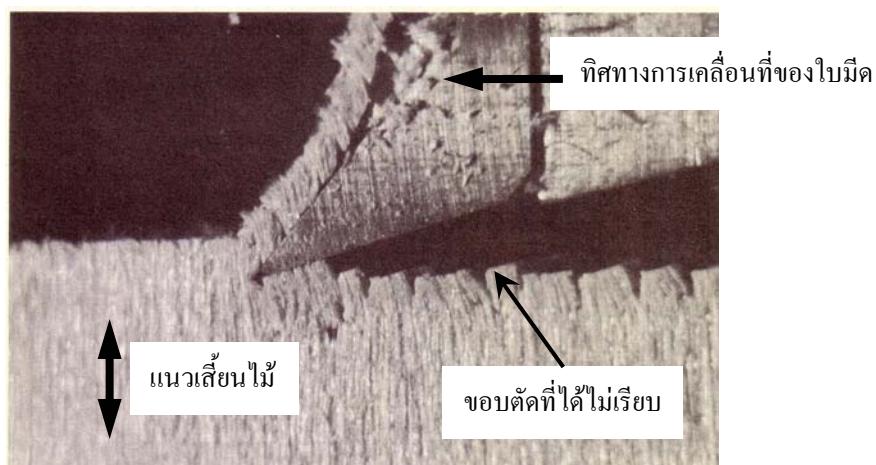


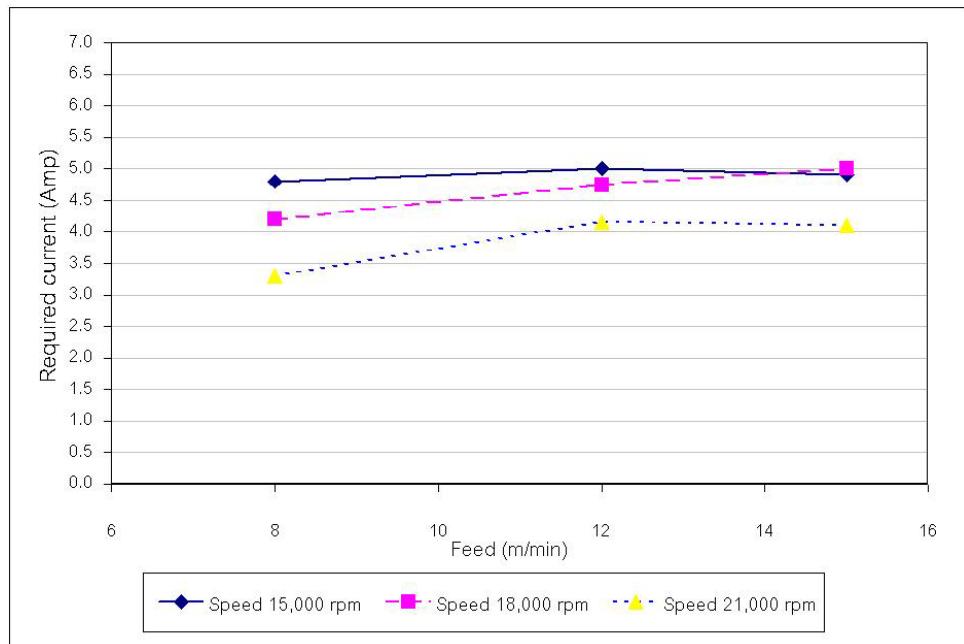
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความเรียบผิวกรณีกัดทิศทางขวางเสี้ยนไม้แบบตามทิศทางการป้อน (Downcut)

จากการวัดความเรียบผิวของชิ้นงานสำหรับการกัดขวางเสี้ยนไม้ ในกรณีกัดสวนทิศทางการป้อนและตามทิศทางการป้อนแสดงในรูปที่ 4.5 และ 4.6 พบร่วมกันที่ได้มีลักษณะคล้ายกับรูปที่ 4.3 และ 4.4 แต่แตกต่างกันที่ว่า ความเรียบผิวที่ได้มีค่าสูงกว่าการกัดบนแนวเสี้ยนไม้เนื่องจากว่าการกัดขวางเสี้ยน ขณะทำการกัดมีการหลบของเสี้ยนไม้บางส่วนที่มีดกัดไม่หมด เวลาในมีดผ่านไปแล้วเสี้ยนที่หลบเหล่านี้จะดีดตัวออกมา ทำให้ความเรียบผิวที่ได้มีดี ดังรูปที่ 4.7

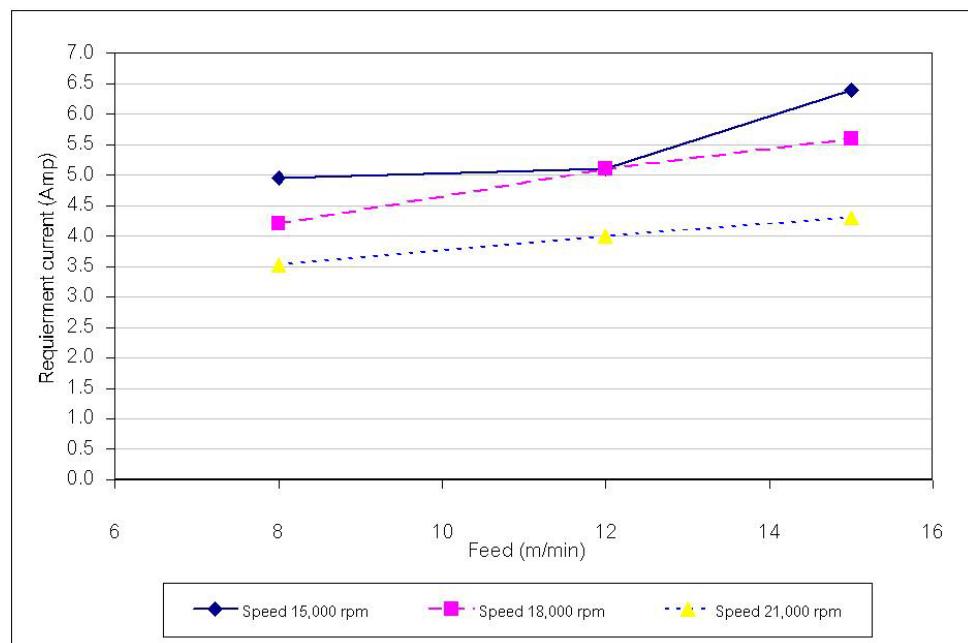


รูปที่ 4.7 การกัดกรณีขวางเสี้ยนไม้ [1]

4.1.2 อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการป้อนกัดที่มีต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้



รูปที่ 4.8 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบสวนทิศทางการป้อน (Upcut)



รูปที่ 4.9 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบตามทิศทางการป้อน (Downcut)

จากรูปที่ 4.8 และ 4.9 ปริมาณกระแสไฟที่ใช้ในการกัดแบบส่วนทิศทางการป้อนและตามทิศทางการป้อนมีแนวโน้มเดียวกันคือ ที่ความเร็วรอบของใบมีด 21,000 รอบต่อนาทีใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าในการกัดไม่น้อยที่สุด เนื่องจากประสิทธิภาพสูงสุดของมอเตอร์หลักของชีเอ็นซีอยู่ใกล้ความเร็วรอบดังกล่าว และเมื่ออัตราการป้อนกัด (อัตราการผลิต) เพิ่มขึ้นปริมาณกระแสไฟที่ใช้จะเพิ่มขึ้น

4.2 ผลการทดลองกรณีใช้ใบมีดทั้งสองครั้งในค์แบบเชื่อมติด (Brazing Knifes)

4.2.1 กรณีใบมีดลักษณะคมตัดตรง (Straight)

4.2.1.1 อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการป้อนกัดที่มีต่อคุณภาพผิวชิ้นงานหลังการกัด - บุยของเนื้อไม้

จากการสังเกตการเกิดบุยบนผิวไม้ที่เงื่อนไขการกัดต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การกัดแบบตามเส้นไม้ก่อให้เกิดบุยมากกว่าการกัดแบบขวาง เส้นไม้เนื่องจากว่าการกัดในลักษณะบนแนวเส้นไม้นั้น เป็นลักษณะของการจัดของเนื้อไม้ขึ้นก่อนที่จะมีการกัดเฉือน (ดังรูปที่ 4.10) ทำให้มีเนื้อไม้บ้างส่วนติดกับผิวหน้าของชิ้นงาน แต่การกัดขวางเส้นไม้จะ

ตารางที่ 4.2 ผลการสังเกตสภาพผิวชิ้นงานที่ได้จากการกัดโดยใช้ใบมีดทั้งสองครั้งในค์คมตัดตรงแบบเชื่อมติด

Cutting direction	Speed (rpm)	feed (m/min)																		
		1		2		3		6		9		12		15						
		Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	
Along grain	8000	◎	✗	○	✓	○	✓	○	✓	○	✓	○	✗	○	*	✗	○	✓	*	✗
	10000	*	✓	○	✓	*	✓	○	✓	○	✓	*	✓	○	*	✓	○	✓	*	○
	12000	*	✓	○	✓	*	✓	○	✓	*	✓	*	✗	○	*	✓	○	✓	*	○
	14000	*	✓	○	✓	*	✓	○	✓	*	✓	*	✗	○	*	✓	○	✓	*	○
	16000	○	✓	○	✓	*	✓	○	✓	*	✓	*	✗	○	*	✓	○	✓	*	○
	18000	○	✓	○	✓	○	✗	○	✓	*	✓	*	✓	○	*	✓	○	✓	*	○
Across grain	8000	*	✓	○	✓	○	✓	○	✓	*	✓	*	✗	*	*	✓	*	✗	*	○
	10000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	✓	*	○
	12000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	✓	*	○
	14000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	✓	*	○
	16000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	✓	*	○
	18000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	✓	*	○

* = ไม่มีคุณภาพดีที่สุด

✓ = ไม่มีการฉีก

◎ = มีคุณภาพดีที่สุด

✗ = มีรอยฉีกตามแนวยาว

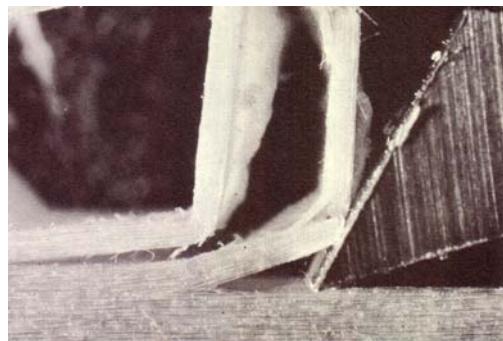
○ = มีคุณภาพดีที่สุด

⊗ = มีการหลุดออกเนื้อไม้

△ = มีคุณภาพดีที่สุด

⊗ = มีรอยฉีกที่มาก

ไม่เกิด และมาตรฐานส่วนของการกัดแบบตามทิศทางการป้อนกัด (Downcut) ก่อให้เกิดขุยที่มากกว่าการกัดแบบสวนทิศทางการป้อนกัด (Upcut) และที่อัตราการป้อนกัดสูงก่อให้เกิดขุยในปริมาณที่มาก ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับกรณีใช้ใบมีดเพชรหลายผลีก



รูปที่ 4.10 การกัดกรณีตามเลี้ยว ไม้ [1]

- รอยไฟบนผิวไม้

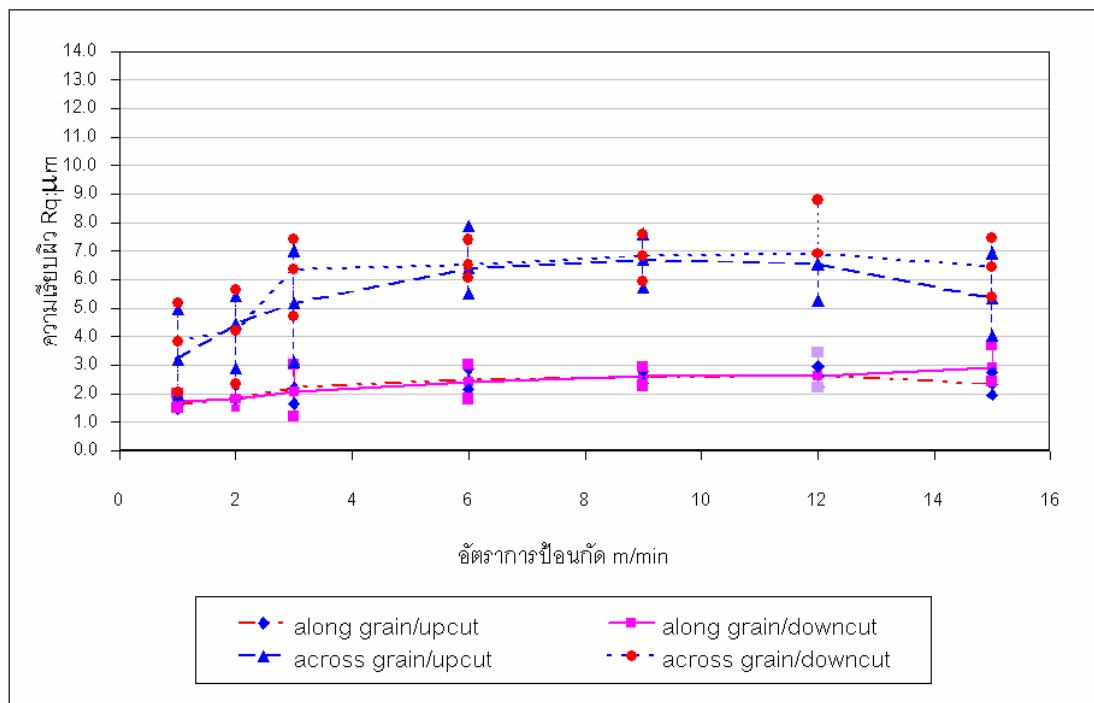
จากการทดลอง พบร่วมรอยไฟบนเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบ 18,000 รอบต่อนาที ที่อัตราการป้อนกัด 1 เมตรต่อนาที เป็นผลมาจากการป้อนที่ต่ำเกินไป ไม่สัมพันธ์กับความเร็วรอบของใบมีด ทำให้เกิดการหมุนชำ្ចាយที่เดิม จนเกิดรอยไฟขึ้น

- ความเสียหายของเนื้อไม้

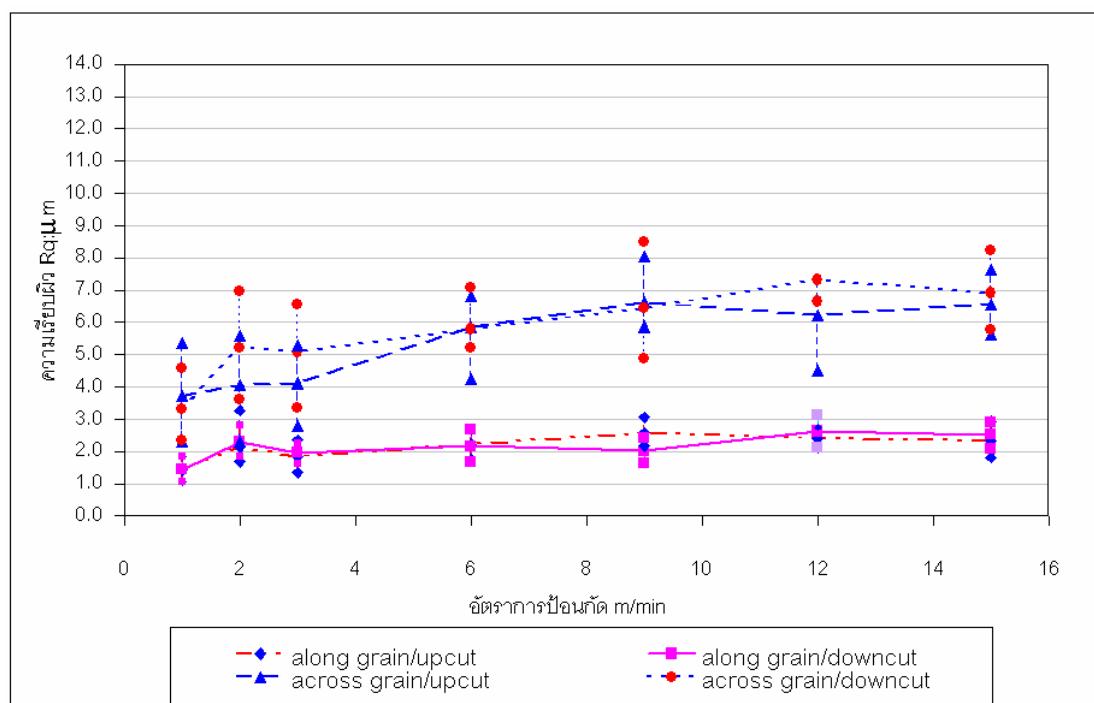
การนีกขาดของไม้จะเกิดที่การกัดขานาเลี้ยงไม้ ในกรณีการกัดสวนทิศทางการป้อนกัด เนื่องจากการกัดแบบสวนทิศทางการป้อนเป็นลักษณะการจัดชิ้นของเนื้อไม้ ซึ่งก่อให้เกิดการนีกขาดของเนื้อไม้เกิดขึ้นดังรูปที่ 4.10 ที่อัตราการป้อนกัดสูงจะมีโอกาสในการจีกของเนื้อไม้ที่สูงเนื่องจากมีการจัดของเนื้อไม้รุนแรงมากกว่าที่อัตราการป้อนกัดต่ำ และการหลุดของเนื้อไม้จะเกิดที่การกัดขวางเลี้ยงไม้กรณีการกัดตามทิศทางการป้อนกัด เนื่องจากว่าการกัดแบบตามทิศทางการป้อนกัดมีการสั่นมากเมื่อเปรียบเทียบกับการกัดแบบสวนทิศทางการป้อนกัด [2] ทำให้มีเวลาทำการกัดใบมีดนานส่วนได้กัดลึกลงไปในเนื้อชิ้นงาน และที่อัตราการป้อนกัดสูงทำให้มีการสั่นมาก ส่งผลให้มีการหลุดของเนื้อไม้มากขึ้น

- ความเรียบผิวชิ้นงาน

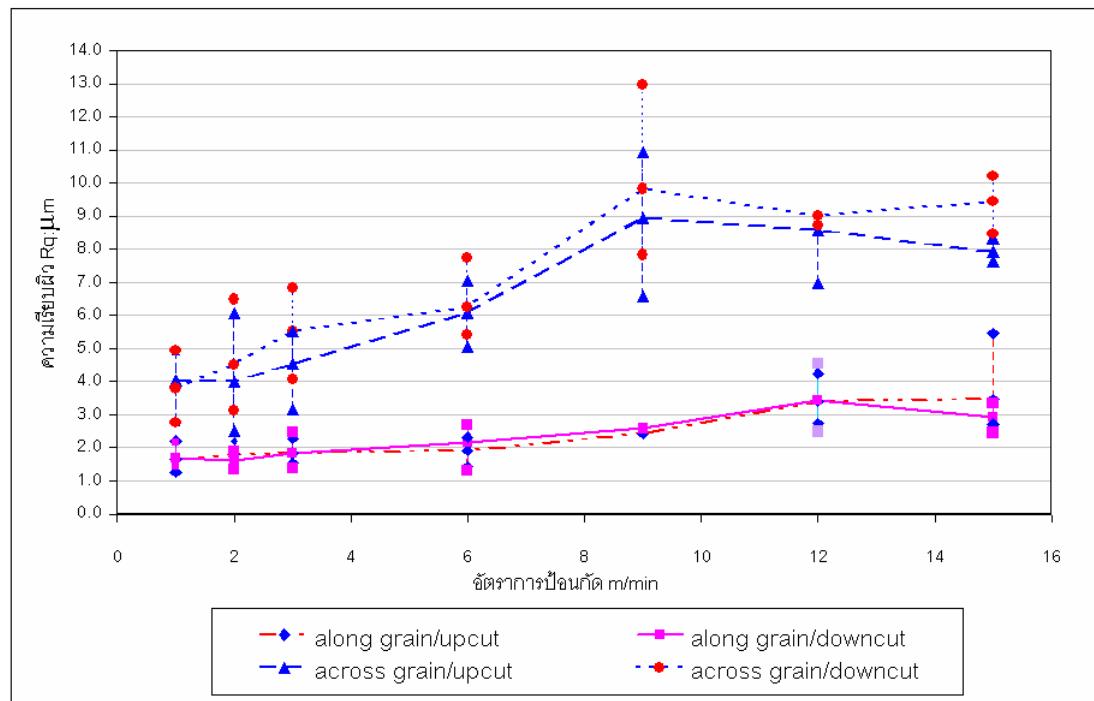
ชิ้นงานที่ผ่านการกัดจากทุกเงื่อนไขจะนำมาวัดความเรียบผิวเพื่อเปรียบเทียบลักษณะผิวที่ได้โดยถ้าหากชิ้นงานที่ได้มีขุยหรือความเสียหายของเนื้อไม้เกิดขึ้น จะพยาามวัดความเรียบผิวตรงตำแหน่งที่ไม่มีขุยและไม่มีความเสียหาย ผลการวัดความเรียบผิวแสดงในรูปที่ 4.11-4.15



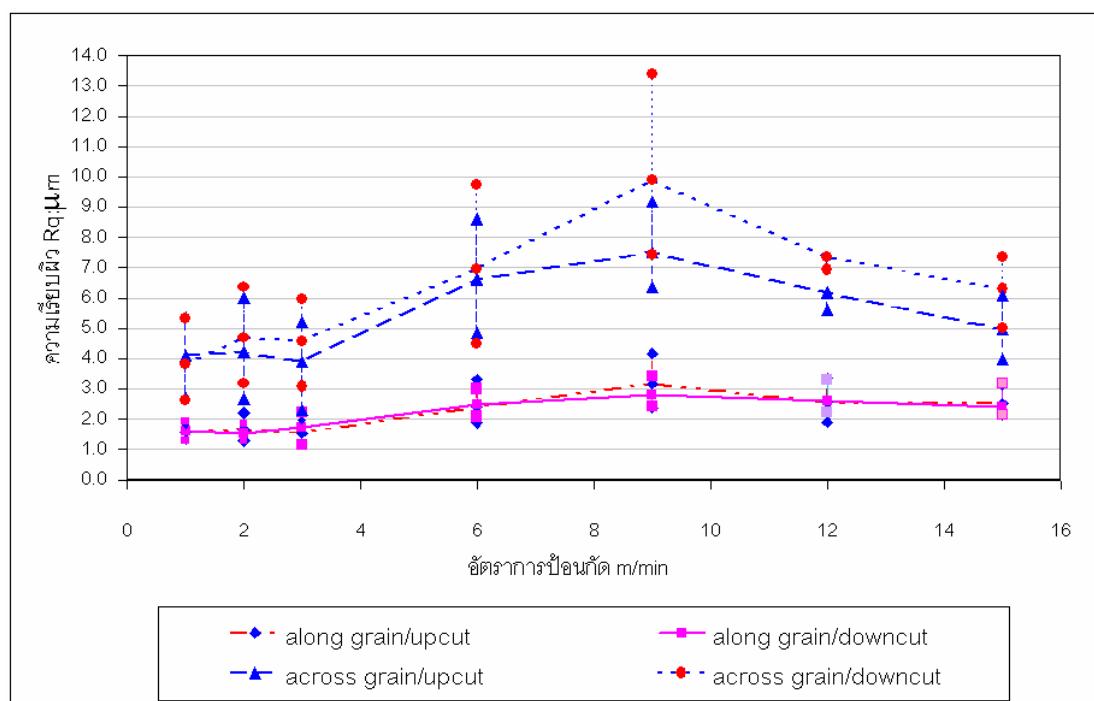
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปีนกัดที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที



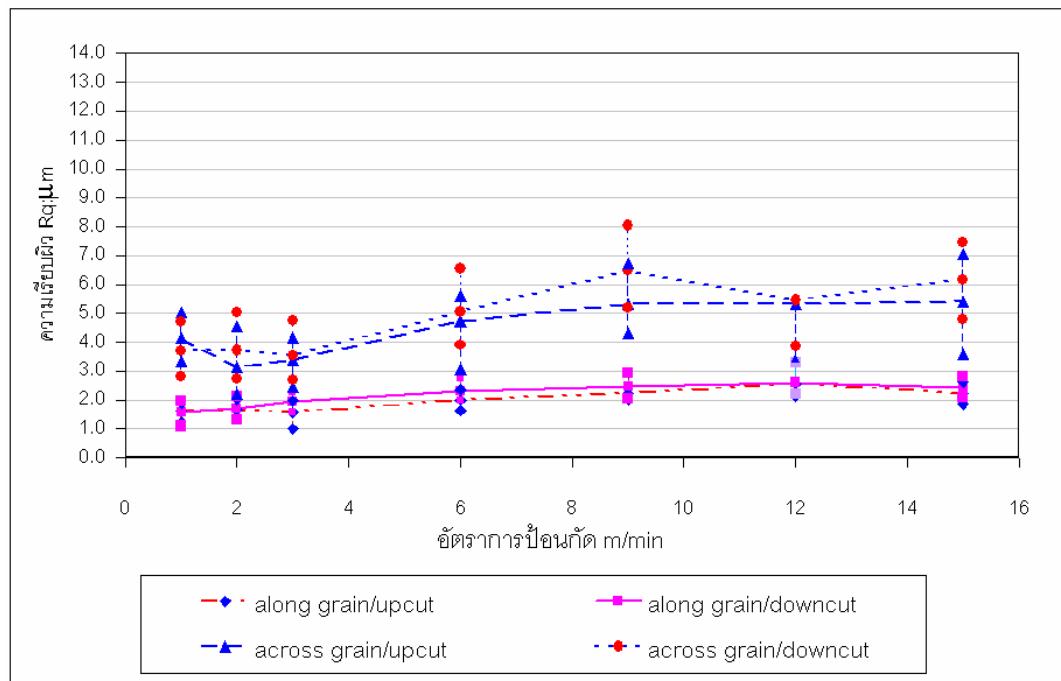
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปีนกัดที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที



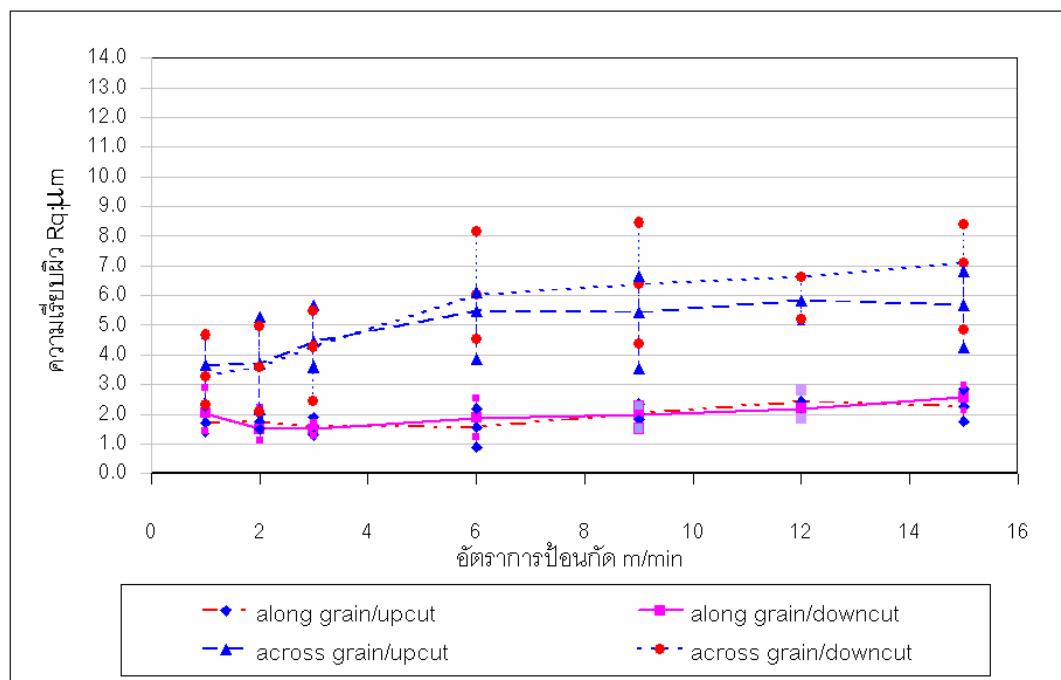
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 14,000 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้อนกัดที่ความเร็วรอบ 16,000 รอบต่อนาที

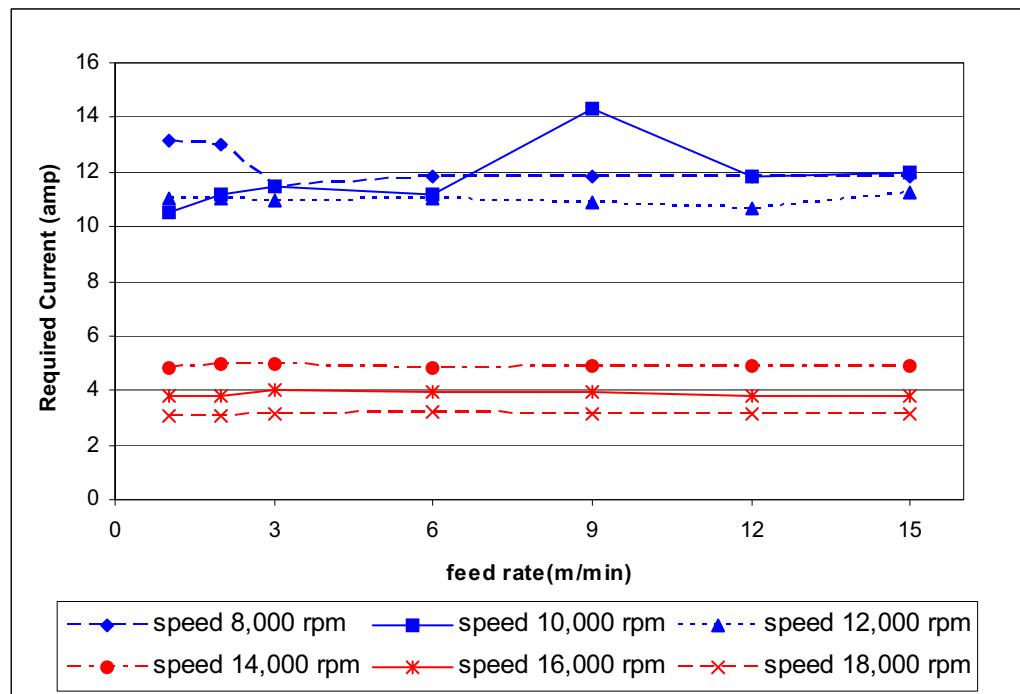


รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้อนกัดที่ความเร็วรอบ 18,000 รอบต่อนาที

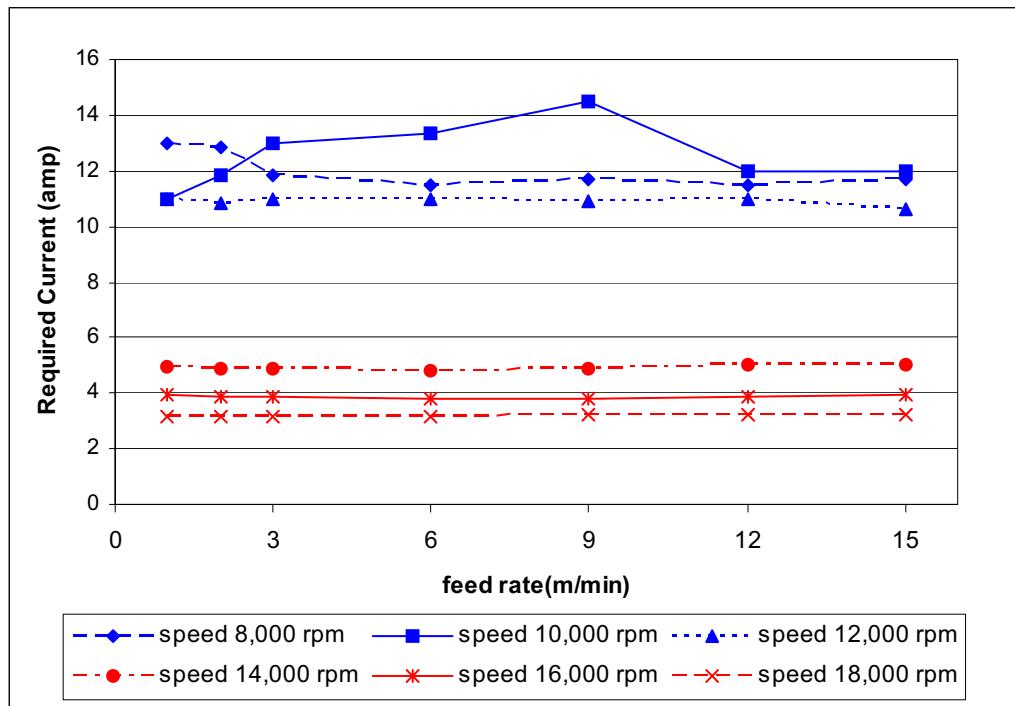
จากรูปที่ 4.11-4.16 กรณีการกัดแบบส่วนทิศทางการป้อนและตามทิศทางการป้อนของการกัดขนาดเสี้ยนไม่มีแนวโน้มของความเรียบผิวที่ใกล้เคียงกันมาก คือ เมื่ออัตราการป้อนกัดสูงความเรียบผิวที่ได้เยลัง และเมื่อเปรียบเทียบความเรียบผิวระหว่างการกัดขนาดเสี้ยนไม่กับขวางเสี้ยนไม่การกัดขนาดเสี้ยนไม่ให้ค่าความเรียบผิวทุกสภาพการกัดดีกว่าการกัดขวางเสี้ยนไม่ เหมือนกับเหตุผลของใบมีดเพชรหลายผลีก

4.2.1.2 อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการป้อนกัดที่มีต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้

จากรูปที่ 4.17 และ 4.18 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการกัดแบบส่วนทิศทางการป้อนและตามทิศทางการป้อนตามลำดับ จากรูปดังกล่าวเห็นได้ว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการกัดทั้งสองแบบมีแนวโน้มกันคือ ที่ความเร็วรอบ 18,000 รอบต่อนาทีใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด รองลงมาคือ 16,000 14,000 รอบต่อนาทีตามลำดับ ส่วนที่ความเร็วรอบ 8,000 10,000 และ 12,000 รอบต่อนาทีใช้ปริมาณไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากประสิทธิภาพของมอเตอร์ของแกนหมุนหลัก (Main spindle) อยู่ที่ความเร็วรอบสูง ซึ่งปริมาณไฟฟ้าจะลดลงเมื่อความเร็วรอบมอเตอร์สูงขึ้น และจากรูปที่ 4.17 และ 4.18 จะเห็นว่าอัตราการป้อนกัดมีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้น้อยมาก



รูปที่ 4.17 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบส่วนทิศทางการป้อน



รูปที่ 4.18 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบตามทิศทางการปื้น

4.2.2 กรณีในมีดลักษณะคอมตัคธูปร่าง (Profile)

4.2.2.1 อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการปื้นกัดที่มีต่อคุณภาพผิวชิ้นงานหลังการกัด ผลของการสังเกตสภาพผิวชิ้นงานในมีดทั้งสeten ครั้ง ใบค์แบบคอมตัคธูปร่างแสดงในตารางที่ 4.3 และเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีตัดด้วยคอมตัดตรงในตารางที่ 4.2 จะสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

- ข้อดีของเนื้อไม้

การสังเกตการเกิดขุยบนผิวไม้ที่เงื่อนไขการกัดต่างๆ การเกิดขุยไม้ของใบมีดคอมตัคธูปร่างเกิดน้อยกว่าการกัดโดยใช้ใบมีดคอมตัดตรง เนื่องจากว่าการเกิดขุยขึ้นกับระลักษณ์การกินลึกคือที่ระลักษณ์การกินลึกที่มากทำให้มีขุยเกิดขึ้นน้อย ซึ่งใบมีดคอมตัคธูปร่างมีระลักษณ์การกินลึกเฉลี่ยต่ำกว่าใบมีดคอมตัดตรง (ดังรูปที่ 4.19) ทำให้ปริมาณของขุยที่เกิดขึ้นน้อย

ตารางที่ 4.3 ผลการสังเกตสภาพผิวชิ้นงานที่ได้จากการกัดโดยใช้ใบมีดหั้งสเตนคาร์บอนด์คุมตัดรูปร่างแบบเชื่อมติด

Cutting direction	Speed (rpm)	feed (m/min)																		
		1		2		3		6		9		12		15						
		Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	
Along grain	8000	*	✓	○	✓	*	X	○	✓	*	✓	○	✓	X	①	✓	*	✓	×	✓
	10000	*	✓	*	✓	*	X	①	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	X	○	✓	*
	12000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	①	✓	*	✓	*	✓	①	✓	*
	14000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	X	*	✓	*	✓	*	✓	①	✓	*
	16000	*	✓	*	✓	①	✓	○	✓	*	✓	①	✓	*	✓	*	X	○	✓	*
	18000	*	✓	*	✓	*	✓	*	①	*	X	○	✓	*	✓	①	✓	*	○	✓
Across grain	8000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗	*	⊗	*	✓	*
	10000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗	*
	12000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*
	14000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗	*	⊗	*
	16000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗	*	⊗	*
	18000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗	*

* = ไม่มีกุญแจตัดที่นิ่ม

① = มีกุญแจตัดที่นิ่มมาก

○ = มีกุญแจตัดที่นิ่มกลาง

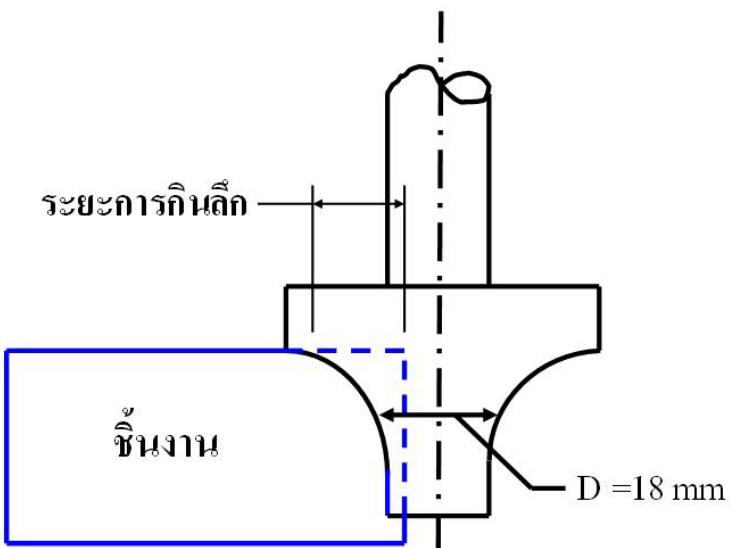
△ = มีกุญแจตัดที่นิ่มมาก

✓ = ไม่มีการฉีก

X = มีรอยฉีกตามแนวยาว

⊗ = มีการหลุดออกแน่นอน

หมายเหตุ รายละเอียดของสัญลักษณ์อยู่ในภาคผนวก ก.



รูปที่ 4.19 การกัดชิ้นงานโดยใช้ใบมีดคุมตัดแบบบูรณาการ

- ความเสียหายของไม้

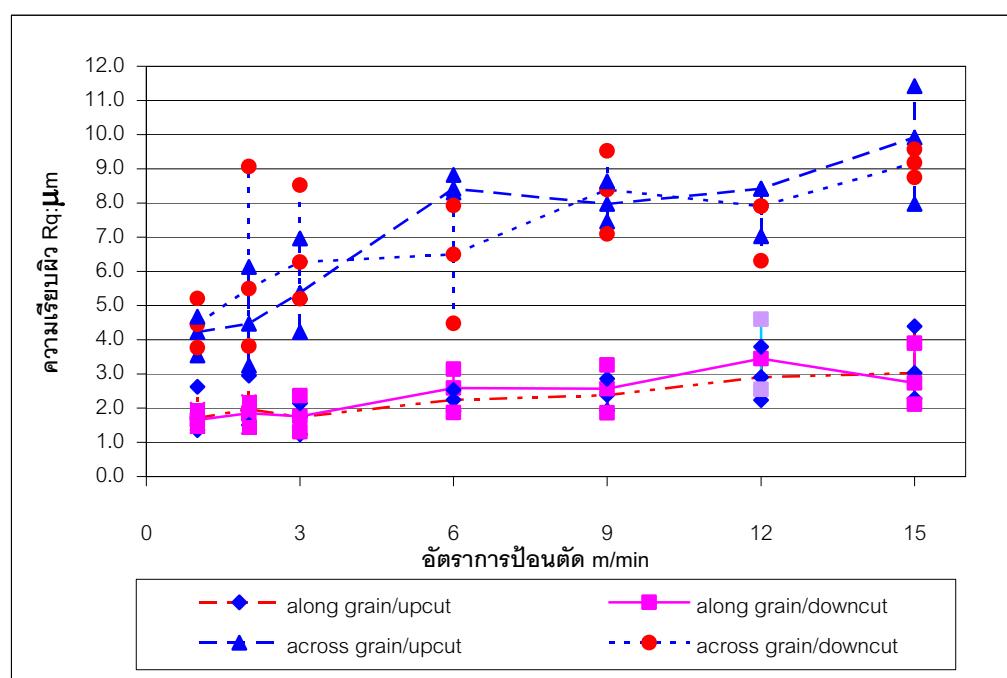
ความเสียหายของไม้กรณีการฉีกขาดของเนื้อไม้ใบมีดคุมตัดตรงก็เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าใบมีดคุมตัดรูปร่าง เนื่องจากระยะของการกินลึกของคมตัดรูปร่างมีมากกว่าคมตัดตรง ทำให้การฉีกที่เกิดจาก

การจัดของเนื้อไม้เกิดขึ้นน้อย และในการผลิตหดออกของเนื้อไม้ใบมีค่าแบบคงตัวสูงกว่าร่างเกิดขึ้นได้มากกว่าใบมีค่าตัดตรง เนื่องจากว่าหน้าสัมผัสของใบมีค่าคงตัวสูงกว่ามากทำให้ความเสียหายที่มีสาเหตุจากการสั่นสะเทือนของใบมีค่ามากขึ้นด้วย

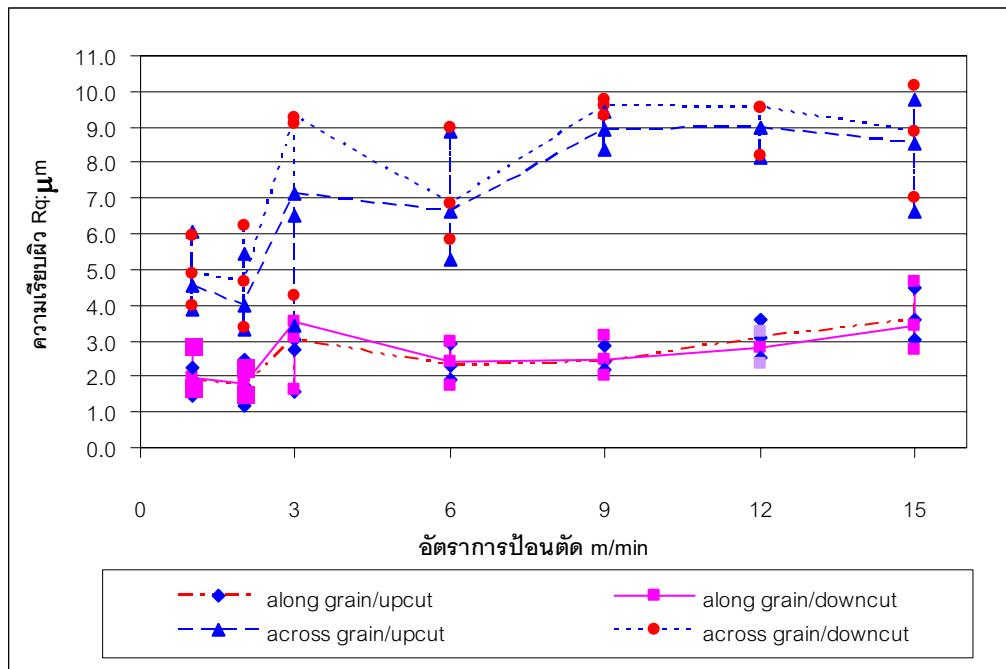
- รอยไหมับนิวไม้

ใบมีค่าคงตัวสูงทำให้เกิดรอยไหม์ขึ้นมากกว่าที่ความเร็วรอบสูง ในขณะที่ค่าตัดตรงไม่เกิดรอยไหม์ เนื่องจากหน้าสัมผัสของใบมีค่าคงตัวสูงกว่ามากทำให้ที่อัตราการป่องกัดที่ต่ำ ใบมีค่ามีการเสียดสีกับไม้เป็นเวลานานทำให้เกิดรอยไหม์เกิดขึ้น

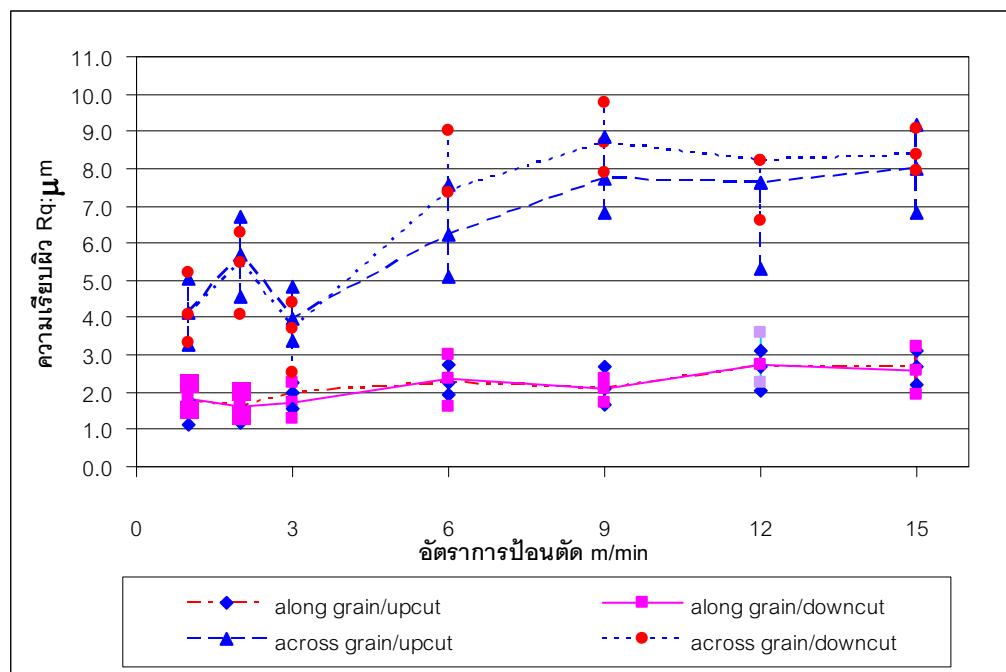
(v) ความเรียบผิวชิ้นงาน



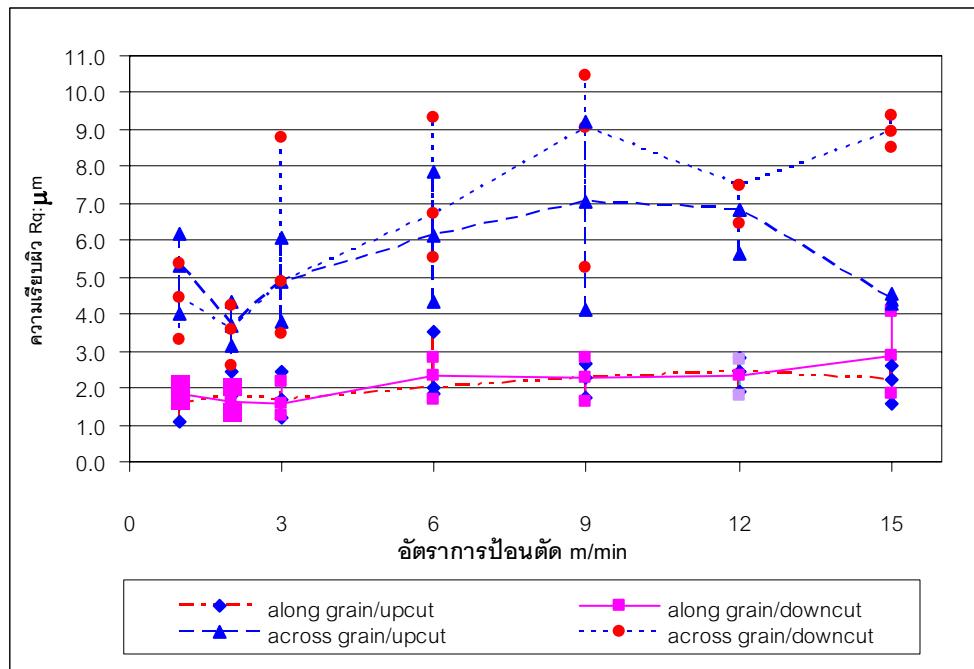
รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการป่องกัดที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที



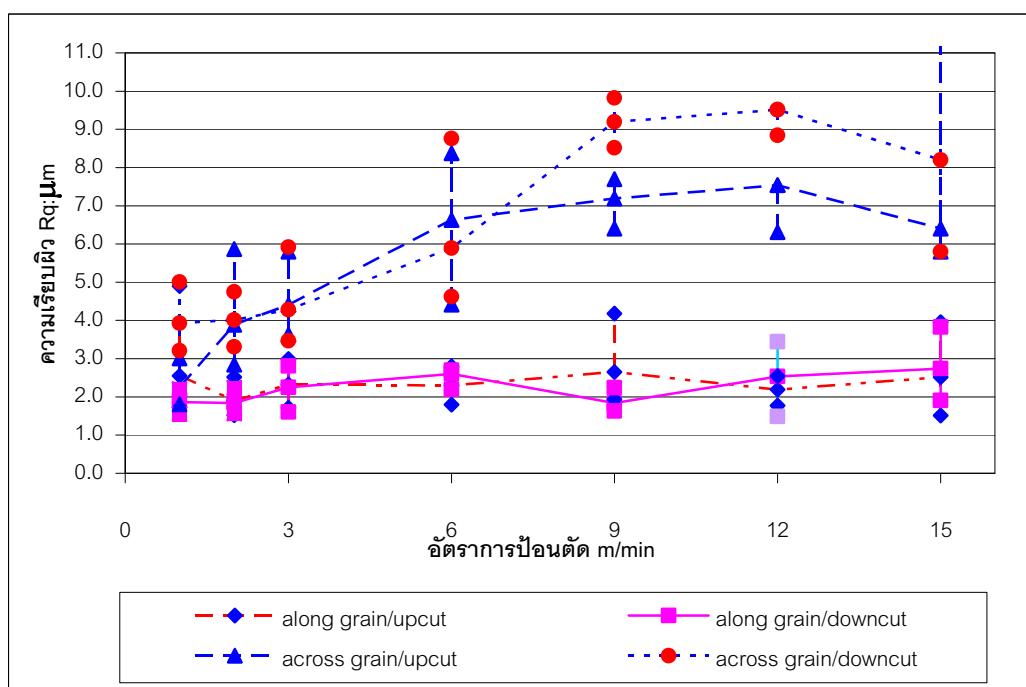
รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการป้อนกัดที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที



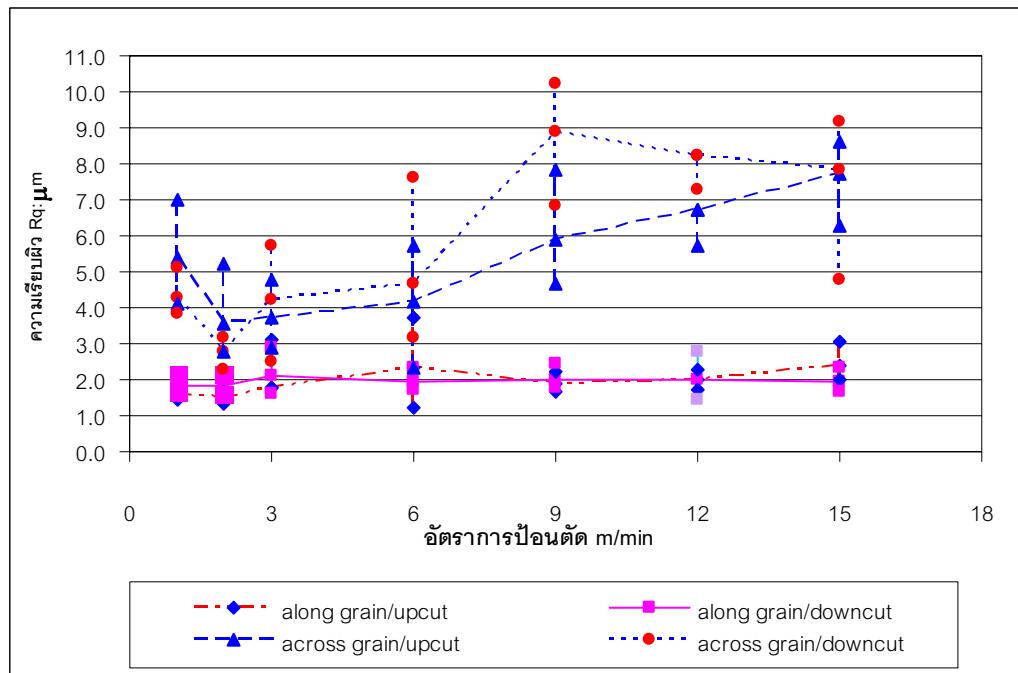
รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการป้อนกัดที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการป้อนกัดที่ความเร็วรอบ 14,000 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการป้อนกัดที่ความเร็วรอบ 16,000 รอบต่อนาที

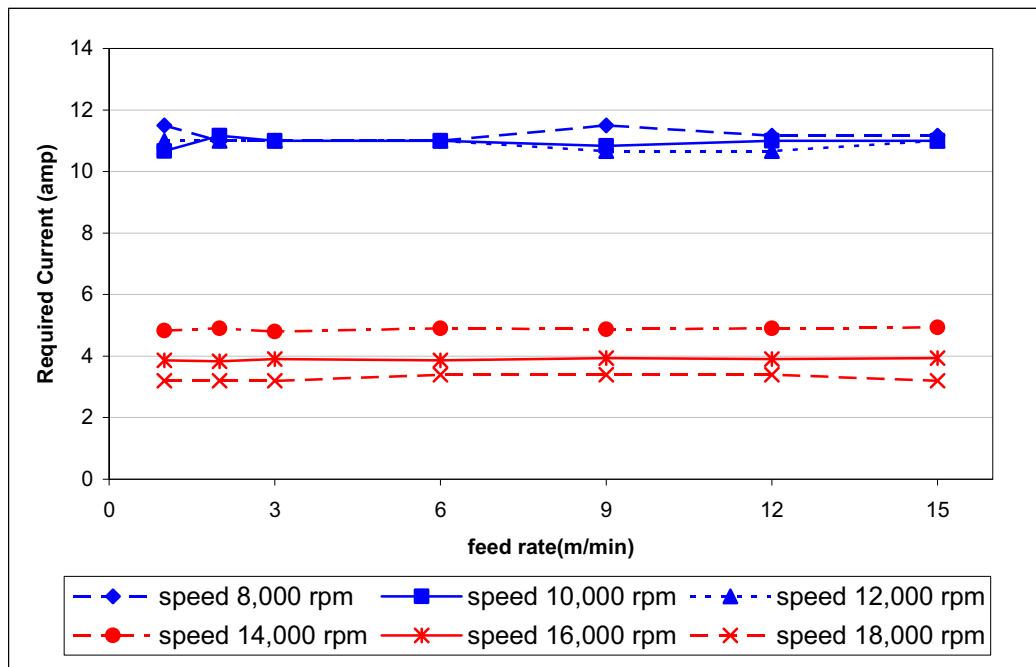


รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการป้อนกัดที่ความเร็วรอบ 18,000 รอบต่อนาที

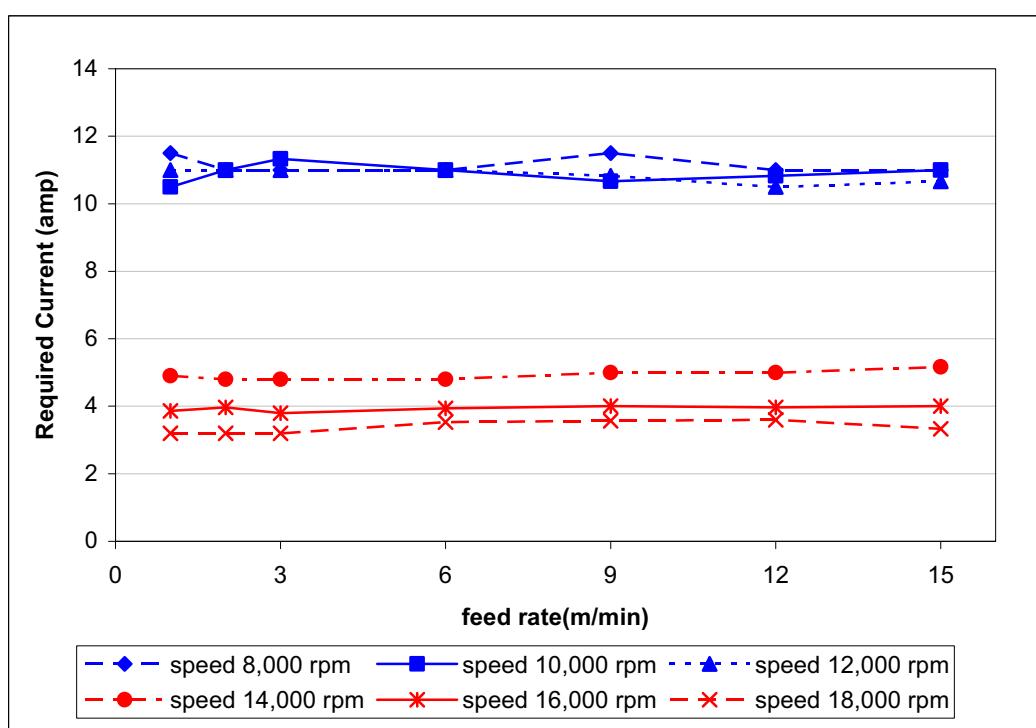
จากรูปที่ 4.20-4.25 กรณีการกัดแบบสวนทิศทางการป้อนและการป้อนของการกัดขนาดเสี้ยนไม่มีแนวโน้มของความเรียบผิวที่ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งเมื่อเทียบกับความเรียบผิวของใบมีดแบบคมตัดตรง พบว่าความเรียบผิวที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการกัดขวางเสี้ยนไม่พบว่า เมื่ออัตราการป้อนกัดเพิ่มมากขึ้นความเรียบผิวมีแนวโน้มแย่ลงเรื่อยๆ ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวคล้ายกับใบมีดชนิดคมตัดตรง

4.2.2.2 อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการป้อนกัดที่มีต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้

จากรูปที่ 4.26 และ 4.27 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกับอัตราการป้อน 18,000 รอบต่อนาทีที่ใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด รองลงมาคือ 16,000, 14,000 รอบต่อนาทีตามลำดับ ส่วนที่ความเร็วรอบ 8,000, 10,000 และ 12,000 รอบต่อนาทีใช้ปริมาณไฟฟ้าที่สูง ใกล้เคียงกัน โดยที่อัตราการป้อนกัดแบบไม่มีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ และเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.16 และ 4.17 ของใบมีดคมกัดตรงพบว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้มีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก



รูปที่ 4.26 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบส่วนทิศทางการปีอน



รูปที่ 4.27 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบตามทิศทางการปีอน

4.3 ผลการทดลองกรณีใช้ใบมีดทั้งสetenかれ้าไปด้วยแบบกัดเปลี่ยนได้ (Turnover Knifes)

4.3.1 กรณีใบมีดลักษณะคมตัดตรง (Straight)

4.3.1.1 อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการป้อนกัดที่มีต่อคุณภาพผิวชิ้นงานหลังการกัด - ขุยของเนื้อไม้

จากการสังเกตการเกิดขุยบนผิวไม้ที่เงื่อนไขการกัดต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.4 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การกัดแบบตามเสียงไม้ก่อให้เกิดขุยมากกว่าการกัดแบบวางเสียงไม้ เช่นเดียวกับกรณีที่ใช้ใบมีดเพชรหลายพลีกและใบมีดทั้งสetenかれ้าไปด้วยแบบเชื่อมติด เนื่องจากว่า การกัดในลักษณะบนเสียงไม้นั้นเป็นลักษณะของการจัดของเนื้อไม้ขึ้นก่อนที่จะมีการกัดเฉือน (ดังรูปที่ 4.10) ทำให้มีเนื้อไม้บางส่วนติดกับผิวน้ำของชิ้นงาน แต่การกัดวางเสียงไม้จะไม่เกิดลักษณะดังกล่าวขึ้น และมาตรฐานส่วนของการกัดแบบตามทิศทางการป้อนกัด (Downcut) ก่อให้เกิดขุยที่มากกว่าการกัดแบบสวนทิศทางการป้อนกัด (Upcut) และที่อัตราการป้อนกัดสูงก่อให้เกิดขุยในปริมาณมาก ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับกรณีใช้ใบมีดเพชรหลายพลีกเช่นเดียวกัน นอกจากนั้นจะเห็นได้ชัดเจนว่าการใช้ใบมีดแบบกัดเปลี่ยนได้ ซึ่งใบมีดจะถูกยึดกับ Tool holder ด้วยสกรูนี้ จะไม่สามารถทำการกัดไม้ที่อัตราการป้อนกัดสูงกว่า 9 m/min ได้ หรือในกรณีที่ ที่อัตราการป้อนกัดเท่ากับ 9 m/min ถ้าความเร็วรอบมีค่าตั้งแต่ 14,000 รอบต่อนาทีขึ้นไปก็จะไม่สามารถทำการกัดได้เช่นกัน เนื่องจากเครื่องซีเอ็นซีจะเกิดการสั่นอย่างรุนแรง ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการยึดใบมีดด้วยสกรูในแบบกัดเปลี่ยนใบมีดได้นั้น จะทำให้เกิดการสั่นจากใบมีดเนื่องจากช่องว่างเล็กๆ (Gap) ระหว่างมีดกับตัว Tool holder ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้จะไม่เกิดขึ้นกับใบมีดแบบเชื่อมติด

- รอยไหมันผิวไม้

ไม่พบรอยไหมันผิวไม้ในช่วงความเร็วรอบที่สามารถทำการกัดได้

- ความเสียหายของเนื้อไม้

การนิ่กขาดของไม้จะเกิดขึ้นเล็กน้อยในการกัดบนเสียงไม้ สำหรับกรณีการกัดสวนทิศทางการป้อนกัด เช่นเดียวกับกรณีของใบมีดแบบเชื่อมติด และการหลุดของเนื้อไม้จะเกิดขึ้นน้อยมาก เนื่องจากในช่วงที่สามารถทำการกัดได้ จะอยู่ในช่วงที่มีอัตราการป้อนกัดต่ำ ทำให้การหลุดของเนื้อไม้เกิดขึ้นน้อย

ตารางที่ 4.4 ผลการสังเกตสภาพผิวชิ้นงานที่ได้จากการกัดโดยใช้ใบมีดทั้งสetenครั้งไปด้วยค่าตัดตรงแบบถอดเปลี่ยนได้

Cutting direction	Speed (rpm)	feed (m/min)															
		1		2		3		6		9		12		15			
		ชุบ	รีก	ชุบ	รีก	ชุบ	รีก	ชุบ	รีก	ชุบ	รีก	ชุบ	รีก	ชุบ	รีก	ชุบ	รีก
Along grain	8000	*	✓	*	✓	*	X	△	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	10000	*	✓	①	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	12000	①	✓	①	✓	*	X	*	✓	*	✓	*	⊗	*	✓	*	✓
	14000	*	✓	①	✓	①	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	16000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	①	✓	△	✓	①	✓	-
	18000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	①	X	*	✓	*	✓	-
Across grain	8000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	*	✓	*	✓
	10000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	*	✓	*	✓
	12000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	⊗	*	✓	*
	14000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	*	✓	*	✓
	16000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	*	✓	*	✓
	18000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	*	✓	*	*	✓	*	✓

* = ไม่มีขุยเกิดขึ้นเลย

✓ = ไม่มีการฉีก

① = มีขุยเกิดขึ้นเล็กน้อย

X = มีรอยฉีกตามแนวยาว

○ = มีขุยเกิดขึ้นปานกลาง

⊗ = มีขุยหลุดออกเฉือน

△ = มีขุยเกิดขึ้นมาก

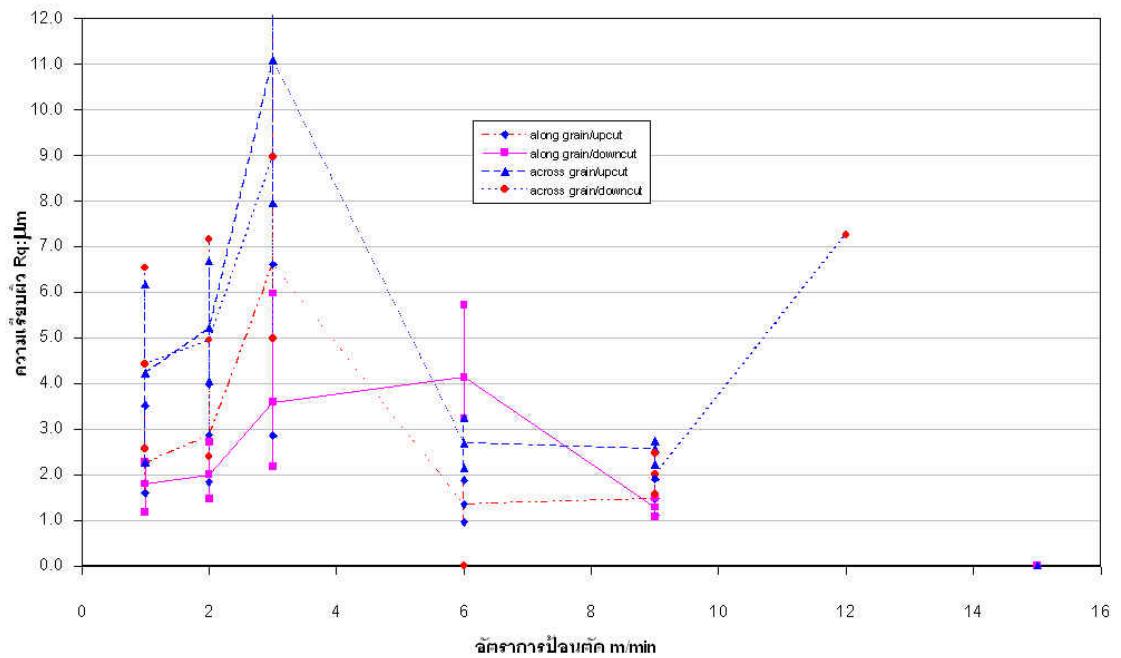
- = เกิดการสับของเหล็กไม่สามารถตัดได้

หมายเหตุ รายละเอียดของสัญลักษณ์อยู่ในภาคผนวก ก.

- ความเรียบผิวชิ้นงาน

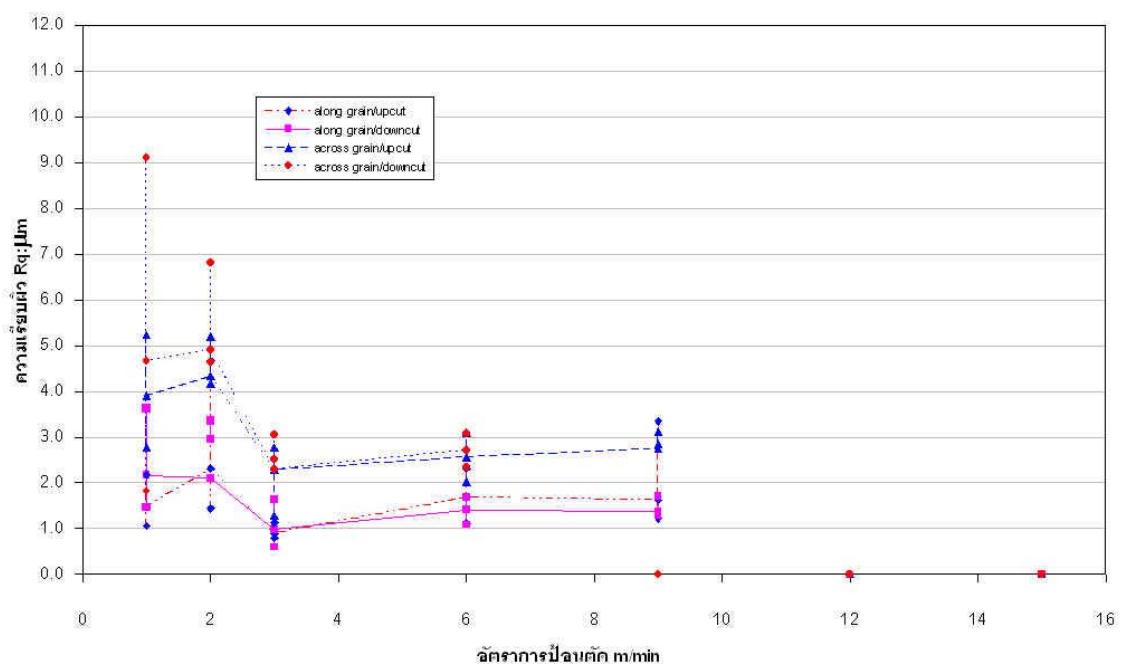
ชิ้นงานที่ผ่านการกัดจากทุกเงื่อนไขจะนำมารวัดความเรียบผิว เพื่อเปรียบเทียบลักษณะผิวที่ได้โดยถ้าหากชิ้นงานที่ได้มีขุยหรือความเสียหายของเนื้อไม้เกิดขึ้น จะพยาามวัดความเรียบผิวตรงตำแหน่งที่ไม่มีขุยและไม่มีความเสียหาย ผลการวัดความเรียบผิวแสดงในรูปที่ 4.28-4.33 จากผลดังกล่าวพบว่าค่าความเรียบผิวของชิ้นงานที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที จะเกิดความแปรปรวนค่อนข้างสูง ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากผิวชิ้นงานที่ได้มีแนวโน้มที่จะเกิดขุยขึ้น ทำให้ค่าความเรียบผิวค่อนข้างสูง (ผิวหยาบ) ถึงแม้จะเลือกวัดตรงตำแหน่งที่ไม่มีขุยก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาที่ค่าความเร็วรอบสูงกว่า 10,000 รอบต่อนาที พบร่วมผิวชิ้นงานที่ได้มีค่าความเรียบผิวต่ำหรือมีผิวเรียบมาก ใกล้เคียงกับการกัดด้วยใบมีดเพชรหลายผลึก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ใบมีดแบบถอดเปลี่ยนได้ ตัวใบมีดจะสามารถถอดแบบบุบของใบมีดได้บุบที่ถูกต้องเที่ยงตรงกว่ากรณีใบมีดแบบเชื่อมติด นอกจากนี้ในมีดแบบถอดเปลี่ยนได้นิยมใช้ใบมีดทั้งสetenครั้งที่มีขนาดของเกรนละเอียดกว่าแบบเชื่อมติด ทำให้ค่าตัดของใบมีดมีความคงมากกว่า ส่งผลให้ความเรียบผิวของชิ้นงานที่ได้ดีกว่าなんั้นเอง

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 8,000 rpm

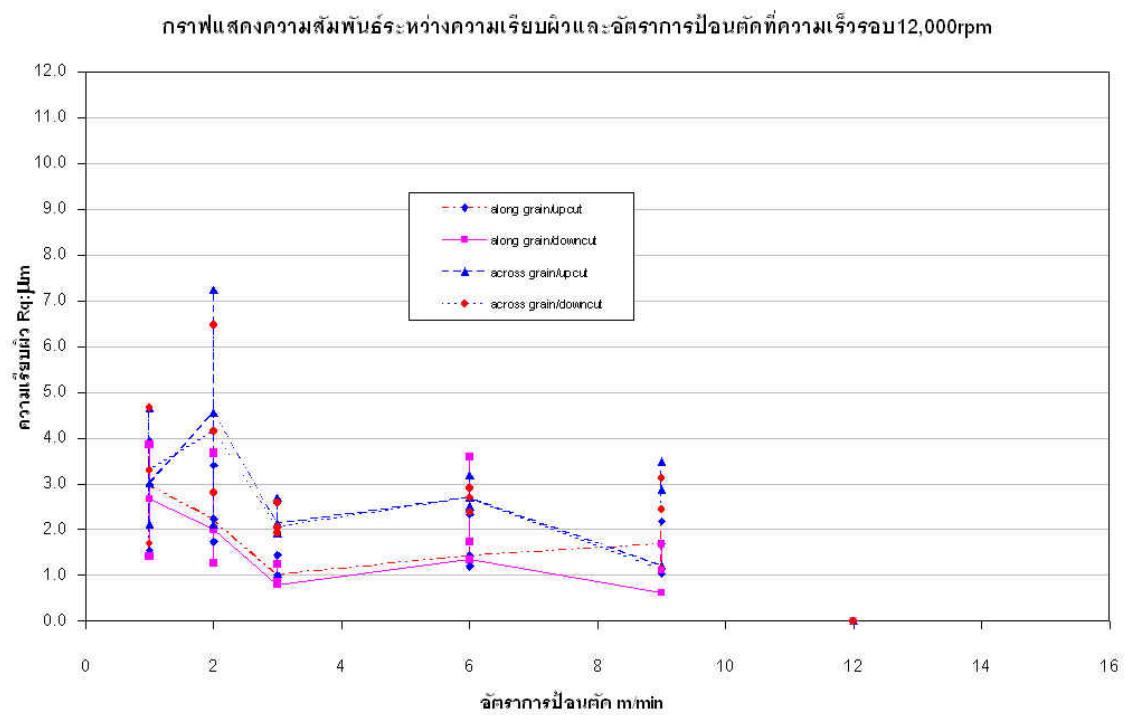


รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที

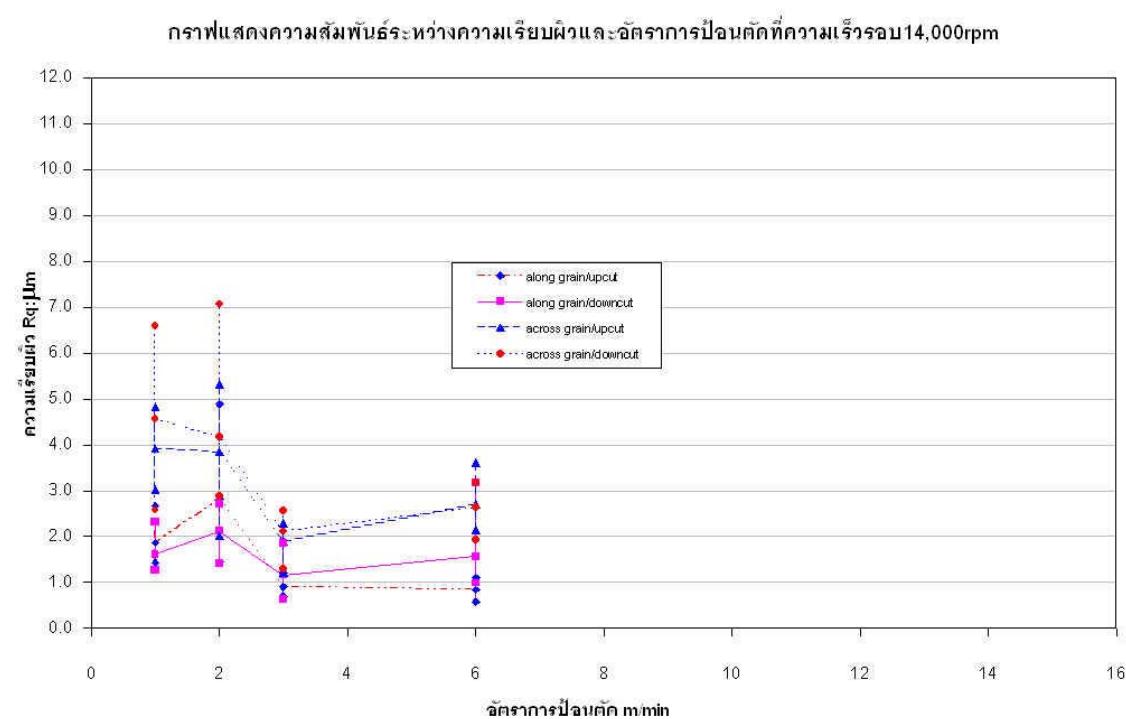
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm



รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที

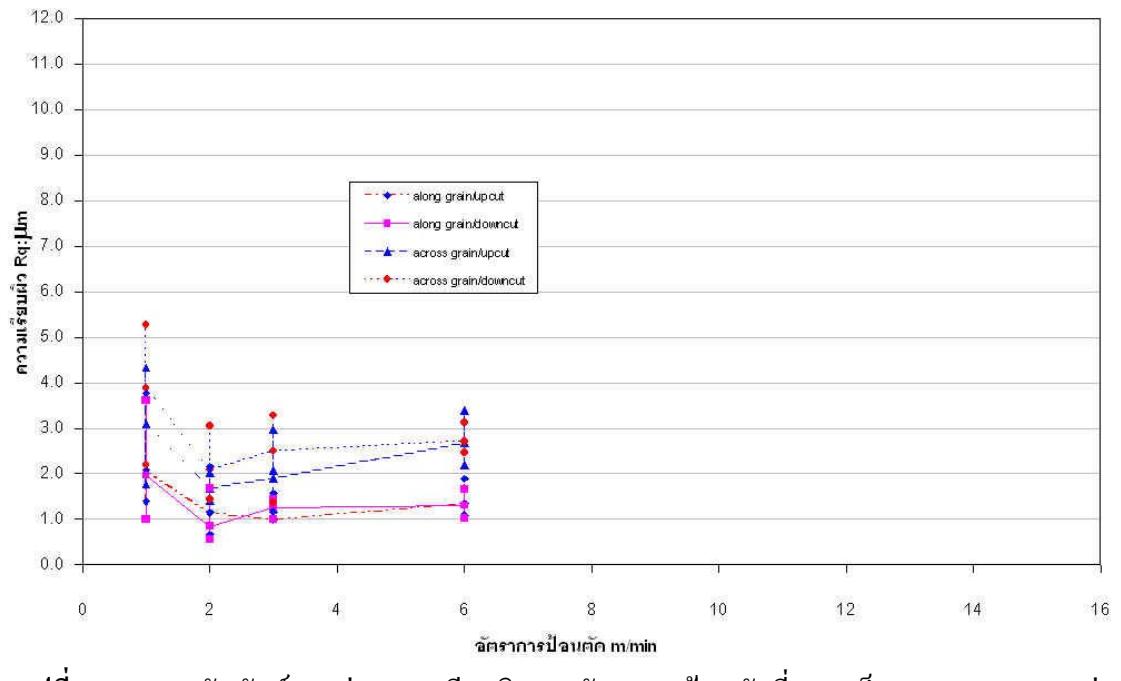


รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที



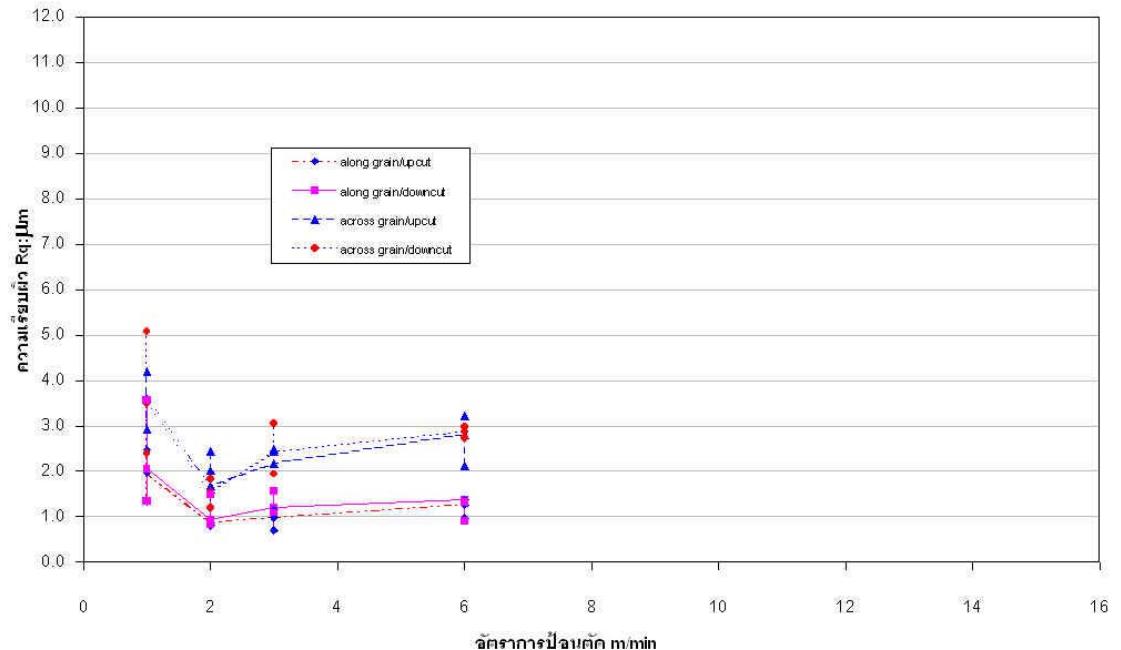
รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 14,000 รอบต่อนาที

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นตัดที่ความเร็วรอบ 16,000 rpm



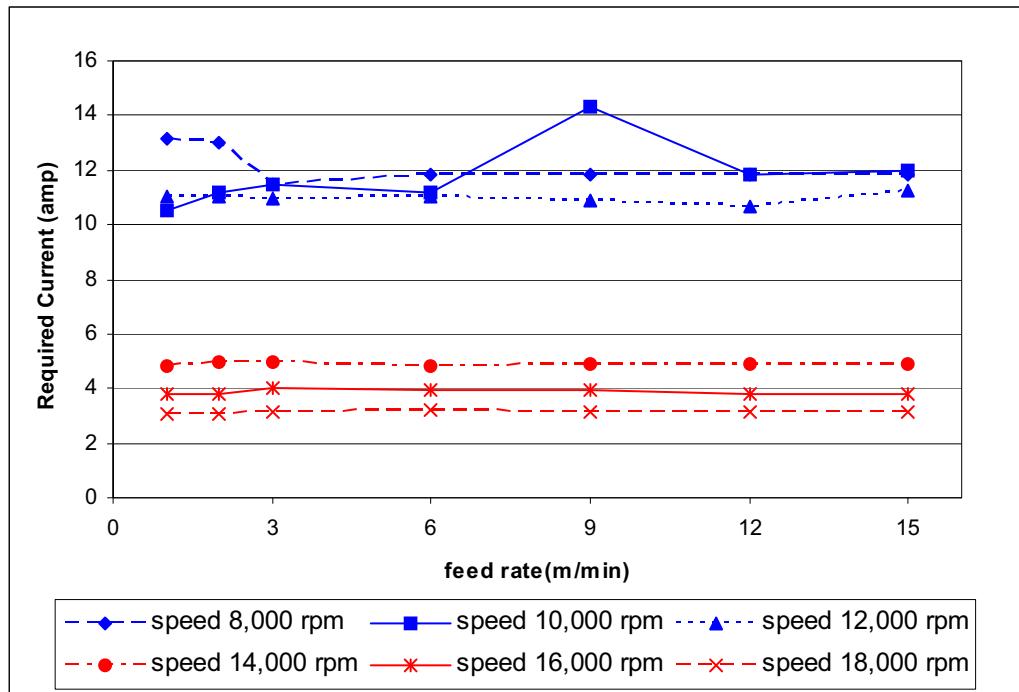
รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นตัดที่ความเร็วรอบ 16,000 รอบต่อนาที

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นตัดที่ความเร็วรอบ 18,000 rpm

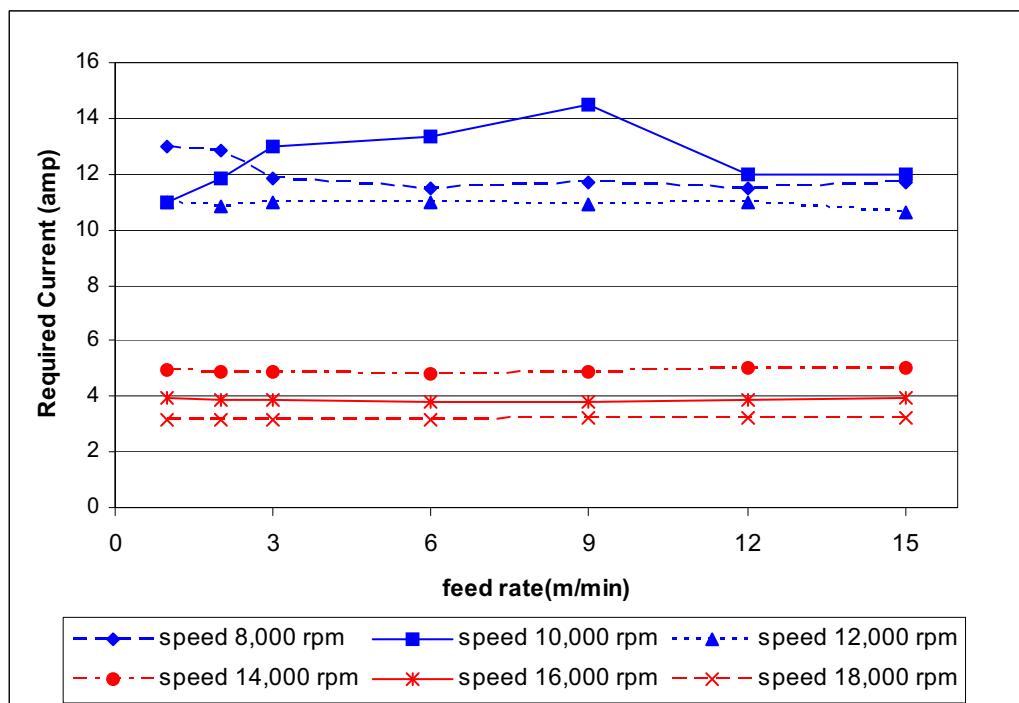


รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นตัดที่ความเร็วรอบ 18,000 รอบต่อนาที

4.3.1.2 อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการป้อนกัดที่มีต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้



รูปที่ 4.34 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบสวนทิศทางการป้อน



รูปที่ 4.35 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบตามทิศทางการป้อน

จากรูปที่ 4.34 และ 4.35 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการกัดแบบส่วนทิศทางการป้อนและตามทิศทางการป้อนตามลำดับ จากรูปดังกล่าวเห็นได้ว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกับที่ผ่านมา คือการกัดที่ความเร็วรอบสูงจะใช้กระแสไฟฟ้าน้อยเพราะปริมาณกระแสไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของมอเตอร์มากกว่าภาระที่กระทำกับใบมีด

4.3.2 กรณีใบมีดลักษณะคอมตั้ครูปร่าง (Profile)

4.3.2.1 อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการป้อนกัดที่มีต่อคุณภาพผิวชิ้นงานหลังการกัด

สภาพผิวชิ้นงานที่ได้จากการกัดโดยใช้ใบมีดทั้งสetenครั้วไปด้วยคอมตั้ครูปร่างแบบถอดเปลี่ยนได้ แสดงในตารางที่ 4.5 จากตารางดังกล่าวจะเห็นว่าความเร็วรอบสูงสุดของใบมีดที่ใช้จะเท่ากับ 14,700 รอบต่อนาทีเท่านั้น ในขณะที่ใบมีดแบบอื่นๆจะทำการทดลองที่ความเร็วรอบสูงสุดเท่ากับ 18,000 รอบต่อนาที ทั้งนี้เพราะจากที่กล่าวในบทที่ 3 เนื่องจากข้อจำกัดในการหาใบมีดที่ใช้ในการทดลอง ใบมีดที่ใช้ในการปฏิบัติจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 22 มิลลิเมตร ซึ่งใหญ่กว่ากรณีอื่นที่มีขนาดเพียง 18 มิลลิเมตร เพื่อให้ความเร็วตัด (ความเร็วเชิงเส้น) สูงสุดไม่เปลี่ยนแปลง จึงกำหนดความเร็วรอบของใบมีดแตกต่างจากกรณีอื่นตามค่าที่แสดงในตาราง 4.5 จากการสังเกตผลที่ได้ในตาราง สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการสังเกตสภาพผิวชิ้นงานที่ได้จากการกัดโดยใช้ใบมีดทั้งสetenครั้วไปด้วยคอมตั้ครูปร่างแบบถอดเปลี่ยนได้

Cutting direction	Speed (rpm)	feed (m/min)													
		1		2		3		6		9		12		15	
		Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut
Along grain	8000	*	✓	①	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	10000	*	✗	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	12000	①	✓	①	✓	○	✓	①	✓	*	✓	*	✓	①	✓
	13100	*	✓	*	✓	○	✓	①	✓	*	✓	*	✓	○	✓
	14000	*	✓	①	✓	○	✓	○	✓	①	✓	*	✓	①	✓
	14700	*	✓	①	✓	○	✓	①	✓	*	✗	①	✓	①	✓
Across grain	8000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	10000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	12000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	13100	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	14000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	14700	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓

* = ไม่มีขีดจำกัด

① = มีขีดจำกัดที่เล็กน้อย

○ = มีขีดจำกัดที่ปานกลาง

△ = มีขีดจำกัดมาก

✓ = ไม่มีการรักษา

✗ = มีการรักษาตามแนว刃

⊗ = มีการหลุดของเนื้อไม้

หมายเหตุ รายละเอียดของสัญลักษณ์อยู่ในภาคผนวก ก.

- บุญของเนื้อไม้

การสังเกตการเกิดบุญบนผิวไม้ที่เงื่อนไขการกัดต่างๆ พบว่าการเกิดบุญไม้ของใบมีดคมตัดรูปร่างจะเกิดขึ้นได้ยากกว่าคุณตัดตรง แต่จะเป็นบุญปริมาณน้อยๆ ในขณะที่กรณีคมตัดตรงเมื่อเกิดบุญขึ้นจะเกิดขึ้นในปริมาณมาก เนื่องจากว่าการเกิดบุญจะสัมพันธ์กับระยะเวลาลึกดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้นั้นคือ กรณีคมตัดแบบรูปร่างที่มีระยะเวลาลึกของส่วนบนคมตัดมากทำให้มีบุญเกิดขึ้นในปริมาณที่น้อยกว่านั้นเอง

- ความเสียหายของไม้

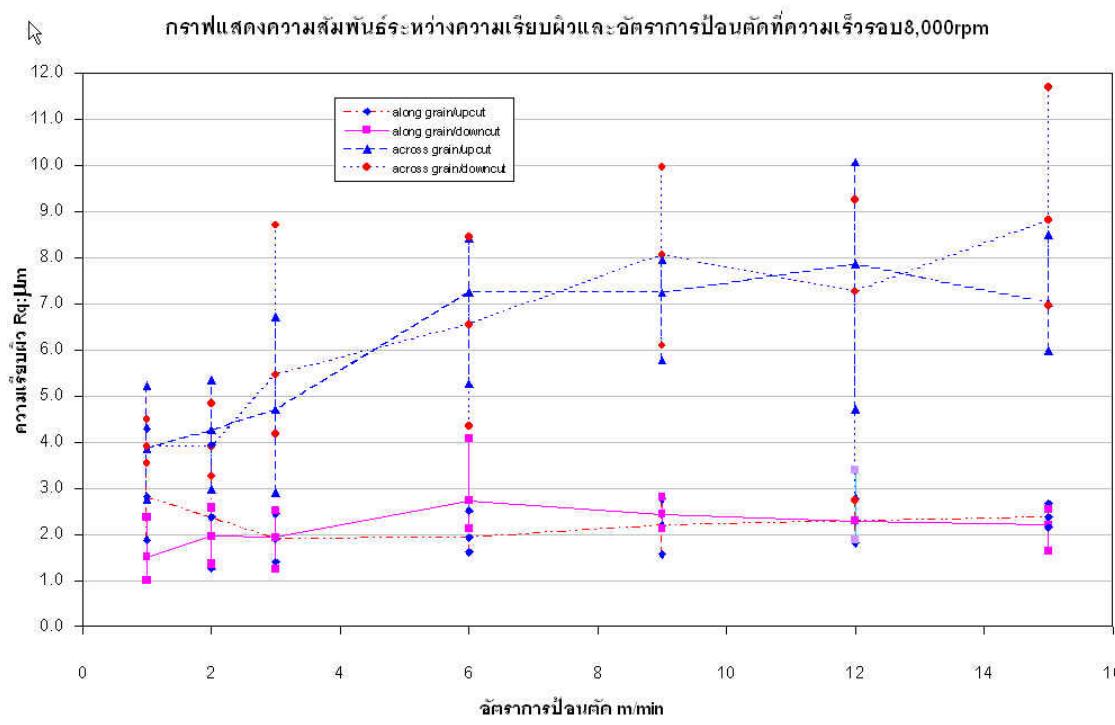
จากตารางที่ 4.5 พบว่ากรณีคมตัดรูปร่างจะสามารถกัดชิ้นงานโดยใช้อัตราการป้อนกัดสูงๆ ได้ในขณะที่ในกรณีคมตัดตรงเมื่อกำหนดอัตราการป้อนกัดสูงกว่า 9 เมตรต่อนาทีจะไม่สามารถกัดชิ้นงานได้ เนื่องจากเกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงของเครื่องซีเอ็นซี ซึ่งน่าจะมีสาเหตุจากช่องว่าง (Gap) ระหว่างใบมีดกับตัวจับยีด (Tool holder) ตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ก่อนหน้า ทั้งนี้ในกรณีของงานวิจัยนี้ การใช้ใบมีดที่มีคมตัดรูปร่างจะเกิดการสั่นสะเทือนน้อยกว่า เพราะขนาดเด่นผ่านศูนย์กลางใบมีด ซึ่งหมายถึงขนาดของใบมีดที่ใช้ใหญ่กว่ากรณีคมตัดตรง ทำให้การยึดใบมีดสามารถใช้สกรูที่มีขนาดใหญ่กว่า และยึดได้มั่นคงกว่ากรณีคมตัดตรง ส่งผลให้การสั่นสะเทือนขณะทำการกัดลดลงนั้นเอง อย่างไรก็ตามเมื่อกำหนดอัตราการป้อนกัดสูงกว่า 9 เมตรต่อนาที แนวโน้มการหลุดของเนื้อไม้เกิดได้มากขึ้นเนื่องจากการสั่นสะเทือนที่มากขึ้นตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ก่อนหน้า

- รอยไฟมัมนผิวไม้

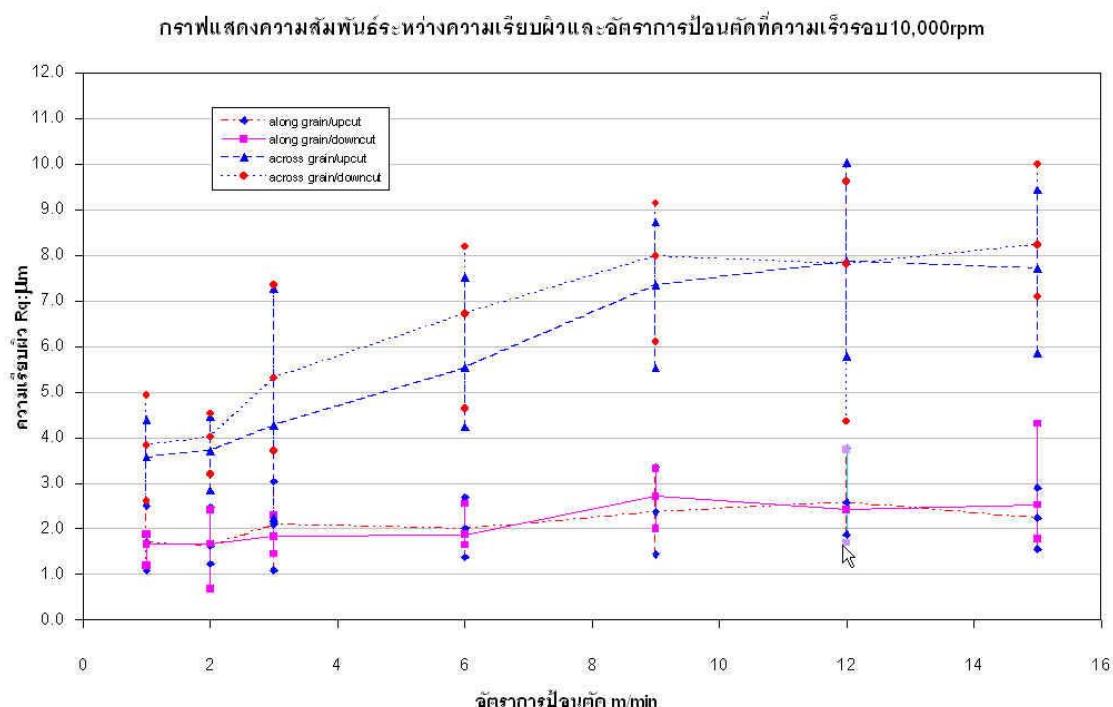
ไม่พบรอยไฟเม็กซ์ในช่วงความเร็วออบที่สามารถทำการกัดได้

(v) ความเรียบผิวชิ้นงาน

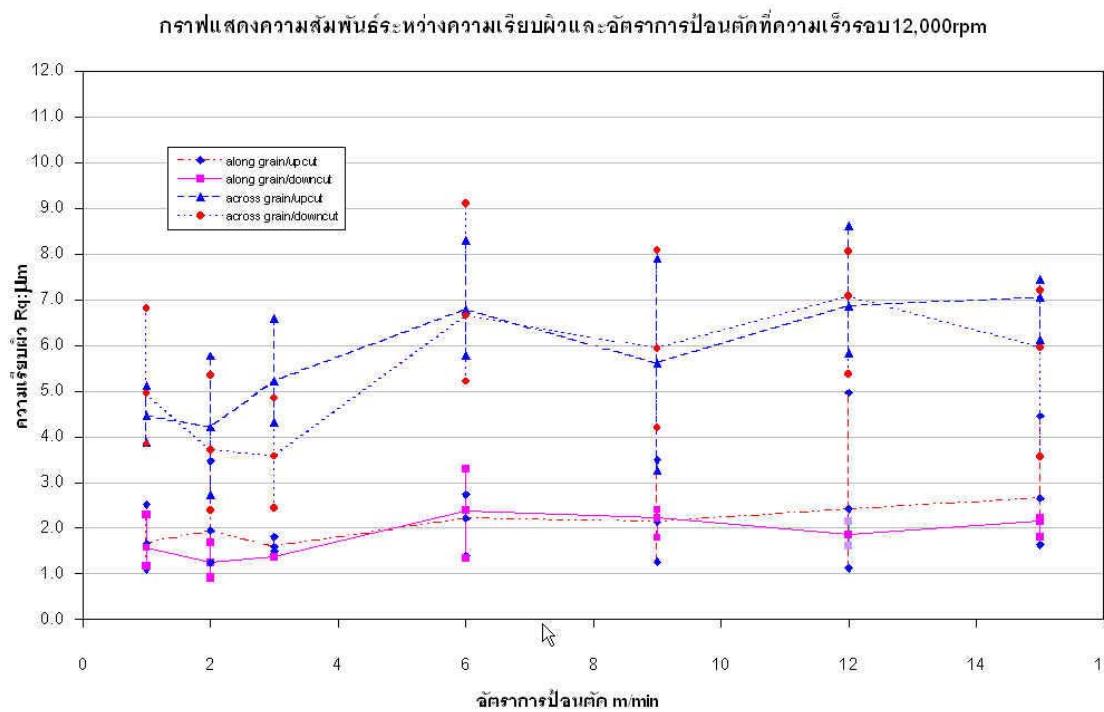
ค่าความเรียบผิวของชิ้นงานที่ได้จากการกัดโดยใช้ใบมีดทั้งสetenครั้งไปด้วยคมตัดรูปร่างแบบเชื่อมติด แสดงในรูปที่ 4.36-4.41 จากรูป พบว่ากรณีการกัดแบบส่วนทิศทางการป้อนและตามทิศทางการป้อนมีแนวโน้มของความเรียบผิวที่ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งเมื่อเทียบกับความเรียบผิวของใบมีดแบบคมตัดตรง ความเรียบผิวที่ได้มีค่าสูงกว่าเล็กน้อยโดยเฉพาะในกรณีของการกัดบางเสี้ยน ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการกรณีของคมตัดรูปร่าง ระยะเวลาลึกเฉลี่ยของใบมีดจะมีค่ามากกว่ากรณีคมตัดตรง ทำให้ผิวที่ได้หยาบกว่าเล็กน้อย และเมื่ออัตราการป้อนกัดสูงขึ้น ผิวที่ได้มีแนวโน้มหยาบขึ้น เห็นได้ชัดเจนกับกรณีที่ใช้ใบมีดแบบอื่นๆ



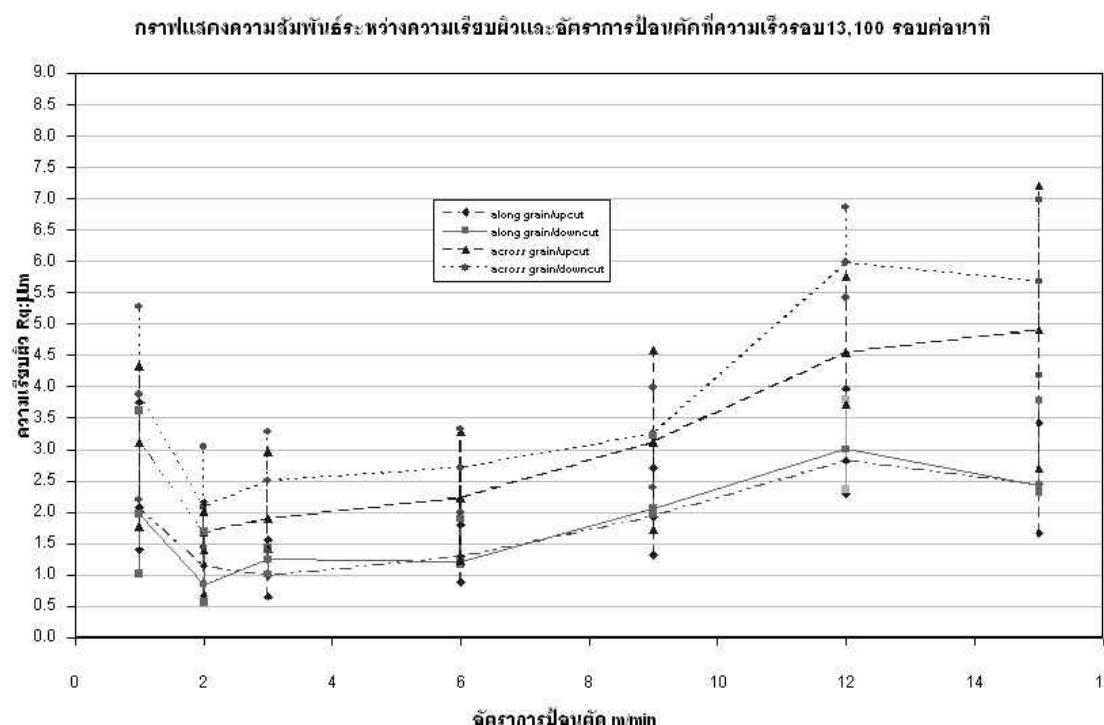
รูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการป้อนกัดที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที



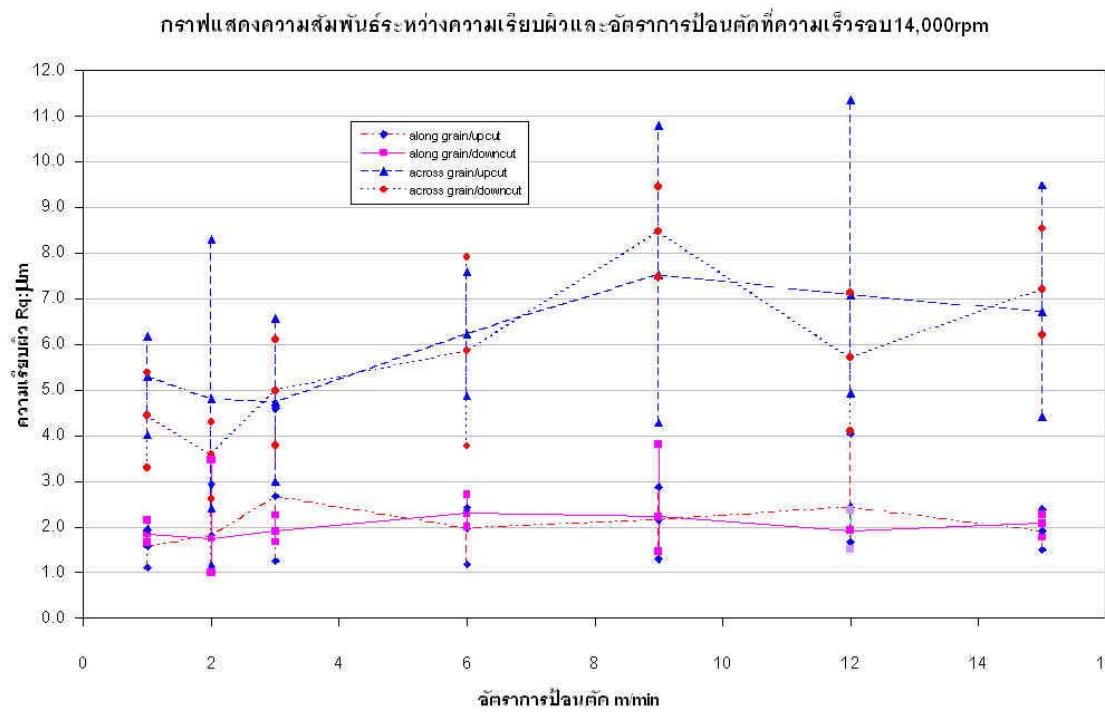
รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการป้อนกัดที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที



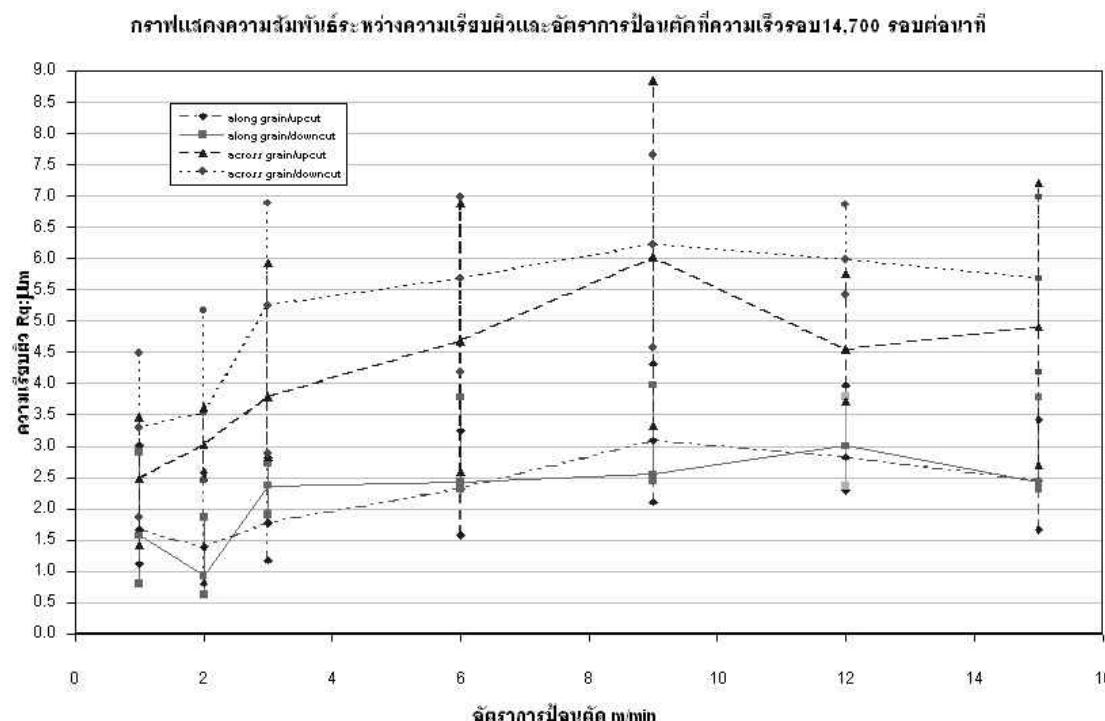
รูปที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที



รูปที่ 4.39 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นกัดที่ความเร็วรอบ 13,100 รอบต่อนาที

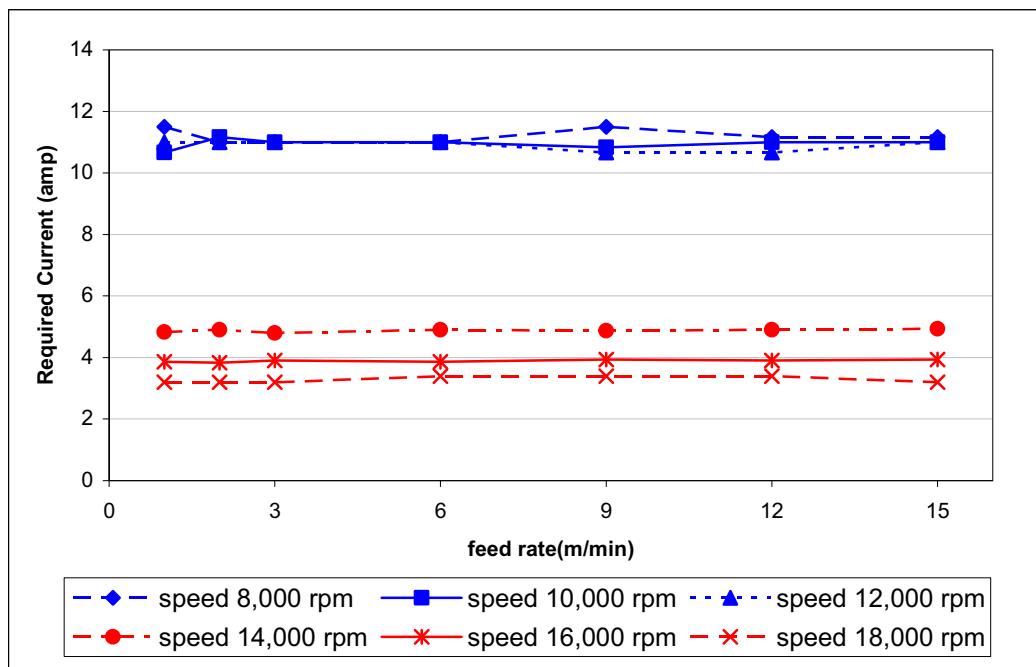


รูปที่ 4.40 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นตัดที่ความเร็วรอบ 14,000 รอบต่อนาที

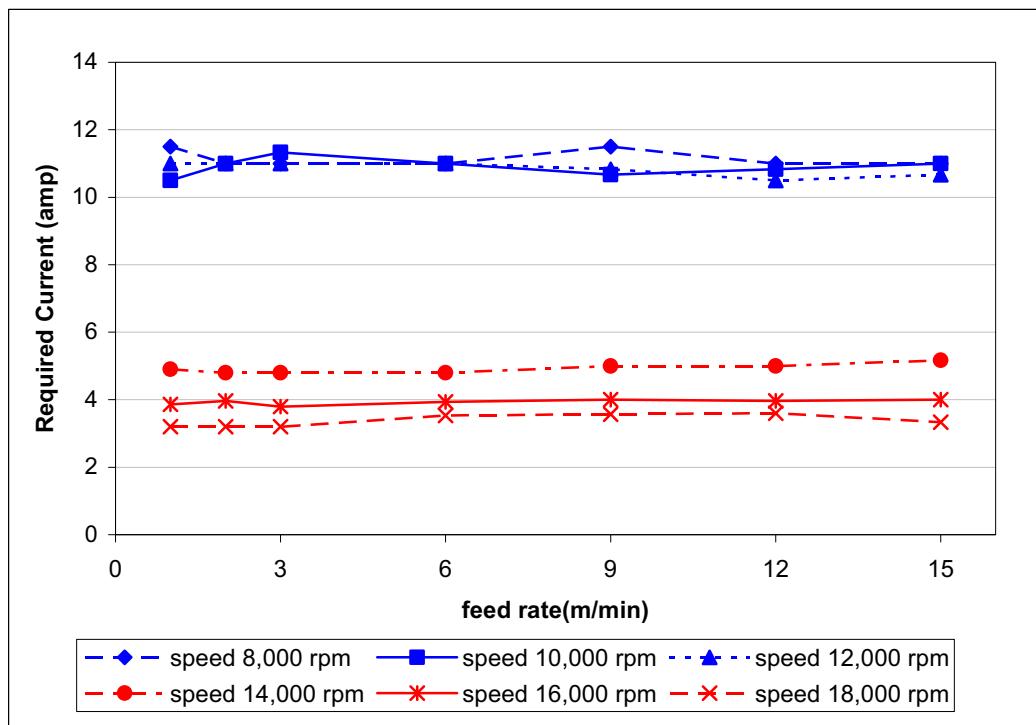


รูปที่ 4.41 ความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและอัตราการปื้นตัดที่ความเร็วรอบ 14,700 รอบต่อนาที

4.3.2.2 อิทธิพลของความเร็วอบและอัตราการป้อนกัดที่มีต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้
จากรูปที่ 4.42 และ 4.43 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกับก่อนหน้าที่ผ่านมา



รูปที่ 4.42 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบส่วนทิศทางการป้อน



รูปที่ 4.43 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ของการกัดแบบตามทิศทางการป้อน

4.4 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบมีดและมุมตัดเฉือน (Inclination Angle)

4.4.1 คุณภาพผิวชิ้นงานหลังการกัด

- บุญของเนื้อไม้

จากการสังเกตการเกิดบุบบันพิว ไม่ที่เงื่อน ในการกัดต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.6 และ 4.7 ซึ่งเป็นการกัดไม้โดยใช้ใบมีดที่ไม่มีมุมตัดเฉือนและใบมีดที่มีมุมตัดเฉือนเท่ากับ 5 องศา ตามลำดับ จากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 และ 26 มิลลิเมตรของการกัดแบบขนาดเสี้ยนไม้และตามทิศทางการป้อนมีบุบชิ้นทุกอัตราการป้อน ทั้งนี้การทดลองนี้ได้กำหนดให้ความเร็วเชิงเส้นในการกัดของใบมีดทุกอันเท่ากัน (Linear cutting speed เท่ากัน แต่ความเร็วรอบแปรตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง) ดังนั้นการเพิ่มขนาดของใบมีดโดยที่ใช้จำนวนคอมตัดเท่าเดิม จะทำให้ระยะทางในการกัดต่อหนึ่งคอมตัด (Feed per tooth) เพิ่มขึ้นดังนั้น โอกาสที่จะเกิดการกัดชำรุดเดิมจะเกิดขึ้นน้อยลงทำให้เกิดบุบชิ้นด้วยมากขึ้น จากตารางพบว่า การมีมุมตัดเฉือนและไม่มีมุมตัดเฉือนไม่มีผลต่อการเกิดบุบอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 4.6 ผลการสังเกตสภาพผิวชิ้นงานของใบมีดแบบไม่มีมุมตัดเฉือน

Cutting direction	Dia. (mm)	feed (m/min)							
		3				9			
		Upcut		Downcut		Upcut		Downcut	
Along grain	18	*	X	○	✓	*	✓	*	✓
	22	*	X	○	✓	*	✓	○	✓
	26	*	X	○	✓	*	✓	○	✓
Across grain	18	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	22	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗
	26	*	✓	*	✓	*	⊗	*	⊗

- * = ไม่มีบุบเกิดขึ้นเลย
- = มีบุบเกิดขึ้นปานกลาง
- ✓ = ไม่มีการฉีก
- ⊗ = มีรอยฉีกตามแนว刃
- ① = มีบุบเกิดขึ้นเล็กน้อย
- △ = มีบุบเกิดขึ้นมาก

หมายเหตุ รายละเอียดของสัญลักษณ์อยู่ในภาคผนวก ก.

ตารางที่ 4.7 ผลการสังเกตสภาพผิวชิ้นงานของใบมีดแบบมีมุนตัดเฉือน (5 องศา)

Cutting direction	Dia. (mm)	feed (m/min)							
		3		9		Upcut		Downcut	
		ขุย	จิก	ขุย	จิก	ขุย	จิก	ขุย	จิก
Along grain	18	*	✓	*	✓	*	✓	○	✓
	22	*	✓	○	✓	*	✓	○	✓
	26	*	✓	○	✓	*	✗	○	✓
Across grain	18	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗
	22	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗
	26	*	✓	*	✓	*	✓	*	⊗

* = ไม่มีรอยเกิดขึ้นเลย ○ = มีรอยเกิดขึ้นเล็กน้อย

○ = มีรอยเกิดขึ้นปานกลาง △ = มีรอยเกิดขึ้นมาก

✓ = ไม่มีการจิก

✗ = มีรอยจิกตามแนวยาว

หมายเหตุ รายละเอียดของสัญลักษณ์อยู่ในภาคผนวก ก.

- ความเสียหายของไม้

ขนาดเดือนผ่านศูนย์กลางของใบมีด ไม่มีผลต่อความเสียหายของเนื้อไม้ แต่การมีมุนตัดเฉือนนี้จะไปช่วยลดการฉีกขาดของเนื้อไม้จากการณีการกัดสวนทิศทางการป้อนตัด เนื่องจากว่าใบมีดที่มีมุนตัดเฉือนทำให้แรงในการกัดคล่องและสม่ำเสมอ ทำให้การฉีกขาดของชิ้นงานลดลงดังรูปที่ 2.20 แต่ที่กรณีตามทิศทางการป้อนการมีมุนตัดเฉือนทำให้เกิดการหลุดของเนื้อไม้มากขึ้น

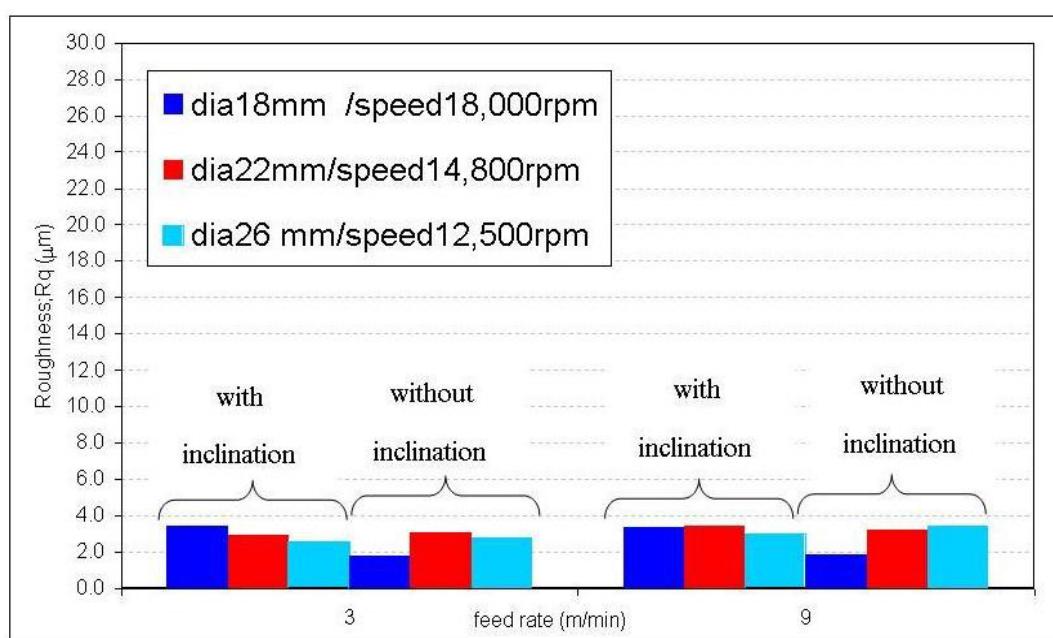
- รอยไฟไหม้บนผิวไม้

จากผลที่ได้พบว่ามีรอยไฟไหม้เกิดขึ้นที่ใบมีดเดือนผ่านศูนย์กลาง 22 และ 26 มิลิเมตร ที่อัตราการป้อนกัด 3 เมตรต่อนาที ของการกัดแบบวางเฉียงไม้ ซึ่งเกิดทั้งแบบมีมุนตัดเฉือนและไม่มีมุนตัดเฉือน

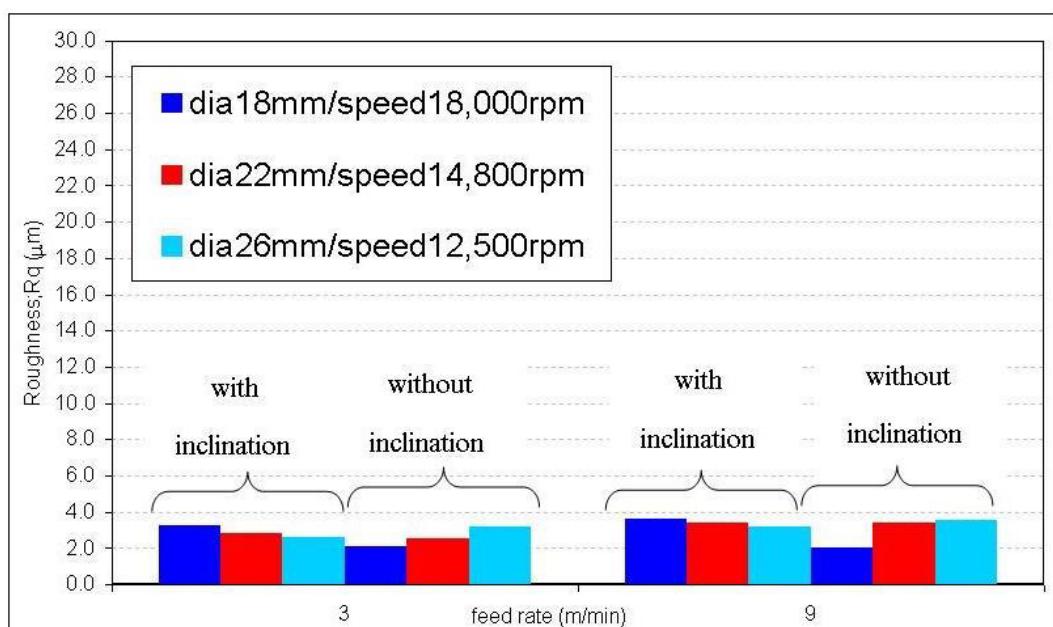
(v) ความเรียบผิวชิ้นงาน

จากรูปที่ 4.44 - 4.49 เมื่อพิจารณากรณีมีมุนตัดเฉือนและไม่มีมุนตัดเฉือนของการกัดแบบขานาเสียบไม้ทั้งกรณีการกัดสวนทิศทางการป้อนหรือตามทิศทางการป้อนพบว่า ใบมีดที่มีมุนตัดเฉือนเมื่อขนาดเดือนผ่านศูนย์กลางใบมีดเพิ่มขึ้นทำให้ความเรียบผิวดีขึ้น แต่ในส่วนของใบมีดที่ไม่มีมุนตัดเฉือนเมื่อขนาดเดือนผ่านศูนย์กลางใบมีดเพิ่มขึ้นทำให้ความเรียบผิวย่ำลง ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าแนวโน้มที่ได้มีความขัดแย้งกับทางทฤษฎี ทำให้ไม่สามารถที่จะสรุปผลของการทดลองในส่วนนี้ได้

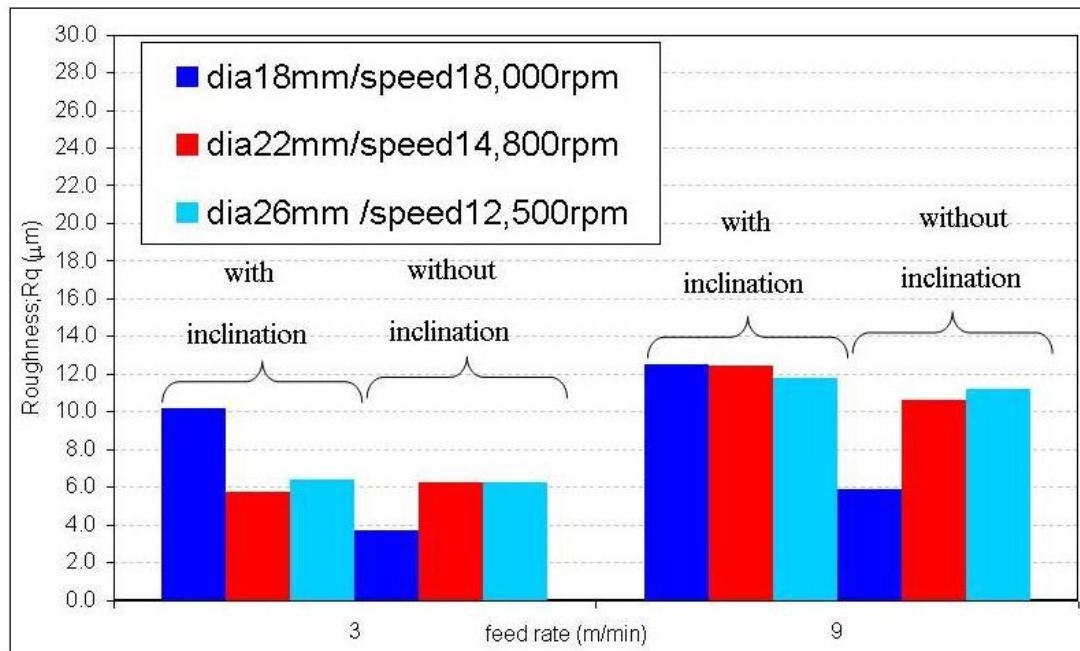
อย่างชัดเจน เนื่องมาจากความทฤษฎี เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นค่าความเรียบผิวที่ได้จะจะแย่ลง (เพราะ Cutter mark มีค่าสูงขึ้น) แต่ผลของค่าความเรียบผิวที่ได้จากการทดลองนั้นมีค่าที่แข็งกันซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า การเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างกันน้อยเกินไป ส่งผลให้การทดลองไม่สามารถที่จะสรุปได้อย่างชัดเจน



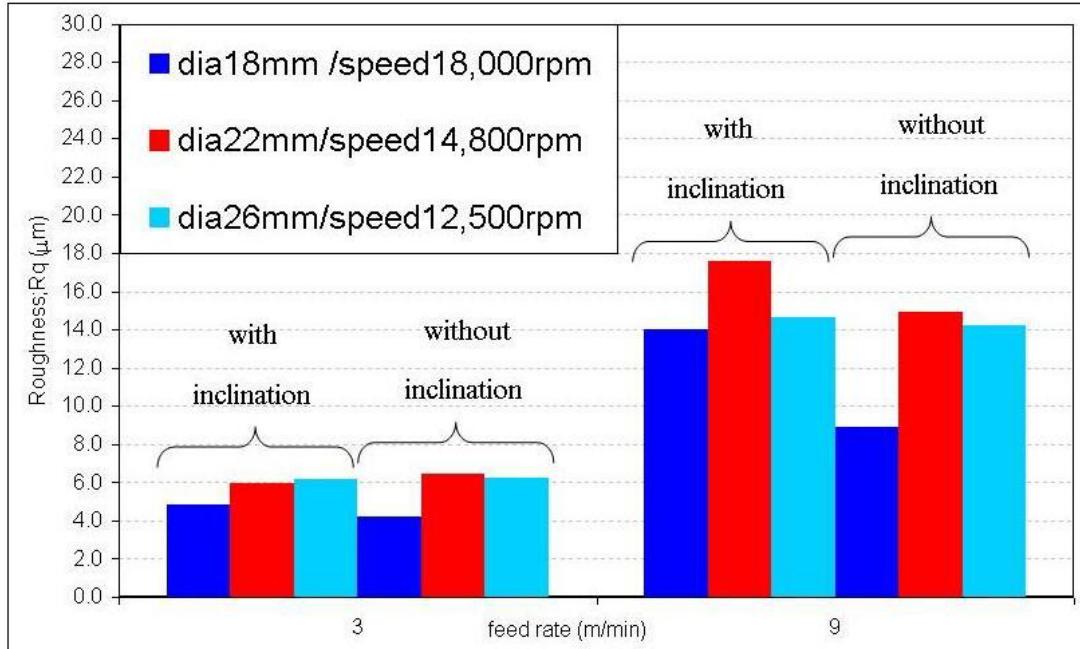
รูปที่ 4.44 อิทธิพลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดและมุมตัดเฉือนที่มีต่อความเรียบผิวโดย กำหนดค่าความเร็วในการกัดคงที่ (1020 m/min) ในการกัดขนาดเสี้ยนไม้แบบส่วนทิศทางการป้อน



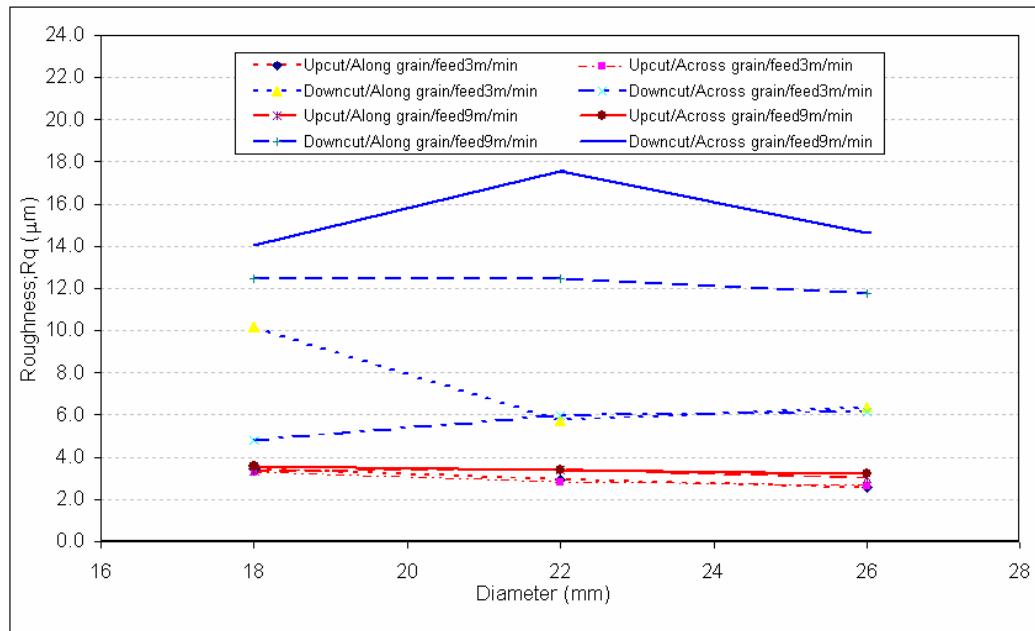
รูปที่ 4.45 อิทธิพลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดและมุมตัดเฉือนที่มีต่อความเรียบผิวโดย กำหนดค่าความเร็วในการกัดคงที่ (1020 m/min) ในการกัดขนาดเสี้ยนไม้แบบตามทิศทางการป้อน



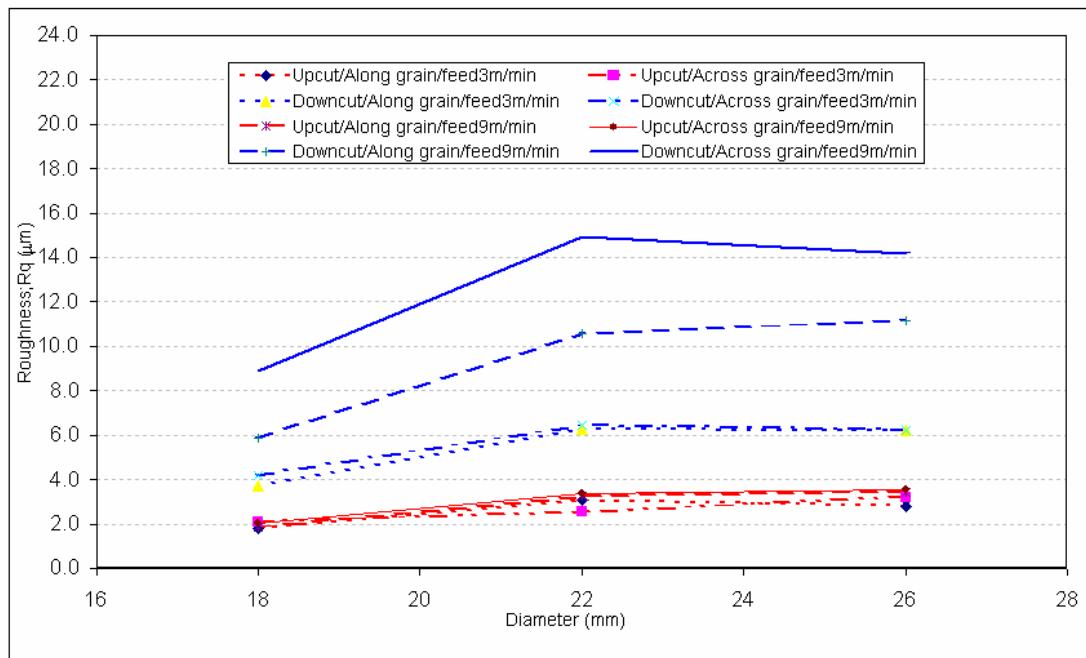
รูปที่ 4.46 อิทธิพลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดและมุนตัดเหลื่อนที่มีต่อความเรียบผิวโดย กำหนดค่า ความเร็วในการกัดคงที่ (1020 m/min) ในการกัดขวางเลี้ยว ไม้แบบสวนทิศทางการป้อน



รูปที่ 4.47 อิทธิพลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดและมุนตัดเหลื่อนที่มีต่อความเรียบผิวโดย กำหนดค่า ความเร็วในการกัดคงที่ (1020 m/min) ในการกัดขวางเลี้ยว ไม้แบบตามทิศทางการป้อน

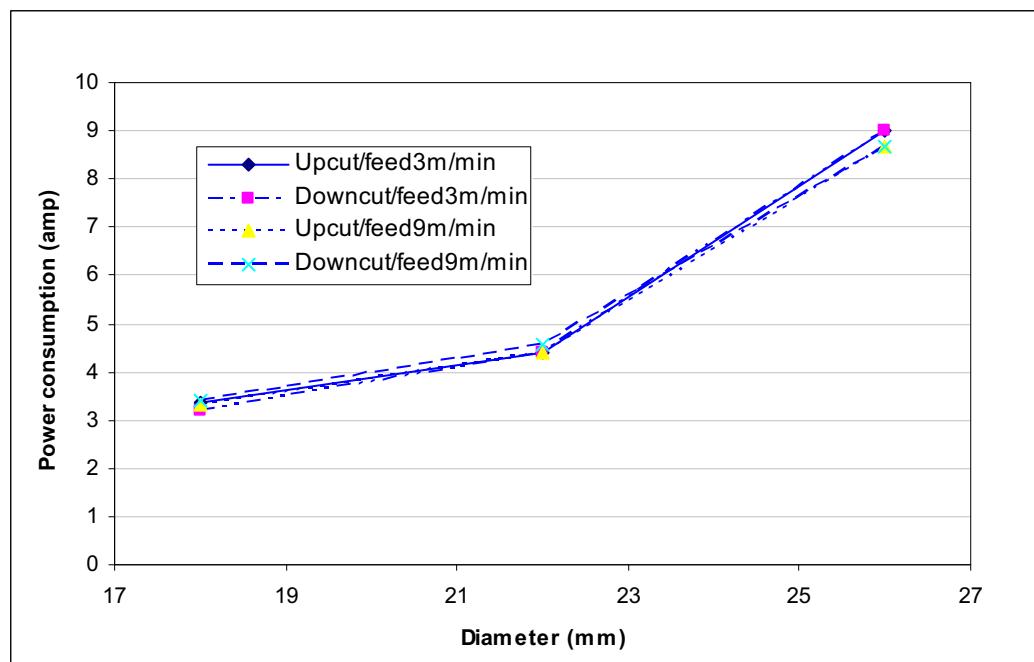


รูปที่ 4.48 อิทธิพลเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดและมุนตัดเฉือนที่มีต่อความเรียบผิวโดยใช้ในมีดแบบมีมุนตัดเฉือน

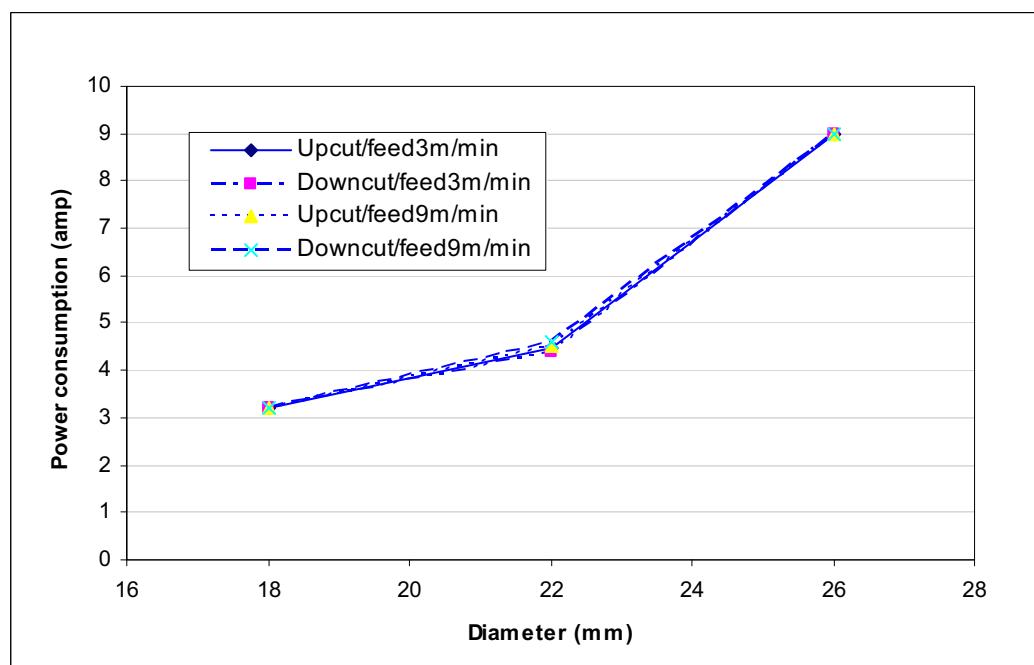


รูปที่ 4.49 อิทธิพลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดและมุนตัดเฉือนที่มีต่อความเรียบผิวโดยใช้ในมีดแบบไม่มีมุนตัดเฉือน

4.4.2 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดและมุนตัดเฉือนที่มีต่อปริมาณกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 4.50 ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดแบบมีมุนตัดเฉือน



รูปที่ 4.51 ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดแบบไม่มีมุนตัดเฉือน

รูปที่ 4.50 และ 4.51 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดกับปริมาณกระแทกไฟฟ้าที่ใช้ในการกัดชิ้นงานสำหรับกรณีที่ใช้มีดแบบไม่มีมุนตัดเฉือน เนื่องจาก 5 องค์ความถ่วง จากผลดังกล่าวจะเห็นว่าเมื่อขนาดในมีดเพิ่มขึ้นจะใช้กระแทกไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งผลที่ได้จริงๆแล้วไม่สามารถบรรบุได้ว่าเกิดจากอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในมีดเนื่องจากในการทดลองเพื่อที่จะกำหนดให้ความเร็วเชิงเส้นในการกัดคงที่ จำเป็นต้องแปรค่าความเร็ว robust ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของในมีด กรณีในมีดขนาดเล็กจะใช้ความเร็ว rob สูงกว่าทำให้ใช้ปริมาณกระแทกไฟฟ้าน้อยกว่าなんเอง เนื่องจากปริมาณกระแทกไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องซีเอ็นซีที่ใช้ในการทดลองขึ้นอยู่กับความเร็ว robust ของมอเตอร์เป็นหลัก

4.5 การใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ในการคำนวณคุณภาพผิวของไม้ที่ตัดด้วยใบมีดแบบเชื่อมติด

เนื่องจากการกัดไม้ยางพาราจะมีปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพผิวชิ้นงานที่ได้มีอยู่หลายอย่าง ด้วยกัน การกำหนดปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพผิวที่ดีที่สุดจะสามารถทำได้ค่อนข้างยาก เพราะข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่ผ่านมาจะเห็นได้ชัดเจนว่าความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ในการทำงานและคุณภาพผิวที่ได้ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (Heterogeneous) ของไม้ที่ใช้ในการทดลอง ทั้งในเรื่องของตาไม้ ทิศทางของเกรน และความแตกต่างของไม้แต่ละห้องที่มาต่อเข้าด้วยกันเป็นแผ่น (Finger joint) ที่ส่งผลต่อคุณภาพผิวที่ได้หลังจากการกัดค่อนข้างมาก ถึงแม่การทำการทดลองช้าอย่างครั้งโดยใช้หลักการทำงานสถิติจะทำให้ตัดความแปรปรวนของข้อมูลไปได้ที่ความเชื่อมั่นระดับหนึ่งแล้วก็ตาม แนวโน้มของผลที่ได้ก็ยังไม่แสดงรูปแบบที่ชัดเจน ดังนั้นในหัวข้อนี้ได้นำเสนอการนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมมาช่วยในการสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ในการกัดไม้ ได้แก่ความเร็ว robust ของในมีดและอัตราการป้อนกัดที่มีผลต่อความเรียบผิวชิ้นงาน และการเกิดความเสียหายของไม้ สำหรับการกัดโดยใช้ใบมีดทั้งสeten ควรนำไปด้วยแบบเชื่อมติดทั้งในกรณีคัมตัดตรงและคัมตัดรูป่าง ทั้งในกรณีการกัดแบบสวนทิศทางการป้อนกัด-ตามทิศทางการป้อนกัด และทั้งในกรณีของการกัดตามเส้นและการกัดขวางเส้นไม้

4.5.1 การคำนวณความเรียบผิว

ผลการใช้โครงข่ายประสาทเทียม คำนวณคุณภาพของชิ้นงานที่ได้จากการกัดแสดงในภาคผนวก ข. ซึ่งผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 4.8 ความผิดพลาดจากการทำนายผลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเทียบกับผลการทดลอง

ประเภท	กรณีไม่มีดักแบบคณิตตัดต่อ				
	กัดบนน้ำเสียงไม้		กัดขวางเสียงไม้		กัดตามทิศทาง
	กัดสวนทิศทาง	กัดตามทิศทาง	กัดสวนทิศทาง	กัดตามทิศทาง	
การป้อน	การป้อน	การป้อน	การป้อน	การป้อน	การป้อน
ความเรียบผิว	15.30%	14.60%	15.80%	19.26%	
ชุย	7.14%	28.57%	0.00%	0.00%	
นิ่กและหลุด	21.43%	0.00%	7.14%	0.00%	
กรณีมีดักแบบคณิตรูปร่าง					
ความเรียบผิว	11.35%	13.19%	18.30%	15.20%	
ชุย	7.14%	35.71%	0.00%	0.00%	
นิ่กและหลุด	21.43%	0.00%	28.57%	21.43%	

4.5.2 วิเคราะห์ผลการทำนายผลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

1. การใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำนายความเรียบผิวของใบมีดทั้งสetenครั้ง โดยมีค่าความผิดพลาดอยู่ในช่วง 0-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังอยู่ในช่วงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการวัดสำหรับการกัดแต่ละเงื่อนไข ดังนั้นความผิดพลาดในช่วงดังกล่าวในที่นี้ถือว่าเป็นช่วงที่ยอมรับได้

2. การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายชุยไม้ของใบมีดคณิตตัดต่องมีค่าความผิดพลาดอยู่ในช่วง 0-30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่มีความผิดพลาดที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากว่าในการคิดค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้น จะกำหนดค่าที่ไม่ตรงกับผลการทดลองจะให้ค่าความผิดพลาดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และถ้าตรงกับผลการทดลองก็จะให้ค่าความผิดพลาดเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นค่อนข้างสูง

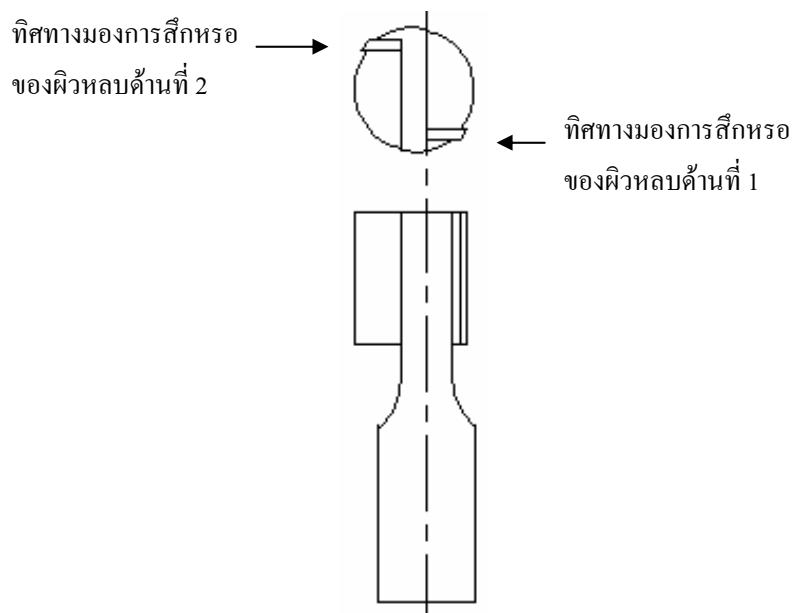
3. การใช้โครงข่ายประสาทเทียมการทำนายการนิ่กและการหลุดของเนื้อไม้ ค่าความผิดพลาดอยู่ในช่วง 0-30 เปอร์เซ็นต์ ที่ความผิดพลาดที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากเหตุผลเดียวกับการทำนายชุยไม้

4.6 การศึกษาการสึกหรอของใบมีดกัด

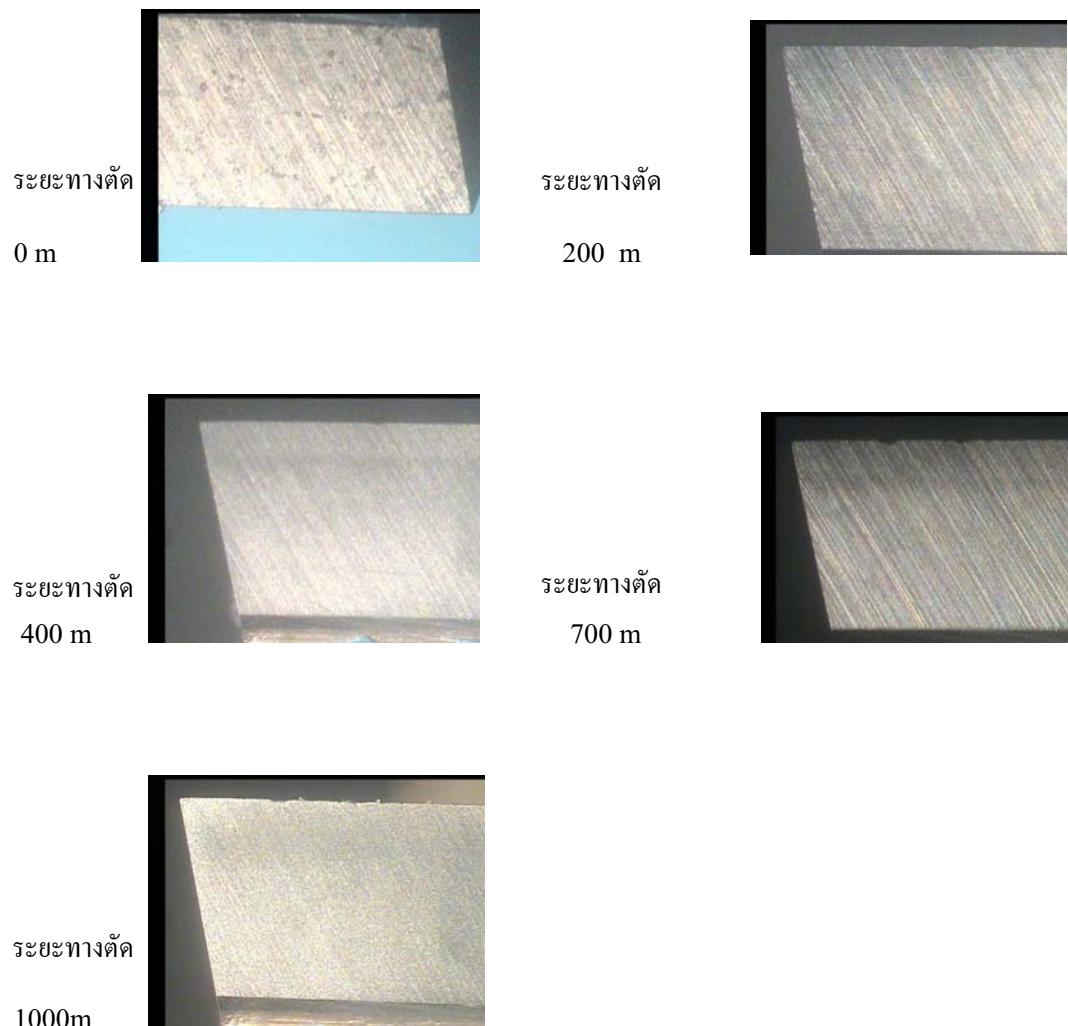
การกัดไม้ย่างพารา ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือการสึกหรอของใบมีดกัด เนื่องจากในการกัดไม้ไม่สามารถใช้สารหล่อลื่นได้อよ่างเช่นการกัดโลหะทั่วๆไป แต่เนื่องจากไม่มีความแข็งและความหนืดวนอยู่กว่าโลหะมาก ดังนั้นการกัดโดยไม่ใช้สารหล่อลื่นก็เป็นไปได้สำหรับไม้ อย่างไรก็ตามในการกัดไม้ เนื่องจากความเร็วของใบมีดและอัตราการป้อนกัดมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับการกัดโลหะโดยทั่วไป ดังนั้นอย่างการใช้งานของคอมตัดจึงไม่ยาวมากนัก ใน การกัดไม้ในภาคอุตสาหกรรมอายุของใบมีดอาจจะประมาณ 8~12 ชั่วโมงทำงาน ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในการกัด เมื่อการสึกหรอของใบมีดที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อคุณภาพผิวชิ้นงานที่ได้ ทำให้เกิดขุยมากขึ้น และเกิดความเสียหายของไม้ เช่น การฉีกหรือการหลุดของเนื้อไม้ได้ง่ายขึ้น เช่นกัน การสึกหรอของใบมีดกัดจะรุนแรงขึ้นเมื่ออัตราการป้อนกัดสูงและความเร็วของใบมีดต่ำ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการสึกหรอของใบมีดกัด ในที่นี้ได้เลือกใบมีดทั้งสองcar ใบคัมตัดตรงแบบเชื่อมติดมาทำการทดสอบ และเพื่อให้เห็นการสึกหรอได้ชัดเจน จึงเลือกเงื่อนไขในการกัดที่ความเร็วของใบมีดต่ำและอัตราการป้อนกัดสูงที่สามารถกัดชิ้นงานได้โดยไม่ก่อให้เกิดขุย คือใช้ความเร็วของใบมีด 8,000 รอบต่อนาที และอัตราการป้อนกัดที่ 9 เมตรต่อนาที ทำการกัดไม้เป็นระยะทาง 1,000 เมตร โดยจะทำการวัดการสึกหรอด้านข้างของใบมีด (Flank wear) ที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพผิวชิ้นงานที่ได้ และวัดความเรียบผิวของชิ้นงานที่ได้ พร้อมทั้งอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน (กระแสไฟฟ้าที่ใช้) ทุกๆระยะการกัด 200 เมตร

4.6.1 การสึกหรอด้านข้างของใบมีด

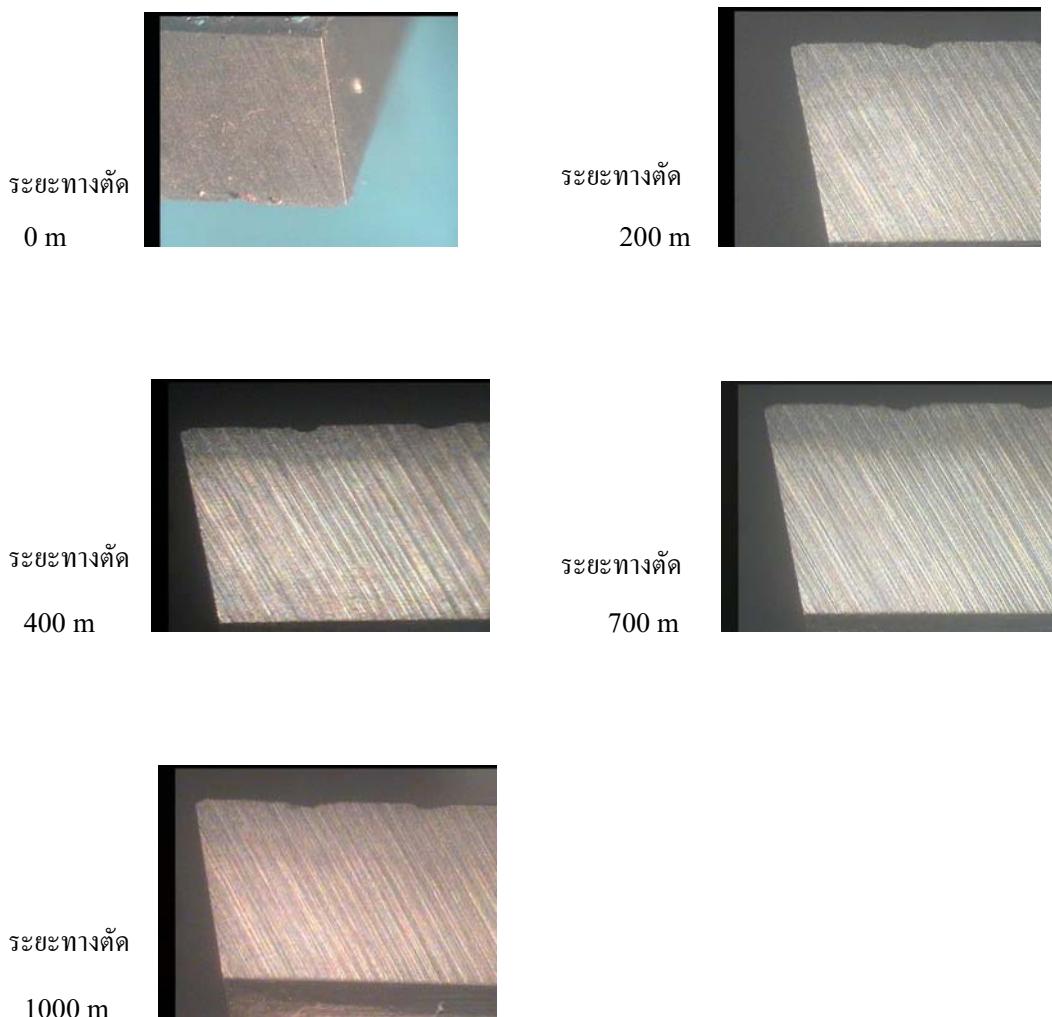
เมื่อใช้ใบมีดตัดตัดไม้ย่างพาราเป็นระยะทาง 200, 400, 700 และ 1000 เมตรแล้วนำไปส่องกล้องชุลทรรศน์วัดการสึกหรอด้านข้าง ตามทิศทางการมองในรูปที่ 4.52 จะได้ผลดังรูปที่ 4.53 และ 4.54



รูปที่ 4.52 แสดงทิศทางการมองการส่องหรือด้านข้างของใบมีด



รูปที่ 4.53 ภาพถ่ายเพื่อแสดงการส่องหรือของใบมีดตัดด้านที่ 1



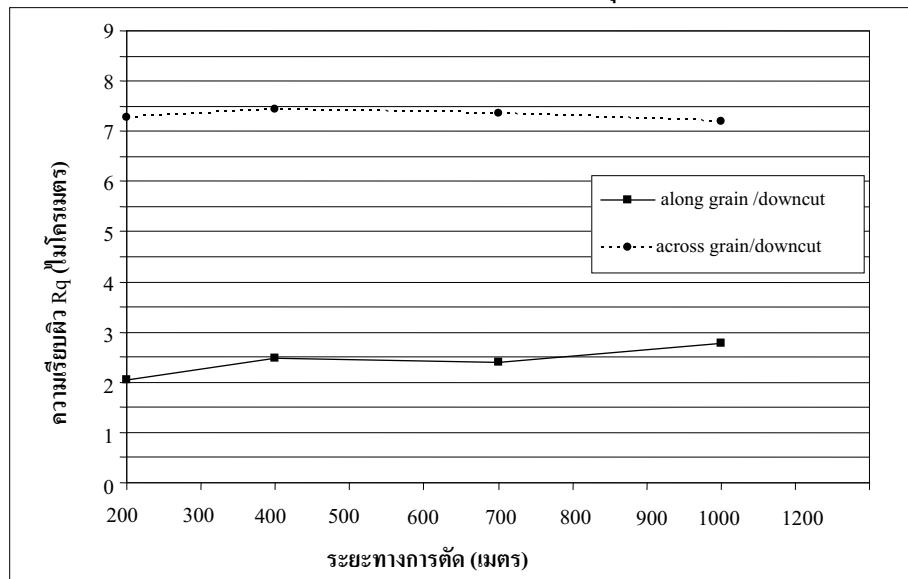
รูปที่ 4.54 ภาพถ่ายเพื่อแสดงการสึกหรอของใบมีดตัด ด้านที่ 2

จากการถ่ายภาพตามตัดของใบมีดกัด หลังจากการกัด 1,000 เมตร จะไม่สามารถสังเกตเห็น การสึกหรอของใบมีดได้อย่างชัดเจน หรืออาจกล่าวได้ว่าการกัดเป็นระยะทาง 1,000 เมตรยังไม่ส่งผล ต่อการสึกหรอของใบมีด

4.6.2 ความเรียบผิวของไม้หลังการกัด

เมื่อใช้ใบมีดตัดตัดไม้ยางพาราเป็นระยะทาง 200, 400, 700 และ 1000 เมตร แล้วนำไม้ที่ได้ จากการกัดที่ระยะทางต่างๆ ไปทำการวัดค่าความเรียบผิวพบว่าได้ผลดังรูปที่ 4.55 จากรูปดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ค่าความเรียบผิว (Rq) ของไม้ในกรณีการกัดแบบบนนาเสียงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อระยะทางในการกัดเพิ่มขึ้น ในขณะที่การกัดแบบขวางเสียงไม่นั้น ค่าความเรียบผิวที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงน้อย

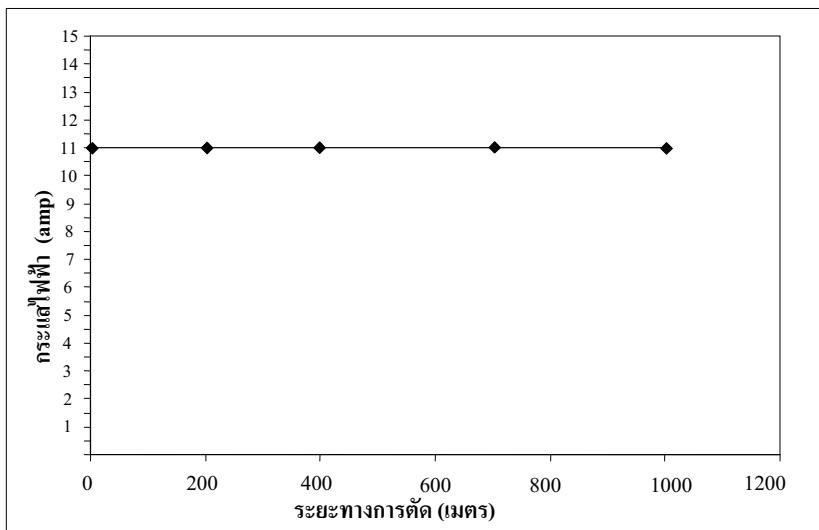
มากเมื่อระยะทางในการกัดเพิ่มขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่าในช่วงของการกัดเป็นระยะ 1,000 เมตรนั้น การสึกหรอที่เกิดขึ้นของใบมีดมีน้อยมากจนแทบไม่ส่งผลต่อคุณภาพผิวของไม้ที่ได้



รูปที่ 4.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเรียบผิวและระยะทางการกัดไม้

4.6.3 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้

ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้เมื่อใช้ใบมีดกัดไม้ยางพาราเป็นระยะทาง 200, 400, 700 และ 1000 เมตร แสดงในรูปที่ 4.56 จากรูปดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนว่าการกัดไม้เป็นระยะทาง 1,000 เมตร ไม่ส่งผลให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องซีเอ็นซีใช้เปลี่ยนแปลงไป อาจกล่าวได้ว่าการสึกหรอของใบมีดที่เกิดขึ้นส่งผลต่อแรงที่ใช้ในการกัดน้อย จนกระทั่งไม่สามารถวัดได้จากการกระแสไฟฟ้าที่เครื่องใช้อาย่างไรก็ตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องซีเอ็นซีที่ใช้ในการทดลองนี้ จะมีอัตราส่วนกับประสิทธิภาพของมอเตอร์ของแกนหมุนหลัก (Main Spindle) เป็นหลัก ดังนั้นหากการสึกหรอยังคงเกิดขึ้นอย่างชัดเจน จะไม่สามารถวัดได้จากการกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนไป



รูปที่ 4.56 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้ากับระยะทางการกัด

จากการทดลองในส่วนของการสึกหรอของใบมีด จะเห็นได้ว่าถึงแม้เงื่อนไขในการกัดที่เดียวกันมาทำการทดลองจะเป็นเงื่อนไขที่น่าจะทำให้การสึกหรอเกิดขึ้นค่อนข้างรุนแรงก็ตาม แต่จากการทดลองกัดไม้เป็นระยะทาง 1,000 เมตร ยังไม่สามารถตรวจวัดการสึกหรอได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการสึกหรอของใบมีดในช่วงแรกจะเกิดที่บริเวณ Nose ของใบมีด ซึ่งจะส่งผลให้ Nose radius หรือ Nose width มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นการวัดระยะการสึกหรอด้านข้าง (Flank wear) จึงยังไม่สามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามในช่วงที่ทำการทดลองกัดไม้ 1,000 เมตร การสึกหรอที่เกิดขึ้นก็น้อยมากจนไม่ส่งผลต่อกุณภาพผิวไม้ที่ให้เห็นได้อย่างชัดเจน ในขณะที่ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยขึ้นนี้ จำเป็นต้องพิจารณาถึงอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อการสึกหรอของใบมีดคดด้วยเช่นกัน เพื่อหาเงื่อนไขการกัดที่ทำให้เกิดคุณภาพระหว่างคุณภาพผิวไม้ที่ได้ อัตราการผลิต และการสึกหรอของใบมีด จากการศึกษานะเพิ่มเติมพบว่าการสึกหรอของใบมีดกัดไม้จะเกิดขึ้นชัดเจนถ้าอัตราการป้อนกัดสูงหรือต่ำมากเกินไป [22, 23] ซึ่งต่างจากการกัดโลหะที่การสึกหรอรุนแรงเมื่ออัตราการป้อนกัดสูง ทั้งนี้เนื่องจากในการกัดไม้ไม่สามารถใช้สารหล่อลื่นได้ ดังนั้นถ้ากำหนดอัตราการป้อนกัดที่ช้าเกินไปจะทำให้ความร้อนจากการกัดสะสมที่ใบมีด ส่งผลให้การสึกหรอที่เกิดขึ้นรุนแรง ดังนั้นในการกัดไม้ การสึกหรอของคอมตัดของใบมีดไม่ใช่เกณฑ์หลักในการพิจารณาเงื่อนไขในการกัดที่เหมาะสม ทั้งนี้ เพราะถ้าพิจารณาจากผลที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าถ้าขีดคุณภาพผิวของชิ้นงานที่ได้เป็นเกณฑ์ อัตราการป้อนกัดต่ำกว่าจะให้คุณภาพผิวชิ้นงานที่ดีกว่าหากไม่เกิดรอยใหม่บนผิวไม้ แต่อัตราการป้อนกัดที่ต่ำหมายถึงถึงอัตราการผลิตที่ต่ำด้วยเช่นกัน ดังนั้นถ้าพิจารณาในแง่ของผลิตภัณฑ์ในภาคอุตสาหกรรม การเพิ่มอัตราการป้อนกัดให้สูงที่สุดที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายของไม้ เช่น การฉีก การหลุด หรือบุบมากเกินไปจนส่งผลกระทบต่อการขัดผิว น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เพราะช่วงของอัตราการป้อนกัดที่กำหนดในงานวิจัยนี้ ยังไม่สูงเกินไปที่จะทำให้การสึกหรอของ

ในมีดเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด [22] ดังนั้นในบทสรุปของงานวิจัยชิ้นนี้ จะพิจารณาเรื่องของการกัดที่เหมาะสมโดยดูจากคุณภาพผิวชิ้นงานและอัตราการปื้อนกัดเป็นหลัก

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

5.1.1 อิทธิพลของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพผิวของชิ้นงานและกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการกัดไม้ย่างพาราด้วยใบมีดชนิดต่างๆ

1. การเกิดขุยส่วนใหญ่ของใบมีดเพชรหลายผลึกเกิดขึ้นในการกัดบางเส้นไม้ เพราะการกัดที่ใช้อัตราการป้อนกัดที่สูงทำให้ไม่สามารถกัดขุยด้านข้างของชิ้นงานได้หมด อย่างไรก็ตามขุยที่เกิดขึ้นเป็นขุยที่สามารถกำจัดออกได้ง่าย ไม่ส่งผลต่อตื้นทุนในการขัดผิวมากนัก
2. การเกิดขุยส่วนใหญ่ของใบมีดทั้งส坚韧คาร์ไบด์เกิดขึ้นในการกัดบนเส้นไม้ เพราะการกัดแบบบนเส้นไม้มักอ่อนไหวเกิดขุยที่ผิวน้ำเนื่องจากการจัดของเนื้อไม้หลังเหลืออยู่
3. การเกิดขุยส่วนใหญ่เกิดในกรณีการกัดแบบตามทิศทางการป้อนกัด (Downcut) เพราะการกัดแบบตามทิศทางการป้อนไม่มีโอกาสในการกัดซ้ำที่หน้าผิวชิ้นงานเดิม
4. ความเรียบผิวในกรณีการกัดสวนทิศทางการป้อนหรือตามทิศทางการป้อนมีลักษณะไปในทางเดียวกันคือ เมื่ออัตราการป้อนกัดสูงค่าความเรียบผิวที่ได้แต่งซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี และค่าความเรียบผิวจะแตกต่างกันชัดเจนระหว่างการกัดตามเส้นไม้และกัดบนเส้นไม้ โดยที่การกัดบางเส้นไม้ให้ผิวชิ้นงานหยาบกว่ามาก
5. การใช้ใบมีดแบบเพชรหลายผลึกจะให้ชิ้นงานที่มีความเรียบผิวดีที่สุด รองลงมาคือใบมีดทั้งส坚韧คาร์ไบด์แบบคลอดเปลี่ยนได้ และแบบเชื่อมติดตามลำดับ ทั้งนี้การใช้ใบมีดทั้งส坚韧คาร์ไบด์แบบคลอดเปลี่ยนได้จำเป็นต้องมีความต้องการจับยึดใบมีดกับ Tool Holder ให้ดี เพราะหากมีช่องว่างเกิดขึ้น หรือการจับยึดไม่แข็งแรงพอ จะเกิดการสั่นสะเทือนขึ้นได้ง่าย ส่งผลให้ผิวที่ได้หยาบขึ้นหรืออาจกะอิให้เกิดความเสียหายของเนื้อไม้ได้

6. ความเสียหายของไม้ที่ไม่สามารถแก้ไขโดยการขัดได้จะมีส่วนลักษณะคือ การฉีกของเนื้อไม้ และการหลุดของเนื้อไม้ โดยการฉีกของไม้จะเกิดขึ้นง่ายกว่าเมื่อตัดแบบสวนทิศทางการปีอน (Upcut) ส่วนการหลุดของเนื้อไม้จะเกิดขึ้นมากในกรณีตัดขวางเลี้ยน ไม่แบบตามทิศทางการปีอน
7. อิทธิพลของความเร็วรอบและอัตราการปีอนกัดที่มีผลต่อคุณภาพผิวไม้และกระแสไฟฟ้า สำหรับคอมตัดตรง (Straight) และคอมตัดแบบรูปร่าง (Profile) มีแนวโน้มเหมือนกัน แต่คอมตัดแบบรูปร่างจะเกิดชุมและการฉีกของเนื้อไม้น้อยกว่าแบบคอมตัดตรง แต่จะเกิดการหลุดของเนื้อไม้มากกว่า
8. การหลุดของเนื้อไม้ส่วนใหญ่เกิดมากกรณีใบมีดแบบถอดเปลี่ยน ได้ เนื่องจากเมื่ออัตราการปีอนกัดสูง ซ่องว่างเล็กๆระหว่างใบมีดกับตัว Tool Holder จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการสั่นสะเทือน โดยเฉพาะในกรณีของคอมตัดตรง พบว่าการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นทำให้ไม่สามารถใช้ใบมีดลักษณะดังกล่าวกัดชิ้นงานโดยใช้อัตราการปีอนกัดสูงเกินกว่า 9 เมตรต่อนาทีได้
9. ที่ความเร็วรอบในการกัดสูง มีปริมาณในการใช้กระแสไฟฟ้าในการกัดต่ำ เพราะประสิทธิภาพของมอเตอร์ของแกนหมุนหลักของเครื่องซีเอ็นซีที่ใช้มีค่าสูงที่ความเร็วรอบสูง ๆ
10. ใบมีดที่มีมุมตัดเฉือนประมาณ 5 องศา จะช่วยลดการฉีกขาดของเนื้อไม้ขณะทำการกัด เพราะการใส่มุมตัดเฉือนจะทำให้ใบหน้ามีดสามผัสดีขึ้น ไม่พร้อมกันตลอดทั้งความลึกในการกัด (Depth of Cut) ส่งผลให้ค่าแรงสูงสุดในการกัดต่ำลง การกระแสไฟฟ้าของใบมีดที่จะจัดเนื้อไม้ให้ฉีกเกิดได้ยากขึ้น
11. การเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบมีดระหว่าง 18~22 มิลลิเมตร ไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนของคุณภาพผิวไม้และกระแสไฟฟ้าที่ใช้
12. การใช้โครงข่ายประสานเทียมกำหนดครูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ กับคุณภาพผิวไม้ที่ได้สำหรับกรณีการกัดโดยใช้ใบมีดทั้งส坚韧าร์ใบเดียวแบบเชื่อมติด พบว่าโครงข่ายประสานเทียมที่สร้างขึ้น สามารถทำนายคุณภาพผิวไม้ที่ได้จากการกัดด้วยเงื่อนไขต่างๆ ได้ความแม่นยำในช่วงที่ยอมรับได้

5.1.2 การกำหนดเงื่อนไขในการกัดที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดดุลยภาพระหว่างคุณภาพผิวชิ้นงานที่ได้ อัตราการผลิต และอายุการใช้งานของใบมีด

จากที่ได้กล่าวในท้ายบทที่ 4 เนื่องจากการสึกหรอจะเกิดขึ้นรุนแรงและเกิดความแตกต่างชัดเจน เมื่อทำการกัดที่อัตราการป้อนกัดที่ต่ำหรือสูงมากเกินไป ซึ่งเมื่อมองในแง่ของภาคอุตสาหกรรม อัตราการป้อนกัดที่ต่ำถึงแม้จะให้ชิ้นงานที่มีคุณภาพผิวที่ดี แต่อัตราการผลิตก็จะต่ำตามไปด้วย ดังนั้นเงื่อนไขการผลิตที่เหมาะสมควรจะเป็นการผลิตที่สามารถใช้อัตราการป้อนกัดสูงได้ โดยไม่ทำให้ไม่ได้เกิดความเสียหาย เช่น การฉีกหรือการหลุด หรือทำให้เกิดขุยขึ้นมากเกินไปจนส่งผลกระทบต่อต้นทุนการซื้อขาย นอกเหนือจากนั้นถ้าพิจารณาในแง่ของต้นทุนพลังงาน การเลือกความเร็วรอบที่สูงก็เป็นปัจจัยที่สำคัญ เพราะ (ในกรณีของเครื่องซีเอ็นซีที่ใช้ในการทดลอง) มอเตอร์ของแกนหมุนจะมีประสิทธิภาพสูงที่ความเร็วรอบของการหมุนสูงๆ ในส่วนของอัตราการป้อนกัดที่กำหนดในการวิจัยนี้ก็ไม่ได้มีค่าสูงจนเกินไปจนจะทำให้การสึกหรอเกิดขึ้นรุนแรง ดังนั้นการกำหนดเงื่อนไขในการกัดที่เหมาะสมจะพิจารณาจากคุณภาพผิวไม่ อัตราการผลิต (อัตราการป้อนกัด) และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เป็นหลัก จากการพิจารณาจะได้ข้อมูลการกำหนดเงื่อนไขในการกัดที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การกำหนดเงื่อนไขในการกัดที่เหมาะสมของใบมีดแบบเพชรหลายผลีกและใบมีดทั้งสแตนคาร์ไบด์

วัสดุทำใบมีด		ข้อมูลพิจารณาเป็นหลัก	Dia. (mm)	ความเร็ว รอบ N (rpm)	อัตราการ ป้อนกัด f(m/min)	Remark
Poly-Crystal Diamond (PCD)		★ คุณภาพผิว	18	15,000	8	-
		อัตราการผลิต+คุณภาพผิว	18	15,000	15	-
		อัตราการผลิต+ปริมาณ กระแสไฟฟ้าที่ใช้	18	21,000	12	มีขุยเล็กน้อย
Tungsten Carbide (TC)	Brazing Type Straight	★ คุณภาพผิว	18	18,000	1	อาจเกิดการ สึกหรอสูง
		อัตราการผลิต+คุณภาพผิว	18	16,000	12	-
		อัตราการผลิต+ปริมาณ กระแสไฟฟ้าที่ใช้	18	18,000	15	-

**ตารางที่ 5.1 การกำหนดเงื่อนไขในการกัดที่เหมาะสมของใบมีดแบบเพชรหลายนิลิกและใบมีดทั้งสตุน
คาร์ไบด์ (ต่อ)**

วัสดุที่ใบมีด	ข้อมูลพิจารณาเป็นหลัก	Dia. (mm)	ความเร็ว รอบ N (rpm)	อัตราการ ปั๊นกัด f(m/min)	Remark	
Tungsten Carbide (TC)	Brazing Type Profile	★ คุณภาพผิว	18	14,000	1	อาจเกิดการ สึกหรอสูง
		อัตราการผลิต+คุณภาพผิว	18	18,000	9	-
		อัตราการผลิต+ปริมาณ กระแทกไฟฟ้าที่ใช้	18	18,000	12	มีขยะเล็กน้อย
	Turnover Type Straight	★ คุณภาพผิว	18	18,000	2	อาจเกิดการ สึกหรอสูง
		อัตราการผลิต+คุณภาพผิว	18	18,000	6	-
		อัตราการผลิต+ปริมาณ กระแทกไฟฟ้าที่ใช้	18	18,000	6	-
	Turnover Type Profile	★ คุณภาพผิว	22	10,000	2	อาจเกิดการ สึกหรอสูง
		อัตราการผลิต+คุณภาพผิว	22	14,000	15	-
		อัตราการผลิต+ปริมาณ กระแทกไฟฟ้าที่ใช้	22	14,000	15	-

หมายเหตุ

1. เงื่อนไขที่เลือกไว้ในตาราง คือ เงื่อนไขที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหาย (การฉีก-การหลุด) ของเนื้อไม้
2. คุณภาพผิว หมายถึง พิจารณาจากความเรียบผิวและลักษณะการเกิดขุยบนผิวไม้
3. ★ หมายถึง ความเรียบผิวของชิ้นงานที่ได้มาก สามารถนำไปผ่านกระบวนการต่อไปได้โดยไม่จำเป็นต้องขัดผิวหรือขัดผิวชิ้นงานน้อยสุด
4. กรณีที่ใช้ใบมีดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างออกไปจากนี้ สามารถใช้ตารางดังกล่าวได้โดยกำหนดความเร็วรอบที่ทำให้ได้ความเร็วตัด (ความเร็วเชิงเส้น) ของคมตัดท่ากับค่าที่ระบุในตาราง

5. กรณีการเลือกใบมีดแบบ PCD มีข้อจำกัดคือ สามารถใช้ได้กับไม้ที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Uniformity) สูง เช่น ไม้จริง (Solid Wood) ที่มีตาไม้ปนอยู่น้อยๆ หรือไม้อัดและแผ่นไม้ อัดความหนาแน่นปานกลางที่มีสารปนเปื้อนน้อยเท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาอิทธิพลของมุนต่างๆ ของใบมีดที่มีผลต่อคุณภาพผิวของไม้เพิ่มเติม เนื่องจากมุนต่างๆ ของใบมีดก็มีอิทธิพลต่อคุณภาพผิวและการสึกหรอของคมตัด ไม่น้อยกว่าการทำหนดเงื่อนไขต่างๆ
2. การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิต โดยเฉพาะในส่วนของใบมีดเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ใบมีดแต่ละแบบ จะมีราคาที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งถึงแม้จะมีอายุการใช้งานแตกต่างกันก็ตาม การวิเคราะห์ต้นทุนจะมองเพียงแค่การสึกหรอที่เกิดจากเงื่อนไขในการกัดเพียงอย่างเดียวไม่ได้ แต่ความยากง่ายในการลับคม และจำนวนครั้งที่สามารถลับคมตัดได้ก็มีผลเช่นเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

1. Peter Koch, 1964, “**Wood Machining Processes**”, The Ronald press company, USA, pp. 1-168.
2. Jim Effner, “**Chisels on a Wheel; A Comprehensive Reference to Modern Woodworking Tools and Materials**”, Prakken Publications, Inc., USA, pp. 1-200.
3. บริษัท เอสดีพี อินเตอร์เทรด จำกัด, 2543, เอกสารประกอบหลักสูตรการสัมมนา เรื่อง”เครื่องมือตัด และเครื่องจักรกลซีเอ็นซี”.
4. A. Braghini Jr and Cielho R.T., 2001, “**An Investigation of The Wear Mechanism of Polycrystalline Cubic Boron Nitride (PCBN) Tools when End Mill Hardened Steels at Low/Medium Cutting Speed**”, International journal of advanced manufacturing technology, pp 267-285.
5. A. Aguilera, P. Martin, 2001, “**Machining Qualification of Solid Wood of Fagus Silvatica L. and Picea excelsa L.: Cutting Force, Power Requirements and Surface Roughness**”, Originalarbeiten-Originals, pp 183-195.
6. J. Palmqvist, S.-I Gustafsson, 1999, “**Emission of Dust Planning and Milling of Wood**”, Originalarbeiten-Originals, pp 213-236.
7. A. Aguilera, P.J. Meausoone, P. Martin, 2001, “**Wood Material Influence in Routing Operation: the MDF Case**”, Originalarbeiten-Originals, pp 186-201
8. J. Ratnasingam, Ma, Perkins, 1999, “**Productivity in wood machining process-a question of the simple economic**”, Originalarbeiten-Originals, pp 286-294

9. กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2540, “สอดคล้องระหว่างวิศวกรรม เล่ม 2”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 261-295
10. Office of the Rubber replanting aid fund, 2004, [Online], Available: <http://www.thailandrubber thaigov.net /New30.html> [2004 9 February]
11. Ohio State University, Machining Fundamentals, Available: <http://rclsgi.eng.ohio-state.edu/~hupp/ Manufacturing/Lec%2312 2001.ppt>, [2004 9 February]
12. Jesse Maynard, CNC system application in the wood working industrial, Available: <http://www.andamans.com/ RubWd.htm>, [2004 9 February]
13. Kalpakjian, Fundamentals of cutting and cutting tools materials and cutting fluids, <http://www.woodwideweb.com/PDFs/FIAWARDhistoryarticle11.pdf>, [2004 3 February]
14. G. Cyra, C. Tanaka, M. Yoshiro, Y. Nishino, 2001, “Effects of helical angle of router bit on acoustic emission”, Originalarbeiten-Originals, pp 54-62
15. เลิศพงษ์ ชีวพัฒนพันธุ์, 2540, “เครื่องไม้ทั่วไป”, ครุํที่ 1, สำนักพิมพ์โอดีเยนส์โตร์, หน้า 12-17
16. บรรยงค์ จงไวยรุ่งเรือง, 2537, “การศึกษาความสัมพันธ์ของส่วนโถงใบมีด ความลึกในการตัด และอัตราการเดินมีดที่มีผลต่อความเรียบผิว”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าชลบุรี, 2537, หน้า 21-45
17. นนทวัฒน์ ศรีหาคลัง และ ทรงตระกูล โสมคำ, 2545, “การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายผลกระทบของค่าพารามิเตอร์ในการกัดงานด้วยเครื่องอีดีเอ็ม”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าชลบุรี, 2545, หน้า 23-31

18. John L. Yang, Joseph C. Chen “**A Systematic Approach for Identifying Optimum Surface Roughness Performance in End-Milling Operations**”, Journal of industrial technology, Vol. 17, No.2, Feb 2001-Apr 2001
19. Armarego E.J.A, 1969, “**The Machining of Metals**”, Prentice-Hall, Inc., USA, pp. 174-188
20. Louis Lung, **What is MDF?**, <http://www.lungster.com/l/speakers/mdffaq/mdf.html> 8/3/2004, [2004 8 March]
21. B L Juneja G S Sekhon, 1987, Fundamentals of Metal Cutting and Machine Tools, New Age International (P) Limited, Publishers.
22. BC Saw & Tool Inc., “**Tool Talk: Feed Rate and Tool Wear**”, <http://www.bcsaw.com/articles/artfeb2000.htm>, 12/6/2004
23. ศิริเพ็ญ ศุภารัตนวงศ์ และศุภสิทธิ์ รอดขวัญ, “การหาสภาวะและเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดในการตัดเฉือนไม้ยางพาราด้วยเครื่องจักรกลซีเอ็นซีสำหรับงานไม้”, การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 44 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549
24. Forest Products Society, 2002, Wood Award [Online], Available: <http://www.forestprod.org/stu-awar.html>, [2002, June 15].
25. Chang-Xue, F., 2001, Surface Roughness Predictive Modeling Neural Networks versus Regression, IEE Transactions on Design and Manufacturing, pp. 84-105.
26. Heisel, U. and Krondorfer, H., 2001, Surface Method for Vibration Analysis in Peripheral Milling of Solid Wood, Institute for Machine Tools, pp. 8-21.

ภาคผนวก ก
ความเสี่ยหายของเนื้อไม้หลังการกัด