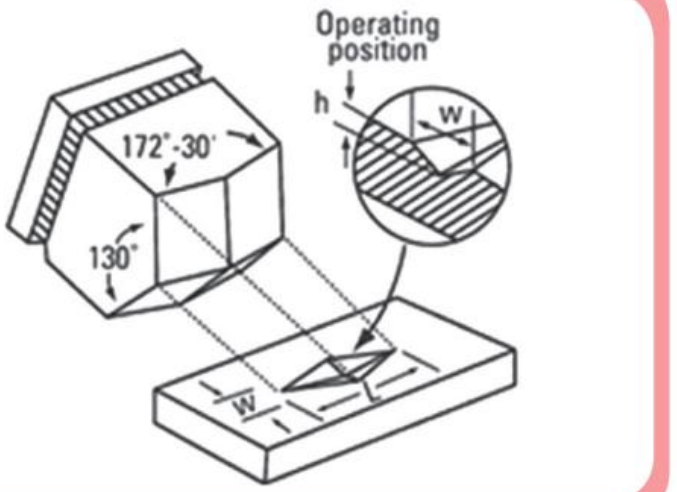
7.3 การทดสอบความแข็งแบบร็อกเวลล์ (Rockwell Hardness Test) การทดสอบแบบนี้เป็นแบบเดียวกับการทดสอบความแข็งแบบบริเนลล์ โดยค่าความแข็งสามารถหาได้จากขนาดความลึกรอยกดบนชิ้นงานทดสอบซึ่งเกิดจากการกดด้วยหัวกดภายใต้น้ำหนักคงที่



ภาพที่ 11.15 ลักษณะการทดสอบความแข็งแบบร็อกเวลล์

7.4 การทดสอบความแข็งแบบคนูป (Knoop Hardness Test) เป็นการวัดความต้านทานของพื้นที่วัสดุต่อการเกิดรอยกด หรือการเสียรูปถาวรบริเวณที่พื้นผิวของวัสดุแบบเดียวกันกับการทดสอบแบบวิกเกอร์ สำหรับการทดสอบความแข็งแบบคนูปนี้จะเป็นหัวกดเพชรพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน โดยมีเส้นทแยงมุมด้านยาวกับด้านสั้นต่างกัน อัตราส่วน 7 : 1 และใช้น้ำหนักกดในช่วง 25-3,600 กรัมใช้ทดสอบความแข็งชิ้นงานขนาดเล็ก หรือทดสอบในบริเวณพื้นที่เล็ก ๆ บนชิ้นทดสอบ หรือการทดสอบแก้วเซรามิก โดยค่าความแข็งอยู่ในช่วง 60-1,000





ภาพที่ 11.16 ลักษณะการทดสอบความแข็งแบบคนูป

หน่วยที่ 10