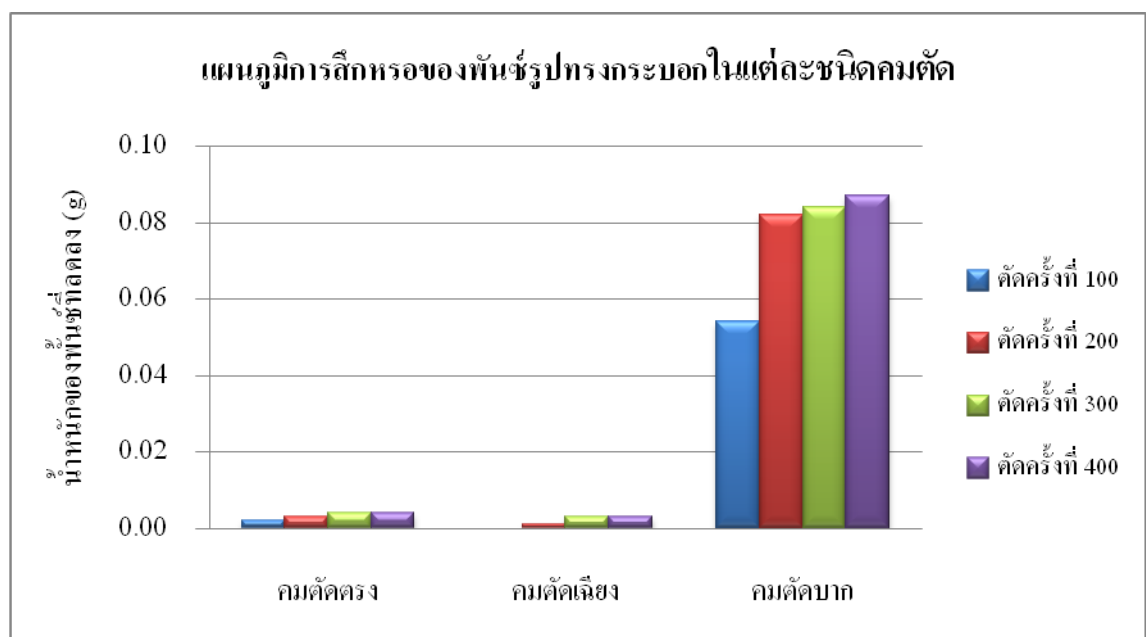


บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การสึกหรอของฟันซ์ในการตัดแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม (AISI 304)

ในการทดลองตัดแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม(AISI 304) โดยใช้เครื่องเพรสแบบข้อเหวี่ยงขนาด 40 กิโลวัตต์ ตัดแผ่นวัสดุ (แผ่นสตีป) ของเหล็กกล้าไร้สนิม(AISI 304) โดยใช้ฟันซ์ 2 รูปแบบโดยรูปแบบทรงกระบอกและรูปทรงสี่เหลี่ยม โดยมีพื้นที่หน้าตัดที่แตกต่างกันมี 3 รูปแบบคือ คมตัดตรง คมตัดเฉียง คมตัดบาก โดยฟันซ์ทั้ง 3 รูปแบบทำจากเหล็กกล้าเครื่องมือ SKD11 ชุบแข็งได้ความแข็งที่ 60 ± 2 HRC ส่วนดาบทำจากเหล็กชนิดเดียวกับฟันซ์คือ SKD11 โดยการทดลองจะทำการฟันซ์ตัดแผ่นสตีปให้ได้จำนวน 100 ชิ้นแล้วทำการทดลองนำเอาฟันซ์มาชั่งน้ำหนักและทำการจดบันทึกหลังจากนั้นก็ทำการฟันซ์ที่จำนวน 200 ชิ้นแล้วนำฟันซ์ไปชั่งน้ำหนักจนครบ 400 ชิ้น แล้วทำการปรับแต่งดาบโดยการเจียรระใหม่ โดยการเจียรระใหม่เพื่อให้ผิวเรียบและมีขอบคมเพื่อนำกลับมาทำซ้ำจนจบการทดลอง

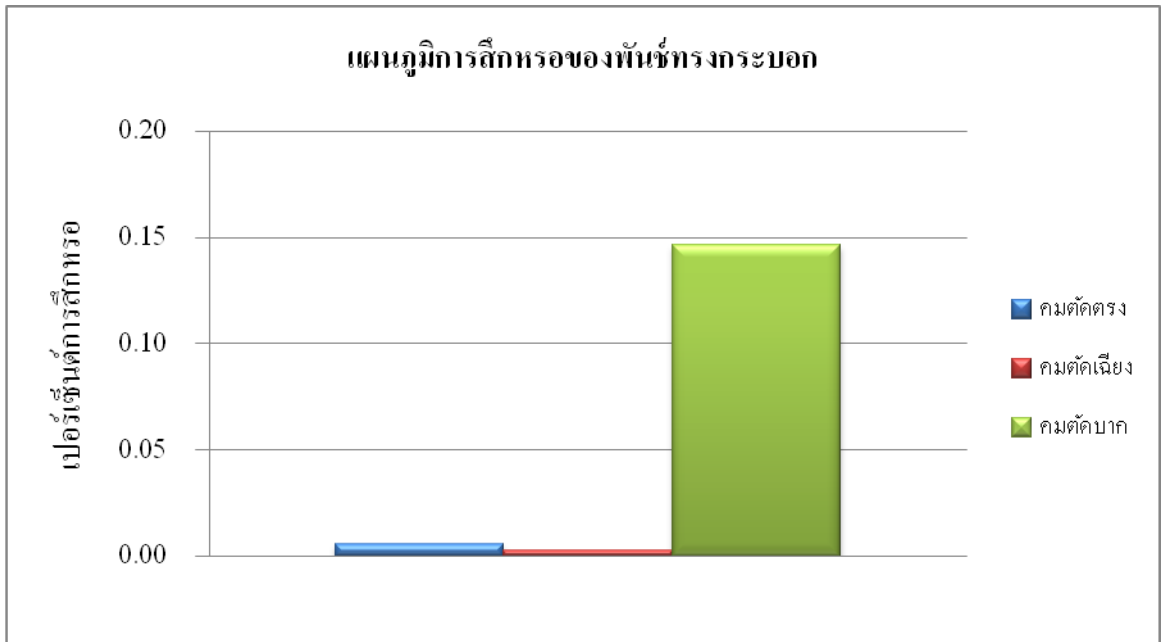


รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบการสึกหรอของฟันซ์รูปทรงกระบอกในแต่ละชนิดคมตัด

จากรูปที่ 4.1 กราฟแสดงการสึกหรอของฟันซ์ (punch) รูปทรงกระบอกในการชั่งน้ำหนักช่วง 100 ชิ้นแรก ฟันซ์คมตัดเฉียงจะไม่มีการสึกหรอหรือน้อยมาก ฟันซ์คมตัดตรงจะสึกหรอ 0.002 กรัม ฟันซ์คมตัดบากจะมีการสึกหรอมากที่สุดคือ 0.054 กรัม การสึกหรอของฟันซ์ รูปทรงกระบอกในการชั่งน้ำหนักช่วงการป้อนที่ 200 ชิ้น ฟันซ์คมตัดเฉียงจะสึกหรอที่ 0.001 กรัม ฟันซ์คมตัดตรงสึกหรอ 0.003 กรัม และฟันซ์คมตัดบากสึกหรอ 0.082 กรัมการสึกหรอของฟันซ์ รูปทรงกระบอกในการชั่งน้ำหนัก

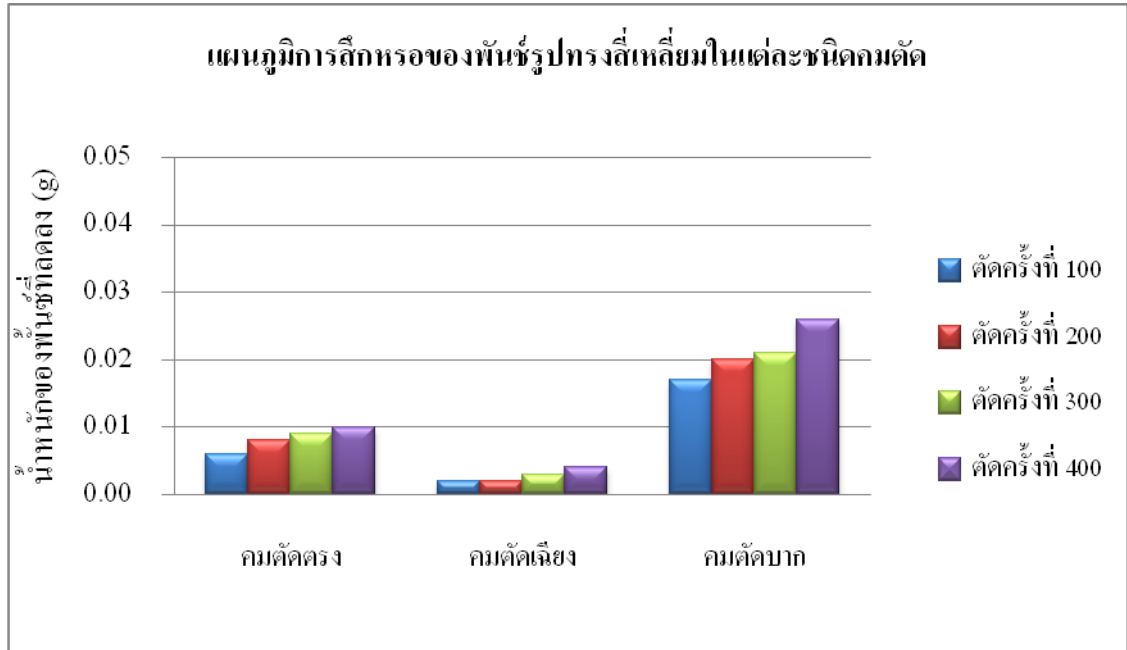
ช่วงการป้อนที่ 300 ชั้น พันซ์คมตัดเฉียงจะสึกหรอที่ 0.003 กรัม พันซ์คมตัดตรงสึกหรอ 0.004 กรัม และพันซ์คมตัดบากสึกหรอ 0.084 กรัมการสึกหรอของพันซ์ รูปทรงกระบอกในการชั่งน้ำหนักช่วงการป้อนที่ 400 ชั้น พันซ์คมตัดเฉียงจะสึกหรอที่ 0.003 กรัม พันซ์คมตัดตรงสึกหรอ 0.004 กรัม และ พันซ์คมตัดบากสึกหรอ 0.087 กรัม

จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าผลการสึกหรอของพันซ์ ทรงกระบอก แต่ละรูปแบบจะสึกหรอไม่เท่ากัน พันซ์คมตัดเฉียงจะมีการสึกหรอน้อยมาก พันซ์คมตัดตรงจะมีการสึกหรอใกล้เคียงกับพันซ์คมตัดเฉียง เมื่อดูตามแผนภูมิก็ยังน้อย ส่วนพันซ์คมตัดบากจะเห็นชัดว่ามีการสึกหรอสูงสุดของพันซ์ ทั้ง 3 รูปแบบ



รูปที่ 4.2 แผนภูมิเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของพันซ์ทรงกระบอก

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าพันซ์รูปทรงกระบอกแต่ละคมตัด คือ คมตัดตรง คมตัดเฉียง และคมตัดบาก มีการสึกหรอเกิดขึ้น โดยที่คมตัดเฉียงมีการสึกหรอเกิดขึ้นน้อยที่สุดที่ 0.003 % คมตัดตรงมีการสึกหรอเกิดขึ้นปานกลางที่ 0.006 % และคมตัดบากเป็นคมตัดที่มีการสึกหรอสูงที่สุดที่ 0.147 %



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบการสึกหรอของฟันซี่รูปทรงสี่เหลี่ยมในแต่ละชนิดคมตัด

จากรูปที่ 4.3 กราฟแสดงการสึกหรอของฟันซี่ (punch) รูปทรงสี่เหลี่ยมในการชั่งน้ำหนักช่วง 100 ขึ้นแรก ฟันซี่คมตัดเฉียงสึกหรอ 0.002 กรัม ฟันซี่คมตัดตรงสึกหรอ 0.006 กรัม ฟันซี่คมตัดบากจะมีการสึกหรอมากที่สุดคือ 0.017 กรัม การสึกหรอของฟันซี่ รูปทรงสี่เหลี่ยมในการชั่งน้ำหนักช่วงการป้อนที่ 200 ขึ้น ฟันซี่คมตัดเฉียงจะสึกหรอที่ 0.002 กรัม ฟันซี่คมตัดตรงสึกหรอ 0.008 กรัม และฟันซี่คมตัดบากสึกหรอ 0.02 กรัม การสึกหรอของฟันซี่ รูปทรงสี่เหลี่ยมในการชั่งน้ำหนักช่วงการป้อนที่ 300 ขึ้น ฟันซี่คมตัดเฉียงจะสึกหรอที่ 0.003 กรัม ฟันซี่คมตัดตรงสึกหรอ 0.004 กรัม และฟันซี่คมตัดบากสึกหรอ 0.021 กรัม การสึกหรอของฟันซี่ รูปทรงสี่เหลี่ยมในการชั่งน้ำหนักช่วงการป้อนที่ 400 ขึ้น ฟันซี่คมตัดเฉียงจะสึกหรอที่ 0.004 กรัม ฟันซี่คมตัดตรงสึกหรอ 0.01 กรัม และฟันซี่คมตัดบากสึกหรอ 0.026 กรัม



รูปที่ 4.4 แผนภูมิเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสึกหรอของฟันซี่ทรงสี่เหลี่ยม

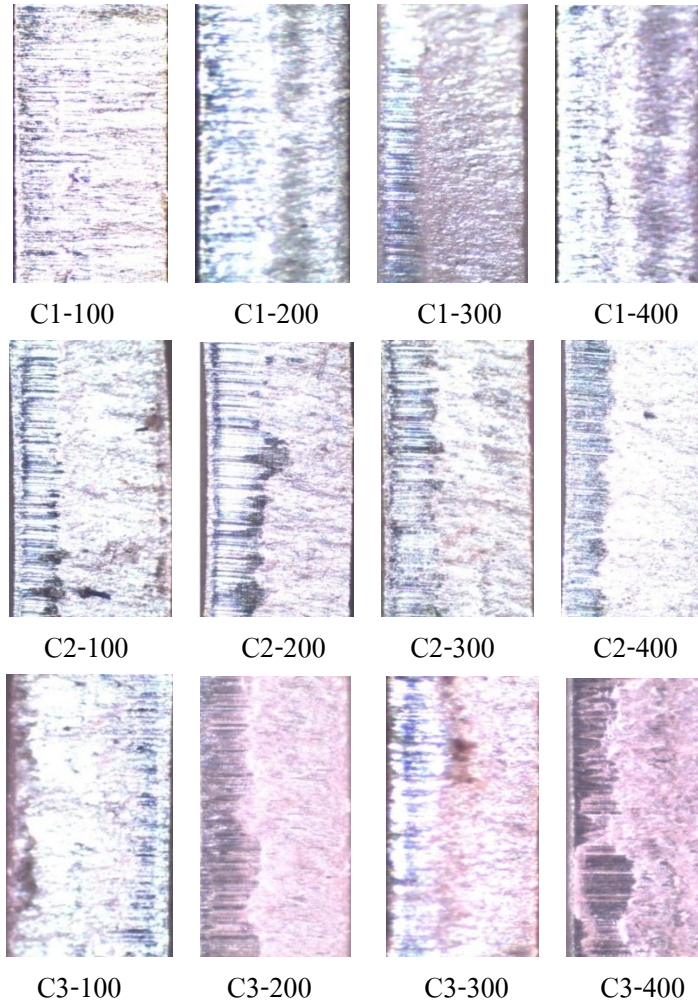
จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าฟันซี่รูปทรงกระบอกแต่ละคมตัด คือ คมตัดตรง คมตัดเฉียง และคมตัดบาก มีการสึกหรอเกิดขึ้น โดยที่คมตัดเฉียงมีการสึกหรอเกิดขึ้นน้อยที่สุดที่ 0.005 % คมตัดตรงมีการสึกหรอเกิดขึ้นปานกลางที่ 0.013 % และคมตัดบากเป็นคมตัดที่มีการสึกหรอสูงที่สุดที่ 0.032 %

จากแผนภูมิที่ 4.2 และ 4.4 จะเห็นได้ว่าฟันซี่รูปทรงกระบอกและฟันซี่รูปทรงสี่เหลี่ยมจากแผนภูมินั้น ฟันซี่รูปทรงกระบอกจะมีการสึกหรอ 0.156 %, ฟันซี่รูปทรงสี่เหลี่ยมจะมีการสึกหรอ 0.05 % โดยที่พื้นที่หน้าตัดทั้งสองรูปแบบมีพื้นที่เท่ากัน แต่ลักษณะรูปทรงแตกต่างกัน จะมาการสึกหรอต่างกัน โดยที่ฟันซี่คมตัดบากจะมีการสึกหรอมากที่สุด

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของรอยตัดเฉือนขอบชิ้นงาน

จากผลการทดลองศึกษาผลของรูปแบบคมตัดต่อสมบัติการตัดเฉือนชิ้นงานเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติกส์(AISI 304) จากรูปที่ 4.5 เห็นว่ารอยตัดขอบของแต่ละช่วงของการป้อนจะมีรอยตัดที่แตกต่างกันเป็นลำดับ ตามระยะจำนวนการป้อน จากการทดลองเมื่อกำหนด Clearance 10 % ของความหนาวัสดุ จากการทดลองมีรูปทรงของฟันซี่ 2 รูปแบบคือ แบบรูปทรงกระบอกและแบบรูปทรงสี่เหลี่ยม และคมตัดของฟันซี่มี 3 รูปแบบคือ แบบคมตัดตรง แบบคมตัดเฉียง และแบบคมตัดบาก เมื่อทำการตัดชิ้นงานทั้งสามรูปแบบของฟันซี่จะตัดออกมาได้ตามรูปทรงของฟันซี่ คืองานรูปวงกลม และงานรูป

สีเหลือง ในงานรูปวงกลมก็มีรูปทรงแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของพันธ งานสีเหลืองก็เช่นเดียวกัน รูปแบบงานจะออกมาตามรูปแบบของทรงหน้าตัดของพันธดังรูปที่ 4.5

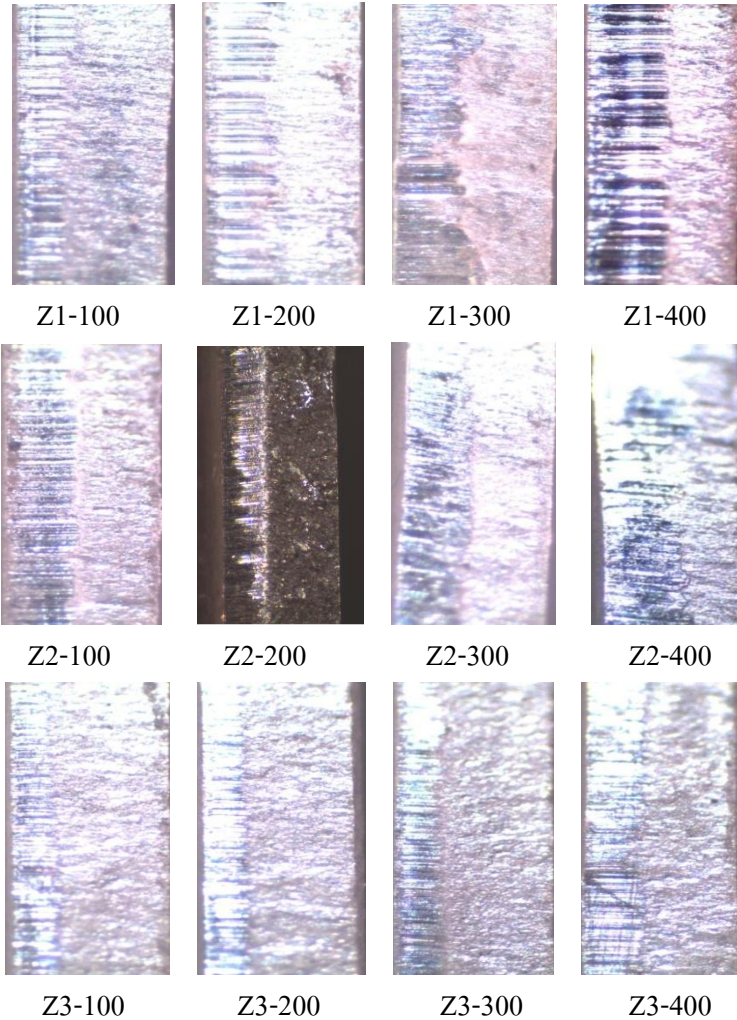


หมายเหตุ C = พันธุ์รูปทรงสีเหลือง, 1 = คมตัดตรง , 2 = คมตัดเฉียง , 3 = คมตัดบาก
จำนวนครั้งในการตัด = 100 ครั้ง, 200 ครั้ง, 300 ครั้ง และ 400 ครั้ง

รูปที่ 4.5 รูปขอบชิ้นงานตัดเปล่า โดยใช้พันธุ์รูปทรงสีเหลือง

จากรูปที่ 4.6 พันธุ์รูปทรงกระบอกที่มี 3 ลักษณะคือ คมตัดตรง คมตัดเฉียง และคมตัดบาก จะมีลักษณะผิวของรอยตัดขอบชิ้นงานที่สม่ำเสมอ และมีรอยตัดเนียนมากกว่าพันธุ์รูปแบบอื่น ส่วนรอยฉีกขาดก็จะน้อย รอยโค้งมนในการถ่ายภาพจะมองเห็นได้น้อย การเกิดครีบก้นก็น้อยเช่นกัน เพราะว่างานหนา 1 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่าชิ้นงานบาง งานคมตัดตรง ลักษณะการตัดหรือรอยตัดปานกลางถือว่ามีความเหมาะสมที่ดีรองลงมาจากพันธุ์คมตัดเฉียง รอยฉีกขาดก็จะมีปานกลางหรือครึ่งหนึ่งของรอยตัดเนียน รอยโค้งมนก็จะเห็นชัดมากกว่ารอยตัดของพันธุ์คมตัดเฉียง คมตัดบาก ลักษณะของรอยตัดเนียนน้อย

จะน้อยกว่าพื้นที่ทั้งสามรูปแบบ รอยฉีกขาดก็จะเพิ่มขึ้นมากกว่ารอยตัดชนิดอื่น ส่วนลักษณะของครีป และรอยโค้งมนก็มีน้อยเพราะชิ้นงานบางจะมองเห็นได้น้อยลง



หมายเหตุ Z = พื้นที่รูปทรงกระบอก, 1 = คมตัดตรง, 2 = คมตัดเฉียง, 3 = คมตัดบาก
จำนวนครั้งในการตัด = 100 ครั้ง, 200 ครั้ง, 300 ครั้ง และ 400 ครั้ง

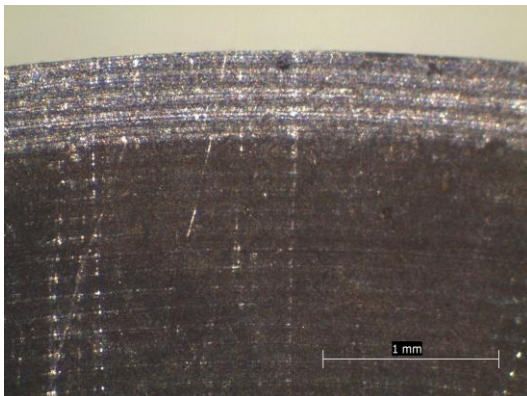
รูปที่ 4.6 รูปขอบชิ้นงานตัดเปล่า โดยใช้พื้นที่รูปทรงกระบอก

จากภาพที่ 4.6 พื้นที่รูปทรงสี่เหลี่ยมซึ่งมีลักษณะคมตัด 3 รูปแบบ คือ คมตัดตรง คมตัดเฉียงและคมตัดบาก เมื่อพิจารณาตามภาพถ่ายและชิ้นงานแล้ว ลักษณะของรอยตัดของคมตัดเฉียงจะมีลักษณะของรอยตัดจะมากกว่ารอยของพื้นที่รูปอื่นและตรงสม่ำเสมอ รอยของพื้นที่ของคมตัดตรงลักษณะของรอยตัดจะไม่ตรงและน้อยกว่าคมตัดเฉียง ส่วนรอยฉีกขาดก็จะเพิ่มมากกว่ารอยฉีกขาดของพื้นที่คมตัดเฉียง รอยตัดของคมตัดบาก จะมีลักษณะของรอยตัดจะน้อยกว่ารูปแบบพื้นที่ชนิดอื่น รอยฉีกขาดจะ

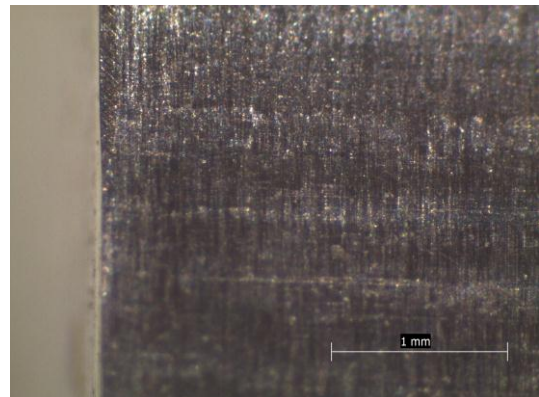
มากกว่ารอยตัดของพื้นที่ทั้งสองชนิด ส่วนรอยตัดก็จะไม่ตรงและไม่สวยงามเท่ากับภาพของพื้นที่คมตัดเฉียงและคมตัดตรง

จากการเปรียบเทียบภาพ 4.5 และ 4.6 จะดูตามภาพรอยตัดของพื้นที่ทรงกระบอกและพื้นที่ทรงสี่เหลี่ยม ถ้าดูตามภาพของรอยตัดของพื้นที่ทรงกระบอกและพื้นที่ทรงสี่เหลี่ยม ถ้าดูตามภาพของรอยตัดทั้งสองรูปแบบจะเห็นว่าลักษณะของรอยตัดของพื้นที่รูปทรงกระบอกจะมีลักษณะผิวดีกว่าพื้นที่ของรูปทรงสี่เหลี่ยม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ทรงกระบอกและพื้นที่ทรงสี่เหลี่ยม ของลักษณะคมตัดทั้งสามชนิดคือ คมตัดเฉียงของพื้นที่ทรงกระบอก และคมตัดเฉียงของพื้นที่ทรงสี่เหลี่ยม ลักษณะของรอยตัดคมตัดทรงกระบอกจะดีกว่า คมตัดตรงของพื้นที่ทรงกระบอกและคมตัดตรงของพื้นที่ทรงสี่เหลี่ยม ภาพรอยตัดของพื้นที่ทรงกระบอกจะดีกว่า คมตัดบากของพื้นที่ทรงกระบอกและคมตัดบากของพื้นที่ทรงสี่เหลี่ยม ภาพรอยตัดของพื้นที่ทรงกระบอกจะดีกว่า

4.3 การวิเคราะห์การสึกหรอของพื้นที่



ภาพด้านหน้าพื้นที่คมตัดตรง

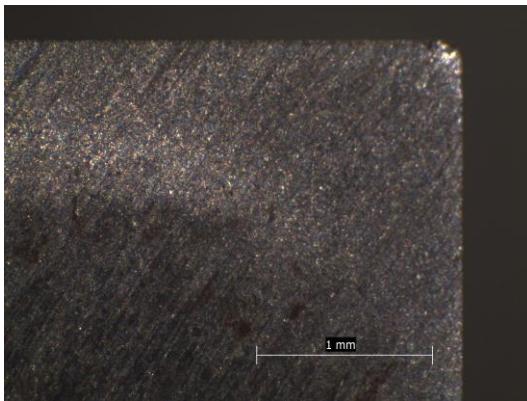


ภาพด้านข้างพื้นที่คมตัดตรง

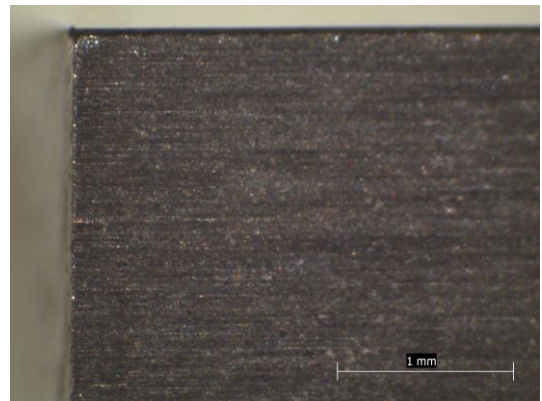
รูปที่ 4.7 ภาพเปรียบเทียบการสึกหรอด้านหน้าตัดและด้านข้างของพื้นที่รูปทรงกระบอก

ของการสึกจะลดลงจนถึงมุมปากจะมีรอยสึกน้อยสุด ส่วนด้านข้าง (Flank wear หรือ Side wear) มุมของฟันคมตัดปากจะน้อยความแข็งแรงของคมตัดก็จะน้อยตาม ซึ่งจะทำให้เกิดการสึกหอรมากที่สุด

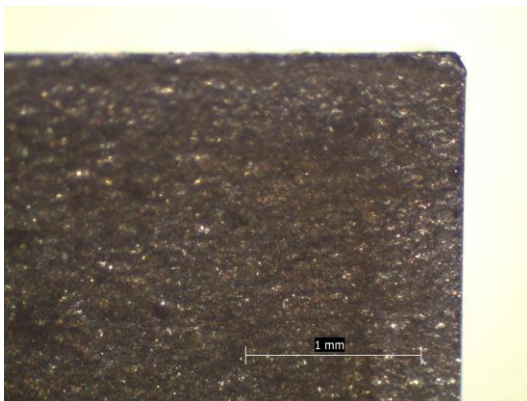
สรุปลักษณะการสึกหอรของฟันทั้งสามแบบ ฟันคมตัดเฉียงจะมีรอยการสึกหอรน้อยสุด ฟันคมตัดตรงจะมีรอยการสึกหอรปานกลาง และฟันคมตัดปากจะมีรอยการสึกหอรมากที่สุด ซึ่งจะสอดคล้องกับตารางการชั่งน้ำหนักของฟัน



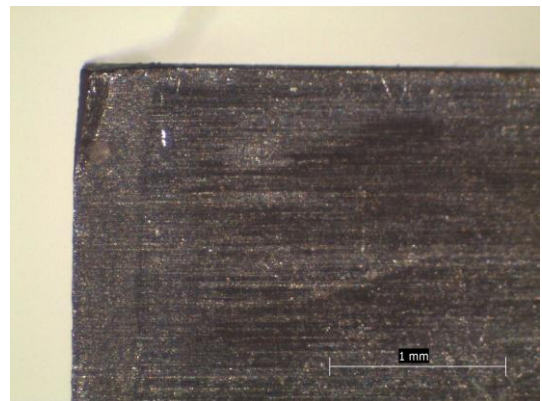
ภาพด้านหน้าฟันคมตัดตรง



ภาพด้านข้างฟันคมตัดตรง

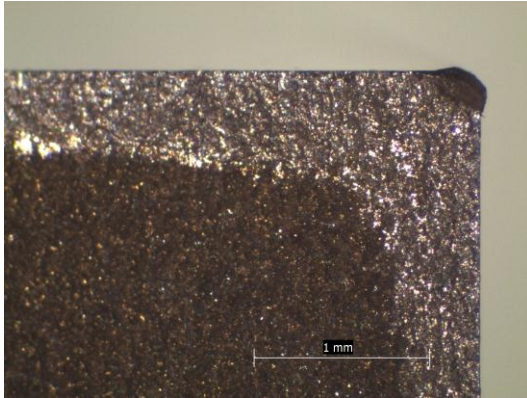


ภาพด้านหน้าฟันคมตัดเฉียง

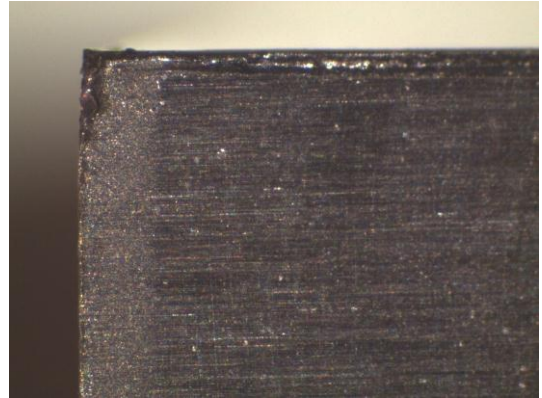


ภาพด้านข้างฟันคมตัดเฉียง

รูปที่ 4.8 ภาพการเปรียบเทียบการสึกหอรด้านหน้าตัดและด้านข้างของฟันรูปทรงสี่เหลี่ยม



ภาพด้านหน้าฟันคมตัดบาก



ภาพด้านหน้าฟันข้างคมตัดบาก

รูปที่ 4.8 (ต่อ) ภาพการเปรียบเทียบการสึกหรอด้านหน้าตัดและด้านข้างของฟันรูปทรงสี่เหลี่ยม

ฟันสี่เหลี่ยมคมตัดตรงจะเกิดการสึกหรอด้านหน้า (Face wear) ที่เกิดการกระแทกซ้ำ ๆ ของฟันกับชิ้นงาน ซึ่งตามลักษณะการสึกหรอของฟัน จะเห็นว่าเริ่มที่ขอบของฟันและมุมของฟัน เข้าไปด้านในหรือบริเวณตรงกลางของฟัน ซึ่งจะสอดคล้องกับลักษณะของขอบชิ้นงานที่มีรอยตัดเนียนเพิ่มมากขึ้น แต่ลักษณะผิวขอบงานของฟันคมตัดตรง จะมีลักษณะขอบที่เป็นเส้นตรงและมีความสวยงามของรอยตัดขอบตรง และสม่ำเสมอ ส่วนของการสึกหรอของฟัน (Flank wear หรือ Side wear) จะเกิดที่ผิวด้านข้าง ตามแนวยาวของฟัน และทำให้ฟันมีขนาดเล็กลง จะทำให้ช่องว่างระหว่างฟันกับคายกวางขึ้น แต่ในการป้อนที่ 400 ชั้น หรือ 400 ครั้ง นั้นผลจะดูได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ฟันสี่เหลี่ยมคมตัดเฉียงจะเกิดการสึกหรอด้านหน้า (Face wear) ที่เกิดจากการกระแทกตัดงานจะสึกหรอบริเวณขอบนอกของฟันเข้าไปด้านในหรือศูนย์กลางของฟัน เมื่อดูตามรูปและงานจริงของฟัน ซึ่งเปรียบเทียบกันทั้งสามแบบ ฟันคมตัดเฉียงลักษณะและรอยของการสึกหรอน้อยสุด และด้านข้างของฟัน (Flank wear หรือ Side wear) จะมีการสึกหรอน้อยมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟันทั้งสามแบบ

ฟันสี่เหลี่ยมคมตัดบากจะเกิดการสึกหรอด้านหน้า (Face wear) ตามรูปแบบหน้าตัดของฟัน ลักษณะการสึกหรอจะเริ่มจากมุมของฟัน จะมีมุมที่บิ่นออกและตรงมุมจะมีการสึกหรอมาก รอยของการสึกหรอจะเรียวยาวไปหาตรงรอยบากของฟัน ซึ่งจะเห็นรอยสึกหรอเป็นลักษณะสามเหลี่ยม ส่วนด้านข้างฟันคมตัดบาก (Flank wear หรือ Side wear) จะเห็นลักษณะการสึกที่ชัดเจนและมากกว่าฟันทั้งสามแบบ

สรุปจากภาพการสึกหรอของฟันซี่ทั้งสามแบบ จะสอดคล้องกับการชั่งน้ำหนักของฟันซี่ที่มีผลตรงกันตามลักษณะแผนภูมิการสึกหรอ คือฟันซี่คมตัดเฉียงสึกหรอน้อยสุด คมตัดตรงสึกหรอปานกลาง และคมตัดบากสึกหรอมากที่สุด

4.4 การวิเคราะห์รูปทรงของชิ้นงาน

จากภาพที่ 4.7 และ 4.8 ฟันซี่รูปทรงสี่เหลี่ยมและฟันซี่รูปทรงกระบอก พบว่า รูปแบบของการตัดจากฟันซี่คมตัดตรง ชิ้นงานจะมีลักษณะไม่บิดเบี้ยวและนำไปใช้งานได้ ส่วนรูปทรงของฟันซี่คมตัดเฉียงและคมตัดบาก งานที่ออกมาจะมีลักษณะบิดเบี้ยวไม่สามารถนำไปใช้งานได้



รูปที่ 4.9 รูปทรงขอบชิ้นงานทรงสี่เหลี่ยม



รูปที่ 4.10 รูปทรงขอบชิ้นงานทรงกระบอก