บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันนี้วัสดุฉลาด (Smart material) ได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้นในหลายๆด้านเช่น ด้านการแพทย์ ด้านเซ็นเซอร์ และเครื่องจักรกลขนาดไมโคร เป็นต้น โดยวัสดุฉลาดมีอยู่หลายชนิด ชนิดที่ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายคือโลหะผสมจำรูป (Shape Memory Alloys, SMA) ซึ่งโลหะผสมจำรูปได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์หลากหลายรูปแบบ เช่น ใช้ทำกรอบแว่นตา อุปกรณ์ขยายหลอดเลือด ลวดเสริมโครงยกทรงของสุภาพสตรี เสาอากาศโทรศัพท์มือถือ และลวดจัดฟันซึ่งใช้ในทางทันตกรรมจัดฟัน [1] ในงานทันตกรรมจัดฟัน ลวดเหล็กดัดฟันที่ใช้อยู่ในประเทศไทยส่วนใหญ่ ทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) เนื่องจากราคาค่อนข้างถูก แต่มีความสามารถในการคงระดับแรงในการยึดฟันไว้ได้ไม่ดี เนื่องจากมีช่วงความเครียดยืดหยุ่นต่ำ (Low elastic strain) จึงไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้มาก ดังนั้นเมื่อฟันที่ยึดไว้เริ่มเคลื่อนเข้าหากันจะทำให้ แรงที่ใช้ในการยึดฟันเข้าด้วยกันลดลงอย่างรวดเร็ว จึงต้องเปลี่ยนลวดดัดฟันใหม่ ซึ่งเป็นภาระทั้งกับทันตแพทย์และผู้ที่เข้ารับการดัดฟัน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเริ่มมีการใช้ลวด โลหะผสมจำรูป เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวมากขึ้นโดยลวดโลหะผสมจำรูปนี้คือโลหะผสมนิกเกิล-ไทเทเนียม ซึ่งมีลักษณะเด่นอยู่ 2 ประการคือ ปรากฏการณ์จำรูป (Shape memory effect) และความยืดหยุ่นยิ่งยวด (Superelasticity) ซึ่งในกรณีของลวดดัดฟันสมบัติยืดหยุ่นยิ่งยวดจะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการรักษาระดับของแรงในการยึดฟันเข้าไว้ได้ เนื่องจากแรงที่ลวดกระทำต่อฟันค่อนข้างคงที่ ทำให้ความถี่ในการเปลี่ยนลวดดัดฟันลดน้อยลง [2]

การผลิตลวดโลหะผสมจำรูปหรือลวดโลหะทั่วไปจะใช้กรรมวิธีดึงลวด (Wire drawing process) ซึ่งเป็นการดึงลวดผ่านแม่พิมพ์หรือดาย ที่มีรูปร่างและขนาดรูในเหมือนกับหน้าตัดของลวดที่ต้องการ ซึ่งลวดหน้าตัดเหลี่ยมจะผลิตยากกว่าลวดหน้าตัดกลม เนื่องจากลวดหน้าตัดเหลี่ยมต้องใช้กระบวนการผลิตหลายขั้นตอนกว่า แต่ก็มีประโยชน์มากเพราะลวดหน้าตัดเหลี่ยมมีความจำเป็นในการจัดฟันที่มีลักษณะยื่นออกมาด้านนอกหรือหุบเข้าไปในปากเพราะสามารถใส่แรงบิดให้กับฟันได้ ในขณะที่ลวดหน้าตัดกลมจะใช้ได้กับการจัดฟันที่ห่างกันเท่านั้น อย่างไรก็ตามลวดหน้าตัดเหลี่ยมจะมีราคาแพงกว่าลวดหน้าตัดกลมและไม่มีผู้ผลิตในประเทศไทย ปีหนึ่งๆ เราต้องนำเข้าจากต่างประเทศจำนวนมาก ในภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันหากนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรชาวไทยสามารถวิจัยและพัฒนาการผลิตลวดโลหะผสมนิกเกิล -ไทเทเนียม เพื่อใช้ในการจัดฟันเองได้ก็จะสามารถประหยัดเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมากและถ้าหากสามารถพัฒนาไปถึงขั้นที่ผลิตเพื่อส่งออกด้วยก็จะเป็นการดึงเงินตราต่างประเทศอีกทางหนึ่ง จากงานวิจัยที่ผ่านมานั้นพบว่าการดึงลวดที่ใช้ในทางทันตกรรมจัดฟัน นั้นมีปัญหาเกิดขึ้นมากมาย อาทิเช่นลวดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก ทำให้เกิดการขาด

ของเส้นลวด อีกทั้งเปอร์เซ็นต์การยืดตัวที่ต่ำทำให้การขึ้นรูปยากขึ้น [3] อายุการใช้งานของแม่พิมพ์สั้นลงเนื่องจากการยึดติดของวัสดุกับแม่พิมพ์ ดังนั้นจึงต้องใช้สารหล่อลื่นที่มีความหนืดสูงเพื่อที่จะได้ชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปมาดีตามต้องการ แต่วิธีนี้ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพราะตัวทำละลายที่จะมาล้างสารหล่อลื่นออกเป็นพิษ ถัดมาจึงได้มีการแก้ปัญหาโดยใช้สารหล่อลื่นที่ความหนืดต่ำ แต่ประสิทธิภาพที่ออกมาต่ำกว่าเดิม [4,5] เพื่อที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้ จึงนำเอาการสั่นสะเทือนด้วยความถี่สูงมาประยุกต์ใช้ในการดึงลวด โดยต้องออกแบบแม่พิมพ์ให้มีรูปแบบการสั่นสะเทือนที่เหมาะสม เนื่องจากลวดที่ใช้ในงานทันตกรรมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กมาก ทำให้ไม่สามารถใช้รูปแบบการสั่นสะเทือนในแนว ขวางได้ เพราะจะทำให้แอมปลิจูดของการสั่นสะเทือนไม่เพียงพอต่อการขึ้นรูป โดยจำเป็นต้องออกแบบดายที่สั่นในแนวแกนหรือใช้ดายแบบที่แบ่งออกเป็นสองส่วนแทน เพื่อให้แอมปลิจูดของการสั่นสะเทือนมีค่าสูงพอที่จะช่วยลดแรงในการดึงลวด ซึ่งจะส่งผลให้แนวโน้มของการเกิดการยึดติดและการขาดของเส้นลวดเกิดขึ้นได้น้อยลง และอาจจะทำให้สามารถลดขั้นตอนในการดึงลวดลงได้ ในกรณีที่ต้องการอัตราส่วนการลดขนาดหน้าตัดที่มีค่าสูงๆ อีกทั้งความหยาบผิวและความเที่ยงตรงดีขึ้นด้วย นอกจากนั้น จะทำการศึกษา สมบัติทางกลของลวดโลหะผสมจำรูปหลังผ่านกระบวนการดึงลวด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์ดึงลวดที่สามารถประยุกต์ใช้การสั่นสะเทือนด้วยความถี่สูง สำหรับดึงลวดโลหะผสมจำรูป และทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น
2. ทดลองดึงลวดโลหะผสมจำรูป เพื่อให้ได้เส้นลวดที่มีหน้าตัดเหลี่ยมขนาดเท่ากับลวดจัดฟันที่ใช้ในงานทันตกรรม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. เตรียมลวดโลหะผสมจำรูปที่มีสมบัติความยืดหยุ่นยิ่งยวด หน้าตัดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก่อนดึง 0.7 มิลลิเมตรมาดึงผ่านแม่พิมพ์ 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกดึงให้เป็นหน้าตัดเหลี่ยมขนาด 0.49 × 0.61 มิลลิเมตร มีอัตราการลดขนาดหน้าตัดลวด 22.32 % ในขั้นตอนที่สอง นำมาดึงผ่านแม่พิมพ์ให้เป็นหน้าตัดเหลี่ยมขนาด 0.41×0.56 มิลลิเมตร มีอัตราการลดขนาดหน้าตัดลวด 23.18 % โดยเปรียบเทียบระหว่างการดึงโดยใช้และไม่ใช้การสั่นสะเทือนในแนวแกน

2. สร้างแม่พิมพ์ดึงลวดหน้าตัดเหลี่ยมแบบดายอินเสิร์ท 2 ตัวโดยที่แม่พิมพ์ตัวแรกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูใน 0.49 × 0.61 มิลลิเมตร ส่วนแม่พิมพ์ตัวสองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูใน 0.41×0.56

มิลลิเมตร มีมุมไหลเข้าของแม่พิมพ์ (Approach Angle, 2α) = 14° ครึ่งมุมไหลเข้าของแม่พิมพ์ (Semi Angle, α) = 7° ระยะกำหนดขนาด (Die Bearing) 0.4 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดายอินเสิร์ท(Die Insert) 12×5 มิลลิเมตร ทำจากทังสเตนคาร์ไบด์

3. ออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์ดึงลวด, Horn พร้อมทั้ง Transducer เพื่อให้ดายมีการสั่นสะเทือนที่เหมาะสมและสามารถประยุกต์ใช้กับการสั่นสะเทือนด้วยความถี่สูงได้ (ประมาณ 20 kHz)

4. ทำการทดลองดึงลวดจริงผ่านแม่พิมพ์ และเก็บผลที่ได้จากการดึง จากนั้นทดสอบสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของวัสดุ ดังนี้

4.1 ทดสอบสมบัติทางกล

4.1.1 การทดสอบแรงดึง (Tensile Test) คือ การนำชิ้นวัสดุมาทำการดึงทดสอบ เพื่อหา ค่าความต้านแรงดึงสูงสุด, ความต้านแรงดึงคราก และเปอร์เซ็นการยืดตัว

4.1.2 Micro Vickers Hardness Test คือ การทดสอบเพื่อหาค่าความแข็งของวัสดุ

4.1.4 Roughness Test คือการทดสอบเพื่อหาความหยาบผิวของลวด

4.2 ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของวัสดุ

4.2.1 Optical Microscope คือ การตรวจสอบความสม่ำเสมอของขนาดและรูปร่างหน้าตัดลวด

5. เปรียบเทียบการดึงลวดแบบที่ใช้และไม่ใช้การสั่นสะเทือนด้วยความถี่สูง จากนั้นวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง