

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การชดเชยรัศมีและการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด

สาระสำคัญ

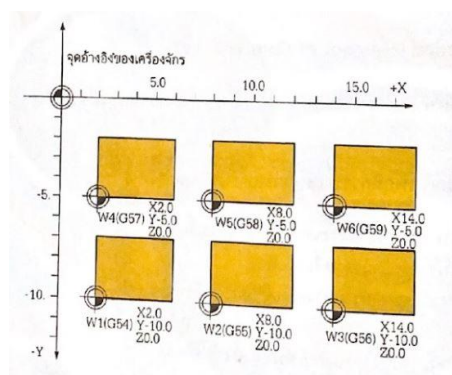
ในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี ถ้าเขียนโปรแกรมให้เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ไปตามเส้นขอบรูปของชิ้น โดยให้ตำแหน่งศูนย์กลางของเครื่องมือตัดอยู่ที่ตำแหน่งเส้นขอบรูปของชิ้นงานพอดี และไม่มี การเผื่อขนาด รัศมีของปลายเครื่องมือตัด ผลที่ได้คือ ขนาดของชิ้นงานจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดที่ต้องการ ดังนั้นการควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซีจึงได้มีการเขียนโปรแกรมซึ่งสามารถที่จะคำนวณการเผื่อขนาดของเครื่องมือตัด ตำแหน่งต่าง ๆ เองโดยอัตโนมัติ ซึ่งเรียกการเขียนโปรแกรมเอ็นซีในลักษณะนี้ว่า “การเขียนโปรแกรมชดเชยรัศมีและการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด”

สำหรับรายละเอียดในหน่วยนี้ประกอบไปด้วยการเขียนโปรแกรมชดเชยโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน (G54 - G59) การชดเชยขนาดเส้นรัศมีของเครื่องมือตัด และการเผื่อระยะความยาวของเครื่องมือตัด

7.1 การเขียนโปรแกรมชดเชยโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน

การเขียนโปรแกรมชดเชยโคออร์ดิเนตของชิ้นงานนี้จะใช้สำหรับการปรับตั้งชิ้นงานบนโต๊ะงานของเครื่องจักรที่ต้องการขึ้นรูปพร้อมกันหลาย ๆ ชิ้น โดยในการปรับตั้งจุดศูนย์หรือจุดอ้างอิงของชิ้นงานแต่ละ ชิ้นนั้นจะใช้คำสั่ง G54 ถึง G59

ตัวอย่างของการกำหนดจุดอ้างอิงของชิ้นงานที่จับยึดบนโต๊ะงานพร้อมกันหลาย ๆ ชิ้น ดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 การกำหนดโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน 6 ชิ้น

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

จากรูปที่ 7.1 การระบุค่าขดเซยโคออร์ดิเนตของชิ้นงานในแต่ละชั้นนั้นสามารถที่จะกำหนดได้โดยใช้รูปแบบของคำสั่งต่อไปนี้คือ

เมื่อ X, Y และ Z คือค่าขดเซยขนาดตามแนวแกน X, Y และ Z ของชิ้นงานแต่ละชั้น

ดังนั้นการเขียนโปรแกรมเอ็นซีสำหรับขดเซยโคออร์ดิเนตของชิ้นงานแต่ละชั้นในรูปที่ 7.1 จะเป็นดังนี้คือ

G54 G10 X2.0 Y-1.0 Z0

G55 G10 X8.0 Y-10.0 Z0

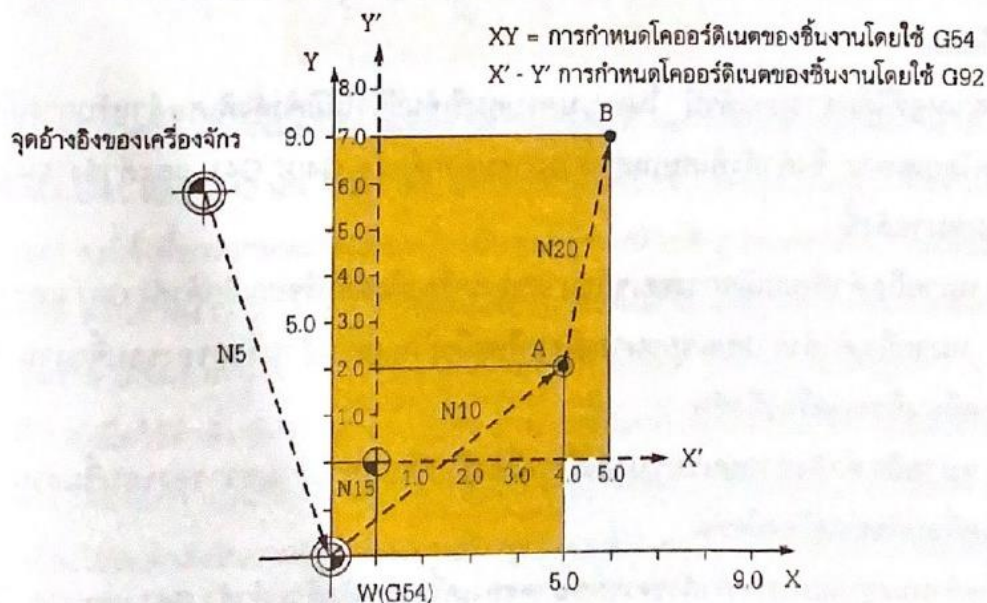
G56 G10 X14.0 Y-10.0 Z0

G57 G10 X2.0 Y-5.0 Z0

G58 G10 X8.0 Y-5.0 Z0

G59 G10 X14.0 Y-5.0 Z0

ถ้าจะกล่าวโดยทั่วไปแล้ว ในกรณีที่ใช้คำสั่ง G54 ถึง G59 สำหรับการขดเซยโคออร์ดิเนตของชิ้นงานแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องใช้คำสั่งในการย้ายจุดศูนย์ของชิ้นงาน (G92) ซึ่งได้อธิบายผ่านมาแล้วก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามสามารถใช้คำสั่ง G92 ร่วมกับคำสั่ง G54 ถึง G59 ก็ได้ ดังรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 การใช้คำสั่ง G92 ร่วมกับคำสั่ง G54

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

จากรูปที่ 7.2 การใช้คำสั่ง G92 ร่วมกับคำสั่ง G54 ในโปรแกรมเอ็นซีจะได้ดังนี้

N5 G90 G54 G00 X0 Y0

N10 X5.0 Y4.0

N15 G92 X4.0 Y2.0

N20 X5.0 Y7.0

7.2 การชดเชยเส้นรัศมีของเครื่องมือตัด

โดยปกติแล้วการเขียนโปรแกรมเอ็นซีเพื่อกำหนดทางเดินของเครื่องมือตัด มักจะอ้างอิงตำแหน่งศูนย์กลางของเครื่องมือตัดในการเคลื่อนที่ไปตามเส้นขอบรูปของชิ้นงาน ซึ่งจะไม่มีการเผื่อขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดไว้ จึงทำให้ได้ชิ้นงานที่มีขนาดเล็กกว่าที่ต้องการ

ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมจึงจำเป็นต้องมีการเผื่อขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด โดยที่ขนาดของระยะเผื่อนั้นจะมีค่าเท่ากับขนาดรัศมี (Radius) ของเครื่องมือตัด และในการวัดขนาดของระยะเผื่อนี้จะต้องการวัดในทิศทางที่ตั้งฉากกับเส้นขอบรูปของชิ้นงานที่ตำแหน่งหรือจุดที่เครื่องมือตัดนั้นเคลื่อนที่ไป ดังรูปที่ 7.3

ในการเขียนโปรแกรมเอ็นซีสำหรับการชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดนี้ อาจจะใช้คำสั่งเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ เช่น คำสั่ง G01, G02 และ G03 ก็ได้ แต่ว่าจะมีปัญหายุ่งยากเกี่ยวกับการคำนวณการเผื่อขนาดของเครื่องมือตัด

จากสาเหตุที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ ในระบบควบคุมซีเอ็นซีจึงได้มีคำสั่งพิเศษสำหรับการเผื่อขนาดของเครื่องมือตัดโดยเฉพาะ ซึ่งคำสั่งพิเศษเหล่านี้ประกอบด้วยคำสั่ง G40, G41 และคำสั่ง G42 โดยแต่ละคำสั่งมีความหมายดังนี้

G40 หมายถึง คำสั่งยกเลิกการชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดหรือยกเลิกคำสั่ง G41 และ G42

G41 หมายถึง คำสั่งการชดเชยขนาดเมื่อเครื่องมือตัดอยู่ทางด้านซ้ายของขอบชิ้นงาน ถ้ามองตามทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด

G42 หมายถึง คำสั่งการชดเชยขนาดเมื่อเครื่องมือตัดอยู่ทางด้านขวาของขอบชิ้นงาน ถ้ามองตามทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด

ในการกำหนดรูปแบบของคำสั่งชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดด้วยคำสั่ง G41 และ G42 ในโปรแกรมเอ็นซีจะเป็นดังนี้

G41/G42 $X_x Y_y I_i J_j H_n/D_d$ (ในระนาบ XY)

G41/G42 $X_x Y_y I_i K_k H_n$ (ในระนาบ ZX)

G41/G42 $X_x Y_y I_i K_k H_n$ (ในระนาบ YZ)

เมื่อ X, Y และ Z คือ ค่าโคออร์ดิเนตของตำแหน่งจุดปลายในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด
 I, J และ K คือ ค่าชดเชยในทิศทางของแนวแกน X, Y, Z

สำหรับค่าของ H (หรือบางคอนโทรลใช้อักษร D) หมายถึง หมายเลขของการชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดซึ่งถูกบันทึกไว้โดยใช้หมายเลขกำกับไว้ โดยที่สามารถเรียกออกมาใช้เพื่อการชดเชยขนาดของเส้นขอบรูปตามหมายเลขของการชดเชยที่ต้องการได้

การชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดด้วยคำสั่ง G41 และ G42 นั้นจะมีผลเฉพาะบนระนาบของการกัดที่เลือกเพียงระนาบเดียวเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น กรณีที่เลือกระนาบของการกัดเป็นระนาบ XY การชดเชยขนาดก็จะมีผลเฉพาะในระนาบ XY ส่วนทิศทางในแนวแกน Z ที่ใช้สำหรับการป้อนลึกจะไม่สามารถใช้ค่าชดเชยนี้ได้ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงต้องแยกการชดเชยในแนวแกน Z ออก โดยการกำหนดไว้ก่อนหน้าที่จะมีการชดเชยการกัดตามระนาบ XY

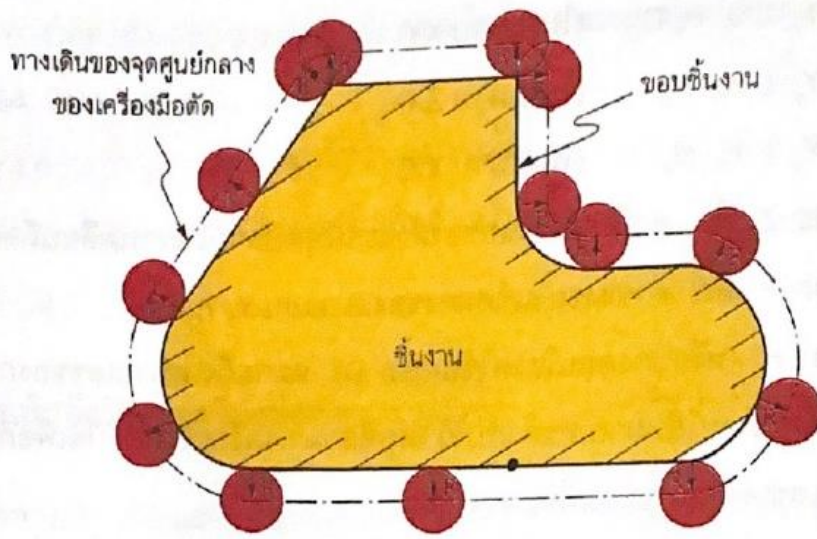
ตัวอย่างการเลือกระนาบของการชดเชยขนาดในโปรแกรมเอ็นซี เช่น

G10 $X_x Y_y Z_z$

การชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดตามทิศทางเคลื่อนที่ ในการพิจารณาเลือกใช้คำสั่งการชดเชยขนาดด้วยคำสั่ง G41 และ G42 นั้น สิ่งที่สำคัญคือการกำหนดทิศทางของการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด โดยที่คำสั่ง G41 จะใช้เพื่อชดเชยขนาดเมื่อเครื่องมือตัดอยู่ทางด้านซ้ายของขอบชิ้นงานเมื่อมองตามทิศทางเคลื่อนที่ ส่วนคำสั่ง G42 นั้นจะใช้เพื่อชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดเมื่อเครื่องมือตัดอยู่ทางด้านขวาของขอบชิ้นงาน เมื่อมองตามทิศทางเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด ดังตัวอย่างที่ดังรูปที่ 7.4

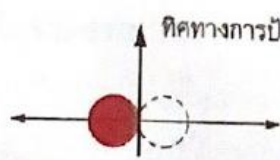
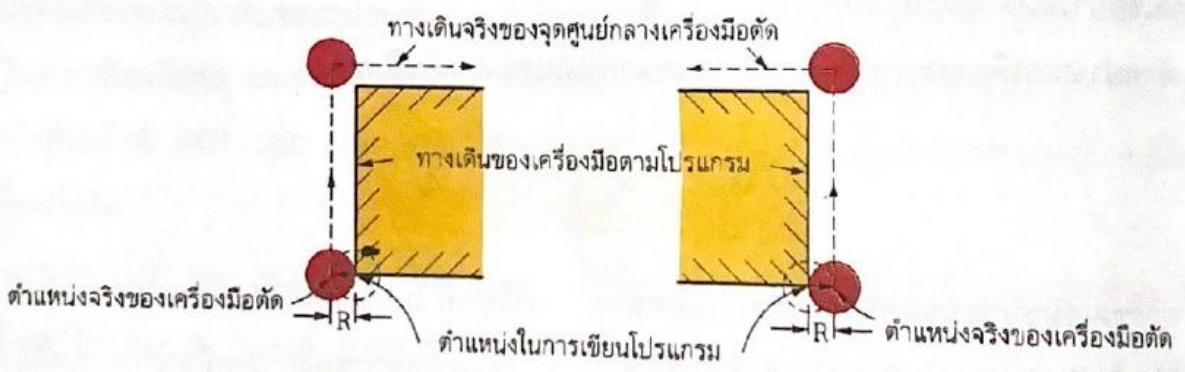
ในรูปที่ 7.4 เมื่อใช้คำสั่ง G41 และ G42 แล้ว สามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้ค่าโคออร์ดิเนตจากแบบงานที่กำหนดไว้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องคำนวณหาระยะเพื่อขนาดของเครื่องมือตัด ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อระบบควบคุมของเครื่องได้รับคำสั่งในการชดเชยขนาดแล้ว จุดโคออร์ดิเนตต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในโปรแกรมก็จะถูกปรับเปลี่ยนไปโดยอัตโนมัติ

G17 G41 $X_x Y_y Z_z D_d$

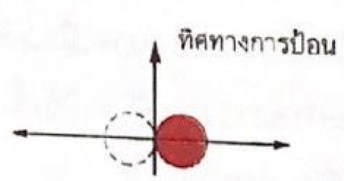


R หมายถึงรัศมีของเครื่องมือตัด
 ↑
 รัศมีของเครื่องตัด

รูปที่ 7.3 หลักการพื้นฐานของการชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด
 (ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)



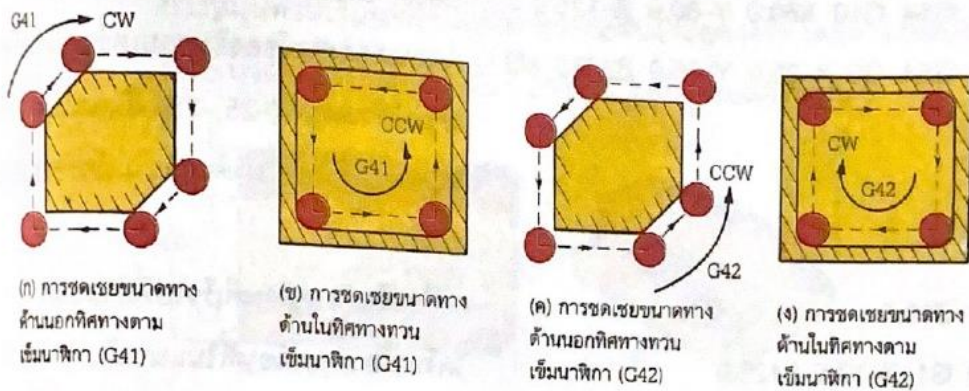
(ก) การชดเชยขนาดทางด้านซ้ายของเส้นขอบรูป (G41)



(ข) การชดเชยขนาดทางด้านขวาของเส้นขอบรูป (G42)

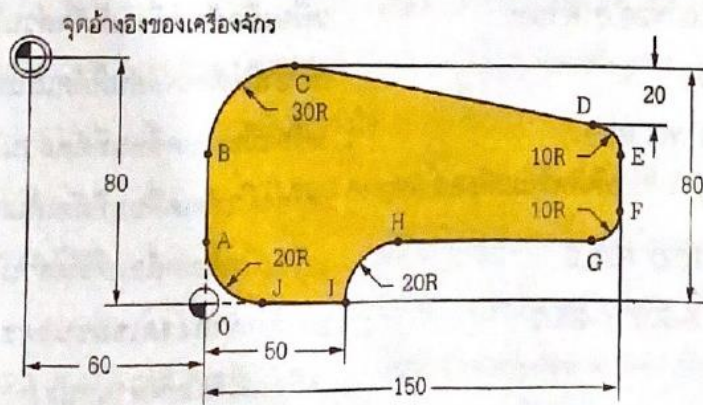
รูปที่ 7.4 การชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดตามทิศทางการเคลื่อนที่
 (ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

นอกเหนือจากทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดจะเป็นตัวกำหนดการใช้คำสั่ง G41 และ G42 สิ่งที่ต้องพิจารณาอีกประการหนึ่งคือทิศทางการหมุนของเครื่องมือตัด (หมุนตามเข็มนาฬิกา หมุนทวนเข็มนาฬิกา) ชนิดของการขึ้นรูป (ขึ้นรูปด้านใน ขึ้นรูปด้านนอก) และทิศทางการป้อนของเครื่องมือตัด รูปที่ 7.5



รูปที่ 7.5 การใช้คำสั่ง G41 และ G42 เมื่อพิจารณาตามชนิดของการขึ้นรูป และทิศทางการหมุนของเครื่องมือตัด (ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

ตัวอย่างที่ 7.1 การเขียนโปรแกรมชดเชยของเครื่องมือตัดดังรูปที่ 7.6 โดยกำหนดให้ใช้คำสั่ง G54 ในการกำหนดจุดศูนย์ของชิ้นงาน ซึ่งอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงของเครื่องจักร (60, -80, -125) ใช้เอ็นด์มิลล์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 25 มิลลิเมตร ทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาและหมายเลขของการชดเชยขนาดคือ H21



รูปที่ 7.6 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมชดเชยของเครื่องมือตัด (หน่วยเมตรริก) (ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

การเขียนโปรแกรมเอ็นซีเพื่อขึ้นรูปชิ้นงานในรูปที่ 7.6 จะได้ดังนี้

N5 G90 G17 G71

N10 T1 M6

N15 G54 G10 X60.0 Y-80.0 Z-125.0

N20 G54 G0 X-25.0 Y-25.0 S2500 M3

N25 Z12.5

N30 G1 Z-12.5 F125.0

N35 G41 H21 X0 Y0

N40 Y50.0

N45 G2 X30.0 Y80.0 R30.0

N50 G1 X140.0 Y60.0

N55 G2 X150.0 Y50.0 R10.0

N60 G1 Y30.0

N65 G2 X140.0 Y20.0 R10.0

N70 G1 X70.0

N75 G3 X50.0 Y0 R20.0

N80 G1 X20.0

N85 G2 X0 Y20.0 R20.0

N90 G0 G40 X-2.0 Y-25.0

N95 G91 G28 Z0 M5

กำหนดโคออร์ดิเนตแบบสัมบูรณ์ระนาบของ

การกัด XY และเลือกหน่วยการป้อนแบบเมตริก

เปลี่ยนเครื่องมือตัดเป็น T1

ป้อนค่าโคออร์ดิเนตของชิ้นงานในคำสั่ง G54

กำหนดจุดศูนย์ของชิ้นงานเครื่องมือตัดเคลื่อนที่

เร็วไปตำแหน่ง (-25,-25) เปิดเฟลาเครื่องมือตัด

หมุนตามเข็มนาฬิกาด้วยความเร็วรอบ 2,500 รอบ

นาที

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่เร็วไปที่ตำแหน่ง Z12.5

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงไปที่ตำแหน่ง

Z-12.5 ด้วยอัตราป้อน 125 มิลลิเมตร/นาที

ใช้คำสั่งชดเชยขนาดทางด้านซ้ายของขอบชิ้นงาน

ไปที่จุด O (0, 0)

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดเส้นตรง OB ถึงจุด B

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดเส้นโค้ง BC ถึงจุด C

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง CD ถึงจุด D

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง DE ถึงจุด E

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดเส้นตรง EF ถึงจุด F

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง FG ถึงจุด G

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดเส้นตรง GH ถึงจุด H

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง HI ถึงจุด I

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดเส้นตรง IJ ถึงจุด J

เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง JA ถึงจุด A

ยกเลิกคำสั่งชดเชยขนาดของเครื่องมือตัดและ

เคลื่อนที่เร็วไปที่ตำแหน่ง (-25, -25)

เลื่อนกลับไปจุดอ้างอิงในแนวแกน Z, ปิดความเร็ว

รอบของเฟลาจับเครื่องมือตัด

N45 G1 X6.0 Y0.75 Z-1.0

N50 Y3.25

N55 X4.0 Y3.25 Z-0.25

N60 G2 X2.0 Y3.25 R3.0

N65 G1 X0.0 Y3.25 Z-1.0

N70 Y1.0

N75 X2.0 Y1.0 Z-0.25

N80 G2 X4.0 Y1.0 R3.0

N85 G1 X6.0 Y1.0 Z-1.0

N90 Y3.0

N95 X4.0 Y3.0 Z-0.25

N100 G2 X2.0 Y3.0 R3.0

N105 G1 X-0.5 Y3.0 Z-1.0

N110 G0 G40 X-1.0 Y-1.0

N115 G91 G28 Z0 M5

N120 G91 G28 X0 Y0

M125 M30

เคลื่อนที่ตัดพื้นผิว C

เคลื่อนที่ตามอัตราป้อนไปที่พื้นผิว D

เคลื่อนที่ตัดพื้นผิว D

เคลื่อนที่ตัดส่วนโค้งและพื้นผิว E

เคลื่อนที่ตัดพื้นผิว F

เคลื่อนที่ตามอัตราป้อนไปที่พื้นผิว A

เคลื่อนที่ตัดพื้นผิว A

เคลื่อนที่ตัดส่วนโค้งและพื้นผิว B

เคลื่อนที่ตัดพื้นผิว C

เคลื่อนที่ตามอัตราป้อนไปที่พื้นผิว D

เคลื่อนที่ตัดพื้นผิว D

เคลื่อนที่ตัดส่วนโค้งและพื้นผิว E

เคลื่อนที่ตัดพื้นผิว F

ยกเลิกการขุดเซชขนาด เคลื่อนที่เร็วไปที่ (-1, -1)

เคลื่อนกลับไปที่จุดอ้างอิงในแนวแกน Z ปิดความเร็วรอบของเฟลางาน

เลื่อนกลับไปที่จุดอ้างอิงในแนวแกน X และ Y

จบการทำงานของโปรแกรม

7.3 การเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดสำหรับงานกัด

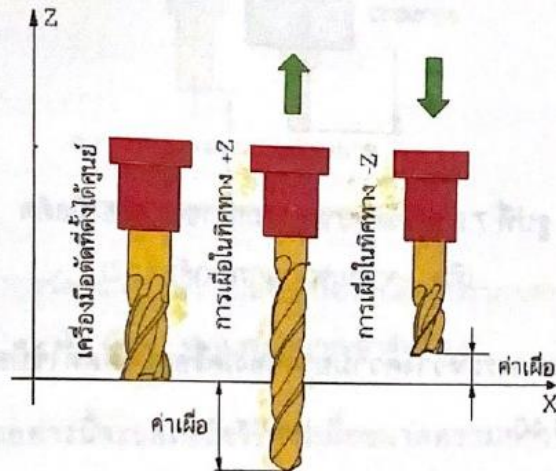
ในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี การระบุความยาวของเครื่องมือตัดนั้นจะต้องเป็นขนาดความยาวจริง เพราะถ้าระบุความยาวไม่ถูกต้องก็จะมีผลต่อการขึ้นรูปของชิ้นงาน กล่าวคือ ถ้าระบุความยาวของเครื่องมือตัดสั้นกว่าความเป็นจริง การตัดเจียนชิ้นงานก็จะได้น้อยกว่าที่ต้องการ หรือถ้าระบุความยาวของเครื่องมือตัดมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดการตัดเจียนชิ้นงานเกินความต้องการ ดังนั้นการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดก็คือการปรับแก้ขนาดของความยาวของเครื่องมือตัดที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานทั้งหมดให้ถูกต้อง ก่อนที่จะป้อนข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือตัดในระบบควบคุมของเครื่องซีเอ็นซี

การเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดหรือที่นิยมเรียกว่า "TLO" (Tool Length Offset) โดยทั่วไปหมายถึงการเผื่อขนาดความยาวในแนวแกน Z ซึ่งในโปรแกรมเอ็นซีจะใช้คำสั่งต่อไปนี้

G43 การเผื่อขนาดความยาวในทิศทางเป็นบวก (Z+) สำหรับเครื่องมือตัดที่มีความยาวมากกว่า

G44 การเผื่อขนาดความยาวในทิศทางเป็นลบ (Z-) สำหรับเครื่องมือตัดที่มีความยาวมาก

G49 การยกเลิกคำสั่งการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด



รูปที่ 7.8 การเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 6)

การกำหนดรูปแบบของคำสั่งการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดในโปรแกรมเอ็นซีจะกำหนด

ดังนี้คือ

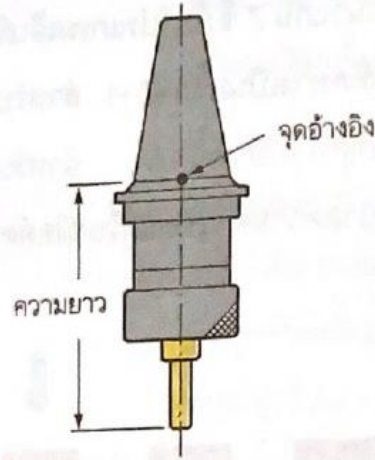
G43 (หรือ G44) Z_n H_n

เมื่อ Z คือ ค่าโคออร์ดิเนตของเครื่องมือตัดในแนวแกน Z

H คือ หมายเลขกำกับของการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด

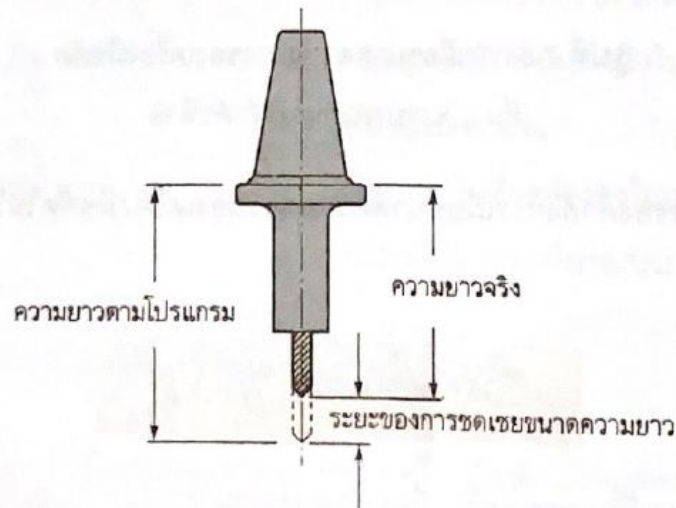
สำหรับการวัดค่าความยาวที่จะใช้ในการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดนั้น สามารถทำได้ด้วยวิธีหนึ่งจาก 3 วิธีต่อไปนี้

1. การวัดขนาดจากปลายของเครื่องมือตัดถึงจุดอ้างอิงบนด้ามจับเครื่องมือ ดังรูปที่ 7.9



รูปที่ 7.9 การวัดขนาดความยาวของเครื่องมือตัด
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

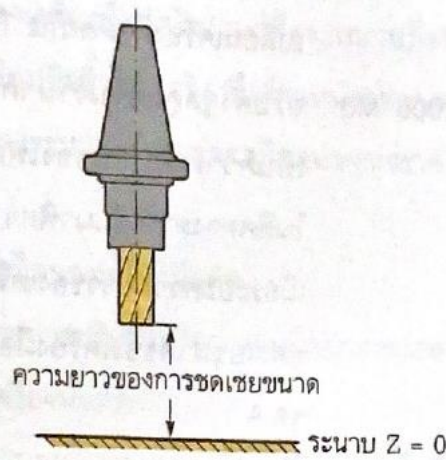
2. การวัดขนาดของผลต่างระหว่างความยาวของเครื่องมือตัดที่ใช้ป้อนในโปรแกรมกับความยาวของเครื่องมือตัดจริง ดังรูปที่ 7.10



รูปที่ 7.10 การวัดขนาดของผลต่างระหว่างความยาวในโปรแกรมกับความยาวจริง
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

3. การวัดขนาดจากปลายเครื่องมือตัดถึงระนาบของด้านอ้างอิง (Datum Reference Plane) ดังรูป

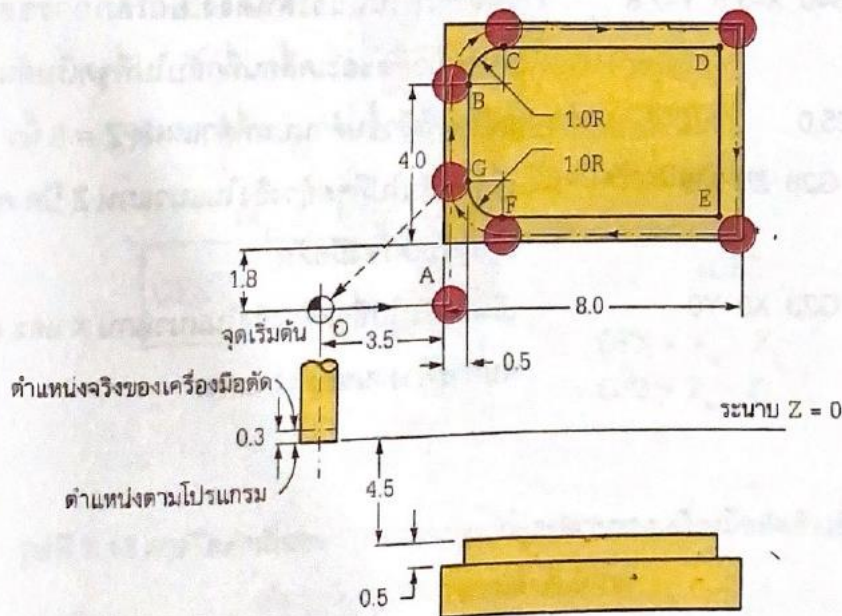
7.11



รูปที่ 7.11 การวัดขนาดระหว่างปลายเครื่องมือตัดถึงระนาบของด้านอ้างอิง

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

ตัวอย่างที่ 7.3 ในตัวอย่างนี้จะแสดงถึงวิธีการเพื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด โดยกำหนดหมายเลขของการขีดเขียนขนาดความยาวที่บันทึกเก็บไว้ในหน่วยความจำของระบบควบคุมเป็น H1 ($H1 = -0.3$) ต้องการขึ้นรูปชิ้นงาน ดังรูปที่ 7.12



รูปที่ 7.12 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมงานกัดโดยการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

จากรูปที่ 7.12 โปรแกรมเอ็นซีจะได้ดังนี้

N5 G90 G80 G40 G17	การเตรียมโปรแกรมและปรับตั้งค่าความปลอดภัย
N10 T1 M6	เปลี่ยนเครื่องมือตัดเป็น T1
N15 G54 G0 X0 Y0 S2000 M3	ปรับตั้งจุดศูนย์ขึ้นงาน เครื่องมือตัดเคลื่อนที่เร็วไปที่ (0, 0) เป็นความเร็วรอบของเพลาจับเครื่องมือ 2,000 รอบ/นาที ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
N20 G43 H1 Z-0.5	เมื่อระยะความยาวของเครื่องมือตัด เคลื่อนที่เร็วไปที่ Z-0.5
N25 G41 H21 X4.0	ขดเซชขนาดของเครื่องมือตัดทางด้านซ้าย เคลื่อนที่เร็วไปที่ จุด A
N30 G91 G1 Y5.8 F15.0	เลือกโหมดการวัดของแบบต่อเนื่อง เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด B
N35 G2 X1.0 Y1.0 R1.0	เคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง BC ถึงจุด C
N40 G1 X7.0	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด D
N45 Y-4.5	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด E
N50 X-6.0	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด F
N55 G2 X-1.0 Y1.0 R1.0	เคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง FG
N60 G1 G40 X-3.5 Y-2.8	เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ยกเลิกการขดเซชขนาดของ เครื่องมือตัดและเคลื่อนที่กลับไปจุดเริ่มต้น (0)
N65 G0 Z5.0	เคลื่อนที่เร็วขึ้นด้านบนที่ตำแหน่ง Z = 5 นิ้ว
N70 G91 G28 Z0 M5	เลื่อนกลับไปจุดอ้างอิงในแนวแกน Z ปิด ความเร็วรอบของ เพลาจับเครื่องมือตัด
N75 G91 G28 X0 Y0	เลื่อนกลับไปจุดอ้างอิงในแนวแกน X และ แนวแกน Y
N80 M30	จบการทำงานของโปรแกรม

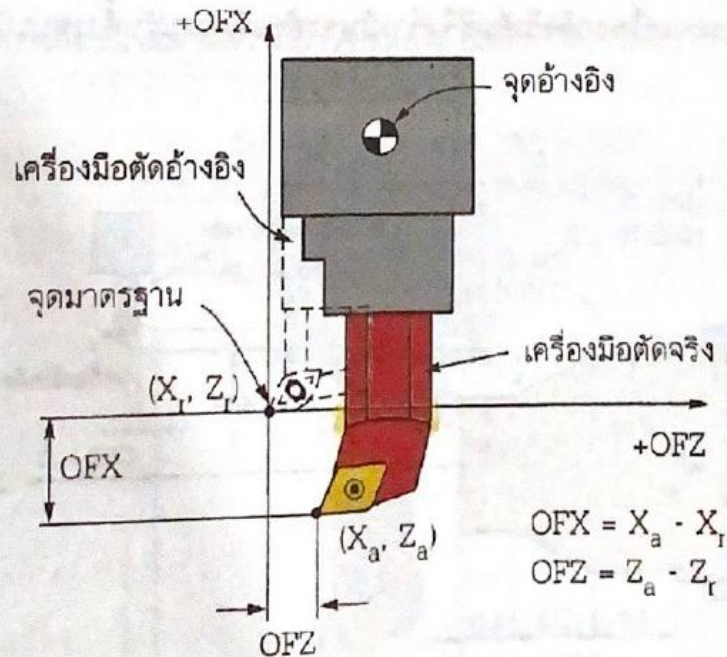
7.4 การเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดสำหรับงานกลึง

การเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดในงานกลึงจะหมายถึงการเผื่อค่าความแตกต่างกันระหว่างจุดปลายที่เครื่องมือตัดเดินตัดเฉือนผิวชิ้นงานจริง กับตำแหน่งของจุดปลายเครื่องมือตัดมาตรฐาน (ทางทฤษฎี) โดยมีค่าของความแตกต่างระหว่างจุด 2 จุดจะมีผลมาจากค่าตัวแปรที่สำคัญ 3 ประการด้วยกัน ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ขนาดของรูปทรงเรขาคณิตของเครื่องมือตัด
2. ความผิดพลาดที่เกิดจากการปรับตั้งหรือการจับยึดบนเทอเรทของเครื่องกลึง
3. การสึกหรอของปลายเครื่องมือตัด

สำหรับการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดในงานกลึงด้วยเครื่องกลึงชนิด 2 แนวแกนนั้น จะต้องทำการเผื่อขนาดความยาวของทั้ง 2 แนวแกนคือ แนวแกน X และ Z ซึ่งโดยปกติแล้วการวัดค่าเผื่อขนาดนั้น จะใช้จุดปลายของเครื่องมือตัดมาตรฐานวัดเปรียบเทียบกับปลายของเครื่องมือตัดจริง ดังรูปที่

7.13



รูปที่ 7.13 การวัดค่าเผื่อขนาดความยาวจากจุดปลายของเครื่องมือตัดอ้างอิง

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

ในการกำหนดทางเดินของเครื่องมือตัดในงานกลึงนั้น จะอาศัยจุดอ้างอิงบนปลายมีดเป็นบรรทัดฐาน ในการเขียนโปรแกรม ดังนั้นในการคำนวณหาค่าเผื่อขนาดความยาวตามแนวแกน X (OFX) และตามแนวแกน Z (OFZ) สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้คือ

$$\begin{aligned} \text{OFX} &= X_a - X_r \\ \text{OFZ} &= Z_a - Z_r \end{aligned}$$

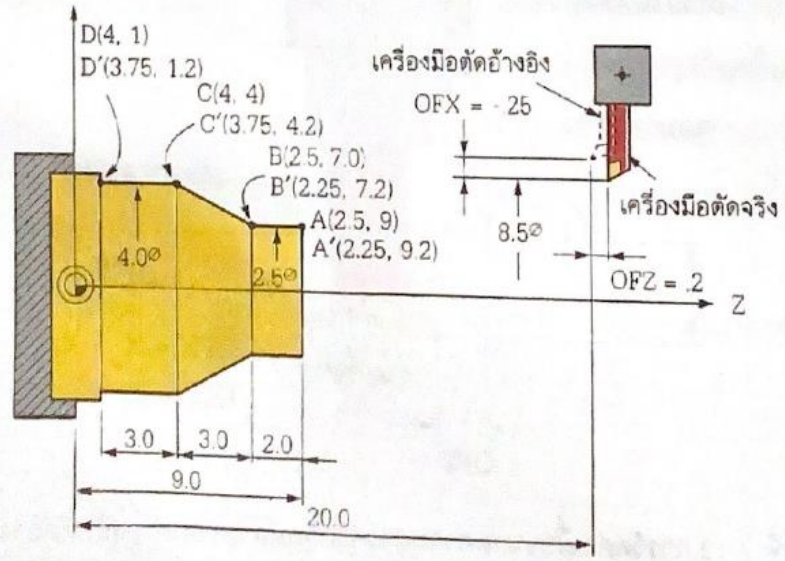
เมื่อ OFX หมายถึง ค่าเผื่อขนาดของความยาวในทิศทางของแนวแกน X

OFZ หมายถึง ค่าเผื่อขนาดของความยาวในทิศทางของแนวแกน Z

X_a, Z_a หมายถึง ค่าโคออร์ดิเนตจริงของปลายเครื่องมือตัดในทิศทางของแนวแกน X และ Z ตามลำดับ

X_r, Z_r หมายถึง ค่าโคออร์ดิเนตของจุดปลายเครื่องมือตัดอ้างอิง

เนื่องจากการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัดจะมีผลต่อการเลื่อนจุดโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน ด้วยเหตุนี้ระบบควบคุมของเครื่องกลึงซีเอ็นซีจึงจำเป็นต้องมีการปรับตั้งระบบโคออร์ดิเนตของชิ้นงานใหม่ ดังรูปที่ 7.14



รูปที่ 7.14 ผลของการเผื่อขนาดความยาวที่มีผลต่อทางเดินของเครื่องมือตัด (ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

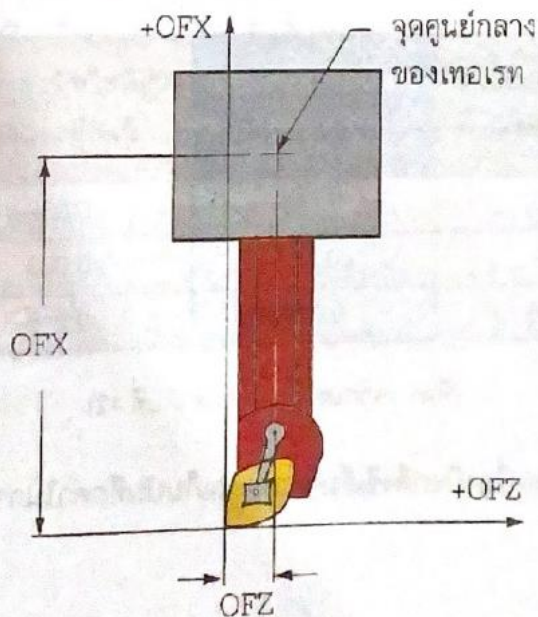
จากรูปที่ 7.14 ค่าโคออร์ดิเนตของทางเดินเครื่องมือตัดจริงซึ่งเป็นผลมาจากการเผื่อความยาวของ
 เครื่องมือตัดจะแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ค่าโคออร์ดิเนตทางเดินของเครื่องมือตัดของชิ้นงานในรูปที่ 7.14

ตำแหน่งของโปรแกรม	โคออร์ดิเนตทางเดินของโปรแกรม (วัดจากจุดปลายของเครื่องมืออ้างอิง)		โคออร์ดิเนตทางเดินจริง (เผื่อขนาดของเครื่องมือตัด)	
	X	Z	X	Z
A,A	2.5	9.0	2.25	9.2
B,B	2.5	7.0	2.25	7.2
C,C	4.0	4.0	3.75	4.2
D,D	4.0	1.0	3.75	1.2

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

นอกจากการใช้จุดปลายของเครื่องมือตัดอ้างอิงแล้ว ยังสามารถที่จะใช้จุดศูนย์กลางของเทอเรทเป็น
 ตำแหน่งอ้างอิงสำหรับการเผื่อขนาดตามความยาวของเครื่องมือตัดก็ได้เช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 7.15



รูปที่ 7.15 การใช้จุดศูนย์กลางของเทอเรทเป็นจุดอ้างอิงสำหรับการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

สำหรับการจัดบันทึกค่าหมายเลขของการเผื่อขนาดนี้จะประกอบไปด้วยค่าตัวแปรที่สำคัญ 5 ค่าตัวแปร ดังนี้

1. หมายเลขของการเผื่อขนาด
2. ค่าเผื่อขนาดความยาวตามแนวแกน X (OFX)
3. ค่าเผื่อขนาดความยาวตามแนวแกน Z (OFZ)
4. ค่าเผื่อขนาดรัศมีของปลายมีด (OFR)
5. ทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีด (OFT)

สำหรับค่าตัวแปรของ OFX และ OFZ จะใช้สำหรับการเผื่อขนาดความยาวของเครื่องมือตัด ส่วนค่าตัวแปรของ OFR และ OFT จะใช้สำหรับเผื่อขนาดรัศมีของปลายมีด ในส่วนของการป้อนข้อมูลของการเผื่อขนาดนั้นสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การป้อนด้วยมือ (Manual Data Input: MDI)
2. การป้อนข้อมูลด้วยคำสั่งในโหมดของการเขียนโปรแกรม (Programming Mode)

ตัวอย่างการป้อนข้อมูลของค่าเผื่อขนาดด้วยมือแสดงดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 การป้อนข้อมูลของค่าเผื่อขนาดความยาวและขนาดรัศมีของปลายมีด

หมายเลขของการเผื่อขนาด	ค่าเผื่อในแนวแกน X (OFX)	ค่าเผื่อในแนวแกน Z (OFZ)	ค่าเผื่อรัศมีของปลายมีดกลึง (OFR)	ทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีดกลึง (OFT)
01	0.030	0.150	0.032	1
02	0.120	-0.157	0.063	3
03	-0.245	0.055	0.016	7

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

หมายเหตุ : ระบบควบคุมของเครื่องมือกลึงซีเอ็นซีสามารถเก็บบันทึกค่าในการเผื่อขนาดได้ 16 หรือ 32 ค่า

สำหรับการป้อนข้อมูลของการปรับตั้ง สามารถใช้คำสั่ง G10 ในการโปรแกรมข้อมูลหรือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของการเผื่อขนาดได้ โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังต่อไปนี้

G10 P_p X_x Z_z R_r Q_q (โหมดโคออร์ดิเนตแบบสัมบูรณ์)

G10 P_p U_u W_w R_r Q_q (โหมดโคออร์ดิเนตแบบต่อเนื่อง)

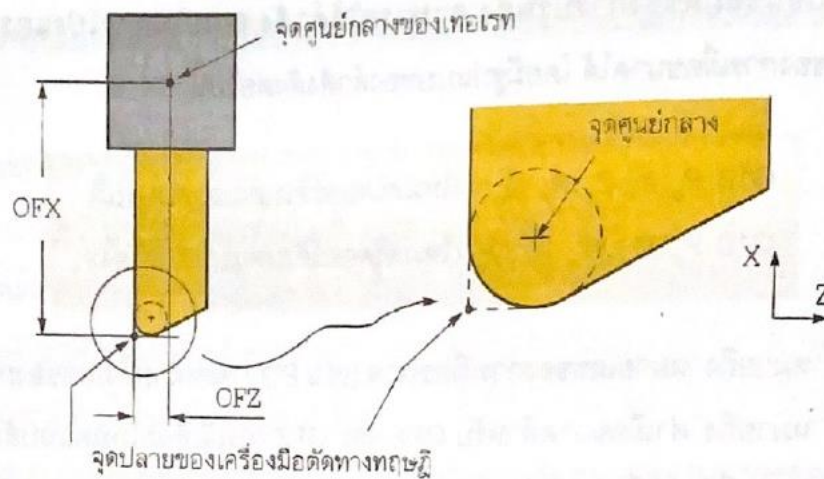
- เมื่อ P หมายถึง หมายเลขของการเผื่อขนาด (เช่น PO2 จะหมายถึงเลขของการเผื่อขนาด 02)
X, Z หมายถึง ค่าเผื่อขนาดสำหรับ OFX และ OFZ (กรณีเลือกโหมดแบบสัมบูรณ์)
U, W หมายถึง ค่าเผื่อขนาดสำหรับ OFX และ OFZ (กรณีเลือกโหมดแบบต่อเนื่อง)
R หมายถึง ค่ารัศมีของปลายมีดกลึง
Q หมายถึง หมายเลขทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีดกลึง

ตัวอย่างการป้อนข้อมูลของการเผื่อขนาดหมายเลข 01 ในตารางที่ 7.2 ด้วยคำสั่ง G10 จะได้ดังนี้

7.5 การชดเชยขนาดของรัศมีของปลายเครื่องมือตัด

โดยปกติแล้วที่ปลายของมีดกลึงจะออกแบบมาให้เป็นรัศมีส่วนโค้งขนาดเล็ก ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงที่ปลายมีด ลดความเครียดในขณะตัดเฉือนผิวชิ้นงาน ทำให้ความร้อนกระจายออกได้ดี ยืดอายุการใช้งานและทำให้ผิวชิ้นงานกลึงเรียบ

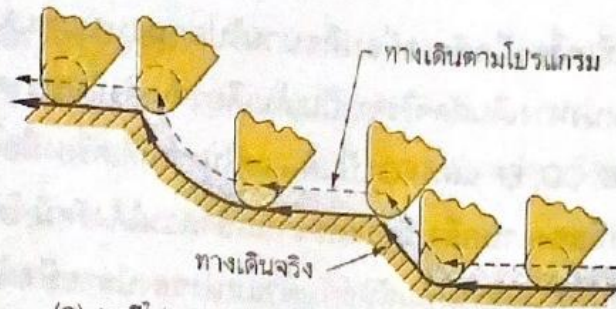
เนื่องจากส่วนปลายของมีดกลึงเป็นส่วนโค้งรัศมี ในขณะที่มีดกลึงเดินตัดผิวชิ้นงาน ส่วนโค้งมนของปลายมีดจะเคลื่อนที่แทนตำแหน่งจุดปลายของมีด โดยสมมุติว่าจุดปลายของมีดที่สัมพันธ์กับชิ้นงานนั้นเป็นจุดที่แหลมคม ดังนั้นค่าชดเชยขนาดของปลายมีดกลึงจึงเป็นการชดเชยช่องว่างระหว่างจุดปลายของมีดในทางทฤษฎีกับขอบคมตัดของมีดกลึงที่สัมผัสกับผิวชิ้นงาน ดังรูปที่ 7.16



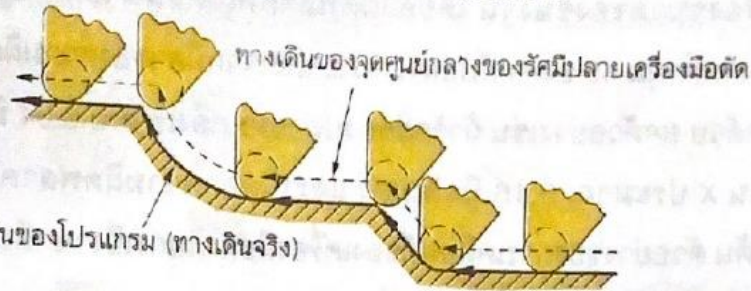
รูปที่ 7.16 จุดปลายของมีดในทางทฤษฎีและการชดเชยขนาดความยาวของมีดตามแนวแกน X และ Z
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

ในการเขียนโปรแกรมทางเดินของเครื่องมือตัดนั้น สามารถใช้ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของรัศมีปลายมีดเป็นจุดอ้างอิงไปตามเส้นขอบรูปของชิ้นงานก็ได้ ดังรูปที่ 7.17

G10 P01 X0.030 Z0.150 R0.032 Q1



(ก) กรณีไม่ชดเชยขนาดรัศมีของปลายเครื่องมือตัด

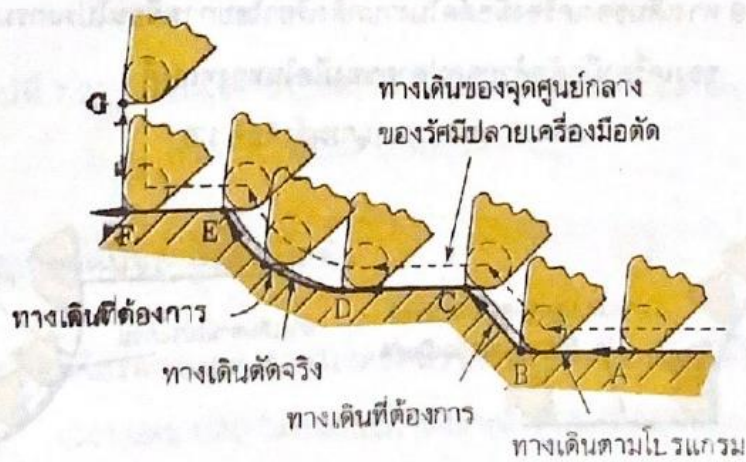


(ข) กรณีชดเชยขนาดรัศมีของปลายเครื่องมือตัด

รูปที่ 7.17 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมชดเชยขนาดโดยใช้จุดศูนย์กลางของรัศมีปลายมีดกลึง

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

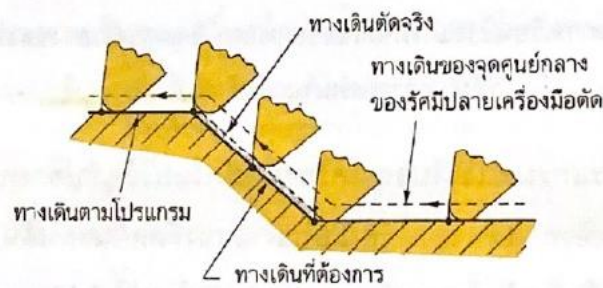
สำหรับการเขียนโปรแกรมทางเดินของเครื่องมือตัดโดยใช้จุดปลายของมีด ในทางทฤษฎีนั้น ส่วนมากจะใช้กำหนดจุดอ้างอิงทางเดินของเครื่องมือในตำแหน่งที่ตัดกันของเส้น 2 เส้น คือ เส้นที่สัมผัสกับจุดปลายรัศมีของปลายมีดกลึงกับเส้นที่ขนานกับแกน X และ Z ดังรูปที่ 7.18



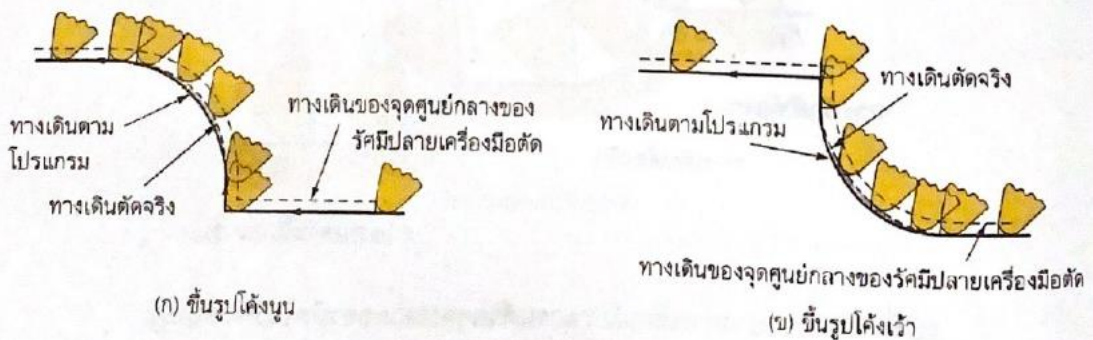
รูปที่ 7.18 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยจุดปลายของมีดในทางทฤษฎี

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

จากรูปที่ 7.18 ในกรณีที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ขนานไปตามแนวแกน X และ Z นั้น ตำแหน่งของปลายมีดในทางทฤษฎีกับตำแหน่งทางเดินตัดจริงจะเป็นเส้นเดียวกัน ดังนั้นขนาดของชิ้นงานจึงไม่ผิดพลาด เช่นการเคลื่อนที่ตัดเส้นตรง AB, CD, EF และ FG เป็นต้น แต่ในกรณีที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดไม่ขนานกับแนวแกน X และ Z เช่น ในกรณีของงานกลึงเรียวและงานกลึงส่วนโค้งรัศมี โดยที่งานกลึงในลักษณะนี้ ตำแหน่งของปลายมีดในทางทฤษฎีนั้นจะไม่สัมพันธ์กับตำแหน่งของปลายมีดตัดชิ้นงานจริง ทำให้เกิดความผิดพลาดในเรื่องขนาดของชิ้นงาน โดยค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นนี้จะมีค่ามากที่สุดเมื่อเครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานทำมุม 45 องศา กับแนวแกน Z นอกจากนี้ค่าของความผิดพลาดยังขึ้นอยู่กับขนาดรัศมีของปลายมีดอีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น ถ้ารัศมีของปลายมีดกลึงเท่ากับ 0.04 มิลลิเมตร จะเกิดค่าความผิดพลาดในแนวแกน X ประมาณ 0.16 มิลลิเมตร และเกิดค่าความผิดพลาดในแนวแกน Z ประมาณ 0.24 มิลลิเมตร เป็นต้น ตัวอย่างของการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดในงานกลึงเรียวและงานกลึงส่วนโค้งรัศมี ดังรูปที่ 7.19 และ 7.20



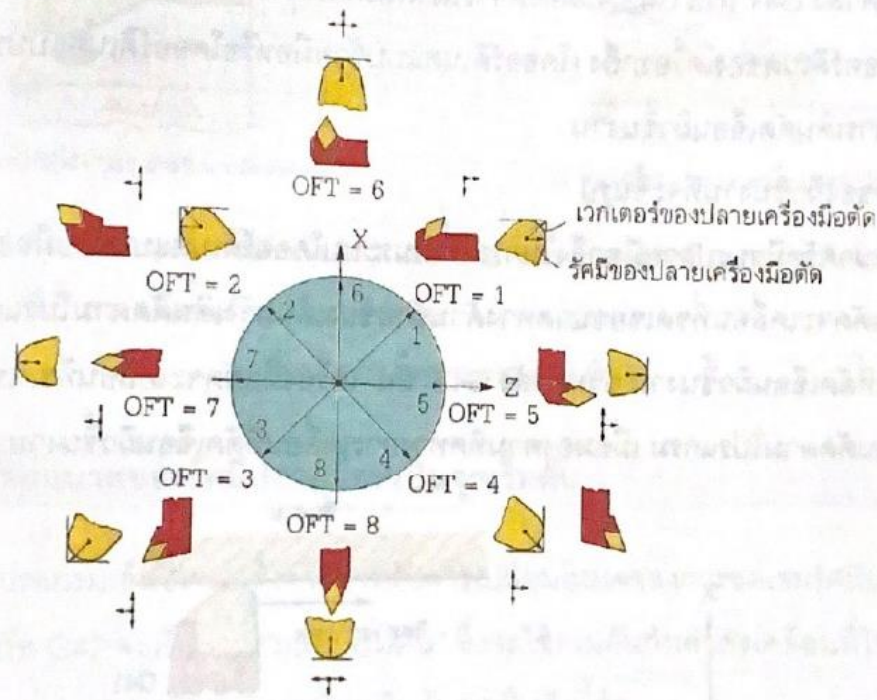
รูปที่ 7.19 ทางเดินของเครื่องมือตัดในงานกลึงเรียวโดยการเขียนโปรแกรมทางเดินของเครื่องมือตัดด้วยจุดปลายของมีดในทางทฤษฎี (ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)



รูปที่ 7.20 ทางเดินของเครื่องมือตัดในงานกลึงส่วนโค้งรัศมีโดยการเขียนโปรแกรมทางเดินของเครื่องมือตัดด้วยจุดปลายของมีดในทางทฤษฎี (ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

7.6 ทิศทางของปลายเครื่องมือตัด

ทิศทางของปลายเครื่องมือตัดที่จะกล่าวถึงเป็นทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีดกลึงในทางทฤษฎี ซึ่งถูกกำหนดโดยค่าพารามิเตอร์ส่วนของวงกลม หมายความว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีดนั้น ๆ จะมีทิศทางอยู่ในตำแหน่ง 1 ใน 4 ของวงกลม (Quadrant) ซึ่งการบันทึกค่าทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีดเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องกลึงซีเอ็นซีนี้จะใช้หมายเลข 1-8 ดังรายละเอียดที่ดังรูปที่ 7.21



รูปที่ 7.21 หมายเลขสำหรับทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีดกลึง
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

7.7 คำสั่งในการขดเซยรัศมีของเครื่องมือตัด

คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมขดเซยขนาดรัศมีของปลายเครื่องมือตัดในงานกลึงซีเอ็นซีนั้น ประกอบด้วยคำสั่ง G40, G41 และ G42 โดยแต่ละคำสั่งมีหน้าที่และมีผลต่อทางเดินของเครื่องมือตัดตามที่ได้สรุปไว้ในตารางที่ 7.3

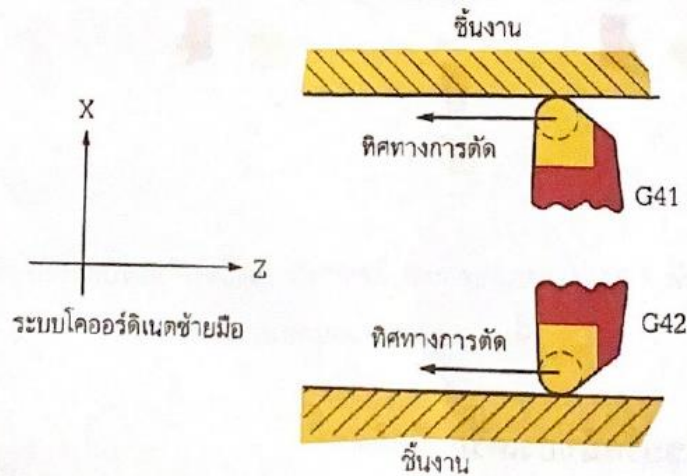
ตารางที่ 7.3 หน้าที่และผลของทางเดินเครื่องมือตัดในคำสั่ง G40, G41 และ G42

คำสั่ง	หน้าที่	การเดินของเครื่องมือตัด
		เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ไปตามโปรแกรม
G40	ยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายมีด	เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ไปตามโปรแกรม
G41	การชดเชยรัศมีของปลายมีดทางด้านซ้าย	เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ชดเชยขนาดทางด้านซ้ายของโปรแกรม
G42	การชดเชยรัศมีของปลายมีดทางด้านขวา	เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ชดเชยขนาดทางด้านขวาของโปรแกรม

การเลือกใช้คำสั่ง G41 หรือ G42 จะต้องพิจารณาถึงแฟกเตอร์ที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ระบบโคออร์ดิเนตของเครื่องกลึง (โคออร์ดิเนตแบบซ้ายมือหรือโคออร์ดิเนตแบบขวามือ)
2. ทิศทางการเดินตัดเฉือนผิวชิ้นงาน
3. ตำแหน่งของผิวชิ้นงานที่จะขึ้นรูป

การชดเชยขนาดรัศมีของปลายมีดกลึงในกรณีที่เป็นระบบโคออร์ดิเนตแบบซ้ายมือ การเลือกใช้คำสั่ง G41 นั้น เครื่องมือตัดจะเคลื่อนที่ชดเชยขนาดทางด้านซ้ายของเส้นทางเดินตัดตามโปรแกรมเมื่อมองตามทิศทางการเคลื่อนที่ตัดเฉือนผิวชิ้นงาน ส่วนคำสั่ง G42 นั้น เครื่องมือตัดจะเคลื่อนที่ชดเชยขนาดทางด้านขวาของเส้นทางเดินตัดตามโปรแกรม เมื่อมองตามทิศทางการเคลื่อนที่ตัดเฉือนผิวชิ้นงาน ดังรูปที่ 7.22



รูปที่ 7.22 การเลือกใช้คำสั่ง G41 และ G42 ในระบบโคออร์ดิเนตแบบซ้ายมือ

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

สำหรับตัวอย่างการเลือกใช้คำสั่ง G41 และ G42 ในเครื่องกลึงที่เป็นระบบโคออร์ดิเนตแบบซ้ายมือ ดังรูปที่ 7.23



(ก) การใช้คำสั่ง G41 สำหรับงานปาดผิวหน้าและตัดผิวด้านใน



(ข) การใช้คำสั่ง G42 สำหรับงานปาดผิวหน้าและตัดผิวด้านนอก



(ค) การใช้คำสั่ง G42 สำหรับงานตัดผิวด้านใน



(ง) การใช้คำสั่ง G41 สำหรับงานตัดผิวด้านนอก

รูปที่ 7.23 ตัวอย่างการเลือกใช้คำสั่ง G41 และ G42 ขดเขยขนาดรัศมีของปลายมีดในเครื่องกลึงที่เป็นระบบโคออร์ดิเนตแบบซ้ายมือ

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

7.8 การขดเขยขนาดของรัศมีปลายมีดที่เป็นจุดเริ่มต้น

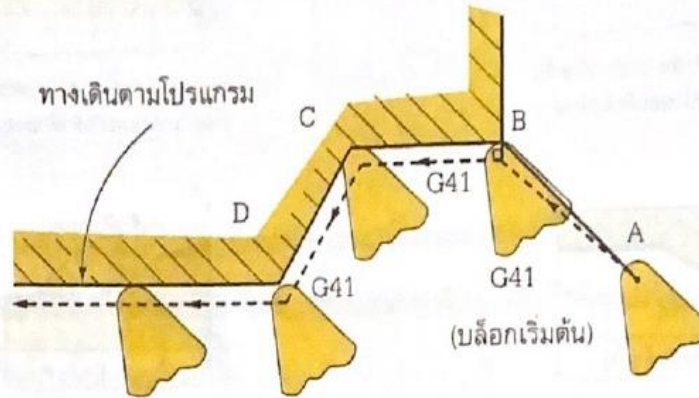
การเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกลึงที่ใช้สำหรับการเปลี่ยนโหมดของการขดเขยรัศมีปลายมีดจากคำสั่ง G40 ไป G41 หรือ G42 จะเรียกว่า "บล็อกเริ่มต้น" ซึ่งจะใช้ร่วมกับคำสั่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง เช่น G00 และ G01 โดยรูปแบบของโปรแกรบบล็อกเริ่มต้นจะเป็นดังนี้คือ

G41 G00/G01 X_i Z_i

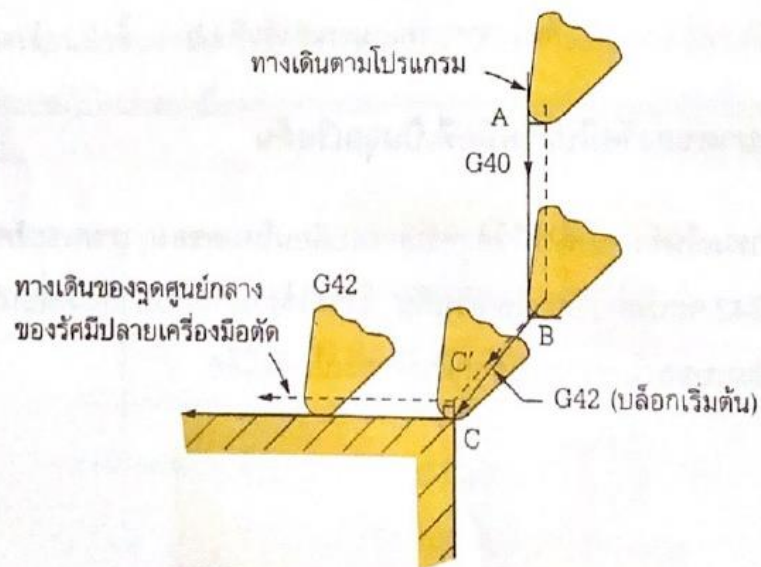
หรือ

G42 G00/G01 X_i Z_i

ตัวอย่างทางเดินของเครื่องมือตัดในโปรแกรมบล็อกเริ่มต้นของคำสั่ง G41 และ G42 ดังรูปที่ 7.24 และ 7.25



รูปที่ 7.24 ทางเดินของเครื่องมือตัดในโปรแกรมบล็อกเริ่มต้นของคำสั่ง G41
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)



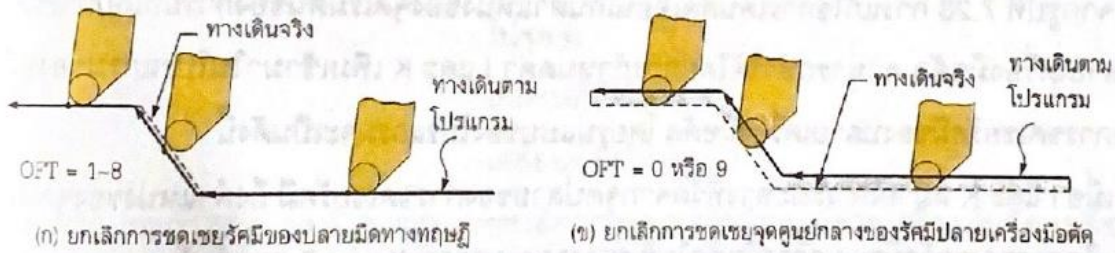
รูปที่ 7.25 ทางเดินของเครื่องมือตัดในโปรแกรมบล็อกเริ่มต้นของคำสั่ง G42
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

การยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด

คำสั่ง G40 เป็นคำสั่งในการยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด ซึ่งโดยปกติแล้วจะใช้ร่วมกับคำสั่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง สำหรับรูปแบบของคำสั่ง G40 จะเป็นดังนี้คือ

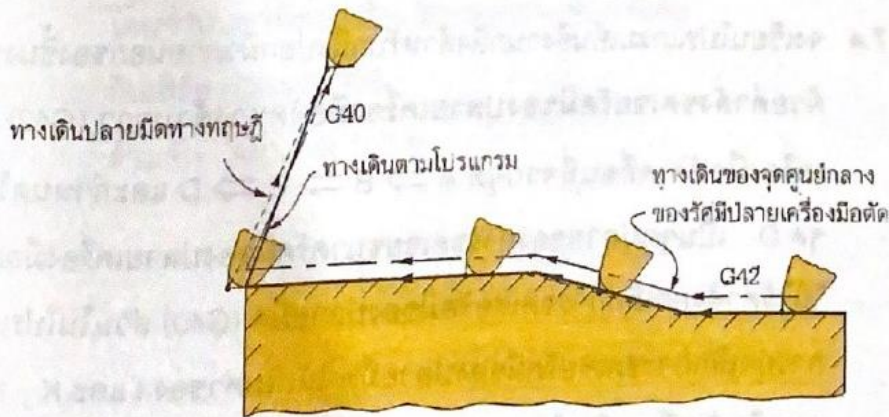
```
G40 G01/G00 Xx Zz (โหมดโคออร์ดิเนตแบบสัมบูรณ์)
หรือ
G42 G00/G01 Xx Zz (โหมดโคออร์ดิเนตแบบต่อเนื่อง)
```

เมื่อได้คำสั่ง G40 เพื่อยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัดไปแล้ว ตำแหน่งทางเดินของเครื่องมือตัดก็จะเป็นไปตามทางเดินของเครื่องมือตัดที่โปรแกรมไว้ ยกตัวอย่างเช่น การเขียนโปรแกรมด้วยจุดศูนย์กลางรัศมีของปลายเครื่องมือตัดหรือการเขียนโปรแกรมด้วยจุดปลายของเครื่องมือตัดในทางทฤษฎี ดังรูปที่ 7.26 และ 7.27



รูปที่ 7.26 ทางเดินของเครื่องมือตัดหลังจากที่ใช้คำสั่ง G40

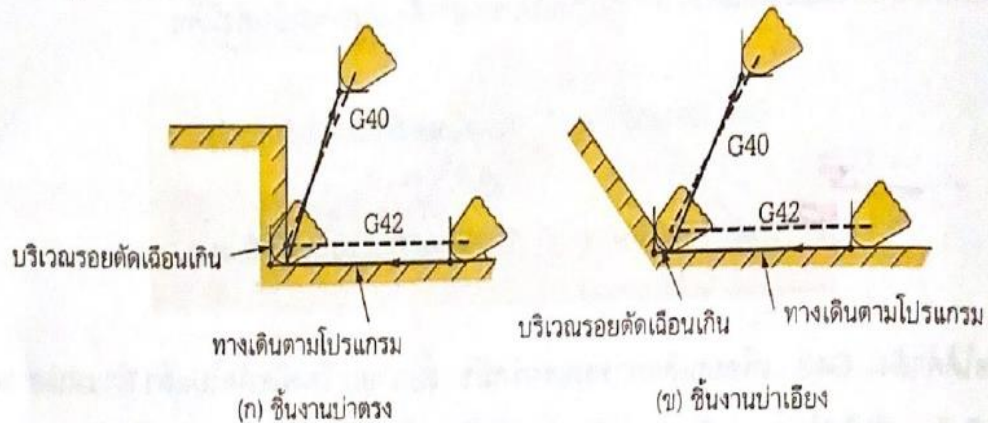
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)



รูปที่ 7.27 ทางเดินของเครื่องมือตัดในกรณียกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

การใช้คำสั่ง G40 เพื่อยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัดในบางตำแหน่ง จะก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเดินตัดเฉือนเกินตำแหน่งของจุดเริ่มต้นของการยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด ดังรูปที่ 7.28



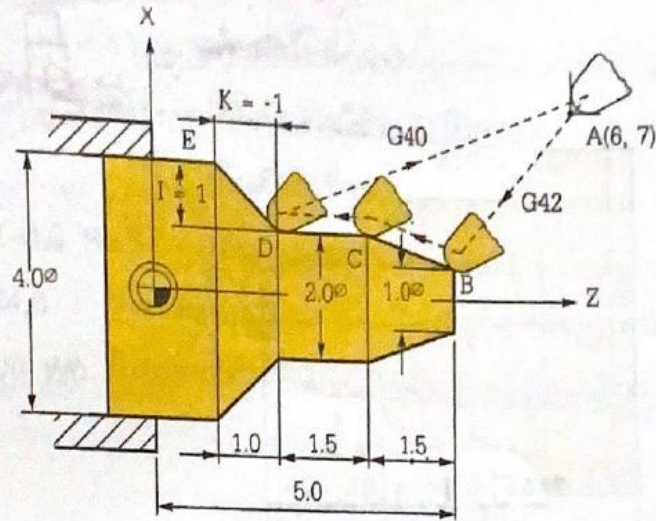
รูปที่ 7.28 การเดินตัดเฉือนเกินตำแหน่งจุดเริ่มต้นของการยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด (ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

จากรูปที่ 7.28 การแก้ไขการเดินตัดเฉือนเกินตำแหน่งของจุดเริ่มต้นของการยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด สามารถทำได้โดยการกำหนดค่า I และ K เพิ่มเข้ามาในโปรแกรมของบล็อกการยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด โดยรูปแบบของโปรแกรมจะเป็นดังนี้

เมื่อ I และ K หมายถึง ระยะทางที่วัดจากจุดปลายของการชดเชยรัศมี ถึงตำแหน่งของจุดเริ่มต้นของการยกเลิกการชดเชยรัศมีของเครื่องมือตัดในทิศทางของแนวแกน X และ Z ตามลำดับ

```
G40 G0/G1 Xr Zr Ir Kr
```

ตัวอย่างที่ 7.4 จงเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกลึงสำหรับกลึงปอกผิวภายนอกของชิ้นงานในรูปที่ 7.29 ด้วยคำสั่งชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัดทางด้านขวา (G42) โดยกำหนดให้เครื่องมือตัดเคลื่อนที่จากจุด A ⇒ B ⇒ C ⇒ D และกำหนดให้ตำแหน่งของจุด D เป็นจุดปลายของการชดเชยขนาดรัศมีของปลายเครื่องมือตัด หลังจากนั้นให้ใช้คำสั่งยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายมีด (G40) ส่วนในโปรแกรมบล็อกของการยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายมีด ให้เพิ่มค่าของ I และ K ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเดินตัดเฉือนเกินตำแหน่งของจุดยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัดด้วย



รูปที่ 7.29 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมยกเล็กรวดเซย์รัศมีของปลายเครื่องมือตัด
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

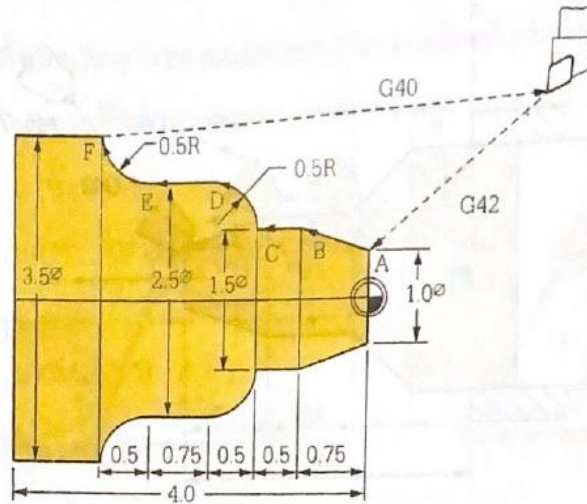
จากรูป 7.29 โปรแกรมเอ็นซีแสดงทางเดินของเครื่องมือตัดบางส่วนจะได้ดังนี้

G42 G01 X1.0 Z5.0	เริ่มต้นรูดเซย์รัศมีของปลายเครื่องมือตัด เคลื่อนที่จากจุด A ไปจุด B
X2.0 Z3.5	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด C
Z2.0	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด D
G40 G0 X6.0 Z7.0 11.0 K-1.0	ยกเล็กรวดเซย์รัศมีของปลายเครื่องมือตัด เคลื่อนที่เร็วไปที่จุด A

ตัวอย่างที่ 7.5 จงเขียนโปรแกรมรูดเซย์รัศมีของเครื่องมือตัดเพื่อขึ้นรูปชิ้นงานในรูปที่ 7.30 โดยกำหนดชนิดของอินเสิร์ตและด้ามจับดังนี้คือ

อินเสิร์ต DAMG 323

ด้ามจับ MDJNR 163 B



รูปที่ 7.30 ชิ้นงานสำหรับตัวอย่างที่ 7.5 (หน่วยนิ้ว)

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

จากชนิดของอินเลิร์ทและด้ามจับที่กำหนดให้ จะได้ค่าขีดเซยขนาดความยาวและค่าขีดเซยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด ดังตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.4 ค่าขีดเซยขนาดความยาวและรัศมีของปลายเครื่องมือตัดของด้ามจับ MDJNR 163 B และอินเลิร์ท DAMG 323

หมายเลขของการขีดเซยขนาด 01	ค่าขีดเซยขนาดในแนวแกน X (OFX)	ค่าขีดเซยขนาดในแนวแกน Z (OFZ)	ค่าขีดเซยรัศมีของปลายมีด (OFR)	ทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีด (OFT)
01	5.5	6.3	0.0469	3

โปรแกรมเอ็นซีงานกลึงสำหรับตัวอย่างที่ 7.5 จะได้ดังนี้คือ

N5 G50 X5.5 Z6.3

ปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงาน

N10 T0100

เปลี่ยนเครื่องมือตัดเป็น T1

N15 G50 S3000

ปรับความเร็วรอบสูงสุดที่ 3,000 รอบ/นาที

N20 G96 S500 M3

ปรับตั้งความเร็วตัดคงที่ที่ 500 ฟุต/นาที

N25 G0 X1.0 Z0.5 T0101

เคลื่อนที่เร็วไปที่ (1.0, 0.5) หมายเลขของการขีดเซยขนาด 01

N30 G42 G1 Z0 F0.006

ขีดเซยรัศมีของปลายเครื่องมือตัดทางด้านขวา ป้อนตัดไปที่จุด A

N35 X1.5 Z-0.75

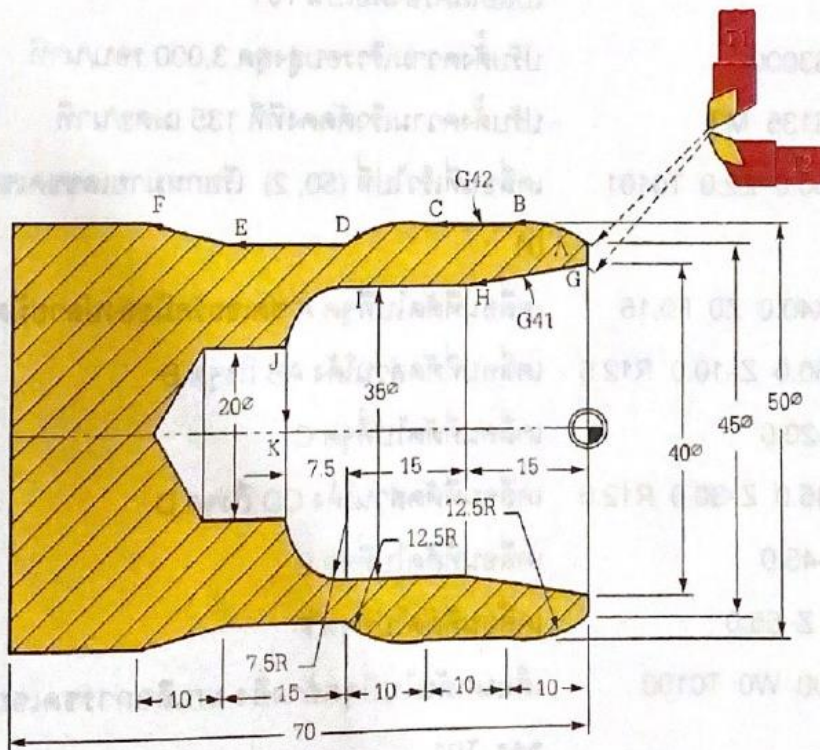
เดินตัดไปที่จุด B

N40 Z-1.25	เดินตัดไปที่จุด C
N45 G3 X2.5 Z-1.75 R0.5	เดินตัดส่วนโค้ง CD ถึงจุด D
N50 G1 X-2.5	เดินตัดไปที่จุด E
N55 G2 X3.5 Z-3.0 R0.5	เดินตัดส่วนโค้ง EF ถึงจุด F
N60 G1 G40 X4.0	ป้อนตัดไปที่ (4, 3) ยกเลิกการชดเชยรัศมีของปลายเครื่องมือตัด
N65 G0 G28 U0 W0 T0100	เคลื่อนที่กลับไปจุดอ้างอิง ยกเลิกการชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด
N70 M30	จบการทำงานของโปรแกรม

ตัวอย่างที่ 7.6 จงเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกลึงสำหรับขึ้นรูปภายนอกและภายในของชิ้นงานในรูปที่ 7.31 โดยกำหนดชนิดของดินเล็ทและด้ามจับดังนี้คือ

T1 ชนิดของอินเล็ท DBMT 333 ชนิดของด้ามจับ CDJPL 123 B

T2 ชนิดของอินเล็ท VAMG 332 ชนิดของด้ามจับ MCJPL 123 T (ด้ามจับมือคว้าน)



รูปที่ 7.31 ชิ้นงานสำหรับตัวอย่างที่ 7.6 (หน่วยเมตริก)
(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

จากชนิดของอินเสิร์ตและด้ามจับที่กำหนดให้นี้ จะได้ขีดเขียนขนาดความยาวและค่าขีดเขียนขนาดรัศมีของปลายเครื่องมือตัดดังแสดงไว้ในตารางที่ 7.5

ตารางที่ 7.5 ค่าขีดเขียนขนาดความยาวและรัศมีของปลายเครื่องมือตัดของด้ามจับ CDJPL 123B MCJPL 123T และอินเสิร์ต DBMT333 VAMG332

หมายเลขของกรวดเขียนขนาด 01	ค่าขีดเขียนขนาดในแนวแกน X (OFX)	ค่าขีดเขียนขนาดในแนวแกน Z (OFZ)	ค่าขีดเขียนรัศมีของปลายมีด (OFR)	ทิศทางการเคลื่อนที่ของปลายมีด (OFT)
01	140	152	1.2	3
02	150	140	1.2	2

(ที่มา : จากบรรณานุกรมลำดับที่ 12)

โปรแกรมเอ็นซีงานกลึงสำหรับตัวอย่างที่ 7.6 จะได้ดังนี้คือ

- N5 G71 G50 X140.0 Z152.0 เลือกหน่วยเมตริก ปรับตั้งระบบโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
- N10 T0100 เปลี่ยนเครื่องมือเป็น T01
- N15 G50 S3000 ปรับตั้งความเร็วรอบสูงสุด 3,000 รอบ/นาที
- N20 G96 S135 M3 ปรับตั้งความเร็วตัดคงที่ที่ 135 เมตร/นาที
- N25 G0 X50.0 Z2.0 T0101 เคลื่อนที่เร็วไปที่ (50, 2) เรียกหมายเลขกรวดเขียนขนาดความยาว 01
- N30 G42 X40.0 Z0 F0.15 เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด A ขดเขียนรัศมีของปลายมีดทางด้านขวา
- N35 G3 X50.0 Z-10.0 R12.5 เคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง AB ถึงจุด B
- N40 G1 Z-20.0 เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด C
- N45 G3 X45.0 Z-30.0 R12.5 เคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง CD ถึงจุด D
- N50 G1 Z-45.0 เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด E
- N55 X50.0 Z-55.0 เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด F
- N60 G28 U0 W0 T0100 เลื่อนกลับไปทีจุดอ้างอิง ยกเลิกการขีดเขียนขนาดความยาวของ T01
- N70 T0200 เปลี่ยนเครื่องมือตัดเป็น T02

N75 G96 S105	ปรับตั้งความเร็วตัดคงที่ที่ 105 เมตร/นาที
N80 G0 X35.0 Z3.0 T0202	เคลื่อนที่เร็วไปที่ (35, 3) เรียกหมายเลขชุดเซยขนาดความยาว 02
N85 G1 G41 X40.0 Z0 F0.1	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด G ชุดเซยรัศมีของปลายมีดทางด้านซ้าย
N90 X35.0 Z-15.0	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด H
N95 Z-30.0	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด I
N100 G3 X20.0 Z-40.0 R7.5	เคลื่อนที่ตัดส่วนโค้ง IJ ถึงจุด J
N105 G0 X-1.0	เคลื่อนที่ตัดไปที่จุด K
N110 G0 G40 Z5.0	ถอยกลับไปจุด (-1, 5) ยกเลิกการชุดเซยรัศมีของปลายมีด
N115 G28 U0 W0 T0200	เลื่อนกลับไปจุดอ้างอิง ยกเลิกการชุดเซยขนาดความยาวของ T02
N120 M30	จบการทำงานของโปรแกรม