บทที่ 4 ผลการทดลอง

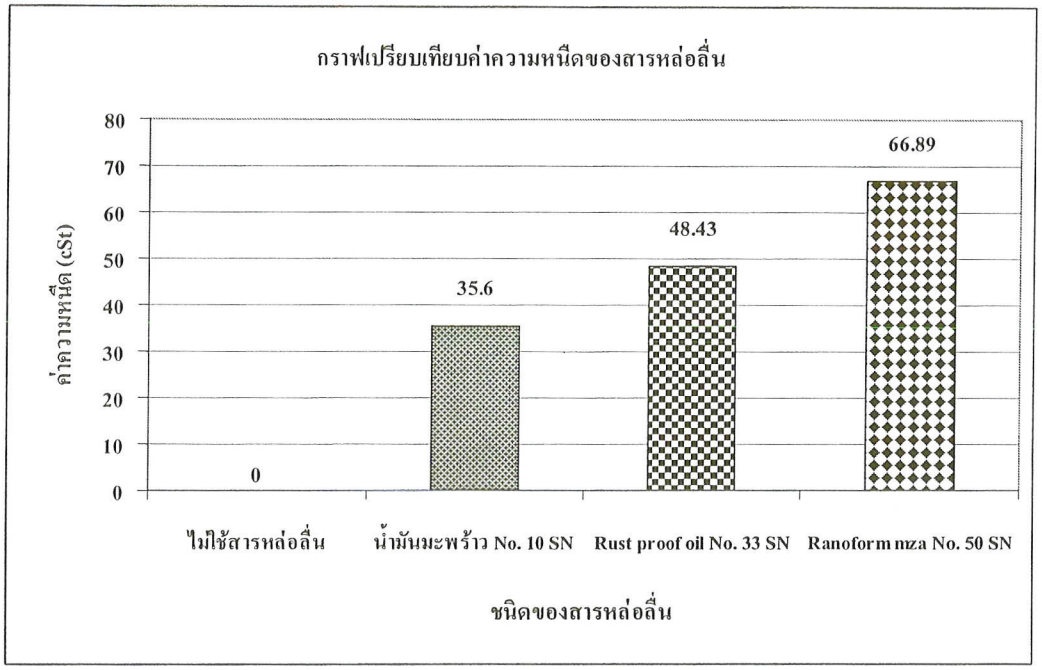
ในกระบวนการทดลองของงานงานวิจัยฉบับนี้ ต้องการศึกษาอิทธิพลของสารหล่อลื่นที่ส่งผลต่อคุณภาพขอบตัดชิ้นงาน ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ชนิดของสารหล่อลื่นที่มีค่าความหนืดแตกต่างกัน 3 ชนิด และกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น ชนิดวัสดุแม่พิมพ์เป็นเหล็ก SKD 11 ทำการกดตัดวัสดุชิ้นงานเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 ลักษณะชิ้นงานกลมขนาด 25 มม. ความหนา 2 มม. ผู้ทำการวิจัยได้ทำการเก็บผลการทดลองที่ได้จากคุณภาพขอบตัด โดยการกำหนดส่วนของการเก็บข้อมูลการทดลอง จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องสำหรับการวิเคราะห์ผลการวิจัย ซึ่งสมารถแยกผลการทดลองออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ลักษณะขอบตัดชิ้นงานที่ได้จากการใช้สารหล่อลื่นแต่ละชนิด

ผลการทดลองการตัดขึ้นรูปชิ้นงาน เพื่อหาคุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน โดยสังเกตุจากค่าการการเกิดครีบ(Burr) ส่วนของส่วนโค้งมน(Roll Over) ส่วนของการตัดเฉือน(Shear Zone) ส่วนของการแตกหักเสียหาย(Fracture Zone) และการโก่งตัวของวัสดุเมื่อใช้สารหล่อลื่นต่างชนิดโดยการทดลองทั้งหมด เมื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่าน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิดที่มีค่าความหนืดต่างกันนั้นจะส่งผลต่อชิ้นงานอย่างไรบ้าง

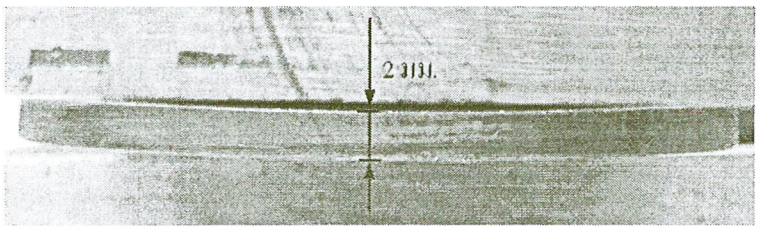
1.1 ค่าความหนืดของสารหล่อลื่น

จากภาพที่ 48 เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าสารหล่อลื่นที่มีค่าความหนืดสูงที่สุดคือ สารหล่อลื่นชนิด Renoform mzn No.50 SN ซึ่งมีค่าความหนืดอยู่ที่ 66.89 cSt และสารหล่อลื่นที่มีค่าความหนืดน้อยที่สุดคือ สารหล่อลื่นชนิด น้ำมันมะพร้าว No. 10 SN ซึ่งมีค่าความหนืดอยู่ที่ 35.6 cSt และสารหล่อลื่นชนิด Rust Proof Oil No. 33 SN. จะมีค่าความหนืดปานกลางคือ มีค่าความหนืดอยู่ที่ 48.43 cSt เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์พบว่า สารหล่อลื่น Renoform mzn No.50 SN มีเปอร์เซ็นต์ความหนืดสูงกว่าสารหล่อลื่นชนิด Rust Proof Oil No. 33 SN. อยู่ 38. % และมีเปอร์เซ็นต์ความหนืดสูงกว่าสารหล่อลื่นชนิด น้ำมันมะพร้าว No. 10 SN อยู่ 87.89 % ตามลำดับ



