

ค่าความแข็งแรงดึงยืดและการรั่วซึมของสารยึดเรซินชนิดกรดกั้ดรวม



นางสาว อรุษา วลีพิทักษ์เดช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-1941-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 25194409

TENSILE BOND STRENGTH AND MICROLEAKAGE  
OF TOTAL-ETCHED RESIN-ADHESIVES

Miss Onusa Waleepitackdej

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Prosthodontics

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-14-1941-4

481852

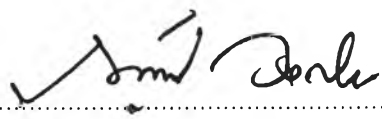
หัวข้อวิทยานิพนธ์                   ค่าความแข็งแรงดึงยึดและการรั่วซึมของสารยึดเรซินชนิดกรดกั้ดรวม  
โดย   นางสาวอรอุษา วลีพิทักษ์เดช  
สาขาวิชา                               ทันตกรรมประดิษฐ์  
อาจารย์ที่ปรึกษา                       รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.มรกต เปี่ยมใจ

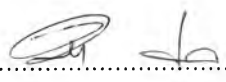
---

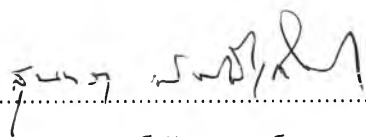
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับ  
นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

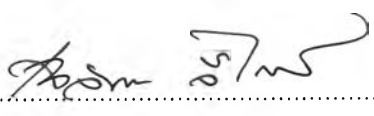
  
.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รุติมา ภูศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. มรกต เปี่ยมใจ)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. สุนทรา พันธุ์มีเกียรติ)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ เฉลิมพล ลีโวโรจน์)

อรรุษา วลีพิทักษ์เดช : ค่าความแข็งแรงดึงยึดและการรั่วซึมของสารยึดเรซินชนิดกรดกัด  
รวม. (TENSILE BOND STRENGTH AND MICROLEAKAGE OF TOTAL-ETCHED  
RESIN-ADHESIVES) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ทพญ. ดร. มรกต เปี่ยมใจ, 156 หน้า. ISBN  
974-14-1941-4.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึดของ 1) ผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซิน 2) ผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซิน และเปรียบเทียบการรั่วซึมของ 1) ฟันที่บูรณะด้วยชั้นอินเลย์ 2) ฟันที่บูรณะด้วยการอุด โดยใช้สารยึดเรซินแตกต่างกัน 7 กลุ่ม คือ กลุ่มซูเปอร์บอนด์ เรซินชนิดไฟร์เมตาเอมเอทีบีบีเมื่อทำการปรับสภาพผิวฟันด้วยสารละลายเพอริกคลอไรด์ร้อยละ 1 ในกรดซิตรีก ร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 วินาที (กลุ่ม 1-1-10s) 30 วินาที (กลุ่ม 1-1-30s) 60 วินาที (กลุ่ม 1-1-60s) ออลบอนด์ทูรวมกับดูโวลิงคิซีเมนต์ (กลุ่มออลบอนด์) ซิงเกิลบอนด์ทูรวมกับรีไลเอกซ์เออาซีซีเมนต์ (กลุ่มซิงเกิลบอนด์) และ เอคิวบอนด์พลัสร่วมกับเมทาฟิวไฟล (กลุ่มเอคิวบอนด์) **วิธีทดสอบค่าแรงดึงยึด** 1) ทำโดยสร้างระนาบบนเคลือบฟันด้านแก้มบนฟันกรามแท้ของมนุษย์ด้วยหัวกรอเว็กรากเพชรแล้วสุ่มขึ้นฟันมายึดกับแท่งพีเอมเอมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. ด้วยสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม (กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง) 2) เตรียมชิ้นฟันที่ประกอบด้วยเคลือบฟันและเนื้อฟันแล้วสุ่มขึ้นฟันมายึดกับแท่งพีเอมเอมด้วยสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม จากนั้นเตรียมชิ้นตัวอย่างเป็นรูปดัมเบลโดยมีพื้นที่ตัดขวางของผิวรอยต่อประมาณ  $2 \times 3$  มม.<sup>2</sup> (กลุ่มละ 6 ตัวอย่าง) นำชิ้นตัวอย่างจาก 1) และ 2) แช่น้ำที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาทดสอบค่าความแข็งแรงดึงยึดด้วยเครื่องทดสอบสากล ตรวจสอบตำแหน่งของการแตกหักและชั้นเชื่อมต่อระหว่างผิวฟันกับสารยึดเรซินด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด **วิธีทดสอบการรั่วซึม** ทำโดยเตรียมโพรงฟันรูปคลาสไฟฟ์โดยกำหนดตำแหน่งให้อยู่เหนือและใต้รอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟันอย่างละ 1 มม. 1) เตรียมชั้นอินเลย์ด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตโดยตรงจากโพรงฟัน และยึดด้วยสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม (กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง) 2) ทำการอุดโพรงฟันด้วยเรซินคอมโพสิต โดยใช้สารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม (กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง) นำฟันตัวอย่างทั้งหมดแช่น้ำที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเคลือบผิวทั้งหมดด้วยยาทาเล็บยกเว้นบริเวณเรซินคอมโพสิตและระยะห่างออกไป 1 มม.จากรอยต่อด้านบดเคี้ยวและด้านคอฟัน จากนั้นแช่ในสารละลายเบสิกฟลูออโรไรด์ร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 24 ชม. จึงนำมาวัดการรั่วซึมภายใต้กล้องจุลทรรศน์เดอริโอที่กำลังขยาย 50-200 เท่า นำค่าความแข็งแรงดึงยึดและระยะการรั่วซึมมาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) **ผลการทดลอง** พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงดึงยึดระหว่างผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซินกลุ่มซูเปอร์บอนด์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือกลุ่มออลบอนด์ และ 1-1-60s โดยกลุ่มที่กล่าวมาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มออลบอนด์ 1-1-60s และซิงเกิลบอนด์มีค่าความแข็งแรงดึงยึดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มซิงเกิลบอนด์ 1-1-10s และ 1-1-30s มีค่าความแข็งแรงดึงยึดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มเอคิวบอนด์มีค่าต่ำสุดและแตกต่างจากทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงดึงยึดระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซินกลุ่ม 1-1-60s มีค่าสูงสุด รองลงมาคือกลุ่ม 1-1-10s 1-1-30s ซูเปอร์บอนด์และซิงเกิลบอนด์ โดยกลุ่มที่กล่าวมาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างกับกลุ่มออลบอนด์และกลุ่มเอคิวบอนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบการแตกหักในชั้นดีมีเนอรอลไรซ์เดนทีนที่หลงเหลือในกลุ่มออลบอนด์และกลุ่มซิงเกิลบอนด์ และในชั้นไฮบริดสเมียร์ในกลุ่มเอคิวบอนด์ ไม่พบการรั่วซึมในกลุ่มซูเปอร์บอนด์ 1-1-10s 1-1-30s และ 1-1-60s ผลการเปรียบเทียบระยะรั่วซึมบริเวณรอยต่อสารยึดเรซินกับผิวเนื้อฟัน ในกลุ่มซิงเกิลบอนด์และกลุ่มออลบอนด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบการรั่วซึมบริเวณรอยต่อสารยึดเรซินกับเรซินคอมโพสิตในกลุ่มออลบอนด์และกลุ่มเอคิวบอนด์โดยค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระยะการรั่วซึมบริเวณรอยต่อเรซินและผิวเนื้อฟันของกลุ่มออลบอนด์พบว่าการบูรณะด้วยการอุดค่าการรั่วซึมสูงกว่าการบูรณะด้วยชั้นอินเลย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **สรุปผลการทดลอง** การเชื่อมผิวฟันด้วยสารยึดเรซินชนิดกรดกัดกรวมในกลุ่มซูเปอร์บอนด์ กลุ่ม 1-1-10s กลุ่ม 1-1-30s และกลุ่ม 1-1-60s ให้ชั้นไฮบริดที่สมบูรณ์ต่อเนื่องทำให้เกิดการรั่วซึมและให้ค่าแรงยึดที่ดี การเชื่อมเนื้อฟันกับสารยึดเรซินในกลุ่มออลบอนด์และกลุ่มซิงเกิลบอนด์ให้ชั้นเชื่อมต่อที่ไม่สมบูรณ์เหลือชั้นดีมีเนอรอลไรซ์เดนทีน จึงให้ค่าแรงยึดที่มีความแปรปรวนสูง และเกิดการรั่วซึมในบริเวณนี้ ในขณะที่ชั้นไฮบริดสเมียร์ในกลุ่มเอคิวบอนด์แม้จะทำให้ค่าแรงดึงยึดที่น้อยกว่าแต่สามารถป้องกันการรั่วซึมระหว่างผิวฟันกับสารยึดเรซินได้ จากการศึกษาข้างต้นพบว่าค่าเฉลี่ยแรงดึงยึดที่สูงของสารยึดเรซิน ไม่ได้บอถึงความสามารถในการป้องกันการรั่วซึมซึ่งมีความสำคัญมากในการทำนายการคงอยู่ในระยะยาวของฟันที่บูรณะ

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์  
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์  
ปีการศึกษา 2548

ลายมือชื่อนิสิต.....คพ. วลีพิทักษ์เดช.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

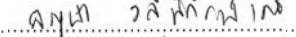
# # 46761318 : MAJOR PROSTHODONTIC DENTISTRY

KEY WORD: RESIN CEMENT / TENSILE BOND STRENGTH / LEAKAGE.

ONUSA WALEEPITACKDEJ : TENSILE BOND STRENGTH AND  
MICROLEAKAGE OF TOTAL-ETCHED RESIN-ADHESIVES. THESIS ADVISOR:  
ASSOC. PROF. MORAKOT PIEMJAI, Ph.D. 156 pp. ISBN 974-14-1941-4.

The objectives of this study were to compare: the tensile bond strength (TBS) of resin-adhesive to 1) enamel 2) enamel-dentin and microleakage of 1) direct inlays 2) fillings, using different 7 resin-adhesives; Super-Bond C&B (Super-Bond), 4-META/MMA-TBB resin with 1% ferric chloride in 1% citric acid for conditioning periods of 10 s (1-1-10s), 30 s (1-1-30s) and 60 s (1-1-60s), All-Bond 2 with Duolink cement (All-Bond), Single Bond 2 with RelyX ARC (Single-Bond) and AQ Bond Plus with Metafil FLO (AQ-Bond). **Materials and Methods** For tensile testing, 1) buccal surfaces of human molars were ground to create horizontally flat planes on enamel using diamond burs. PMMA rods with 5 mm diameter were randomly bonded on enamel surfaces using different resin-adhesives (n = 10). 2) Enamel-dentin bonded with PMMA rods were prepared and trimmed to mini-dumbbell shaped specimens with a bonded area of 2 x 3 mm<sup>2</sup> (n=6). All bonded specimens were stored in distilled water at 37 °C for 24 h before tensile loading using a universal testing machine. The fractured surfaces and hybridized layers were examined under a scanning electron microscope. For microleakage test, Class V cavities were prepared on axial surfaces of human molars with one margin in enamel and another in cementum. All cavities were randomly restored with either 1) direct resin-composite inlays or 2) resin-composite fillings, using different resin-adhesives (n = 10). After stored in distilled water at 37 °C for 24 h, specimens were coated with nail varnish, except for restorations and 1 mm away from occlusal and cervical margins, then immersed in 0.5 % basic fusin dye solution for 24 h. The distance of dye penetration was measured under stereomicroscopy at x50-200 magnifications. TBS and microleakage data were statistically analyzed at p < 0.05. **Results:** Means ± SD of TBS for enamel in descending order were Grs. Super-Bond, All-Bond, 1-1-60s, Single-Bond, 1-1-10s, 1-1-30s and AQ-Bond. No significant difference was found among Grs. Super-Bond, All-Bond, 1-1-60s; Grs. All-Bond, 1-1-60s, Single-Bond and Grs. 1-1-60s, Single-Bond, 1-1-10s, 1-1-30s. Group AQ-Bond had significantly lowest TBS. Means ± SD of TBS for enamel-dentin in descending order were Grs. 1-1-60s, 1-1-10s, 1-1-30s, Super-Bond, Single-Bond, All-Bond and AQ-Bond. No significant difference was found among Grs. 1-1-60s, 1-1-10s, 1-1-30s, Super-Bond, Single-Bond and Grs. Single-Bond, All-Bond, AQ-Bond. Leakage-free restorations were found in Grs. Super-Bond, 1-1-10s, 1-1-30s and 1-1-60s. No significant difference in microleakage distance at cementum margin between All-Bond and Single-Bond groups was demonstrated. Significant difference in leakage at cementum margin was found between direct inlays and fillings using All-Bond resin. Leakage at resin-restoration interface was found in All-Bond and AQ-Bond groups, between which no significant difference was revealed. **Conclusions:** Impermeable hybridized interfaces were formed in Grs. Super-Bond, 1-1-10s, 1-1-30s and 1-1-60s therefore no microleakage and high TBS were resulted. Bonding resin into dentin of All-Bond and Single-Bond groups provided permeable interfaces with microleakage and remaining demineralized dentin with high SD of TBS. Whereas the hybridized smear in AQ-Bond group lowered the TBS, no leakage along tooth-adhesive interface was found. This suggested that high TBS data was not represented the ability of leakage prevention which is important in terms of reliably predicting the long-term success of restored teeth.

Department of Prosthodontics

Student's signature..... 

Field of study Prosthodontics

Advisor's signature..... 

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลาย ๆ ฝ่าย ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อรองศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิง ดร. มรกต เปี่ยมใจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการให้คำแนะนำทางด้านวิชาการที่มีคุณค่าและการเขียนวิทยานิพนธ์ตลอดถึงสนับสนุนวัสดุในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วง

กรรมการทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่มีประโยชน์และแก้ไขวิทยานิพนธ์

อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ในการให้คำปรึกษาและแนะนำการใช้สถิติ

อาจารย์และบุคลากรทุกท่านในศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ ตลอดถึงวัสดุและเครื่องมือประกอบการวิจัย คลินิกนอกเวลาในการเก็บฟันตัวอย่าง และบริษัทชั้นเมดดิเคิล จำกัด บริษัท 3 เอ็ม ประเทศไทย จำกัด ในการอนุเคราะห์วัสดุ

บัณฑิตวิทยาลัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและทุกคนในครอบครัวของข้าพเจ้าที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

# สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....   | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....  | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ.....   | ฉ    |
| สารบัญ.....  | ช    |
| สารบัญตาราง.....   | ฌ    |
| สารบัญรูป.....   | ญ    |
| บทที่  |      |
| 1. บทนำ.....   | 1    |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                                  | 1    |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....   | 3    |
| สมมติฐานการวิจัย.....  | 4    |
| สมมติฐานทางสถิติ.....  | 5    |
| ข้อตกลงเบื้องต้น.....  | 6    |
| คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....                                     | 7    |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....                                       | 7    |
| 2. ทัศนวิธานวรรณกรรม.....  | 8    |
| การเชื่อมโยงของสารยึดเรซิน.....                                      | 8    |
| การเชื่อมโยงของสารยึดเรซินกับเคลือบฟัน.....                          | 8    |
| การเชื่อมโยงของสารยึดเรซินกับเนื้อฟัน.....                           | 9    |
| ระบบสารยึดเรซิน.....   | 15   |
| เคลือบฟันและเนื้อฟัน.....  | 17   |
| การออกแบบวิธีการวิจัย.....   | 19   |
| พื้นที่ใช้ทดสอบ.....   | 19   |
| การวัดค่าความแข็งแรงดึงยึดของสารยึดเรซินกับผิวฟัน.....               | 20   |
| การทดสอบการรั่วซึม.....  | 20   |
| การทำเทอร์โมไซคลิก.....  | 25   |
| 3. ระเบียบและวิธีการวิจัย.....                                       | 26   |
| ตอนที่ 1 การศึกษาความแข็งแรงดึงยึดของผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซิน..... | 26   |

|   |            |
|---|------------|
| ตอนที่ 2 การศึกษาความแข็งแรงดึงยึดของสารยึดเรซินกับเคลือบฟันและเนื้อฟัน..   | 32         |
| ตอนที่ 3 และ 4 การศึกษาเปรียบเทียบการรั่วซึมระดับไมโครเมตรเมื่อทำการ<br>บูรณะด้วยซินเรซินคอมโพสิตอินเลย์และเมื่อทำการบูรณะด้วยการอุดเรซินคอมโพ-<br>สิตโดยใช้สารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม.....  | 36         |
| <b>4. ผลการทดลอง.....</b>   | <b>39</b>  |
| ตอนที่ 1 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อระหว่างผิวของเคลือบ<br>ฟันกับสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม ผลการศึกษาบริเวณที่เกิดการแตกหักของชิ้น<br>ตัวอย่างในแต่ละกลุ่มและผลการศึกษาชั้นไฮบริดของเคลือบฟันก่อนและหลังแช่<br>สารละลายกรดไฮโดรคลอริก.....  | 39         |
| ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟัน<br>และเนื้อฟันกับสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม ผลการศึกษาบริเวณที่เกิดการแตกหักของ<br>ชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม และผลการศึกษาชั้นไฮบริดของเคลือบฟันและเนื้อฟัน<br>ก่อนและหลังแช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกและไซเดียมไฮโปคลอไรต์..... | 54         |
| ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟัน<br>ของสารยึดเรซินกับค่าความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและ<br>เนื้อฟันของสารยึดเรซินแต่ละกลุ่ม.....   | 79         |
| ตอนที่ 4 เปรียบเทียบระยะรั่วซึมระดับไมโครเมตรบริเวณรอยต่อสารยึดเรซินกับ<br>ผิวเคลือบฟันและผิวเนื้อฟันและผิวซินเรซินคอมโพสิตอินเลย์เมื่อทำการยึดด้วยสาร<br>ยึดเรซินแต่ละกลุ่ม.....   | 81         |
| ตอนที่ 5 เปรียบเทียบระยะรั่วซึมระดับไมโครเมตรบริเวณรอยต่อสารยึดเรซินกับ<br>ผิวเคลือบฟันและผิวเนื้อฟันและผิววัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้สารยึดแต่ละ<br>กลุ่ม.....   | 89         |
| ตอนที่ 6 เปรียบเทียบระยะรั่วซึมระหว่างการบูรณะด้วยซินเรซินคอมโพสิตอินเลย์<br>กับการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะชนิดเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้สารยึดเรซินจำแนกตาม<br>กลุ่ม.....  | 98         |
| <b>5. อภิปรายผลการวิจัย.....</b>  | <b>99</b>  |
| <b>6. สรุปผลการทดลอง.....</b>   | <b>107</b> |
| รายการอ้างอิง.....  | 109        |
| ภาคผนวก.....  | 113        |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....   | 156        |



## สารบัญตาราง

|             |  | หน้า |
|-------------|--|------|
| ตารางที่ 1  | แสดงน้ำหนักโมเลกุลและขนาดของโมเลกุลสารต่างๆ ไวรัส และแบคทีเรียเทียบกับขนาดของรูพรุนในชั้นไฮบริดและช่องว่างระหว่างวัสดุบูรณะกับฟัน.....   | 24   |
| ตารางที่ 2  | วิธีการเตรียมผิวฟันและการเชื่อมด้วยสารยึดเรซิน.....  | 38   |
| ตารางที่ 3  | แสดงค่าความแข็งแรงดึงเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมกะปาสคาล หรือ MPa) บริเวณรอยต่อระหว่างผิวของเคลือบฟันกับสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม และชนิดการแตกหัก.....                   | 39   |
| ตารางที่ 4  | แสดงลักษณะความต่อเนื่องของชั้นเชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเคลือบฟัน ภายหลังจากการรับแรงของเคลือบฟันก่อนและหลังแช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก.....                                | 46   |
| ตารางที่ 5  | แสดงค่าความแข็งแรงดึงเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมกะปาสคาล หรือ MPa) บริเวณรอยต่อระหว่างผิวของเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซินทั้ง 7 กลุ่ม.....                         | 54   |
| ตารางที่ 6  | แสดงจำนวนจำแนกตามลักษณะการแตกหักของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สารยึดเรซินชนิดไฟร์เมตาเอมเอทีบีบี.....  | 55   |
| ตารางที่ 7  | แสดงลักษณะความต่อเนื่องของชั้นเชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเนื้อฟันภายหลังจากการรับแรงก่อนและหลังแช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์.....                 | 69   |
| ตารางที่ 8  | ค่าความแข็งแรงดึงเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมกะปาสคาลหรือ MPa) บริเวณรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟัน และบริเวณรอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันกับสารยึดเรซินแต่ละชนิด..... | 79   |
| ตารางที่ 9  | ระยะรั่วซึมเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มที่บูรณะด้วยชั้นอินเลย์เมื่อใช้สารยึดทั้ง 7 กลุ่ม.....  | 81   |
| ตารางที่ 10 | ระยะการรั่วซึมเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มที่บูรณะด้วยการอุดเมื่อใช้สารยึดทั้ง 7 กลุ่ม.....  | 89   |

## สารบัญรูป

|           | หน้า   |
|-----------|--|
| รูปที่ 1  | รูปเครื่องมือที่ดัดแปลงขึ้นเพื่อสร้างระนาบในการเตรียมผิวพื้น..... 29   |
| รูปที่ 2  | รูปแสดงเครื่องกรอเร็วที่ยึดกับเครื่องมือ A..... 29   |
| รูปที่ 3  | รูปแสดงเครื่องมือ B..... 29  |
| รูปที่ 4  | รูปแสดงแท่งเจาะและเทพกาวใสด้านเดียวที่ทำการเจาะรูแล้ว..... 30  |
| รูปที่ 5  | รูปแสดงเครื่องมือ C และแท่งโลหะ..... 30  |
| รูปที่ 6  | รูปแสดงเครื่องมือ D และแท่งพีเอมเอมเอ เมื่อทำการขัดด้วยกระดาษซิลิกอน<br>คาร์ไบด์..... 30   |
| รูปที่ 7  | รูปแสดงเครื่องมือที่ดัดแปลงขึ้นเพื่อจัดตำแหน่งในการยึด และเครื่องมือ B<br>และ E..... 31  |
| รูปที่ 8  | รูปแสดงการทดสอบแรงดึงแรงอัด..... 31  |
| รูปที่ 9  | รูปตัวจับยึด..... 35   |
| รูปที่ 10 | รูปแบบโลหะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีช่องว่างขนาด 1.5 x 4 x 0.5 เซนติเมตรวาง<br>ทับบนแผ่นพลาสติกที่มีรูปแสดงตำแหน่งการยึดชิ้นงาน..... 35  |
| รูปที่ 11 | รูปชิ้นตัวอย่างมินิเด็มเบลล์ที่ยึดเข้ากับตัวจับยึดและการทดสอบแรงดึง..... 35  |
| รูปที่ 12 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของ<br>ชิ้นตัวอย่างกลุ่ม 1-4 ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณ<br>รอยต่อผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซิน และลักษณะของเนื้อเรซิน..... 41                      |
| รูปที่ 13 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของ<br>ชิ้นตัวอย่างกลุ่ม 1-1-30s ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณ<br>รอยต่อผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซินและลักษณะพื้นผิวภายหลังการแตกหัก... 42           |
| รูปที่ 14 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของ<br>ชิ้นตัวอย่างกลุ่ม All-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด<br>บริเวณรอยต่อผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซินและลักษณะพื้นผิวภายหลังการ<br>แตกหัก..... 43    |
| รูปที่ 15 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของ<br>ชิ้นตัวอย่างกลุ่ม Single-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด<br>บริเวณรอยต่อผิวเคลือบฟันกับสารยึดเรซินและลักษณะพื้นผิวภายหลังการ<br>แตกหัก..... 44 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| รูปที่ 16 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของ<br>ชั้นตัวอย่างกลุ่ม AQ-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด<br>บริเวณรอยต่อผิวเคลือบฟันกับหน้าเรซิน และลักษณะพื้นผิวภายหลังการ<br>แตกหัก..... | 45 |
| รูปที่ 17 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้น<br>ไฮบริดเคลือบฟันภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม Super-Bond.....  | 47 |
| รูปที่ 18 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้น<br>ไฮบริดเคลือบฟันภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม 1-1-10s.....   | 48 |
| รูปที่ 19 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้น<br>ไฮบริดเคลือบฟันภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม 1-1-30s.....   | 49 |
| รูปที่ 20 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้น<br>ไฮบริดของเคลือบฟันของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม 1-1-60s.....  | 50 |
| รูปที่ 21 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้น<br>เชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเคลือบฟันภายหลังการรับแรงของชั้น<br>ตัวอย่างในกลุ่ม All-Bond.....   | 51 |
| รูปที่ 22 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้น<br>เชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเคลือบฟันภายหลังการรับแรงของชั้น<br>ตัวอย่างในกลุ่ม Single-Bond.....  | 52 |
| รูปที่ 23 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้น<br>เชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเคลือบฟันภายหลังการรับแรงของชั้น<br>ตัวอย่างในกลุ่ม AQ-Bond.....  | 53 |
| รูปที่ 24 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอและจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด<br>แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม Super-Bond แบบที่หนึ่ง.....  | 56 |
| รูปที่ 25 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอและจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด<br>แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม Super-Bond แบบที่สอง.....  | 57 |
| รูปที่ 26 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่อง<br>กราดแสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม 1-1-10s แบบที่หนึ่ง.....  | 58 |
| รูปที่ 27 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของ<br>ชั้นตัวอย่างกลุ่ม 1-1-10s แบบที่สอง.....  | 59 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| รูปที่ 28 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์สแตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม 1-1-30s.....   | 60 |
| รูปที่ 29 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์สแตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม 1-1-60s แบบที่หนึ่ง.....                             | 61 |
| รูปที่ 30 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม 1-1-60s แบบที่สอง.....  | 62 |
| รูปที่ 31 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม All-Bond แบบที่หนึ่ง.....   | 63 |
| รูปที่ 32 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม All-Bond แบบที่สอง.....                                      | 64 |
| รูปที่ 33 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม Single-Bond แบบที่หนึ่ง.....  | 65 |
| รูปที่ 34 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม Single-Bond แบบที่สอง.....  | 66 |
| รูปที่ 35 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์สแตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม AQ-Bond แบบที่หนึ่ง.....                             | 67 |
| รูปที่ 36 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่ม AQ-Bond แบบที่สอง.....  | 68 |
| รูปที่ 37 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นไฮบริดเนื้อฟัน ภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม Super-Bond.....                                       | 70 |
| รูปที่ 38 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นไฮบริดเนื้อฟัน ภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม 1-1-10s.....  | 71 |
| รูปที่ 39 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นไฮบริดเนื้อฟัน ภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม 1-1-30s.....  | 72 |
| รูปที่ 40 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นไฮบริดเนื้อฟัน ภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม 1-1-60s.....  | 73 |
| รูปที่ 41 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นเชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเนื้อฟัน ภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม All-Bond ชั้นที่หนึ่ง..... | 74 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| รูปที่ 42 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นเชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับเนื้อฟันภายหลังการรับแรงของกลุ่ม All-Bond ชั้นที่สอง.....                       | 75 |
| รูปที่ 43 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นเชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเนื้อฟันภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม Single-Bond ชั้นที่หนึ่ง..... | 76 |
| รูปที่ 44 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นเชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเนื้อฟันภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม Single-Bond ชั้นที่สอง.....   | 77 |
| รูปที่ 45 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงลักษณะของชั้นเชื่อมต่อระหว่างสารยึดเรซินกับผิวเนื้อฟันภายหลังการรับแรงของชั้นตัวอย่างในกลุ่ม AQ-Bond.....                  | 78 |
| รูปที่ 46 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการศึกษาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อผิวฟันกับชั้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์ เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม Super-Bond.....        | 82 |
| รูปที่ 47 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการศึกษาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อผิวฟันกับชั้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์ เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม 1-1-10s.....           | 83 |
| รูปที่ 48 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการศึกษาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อผิวฟันกับชั้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์ เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม 1-1-30s.....           | 84 |
| รูปที่ 49 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการศึกษาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อผิวฟันกับชั้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์ เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม 1-1-60s.....           | 85 |
| รูปที่ 50 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการศึกษาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อผิวฟันกับชั้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์ เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม All-Bond.....          | 86 |
| รูปที่ 52 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการศึกษาการรั่วซึมบริเวณรอยต่อผิวฟันกับชั้นเรซินคอมโพสิตอินเลย์ เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม AQ-Bond.....           | 88 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| รูปที่ 53 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตอริโอแสดงการศึกษารว้ซิมบริเวณ<br>รอยต่อผิวฟันกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม<br>Super-Bond.....                      | 90 |
| รูปที่ 54 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตอริโอแสดงการศึกษารว้ซิมบริเวณ<br>รอยต่อผิวฟันกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม 1-<br>1-10s.....                        | 91 |
| รูปที่ 55 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตอริโอแสดงการศึกษารว้ซิมบริเวณ<br>รอยต่อผิวฟันกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม<br>1-1-30s.....                         | 92 |
| รูปที่ 56 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตอริโอแสดงการศึกษารว้ซิมบริเวณ<br>รอยต่อผิวฟันกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม<br>1-1-60s.....                         | 93 |
| รูปที่ 57 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตอริโอแสดงการศึกษารว้ซิมบริเวณ<br>รอยต่อผิวฟันกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม<br>All-Bond ในชั้นตัวอย่างที่หนึ่ง..... | 94 |
| รูปที่ 58 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตอริโอแสดงการศึกษารว้ซิมบริเวณ<br>รอยต่อผิวฟันกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม<br>All-Bond ในชั้นตัวอย่างที่สอง.....   | 95 |
| รูปที่ 59 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตอริโอแสดงการศึกษารว้ซิมบริเวณ<br>รอยต่อผิวฟันกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม<br>Single-Bond.....                     | 96 |
| รูปที่ 60 | ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสแตอริโอแสดงการศึกษารว้ซิมบริเวณ<br>รอยต่อผิวฟันกับวัสดุอุดเรซินคอมโพสิต เมื่อทำการยึดด้วยสารยึดเรซินกลุ่ม<br>AQ-Bond.....                         | 97 |