

หน่วยที่ 4 การเขียนโปรแกรมเอ็นซีและตรวจสอบสำหรับงานกัด

สาระสำคัญ

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการกัดชิ้นงานเป็นรูปร่างต่าง ๆ นั้น ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องมีพื้นฐาน ด้านต่าง ๆ เช่นพื้นฐานโปรแกรมเอ็นซี พื้นฐานการอ่านแบบ พื้นฐานวิธีการหรือลำดับการขึ้นรูปชิ้นงาน ตลอดจน การเลือกใช้คำสั่งที่จะเขียนเป็นโปรแกรมตัดเฉือนชิ้นงาน เช่น กลุ่มคำสั่งจีโค้ด (G-Code) กลุ่ม คำสั่งเอ็มโค้ด (M-Code) และโค้ดอื่น ๆ ที่ใช้ในโปรแกรมเอ็นซี รวมทั้งการเลือกใช้คำสั่งวัฏจักรหรือคำสั่งสำเร็จรูป ในการเขียนโปรแกรมงานกัดในหน่วยนี้จะอ้างอิงกับชุดคอนโทรลเลอร์/ach 3 กับเครื่องกัดมินิซีเอ็นซีที่ผู้สอนได้ จัดสร้างตัวเครื่องจักร และชุดควบคุมขึ้นมาเอง

4.1 โครงสร้างของโปรแกรมเอ็นซี

โปรแกรม (Program) หมายถึง การรวมกันของบล็อก หรือบรรทัดคำสั่ง หลาย ๆ บล็อกที่เขียน ตามลำดับขั้นตอนใน การทำงานตามที่กำหนดไว้ โปรแกรมประกอบด้วยคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและคำสั่ง ช่วยในการทำงาน โปรแกรมเอ็นซี จะมีลักษณะเหมือนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยจะประกอบด้วยบรรทัด คำสั่งในแต่ละ บรรทัดประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ สำหรับโปรแกรมเอ็นซี มีศัพท์เรียกเฉพาะเมื่อเทียบกับ โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไปกับภาษาโปรแกรมเอ็นซี

ลำดับที่	ภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป	ภาษาโปรแกรมเอ็นซี
1	บรรทัด (Line)	บล็อก (Block)
2	คำสั่ง	เวิร์ด (Word)

บล็อก (Block) หมายถึง เวิร์ด (Word) ที่ประกอบอยู่ใน บล็อก

เวิร์ด (Word) หมายถึง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เรียกว่าโค้ด (Code) และตัวเลข (Numbers)

4.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมเอ็นซี

ส่วนประกอบของ พื้นฐานของโปรแกรมเอ็นซี จะแยกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วย

4.2.1 ส่วนหัวของโปรแกรม เป็นส่วนที่คอนโทรลเลอร์กำหนดให้เขียนรายละเอียด เช่น สัญลักษณ์ของ ISO Program (%) หมายเลขโปรแกรมและ ชื่อโปรแกรมเช่น 0123 (CHATCHAI) ชุดควบคุมบางรุ่นอาจใช้เครื่องหมาย หรือรูปแบบ การเขียนแบบอื่นๆให้ศึกษาจากคู่มือของเครื่องจักร

4.2.2 ส่วนตัวโปรแกรมหรือตัวโปรแกรมเอ็นซี จะประกอบไปด้วยจีโค้ด เอ็มโค้ด และโค้ดอื่นที่สั่งให้เครื่องมือตัดและเครื่องจักรทำงานโดยสามารถ สรุปลงได้ดังนี้ ตัวโปรแกรม ประกอบด้วย บล็อก (Block) หรือ บรรทัด บล็อก (Block) ประกอบด้วย เวิร์ด (Word) หรือ คำสั่ง

เวิร์ด (Word) ประกอบด้วย โค้ดและตัวเลข

4.2.3 ส่วนท้ายของโปรแกรม ท้ายโปรแกรมจะกำหนดลักษณะการจบโปรแกรม ด้วยคำสั่ง M30 หรือ M02 โดยทั้ง 3 ส่วนประกอบ คือส่วนหัวโปรแกรม ส่วนตัวโปรแกรม และส่วนท้ายโปรแกรมสามารถ แยกให้เห็นได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

%	ส่วนหัวโปรแกรม
123(CHATCHAI);	
N10 G90 G21 G54;	ส่วนตัวโปรแกรม
N20 T02 M06;	
N30 S1200 M03;	
N40 G00 XO YO Z10;	
N50 G00 X100 Y100 Z2;	
N60 G01 Z-5 F200;	
N70 G00 X10 O Y100 Z10;	
N80 G00 XO YO Z50 ;	
N90 M05;	
N100 M30;	

รูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมเอ็นซี

4.3 ชนิดคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมเอ็นซี

ชนิดของคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมเอ็นซี สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

4.3.1 คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงาน ของโปรแกรม (Program Technical Commands) คือ คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

4.3.2 คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands) คือ คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด เพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างทางเรขาคณิตตามแบบงานที่ต้องการ

4.3.3 คำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (Technological Commands) เช่น ความเร็วรอบความเร็วรอบเพลาทัวจับชิ้นงาน การปิดยพลาจับเครื่องมือตละการเปลี่ยนทูล (Gols Chang) เป็นต้น ชนิดของคำสั่งที่ประกอบอยู่ในโปรแกรมเอ็นซีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4. 2

คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Program Technical Commands)	คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands)	คำสั่งทางเทคนิค (technological Commands)
N10	G90 G21 G54	
N20		T02 M06
N30	G00 X0. Y0. Z5.	S1200 M03
N40	G00 X100. Y100. Z10.	
N50	G00 X100. Y100. Z2.	
N60	G01 X100. Y100. Z-10.	F200
N70	G00 X100. Y100. Z10.	
N80	G00 X0. Y0. Z50.	
N90	M05	
N100	M30	

รูปที่ 4.2 แสดงชนิดของคำสั่งในตัวโปรแกรมเอ็นซี

จากรูปที่ 4.2 โค้ดคำสั่งควบคุมโปรแกรม เกี่ยวข้องกับการกำหนดลำดับขั้นตอนการควบคุม การทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ได้แก่ เอ็นโค้ด (N-Code) ส่วนคำสั่งทางเรขาคณิตเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรเพื่อให้ได้รูปร่างทางเรขาคณิตของชิ้นงานที่ต้องการได้แก่ คำสั่ง จีโค้ด (G-Code) และค่าตำแหน่งโคออร์ดิเนตแกน X, Y, และ Z คำสั่งทางเทคนิคเป็นการควบคุมทางเทคนิคของการทำงานเครื่องจักร เช่น

อัตราป้อน (Feed rate), ความเร็วรอบเพลลา สปินเดิล (Spindle Speed), การเปิด-ปิด เพลลาจับเครื่องมือตัด (Spindle On-Off) และการเปลี่ยนเครื่องมือตัด (Tools Chang) ดังนั้นโค้ดหลักสำคัญที่ใช้กับงานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC) คือ จีโค้ด (G-Code) และเอ็มโค้ด (M-Code) และโค้ดอื่นๆโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จีโค้ด (G-Code)

- จีโค้ด (GCode) เป็นคำสั่งควบคุมสั่งการให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี ทำกาตัดเฉือน (Machining) ชิ้นงาน ให้เป็นรูปทรงทางเรขาคณิต ซึ่งต้องกำหนดทิศทางและตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด (Tools) โดยลักษณะของการเคลื่อนที่จะเป็นเส้นตรง เส้นโค้งวงกลมก็ได้ และใช้เป็นคำสั่งในการกำหนดระบบการทำงานของเครื่องจักร เช่นกำหนดวิธีการเคลื่อนที่แบบสัมบูรณ์ (Absolute) หรือ แบบต่อเนื่อง (Incremental) หรือกำหนดหน่วยวัดระยะทาง เป็นต้นโดยมีมาตรฐานต่างๆ ในการใช้งาน เช่น มาตรฐาน ISO 6983/BS 3636 ANSI/EIARS2740 (สหรัฐอเมริกา) มาตรฐาน BS 3635 (อังกฤษ) และมาตรฐาน DIN 66025(เยอรมัน) เป็นต้น

2. เอ็มโค้ด (M-Code)

เอ็มโค้ด (M-Code) เป็นคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม โปรแกรม หรือ กลไกการทำงานของเครื่องจักรกล CNC ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด เช่น การให้เพลลาจับเครื่องมือตัดหมุนในทิศทางที่ต้องการเปลี่ยนเครื่องมือตัด หรือใช้ควบคุมลักษณะการจบโปรแกรม เป็นต้น

3. โค้ดอื่น ๆ ที่ใช้ในเวิร์ดหรือคำสั่ง โค้ดในแต่ละเวิร์ด นอกเหนือจากจีโค้ด และเอ็มโค้ดแล้วยังประกอบด้วยโค้ดอื่นๆประเภทดังนี้

1. เลขที่บล็อกหรือเลขที่บรรทัด ได้แก่โค้ด N
2. ตำแหน่งหรือระยะทางความยาว ได้แก่โค้ด X, Y, Z, U, V, W, A, B, C และQ
3. ตำแหน่งจุดศูนย์กลางวงกลม ได้แก่โค้ด R หรือ 1, J และ K
4. ความเร็วเพลลาหัวจับชิ้นงานและความเร็วตัดได้แก่โค้ด S และ V
5. อัตราป้อน (Feed) ได้แก่โค้ด F
6. เครื่องมือตัด (Tools) ได้แก่โค้ด T, D, และH
7. เวลา (Time) ได้แก่โค้ด P โดยโค้ดอื่นๆทั้ง 7 ประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เลขที่บล็อกหรือเลขที่บรรทัด (Block Number: N)

บล็อก คำสั่งต่าง ๆ จะเริ่มต้นด้วยตัวอักษรตัว N และตามด้วยตัวเลข ในการกำหนดตัวเลขควรเว้นระยะห่าง เช่น เว้มบล็อกละ 5 จะได้ N5, N10, N15. หรือบล็อกละ 10 จะได้ N10, N20, N30.ไม่ควรจะเขียนโดยไม่เว้นระยะห่าง N1, N1, N3. เพราะเวลาจะแก้ไขโปรแกรมหรือแทรกบล็อกจะทำให้สามารถกำหนดเลขที่บล็อกได้ ทำให้การตรวจสอบโปรแกรมยุ่งยาก

2. ตำแหน่งหรือระยะทางความยาว

ในการเคลื่อนที่ของทุลทั้งแนวเส้นตรงและแนวเส้นโค้ง จะต้องระบุโดยใช้ตัวเลข (0 ถึง 9) โดยมีเครื่องหมายบวก (+) หรือลบ (-) นำหน้าตัวเลขเพื่อใช้บอกทิศทางการเคลื่อนที่ตามแกนนั้น ๆ เช่น X10 Y10 Z5 หรือ X-10 Y10 Z-10 เป็นต้น

3. ตำแหน่งจุดศูนย์กลางวงกลม

จีโค้ด ที่ใช้คือ G02, G03 และตำแหน่งของจุดศูนย์กลางวงกลม ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง ส่วนโค้ง ของวงกลมจะใช้โคออร์ดิเนต, J และ K ในการบอกตำแหน่งจะใช้ตัวเลขบอกตำแหน่งในการเคลื่อนที่โดยที่ 1 จะวัดระยะทางในแนวแกน X, J จะวัดระยะทางในแนวแกน Y และ K จะวัดระยะทางในแนวแกน Z โดยที่วัดระยะทางจาก จุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งหรือบางคอนโทรลเลอร์อาจจะบอเป็นคาร์ตซี (R) ได้เลย

4. ความเร็วรอบเพลาสปินเดิล (Spindle Speed: S)

ใช้ตัวอักษร S และตามด้วยตัวเลข เช่น S1200 หมายถึง ความเร็วรอบ เพล่าจับเครื่องมือตัด หรือเพลาสปินเดิล หมุน 1,200 รอบ/นาที (rpm หรือ rev/min) ความเร็วรอบเพล่าหัวจับชิ้นงานเรียกว่า "สปินเดิลสปีด (Spindle Speed)"

5. อัตราป้อน (Feed Rate: F)

ความเร็วป้อน คือ ความเร็วของการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดในขณะที่ตัดเฉือนชิ้นงานหรือเคลื่อนที่ ลึกลงในชิ้นงานเพื่อกัดหรือกลึงเอาเนื้อชิ้นงานออก หน่วยความเร็วป้อนสามารถกำหนดได้เป็นลักษณะดังนี้คือ

1. มิลลิเมตร/นาที (mm/min) หรือนิ้ว/นาที (inch/min) ใช้สำหรับการกัดและการเจ็คที่ ใช้คือ G94

2. มิลลิเมตร/รอบ (mm/rev) หรือนิ้ว/รอบ (inch/rev) สำหรับการกลึงโค้ดที่ใช้คือ G95

6. เครื่องมือตัด (Tools: T)

ใช้ตัวอักษร T และตามด้วยตัวเลข เช่น T02 หรือ T2 โดยทั่วไปจะใช้ร่วมกับโค้ดในการเปลี่ยน เครื่องมือ ตัด (Tools) ด้วยคำสั่ง M06 เช่น T05 M06 หรือ T02 M06 เป็นต้น

7. เวลา (Time) ใช้อักษรตัว P ตามด้วยตัวเลข เช่น P01 กำหนดเวลาแชนหรือรอ 1 วินาที เป็นต้น

(ที่มา : สมบัติ ชิวหา, 2555 : 184)

ข้อที่ควรจำ

1. สำหรับชุดควบคุมบางรุ่นไม่จำเป็นต้องกำหนดเลขที่บล็อกทุกบรรทัดก็ได้
2. โค้ดบางตัวไม่จำเป็นต้องเขียนในบล็อกต่อไปก็ได้ จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลง เป็นคำสั่ง อย่างอื่น เช่น G00, G01, G02, G03, M03, M04 และค่า F, S
3. ไม่จำเป็นต้องใส่ค่าโคออร์ดิเนตเดิม X, Y และ Z ในบล็อกต่อไปหาก ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค่าแต่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงจะต้องใส่ค่าโคออร์ดิเนตใหม่ เช่น N50 G01X10Y20Z-3F200; N60 G00Z10; (ค่าใน แนวแกน X และแกน Y คงที่ไม่ต้องเขียนในบรรทัดคำสั่งก็ได้)
4. เราสามารถเขียนคำสั่งจีโค้ด หรือเอ็มโค้ดในบล็อกเดียวกันก็ได้ แต่จะมีจำนวนจำกัดเช่น ใน หนึ่งบล็อก จะได้จีโค้ด 2 ตัว และเอ็มโค้ด 3 ตัว เช่น N50 G90 G01 X50Y50Z-2 F200 T02 M06 S1000 M03 M08;
5. โค้ดบางตัวของชุดควบคุมจะถูกกำหนดขึ้นเองเมื่อเริ่มทำโปรแกรมหรือเป็น ค่าใช้งานเริ่มต้น (Default หรือ Self Start) เช่น G90, G21, G17 โค้ดต่างๆ เหล่านี้ไม่จำเป็นต้องเขียนไว้ในโปรแกรมได้
6. คำสั่งกลุ่มเดียวกันไม่สามารถใช้ในบรรทัดเดียวกันได้ เช่น G00 กับ G01, G02 กับ G03 เป็นต้น

4.4 คำสั่งจีโค้ด และเอ็มโค้ดสำหรับงานกัดซีเอ็นซี

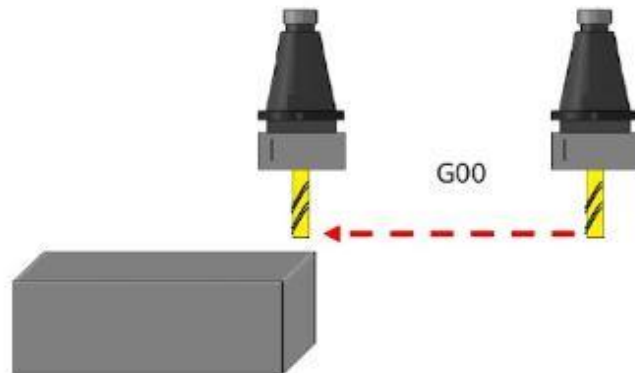
4.4.1 จีโค้ด (G-Code)

คำสั่งจีโค้ด เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม การทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี เพื่อทำการขึ้นรูป ชิ้นงาน จีโค้ด มีมาตรฐานอุตสาหกรรม เช่น มาตรฐาน ISO 6983/2BS3635 มาตรฐาน ANSI/EIA RS-274D (อเมริกา) BS3635 (อังกฤษ) และ มาตรฐาน DIN 66 025 (เยอรมัน) โดยทุกมาตรฐานมีพื้นฐานเดียวกัน คำสั่งจีโค้ด จะเป็น คำสั่งที่ทำหน้าที่ดังนี้ที่มา : อภิสสิทธิ์ ตันตระวารศิลป์. 2550 : 187)

1. ควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือเช่น G00, G01, G02 และG03

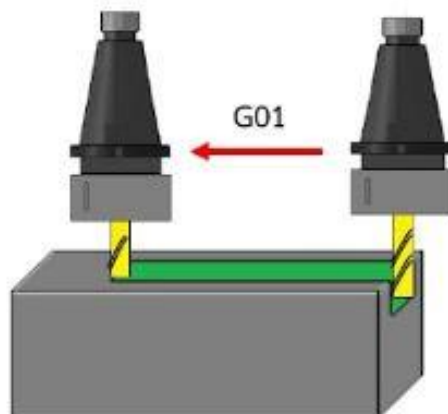
2. กำหนดระบบการทำงาน เช่น หน่วยวัดระยะทาง ระบบการกำหนดตำแหน่ง ระนาบการพักผ่อน คำสั่ง เช่น G17, G18, G19, G20, G21, G90, G91 เป็นต้น

3. ยกเลิกคำสั่งตกค้าง เช่น การยกเลิกการชดเชยรัศมีเครื่องมือตัด ด้วยคำสั่ง G40 ยกเลิกคำสั่ง วัฏจักรการเจาะรูด้วย คำสั่ง G80 เป็นต้น ตัวอย่างคำสั่งจีโค้ด ดังแสดงในรูปที่ 4.3 - 4.12



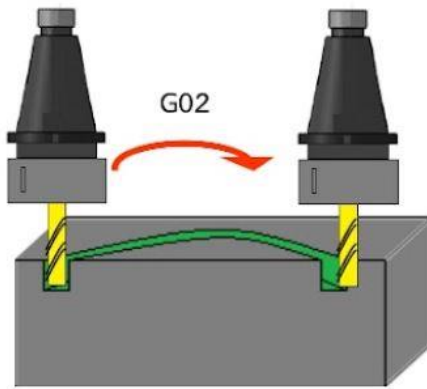
รูปที่ 4.3 แสดงคำสั่ง G00 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงของเครื่องมือตัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง (Rapid Traverse) โดยเครื่องมือตัดอยู่เหนือชิ้นงาน

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์, 2559)



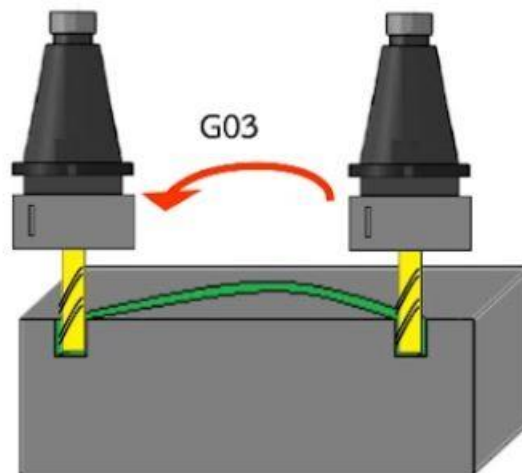
รูปที่ 4.4 แสดงคำสั่ง G01 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงของเครื่องมือตัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งลึกเข้าไปใน เนื้อชิ้นงานด้วยอัตราป้อน (Feed Rate) ที่กำหนด

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)



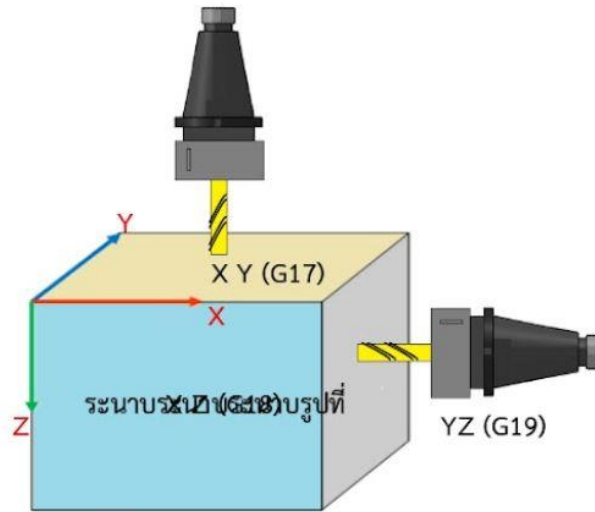
รูป 4.5 แสดงคำสั่ง G02 การเคลื่อนที่แนวเส้นโค้งหรือวงกลมลึกเข้าไปในเนื้อของชิ้นงานทิศทางตามเข็มนาฬิกา

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์, 2559)



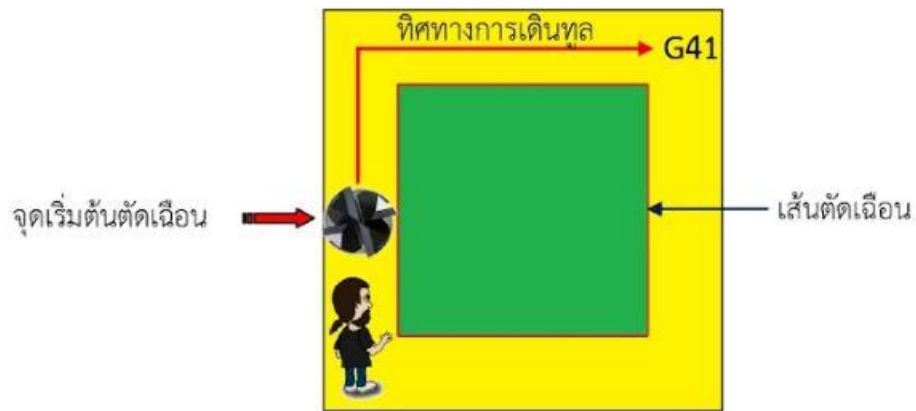
รูปที่ 4.6 แสดงคำสั่งG03 การเคลื่อนที่แนวเส้นโค้งหรือวงกลมลึกเข้าไปในเนื้อของชิ้นงานทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์, 2559)



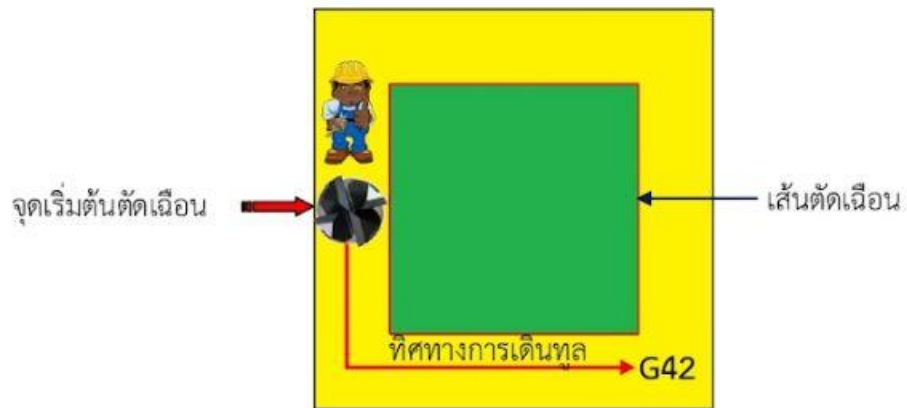
รูปที่ 4.7 แสดงการเลือกระนาบในการทำงานด้วยคำสั่ง G17, G18 และG19

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)



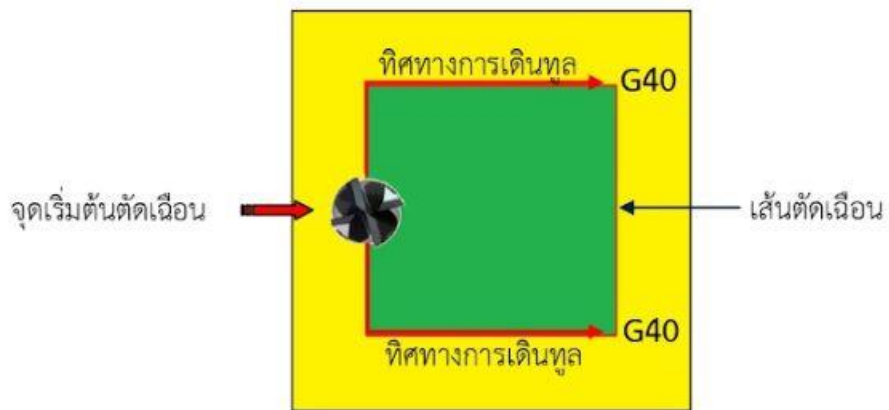
รูปที่ 4.8 แสดงคำสั่ง G41 เป็นคำสั่งชดเชยรัศมีของทูลโดยทูลอยู่ด้านซ้ายมือเส้นตัดเฉือนเมื่อมองตามหลัง ทิศทางการเดินของทูล

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์ 2559)



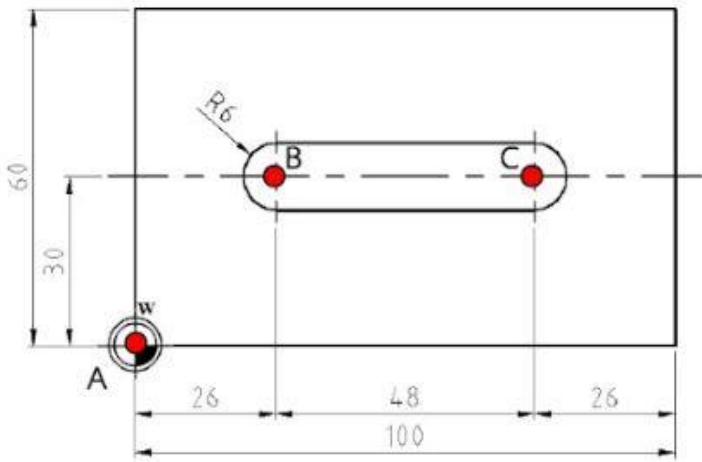
รูปที่ 4.9 แสดงคำสั่ง G42 เป็นคำสั่งชดเชยรัศมีของทูลโดยทูลอยู่ด้านขวามือของเส้นตัดเฉือนเมื่อมองตามหลัง ทิศทางการเดินของทูล

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงษ์. 2559)



รูปที่ 4.10 แสดงคำสั่ง G40 เป็นคำสั่งยกเลิกการชดเชยรัศมีของมิดกัตโดยจุดศูนย์กลางทูลจะทับเส้นตัดเฉือน

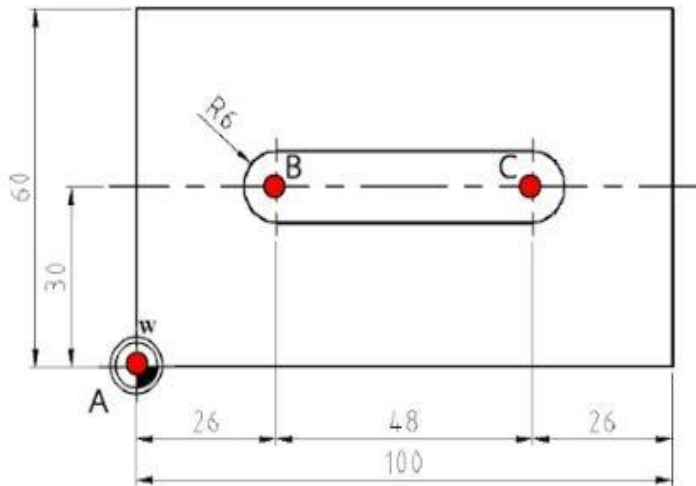
(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงษ์ 2559)



ตำแหน่ง	Absolute(G90)	
	ค่าแกนX	ค่าแกนY
A	0	0
B	26	30
C	74	30

รูปที่ 4.11 แสดงการกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่แบบสัมบูรณ์ (Absolute) ด้วยคำสั่ง G90

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์, 2559)



ตำแหน่ง	Incremental(G91)	
	ค่าแกนX	ค่าแกนY
A	0	0
B	26	30
C	48	0

รูปที่ 4.12 แสดงการกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง (Incremental) ด้วยคำสั่ง G91

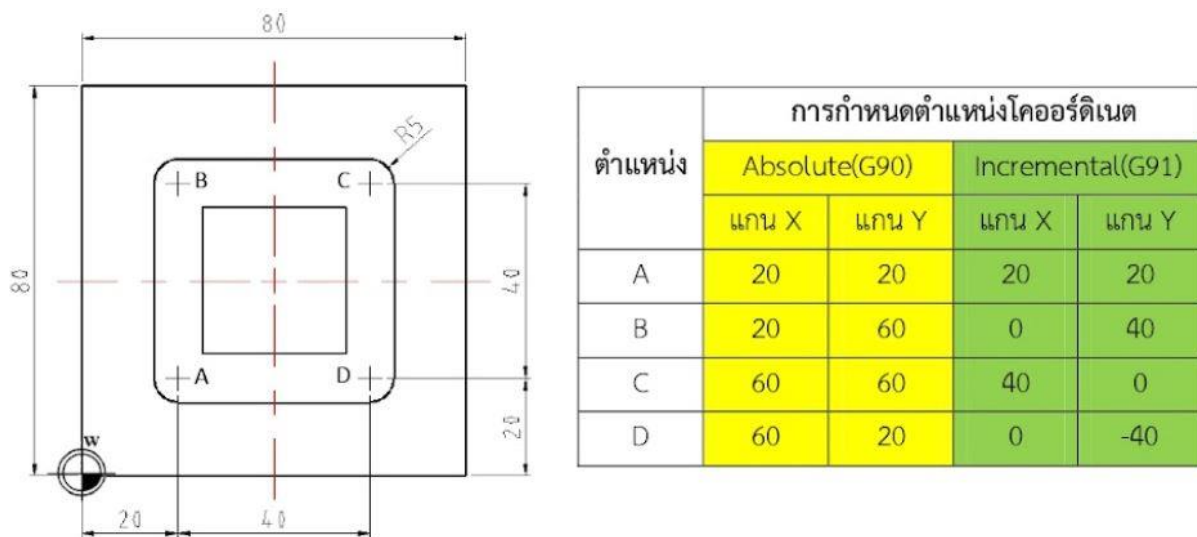
(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์, 2559)

จะเป็นผู้ป้อน โปรแกรมเอ็นซี เข้าไปในระบบควบคุม ระบบควบคุมจะอ่านโปรแกรมเอ็นซี และเปลี่ยนข้อมูล เหล่านี้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อควบคุมให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีและอุปกรณ์ต่างๆทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างโปรแกรมเอ็นซีจะมีรูปแบบที่กำหนดโดยบริษัทผู้ผลิต ระบบควบคุม (Controller) ภายใต้แนวทางที่ เป็นมาตรฐานโดยแบ่งวิธีการเขียนโปรแกรมตามลักษณะการกำหนดตำแหน่งโคออร์ดิเนตได้เป็น 2 ระบบ คือ

4.2.1. การเขียนโปรแกรมโดยวิธีกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute) โดยใช้คำสั่ง G90

4.4.2. การเขียนโปรแกรมโดยวิธีกำหนดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง (Incremental) โดยใช้คำสั่ง G91

โดยข้อแตกต่างของการกำหนดตำแหน่งทั้ง 2 ระบบ คือ การกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute) จะวัดระยะทางจุดหรือตำแหน่งต่างๆบนชิ้นงาน ที่เครื่องมือตัด จะเคลื่อนที่ไป โดยอ้างอิงจุดศูนย์ ชิ้นงานหรือจุดศูนย์โคออร์ดิเนตเป็นจุดเริ่มต้นในการวัดระยะทางเพียงจุดเดียวเพื่อหาระยะทางของตำแหน่งต่างๆ บนชิ้นงาน ส่วนการกำหนดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง(Incremental) จะอ้างอิงจุดหรือตำแหน่งปัจจุบันที่เครื่องมือตัด หยุดอยู่เป็นจุดศูนย์โคออร์ดิเนตเพื่อวัดระยะทางในจุดต่อไปตามทิศทางและเครื่องหมายของแนวแก้มโดยมีลักษณะ การวัดตำแหน่งแบบจุดต่อจุด ดังแสดงในรูป



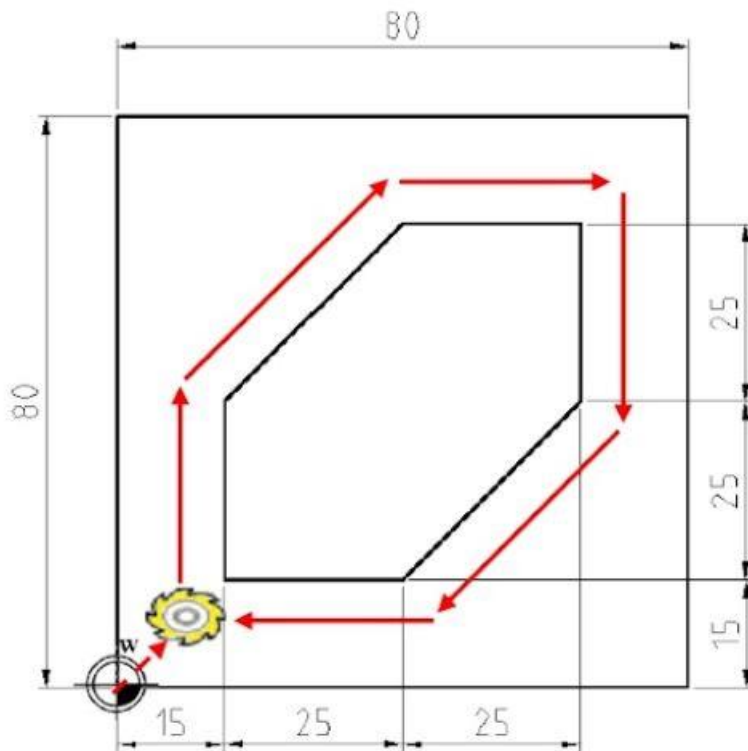
รูปที่ 4.13 แสดงการกำหนดตำแหน่งโคออร์ดิเนตแบบสัมบูรณ์ (Absolute) และแบบต่อเนื่อง (Incremental)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงษ์. 2559)

4.3 การเขียนโปรแกรมเอ็นซีสำหรับงานกัดตามเส้นขอบรูป (Contour)

วิธีการเขียนโปรแกรมเอ็นซีตามเส้นขอบรูป จะมีลักษณะการเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงาน ของเครื่องมือตัด ที่ละ 1 แนวแกน เช่น แนวแกน X, แนวแกน Y หรือแนวแกน Z และในเวลาเดียวกัน เคลื่อนที่พร้อมกัน 2 แนวแกน เช่น แกน X, Y แกน X, Z และแกน Y, Z ขึ้นอยู่กับระนาบ หรือด้านของชิ้นงานที่ต้องการตัดเฉือน หรือชนิดของเครื่องกัดโดยสามารถเขียนโปรแกรมเอ็นซี (NC Program) ตัดเฉือนชิ้นงานตามเส้นขอบรูป ได้ 2 ลักษณะคือ

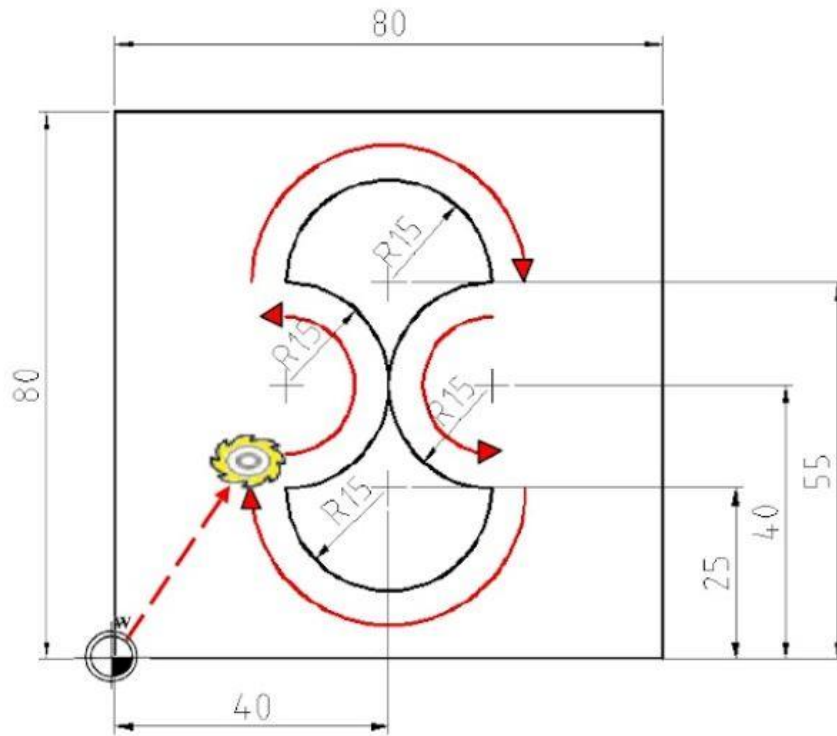
4.3.1 การเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับงานกัดตามเส้นขอบรูป แบบเส้นตรง (Liner Interpolation) เส้นทางของเครื่องมือตัดจะเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแนวแกนหลักหรือเส้นตรงทำมุมกับแนวแกนหลักก็ได้ดังแสดงในรูป



รูปที่ 4.14 แสดงการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดตามเส้นขอบรูปแบบเส้นตรง (Liner Interpolation)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

4.3.2 การเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับงานกัดตามเส้นขอบรูป แบบเส้นโค้ง (Circular Interpolation)
เส้นทางของเครื่องมือตัดจะเป็นเส้นโค้งมีทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทิศทางทวนเข็มนาฬิกาดังแสดงในรูป



รูปที่ 4.15 แสดงการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดตามเส้นขอบรูปแบบเส้นโค้ง (Circular Interpolation)

(ที่มา : ฉัตรชัย สมพงศ์, 2559)

ในการแก้ไขและตรวจสอบความถูกต้องของงานกัดด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี สามารถทำการแก้ไข และตรวจสอบความถูกต้องได้อยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้

4.4.1 การตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องด้วยโปรแกรมซิมูเลชัน

โดยทั่วไปแล้วผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซีนั้น นิยมทำโปรแกรมเอ็นซี และตรวจสอบโปรแกรม การตัดเฉือน ส่วนใหญ่จะนิยมใช้โปรแกรมแคดแคม (CAD-CAM) เพราะสามารถ จำลองการตัดเฉือนงาน ที่มี ลักษณะซับซ้อนได้ นอกจากการทดสอบด้วยโปรแกรมแคดแคมแล้วคอนโทรลเลอร์ที่เครื่องจักรก็สามารถ ซิมูเลชัน ได้เช่นกันโดยสามารถ ทำการ ตรวจสอบ แก้ไขโปรแกรมเอ็นซี ได้ที่หน้าจอภาพ (Monitor) ที่ทำการซิมูเลชันของชุดคอนโทรล ในเบื้องต้นได้ทันทีในความเป็นจริงนั้นในการผลิตชิ้นส่วนกับเครื่องกัดซีเอ็นซี จะยึดกับตัวโปรแกรมเพียงอย่างเดียวไม่ได้ ยังมีองค์ประกอบอีกหลายอย่างที่ต้องตรวจสอบเช่น ความเที่ยงตรงในการเคลื่อนที่ตาม

แนวแกน X แนวแกน Y และแนวแกน Z ของเครื่องกัดซีเอ็นซี และความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดในแนวแกน X แนวแกน Y และแนวแกน Z ของเครื่องกัดซีเอ็นซีว่ามีค่าถูกต้องและแม่นยำ มากน้อยเพียงใด

4.4.2 การแก้ไขและตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานที่ผลิตจากเครื่องกัดซีเอ็นซี หลังจากทำการเขียนโปรแกรมเอ็นซีของงานกัดซีเอ็นซี และทำการกัดขึ้นรูปชิ้นงาน แล้วนำ ชิ้นงานมาตรวจสอบความถูกต้อง โดยมีแนวทางในการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี ดังนี้

1. ทำการศึกษาแบบชิ้นงานที่จะทำการตัดเฉือนกับเครื่องกัดซีเอ็นซี เพราะว่า ผู้ที่ปฏิบัติงานกับ เครื่องกัดซีเอ็นซีจะได้ทำการวางแผนในการเลือกเครื่องมือตัด และกำหนดค่าของเครื่องมือได้เหมาะสมกับชิ้นงาน นั้นๆ จะทำให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมามีคุณภาพตามต้องการ

2. การตรวจสอบอุปกรณ์ในการจับยึดชิ้นงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยทั่วไปชิ้นงานกัดจะจับยึด ชิ้นงานด้วยปากกา (Vise) หรือจับยึดชิ้นงานติดกับโต๊ะงานของเครื่องกัดซีเอ็นซีโดยใช้แท่งระดับ (Step Block) หรือแคลมป์ยึดแบบแท่งระดับ (Step Clamp) เมื่อทำการจับยึดชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการ ปรับตั้งค่า ความขนาน และตำแหน่งต่าง ๆ ของชิ้นงานในแนวแกน X แนวแกน Y และในแนวแกน Z เพื่อให้ได้ ความขนานของชิ้นงาน และได้ตำแหน่งในการจับยึดชิ้นงานที่ถูกต้องที่สุดในการปรับตั้งค่าความขนาน และตำแหน่งต่าง ๆ ของชิ้นงาน จะใช้อุปกรณ์ที่ชื่อว่าอุปกรณ์ทดสอบชิ้นงานด้วยการสัมผัส (Touch Probe) หรืออุปกรณ์หาระยะ ขอบผิวชิ้นงาน (Edge Finder)



รูปที่ 4.16 แสดงอุปกรณ์ทดสอบชิ้นงานด้วยการสัมผัส (Touch Probe) ในการหาตำแหน่งต่างๆของชิ้นงานบนเครื่องกัดซีเอ็นซี

(ที่มา www.blum-novotest.com)



รูปที่ 4.17 แสดงการใช้งานอุปกรณ์หาขอบผิวชิ้นงาน (Edge Finder)

(ที่มา : <http://www.dutrapun.com>)

3. ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี ต้องทำการติดตั้งเครื่องมือตัด ที่จะใช้ให้ถูกต้องตามตำแหน่ง เพราะในขั้นตอนการ ติดตั้งเครื่องมือ ตัดนั้น ถือว่าสำคัญมาก เนื่องจากเครื่องมือตัดที่ทำการติดตั้งนั้นจะต้อง สัมพันธ์กับแบบงานและลำดับขั้นตอนหรือกระบวนการตัดเฉื่อยทั่วไปเครื่องมือตัดของเครื่องกัดซีเอ็นซี จะติดตั้ง อยู่กับชุดอุปกรณ์จัดเก็บเครื่องมือ ตัด ชนิดจานหมุน เปลี่ยนอัตโนมัติ (Carousel Type Tools Magazine) ดังแสดงในรูปที่ หรือชุดอุปกรณ์จัดเก็บเครื่องมือตัดชนิดโซ่ (Chain Type Tools Magazine) ตามหมายเลข ที่กำหนดไว้ดังแสดงในรูป



รูปที่ 4.18 แสดงชุดอุปกรณ์จัดเก็บเครื่องมือตัดชนิดจานหมุนเปลี่ยนอัตโนมัติ (Carousel Type Tools Magazine)

(ที่มา : <http://www.kutenich.com>)

5. ผู้ปฏิบัติงานทำการทดลองกัดชิ้นงานจริงกับเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC) ในขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องทำการทดลองกัดชิ้นงานจริงออกมาเพื่อทำการตรวจสอบขนาดในส่วนต่าง ๆ ตามแบบงานว่าจุดทุกจุดที่ วัดได้จากชิ้นงานที่ทำการทดลองกัดออกมานั้น ขนาดตรงตามแบบงานที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยใช้เครื่องมือวัดและ ตรวจสอบงานกัดพื้นฐาน เช่น เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper), ไมโครมิเตอร์ (Micrometer) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงเครื่องมือวัดและตรวจสอบงานกัดพื้นฐาน

<https://WW.Wonkeedonkeetools.CO.uk>