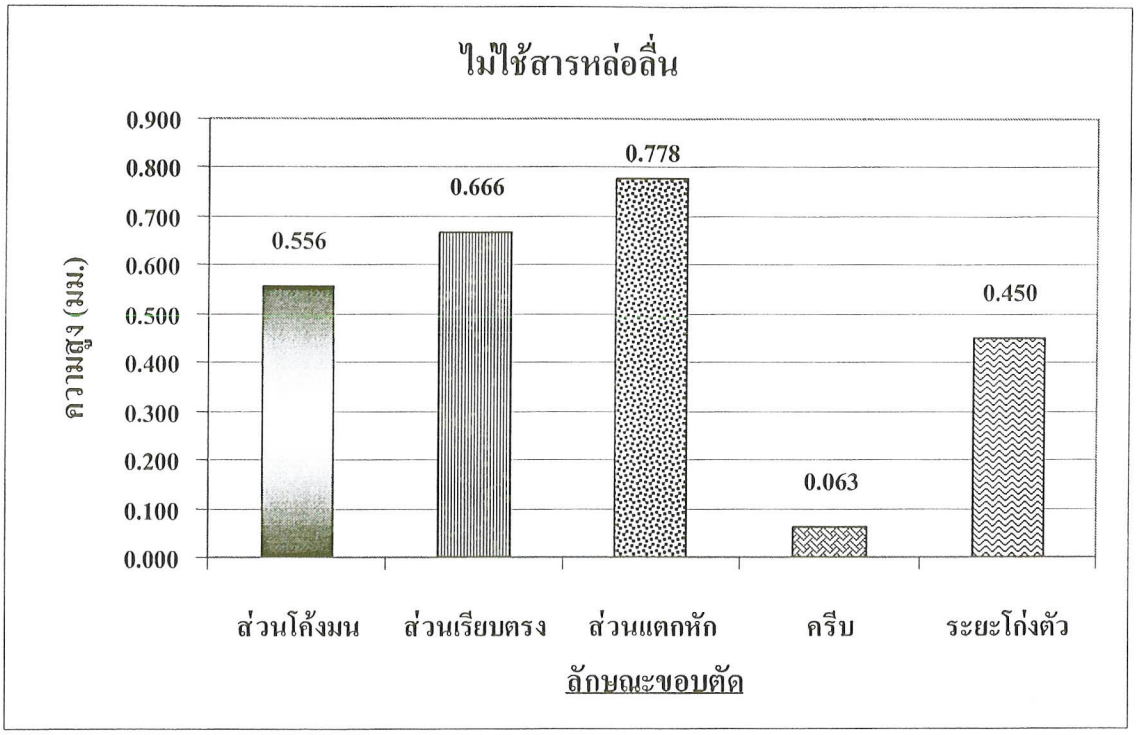
ภาพที่ 48 แสดงการเปรียบเทียบค่าความหนืดของสารหล่อลื่นแต่ละชนิดและกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น

1.2 ลักษณะขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น



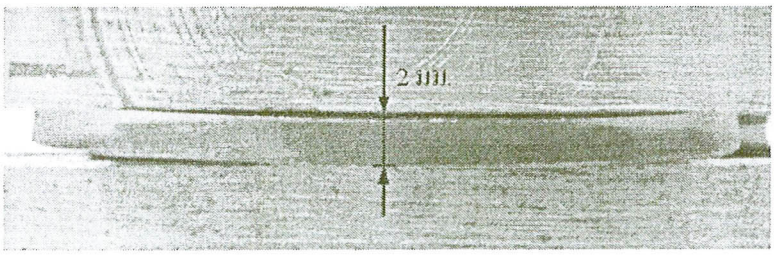
ภาพที่ 49 แสดงภาพขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น

ผลการทดลองในภาพที่ 50 แสดงผลการวัดระยะส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยไม่ใช้สารหล่อลื่น พบว่า ส่วนโค้งมนมีความสูง 0.556 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 27.8% ของความหนาชิ้นงาน ส่วนเรียบตรงมีความสูง 0.666 มิลลิเมตร คิดเป็น 33.3% หรือ 1/3 ของความหนาชิ้นงาน ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการกำหนดระยะช่องว่างคมตัดที่เหมาะสม ส่วนแตกหักมีความสูง 0.778 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 38.9% ของความหนาชิ้นงาน ครีบชิ้นงานมีความสูง 0.063 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 3.15% ของความหนาชิ้นงาน และ การโก่งตัวของชิ้นงานมีความสูง 0.450 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 22.5% ของความหนาชิ้นงาน



