

อิทธิพลของขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมิด CBN ที่มีผลต่อความหยาบผิว  
ในการกลึงเหล็ก AISI 1050

Influence of the Cutting Edge Contact Area Size CBN Insert on Surface Roughness  
In Turning of AISI1050 Steel

มนัส ศรีสวัสดิ์<sup>1,\*</sup> เฉลิมศักดิ์ ถาวรวัตร<sup>2</sup> และ อรรถกร จันทร์ชนะ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> หลักสูตรวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

833 ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

<sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ที่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110

E-mail: manus717171@gmail.com

Manus Srisawat<sup>1,\*</sup>, Chalernsak Thavornwat<sup>2</sup> and Atthakorn Chanchana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology,

833 Rama 1 Rd., Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

<sup>2</sup> Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,

Rajamangala University of Technology Thanyaburi,

39 Moo 1, Klong 6, Khlong Luang, Pathum Thani 12110, Thailand

E-mail: manus717171@gmail.com

### บทคัดย่อ

กระบวนการกลึงงานทรงกระบอกโดยทั่วไปสามารถควบคุมคุณภาพผิวที่ค่าความหยาบผิวระหว่าง 3.2 – 0.4 ไมโครเมตร แต่ถ้ามต้องการควบคุมคุณภาพผิวงานกลึงให้ค่าความหยาบผิวดำกว่า 0.4 ไมโครเมตร จำเป็นต้องใช้กระบวนการกลึงแบบพิเศษด้วยวัสดุคมตัดพิเศษ และเพิ่มขั้นตอนการเจียรนัย โดยเฉพาะการกลึงวัสดุเหล็กกล้าที่มีความแข็งไม่มาก เช่น เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำถึงคาร์บอนปานกลาง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดขั้นตอนและลดเวลาในการผลิตชิ้นงานกลึงที่ต้องการคุณภาพผิวสูง งานวิจัยนี้ได้ศึกษากิจกรรมวิธีการในการกลึงเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำถึงปานกลางให้มีความหยาบผิวดำกว่า 0.4 ไมโครเมตร ด้วยกระบวนการกลึงเพียงกระบวนการเดียว โดยศึกษาขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดของเม็ดมิด CBN ที่มีผลต่อคุณภาพผิวงานกลึงเหล็กกล้า AISI 1050 การทดลองนี้ได้ทำการเพิ่มขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดจากเม็ดมิด CBN มาตรฐานที่มีขนาด 0 ไมโครเมตร ให้มีขนาดเท่ากับ 5, 10, 15, 20 และ 25 ไมโครเมตร กำหนดเงื่อนไขการกลึงทดลองคือ ความเร็ว

ตัด 280 เมตรต่อนาที อัตราการป้อน 0.05 มิลลิเมตรต่อรอบ ระยะป้อนลึก 0.1 มิลลิเมตร และไม่ใช้สารหล่อเย็น นำเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวมาทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการทดลองพบว่าเม็ดมีด CBN ที่มีพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเท่ากับ 0 – 20 ไมโครเมตร สามารถควบคุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่พิคัดความเผื่อ  $\pm 0.005$  มิลลิเมตรได้ และเม็ดมีด CBN ที่ถูกปรับแต่งขอบคมตัดให้มีพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเท่ากับ 15 ไมโครเมตร สามารถกลึงเหล็กกล้า AISI 1050 ที่ค่าความหยาบผิว 0.286 ไมโครเมตร ซึ่งมีคุณภาพผิวอยู่ในระดับเดียวกับผิวงานที่ผ่านกระบวนการเจียรนัย

**คำสำคัญ:** การกลึง, ขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัด, ความหยาบผิว

### Abstract

The general cylindrical turning process can control the surface quality with roughness varied between 3.2 and 0.4 micrometers. However, to control the surface quality with roughness below 0.4 micrometer, the special turning process with the special cutting material and the additional polishing process are required, especially lathing of steels with slight hardness, i.e. low- and medium-carbon steels. This research aimed to reduce the procedures and time of the turning process for a piece of work that requires high surface quality. This research also created the turning process of low- and medium-carbon steels obtaining the surface roughness below 0.4 micrometers by only one turning process. The various sizes of cutting edge contact area of CBN insert affecting the surface quality of lathed AISI 1050 steels were investigated. In this experiment, the sizes of cutting edge contact area of CBN insert were varied to be 5, 10, 15, 20 and 25 micrometers when the standard cutting edge contact area of CBN insert is 0 micrometers under specific conditions of experimental turning, i.e. cutting speed at 280 meters per minute, feeding rate at 0.05 millimeter per round, feeding depth at 0.1 millimeter without coolants. One-Way ANOVA technique was employed to test hypotheses with statistical significance at 0.05. The findings reveal that CBN inserts that had contact areas of cutting edge contact area at 0 – 20 micrometers could be used to control the diameter with tolerance  $\pm 0.005$  millimeters. Meanwhile, CBN inserts that were adjusted cutting edge contact area to have contact areas at 15 micrometers could turn AISI 1050 steel with surface roughness at 0.286 micrometers; that is, the surface quality was at the same level of surface of the cut and polished works.

**Keywords:** Turning, Cutting edge contact area, Surface roughness

## 1. บทนำ

เหล็กกล้าเป็นโลหะที่ถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเหล็กกล้ามีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดี อาทิ แรงกระแทก แรงดึง แรงอัด แรงเฉือน และมีคุณสมบัติในการต้านทานการสึกหรอ โดยเฉพาะเหล็กกล้าคาร์บอน (เหล็กกล้าที่มีธาตุคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลักและมีส่วนผสมของธาตุอื่นในปริมาณเล็กน้อย) ทำให้เหล็กกล้าคาร์บอนมีราคาถูกกว่าเหล็กกล้าทั่วไปและถูกนำไปใช้งานในภาคอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย อาทิ ส่วนประกอบของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ อุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ และอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel) เป็นเหล็กกล้าในกลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนระหว่างร้อยละ 0.3 – 0.6 และเมื่อทำการปรับปรุงสมบัติด้วยความร้อน จะทำให้ความแข็งของเหล็กเพิ่มขึ้น ทำให้ถูกนำไปผลิตเป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล อาทิ เฟือง ก้านสูบ รางรถไฟ แกนล้อ แกนเพลลา เพลาข้อเหวี่ยง [1] ในกระบวนการตัดเฉือนโลหะได้ให้ความสำคัญต่อคุณภาพของผิวงานและความแม่นยำของขนาดงาน เพราะเป็นข้อสำคัญในการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และอุตสาหกรรมการบิน [2] อย่างไรก็ตามคุณภาพของผิวงานที่ดีย่อมมาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการตัดเฉือนโดยมีรูปร่างเครื่องมือคมตัดที่เป็นบทบาทสำคัญ [3] การออกแบบ แก้ไขปรับปรุงพื้นที่สัมผัสของเครื่องมือคมตัดโดยการกำหนดขอบเขตที่แน่นอนในการตัดเฉือนวัสดุจะส่งผลต่อค่าความหยาบผิวในกระบวนการตัดเฉือน [4] โดยค่าความหยาบผิวจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และส่วนใหญ่จะส่งผลกระทบต่อค่าความต้านทานการสึกกร่อนและค่าความต้านทานการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นค่าความหยาบผิวจึงมีความสำคัญในกระบวนการตัดเฉือนเป็นอย่างมาก [5]

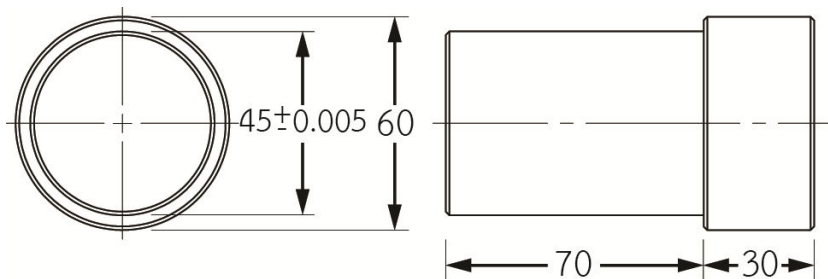
งานวิจัยที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการปรับปรุงรูปร่างเครื่องมือคมตัดเกรด CBN (Cubic Boron Nitride) ในกระบวนการตัดเฉือนวัสดุโลหะผสมนิกเกิล เกรด 718 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางการตัดเฉือนที่ส่งผลต่อการสึกหรอของคมตัด โดยมีนัยสำคัญจากรูปร่างของเครื่องมือคมตัด [6] หรือการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรในกระบวนการตัดเฉือนคือ ความเร็วตัด (Cutting Speed) อัตราป้อน (Feed Rate) ระยะป้อนลึก (Depth of Cut) ที่มีผลต่อรูปร่างของเศษกีด แรงกด การสึกหรอ และความหยาบผิว [7] การศึกษาอิทธิพลของรูปร่างขอบคมตัดต่อแรงในการตัดเฉือนของงานกลึง โดยทำการทดลองปรับเปลี่ยนมุมคายเศษตัดที่ 0, 5 และ 10 องศา พบว่าการเพิ่มมุมคายเศษส่งผลให้แรงที่ใช้ในการตัดเฉือนมีแนวโน้มลดลง [8] และการเพิ่มพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมิด CBN ที่เหมาะสมส่งผลให้คุณภาพของผิวกลึงของเหล็กกล้า S45C มีคุณภาพผิวดีขึ้น [9]

วัตถุประสงค์หลักของวิจัยคือ การศึกษากระบวนการกลึงเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI1050 ด้วยเม็ดมิด CBN ที่ทำให้ค่าความหยาบผิวต่ำที่สุด โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวมาทำการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมิด CBN ที่แตกต่างกันว่าส่งผลต่อคุณภาพของผิวงานกลึงหรือไม่ เพื่อทำการปรับแต่งขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมิด CBN ให้สามารถกลึงงานที่คุณภาพของผิวงานอยู่ในระดับเดียวกับการเจียรนัย ทั้งนี้เพื่อต้องการลดขั้นตอนการผลิต ลดเวลาการผลิต และเป็นแนวทางการปรับปรุงกระบวนการตัดเฉือนวัสดุให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

## 2. วัสดุทดลอง วัสดุคมตัด และเงื่อนไขการทดลอง

### 2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

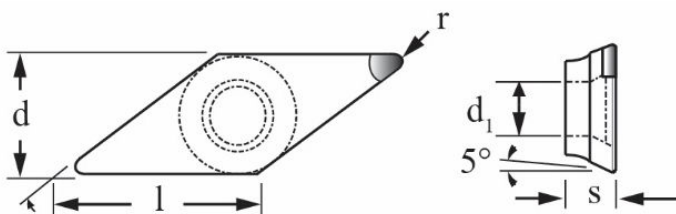
กำหนดวัสดุที่ใช้ในการทดลองคือ เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI1050 เป็นเหล็กกล้าที่มีความนิยมนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการนำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกล อาทิ เฟลาส่งกำลัง เฟือง ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ [10] วัสดุที่ใช้ในการทดลองมีส่วนผสมทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 1 โดยชิ้นงานทดสอบจะถูกทำการกลึงหยาบให้มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกมีปาก ความยาวรวม 100 มิลลิเมตร และตำแหน่งที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45.1 มิลลิเมตร และความยาว 70 มิลลิเมตร และทำการกลึงละเอียดด้วยเม็ดมิด CBN เพื่อให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ  $45 \pm 0.005$  มิลลิเมตร ขนาดของชิ้นงานทดสอบดังแสดงในรูปที่ 1



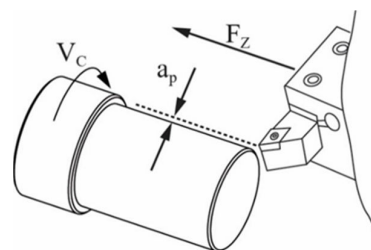
รูปที่ 1 ขนาดชิ้นงานทดสอบ

ตารางที่ 1 ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI1050

| C    | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Ni   | Cu   | B      | Ni+Cr |
|------|------|------|-------|-------|------|------|------|--------|-------|
| 0.52 | 0.25 | 0.81 | 0.018 | 0.005 | 0.15 | 0.02 | 0.02 | 0.0017 | 0.18  |



รูปที่ 2 รูปทรงเม็ดมิด CBN



รูปที่ 3 เงื่อนไขกระบวนการตัดเฉือน

## 2.2 วัสดุคมตัด เงื่อนไขการกลึงทดลอง และการปรับแต่งวัสดุคมตัด

### 2.2.1 วัสดุคมตัด

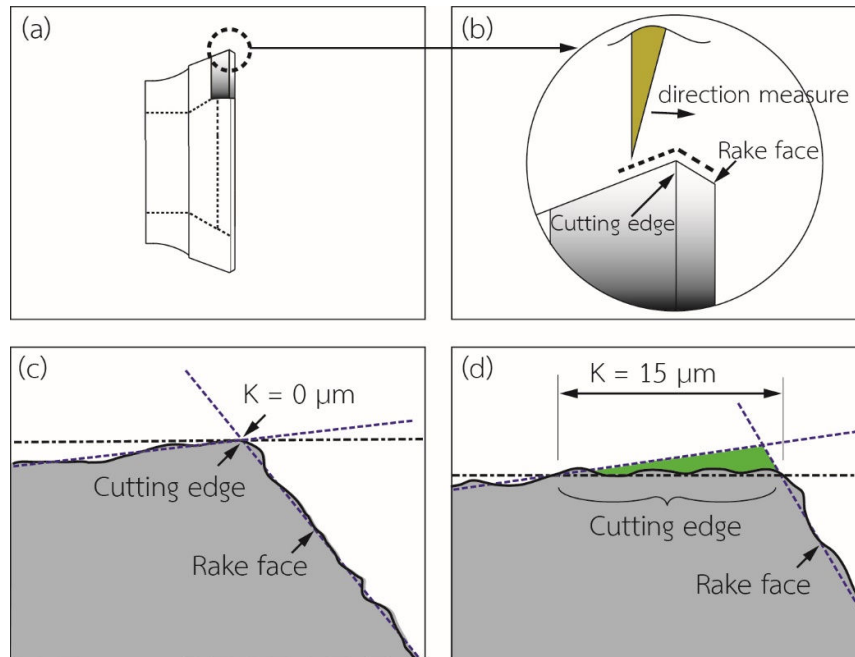
กำหนดวัสดุคมตัดที่ใช้ในการทดลองคือ เม็ดมีดกลึง CBN (Cubic Boron Nitride) เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัท ซุมิโตโม อีเล็กทริก จำกัด [11] รุ่น NU-VBGW160404 เกรด BN2000 ขนาดของเกรน 2 ไมโครเมตร ลักษณะรูปทรงของเม็ดมีดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน (รูปทรง V) มุม 35 องศา วงกลมภายใน (d) 9.525 มิลลิเมตร หนา (s) 4.76 มิลลิเมตร รูใส่สกรู ( $d_1$ ) 4.4 มิลลิเมตร รัศมีปลายคมตัด (r) 0.4 มิลลิเมตร และความยาวคมตัด 3.3 มิลลิเมตร รูปทรงของเม็ดมีด CBN ดังแสดงในรูปที่ 2

### 2.2.2 เงื่อนไขการกลึงทดลอง

กำหนดกระบวนการตัดเฉือนวัสดุด้วยเครื่องกลึงซีเอ็นซี เครื่องหมายการค้า HAZZ รุ่น Y20T และกำหนดเงื่อนไขในกระบวนการตัดเฉือนผิวสำเร็จที่ความเร็วตัด ( $V_c$ ) ที่ 280 เมตรต่อนาที อัตราการป้อน ( $F_z$ ) ที่ 0.05 มิลลิเมตรต่อรอบ และระยะป้อนลึก ( $a_p$ ) ที่ 0.1 มิลลิเมตร โดยเป็นการทดสอบแบบแห้ง (ไม่ใช้สารหล่อเย็น) เงื่อนไขในกระบวนการตัดเฉือนและวิธีการกลึงทดลองดังแสดงในรูปที่ 3

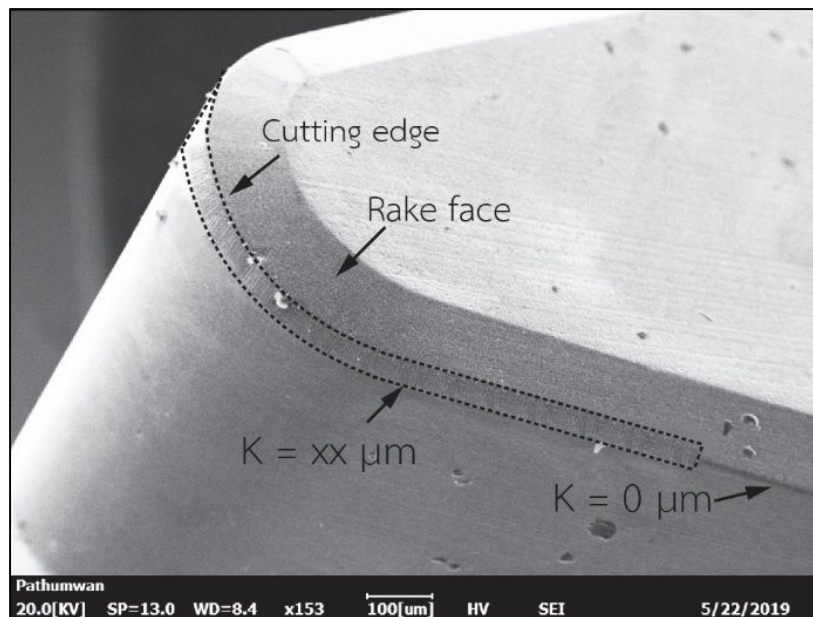
### 2.2.3 การปรับแต่งวัสดุคมตัด

เม็ดมีดกลึง CBN มาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 4a ถูกนำมาวัดพื้นที่สัมผัสของขอบคมตัด ด้วยวิธีการลากเข็มวัด (Stylus) ผ่านขอบคมตัดด้วยเครื่องคอนทัวร์ (Contour) เครื่องหมายการค้า Accretech รุ่น Surfcom 1800G วิธีการวัดพื้นที่สัมผัสของขอบคมตัดดังแสดงในรูปที่ 4b จากนั้นนำเม็ดมีดกลึง CBN มาตรฐานมาทำการปรับแต่งขอบคมตัดเดิมที่เป็นมุมแหลม (พื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเท่ากับ 0 ไมโครเมตร) ดังแสดงในรูปที่ 4c ให้มีขนาดความกว้าง 5 ขนาด คือ 5, 10, 15, 20 และ 25 ไมโครเมตร ด้วยวิธีการแล็ปโปง (Lapping) โดยพื้นที่สัมผัสของขอบคมตัดที่ถูกปรับแต่งที่ 15 ไมโครเมตร ( $K=15\mu m$ ) ดังแสดงในรูปที่ 4d โดยภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดทำให้เห็นได้ว่าขอบคมตัดมาตรฐานจะเป็นมุมแหลม ( $K=0\mu m$ ) และเมื่อผ่านกระบวนการแล็ปโปงพื้นที่สัมผัสของขอบคมตัดจะเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5 โดยเม็ดมีด CBN มาตรฐานและเม็ดมีด CBN ที่ถูกปรับแต่งพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดทั้ง 5 ขนาด จะนำไปกลึงผิวสำเร็จด้วยเงื่อนไขการกลึงในข้อ 2.2.2 โดยเม็ดมีด CBN ทุกขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดจะทำการกลึงทดลองซ้ำจำนวน 5 ตัวอย่าง และก่อนการกลึงงานชิ้นถัดไปจะทำการวัดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดก่อนทุกครั้ง หากขนาดพื้นที่ขอบคมตัดเปลี่ยนไปจะทำการเปลี่ยนเม็ดมีด CBN ที่มีขนาดพื้นที่สัมผัสนั้นแทน

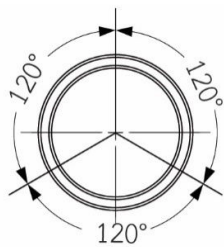


รูปที่ 4 การปรับแต่งและวิธีการวัดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัด

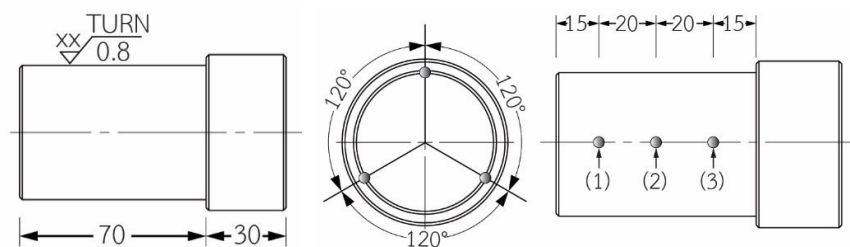
(a) ขอบคมตัดเม็ดมิด CBN มาตรฐาน (K), (b) วิธีการวัดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัด,  
(c) ขอบคมตัดมาตรฐานที่ไม่มีการปรับแต่ง และ (d) ขอบคมตัดที่ถูกปรับแต่งให้มีพื้นที่สัมผัสเพิ่มขึ้น



รูปที่ 5 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของขอบคมตัดที่ผ่านกระบวนการเล็ปปิง



รูปที่ 6 ตำแหน่งวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน



รูปที่ 7 ตำแหน่งทดสอบค่าความหยาบผิว

### 3. การวัดขนาดและการวัดค่าความหยาบผิว

#### 3.1 การวัดขนาด

ชิ้นงานทดสอบที่ผ่านกระบวนการกลึงสำเร็จแล้วจะถูกนำมาทำความสะอาดบริเวณผิวของชิ้นงานโดยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ จากนั้นทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานด้วยเครื่องวัดขนาดชิ้นงาน 3 มิติ (CMM) เครื่องหมายการค้า ZEISS รุ่น CONTURA 2 ในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานทดสอบแต่ละตัวอย่างจะทำการวัด 3 ตำแหน่ง โดยแต่ละตำแหน่งมีระยะห่าง 20 มิลลิเมตร และใช้จุดอ้างอิงในการวัดแต่ละตำแหน่ง 3 จุด ทำมุม 120 องศา ตำแหน่งการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 6

#### 3.2 การวัดค่าความหยาบผิว

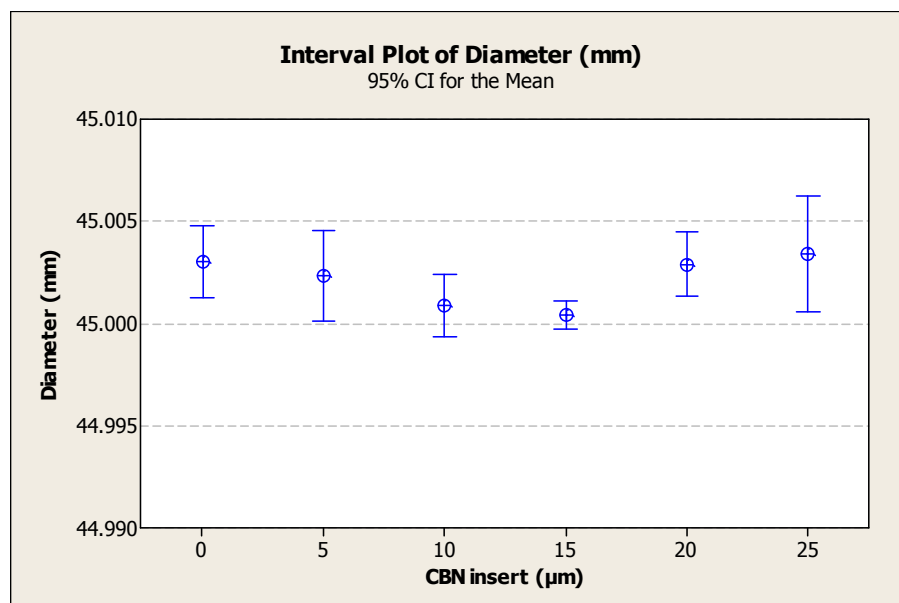
การตรวจสอบคุณภาพของผิวงานกลึงที่ผ่านกระบวนการกลึงสำเร็จแล้วจะถูกนำมาวัดความหยาบผิวด้วยเครื่องวัดความหยาบผิว เครื่องหมายการค้า Accretech รุ่น Surfcom1800G โดยควบคุมอุณหภูมิขณะทำการวัดที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 1$  องศาเซลเซียส โดยผลการวัดค่าความหยาบผิวงานเฉลี่ย ( $R_a$ ) ตามมาตรฐานของ ISO 4287 มีระยะคัทออฟ (cut-off length) 0.8 มิลลิเมตร [12] โดยกำหนดตำแหน่งการทดสอบชิ้นงาน 3 ตำแหน่ง และตำแหน่งการตรวจสอบห่างกัน 120 องศา ตำแหน่งการตรวจสอบค่าความหยาบผิวชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 7

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

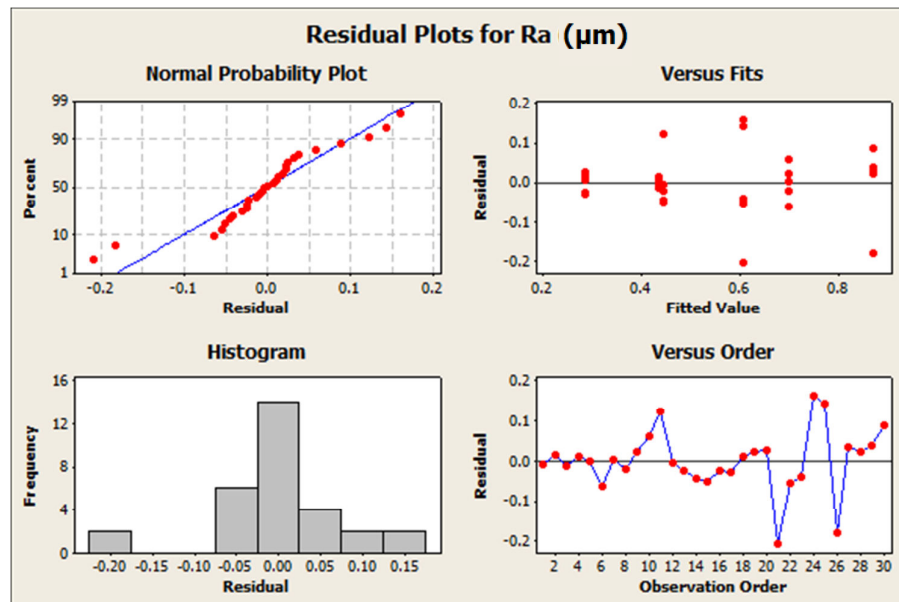
งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) มาทำการทดสอบสมมติฐานของงานวิจัยในช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) 95% เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมีด CBN ที่แตกต่างกันจำนวน 6 ลักษณะคือ เม็ดมีด CBN มาตรฐานที่มีขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเท่ากับ 0 ไมโครเมตร และเม็ดมีด CBN ที่มีการปรับแต่งขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดที่ 5, 10, 15, 20 และ 25 ไมโครเมตร เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวสามารถทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรที่มากกว่า 2 กลุ่มได้ การทดสอบเริ่มต้นจากการนำเม็ดมีด CBN ที่มีขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดทั้ง 6 ลักษณะมาทำการกลึงเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI1050 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45.1

มิลลิเมตร ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ  $45 \pm 0.005$  มิลลิเมตร โดยกำหนดจำนวนการกลึงเม็ดมีดละ 5 ตัวอย่าง แล้วทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและวัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงานทดสอบ คำนวณค่าเฉลี่ยจากตำแหน่งการวัด 3 ตำแหน่งตามกำหนด สำหรับการวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานทดสอบดังแสดงในรูปที่ 8

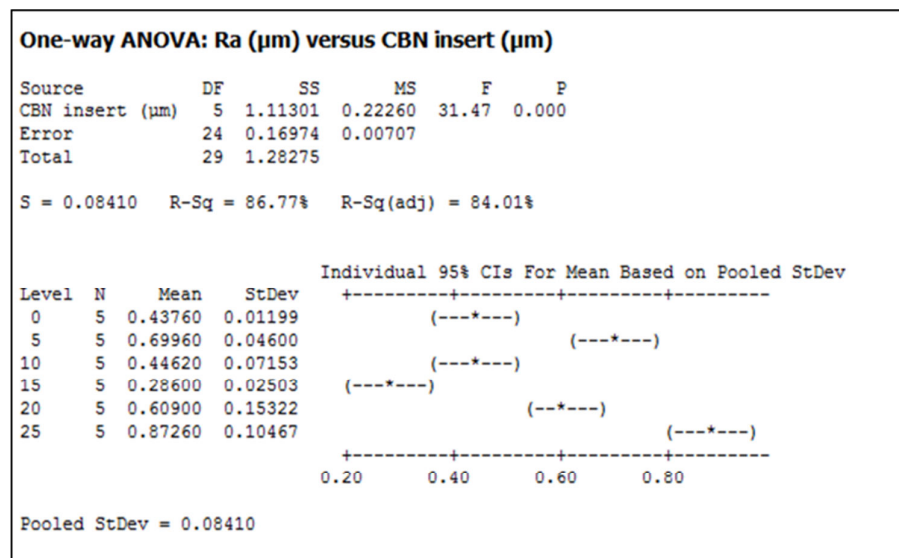
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวด้วยโปรแกรม Minitab พบว่าค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ความแปรปรวนคือ ประชากรทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Probability Plot Graph) ค่าความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มประชากรเท่ากัน (Versus Fits Graph) และการสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดจากแต่ละประชากรเป็นอิสระต่อกัน (Versus Order Graph) ดังแสดงในรูปที่ 9 ดังนั้นสามารถวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวด้วยโปรแกรม Minitab พบว่าค่า P-Value ของขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมีด CBN มีค่าเท่ากับ 0.000 และมีค่าน้อยกว่าค่า  $\alpha$  ที่กำหนดคือ 0.05 สามารถสรุปได้ว่าขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมีดมีอิทธิพลต่อค่าความหยาบผิวอย่างมีนัยสำคัญ และผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของแต่ละกลุ่มข้อมูลด้วยกราฟ Individual 95% for Mean Based on Pooled Stdev พบว่าเส้นกราฟของขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดที่ 15 ไมโครเมตร มีค่าความหยาบผิวต่ำที่สุดและเส้นกราฟไม่ซ้อนทับกับเส้นกราฟของขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดอื่น ทำให้สามารถสรุปได้ว่าขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมีด CBN ที่ 15 ไมโครเมตร ทำให้ค่าความหยาบผิวต่ำที่สุดและส่งผลกระทบต่อค่าความหยาบผิวอย่างแตกต่างจากขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดอื่นดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 8 ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานทดสอบที่ผ่านกระบวนการกลึงด้วยเม็ดมี CBN ที่ปรับแต่งขอบคมตัดให้มีพื้นที่สัมผัสขอบคมตัด (K) ที่แตกต่างกัน



รูปที่ 9 การทดสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความแปรปรวน



รูปที่ 10 ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab

## 5. ผลการทดลอง

ผลการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานทดสอบต่อขนาดพื้นที่สัมผัสของเม็ดมีด CBN พบว่าเม็ดมีด CBN ที่มีขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดระหว่าง 0-20 ไมโครเมตร สามารถควบคุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่  $45 \pm 0.005$  มิลลิเมตรได้ และเม็ดมีด CBN ที่มีขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดที่ 25 ไมโครเมตร ไม่สามารถควบคุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่กำหนดได้ และผลการทดลองพบว่าการกลึงเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI1050 ด้วยเม็ดมีด CBN ที่ทำการปรับแต่งให้ขอบคมตัดมีขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเท่ากับ 15 ไมโครเมตร ทำให้ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานทดสอบดีที่สุดที่ค่าความหยาบผิว 0.286 ไมโครเมตร โดยสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง “Study on Factors which Make CBN Insert can Turn S45C Steel have Surface Roughness less than Ra 0.4” ขอบคมตัดที่มีพื้นที่สัมผัสขอบคมตัด 15 ไมโครเมตร ส่งผลให้ความหยาบผิวมีค่าต่ำกว่า 0.4 ไมโครเมตร [9] และการเปลี่ยนแปลงขนาดเล็กในค่าความหยาบผิวสามารถสังเกตเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างความกว้างของขอบคมตัด [13] และเมื่อปรับแต่งพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมีดเพิ่มขึ้นพบว่าความหยาบผิวมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยพบว่าค่าความหยาบผิวสูงที่สุดในชิ้นงานทดสอบด้วยเม็ดมีดกลึงที่มีพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเท่ากับ 25 ไมโครเมตร ที่ค่าความหยาบผิว 0.8726 ไมโครเมตร การปรับเปลี่ยนรูปร่างความกว้างของขอบคมตัดที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นสาเหตุทำให้ค่าความหยาบผิวเพิ่มสูงขึ้น ในกรณีนี้สามารถอธิบายได้ว่าการเพิ่มขึ้นของรูปร่างเครื่องมือคมตัดทำให้เกิดการสัมผัสกันระหว่างเครื่องมือคมตัดกับชิ้นงานที่เพิ่มขึ้น การสัมผัสกันดังกล่าวก่อให้เกิดแรงสั่นสะเทือนและการเพิ่มขึ้นของค่าความหยาบผิว [9] และในการปรับเปลี่ยนรูปร่างเครื่องมือคมตัดยังส่งผลต่อแรงในการตัดเฉือนให้มีค่าเพิ่มสูงขึ้น [14] เมื่อใช้แรงในการตัดเฉือนที่สูงจะเกิดอุณหภูมิบริเวณการตัดเฉือนเพิ่มสูงขึ้นตาม [15]

## 6. บทสรุป

การศึกษาอิทธิพลของขนาดพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดเม็ดมีด CBN ที่มีผลต่อความหยาบผิวในการกลึงเหล็ก AISI1050 มีผลการทดลองโดยสรุปดังนี้

1) การปรับแต่งรูปร่างขอบคมตัดเม็ดมีด CBN ให้มีพื้นที่สัมผัสเท่ากับ 5, 10, 15 และ 20 ไมโครเมตร ไม่ส่งผลกระทบต่อขนาดชิ้นงานทดสอบ เนื่องจากรูปร่างขอบคมตัดเม็ดมีด CBN ดังกล่าวสามารถควบคุมขนาดที่  $\pm 0.005$  มิลลิเมตรได้

2) การปรับแต่งรูปร่างขอบคมตัดเม็ดมีด CBN ให้มีพื้นที่สัมผัสเท่ากับ 15 ไมโครเมตร ทำให้คุณภาพของผิวงานมีความหยาบผิวต่ำที่สุดที่ 0.286 ไมโครเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับเม็ดมีด CBN ที่ไม่ผ่านการปรับแต่งขอบคมตัดและเม็ดมีด CBN ที่ปรับแต่งความกว้างขอบคมตัดที่มีค่าเท่ากับ 5, 10, 20 และ 25 ไมโครเมตร

3) การทดลองพบว่าเมื่อขอบคมตัดเม็ดมีด CBN มีพื้นที่สัมผัสขอบคมตัดมากกว่า 15 ไมโครเมตร จะมีแนวโน้มทำให้ค่าความหยาบผิวมากขึ้น และมากกว่าค่าความหยาบผิวที่กลึงจากเม็ดมีด CBN มาตรฐานที่ไม่ได้ถูกปรับแต่งขอบคมตัด

## เอกสารอ้างอิง

- [1] D. Gandy, Carbon Steel Handbook, Electric Power Research Institute, California, 2007.
- [2] T. Alquraan, Y. Kuznetsov and T. Tsvyd, "High-speed Clamping Mechanism of the CNC Lathe with Compensation of Centrifugal Forces," *Procedia Engineering*, Vol. 150, 2016, pp. 689-695.
- [3] A. Agic, M. Eynian, J.E. Ståhl and T. Beno, "Experimental analysis of cutting edge effects on vibrations in end milling," *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 24, 2018, pp. 66-74.
- [4] J. Fulemova and Z. Janda, "Influence of the Cutting Edge Radius and the Cutting Edge Preparation on Tool Life and Cutting Forces at Inserts with Wiper Geometry," *Procedia Engineering*, Vol. 69, 2014, pp. 565-573.
- [5] S. Chen, R. Feng, C. Zhang and Y. Zhang, "Surface roughness measurement method based on multi-parameter modeling learning," *Measurement*, Vol. 129, 2018, pp. 664-676.
- [6] T. Sugihara, Y. Nishimoto and T. Enomoto, "Development of a novel cubic boron nitride cutting tool with a textured flank face for high-speed machining of Inconel 718," *Precision Engineering*, Vol. 48, 2017, pp. 75-82.
- [7] Ş. Aykut, E. Bagci, A. Kentli and O. Yazıcıoğlu, "Experimental observation of tool wear, cutting forces and chip morphology in face milling of cobalt based super-alloy with physical vapour deposition coated and uncoated tool," *Materials & Design*, Vol. 28, No. 6, 2007, pp. 1880-1888.
- [8] A. Agic, O. Gutnichenko, M. Eynian and J. E. Ståhl, "Influence of Cutting Edge Geometry on Force Build-up Process in Intermittent Turning," *Procedia CIRP*, Vol. 46, 2016, pp. 364-367.
- [9] M. Sriswat, K. Kimapong and A. Chanchana "Study on Factors which Make CBN Insert can Turn S45C Steel have Surface Roughness less than Ra 0.4," *Key Engineering Materials*, Vol. 805, 2019, pp 3-7.
- [10] S. Neşeli, S. Yaldız and E. Türkeş, "Optimization of tool geometry parameters for turning operations based on the response surface methodology," *Measurement*, Vol. 44, No. 3, 2011, pp. 580-587.
- [11] T. Harada, N. TsukiHara, M. TeraMoTo, S. kukiNo and T. Fukaya, "Development of "SUMIBORON" BN1000/BN2000 for Hard Turning," *Industrial Materials, SEI Technical Review*, No. 72, 2011, pp. 100-106.
- [12] H. Tanaka, T. Sugihara and T. Enomoto, "High Speed Machining of Inconel 718 Focusing on Wear Behaviors of PCBN Cutting Tool," *Procedia CIRP*, Vol. 46, 2016, pp. 545-548.
- [13] J.L. Cantero, J. Díaz-Álvarez, M.H. Miguélez and N.C. Marín, "Analysis of tool wear patterns in finishing turning of Inconel 718," *Wear*, Vol. 297, No. 1, 2013, pp. 885-894.

- [14] T. Özel, “Modeling of hard part machining: effect of insert edge preparation in CBN cutting tools,” Journal of Materials Processing Technology, Vol. 141, No. 2, 2003, pp. 284-293.
- [15] C.E.H. Ventura, J. Köhler and B. Denkena, “Influence of cutting edge geometry on tool wear performance in interrupted hard turning,” Journal of Manufacturing Processes, Vol. 19, 2015, pp. 129-134.