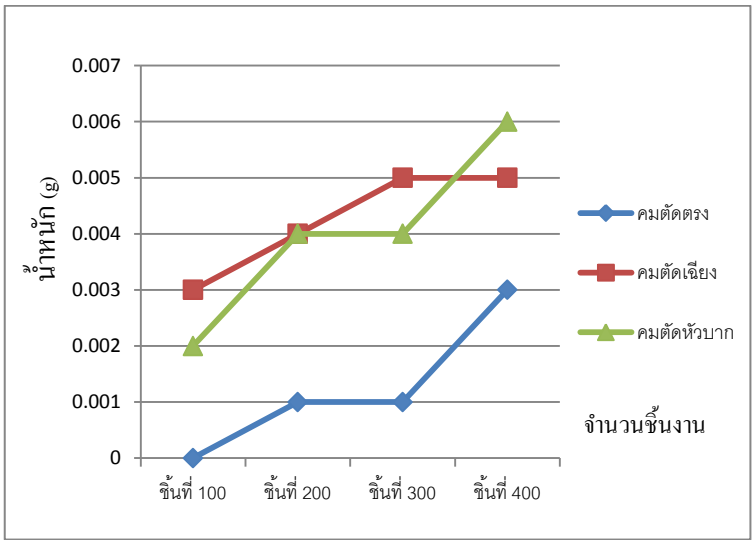
บทที่ 4 ผลงานวิจัย

4.1 ผลการทดลองหาการสึกหรอของพันช์ในการตัดเฉือนชิ้นงาน

ในการทดลองตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่มีความหนา 2 mm. ที่มีพื้นที่หน้า ตัดเท่ากันที่มีลักษณะ 2 รูปทรงคือรูปทรงกลม รูปทรงเหลี่ยม โดยใช้เครื่อง Press แบบคอม้าที่มีแรงกดตัดสูงสุด 40 kN ลงบนแม่พิมพ์ตัด รูปทรงของคมตัดพันช์จะมี 3 ลักษณะ คือ คมตัดตรง คมตัดเฉียง และคมตัดบาก พันช์ทั้ง 3 ลักษณะจะใช้วัสดุเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น SKD 11 ชุบให้ได้ความแข็ง เช่นเดียวกับ ดาย โดยกำหนดแผนการทดลองการตัดเฉือนชิ้นงานตามลักษณะของรูปทรงของพันช์ ตามลักษณะของคมตัดที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานจากชิ้นที่ 1 ต่อเนื่องไปจนถึง 100 ชิ้นและทำการถอนนำ Punch ออกมาทำการชั่งน้ำหนักบนกิโลกรัมและจดบันทึกค่าที่ได้ และนำพันช์ ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักมาประกอบกับชุดแม่พิมพ์ เพื่อทำการทดลองต่อไปครั้งละ 100 ชิ้นจนครบ 400 ชิ้น จึงทำการเปลี่ยนพันช์ เพื่อทำการทดลองจนครบทุกพันช์

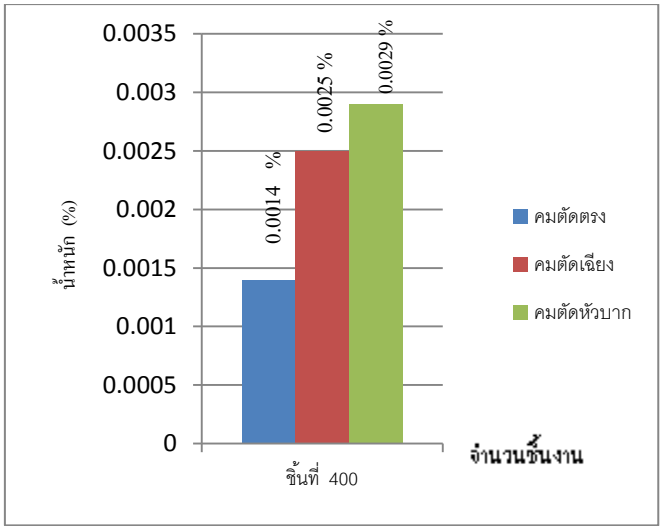


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าการสึกหรอของพันช์รูปทรงกลม

จากรูปที่ 4.1 เป็นการแสดงผลการสึกหรอด้วยการชั่งน้ำหนักของคมตัดพันช์ รูปทรงกลมที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C โดยเริ่มจากการตัดเฉือนชิ้นงานที่ 100 ชิ้นจะพบว่าลักษณะของคมตัดตรงจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักไม่เกิดการสึกหรอ คมตัดเฉียงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงที่ 0.003 กรัม เริ่มมีการสึกหรอคมตัดหัวบากเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำลดลงที่ 0.002 กรัมเริ่มมีการสึกหรอ การตัดเฉือนที่ 200 ชิ้น คมตัดตรงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงที่ 0.001 กรัมเริ่มมีการสึกหรอ คมตัดเฉียงมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมากขึ้นที่

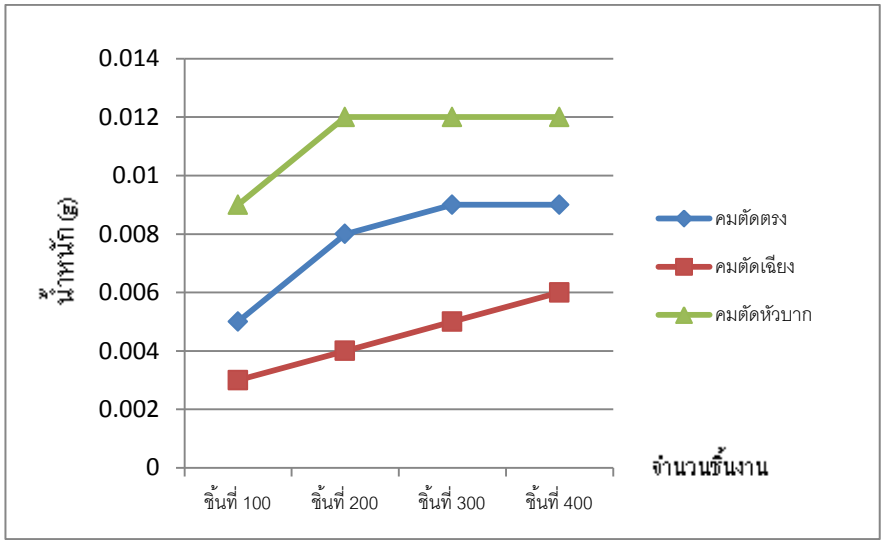
0.004 กรัมการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น คมตัดหัวบาก มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมากขึ้นที่ 0.004 กรัมการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น การตัดเฉือนที่ 300 ชิ้น คมตัดตรงไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอยู่ที่ 0.001 กรัมมีการสึกหรออยู่ที่ระดับเดิม คมตัดเฉียง มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมาที่ 0.005 กรัมมีการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น คมตัดหัวบาก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอยู่ที่ 0.004 กรัมมีการสึกหรออยู่ที่ระดับเดิม การตัดเฉือนที่ 400 ชิ้น คมตัดตรง มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมาที่ 0.003 กรัมมีการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น คมตัดเฉียง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอยู่ที่ 0.005 กรัมมีการสึกหรออยู่ที่ระดับเดิม คมตัดหัวบาก มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมาที่ 0.006 กรัมมีการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น

จากรูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าการสึกหรอของพันช์ รูปทรงกลม จะเห็นได้ว่าลักษณะของคมตัด Punch แต่ละคมตัดจะเกิดการสึกหรอจากการชั่งน้ำหนักที่ลดลงไม่เท่ากันที่การตัดเฉือนของชิ้นงานที่ 400 ชิ้นพันช์ คมตัดตรงจะมีการสึกหรอน้อยที่ 0.003 กรัม พันช์คมตัดเฉียงมีการสึกหรอปานกลางที่ 0.005 กรัม และคมตัดหัวบากมีการสึกหรอมากที่ 0.006 กรัม



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของพันช์รูปทรงกลม

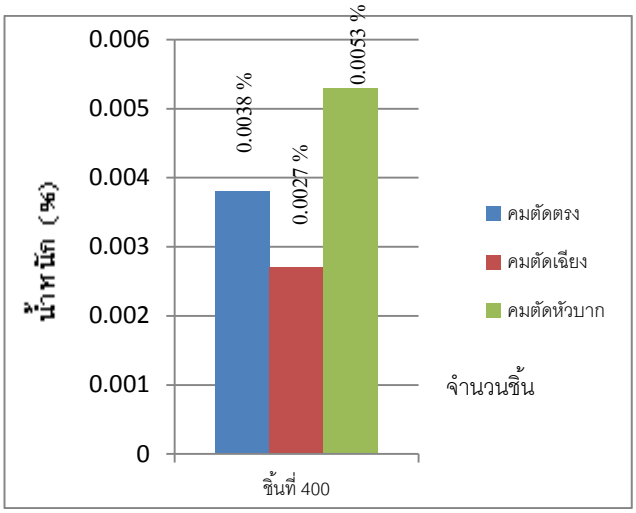
จากรูปที่ 4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของพันช์ รูปทรงกลมที่มีการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ 400 ชิ้น จะเห็นได้ว่าพันช์คมตัดตรงจะมีการสึกหรอน้อยที่สุดที่ 0.0014 % คมตัดเฉียงมีการสึกหรอระดับปานกลางที่ 0.0025 % และคมตัดหัวบากจะมีการสึกหรอมากที่สุดที่ 0.0029 %



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าการสึกหรอของพันช์รูปทรงสี่เหลี่ยม

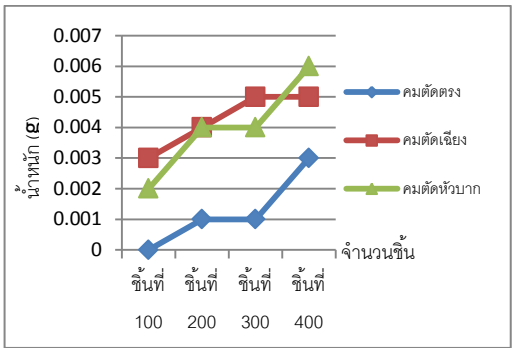
จากรูปที่ 4.3 เป็นการแสดงผลการสึกหรอด้วยการชั่งน้ำหนักของคมตัดพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C โดยเริ่มจากการตัดเฉือนชิ้นงานที่ 100 ชิ้นจะพบว่าลักษณะของคมตัดตรงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงที่ 0.005 กรัมมีการสึกหรอ คมตัดเฉียงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงที่ 0.003 กรัมเริ่มมีการสึกหรอ คมตัดหัวบากเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำลดลงที่ 0.009 กรัมเริ่มมีการสึกหรอ การตัดเฉือนที่ 200 ชิ้น คมตัดตรงมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมากขึ้นที่ 0.008 กรัมเริ่มมีการสึกหรอ คมตัดเฉียงมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมากขึ้นที่ 0.004 กรัมการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น คมตัดหัวบาก มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมากขึ้นที่ 0.012 กรัมการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น การตัดเฉือนที่ 300 ชิ้น คมตัดตรงมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมาที่ 0.009 กรัมมีการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น คมตัดเฉียง มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมาที่ 0.005 กรัมมีการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น คมตัดหัวบาก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอยู่ที่ 0.012 กรัมมีการสึกหรออยู่ที่ระดับเดิม การตัดเฉือนที่ 400 ชิ้น คมตัดตรง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอยู่ที่ 0.009 กรัมมีการสึกหรอในระดับเดิม คมตัดเฉียง มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงมาที่ 0.006 กรัมมีการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น คมตัดหัวบาก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอยู่ที่ 0.012 กรัมมีการสึกหรออยู่ในระดับเดิม

จากรูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าการสึกหรอของพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยม จะเห็นได้ว่าลักษณะของคมตัดพันช์ แต่ละคมตัดจะเกิดการสึกหรอจากการชั่งน้ำหนักที่ลดลงไม่เท่ากันที่การตัดเฉือนของชิ้นงาน ที่ 400 ชิ้น พันช์คมตัดตรงจะมีการสึกหรอปานกลางที่ 0.009 กรัม พันช์คมตัดเฉียงมีการสึกหรอน้อยที่ 0.006 กรัม และคมตัดหัวบากมีการสึกหรอมากที่ 0.012 กรัม

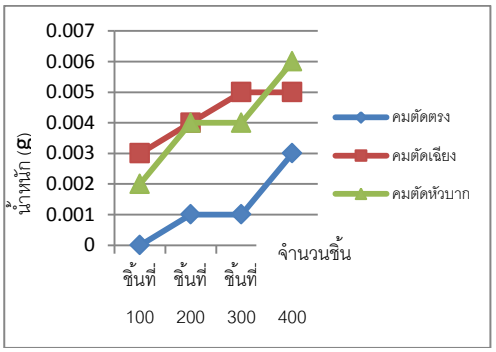


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของพันช์รูปทรงสี่เหลี่ยม

จากรูปที่ 4.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมที่มีการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ 400 ชิ้น จะเห็นได้ว่าพันช์คมตัดเฉียงจะมีการสึกหรอน้อยที่สุดที่ระดับ 0.0027 % คมตัดตรงมีการสึกหรอระดับกลางที่ 0.0038 % และคมตัดหัวบากจะมีการสึกหรอมากที่สุดที่ 0.0053 %



พันช์ รูปทรงกลม

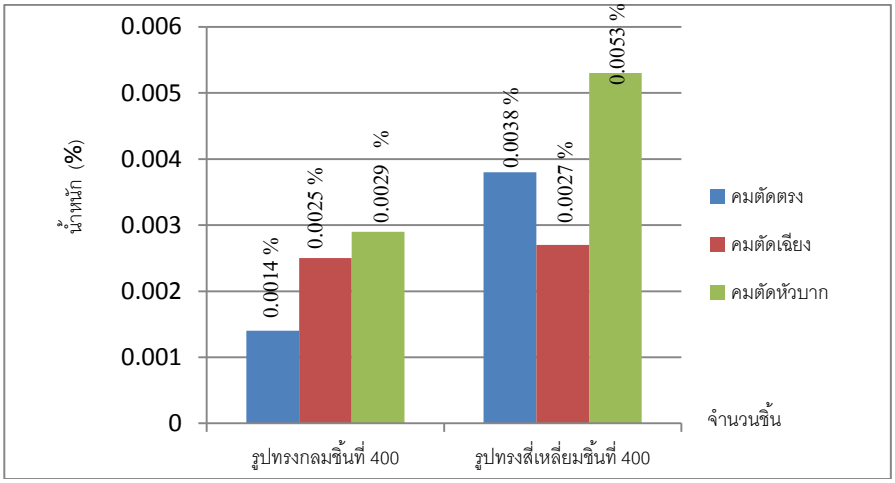


พันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยม

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการสึกหรอของพันช์

จากรูปที่ 4.5 เป็นกราฟแสดงการสึกหรอของคมตัดที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่มีพื้นที่หน้าตัดชิ้นงาน 625 $mm.^2$ จะเห็นได้ว่า ลักษณะคมตัดพันช์ รูปทรงกลมจะมีการสึกหรอน้อยกว่า ลักษณะคมตัดพันช์รูปทรงสี่เหลี่ยม พันช์รูปทรงกลมที่มีลักษณะคมตัดตรงมีการสึก

หรอน้อยที่สุดที่อัตราการสึกหรอ 0.003 กรัม และ พันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยม ที่มีลักษณะคมตัดหัวบาก จะมีอัตราการสึกหรอมากที่สุดที่อัตราการสึกหรอ 0.012 กรัม

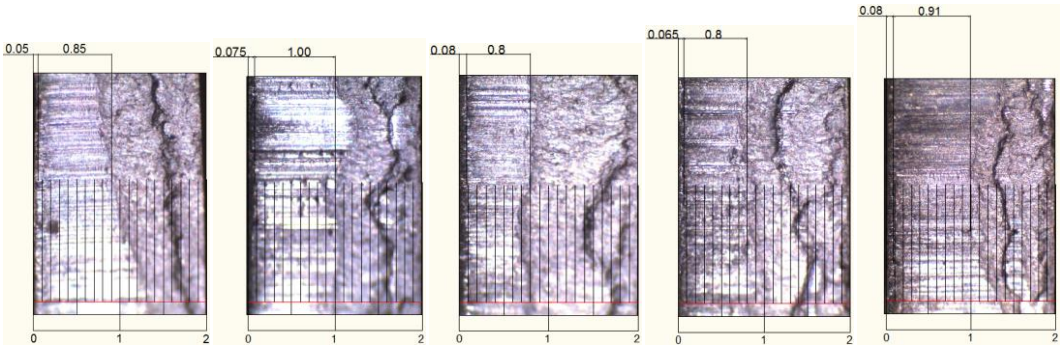


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของพันช์รูปทรงกลม และ รูปทรงสี่เหลี่ยม

จากรูปที่ 4.6 เป็นกราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของคมตัดที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่มีพื้นที่หน้าตัดชิ้นงาน 625 mm^2 จะเห็นได้ว่า ลักษณะคมตัดพันช์ รูปทรงกลมจะมีการสึกหรอน้อยกว่า ลักษณะคมตัดพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยม พันช์รูปทรงกลมที่มีลักษณะคมตัดตรงมีเปอร์เซ็นต์การสึกหรอน้อยที่สุดที่อัตราการสึกหรอ 0.0014 % และ พันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยม ที่มีลักษณะคมตัดหัวบากจะมีอัตราเปอร์เซ็นต์การสึกหรอมากที่สุดที่อัตราการสึกหรอ 0.0053 %

4.2 การวิเคราะห์ขอบตัดเฉือนของชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C

ในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่มีพื้นที่หน้าตัด 625 mm^2 โดยกำหนดรูปทรงของพันช์ 2 รูปทรงคือ รูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยม ที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานจะมีลักษณะของคมตัด 3 แบบ คือ แบบคมตัดตรง แบบคมตัดเฉียง แบบคมตัดหัวบาก ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานบนเครื่อง Press แบบคอม้า ที่ใช้แรงในการตัดเฉือน 40 kN ในการตัดเฉือนชิ้นงานจนครบแบบละ 400 ชิ้น นำชิ้นงานชิ้นที่ 1, 100, 200,300, และ 400 ของแต่ละแบบไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง LEICA EZ 4 D เพื่อดูรอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และ รอยครีบ ดังรูป



รูปที่ 4.7 ขอบตัดเฉือนชิ้นงานพันช์ รูปทรงกลม คมตัดตรง

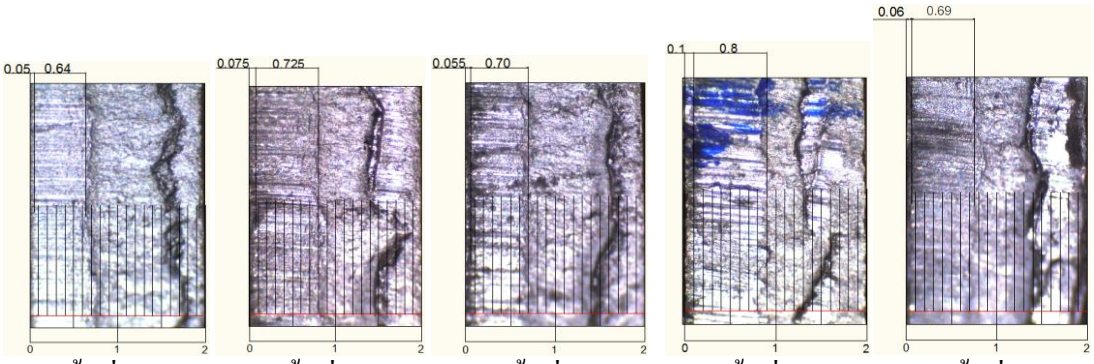
จากรูปที่ 4.7 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 1 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะมีลักษณะเป็นเส้นเอียงเข้าหารอยฉีกขาดและมีครีบปกคุมรอยฉีกขาดเป็นเส้นขนานกับรอยตัดเฉือน

จากรูปที่ 4.7 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 100 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาดและครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเปลี่ยนจากเส้นที่เอียงกับมาเป็นเส้นตรงแต่ยังมีส่วนโค้งเข้าหารอยฉีกขาดบางส่วนและครีบที่เกิดขึ้นกับผิวงานจะเป็นเส้นขนานกับรอยตัดเฉือน

จากรูปที่ 4.7 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 200 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเปลี่ยนเป็นแนวเส้นตรงครีบจะเป็นเส้นขนานกับเส้นแนวรอยตัดเฉือนจะมีบางส่วนของครีบที่จะโค้งเข้าหารอยตัดเฉือนชิ้นงาน

