บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไททาเนียมเป็นวัสดุที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมการบิน อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมการแพทย์ เนื่องจากไททาเนียมเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของเหล็ก ไม่มีสมบัติทางแม่เหล็ก สามารถนำความร้อนได้ดี มีการขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำกว่าเหล็กและอะลูมิเนียมแต่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า มีความทนทานต่อการกัดกร่อน ประสิทธิภาพทางด้านความแข็งแรงสูง และมีค่ามอดูลัสที่ต่ำใกล้เคียงกับกระดูกของมนุษย์ (จินตมัย สุวรรณประทีป, 2549) จากคุณสมบัติดังกล่าวได้มีการนำไททาเนียมมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ในด้านการแพทย์รวมไปถึงใช้เป็นชิ้นส่วนปลูกฝัง (Implant) ในร่างกายมนุษย์ ในการผลิตชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นกระบวนการที่ใช้ในการขึ้นรูปโลหะแผ่นใช้กันอย่างกว้างขวางคือ กระบวนการดึงขึ้นรูปลึก (Deep drawing process) โดยกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ใช้ในการขึ้นรูปโลหะแผ่น ให้เป็นลักษณะรูปถ้วยหรือรูปเปลือกหอย และเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าโลหะไททาเนียมเป็นวัสดุที่มีราคาแพงและยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ อีกทั้งในการขึ้นรูปจะต้องมีความถูกต้องและแม่นยำ การศึกษาถึงสมบัติทางกล การออกแบบแม่พิมพ์รวมไปถึงขั้นตอนของกระบวนการขึ้นรูป จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในด้านการออกแบบและการผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ไททาเนียมเป็นวัตถุดิบ ช่วยลดของเสียที่อาจจะเกิดขึ้นในกระบวนและใช้เวลาในการผลิตให้น้อยลง จากการศึกษาพบว่าข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ได้จากการดึงขึ้นรูปในปัจจุบันจะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ (ธเนศ เมฆาลายและคณะ, 2539)

1) รูปร่างและขนาดไม่ได้ตามต้องการ
2) ข้อบกพร่องบนชิ้นงานรวมทั้งบนผิวชิ้นงาน
3) คุณสมบัติไม่ตรงกับความต้องการ

ปัจจุบันการวิเคราะห์โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางไฟไนต์เอลิเมนต์เข้ามาช่วยในการสร้างแบบจำลองของกระบวนการขึ้นรูปโลหะทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของโลหะที่เกิดขึ้นในกระบวนการ นำไปสู่การลดข้อบกพร่องของชิ้นงานสามารถลดต้นทุนและเวลาในการผลิต ในการศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาถึงกระบวนการดึงขึ้นรูปลึกของแผ่นไททาเนียม โดยทำการเปรียบเทียบการขึ้นรูประหว่างไททาเนียมแบบแผ่น (Titanium sheet) และแบบตาข่าย (Titanium mesh) และศึกษาถึงอิทธิพลที่ผลต่อการเกิดรอยย่นและการฉีกขาดที่ได้จากกระบวนการโดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาและเป็นฐานข้อมูลสำหรับกระบวนการดึงขึ้นลึกรูปของแผ่นไททาเนียมในภาคอุตสาหกรรมต่อไป เป็นการช่วยเศรษฐกิจของชาติได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการขึ้นรูปลึกโลหะแผ่น โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะของงานวิจัยครั้งนี้คือ

1.2.1 ศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ในการออกแบบแม่พิมพ์สำหรับกระบวนการดึงขึ้นรูปลึก

1.2.2 ศึกษาและเปรียบเทียบกระบวนการดึงขึ้นรูปลึกของไททาเนียมแบบแผ่นเรียบและแบบแผ่นตาข่าย โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และการทดลอง

1.2.3 ศึกษาอิทธิพลที่มีผลต่อการเกิดรอยย่น (Wrinkle) และการฉีกขาด (Tearing) ในกระบวนการดึงขึ้นรูปลึกโดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และการทดลอง

1.2.4 เพื่อพัฒนาและออกแบบแม่พิมพ์ สำหรับการดึงขึ้นรูปแผ่นไททาเนียม เพื่อใช้ในการทดสอบ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 วิเคราะห์ออกแบบแม่พิมพ์สำหรับกระบวนการดึงขึ้นรูปลึก

1.3.2 สร้างแบบจำลองของกระบวนการดึงขึ้นรูปลึกโลหะแผ่นบางด้วยโปรมแกรมทางไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมของกระบวนการระหว่างแผ่นไททาเนียมแบบแผ่นเรียบและแบบแผ่นตาข่าย

1.3.3 แผ่นไททาเนียมที่ใช้คือ CP Titanium Grade 2: JIS-2 TP340 มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร กำหนดคุณสมบัติการเปลี่ยนรูปวัสดุของไททาเนียมในช่วง อีลาสติก-พลาสติก (Elastic-Plastic)

1.3.4 ศึกษาอิทธิผลของขนาดของแผ่นชิ้นงานเปล่า (Blank sheet) ที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเกิดรอยย่นและการฉีกขาด

1.3.5 ศึกษาอิทธิผลของแรงจับยึดชิ้นงานที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเกิดรอยย่นและการฉีกขาด

1.3.6 เพื่อประเมินเปรียบเทียบผลการศึกษาด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การทดสอบจริง และการใช้เทคโนโลยีด้านการวัด

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 สร้างชิ้นงานต้นแบบจากลักษณะที่เป็นจุดพิกัดพื้นผิว ให้เป็นพื้นผิวที่เป็นแผ่นเดียวกัน และปรับปรุงให้เหมาะสมสำหรับกระบวนการดึงขึ้นรูปลึก

1.4.2 ศึกษากรรมวิธีและเงื่อนไขการขึ้นรูปในการผลิต

1.4.3 สร้างแบบจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์ของ พันช์ (Punch) ดาย (Die) แผ่นจับยึดชิ้นงาน (Blank Force Holder) และ แผ่นชิ้นงานเปล่า

1.4.4 จำลองการขึ้นรูปโลหะบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อพิจารณาการเกิดรอยย่นและการฉีกขาดที่เกิดขึ้นหลังจากการขึ้นรูป

1.4.5 สร้างแม่พิมพ์สำหรับการดึงขึ้นรูปลึกแผ่นไททาเนียม

1.4.6 ทดลองขึ้นรูปแผ่นเหล็กที่เป็นแบบแผ่นเรียบและแผ่นตาข่ายเพื่อปรับตั้งการทำงานของเครื่องปั๊มและพิจารณาความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปแผ่นไททาเนียม

1.4.6 ทดลองขึ้นรูปแผ่นไททาเนียมจริงและเปรียบเทียบกับผลคำนวณด้วยวิธีระเบียบไฟไนต์เอลิเมนต์

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานส่วนบุคคล

1.5.2 โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ด้านกระบวนการดึงขึ้นรูปลึกโดยเฉพาะ

1.5.3 เครื่องปั๊มขนาด 100 ตัน

1.5.4 แผ่นไททาเนียมแบบแผ่นเรียบ หนา 0.5 มิลลิเมตร ขนาด 50 x 100 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น

1.5.5 แผ่นเหล็กแบบแผ่นเรียบ หนา 0.5 มิลลิเมตร ขนาด 120 x 240 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น

1.5.6 แผ่นเหล็กแบบแผ่นตาข่าย หนา 0.5 มิลลิเมตร ขนาด 120 x 240 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลในการกำหนดเงื่อนไขของกระบวนการดึงขึ้นรูปแผ่นไททาเนียม โดยเฉพาะแผ่นไททาเนียมที่มีลักษณะเป็นแบบแผ่นตาข่าย เป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนของกระบวนการการผลิตเพื่อศึกษาถึงกระบวนการผลิตและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตได้ และยังเป็นแนวทางในการศึกษาการขึ้นรูปของแผ่นไททาเนียมแบบตาข่ายในลักษณะอื่น ๆ อีกต่อไป

1.7 ภาพรวมของวิทยานิพนธ์

รายละเอียดและเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ในบทที่ 2 การออกแบบแม่พิมพ์สำหรับกระบวนการดึงขึ้นรูปลึกโดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ รวมไปถึงการวิเคราะห์การเกิดรอยย่นและการฉีกขาดชิ้นงานด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ในบทที่ 3 การสร้างแม่พิมพ์และการทดลองกระบวนการดึงขึ้นรูปในบทที่ 4 การเปรียบเทียบลักษณะรูปร่างของชิ้นงานต้นแบบกับแม่พิมพ์ แม่พิมพ์กับชิ้นงานที่ได้การจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์และการทดสอบขึ้นรูปจริง รวมไปถึงการเปรียบเทียบการเกิดรอยย่นและการฉีกขาดของชิ้นงานที่ได้การจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์และการทดสอบขึ้นรูปจริงในบทที่ 5 สรุปผลของการศึกษาที่ได้และข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับการออกแบบแม่พิมพ์ที่มีผลต่อการเกิดรอยย่นและฉีกขาดชิ้นงานในบทที่ 6