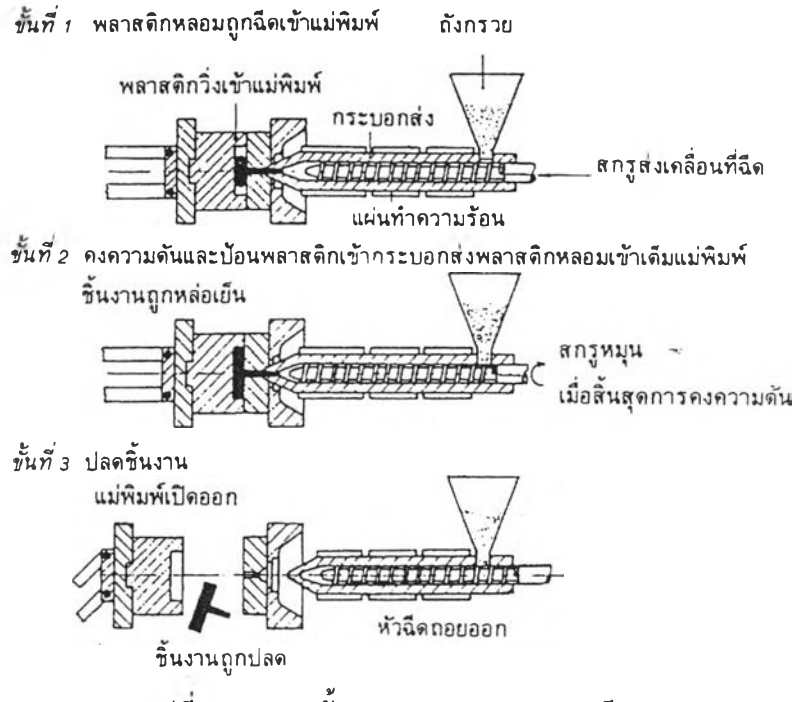
บทที่ 4

การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์

จากบทที่แล้วได้กล่าวถึงวิธีการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับชิ้นงานพลาสติกแล้ว ในบทนี้จะแสดงให้เห็นถึงการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ฉีดสำหรับชิ้นงานพลาสติก

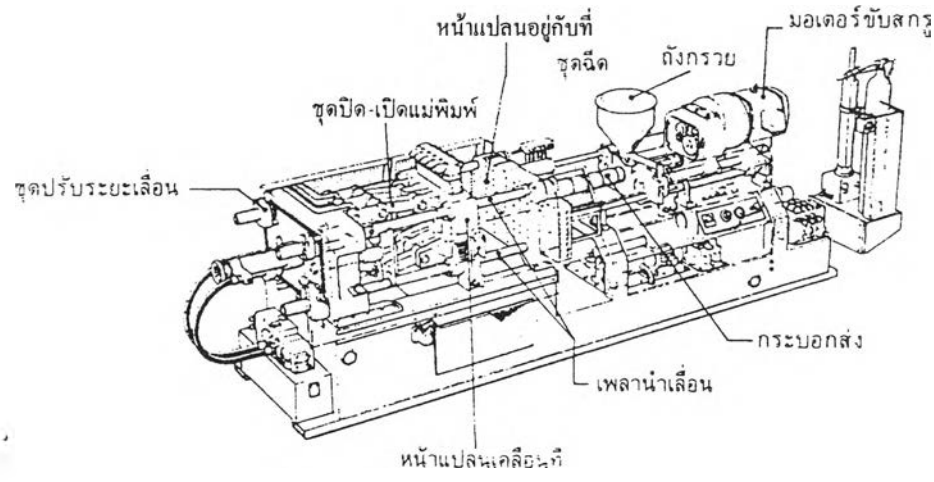
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบแม่พิมพ์ฉีด

ในขบวนการฉีดพลาสติกจะประกอบด้วยเครื่องมือและเครื่องจักรที่สำคัญ คือ แม่พิมพ์ฉีดและเครื่องฉีดพลาสติก เม็ดพลาสติกจะถูกป้อนเข้าไปในถังกรวย สกรูส่งหรือก้านส่งจะพาให้เม็ดพลาสติกเคลื่อนผ่านกระบอกส่งไปยังแม่พิมพ์โดยผ่านตัวทำความร้อน ทำให้พลาสติกหลอมผ่านหัวฉีดและฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ จากนั้นจะปล่อยให้เย็นและปลดออกจากแม่พิมพ์ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงขั้นตอนของกระบวนการฉีด

เครื่องฉีดพลาสติกโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ชุดฉีดและชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงเครื่องฉีดพลาสติก

ในการออกแบบแม่พิมพ์ฉีด ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงลักษณะของเครื่องฉีดพลาสติกและขีดความสามารถในการผลิตของเครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้ ซึ่งได้แก่ความสามารถในการผลิตพลาสติกหลอมในแต่ละครั้งและขนาดของแม่พิมพ์ฉีดที่สามารถจับยึดกับชุดปิดเปิดแม่พิมพ์ได้

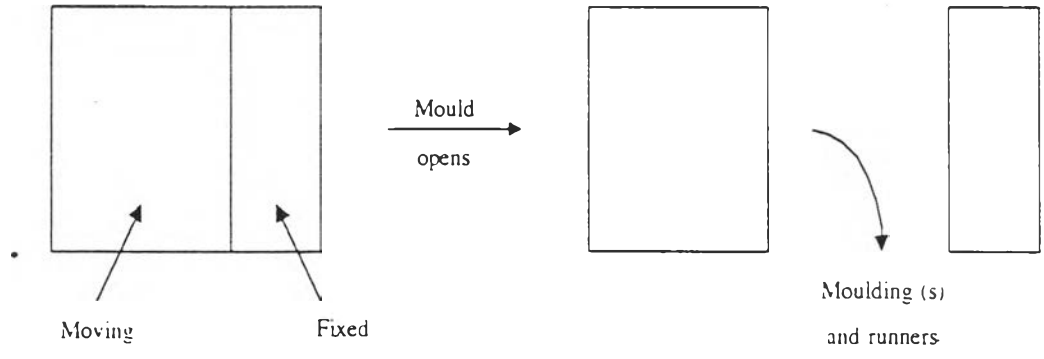
ชนิดของแม่พิมพ์

การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกมักจะพิจารณาจากลักษณะรูปร่างของชิ้นงานเป็นหลัก ซึ่งลักษณะรูปร่างของชิ้นงานสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ชิ้นงานที่ปราศจากร่องหรือบ่า เช่น ถ้วยแก้ว ชาม หวี เป็นต้น
2. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านนอก เช่น เกลียวตัวผู้ หลอดต้าย เป็นต้น
3. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านใน เช่น ฝาเกลียว เป็นต้น
4. ชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าทั้งด้านนอกและด้านใน เช่น ชิ้นส่วนปากกาหมึกซึมที่มีทั้งเกลียวนอกและเกลียวใน เป็นต้น

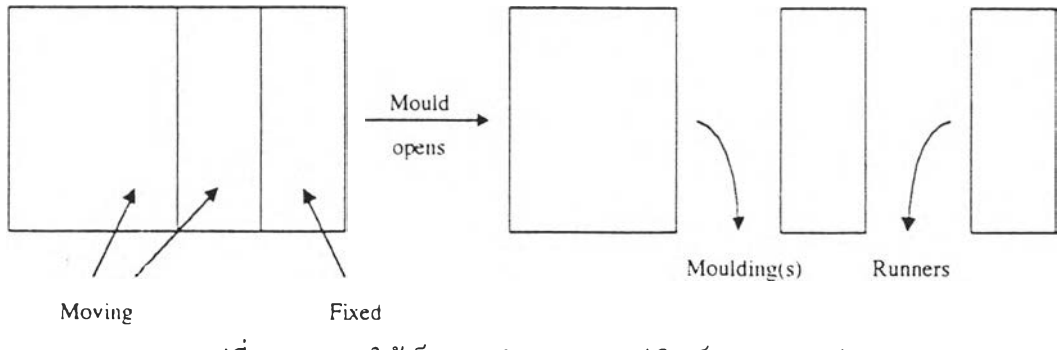
จากลักษณะของชิ้นงานดังกล่าว ทำให้มีการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดชนิดต่าง ๆ กัน เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างตามต้องการได้ ดังนี้

1. <u>แม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น</u> (Two-plate injection mold) เป็นแม่พิมพ์แบบง่าย ๆ ที่ใช้ผลิตชิ้นงานที่ปราศจากร่องหรือบ่า ลักษณะของแม่พิมพ์แบบนี้จะมีเส้นแบ่งส่วนแม่พิมพ์ (parting line) เพียงเส้นเดียวหรือมีช่องเปิดสำหรับปลดชิ้นงาน แกนรูวิ่งและแกนรูฉีดเพียงช่องเดียว แม่พิมพ์จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ (fixed half) กับ ส่วนที่เคลื่อนที่ (moving half)



รูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่น

2. <u>แม่พิมพ์ฉีดแบบสามแผ่น</u> (Three-plate injection mold) เป็นแม่พิมพ์ฉีดที่ออกแบบให้มีเส้นแบ่งส่วนแม่พิมพ์ (parting line) 2 เส้นหรือมีช่องเปิดของแม่พิมพ์ 2 ช่อง ส่วนใหญ่จะใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดที่ต้องการให้มีระบบปลดแกนรูวิ่งและรูเข้าออกจากชิ้นงานโดยอัตโนมัติ กล่าวคือ เมื่อสิ้นสุดขบวนการฉีด แม่พิมพ์แยกเปิดออกชิ้นงานจะถูกปลดออกในช่องเปิดช่องหนึ่ง ส่วนแกนรูฉีด รูวิ่งและรูเข้าจะถูกปลดออกในอีกช่องเปิดหนึ่ง

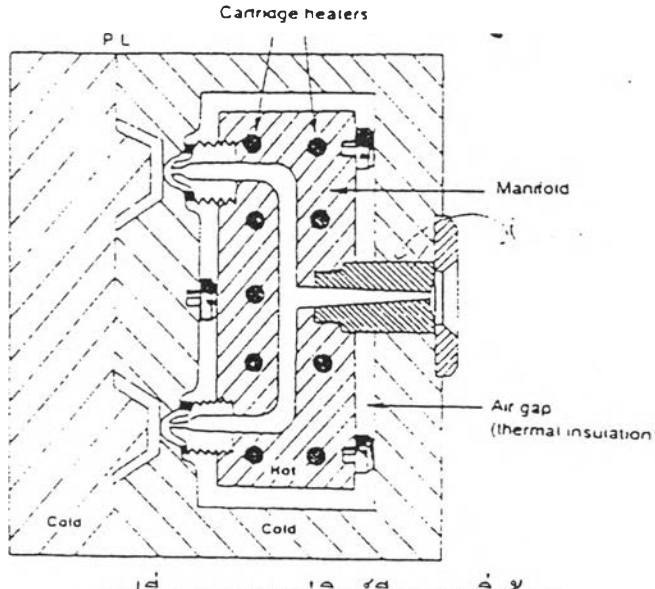


รูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นการทำงานของแม่พิมพ์แบบสามแผ่น

3. <u>แม่พิมพ์ฉีดแบบแยกด้านข้าง</u> (Split mold) เป็นแม่พิมพ์ฉีดที่ออกแบบสำหรับชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านนอก ส่วนของเบ้าจะแยกเป็นชิ้นส่วนหลายชิ้นที่สามารถเลื่อนได้และควบคุมให้อยู่ในตำแหน่งด้วยกรอบบังคับ ชิ้นส่วนที่ประกอบกันเข้าเป็นเบ้าของแม่พิมพ์เคลื่อนที่ได้โดยอาศัยอุปกรณ์หรือกลไกต่าง ๆ เช่น สลักเฉียง ขาเตะ สปริง ลูกสูบและกระบอกสูบ เป็นต้น

4. <u>แม่พิมพ์ฉีดแบบคลายเกลียว</u> (Unsrewing mold) เป็นแม่พิมพ์ฉีดที่ออกแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านใน เช่น ชิ้นงานที่มีเกลียวใน การขึ้นรูปเกลียวจะอาศัยส่วนคอร์ที่เป็นเกลียวและออกแบบให้มีระบบปลดหรือคลายเกลียวโดยอัตโนมัติ

5. <u>แม่พิมพ์ฉีดแบบรูวิ่งร้อน</u> (Hot-runner injection mold) เป็นแม่พิมพ์ที่ได้รับการออกแบบเพื่อลดปัญหาที่เกิดจากระบบป้อนของแม่พิมพ์ ทำให้แม่พิมพ์แบบอิมเพรสชั่นเดียวไม่มีแกนรูฉีดติดอยู่ และแม่พิมพ์แบบหลายอิมเพรสชั่นจะไม่แกนรูฉีด แกนรูวิ่งและแกนรูเข้าติดอยู่ที่ชิ้นงาน เมื่อสิ้นสุดขบวนการฉีดเป็นการช่วยประหยัดพลาสติกที่สูญเสียไปกับระบบป้อน ระบบป้อนของแม่พิมพ์จะออกแบบเป็นพิเศษโดยให้มีตัวทำความร้อนติดอยู่เพื่อให้ความร้อนแก่ระบบป้อนทำให้พลาสติกที่อยู่ในระบบป้อนมีสภาพหลอมอยู่ตลอดเวลาพร้อมที่จะถูกฉีดเข้าสู่อิมเพรสชั่นของแม่พิมพ์สำหรับชิ้นงานต่อไป ทำให้ระยะเวลาในการฉีดชิ้นงานพลาสติกแต่ละชิ้นสั้นลงเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณการผลิต เนื่องจากจะต้องมีการออกแบบระบบป้อนเป็นพิเศษทำให้แม่พิมพ์ชนิดนี้มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานจำนวนมากชิ้นจึงจะคุ้มทุน



รูปที่ 4.5 แสดงแม่พิมพ์ฉีดแบบรูวิ่งร้อน

นอกจากชนิดแม่พิมพ์ที่กล่าวไปในข้างต้นแล้วนั้น ยังมีแม่พิมพ์อีกหลายชนิด เช่น แม่พิมพ์ฉีดแบบชั้น (Stack injection mold), แม่พิมพ์รูวิ่งหุ้มฉนวน (Insulated-runner mold), แม่พิมพ์แบบสไลด์คอร์, แม่พิมพ์ผสมระหว่างแบบแยกและแบบสไลด์คอร์ เป็นต้น

ส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีด

แม่พิมพ์ฉีดเป็นแม่พิมพ์ที่มีส่วนประกอบย่อย ๆ มากมาย เพื่อให้แม่พิมพ์สามารถทำงานผลิตชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแม่พิมพ์แต่ละชนิดก็จะมีส่วนประกอบย่อย ๆ ที่แตกต่างกันเพื่อช่วยให้สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามต้องการ ในที่นี้เราจะกล่าวถึงแม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่นเท่านั้น โดยเราจะแยกกล่าวถึงเป็น 2 ส่วน คือ

1. อิมเพรสชั่น (Impression)
2. ส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์ (Mold base)

อิมเพรสชั่น (Impression)

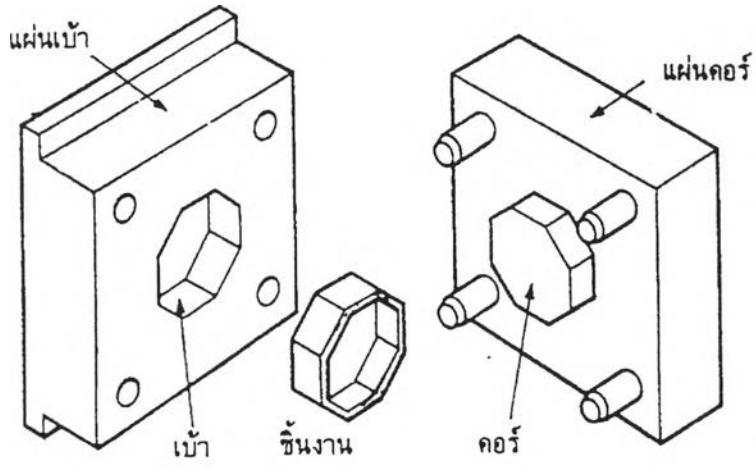
แม่พิมพ์ฉีดเป็นแม่พิมพ์ที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนต่าง ๆ หลายชิ้นเกิดเป็นโพรงภายในที่เรียกว่า "อิมเพรสชั่น" ที่ซึ่งเนื้อพลาสติกจะถูกฉีดเข้าไปและเย็นตัวลงได้ชิ้นงานพลาสติกที่มีรูปร่างเหมือนกับอิมเพรสชั่น อิมเพรสชั่นเกิดขึ้นจากการประกอบชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ 2 ชิ้น คือ

1. เบ้า (Cavity) ซึ่งเป็นแม่พิมพ์ตัวเมียทำให้เกิดเป็นรูปร่างภายนอกของชิ้นงาน
2. คอร์ (Core) ซึ่งเป็นส่วนของแม่พิมพ์ตัวผู้ที่ทำให้เกิดเป็นรูปร่างภายในของชิ้นงาน

รูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นถึงแม่พิมพ์แบบง่าย ๆ ของภาชนะบรรจุสิ่งของทรงแปดเหลี่ยม แม่พิมพ์แบบง่าย ๆ ในกรณีนี้ประกอบด้วยแผ่นแม่พิมพ์ 2 แผ่น แผ่นหนึ่งขุดลึกเป็นโพรงเข้าไปซึ่งเป็นส่วนขึ้นรูปภายนอกของชิ้นงานและเรียกว่า "แผ่นเบ้า" และอีกแผ่นหนึ่งจะทำเป็นแกนยื่นออกมาและเป็นส่วนขึ้นรูปภายในของชิ้นงาน ส่วนนี้เรียกกันว่า "แผ่นคอร์" เมื่อแม่พิมพ์ปิดแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์จะเลื่อนเข้าประกบกันทำให้เกิดเป็นช่องว่างขึ้นระหว่างแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์เรียกว่า "อิมเพรสชั่น"

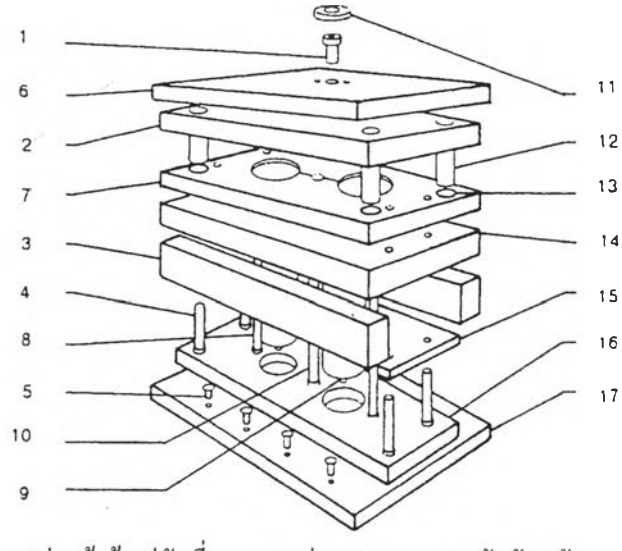
จากข้อความข้างต้นพอจะกล่าวได้ว่า โดยทั่ว ๆ ไปแล้วแผ่นคอร์จะยึดอยู่กับส่วนเคลื่อนที่และแผ่นเบ้ายึดกับส่วนที่อยู่กับที่ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการทำแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์เพื่อยึดติดกับส่วนของแม่พิมพ์มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ในที่นี้จะกล่าวเพียง 2 วิธีคือ (1) แบบชิ้นเดียว (integer method)เป็นแบบที่แผ่นเบ้าหรือแผ่นคอร์ทำขึ้นจากแผ่นเหล็กใหญ่ชิ้นเดียวกันตลอด ซึ่งต่อมาจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างแม่พิมพ์ หรือ (2) แผ่นเบ้าและแผ่นคอร์สามารถทำขึ้นจากแผ่น

เล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า อินเสิร์ต (inserts) และหลังจากนั้นจึงนำไปประกอบยึดกับแผ่นยึดอินเสิร์ต (bolster)



รูปที่ 4.6 พื้นฐานของแม่พิมพ์ประกอบด้วยแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์

ส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์ฉีด (Mold base of plastic injection mold)



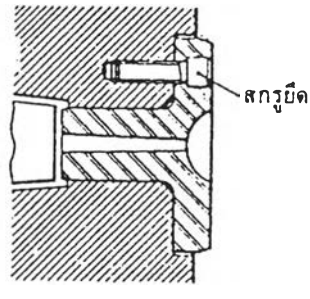
1.ปลอกรูฉีด 2.แผ่นเบ้าด้านอยู่กับที่ 3.แท่งรอง 4.สลักดันกลับ 5.สลักปะทะ
6.แผ่นยึดด้านหน้า 7.แผ่นเบ้าด้านเคลื่อนที่ 8.สลักปลด 9.ปลอกรองรับ 10.สลักดึงแกนรูฉีด
12.เพลานำ 13.ปลอกนำ 14.แผ่นรองหลัง 15.แผ่นยึดตัวปลด 16.แผ่นดันปลด
17.แผ่นยึดด้านหลัง

รูปที่ 4.7 แสดงส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์บางส่วน

จากรูปที่ 4.7 ได้แสดงให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของแม่พิมพ์แบบสองแผ่น ซึ่งนอกจากส่วนคอร์และส่วนเบ้าที่ทำให้เกิดเป็นรูปร่างของชิ้นงานแล้ว ส่วนประกอบอื่น ๆ จะเป็นส่วนที่ทำให้แม่พิมพ์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เป็นกรอบของแม่พิมพ์ เป็นระบบปลดชิ้นงานของแม่พิมพ์ เป็นส่วนบังคับศูนย์ของแม่พิมพ์ให้ได้ศูนย์กับเครื่องฉีด เป็นต้น โดยเราจะได้กล่าวถึงส่วนประกอบต่าง ๆ บางส่วน ดังต่อไปนี้

1. ปลอกรูฉีด (Sprue bush)

ในระหว่างขบวนการฉีดพลาสติก เนื้อพลาสติกจะถูกส่งออกจากหัวฉีดของเครื่องฉีดพลาสติกในสภาวะของเหลว และเข้าสู่แม่พิมพ์ทางรูฉีดผ่านเข้าไปในอิมเพรสชั่น ในทางปฏิบัติปลอกรูฉีดจะทำหน้าที่เป็นข้อต่อระหว่างหัวฉีดของเครื่องฉีดพลาสติกกับผิวด้านหน้าของแม่พิมพ์และจัดเตรียมรูทะลุที่เหมาะสม ซึ่งเนื้อพลาสติกสามารถไหลไปตามรูนี้จนถึงอิมเพรสชั่นหรือไปยังจุดเริ่มต้นของระบบรูวิ่งในแม่พิมพ์แบบหลายอิมเพรสชั่น



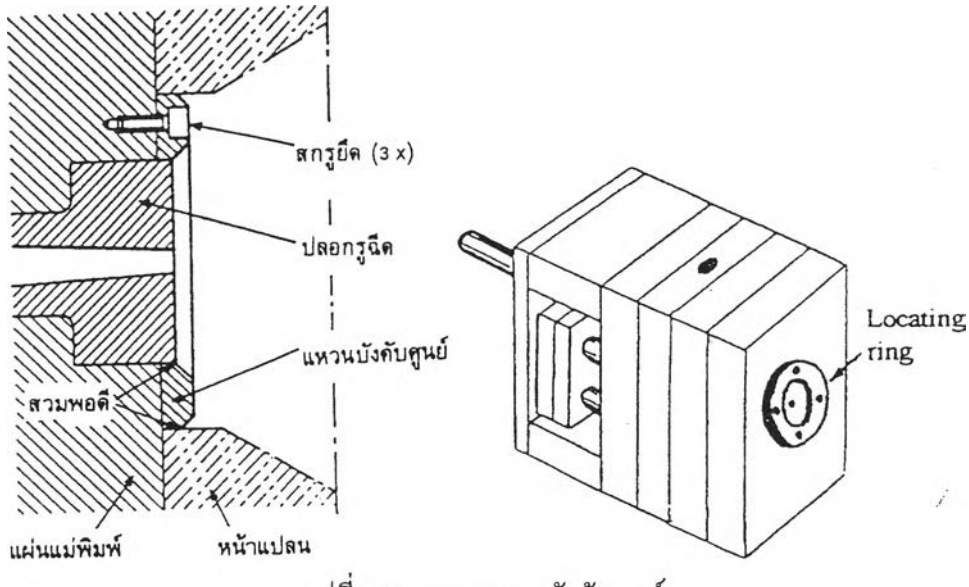
รูปที่ 4.8 แสดงปลอกรูฉีด

2. แหวนบังคับศูนย์ (Register ring)

หากต้องการฉีดเนื้อพลาสติกเข้าไปในแม่พิมพ์โดยปราศจากสิ่งกีดขวาง หัวฉีดและรูฉีดเข้าจะต้องอยู่ตรงกัน โดยแหวนบังคับศูนย์จะเป็นตัวที่ช่วยให้ศูนย์ของแม่พิมพ์และเครื่องฉีดพลาสติกได้ศูนย์กัน

แหวนบังคับศูนย์เป็นชิ้นส่วนกลมแบนใช้ประกอบเข้ากับผิวด้านนอกของแม่พิมพ์ส่วนที่อยู่กับที่ โดยจะยึดอยู่เหนือปลอกรูฉีด จุดมุ่งหมายเพื่อใช้กำหนดตำแหน่งของแม่พิมพ์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบนหน้าแปลนของเครื่องฉีด เมื่อนำแม่พิมพ์ขึ้นยึดกับเครื่องฉีดพลาสติก แหวนบังคับศูนย์ที่ยึดอยู่กับแม่พิมพ์จะสวมเข้ากับรูทรงกระบอกที่คว้านได้ขนาดที่ถูกต้องบนหน้าแปลน

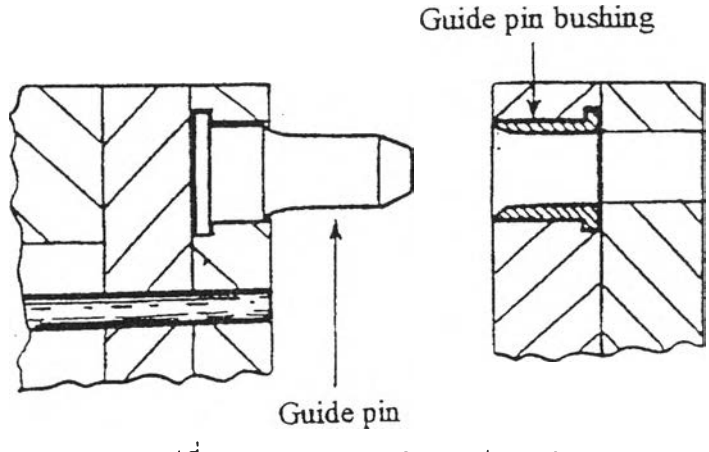
ยึดเครื่องฉีดพลาสติกและอยู่ในแนวเดียวกันกับกระบอกสูบและหัวฉีด วิธีนี้ทำให้มั่นใจได้ว่ารูของหัวฉีดจะอยู่ในแนวเส้นศูนย์กลางเดียวกับปลอกรูฉีด



รูปที่ 4.9 แสดงแหวนบังคับศูนย์

3. <u>เพลานำและปลอกนำ</u> (Guide pins and bushes)

เพื่อให้งานฉีดพลาสติกได้ชิ้นงานที่มีความหนาของเปลือกชิ้นงานตามที่ต้องการจำเป็นที่จะต้องทำให้เบ้าและคอร์ได้ศูนย์กัน ลักษณะนี้กระทำได้โดยใช้เพลานำประกอบเข้ากับแม่พิมพ์ด้านหนึ่งซึ่งหลังจากนั้นจะสวมประกอบกับปลอกนำที่อยู่บนแม่พิมพ์อีกด้านหนึ่งเมื่อแม่พิมพ์ปิด โดยเพลานำนี้จะทำให้แม่พิมพ์ทั้งสองส่วนได้ศูนย์กันขณะที่ยังไม่ได้ติดตั้งบนเครื่องฉีด เมื่อนำแม่พิมพ์ทั้งชุดขึ้นติดตั้งบนเครื่องฉีดก็จะทำให้แม่พิมพ์ทั้ง 2 ส่วนติดตั้งได้ศูนย์กัน

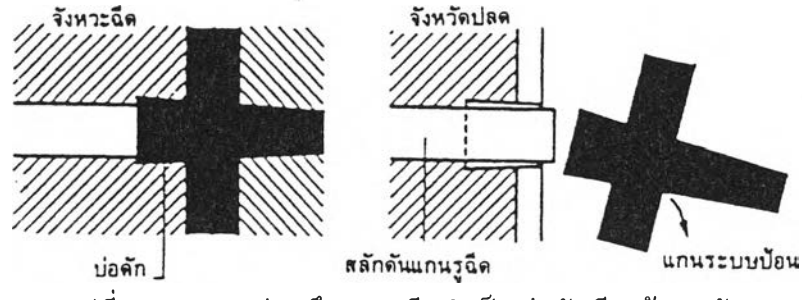


รูปที่ 4.10 แสดงเพลานำและปลอกนำ

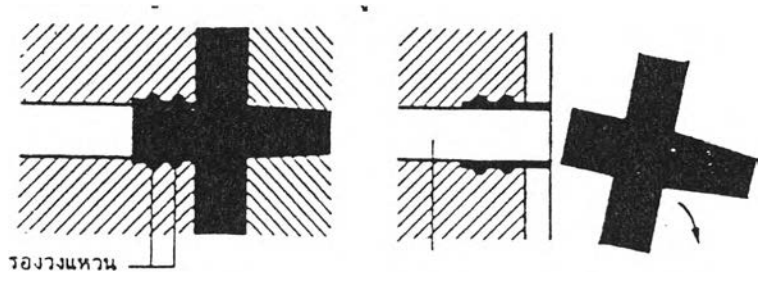
4. <u>สลักดึงแกนรูฉีด</u> (Sprue puller pin)

เมื่อแม่พิมพ์เปิดแกนรูฉีดจะต้องถูกปลดออกจากปลอกรูฉีดเสมอเพื่อเตรียมฉีดชิ้นงานต่อไป กรรมวิธีดึงแกนรูฉีดโดยทั่วไปจะใช้สลักที่ทำเป็นบ่าหรือร่อง หรือใช้รูที่ทำเป็นร่องวงแหวนในตำแหน่งตรงข้ามกับทางเข้าของแกนรูฉีด พลาสติกหลอมเมื่อไหลเข้าไปในร่องหรือบ่า หลังจากเย็นตัวจะมีแรงยึดเหนี่ยวเพียงพอที่จะดึงแกนรูฉีดออกจากปลอกรูฉีดเมื่อแม่พิมพ์เปิด

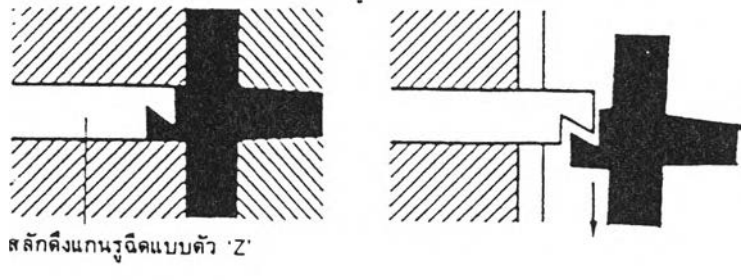
การออกแบบส่วนดึงแกนรูฉีดมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่หนึ่ง ร่องหรือบ่าทำเป็นบ่อดัก (cold slug well) และอยู่ใต้ผิวส่วนแบ่งแม่พิมพ์ (parting surface) อีกลักษณะหนึ่ง ส่วนของร่องหรือบ่าของชิ้นส่วนดึงแกนรูฉีดอยู่เหนือผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์



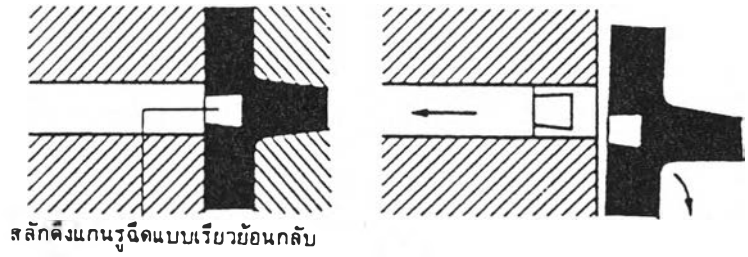
รูปที่ 4.11 แสดงส่วนดึงแกนรูฉีดทำเป็นบ่อดักเรียวย้อนกลับ



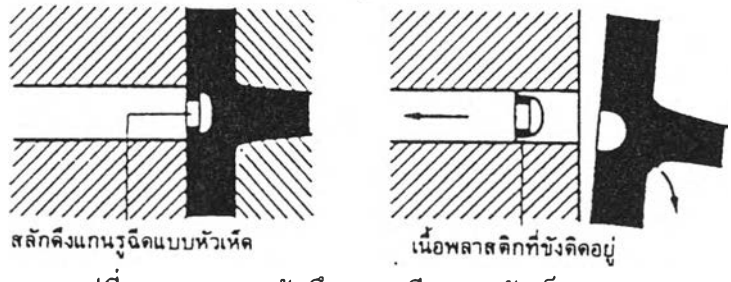
รูปที่ 4.12 แสดงส่วนดึงแกนรูฉีดทำเป็นบ่อดักวงแหวน



รูปที่ 4.13 แสดงสลักดึงแกนรูฉีดแบบตัว Z



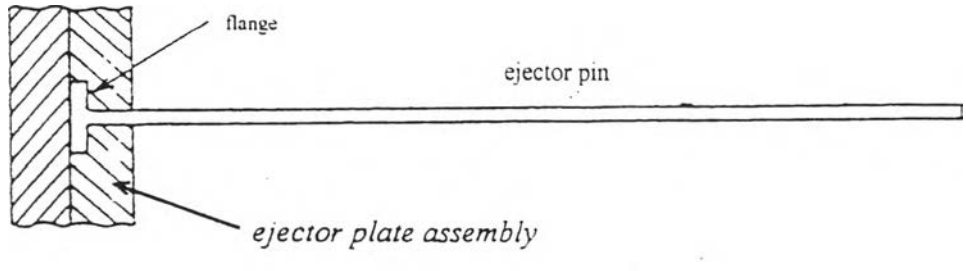
รูปที่ 4.14 แสดงสลักดึงแกนรูฉีดแบบเรียวย้อนกลับ



รูปที่ 4.15 แสดงสลักดึงแกนรูฉีดแบบหัวเห็ด

5. <u>สลักปลด</u> (Ejector pin)

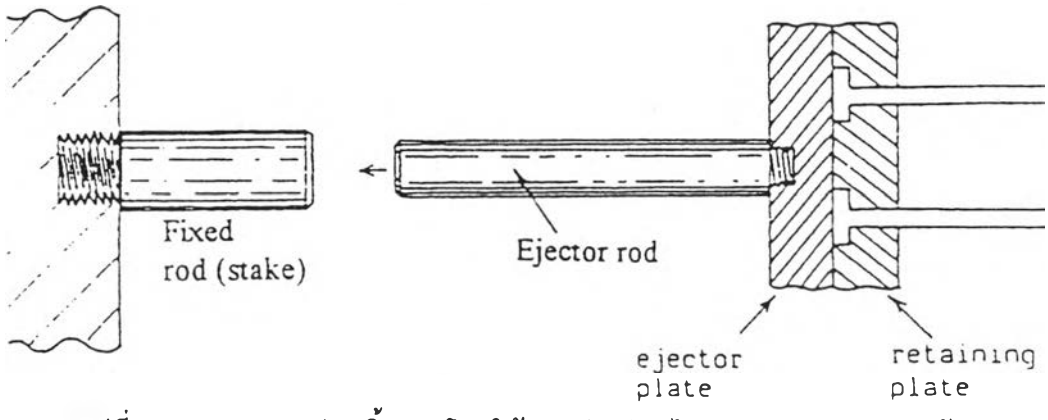
เมื่อแม่พิมพ์เปิด ชิ้นงาน แกนรูวิ่ง แกนรูฉีด และรูเข้าจะยังคงติดอยู่กับส่วนที่เคลื่อนที่ (ส่วนคอร์) ของแม่พิมพ์ ในการที่เราจะปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์โดยปกติเราจะใช้สลักปลด (Ejector pin) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด โดยที่ส่วนหัวของสลักปลดจะทำเป็นบ่าเพื่อให้สามารถประกอบเข้ากับแผ่นประกอบตัวปลด (Ejector plate assembly) ได้ง่าย



รูปที่ 4.16 แสดงสลักปลด

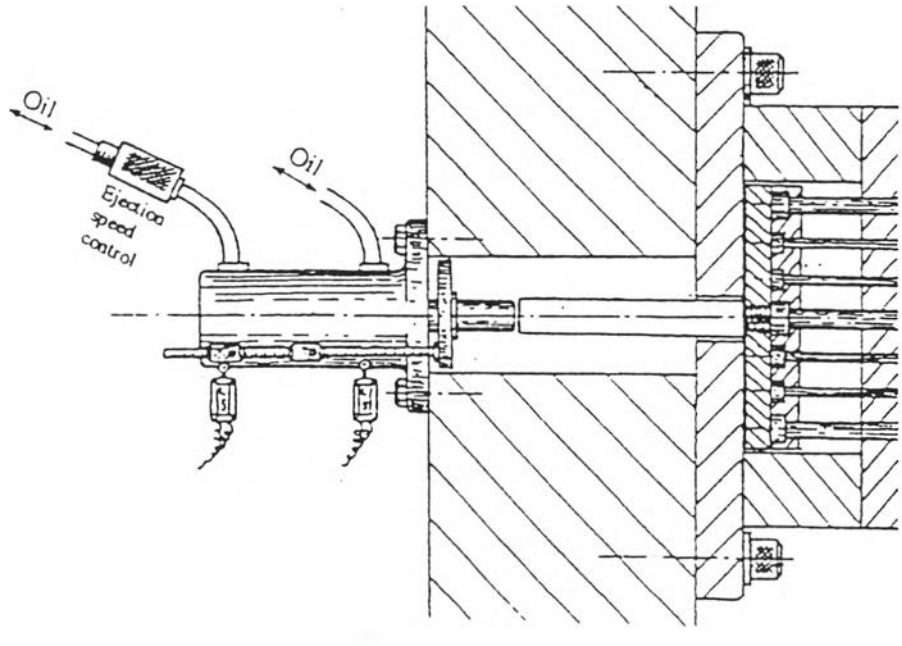
ในการที่จะทำให้แผ่นประกอบตัวปลด (Ejector plate assembly) เคลื่อนที่เพื่อทำให้สลักปลด (Ejector pins) เคลื่อนที่ไปทำการปลดชิ้นงานนั้น เราจะมีการยึดเพลาดันปลด (Ejector rod) เข้ากับแผ่นประกอบตัวปลด จากนั้นจะมีวิธีทำได้ ดังนี้

(ก) ทำให้เพลาดันปลดไปกระทบกับเพลากระทุ้งที่ยึดติดอยู่กับหน้าแปลนที่อยู่กับที่ของเครื่องฉีด



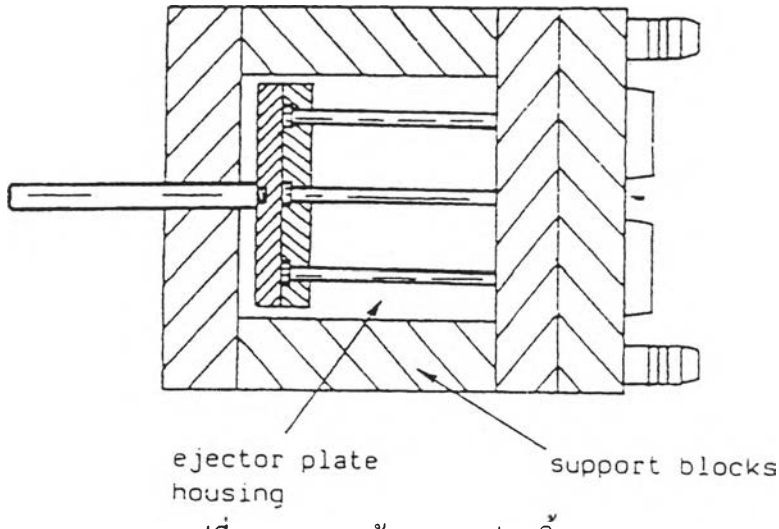
รูปที่ 4.17 แสดงการปลดชิ้นงานโดยให้เพลาดันปลดไปกระทบกับเพลากระทุ้ง

(ข) ใช้กระบอกและลูกสูบไฮดรอริกเล็ก ๆ ติดเข้ากับเครื่องฉีดพลาสติก



รูปที่ 4.18 แสดงการปลดชิ้นงานโดยใช้กระบอกและลูกสูบไฮดรอริก

บริเวณที่อยู่ภายในส่วนที่เคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ด้านหลังแผ่นคอร์จะเป็นช่องว่างเพื่อให้แผ่นประกอบตัวปลดเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือถอยหลังกลับได้เพื่อใช้ในการปลด บริเวณนี้จะเรียกว่า "ห้องระบบปลดชิ้นงาน" (Ejector plate housing) ซึ่งประกอบด้วยแผ่นหลัง (Back plate) ซึ่งยึดแท่งรองรับ (Support block) ที่มีรูปร่างสะดวกต่อการทำงาน



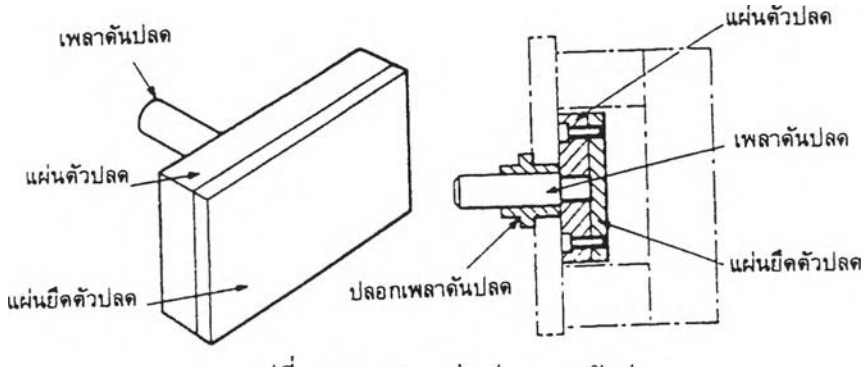
รูปที่ 4.19 แสดงห้องระบบปลดชิ้นงาน

ตัวดึงแกนรูฉีดจะยึดอยู่กับแผ่นประกอบตัวปลดด้วยและเคลื่อนที่ไปข้างหน้าระหว่างการปลดพร้อม ๆ กับสลักปลด เพื่อที่จะคลายแกนรูฉีดส่วนที่อยู่ในบ่าหรือร่องของตัวมันออกมา ชิ้นงาน แกนรูฉีด แกนรูวิ่งและรูเข้าก็จะตกออกมาจากแม่พิมพ์อย่างอิสระ

6. <u>แผ่นประกอบตัวปลด</u> (Ejector plate assembly)

แผ่นประกอบตัวปลดเป็นส่วนหนึ่งของแม่พิมพ์ที่ใช้ยึดชิ้นส่วนตัวปลดชิ้นงาน แผ่นประกอบตัวปลดทั้งชุดจะสวมอยู่ในช่องภายในของห้องระบบปลดชิ้นงานและอยู่ด้านหลังของแผ่นแม่พิมพ์โดยตรง ดังแสดงในรูป แผ่นประกอบตัวปลดจะประกอบด้วย แผ่นตัวปลด (Ejector plate), แผ่นยึดตัวปลด (Retaining plate) และ เพลาดันปลด (Ejector rod) ปลายด้านหนึ่งของเพลาดันปลดจะทำเป็นเกลียวและขันยึดเข้ากับแผ่นตัวปลด การออกแบบลักษณะนี้เพลาดันปลดไม่ได้ทำหน้าที่แต่เพียงเป็นชิ้นส่วนดันแลดเท่านั้น แต่ยังเป็นส่วนบังคับการนำเลื่อนของแผ่น

ปลดทั้งชุดอีกด้วย ข้อสังเกตคือเพลาดันปลดจะวิ่งขนานผ่านตลอดรูของปลอกเพลาดันปลด (Ejector rod bush) ซึ่งยึดติดอยู่กับแผ่นหลังของแม่พิมพ์



รูปที่ 4.20 แสดงแผ่นประกอบตัวปลด

7. แผ่นหลัง (Back plate)

ใช้สำหรับประกอบเข้ากับด้านหลังของแม่พิมพ์ เพื่อประกอบเข้ากับแท่งรองรับเป็นห้องระบบปลดชิ้นงาน

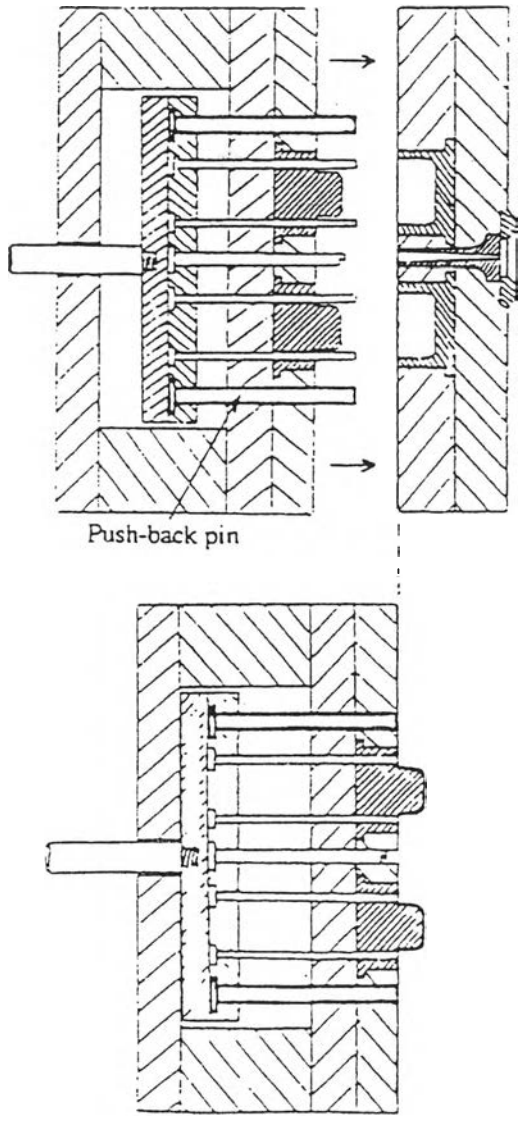
8. แท่งรองรับ (Support block)

ใช้ในการรองรับและนำเลื่อนแผ่นประกอบตัวปลด

9. สลักดันกลับ (Push-back pin)

หลังจากชิ้นงานและแกนรูฉีด, รูวิ่ง ได้ถูกปลดออกจากแม่พิมพ์แล้ว สลักปลดและส่วนดึงแกนรูฉีดจะยังคงโผล่พ้นจากผิวส่วนแบ่งแม่พิมพ์ ในจังหวะปิดแม่พิมพ์เพื่อเตรียมในการฉีดครั้งต่อไปสลักเหล่านี้จะต้องกลับไปอยู่ในตำแหน่งที่ปลายสลักเหล่านั้นอยู่เสมอกับผิวแม่พิมพ์ โดยปกติเราสลักดันกลับ (Push-back pins) 4 ตัววางไว้ที่ตำแหน่งรอบนอกของคอร์ โดยสลักเหล่านี้จะยึดติดกับแผ่นประกอบตัวปลด (Ejector plate assembly) เช่นเดียวกับสลักปลดและส่วนดึงแกนรูฉีด ดังนั้นเมื่อแม่พิมพ์ปิดส่วนที่โผล่พ้นผิวแม่พิมพ์ของสลักดันกลับก็จะไปชนกับส่วนที่อยู่กับที่ของแม่พิมพ์ทำให้ดันแผ่นประกอบตัวปลด (Ejector plate assembly) กลับพร้อมกับทำให้สลักที่โผล่พ้นผิวแม่พิมพ์กลับไปอยู่ที่ตำแหน่งที่ถูกต้อง

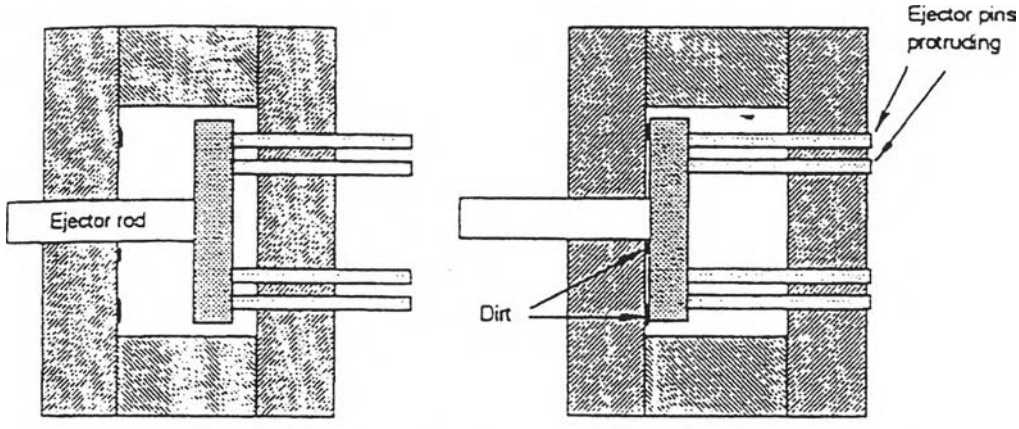
I17358607



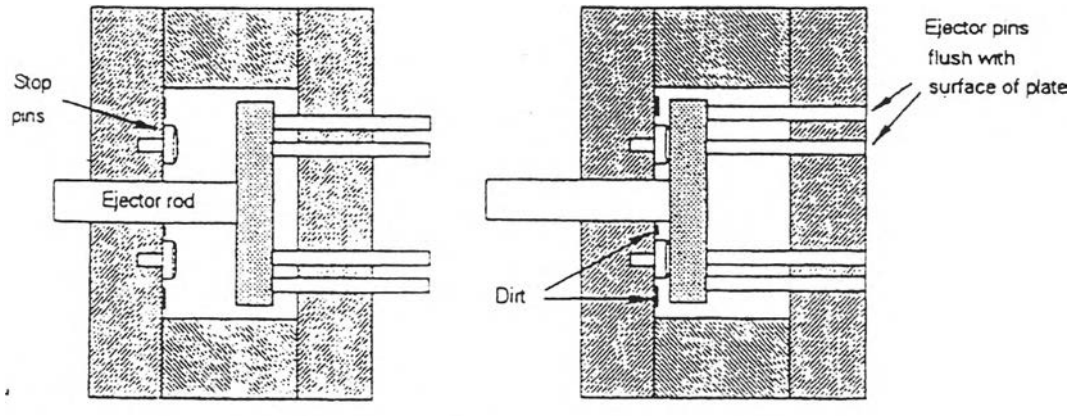
รูปที่ 4.21 แสดงการทำงานของเพลาดันกลับ

10. <u>สลักยัน</u> (Stop pin)

สำหรับแผ่นตัวปลดขนาดใหญ่มักนิยมยึดสลักยันเข้ากับด้านหลังของแผ่นตัวปลดหรือแผ่นหลัง เพื่อช่วยลดพื้นที่หน้าสัมผัสระหว่างแผ่นตัวปลดกับแผ่นหลังของแม่พิมพ์ เนื่องจากในขณะใช้งานอาจมีเศษหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ ติดค้างอยู่ด้านหลังของแผ่นปลด ทำให้หน้าสัมผัสของแผ่นปลดกับแผ่นหลังเบี่ยงเบนไปจากตำแหน่งที่ถูกต้อง ผลคือชิ้นส่วนตัวปลดอื่น ๆ ก็เบี่ยงเบนไปจากตำแหน่งที่ถูกต้องด้วย ซึ่งอาจทำให้เกิดการขัดตัวได้ สลักยันจึงถูกออกแบบให้ใช้เพื่อลดปัญหานี้ เพราะสลักยันจะทำให้พื้นที่สัมผัสของแผ่นตัวปลดและแผ่นหลังลดน้อยลง



รูปที่ 4.22 แสดงห้องระบบปลดชิ้นงานที่ไม่มีสลักยัน

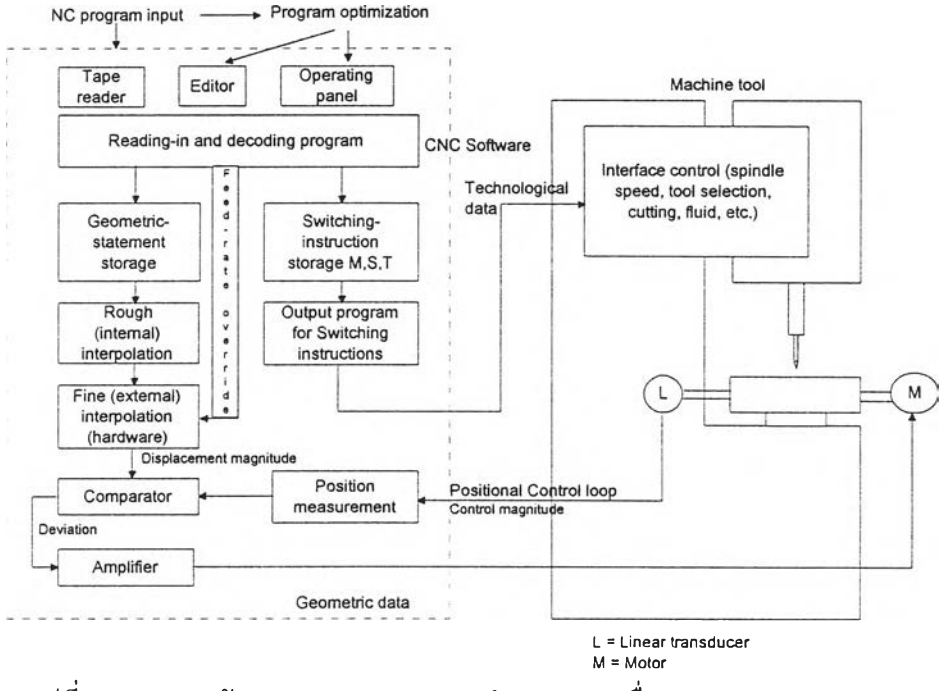


รูปที่ 4.23 แสดงห้องระบบปลดชิ้นงานที่มีปลักยัน

การใช้ CAM ช่วยในการสร้างแม่พิมพ์

การใช้ CAM ช่วยในการขึ้นรูปส่วนคอร์และส่วนเบ้า

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ส่วนคอร์จะเป็นตัวที่ทำให้เกิดรูปร่างภายในของชิ้นงาน ส่วนเบ้าเป็นตัวที่ทำให้เกิดเป็นรูปร่างภายนอกของชิ้นงาน ฉะนั้นในการที่จะทำให้แม่พิมพ์สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามที่เราต้องการ เราต้องขึ้นรูปส่วนคอร์และส่วนเบ้าให้ได้ตามผลิตภัณฑ์ที่เราออกแบบไว้ ในการขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กให้ได้ส่วนคอร์และส่วนเบ้าตามที่เราต้องการนั้น ปัจจุบันได้มีการนำเครื่องกัดที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หรือ Computer numerically controlled (CNC) milling machine มาใช้แทนเครื่องจักรแบบเก่า ทำให้การกัดขึ้นรูปพื้นผิวที่มีความซับซ้อนทำได้ง่ายขึ้น ประหยัดขึ้นและละเอียดขึ้น



รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะการควบคุมการทำงานของเครื่อง CNC Milling Machine

การสั่งงานเครื่อง CNC Milling Machine นี้ ชุดควบคุม (Controller) ของเครื่อง CNC Milling Machine ส่วนใหญ่จะเข้าใจภาษาที่ใช้ควบคุมที่เรียกว่า ชุดคำสั่งควบคุมทางตัวเลข หรือ NC Program ซึ่งชุดควบคุม (Controller) จะรับ NC Program เข้าไปประมวลผลเพื่อสั่งงานมอเตอร์ให้เคลื่อนที่หัวกัด (tool) และโต๊ะจับชิ้นงาน (table) ให้เคลื่อนที่ไปยังพิกัดที่ต้องการ โดยหัวกัดจะทำการตัดเฉือนชิ้นงานออกตามทางเดินที่มันผ่าน

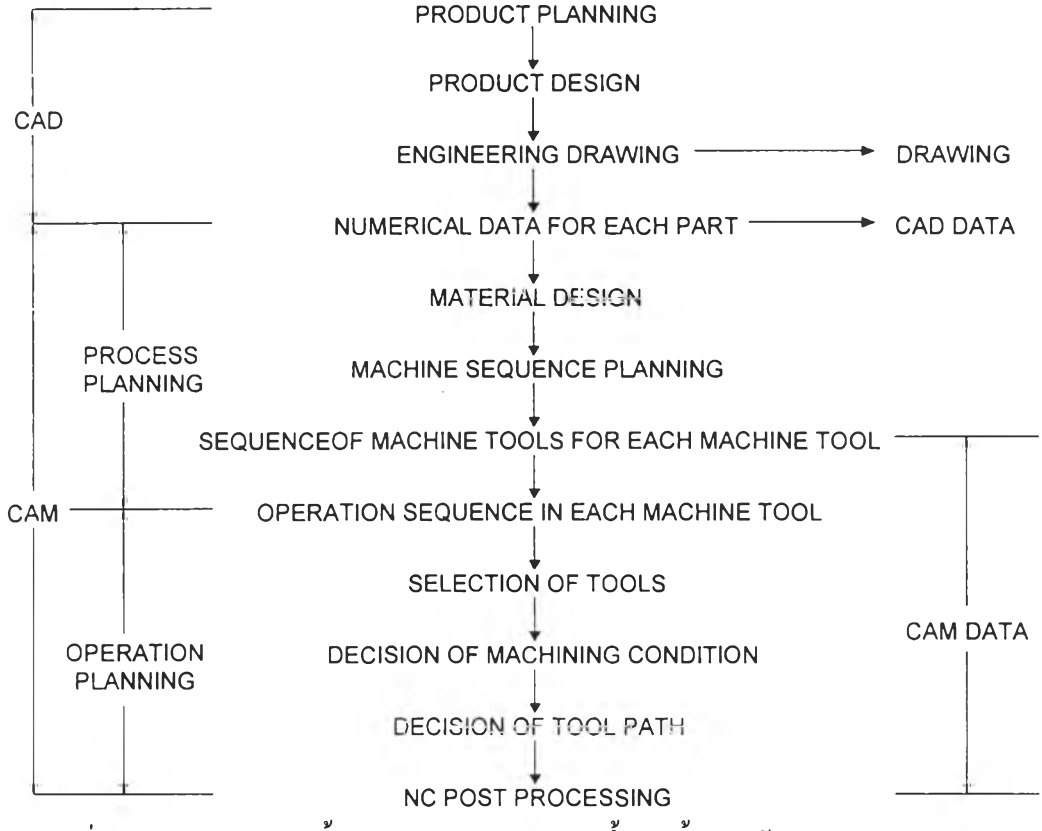
ขั้นตอนที่จำเป็นในการสร้างชิ้นงานโดยใช้ NC Program ขั้นแรกคือ การวางแผนสำหรับการผลิตชิ้นงานที่ต้องการโดยใช้แบบทางวิศวกรรม (Engineering drawing) ของชิ้นงานนั้น ในขั้นตอนนี้จะเป็นการบ่งชี้ว่า คำสั่งควบคุมทางตัวเลข (NC) แบบไหนที่จำเป็น ขั้นตอนที่สอง NC Programmer จะทำการโปรแกรมชิ้นงานนั้น ๆ โดยใช้ความรู้ทางด้านการกัดงาน (machine) และทางด้านคำสั่งควบคุมทางตัวเลข (NC) ของเขาในการเขียนโปรแกรมทางเดินของหัวกัด (Tool path) และสภาวะในการกัด ตัด ที่เหมาะสม ทางเดินของหัวกัด (Tool path) จะเป็นทางเดินที่หัวกัดเดินทางตัดเฉือนชิ้นงานดิบให้มีรูปร่างชิ้นงานสุดท้ายตามที่เราต้องการ

เมื่อทางเดินของหัวกัดได้ถูกออกแบบเรียบร้อยแล้ว NC Programmer ก็จะทำการเขียน NC Program ซึ่งบอกถึงรายละเอียดของทางเดินหัวกัดเหล่านั้น ซึ่งรวมถึงการคำนวณพิกัดเอ็กซ์ วาย และ แซด ของจุดที่จำเป็นของทางเดิน โดยการเขียน NC Program นี้ จะใช้สัญลักษณ์ภายในภาษาใดภาษาหนึ่งเป็นตัวช่วย เช่น APT, COMPACT II เป็นต้น จากนั้นก็ทำการตรวจสอบทางเดินของหัวกัดที่ได้แปลงเป็นภาษาที่ชุดควบคุมเข้าใจ และสุดท้ายก็ใช้โปรแกรมที่ได้ไปผลิตชิ้นงานจริง ๆ ขึ้นมา การคำนวณพิกัดของจุดของทางเดินหัวกัดจะขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างของชิ้นงาน และทักษะทางเรขาคณิตของ Programmer ถ้าทางเดินของหัวกัดนั้นถูกเขียนขึ้นด้วยมือ

ภาษาในการโปรแกรม เช่น APT ถือเป็นภาษาระดับสูง โดยภาษาเหล่านี้จะให้ความสะดวกแก่ Programmer โดยมีข้อความทางเรขาคณิตสำหรับบอกจุดพิกัดที่คำนวณได้ และข้อความสำหรับบอกสภาวะที่ใช้ในการกัด แต่ชุดควบคุม (Controller) ของเครื่อง CNC Milling Machine ส่วนใหญ่จะถูกออกแบบให้ยอมรับภาษาในระดับต่ำ ซึ่งใช้รหัสจี (G-code) และรหัสเอ็ม (M-code) ดังนั้นโปรแกรมภาษา APT โดยปรกติจึงต้องผ่านโพสโปรเซสเซอร์ (Postprocessor) เพื่อทำการแปลงให้ได้ออกมาเป็นโปรแกรมภาษาระดับต่ำ

ถ้าการสร้าง NC Program ถูกใช้ร่วมกับระบบ CAD/CAM การสร้างทางเดินของหัวกัดและตรวจสอบทางเดินของหัวกัดจะสามารถทำได้ง่ายขึ้น โดยใช้โปรแกรมในการคำนวณและการสร้าง NC Program เข้ามาช่วย โดยอาศัยฐานข้อมูลทางด้าน CAD ซึ่งจะบอกถึงลักษณะทางเรขาคณิตของชิ้นงานที่ต้องการกัดขึ้นรูปไว้ทั้งหมด จุดพิกัดที่ต้องการในการหาทางเดินของหัวกัดจะถูกคำนวณออกมาโดยอัตโนมัติ เมื่อทางเดินของหัวกัดได้ถูกสร้างขึ้นมาแล้ว เราสามารถตรวจสอบทางเดินที่ได้นั้น โดยใช้โปรแกรมทางด้าน CAM ช่วย ซึ่งโปรแกรมทางด้าน CAM จะอ่าน NC Program ที่ได้มาแสดงเป็นภาพกราฟฟิค ซึ่งเราสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดของทางเดินหัวกัด ก่อนที่จะนำไปใช้ในการกัดชิ้นงานจริง ๆ โดยปรกติโปรแกรมทางด้าน CAM จะให้ทางเดิน

หัวกัดโดยออกมาเป็นโปรแกรมภาษา APT โดยอัตโนมัติ ซึ่งในการนำไปใช้ต้องทำการแปลงโปรแกรม APT ที่ได้ให้เป็นโปรแกรมที่เหมาะสมกับชุดควบคุม (Controller) ที่ใช้ เช่น G-code และ M-code เป็นต้น



รูปที่ 4.25 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานในการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยระบบ CAD/CAM

รูปที่ 4.25 จะแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนเมื่อได้ข้อมูลของชิ้นงานที่จะทำการขึ้นรูปจากโปรแกรมทางด้าน CAD แล้ว เราต้องทำการเลือกวัตถุดิบ ขนาดของวัตถุดิบ แล้วทำการวางแผนถึงขั้นตอนในการกัด (machine) ว่าจะต้องทำการกัดกี่ครั้ง แต่ละครั้งจะใช้หัวกัดขนาดเท่าไหร่ เช่น อาจจะทำการกัด 2 ครั้ง ครั้งแรกจะเป็นการกัดหยาบโดยใช้หัวกัดขนาดใหญ่กัดไปทีละระนาบในแนวดิ่งของเครื่องกัด (CNC Milling Machine) ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้ได้รูปร่างคร่าวๆ ของชิ้นงาน ครั้งที่สองจะเป็นการกัดละเอียดโดยใช้หัวกัดที่เป็นลักษณะหัวบอลที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก ๆ กัดไล่ไปตามรูปร่างของผิวชิ้นงานที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานรูปร่างตามต้องการเป็นต้น จากนั้นก็ใช้โปรแกรมทางด้าน CAM ช่วยในการหา NC Program ของทางเดินหัวกัดใน

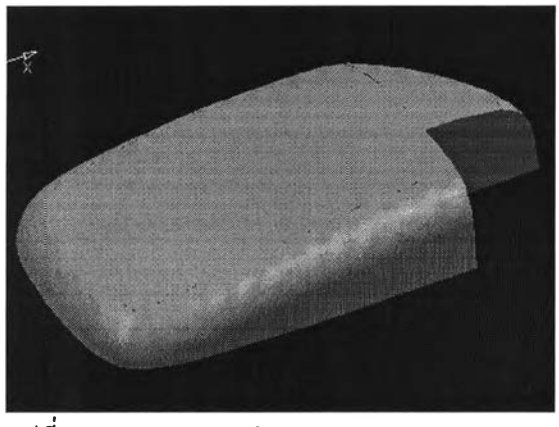
แต่ละขั้นตอน โดยขั้นตอนของการใช้โปรแกรม CAM นั้น เราต้องทำการกำหนดรูปแบบและขนาดของหัวกัด (tool) กำหนดสภาวะในการกัด เช่น ความเร็วรอบของหัวกัด (tool), ความเร็วในการเดินของหัวกัด, วิธีการเดินของหัวกัด, ความละเอียดของผิวงานที่ได้ เป็นต้น เมื่อเรากำหนดข้อกำหนดต่าง ๆ ที่โปรแกรม CAM นั้น ๆ ต้องการครบเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถทำการสั่งให้โปรแกรม CAM นั้น ๆ หา NC Program ของทางเดินของหัวกัดในขั้นตอนการกัดนั้น ๆ ออกมาให้เราได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโปรแกรมภาษาชั้นสูง เช่น APT เป็นต้น จึงจำเป็นต้องนำเอาต์พุตของโปรแกรม APT ที่ได้ไปผ่านโปรแกรมโพสโปรเซสเซอร์เพื่อให้ได้ออกมาเป็นรหัส G-code เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่อง CNC Milling Machine ให้กัดเครื่องรูปชิ้นงานตามทางเดินที่เราต้องการ

เราได้ทดลองใช้โปรแกรม CATIA ช่วยในการขึ้นรูปส่วนคอร์และส่วนเบ้าของชิ้นงานที่ต้องการ โดยเราจะทำส่วนคอร์และส่วนเบ้าของฝาครอบกระจกมองข้างของรถยนต์ที่ได้สร้างแบบจำลอง (model) ในโปรแกรม CATIA ไว้แล้วในบทที่แล้ว ซึ่งเราจะได้ทางเดินของหัวกัดออกมาเป็นภาษา APT จากนั้นเราได้ใช้โปรแกรม APT.for ซึ่งเป็นโปรแกรมโพสโปรเซสเซอร์ที่เราได้พัฒนาขึ้นทำการแปลงทางเดินของหัวกัดเป็น G-code แล้วนำไปสั่งงานเครื่อง CNC Milling Machine ทำการขึ้นรูปชิ้นงานดิบจนได้เป็นส่วนเบ้าและส่วนคอร์ของฝาครอบกระจกมองข้างขึ้นมา โดยรายละเอียดลักษณะการกัดได้แสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

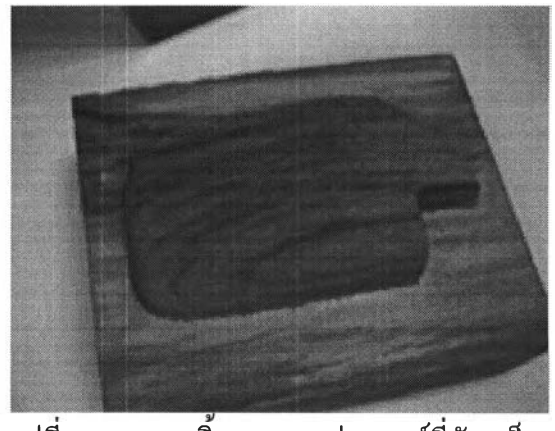
รูปที่ 4.26 ถึง 4.29 จะแสดงให้เห็นถึงการขึ้นรูปส่วนคอร์ โดยรูปที่ 4.26 จะแสดงแบบจำลอง (model) ของส่วนคอร์ในโปรแกรม CATIA โดยในการกัดขึ้นรูปครั้งนี้เราจะใช้การกัด (machine) 2 ครั้ง โดยมีวัตถุดิบเริ่มต้นขนาด 95x120x50 มม. ครั้งแรกเราจะทำการกัดหยาบด้วยหัวกัดแบบ flat ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. โดยจะทำการกัดแบบซิกแซก (zig-zag) ซึ่งแนวทางเดินของหัวกัดที่ได้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.28 ในการกัด (machine) ครั้งที่ 2 เราจะทำการกัดละเอียดด้วยหัวกัดแบบ ball ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. โดยกัดลักษณะเดินสัมผัสกับผิวของรูปร่างของคอร์ที่เราต้องการ ซึ่งแนวทางเดินของหัวกัดได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.29 และชิ้นงานของส่วนคอร์ที่กัด (machine) สำเร็จเรียบร้อยได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.27

รูปที่ 4.30 ถึง 4.33 จะแสดงให้เห็นถึงการขึ้นรูปส่วนเบ้า โดยรูปที่ 4.30 จะแสดงแบบจำลอง (model) ของส่วนเบ้าและวัตถุดิบเริ่มต้นรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศขนาด 95x120x50 มม.ในโปรแกรม CATIA โดยในการกัดขึ้นรูปครั้งนี้เราจะใช้การกัด (machine) 2 ครั้ง ครั้งแรกเราจะทำการกัดหยาบด้วยหัวกัดแบบ flat ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. โดยจะทำการกัดแบบเฮอลิเคิล (helicle) จากข้างในออกไปข้างนอก ซึ่งแนวทางเดินของหัวกัดที่ได้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.32 ใน

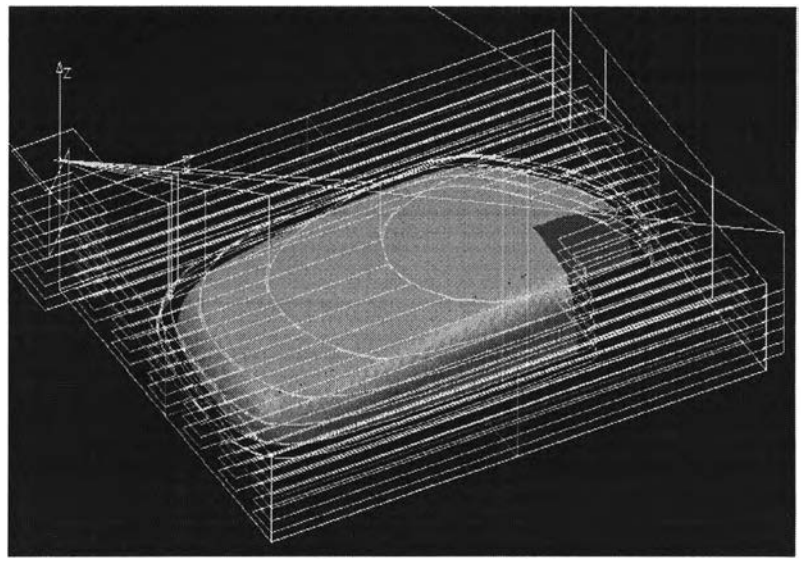
การกัด (machine) ครั้งที่ 2 เราจะทำการกัดละเอียดด้วยหัวกัดแบบ ball ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. โดยกัดลักษณะเดินสัมผัสกับผิวของรูปร่างของเบ้าที่เราต้องการ ซึ่งแนวทางเดินของหัวกัดได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.33 และชิ้นงานของส่วนเบ้าที่กัด (machine) สำเร็จเรียบร้อยได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.31



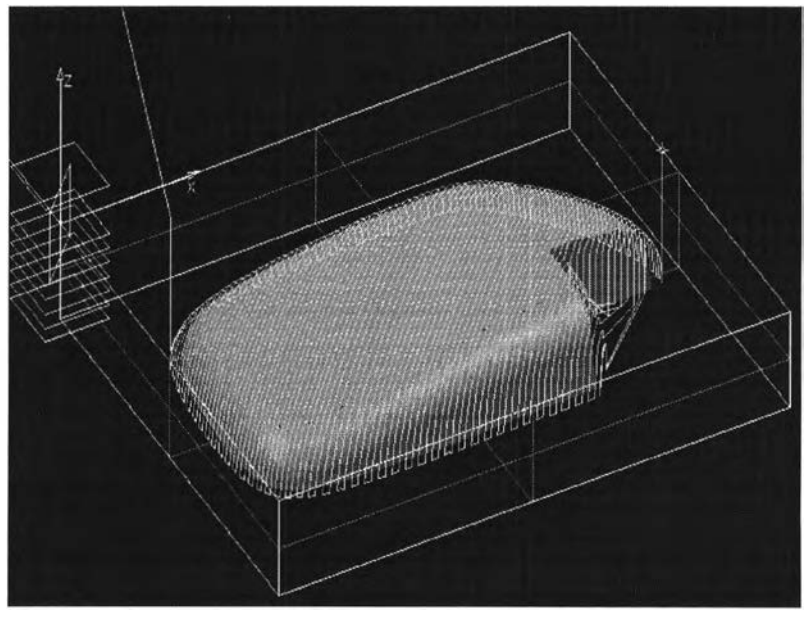
รูปที่ 4.26 แสดงแบบจำลอง (model) ของส่วนคอร์ในโปรแกรม CATIA



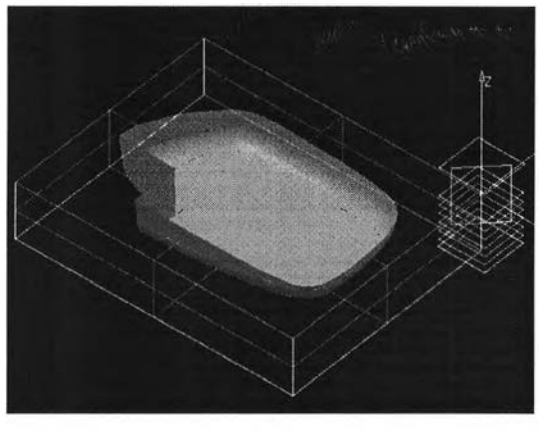
รูปที่ 4.27 แสดงชิ้นงานของส่วนคอร์ที่กัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว



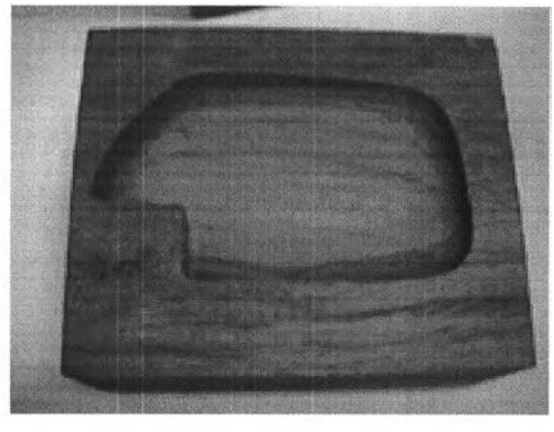
รูปที่ 4.28 แสดงแนวทางเดินของหัวกัดที่ได้จากโปรแกรม CATIA ในการกัดหยาบส่วนคอร์



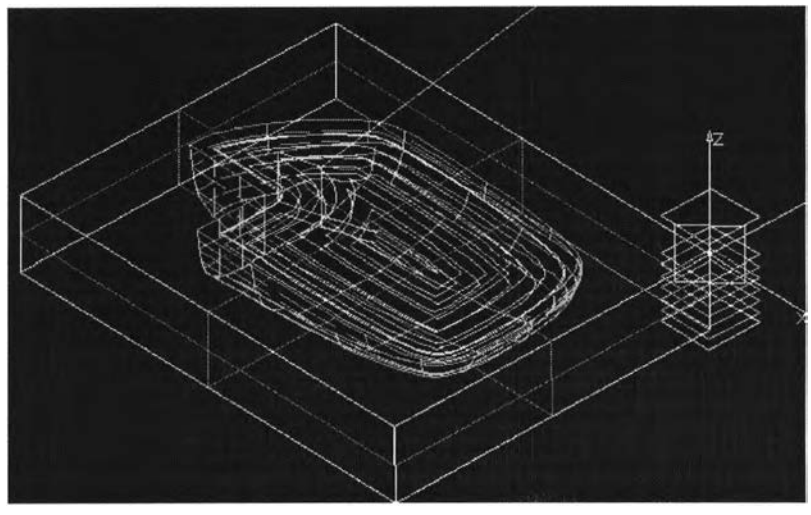
รูปที่ 4.29 แสดงแนวทางเดินของหัวกัดที่ได้จากโปรแกรม CATIA ในการกัดละเอียดส่วนคอร์



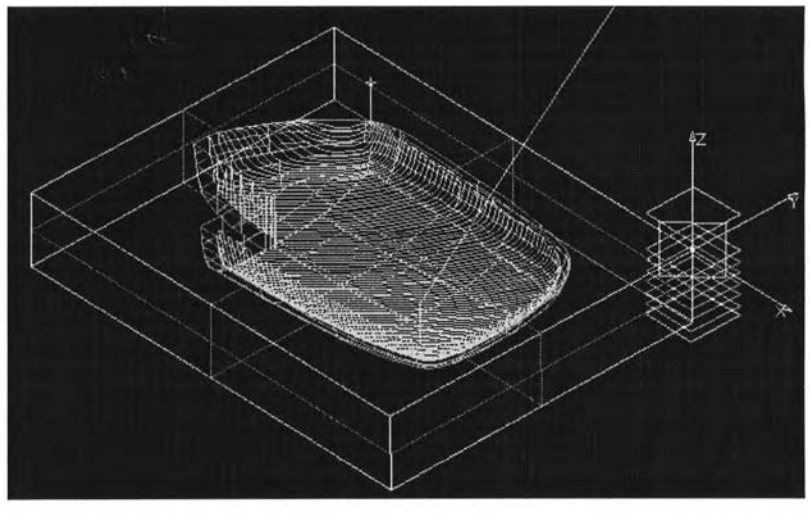
รูปที่ 4.30 แสดงแบบจำลอง (model) ของส่วนเบ้าในโปรแกรม CATIA



รูปที่ 4.31 แสดงชิ้นงานของส่วนเบ้าที่กัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.32 แสดงแนวทางเดินของหัวกัดที่ได้จากโปรแกรม CATIA ในการกัดหยาบของส่วนเบ้า



รูปที่ 4.33 แสดงแนวทางเดินของหัวกัดที่ได้จากโปรแกรม CATIA ในการกัดละเอียดของส่วนเบ้า

โปรแกรมโพสโปรเซสเซอร์สำหรับแปลงข้อมูลจากภาษา APT เป็นรหัส G-CODE

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า NC program ส่วนมากที่ได้จากโปรแกรมทางด้าน CAM จะเป็นภาษา APT ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีโพสโปรเซสเซอร์ (Postprocessor) เพื่อทำการแปลงภาษา APT ให้เป็นรหัส G-code เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานกับชุดควบคุม (Controller) ของเครื่อง CNC Milling Machine ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการเขียนโปรแกรมโพสโปรเซสเซอร์ขึ้นด้วยภาษา Fortran โดยโปรแกรมนี้สามารถแปลงภาษา APT เป็น G-code ที่สามารถใช้งานกับชุดควบคุม (Controller) ของ FANUC และ HITACHI SEIKI ได้

โปรแกรมโพสโปรเซสเซอร์ที่เขียนขึ้นในงานวิจัยนี้ชื่อว่า APT.for โดยจะมีโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา Fortran อีกโปรแกรมหนึ่งชื่อว่า CONVERT.for ช่วยในการกำจัดช่องว่างระหว่างข้อมูลภายใน G-code ที่ได้จากโปรแกรม APT.for โดยการเรียกใช้โปรแกรมได้ทำ Batch file ชื่อ GCODE ในการใช้เรียกโปรแกรม APT.for ก่อนแล้วตามด้วยโปรแกรม CONVERT.for ดังแสดงข้างล่างนี้

C:\> GCODE

C:\> APT

Please type APT_filename : **INPUT_FILE**

end of counter

C:\> CONVERT

Please type OUTPUT_filename : **OUTPUT_FILE**

C:\>

ต่อไปนี้จะเป็นการแสดงตัวอย่างเปรียบเทียบกันของคำสั่งต่าง ๆ ของภาษา APT และ G-code ในงานลักษณะเดียวกัน ดังต่อไปนี้

การสั่งให้หัวกัดหมุนด้วยความเร็วรอบที่ต้องการ

APT : SPINDL/ON,800

G-code : N5M03S800

การบอกความเร็วของหัวกัด

APT : FEDRAT/ 200.0000

G-code : N99F200.0000

การเคลื่อนที่เส้นตรง

APT : GOTO / 90.00000, 90.00000, -10.00000

G-code : N100G01X90.0000Y90.0000Z-10.0000

การเคลื่อนที่ลักษณะส่วนโค้งของวงกลม

APT : INDIRV/ -.28571, -.95831, .00000

TLON.GOFWD/ (CIRCLE/ 71.27719, 40.00000, -5.00000,$

3.00000),ON,(LINE/ 71.27719, 40.00000, -5.00000,$

71.27719, 37.00000, -5.00000)

G-code : N101G02X71.2772Y37.0000R3.0000

การสั่งให้หัวกัดหยุดหมุน

APT : SPINDL/OFF

G-code : N103M05

การสั่งให้เปิดน้ำหล่อเย็น

APT : COOLNT/ON

G-code : N104M08

การสั่งให้ปิดน้ำหล่อเย็น

APT : COOLNT/OFF

G-code : N105M09

การจบโปรแกรม

APT : END

G-code : N106G91 G28 Z0

N107G91 G28 X0 Y0

N108M30

การออกแบบโปรแกรม APT.for

การออกแบบโปรแกรม APT.for มีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้ คือ

1. เปิดแฟ้มข้อมูลภาษา APT

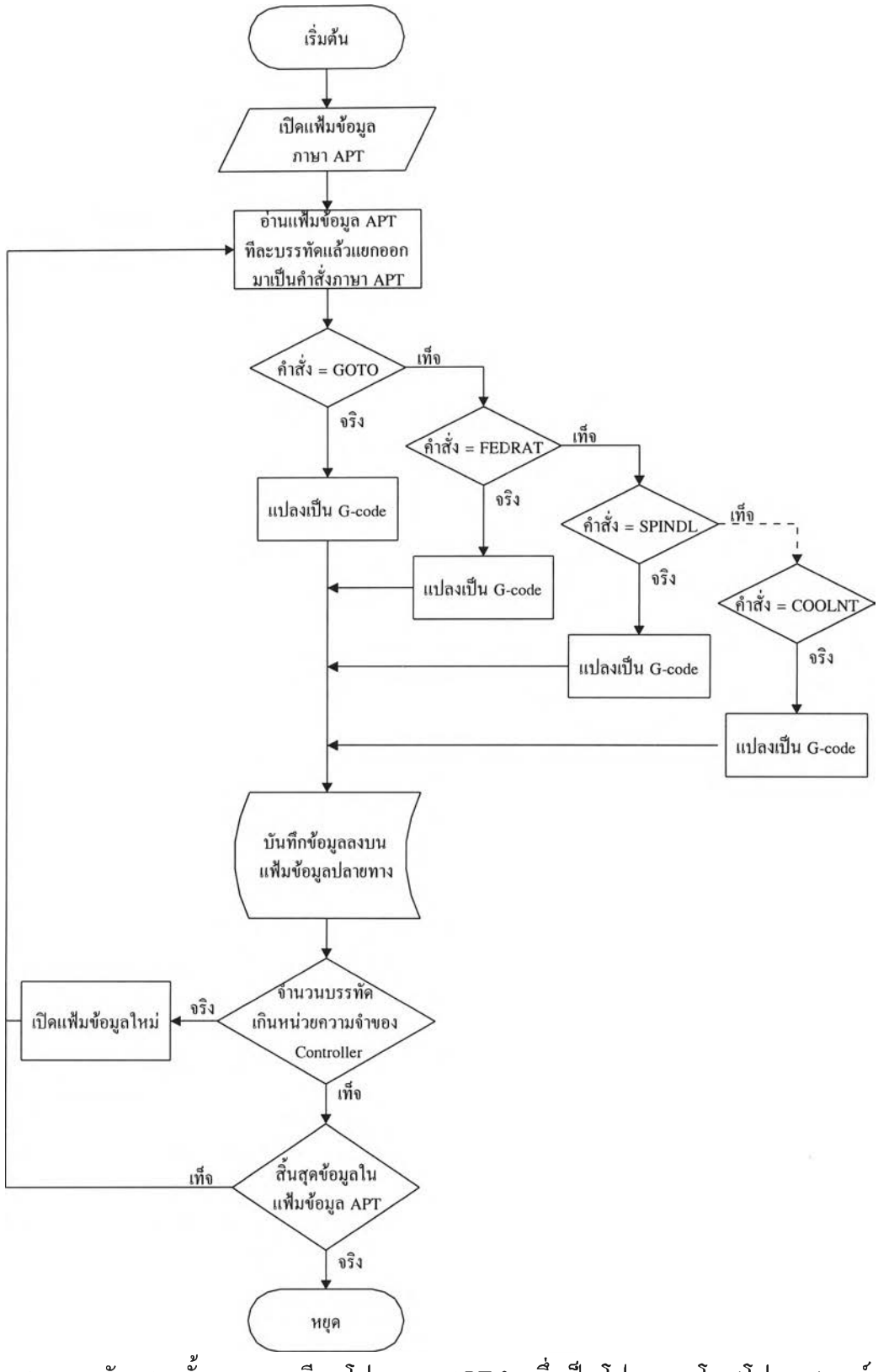
2. อ่านแฟ้มข้อมูลภาษา APT ทีละบรรทัด โดยจะแยกเก็บข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะประกอบด้วยอักขระ 6 ตัวแรก ซึ่งจะเป็นคำสั่งในภาษา APT ส่วนที่สองจะบรรยายละเอียดของคำสั่งในส่วนแรก

3. ทำการเปรียบเทียบคำสั่งที่ได้ว่าเป็นคำสั่งใด แล้วทำการแปลงเป็นรหัส G-code โดยอ่านข้อความในส่วนที่สองเข้ามาช่วย

4. บันทึกรหัส G-code ที่ได้ลงในแฟ้มข้อมูลปลายทาง

5. ตรวจสอบจำนวนบรรทัดที่ได้ในแฟ้มข้อมูลปลายทางว่าเกินความสามารถในการอ่านได้ของชุดควบคุมหรือไม่ ถ้าเกินให้ทำการปิดแฟ้มข้อมูลปลายทางแรกแล้วเปิดแฟ้มข้อมูลปลายทางใหม่ขึ้นมา ถ้าไม่เกินให้ทำตามขั้นตอนต่อไป

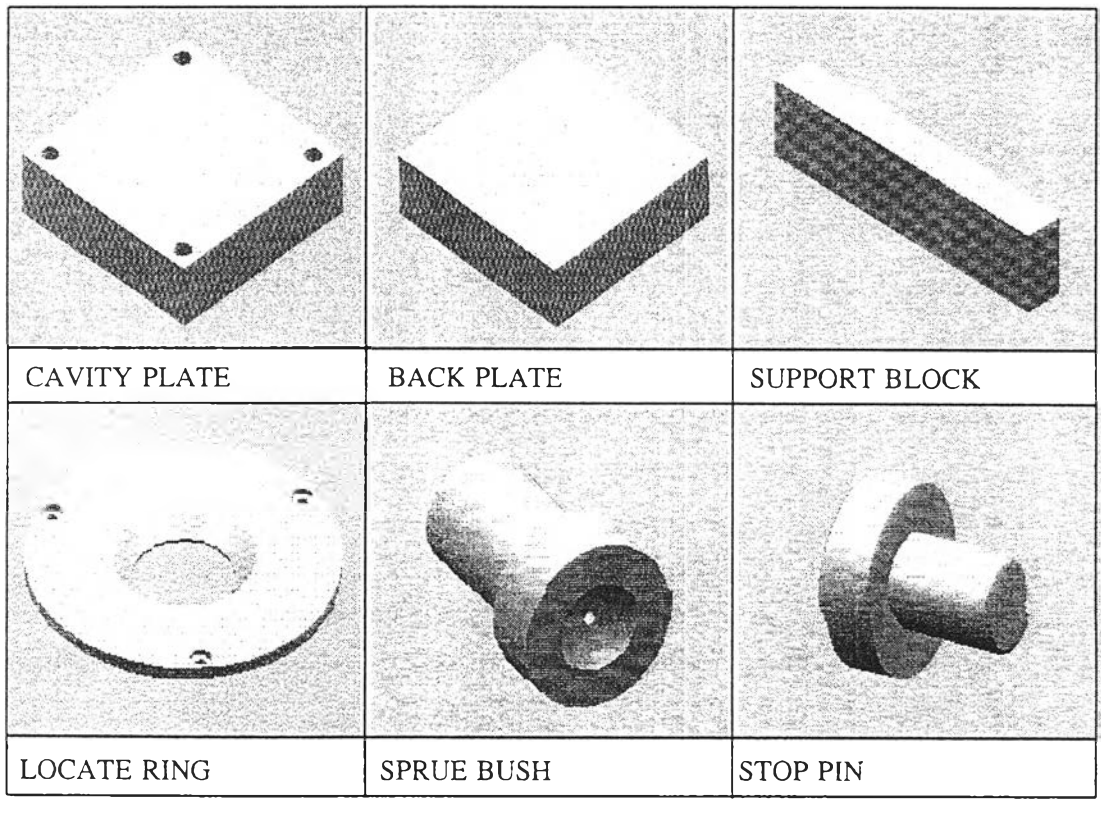
6. ตรวจสอบการสิ้นสุดข้อมูลของแฟ้มข้อมูลภาษา APT ถ้าสิ้นสุดให้ปิดแฟ้มข้อมูลปลายทางแล้วสิ้นสุดการทำงาน ถ้ายังไม่สิ้นสุดให้กลับไปทำตามขั้นตอนที่ 2. ถึง 5.



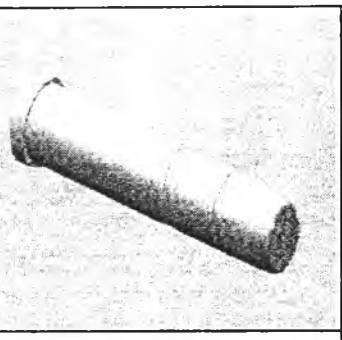
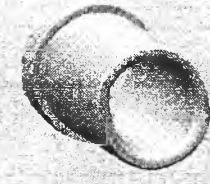
รูปที่ 4.34 แผนผังแสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรม APT.for ซึ่งเป็นโปรแกรมโพสโปรเซสเซอร์

การสร้างฐานข้อมูลของแบบจำลองของส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์ (Mold Base)

จากบทก่อนหน้านี้เราได้ทำการออกแบบส่วนคอร์และส่วนเบ้าของชิ้นงานที่ต้องการทำแม่พิมพ์แล้ว เพื่อความสะดวกต่อผู้ออกแบบในส่วนนี้ของงานวิจัยเราจึงได้ทำการสร้างฐานข้อมูลซึ่งเก็บแบบจำลอง (model) ของส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์ (mold base) ของแม่พิมพ์พลาสติกแบบฉีดไว้ ตัวอย่างเช่น แผ่นแม่พิมพ์, เพลานำ, ปลอกนำ, สลักปลดแบบต่าง ๆ เป็นต้น ดังได้แสดงตัวอย่างบางส่วนไว้ในรูปที่ 4.35 และ 4.36 โดยผู้ออกแบบสามารถนำแบบจำลอง (model) ของส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์ไปประกอบเข้ากับแบบจำลองของส่วนคอร์และส่วนเบ้าได้ในการออกแบบ แบบจำลอง (model) ของส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์ข้างต้นนี้เราได้ทำการสร้างขึ้นด้วยวิธี Parametric Modelling Technique คือกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับส่วนต่าง ๆ ของแบบจำลอง (model) เมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ เช่น ความสูง, รัศมี เป็นต้น ขนาดของแบบจำลอง (model) ก็จะเปลี่ยนไปตามค่าพารามิเตอร์ ซึ่งจะสะดวกแก่ผู้ออกแบบที่จะนำส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์ที่มีขนาดเหมาะสมไปใช้งาน



รูปที่ 4.35 แสดงบางส่วนของแบบจำลอง (model) ของส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์

		
GUIDE PILLAR	GUIDE BUSH	STEPPED EJECTOR PIN
EJECTOR PIN	D-EJECTOR PIN	SLEEVE EJECTOR PIN
MUSHROOM-HEAD SPRUE PULLER	Z SPRUE PULLER	REVERSE TAPER SPRUE PULLER

รูปที่ 4.36 แสดงบางส่วนของแบบจำลอง (model) ของส่วนประกอบพื้นฐานของแม่พิมพ์