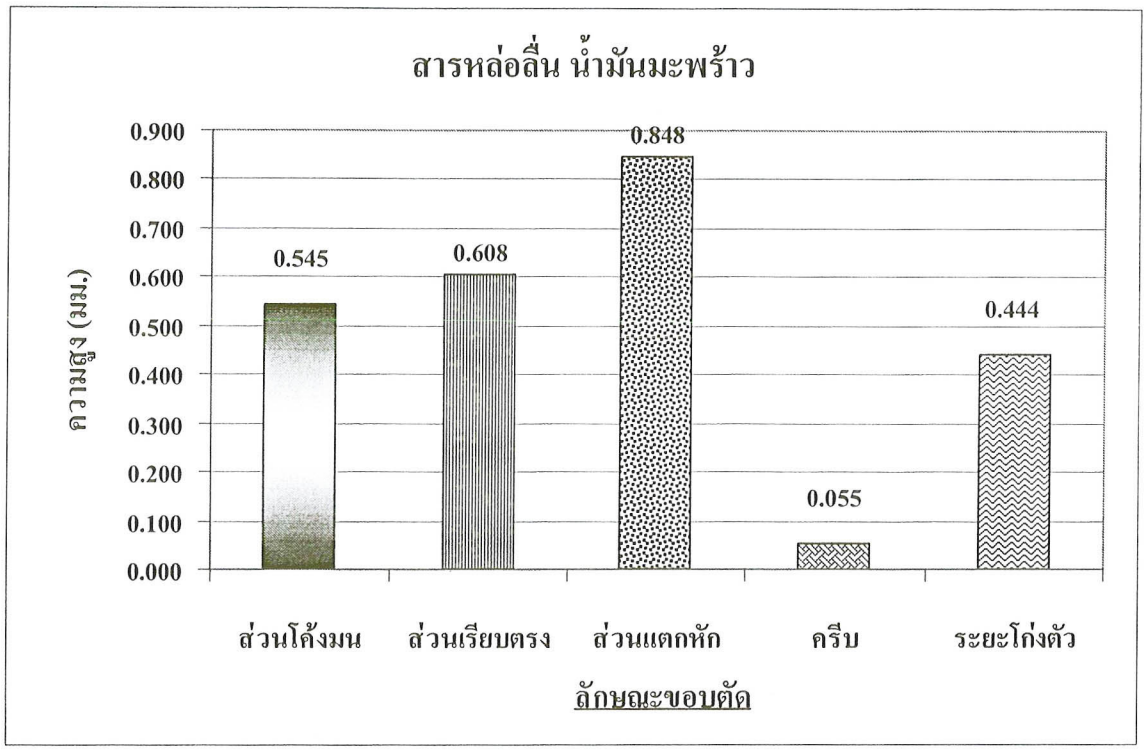
ภาพที่ 50 แสดงค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น

1.3 ลักษณะขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด น้ำมันมะพร้าว



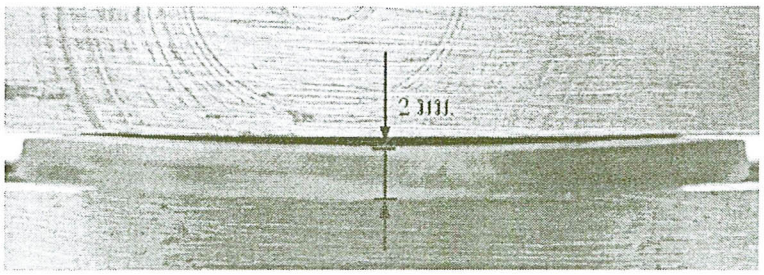
ภาพที่ 51 แสดงภาพขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่นน้ำมันมะพร้าว

ผลการทดลองในภาพที่ 52 แสดงผลการวัดระยะส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยใช้สารหล่อลื่นชนิดน้ำมันมะพร้าว พบว่าส่วนโค้งมนมีความสูง 0.545 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 27.25% ของความหนาชิ้นงาน ส่วนเรียบตรงมีความสูง 0.608 มิลลิเมตร คิดเป็น 30.4% ของความหนาชิ้นงาน ส่วนแตกหักมีความสูง 0.848 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 42.4% ของความหนาชิ้นงาน ครีบชิ้นงานมีความสูง 0.055 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 2.75% ของความหนาชิ้นงาน และ การโก่งตัวของชิ้นงานมีความสูง 0.444 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 22.2% ของความหนาชิ้นงาน

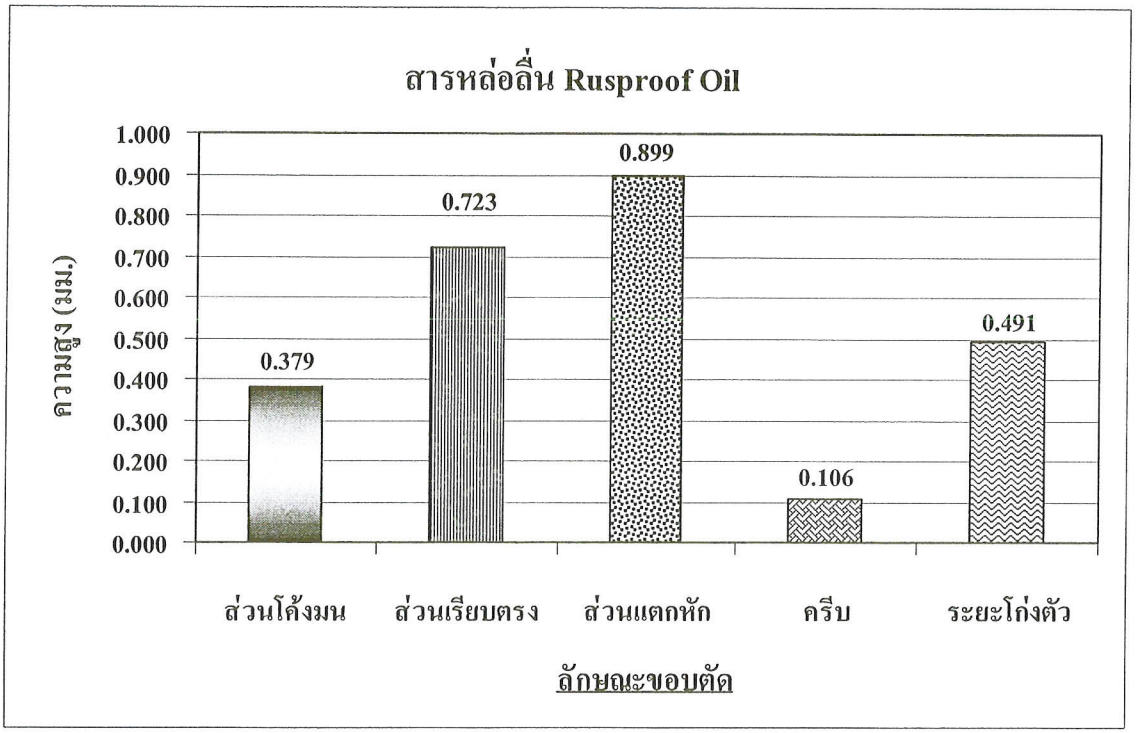


ภาพที่ 52 แสดงค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด น้ำมันมะพร้าว

1.4 ลักษณะขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด Rust Proof Oil No. 33 SN



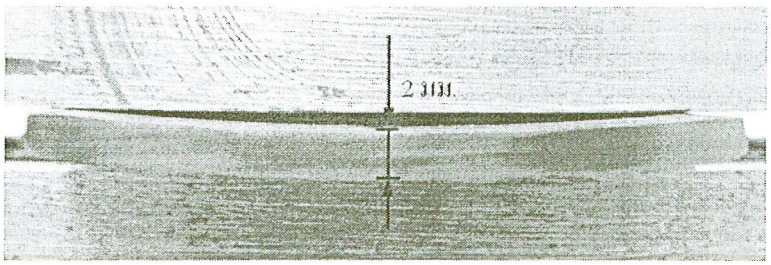
ภาพที่ 53 แสดงภาพขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น Rust Proof Oil No.33 SN



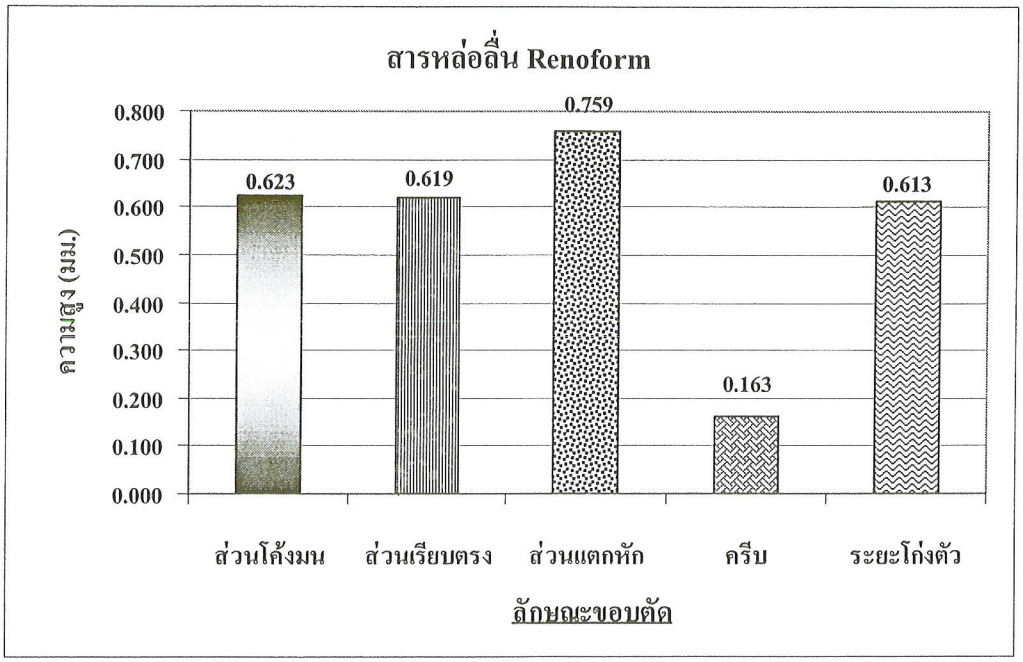
ภาพที่ 54 แสดงค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด Rust Proof Oil No. 33 SN

ผลการทดลองในภาพที่ 54 แสดงผลการวัดระยะส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยใช้สารหล่อลื่นชนิด Rust Proof Oil No.33 SN พบว่าส่วนโค้งมนมีความสูง 0.379มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 18.95% ของความหนาชิ้นงาน ส่วนเรียบตรงมีความสูง 0.723 มิลลิเมตร คิดเป็น 36.15% ส่วนแตกหักมีความสูง 0.899 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 44.95% ของความหนาชิ้นงาน ครีบชิ้นงานมีความสูง 0.106 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 5.3% ของความหนาชิ้นงาน และการโก่งตัวของชิ้นงานมีความสูง 0.491 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 24.55% ของความหนาชิ้นงาน

1.5 ลักษณะขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด Renoform mzn No.50 SN



ภาพที่ 55 แสดงภาพขอบตัดชิ้นงานกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น Renoform mzn No.50 SN



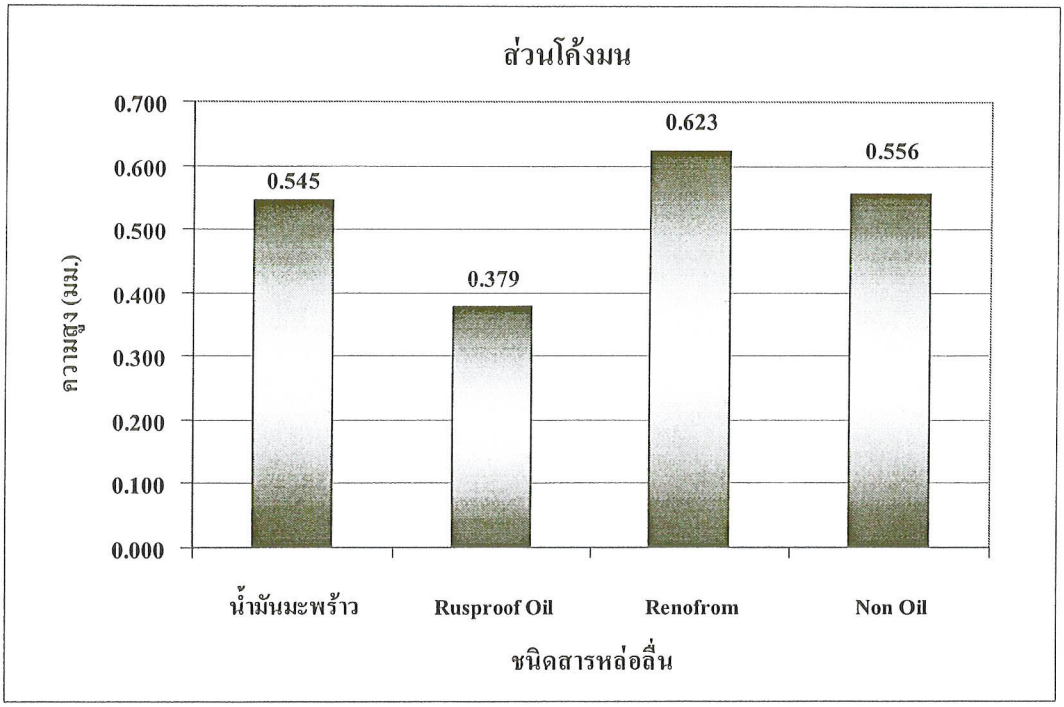
ภาพที่ 56 แสดงค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานกรณีใช้สารหล่อลื่นชนิด Renoform mzn No.50 SN

ผลการทดลองในภาพที่ 56 แสดงผลการวัดระยะส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยใช้สารหล่อลื่นชนิด Renoform mzn No.50 SN พบว่าส่วนโค้งมนมีความสูง 0.623มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 31.15% ของความหนาชิ้นงาน ส่วนเรียบตรงมีความสูง 0.619 มิลลิเมตร คิดเป็น 30.95% ส่วนแตกหักมีความสูง 0.795 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 39.75% ของความหนาชิ้นงาน ครีบชิ้นงานมีความสูง 0.163 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 8.15% ของความหนาชิ้นงาน และการโก่งตัวของชิ้นงานมีความสูง 0.613 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 30.65% ของความหนาชิ้นงาน

2. เปรียบเทียบลักษณะส่วนต่างๆ ขอบตัดชิ้นงานที่ได้จากการใช้สารหล่อลื่นชนิดต่าง ๆ

จากผลการทดลองการตัดชิ้นงานโดยใช้แม่พิมพ์ตัด เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารหล่อลื่นที่มีผลต่อคุณภาพของขอบตัดชิ้นงาน โดยสังเกตุจากค่าค่าความสูงส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงาน เช่น ค่าความสูงของส่วนโค้งมน(Die Roll) ค่าความสูงส่วนของการตัดเฉือน(Shear Surface) ค่าความสูงส่วนของการแตกหัก(Fracture Surface) ค่าความสูงครีบ(Burr) และค่าความสูงของการโก่งตัวของชิ้นงาน เมื่อใช้สารหล่อลื่นต่างชนิด ซึ่งจากผลการทดลองสามารถเปรียบเทียบอิทธิพลของสารหล่อลื่นแต่ละชนิดที่มีค่าความหนืดต่างกันนั้นจะส่งผลต่อส่วนต่างๆ ของขอบตัดชิ้นงานอย่างไรบ้าง

2.1 การเกิดส่วนโค้งมน (Die Roll) ของขอบตัดชิ้นงาน

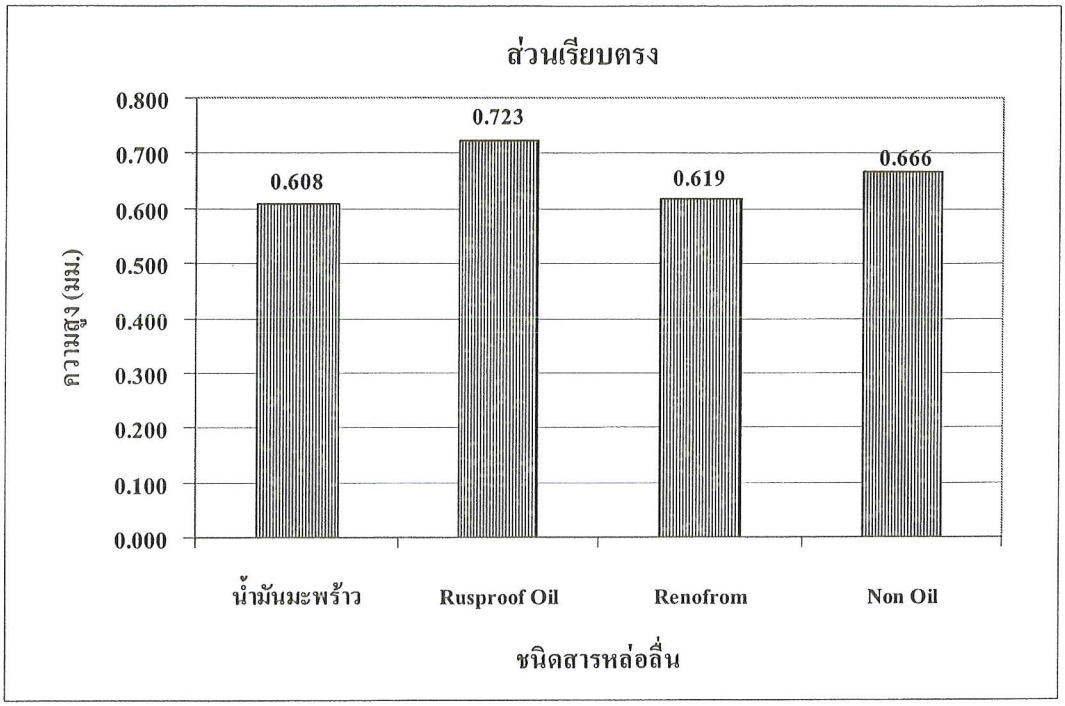


ภาพที่ 57 แสดงผลการวัดระยะส่วนโค้งมนของขอบตัดชิ้นงาน

ผลการทดลองในภาพที่ 57 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะของส่วนโค้งมนที่ขอบตัดชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยใช้สารหล่อลื่นชนิดชนิดต่างๆ และกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น พบว่าส่วนโค้งมนมีความสูงมากที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่น Renoform mzn No.50 SN ส่วนโค้งมนมีความสูง 0.623 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 31.15% ของความหนาชิ้นงาน และส่วนโค้งมนจะมีความสูงน้อยที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่น Rust Proof Oil No.33 SN ส่วนโค้งมนมีความสูง 0.379 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 18.95% ของความหนาชิ้นงาน

2.2 การเกิดส่วนเรียบตรง (Shear Surface) ของขอบตัดชิ้นงาน

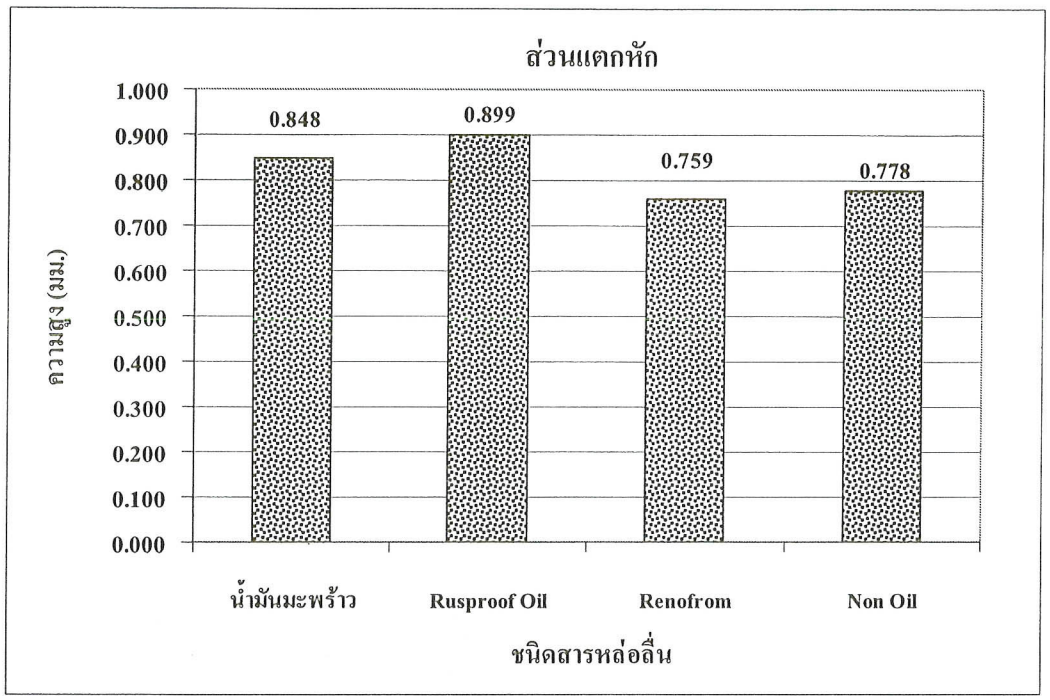
ผลการทดลองในภาพที่ 58 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะของส่วนเรียบตรง (Shear Surface) ที่ขอบตัดชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยใช้สารหล่อลื่นชนิดชนิดต่างๆ และกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น พบว่าส่วนเรียบตรงมีความสูงมากที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่น Rust Proof Oil No.33 SN ส่วนเรียบตรงมีความสูง 0.723 มิลลิเมตร คิดเป็น 36.15% ของความหนาชิ้นงาน และพบว่าส่วนเรียบตรงมีความสูงน้อยที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่นน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีส่วนเรียบตรงมีความสูง 0.608 มิลลิเมตร คิดเป็น 30.4% ของความหนาชิ้นงานซึ่งมีความแตกต่างกันค่อนข้างน้อย



ภาพที่ 58 แสดงผลการวัดระยะส่วนเรียบตรงของขอบตัดชิ้นงาน

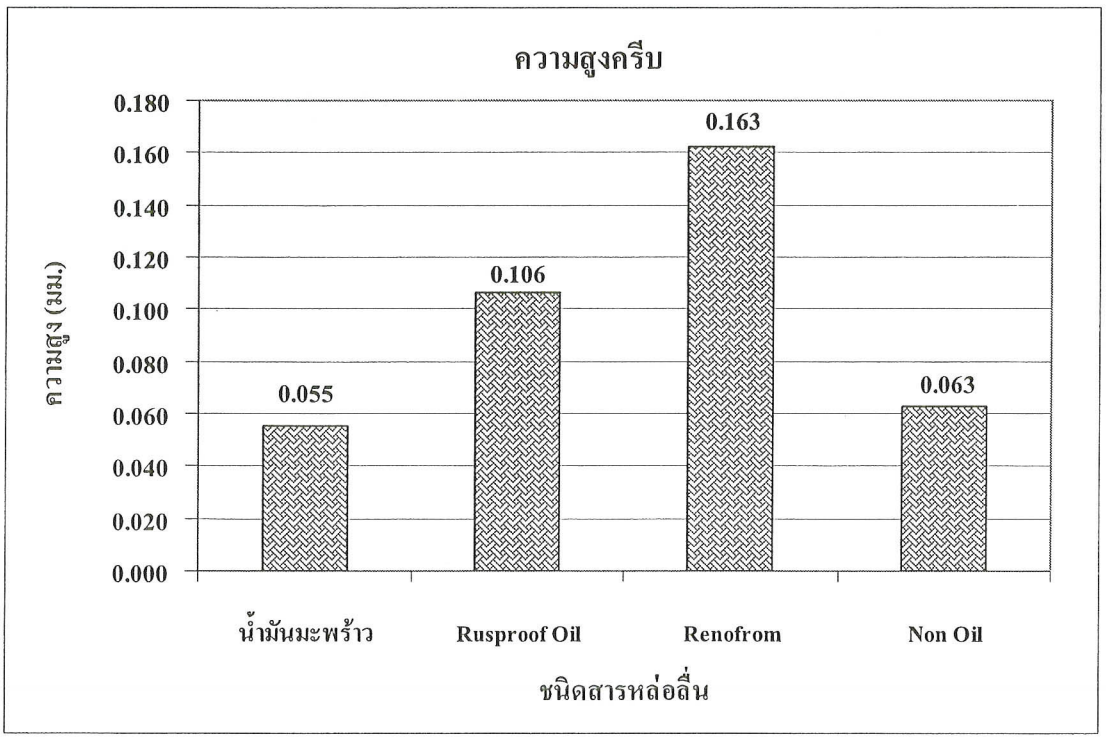
2.3 การเกิดส่วนแตกหัก (Fracture Surface) ของขอบตัดชิ้นงาน

ผลการทดลองในภาพที่ 59 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะของส่วนแตกหัก (Fracture Surface) ที่ขอบตัดชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยใช้สารหล่อลื่นชนิดชนิดต่างๆ และกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น พบว่าส่วนของการแตกหักมีความสูงมากที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่น Rust Proof Oil No.33 SN ส่วนแตกหักมีความสูง 0.899 มิลลิเมตร คิดเป็น 44.95% ของความหนาชิ้นงาน และพบว่าส่วนของการแตกหักมีความสูงน้อยที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่น Renoform mzn No.50 SN ซึ่งส่วนแตกหักมีความสูง 0.759 มิลลิเมตร คิดเป็น 37.95% ของความหนาชิ้นงาน ซึ่งมีความแตกต่างกัน 7 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 59 แสดงผลการวัดระยะส่วนการแตกหักของขอบตัดชิ้นงาน

2.4 การเกิดครีบ (Burr Height) ที่ชิ้นงาน

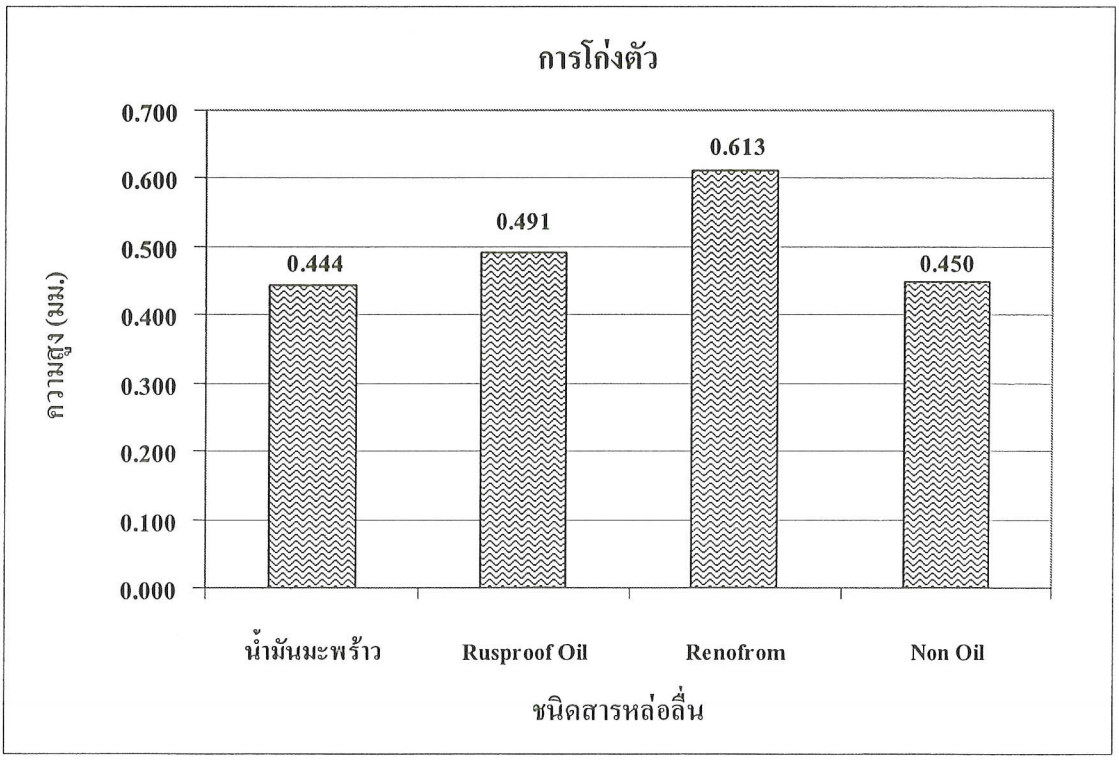


ภาพที่ 60 แสดงผลการวัดระยะการเกิดครีบของชิ้นงาน

จากผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการเกิดครีบ (Burr) ที่ชิ้นงานในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่นชนิดต่างๆ และกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น พบว่าค่าความสูงของครีบจะเกิดขึ้นกับชิ้นงานที่ใช้สารหล่อลื่นทุกชนิดและกรณีที่ไม่ใช้สารหล่อลื่น ซึ่งครีบชิ้นงานเป็นส่วนที่ไม่พึงประสงค์ เพราะว่าจะเป็นการเพิ่มขั้นตอนในการทำงาน คือจะต้องมีการตกแต่งเพื่อการลบครีบชิ้นงานในขั้นตอนสุดท้าย จึงควรควบคุมให้มีการเกิดครีบน้อยที่สุด

ผลการทดลองในภาพที่ 60 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะความสูงของครีบ (Burr) ที่ขอบตัดชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยใช้สารหล่อลื่นชนิดชนิดต่างๆ และกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น พบว่าครีบมีความสูงมากที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่น Renoform mzn No.50 SN ครีบมีความสูง 0.163 มิลลิเมตร คิดเป็น 8.15% ของความหนาชิ้นงาน และพบว่าครีบชิ้นงานมีความสูงน้อยที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่น น้ำมันมะพร้าว ซึ่งส่วนของครีบมีความสูง 0.055 มิลลิเมตร คิดเป็น 2.75% ของความหนาชิ้นงาน ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่า ค่าความหนืดของสารหล่อลื่นจะมีผลต่อการเกิดครีบที่ชิ้นงาน คือหากสารหล่อลื่นมีค่าความหนืดสูงขึ้น ค่าความสูงของการเกิดครีบก็จะมีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

2.5 การโก่งตัว(Bending) ของชิ้นงาน



ภาพที่ 61 แสดงผลการวัดระยะการโก่งตัวของชิ้นงาน

จากผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการโก่งตัว (Bending) ที่ชิ้นงานในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่นชนิดต่างๆ และกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น พบว่าค่าการโก่งตัวจะเกิดขึ้นกับชิ้นงานที่ใช้สารหล่อลื่นทุกชนิดและกรณีที่ไม่ใช้สารหล่อลื่น ซึ่งการโก่งตัวเป็นส่วนที่ไม่พึงประสงค์เช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้ชิ้นงานเสียรูปทรง และจะเป็นอุปสรรคในการทำงานขั้นต่อไป

ผลการทดลองในภาพที่ 61 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะความสูงของการโก่งตัว (Bending) ของชิ้นงาน ที่ได้จากการตัดด้วยแม่พิมพ์ตัดโดยใช้สารหล่อลื่นชนิดชนิดต่างๆ และกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น พบว่าการโก่งตัวของชิ้นงานเกิดขึ้นและมีความสูงมากที่สุดในกรณีที่ใช้สารหล่อลื่น Renoform mzn No.50 SN มีความสูงของการโก่งตัว 0.613 มิลลิเมตร คิดเป็น 30.65% ของความหนาชิ้นงาน และพบว่าการโก่งตัวเกิดขึ้นน้อยที่สุดในกรณีไม่ใช้สารหล่อลื่น ซึ่งความสูงของการโก่งตัว 0.450 มิลลิเมตร คิดเป็น 22.5% ของความหนาชิ้นงาน ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่า ค่าความหนืดของสารหล่อลื่นจะมีผลต่อการโก่งตัวของชิ้นงานอย่างชัดเจน คือหากสารหล่อลื่นมีค่าความหนืดสูงขึ้น ค่าความสูงของการโก่งตัวก็จะมีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน