

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย

การศึกษานี้ นำซีฟันปลอมทั้งหมดมาถอดด้านประชิดสันเหงือกให้เป็นระนาบด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ นำซีฟันที่ตัดแล้วไปปรับสภาพพื้นผิวด้วยสารละลาย γ -MPS จากนั้นนำไปยึดกับวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิก กรอแต่งให้ได้เป็นรูปมินิเต็มเบลล์ นำขึ้นตัวอย่างที่ได้ยึดในตัวยึดโลหะ (metal jig) ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดระบบไฮดรอลิก (Instron, Model 8872, USA.) อัตราเร็วของหัวดึงเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าแรงที่ทำให้ส่วนของซีฟันปลอมหลุดออกจากส่วนของวัสดุทำฐานฟันปลอมอะคริลิกเป็นนิวัตน์ วัดขนาดพื้นที่ผิวบริเวณที่แตกหักด้วยเครื่องวัดเวอร์เนีย คาลิเปอร์ แบบดิจิตอล (Digimatic caliper, Mitutoyo, Tokyo, Japan) แล้วคำนวณค่ากำลังแรงยึดแบบดึง ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มเป็นเมกะปาสคาล วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงของซีฟันปลอมและฐานฟันปลอมอะคริลิกระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติชนิดวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดการแตกและชนิดของซีฟันปลอมด้วยสถิติ Fisher's Exact test สถิติพื้นฐาน และทำการเปรียบเทียบรอยแตกแต่ละชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscope) ที่มีกำลังขยาย 50 เท่า

ประชากรเป้าหมาย (target population)

ฟันปลอมถอดได้ (removable denture)

ประชากรตัวอย่าง

ชิ้นงานรูปมินิเต็มเบลล์ที่เตรียมมาจากซีฟันปลอมชนิดต่างๆ และฐานฟันปลอมอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องตัดความเร็วต่ำ (low speed cutting machine)
2. เครื่องขัดผิววัสดุ (polishing machine)
3. กระดาษทรายน้ำ เบอร์ 600, 1000, 1200
4. เครื่องอัดภาชนะหล่อแบบฟันชนิดไฮดรอลิก (hydraulic flask press)
5. ซีฟันปลอมชนิดต่างๆ (denture teeth)

6. ขี้ผึ้งทำฐานสีชมพู (pink baseplate wax)
7. สารละลายอัลจิเนต (alginate solution)
8. สารละลายไฮเลนชนิด γ -MPS (γ -methacryloxypropyl trimethoxysilane)
9. อะคริลิกเรซินทำฐานฟันปลอมชนิดบ่มด้วยความร้อน (heat activated acrylic resin)
10. เครื่องไลขี้ผึ้ง
11. เครื่องทำความสะอาดด้วยไอน้ำ (steam cleanser)
12. เครื่องจับภาชนะหล่อแบบฟัน (flask holder)
13. เครื่องบ่มอะคริลิก (curing unit)
14. เครื่องวัดเวอร์เนีย คาลิปเปอร์ (digimatic caliper)
15. เครื่องกรอไมโครมอเตอร์ (micromotor)
16. หัวกรอคาร์ไบด์
17. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (incubator)
18. ตัวจับยึด (jig)
19. น้ำกลั่น
20. ปากคีบสำลี (cotton pliers)
21. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereomicroscope)
22. เครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัด (Instron universal testing machine)

การเลือกซีฟันปลอม

ซีฟันปลอมที่ใช้ในการทดลอง คือ ฟันกรามน้อยบน แบ่งเป็นซีฟันปลอมต่างชนิดกัน 4 ชนิดตามลักษณะของโพลีเมอร์ คือ 1. ซีฟันปลอมแบบเมทิลเมทาคริเลตชนิดเส้น (linear polymethyl methacrylate, Major dent no.68, Major Prodotti Dentari, Italy) 2. ซีฟันปลอมแบบพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางบางส่วนและผงพอลิเมทิลเมทาคริเลต (Partially cross-linked acrylic with PMMA powders, Trubyte Bioform, Dentsply, New York, U.S.A.) 3. ซีฟันปลอมแบบพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดที่มีสารเชื่อมขวางปริมาณสูงและวัสดุอัดแทรกซิลิกา (Highly cross-linked polymethyl methacrylate with colloidal silica, Orthosit, Ivoclar Vivadent AG., Schaan, Liechtenstein) 4. ซีฟันปลอมแบบโครงสร้างตาข่าย (interpenetrating network, Excellence IPN, Dentsply, New York, U.S.A.) แบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 10 ซี ได้ดังตารางที่

การจัดการกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 16 กลุ่ม ดังนี้

| กลุ่ม ที่ | ชนิดฟัน | ความเข้มข้นของไซ เลน (M) | จำนวนตัวอย่าง |
|--------------|---|-----------------------------|---------------|
| 1 | Major dent (Major Prodotti Dentari, Italy) (polymethyl methacrylate) | 0 | 10 |
| 2 | | 0.1 | 10 |
| 3 | | 1 | 10 |
| 4 | | 2 | 10 |
| 5 | Orthosit (Ivoclar Vivadent AG., Schaan, Liechtenstein) (Highly cross linked acrylic ; PUDMA with colloidal silica) | 0 | 10 |
| 6 | | 0.1 | 10 |
| 7 | | 1 | 10 |
| 8 | | 2 | 10 |
| 9 | Trubyte Bioform (Dentsply, New York, U.S.A.) (Partially cross linked acrylic with PMMA powders) | 0 | 10 |
| 10 | | 0.1 | 10 |
| 11 | | 1 | 10 |
| 12 | | 2 | 10 |
| 13 | Excellence IPN (Dentsply, New York, U.S.A.) (interpenetrating network) | 0 | 10 |
| 14 | | 0.1 | 10 |
| 15 | | 1 | 10 |
| 16 | | 2 | 10 |

ตารางที่ 5 แสดงการจัดการกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาความแข็งแรงดึงยึดของซี่ฟันปลอมชนิดต่างๆที่ได้รับการเตรียมพื้นผิวด้วยสารละลายไซเลนความเข้มข้นต่างๆกันและฐานฟันปลอมอะคริลิกโดยวิธีการเตรียมชิ้นงานรูปมินิเต็มเบลด

นำซี่ฟันปลอมเฉพาะฟันกรามน้อยบนชนิดต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น จำนวนชนิดละ 40 ซี่ ที่ผลิตในครั้งเดียวกัน

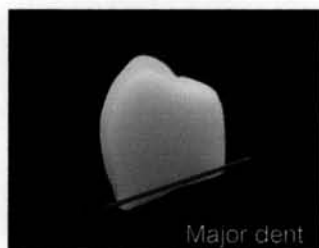
การเตรียมซี่ฟันปลอม

การเตรียมฟันชนิดต่างๆ จะแตกต่างกันไปในแต่ละยี่ห้อ เนื่องจากรูปร่างฟันที่แตกต่างกัน

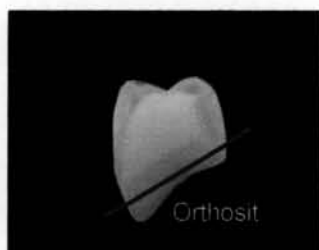
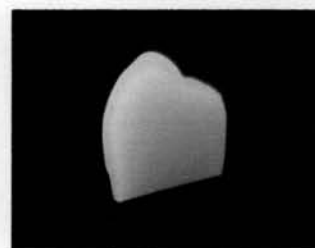
- Major dent , Excellence IPN และ Orthosit ตัดแต่งด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ชนิดหยาบ (plain cut coarse carbide bur, Edenta AG, AU/SG, Switzerland) ตามเส้นสีแดง ให้ได้ระนาบ
- Trubyte Bioform ตัดบริเวณคอฟันให้ห่างจากยอดปุ่มฟันด้านแก้มประมาณ 7 มิลลิเมตร และตั้งฉากกับแนวแกนยาวของฟัน

โดยเมื่อทำการเตรียมซี่ฟันเรียบร้อยแล้ว บริเวณที่จะทำการทดสอบจะอยู่ในชั้นฐาน (base) ของซี่ฟันเช่นเดียวกันทั้งหมด ดังรูป

ก่อนตัด

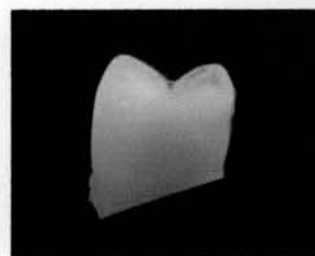


หลังตัด



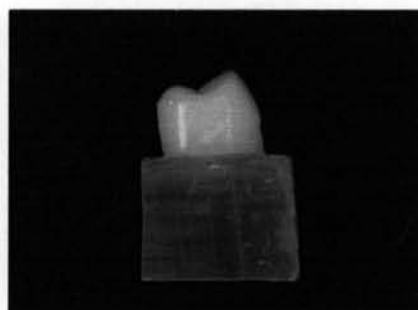
ก่อนตัด

หลังตัด

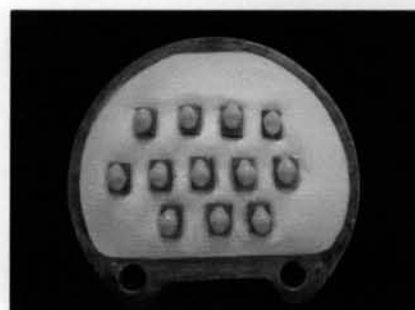


รูปที่ 17 แสดงภาพตัดตามยาวของซีฟันปลอมชนิดต่างๆ เพื่อให้เห็นถึงชั้นต่างๆในซีฟันปลอมและซีฟันปลอมหลังตัดแต่งแล้ว

จากนั้นขัดแต่งผิวฟันบริเวณที่จะทำการทดสอบด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (polishing machine) ที่มีน้ำหล่อตลอดเวลา ร่วมกับกระดาษทรายน้ำเบอร์ 600, 1000 และ 1200 เป็นเวลา 20, 10 และ 10 วินาที ตามลำดับ และนำซีฟันที่ขัดแล้วไปยึดกับซีผึ้งทำฐานสีชมพู จากนั้นทำแบบหล่อโดยผสมปูนปลาสเตอร์ (plaster of Paris) เทลงในภาชนะหล่อแบบฟันส่วนล่าง (lower half of flask) แล้วนำซีฟันปลอมที่ยึดกับซีผึ้งทำฐานสีชมพูมากดลงบนปูนปลาสเตอร์ ปาดปลาสเตอร์ส่วนเกินออก ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที จนปูนปลาสเตอร์หินแข็งตัว



รูปที่ 18 แสดงการยึดซีฟันปลอมกับซีผึ้ง



รูปที่ 19 แสดงการลงแบบหล่อ

ทาสารละลายอัลจิเนตบนพื้นผิวของปูนปลาสเตอร์ให้ทั่ว ประกอบส่วนบนเข้ากับ ส่วนล่างของภาชนะหล่อแบบฟัน ผสมปูนปลาสเตอร์ในลักษณะเดิม เทลงในส่วนบนจนท่วมซี่ฟัน ปล่อยให้แข็งตัว ทาสารละลายอัลจิเนตอีกครั้ง แล้วผสมปูนปลาสเตอร์เทใส่ภาชนะหล่อแบบ ฟันจนเต็ม รอจนปูนปลาสเตอร์แข็งตัวสมบูรณ์ นำเอาภาชนะหล่อแบบฟันไปแช่ในน้ำเดือด ประมาณ 5 นาที แล้วจึงทำการแยกส่วนบนและล่างของภาชนะหล่อแบบฟันออกจากกัน กำจัด ซี่ฟันที่เหลืออยู่โดยใช้น้ำร้อนจากเครื่องกำจัดซี่ฟัน (Boil-out unit, model 5521, Kavo, Germany) ร่วมกับตัวทำละลาย (น้ำยาล้างจานชนิดโซเดียม; Sodium Alkylbenzene Sulphonate 14.88% and Sodium Lauryl Ethersulphate 2.12%, บริษัท ยูนิลีเวอร์ไทยโฮลดิ้งส์ จำกัด) จากนั้นใช้น้ำร้อนที่ สะอาดล้างอีกครั้ง และทำความสะอาดด้านประชิดสันเหงือกครั้งสุดท้ายด้วยไอน้ำเป็นเวลา 30 วินาที วางทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (23 องศาเซลเซียส $50 \pm 5\%$ Rh)

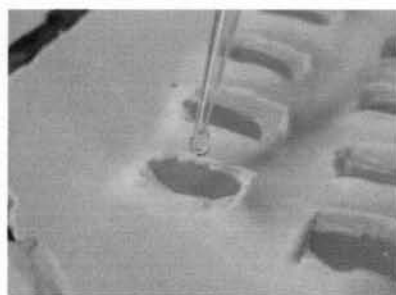


รูปที่ 20 แสดงเครื่องกำจัดซี่ฟันรุ่น EWL 5521



รูปที่ 21 แสดงการทำทำความสะอาดซี่ฟันปลอมด้วยไอน้ำ

ในกลุ่มทดลอง นำภาชนะหล่อแบบฟันที่มีซี่ฟันปลอมอยู่ มาทาสารละลายอัลจิเนตบริเวณ ที่เป็นปูนปลาสเตอร์ให้ทั่วทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปทาสารละลายไซเลน (γ -methacryloxypropyl trimethoxysilane) ด้วยไมโครปิเปตต์โดยคำนวณจากพื้นที่ประมาณ 15 ตารางมิลลิเมตร/1 ไมโครลิตร ตามความเข้มข้นที่กำหนด และวางทิ้งไว้ในตู้ที่ปิดสนิท ที่ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



รูปที่ 22 แสดงการทาสารละลายไซเลน



รูปที่ 23 แสดงสารละลายไซเลน

เมื่อครบกำหนดเวลา นำภาชนะหล่อแบบพื้นมาทาสารละลายอัลจินเตบบริเวณที่เป็นปูนพลาสติกให้ทั่ว (ในกลุ่มทดลองหาเฉพาะภาชนะหล่อแบบพื้นส่วนล่าง) ทิ้งไว้ให้แห้ง ผสมส่วนผสมพอลิเมอร์และส่วนเหลวของอะคริลิก เรซินชนิดบ่มด้วยความร้อน (Lucitone 199, Dentsply, USA.) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต จนเป็นเนื้อเดียวกัน ทิ้งไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดจนถึงระยะอ่อนนุ่ม (dough stage) นำมาวางในกระดาษแก้ว (cellophane) ที่เปียกน้ำ กดอะคริลิกที่นวดไว้แล้วลงในแบบหล่อแทนที่บริเวณที่เป็นตำแหน่งของซี่ฝังจนเต็ม ประกบส่วนบนของภาชนะหล่อแบบพื้นลงมา และนำไปเข้าเครื่องอัดภาชนะหล่อแบบพื้นชนิดไฮดรอลิก (hydraulic flask press, model EWL 5414, Kavo, Germany) ด้วยแรงดัน 30,000 นิวตัน ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

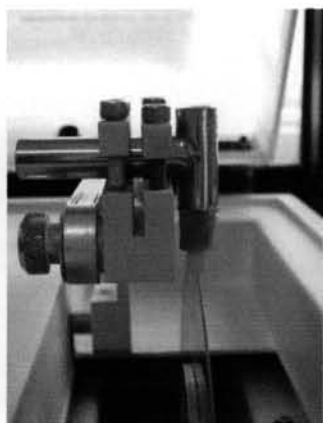


รูปที่ 24 แสดงอะคริลิกฐานพื้นปลอมชนิดบ่ม
ด้วยความร้อน Lucitone 199

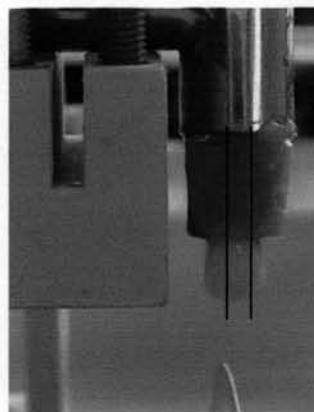


รูปที่ 25 แสดงเครื่องอัดภาชนะหล่อพื้น
ชนิดไฮดรอลิก รุ่น EWL 5414

นำภาชนะหล่อแบบพื้นออกจากเครื่องอัดไฮดรอลิก ใส่เข้าไปในเครื่องจับภาชนะหล่อแบบพื้น (flask holder) นำไปบ่มในเครื่องบ่มอะคริลิก ซึ่งมีน้ำอุณหภูมิคงที่ 75 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 9 ชั่วโมง หลังจากบ่มเสร็จนำมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ทำการแยกชิ้นตัวอย่างออกจากภาชนะหล่อแบบพื้นและพลาสติกหีน โดยใช้คีมตัดปูนร่วมกับเครื่องกระแทกปูน (compressed air-riven deflasking unit, Renfert, Germany) ที่มีลักษณะคล้ายสิ่ว ทำงานโดยอาศัยแรงดันลมให้เครื่องมือกระแทกพลาสติกหีนให้หลุดออกจากผิวของซี่ฟันปลอมและฐานอะคริลิกโดยไม่เกิดแรงเค้นในชิ้นตัวอย่างที่จะส่งผลต่อกำลังแรงยึดระหว่างซี่ฟันปลอมกับฐานฟันปลอมอะคริลิก ทำความสะอาดเศษปูนที่ยังหลงเหลือโดยใช้สารละลาย potassium citrate 30% เครื่องทำความสะอาดความถี่เหนือเสียง (ultrasonic cleanser) จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างที่ได้ยึดกับท่อเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) นำเข้าเครื่องตัดความเร็วต่ำ (low speed cutting machine รุ่น ISOMET 1000, Buehler, III) เพื่อตัดตามแนวยาวของฟันให้ได้ความหนาชั้นละ 2 มิลลิเมตร ที่ความเร็ว 450 รอบต่อนาที แรงกด 400 นิวตัน

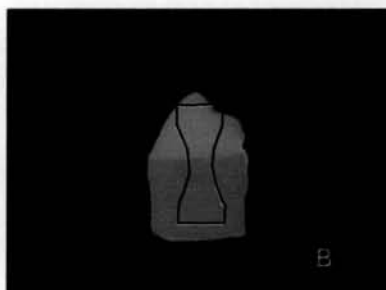


รูปที่ 26 แสดงการยึดชิ้นตัวอย่างในเครื่อง
ตัดความเร็วต่ำ

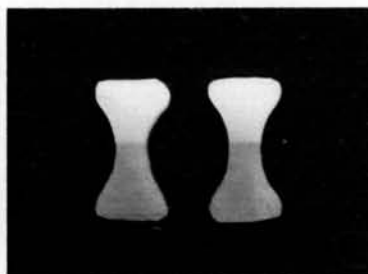


รูปที่ 27 แสดงการตัดในแนวยาว
(occluso- gingival) ตามเส้นสีดำ

ตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นตัวอย่างโดยจะต้องไม่มีฟองอากาศหรืออะคริลิกไม่เต็ม
พื้นที่ผิวสัมผัส หากพบความไม่สมบูรณ์จะไม่ใช้ชิ้นตัวอย่างชิ้นนั้น แล้วนำแผ่นชิ้นตัวอย่างที่มี
ความหนา 2 มิลลิเมตรมาวัดรูปมินิเด็มเบลล์ด้วยดินสอดำ โดยใช้แผ่นพลาสติกรูปมินิเด็มเบลล์วาง
ทับบนแผ่นชิ้นงาน จากนั้นกรอแต่งด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ชนิดหยาบ (plain cut coarse carbide
bur, Edenta AG, AU/SG, Switzerland) จนได้ชิ้นตัวอย่างรูปมินิเด็มเบลล์ตามกลุ่ม กลุ่มละ 10
ชิ้น

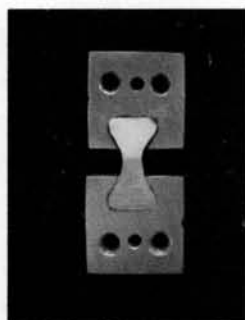


รูปที่ 28 แสดงชิ้นงานตัวอย่างที่ถูกตัดให้มีความหนา 2 มม. (A) Major dent (B) Excellence IPN
(C) Orthosit และ (D) Trubyte Bioform จะเห็นว่าบริเวณที่ทำการยึดติดอยู่ในชั้นฐานของซีฟันปลอม และ
เส้นสีดำจำลองการวาดก่อนตัดแต่งเป็นมินิเด็มเบลล์



รูปที่ 29 แสดงชิ้นงานตัวอย่างหลังตัดแต่งเป็นมินิดัมเบลล์

นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมด แช่ในน้ำกลั่นที่ 37 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator, Contherm Scientific Ltd., New Zealand) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำชิ้นทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ จากนั้นนำมายึดเข้ากับตัวจับยึดโลหะ (metal jig) ส่วนล่าง ดังรูป 3-12 (A) จากนั้นประกอบตัวจับยึดโลหะส่วนบนเข้าด้วยกัน และขันสกรูให้แน่น ดังรูป 3-12 (B)

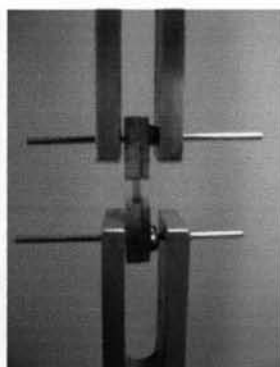


รูปที่ 30 แสดงการใส่ชิ้นงานตัวอย่างในโลหะส่วนล่างตัวจับยึด

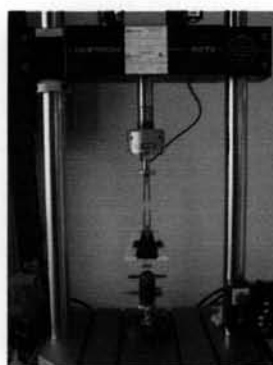


รูปที่ 31 แสดงชิ้นงานพร้อมตัวจับยึดที่พร้อมทดสอบ

นำชิ้นตัวอย่างพร้อมตัวจับยึด มาทำการทดสอบแรงดึงที่ละชิ้น โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดระบบไฮดรอลิก (Instron, Model 8872, USA.) ตามวิธีการและคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโดยใช้ความเร็ว (cross head speed) 1 มิลลิเมตรต่อนาที จำกัดขนาดแรงอยู่ในช่วง 0 ถึง 1000 นิวตัน เริ่มดึงจนชิ้นงานหลุดออกจากกัน บันทึกค่าแรงดึงสูงสุด (maximum load) ที่ทำให้ชิ้นตัวอย่างหลุดออกจากกัน ในหน่วยเป็นนิวตัน



รูปที่ 32 แสดงถึงการยึดชิ้นงานในเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดระบบไฮดรอลิก



รูปที่ 33 แสดงเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดระบบไฮดรอลิก

วัดขนาดพื้นที่ผิวบริเวณที่แตกหักด้วยเครื่องวัดเวอร์เนีย คาลิปเปอร์ แบบดิจิตอล (Digimatic caliper , Mitutoyo, Tokyo, Japan) นำค่าแรงดึงของชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นมาคำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{ค่าความแข็งแรงดึง(MPa)} = \text{แรงดึง (นิวตัน)} / \text{พื้นที่บริเวณแตกหัก (ตารางมิลลิเมตร)}$$

จากนั้นนำชิ้นตัวอย่าง มาตรวจสอบการแตกหักด้วยตาเปล่าเพื่อจำแนกสภาพการแตกหัก และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาแสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความแข็งแรงดึงยึดของซีฟันปลอมและฐานฟันปลอมอะคริลิก และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงดึงของซีฟันปลอมและฐานฟันปลอมอะคริลิกระหว่างกลุ่ม โดยตรวจสอบการกระจายของข้อมูลโดยการทดสอบชาร์ปปีโร-วิลค์ และตรวจสอบความแปรปรวนของประชากร ใช้สถิติแบบพาราเมตริกชนิดวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระหว่างกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกหักและชนิดของซีฟันปลอม ซึ่งเป็นข้อมูลนามอันดับทั้งคู่ และมีจำนวนตัวอย่างน้อยกว่า 20 ทำให้ค่าคาดหวัง (E_{ij}) ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า 5 ดังนั้นจึงเลือกใช้สถิติฟิชเชอร์สเอ็กซ์แควท (Fisher's Exact test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95