จากรูปที่ 4.7 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 300 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวใกล้เคียงกับการตัดเฉือนชิ้นที่ 200 และจะเริ่มโค้งเข้าหารอยฉีกขาดครีบที่เกินขึ้นจะมีจำนวนมากขึ้นกว่าเดิมเขาหาพื้นที่รอยฉีกขาด

จากรูปที่ 4.7 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 400 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเปลี่ยนเป็นแนวส่วนโค้งมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้นเข้าหารอยฉีกขาดทำให้รอยฉีดขาดมีพื้นที่น้อยลงการเกิดครีบจะเป็นเส้นโค้งกลับไปมาเป็นแนวเส้นตรงมีมากขึ้นเข้าหารอยฉีกขาดทำให้เห็นรอยฉีกขาดน้อยลง



รูปที่ 4.8 ขอบตัดเฉือนชิ้นงานพันช์รูปทรงกลมคมตัดเฉียง

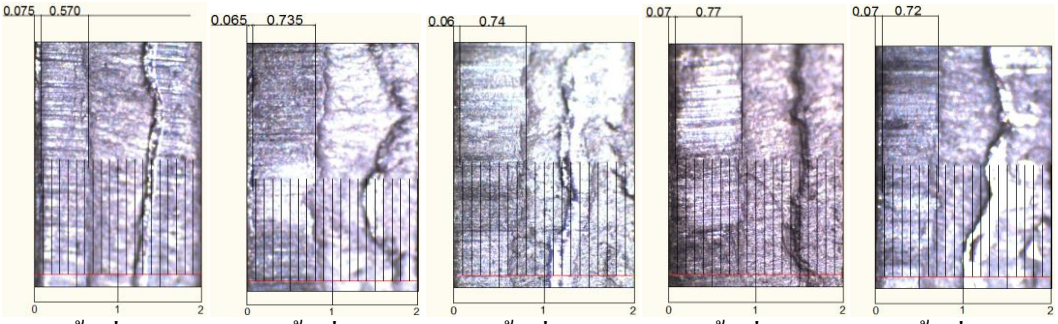
จากรูปที่ 4.8 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 1 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงขนานกับรอยครีบของชิ้นงานที่ปกคุมรอยฉีกขาดบนผิวงาน

จากรูปที่ 4.8 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 100 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้นทำให้รอยฉีกขาดน้อยลงครีบจะเป็นแนวเส้นตรงที่มีบริเวณโค้งตรงกลางของชิ้นงาน

จากรูปที่ 4.8 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 200 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงมีขนานน้อยลงรอยฉีกขาดเพิ่มมากขึ้นครีบจะเป็นเส้นแนวขนาดกับรอยตัดเฉือนมีจำนวนน้อยลง

จากรูปภาพที่ 4.8 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 300 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงมีขนาดมากขึ้นกว่าเดิมรอยฉีกขาดลดน้อยลงและครีบมีมากขึ้น

จากรูปที่ 4.8 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 400 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงที่เส้นแนวตัดเฉือนจะเป็นส่วนโค้งเล็ก ๆ โค้งไปมา และครีบจะเป็นเส้นขนานกับเส้นรอยตัดเฉือนปกคุมรอยฉีกขาด



ชิ้นที่ **1** ชิ้นที่ **100** ชิ้นที่ **200** ชิ้นที่ **300** ชิ้นที่ **400**

รูปที่ 4.9 ขอบตัดเฉือนชิ้นงานพันช์รูปทรงกลมคมตัดหัวบาก

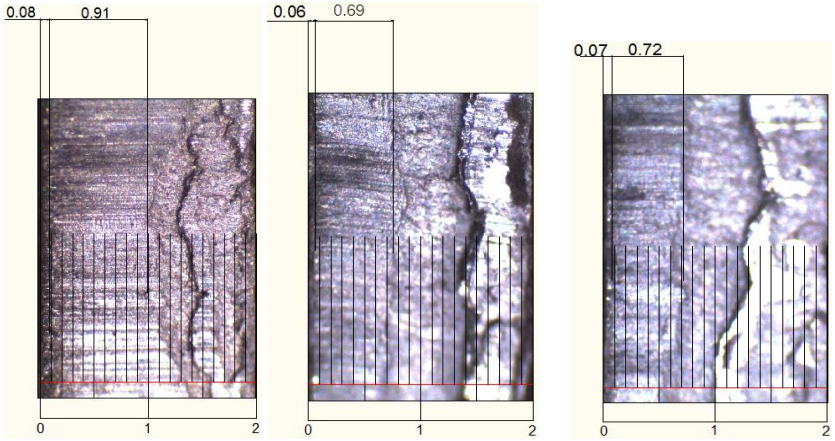
จากรูปที่ 4.9 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 1 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรง และครีบจะเป็นเส้นขนานกับเส้นรอยตัดเฉือน โดยที่บริเวณเส้นด้านล้างจะเอียงเข้าหารอยฉีกขาดปกคุมรอยฉีกขาดบนผิวงาน

จากรูปที่ 4.9 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 100 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นเส้นโค้งขนาดเล็กโค้งไปมาจะเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้น และครีบจะเป็นเส้นโค้งขนาดใหญ่เอียงไปมาปกคุมรอยฉีกขาดจะมีจำนวนน้อยกว่าชิ้นแรก

จากรูปที่ 4.9 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 200 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นเกือบตรงที่เส้นแนวตัดเฉือนจะเป็นส่วนโค้งเล็ก ๆ โค้งไปมา และครีบจะเป็นเส้นโค้งเล็ก ๆ สลับไปสลับมาขนานกับเส้นรอยตัดเฉือนปกคุมรอยฉีกขาดมากขึ้นกว่าเดิม

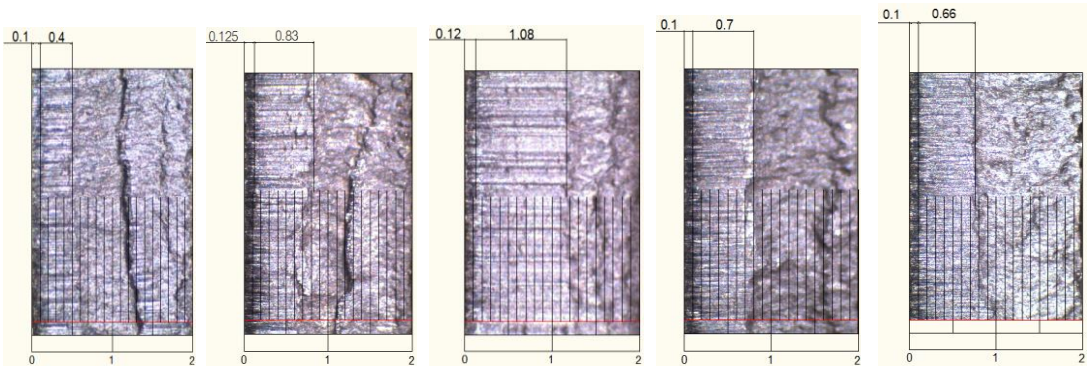
จากรูปที่ 4.9 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 300 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงที่เส้นแนวตัดเฉือนจะเป็นส่วนโค้งเล็ก ๆ โค้งไปมามีขนาดเพิ่มขึ้น และครีบจะเป็นเส้นขนานกับเส้นรอยตัดเฉือนปกคุมรอยฉีกขาด

จากรูปที่ 4.9 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 400 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงที่เส้นแนวตัดเฉือนจะเป็นส่วนโค้งเล็ก ๆ โค้งไปมา และครีบจะเป็นเส้นขนานกับเส้นรอยตัดเฉือนที่มีบริเวณเส้นด้านล่างเอียงเข้าหาเส้นรอยตัดเฉือนทำให้ครีบมีจำนวนมากขึ้น



รูปภาพที่ 4.10 แสดงรอยตัดเฉือนของชิ้นงานรูปทรงกลม ที่ 400 ชิ้น

จากรูปที่ 4.10 เป็นการแสดงรอยตัดเฉือนของชิ้นงานรูปทรงกลมของคมตัดทั้ง 3 แบบที่มีการตัดเฉือนชิ้นงานที่ 400 ชิ้น ซึ่งจะเห็นรอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ ของขอบชิ้นงานแตกต่างกัน รอยโค้งมนของชิ้นงานที่ได้รับการตัดเฉือนจะเกิดขึ้นใกล้เคียงกันมาก โดยคมตัดเฉียงจะมีรอยโค้งมนน้อยที่สุด คมตัดตรงจะมีรอยโค้งมลมากที่สุด รอยตัดเฉือนของชิ้นงานคมตัดเฉือนจะมีพื้นที่ในการตัดเฉือนน้อย จะมีลักษณะเป็นรอยโค้งสลับไปมาเป็นแนวเส้นตรง คมตัดตรงจะให้พื้นที่ในการตัดเฉือนมากที่สุดเป็นแนวเส้นส่วนโค้ง รอยฉีกขาดของชิ้นงานคมตัดตรงจะมีรอยฉีกขาดน้อย เพราะรอยตัดเฉือนจะโค้งเข้าหารอยฉีกขาด คมตัดเฉียงจะมีรอยฉีกขาดมากเพราะมีพื้นที่รอยตัดเฉือนน้อยและแนวในการตัดเฉือนจะเป็นแนวค่อนข้างตรง และการเกิดครีบลักษณะของครีบที่เกิดขึ้นจะติดพับกับชิ้นงานโดยที่คมตัดตรงจะเกิดครีบพับติดกับชิ้นงานน้อย คมตัดหัวบากจะเกิดครีบมากเพราะครีบจะพับติดกับชิ้นงาน



รูปที่ 4.11 ขอบตัดเฉือนชิ้นงาน พันช์รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดตรง

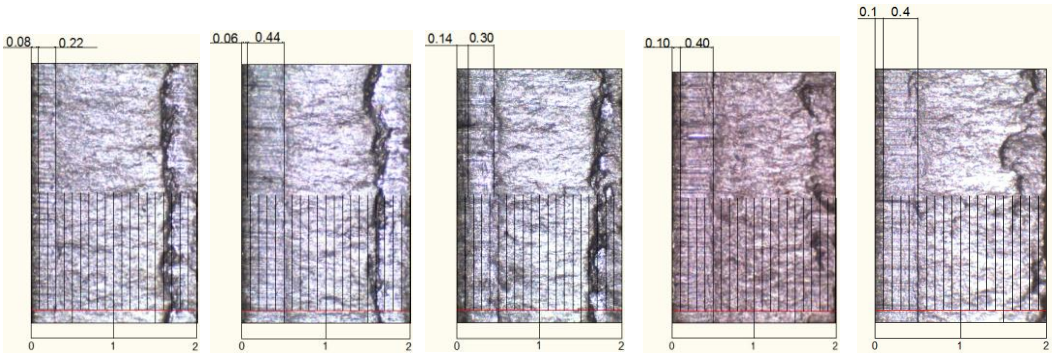
จากรูปที่ 4.11 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 1 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะมีพื้นที่น้อยลักษณะเป็นเส้นเอียงเข้าหารอยฉีกขาด และมีครีบปกคุมรอยฉีกขาดเป็นจำนวนมากเป็นเส้นขนานกับรอยตัดเฉือน

จากรูปที่ 4.11 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 100 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเพิ่มมากขึ้นเป็นแนวเส้นตรงโดยที่เส้นแสดงรอยตัดเฉือนจะเป็นโค้งเล็ก ๆ สลับไปมา รอยฉีกขาดลดน้อยลงและมีครีบปกคุมรอยฉีกขาดเป็นเส้นโค้งสลับไป

จากรูปที่ 4.11 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 200 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเปลี่ยนเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้นทำให้รอยฉีกขาดลดน้อยลงครีบจะเป็นเส้นโค้งสลับไปมาแต่มีจำนวนน้อยลงจากเดิมเป็นขนานกับเส้นแนวรอยตัดเฉือน

จากรูปที่ 4.11 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 300 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวใกล้เคียงกับการตัดเฉือนชิ้นที่ 200 และจะมีพื้นที่ลดน้อยลงเป็นแนวเส้นตรงทำให้รอยฉีกขาดมากขึ้นครีบที่เกินขึ้นจะมีจำนวนใกล้เคียงกับชิ้นที่ 200

จากรูปที่ 4.11 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 400 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเปลี่ยนเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่ลดน้อยลงทำให้รอยฉีกขาดเพิ่มมากขึ้นการเกิดครีบจะเกิดขึ้นน้อยเป็นจุดเล็ก ๆ ตามรอยฉีกขาดบนผิวงาน



ชิ้นที่ **1** ชิ้นที่ **100** ชิ้นที่ **200** ชิ้นที่ **300** ชิ้นที่ **400**

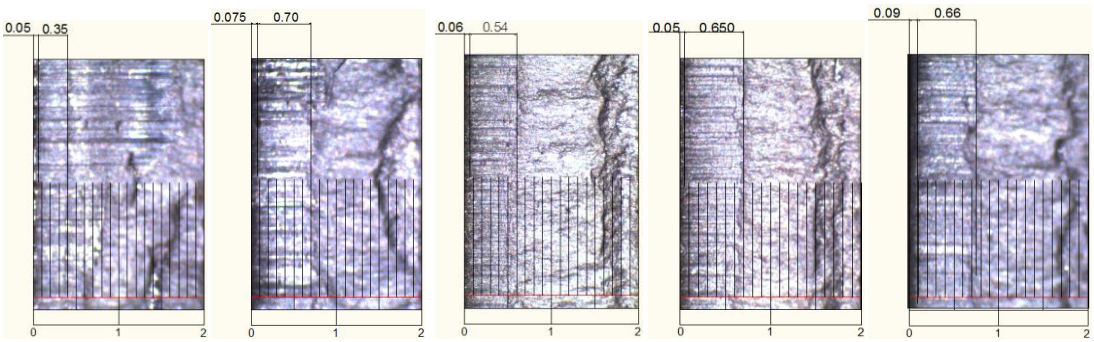
รูปที่ 4.12 ขอบตัดเฉือนชิ้นงานพันช์รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดเฉียง

จากรูปที่ 4.12 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 1 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะมีลักษณะเป็นเส้นแนวเส้นตรง และมีครีบปกคุมรอยฉีกขาดเป็นเส้นขนานกับรอยตัดเฉือน โดยที่รอยฉีกขาดที่ผิวงานจะมีพื้นที่มาก จากรูปภาพที่ 4.12 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 100 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเพิ่มมากขึ้นเป็นแนวเส้นตรงรอยฉีกขาดลดน้อยลงและมีครีบปกคุมรอยฉีกขาดเป็นเส้นโค้งสลับไปขนานกันเส้นแสดงรอยฉีกขาด

จากรูปที่ 4.12 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 200 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเปลี่ยนเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่น้อยลง ทำให้รอยฉีกขาดเพิ่มมากขึ้นครีบจะเป็นเส้นโค้งสลับไปมาเป็นแนวเส้นตรงขนานกับรอยตัดเฉือนแต่มีจำนวนน้อยลงจาก

จากรูปที่ 4.12 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 300 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้นจากเดิมทำให้รอยฉีกขาดลดลง ครีบที่เกินขึ้นจะมีจำนวนน้อยลงกว่าเดิมเป็นกลุ่ม ๆ อยู่ที่รอยฉีกขาด

จากรูปที่ 4.12 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 400 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่เท่าเดิมทำให้รอยฉีกขาดไม่เพิ่มมากขึ้นการเกิดครีบจะเกิดขึ้นน้อยเป็นจุดเล็ก ๆ ตามรอยฉีกขาดบนผิวงาน



รูปที่ 4.13 ขอบตัดเฉือนชิ้นงานพันช์รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดหัวบาก

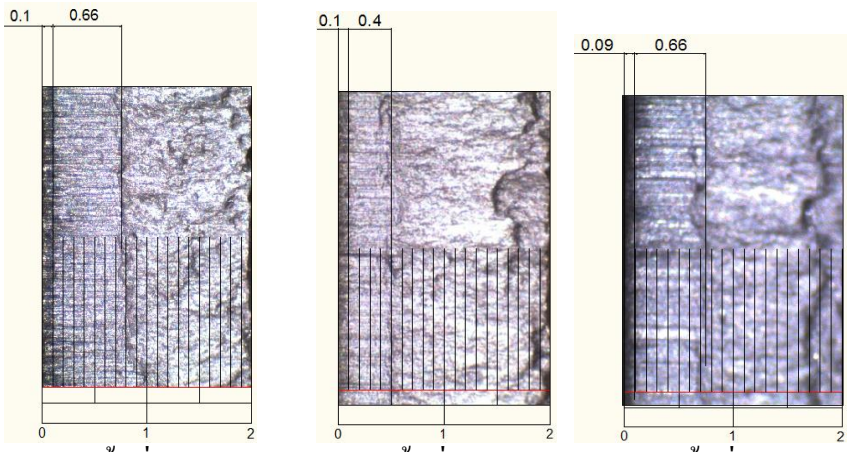
จากรูปที่ 4.13 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 1 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะมีลักษณะเป็นแนวเส้นเอียงมีพื้นที่ด้านบนใหญ่ด้านล่างเล็กทำให้รอยฉีกขาดมีพื้นที่น้อยและจะมีครีบน้อยไม่เป็นแนวแต่จะเป็นก้อนอยู่ที่แนวรอยฉีกขาด

จากรูปที่ 4.13 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 100 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะน้อยลงเป็นแนวเส้นโค้งรอยฉีกขาดจะมีพื้นที่มากขึ้นและมีครีบปกคุมรอยฉีกขาดเป็นก้อนปกคุมที่รอยฉีกขาด

จากรูปที่ 4.13 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 200 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเปลี่ยนเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่น้อยลงทำให้รอยฉีกขาดเพิ่มมากขึ้นครีบจะเป็นเส้นโค้งสลับไปมาเป็นแนวเส้นตรงขนานกับรอยตัดเฉือนแต่มีจำนวนมากข้น

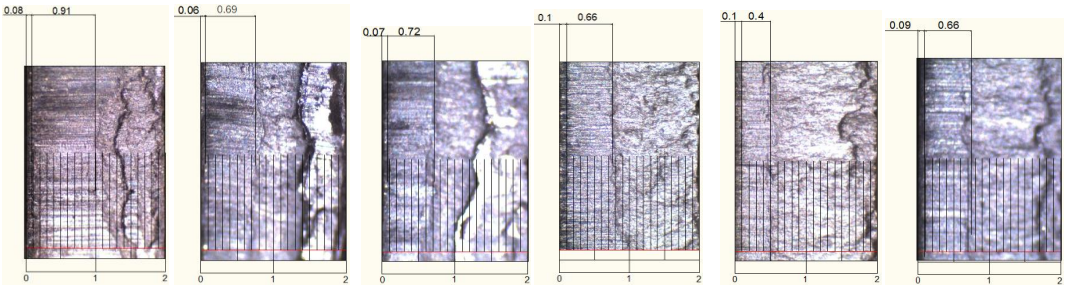
จากรูปที่ 4.13 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 300 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้นจากเดิมทำให้รอยฉีกขาดลดลง ครีบที่เกินขึ้นจะมีจำนวนมากขึ้นกว่าเดิมเป็นแนวเส้นตรงขนานกับรอยตัดเฉือน อยู่ปกคุมที่รอยฉีกขาด

จากรูปที่ 4.13 เมื่อมีการตัดเฉือนชิ้นงานชิ้นที่ 400 จะเห็นรอยตัดเฉือนที่ประกอบด้วย รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ อยู่ที่ผิวงาน รอยตัดเฉือนจะเป็นเส้นโค้งเล็ก ๆ สลับไปมาเป็นแนวเส้นตรงมีพื้นที่มากกว่าเดิมทำให้รอยฉีกขาดเพิ่มมากขึ้นการเกิดครีบจะเกิดขึ้นน้อยเป็นส่วนโค้งสลับไปมากเป็นแนวเส้นตรงตามรอยฉีกขาดบนผิวงานมีจำนวนน้อยลง



รูปที่ 4.14 ภาพแสดงขอบตัดเฉือนของชิ้นงานรูปทรงสี่เหลี่ยม ที่ 400 ชิ้น

จากรูปที่ 4.14 เป็นการแสดงรอยตัดเฉือนของชิ้นงานรูปทรงสี่เหลี่ยมของคมตัดทั้ง 3 แบบที่มีการตัดเฉือนชิ้นงานที่ 400 ชิ้น ซึ่งจะเห็นรอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และครีบ ของขอบชิ้นงานแตกต่างกัน รอยโค้งมนของชิ้นงานที่ได้รับการตัดเฉือนจะเกิดขึ้นใกล้เคียงกันมาก โดยคมตัดหัวบากจะมีรอยโค้งมนน้อยที่สุด คมตัดตรงและคมตัดเฉียงจะมีรอยโค้งมลมากที่สุด รอยตัดเฉือนของชิ้นงานจะเป็นแนวเส้นตรงเหมือนกันโดยคมตัดเฉียงจะมีพื้นที่ในการตัดเฉือนน้อย จะมีลักษณะเป็นรอยโค้งสลับไปมาเป็นแนวเส้นตรง คมตัดตรงและคมตัดหัวบากจะให้พื้นที่ในการตัดเฉือนมากที่สุดเป็นแนวเส้นตรง รอยฉีกขาดของชิ้นงานคมตัดตรงและหัวบากจะมีรอยฉีกขาดน้อย คมตัดเฉียงจะมีรอยฉีกขาดมากเพราะมีพื้นที่รอยตัดเฉือนน้อยและแนวในการตัดเฉือนจะเป็นแนวเส้นตรงและการเกิดครีบลักษณะของครีบที่เกิดขึ้นจะติดพับกับชิ้นงานโดยที่คมตัดตรงจะเกิดครีบพับติดกับชิ้นงานน้อยเป็นก้อนเล็ก ๆ คมตัดหัวบากจะเกิดครีบมากเพราะครีบจะพับติดกับชิ้นงานเป็นแนวเส้นตรงเต็มแนวรอยฉีกขาด

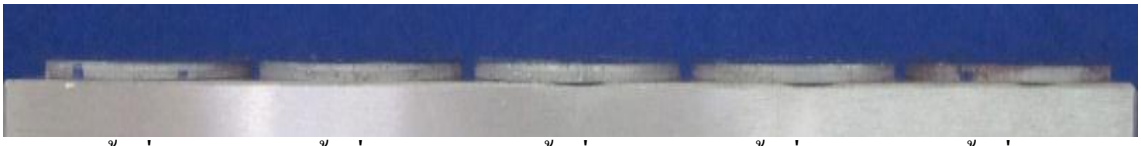


รูปที่ 4.15 แสดงขอบตัดเฉือนของชิ้นงานรูปทรงกลมและทรงสี่เหลี่ยม ที่ 400 ชิ้น

จากรูปที่ 4.15 เป็นรูปภาพแสดงรอยตัดเฉือนของชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ใช้แรงในการตัดเฉือน 40 kN บนเครื่อง Press แบบคอม้าของพันช์ รูปทรงกลมและรูปทรงสี่เหลี่ยมของแต่ละรูปทรงคมตัดพันช์ ที่มีพื้นที่หน้าตัด 625 mm.^{2} เท่ากัน ที่ตัดเฉือนชิ้นงานที่ 400 ชิ้น ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนจะเกิด รอยโค้งมน รอยตัดเฉือน รอยฉีกขาด และ ครีบ บนผิวขอบชิ้นงานเหมือนกันหมดทุกชิ้น ชิ้นงานที่เกิดรอยโค้งมนน้อยที่สุดได้แก่ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์รูปทรงกลม คมตัดเฉียง ที่ 0.06 mm. ชิ้นงานที่เกิดรอยโค้งมนมากที่สุดได้แก่ชิ้นที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยม คมตัดตรงและคมตัดเฉียง ที่ 0.1 mm. ชิ้นงานที่เกิดรอยตัดเฉือนน้อยที่สุดได้แก่ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดเฉียงที่ 0.4 mm. ชิ้นงานที่เกิดรอยตัดเฉือนมากที่สุดได้แก่ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยพันช์ รูปทรงกลม คมตัดตรง ที่ 0.91 mm. และการเกิดครีบบนผิวชิ้นงาน ชิ้นงานที่เกิดครีบน้อยที่สุดได้แก่ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดตรง จะมีครีบปกคุมทับที่รอยฉีกขาดของชิ้นงานเป็นก้อนเล็กบนผิวงานที่ไม่สม่ำเสมอ ชิ้นงานที่เกิดครีบมากที่สุดได้แก่ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยพันช์ รูปทรงกลมคมตัดหัวบาก จะมีครีบปกคุมทับที่รอยฉีกขาดของชิ้นงานเป็นแนว บนผิวงานที่สม่ำเสมอ

4.3 การวิเคราะห์รูปทรงของชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ผ่านการตัดเฉือน

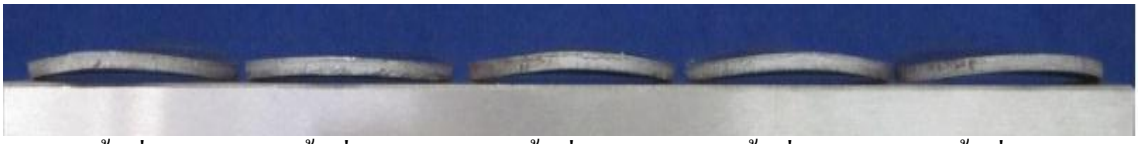
ในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่มีพื้นที่หน้าตัด 625 mm.^{2} โดยกำหนดรูปทรงของพันช์ 2 รูปทรงคือ รูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยม ที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานจะมีลักษณะของคมตัด 3 แบบ คือ แบบคมตัดตรง แบบคมตัดเฉียง แบบคมตัดหัวบาก ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานบนเครื่อง Press แบบคอม้า ที่ใช้แรงในการตัดเฉือน 40 kN ในการตัดเฉือนชิ้นงานจนครบแบบละ 400 ชิ้น



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 100 ชิ้นที่ 200 ชิ้นที่ 300 ชิ้นที่ 400

รูปที่ 4.16 แสดงรูปทรงของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยพันช์ รูปทรงกลมคมตัดตรง

จากรูปที่ 4.16 เป็นภาพแสดงชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์ รูปทรงกลมคมตัดตรง ชิ้นที่ 1, 100, 200, 300, และ 400 จะเห็นได้ว่าลักษณะของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนที่ใช้แรงตัด 40 kN จะไม่ทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอเสียรูปทรง ขนาดของชิ้นงานจะมีการยกตัวเฉลี่ยที่ 2.00 mm. ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนจะมีลักษณะเหมือนกันสามารถนำชิ้นงานไปใช้งานต่อไป



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 100 ชิ้นที่ 200 ชิ้นที่ 300 ชิ้นที่ 400

รูปที่ 4.17 แสดงรูปทรงของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์ รูปทรงกลมคมตัดเฉียง

จากรูปที่ 4.17 เป็นภาพแสดงชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์ รูปทรงกลมคมตัดเฉียง ชิ้นที่ 1, 100, 200, 300, และ 400 จะเห็นได้ว่าลักษณะของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนที่ใช้แรงตัด 40 kN จะทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดโค้งเสียรูปทรง ขนาดของชิ้นงานจะมีการยกตัวเฉลี่ยที่ 3.27 mm. เพิ่มขึ้น 1.27 mm. ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนจะเหมือนกันนำชิ้นงานไปใช้งานต่อไม่ได้

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 100 ชิ้นที่ 200 ชิ้นที่ 300 ชิ้นที่ 400

รูปที่ 4.18 แสดงรูปทรงของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์ รูปทรงกลมคมตัดหัวบาก

จากรูปที่ 4.18 เป็นภาพแสดงชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์ รูปทรงกลมคมตัดหัวบาก ชิ้นที่ 1, 100, 200, 300, และ 400 จะเห็นได้ว่าลักษณะของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนที่ใช้แรงตัด 40 kN จะทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดโค้งงอเป็นมุมเสียรูปทรง ชิ้นงานมีการยกตัวเฉลี่ยที่ 4.53 mm. เพิ่มขึ้น 2.53 mm. ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนจะเหมือนกันทุกชิ้นใช้ชิ้นงานไม่ได้

ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 100 ชิ้นที่ 200 ชิ้นที่ 300 ชิ้นที่ 400

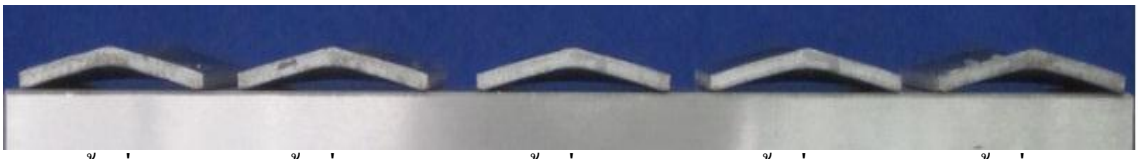
รูปที่ 4.19 แสดงรูปทรงของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดตรง

รูปที่ 4.19 เป็นภาพแสดงชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดตรง ชิ้นที่ 1, 100, 200, 300, และ 400 จะเห็นได้ว่าลักษณะของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนที่ใช้แรงตัด 40 kN จะไม่ทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอเสียรูปทรง ชิ้นงานมีการยกตัวเฉลี่ยที่ 2.00 mm. ไม่เสียรูปทรง ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนจะมีลักษณะเหมือนกันสามารถนำไปใช้งานต่อไปได้

ชิ้นที่ **1** ชิ้นที่ **100** ชิ้นที่ **200** ชิ้นที่ **300** ชิ้นที่ **400**

รูปที่ 4.20 แสดงรูปทรงของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดเฉียง

จากรูปที่ 4.20 เป็นภาพแสดงชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ผ่านการตัดเฉือนด้วยพันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดเฉียง ชิ้นที่ 1, 100, 200, 300, และ 400 จะเห็นได้ว่าลักษณะของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนที่ใช้แรงตัด 40 kN จะทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดโค้งเสียรูปทรง ชิ้นงานมีการยกตัวเฉลี่ยที่ 3.21 mm. เพิ่มขึ้น 1.21 mm. ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนจะเหมือนกันทุก ๆ ชิ้นนำชิ้นงานไปใช้ต่อไปไม่ได้



ชิ้นที่ 1 ชิ้นที่ 100 ชิ้นที่ 200 ชิ้นที่ 300 ชิ้นที่ 400

รูปที่ 4.21 แสดงรูปทรงของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์ รูปทรงสี่เหลี่ยมคมตัดหัวบาก

จากรูปที่ 4.21 เป็นภาพแสดงชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ที่ผ่านการตัดเฉือนด้วย พันช์รูปทรงกลมคมตัดหัวบาก ชิ้นที่ 1, 100, 200, 300, และ 400 จะเห็นได้ว่าลักษณะของชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนที่ใช้แรงตัด 40 kN จะทำให้ชิ้นงานเกิดการบิดโค้งงอเสียรูปทรง ชิ้นงานมีการยกตัวเฉลี่ยที่ 4.40 mm. เพิ่มขึ้น 2.40 mm. ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนจะเหมือนกันทุก ๆ ชิ้นใช้งานต่อไปไม่ได้

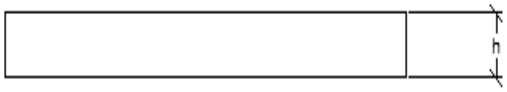
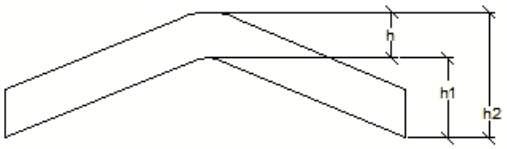
A **B** **C** **D** **E** **F**

รูปที่ 4.22 ชิ้นงานรูปทรงกลมและสี่เหลี่ยมที่ผ่านการตัดเฉือนที่ 400 ชิ้น

จากรูปที่ 4.22 จะเห็นได้ว่าในการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอน S10C ใช้ตัดชิ้นงานบนเครื่อง Press แบบคอม้าโดยใช้แรงในการตัดเฉือน 40 kN ที่มีพื้นที่หน้าตัดของ พันช์ ที่ 625 $mm.^2$ที่มีลักษณะของรูปทรงของคมตัด พันช์ 3 ลักษณะคือ คมตัดตรง คมตัดเฉียง และ คมตัดหัวบาก จะได้ชิ้นงานที่มีรูปทรงที่ไม่เหมือนกัน ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนโดยใช้ พันช์ คมตัดตรง ทั้งรูปทรงกลม (A) และ รูปทรงสี่เหลี่ยม (B) จะได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพชิ้นงานไม่เกิดการบิดงอเหมาะกับงานที่ต้องการนำชิ้นงานไปใช้งานต่อไป ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนโดยใช้ พันช์ คมตัดเฉียง ทั้งรูปทรงกลม (B) และ รูปทรงสี่เหลี่ยม (E) จะได้ชิ้นงานที่มีลักษณะโค้งเสียรูปทรงไม่เหมาะกับการที่จะนำชิ้นงานไปใช้งานต่อ ชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนโดยใช้ พันช์ คมตัดหัวบาก ทั้งรูปทรงกลม (C) และ รูปทรงสี่เหลี่ยม (F) จะได้ชิ้นงานที่มีลักษณะโค้งเสียรูปทรง บิดงอมาก ไม่เหมาะกับการที่จะนำชิ้นงานไปใช้งานต่อได้

ตารางที่ 4.1 แสดงการยกตัวของชิ้นงานรูปทรงกลมและรูปทรงสี่เหลี่ยม

ตารางแสดงการยกตัวของชิ้นงานรูปทรงกลมและรูปทรงสี่เหลี่ยม

ชิ้นที่ / ชิ้นงาน		h1 = h2 - h				
		1	100	200	300	400
	○	0	0	0	0	0
	□	0	0	0	0	0
	○	1.24	0.84	1.70	1.28	1.31
	□	1.23	1.26	1.16	1.22	1.19
	○	2.67	2.32	2.53	2.62	2.53
	□	2.46	2.38	2.39	2.40	2.40

หมายเหตุ

h	=	ความสูงของชิ้นงาน
h1	=	ความสูงที่เกิดการยกตัว
h2	=	ความสูงทั้งหมด (จากตารางภาคผนวก ก. 7)
◯	=	ชิ้นงานรูปทรงกลม
□	=	ชิ้นงานรูปสี่เหลี่ยม