

ความแข็งแรงของวัสดุบุรณะและความแข็งแรงดึงยึดที่บริเวณรอยต่อของวัสดุบุรณะกับเรซินซีเมนต์

นางสาว พัชร สันติวราพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



4 8 7 6 1 1 5 0 3 2

MICROHARDNESS OF RESTORATIVE MATERIALS AND TENSILE BOND STRENGTH
AT RESIN-RESTORATION INTERFACE

Miss Patcharee Santiwarapan

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

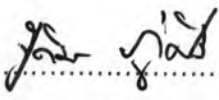
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

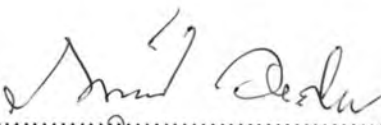
502094

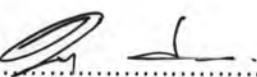
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความแข็งผิวของวัสดุบูรณะและความแข็งแรงดึงยึดที่บริเวณรอยต่อของ
วัสดุบูรณะกับเรซินซีเมนต์
โดย นางสาว พัชรี สันติวราพันธ์
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. มรกต เปี่ยมใจ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

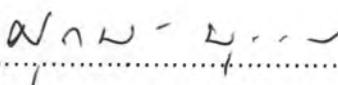
..........คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง สุตติมา กุศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

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

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

..........กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ศุภนุรณ บุรณเวช)

พัชรี สันติวราพันธ์ : ความแข็งผิวของวัสดุบูรณะและความแข็งแรงดึงยึดที่บริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะกับเรซินซีเมนต์. (MICROHARDNESS OF RESTORATIVE MATERIALS AND TENSILE BOND STRENGTH AT RESIN-RESTORATION INTERFACE) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ทพญ. ดร. มรกต เปี่ยมใจ, 111 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ 1) ค่าความแข็งผิวระดับไมโครเมตรของ วัสดุทดลอง เซรามิก เรซินคอมโพสิต และผิวเคลือบฟันมนุษย์ และเปรียบเทียบ 2) ค่าความแข็งแรงดึงยึดระหว่างสารยึดเรซินกับวัสดุทดลอง เซรามิก เรซินคอมโพสิต และโลหะผสมชนิดพื้นฐาน โดยใช้เรซินซีเมนต์แตกต่างกัน 2 กลุ่มคือ กลุ่มซูปเปอร์บอนด์ และกลุ่มออลบอนด์พร้อมกับดูโกลิงคิซีเมนต์ (กลุ่มออลบอนด์) **วัสดุและวิธีการทดสอบความแข็งผิวในระดับไมโครเมตร** : เตรียมชิ้นตัวอย่างขนาด 4x5x2 มิลลิเมตรจำนวน 20 ชิ้นของวัสดุบูรณะแต่ละชนิดและผิวเคลือบฟัน จากนั้นทำการวัดความแข็งผิวแบบวิกเคอร์ด้วยเครื่องวัดความแข็งผิวระบบดิจิตอลที่แรงกด 100 กรัมเป็นเวลา 15 วินาที โดยทำการกด 8 จุดในแต่ละชิ้นตัวอย่าง นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย **วิธีการทดสอบค่าความแข็งแรงดึงยึด** : เตรียมชิ้นตัวอย่างขนาด 4x5x2 มิลลิเมตร จำนวน 20 ชิ้นของวัสดุบูรณะแต่ละชนิด นำไปยึดในเรซิน จากนั้นสร้างระนาบบนชิ้นตัวอย่าง โดยใช้กระดาษทรายซิลิกอนคาร์ไบด์ความละเอียด 400 และ 600 แล้วนำไปทำการปรับสภาพพื้นผิวโดยกลุ่มเรซินคอมโพสิตและเซรามิกจะทำการเป่าทรายด้วยผงอลูมินาขนาด 50 ไมโครเมตรร่วมกับการใช้สารคู่ควบไฮเลน ส่วนกลุ่มวัสดุทดลองทำการปรับสภาพผิวโดยการเป่าทรายด้วยผงอลูมินาขนาด 50 ไมโครเมตร แล้วตามด้วยการกัดด้วยกรดฟอสฟอริก ส่วนกลุ่มโลหะผสมชนิดพื้นฐานนิกเกิล-โครเมียม-เบริลเลียมทำการปรับสภาพผิวโดยการเป่าทรายด้วยผงอลูมินาขนาด 50 ไมโครเมตร จากนั้นสุ่มชิ้นตัวอย่างมายึดกับแท่งที่เอ็มเอ็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. ด้วยเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัวอย่าง จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาทดสอบค่าความแข็งแรงดึงยึดด้วยเครื่องทดสอบสากล ตรวจสอบตำแหน่งของการแตกหักและศึกษาบริเวณรอยต่อของวัสดุบูรณะกับเรซินด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด นำค่าเฉลี่ยความแข็งผิวแบบวิกเคอร์และค่าความแข็งแรงดึงยึดมาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) **ผลการทดลอง** พบว่าในทุกกลุ่มวัสดุบูรณะและผิวเคลือบฟันมนุษย์มีค่าความแข็งผิวแบบวิกเคอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยลำดับวัสดุที่มีค่าความแข็งผิวน้อยที่สุดไปยังมากที่สุดคือเรซินคอมโพสิต(109.79) < วัสดุทดลอง(287.16) < ผิวเคลือบฟัน(336.12) < เซรามิก(550.02) พบว่าค่าความแข็งแรงดึงยึดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งจากปัจจัยด้านวัสดุบูรณะ เรซินซีเมนต์ และผลรวมกันของทั้ง 2 ปัจจัย จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีของแทมเฮนพบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงดึงยึดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของกลุ่มย่อยจากมากไปน้อยดังนี้ (กลุ่มโลหะผสมชนิดพื้นฐานกับเรซินซีเมนต์ซูปเปอร์บอนด์, เรซินคอมโพสิตกับเรซินซีเมนต์ซูปเปอร์บอนด์, กลุ่มวัสดุทดลองกับเรซินซีเมนต์ซูปเปอร์บอนด์) > (กลุ่มเซรามิกกับเรซินซีเมนต์ซูปเปอร์บอนด์, เรซินคอมโพสิตกับสารยึดเรซินออลบอนด์, วัสดุทดลองกับสารยึดเรซินออลบอนด์) > (กลุ่มโลหะผสมชนิดพื้นฐานกับสารยึดเรซินออลบอนด์, กลุ่มเซรามิกกับสารยึดเรซินออลบอนด์) โดยกลุ่มที่อยู่ในวงเล็บมีค่าความแข็งแรงดึงยึดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบชั้นรอยต่อระหว่างวัสดุทดลองและเรซินซีเมนต์ชนิดซูปเปอร์บอนด์มีลักษณะเป็นโครงสร้างตาข่าย **สรุปผลการทดลอง** วัสดุทดลองมีค่าความแข็งผิวใกล้เคียงกับเคลือบฟันมนุษย์มากกว่าวัสดุบูรณะชนิดอื่นๆและสามารถสร้างชั้นรอยต่อที่มีส่วนผสมระหว่างเรซินและวัสดุทดลองทำให้เกิดการยึดติดเชิงกลที่ดีดังนั้นวัสดุชนิดนี้น่าจะนำมาใช้เป็นวัสดุบูรณะทดแทนเคลือบฟันที่สูญเสียไปได้ดีกว่าวัสดุบูรณะอื่นที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน การเตรียมพื้นผิวของวัสดุบูรณะที่ก่อให้เกิดความซุขระในระดับไมโครเมตรร่วมกับประสิทธิภาพการแทรกซึมของเรซินซีเมนต์มีผลต่อค่าความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุบูรณะกับเรซินซีเมนต์

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต..... พัชรี สันติวราพันธ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4876115032 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEY WORD : RESIN CEMENT / TENSILE BOND STRENGTH / MICROHARDNESS /
RESTORATIVE MATERIALS

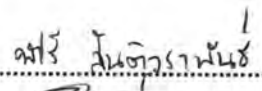
PATCHAREE SANTIWARAPAN : MICROHARDNESS OF RESTORATIVE MATERIALS
AND TENSILE BOND STRENGTH AT RESIN-RESTORATION INTERFACE. THESIS
ADVISOR : ASSOC. PROF. MORAKOT PIEMJAI, Ph.D., 111 pp.

The objectives of this study were to compare: 1) microhardness of experimental material, ceramic, resin composite and human enamel and 2) the tensile bond strength(TBS) of resin-adhesive to experimental material, ceramic, resin composite and Ni-Cr-Be base metal alloys using 2 different resin cements: Super-Bond C&B (Super-Bond) and All-Bond2 with Duo-Link cement (All-Bond2) **Materials and methods** For microhardness testing: twenty specimens of 4x5x2 mm for each groups were prepared, Vickers microhardness test (VHN) using a digital microhardness tester at 100 gm for 15 seconds was loaded. Eight indentations were measured on specimen for the average value. For tensile testing: twenty specimens of 4x5x2 mm for each restorative materials were embedded in self-cured acrylic resin. The bonding area was horizontally grounded using 400 and 600 grit SiC abrasive paper. Surface of all materials were sandblasted with 50 μ m alumina. Surface of resin composite and ceramic specimens were applied with silane coupling agent while experimental material specimens were etched with phosphoric acid. All specimens were randomly bonded with PMMA rod using different resin cement (n=10) 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 resin-material interface were examined under stereomicroscope and scanning electron microscopes. Mean \pm SD of VHN and TBS data were statistically analyzed at p<0.05 using ANOVA and Tamhane test. **Results** There were statistically significant differences among VHN from least to most were as follows: resin composite < experimental material < human enamel < ceramic. There were significant differences in the TBS for material, resin cement and the interaction. Statistically significant differences in the TBS for each subset ranking from most to least as follows: (metal alloys-Super-Bond, resin composite-Super-Bond, experimental material-Super-Bond) > (ceramic-Super-Bond, resin composite-All-Bond2, experimental material-All-Bond2) > (metal alloys-All-Bond2, ceramic-All-Bond2) in the same subset were not significant differences. Interphase between experimental material and Super-Bond demonstrated honeycomb-like pattern. **Conclusion:** The experimental material has surface hardness more comparable to human enamel than other restorative materials and create the hybrid interphase that make good mechanical interlocking with resin. These results suggest that this experimental material may be a better restorative material than other restorative materials. Surface treatment of restorative material creating surface microroughness combined with penetration of resin cement has effect on tensile bond strength at resin-restoration interface.

Department : Prosthodontics

Field of Study : Prosthodontics

Academic Year : 2007

Student's Signature..... 

Advisor's Signature..... 

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อรองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. มรกต เปี่ยมใจ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการเสียสละเวลาให้คำแนะนำทางด้านวิชาการที่มีคุณค่าและการเขียนวิทยานิพนธ์

กรรมการทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่มีประโยชน์และแก้ไขวิทยานิพนธ์

อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ได้ให้ความรู้ และคำปรึกษาทางด้านสถิติ

เจ้าหน้าที่ทุกท่านในศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก บัณฑิตวิทยาลัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคุณลุง-ป้าสุเรียม(ตลาดรุ่งเจริญ)ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือที่มีได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว รวมทั้งเพื่อนๆ ทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่สำคัญเสมอมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	4
สมมติฐานทางสถิติ.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
รูปแบบการวิจัย.....	6
บทที่ 2 ปรีทัศน์วรรณกรรม.....	7
เซรามิค.....	7
โลหะผสม.....	13
เรซินคอมโพสิต.....	15
เคลือบฟัน.....	23
ความแข็งผิว.....	26
เรซินซีเมนต์.....	29
การยึดติดระหว่างโลหะและเรซิน.....	33
การยึดติดระหว่างเซรามิคกับเรซินซีเมนต์.....	38
การยึดติดระหว่างเรซินคอมโพสิตที่บ่มตัวแล้วและเรซิน.....	42
ไฮบริดไดซ์อินามัล.....	43
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	46
การเตรียมชิ้นงาน.....	46
วิธีทดลอง.....	47

ตอนที่ 1 การศึกษาค่าความแข็งผิวในระดับไมโครเมตร (microhardness) โดยวิธีวัดความแข็งผิวแบบวิกเคอร์ของวัสดุทดลอง เซรามิก เรซินคอมโพสิต และเคลือบฟัน.....	47
ตอนที่ 2 การศึกษาเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดิ่งยึดบริเวณรอยต่อของ วัสดุทดลอง โลหะผสมชนิดพื้นฐาน เซรามิก และเรซินคอมโพสิตกับเรซินซีเมนต์.....	48
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	55
ตอนที่ 1 เปรียบเทียบค่าความแข็งผิวในระดับไมโครเมตรโดยวิธีวัดความแข็งผิวแบบวิกเคอร์ของวัสดุทดลอง เซรามิก เรซินคอมโพสิต และเคลือบฟันมนุษย์.....	55
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงดิ่งยึดบริเวณรอยต่อของโลหะผสมชนิดพื้นฐาน เซรามิก เรซินคอมโพสิตและวัสดุทดลองกับเรซินซีเมนต์ 2 ชนิด ผลการศึกษาบริเวณที่แตกหักของชิ้นตัวอย่างในแต่ละกลุ่มและผลการศึกษาชั้นรอยต่อของเรซินซีเมนต์กับวัสดุทดลองก่อนและหลังแช่สารละลายไฮโดรคลอริก.....	56
บทที่ 5 การอภิปรายผลการวิจัย.....	74
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....	83
รายการอ้างอิง.....	84
ภาคผนวก.....	96
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	111

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงวิธีการเตรียมพื้นผิวและเชื่อมยึดวัสดุบุรณะกับเรซินซีเมนต์แต่ละชนิด.....	54
ตารางที่ 2 แสดงค่าความแข็งผิวแบบวิกเคอร์เฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของวัสดุบุรณะ แต่ละกลุ่มและเคลือบฟัน.....	55
ตารางที่ 3 ค่าความแข็งแรงดึงยึดเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมกะปาสคาลหรือMPa) บริเวณรอยต่อระหว่างผิววัสดุบุรณะแต่ละกลุ่มกับเรซินซีเมนต์แต่ละชนิด.....	56
ตารางที่ 4 ชนิดการแตกหักในแต่ละกลุ่มทดลอง.....	57

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ชิ้นงานที่เป็นซีดีฝัง	51
รูปที่ 2 ชิ้นงานที่ติดบนท่อ PMMA ด้วยอะคริลิกเรซิน	51
รูปที่ 3 เครื่องมือ A	51
รูปที่ 4 แสดงแท่งเจาะและเทปกาวใสด้านเดียวที่ทำการเจาะรูแล้ว	52
รูปที่ 5 แสดงเครื่องมือ C และแท่งโลหะ	52
รูปที่ 6 แสดงเครื่องมือ D และแท่ง PMMA	52
รูปที่ 7 แสดงเครื่องมือที่ดัดแปลงขึ้นเพื่อทำการยึดวัสดุบูรณะกับแท่ง PMMA	53
รูปที่ 8 แสดงการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงแรงอัดไฮโดรลิก	53
รูปที่ 9 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการแตกหักภายหลังจากการ ทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิวโลหะผสมชนิดพื้นฐานที่ยึดกับเรซิน ซีเมนต์ Super-Bond	59
รูปที่ 10 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการแตกหักภายหลังจากการ ทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิวเรซินคอมโพสิตที่ยึดกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond	59
รูปที่ 11 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการแตกหักภายหลังจากการ ทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิววัสดุทดลองที่ยึดกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond	60
รูปที่ 12 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการแตกหักภายหลังจากการ ทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิวเซรามิกที่ยึดกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond	61
รูปที่ 13 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการแตกหักภายหลังจากการ ทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิวโลหะผสมชนิดพื้นฐานที่ยึดกับสารยึด เรซิน All-Bond2	61
รูปที่ 14 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการแตกหักภายหลังจากการ ทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิวเรซินคอมโพสิตที่ยึดกับสารยึดเรซิน All-Bond2	62

รูปที่ 15	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอแสดงการแตกหักภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิวเซรามิกที่ยึดกับสารยึดเรซิน All-Bond2.....	62
รูปที่ 16	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ และ ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างชั้นที่1ของกลุ่มวัสดุทดลอง ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิววัสดุทดลองกับสารยึดเรซินAll-Bond2.....	63
รูปที่ 17	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอและภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงการแตกหักของชั้นตัวอย่างกลุ่มวัสดุทดลองชั้นที่2 ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดบริเวณรอยต่อผิววัสดุทดลองกับสารยึดเรซิน All-Bond2.....	64
รูปที่ 18	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 2,000 แสดงถึงลักษณะรอยต่อระหว่างโลหะผสมชนิดพื้นฐานกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด.....	65
รูปที่ 19	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 5,000 แสดงถึงลักษณะรอยต่อระหว่างโลหะผสมชนิดพื้นฐานกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด.....	65
รูปที่ 20	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 2,000 แสดงถึงลักษณะรอยต่อระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด.....	66
รูปที่ 21	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 5,000 แสดงถึงลักษณะรอยต่อระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด	66
รูปที่ 22	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดกำลังขยาย 2,000 แสดงถึงลักษณะรอยต่อระหว่างเซรามิกกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด.....	67
รูปที่ 23	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดแสดงลักษณะพื้นผิวเซรามิกบริเวณรอยต่อระหว่างเซรามิกกับเรซินซีเมนต์ Super-Bondภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด.....	67

รูปที่ 24	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้นรอยต่อของวัสดุทดลองกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดที่กำลังขยาย 2,000 เท่า	68
รูปที่ 25	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้นรอยต่อของวัสดุทดลองกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดที่กำลังขยาย 5,000 เท่า	69
รูปที่ 26	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้นรอยต่อของวัสดุทดลองกับเรซินซีเมนต์ Super-Bond ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึดที่กำลังขยาย 7,500 เท่า.....	70
รูปที่ 27	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้นรอยต่อระหว่างผิววัสดุทดลองกับสารยึดเรซิน All-Bond2 และเรซินซีเมนต์ Duo-Link ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า....	71
รูปที่ 28	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แสดงลักษณะของชั้นรอยต่อระหว่างผิววัสดุทดลองกับสารยึดเรซิน All-Bond2 และเรซินซีเมนต์ Duo-Link ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด ที่กำลังขยาย 5000 เท่า.....	72
รูปที่ 29	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด บริเวณที่แตกหักของชิ้นตัวอย่างในแนวนานกับแรงดึงของกลุ่มวัสดุทดลองที่ยึดกับสารยึดเรซิน All-Bond2 และเรซินซีเมนต์ Duo-Link ภายหลังจากการทดสอบความแข็งแรงดึงยึด.....	73