

บทที่ ๓

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากร คือ ลวดกดพื้นหน้าล่าง ๒ ชนิด ได้แก่

๑. เบอร์สโตน อินทรีซีฟ อาร์ช
๒. ริคเก็ตส์ ยูทิลิตี้ อาร์ช

กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย

๑. แบบจำลอง ซึ่งจำลองลักษณะการเรียงตัวของฟันในขากรรไกรล่างที่มีการเรียงตัวของฟันตามลักษณะเคิร์ฟ ออฟ สปี ซัน เลียนแบบการสบฟันลึก

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมแบบจำลองฟัน

๑) ฟันพลาสติก ประกอบด้วย ฟันตัดล่าง ๔ ซี่ ฟันเขี้ยว ๒ ซี่ ฟันกรามน้อย ซี่ที่หนึ่ง ๒ ซี่ ฟันกรามน้อยซี่ที่สอง ๒ ซี่ ฟันกรามซี่ที่หนึ่ง ๒ ซี่ และฟันกรามซี่ที่สอง ๒ ซี่ซึ่งหล่อจากอะคริลิกชนิดแข็งตัวได้เอง (self curing) ให้มีขนาดและรูปร่างเท่ากับฟันจริงเรียงตัวฝังอยู่ในขี้ผึ้งสีชมพู (pink wax) ตามลักษณะที่ระบุไว้ข้างต้น

๒) แม่พิมพ์อะลูมิเนียม ซึ่งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปเกือกม้าล้อมรอบแบบจำลองขี้ผึ้งแล้ว มีความสูง ๖ เซ็นติเมตร ความหนา ๑.๑ เซ็นติเมตร ความยาวรอบนอก ๑๓.๕ เซ็นติเมตรและความยาวรอบด้านใน ๑๐.๕ เซ็นติเมตร เพื่อใช้เป็นแบบรองรับสารไบรฟรินเจนท์ในการหล่อแบบจำลองที่ใช้ในการทดลอง

๓) กรอบอะลูมิเนียม (aluminium frame) ขนาดความกว้าง ๑.๕ เซ็นติเมตร ความหนา ๐.๖ เซ็นติเมตร ความยาว ๑๔ เซ็นติเมตรจำนวนสองชิ้น และกรอบอะลูมิเนียมขนาดความกว้าง ๑.๕ เซ็นติเมตร ความหนา ๐.๖ เซ็นติเมตร ความยาว ๑๑ เซ็นติเมตรอีกสองชิ้นซึ่งใช้ประกอบเป็นแบบหล่อขนาด ๑๔ X ๘ X ๐.๕๕ เซ็นติเมตร สำหรับเป็นแบบรองรับในการหล่อแบบจำลองเฉพาะสารไบรฟรินเจนท์เพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติของสาร

๔) แผ่นกระจก มีความหนา ๐.๖ เซ็นติเมตร ความกว้าง ๑๑ เซ็นติเมตร ความยาว ๑๓ เซ็นติเมตร ใช้เป็นฐานรองรับแบบพิมพ์

๕) โซลิเทน ๑๑๓ เรซิน (Solithane 113 resin) เป็นของเหลวชั้นจำพวก ยูรีเทน พรีโพลีเมอร์ (Urethane prepolymer) มีคุณสมบัติแสดงผลการตอบสนองต่อแรง

๖) เคียวริง เอเจนท์ (curing agent) ชนิด ซี ๑๑๓-๓๐๐ (C₁₁₃₋₃₀₀) เป็นของเหลวใสพวกโพลีออล (Polyol) ใช้ผสมกับโซลิเทน ๑๑๓ เรซิน เพื่อให้ปฏิกิริยา การแข็งตัวเร็วขึ้น

๗) ซีอาร์-๗ รีลีสซิง เอเจนท์ (CR-7 Releasing agent) เป็นสารที่ใช้ทา เคลือบผิวแบบพิมพ์ป้องกันการเกาะติดของสารไบรฟรินเจนท์ ในการทดลองนี้ใช้สารดาว คอร์นนิ่ง-๓ ซิลิโคน รีลีสซิง เอเจนท์ (Dow Corning-7 Silicone Releasing agent)

๘) ดาว คอร์นนิ่ง ซิลิโคน ซีแลนต์ (Sealant) ใช้สำหรับยึดเพื่อประกอบ แบบพิมพ์และทาบปิดกันสารผสมรั่วออกจากแบบพิมพ์

๙) เครื่องมือไล่ฟองอากาศใช้ระบบสูญญากาศต่ำกว่า ๑๐ มิลลิเมตรปรอท (รูปที่ ๔๑)

๑๐) เตาอบชนิดเซอร์คูเลติง ออท แอร์ (circulating hot air oven) (รูปที่ ๔๒)

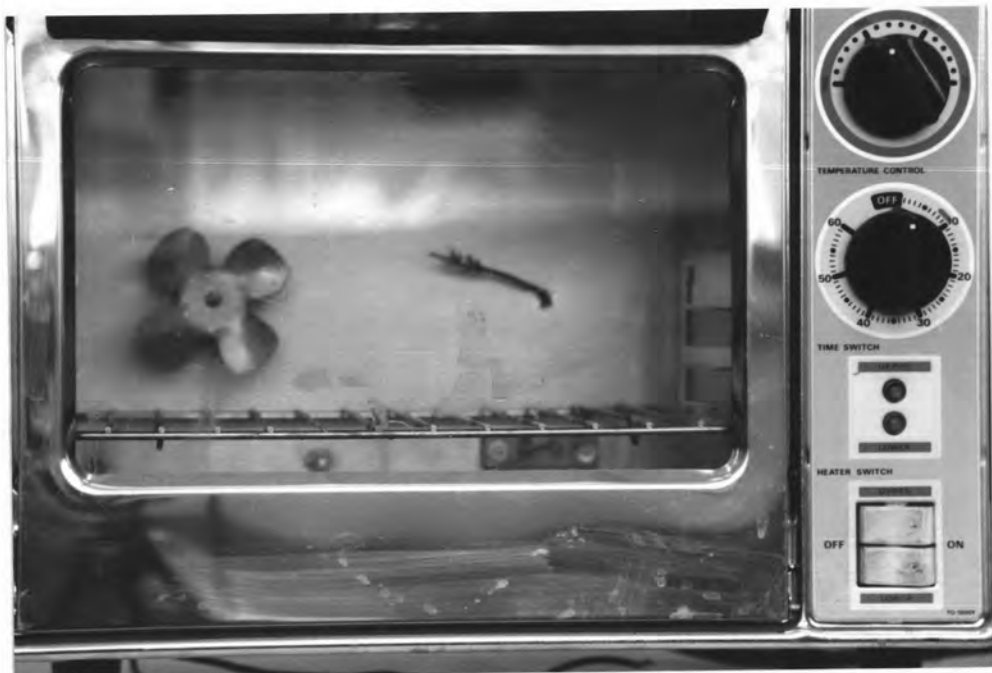
๑๑) บีกเกอร์แก้ว (glass beaker) ขนาด ๒๕๐ มิลลิลิตร

๑๒) กระจกตวงความจุ ๒๕๐ มิลลิลิตร

๑๓) พู่กันเบอร์ ๑ และ เบอร์ ๕ ใช้สำหรับทาซีอาร์-๗ รีลีสซิง เอเจนท์



รูปที่ ๔๑ แสดงเครื่องมือไล้ฟองอากาศระบบสูญญากาศ



รูปที่ ๔๒ แสดงเตาอบชนิดเซรามิกเคลือบ ฮอท แอร์

ขั้นตอนการเตรียมแบบจำลองฟัน

- ๑) นำแบบจำลองฟันพลาสติกซึ่งเรียงในซีดีซึ่งลิขมนตามลักษณะดังกล่าวไว้ข้างต้น มาใส่ในแบบพิมพ์รูปเกือกม้าซึ่งประกอบและยึดติดกันด้วยสกรู (screw) โดยให้ส่วนของแบบพิมพ์ ด้านบนสูงกว่าระดับด้านบดเคี้ยวของฟันทุกซี่ ๓ มิลลิเมตร เพื่อเป็นที่อยู่ของปูนพลาสติกเตอร์
- ๒) ผสมปูนพลาสติกเตอร์ให้เป็นเนื้อเดียวกันเทลงบนด้านบดเคี้ยวของฟันเคาะไล่ ฟองอากาศ เทจนเต็มด้านบนของแบบพิมพ์เพื่อยึดส่วนของฟันทุกซี่ไว้ด้วยกัน
- ๓) นำแบบพิมพ์มาแยกส่วนประกอบออก ไล่ซีดีซึ่งส่วนที่ยึดรากฟันทุกซี่ออกด้วย น้ำร้อนให้สะอาดและทำความสะอาดแบบพิมพ์ด้วยวิธีการเดียวกัน ทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้อง จะได้ส่วนของปูนพลาสติกเตอร์ที่ยึดตัวฟันทุกซี่ไว้ด้วยกัน โดยบริเวณรากฟันปราศจากสารใดยึดอยู่ เพื่อนำไปใช้หล่อแบบจำลองฟันต่อไป

ขั้นตอนการหล่อแบบจำลองฟัน

- ๑) นำโซลิเทน ๑๑๓ เรซิน ๑๕๐ มิลลิลิตร มาอุ่นในเตาอบที่อุณหภูมิ ๒๗ องศา เซ็นเซียส (๕๐ องศาฟาเรนไฮต์) นาน ๓๐ นาที นำไปกำจัดฟองอากาศในเครื่องไล่ฟองอากาศ จนกว่าจะหมดฟอง (ประมาณ ๓๐-๖๐ นาที)
- ๒) ตวงซี ๑๑๓-๓๐๐ ปริมาตร ๑๐๕.๕ มิลลิลิตร นำไปอุ่นในเตาอบที่อุณหภูมิ ๒๗ องศา เซ็นเซียส และอุ่นโซลิเทน ๑๑๓ เรซินที่อุณหภูมิเดียวกัน ประมาณ ๑๕ นาที
- ๓) ผสมโซลิเทน ๑๑๓ เรซิน เข้ากับ ซี ๑๑๓-๓๐๐ ให้เป็นเนื้อเดียวกันนำไป กำจัดฟองอากาศในเครื่องไล่ฟองอากาศจนกว่าจะหมดฟอง (ประมาณ ๑ ๑/๒ ชั่วโมง)
- ๔) ทา ซีอาร์-๓ วิลิสซิง เอเจนต์ บนผิวของแบบพิมพ์อะลูมิเนียม แผ่นกระຈก และกรอบอะลูมิเนียม รวมทั้งส่วนของปูนพลาสติกเตอร์ซึ่งยึดฟัน เพื่อป้องกันการยึดติดของสารผสม ประกอบแบบพิมพ์เป็นชิ้นเดียวกันตามลักษณะของแบบฟันที่ยึดด้วยปูนพลาสติกเตอร์ และประกอบ กรอบอะลูมิเนียมบนแผ่นกระຈกเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด ๑๔ x ๘ x ๐.๕๔ เซ็นติเมตร ใช้ดาว คอว์นนิ่ง ซิลิโคน ซีแลนต์เป็นตัวยึดแบบพิมพ์และทาบิดกันไว้รอบ ๆ แบบพิมพ์และรอยต่อของแบบ พิมพ์ทั้งสอง
- ๕) นำแบบพิมพ์พร้อมฐานกระຈกไปอบในเตาอบให้ร้อน (preheat) ที่อุณหภูมิ ๖๖ องศา เซ็นเซียส (๑๕๐ องศาฟาเรนไฮต์) ประมาณ ๑๕ นาที

๖) นำสารผสมในข้อ ๓ ซึ่งไล่งองอากาศเรียบร้อยแล้วเทลงในแบบพิมพ์ซ้ำ ๆ จนเต็ม แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ ๖๖ องศาเซ็นเซียสนาน ๓๐ นาที เมื่อเริ่มเกิดฟองอากาศใหม่จึงนำไปกำจัดฟองอากาศในเครื่องไล่งองอากาศจนกว่าจะหมดฟอง (ประมาณ ๔ ชั่วโมง)

๗) นำแบบพิมพ์ในข้อ ๖ ซึ่งไล่งองอากาศเรียบร้อยแล้วเข้าอบที่อุณหภูมิ ๖๖ องศาเซ็นเซียสนาน ๑ ๑/๒ ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิห้อง

๘) นำแบบพิมพ์มาแกะกระจก กรอบอะลูมิเนียมและปูนปลาสเตอร์ออก ตัดแต่งส่วนเกินให้เรียบร้อย เช็ดผิวแบบจำลองให้สะอาดด้วยผ้าแห้งที่สะอาดเพื่อกำจัดเศษปูนและสารซีอาร์-๓ รีลีสซิง เอเจนต์ที่ติดตามผิวแบบจำลอง จะได้แบบจำลองสองชั้น โดยชั้นแรกเป็นแบบจำลองเฉพาะสารไบรฟรินเจนท์ ซึ่งนำไปใช้ในการทดสอบคุณสมบัติของสารเพื่อหาค่าเอฟแวล्यू (f value) ซึ่งเป็นค่าคงที่ของสาร ทดสอบตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง โดยที่ค่าเอฟแวล्यूนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามชนิดของเรซิน อุณหภูมิ และอายุการใช้งาน (รายละเอียดศึกษาได้ในภาคผนวก ค) สำหรับแบบจำลองชั้นที่สองเป็นแบบจำลองซึ่งเลียนแบบลักษณะของซากกรรไกรล่องนำไปใช้ในการทดลอง (รูปที่ ๔๓) โดยบนพื้นแต่ละซั้ติดอุปกรณ์ได้แก่ แบริกเก็ต และหลอดโลหะด้านใกล้กันตามที่กำหนดไว้ในแต่ละเทคนิคโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

๑.๑ เช็กเมเนตต์ อาร์ช เทคนิคตามกรรมวิธีของ Burstone (รูปที่ ๔๔)

บริเวณพื้นหลัง : พื้นกรามซี่ที่หนึ่งทั้งซ้ายและขวาติดปลอกโลหะรัดฟัน

(band) และหลอดโลหะด้านใกล้กัน ซึ่งประกอบด้วย หลอดโลหะหลักขนาด ๐.๐๒๒ x ๐.๐๒๘" หลอดโลหะเสริม (auxillary tube) ขนาด ๐.๐๑๘" x ๐.๐๒๔" และตะขอด้านใกล้กลาง ตำแหน่งของหลอดโลหะพิจารณาจากแนวแกนของหลอดโลหะหลัก ซึ่งขนานกับระนาบดเคี้ยวของฟันกรามและห่างจากระนาบดเคี้ยว ๓.๔ มม. ด้านใกล้ลิ้นของฟันกรามซี่ที่หนึ่งทั้งซ้ายและขวาคิดหลอดโลหะขนาด ๐.๐๓๖" x ๐.๐๓๖" โดยมีตำแหน่งเช่นเดียวกับหลอดโลหะด้านใกล้กัน ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งและซี่ที่สองทุกซั้ติดแบริกเก็ตขนาด ๐.๐๒๒" x ๐.๐๒๘" ที่ด้านใกล้กันของตัวฟัน โดยให้ร่องของแบริกเก็ตขนานและห่างจากระนาบดเคี้ยว ๓.๔ มม. ฟันกรามซี่ที่หนึ่งและฟันกรามน้อยทุกซั้ ยึดรวมเป็นหน่วยเดียวกันทางด้านใกล้กันด้วยสลวดยึดพื้นหลังซึ่งทำด้วย

ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด ๐.๐๒๑" x ๐.๐๒๔" โดยใส่ลวดในร่องของแบริกเก็ตของฟันกรามน้อยทุกซี่ และในหลอดโลหะหลักของฟันกรามซี่ที่หนึ่งมัดรวมเป็นหน่วยเดียวกันด้วยลวดมัดฟันขนาด ๐.๐๑๐" และยึดฟันกรามซี่ที่หนึ่งทั้งซ้ายและขวาด้วยลึงกวด อาร์ช ซึ่งทำจากลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด ๐.๐๓๖" โดยใส่ลวดในหลอดโลหะด้านใกล้ลิ้นของฟันกรามซี่ที่หนึ่งทั้งสองข้าง เพื่อยึดฟันหลังทุกซี่เป็นหน่วยเดียวกัน

บริเวณฟันหน้า : ฟันหน้าล่างแต่ละซี่ติดแบริกเก็ตขนาด ๐.๐๒๒" x ๐.๐๒๔" ทางด้านใกล้ริมฝีปากของตัวฟันโดยให้ร่องของแบริกเก็ตขนานและห่างจากปลายฟัน ๓.๕ มม. ฟันหน้าทุกซี่รวมเป็นหน่วยเดียวกันด้วยลวดยึดฟันหน้า ซึ่งทำจากลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด ๐.๐๒๒" x ๐.๐๒๔" โดยใส่ในร่องของแบริกเก็ตของฟันหน้าล่างทุกซี่มัดรวมกันด้วยลวดมัดฟันขนาด ๐.๐๑๐"

๑.๒ ไบโอโพรเกรสซีฟ เทคนิคตามกรรมวิธีของริกเก็ตส์ (รูปที่ ๔๖)

บริเวณฟันหลัง : ฟันกรามถาวรซี่ที่หนึ่งทั้งซ้ายและขวาคัดลอกโลหะรัดฟันและหลอดโลหะคู่ด้านใกล้แก้ม (Double buccal tube) ซึ่งแต่ละหลอดมีขนาด ๐.๐๑๔" x ๐.๐๒๔" โดยให้ระดับกึ่งกลางของหลอดโลหะคู่ด้านใกล้แก้มห่างจากระนาบดเคี้ยวของฟันกราม ๓.๕ มม.

บริเวณฟันหน้า : ฟันหน้าล่างทั้ง ๔ ซี่แต่ละซี่ติดแบริกเก็ตขนาด ๐.๐๑๔" x ๐.๐๒๔" ทางด้านใกล้ริมฝีปากของตัวฟัน โดยให้ร่องของแบริกเก็ตขนานและห่างจากปลายฟัน ๓.๕ มม.

แบบจำลองที่ติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง ๒ เทคนิคเป็นแบบจำลองชุดเดียวกัน และนำมาใช้ตลอดการทดลอง

๒. ลวดกดฟันหน้าล่างที่ใช้ในเช็กเมนเต็ด อาร์ช เทคนิคและไบโอโพรเกรสซีฟ เทคนิค มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

๒.๑ เบอร์สโตน อินทรูซีฟ อาร์ชในเช็กเมนเต็ด อาร์ช เทคนิค ตัดจากลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด ๐.๐๑๔" x ๐.๐๒๒" โดยส่วนด้านหลังบริเวณฟันกรามลวดอยู่ในหลอดโลหะเสริมด้านใกล้แก้มของฟันกรามซี่ที่หนึ่งทั้งซ้ายและขวา ด้านหน้าต่อด้านใกล้กลางของหลอดโลหะตัดเป็นอีลิคซ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓ มม. จำนวนสองรอบครึ่ง จากอีลิคซ์ตัดลวดโค้งมาตามรูปร่างของขากรรไกรทางด้านใกล้แก้มผ่านส่วนของฟันหน้าไปยังอีกด้านหนึ่งให้มีขนาดและ

ความยาวเท่ากันและสมมาตรกันทั้งสองข้าง เมื่อนำไปใส่ในแบบจำลองโดยสอดปลายลวดกดฟันเข้าไปในหลอดโลหะเสริมด้านใกล้แก้มของฟันกรามซี่ที่หนึ่งทั้งสองข้าง ตำแหน่งของลวดส่วนหน้าจะวางอยู่บริเวณช่องปากส่วนนอกของแบบจำลอง เมื่อทำการทดลองให้ยกลวดส่วนหน้าขึ้นไปผูก ณ จุดกึ่งกลางของลวดยึดฟันหน้า วัดขนาดแรงที่ใช้ในการยกลวดกดฟันขึ้นสู่ตำแหน่งดังกล่าว ๕๐ กรัม

๒.๒ ริกเก็ตส์ ยุกิลิตี อาร์ชที่ใช้ในไบโอโปรเกรสซิฟ เทคนิค ทำจากลวดเอลจีลอสีฟ้า ขนาด ๐.๐๑๖" x ๐.๐๑๖" มีลักษณะดังนี้

๒.๒.๑ โมลาร์ เช็กชั้น เป็นส่วนของลวดบริเวณฟันกรามซี่ที่หนึ่ง ซึ่งสอดอยู่ในหลอดโลหะด้านใกล้เหงือกของหลอดโลหะคู่ด้านใกล้แก้มของฟันกรามซี่ที่หนึ่งทั้งซ้ายและขวา ความยาวของลวดส่วนนี้เท่ากับระยะจากด้านใกล้กลางมายังด้านใกล้กลางของหลอดโลหะ ส่วนของฟันกรามนี้ต้องมีลักษณะของลิ้งกวล โรเตชัน ๓๐° และบัคคอล รุก ทอร์ค (buccal root torque) ๔๕° และทึปแบค เบนต์ (กำหนดตามขนาดแรงกดฟันหน้า ๓๔ กรัม)

๒.๒.๒ โพลทีเรีย เวอร์ติคอลล สเต็ปเป็นส่วนที่ต่อมาจากโมลาร์ เช็กชั้น โดยอยู่ชิดกับด้านใกล้กลางของหลอดโลหะ ลวดส่วนนี้ตัดตั้งฉากกับโมลาร์ เช็กชั้นไปทางด้านเหงือก มีความสูง ๔ มม.

๒.๒.๓ บัคคอลล บริดจ์ คือ ส่วนที่ต่อมาจากโพลทีเรีย เวอร์ติคอลล สเต็ป มีลักษณะโค้งไปตามความโค้งของสันเหงือก (alveolar ridge) ของแบบจำลองผ่านฟันกรามน้อยซี่ที่สองฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งจนถึงบริเวณฟันเขี้ยว ส่วนของบัคคอลล บริดจ์นี้จะเอียงออกทางด้านแก้ม และมีทอร์ค ๕° (ลักษณะทอร์คจะได้รับการตัดแอนทีเรีย และโพลทีเรีย เวอร์ติคอลล สเต็ปเอียงออกทางด้านแก้ม) ณ ตำแหน่งซึ่งห่างจากปีกใกล้กลาง (distal wing) ของแบรคเก็ตของฟันตัดซี่ข้าง ๖ มม. ตัดเป็นแอนทีเรีย เวอร์ติคอลล สเต็ป

๒.๒.๔ แอนทีเรีย เวอร์ติคอลล สเต็ป เป็นส่วนที่ต่อจากบัคคอลล บริดจ์ ณ ตำแหน่งในข้อ ๒.๒.๒.๓ ตัดลวดขึ้นด้านบนทำเป็นมุม ๑๒๐° กับแนวลวดเดิมขึ้นไปทางด้านบนเคี้ยวของฟัน ความสูง ๔ มม. แล้วตัดเป็นมุมอีกครั้งไปทางด้านตรงข้ามกับแนวลวดเดิมมีขนาดเท่ากับมุมแรก (๑๒๐°)

๒.๒.๔ แอนทีเรีย เช็กชั้น เป็นส่วนของลวดที่อยู่ระหว่างแอนทีเรีย เวอร์ติคอล สเต็ปทั้งซ้ายและขวาโดยตัดลวดส่วนนี้กลับมาทางด้านหลังเล็กน้อยและบิดลวดเข้า ด้านในให้เกิดลักษณะทอร์ครากไปทางด้านไกลริมฝีปาก (labial root torque) ประมาณ 90° โค้งส่วนของลวดไปตามส่วนโค้งด้านไกลริมฝีปากของฟันหน้าล่างทั้ง ๔ ซึ่งด้วยคีมโค้งลวด (Contouring pliers) ไปสิ้นสุดที่ระยะจากปีกด้านไกลกลางของแบรคเก็ตของฟันตัดซี่ข้าง อีกด้านหนึ่ง ๓ มม. แล้วจึงตัดเป็นแอนทีเรีย เวอร์ติคอล สเต็ป บัคคอลล บริดจ์ โพลีทีเรีย เวอร์ติคอล สเต็ปและส่วนของโมลาร์ เช็กชั้นอีกข้างหนึ่งให้มีขนาดและรูปร่างลักษณะเหมือนกัน สำหรับแอนทีเรีย เช็กชั้นนี้เป็นส่วนที่ใส่เข้าไปในร่องของแบรคเก็ตของฟันหน้าทั้งสี่ซี่

การปรับส่วนโค้งของบัคคอลล บริดจ์ทำได้โดยใช้นิ้วมือหรือคีมโค้งลวดตัดให้เกิดส่วนโค้ง บริเวณฟันหลัง การสร้างทอร์คของฟันหน้าทำได้โดยใช้คีมฮาวจับแอนทีเรีย เช็กชั้นไว้ขณะเดียวกัน ให้ดึงส่วนของบัคคอลล บริดจ์ออกจากด้านไกลแก้ม เพื่อไม่ให้กดเหงือกของผู้ป่วยและเป็นการเพิ่ม ทอร์คให้กับลวดส่วนโมลาร์ เช็กชั้นด้วย จากนั้นใช้คีมจับแอนทีเรีย เวอร์ติคอล สเต็ปขยายส่วน บัคคอลล บริดจ์ออกข้างละ ๑ ซม. เพื่อให้เกิดทอร์ครากฟันไปทางด้านไกลแก้ม สำหรับการสร้าง ทอร์คของฟันกรามให้ใช้คีมจับบัคคอลล บริดจ์บริเวณกึ่งกลางบิดโพลีทีเรีย เวอร์ติคอล สเต็ปไปทาง ด้านไกลแก้มด้วยนิ้วมือ เพื่อไม่ให้กดเหงือกบริเวณฟันกรามล่างแล้วเพิ่มทอร์คด้วยการจับโพลีทีเรีย เวอร์ติคอล สเต็ปไว้ บิดส่วนโมลาร์ เช็กชั้นให้มีลักษณะรากฟันทอร์คทางด้านไกลแก้ม 45° ลิงกวล โรเตชัน 30° และทึปแบค เบนด์ (กำหนดตามขนาดแรงกดฟันหน้า ๓๔ กรัม)

ลักษณะของริกเก็ตส์ ยูทิลิตี อาร์ชเมื่อตัดเสร็จแล้วส่วนหน้าจะพอดีกับด้านไกลริมฝีปาก ของฟันหน้าล่าง และมีทอร์ครากฟันไปทางด้านไกลริมฝีปาก 90° ส่วนของบัคคอลล บริดจ์ ค่อย ๆ กางออกจนมากที่สุดบริเวณฟันกราม เพื่อไม่ให้กดส่วนของเหงือกในแบบจำลองลักษณะของส่วน ฟันกรามทั้งสองข้างเหมือนกัน และมีลักษณะของทึปแบค เบนด์ ทอร์ค และโรเตชันดังที่กล่าว มาแล้วข้างต้น

การใส่ลวดริกเก็ตส์ ยูทิลิตี อาร์ชเข้ากับเครื่องมือในแบบจำลอง ต้องกระทำด้วยความ ระมัดระวังเนื่องจากลวดเอลจิลอยสีฟ้าถูกทำให้เสียรูปร่างได้ง่าย ดังนั้นเพื่อให้คงสภาพลักษณะ ที่ตัดไว้ ให้ใช้คีมฮาวจับที่โมลาร์ เช็กชั้นส่วนที่ทึปแบค จากนั้นสอดปลายลวดเข้าไปในหลอดด้านไกล เหงือกของหลอดโลหะคู่ด้านไกลแก้มข้างหนึ่ง ก่อนจับแอนทีเรีย เช็กชั้นดึงขึ้นมาอยู่ระดับเดียวกับ

แบร็กเก็ตของฟันหน้า ขณะเดียวกันสอดปลายลวดอีกข้างเข้าไปในหลอดโลหะอีกข้างในลักษณะเดียวกัน เมื่อทำการทดลองวัดขนาดแรงที่ใช้ในการยกลวดส่วนแอนทีเรีย เช็กขึ้นขึ้นมาสู่ตำแหน่งระดับร่องแบร็กเก็ตของฟันหน้าล่างประมาณ ๓๔ กรัม แล้วจึงมัดแอนทีเรีย เช็กขึ้นกับแบร็กเก็ตของฟันหน้าล่างแต่ละซี่ด้วยลวดมัดฟันขนาด ๐.๐๑๐"

ลวดกดฟันหน้าล่างแต่ละเส้นก่อนนำมาใช้ทดลองกับแบบจำลอง เพื่อศึกษาการกระจายของความเค้นด้วยเครื่องมือโพลาริสโคป ต้องผ่านการตรวจสอบว่าสามารถให้กำเนิดแรงโดยเฉลี่ย ๔๐ กรัม สำหรับเบอร์สตีต อินทรูซีฟ อาร์ช และ ๓๔ กรัมสำหรับริกเก็ตส์ ยูทิลิตี้ อาร์ช (รายละเอียดศึกษาจากภาคผนวก ก)

การจัดกระทำ นำลวดกดฟันหน้าล่างแต่ละเส้นไปยึดกับฟันในแบบจำลองตามวิธีดังกล่าวข้างต้น แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีโฟโตอีลาสติกด้วยเครื่องมือเซอร์คูลาร์ โพลาริสโคป



รูปที่ ๔๓ แสดงลักษณะของแบบจำลองฟันซึ่งนำมาใช้ในการทดลอง



รูปที่ ๔๔ แสดงภาพถ่ายโฟโตอีลาสติกในการทดลองแบบภาพสว่างของแบบจำลองฟันเมื่อยังไม่ใส่เครื่องมือ



รูปที่ ๔๔ แสดงลักษณะของแบบจำลองซึ่งติดเครื่องมือตามเทคนิคของ Burstone



รูปที่ ๔๖ แสดงลักษณะของแบบจำลองซึ่งติดเครื่องมือตามเทคนิคของ Ricketts

การรวบรวมข้อมูล

๑. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

๑.๑ อุปกรณ์ของเครื่องมือเซอร์คูลาร์ โพลาริสโคป (รูปที่ ๔๓) ประกอบด้วย

๑.๑ แหล่งกำเนิดแสง ซึ่งเป็นแสงสีเดียวที่มีความถี่และความยาวคลื่นแสง

เดียวกัน

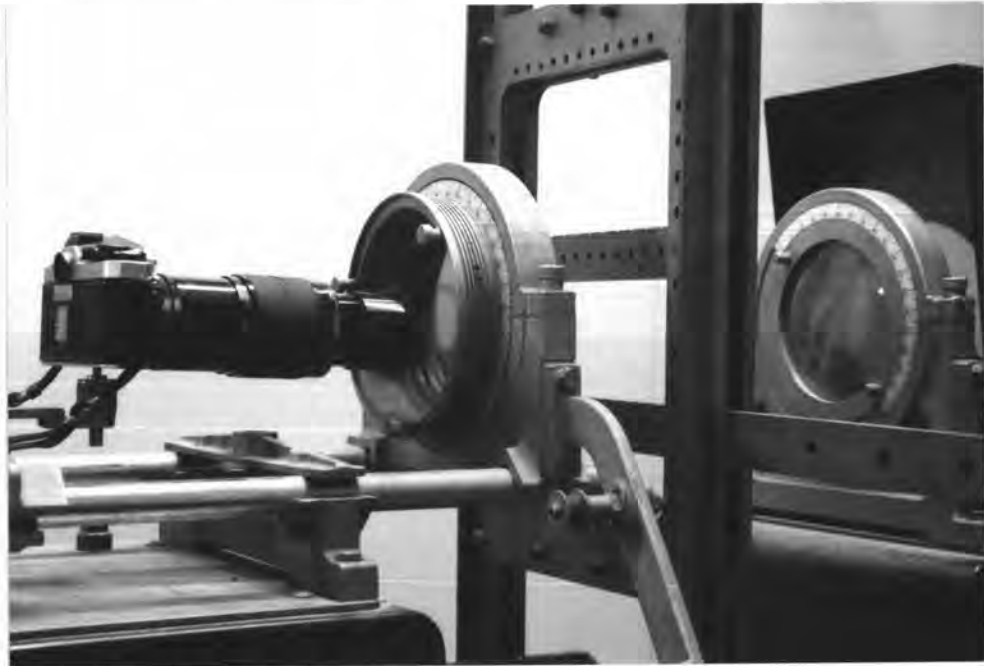
๑.๒ โพลาริเซอร์

๑.๓ ควอเตอร์ เวฟ เพลต ๒ แผ่น โดยที่แผ่นแรกกำหนดให้ทำมุม 45°

กับโพลาริเซอร์ และแผ่นที่สองทำมุม 135°

๑.๔ ออานาไลเซอร์

๑.๔ กล้องถ่ายภาพขนาด ๓๕ มม. ชนิดเอส แอล อาร์ (SLR) ชนิดที่ใช้คือระบบของนิคอน เอฟ เอ็ม ทู เอ็น (Nikon FM 2 N) ซึ่งใช้มาโคร เลนส์ (Macro lens) ความยาวโฟกัส ๑๐๕ มม. จักรเปิดหน้ากล้อง ๕.๖ และความเร็วชัตเตอร์ ๕ วินาที ตลอดจนการทดลอง ฟิล์มที่ใช้คือ โกดัก พลัส-เอ็กซ์ แพน ๑๒๕ พีเอ็กซ์ ๑๓๕-๓๖ (Kodak Plus-x pan 125 Px 135-36) ให้ภาพขาว-ดำ



รูปที่ ๔๓ แสดงเครื่องมือเซอร์คิวลาร์ โพลาริซโคปที่ใช้ในการทดลอง

๑.๒ แบบจำลองพร้อมลวดคดพื้นหน้าล่างนำไปวางตรงกลางระหว่างควอเตอร์เวฟ เพลตทั้งสองแผ่น

ก่อนนำลวดคดพื้นหน้าล่างทั้งสองเทคนิคมาใช้ทดลองกับแบบจำลองพื้น ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบขนาดของแรงและระยะทางที่สปริงถูกแอ็กติเวตเพื่อให้กำเนิดแรงด้วยเครื่องมือเฉพาะกิจ เพื่อเป็นแนวทางในการนำลวดคดพื้นไปใช้โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียที่ไม่พึงประสงค์ จากการใช้นาฬิกาของแรงไม่เหมาะสม

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบนี้ ประกอบด้วย

๑) เครื่องมือเฉพาะกิจที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดของแรง (รูปที่ ๔๘)

ประกอบด้วย

๑.๑) สปริง เกจ (Spring gauge) เป็นเครื่องมือที่ใช้อ่านค่าของแรง ซึ่งเกิดจากการตัดลวดแต่ละเส้นมีหน่วยเป็นกรัม

๑.๒) สแตนดาร์ด แลป (stand lap) พร้อมเสายึดสปริงวัดแรงในแนวตั้ง

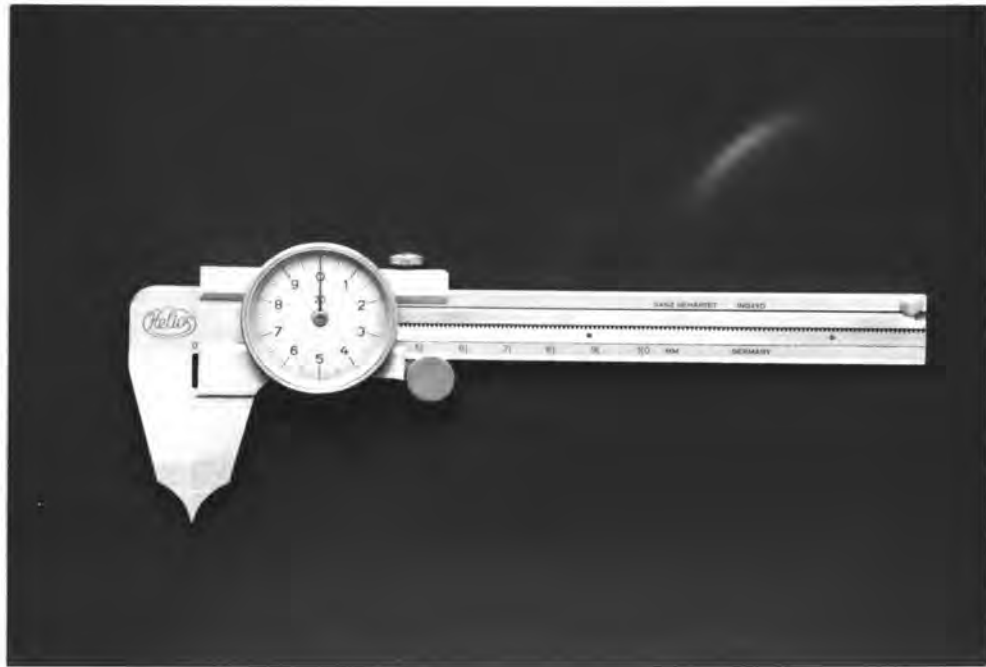
๒) ดิจิมาติก เวอร์เนียส แคลิเปอร์ (Digimatic vernier caliper)

ใช้อ่านค่าระยะทางที่ลวดกดพื้นแต่ละเส้นถูกแอ็กติเวต และวัดความยาวของลวดกดพื้น (รูปที่ ๔๙)

๓) เครื่องวัดขนาดของมุม ใช้อ่านค่ามุมของลวดกดพื้นทั้งสองประเภท มีหน่วยเป็นองศา



รูปที่ ๔๘ แสดงเครื่องมือเฉพาะกิจที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดแรง



รูปที่ ๔๕ แสดงตจิมาทิก เวอร์เนอร์ แคลิเปอร์

การตรวจสอบขนาดของแรงและระยะที่สปริงถูกแอ็กติเวตดำเนินการดังต่อไปนี้

๑) การตรวจสอบเบอร์สโตน อินทรูซีฟ อาร์ช โดยตัดลวดกดฟันตามลักษณะที่ Burstone กำหนด ความยาวของลวดกำหนดจากขนาดของฟันในแบบจำลอง โดยในครั้งแรกของการทดสอบกำหนดให้ค่ามุมที่ปแบค เบนด์เท่ากับ ๐ องศา (การทดสอบนี้เปรียบเทียบขนาดของแรงกดฟันเมื่อขนาดของอีลิคส์เท่ากับ ๓ มิลลิเมตร และ ๔ มิลลิเมตร โดยทดสอบลวดกดฟันแต่ละขนาดของอีลิคส์จำนวน ๑๐ เส้น) นำลวดกดฟันส่วนโมลาร์ เช็กชั้นไปใส่ในหลอดโลหะเสริมในแบบจำลองฟันซึ่งยึดในเครื่องมือเฉพาะกิจ ใช้สปริง เกจ ยกส่วนหน้าของลวดกดฟัน ณ ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของลวดขึ้นมาที่ระดับของแบรคเก็ต ณ จุดกึ่งกลางระหว่างฟันหน้าซึ่งกลางทั้งสอง อ่านค่าและบันทึกขนาดของแรง (F) นำลวดกดฟันทั้ง ๑๐ เส้นนั้นมาตัดเพิ่มค่ามุมที่ปแบค เบนด์เป็น ๑๐° , ๒๐° , ๓๐° และ ๔๐° ตามลำดับ บันทึกขนาดของแรงและระยะทางที่อ่านค่าได้แต่ละลำดับ

๒) การตรวจสอบริกเก็ตส์ ยูทิลิตี้ อาร์ช ดำเนินการด้วยวิธีการเดียวกัน โดยตัดลวดคดพันตามที่ Ricketts กำหนด (ซึ่งอธิบายไว้ในหัวข้อของกลุ่มตัวอย่าง) จำนวน ๑๐ เส้นเช่นเดียวกัน ในแต่ละครั้งของการทดสอบใช้ลวดเส้นเดิมตลอดโดยเปลี่ยนแปลงเฉพาะค่ามุมของทูปแบค เบนด์ซึ่งกำหนดให้มุมทูปแบค เบนด์เท่ากับ 0° , 90° , 20° , 30° และ 40° ตามลำดับ บันทึกขนาดของแรงกดที่เกิดขึ้นและระยะที่สปริงถูกปรับค่ามุมแต่ละลำดับ

๒. วิธีการรวบรวมข้อมูล ในการศึกษาการกระจายของความเค้นในแบบจำลองพันวิเคราะห์จากภาพถ่ายโฟโตอีลาสติกซึ่งปรากฏเป็นแถบมืดและแถบสว่าง ลำดับที่ของแถบมืดและทิศทางการกระจายของแถบมืดใช้เป็นหลักในการเปรียบเทียบผลของเบอร์ลิตอน อินทรูซีฟ อาร์ช และริกเก็ตส์ ยูทิลิตี้ อาร์ช โดยนับจำนวนแถบมืดในภาพสว่างจากภาพถ่าย เนื่องจากแถบมืดไม่สามารถบอกลักษณะของความเค้นอัดหรือความเค้นดึงได้โดยตรงจึงต้องอาศัยหลักการทางกลศาสตร์ร่วมกับลักษณะการกระจายของลำดับแถบมืดในการวิเคราะห์ แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของการกระจายของความเค้นจากรูปแบบของแถบมืด

ตัวแปรของงานวิจัย แบ่งเป็น

๑. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ ลักษณะ (configuration) ของเบอร์ลิตอน อินทรูซีฟ อาร์ช และริกเก็ตส์ ยูทิลิตี้ อาร์ช

๒. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ลักษณะการกระจายของความเค้นที่เกิดขึ้นในแบบจำลองเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีโฟโตอีลาสติก