

### บทที่ 3

#### ระเบียบวิธีวิจัย

##### ประชากร

ประชากรของการวิจัย คือ ฟันปลอมชนิดติดแน่นที่มีพอร์ซเลนเป็นส่วนประกอบภายนอกบริเวณฟันกรามน้อย ของผู้ป่วยที่รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ ซีนพอร์ซเลนที่มีผิวเรียบมัน จำลองลักษณะผิวฟันด้านใกล้แก้มของฟันกรามน้อยบนซี่แรก ผ่านขั้นตอนการผลิตของห้องปฏิบัติการทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 126 ซีน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling)

##### การรวบรวมข้อมูล

#### 1. สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

- 1.1 กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 37% ยี่ห้อ System 1+ ของบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 18)
- 1.2 วัสดุยึดเรซินชนิดไม่ต้องผสม และ สารเร่งปฏิกิริยา ยี่ห้อ System 1+ ของบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 19)
- 1.3 ไซเลนไพรเมอร์ที่ยังไม่ผ่านการไฮโดรไลส์ คือ Ormco Porcelain Bonding Primer ของบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 20)
- 1.4 ผงพอร์ซเลน ยี่ห้อวินเทจ ของบริษัทโซฟุ ญี่ปุ่น (รูปที่ 21)
- 1.5 Separating media สำหรับพอร์ซเลน ยี่ห้อ ISO-Stift 1709 ของบริษัท Renfert เยอรมัน (รูปที่ 22)

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือ Biostar Universal Pressure Moulding Machine ของบริษัท SCHEU-DENTAL สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 23)

2.2 เต้าเผาพอร์ซเลน ยี่ห้อ ULTRA-MAT CDF ของบริษัท Unitek สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 24)

2.3 กล้องจุลทรรศน์สามมิติ (Stereomicroscope) รุ่น SZ 40 ยี่ห้อ Olympus ของบริษัท Olympus Optical ญี่ปุ่น เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงส่องกระทบบนผิวของพอร์ซเลนที่ต้องการตรวจสอบ เพื่อให้เห็นลักษณะพื้นผิว ปรากฏเป็นภาพขยายที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ในการวิจัยนี้ใช้กำลังขยาย 10 เท่า (รูปที่ 25)

2.4 เครื่องกรอใส่หัวขัดยางรูปถ้วย และพิวมิส (รูปที่ 26)

2.5 เครื่องกรอใส่หัวกรอหินสีเขียวปลายแหลม (รูปที่ 27)

2.6 เครื่องมือกำหนดแรงในการติดแบรacket (Bracket loading guage) ใช้ในการจับแบรacketติดที่ผิวพอร์ซเลน และสามารถกำหนดค่าแรงกดบนตัวแบรacket ให้แนบกับผิวพอร์ซเลนด้วยแรงที่เท่ากันคือ 2 ออนซ์ ตลอดการวิจัย (รูปที่ 28 - 31)

2.7 ตู้อินคิวเบเตอร์ (Incubator) ยี่ห้อ Memmert ของบริษัท HEINICKE สหรัฐอเมริกา ใช้กระแสไฟฟ้าเป็นแหล่งให้กำเนิดความร้อน และควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ความร้อนสูงสุดที่สามารถจะให้ได้คือ 220 องศาเซลเซียส ใช้ควบคุมอุณหภูมิของกลุ่มตัวอย่างที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดสอบแรงเฉือนปอก (รูปที่ 32)

2.8 เครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10 K (Universal testing machine) ของบริษัท Lloyd Instrument อังกฤษ เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาคุณสมบัติเชิงกล (mechanical properties) ของวัสดุ โดยวัดค่าเป็นแรง ซึ่งมี 4 ลักษณะคือ แรงดึง (tensile force) , แรงอัด (compressive force) , แรงดัดโค้ง (bending force) และแรงบิด (torsion force) (รูปที่ 33)

ส่วนประกอบของเครื่อง

2.8.1. fixed head เป็นส่วนของเครื่องมือซึ่งอยู่กับที่ เป็นส่วนที่ใช้ในการจับชิ้นงานในการทดลองซึ่งบรรจุอยู่ในท่อ PVC (รูปที่ 34)

2.8.2. cross head เป็นส่วนของเครื่องมือซึ่งเคลื่อนที่ และทำให้เกิดแรงต่อวัสดุ (รูปที่ 35) มีตุ้มน้ำหนัก (load cell) ให้เลือกได้หลายขนาดตามชิ้นงานที่ทดสอบ ในงานวิจัยนี้ใช้หน่วยน้ำหนักขนาด 10 กิโลนิวตัน (รูปที่ 36) เลือกใช้ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตร / นาที

2.8.3. Pneumatic grip คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการจับชิ้นงานของ fixed head และ cross head ซึ่งทำงานโดยใช้แรงอัดของลม 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (รูปที่ 37)

2.9 เครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงาน (Testing Jig) และช่วยในการดึงของเครื่องทดสอบแรงทั่วไป Lloyd Model LR 10 K เป็นเครื่องมือซึ่งออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นใช้ในการทดลองนี้โดยเฉพาะ (รูปที่ 38) เพื่อให้

2.9.1. ส่วนที่ติดกับ fixed head ของเครื่อง เป็นส่วนที่ใช้ในการจับชิ้นงานในการทดลองซึ่งบรรจุอยู่ในท่อ PVC

2.9.2. ส่วนที่ติดกับ cross head ของเครื่อง เป็นส่วนที่ใช้เป็นตัวกลางในการยึดระหว่าง แผ่นเหล็กที่ใช้ในการดึงกับส่วน cross head ของเครื่อง

2.9.3. แผ่นเหล็กที่ใช้ในการดึง มีลักษณะเป็นแผ่นเหล็ก ซึ่งได้เจาะช่องสี่เหลี่ยมไว้ตรงกลาง ส่วนบนมีช่องสำหรับสวมเข้ากับเดือยของส่วนที่ติดอยู่กับ cross head เพื่อให้สามารถปรับระยะของแผ่นเหล็กนี้ให้สัมพันธ์กับตัวอย่างที่จะทำการทดลอง

การใช้เครื่องมือนี้ทดลองกระทำได้โดย

ก. นำตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ใส่ลงในช่องของเครื่องมือส่วนที่ติดกับ fixed head

ข. เลื่อนส่วนของ cross head ขึ้นไปจนกระทั่งขอบในของช่องสี่เหลี่ยมของแผ่นโลหะที่ใช้ตั้งอยู่ใต้ขอบล่างของตัวอย่าง

ค. ปรับแนวแกนพอร์ซเลน จนกระทั่งแนวปีกของแบรกกเกตด้านบดเดี่ยว (occlusal wings) ขนานกับขอบด้านในของแผ่นเหล็กที่ใช้ในการดึง (เพื่อให้ปีกของแบรกกเกตสัมผัสกับแผ่นเหล็กที่ใช้ในการดึงพร้อมๆกันในระหว่างการทดลอง) จากนั้นจึงยึดตัวอย่างด้วยการไขสกรูที่ใช้ในการจับยึดให้แน่น

ง. เดินเครื่องให้ cross head เคลื่อนที่ขึ้น เพื่อทำการวัดแรงเฉือน/ปอก ที่เกิดขึ้นกับแบรกกเกตบนตัวอย่าง

2.10 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) รุ่น jsm-T220A ของบริษัท JEOL ญี่ปุ่น (รูปที่ 39)

### 3. วิธีการทดลอง

3.1 เตรียมชิ้นฟอร์ชเลน โดยนำฟันกรามน้อยบนซี่แรก 1 ซี่ ได้จากผู้วยที่ได้รับ การรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน และจำเป็นต้องถอนฟันซี่ดังกล่าว ฝังในเคนทัลสโตนที่บรรจุอยู่ในกล่องขนาด 2 x 2 x 4 เซนติเมตร ทำจากแบบแผ่นซีฟิ่งสีชมพู โดยเหลือบริเวณด้านใกล้แก้มของตัวฟันและรากฟันโผล่พ้นผิวสโตน (รูปที่ 40) เมื่อสโตนแข็งตัวแล้วจึงแกะสโตนออกจากกล่องขัดแต่งผิวให้เรียบ แล้วนำชิ้นงานไปจำลองลักษณะผิวฟันด้านใกล้แก้ม ด้วยแผ่นพลาสติก Imprelon"s" หนา 0.75 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่อง Biostar Universal Pressure Moulding Machine ของบริษัท SCEU-DENTAL สหรัฐอเมริกา ที่อุณหภูมิ 220° C (427° F) เป็นเวลา 45 วินาที ปล่อยให้เย็นตัวนาน 120 วินาที นำแผ่นพลาสติกมาตัดแต่งส่วนเกินออก (รูปที่ 41) แล้วนำไปเตรียมชิ้นงานฟอร์ชเลนโดยทา seperating media สำหรับฟอร์ชเลน ยี่ห้อ ISO-Stiff 1709 Renfert บริเวณด้านในของแบบจำลองผิวฟัน ผสมผงฟอร์ชเลนที่ใช้ทำบดตี ยี่ห้อวินเทจ ของบริษัทไซฟุกกับน้ำกลั่นใสในแบบจำลองผิวฟัน ชั้บให้แห้ง แล้วถอดชิ้นฟอร์ชเลนนำมาวางบนแผ่นไฟเบอร์เทรย์ แล้วนำเข้าเตาเผาฟอร์ชเลนยี่ห้อ ULTRA-MAT CDF ของบริษัท Unitek อุณหภูมิ 965° C ความดัน 700 มิลลิเมตรปรอท เป็นเวลา 5 -7 นาที นำชิ้นฟอร์ชเลนที่ได้ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สามมิติ เพื่อเลือกเฉพาะชิ้นฟอร์ชเลนที่ไม่มีรอยร้าว ถ้าตรวจพบว่ามี ความผิดปกติของผิวฟอร์ชเลน จะไม่นำฟอร์ชเลนชิ้นนั้นมาทดลอง ทั้งนี้เป็นการควบคุมกลุ่มตัวอย่างโดยจะใช้เฉพาะชิ้นฟอร์ชเลนที่มีลักษณะสมบูรณ์เท่านั้น (รูปที่ 42)

ฟอร์ชเลนทุกชิ้นจะถูกทำเครื่องหมายไว้ด้านหลัง โดยจะบันทึกรายละเอียดและเก็บไว้จนกว่าจะทดสอบเสร็จ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความลำเอียงในการทดสอบ รวมถึงการแปลผล

3.2 การเตรียมผิวฟอร์ชเลน นำชิ้นฟอร์ชเลนที่ผ่านขบวนการเผา จำนวน 120 ชิ้น แบ่งเป็น 4 กลุ่มโดยวิธีสุ่ม กลุ่มละ 30 ชิ้น สำหรับทดสอบแรงยึดด้วยวิธีต่างๆ นำกลุ่มทดลอง ทั้ง 4 กลุ่ม มาทำการเตรียมผิวดังนี้

3.2.1 กลุ่มที่หนึ่ง ขัดผิวฟอร์ชเลนให้สะอาดด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง ทาด้วยกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 37% นาน 1 นาที แล้วทา Ormco Porcelain Primer 1 นาที หลังจากนั้นทาที่บีกครั้ง นาน 1 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง

3.2.2 กลุ่มที่สอง ขัดผิวฟอร์ชเลนให้สะอาดด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง แล้วกรอด้วยหัวกรอหินสีเขียว 15 วินาที ล้างน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง

3.2.3 กลุ่มที่สาม ขัดผิวพอร์ซเลนให้สะอาดด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง กรอด้วยหัวกรอหินสีเขียวขนาด 15 วินาที ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง แล้วทา Ormco Porcelain Primer นาน 1 นาที เป่าให้แห้ง

3.2.4 กลุ่มที่สี่ ขัดผิวพอร์ซเลนให้สะอาด ด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง กรอด้วยหัวกรอหินสีเขียวขนาด 15 วินาที ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง แล้วทาด้วยกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 37% นาน 1 นาที แล้วทา Ormco Porcelain Primer นาน 1 นาที หลังจากนั้นทาทับอีกครั้ง นาน 1 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง

3.3 ทาตัวเร่งปฏิกิริยาของวัสดุยึด ยึด System 1 + ที่ฐานแบรกกัดโลหะสำหรับฟันกรามน้อยแบบมาตรฐาน รุ่นไดนาล็อค (รูปที่ 43) และที่ผิวพอร์ซเลน แล้วป้ายเบสของ System 1 + บนฐานแบรกกัด ใช้เครื่องมือกำหนดแรงในการติดแบรกกัดกดแบรกกัดให้แนบกับบริเวณที่เตรียมผิวพอร์ซเลนให้มากที่สุด ซึ่งเป็นแรงประมาณ 2 ออนซ์ กำจัดเรซินส่วนเกินออก ทิ้งไว้ 5 นาที นำชิ้นพอร์ซเลนที่ผ่านการติดแบรกกัด (รูปที่ 44) ใส่ในตู้อินคิวเบเตอร์ที่อุณหภูมิ 37 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

กลุ่มเปรียบเทียบใช้ฟันกรามน้อยบนซี่แรกจำนวน 30 ซี่ เตรียมผิวฟันด้านใกล้แก้มโดยขัดด้วยฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง จากนั้นใช้กรดฟอสฟอริก 37% ทาเป็นเวลา 1 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง แล้วนำมาติดแบรกกัดโดยทาตัวเร่งปฏิกิริยาของวัสดุยึด System 1+ ที่ฐานแบรกกัดและที่ผิวฟัน แล้วป้ายเบสบนฐานแบรกกัด ใช้เครื่องมือกำหนดแรงในการติดแบรกกัดกดแบรกกัดให้แนบกับฟันมากที่สุด โดยใช้แรงกดประมาณ 2 ออนซ์ กำจัดเรซินส่วนเกินออก ทิ้งไว้ 5 นาที นำฟันที่ผ่านการติดแบรกกัด ใส่ในตู้อินคิวเบเตอร์ที่อุณหภูมิ 37°C ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.4 การเตรียมชิ้นงานเพื่อนำไปทดสอบ เตรียมลวดเหล็กไร้สนิมที่ใช้ทางทันตกรรม จัดฟันขนาด 0.018 x 0.025 นิ้ว มายึดกับท่อ PVC วงนอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 3.5 เซนติเมตร, สูง 1.2 เซนติเมตร,หนา 1 มิลลิเมตร นำกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม และกลุ่มเปรียบเทียบ มาใส่ลวดลงในร่องแบรกกัดแล้วยึดด้วยยางสำหรับยึดลวด (o-ring) เพื่อป้องกันการยุบตัวของปีกแบรกกัด และเพื่อจัดตำแหน่งของชิ้นพอร์ซเลนและฟันที่จะฝังในท่อ PVC ให้ชิ้นพอร์ซเลนและฟันอยู่กึ่งกลางท่อ ผสมผงอะคริลิกและน้ำโมโนเมอร์ใส่ในท่อ PVC วงใน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 2.5 เซนติเมตร, สูง 1 เซนติเมตร,หนา 1 มิลลิเมตร จนอะคริลิกเกือบถึงขอบด้านบน นำท่อ PVC วงนอก ที่ยึดกับชิ้นพอร์ซเลนและฟันที่ติดแบรกกัดเรียบร้อยแล้ว มาครอบท่อ PVC วงใน ให้ชิ้นพอร์ซเลนและฟันฝังลงในอะคริลิก โดยให้เหลือผิวพอร์ซเลนและผิวฟันด้านใกล้แก้มโผล่พ้นขอบวงแหวน PVC เป็นระยะ 2 มิลลิเมตร และฐานแบรกกัดจะขนานกับฟัน (รูปที่ 45)

เมื่ออะคริลิกแข็งตัวเต็มที่แล้ว จึงนำชิ้นงานพอร์ซเลนและพื้นที่ติดแบร็กเกตเตรียมเรียบร้อยแล้วใส่ในตู้อินคิวเบเตอร์ที่อุณหภูมิ 37°C ความชื้นสัมพัทธ์ 100 % เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดสอบ หาค่าแรงยึดของแบร็กเกตโดยใช้เครื่องทดสอบทั่วไป บันทึกข้อมูลเพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงที่วัดได้ระหว่างการเตรียมผิวพอร์ซเลนแต่ละวิธี (รูปที่ 46-48) ส่วนชิ้นพอร์ซเลนที่ผ่านการทดสอบหาค่าแรงยึดแบบเฉือน/ปอกแล้ว จะนำไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์สามมิติ กำลังขยาย 10 เท่า เพื่อดูสภาพผิวพอร์ซเลนว่ามี การแตกหักเกิดขึ้นหรือไม่ และเพื่อศึกษาบริเวณที่เกิดความล้มเหลวในการยึดติด

3.5 การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ทำโดยเตรียมพอร์ซเลนที่ไม่ผ่านการกรอและผ่านการกรอด้วยหัวกรอหินสีเขียวมาอย่างละ 1 ชิ้น สำหรับตรวจดูสภาพผิวและเตรียมพอร์ซเลนอีก 4 ชิ้น สำหรับดูรอยต่อระหว่างวัสดุยึดและพอร์ซเลน โดยนำพอร์ซเลนไปเตรียมผิวด้วยวิธีเดียวกับกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ทาสารเร่งปฏิกิริยาบนพอร์ซเลน แล้วผสมวัสดุยึด System 1 + กับสารเร่งปฏิกิริยา นำมาติดบนพอร์ซเลน ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง นำพอร์ซเลนทั้ง 6 ชิ้นไปตัดแบ่งครึ่ง (รูปที่ 49) จากนั้นนำพอร์ซเลนทั้ง 12 ชิ้น ไปทำความสะอาดในน้ำกลั่นด้วยเครื่อง Ultrasonic Cleanser นาน 15 นาที ทิ้งให้แห้ง นำไปฉายทองที่ความหนา 20 นาโนเมตร นาน 2 นาที (รูปที่ 50) จากนั้นนำไปตรวจดูลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 18 แสดงกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 37 % ยี่ห้อ System 1+



รูปที่ 19 แสดงวัสดุยึดเรซินชนิดไม่ต้องผสม และสารเร่งปฏิกิริยา ยี่ห้อ System 1+



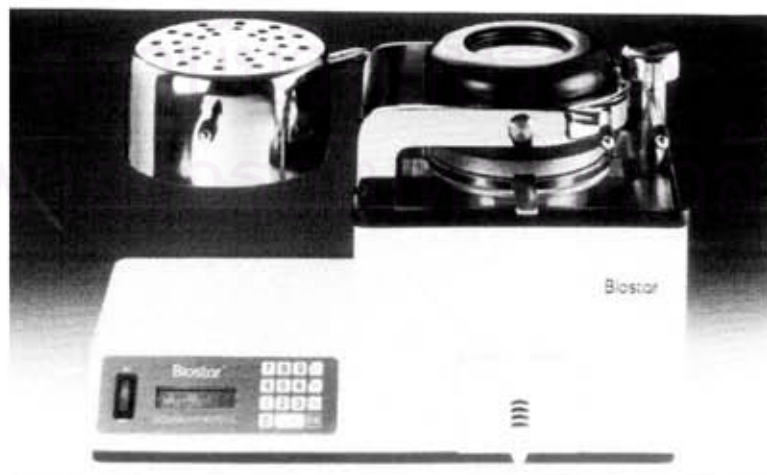
รูปที่ 20 แสดงไซเลนไพรเมอร์ที่ยังไม่ผ่านการไฮโดรไลส์ ของ Omco



รูปที่ 21 แสดงผงพอร์ซเลน ยี่ห้อวินเทจ



รูปที่ 22 แสดง Separating media สำหรับพอร์ซเลน ยี่ห้อ ISO-Stift 1709 Renfert



รูปที่ 23 แสดงเครื่อง Biostar Universal Pressure Moulding Machine

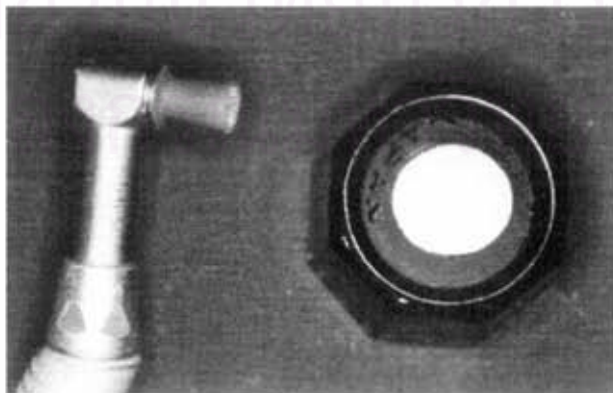




รูปที่ 24 แสดงเตาเผาฟอร์ชเลน ยี่ห้อ ULTRA-MAT CDF



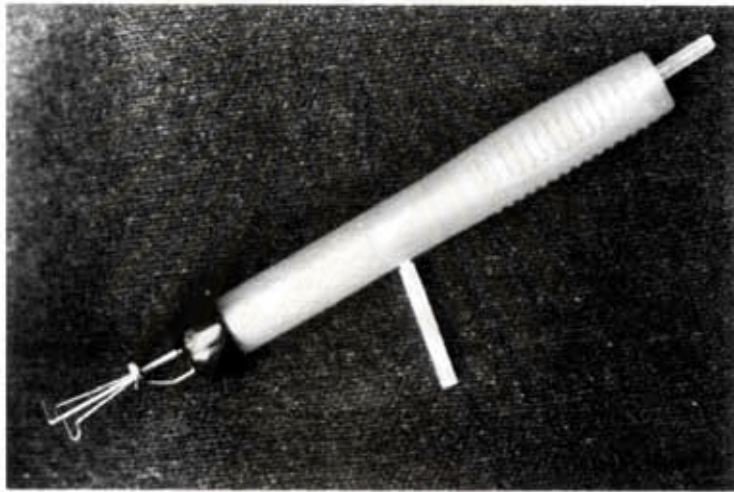
รูปที่ 25 แสดงกล้องจุลทรรศน์สามมิติ รุ่น SZ 40 ยี่ห้อ Olympus



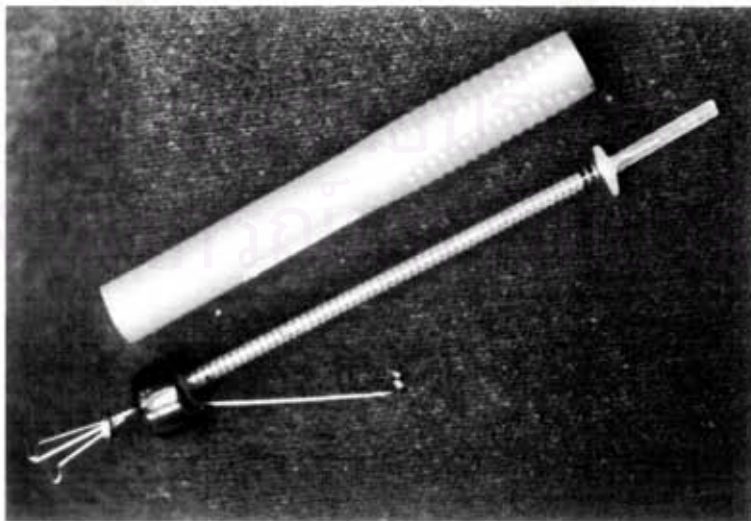
รูปที่ 26 แสดงเครื่องกรอใส่หัวขัดยางรูปถ้วย และพิวมิส



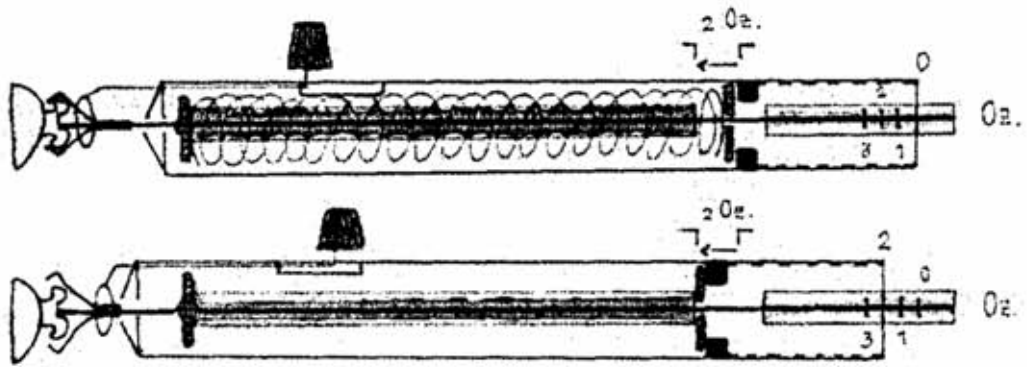
รูปที่ 27 แสดงเครื่องกรอใส่หัวกรอหินสีเขียวปลายแหลม



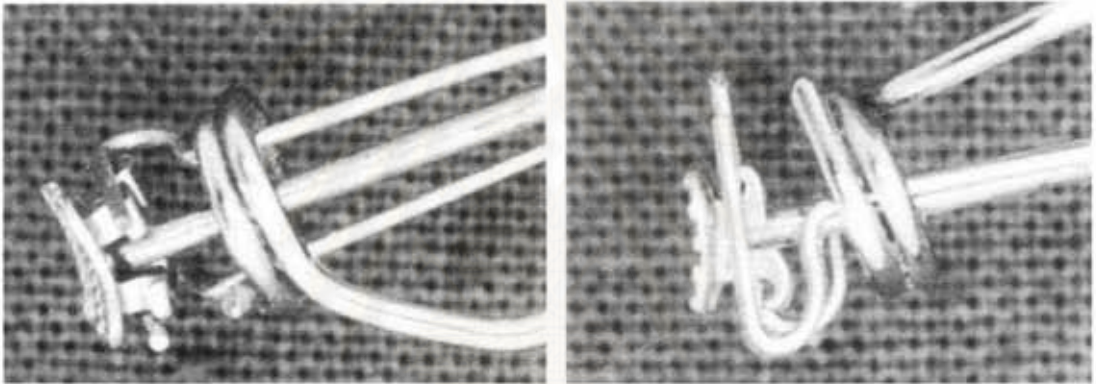
รูปที่ 28 แสดงเครื่องมือกำหนดแรงในการติดแบร็กเกต



รูปที่ 29 แสดงส่วนประกอบภายในของเครื่องมือกำหนดแรงในการติดแบร็กเกต



รูปที่ 30 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องมือกำหนดแรงในการติดแบร็กเกต



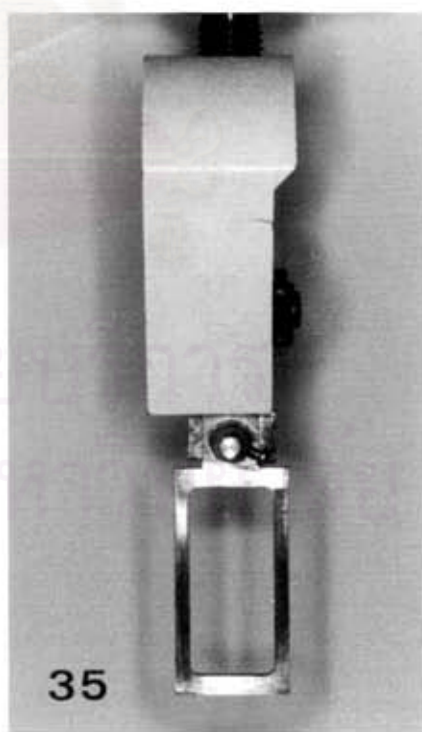
รูปที่ 31 แสดงปลายจับของเครื่องมือกำหนดแรงในการติดแบร็กเกต



รูปที่ 32 แสดงตู้อินควิเบเตอร์ ยี่ห้อ Memmert



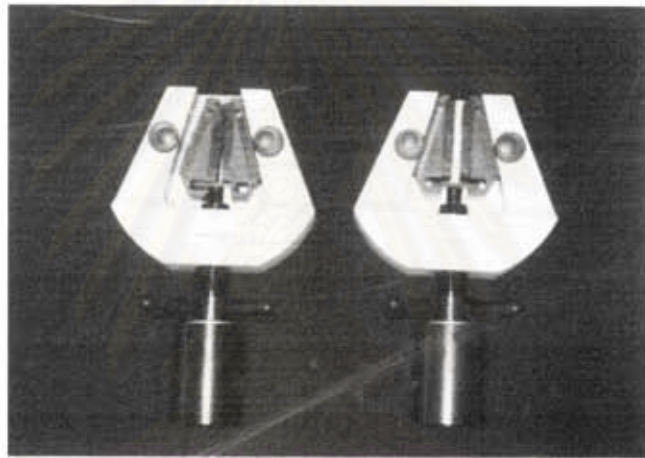
รูปที่ 33 แสดงเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10K



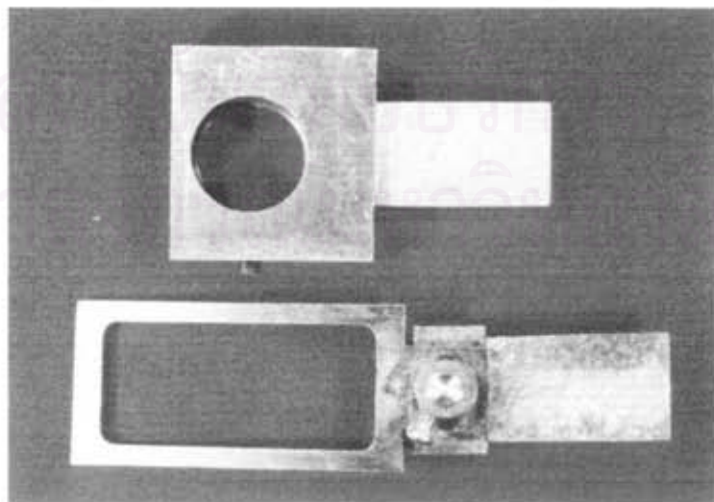
รูปที่ 34 แสดง Fixed head ที่ใช้จับชิ้นงานซึ่งบรรจุในท่อ PVC  
รูปที่ 35 แสดง Cross head เป็นส่วนของเครื่องมือซึ่งเคลื่อนที่ และทำให้เกิดแรงต่อวัสดุ



รูปที่ 36 แสดงตุ้มน้ำหนัก (Load cell) ขนาด 10 กิโลนิวตัน



รูปที่ 37 แสดง Pneumatic grip ของเครื่องทดสอบทั่วไป



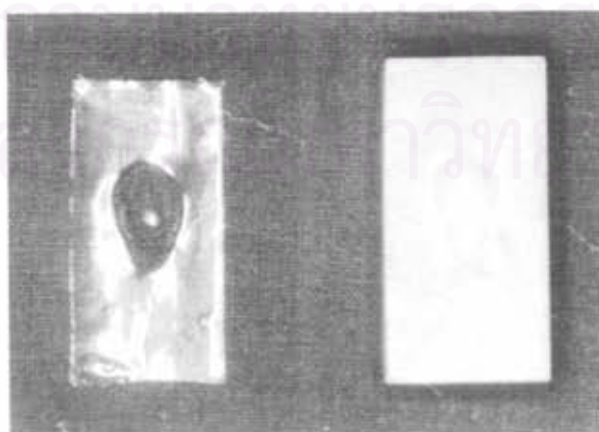
รูปที่ 38 แสดงเครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงาน (Testing jig)



รูปที่ 39 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



รูปที่ 40 แสดงการฝังพันกรามน้อยในเคนทัลสโคนที่บรรจุในแบบซีมีงสีชมพู



รูปที่ 41 แสดงแผ่นพลาสติกที่จำลองลักษณะผิวพื้นด้านไถด้แก่้มจากแบบพันกรามน้อย



รูปที่ 42 แสดงชิ้นพอร์ซเลนที่มีลักษณะสมบูรณ์



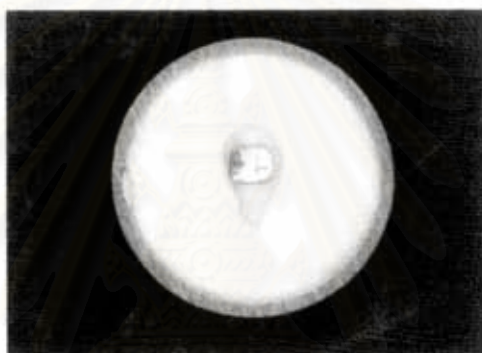
รูปที่ 43 แสดงแบร็กเกตโลหะสำหรับฟันกรามน้อยแบบมาตรฐาน รุ่นไดนาล็ค



รูปที่ 44 แสดงชิ้นพอร์ซเลนที่ติดแบร็กเกตโลหะ



รูปที่ 45 แสดงการจัดตำแหน่งของชิ้นพอร์ชเลนที่จะฝังในท่อ PVC

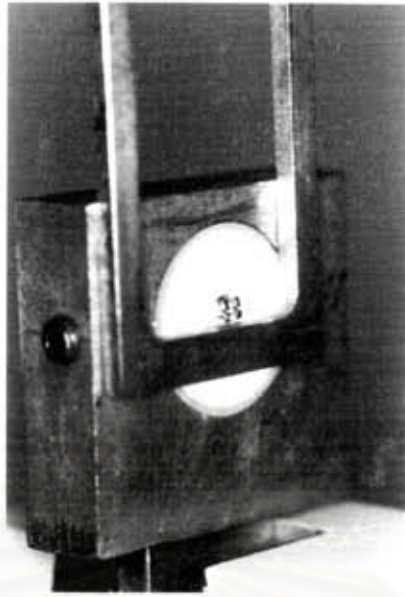


รูปที่ 46 แสดงชิ้นพอร์ชเลนที่ฝังในอะคริลิก ในท่อ PVC



รูปที่ 47 แสดงลักษณะการยึดเครื่องมือในการวิจัยด้วยเครื่องทดสอบทั่วไป

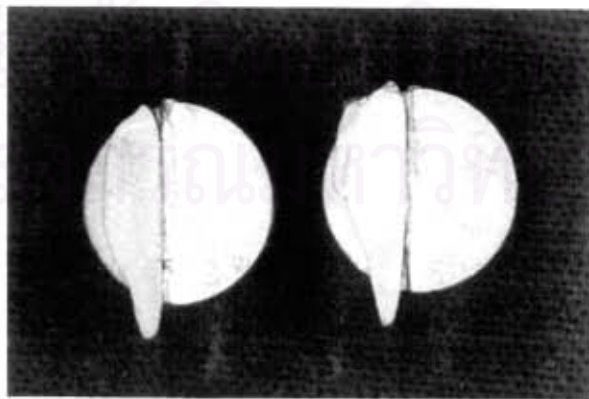




รูปที่ 48 แสดงลักษณะของเครื่องมือที่กระทำต่อแอมรกเกิดในการทดสอบด้วยเครื่อง Lloyd



รูปที่ 49 แสดงการตัดแบ่งครึ่งชิ้นฟอรัชเลนที่จะนำไปศึกษาด้วย SEM



รูปที่ 50 แสดงการฉาบทองบนชิ้นฟอรัชเลน ก่อนนำไปศึกษาด้วย SEM

## ตัวแปรของการวิจัย

### 1. ตัวแปรอิสระ (independent variable)

ตัวแปรอิสระในการวิจัยครั้งนี้คือ วิธีการเตรียมผิวพอร์ซเลน ได้แก่

4.1.1 วิธีเตรียมผิวพอร์ซเลนโดยการใช้กรด ร่วมกับไซเลนไพโรเมอร์

4.1.2 วิธีเตรียมผิวพอร์ซเลนโดยการกรอ

4.1.3 วิธีเตรียมผิวพอร์ซเลนโดยการกรอ ร่วมกับการใช้ไซเลนไพโรเมอร์

4.1.4 วิธีเตรียมผิวพอร์ซเลนโดยการกรอ ร่วมกับการใช้กรดและไซเลนไพโรเมอร์

### 2. ตัวแปรตาม (dependent variable)

ตัวแปรตามของการวิจัยนี้ คือ กำลังแรงยึดแบบเฉือน/ปอก ซึ่งได้จากการคำนวณขนาดของแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร

## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย (mean :  $\bar{X}$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือน/ปอกของแบร็กเกตทั้ง 4 กลุ่ม หน่วยเป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ( $N/mm^2$ )

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบเฉือน/ปอก ของแบร็กเกตที่ติดพอร์ซเลนที่ผ่านการเตรียมผิวด้วยวิธีการต่างกัน ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และถ้าผลของการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน จะทดสอบความแตกต่างของแต่ละคู่ด้วยสถิติ Scheffe's test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย