บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

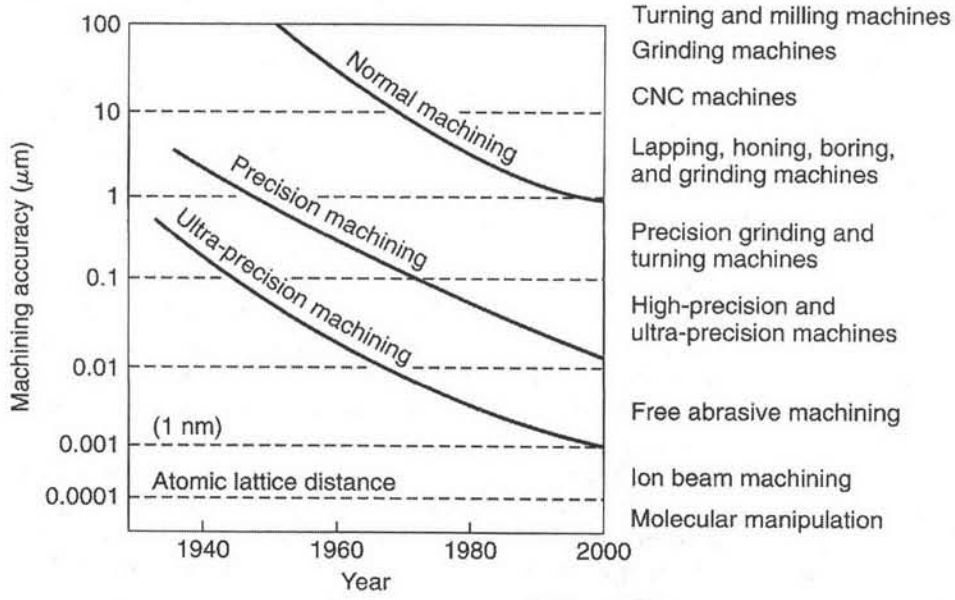
กระบวนการตัด (Machining process) เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการผลิตในหลายๆอุตสาหกรรม อาทิเช่น อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องบิน หรือ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนเครื่องกลต่างๆ อุตสาหกรรมเหล่านี้ มีแนวโน้มที่จะเติบโตขึ้นเรื่อยๆตามความต้องการของตลาดโลกที่สูงขึ้น ดังนั้น การพัฒนากระบวนการตัด จึงต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นกัน ในอดีตที่ผ่านมานั้น ได้มีการคิดค้นและพัฒนาวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดให้มีความคงทนมากขึ้น กำจัดเนื้อวัสดุได้หลากหลายชนิด และใช้ความเร็วในการตัดสูงขึ้นได้ อีกทั้งยังมีการพัฒนาเครื่องกลึงจากเครื่องกลึงแบบธรรมดา ที่สามารถผลิตชิ้นงานรูปร่างไม่ซับซ้อน แต่ต้องใช้ประสบการณ์ในการควบคุมเครื่องเป็นอย่างมาก และใช้เวลานานในการผลิตชิ้นงานแต่ละชิ้น มาเป็นเครื่องซีเอ็นซี ซึ่งชิ้นงานที่ผลิตได้จะมีความซับซ้อนของรูปทรงสูง ใช้งานง่าย สะดวก และรวดเร็ว ปัจจุบัน เครื่องจักรที่ใช้กำจัดเนื้อวัสดุแบบธรรมดานั้น ยังเป็นที่นิยมอยู่มากในโรงงานอุตสาหกรรมกลางถึงขนาดเล็ก ที่มีอัตราการผลิตไม่สูงมากนัก เน้นการผลิตแบบงานสั่งทำ เนื่องจากมีข้อดีคือมีราคาถูก ส่วนเครื่องกลึงซีเอ็นซีนั้น นิยมใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีอัตราการผลิตสูง เน้นความซับซ้อนของรูปทรงชิ้นงาน เนื่องจากเครื่องจักรชนิดนี้ต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก

อย่างไรก็ตาม เครื่องจักรและกระบวนการตัดในปัจจุบัน ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่ไม่มีที่สิ้นสุดของมนุษย์ได้ เนื่องจากการพัฒนาและการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต่างๆมีแนวโน้มว่าจะมีขนาดเล็กลงเรื่อยๆต่อไปในอนาคตอันใกล้ ด้วยชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กลงทำให้ยากต่อการกำจัดเนื้อวัสดุส่วนที่ไม่ต้องการออกไป ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการพัฒนากระบวนการตัดที่มีความแม่นยำสูง เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว

ช่วงเริ่มต้นของยุค 1960 ความต้องการกระบวนการผลิตที่มีความแม่นยำสูงสำหรับส่วนประกอบของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ นิวเคลียร์ และ อุปกรณ์ทางด้านการทหาร ได้มีการเพิ่มสูงขึ้น ตัวอย่างของส่วนประกอบดังกล่าวคือ กระจกสะท้อนแสง (optical mirror) แผ่นดิสก์คอมพิวเตอร์ หรือ ลูกกลิ้งสำหรับเครื่องถ่ายเอกสาร ผิวสำเร็จของงานจะอยู่ในช่วง 10 นาโนเมตร และมีความคลาดเคลื่อนของมิติชิ้นงานจะอยู่ในช่วง ไมโครเมตร หรือ ระดับต่ำกว่าไมโครเมตร [1]

แนวโน้มของกระบวนการผลิตที่มีความแม่นยำสูงนั้นยังมีอยู่ต่อไป ดังรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นแนวโน้มการพัฒนาของเครื่องซีเอ็นซี ซึ่งมีความแม่นยำสูง สามารถเคลื่อนตำแหน่งเครื่องมือตัดด้วยความแม่นยำใกล้เคียง 1 นาโนเมตร [1]

ในกระบวนการตัดที่มีความแม่นยำสูงนั้น ส่วนมากจะใช้เครื่องมือตัด (Cutting tool) แบบไดมอนด์ผลึกเดี่ยว (Single-crystal diamond) หรือที่เรียกกระบวนการดังกล่าวว่า "วิธีการกลึงไดมอนด์" (diamond turning) ซึ่งเครื่องมือตัดไดมอนด์ที่ใช้นั้นมีคมตัดที่มีรัศมีเพียงไม่กี่นาโนเมตรเท่านั้น อนึ่ง การสึกหรอของเครื่องมือตัดนั้นเป็นปัจจัยสำคัญต่อผิวชิ้นงานสำเร็จอย่างยิ่ง และเมื่อเร็วๆนี้ได้มีการทำวิธีการกลึงไดมอนด์ที่อุณหภูมิต่ำมาก โดยใช้สารหล่อเย็นเป็นไนโตรเจนเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ลบ 120 องศาเซลเซียส [1]



รูปที่ 1.1. กราฟแสดงความแม่นยำของการตัดเปรียบเทียบกับปีและเทคโนโลยีการตัด [1]

สำหรับวัสดุของชิ้นงานที่ใช้ในกระบวนการตัดที่มีความแม่นยำสูง ยกตัวอย่างเช่น คือปเปอร์อัลลอยด์ อลูมิเนียมอัลลอยด์ เงิน ทอง นิเกิล และ อะคริลิก จะใช้ความลึกตัดในหน่วยนาโนเมตรเท่านั้น วัสดุดังกล่าวข้างต้น เป็นวัสดุที่แข็งและเปราะ ซึ่งลักษณะในการเกิดเศษวัสดุในกระบวนการตัด เรียกว่า Ductile-regime cutting กล่าวคือ ยิ่งใช้ความลึกตัดมากเท่าไรยิ่งทำให้เศษวัสดุนั้นมีความไม่ต่อเนื่องมากขึ้นทำให้ผิวของชิ้นงานสำเร็จมีความหยาบสูงนั่นเอง [1]

เครื่องมือตัดที่ใช้นั้นจะติดตั้งเข้ากับเครื่องซีเอ็นซีที่มีความแม่นยำสูงซึ่งเครื่องซีเอ็นซีเหล่านี้จะติดตั้งและปฏิบัติการอยู่ในห้องปลอดฝุ่น (Clean room) และ ในการปฏิบัติการเครื่องซีเอ็นซีความแม่นยำสูงนั้นควรที่จะหลีกเลี่ยงความสั่นสะเทือนที่เกิดจากเครื่องซีเอ็นซีอื่นหรือเครื่องจักรที่อยู่ใกล้เคียงนั้นให้มากที่สุด นอกจากนี้ยังมีการใช้เลเซอร์ในการควบคุมตำแหน่งในการตัด และ ติดตั้งเครื่องกลึงเข้ากับระบบควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่มีการชดเชยความผิดพลาดทางเรขาคณิตและชดเชยอุณหภูมิเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผิวชิ้นงานสำเร็จอีกด้วย [1]

จากที่กล่าวมาข้างต้น เห็นได้ว่าถ้าจะต้องเปลี่ยนแปลงการผลิตจากการผลิตแบบธรรมดาให้เป็นการผลิตแม่นยำสูง ต้องลงทุนเครื่องจักรใหม่ทั้งหมด ซึ่งเป็นเงินจำนวนมากเพราะเป็นเทคโนโลยีใหม่ และ เครื่องจักรเดิมก็ไม่เกิดประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ได้เท่าที่ควรจะเป็น ดังนั้น จึงได้มีงานวิจัยมากมายที่พยายามพัฒนาวิธีการและเทคโนโลยีการกำจัดเนื้อวัสดุแบบใหม่ขึ้นเช่น วิธีการตัดแบบสั่น (Vibration cutting) วิธีการดังกล่าวนี้ เป็นการสั่นเครื่องมือตัดโดยการป้อนสัญญาณไฟฟ้าความถี่ๆหนึ่งเข้าไปกระตุ้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสั่นซึ่งติดตั้งอยู่บนด้ามจับเครื่องมือตัดในขณะที่ทำการป้อนเครื่องมือตัดเข้าไปทำการตัดชิ้นงาน การที่เครื่องมือตัดมีการสั่นอยู่ตลอดเวลาขณะที่ทำการตัดนั้น มีข้อดีคือ ทำให้แรงตัดที่เกิดขึ้นมีขนาดต่ำเนื่องจากมุมเฉือนเนื้อวัสดุสูงทำให้เศษวัสดุมีขนาดบาง ทำให้อายุการใช้งานของเครื่องมือตัดยาวนานขึ้น และถ้าหากความถี่ในการสั่นสูง (Ultrasonic) แล้ว จะทำให้การตัดเกิดขึ้นในโหมดการตัดแบบเหนียว (Ductile mode) ซึ่งสามารถตัดวัสดุที่มีความเปราะได้ที่ระดับความลึกวิกฤต (Critical depth) ค่าหนึ่ง[9],[10],[11] ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องซีเอ็นซีแบบธรรมดาได้ และ ประโยชน์ที่ได้รับก็เป็นข้อดีที่คล้ายกับการตัดโดยใช้เครื่องซีเอ็นซีที่มีความแม่นยำสูง

ในงานวิจัยของต่างประเทศ ได้มีการใช้วิธีการประยุกต์การตัดแบบสั่นในแนว 1 แกน ที่ความถี่สูงระดับอัลตราโซนิก เพื่อทดลองใช้ตัดวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษอาทิเช่น เหล็กชุบแข็ง แก้วที่แข็งแต่เปราะ เป็นต้น ผลที่ได้รับจากการทดลองนั้นถือว่าเป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามนักวิจัยเหล่านี้ก็ยังได้พัฒนาต่อไปโดยการเคลื่อนที่ด้ามจับเครื่องมือตัดในแนว 2 แกนในเวลาเดียวกัน ทำให้เครื่องมือตัดนั้นมีการสั่นและมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นรูปวงรี ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นดีกว่าการสั่นในแนวแกนเดียวในทุกๆด้าน ทั้งแรงตัดมีค่าต่ำกว่า เศษวัสดุมีความบางกว่าเนื่องจากมุมเฉือนมีค่าสูงกว่า เป็นต้น

ขณะนี้ ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาและทำการวิจัยวิธีการตัดแบบสั่นอย่างจริงจัง เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีการนำเสนอขึ้นใหม่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาวิธีการตัดแบบสั่น และ ทำการออกแบบด้ามจับเครื่องมือตัดสำหรับการตัดแบบสั่นที่ความถี่ต่ำในแนว 2 แกนในเวลาเดียวกัน และ สามารถทำการตัดได้จริง เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับกระบวนการกำจัดเนื้อวัสดุ

ที่ต้องการความเรียบผิว และ ความแม่นยำในระดับไมโครเมตร หรือ นาโนเมตร งานวิจัยนี้ยังเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการตัดแบบสั่นให้ดียิ่งขึ้นไปในอนาคต และ สามารถนำวิธีการตัดแบบสั่นไปประยุกต์ใช้กับงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อ ศึกษา ออกแบบ และสร้าง ด้ามจับเครื่องมือตัดที่ใช้สำหรับการตัดแบบสั่นในแนว 2 แกน โดยที่ด้ามจับเครื่องมือตัดนั้นสามารถเคลื่อนไหวได้ตามแนวแกนสองแกนพร้อมกัน และสามารถนำด้ามจับเครื่องมือตัดต้นแบบไปติดตั้งกับเครื่องกลึงซีเอ็นซี ของ MAZAK รุ่น NEXUS turning 250 MY เพื่อปรับปรุงกระบวนการตัดโดยใช้การตัดแบบสั่น ทำให้ผิวชิ้นงานสำเร็จที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น

1.3. ขอบเขตของการวิจัย

1) ออกแบบและสร้างด้ามจับเครื่องมือตัด โดยที่เครื่องมือตัดมีการเคลื่อนที่เป็นคาบพร้อมกันสองแกนสอดคล้องกัน
2) ในขณะทำการตัด เครื่องมือตัดจะมีการเคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกับชิ้นงานมีระยะวัดจากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุดในการเคลื่อนที่แบบคาบไม่เกิน 5 ไมโครเมตร และ ทิศทางขนานกับชิ้นงานมีระยะวัดจากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุดในการเคลื่อนที่แบบคาบไม่เกิน 5 ไมโครเมตร
3) วัสดุที่นำมาใช้ในการทดลองตัดเป็นเหล็ก S45C
4) ดัชนีชี้วัดผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้คือ ความหยาบผิวชิ้นงาน

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ปรับปรุงความสามารถในการตัดของเครื่องซีเอ็นซี ด้วยวิธีการตัดแบบสั่น จากด้ามจับเครื่องมือตัดแบบสั่นต้นแบบ
2) เพิ่มผลิตภาพของกระบวนการตัด ลดต้นทุนเครื่องมือตัด เนื่องจากความสึกหรอของเครื่องมือตัดที่เกิดจากวิธีการตัดแบบสั่น เกิดขึ้นช้ากว่าเมื่อเทียบกับวิธีการตัดแบบปกติ
3) เป็นแนวทางในการศึกษาวิธีการตัดแบบสั่น และ ปรับปรุงพัฒนาให้กระบวนการตัดแบบสั่น ให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นไปได้ในอนาคต

1.5. วิธีดำเนินการวิจัย

1) ค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและสำรวจงานวิจัยต่างๆ
2) ออกแบบและสร้างด้ามจับเครื่องมือตัดต้นแบบ
3) ทำการทดลองและเก็บข้อมูล
4) ตรวจสอบความเรียบผิวของชิ้นงานและถ่ายภาพการสึกหรอของเครื่องมือตัด

5) วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง
6) สรุปผลที่ได้จากงานวิจัยและข้อเสนอแนะ
7) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์