บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมทั้งในและต่างประเทศพัฒนาอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว มีนโยบายรัฐบาลเกิดขึ้นมากมายได้แก่ นโยบายการกระตุ้นเศรษฐกิจในภาพรวมเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นแก่ภาคประชาชนและเอกชนในการลงทุนและการบริโภค ทำให้เกิดโครงการขึ้นมากมาย ได้แก่ โครงการขยายรถไฟฟ้าใต้ดินและลอยฟ้า โครงการขยายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ภายในประเทศ และการสนับสนุนอุตสาหกรรมอื่น ๆ

ด้วยคุณสมบัติที่เหมาะกับการอัดรีด (Extrusion) และสามารถเพิ่มคุณสมบัติความแข็งเมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อน มีน้ำหนักเบา ทนทานต่อการผุกร่อน และไม่เป็นสนิม ทำให้ปัจจุบันอลูมิเนียมผสม (Aluminum alloy) ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย เช่น Al 6063 ในอุตสาหกรรมการผลิตเฟอร์นิเจอร์ หน้าต่าง บันได ท่อน้ำ ชิ้นส่วนอัดรีดที่ใช้ในสถาปัตยกรรม ชิ้นส่วนภายในเครื่องบิน จรวด ขีปนาวุธ และยังใช้ในชิ้นส่วนรถยนต์อย่างแพร่หลายเพื่อลดน้ำหนักของรถให้น้อยลง นำมาซึ่งการประหยัดเชื้อเพลิง ซึ่งกระบวนการขึ้นรูปที่สำคัญที่ถูกนำมาใช้เพื่อให้ได้รูปร่างของชิ้นงานตามที่ต้องการก็คือกระบวนการกัด (Milling process) มีความพยายามอย่างมากที่จะทำให้การผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ มีคุณภาพและผลิตภาพที่สูงที่สุด แต่เนื่องจากการกำจัดเนื้อโลหะในกระบวนการขึ้นรูปด้วยวิธีการกัดอย่างรวดเร็วทำให้เกิดปัญหาความร้อนสูงส่งผลให้เกิดปัญหาการสึกหรอของมีดตัดซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดความขรุขระของผิวงานซึ่งเป็นสาเหตุของชิ้นงานที่มีคุณภาพต่ำกว่ากำหนดแล้ว ยังนำมาซึ่งต้นทุนที่สูงจากการผลิตชิ้นงานที่ผิดพลาด และการเปลี่ยนมีดตัด ทำให้เกิดการหาวิธีการยืดอายุการใช้งานของมีดตัดขึ้น วิธีการลดความร้อนระหว่างการตัดที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ การใช้สารหล่อเย็น (Cutting fluid) โดยสารดังกล่าวจะช่วยลดอุณหภูมิกระบวนการตัด ลดอัตราการสึกหรอของมีดตัด นำมาซึ่งผิวชิ้นงานที่มีคุณภาพดีขึ้น และอายุการใช้งานของมีดตัดที่สูงขึ้น

อย่างไรก็ตามการใช้สารหล่อเย็นปริมาณมากก่อให้เกิดต้นทุนที่สูง และแม้สารหล่อเย็นจะสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ แต่ในที่สุดผู้ใช้จำเป็นต้องทิ้งสารหล่อเย็นนั้นไปตามอายุการใช้งาน สารหล่อเย็นที่ทิ้งไปนี้เองนำมาซึ่งปัญหาสิ่งแวดล้อม ทำให้มีความพยายามลดปริมาณการใช้สารหล่อเย็น ภายใต้เกิดแนวคิดการใช้สารหล่อเย็นปริมาณต่ำที่สุด (Minimum Quantity Lubrication,

MQL) ซึ่งนอกจากจะลดต้นทุนและลดปริมาณการใช้สารหล่อเย็นได้ วิธีนี้ยังทำให้สารหล่อเย็นสามารถเข้าถึงบริเวณพื้นผิวการตัดได้ดียิ่งขึ้น นำมาซึ่งผลิตภาพและคุณภาพของชิ้นงานสูงขึ้น

นอกเหนือจากการใช้สารหล่อเย็น ยังมีปัจจัยการตัดที่สำคัญที่จะนำมาซึ่งคุณภาพของชิ้นงานที่ดี ได้แก่ ประเภทของกระบวนการตัด ชนิดของมีดตัด ประเภทของวัสดุ เงื่อนไขในการตัด (Cutting condition) และวิธีการประยุกต์การใช้น้ำยาหล่อเย็น การพัฒนากระบวนการกัดจึงถูกนำไปทดสอบความสามารถในการตัดอลูมิเนียมบนเครื่องซีเอ็นซีแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ บนเงื่อนไขการตัดต่าง ๆ ภายใต้รูปแบบการใช้สารหล่อเย็นที่แตกต่างกันโดยพิจารณาต้นทุนพร้อมกันไปด้วย ทั้งนี้มีการตรวจติดตามแรงที่ใช้ในการตัดในขณะตัดจริงด้วยเครื่องไดนาโมมิเตอร์

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

คุณภาพของชิ้นส่วนไม่ได้ตามความต้องการ มีการซ่อมแซมสูงทำให้เสียเวลาในการซ่อมแซมส่ง ผลกระทบต่อกระบวนประกอบชิ้นส่วนต่างๆเหล่านั้น และทำให้อัตราการผลิตต่ำ สาเหตุเนื่องจากขาด เทคโนโลยีในการตัดที่ถูกต้อง ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้เสนอระบบการตรวจติดตามภายในกระบวน การตัด โดยใช้เครื่องมือวัดแรงตัดไดนาโมมิเตอร์เข้ามาช่วยตรวจวัดสัญญาณจากแรงตัดที่เกิดขึ้น และนำแรงตัดที่ตรวจวัดได้มาวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงในระหว่างกระบวนการตัดจริง

1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อแก้ปัญหาชิ้นส่วนที่ตัดขึ้นรูปแล้วไม่ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการก่อนที่จะถูกนำไปประกอบ เพื่อ พัฒนาเทคโนโลยีในการตัดงานให้ดีขึ้น โดยการใช้ปริมาณสารหล่อเย็นน้อยที่สุดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการตัดอลูมิเนียมอัลลอยกับการใช้ปริมาณสารหล่อเย็นน้อยที่สุดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นเทคโนโลยีสะอาด และใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนอันเนื่องมาจากการสึกหรอของมีดตัดและการเปลี่ยนมีดตัดบ่อย

1.4 ขอบเขตโครงการวิจัย

กระบวนการตัดจะเป็นการตัดอลูมิเนียมอัลลอยบนเครื่องซีเอ็นซีแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ ด้วยมีดตัด Ball End Mill

1.5 การดำเนินงานวิจัย

ระบบการตรวจติดตามเชิงปัญญาถูกนำมาใช้ในกระบวนการตัดสำหรับชิ้นส่วน โดยใช้เครื่องมือวัด แรงตัดไดนาโมมิเตอร์ช่วยในการตรวจวัดแรงตัดที่เกิดขึ้น และนำแรงตัดที่วัดได้มา

วิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียในขณะทำการตัด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียสามารถอธิบายได้จากแรงตัดที่เกิดขึ้นและสามารถแก้อิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียได้โดยดูจากแรงตัดที่เกิดขึ้น

การใช้ปริมาณสารหล่อเย็นน้อยที่สุด เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่ได้นำเข้ามาช่วยในการพัฒนาคุณภาพ ของชิ้นงานและแก้ปัญหาจากสารปนเปื้อนในอากาศ และรวมถึงต้นทุนของสารหล่อเย็นและการบำบัดน้ำเสีย

เครื่องมือวัดแรงตัดไดนาโมมิเตอร์จะถูกติดตั้งอยู่บนซีเอ็นซีแมชีนนิ่งเซ็นเตอร์ เพื่อตรวจวัดแรงตัด ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการตัดจริง โดยจะเปรียบเทียบการตัดแบบปัจจุบันและการตัดโดยใช้ ปริมาณสารหล่อเย็นน้อยที่สุด แรงตัดที่วัดได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขการตัดที่มากมายเพื่อหาเงื่อนไขการตัดที่เหมาะสมที่สุดต่อวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วน โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกคือความเรียบผิวของ ชิ้นงาน ความกลมของชิ้นงาน รูปร่างของชิ้นงาน อัตราการสึกหรอของมีดตัด อายุเครื่องมือตัด แรงตัดที่เกิดขึ้น และปริมาณสารหล่อเย็นในอากาศ

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง

เงื่อนไขการตัดของการทดลอง ประกอบด้วย ความเร็วรอบ อัตราป้อนตัด และความลึก โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 1.1 และทำการทดลองแบบเปียก แบบละอองของสารหล่อเย็น และแบบลมเป่าเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบผลต่อไป

ตารางที่ 1.1 สรุปเงื่อนไขสำหรับการทดลอง

เงื่อนไข ชนิดการใช้สารหล่อเย็น	**ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)**			**อัตราป้อนตัด (มิลลิเมตร/รอบ)**			**ความลึกการตัด (มิลลิเมตร)**		
แบบเปียก	1,000	2,000	3,000	0.01	0.02	0.03	0.5	1.0	1.5
แบบละอองของสารหล่อเย็น									
แบบลมเป่า									

1.6 ขั้นตอนการทดลอง

1. ศึกษาและตรวจสอบปัจจัยในกระบวนการกัดอลูมิเนียมที่คาดว่าจะส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน

2. ออกแบบการทดลองและกำหนดเงื่อนไขการตัดที่คาดว่าจะมีผลต่อคุณภาพของชิ้นงานอลูมิเนียม รวมถึงการออกแบบติดตั้งเครื่องมือตรวจปริมาณสารหล่อเย็นที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศและเครื่องมือวัดแรงตัดไดนาโมมิเตอร์
3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยและวิเคราะห์ผลการตัดสำหรับเงื่อนไขการตัดแบบใช้สารหล่อเย็นหรือการตัดแบบเปียก การตัดแบบละอองของสารหล่อเย็น และการตัดแบบลมเป่าบนเครื่องซีเอ็นซีแมชีนนิ่งเซ็นเตอร์สำหรับชิ้นงานเหล็กกล้า
4. ทำรายงานสรุปผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง รวมถึงข้อเสนอแนะในการตัดแบบเปียกบนเครื่องซีเอ็นซีแมชีนนิ่งเซ็นเตอร์สำหรับชิ้นงานอลูมิเนียม
5. วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบหาเงื่อนไขการตัดที่เหมาะสมของการตัดแบบเปียก โดยพิจารณาจากค่าความเรียบผิว การสึกหรอของมีดตัด ปริมาณสารหล่อเย็นที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศ ต้นทุนสารหล่อเย็น และความสามารถในการตัดชิ้นงานอลูมิเนียม
6. ทำรายงานเพื่อสรุปผลการทดลองและวิเคราะห์ผลโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบบอกซ์เบห์นเคน (Box-Behnken design) รวมถึงข้อเสนอแนะในส่วนของเครื่องซีเอ็นซีแมชีนนิ่งเซ็นเตอร์สำหรับการตัดชิ้นงานอลูมิเนียม เพื่อนำเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นได้ในกระบวนการตัด โดยการประยุกต์ใช้การตรวจติดตามภายในกระบวนการตัดไปใช้จริงในโรงงานผลิตชิ้นส่วน

1.7 เกณฑ์การเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสม

พิจารณาความหยาบผิวของชิ้นงานหลังการตัด โดยตามตารางคุณภาพชิ้นงานหลังกระบวนการแมชชีนนิ่งแบบการกัด กำหนดให้ค่าความหยาบผิวที่ยอมรับได้คือช่วงความหยาบผิวเฉลี่ย 0.15 ถึง 0.9 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นช่วงความหยาบผิวของงานคุณภาพสูง อีกส่วนหนึ่งของเกณฑ์ในการเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสม คือ ต้นทุนของสารหล่อเย็นที่ต่ำที่สุด

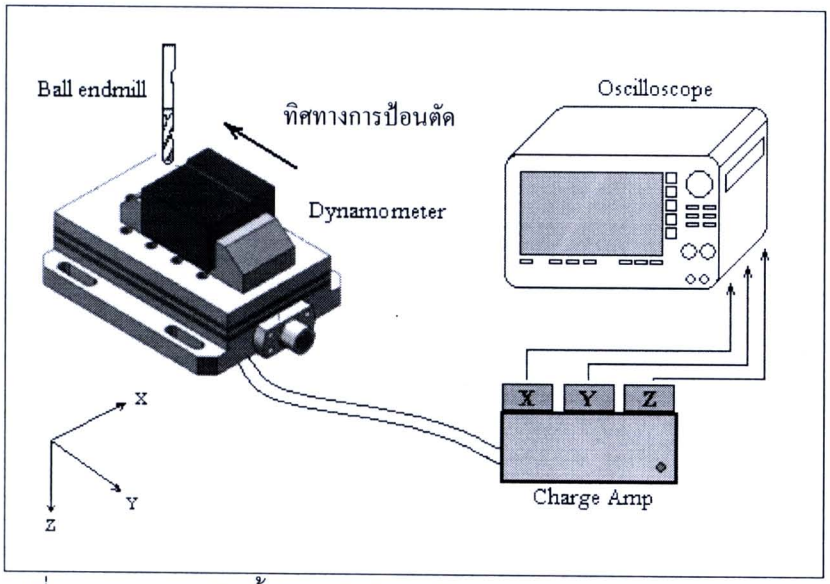
1.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.8.1 การเตรียมเครื่องมือวัดแรงตัดสำหรับการตัด

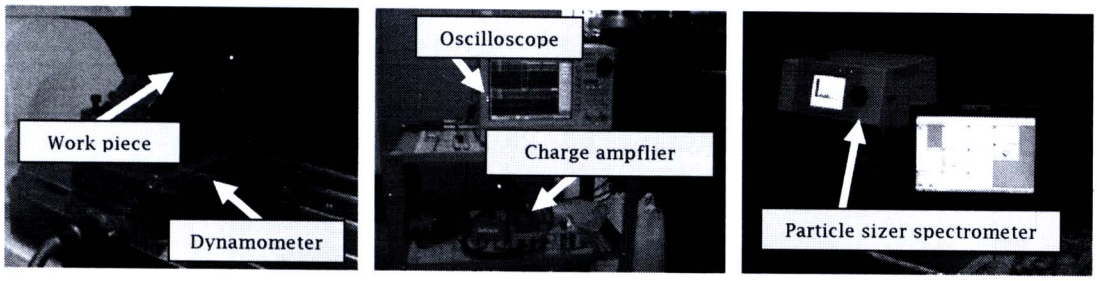
การเตรียมเครื่องมือวัดแรงตัดสำหรับการตัดในระหว่างกระบวนการตัดสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ติดตั้งไดนาโมมิเตอร์ที่โต๊ะงานของเครื่องซีเอ็นซีแมชีนนิ่งเซ็นเตอร์
2. ต่อสายเซนเซอร์ของไดนาโมมิเตอร์เข้ากับ Charge amplifier

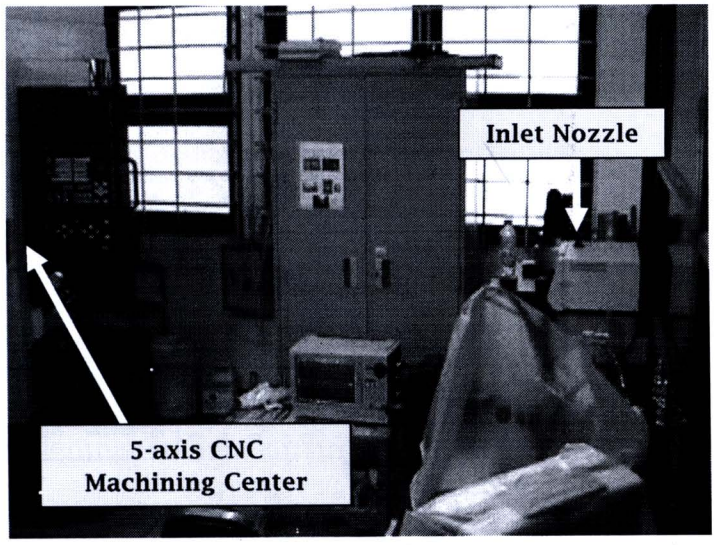
3. ต่อสายเข้าเครื่องวัด High speed oscilloscope recorder
4. ติดตั้งเครื่อง Aerodynamic particle sizer spectrometer



รูปที่ 1.1 แสดงการติดตั้งไดนาโมมิเตอร์สำหรับการวัดและวิเคราะห์แรงตัด



รูปที่ 1.2 แสดงการติดตั้งไดนาโมมิเตอร์บนเครื่องซีเอ็นซีแมชีนนิ่งเซ็นเตอร์และการติดตั้งเครื่องวัดอนุภาค เพื่อตรวจวัดปริมาณสารปนเปื้อนในอากาศจากกระบวนการตัด



รูปที่ 1.3 แสดงจุดวัดปริมาณสารปนเปื้อนในอากาศด้วยเครื่องวัดอนุภาคจากเครื่องซีเอ็นซีแมชีนนิ่งเซ็นเตอร์

1.8.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องซีเอ็นซีแมชีนนิ่งเซ็นเตอร์ชนิด 5 แกน ยี่ห้อ MAZAK รุ่น Variaxis 500-5X
2. เครื่อง Oscilloscope ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น DL750
3. ไดนาโมมิเตอร์ ยี่ห้อ Kistler Type 9257B
4. สารหล่อเย็น ยี่ห้อ Castrol clearedge EP 690
5. Charge amplifier ยี่ห้อ Kistler Type 5073
6. Surface roughness tester ยี่ห้อ TSK รุ่น Surfcom 1400D-12
7. Aerodynamic particle sizer spectrometer ยี่ห้อ TSI Model 3321
8. Microscope ยี่ห้อ KEYENCE Model VHX 600

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ และบทความวิชาการจำนวน 2 ฉบับ