

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1. ฟันกรามซี่สุดท้ายของมนุษย์ที่ถูกถอน ไม่มีรอยผุและรอยบูรณะใดๆมาก่อนจำนวน 120 ซี่
2. สารบอนด์ ยี่ห้อ Excite (Ivoclar Vivadent Inc., New York, USA)
3. สารบอนด์ ยี่ห้อ Excite DSC (Ivoclar Vivadent Inc., New York, USA)
4. สารบอนด์ ยี่ห้อ One-Step (Bisco Inc., Illinois, USA)
5. วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Luxacore dual-cure (DMG, Hamburg, Germany)
6. วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง ยี่ห้อ Luxacore (DMG, Hamburg, Germany)
7. กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 32 (Bisco Inc., Illinois, USA)
8. กระดาษทรายซิลิคอนคาร์ไบด์ความละเอียด 80 (Struers, Copenhagen, Denmark)
9. กระดาษทรายซิลิคอนคาร์ไบด์ความละเอียด 400, 600 (Buehler, Lake Bluff, USA)
10. ท่อพีวีซี ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขอบนอก 22 มิลลิเมตร สูง 25 มิลลิเมตร
11. เรซินใสชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง
12. ปากกาหมึกชนิดทึบน้ำ (STAEDTLER permanent, Nuernberg, Germany)
13. เทปกาวสีดำ
14. เทปกาวสองหน้าชนิดบางแบบใส
15. แท่นพิมพ์ที่มีแกนตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร
16. แผ่นแก้วใส ที่มีความหนา 0.1 มิลลิเมตร
17. ซิลิโคน
18. น้ำกลั่น
19. สารละลายไทมอล เข้มข้นร้อยละ 0.01
20. ฟิล์มถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (100 TMAX, Kodak professional, New York, USA)

## อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ตู้เก็บอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
2. ตู้เก็บอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (Memmert, Schwabach, Germany)
3. เครื่องกรอบแบบเร็ว รวมทั้งหัวเป่าลมและน้ำแบบ 3 ทาง (Airtor, three way syringe)
4. หัวกรอกากเพชร รูปร่างทรงกระบอก หมายเลข #009 (Meisinger, Neuss, Germany)
5. ด้ามมีด และใบมีดเบอร์ 12
6. เครื่องมือแต่งรูปร่างและบูรณะเรซินคอมโพสิต (CV-IPC, HuFridy, Illinois, USA)
7. เครื่องเจาะรู เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร
8. ท่อโลหะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขอบในประมาณ 22 มิลลิเมตร
9. เครื่องทดสอบสากล (Instron universal testing machine, Instron corporation, USA)
10. เครื่องขัดผิววัสดุ (Polishing machine, IMPTECH DPS3200, Sunward Park, South Africa)
11. เครื่องฉายแสง (Elipar Trilight, 3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA)
12. เครื่องตรวจสอบความเข้มแสงของเครื่องฉายแสง (Optilux radiometer, model 100, Kerr, California, USA)
13. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Zoom stereo microscope, model EMZ-5TR, Meiji techno Co. Ltd., Saitama, Japan)
14. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JSM 5410LV, JEOL, Tokyo, Japan)
15. เครื่องเคลือบตัวอย่างด้วยทอง (JFC-1200 Fine Coater, JEOL, Tokyo, Japan)
16. เครื่องกำจัดความชื้น (Auto-Desiccator Cabinet, Bel-Art Products, New Jersey, USA)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## วิธีวิจัย

### 1. การเก็บและเลือกพื้นที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองนี้ศึกษาในพืชมกรามที่สุกที่สุดทำของมนุษย์ที่ถูกถอน ไม่มีรอยผุและรอยบุรณะใดๆมาก่อน นำมาทำความสะอาดโดยกำจัดเลือดและเนื้อเยื่อที่ติดอยู่ที่พื้นออกจนหมดจำนวน 120 ซี่ เก็บในสารละลายไทมอล (thymol solution) ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำมาใช้ในการทดลองภายใน 1 เดือนหลังจากถูกถอน

### 2. การเตรียมชิ้นทดลอง

2.1. ทำการกรอตัดปุ่มยอดฟันด้วยเครื่องกรอแบบเร็วร่วมกับหัวกรอจากเพชร รูปร่างทรงกระบอก หมายเลข #009 ให้ได้ระดับเดียวกับหลุมกลางฟัน (central pit) ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยระนาบด้านบดเคี้ยวเป็นพื้นผิวเรียบตั้งฉากกับแกนในแนวตั้ง (vertical plane) ของฟัน

2.2. นำพื้นที่ใช้ในการทดลองไปฝังลงในท่อพีวีซี ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขอบนอกประมาณ 22 มิลลิเมตร สูง 25 มิลลิเมตร ทำการยึดด้วยเรซินชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองโดยผสมเรซินหล่อใสชนิดพิเศษกับตัวเร่งในอัตราส่วน 100 กรัม ต่อ 1 กรัม ระหว่างที่เรซินเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวจะแช่ไว้ในน้ำเพื่อป้องกันความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาการแข็งตัว

2.3. ทำการวัดให้ได้ระดับความลึกจากหลุมกลางฟันประมาณ 2 มิลลิเมตร ทำเครื่องหมายด้วยปากกามีกชนิดทึบน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 3 แล้วทำการตัดฟันด้วยเครื่องขัดผิวฟันโดยใช้ท่อโลหะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขอบในประมาณ 22 มิลลิเมตร เป็นตัวจับท่อพีวีซีที่มีพื้นทดลองฝังอยู่ ดังแสดงในภาพที่ 4 นำไปใส่ในตัวจับของเครื่องขัดผิววัสดุเพื่อให้ได้ระนาบตั้งฉากกับแกนแนวตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 5,6 ใช้กระดาษทรายซิลิคอนคาร์ไบด์ความละเอียด 80 กริตโดยมีน้ำไหลผ่าน ชัดจนถึงระดับที่ทำเครื่องหมายไว้ที่ความลึกจากหลุมกลางฟันประมาณ 2 มิลลิเมตร นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า เพื่อตรวจสอบว่ากำจัดเคลือบฟันด้านบดเคี้ยวออกจนหมด โดยพื้นผิวด้านบดเคี้ยวที่ได้จะต้องไม่มีลักษณะโปร่งแสง มันวาวของเคลือบฟันเหลืออยู่

2.4. ทำการขัดส่วนเนื้อฟันด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ โดยใช้กระดาษทรายซิลิคอนคาร์ไบด์ความละเอียด 400 กริต โดยมือน้ำไหลผ่าน ด้วยความเร็ว 250 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วินาที หลังจากนั้นขัดต่อด้วยกระดาษทรายซิลิคอนคาร์ไบด์ความละเอียด 600 กริต โดยมือน้ำไหลผ่าน ด้วยความเร็ว 250 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วินาที

2.5. แบ่งฟันโดยการสุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 40 ซี่ สำหรับสารบอนด์ 3 ชนิด ได้แก่ Excite, Excite DSC และ One-Step การทำสารบอนด์แต่ละชนิดมีขั้นตอนการใช้ตามตารางที่ 1

แต่ละกลุ่มทำการแบ่งฟันโดยวิธีการสุ่มออกเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 20 ซี่ โดยกลุ่มหนึ่งทำการฉายแสงหลังจากทาสารบอนด์ก่อนการใส่วัสดุเรซินคอมโพสิต ด้วยเครื่องฉายแสงที่มีความเข้มแสงประมาณ 500 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ( $mW/cm^2$ ) โดยจะวัดค่าความเข้มแสงด้วยเครื่องวัดความเข้มแสงทุกรอบของการใช้งาน 10 ครั้ง ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งไม่ฉายแสงก่อนทาสารบอนด์ใช้เทปกาวสีดำเจาะรูด้วยเครื่องเจาะรูให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร นำไปติดบนเนื้อฟันตรงตำแหน่งกึ่งกลางพื้นที่หน้าตัดของเนื้อฟันที่ต้องการทำการยึดติดเพื่อกำหนดขอบเขตในการยึดติด

2.6. นำเทปกาวสองหน้าชนิดบางแบบใสที่เจาะรูด้วยเครื่องเจาะรู ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร ไปติดทับบนเทปกาวสีดำ โดยให้รูที่เจาะอยู่ตรงตำแหน่งเดียวกัน เพื่อใช้ยึดแม่แบบซิลิโคนที่จะใช้ในการเติมวัสดุเรซินคอมโพสิต

2.7. นำแม่แบบซิลิโคนที่เตรียมจากแท่นพิมพ์ที่มีแกนตรงกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร ซึ่งจะได้แบบซิลิโคนที่มีรูตรงกลางเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร สูง 3 มิลลิเมตร เป็นแม่แบบในการเติมวัสดุเรซินคอมโพสิต นำไปยึดติดบนเทปกาวสองหน้า โดยให้ตำแหน่งรูตรงกลางตรงกับรูที่เจาะบนเทปกาว

2.8. นำฟันจากกลุ่มการทดลองที่ได้มาแบ่งโดยการสุ่มเป็นอีก 2 กลุ่มย่อย โดยฟัน 10 ซี่ จากแต่ละกลุ่มนำมาเติมด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Luxacore dual-cure โดยเติมให้เต็มรูตรงกลางของแม่แบบซิลิโคน ซึ่งจะได้วัสดุที่มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร วางแผ่นแก้วใสที่มีความหนา 0.1 มิลลิเมตรให้แนบกับวัสดุ แล้ววางปลายเครื่องฉายแสงบนแผ่นแก้วใส ฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที ฟันที่เหลืออีก 10 ซี่จากแต่ละกลุ่ม นำมาเติมด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองยี่ห้อ Luxacore โดยเติมให้เต็มรูตรงกลางของแม่แบบซิลิโคน ซึ่งจะได้วัสดุที่มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตรโดยไม่ต้องฉายแสง เก็บไว้ในที่มืดที่แสงผ่านไปถึงเป็นเวลา 10 นาที จนวัสดุบ่มตัวสมบูรณ์

ดังนั้นจะได้กลุ่มทดลองทั้งหมดรวม 12 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 (Exc L-DC) ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาที ให้ลักษณะผิวฟันมีความชื้นเล็กน้อย (moist dentin) ทาสารแอทซีซีฟี่ยี่ห้อ Excite ฤเบาๆเป็นเวลา 20 วินาที โดยเติมสารแอทซีซีฟี่ทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที ฉายแสง 20 วินาที ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Luxacore dual-cure ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร ฉายแสง 40 วินาที

กลุ่มที่ 2 (Exc NL-DC) ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาที ให้ลักษณะผิวฟันมีความชื้นเล็กน้อย ทาสารแอทซีซีฟี่ยี่ห้อ

Excite ๓๒ เป็นเวลา 20 วินาที โดยเติมสารแอทซีทีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที ไม่ฉายแสง ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Luxacore dual-cure ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร ฉายแสง 40 วินาที

กลุ่มที่ 3 (Exc L-SC) ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความขรุขระเล็กน้อย ทาสารแอทซีทีฟยี่ห้อ Excite ๓๒ เป็นเวลา 20 วินาที โดยเติมสารแอทซีทีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที ฉายแสง 20 วินาที ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองยี่ห้อ Luxacore ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร เก็บไว้ในที่มีด 10 นาที

กลุ่มที่ 4 (Exc NL-SC) ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความขรุขระเล็กน้อย ทาสารแอทซีทีฟยี่ห้อ Excite ๓๒ เป็นเวลา 20 วินาที โดยเติมสารแอทซีทีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที ไม่ฉายแสง ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองยี่ห้อ Luxacore ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร เก็บไว้ในที่มีด 10 นาที

กลุ่มที่ 5 (DSC L-DC) ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความขรุขระเล็กน้อย จุ่มปลายพู่กันที่มีตัวกระตุ้นลงในสารแอทซีทีฟ ยี่ห้อ Excite DSC ผสมกัน 5 วินาที ทาในโพรงฟันโดยเบาๆ 10 วินาที ฉายแสง 20 วินาที ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Luxacore dual-cure ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร ฉายแสง 40 วินาที

กลุ่มที่ 6 (DSC NL-DC) ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความขรุขระเล็กน้อย จุ่มปลายพู่กันที่มีตัวกระตุ้นลงในสารแอทซีทีฟ ยี่ห้อ Excite DSC ผสมกัน 5 วินาที ทาในโพรงฟันโดยเบาๆ 10 วินาที ไม่ฉายแสง ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Luxacore dual-cure ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร ฉายแสง 40 วินาที

กลุ่มที่ 7 (DSC L-SC) ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความขรุขระเล็กน้อย จุ่มปลายพู่กันที่มีตัวกระตุ้นลงในสารแอทซีทีฟ ยี่ห้อ Excite DSC ผสมกัน 5 วินาที ทาในโพรงฟันโดยเบาๆ 10 วินาที ฉายแสง 20 วินาที ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองยี่ห้อ Luxacore ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร เก็บไว้ในที่มีด 10 นาที

กลุ่มที่ 8 (DSC NL-SC) ทาด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความขรุขระเล็กน้อย จุ่มปลายพู่กันที่มีตัว

กระตุ้นลงในสารแอทซีทีฟ ยี่ห้อ Excite DSC ผสมกัน 5 วินาที ทำในโพรงฟันโดยดูเบาๆ 10 วินาที ไม่ฉายแสง ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองยี่ห้อ Luxacore ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร เก็บไว้ในที่มืด 10 นาที

กลุ่มที่ 9 (OS L-DC) ทำด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความชื้นเล็กน้อย ทาสารแอทซีทีฟยี่ห้อ One-Step ดูเบาๆเป็นเวลา 10 วินาที โดยเติมสารแอทซีทีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 10 วินาที ฉายแสง 10 วินาที ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Luxacore dual-cure ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร ฉายแสง 40 วินาที

กลุ่มที่ 10 (OS NL-DC) ทำด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความชื้นเล็กน้อย ทาสารแอทซีทีฟยี่ห้อ One-Step ดูเบาๆเป็นเวลา 10 วินาที โดยเติมสารแอทซีทีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 10 วินาที ไม่ฉายแสง ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Luxacore dual-cure ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร ฉายแสง 40 วินาที

กลุ่มที่ 11 (OS L-SC) ทำด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความชื้นเล็กน้อย ทาสารแอทซีทีฟยี่ห้อ One-Step ดูเบาๆเป็นเวลา 10 วินาที โดยเติมสารแอทซีทีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 10 วินาที ฉายแสง 10 วินาที ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองยี่ห้อ Luxacore ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร เก็บไว้ในที่มืด 10 นาที

กลุ่มที่ 12 (OS NL-SC) ทำด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 32 เป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 3 วินาทีให้ลักษณะผิวฟันมีความชื้นเล็กน้อย ทาสารแอทซีทีฟยี่ห้อ One-Step ดูเบาๆเป็นเวลา 10 วินาที โดยเติมสารแอทซีทีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 10 วินาที ไม่ฉายแสง ใส่วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองยี่ห้อ Luxacore ให้มีความหนา 3 มิลลิเมตร เก็บไว้ในที่มืด 10 นาที

รายละเอียดกลุ่มทดลองต่างๆได้แสดงสรุปไว้ตามตารางที่ 1

2.9. ภายหลังการยึดติดกับวัสดุเรซินคอมโพสิต นำฟันทดลองที่ได้ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอเพื่อตรวจดูว่าบริเวณยึดติด (bonding area) มีส่วนเกินของสารบอนด์หรือไม่ ถ้าพบว่ามีส่วนเกินทำการกำจัดด้วยมีดเบอร์ 12 โดยไม่ให้มีแรงไปกระทำต่อชิ้นวัสดุ

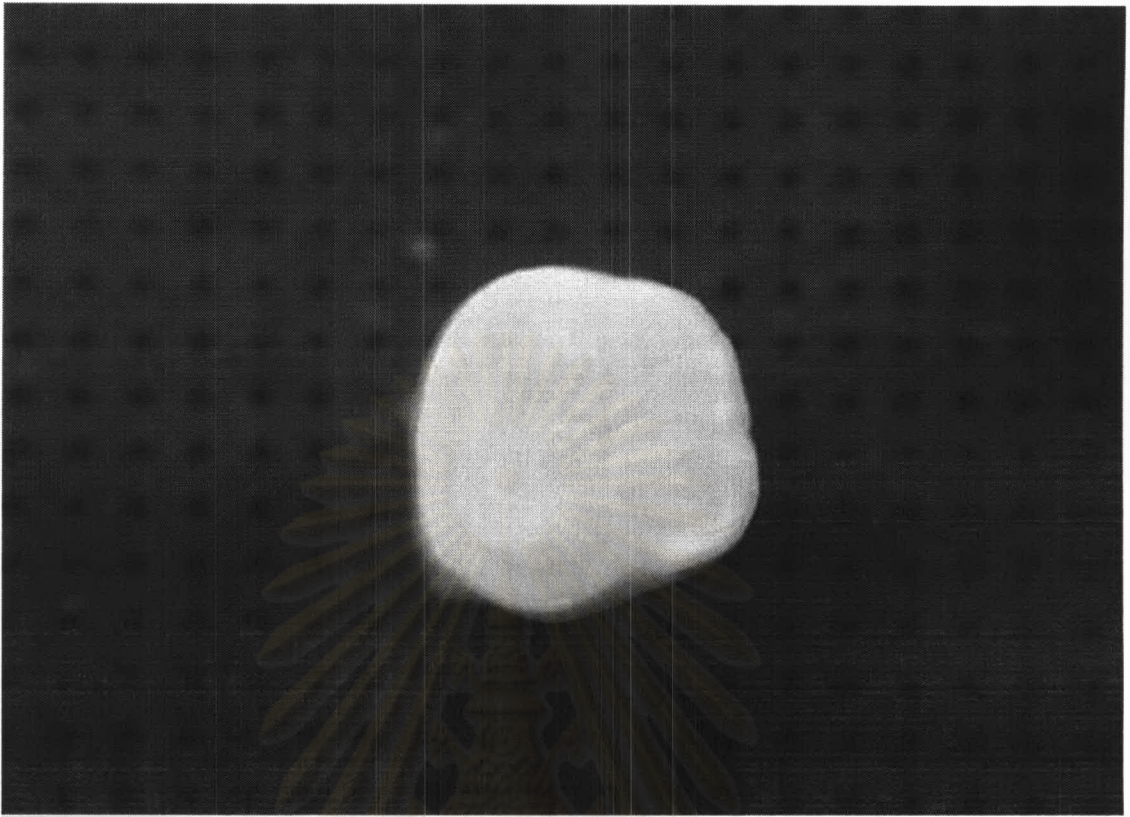
2.10. นำฟันทดลองทั้งหมดไปเก็บไว้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่ม

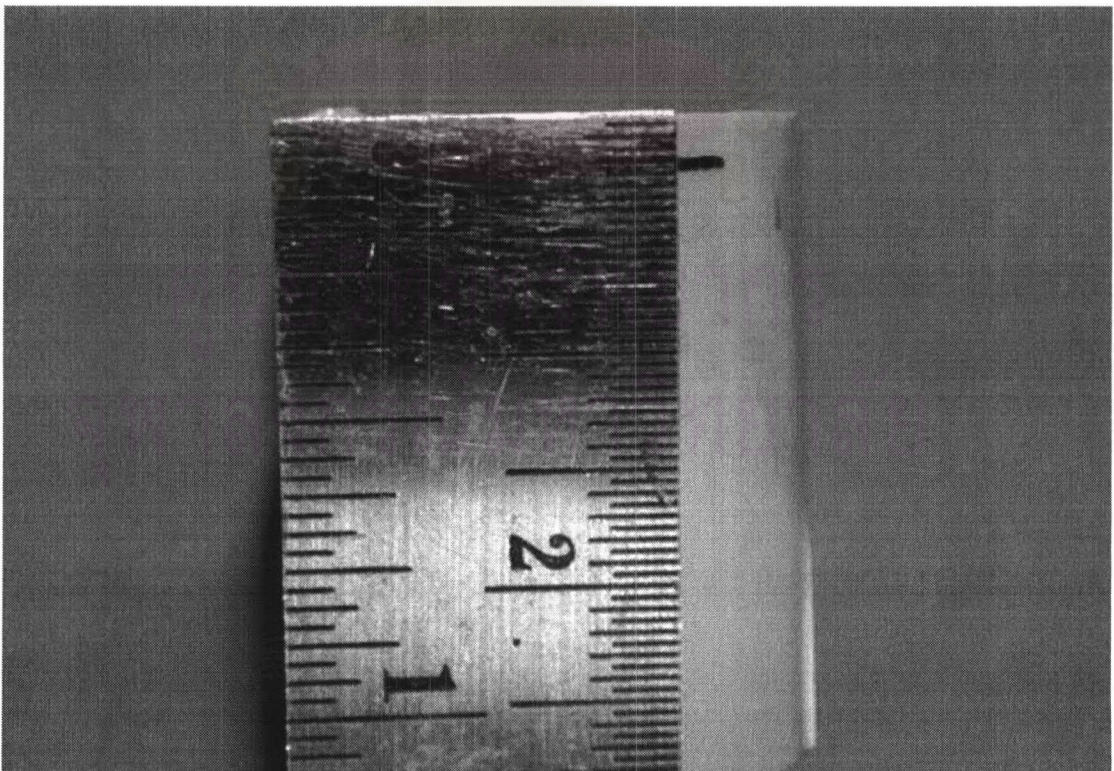
กลุ่มที่	สารบอนด์	ขั้นตอนการใช้	ฉายแสงหลังจาก ทาสารบอนด์	วัสดุบูรณะ
1	Excite	ทากรด 15 วินาที ล้างน้ำออก เป่าลมเบาๆ	✓ (20s)	Dual-cure
2		ทาสารแอทธีซีฟ อนุเบาๆเป็นเวลา 20 วินาที	✗	
3		โดยเติมสารแอทธีซีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที	✓ (20s)	Self-cure
4			✗	
5	Excite DSC	ทากรด 15 วินาที ล้างน้ำออก เป่าลมเบาๆ	✓ (20s)	Dual-cure
6		จุ่มปลายพู่กันที่มีตัวกระตุ้น ลงใน สารแอทธีซีฟที่บ่มตัวด้วยแสง ผสมกัน 5 วินาที ทาใน โพรงฟันโดยอนุเบาๆ 10 วินาที	✗	
7			✓ (20s)	Self-cure
8			✗	
9	One-Step	ทากรด 15 วินาที ล้างน้ำออก เป่าลมเบาๆ	✓ (10s)	Dual-cure
10		ทาสารแอทธีซีฟอนุเบาๆเป็นเวลา 10 วินาที	✗	
11		โดยเติมสารแอทธีซีฟทุก 5 วินาที เป่าลมเบาๆ 10 วินาที	✓ (10s)	Self-cure
12			✗	

ตารางที่ 2 องค์ประกอบและค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของสารบอนด์แต่ละชนิดที่ใช้ในการทดลอง

สารบอนด์	องค์ประกอบ	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)
Excite	HEMA, dimethacrylates, phosphonic acid acrylate, highly dispersed silicon dioxide, initiators and stabilizers in an alcohol solution	2.3
Excite DSC	Liquid: HEMA, dimethacrylates, phosphonic acid acrylate, highly dispersed silicon dioxide, initiators and stabilizers in an alcohol solution Brush: coated with initiators	2.3
One-Step	BPDM, BIS-GMA, HEMA, and acetone	3.7

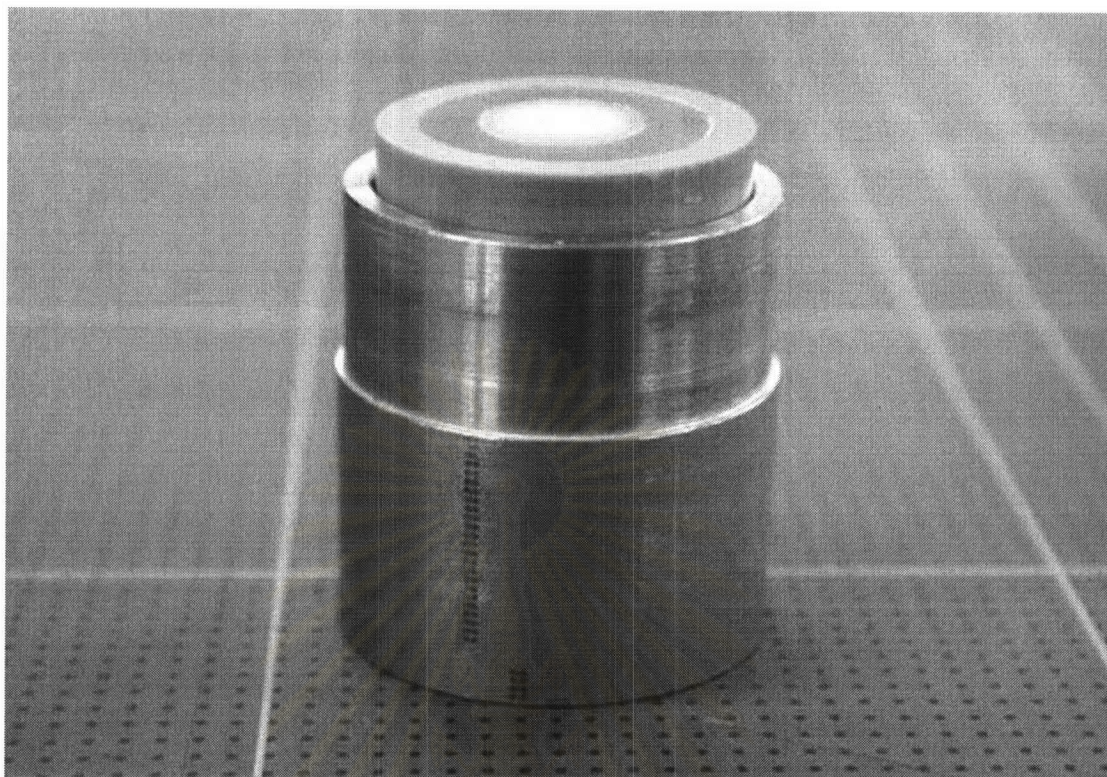


ภาพที่ 2 แสดงการกดอัดปมยดพื้นให้ไ้ระดับเดียวกับหลุมกลางพื้น



ภาพที่ 3 แสดงการวัดระดับความลึกจากหลุมกลางพื้นประมาณ 2 มิลลิเมตร

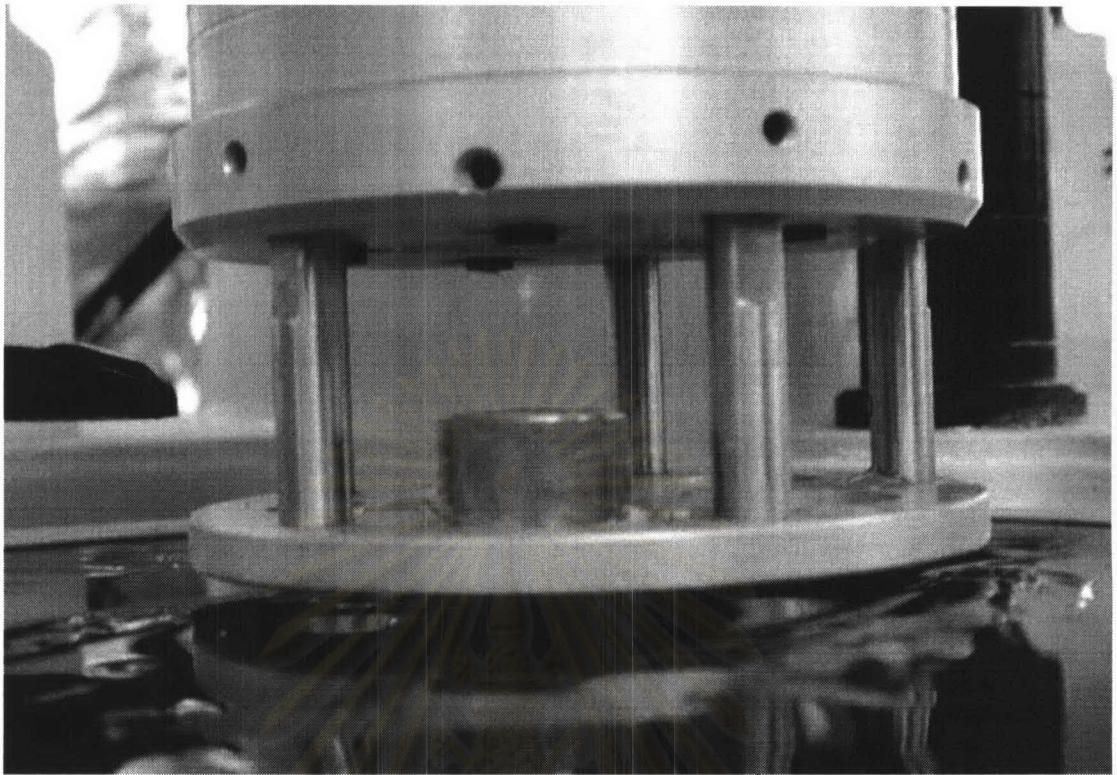




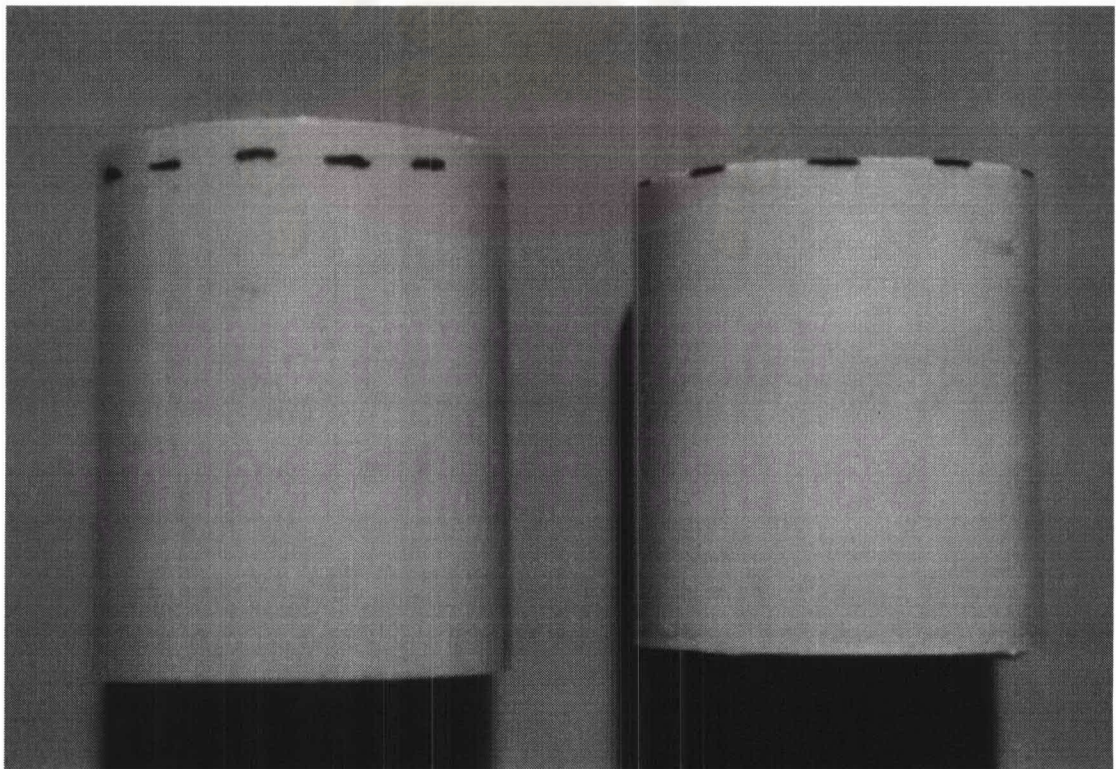
ภาพที่ 4 แสดงท่อโลหะที่ใช้จับท่อพีวีซีที่มีพื้นทดลองฝังอยู่



ภาพที่ 5 แสดงเครื่องขัดผิววัสดุ



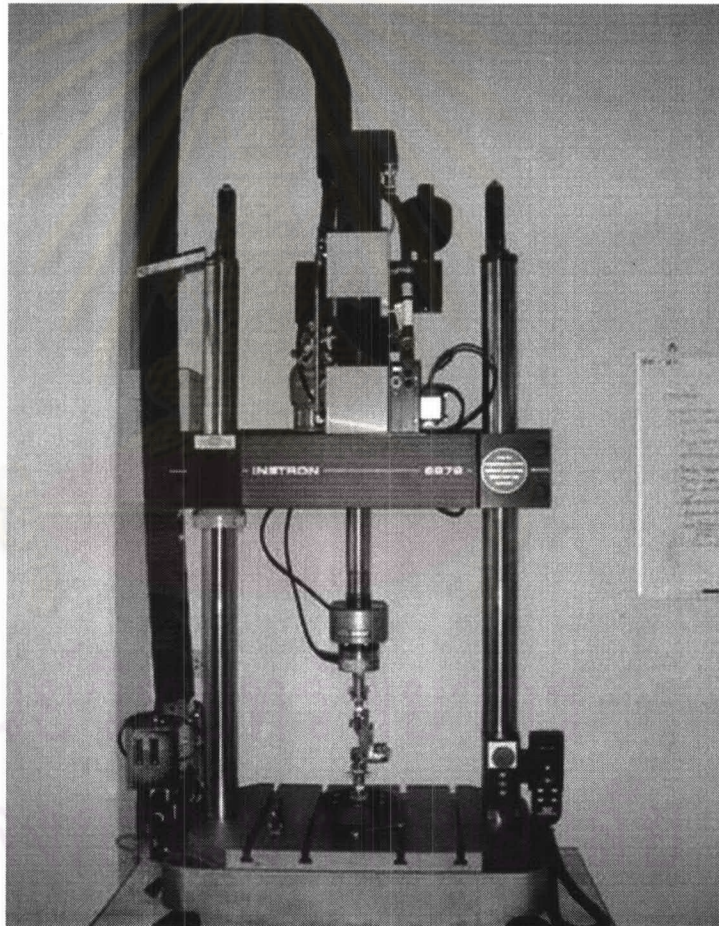
ภาพที่ 6 แสดงการตัดฟันด้วยเครื่องตัดฟันให้ได้ระนาบตั้งฉากกับแกนแนวตั้ง



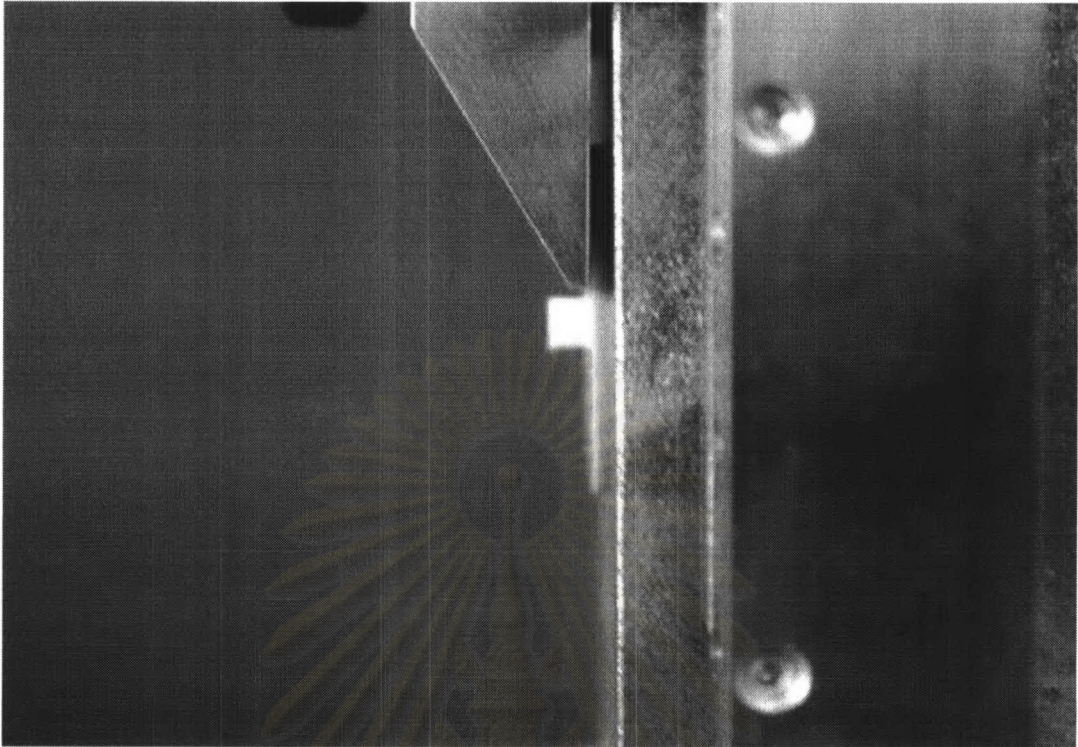
ภาพที่ 7 แสดงบล็อกฟันเปรียบเทียบก่อนและหลังตัดให้ได้ระดับความลึกจากหลุมกลางฟันประมาณ 2 มิลลิเมตร

### 3 การทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อม

นำพืชนทดลองที่เตรียมมายึดกับตัวจับสำหรับอุปกรณ์ทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อม โดยให้แนวระนาบของปลายมีดทดสอบแรงเฉือน (shearing blade) ขนานกับรอยต่อระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน และอยู่ห่างประมาณ 0.5 มิลลิเมตร (ดังภาพที่ 9) แล้วนำไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อม (Instron universal testing machine) ที่ความเร็วในการเคลื่อนหัวทดสอบ (crosshead speed) 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที จนชิ้นงานเกิดการหลุดจากกัน บันทึกค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อมที่ได้เป็นหน่วยเมกะปาสคาล (MPa)



ภาพที่ 8 แสดงเครื่องทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเชื่อม



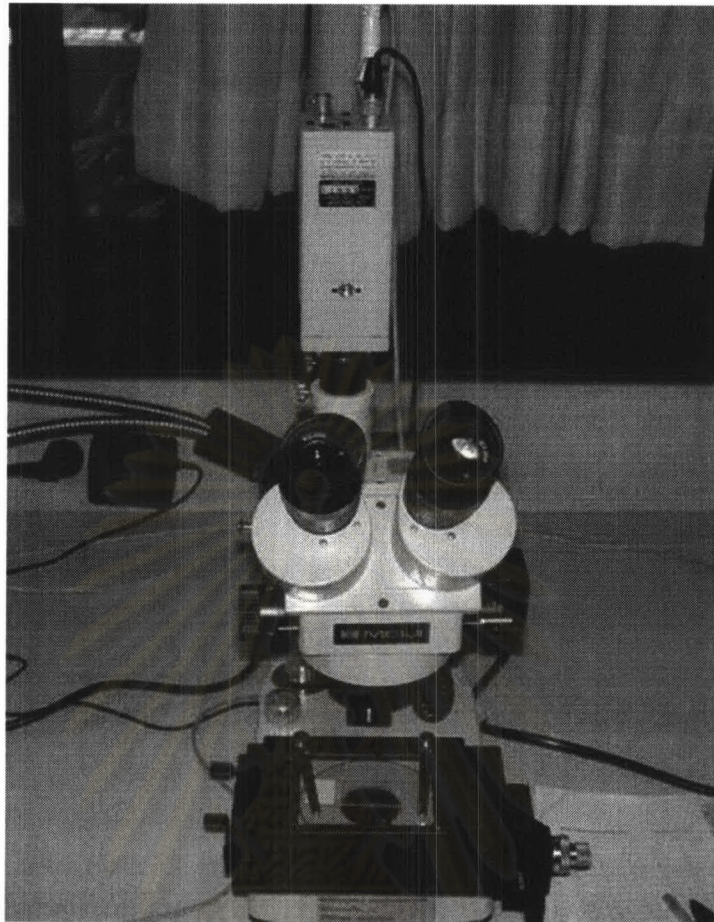
ภาพที่ 9 แสดงการยึดบล็อกฟันทดลองกับเครื่องทดสอบให้แนวระนาบของปลายมีด  
ทดสอบแรงเฉือนขนานกับรอยต่อระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน

#### 4. การตรวจลักษณะความล้มเหลว

หลังเกิดการแตกหัก นำฟันทดลองที่ทำการทดสอบและชิ้นเรซินคอมโพสิตที่แตกหักไปตรวจสอบดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า เพื่อตรวจดูลักษณะความล้มเหลวที่เกิดขึ้น ดังนี้ (Price, Doyle และ Murphy, 2000)

- ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างวัสดุกับเนื้อฟัน (adhesive failure) หมายถึง ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นโดยมีการแตกหักระหว่างรอยต่อเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตมากกว่าร้อยละ 70
- ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในเนื้อฟัน (cohesive failure in dentin) หมายถึง ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นโดยมีการแตกหักในชั้นของเนื้อฟันมากกว่าร้อยละ 70
- ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในชั้นของเรซิน (cohesive failure in resin) หมายถึง ความล้มเหลวที่เกิด โดยมีการแตกหักในชั้นของสารบอนด์หรือเรซินคอมโพสิตมากกว่าร้อยละ 70
- ความล้มเหลวในลักษณะผสม (mixed failure) หมายถึง ความล้มเหลวที่เกิด โดยมีการแตกหักในลักษณะผสม โดยแต่ละส่วนมีมากกว่าร้อยละ 30

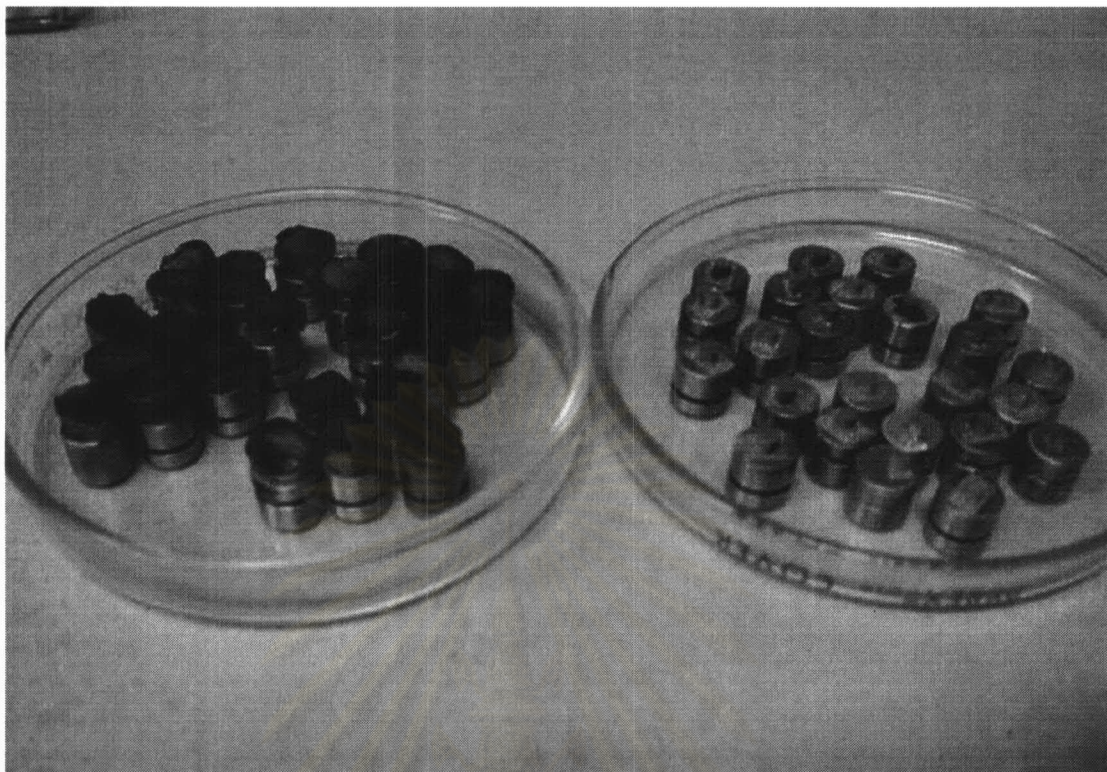
บันทึกลักษณะการแตกหักที่พบ



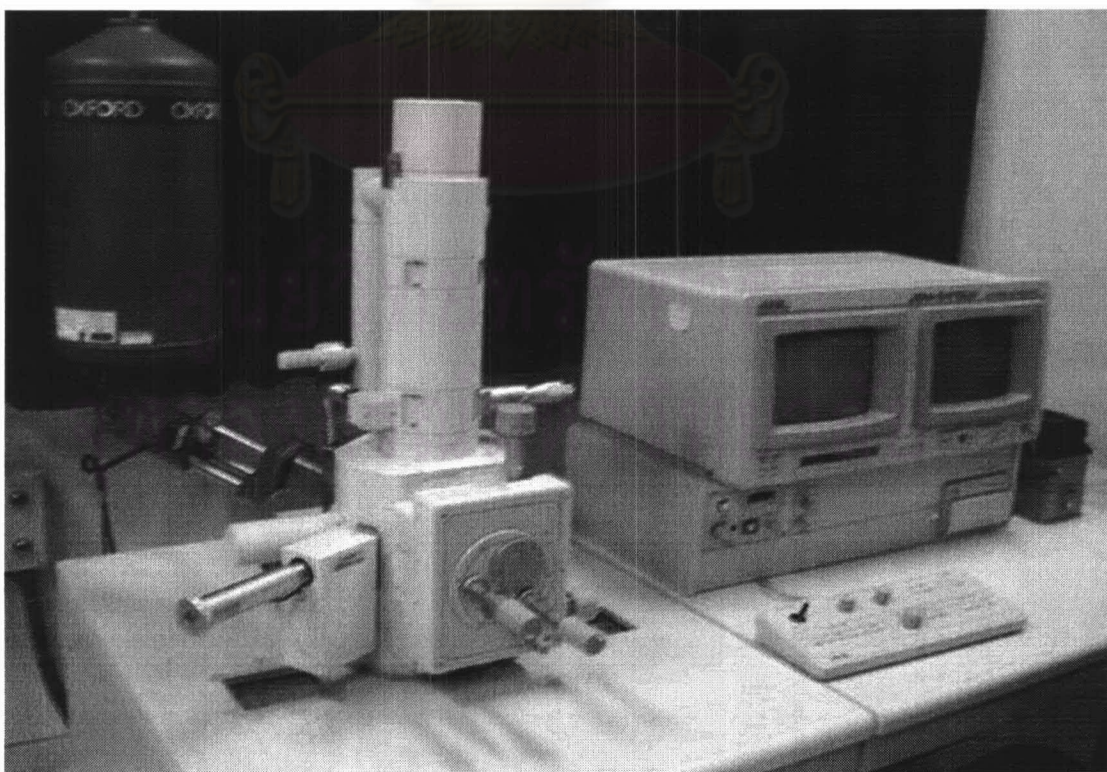
ภาพที่ 10 แสดงการตรวจลักษณะความล้มเหลวด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

5. การตรวจดูลักษณะพื้นผิวของการยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

สุ่มเลือกพื้นที่ทำการทดลองและชิ้นเรซินคอมโพสิตที่แตกหักกลุ่มละ 2 ตัวอย่าง เพื่อนำไปตรวจดูลักษณะพื้นผิวของการยึดติด ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) ทำการกำจัดท่อพีวีซีและเรซินที่ขึ้นตัวอย่างฝังอยู่เพื่อนำชิ้นตัวอย่างออกมา นำชิ้นตัวอย่างที่ได้ไปทำให้แห้งด้วยเครื่องกำจัดความชื้นเป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปเข้าเครื่องเคลือบตัวอย่างด้วยทอง แล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 3500 เท่า บันทึกลักษณะพื้นผิวที่พบ



ภาพที่ 11 แสดงชิ้นตัวอย่างหลังจากนำไปเคลือบด้วยทอง เพื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



ภาพที่ 12 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้ค่าสถิติแบบพารามेटริกซ์ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง (Three Way ANOVA) โดยมีชนิดของสารบอนด์ การฉายแสงหรือไม่ฉายแสงที่สารบอนด์ก่อนการบ่มด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต และชนิดของเรซินคอมโพสิตเป็นปัจจัยที่ต้องการทดสอบ และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way ANOVA) ร่วมกับการใช้การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison) สำหรับทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม โดยในกรณีที่ความแปรปรวนของประชากรเท่ากันจะใช้การเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดบอนเฟอโรน (Bonferroni) และในกรณีที่ประชากรอย่างน้อย 1 กลุ่มที่มีความแปรปรวนต่างจากกลุ่มอื่นๆ จะใช้การเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดแทมเฮนส์ ที่ 2 (Tamhane's T2) โดยกำหนดค่านัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) ในการวิจัยนี้ ทำการวิเคราะห์ความแข็งแรงพันธะเฉือนโดยใช้โปรแกรม เอส พี เอส เวอร์ชัน 10 (SPSS Version 10)



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย