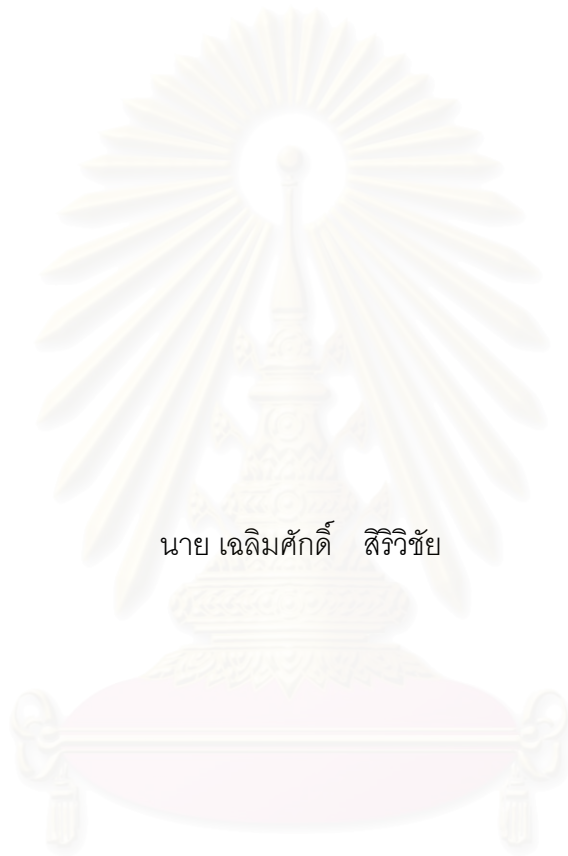


แรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดกับโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอร์ิลเลียม



นาย เฉลิมศักดิ์ สิริวิชัย

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

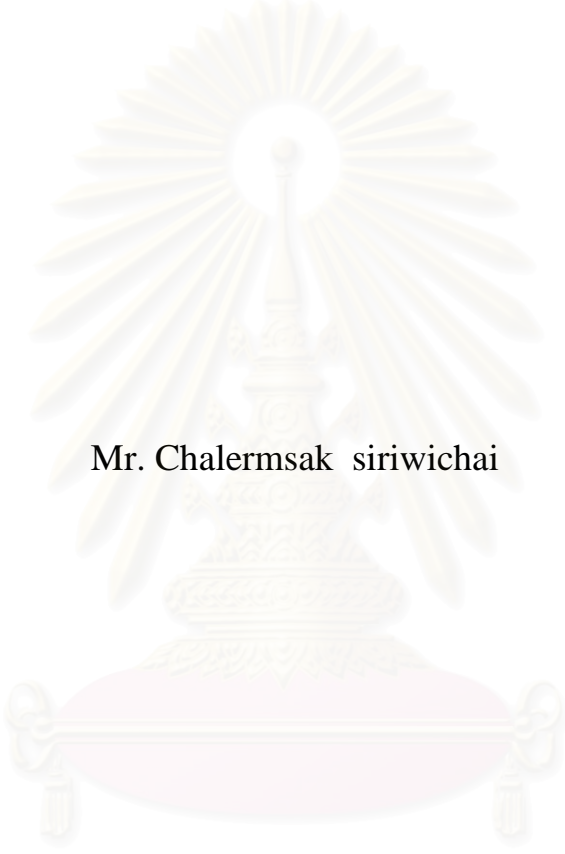
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0175-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Shear bond strength of 5 resin cements to nickel-chromium-molybdenum-beryllium alloy



Mr. Chalernsak siriwichai

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Prosthodontics
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Academic Year 2000
ISBN 974-13-0175-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์

แรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดกับโลหะผสมนิกเกิล โคโรเนียล โพลีเอทิลีน เม
อริลเอทิลีน

โดย

นาย เฉลิมศักดิ์ สิริวิชัย

สาขาวิชา

ทันตกรรมประดิษฐ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อิศราวัลย์ บุญศิริ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สุรสิทธิ์ เกียรติพงษ์สาร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง รำไพ โรจนกิจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อิศราวัลย์ บุญศิริ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ไพฑูรย์ สังวรินทะ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. มโน คูรัตน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย เฉลิมศักดิ์ สิริวิชัย : แรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดกับโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม (SHEAR BOND STRENGTH OF 5 RESIN CEMENTS TO NICKEL-CHROMIUM-MOLYBDENUM-BERYLLIUM ALLOY)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อิศราวัลย์ บุญศิริ, 104 หน้า. ISBN 974-13-0175-8.

ปัจจุบันมีการใช้เรซินซีเมนต์ในการยึดชิ้นงานบูรณะชนิดติดแน่นเพิ่มมากขึ้น และมีการแนะนำเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่เข้ามาใช้ในทางคลินิกหลายชนิด การศึกษานี้เปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ได้แก่ เอบีซี คาลิบรา พานาเวียเอฟ วีไลเอ็กซ์อาร์ค และ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี กับโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม และเพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด ได้แก่ เมตาฟาสต์ และ อัลลอยไพรเมอร์ ต่อแรงยึดเหนี่ยว ชิ้นโลหะผสมทรงกระบอก 2 ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 และ 9 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร 225 คู่ ทำการเป่าทรายด้วยอนุกรมิน้ำออกไซด์ 50 ไมครอน ทำความสะอาดด้วยเครื่องอุลตราโซนิก ทำการปรับสภาพด้วยไพรเมอร์ชนิดต่างๆ 2 ชนิด แล้วนำมายึดติดกันด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆ 5 ชนิด นำไปแช่น้ำกลั่น 24 ชั่วโมง แล้วนำมาทดสอบแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องล้อยอดอินสตรูเมนต์ บันทึกค่าแรงยึดเหนี่ยวและลักษณะการแตกหัก

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์ และปัจจัยการใช้ไพรเมอร์มีอิทธิพลต่อแรงยึดเหนี่ยวอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) จากการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีของ Tukey HSD พบว่าเมื่อไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์ เรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี มีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าเรซินซีเมนต์ 3 ชนิดที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ เรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยไม่แตกต่างกับซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อไม่คำนึงถึงชนิดของเรซินซีเมนต์ การใช้เรซินซีเมนต์ร่วมกับอัลลอยไพรเมอร์หรือเมตาฟาสต์ ทำให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าไม่ใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ การใช้เรซินซีเมนต์ร่วมกับอัลลอยไพรเมอร์ไม่แตกต่างกับการใช้เรซินซีเมนต์ร่วมเมตาฟาสต์อย่างมีนัยสำคัญ จากการทดสอบโคสแควร์พบว่าลักษณะการแตกหักมีความสัมพันธ์กับการใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญในเรซินซีเมนต์ทุกชนิดยกเว้นคาลิบรา แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักแบบผสม สูงกว่าลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวในเรซินซีเมนต์ทุกชนิด แต่มีนัยสำคัญกับเรซินซีเมนต์วีไลเอ็กซ์อาร์คเท่านั้น

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์..... ..ลายมือชื่อผู้.....
สาขาวิชา.....ทันตกรรมประดิษฐ์..... ..ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2543.....

4276104532 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEY WORD: resin cements / primers / shear bond strength / alloy CHALERMSAK SIRIWICHAJ :
SHEAR BOND STRENGTH OF 5 RESIN CEMENTS TO NICKEL- CHROMIUM-MOLYBDENUM-
BERYLLIUM ALLOY. THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR ISARAWAN BOONSIRI, 104 pp.
ISBN 974-13-0175-8.

Nowadays resin cements have been used for cementing fixed restorations increasingly. Many new resin cements have been introduced for clinical applications. This study compared shear bond strength of 5 resin cements ABC, Calibra, Panavia F, RelyX ARC and Super-Bond C&B to nickel-chromium-molybdenum-beryllium alloy and studied effect of 2 primers META FAST and ALLOY PRIMER on shear bond strength. Two sizes of alloy cylinders, diameter 7 and 9 x 2 millimeters thickness, 225 pairs sandblasted with 50 micron aluminum oxide, cleaned with ultrasonic cleaner, conditioned with 1 of 2 primers and bonded with 1 of 5 resin cements. After storing in distilled water for 24 hours, shear bond strength testing was performed with Lloyd instrument. Shear bond strength and mode of failure were recorded.

Analysis of variances revealed significant effect on shear bond strength from type of resin cements and primer applications ($P < 0.05$). Not regarding to primer applications, Tukey HSD's multiple comparison showed Panavia F and Super-Bond C&B yielded significantly higher mean shear bond strength than the other 3 resin cements. Panavia F showed insignificant difference in mean shear bond strength with Super-Bond C&B. Not regarding to type of resin cements, using resin cement with ALLOY PRIMER or META FAST yielded significantly higher mean shear bond strength than using resin cement with no primer. Using resin cement with ALLOY PRIMER yielded insignificant difference in mean shear bond strength with using resin cement with META FAST. Chi-square test revealed significant relation between mode of failure and primer applications in all resin cements except Calibra. Mean shear bond strength of mixture adhesive and cohesive failure founded higher than mean shear bond strength of adhesive failure in all resin cements but significant difference with RelyX ARC only.

Department.....Prosthodontics.....

Student's signature.....

Field of study.....Prosthodontics

Advisor's signature.....

Academic year.....2000.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อิศราวัลย์ บุญศิริ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ท่านได้สละเวลาอันมีค่าของท่านในการช่วยให้คำปรึกษาและแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนเอื้ออำนวยให้การดำเนินงานในการทดลองระดมกราบรีน มีประสิทธิภาพตลอดการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์(พิเศษ) ท่านผู้หญิงเพ็ชรา เตชะกัมพูช และ คุณธนัชพร คุณารัตนอังกูร ได้ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำชิ้นงานโลหะผสมในงานวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์ทันตแพทย์นิยม อารงค์อนันต์สกุล ที่กรุณาให้คำแนะนำการใช้เครื่องลอยดีอินสตรูเมนต์ และบริษัท ยูนิตี้เด็นทัล จำกัด ที่เอื้อเฟื้อวัสดุในการทำวิจัย รวมถึงขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ทำงานฝ่ายวิจัยและศูนย์วิจัยชีวช่องปาก

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์

เฉลิมศักดิ์ สิริวิชัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ หรือ แผนภูมิ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ปัจจัยที่มีผลต่อการยึดอยู่ของฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่น.....	1
ซีเมนต์ที่ใช้ในงานฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่นในยุคปัจจุบัน.....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	12
ขอบเขตของการวิจัย.....	12
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	12
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	13
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	13
สมมุติฐานการวิจัย.....	13
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	14
การออกแบบการวิจัย.....	14
ปัญหาของการวิจัย.....	14
2. ทบทวนวรรณกรรม.....	15
การยึดอยู่ระหว่างโลหะ และเรซิน.....	15
ก. การยึดอยู่ระหว่างโลหะและเรซินทางกลศาสตร์.....	15
ข. การยึดอยู่ระหว่างโลหะกับเรซินทางจุลกลศาสตร์และทางเคมี.....	17
ค. ลักษณะการแตกหักระหว่างเรซินและโลหะ.....	27
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	28
วัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง.....	28
ขั้นตอนการเตรียมชิ้นโลหะผสม 2 ขนาด.....	33
ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวโดยใช้ไพรมเมอร์.....	36
ขั้นตอนการยึดชิ้นงานทั้งสองเข้าด้วยกันด้วยเรซินซีเมนต์.....	37
ขั้นตอนการทดสอบแรงเฉือน.....	39
ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการทดลอง.....	42
5. บทวิจารณ์ และ ข้อเสนอแนะ.....	59
วิจารณ์วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	59
วิจารณ์ผลการทดลอง.....	60
ข้อเสนอแนะ.....	62
6. สรุปผลการทดลอง.....	64
รายการอ้างอิง.....	66
ภาคผนวก.....	72
ประวัติผู้เขียน.....	93

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงชนิดของเรซินซีเมนต์ และ ไพรเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง.....	29
ตารางที่ 2 แสดงค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด แยกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์.....	42
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนชนิดจำแนก 2 ทาง (Two-way analysis of variances).....	47
ตารางที่ 4 การแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบเชิงซ้อนปัจจัยของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด โดยไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์.....	48
ตารางที่ 5 การแบ่งกลุ่มจากการเปรียบเทียบเชิงซ้อนปัจจัยของ การใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และการไม่ใช้ไพรเมอร์ โดยไม่คำนึงชนิดเรซินซีเมนต์.....	49
ตารางที่ 6 ตารางแสดงความถี่ของลักษณะการแตกหัก (mode of failure) ของ เรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิดและไม่ใช้ไพรเมอร์.....	56

สารบัญรูปร่างภาพ และ แผนภูมิ

		หน้า
รูปที่ 1	แสดงเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด.....	30
รูปที่ 2	แสดงไฟรเมอร์ 2 ชนิด.....	31
รูปที่ 3	แสดงสูตรโครงสร้างของสารเคมีที่อยู่ในเรซินซีเมนต์และไฟรเมอร์.....	32
รูปที่ 4	แสดงชิ้นโลหะผสม 2 ขนาด.....	34
รูปที่ 5	ท่อพีวีซีที่ใช้ยึดกับชิ้นโลหะผสม.....	34
รูปที่ 6	ชิ้นโลหะผสมที่ยึดอยู่ในท่อพีวีซี.....	34
รูปที่ 7	แสดงเครื่องเป่าทราย และเครื่องทำความสะอาดอุลตราโซนิค.....	35
รูปที่ 8	แสดงการติดเทปกาวลงบนชิ้นโลหะผสมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร.....	35
รูปที่ 9	แสดงการใช้เครื่องดูโรมิเตอร์และอ่างแช่ปรับอุณหภูมิ.....	38
รูปที่ 10	แสดงเครื่องลอยดีอินสตรูเมนต์และการทดสอบแรงยึดเฉือน.....	40
รูปที่ 11	แสดงกล้องจุลทรรศน์สำหรับการผ่าตัดเพื่อใช้ตรวจลักษณะการแตกหัก.....	41
รูปที่ 12	แสดงค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ร่วมกับการใช้ไฟรเมอร์ 2 ชนิด และ ไม่ใช้ไฟรเมอร์.....	43
รูปที่ 13	กราฟแสดงค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดโดยไม่ใช้ไฟรเมอร์.....	44
รูปที่ 14	กราฟแสดงค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด เมื่อใช้เมตาฟอสต์.....	45
รูปที่ 15	กราฟแสดงค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดเมื่อใช้อัลลอยไฟรเมอร์.....	46
รูปที่ 16	กราฟแสดงแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) จำแนกตามชนิดของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด โดยไม่คำนึงถึงการใช้ไฟรเมอร์.....	48
รูปที่ 17	กราฟแสดงแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) จำแนกตามการใช้ไฟรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ให้ไฟรเมอร์ โดยไม่คำนึงถึงชนิดของเรซินซีเมนต์.....	49
รูปที่ 18	กราฟแสดงแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของเรซินซีเมนต์เอบีซี จำแนกตามการใช้ไฟรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ให้ไฟรเมอร์.....	50

สารบัญรูปภาพ และ แผนภูมิ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 19	กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของเรซินซีเมนต์คาลิบรา จำแนกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์.....	51
รูปที่ 20	กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ จำแนกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์.....	52
รูปที่ 21	กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของเรซินซีเมนต์วีโรไลเอกซ์ฮาร์ด จำแนกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์.....	53
รูปที่ 22	กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี จำแนกตาม การใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์.....	54
รูปที่ 23	กราฟแสดงความถี่ของลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิดและไม่ใช้ไพรเมอร์.....	56
รูปที่ 24	แสดงลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะ.....	57
รูปที่ 25	กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของลักษณะการแตกหักในเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด เมื่อไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์.....	58
แผนภูมิที่ 1	แสดงการแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็นกลุ่มย่อย.....	36

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้ครอบฟันและสะพานฟันชนิดติดแน่นเพื่อบุรณะหรือใส่ทดแทนฟันธรรมชาตินั้นมีบทบาทสำคัญมาเป็นเวลาหลายปี และมีการปรับปรุงเทคนิคในทางคลินิก รวมทั้งวิธีการสร้างชิ้นงานโลหะเหวี่ยง และพยายามหาวิธีที่จะทำให้เกิดการยึดติดของชิ้นงานบุรณะกับฟันเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติ หน้าที่และกลไกในการยึดติดของซีเมนต์ รวมทั้งวิธีการใช้งานที่ถูกต้องกับซีเมนต์ชนิดนั้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการยึดอยู่ของฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่น (Factors influencing retention)

Kaufman และ คณะ (1961) ได้เสนอปัจจัยที่มีผลต่อการยึดอยู่ของฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่น โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. การกรอฟันหลัก (the tooth preparation)
2. ชิ้นงานโลหะเหวี่ยง (the casting)
3. ตัวกลางที่ใช้ในการซีเมนต์ (the cementing medium)

ปัจจัยของการยึดจากฟันที่กรอเตรียม ได้แก่

1. พื้นที่ผิว (the surface area)
2. ความสูงของพื้นที่ผิวที่กรอเตรียม (the height of the prepared surface)
3. องศาของความผายของผนังฟันที่กรอเตรียม (the degree of convergence of the opposing walls)
4. ลักษณะพื้นผิวของบริเวณที่กรอเตรียม (the texture of the surface of the prepared area)
5. การกรอให้เกิดการยึดอยู่ภายในตัวฟันหลัก (the intracoronal retentive devices in a preparation)
6. องศาของการยึดอยู่ที่ได้จากส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ได้กรอเตรียม (the degree of retention provided by various components of the prepared area)

ปัจจัยของการยึดอยู่จากชิ้นงานโลหะเหวี่ยง

1. ความแนบของชิ้นงานโลหะเหวี่ยงกับพื้นผิวของฟันที่กรอเตรียม (the relative of the casting to the prepared tooth surface)
2. พื้นผิวด้านในของชิ้นงาน (the texture of the internal surface of the casting)
3. ผลจากการยึดอยู่ของชิ้นโลหะเหวี่ยงในชิ้นงานที่เข้าเฝือกหรือยึดซีเมนต์พร้อมๆกัน (the upon retention of individual castings in a series splinted and cemented simultaneously)
4. ความแข็งแรงของโลหะเพื่อรักษาการผนึกของซีเมนต์ (the strength properties of the cast metal required to maintain the cement seal)

ปัจจัยของการยึดอยู่ที่มาจากซีเมนต์

1. ชนิดของซีเมนต์ (the type of cement)
2. ผลกระทบของความหนาของซีเมนต์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากไม่สามารถใส่ชิ้นงานให้ลงได้อย่างสมบูรณ์ในขั้นตอนการยึดซีเมนต์ (the effect of a planned opening in the castings)
3. ผลกระทบจากความแปรปรวนของความหนืดของซีเมนต์ (the influence of variations in the viscosity of the cement)
4. ความแปรปรวนของแรงที่ใช้ในการใส่ชิ้นงานให้ลงที่ (variations in the seating force)
5. ความแปรปรวนของระยะเวลาในการออกแรงกด (variations in the duration of the force)
6. ความแปรปรวนของระยะเวลาระหว่างขั้นตอนการยึดซีเมนต์จนกระทั่งไม่มีแรงกด (variations in the time lapse between the cementing and the unseating procedures)
7. มุมของการเอาแรงออก (the angle of the unseating force)
8. ปริมาณของการเกิดคานงัดของแรงที่ใช้เอาออก (the magnitude of the lever arm of the unseating force)
9. ค่าของกำลังแรงอัด และแรงยึดเฉือนของซีเมนต์ชนิดต่างๆ (the values of the compressive strength and shear strength of various cementing media)

นอกจากนี้ ต้องมีการพิจารณาถึงผลกระทบของโพรงประสาท ต่อค่า pH ของส่วนผสมของซีเมนต์ และ คุณสมบัติทางเคมีอื่นๆ ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการยึดครอบฟันมากมาย

Webb และ คณะ (1983) ได้ทำการทดลองเพื่อสำรวจ วิธีที่จะช่วยให้สามารถใส่ชิ้นงาน บูรณะให้เข้าที่ได้ดีขึ้น โดยพบว่าการทำร่อง(grooves)บนผนังฟันในแนวตั้ง(axial walls)บนพื้นหลัก สามารถลดช่องห่างบริเวณขอบของครอบฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการกรอลดด้านบดเคี้ยว และการทำร่องทางบนด้านบดเคี้ยว ไม่สามารถลดช่องห่างบริเวณขอบได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การกรอบริเวณด้านบดเคี้ยวไว้ดูรวมกับการทำร่องบนผนังฟันในแนวตั้ง ให้ผลไม่แตกต่างจากการทำร่องบนผนังฟันในแนวตั้งเพียงอย่างเดียว

Tjan และ Sarkissian (1986) ทำการทดลองเพื่อประเมิน การยึดอยู่ และ ความพอดี ของครอบฟัน ที่ยึดด้วย กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ หลังจากการขัดฟันที่หลัก และล้างด้วย กรดโพลีอะคริลิก ร่วมกับการเป่าทรายที่ผิวด้านในของชิ้นงาน เปรียบเทียบกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ เมื่อนำไปทดสอบแรงยึดกำลังแรงดึง พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างการยึดอยู่ของกลุ่มที่ทำการเป่าทรายที่ผิวด้านในของชิ้นงาน และ ล้างด้วยกรดโพลีอะคริลิก กับกลุ่มที่ไม่ได้เป่าทรายที่ผิวด้านในของชิ้นงานและไม่ได้ล้างด้วยกรดโพลีอะคริลิก ค่าแรงยึดกำลังแรงดึงของครอบฟันที่ยึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มากกว่าที่ยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ที่ทาควิตีวานิช 2ชั้น แต่ให้ค่าแรงยึดกำลังแรงดึงไม่แตกต่างจากที่ยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ที่ไม่ได้ทาด้วยควิตีวานิช และพบว่าพื้นผิวที่ขรุขระช่วยเพิ่มแรงยึดทางกลศาสตร์แก่ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ส่วนการขัดฟันที่กรอเตรียมช่วยให้การใส่ชิ้นงานบูรณะให้เข้าที่ดีขึ้น

Marker และ คณะ (1987) ทำการทดลองเพื่อจำลองสภาพในคลินิก และพบว่ามีหลายปัจจัยที่มีผลกับการยึดอยู่และความแนบของครอบฟัน โดยทดลองจับคู่เปรียบเทียบการปรับสภาพผิวด้วยการทาตายสเปซเซอร์ (die spacer) กับไม่ทา พบว่าในกลุ่มที่ทาตายสเปซเซอร์นั้นครอบฟันจะลงที่ได้แนบสนิทกว่า และให้การยึดอยู่ที่ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ทาตายสเปซเซอร์ สรุปว่าการใช้ตายสเปซเซอร์มีประโยชน์ถ้าใช้อย่างเหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซีเมนต์ที่ใช้ในงานฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่นในยุคปัจจุบัน

Diaz-Arnold และ คณะ (1999) ได้กล่าวว่าความสำเร็จทางคลินิกของฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่นส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขั้นตอนในการยึดซีเมนต์ รองลงมาได้แก่การสูญเสียการยึดอยู่ของครอบฟัน แม้ว่ากรอบฟันหลักให้เกิดการยึดอยู่และด้านการหลุดนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญที่ฟังจะต้องกระทำเป็นพื้นฐาน การเลือกใช้ซีเมนต์ยึดครอบฟันก็มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการรั่วซึมของแบคทีเรียเข้าไปในรอยต่อระหว่างฟันและชิ้นงานบูรณะ ซึ่งการยึดระหว่างผิวของฟันและชิ้นงานบูรณะมีรูปแบบที่ต่าง ๆ กัน เช่น การยึดติดทางกลศาสตร์ เคมี หรือทั้งสองรูปแบบ

การทางทันตกรรมในอุดมคติ ควรให้การยึดที่แข็งแรงระหว่างวัสดุที่แตกต่างกันสองชนิด มีกำลังแรงอัดและแรงยึดกำลังแรงดึงที่สูง มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เกิดการฉีกขาดบริเวณรอยต่อของวัสดุ หรือฉีกขาดในตัววัสดุเอง และสามารถที่จะซึมแม่เข้ากับฟันและชิ้นงานบูรณะได้ดี ความหนาของฟิล์มที่บางและความหนืดเหมาะสมจะทำให้ใส่ชิ้นงานบูรณะเข้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ เพื่อป้องกันการรั่วซึมของของเหลวในช่องปาก ซีเมนต์ควรเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อในช่องปาก มีช่วงเวลาในการทำงานและก่อตัวของซีเมนต์ที่เพียงพอกับเวลาทำงาน ซีเมนต์ 5 ชนิดที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นซีเมนต์ที่นำมาใช้เพื่อยึดชิ้นงานบูรณะชนิดติดแน่นแบบถาวร ได้แก่ ซิงค์ฟอสเฟต ซีเมนต์ โพลีคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เรซินคอมโพสิตซีเมนต์ และ เรซินดัดแปลงกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ แต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางกายภาพและ ทางเคมีที่แตกต่างกัน

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ก่อตัวโดยปฏิกิริยาดังกล่าวการผสมส่วนผงที่ประกอบด้วย ซิงค์ออกไซด์ 90% แมกนีเซียมออกไซด์ 10% ส่วนเหลวประกอบด้วยกรดฟอสฟอริก 67% ซิงค์ฟอสเฟตด้วยอลูมิเนียมและซิงค์ ส่วนน้ำอีก 33% มีความสำคัญในการควบคุมการแตกตัวเป็นไอออนของกรด ซึ่งมีผลต่ออัตราเร็วของการก่อตัว ดังนั้นการเก็บรักษาและขณะใช้ ควรระวังไม่ให้สูญเสียน้ำจากการลืมนปิดขวด ซึ่งทำให้การก่อตัวช้าลงเนื่องจากการระเหยของน้ำออกจากส่วนเหลว สังเกตพบว่าส่วนเหลวมีลักษณะที่ขุ่นเพิ่มขึ้น

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ถูกใช้มานานกว่า 90 ปี ถ้าผสมอย่างเหมาะสมซีเมนต์จะให้ความหนาของฟิล์มตามกำหนดของสมาคมทันตแพทย์อเมริกันข้อ 8 (ADA specification No.8) วิธีผสมนั้นมีความสำคัญ เพื่อให้เกิดซีเมนต์ที่เหมาะสมต้องใช้แผ่นแก้วผสมที่เย็น และผสมเป็นบริเวณที่กว้าง โดยผสมส่วนผงปริมาณเล็กน้อยเข้าหาส่วนเหลว แล้วผสมเป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที และยึดครอบฟันที่หลังผสม เนื่องจากความหนืดของซีเมนต์จะเพิ่มขึ้นตามเวลาอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการยึด

ครอบที่เหมาะสมจะต้องผสมอัตราส่วนและวิธีการที่ถูกต้องและใช้แรงในการกดครอบฟันให้เข้าที่มากพอและสม่ำเสมอ ความแข็งแรงของซีเมนต์ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างส่วนผงและส่วนเหลว ส่วนผงยิ่งมากความแข็งแรงยิ่งสูง กำลังแรงอัดของส่วนผสมซิงค์ฟอสเฟต 80-110 เมกะปาสคาล (megapascal) แรงยึดกำลังแรงดึง 5-7 เมกะปาสคาล การผสมซิงค์ฟอสเฟตที่เหมาะสมสามารถต้านทานแรงบดเคี้ยวได้ ซีเมนต์ที่ก่อตัวแล้วมีค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น 13 กิกะปาสคาล (gigapascal) ซึ่งทำให้ซีเมนต์ต้านทานแรงบดเคี้ยวและใช้ในฟันปลอมบางส่วนติดแน่นที่มีช่วงยาวได้

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ไม่ได้เกิดการยึดทางเคมีกับเนื้อฟัน ดังนั้นการฉีกทำให้เกิดการยึดอยู่เป็นลักษณะทางกลศาสตร์เท่านั้น ความชอบ ความสูง และพื้นที่ผิวของฟันหลักนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญ การเกิดการรั่วซึมตามขอบนั้นสามารถเกิดได้จากการละลายของซีเมนต์ในช่องปาก และ ค่า pH ที่เป็นกรดในช่วงแรกอาจมีผลกระทบต่อการใช้งานทางคลินิก

โพลีคาร์บอกซิลเลตซีเมนต์

โพลีคาร์บอกซิลเลตซีเมนต์ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในทศวรรษ 1960 ก่อตัวด้วยปฏิกิริยากดเบสเมื่อ ซิงค์ออกไซด์และแมกนีเซียมออกไซด์ ผสมเข้ากับกรดโพลีอะคริลิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ซีเมนต์จะแสดงลักษณะริโซโทรปิก (thixotropic) หรือ สูโดพลาสติก (pseudoplastic) เมื่อส่วนผสมอยู่ภายใต้ความกดดัน และมีความหนาของฟิล์มค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการใส่ครอบฟันให้เข้าที่ และระหว่างการก่อตัวจนถึงระยะยาง (rubbery stage) ไม่ควรเขี่ยซีเมนต์ส่วนเกินออกเพื่อป้องกันการดึงเอาซีเมนต์ใต้ขอบของครอบฟันออกมา

โพลีคาร์บอกซิลเลตซีเมนต์ มีค่ากำลังแรงอัดต่ำเพียง 55-85 เมกะปาสคาล แต่แรงยึดกำลังแรงดึงสูง 8-12 เมกะปาสคาล เมื่อเทียบกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ โพลีคาร์บอกซิลเลตซีเมนต์ มีลักษณะชอบน้ำ สามารถแผ่ตัวเกาะกับเนื้อฟันได้ดี การยึดเกาะกับเนื้อฟันเป็นลักษณะทางเคมีเกิดจากกลุ่มของกรดคาร์บอกซิลิกอิสระทำปฏิกิริยากับแคลเซียมในเนื้อฟัน ทำให้คิดว่าสามารถลดการเกิดการรั่วซึมได้ดี แต่จากการศึกษาพบว่า เกิดการรั่วซึมไม่แตกต่างไปจากซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

หลังจากก่อตัวจนแข็งแล้ว โพลีคาร์บอกซิลเลตซีเมนต์จะมีการเปลี่ยนรูปร่างได้ง่ายกว่าซิงค์ฟอสเฟต ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ซีเมนต์ชนิดนี้ในบริเวณที่มีแรงบดเคี้ยวสูง หรือใช้กับฟันปลอมติดแน่นที่มีช่วงยาว โพลีคาร์บอกซิลเลตซีเมนต์บางสูตรมีฟลูออไรด์ผสมอยู่ แต่การปล่อยฟลูออไรด์น้อยกว่าเมื่อเทียบกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ข้อดีของซีเมนต์ชนิดนี้คือการเข้ากันได้ดีกับโพรงประสาทฟัน ซึ่งอาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของค่า pH อย่างรวดเร็วหลังผสม และการไม่

สามารถแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟัน เนื่องจากโมเลกุลของกรดฟอสฟอริกมีการละลายตัวน้อย ซีเมนต์ชนิดนี้จึงเหมาะสมที่จะใช้ยึดครอบฟันที่เดียวที่ไม่ได้รับแรงมากนักและมีอาการเสียวฟันง่าย

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดนี้เป็นการพัฒนามาจาก ซิลิเกตซีเมนต์ และ โพลีคาร์บอกซีเลตซีเมนต์ ซีเมนต์ชนิดนี้ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในทศวรรษ 1970 มีการก่อดัวจากปฏิกิริยาระหว่าง อลูมิเนียมซิลิเกตกลาส ส่วนเหลวซึ่งประกอบด้วยโคโพลิเมอร์ของกรดอ่อนฟอสฟอริกในอีกหลายชนิด ได้แก่ กรดอิทาโคอิก กรดมาลลิก และกรดไตรคาร์บอกซิลิก กรดเหล่านี้สามารถที่จะแช่แข็งและทำให้แห้งเป็นส่วนผง เมื่อผสมกับน้ำจะกลับคืนสู่สภาพกรดอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมของกรดทาทรอิกซึ่งทำหน้าที่เพิ่มการไหลและเพิ่มเวลาในการทำงาน เชื่อกันว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยึดติดกับฟันได้โดยการเกิดพันธะไอออนิก ซึ่งเป็นผลมาจากการคีเลตของกลุ่มคาร์บอกซิลในกรด กับแคลเซียมหรือฟอสเฟตในอะพาไทท์ของเคลือบฟันและเนื้อฟัน กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีกำลังแรงอัด 90-230 เมกะปาสคาล ซึ่งสูงกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และโพลีคาร์บอกซีเลตซีเมนต์ มีการศึกษารายงานการรั่วซึมที่น้อยกว่าซีเมนต์ชนิดอื่นๆ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์นั้นมีทั้งแบบผสมด้วยมือและแบบแคปซูล ซึ่งแบบผสมด้วยมือมักจะมีฟองอากาศซึ่งอาจทำให้ความแข็งแรงลดลง อย่างไรก็ตาม ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ต่ำกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ในบริเวณที่มีการรับแรงบดเคี้ยวสูงๆ

มีการศึกษารายงานว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีความหนาของฟิล์มที่บางและรักษาความเหนียวให้คงที่ได้เป็นเวลานานๆหลังผสม ซึ่งทำให้ครอบฟันใส่เข้าที่ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับซิงค์ฟอสเฟต อย่างไรก็ตามความหนาของฟิล์มที่บางไม่เป็นข้อดีเสมอไป เนื่องจากการเกิดการแตกในชั้นจุลภาค มักจะเกิดในชั้นของซีเมนต์ที่บางเพราะว่าความเครียดที่เกิดระหว่างการก่อดัวนั้นมักเกิดอย่างไม่สม่ำเสมอ

ข้อเสียหลักของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์คือความชื้น และการละลายตัวเมื่อสัมผัสกับน้ำระหว่างขณะเริ่มก่อดัว ถ้าความแนบตามขอบของครอบฟันไม่ดี การดูดซึมน้ำจะทำให้เกิดการหลุดของครอบฟัน จึงมีคำแนะนำให้ใช้ปิโตรเลียม เจลลี่ ทารอบๆขอบของครอบฟันทันทีเพื่อป้องกันการสัมผัสความชื้นของซีเมนต์ที่ยังไม่ก่อดัว นอกจากนี้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยังมีการสูญเสียได้ง่าย ซึ่งนำไปสู่การแตกในชั้นจุลภาคภายในชั้นของซีเมนต์

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีค่า pH ที่ต่ำในระยะแรกของการก่อดัว ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการเสียวภายหลังการยึดครอบฟันได้ อย่างไรก็ตามซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

มีรายงานว่าก่อให้เกิดอาการเสียวฟันภายหลังการยัดครอบฟันเพียงเล็กน้อย และให้การพยากรณ์ที่ดีสำหรับฟันหลัก

ถึงแม้ว่ามีรายงานว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีการปล่อยและรับฟลูออไรด์ รวมทั้งผลของการป้องกันฟันผุ แต่ปริมาณฟลูออไรด์เพียงเล็กน้อยที่ขอบของครอบฟัน อาจไม่มีนัยสำคัญในการป้องกันและรักษาทางคลินิก กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีข้อบ่งใช้เช่นเดียวกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

เรซินคอมโพสิตซีเมนต์

เรซินคอมโพสิตซีเมนต์ หรือ เรซินซีเมนต์ เกิดจากการผสม บิสฟีเอ็มเอทีที่มีวัสดุอัดแทรก กับ เมธาคริเลตอื่นๆ ปฏิกริยาการแข็งตัวเกิดได้ทั้งโดยปฏิกริยาเคมี แสง หรือทั้งสองอย่าง เรซินซีเมนต์ มีหลายสีให้เลือก ส่วนผสมทางเคมีของเรซินซีเมนต์สามารถยึดเกาะกับฟันได้ดี การยึดอยู่กับเคลือบฟันเกิดจากการยึดอยู่ทางจุลกลศาสตร์ของเรซิน กับผลึกไฮดรอกซีอะพาไทท์ และ แห่งของเคลือบฟันที่ได้รับกรดกัด ส่วนการยึดอยู่ของเรซินกับเนื้อฟันค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งเกี่ยวกับการแทรกซึมของโมโนเมอร์ที่ชอบน้ำ ผ่านชั้นของคอลลาเจนที่มีการสูญเสียแร่ธาตุไปบางส่วนจากการกรดกัดเนื้อฟัน ทำให้เกิดการยึดอยู่ทางจุลกลศาสตร์ของเรซินกับชั้นของคอลลาเจนเรียกว่าชั้นไฮบริด การที่เนื้อฟันยึดติดกับเรซินจะต้องมีชั้นตอนต่างๆหลายชั้น เริ่มจากการปรับสภาพผิวด้วยกรดหรือตัวปรับสภาพเนื้อฟัน เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ สเมียร์ที่อัดอยู่ในท่อเนื้อฟัน เปิดท่อเนื้อฟันให้กว้าง พร้อมกับละลายแร่ธาตุส่วนบน 2-5 ไมครอน เวลากรดกัดที่เหมาะสมคือ 15 วินาที กรดทำหน้าที่ละลายอะพาไทท์ส่วนที่เป็นธาตุซึ่งปกติจะปกคลุมเส้นใยคอลลาเจนอยู่ในส่วนเมตริกของเนื้อฟัน และเปิดช่องขนาด 20-30 นาโนเมตร รอบๆเส้นใยคอลลาเจน ซึ่งช่องเหล่านี้ จะเป็นทางให้โมโนเมอร์ที่ชอบน้ำไหลเข้าไปอยู่แล้วก่อให้เกิดการยึดอยู่ทางกลศาสตร์ ถ้าใช้เวลาในการกรดกัดนานเกินไปจะทำให้เกิดบริเวณของการสูญเสียแร่ธาตุลึกเกินไปทำให้เรซินแทรกซึมลงไปได้ยาก ถ้าเกิดการแทรกซึมของเรซินได้ไม่สมบูรณ์ คอลลาเจนในชั้นลึกๆจะถูกย่อยสลายด้วยน้ำและสลายตัว

ไพรเมอร์เช่น ฮีมา(HEMA: hydroxyethyl methacrylate) เป็นสารทำหน้าที่ 2 อย่าง โดยส่วนที่ชอบน้ำจะยึดกับเนื้อฟันและเคลือบฟันได้ ส่วนที่ไม่ชอบน้ำจะยึดกับกาวเรซิน ไพรเมอร์ถูกทาหลายๆครั้งเพื่อเข้าไปแทนที่น้ำในเนื้อฟันด้วยเรซินโมโนเมอร์ และพาเอาส่วนที่เป็นกาวเรซินเข้าไปในท่อเนื้อฟัน ไพรเมอร์ถูกเป่าให้แห้งอย่างนุ่มนวลเพื่อไม่ให้รบกวน โครงข่ายคอลลาเจน แต่จะไล่ตัวทำละลายหรือน้ำซึ่งจะขัดขวางการสัมผัสกันของกาวเรซินกับไพรเมอร์ จากนั้นจึงทำการปรับสภาพผิวกาวเรซินลงบนพื้นผิวที่ทาไพรเมอร์เพื่อคงสภาพของไพรเมอร์และไหลลงไปในท่อเนื้อฟัน

การใช้วัสดุยึดเนื้อฟันนั้นถูกใช้เพื่อชดเชยการหดตัวของเรซินขณะก่อตัว แต่ความแข็งของครอบฟันจะไม่ยอมให้มีการหดตัวของเรซินขณะเกิดการแข็งตัว ความเครียดที่เกิดจากการหดตัวนั้นจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กัษนิต ความหนาของเรซิน รูปร่างของการกรอเตรียมฟันหลัก ความเครียดอาจมากพอทำให้เกิดช่องว่างระหว่างซีเมนต์และฟัน ความสามารถในการยึดติดกับฟันของเรซินอาจสามารถเอาชนะความเครียดที่เกิดขึ้นระหว่างการเกิดปฏิกิริยาแข็งตัว

เรซิน คอมโพลีเมอร์ซีเมนต์ จะเกิดพันธะทางเคมีกับวัสดุอุดเรซินคอมโพลีเมอร์และพอร์ซเลนที่ทำการปรับสภาพผิวด้วยไซเลน กาวเรซินสามารถเพิ่มความต้านทานต่อการแตกหักของเซรามิกที่ทำการกรอดัดและทาไซเลน และเรซินซีเมนต์ยังสามารถให้แรงยึดที่ดีกับโลหะผสมพื้นฐานที่ทำการเป่าทรายเพื่อเพิ่มการยึดติดทางจุลกลศาสตร์

เรซินซีเมนต์ที่มีไฟร์เมตา(4-META : 4-methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride) สามารถเกิดการยึดติดที่แน่นหนากับชั้นของออกไซด์บนผิวโลหะได้ และโลหะผสมมีตระกูลที่ทำการเคลือบดีบุกด้วยไฟฟ้า เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวการยึดติดและทำให้เกิดพันธะเคมีของดีบุกออกไซด์กับเรซินซีเมนต์ได้เช่นกัน

กาวเรซินส่วนมากมักจะมีวัสดุอัดแทรกประเภทแก้ว หรือ ซิลิกา 50-70% โดยน้ำหนัก ช่วยเพิ่มกำลังแรงอัดให้สูงขึ้น ความต้านทานต่อแรงดึงสูงขึ้น และไม่เกิดการละลายน้ำ นอกจากนี้วัสดุอัดแทรกยังช่วยลดการสึกตามขอบเมื่อเปรียบเทียบกับไฮบริดเรซิน และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ อย่างไรก็ตามการใช้วัสดุอัดแทรกมากทำให้เพิ่มความหนืดมากขึ้น ซึ่งจะลดการไหลแผ่และเพิ่มความหนาของเรซินซีเมนต์ ได้มีการศึกษาความสามารถในการใส่ชิ้นงานบูรณะให้เข้าที่บนฟันหลักด้วยเรซินซีเมนต์ ในบางสถานการณ์ พบว่าความหนาของเรซินซีเมนต์ นั้นมากกว่าซีเมนต์ชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจใช้ค้อนไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อุลตราโซนิกอื่นๆช่วยลดความหนาของเรซินซีเมนต์ลงได้

เรซินซีเมนต์บางชนิดมีส่วนประกอบของยิทเทอร์เบียมไตรฟลูออไรด์(ytterbium trifluoride) หรือ วัสดุอัดแทรกแบเรียมฟลูออโรซิลิเกต(barium fluorosilicate) อ้างว่าสามารถปล่อยฟลูออไรด์ และสามารถป้องกันฟันผุได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานถึงปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากวัสดุเพื่อสามารถยับยั้งการเกิดฟันผุ และมีการทดลองมากมายไม่ได้พิสูจน์ถึงความสามารถในการป้องกันฟันผุของวัสดุเหล่านี้

ความสามารถในการยึดกับวัสดุได้หลายประเภทเช่น ให้แรงยึดที่สูง ความแข็งแรงที่สูง ไม่ละลายน้ำ และมีสีให้เลือกมากมาย ทำให้เรซิน คอมโพลีเมอร์ ซีเมนต์ เป็นทางเลือกที่ดีของวัสดุที่ใช้เพื่อความสวยงาม รวมไปถึง เรซินคอมโพลีเมอร์ อินเลย์และออนเลย์ เซรามิกอินเลย์และออนเลย์ วีเนียร์ ครอบฟันและสะพานฟัน เรซินคอมโพลีเมอร์ซีเมนต์ชนิดเกิดการแข็งตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีแนะนำให้ใช้กับฟันปลอมบางส่วนติดแน่นชนิดแมริแลนด์(Maryland bridge)ที่ทำจากโลหะผสมพื้นฐาน

ส่วนการยึดกับโลหะผสมมีตระกูลแนะนำให้ทำการเคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้าก่อนมายึดด้วยเรซินซีเมนต์ นอกจากนี้เรซินซีเมนต์ยังสามารถช่วยในงานที่ขาดลักษณะการยึดอยู่และต้านอยู่ได้ สิ่งที่สำคัญที่ต้องพึงระวังคือเทคนิคการใช้งานค่อนข้างอ่อนไหวและมีหลายขั้นตอน

เรซินดัดแปลงกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

เรซินดัดแปลงกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ก่อตัวโดยการสร้างเกลือโลหะโพลีอะคริเลต และโพลีเมอร์ ซีเมนต์ชนิดนี้แข็งตัวโดยปฏิกิริยากรดเบส ระหว่างส่วนผงที่เป็นฟลูออโรโพลีเมอร์อินทรีย์กับกลาส และส่วนเหลวของ กรดโพลีอัลคิลีนอิกดัดแปลง มีกลุ่มเมธาคริเลตแขวนลอยอยู่ การแข็งตัวของอนุมูลอิสระเมธาคริเลต ด้วยปฏิกิริยาเคมีและแสง กระบวนการนี้ เรียกว่า เรซินดัดแปลง หรือไฮบริดกลาสไอโอโนเมอร์

ซีเมนต์นี้ มีค่ากำลังแรงอัด และค่าแรงยึดกำลังแรงดึงผ่าจุดศูนย์กลาง(diametral tensile strength) สูงกว่า ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ โพลีคาร์บอกซิลีตซีเมนต์ และ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์บางตัว แต่น้อยกว่าเรซินซีเมนต์ การปล่อยฟลูออไรด์คล้ายคลึงกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และสามารถยึดเข้ากับวัสดุอุดคอมโพสิตเรซิน สามารถป้องกันการละลายน้ำระหว่างการก่อตัวได้ดีกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีฤทธิ์ในการป้องกันฟันผุและการรั่วซึมตามขอบ ข้อดีที่ชัดเจนคือการใช้งานที่ง่ายไม่ซับซ้อนมาก และมีความหนาของซีเมนต์ที่น้อย

การมีเรซินเป็นส่วนประกอบไม่ได้ช่วยลดการเกิดการสูญเสียน้ำของซีเมนต์ประเภทนี้ แต่ภายหลังการแข็งตัวนาน 3 เดือน คงพบการหดตัวเมื่อสูญเสียน้ำ ข้อเสียหลักของเรซินไอโอโนเมอร์นี้คือลักษณะที่ขอบน้ำของโพลีฮีมา(polyhema) ซึ่งทำให้เกิดการดูดน้ำ และเกิดการขยายตัวเมื่อได้รับน้ำ ถึงแม้การดูดซึมน้ำจะไปชดเชยการหดตัวของการเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวก็ตาม แต่การดูดซึมน้ำอย่างต่อเนื่องจะมีผลเสียต่อซีเมนต์ ดังนั้นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นข้อที่ห้ามใช้ซีเมนต์ชนิดนี้กับชิ้นงานบูรณะประเภท ชิ้นงานบูรณะเซอรัมิกทั้งชิ้น ชิ้นงานบูรณะเฟลสปาดิกทั้งชิ้น

บริษัทผู้ผลิตเรซินไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ แนะนำให้ใช้ยึดครอบฟันโลหะ หรือ พอร์ซเลนผสมโลหะ สะพานฟันติดแน่น กับฟัน อมัลกัม เรซินคอมโพสิต หรือ กลาสไอโอโนเมอร์ ส่วนการยึดเดือยในฟันที่รักษารากฟันยังคงเป็นปัญหาเพราะคุณสมบัติการขยายตัวจะเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกของรากฟัน

นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการเข้ากันได้ทางชีววะ เนื่องจาก มีโมโนเมอร์อิสระในส่วนเหลว ถึงแม้ว่าจะน้อย แต่อาจทำให้เกิดการแพ้ได้ ดังนั้นควรทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตระหว่างการผสม

ในการใช้วัสดุเพื่อป้องกันการเสียวฟัน หลังการกรอเตรียมฟันหลักโดยการฉีกท่อนเนื้อฟันและลดการเกิดการรั่วซึม มีการศึกษามากมายพบว่า เรซินไฟรเมอร์ ลดการยึดอยู่ของ ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และ โพลีคาร์บอกซิเลต ซีเมนต์ แต่มีผลน้อยกว่ากับ กลาสไอโอโนเมอร์ เรซินคอมโพสิต หรือ เรซินดัดแปลงกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เป็นที่รู้กันว่าวัสดุที่มียูจินอล จะไปยับยั้งการเกิดการเชื่อมของกาวเรซิน ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการใช้ซีเมนต์ชั่วคราวที่ไม่มีส่วนผสมของยูจินอล เมื่อต้องการยึดวัสดุบูรณะด้วยเรซินซีเมนต์ ส่วนการยึดอยู่ของ เรซินดัดแปลงกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ไม่มีผลกระทบจากการใช้ซีเมนต์ชั่วคราวที่มีส่วนผสมของยูจินอลถ้าทำการขัดเอาส่วนของซีเมนต์ชั่วคราวออกให้เรียบร้อยก่อน

วัสดุที่ใช้ยึดครอบฟันจะมีโครงสร้างการทำปฏิกิริยาทางเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้มีคุณสมบัติทางกายภาพ ความทนทาน ความเหมาะสมทางคลินิกที่แตกต่างกัน ไม่มีซีเมนต์ชนิดใดเหมาะสมทุกสถานการณ์ และไม่มีซีเมนต์ชนิดใดสามารถทดแทนเนื้อฟันที่ถูกกรอออกไปให้เกิดลักษณะยึดอยู่ และต้านอยู่ได้ รวมทั้งไม่สามารถทดแทนชิ้นงานบูรณะที่ไม่แข็งแรงได้ ทันตแพทย์ควรคำนึงถึงข้อดีและข้อด้อย ของซีเมนต์แต่ละชนิด เพื่อเลือกใช้ซีเมนต์แต่ละชนิดให้เหมาะสมกับแต่ละเหตุการณ์

มีการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของซีเมนต์ชนิดต่างๆ เช่น Tjan และ Li (1992) ทำการศึกษาเพื่อประเมินและเปรียบเทียบ การยึดอยู่และการใส่ครอบฟันให้เข้าที่ด้วยเรซินซีเมนต์ 2 ชนิด เทียบกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ พบว่าเรซินซีเมนต์ฟานาเวียอีเอ็กซ์ ให้แรงยึดดึงสูงสุดและเกือบเป็นสองเท่าของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ซึ่งให้ค่าแรงยึดไม่แตกต่างจากการยึดด้วยเรซินซีเมนต์คอมสเปน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิดช่วยให้เกิดใส่ครอบฟันให้เข้าที่ได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

White และ คณะ (1992) ทำการศึกษาการรั่วซึมของซีเมนต์ยึดครอบฟันชนิดต่างๆที่ใช้ยึดระหว่างฟันและโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม แล้วนำไปผ่านการทำเทอร์โมไซคลิก พบว่า เกิดการรั่วซึมเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ โพลีคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และเรซินซีเมนต์ตามลำดับ

Lyons และ คณะ (1997) ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความดันต่อแรงยึดของซีเมนต์ 3 ชนิดได้แก่ 1.ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ 2.กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 3.เรซินซีเมนต์ กับครอบฟัน โดยนำฟันที่ยึดด้วยซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิดไปผ่านการปรับเปลี่ยนความดัน จาก 0-3 บรรยากาศ 15 ครั้ง แล้วนำมาทดสอบแรงยึดกำลังแรงดึง พบว่าครอบฟันที่ยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ หรือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะมีการยึดอยู่ลดลง เมื่อเทียบกับเรซินซีเมนต์ นอกจากนี้ยังมีการพบว่าเกิดการรั่วซึม

ของครอบที่ยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ หรือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ แต่ไม่พบในครอบฟันที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์

Junge และ คณะ (1998) ศึกษาเปรียบเทียบผลของจำนวนรอบที่ทำให้เกิดการหลุดของครอบฟันหน้าซี่กลางที่ยึดด้วยซีเมนต์ 3 ชนิดได้แก่ 1.ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ 2.เรซินดัดแปลงกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ 3.เรซินซีเมนต์ใช้ร่วมกับสารยึดเนื้อฟัน โดยใช้แรงขนาด 1.5 กิโลกรัมกระทำในอัตรา 72 รอบต่อนาที จนกระทั่งครอบฟันเริ่มหลุด พบว่าเรซินซีเมนต์สามารถทนต่อแรงที่กระทำอย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดการหลุดเมื่อผ่านไปมากกว่า 8 หมื่นรอบจึงหยุดการทดลอง ขณะที่ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และเรซินดัดแปลงกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ สามารถทนต่อแรงกระทำโดยเฉลี่ยไม่เกิน 6-7 พันรอบจึงเกิดการหลุด

จากตัวอย่างการศึกษาที่ยกขึ้นมาี้ ทำให้เห็นแนวทางที่จะนำไปสู่ความสนใจในเรื่องของการใช้งานของเรซินซีเมนต์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมหลายประการกับการใช้งานในการใช้ยึดฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่น อีกทั้งในปัจจุบัน ได้มีเรซินซีเมนต์ชนิดใหม่ที่ถูกนำมาใช้ทางทันตกรรมเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความสนใจในการศึกษาคุณสมบัติในการยึดอยู่ของเรซินซีเมนต์แต่ละชนิดว่าสามารถให้แรงยึดที่แตกต่างกันหรือไม่

ส่วนการปรับสภาพพื้นผิวด้วยไพโรเมอร์ชนิดต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นการใช้งานในทางคลินิก และนำไปสู่ความสนใจเช่นกัน ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้จึงทำขึ้นเพื่อค้นหาชนิดของเรซินซีเมนต์ที่ให้แรงยึดสูงสุด และ ทดสอบไพโรเมอร์ในการช่วยปรับสภาพพื้นผิว ว่าสามารถเพิ่มการยึดอยู่ได้จริงหรือไม่ และ ไพโรเมอร์ชนิดใดเหมาะสมกับเรซินซีเมนต์ชนิดใด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆ 5 ชนิด กับโลหะผสม นิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้เรซินซีเมนต์ที่เหมาะสมกับงานทางทันตกรรมประดิษฐ์
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มการติดแน่นดีขึ้น ต่อแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสม นิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการทดสอบแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดกับโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม ที่ปรับสภาพพื้นผิวโลหะผสมด้วยการเป่าทรายด้วยอนุกรมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน ร่วมกับการปรับสภาพผิวด้วยไพรเมอร์ 2 ชนิด หรือ ไม่ใช้ไพรเมอร์ การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นเพื่อที่จะเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านกายภาพ คือความแข็งแรงของเรซินซีเมนต์ และความสามารถในการยึดอยู่กับพื้นผิวของเรซินซีเมนต์ ในที่นี้ใช้โลหะที่สามารถเกิดการยึดอยู่กับเรซินซีเมนต์ได้ดีที่สุดเป็นตัวแทนเพื่อเปรียบเทียบ นอกจากนี้ยังทดสอบปัจจัยการใช้ไพรเมอร์เพื่อช่วยทางด้านการซึมผ่านของเรซินซีเมนต์และส่งผลให้เกิดการยึดติดที่ดีขึ้นเพียงใด

ข้อตกลงเบื้องต้น

ถึงแม้ว่าการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบเรซินซีเมนต์ที่ใช้ สำหรับการยึดครอบฟัน ขึ้น โลหะตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแรงเฉือนในครั้งนี้ ไม่ได้ถูกเหวี่ยงขึ้นในรูปแบบของครอบฟัน เพื่อความสะดวกในการทดสอบแรงยึดเหนี่ยวตามรูปแบบมาตรฐานในการทดสอบ รวมไปถึงการใช้แรง 1 กิโลกรัมในการกดขึ้นโลหะตัวอย่างเพื่อใช้ยึดขึ้นโลหะตัวอย่างเข้ากับเรซินซีเมนต์ ซึ่งต่ำกว่าแรงที่ใช้ในการยึดครอบฟันปกติ เนื่องจากการยึดขึ้นโลหะตัวอย่างด้วยเรซินซีเมนต์นั้นไม่มีแรงต้านต่อการยึดซีเมนต์เหมือนกับการยึดซีเมนต์เข้ากับฟันธรรมชาติในทางคลินิก

ข้อจำกัดของการวิจัย

การทดลองครั้งนี้เป็นการทดสอบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโลหะผสมกับโลหะผสมโดยมีเรซินซีเมนต์คั่นกลาง แทนที่จะเป็นการทดสอบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโลหะผสมกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน เนื่องจาก ความแปรปรวนของเนื้อฟันและเคลือบฟันค่อนข้างมากนั้นมีผลกระทบต่อแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นอย่างมาก ซึ่งจะก่อให้เกิดผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน และนำไปสู่การสรุปผลการทดลองที่ไม่น่าเชื่อถือ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โลหะผสม ซึ่งมีความแปรปรวนน้อยกว่าเคลือบฟัน และสามารถเตรียมฟันผิวให้มีมาตรฐานที่เหมือนกัน หรือใกล้เคียงกันทุกชิ้นได้

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้ มักกล่าวถึงคำว่า "การยึดติด" ซึ่งในที่นี้แปลมาจากคำว่า "adhesion" และคำว่า "กาว" ใช้แทนคำว่า "adhesive" ส่วนคำว่า "แรงยึด" ใช้เพื่อแทนคำว่า "bond strength" เช่น แรงยึดเฉือน (shear bond strength) หรือ แรงยึดกำลังแรงดึง (tensile bond strength) และ คำว่า "การยึดอยู่" จะมาจากคำว่า "retention" ส่วนคำว่า "สารยึดคู่" จะมาจากคำว่า "coupling agent"

ในการกล่าวถึง "สารเพิ่มการยึดติด" นั้นจะมาจากคำว่า "adhesion promoter" และ "ซีเมนต์ยึดครอบ" นั้นจะหมายถึง "luting agent" หรือ "luting cement" ส่วนคำว่า "การยึดครอบฟัน" จะมาจากคำว่า "cementation" หรือ "cementing" และ "การใส่ชิ้นงานบูรณะให้เข้าที่" มาจากคำว่า "seating"

สารเคมีสองชนิดที่ทำการทดสอบและมักจะกล่าวถึงบ่อยๆในงานวิจัยนี้ได้แก่ "โฟร์เมตา" หรือ "4-META" ซึ่งย่อมาจากคำว่า "4-Methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride" และ "เอ็มดีพี" หรือ "MDP" มาจากคำว่า "10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate"

สมมติฐานการวิจัย

1. เรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆให้แรงยึดเหนี่ยวต่อโลหะผสม นิกเกิล โคโรเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียมไม่แตกต่างกัน
2. ผลของไพรเมอร์ ทั้ง 2 ชนิดในการเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโลหะผสมนิกเกิล โคโรเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม และเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆไม่แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากผลการวิจัยนี้ ทำให้เกิดแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้ เรซินซีเมนต์ที่ให้แรงยึดแน่นกับโลหะผสม นิกเกิล โคโรเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม ได้สูงสุด

นอกจากนี้สามารถเลือกใช้ไพรเมอร์ที่เหมาะสมกับชนิดของเรซินซีเมนต์และโลหะผสม นิกเกิล โคโรเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการยึดอยู่ในงานที่ต้องการแรงยึดแน่นหรือการยึดอยู่นั้นอยู่ในชั้นวิกฤต เช่นการซ่อมรอยแตกของงานครอบฟันโลหะเคลือบกระเบื้อง ที่แตกถึงชั้นโลหะ งานสะพานฟันติดแน่นชนิดกรดกัดโครงโลหะที่ต้องการแรงยึดแน่นอยู่สูงสุด และงานที่จะต้องมีการเชื่อมกันระหว่างโครงโลหะและเรซินเช่นการเติมฟันในงานฟันปลอมบางส่วนแบบถอดได้โครงโลหะ

การออกแบบการวิจัย

วิจัยเชิงทดลอง(experimental research)

ปัญหาของการวิจัย

1. เรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆ ให้แรงยึดแน่นกับโลหะผสมนิกเกิล โคโรเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียมเท่ากันหรือไม่ ชนิดใดให้แรงยึดแน่นมากที่สุด
2. การใช้ไพรเมอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มการติดแน่นดีขึ้นนั้น มีผลต่อการเพิ่มแรงยึดแน่นของเรซินซีเมนต์ต่อโลหะผสม นิกเกิล โคโรเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม หรือไม่ ชนิดใดช่วยให้เกิดแรงยึดแน่นมากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การยึดอยู่ระหว่างโลหะและเรซิน

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการทำงานทางด้านทันตกรรมประดิษฐ์นั้นมักมีส่วนประกอบของโลหะ เซอรามิก และเรซิน เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ เช่น ฟันปลอมถอดได้บางส่วนโครงโลหะ ก็จะมี ส่วนประกอบของโลหะซึ่งทำหน้าที่เป็นโครง เพื่อยึดฟันปลอมที่ทำจากอะคริลิกเรซิน หรือ เซอรา มิก ฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่นก็จะประกอบไปด้วยโลหะเป็นโครงร่วมกับเซอรามิก หรือ อะคริลิกเรซิน ดังนั้น จึงพบว่ามีความสำคัญ ในการที่จะเชื่อมวัสดุต่างชนิดกันเข้าหากันด้วยวิธี ต่างๆเช่น การยึดติดกันระหว่างเรซินกับโลหะทางกลศาสตร์ ทางเคมี หรือ ร่วมกันทั้งทางกลศาสตร์ และทางเคมี

ก. การยึดอยู่ระหว่างโลหะและเรซินทางกลศาสตร์

การยึดอยู่ระหว่างโลหะและเรซินทางกลศาสตร์ มี 2 ลักษณะได้แก่

1. การยึดอยู่ระหว่างโลหะและเรซินทางมหกลศาสตร์(macromechanical retention) มักจะใช้ในงานฟันปลอมถอดได้โครงโลหะในส่วนของโครงยึดฟัน เช่น โครงยึดฟันแบบโปร่ง (lattice) ตะแกรงแบบถี่(mesh) หัวตะปู(nailhead) หรือ เม็ดเล็กๆ(beads) ได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานในลักษณะต่างๆกันเช่น

Rochette (1973) ได้แนวคิดจากการใช้กรดกัดเคลือบฟันเพื่อยึดกับเรซินที่ไม่มีวัสดุอัด แทรกได้ผลเป็นเวลานาน ได้นำแนวคิดนี้มาใช้ร่วมกับการเข้าเฟือกฟัน โดยบรรยายเทคนิคในการ ใช้อะคริลิกยึดเฟือกเจาะรูที่ทำจากโลหะผสมทองคำเข้ากับเคลือบฟันหน้าล่างที่โยก เพื่อให้การยึด อยู่ในลักษณะทางกลศาสตร์ นอกจากนั้นยังได้เสนอการใช้เฟือกยึดฟันที่มีฟันปลอมร่วมด้วยเพื่อ ใส่ทดแทนในฟันหน้าล่าง

Dunny และ King (1975) ทำการทดลอง และพบว่าการออกแบบโครงยึดฟันปลอม มี ผลกระทบต่อการยึดอยู่ และเกิดการแตกหักของอะคริลิกในส่วนที่ผ่านรูหรือช่องของโครงยึดฟัน ทุกๆแบบที่มีการเปิดช่องโหว่ ความแข็งแรงของแรงยึดของอะคริลิกเป็นสัดส่วนกับ เส้นผ่าศูนย์กลางของช่องว่างในโครงยึดฟัน ส่วนหัวตะปู และ เม็ดเล็กๆที่ใช้ในโครงยึดฟันนั้น นอกจากจะไม่ช่วยการยึดอยู่แล้วยังจะลดการยึดอยู่ด้วย

เนื่องจากการยึดอยู่ทางมหกลศาสตร์นั้นให้แรงยึดที่ค่อนข้างน้อยและไม่ทนทานจึงเกิด แนวคิดที่จะเพิ่มการยึดอยู่โดยวิธีอื่นตามมา

2. การยึดอยู่ระหว่างโลหะกับเรซินทางจุลกลศาสตร์(micromechanical retention) เป็นการเพิ่มการยึดอยู่โดยการเพิ่มพื้นที่ผิวโดยวิธีต่างๆกัน ได้แก่ การทำกรดกัดด้วยไฟฟ้า (electrolytic etched) เจลกรดกัด(gel etched) หรือกรดกัดทางเคมี(chemical etched) และการเป่าทราย(sandblasting or air abrasion) มีตัวอย่างการศึกษามากมาย

Tanaka และ คณะ (1979) ได้แนวคิดมาจาก Dunn และ Reisbick (1976) ทำส่วนคอด (undercuts) เล็กๆ บนโลหะโคบอลต์ โครเมียม เพื่อเป็นที่ยึดอยู่ของเซรามิก และนำมาใช้กับครอบฟัน โดยทำส่วนคอดด้วยวิธีอิเล็กโทรไลติกพิตติงคอร์โรชัน(electrolytic pitting corrosion) เพื่อช่วยยึดอะคริลิกเรซินวีเนียร์เข้ากับโลหะผสมนิเกิล โครเมียม คอปเปอร์

Livaditis และ Thompson (1982) Thompson และ คณะ (1983) บรรยายวิธีในการทำกรดกัดด้วยไฟฟ้ากับโลหะผสมนิเกิล โครเมียม ทดสอบแรงยึดกำลังแรงดึง และพบว่า โลหะผสมนิเกิล โครเมียม ให้แรงยึดกำลังแรงดึงที่ดีกับเรซินทางทันตกรรมโดยการกรดกัดด้วยไฟฟ้า การเลือกใช้กรด ปริมาณกระแสไฟฟ้า และเวลาในการกรดกัดนั้นต่างกันไปตามชนิดของโลหะเพื่อให้เกิดแรงยึดกำลังแรงดึงสูงสุด

Tanaka และ คณะ (1986) ทำการทดลองเพื่อศึกษาวิธีการปรับสภาพพื้นผิวของโลหะผสมพื้นฐาน 2 ชนิด ได้แก่ นิเกิล โครเมียม และ โคบอลต์ โครเมียม ด้วยการเป่าทรายแล้วนำไปออกซิไดซ์ ก่อนที่จะยึดแท่งอะคริลิกเข้ากับเรซินซีเมนต์แล้วทดสอบแรงยึดกำลังแรงดึง พบว่าโลหะผสมนิเกิล โครเมียม เมื่อปรับสภาพพื้นผิวโดยการเป่าทราย แล้วนำไปออกซิไดซ์ในกรด สามารถเพิ่มแรงยึดกำลังแรงดึงได้สูงกว่ากลุ่มที่เป่าทรายเพียงอย่างเดียว และ โลหะผสมโคบอลต์ โครเมียม ที่ทำการเป่าทรายเพียงอย่างเดียวให้ผลไม่แตกต่างจากการเป่าทรายแล้วนำไปออกซิไดซ์ในกรด

Zurasky และ Duke (1987) ทดสอบแรงยึดกำลังแรงดึงระหว่างฟันปลอมอะคริลิก กับโลหะผสมนิเกิล โครเมียม ที่ได้รับการเป่าทราย แล้วกรดกัดด้วยไฟฟ้า เทียบกับการทำเม็ดเล็กๆ เพื่อช่วยในการยึดอยู่ พบว่าแรงยึดกำลังแรงดึงจากการทำเม็ดเล็กๆนั้นน้อยกว่าวิธีกรดกัดด้วยไฟฟ้าถึง 3.5 เท่าและเกิดการแตกที่ผิวสัมผัสของโลหะกับอะคริลิก ในขณะที่ชั้นงานที่กรดกัดด้วยไฟฟ้ามีการแตกหักอยู่ในชั้นของอะคริลิกเอง

Atta และ คณะ (1988) ทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงยึดกำลังแรงดึง และแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์ที่ยึดเข้ากับโลหะผสมนิเกิล โครเมียมที่ทำการเป่าทราย หรือทำวิธีกรดกัดด้วยไฟฟ้าพบว่า พื้นผิวที่เกิดจากการกรดกัดด้วยไฟฟ้าจะมีหลุมร่องและความขรุขระที่มากกว่าการเป่าทราย และให้แรงยึดเฉือนที่มากกว่าการเป่าทราย

Watanabe และ คณะ (1988) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงยึดกำลังแรงดึงของเรซินซีเมนต์ กับโลหะผสม นิกเกิล โครเมียม เบอริลเลียม ที่ได้รับการเป่าทราย หรือ ทำการกัดด้วยไฟฟ้า และทองคำชนิดที่สี่ที่เคลือบติดด้วยไฟฟ้า พบว่าการทำการกัดด้วยไฟฟ้ากับโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม เบอริลเลียม ให้แรงยึดกำลังแรงดึงสูงสุด และการแตกหักของซีเมนต์ อยู่ในชั้นของซีเมนต์ นอกจากนี้ การเคลือบติดด้วยไฟฟ้ากับโลหะทองคำชนิดที่สี่ให้แรงยึดกำลังแรงดึงที่สูงกว่าการเป่าทราย

Aquilino และ คณะ (1990) ทำการทดลองเพื่อทดสอบแรงยึดกำลังแรงดึงระหว่างเรซินซีเมนต์คอมสเปนกับ โลหะผสมนิกเกิล โครเมียม เบอริลเลียม ที่ได้รับการทำการกัดด้วยไฟฟ้า หรือการกัดด้วยเคมี 3 ชนิด พบว่าค่าแรงยึดกำลังแรงดึงของการทำการกัดด้วยไฟฟ้าสูงกว่าการกัดด้วยเคมี ทั้ง 3 ชนิด และแรงยึดกำลังแรงดึงระหว่างโลหะที่ทำการกัดด้วยเคมีมีค่ามากกว่าแรงยึดกำลังแรงดึงระหว่างเรซินซีเมนต์กับเคลือบฟันประมาณ 3 เท่า

Krueger และ คณะ (1990) ทำการทดลองเปรียบเทียบแรงยึดกำลังแรงดึงระหว่างเรซินซีเมนต์คอมสเปนกับโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม เบอริลเลียม ที่ได้รับวิธีการกัดด้วยไฟฟ้า หรือการกัดเคมี พบว่าการใช้การกัดด้วยเคมี เอทซิก 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 110 องศาฟาเรนไฮท์ ให้ค่าแรงยึดกำลังแรงดึงใกล้เคียงกับการทำการกัดด้วยไฟฟ้า

Doukoudakis และ คณะ (1992) ทำการทดลองเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างฟันและโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม เบอริลเลียม ที่ทำการกัดด้วยไฟฟ้า เทียบกับการกัดด้วยเคมี พบว่าการทำการกัดด้วยไฟฟ้าให้แรงยึดเหนี่ยวได้สูงกว่าการกัดด้วยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ

แม้การเพิ่มการยึดอยู่ด้วยการทำการกัดด้วยไฟฟ้าสามารถให้การยึดอยู่ที่ดี แต่เทคนิคซับซ้อน และอ่อนไหวต่อการคำนวณพื้นที่ผิวเพื่อที่จะปรับปริมาณกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสม การให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มากเกินไป หรือน้อยเกินไปส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของการยึดอยู่แตกต่างกัน จึงเป็นแนวทางในการค้นหาวิธีที่จะเพิ่มการยึดอยู่โดยวิธีอื่นๆ

ข. การยึดอยู่ระหว่างโลหะกับเรซินทางจุลกลศาสตร์และทางเคมี

เป็นการยึดอยู่ทางจุลกลศาสตร์ร่วมกับการยึดอยู่ทางเคมี(micromechanical-chemical retention) โดย Kourtis (1997) ได้รวบรวมข้อมูลของระบบต่างๆ เช่น

ระบบซิลิโคเตอร์(The Silicoater system, Kulzer Co., Friedrichshof, Germany) เป็นระบบที่ช่วยให้เกิดการยึดอยู่ ด้วยการทำให้เกิดชั้นของซิลิเกตเคลือบอยู่บนโลหะผสมด้วยกระบวนการไพโรไลติก(pyrolytic) โดยใช้เครื่องมือเฉพาะที่ทำขึ้น แล้วเคลือบทับด้วยสารยึดคูโซเลน เพื่อยึดชั้นของซิลิเกตเข้ากับสายอินทรีย์โพลีเมอร์ของวัสดุโอเพคที่จะนำมาเคลือบทับ

ระบบซิลิโคทเตอร์เอ็มดี(The Silicoater M-D system, Kulzer Co., Germany) เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบซิลิโคทเตอร์ ชั้นของซิลิเกตที่ถูกเคลือบบนโลหะนั้นจะประกอบด้วยไฮดรอกซิลของโครเมียม ในการสร้างโครงสร้างสไปเนล(spinnell structure) กับธาตุที่อยู่ในโลหะผสมนั้นๆ

ระบบโรคาเทค(The Rocatec bonding system, Espe Co., Seefeld, Germany) เป็นการสร้างชั้นของซิลิเกตบนผิวของโลหะด้วยการเป่าทรายซิลิเกตควอทซ์ ขนาดอนุภาค 110-120 ไมครอน พลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นจากการเป่าทรายจะเปลี่ยนไปเป็นความร้อนจนถึงจุดหลอมเหลวของโลหะผสมนั้นๆบริเวณผิวหน้าลึก 1-2 ไมครอน การหลอมเหลวของโลหะจะหุ้มอนุภาคซิลิเกตให้ติดอยู่บนพื้นผิวของโลหะ แล้วจึงเคลือบด้วยสารยึดคู่ไซเลน

ระบบเซบอนด์(The Sebond, Schutzh Dental Co., Rosbach, Germany) และ ระบบสเปคตราลิงค์(The Spectra-Link bonding system, Ivoclar Co., Schaan, Liechtenstein) ผิวโลหะผสมที่ได้รับการเป่าทรายจะถูกเคลือบด้วย แอคทีฟอะคริเลตโมโนเมอร์ และ โพลีฟลูออเมธาคริเลต(polyfluormethacrylate) ทำให้เกิดชั้นของโพลีเมอร์ที่มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ และเติมคลอซัลโฟเนต(chlorosulfonate) เพื่อเพิ่มความยึดหยุ่นของพื้นผิว

การเคลือบดีบุกด้วยไฟฟ้า ทั้งระบบโอวีเอส(O.V.S. system, Dentsply, U.S.A.) ไมโครทิน(Micro-Tin, Danville Engineering, U.S.A.) และ คูราเอซ(Kura-ace, Kuraray Co., Ltd., Japan) เป็นการเคลือบดีบุกด้วยไฟฟ้า แล้วนำไปออกซิไดซ์ด้วยสารละลายเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพื่อให้เกิดชั้นบางๆของดีบุกออกไซด์ มักจะใช้ระบบเหล่านี้กับโลหะมีตระกูล

การใช้สารเคมีเพื่อปรับสภาพพื้นผิวโลหะหลังจากทำการเป่าทรายเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวได้แก่ การปรับสภาพผิวไพโรเมอร์เพื่อช่วยในการยึดอยู่ และทำหน้าที่เพิ่มคุณสมบัติการซึมแฉะ(wetting ability)ของเรซินซีเมนต์

ไพโรเมอร์ชนิดต่างๆมีกลุ่มทำงานที่แตกต่างกัน ปลายข้างหนึ่งของไพโรเมอร์กลุ่มทำงานที่สามารถเชื่อมกับโลหะได้ และอีกข้างหนึ่งเป็นกลุ่มที่เชื่อมกับเรซินได้ มีหลายชนิดแตกต่างกันไป

ซีสิดโอเพคไพโรเมอร์(Cesead opaque primer, Kuraray Co., Ltd., Japan) และ อัลลอยไพโรเมอร์(ALLOY PRIMER, Kuraray Co., Ltd., Japan) มีกลุ่มทำงานฟอสเฟตอยู่ใน เทนเมธาคริไลลออกซีเดคซิลไดไฮโดรเจนฟอสเฟต(10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) หรือ เอ็มดีพี(MDP)

เมตาฟาสต์(META FAST, Sun Medical Co., Ltd., Japan) มีกลุ่มทำงานคาร์บอกซิลอยด์อยู่ในไพโรเมธาคริไลลออกซีเอทิลไตรเมลลิตเตแอนไฮไดรด์(4-Methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride) หรือ ไพโรเมตา(4-META)

เมทัลไพรมเมอร์(Metal primer, GC Corp., Japan) และ เมทัลไพรมเมอร์ทู(Metal primer II, GC Corp., Japan) มีกลุ่มทำงานไธโอฟอสเฟตอยู่ในอนุพันธ์ของเมธาคริลอิลออกซีอัลคิลไธโอฟอสเฟต (Methacryloyloxyalkyl thiophosphate derivative) หรือ เอ็มอีพีเอส (MEPS)

วีไพรมเมอร์(V-primer, Sun Medical Co., Ltd., Japan) มีกลุ่มทำงานไธอัลหรือไธโอน อยู่ใน ซิกไฟร์ไวนิลเบนซิลเอ็นไพร์พิลอะมิโนวันธรีไฟร์ไตรอะไซน์ฟูไฟร์ไดไธโอน (6-(4-vinylbenzyl-n-propyl)amino-1,3,5-triazine 2,4-dithione) หรือ วีบีเอทีดีที (VBATDT)

เมทัลไทท์(Metaltite, Tokuyama America Inc, U.S.A.) มีกลุ่มทำงานไธโอนอยู่ใน ซิกเมธาคริลอิลออกซีเฮกซิลฟูไธโอยูราซิลไฟร์คาร์บอกซิเลต(6-Methacryloyloxyhexyl 2-thiouracil 5-carboxylate) หรือ เอ็มทียูซิก(MTU-6)

โดยพบว่ากลุ่มทำงานฟอสเฟต และ คาร์บอกซิลนั้น สามารถเกิดพันธะเคมีกับโลหะผสมพื้นฐาน ส่วนกลุ่มทำงานไธโอน หรือ ไธอัล สามารถเกิดพันธะเคมีกับโลหะผสมมีตระกูล และกลุ่มทำงานไธโอฟอสเฟต นั้นเกิดพันธะเคมีได้ทั้ง โลหะผสมพื้นฐานและโลหะผสมมีตระกูล มีการศึกษาอย่างมากมายในการเพิ่มการยึดติดด้วยการใช้สารเคมีชนิดต่างๆเช่น

Tanaka และ คณะ (1981) เสนอการใช้เรซินซีเมนต์ที่มีไฟร์เมตา ช่วยในการยึดอยู่กับโลหะผสมนิเกิล โคโรเมียม ที่ได้รับการกัดด้วยกรดเกลือและออกซิไดซ์ ด้วยกรดไนตริก นำไปผ่านเทอร์โมไซคลิง พบว่าการใช้เรซินซีเมนต์ที่มีไฟร์เมตาสามารถคงการยึดอยู่ได้ดี ไม่มีการแทรกซึมของน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

van der Veen และ คณะ (1988) ทำการทดลองเพื่อประเมินแรงยึดกำลังแรงดึงของเรซินซีเมนต์คอมสแปนกับโลหะผสม นิเกิล โคโรเมียม โดยเปรียบเทียบระบบการยึดอยู่ 6 ระบบได้แก่ 1.การเจาะรู 2.การทำโครงตาข่าย 3.การเป่าทราย 4.การกรัดกัด 5.การเคลือบดีบุกด้วยไฟฟ้า 6.การเคลือบด้วยสารยึดเกาะไฮเลน พบว่าการทำโครงตาข่าย การเคลือบดีบุกด้วยไฟฟ้า และการเคลือบด้วยสารยึดเกาะไฮเลน ให้แรงยึดกำลังแรงดึงที่สูงกว่าวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

Tanaka และ คณะ (1988) เสนอวิธี ไอออนสปัตเตอริง (ion sputtering) โดยทดลองกับโลหะผสมทองคำ และโลหะผสมนิเกิล โคโรเมียม เบอริลเลียม พบว่าโลหะสามารถให้แรงยึดกำลังแรงดึงที่สูงกว่า 20 เมกะปาสคาลได้หลังจากผ่านการทำเทอร์โมไซคลิง 1 แขนรอบ

Jacobson และ คณะ (1988) ทำการทดลองเพื่อสำรวจแรงยึดของอะคริลิกชนิดเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวด้วยความร้อนที่มีไฟร์เมตา กับโลหะผสมโคบอลต์ โคโรเมียม เปรียบเทียบกับอะคริลิกที่ไม่มีไฟร์เมตา พบว่าอะคริลิกที่มีไฟร์เมตา ให้แรงยึดกำลังแรงดึงสูงกว่า อะคริลิกที่ไม่มีไฟร์เมตา

Barzilay และ คณะ (1988) ทำการทดลอง เพื่อประเมินการยึดอยู่ทางกลศาสตร์และทางเคมี ระหว่างคอมโพสิตชนิดเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวด้วยแสง กับโลหะพื้นฐานชนิดต่างๆ พบว่าการยึดอยู่ทางเคมีของไฟร์เมตา และระบบซิลิโคทเตอร์ ให้แรงยึดที่สูงกว่าการยึดอยู่ทางกลศาสตร์แบบทั่วไป และการยึดอยู่ทางเคมีสามารถลดจำนวนช่องว่างระหว่างคอมโพสิตและโลหะให้น้อยลง

Caeg และ คณะ (1990) ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการเตรียมพื้นผิวของโลหะผสม 3 ชนิด ด้วยวิธีการกัดด้วยไฟฟ้า การเคลือบผิวด้วยสารยึดคู่ไฮเลน และวิธีการกัดด้วยไฟฟ้าร่วมกับการเคลือบผิวด้วยไฮเลน เพื่อเพิ่มแรงยึดให้กับเรซินซีเมนต์ 3 ชนิดพบว่า การเคลือบผิวด้วยสารยึดคู่ไฮเลน ให้แรงยึดสูงกว่าการใช้การกัดด้วยไฟฟ้า และไม่พบความแตกต่างในการยึดอยู่ระหว่างโลหะผสมที่ใช้ทั้ง 3 ชนิด กับ เรซินซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิด ส่วนวิธีการกัดด้วยไฟฟ้าร่วมกับการเคลือบผิวด้วยสารยึดคู่ไฮเลน ทำให้แรงยึดลดลง

Atta และ คณะ (1990) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงยึดกำลังแรงดึงและแรงยึดเฉือนระหว่างเรซิน ซีเมนต์ 3 ชนิด ได้แก่ พานาเวียอีเอ็กซ์ ซูเปอร์บอนด์ และ เอบีซี ยึดกับ โลหะผสมนิกเกิล โครเมียม ที่ได้รับการเป่าทราย พบว่าพานาเวียอีเอ็กซ์ให้แรงยึดกำลังแรงดึงสูงสุด ส่วนเอบีซีให้แรงยึดกำลังแรงดึงต่ำที่สุด

Lin และคณะ (1990) ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบแรงยึดระหว่างเรซินซีเมนต์พานาเวียอีเอ็กซ์ กับ โลหะผสมพื้นฐาน ชนิดต่างๆได้แก่ 1.ไวรอนเซเวนท์เซเว่น(Wiron 77:Ni-Cr-Mo-Nb) 2.ยูนิทบอนด์(Unitbond:Ni-Cr) 3.แลบเมทัล(Lab metal:Ni-Cr-Be) 4.ไบโอบอนด์ทู(Biobond II:Ni-Cr-Be) 5.ไลฟ์แคสทีบี(Lifecast B:Ni-Cr-Mo-Be) โดยการปรับสภาพพื้นผิว 3 แบบได้แก่ 1.การเป่าทราย 2.การทำให้เกิดออกไซด์บนผิว และ 3.การใช้การกัดด้วยไฟฟ้า พบว่าการปรับสภาพพื้นผิวทั้ง 3 แบบเพิ่มแรงยึดมากกว่าการไม่ปรับสภาพพื้นผิว การเป่าทรายสามารถเพิ่มแรงยึดได้มากที่สุด และ โลหะไลฟ์แคสทีบี ให้แรงยึดเฉลี่ยมากที่สุด

Atsuta และ คณะ (1992) ทำการทดลองเพื่ออธิบายผลของการยึดอยู่ของคอมโพสิตเรซินชนิดเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวด้วยแสง กับโลหะผสมทองคำชนิดที่สาม ยึดด้วยเรซินซีเมนต์ ที่มีไฟร์เมตา และไม่มีไฟร์เมตา โดยใช้และไม่ใช้ไพรเมอร์ที่มีวีบีเอทีดีที ร่วมด้วย พบว่าการใช้เรซินที่มีไฟร์เมตา ร่วมกับไพรเมอร์วีบีเอทีดีที ให้แรงยึดเฉือนสูงที่สุดและคงความทนทานของการยึดอยู่หลังจากผ่านการทำเทอร์โมไซคลิก เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้ไพรเมอร์กับเรซินซีเมนต์ที่ไม่มีไฟร์เมตา ส่วนกลุ่มที่ใช้เรซินซีเมนต์ที่มีไฟร์เมตาอย่างเดียวไม่ใช้ไพรเมอร์ ให้แรงยึดเฉือนต่ำที่สุดและไม่ทนต่อการทำเทอร์โมไซคลิก

May และ คณะ (1993) ทำการทดลองการปรับสภาพพื้นผิวของไททาเนียม เพื่อเพิ่มการยึดอยู่ของโพลีเมธิลเมธาคริเลต พบว่าการเป่าทรายด้วยอนุพันธ์ออกไซด์ 110 ไมครอน เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ทำการปรับสภาพพื้นผิว และการเป่าทรายด้วยอนุพันธ์ออกไซด์ 110 ไมครอน ส่วนการเคลือบด้วยไซเลน นั้นสามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวให้กับโพลีเมธิลเมธาคริเลต ได้มากกว่า 60 %

Smith และ คณะ (1993) ทดลองเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยว ความทนทานในระยะสั้นและระยะยาวของการปรับสภาพพื้นผิวของโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม โดย 1.การเป่าทรายอย่างเดียว 2.เป่าทรายร่วมกับการทำกรดกัดด้วยไฟฟ้า หรือ 3.เป่าทรายแล้วนำไปเคลือบด้วยไซเลน แล้วยึดเข้ากับเรซินซีเมนต์ 2 ชนิด พบว่าในกลุ่มที่ทำการปรับสภาพด้วยไซเลนและทดสอบความทนทานระยะสั้นให้แรงยึดเหนี่ยวสูงสุด แต่ลดลงมาในระยะยาว ส่วนกลุ่มที่ทำกรดกัดด้วยไฟฟ้า จะให้แรงยึดเหนี่ยวต่ำที่สุด และค่าแรงยึดเหนี่ยวจะลดลงทุกกลุ่มเมื่อเวลาผ่านไป

Asmussen และ คณะ (1993) ศึกษาเพื่อประเมินการยึดอยู่ของเรซินซีเมนต์ด้วยการทดสอบเวดจ์ (wedge test) โลหะผสมนิกเกิล โครเมียม เบอริลเลียม ที่ได้รับการเป่าทรายด้วยอนุพันธ์ออกไซด์ 250 ไมครอน 2 ชั้นยึดกันด้วยเรซินซีเมนต์ ทั้งหมด 9 ชนิด พบว่าเรซินซีเมนต์ที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์เพิ่มการยึดติดจะให้การยึดที่ดีกว่าเรซินซีเมนต์ที่ไม่มีโมโนเมอร์เพิ่มการยึดติด

Yoshida และ คณะ (1993) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของเมทัลไพโรเมอร์ 3 ชนิด ต่อแรงยึดเหนี่ยวของคอมโพสิตเรซินชนิดเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวด้วยแสง กับโลหะผสม โคบอลต์ โครเมียม หรือ โลหะผสมซิลเวอร์ พัลลาเดียม คอปเปอร์ โกล และพบว่า ซีลด์โอเพคไพโรเมอร์ที่มีเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบ นั้นมีประสิทธิภาพในการยึดกับคอมโพสิตชนิดเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวด้วยแสงกับโลหะผสมโคบอลต์ โครเมียม ส่วน วีบีเอทีดีทีไพโรเมอร์นั้น สามารถที่จะช่วยในการยึดคอมโพสิตเรซินชนิดเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวด้วยแสงกับโลหะผสม ซิลเวอร์ พัลลาเดียม คอปเปอร์ โกล ได้ดี

Gates และคณะ (1993) ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงยึดกำลังแรงดึงระหว่างกาวซีเมนต์ บิสจีเอ็มเอ(Bis-GMA adhesive cement) กับโลหะผสม 4 ชนิดได้แก่ 1.เร็กซ์ซิลเลียมตรี (Rexillum III: Ni-Cr-Be) 2.เร็กซ์ซิลเลียมเอ็นบีเอฟ(Rexillum NBF: Co-Cr) 3.พีทีเอ็มเอททีเอท (PTM-88: Pd-Au) และ 4.โอลิมเปีย(Olympia: Au-Pd) พบว่า แรงยึดระหว่างกาวซีเมนต์บิสจีเอ็มเอกับโลหะเร็กซ์ซิลเลียมตรี เร็กซ์ซิลเลียมเอ็นบีเอฟ และ พีทีเอ็มเอททีเอท และ โอลิมเปียที่เคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้าทั้งแบบไมโครทิน และคูราเอช มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยเร็กซ์ซิลเลียมเอ็นบีเอฟ ให้แรงยึดกำลังแรงดึงสูงสุด รองลงมาได้แก่ เร็กซ์ซิลเลียมตรี

Dixon และคณะ (1994) ทำการสำรวจเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยวของโลหะผสมพื้นฐาน เร็กซ์ลีย์มวรี และโลหะผสมมีค่าใช้กับเซอร์รามิกโอลิมเปีย ที่ได้รับการปรับสภาพโดย 1.การเป่าทรายด้วยอลูมินัมออกไซด์ 50 ไมครอน 2.การออกซิไดซ์ หรือ 3.การเคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้า ยึดด้วยเรซินซีเมนต์ 2 ชนิดได้แก่ พานาเวียโอพี และ เอฟทเวนที่วัน นำไปผ่านการทำเทอร์โมไซคลิง 500 รอบที่ 5 และ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำมาทดสอบแรงยึด พบว่าโลหะผสมพื้นฐานที่ได้รับการเป่าทราย และยึดด้วยพานาเวียโอพี ให้แรงยึดเหนี่ยวมากที่สุด รองลงมาได้แก่ โลหะผสมมีค่าที่เคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้าและยึดด้วย พานาเวียโอพี และโลหะผสมมีค่าที่ทำให้เกิดออกไซด์บนผิว และยึดด้วยพานาเวียโอพี

Rubo และ Pegararo (1995) ทำการทดลองเพื่อประเมินความสามารถของเรซิน ซีเมนต์ พานาเวียอีเอ็กซ์ ในการยึดกับโลหะผสมชนิดต่างๆได้แก่ 1.นิกเกิล โคโรเมียม 2.นิกเกิล โคโรเมียม เบอริลเลียม 3. คอปเปอร์ อลูมิเนียม 4.ทองคำผสมกลุ่มที่สี่ และ 5.โลหะผสมมีค่าใช้กับเซอร์รามิก ประเมินผลของการทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิก โดยแช่ในน้ำกลั่น 2 นาที พบว่าโลหะผสมนิกเกิล โคโรเมียม และโลหะผสมนิกเกิล โคโรเมียม เบอริลเลียม ให้แรงยึดกำลังแรงดึงที่เหนือกว่า โลหะผสมชนิดอื่นๆ โลหะผสมมีค่าใช้กับเซอร์รามิก ให้แรงยึดกำลังแรงดึงต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า การทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิกในน้ำกลั่น 2 นาที สามารถเพิ่มแรงยึดกำลังแรงดึงให้กับเรซิน ซีเมนต์และโลหะผสมทุกชนิด

May และ คณะ (1995) ทำการศึกษาเพื่อประเมินผลของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไททาเนียม และโพลีเมธิลเมธาคริเลตโดยปรับสภาพพื้นผิวไททาเนียมด้วยระบบโรคาเทค ซึ่งได้แก่การทำความสะอาดพื้นผิวและเพิ่มพื้นที่ผิวโดยการเป่าทรายด้วยอลูมินัมออกไซด์ และ ซิลิกาควอทซ์ ขนาดอนุภาค 110 ไมครอน ทาสารยึดบนพื้นผิวและเคลือบทับด้วยไซเลน พบว่าสามารถเพิ่มแรงยึดระหว่างไททาเนียมและโพลีเมธิลเมธาคริเลตได้อย่างมีนัยสำคัญ

Watanabe และ คณะ (1995) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถของไวนิล ไธอัลไควโพรเมอร์ และไฮโอฟอสเฟตในเมทัลโพรเมอร์ ยึดกับโลหะผสมทองคำชนิดที่สี่ 2 ชนิด ด้วยเรซินซีเมนต์โพลีเมธิลเมธาคริเลตที่มีไฟร์เมตา พบว่าเมทัลโพรเมอร์และไวโพรเมอร์ ช่วยเพิ่มแรงยึดให้กับโลหะผสมทองคำชนิดที่สี่ทั้งสองชนิด

Coelho และคณะ (1996) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลการปรับสภาพพื้นผิวของโลหะผสม นิกเกิล โคโรเมียม 5 วิธีได้แก่ 1.เป่าด้วยอลูมินัมออกไซด์ 50 ไมครอน 2.เป่าด้วยเม็ดแก้ว (glass beads) 50 ไมครอน 3.เป่าด้วยอลูมินัมออกไซด์ 50 ไมครอนผสมกับและเม็ดแก้ว 50 ไมครอน อัตราส่วน 1:1 4.เป่าด้วยอลูมินัมออกไซด์ 50 ไมครอน แล้วนำไปแช่ใน สารละลายโปแตสเซียม เปอร์มันกาเนต 1%ผสมกับกรดซัลฟูริก 3% โดยน้ำหนัก 2 นาที และ 5.เป่าด้วย

อลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน แล้วนำไปแช่ในสารละลายโปแตสเซียมเปอร์มังกาเนต 10% 2 นาที ก่อนทดสอบ ทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดอุลตราโซนิก 2 นาที พบว่าการเป่าด้วยเม็ดแก้ว 50 ไมครอน ให้ค่าแรงยึดต่ำที่สุด ส่วนอีก 4 วิธีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มที่ให้แรงยึดมากที่สุดได้แก่กลุ่มที่เป่าด้วยอลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน แล้วนำไปแช่ในสารละลายโปแตสเซียมเปอร์มังกาเนต 10% รองลงมาคือกลุ่มที่เป่าด้วยอลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน แล้วนำไปแช่ใน สารละลายโปแตสเซียมเปอร์มังกาเนต 1% ผสมกับกรดซัลฟูริก 3% โดยน้ำหนัก กลุ่มที่เป่าด้วยอลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอนผสมกับเม็ดแก้ว 50 ไมครอน อัตราส่วน 1:1 และกลุ่มที่เป่าด้วยอลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน ตามลำดับ

Rubo และคณะ (1996) ทำการทดสอบแรงยึดของกำลังแรงดึงของ 1.โลหะผสมนิกเกิลโครเมียม 2.โลหะผสมนิกเกิลโครเมียมเบอริลเลียม 3.โลหะผสมคอปเปอร์ อลูมิเนียม 4.โลหะทองคำผสมกลุ่มที่สี่ และ 5.โลหะผสมมีค่าใช้กับเซรามิก ที่ทำและไม่ได้ทำการเคลือบดีบุกด้วยไฟฟ้า ยึดเข้ากับพื้นด้วยพลาสมาเวียอีเอ็กซ์เรซิน พบว่าแรงยึดกำลังแรงดึง ระหว่างเรซินกับโลหะผสมนิกเกิลโครเมียม และนิกเกิลโครเมียมเบอริลเลียม นั้นมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ โลหะผสมคอปเปอร์ อลูมิเนียม โลหะทองคำผสมกลุ่มที่สี่ และโลหะผสมมีค่าใช้กับเซรามิก การเคลือบดีบุกด้วยไฟฟ้า นั้นเพิ่มแรงยึดให้แก่โลหะผสมมีค่าใช้กับเซรามิก แต่ลดแรงยึดของโลหะผสมคอปเปอร์ อลูมิเนียม และ โลหะทองคำผสมกลุ่มที่สี่

Yoshida และคณะ (1996) ทำการทดลองเปรียบเทียบแรงยึดเฉือนจากการใช้ กาวไพรเมอร์ 3 ชนิดได้แก่ 1.เมทัลไพรเมอร์ 2.วีไพรเมอร์ และ 3.ซีสดีโอเพคไพรเมอร์ และเรซินซีเมนต์ 3 ชนิดได้แก่ 1.อิมเพอร์วาคูอัล 2.พลาสมาเวียทเวนทีวัน และ 3.ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี โดยยึดเข้ากับ โลหะผสมซิลเวอร์พัลลาเดียมคอปเปอร์โกลด์ (Ag-Pd-Co-Au) และ โคบอลต์โครเมียม (Co-Cr) นำไปผ่านการทำเทอร์โมไซคลิง นำมาทดสอบแรงยึดเฉือน พบว่าการใช้ไพรเมอร์สามารถเพิ่มแรงยึดระหว่างโลหะและเรซินซีเมนต์ได้ และซีสดีโอเพคไพรเมอร์ให้แรงยึดกับโลหะผสมโคบอลต์โครเมียม สูงกว่า เมทัลไพรเมอร์ เมื่อยึดด้วยเรซินซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิด ส่วน เมทัลไพรเมอร์ให้แรงยึดกับโลหะผสมซิลเวอร์พัลลาเดียมคอปเปอร์โกลด์ สูงกว่า วีไพรเมอร์

Breeding และ Dixon (1996) ทำการทดลอง เพื่อศึกษาผลของการกำจัดชั้นของออกไซด์บนโลหะผสมโดยวิธีการเป่าทราย ทั้งก่อนและหลังผ่านการเผาด้วยความร้อนเท่ากับวงจรการเคลือบผิวพอร์ซเลน โลหะผสม 3 ชนิด ได้แก่ 1.โลหะผสมมีตระกูลสูง (Au-Pd) 2.โลหะผสมมีตระกูล (Pd-Ag-In) 3.โลหะผสมพื้นฐาน (Ni-Cr-Mo) ยึดเข้ากับเคลือบฟันที่กัดกรวด ด้วยเรซินซีเมนต์พลาสมาเวียโอพี แล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่นปราศจากซิออน 2 อาทิตย์ นำไปผ่านการทำเทอร์โมไซคลิง นำมาทดสอบแรงยึดเฉือน พบว่าค่าแรงยึดเฉือนสูงสุดพบในกลุ่มโลหะผสมพื้นฐานที่ได้รับการเป่า

ทรายหลังวงจรการเคลือบผิวพอร์ซเลน ส่วนโลหะผสมมีตระกูลสูง และโลหะผสมมีตระกูล ที่ได้รับการเคลือบดีบุก จะให้แรงยึดเหนี่ยวใกล้เคียงกับโลหะผสมพื้นฐาน โลหะผสมมีตระกูลสูง และโลหะผสมมีตระกูล ที่ได้รับการเป่าทรายให้แรงยึดเหนี่ยวไม่แตกต่างกัน ระหว่างการเป่าทรายก่อนหรือหลังการเผาด้วยความร้อนเท่ากับวงจรการเคลือบผิวพอร์ซเลน

Matsumura และ คณะ (1997) ทำการทดลองเพื่อประเมินผลของการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นอนุพันธ์ของไธล (thiol) ได้แก่ 1.เมทัลไพรเมอร์ 2.วีไพรเมอร์ ในการช่วยยึดกับโลหะผสมซิลเวอร์ พัลลาเดียม โดยใช้ อะคริลิกเรซินซีเมนต์ที่มีไตรเอ็นบิวทิลบอเรน เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา พบว่าใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดเพิ่มแรงยึดให้กับเรซินซีเมนต์ที่โพรมีตาหรือไม่มีโพรมีตา และยังคงแรงยึดที่สูงหลังจากการทำเทอร์โมไซคลิง และพบว่าการใช้เรซินที่มีโพรมีตาจะให้แรงยึดที่สูงกว่าเรซินที่ไม่มีโพรมีตา ในกลุ่มที่ไม่ใช้ไพรเมอร์

Suzuki และ คณะ (1997) ศึกษาโครงสร้างการดูดซึมของกาวเมทัลโมโนเมอร์(metal adhesive monomer)และ ผลกระทบของเมทัลไพรเมอร์ ในที่นี้คือ เท็นเมธาคริลอิลออกซีเดกซิลไดไฮโดรเจนฟอสเฟต(10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate)หรือ เอ็มเท็นพี(M10P) และ ทุเมธาคริลอิลออกซีเอทิลไดไฮโดรเจนฟอสเฟต(2-Methacryloyloxyethyl dihydrogen phosphate) หรือ เอ็มทูพี(M2P) บนผิวเงิน(silver substrate) โดยใช้ อินฟราเรดรีฟเลกชัน แอบซอปชัน สเปคโตรสโคปี(Infrared Reflection Absorption Spectroscopy) หรือ ไออาร์เอ(IRA) พบว่า เอ็มเท็นพี สามารถสร้างผิวชั้นเดียวบนผิวเงินได้อย่างแข็งแรงกว่าเอ็มทูพี

Taira และคณะ (1997) ทำการทดลองศึกษาถึงผลกระทบของไพรเมอร์ 5 ชนิด ได้แก่ 1.ส่วนเหลวของซูเปอร์บอนด์ที่มีโพรมีตาเป็นกลุ่มทำงาน 2.เมทัลไพรเมอร์ มีเอ็มอีพีเอสเป็นกลุ่มทำงาน 3.เอคริลบอนด์(Acryl Bond) มีโพรมีอะคริลอิลออกซีเอทิลไตรเมลลิเตต (4-cryloyloxyethyl trimellitate) หรือโพรีเอที(4-AET)เป็นกลุ่มทำงาน 4.โตกูไซ รีเบส มิสเตอร์บอนด์ (Tokuso Rebase:MR. Bond) มีอีเลฟเวนเมธาคริลอิลออกซีอันเดคแซนวันวันไดคาร์บอกซิลิกแอซิด(11-Methacryloyloxydecan 1,1-dicarboxylic acid) หรือ แม็คเท็น(MAC10) เป็นกลุ่มทำงาน และ 5.ออลบอนด์ทู ไพรเมอร์ บี (All-Bond2:Primer B) มี แอดดัก ของทูไฮดรอกซีเอทิลเมธาคริลเลต และตรีโพรีโพรีโพรมีไฟว์โพรมีไบเฟนนิลเตตราคาร์บอกซิลิกแอนไฮไดรด์(adduct of 2-Hydroxyethyl methacrylate and 3,4,4',5'-biphenyl tetracarboxylic anhydride) หรือบีพีดีเอ็ม(BPDM) เป็นกลุ่มทำงาน ต่อการยึดของเรซินซีเมนต์ 2 ชนิด ได้แก่ 1.เมธิลเมธาคริลเลตโพลีเมธิลเมธาคริลเลต โดยมีไตรเอ็นบิวทิลบอเรน เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา และ 2.ออลบอนด์ทูซีแอนด์บี (All Bond 2 C&B) กับโลหะไททาเนียม 99.9% นำมาทดสอบแรงยึดเหนี่ยวหลังจากการทำเทอร์โมไซคลิง พบว่าแรงยึดระหว่างไททาเนียมและเรซินซีเมนต์ หลังจากทิ้งไว้ 1 วันนั้นไม่แตกต่างกัน แต่จะ

เกิดความแตกต่างหลังจากผ่าน เทอร์โมไซคลิง 100,000 รอบ กลุ่มที่ใช้ไฟร์เมตา เอ็มอีพีเอส และ แมคเท็น นั้นให้แรงยึดที่สูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

Yoshida และคณะ (1997) ทำการทดลองเพื่อประเมินแรงยึดระหว่างอะคริลิกเรซินชนิด เกิดปฏิกิริยาแข็งตัวด้วยเคมีเมธิลเมธาคริเลตโพลีเมธิลเมธาคริเลต กับโลหะผสมโคบอลต์ โครเมียม โดยใช้กาวไพรเมอร์ 4 ชนิดได้แก่ 1.เอคริลบอนด์ 2.ซีสดีโอเพคไพรเมอร์ 3.เมทัลไพรเมอร์ ทุ และ 4.มิสเตอร์บอนด์ นำไปผ่านการทำเทอร์โมไซคลิง แล้วจึงนำมาทดสอบแรงยึดเฉือน พบว่า การใช้ไพรเมอร์เพิ่มแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินชนิดเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวด้วยเคมีเมธิลเมธาคริเลตโพลีเมธิลเมธาคริเลตกับโลหะผสมโคบอลต์ โครเมียม ก่อนการทำเทอร์โมไซคลิง อย่างมีนัยสำคัญ และ ซีสดีโอเพคไพรเมอร์ และเมทัลไพรเมอร์ ทุ ให้แรงยึดเฉือนสูงกว่ากลุ่มที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ

Kourtis (1997) ทำการศึกษาการเพิ่มการยึดติดระหว่างเรซินกับโลหะ 6 วิธี ได้แก่ 1.ซิลิโคทเตอร์ 2.ซิลิโคทเตอร์เอ็มดี 3.โรคาเทค 4.โอวีเอส 5.เซบอนด์ 6.สเปคตราลิงค์ โดยนำมาทดสอบ การตัดโค้ง และ ทดสอบแรงดึง (tension test) หลังจากเก็บไว้ในที่แห้ง แชน้ำ แล้วนำไปผ่านเทอร์โมไซคลิง พบว่าทุกระบบช่วยเพิ่มการยึดติดของเรซินบนโลหะ และทำให้เกิดการยึดติดที่แข็งแรง และทนทาน เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่เกิดการหลุดหลังจากผ่านการทำเทอร์โมไซคลิง และมีค่าแรงยึดเฉลี่ยที่ต่ำ การทำการยึดทางกลศาสตร์นั้นไม่จำเป็นสำหรับระบบ ซิลิโคทเตอร์ ซิลิโคทเตอร์ เอ็มดี เซบอนด์ และสเปคตราลิงค์

Taira และ คณะ (1998) ทำการทดลองเพื่อประเมินผลของการใช้ไพรเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ 1.ซีสดีโอเพคไพรเมอร์ 2.เมทัลไพรเมอร์ 3.เมทัลไพรเมอร์ ทุ เพื่อยึดเข้ากับโลหะไททานเนียม โดยใช้เรซินซีเมนต์ 4 ชนิดได้แก่ 1.ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี 2.อิมเพอร์วา 3.บิสไทท์ 4.พานาเวียทเวนท์ วัน พบว่า เมทัลไพรเมอร์ ทุ สามารถเพิ่มการยึดอยู่ระหว่างเรซินซีเมนต์ทั้ง 4 ชนิดและโลหะไททานเนียมได้ดีและทนทานที่สุด

Rubo และคณะ (1998) ทำการทดลองเพื่อสำรวจผลของการทำเคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้า ต่อแรงยึดกำลังแรงดึงของโลหะผสม 3 ชนิดได้แก่ 1.ดูราแคสต์(Duracast:Co-Au) 2.วิลคินสัน (Wilkinson: Au-Ag-Co) 3.ดีกูเดนทียู(Degudent-U: Au-Pd-Pt) โดยเทียบกับ ดูราบอนด์ (Durabond: Ni-Cr) ที่ไม่ได้ทำการเคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้า พบว่าดูราบอนด์(Ni-Cr) ให้ค่าแรงยึดกำลังแรงดึงสูงสุด รองลงมาได้แก่ ดีกูเดนทียูที่ได้รับการทำเคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้า และ ดูราแคสต์ ที่ไม่ได้ทำเคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้า นอกจากนี้พบว่า การเคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้า นั้นให้ผลเพิ่มแรงยึดเฉพาะดีกูเดนทียู ส่วนโลหะอีก 2 ชนิดนั้นการทำเคลือบตีบุกด้วยไฟฟ้า จะทำให้แรงยึดลดลง

Matsumura และ คณะ (1999) ทำการศึกษามลของการใช้ไพรเมอร์ 4 ชนิดซึ่งมีส่วนประกอบของสารประกอบอินทรีย์กำมะถัน ได้แก่ 1.อัลลอยไพรเมอร์ 2.เมทัลไทท์ 3.เมทัลไพโร

เมอร์ทู 4. วิไฟรเมอร์ ใช้ยึดระหว่างคอมโพสิตเรซินชนิดเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวด้วยแสงเอกซิส (Axis) กับ โลหะเหวี่ยงซิลเวอร์ พัลลาเดียม แล้วนำไปผ่านการทำเทอร์โมไซคลิก จึงนำมาทดสอบแรงยึดเฉือน พบว่าการใช้ไฟรเมอร์ที่มีสารประกอบของอินทรีย์กำมะถันทุกชนิดเพิ่มแรงยึดให้กับโลหะผสมซิลเวอร์ พัลลาเดียม กลุ่มที่แรงยึดสูงที่สุดได้แก่ เมทัลไฟรเมอร์ทู รองลงมาได้แก่ อัลลอลอยไฟรเมอร์

Ohkubo และ คณะ (2000) ทำการทดสอบแรงยึดเฉือนของเรซินฐานฟันปลอม กับ ซึ้นหล่อไททาเนียมบริสุทธิ์ โลหะผสมไททาเนียม (Ti-6Al-4V) และ โลหะผสมโคบอลต์ โครเมียม โดยใช้กาวไฟรเมอร์ ชนิดต่างๆ ได้แก่ 1. เมทัลไฟรเมอร์ทู 2. ซีลด์โอเพคไฟรเมอร์ 3. เมตาเบสเอ็ม 4. ไฟรเมอร์ทดลอง ที่มีเทินอีพีโธเดคซิลเมธาคริลเลต (10-epithiodecylmethacrylate) หรืออีพีเอเอ็มเอ (EP8MA) และ 5. ระบบไซลอค ที่มีเมธาคริลออกซีโพรพิลไตรเมธิกซีไซเลน (Methacryloxypropyl trimethoxysilane) เป็นส่วนประกอบ พบว่าการใช้ไฟรเมอร์ต่างๆเพิ่มแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินฐานฟันปลอม และโลหะผสมชนิดต่างๆอย่างมีนัยสำคัญ

Sen และ คณะ (2000) ทำการทดสอบกำลังยึดแรงดึง ของโลหะผสม 3 ชนิด ได้แก่ 1. โลหะผสมมีตระกูลสูง 2. โลหะผสมมีตระกูล 3. โลหะผสมพื้นฐาน โดยนำเป่าทราย 250 ไมครอน นำไปยึดกับเคลือบฟันที่กรดกัดด้วยเรซินซีเมนต์ 2 ชนิด ได้แก่ ฟานาเวียอีเอ็กซ์ และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างการยึดด้วยเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิด และ โลหะผสมพื้นฐานให้แรงยึดสูงสุด รองลงมาได้แก่ โลหะผสมมีตระกูล และ โลหะมีตระกูลสูง

Antoniadou และ คณะ (2000) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงยึดกำลังแรงดึง และความทนทาน ของการใช้ไฟรเมอร์ 2 ชนิด ได้แก่ 1. อัลลอลอยไฟรเมอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบของ เอ็มดีพี และวีบีเอทีดีที 2. เอ็ดไฟรเมอร์ซึ่งมีส่วนประกอบของ เอ็มดีพี ฮีมา และ เอ็นเมธาคริลอิลไฟโอะมิโนซาลิไซลิกแอซิด (N-methacryloyl 5-aminosalicylic acid) หรือ ไฟว์เอ็นเอ็มเอสเอ (5-NMSA) และตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาแข็งตัว เพื่อใช้ยึดโลหะผสมมีตระกูล 2 ชนิด ได้แก่ 1. เฮราดอร์เอ็นเฮซ (Herador NH: Au-Pt-Pd-Ag) 2. ไบโอมเนโกลเอสจี (Biomaingold SG: Au-Ag-Cu-Pt) โดยใช้เรซินซีเมนต์ฟานาเวียอีเอ็กซ์ พบว่า เมื่อทำการเป่าทรายอย่างเดี่ยวแรงยึดของไบโอมเนโกลเอสจี กับฟานาเวียอีเอ็กซ์สูงกว่า เฮราดอร์เอ็นเฮซ ส่วนการใช้อัลลอลอยไฟรเมอร์สามารถเพิ่มแรงยึดให้กับเฮราดอร์เอ็นเฮซ และการใช้อัลลอลอยไฟรเมอร์ร่วมกับเอ็ดไฟรเมอร์ สามารถเพิ่มแรงยึดให้กับเฮราดอร์เอ็นเฮซ ได้มากกว่าการใช้อัลลอลอยไฟรเมอร์เพียงอย่างเดียว และการใช้อัลลอลอยไฟรเมอร์ สามารถเพิ่มความทนทาน ให้กับแรงยึดของโลหะผสมทั้งสองชนิด

ค. ลักษณะการแตกหักระหว่างเรซินและโลหะ(mode of failure between resin and metal)

การนำชิ้นตัวอย่างโลหะผสมมายึดติดกันด้วยเรซินซีเมนต์แล้วนำไปทดสอบแรงยึดเฉือนหรือแรงยึดกำลังดึง เมื่อนำชิ้นตัวอย่างที่แตกหักออกจากกันมาสำรวจพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบว่า มีรูปแบบของการแตกหัก ออกได้สามลักษณะคือ

1. การแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์และโลหะ(adhesive failure at resin-metal interface)
2. การแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์(cohesive failure)
3. ผสมกันระหว่างการแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์ และการแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์และโลหะ(mixture adhesive failure and cohesive failure)

โดย Øilo (1993) ได้กล่าวถึงลักษณะการแตกหัก(mode of failure) ว่าถ้ามีการแตกหักเกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างพื้นผิวชิ้นตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงการซึมแผ่(wetting property) หรือปรับปรุงปฏิกริยาระหว่างชิ้นงานทั้งสองให้ดีขึ้น

แต่ถ้ามีการแตกหักภายในชั้นวัสดุที่ใช้เชื่อมชิ้นตัวอย่างทั้งสอง แสดงว่า ควรมีการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้เชื่อมชิ้นตัวอย่างนั้นๆ

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุที่ใช้การทดลองนี้ได้แก่

1. โลหะผสมนิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม (Classic vision™ Pisces , Williams Co., Amherst , N.Y. batch number S9787P ประกอบไปด้วย นิกเกิล 73.7 % โครเมียม 12.6 % โมลิบดีนัม 8.0 % อลูมิเนียม 3.3% เบอริลเลียม 1.7% ซิลิกอน <1% เหล็ก <1%)
2. เรซินซีเมนต์ 5 ชนิด (รูปที่ 1) ได้แก่
 1. เอบีซี (ABC)
 2. คาลิบรา (Calibra)
 3. พานาเวียเอฟ (Panavia F)
 4. รีไลเอ็กซ์อาร์ค (RelyX ARC)
 5. ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (Super-Bond C&B)
3. ไพรเมอร์ 2 ชนิด (รูปที่ 2) ได้แก่
 1. เมตาฟาสต์ (META FAST)
 2. อัลลอยไพรเมอร์ (ALLOY PRIMER)

รายละเอียดเกี่ยวกับเรซินซีเมนต์ และไพรเมอร์ที่ใช้ในการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของเรซินซีเมนต์ และ ไพรเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง

	Product name	Component	Function group	Manufacturer	Batch number
Primers	ALLOY PRIMER (AP)	MDP , VBATDT	Phosphate group , Sulfur group	Kuraray Co., Tokyo , Japan	071AA
	META FAST (MF)	4-META	Carboxyl group	Sun Medical Co.,Ltd , Kyoto ,Japan	70802
Resin Cements	ABC (AB)	Urethane dimethacrylate	Methacrylate group	Vivadent ,Schaan , Liechtenstein	C05770
	Calibra (CB)	Bis-GMA / Triethylene Glycol dimethacrylate	Methacrylate group	DENTSPLY caulk ,Denver ,USA	991228
	Panavia F(PF)	Bis-GMA,MDP	Methacrylate group	Kuraray Co., Tokyo , Japan	51151
	RelyX ARC(RA)	Bis-GMA / Triethylene Glycol dimethacrylate	Methacrylate group	3M Co., St.Paul , Minnesota , USA	20000309
	Super-Bond (SB)	PMMA MMA-4-META TBB	Methacrylate group	Sun Medical Co.,Ltd , Kyoto ,Japan	TV1

MDP = 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate

VBATDT = 6-(4-vinylbenzyl-n-propyl)amino-1,3,5-triazine 2,4-dithione

4-META = 4-Methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride

Bis-GMA = Bis-glycidyl methacrylate

PMMA = Polymethylmethacrylate

MMA = methylmethacrylate

TBB = Tri-N-butylborane

ก.



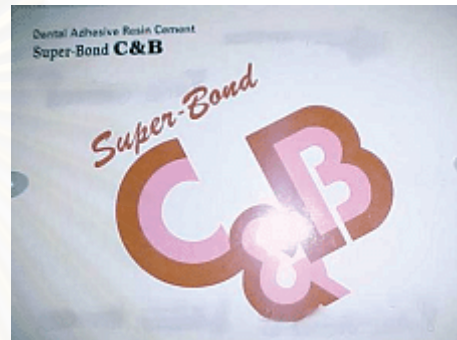
ข.



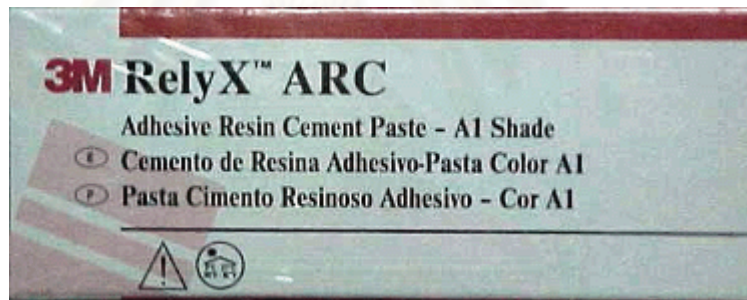
ค.



ง.



จ.



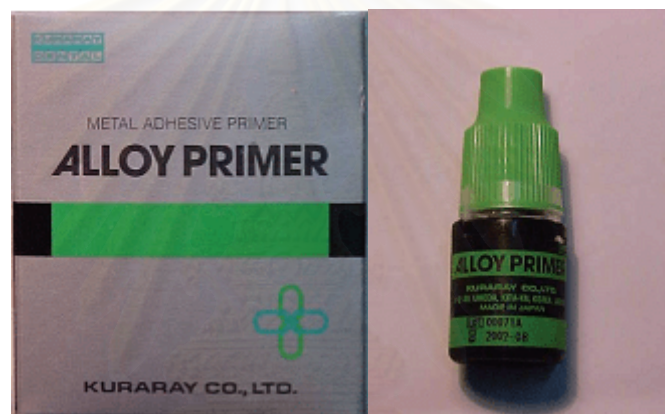
รูปที่ 1 แสดงเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ได้แก่ ก. ABC ข. Calibra ค. Panavia F
ง. Super-bond C&B จ. RelyX ARC

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.



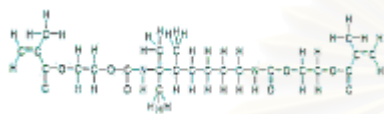
ข.



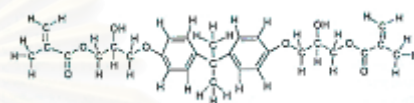
รูปที่ 2 แสดงไพรเมอร์ 2 ชนิดได้แก่ ก. META FAST
ข. ALLOY PRIMER

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

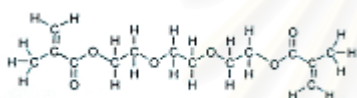
Urethane dimethacrylate (UDMA)
GMA)



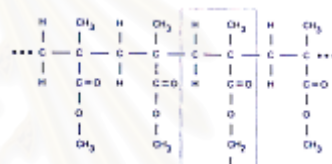
Bis-glycidyl dimethacrylate (BIS-GMA)



Triethyleneglycol dimethacrylate (TEGDMA)



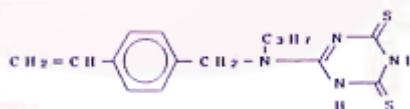
Polymethyl methacrylate (PMMA)



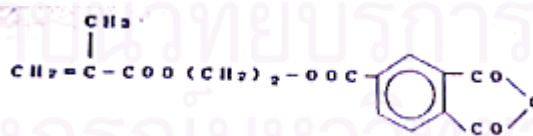
Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP)



6-(4-vinylbenzyl-n-propyl)amino-1,3,5-triazine 2,4-dithione (VBATDT)



4-methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride (4-META)



รูปที่ 3 แสดงสูตรโครงสร้างของสารเคมีที่อยู่ในเรซินซีเมนต์และไฟรเมอร์

ขั้นตอนการเตรียมชั้นโลหะผสม 2 ขนาด

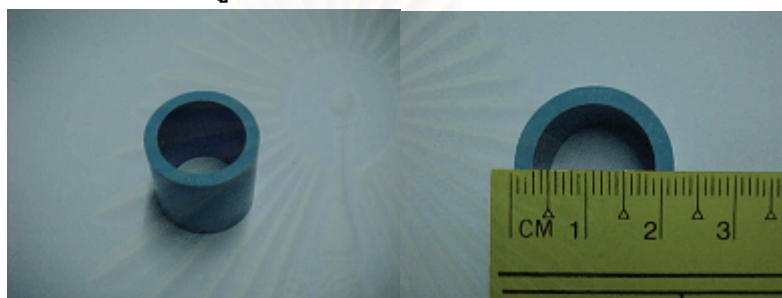
กระสวนซี่ผึ้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตรและ 9 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตรอย่างละ 225 ชิ้น ต่อบรรจุ ลงอินเวสต์เมนต์ นำไปเหวี่ยงด้วยโลหะผสมนิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม ตัดสปรูออกด้วยจันตัด นำชั้นโลหะทั้ง 2 ขนาดไปขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400 จนเรียบ (รูปที่ 4)

นำชั้นโลหะผสมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตรมายึดกับอะคริลิกชนิดเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวทางเคมีรูทีเนียมอะคริเทร (Ruthenium Acry Tray, Rovigo, Italy, batch number 14040902) เข้ากับท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวัดจากขอบนอก 22 มิลลิเมตร สูง 20 มิลลิเมตร (รูปที่ 5) โดยให้อยู่ตรงกลางของท่อพีวีซี และ หน้าตัดของชิ้นงานเสมอกับอะคริลิกและ ขอบของท่อพีวีซี (รูปที่ 6)

นำชิ้นงานทั้ง 2 ขนาดไปเป่าทรายด้วยอลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน ในเครื่องเป่าทรายเพ็นบลาสเตอร์ทู (PenBlaster II, Shofu Inc, Kyoto, Japan) (รูปที่ 7 ก.) ด้วยความดัน 0.3 เมกะปาสคาล (รูปที่ 7 ข.) เป็นเวลา 10 วินาที โดยห่างจากหัวเป่า 10 มิลลิเมตร นำไปทำความสะอาดในเครื่องทำความสะอาดอุลตราโซนิก เป็นเวลา 10 นาที ในน้ำกลั่น (รูปที่ 7 ค.) แล้วนำชิ้นทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ



รูปที่ 4 แสดงชิ้นโลหะผสม 2 ขนาด ก. เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร
ข. เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร

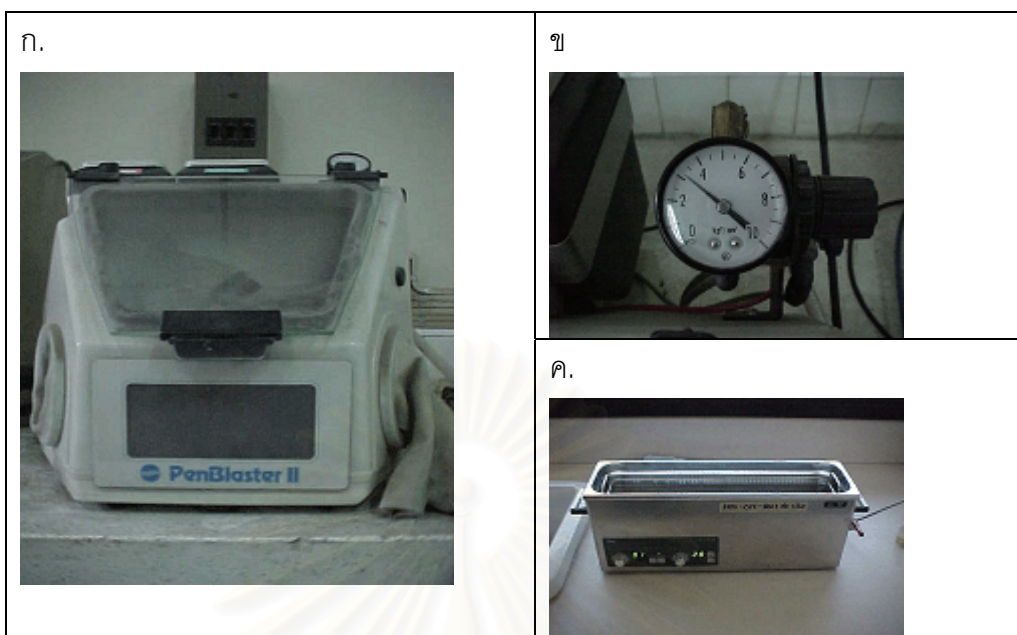


รูปที่ 5 แสดงท่อพีวีซี เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร สูง 20 มิลลิเมตร ที่ใช้ในการยึดกับ
ชิ้นโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร



รูปที่ 6 แสดงชิ้นโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตรที่ยึดติดกับท่อพีวีซีด้วย
อะคริลิกชนิดเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวทางเคมี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7 แสดง ก. เครื่องเป่าทรายเพินบลาสเตอร์ทู
 ข. ความดันที่ใช้เป่า 0.3 เมกะปาสคาล
 ค. เครื่องทำความสะอาดอุลตราโซนิก



รูปที่ 8 แสดง ก. เทปกาวด้านเดียวเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 มิลลิเมตร
 ข. การติดเทปกาวลงบนกึ่งกลางชั้นโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร

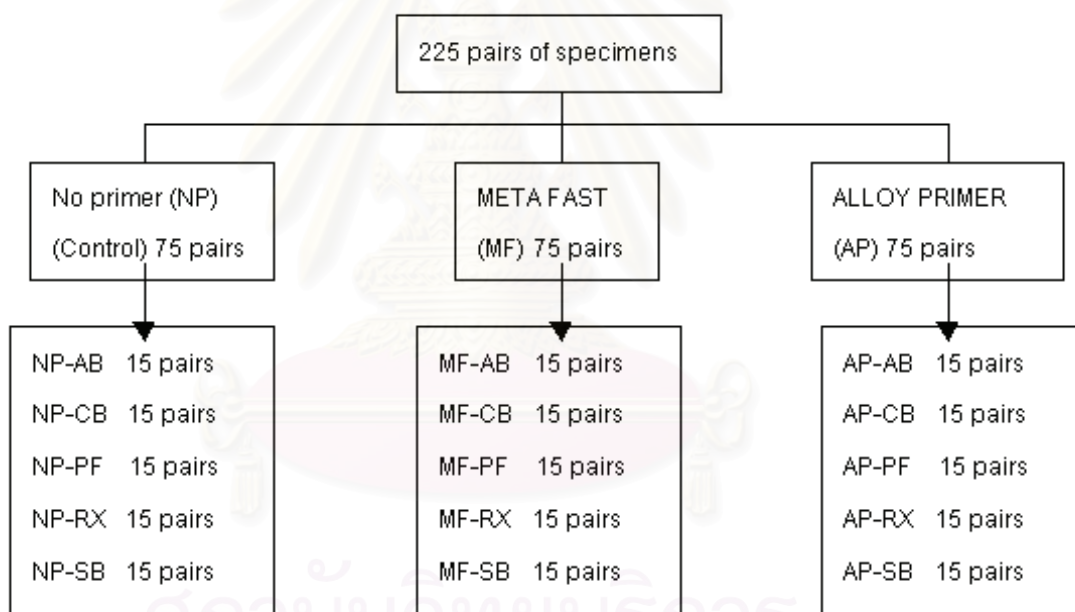
สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการเตรียมพื้นผิวโดยใช้ไพรเมอร์

ทำการสุ่มตัวอย่างชิ้นงานทั้งสองขนาดที่ละคู่จนครบทั้ง 225 คู่ แล้วทำการสุ่มตัวอย่างแต่ละคู่ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่กลุ่มละ 75 คู่ (แผนภูมิที่ 1) โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม ไม่มีการปรับสภาพผิวด้วยไพรเมอร์ กลุ่มที่ 2 ทาพื้นผิวของชิ้นงานแต่ละคู่ด้วยเมตาฟาสต์ ส่วนกลุ่มที่ 3 ทาพื้นผิวของชิ้นงานแต่ละคู่ด้วยอัลลอยไพรเมอร์

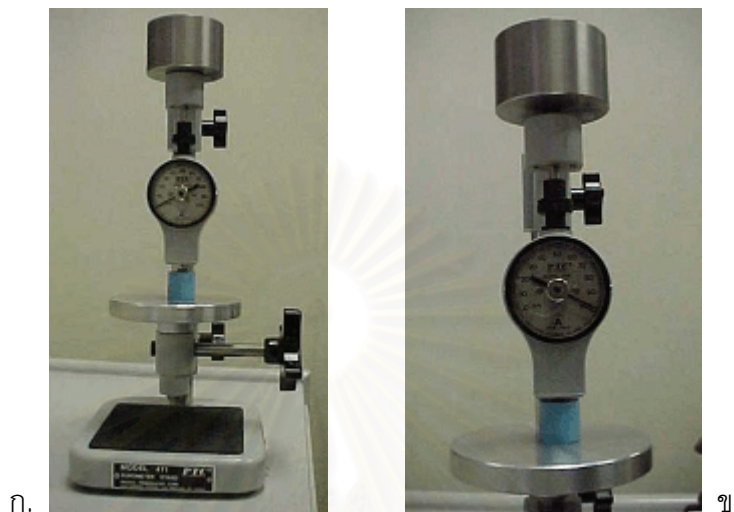
แผนภูมิที่ 1 แสดงการแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 15 คู่

NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra, PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B



ขั้นตอนการยึดชิ้นงานทั้งสองเข้าด้วยกันด้วยเรซินซีเมนต์

นำเทปกาวด้านเดียวที่มีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 มิลลิเมตร (รูปที่ 8 ก.) ติดบนกึ่งกลางของโลหะผสมขนาด 9 มิลลิเมตรทั้ง 225 ชิ้น (รูปที่ 8 ข.) เพื่อจำกัดบริเวณที่จะยึดติดกันให้เท่ากันทุกชิ้น จากนั้น 75 คู่ของแต่ละกลุ่มใหญ่จะถูกแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 15 คู่ โดยการสุ่ม (แผนภูมิที่ 1) นำมายึดเข้าด้วยกันด้วยเรซินซีเมนต์ ทั้ง 5 ชนิด ที่ผสมขึ้นตามคำแนะนำของบริษัท แล้วนำมาป้ายลงบนชิ้นงานขนาด 9 มิลลิเมตรที่มีเทปกาวด้านเดียวติดอยู่ นำชิ้นงานขนาดเล็กที่เป็นคู่กันทับลงไป นำไปกดด้านบนชิ้นงานขนาดเล็กด้วยเครื่องดูโรมิเตอร์ (รูปที่ 9 ก. และ 9 ข.) (Durometer model 471, Pacific transducer Corp, CA, U.S.A.) ขนาดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 5 วินาที เพื่อควบคุมน้ำหนักที่ใช้ในการยึดติดชิ้นงานทั้งสองขนาดให้เท่ากันทุกชิ้น ทำการเขี่ยซีเมนต์ส่วนเกินออก สำหรับเรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟ และ เอบีซี ทำการป้องกันการสัมผัสออกซิเจนบริเวณขอบด้วยการฉีดยาออกซีการ์ดโดยรอบบริเวณรอยต่อของชิ้นงานทั้งสองขนาด แล้วทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาแข็งตัว 30 นาที จึงนำไปแช่น้ำกลั่นในอ่างแช่ปรับอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (รูปที่ 9 ค.) นำชิ้นทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ



ก.

ข.

ค.



รูปที่ 9 แสดง ก. การวางตำแหน่งของชิ้นงานภายใต้เครื่องตุ้มน้ำหนัก

ข. ขณะทำการกดชิ้นงานด้วยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม โดยการยกแป้นส่วนล่างขึ้นไปยกแทนน้ำหนัก

ค. อ่างแช่ปรับอุณหภูมิ (waterbath)

ขั้นตอนการทดสอบแรงยึดเฉือน

นำชิ้นงานแต่ละกลุ่มมาทำการทดสอบแรงยึดเฉือน ด้วยเครื่องลอยดีอินสตรูเมนต์ (รูปที่ 10 ก.) (LLOYD Instruments Ltd., Hampshire, U.K.) โดยตั้งค่าความเร็วของหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และใช้โหลดเซลล์ขนาด 10 กิโลนิวตัน โดยยึดชิ้นงานเข้ากับเครื่องจับชิ้นงาน(รูปที่ 10 ข.) และเช็คให้แนวแกนของหัวทดสอบขนานไปกับรอยต่อของชิ้นงานทั้งสองขนาด และหัวทดสอบอยู่ใกล้บริเวณรอยต่อมากที่สุด (รูปที่ 10 ค.และ 10 ง.)จากนั้นทำการทดสอบแรงยึดเฉือนจนครบทุกคู่ ทำการบันทึกค่าแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์ และ นำชิ้นงานไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์สำหรับผ่าตัด (รูปที่ 11)(Olympus SZH10 Zoom stereo microscope ,Olympus optical co., Ltd., Tokyo,Japan) เพื่อบันทึกลักษณะการแตกหัก

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลแรงยึดเฉือนของ ชิ้นตัวอย่างแต่ละคู่มาทำการทดสอบทางสถิติด้วย โปรแกรมเอสพีเอสเอส รุ่น 10.5 (SPSS version 10.5)

ก



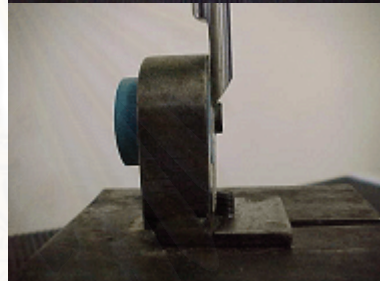
ข



ค



ง



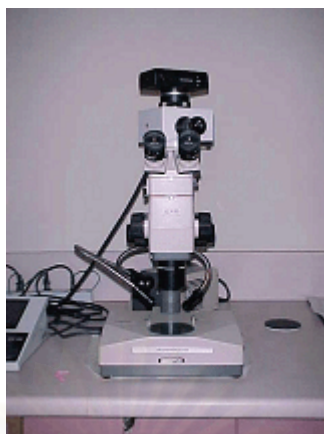
รูปที่ 10 แสดง ก. เครื่องลอยด์อินสตรูเมนต์

ข. การติดตั้งชิ้นงานทดสอบ

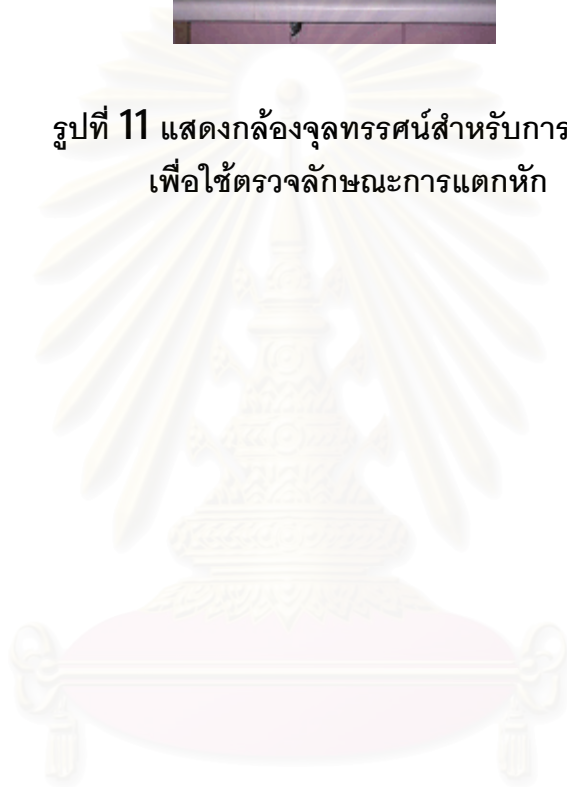
ค. ภาพการทดสอบแรงยึดเฉือนมองจากด้านหน้า

ง. ภาพแสดงการทดสอบแรงยึดเฉือนมองจากด้านข้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 แสดงกล้องจุลทรรศน์สำหรับการผ่าตัด
เพื่อใช้ตรวจลักษณะการแตกหัก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4 ผลการทดลอง

การเปรียบเทียบแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช่ไพรเมอร์

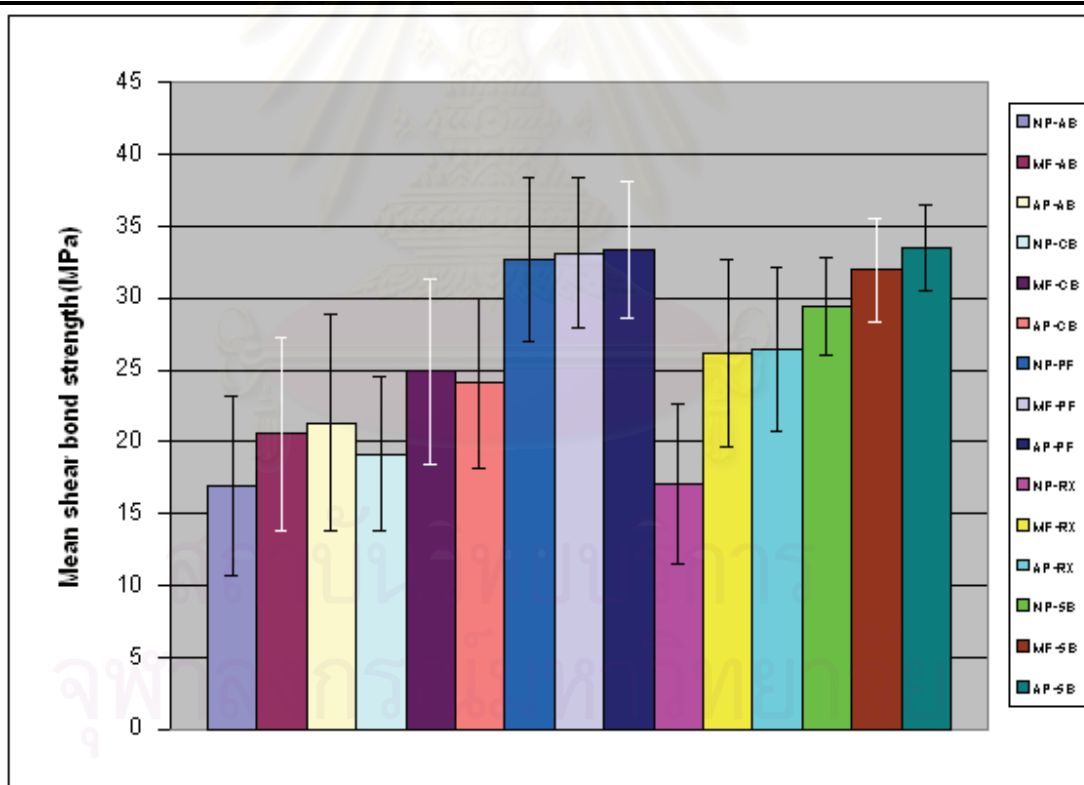
จากการวิจัยพบว่า เรซินซีเมนต์ที่นำมาทดลองในครั้งนี้ให้ค่าแรงยึดเฉือนที่แตกต่างกัน และเมื่อมีการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิดก่อนการยึดด้วยเรซินซีเมนต์พบว่ามีความโน้มของแรงยึดเฉือนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2 และรูปที่ 12)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงค่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดแยกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์

	NO PRIMER	META FAST	ALLOY PRIMER
	Mean(standard deviation)	Mean(standard deviation)	Mean(standard deviation)
ABC	16.95(6.20)	20.56(6.70)	21.33(7.58)
Calibra	19.15(5.34)	24.91(6.47)	24.11(5.91)
Panavia F	32.70(5.69)	33.16(5.22)	33.37(4.78)
RelyX ARC	17.11(5.56)	26.17(6.46)	26.41(5.66)
Super-Bond C&B	29.40(3.42)	31.96(3.56)	33.51(3.04)



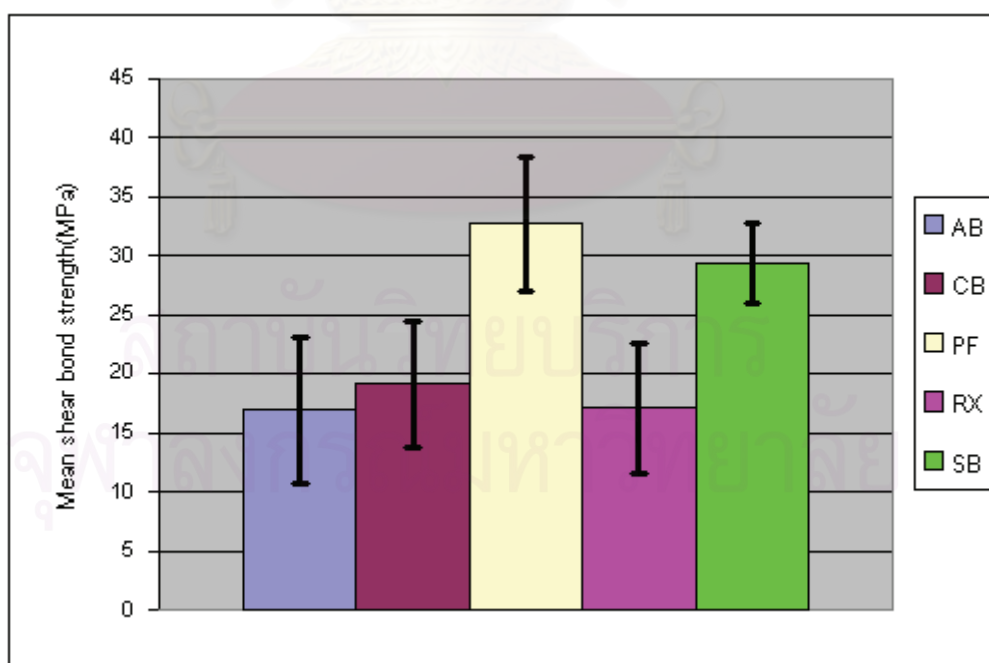
NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra, PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 12 แสดงค่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์

จะเห็นได้ว่าเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟและซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยมากกว่าอีก 3 ชนิดที่เหลือ และเรซินซีเมนต์เอบีซีมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่น้อยที่สุดพบในเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และมากที่สุดพบในเรซินซีเมนต์เอบีซี

แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดโดยไม่ใช้ไพรเมอร์(รูปที่ 13) เรียงจากมากไปน้อยได้แก่ พานาเวียเอฟ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี คาลิบรา รีไลเอ็กซ์อาร์ค และ เอบีซี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุดพบในเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี สูงที่สุดพบในเรซินซีเมนต์เอบีซี

นอกจากนี้พบว่า เรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ ให้ค่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีอย่างมีนัยสำคัญ และทั้งคู่มากกว่าเรซินซีเมนต์ 3 ชนิดที่เหลือได้แก่ เรซินซีเมนต์เอบีซี คาลิบรา และ รีไลเอ็กซ์อาร์คอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ซึ่งค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิดนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



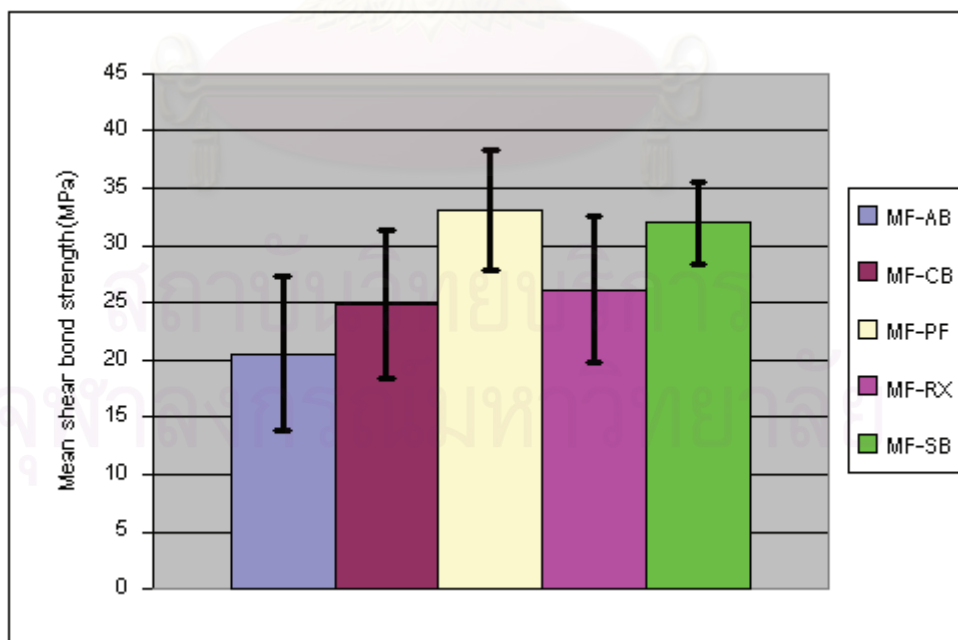
NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra,

PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 13 กราฟแสดงค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดโดยไม่ใช้ไพรเมอร์

เมื่อใช้เมตาฟอสต์ก่อนการยึดขึ้นงานด้วยเรซินซีเมนต์(รูปที่ 14) พบว่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คเพิ่มขึ้น 9.06 เมกะปาสคาล คาลิบราเพิ่มขึ้น 5.77 เมกะปาสคาล เอบีซี เพิ่มขึ้น 3.61 เมกะปาสคาล ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเพิ่มขึ้น 2.56 เมกะปาสคาล และ ฟานาเวียเอฟเพิ่มขึ้นเพียง 0.46 เมกะปาสคาล แรงยึดเฉือนเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ เรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี รีไลเอ็กซ์อาร์ค คาลิบรา และเอบีซี ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุดพบในเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี สูงที่สุดพบในเรซินซีเมนต์เอบีซี

แรงยึดเฉือนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี แต่มากกว่าเรซินซีเมนต์อีก 3 ชนิดที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับรีไลเอ็กซ์อาร์ค แต่มากกว่าเรซินซีเมนต์เอบีซี และคาลิบราอย่างมีนัยสำคัญ แรงยึดเฉือนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์ค คาลิบราและเอบีซีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



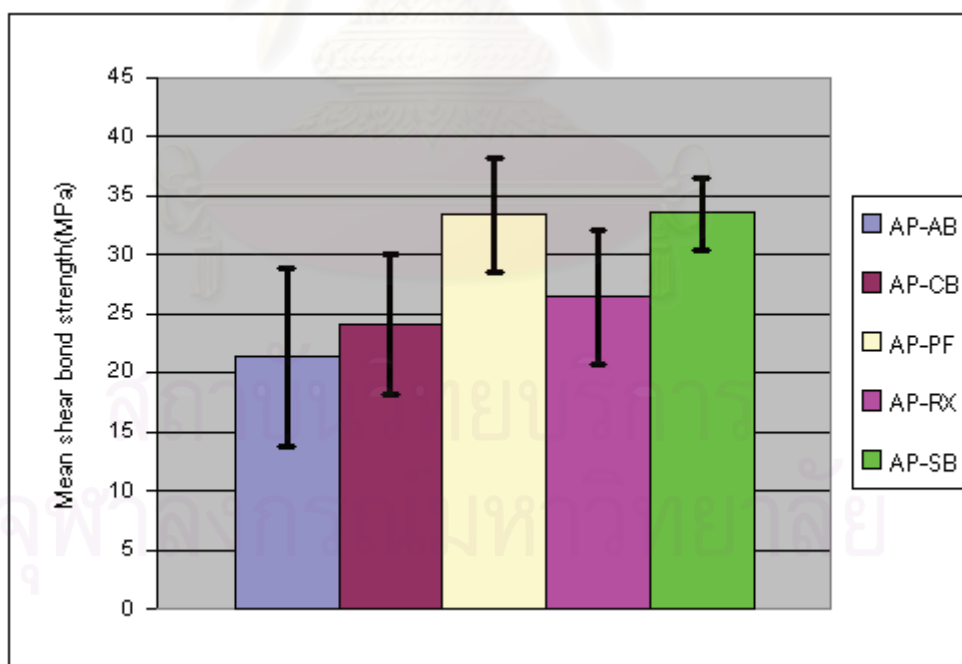
NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra,

PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 14 กราฟแสดงค่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดเมื่อใช้เมตาฟาสต์

การใช้อัลลอยไพรเมอร์ก่อนการยึดชิ้นงานด้วยเรซินซีเมนต์(รูปที่ 15) ทำให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์วีโกล็อกซ์อาร์คเพิ่มขึ้น 9.30 เมกะปาสคาล คาลิบราเพิ่มขึ้น 4.96 เมกะปาสคาล เอบีซีเพิ่มขึ้น 4.38 เมกะปาสคาล ชูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเพิ่มขึ้น 4.12 เมกะปาสคาล และ พานาเวียเอฟเพิ่มขึ้น 0.67 เมกะปาสคาล แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ เรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี พานาเวียเอฟ วีโกล็อกซ์อาร์ค คาลิบรา และเอบีซี ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุดพบในซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี สูงที่สุดพบในเอบีซี

แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และทั้งคู่แตกต่างจากเรซินซีเมนต์อีก 3 ชนิดที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์เอบีซี คาลิบรา และวีโกล็อกซ์อาร์ค ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra,

PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 15 กราฟแสดงค่าแรงยึดเค็อนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิดเมื่อใช้อัลลอยไพรมเมอร์

จากตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทาง พบว่าความผันแปรที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์ ทำให้เกิดแรงยึดเค็อนที่แตกต่างกัน โดยมีเรซินซีเมนต์ อย่างน้อยหนึ่งชนิดที่ทำให้เกิดแรงยึดเค็อนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) และความผันแปรที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยการใช้ไพรมเมอร์ ทำให้เกิดแรงยึดเค็อนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

สำหรับความผันแปรที่เกิดจากอิทธิพลร่วมของปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์ และ ปัจจัยการใช้ไพรมเมอร์นั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระดับร่วมของปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์และ ปัจจัยการใช้ไพรมเมอร์

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RESIN	6339.231	4	1584.808	50.940	0.000
PRIMER	1012.683	2	506.342	16.275	0.000
RESIN * PRIMER	419.413	8	52.427	1.685	0.103
Error	6533.306	210	31.111		
Total	167040.391	225			

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนชนิดจำแนก 2 ทาง (Two-way analysis of variances)

จากการวิเคราะห์ปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์ต่อแรงยึดเค็อนเฉลี่ยโดยไม่คำนึงถึงปัจจัยการใช้ไพรมเมอร์(ตารางที่ 4 และรูปที่ 16) พบว่าแรงยึดเค็อนเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ เรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี วีไลเอ็กซ์อาร์ค คาลิบรา และเอบีซี ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดพบในวีไลเอ็กซ์อาร์ค ต่ำที่สุดพบในซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี

แรงยึดเค็อนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟไม่แตกต่างกับซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีอย่างมีนัยสำคัญ และทั้งคู่มากกว่าเรซินซีเมนต์เอบีซี คาลิบรา และวีไลเอ็กซ์อาร์คอย่างมีนัยสำคัญ

($p < 0.05$) แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคาไลบรา แต่มากกว่าเอบีซีอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์เอบีซี และคาไลบรา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

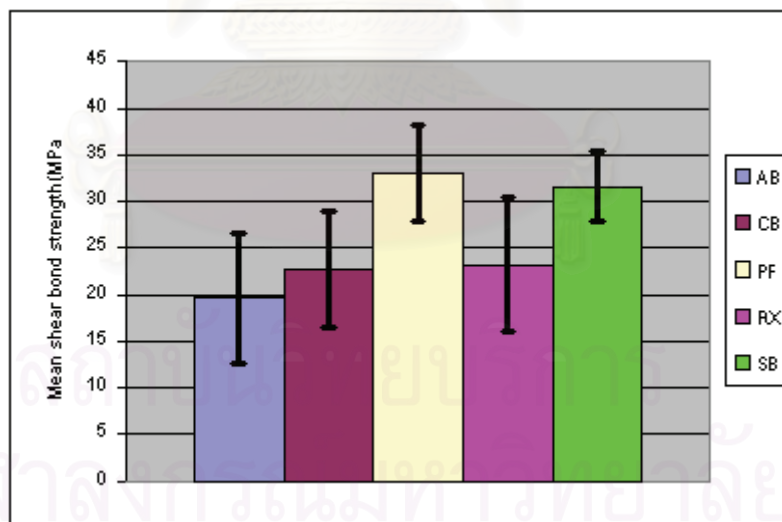
ตารางที่ 4 การแบ่งกลุ่มจากการเปรียบเทียบเชิงซ้อนปัจจัยของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด โดยไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์

Tukey HSD^a

RESIN	N	Subset		
		1	2	3
ABC	45	19.6172		
Calibra	45	22.7209	22.7209	
RelyX ARC	45		23.2313	
Super-Bond C&B	45			31.6241
Panavia F	45			33.0779
Sig.		.063	.993	.730

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 45.000.

b. Alpha = .05.



NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra, PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 16 กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)จำแนกตามชนิดของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด โดยไม่คำนึงถึงชนิดของการใช้ไพรเมอร์

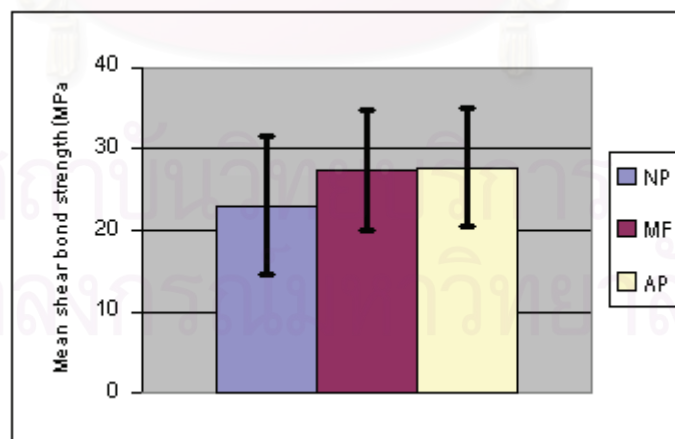
เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยการใช้ไพรเมอร์ต่อแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยโดยไม่คำนึงถึงชนิดของเรซินซีเมนต์(ตารางที่ 5 และรูปที่ 17) พบว่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ การใช้อัลลอยไพรเมอร์ เมตาฟาสต์ และการไม่ใช้ไพรเมอร์ใดๆ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดพบในกลุ่มที่ไม่ใช้ไพรเมอร์ ต่ำที่สุดพบในเมตาฟาสต์ โดยแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยจากการใช้อัลลอยไพรเมอร์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับเมตาฟาสต์ และแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยจากการใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดมากกว่าการไม่ใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5 การแบ่งกลุ่มจากการเปรียบเทียบเชิงซ้อนปัจจัยการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และการไม่ใช้ไพรเมอร์ โดยไม่คำนึงถึงชนิดของเรซินซีเมนต์

PRIMER	N	Subject	
		1	2
no primer	75	23.0626	
METAFAST	75		27.3533
ALLOY PRIMER	75		27.7469
Sig.		1.000	.902

a. Levene Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

b. Alpha = .05.

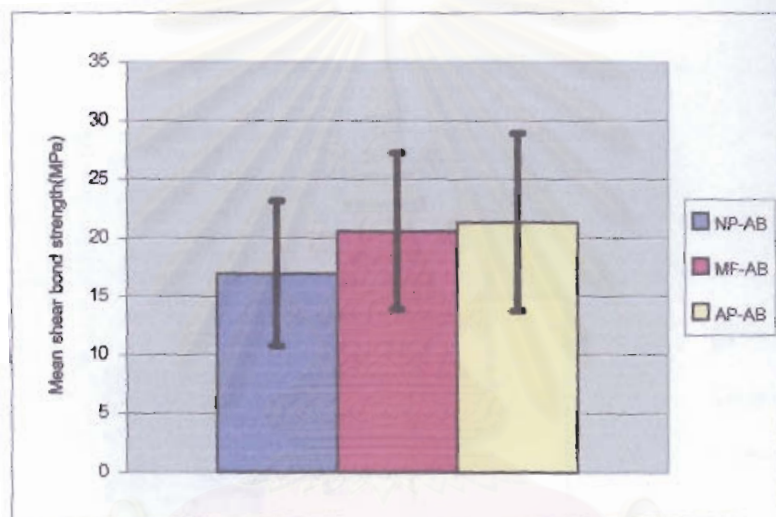


NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra,

PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 17 กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)จำแนกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิดและไม่ใช้ไพรเมอร์ โดยไม่คำนึงถึงชนิดของเรซินซีเมนต์

ในการเปรียบเทียบผลของการใช้ไพรเมอร์ต่อแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ในแต่ละชนิด พบว่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์เอบีซีเมื่อพิจารณาถึงการใช้ไพรเมอร์ (รูปที่ 18) เรียงจากมากไปน้อยได้แก่การใช้เรซินซีเมนต์เอบีซีร่วมกับอัลลอยไพรเมอร์ เมตาฟาสต์ และการไม่ใช้ไพรเมอร์ใดๆ โดยแรงยึดเฉือนเฉลี่ยจากการใช้เรซินซีเมนต์เอบีซีร่วมกับอัลลอยไพรเมอร์ เมตาฟาสต์ หรือ การไม่ใช้ไพรเมอร์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p>0.05$)

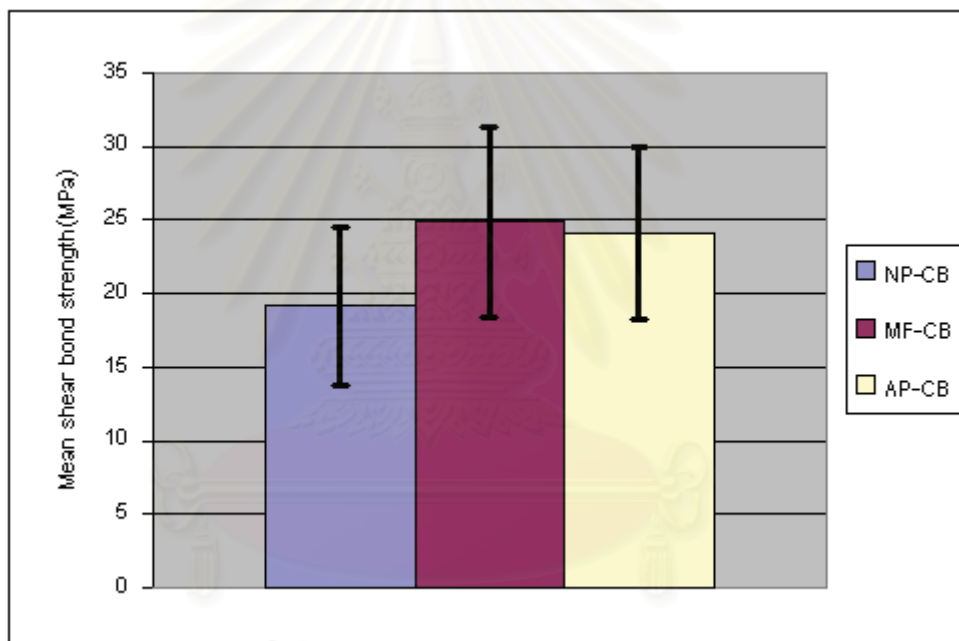


NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra, PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 18 กราฟแสดงแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของเรซินซีเมนต์เอบีซี จำแนกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

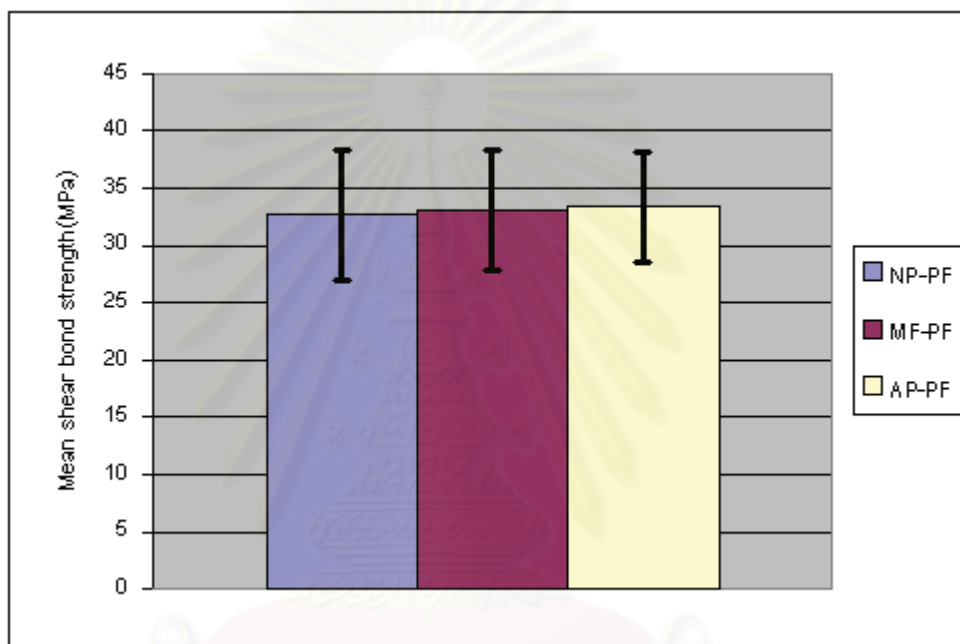
แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์คาลิบราเมื่อพิจารณาถึงการใช้ไพรเมอร์(รูปที่ 19) เรียงจากมากไปน้อยได้แก่ การใช้ร่วมกับเมตาฟาสต์ อัลลอยไพรเมอร์ และการไม่ใช้ไพรเมอร์ใดๆ โดยพบว่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์คาลิบราพร้อมกับการใช้เมตาฟาสต์ไม่แตกต่างกับการใช้ร่วมกับอัลลอยไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ แต่มากกว่าการไม่ใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ส่วนแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์คาลิบราพร้อมกับการใช้อัลลอยไพรเมอร์ไม่แตกต่างกับการไม่ใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ



NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra, PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 19 กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของเรซินซีเมนต์คาลิบราจำแนกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์

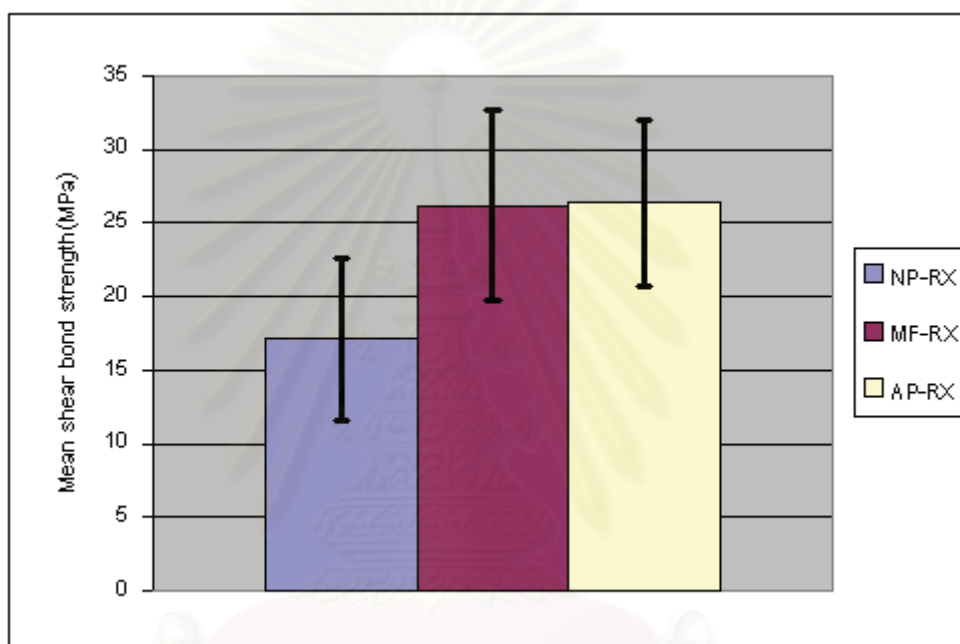
แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟเมื่อพิจารณาถึงการใช้ไพรเมอร์(รูปที่ 20) เรียงจากมากไปน้อยได้แก่การใช้ร่วมกับอัลลอยไพรเมอร์ เมตาฟาสต์ และการไม่ใช้ไพรเมอร์ใดๆ โดยแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ ทั้ง 2 ชนิด และการไม่ใช้ไพรเมอร์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p>0.05$)



NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra, PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 20 กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟจำแนกตามชนิดการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์

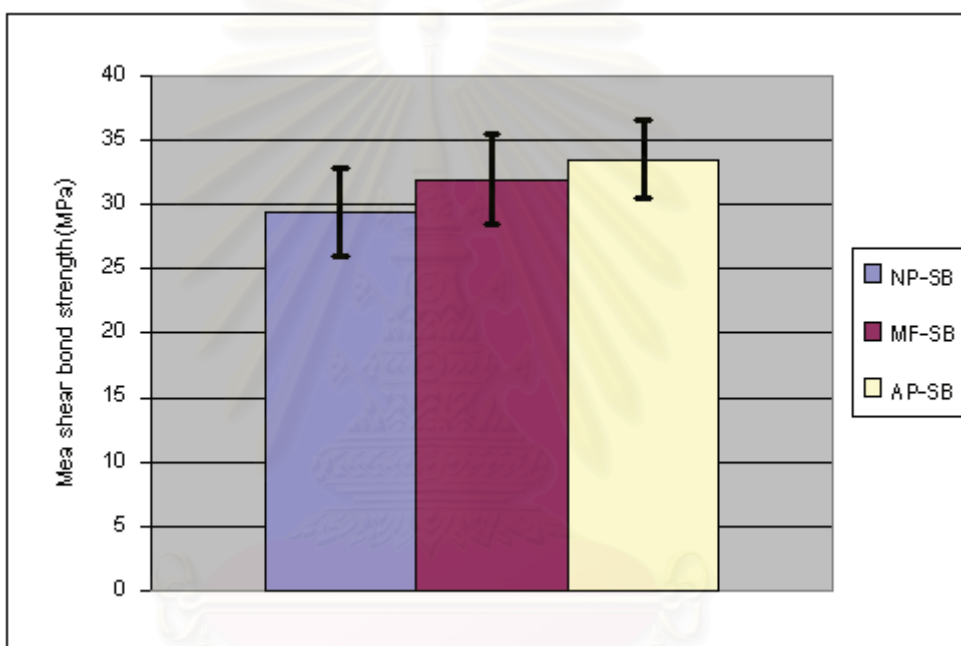
แรงยึดเฉือนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คเมื่อพิจารณาถึงการใช้ไพรเมอร์(รูปที่ 21) เรียงจากมากไปน้อยได้แก่การใช้ร่วมกับอัลลอยไพรเมอร์ เมตาฟาสต์ และการไม่ใช้ไพรเมอร์ใดๆ โดยแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คร่วมกับการใช้อัลลอยไพรเมอร์และเมตาฟาสต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดมากกว่าการไม่ใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)



NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra, PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 21 กราฟแสดงแรงยึดเฉือนเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คจำแนกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์

แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี เมื่อพิจารณาถึงการใส่ไพรเมอร์ (รูปที่ 22) เรียงจากมากไปน้อยได้แก่การใช้ร่วมกับอัลลอยไพรเมอร์ เมตาฟาสต์ และการไม่ใช้ไพรเมอร์ใดๆ โดยแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี ร่วมกับการใช้อัลลอยไพรเมอร์ไม่แตกต่างกับเมตาฟาสต์อย่างมีนัยสำคัญ แต่มากกว่าการไม่ใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี ร่วมกับการใช้เมตาฟาสต์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ใช้ไพรเมอร์



NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra,

PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

รูปที่ 22 กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี จำแนกตามการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์

การเปรียบเทียบลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช้ไพรเมอร์

เมื่อพิจารณาลักษณะการแตกหักจากตารางที่ 6 และรูปที่ 23 โดยจำแนกการแตกหักเป็น 3 ชนิดได้แก่

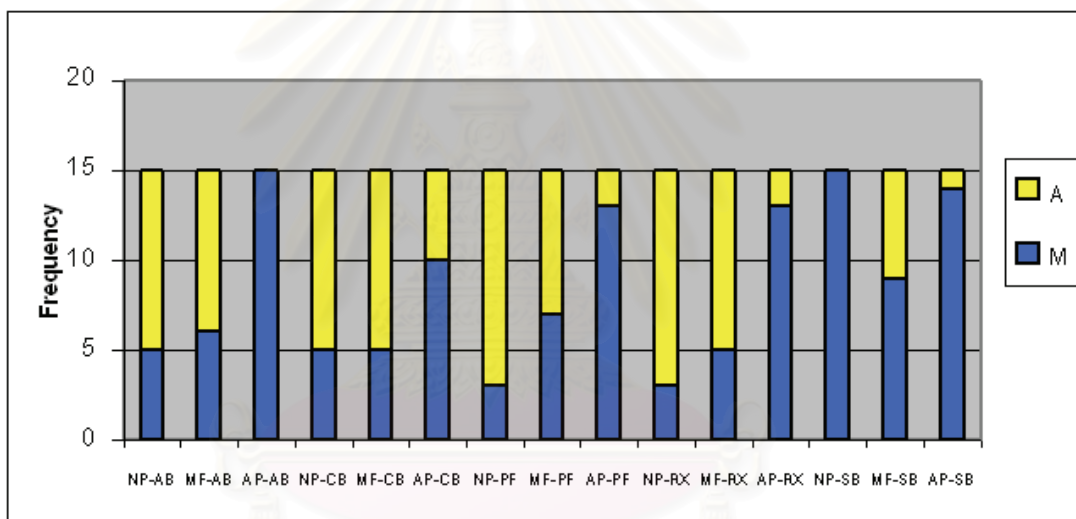
1. การแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์และโลหะ(adhesive failure at resin-metal interface)
2. การแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์ (cohesive failure)
3. ผสมกันระหว่างการแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์ และการแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์และโลหะ(mixture adhesive failure and cohesive failure)

ในการทดลองนี้ไม่พบการแตกหักภายในชั้นของเรซินซีเมนต์ในทุกกลุ่มพบแต่การแตกหักระหว่างพื้นผิว และการแตกหักแบบผสมเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 24

ตารางที่ 6 ตารางแสดงความถี่ของลักษณะการแตกหัก (mode of failure) ของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิดและไม่ใช้ไพรเมอร์

	no primer		META FAST		ALLOY PRIMER	
	A	M	A	M	A	M
	Count	Count	Count	Count	Count	Count
ABC	10	5	9	6	0	15
Calibra	10	5	10	5	5	10
Panavia F	12	3	8	7	2	13
RelyX ARC	12	3	10	5	2	13
SuperBond C&B	0	15	6	9	1	14

A = การแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (adhesive failure at resin-metal interface)



M = ผสมกันระหว่างการแตกหักในชั้นเรซินซีเมนต์และการแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (Mixture of cohesive failure and adhesive failure)

NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra,

PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B

A = การแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (adhesive failure at resin-metal interface)

M = ผสมกันระหว่างการแตกหักในชั้นเรซินซีเมนต์และการแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (Mixture of cohesive failure and adhesive failure)

รูปที่ 23 กราฟแสดงความถี่ของลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิดและไม่ใช้ไพรเมอร์

ก.



ข

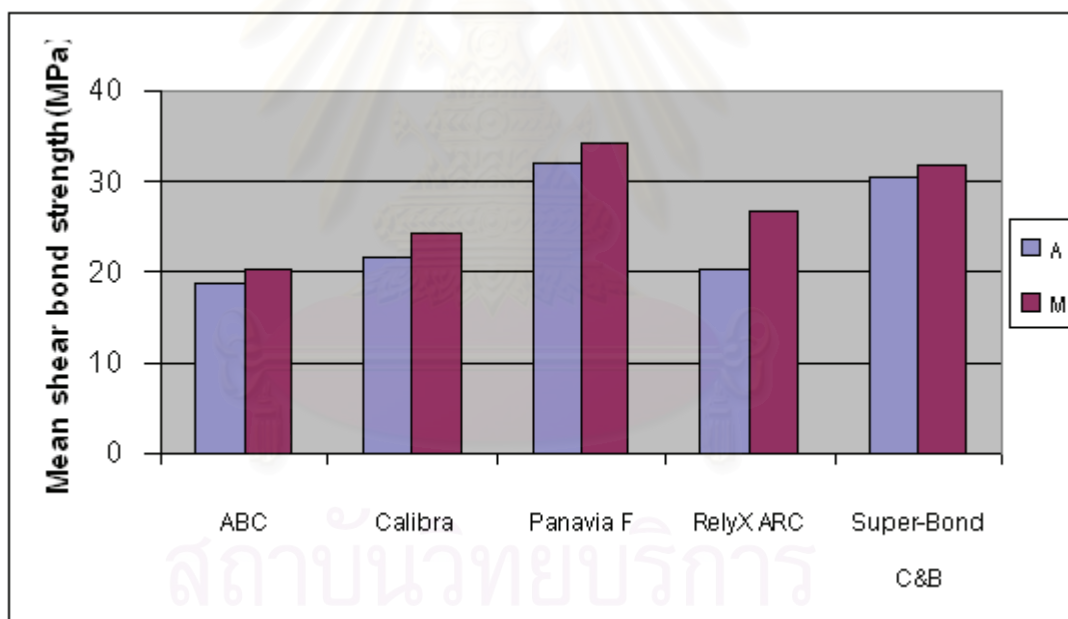


- รูปที่ 24 แสดงลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะ
- ก. การแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (**adhesive failure at resin-metal interface**)
- ข. ผสมกันระหว่างการแตกหักในชั้นเรซินซีเมนต์และการแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (**Mixture of cohesive failure and adhesive failure**)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการทดสอบความสัมพันธ์ของลักษณะการแตกหักกับการใช้ไพรเมอร์ในเรซินซีเมนต์ทั้ง 5 ชนิดโดยใช้สถิติเพียร์สันไคสแควร์(Pearson Chi-Square)ที่ประมาณค่านัยสำคัญด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล(Monte Carlo) พบว่า เรซินซีเมนต์เอบีซี ฟานาเวียเอฟ รีไลเอ็กซ์อาร์ค และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี มีความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยการใช้ไพรเมอร์กับลักษณะการแตกหักอย่างมีนัยสำคัญ($P < 0.05$) ส่วนเรซินซีเมนต์คาลิบราพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยการใช้ไพรเมอร์กับลักษณะของการแตกหักอย่างมีนัยสำคัญ(แสดงรายละเอียดในตารางที่ 22 ของภาคผนวก)

เมื่อวิเคราะห์แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่ทำให้เกิดลักษณะของการแตกหักที่แตกต่างกัน พบว่าในเรซินซีเมนต์ทุกชนิด หากไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์ มีแนวโน้มว่าการแตกหักแบบผสม มีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่สูงกว่าการแตกหักระหว่างพื้นผิว(รูปที่ 25) แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีเพียงรีไลเอ็กซ์อาร์คเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)



NP = No primer (เป็นกลุ่มควบคุม), MF = META FAST, AP = ALLOY PRIMER, AB = ABC, CB = Calibra,

PF = Panavia F, RX = RelyX ARC, SB = Super-Bond C&B, MPa = Megapascal

A = การแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (adhesive failure at resin-metal interface)

M = ผสมกันระหว่างการแตกหักในชั้นเรซินซีเมนต์และการแตกหักระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (Mixture of cohesive failure and adhesive failure)

รูปที่ 25 กราฟแสดงแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย(หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของลักษณะการแตกหักในเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด เมื่อไม่คำนึงถึงชนิดการใช้ไพรเมอร์

บทที่ 5 บทวิจารณ์ และ ข้อเสนอแนะ

วิจารณ์วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดสอบแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์ในงานวิจัยครั้งนี้ได้แนวทางและรูปแบบจาก Yoshida และคณะ (1996) โดยการใช้ชิ้นโลหะผสมทรงกระบอกที่มีขนาดแตกต่างกัน กำหนดให้ชิ้นโลหะผสมขนาดใหญ่กว่า ถูกล้างและตรึงแน่นเข้ากับอะคริลิกที่บรรจุอยู่ในท่อพีวีซีเพื่อป้องกันการขยับ บิดเบี้ยวหรือฉีกขาด ขณะทำการทดสอบแรงยึดเหนี่ยว และมีการจำกัดพื้นที่ในการยึดติดระหว่างชิ้นโลหะ 2 ขนาด โดยใช้เทปกาวยึดติดที่มีรูตรงกลางขนาดมาตรฐานเท่ากันทุกชิ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการหลุดหรือขาดออกจากกันในแต่ละครั้งเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีพื้นที่ของการยึดติดน้อยที่สุด การใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 15 คู่ การใช้ความเร็วหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที รวมไปถึงการแช่ในน้ำกลั่น 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบนั้นจะสอดคล้องกับข้อเสนอแนะในการทดสอบแรงยึดเหนี่ยวของ The International Organization for Standardization (ISO/TR 11405:1994)

การทดสอบแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องลดยืดอินสตรูเมนต์ โดยใช้หัวกดขนาด 10 กิโลนิวตัน เนื่องจากเหตุผลด้านความปลอดภัยของเครื่องตามคำแนะนำของบริษัทให้ใช้หัวกดที่สูงกว่าแรงยึดของชิ้นงานทดสอบ

เรซินซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นเรซินซีเมนต์ที่ออกมาใหม่ 3 ชนิดได้แก่ พานาเวีย เอฟ คาลิบรา และ รีไลเอ็กซ์อาร์ค กับเรซินซีเมนต์ที่มีการใช้กันมาเป็นเวลานาน 2 ชนิดได้แก่ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และ เอบีซี

ส่วนไพรเมอร์ 2 ชนิดที่ทดสอบนั้นมีกลุ่มทำงานที่แตกต่างกันได้แก่กลุ่มคาร์บอกซิลในเมตาฟอสต์ และ กลุ่มฟอสเฟตในอัลลอยไพรเมอร์ ทั้งสองชนิดสามารถที่จะยึดติดกับโลหะผสมนิกเกิลโครเมียม โมลิบดีนัม เบริลเลียมได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าเรซินซีเมนต์ทั้ง 5 ชนิด มีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยพานาเวียเอฟ และ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่สูงกว่าเอปี้ซี คาลิบรา และรีไลเอ็กซ์อาร์คทั้งในกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่มีการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิดร่วมด้วย(รูปที่ 12) พบว่าการใช้ไพรเมอร์ไม่สามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยให้พานาเวียเอฟ และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีได้มากนัก อาจเนื่องมาจากเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟและซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีนั้นได้แสดงคุณสมบัติในการยึดติดออกมาค่อนข้างสูงอยู่แล้ว เพราะในเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟมีส่วนประกอบของเอ็มดีพี ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมีส่วนประกอบของไฟร์เมตา ซึ่งเอ็มดีพีและไฟร์เมตาเป็นสารเพิ่มการยึดติดที่มีอยู่ในอัลลอยไพรเมอร์และเมตาฟอสต์ ตามลำดับ ในขณะที่เรซินซีเมนต์เอปี้ซี คาลิบรา และรีไลเอ็กซ์อาร์ค ไม่มีส่วนผสมดังกล่าว จึงอาจเป็นสาเหตุให้พบว่าเรซินซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิดนี้เมื่อมีการใช้เมตาฟอสต์ หรืออัลลอยไพรเมอร์ทำให้เกิดการยึดติดดีขึ้นและส่งผลให้มีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงขึ้นชัดเจนกว่าพานาเวียเอฟ และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี

เรซินซีเมนต์เอปี้ซี มีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับเรซินซีเมนต์อีก 4 ชนิดเมื่อมีชนิดการใช้ไพรเมอร์เหมือนกัน(รูปที่ 12) อาจมีสาเหตุมาจากส่วนประกอบหลักทางเคมีในเรซินซีเมนต์เอปี้ซีได้แก่ยูรีเทนไดเมธาคริเลต มีโครงสร้างของโมเลกุลที่ไม่แข็งแรงเมื่อเทียบกับบิสจีเอ็มเอ ส่งผลให้เกิดแรงยึดที่ต่ำ แม้ว่ามีการใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดจะเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยให้สูงขึ้น(รูปที่ 18)และสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการยึดติดให้ดีขึ้นก็ตาม(ตารางที่ 2) ดังจะเห็นได้จากการใช้อัลลอยไพรเมอร์ ทำให้เกิดการแตกหักในแบบผสม(ตารางที่ 6) แต่ด้วยคุณสมบัติของเรซินซีเมนต์เอปี้ซีที่ไม่มีความแข็งแรงของแรงยึดภายในตัวของเรซินเอง จึงสะท้อนค่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยออกมาต่ำกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดอื่นเมื่อใช้ไพรเมอร์ชนิดเดียวกัน(ตารางที่ 2)

เรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คเมื่อเทียบกับคาลิบราจะพบว่า แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยในกลุ่มควบคุม นั้นต่ำกว่าคาลิบรา(ตารางที่ 2 และ รูปที่ 13) แต่เมื่อมีการใช้ไพรเมอร์เมตาฟอสต์ หรืออัลลอยไพรเมอร์ กลับมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าคาลิบรา(ตารางที่ 2 รูปที่ 14 และรูปที่ 15) อาจเป็นสาเหตุมาจากรีไลเอ็กซ์อาร์ค ไม่มีส่วนประกอบของสารเพิ่มการยึดติดและสามารถเข้ากันได้ดีกับการใช้สารเพิ่มการยึดติดมากกว่าคาลิบรา ดังนั้นจึงแสดงผลออกมาค่อนข้างมากอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)เมื่อมีการใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิด(รูปที่ 21)

เรซินซีเมนต์คาลิบราสามารถตอบสนองกับการใช้เมตาฟอสต์ได้ดี(รูปที่ 19)โดยเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับเรซินซีเมนต์ที่เหลืออีก 4 ชนิดซึ่งมีการตอบสนองต่อการใช้อัลลอยไพรเมอร์ดีกว่าเมตาฟอสต์ อย่างไรก็ตามการใช้อัลลอยไพรเมอร์ร่วมกับคาลิบราไม่สามารถช่วยให้เกิดการยึดติดระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์ได้ดีกว่าเมตาฟอสต์

(รูปที่ 19) แม้ว่าจะเกิดการแตกหักแบบผสมเพิ่มจำนวนมากขึ้นกว่าการใช้เมตาฟาสต์ก็ตาม ความถี่ของลักษณะการแตกหักใช้เมตาฟาสต์เทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่าไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การใช้เมตาฟาสต์อาจทำให้แรงยึดภายในชั้นเรซินซีเมนต์คาลิบราเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องใช้แรงมากขึ้นในการทำให้เกิดการแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์(รูปที่ 19)

เรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ(รูปที่ 20) พบว่าการใช้เมตาฟาสต์ และอัลลอยไพโรเมอร์ไม่สามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวได้อย่างมีนัยสำคัญ($p>0.05$) ซึ่งอาจจะเป็นเพราะในตัวเรซินซีเมนต์มีเอ็มดีพีในปริมาณมากเพียงพออยู่แล้ว จึงไม่สามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวขึ้นได้อีก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคุณลักษณะของการแตกหัก พบว่าเมื่อใช้เมตาฟาสต์และอัลลอยไพโรเมอร์ จะมีลักษณะการแตกหักแบบผสมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจมีผลให้การยึดติดระหว่างพื้นผิวของเรซินซีเมนต์และโลหะดีซีขึ้น แม้ว่าแรงยึดเหนี่ยวจะไม่แตกต่างจากการใช้ไพโรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม

เรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี มีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากเรซินซีเมนต์อีก 4 ชนิด คือ เมื่อไม่ใช้ไพโรเมอร์ พบว่ามีลักษณะการแตกหักแบบผสมทั้งหมด แต่เมื่อใช้เมตาฟาสต์ การแตกหักระหว่างพื้นผิวเพิ่มขึ้น(ตารางที่ 6 และรูปที่ 23) รวมทั้งแรงยึดเหนี่ยวก็เพิ่มขึ้นด้วย(ตารางที่ 2 และรูปที่ 22) อาจเป็นเพราะเมตาฟาสต์ช่วยให้เรซินซีเมนต์มีความแข็งแรงในตัวเพิ่มสูงขึ้น จึงมีผลให้ลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวเพิ่มจำนวนขึ้น ส่วนการใช้อัลลอยไพโรเมอร์ สามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวให้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) โดยลักษณะการแตกหักยังคงคล้ายคลึงกับการไม่ใช้ไพโรเมอร์ จึงเห็นได้ชัดเจนว่า แรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากไพโรเมอร์ 2 ชนิดนี้ น่าจะมีกลไกแตกต่างกัน ซึ่งยังไม่สามารถบอกรายละเอียดได้ชัดเจนว่าเป็นผลจากปัจจัยส่วนใด

เมื่อมีการใช้ไพโรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดร่วมกับเรซินซีเมนต์ 4 ชนิดยกเว้นซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี พบว่ามีการเพิ่มจำนวนของการแตกหักแบบผสม(ตารางที่ 6 และรูปที่ 23) อาจมีสาเหตุมาจากการปรับปรุงการยึดติดของเรซินซีเมนต์โดยการเพิ่มความสามารถในการซึมผ่านของเรซินซีเมนต์ หรือมีการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างเรซินซีเมนต์กับโลหะโดยอาศัยไพโรเมอร์เป็นตัวกลางเพิ่มมากขึ้น และทำให้เกิดการยึดติดที่แน่นขึ้นจนกระทั่งการยึดติดระหว่างพื้นผิวมีความแข็งแรงมากกว่าหรือใกล้เคียงกับความแข็งแรงของการยึดกันระหว่างโมเลกุลของเรซินซีเมนต์เอง จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนจากลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวไปสู่การแตกหักในเนื้อเรซินซีเมนต์มากขึ้น เป็นผลให้เกิดการแตกหักแบบผสมเพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ดีการทดสอบโคสแควร์ประเมินค่านัยสำคัญด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของการแตกหักและการใช้ไพโรเมอร์ ในกรณีของคาลิบรา แม้ว่าคาลิบราจะมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกับเรซินซีเมนต์อีก 3 ชนิดได้แก่ เอบีซี วีไลเอ็กซ์ฮาร์ด และพานาเวียเอฟ ก็ตาม

ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ทำให้สามารถเลือกใช้เรซินซีเมนต์ได้ตามความเหมาะสมเนื่องจากความสามารถในการยึดติดและแรงยึดเหนี่ยวจะแตกต่างกันไป การใช้งานร่วมกับ

ไฟรเมอร์ชนิดต่างๆให้ผลกับแรงยึดเหนี่ยวที่แตกต่างกัน ซึ่งนำไปสู่แนวทางการใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ข้อเสนอแนะ

เรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟ และ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี มีความสามารถในการให้แรงยึดที่โดดเด่นกว่าเรซินซีเมนต์ ชนิดอื่นๆ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี มีการใช้งานทางทันตกรรมมาประมาณ 20 ปี ปฏิกริยาการแข็งตัวเกิดทางเคมี มีลักษณะเป็นส่วนผสมกับส่วนเหลว มีเมธิลเมธาคริเลต โพลีเมธิลเมธาคริเลตเป็นส่วนประกอบหลัก ไม่มีการใส่วัสดุอัดแทรกประเภททกลาส หรือเซอรามิก จุดเด่นของเรซินซีเมนต์ชนิดนี้คือมีส่วนผสมของไฟรเมตา ทำหน้าที่ส่งเสริมการซึมผ่านและการยึดติดที่ดี ปฏิกริยาการแข็งตัวใช้ไตรเอทิลบิวทิลบอเรนเป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา และถึงระยะก่อตัวเริ่มแรกได้อย่างรวดเร็ว เป็นข้อพึงระวังในการใช้งานของซูปเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บี เนื่องจากไม่สามารถเขี่ยเอาซีเมนต์ส่วนเกินออกก่อนที่เรซินซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาแข็งตัวสมบูรณ์ ทำให้เกิดปัญหาต่อเนื้อเยื่อโดยรอบตามขอบของชิ้นงานบูรณะ การกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินที่แข็งตัวเต็มที่แล้วของซูปเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บีทำได้ยาก ความหนาของเรซินซีเมนต์ชนิดนี้ขึ้นอยู่กับความหนืดซึ่งต่ำมากขณะเริ่มผสมและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเริ่มผสมไปแล้ว 40 วินาที ดังนั้นจึงมีเวลาในการทำงานค่อนข้างสั้น ทันตแพทย์ควรมีทักษะในการใช้งานซีเมนต์ชนิดนี้

เรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟ เป็นเรซินซีเมนต์ที่ได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงมาจากรุ่นแรกๆ ที่แนะนำมาใช้ทางทันตกรรมภายหลังซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีไม่นาน รุ่นแรกเป็นลักษณะส่วนผสมกับส่วนเหลวคล้ายซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี รุ่นต่อมาเปลี่ยนแปลงเป็นครีมบรรจุในหลอดปรับปรุงมาจนถึงรุ่นปัจจุบัน ส่วนประกอบหลักของฟานาเวียเอฟ คือ บิสจีเอ็มเอ ผสมเรซินความหนืดต่ำเพื่อลดความหนืด ได้แก่ ไตรเอทิลบิวทิลบอเรน ไดเมธาคริเลต และมีการเติมวัสดุอัดแทรกประเภททกลาส การเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวเกิดได้ทั้งทางเคมี และกระตุ้นด้วยแสง เรซินซีเมนต์ชนิดนี้มีเวลาในการทำงานที่นานกว่าซูปเปอร์บอนด์ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวทางเคมีเกิดช้ากว่า การฉายแสงบริเวณขอบเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาแข็งตัวสมบูรณ์และป้องกันการรั่วซึมในระยะเริ่มต้น ส่วนที่ไม่ถูกแสงบริเวณด้านในจะมีการเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวในระยะเวลาต่อมา และต้องใช้

ออกซีการ์ดซึ่งเป็นสารประเภทไตรเอทิลีนไกลคอล ฉีดยกอบของครอบฟันป้องกันเรซินซีเมนต์ไม่ให้สัมผัสออกซิเจนในอากาศที่จะยับยั้งปฏิกิริยาการแข็งตัวของเรซินซีเมนต์

เอปี้ซี เป็นเรซินซีเมนต์ที่ออกมาในระยะเวลาใกล้เคียงกับพานาเวียรุ่นแรก มีส่วนประกอบหลักคือยูรีเทนไดเมธาคริเลต เป็นเรซินที่มีความหนืดต่ำกว่าบิสจีเอ็มเอ การเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวเกิดได้ทั้งทางเคมีและการกระตุ้นด้วยแสงและ มีความอ่อนไหวกับออกซิเจนเช่นเดียวกับพานาเวียเอฟ ควรทำการปกป้องพื้นผิวโดยรอบหลังจากเขี่ยซีเมนต์ส่วนเกินออกด้วยกิลีเซอลีนเจลตามคำแนะนำของบริษัท

คาลิบรา และ วีไลเอ็กซ์อาร์ค เป็นเรซินซีเมนต์รุ่นใหม่ที่ทำมาให้ได้หลายลักษณะคือ การยึดครอบฟันทั่วไป และมุ่งเน้นงานด้านความสวยงาม เช่นวีเนียร์ หรือ งานפורซเลนทั้งชิ้นที่มีการสะท้อนสีของซีเมนต์ออกมาภายนอก เนื่องจากเรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิดนี้มีสีให้เลือก หลายสี ส่วนประกอบหลักของเรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิดนี้คล้ายคลึงกัน ประกอบด้วยบิสจีเอ็มเอ และ ไตรเอทิลีนไกลคอลไดเมธาคริเลต สามารถเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวทั้งสองลักษณะคือทางเคมีและการกระตุ้นด้วยแสง

ไพโรเมอร์ในการทดลองนี้มีกลุ่มหน้าที่ 2 ชนิด ได้แก่ กลุ่มฟอสเฟตที่มีอยู่ใน เอ็มดีพีของอัลลอยไพโรเมอร์ และ กลุ่มคาร์บอกซิล ที่มีอยู่ในไฟร์เมตาของเมตาฟอสต์ โดยไพโรเมอร์ทั้ง 2 ชนิด สามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวให้กับเรซินซีเมนต์ทุกชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน และพบว่าถึงแม้เมตาฟอสต์มีไฟร์เมตาเป็นส่วนประกอบ เมื่อใช้กับซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีที่มีไฟร์เมตาเป็นส่วนประกอบเช่นกัน สามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวให้สูงได้อีก อาจแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของไฟร์เมตา ในการช่วยการยึดติดให้ดีขึ้นไม่ว่าเรซินซีเมนต์นั้นมีสารช่วยการยึดติดอยู่เดิมหรือไม่ เช่นเดียวกับอัลลอยไพโรเมอร์ มีส่วนประกอบของเอ็มดีพี ใช้ร่วมกับเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ ที่มีเอ็มดีพี เป็นส่วนประกอบเช่นกัน สามารถเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวได้ แม้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม การวิจัยครั้งนี้ทำให้เห็นถึงกระบวนการอันหนึ่งซึ่งสามารถเพิ่มแรงยึดให้กับชิ้นงานบูรณะได้ และรวมไปถึงการทดสอบแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะ เป็นชนิดที่ใช้งานทางทันตกรรมมานานแล้ว และชนิดที่ออกมาใหม่ เพื่อดูแนวโน้มในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆของวัสดุประเภทนี้ ในยุคปัจจุบัน และเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการประยุกต์การใช้งานวัสดุต่างๆให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ใช้โลหะผสมนิกเกิล โครเมียม โมลิบดีนัม เบอริลเลียม 2 ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 และ 9 มิลลิเมตร หน้า 2 มิลลิเมตร หลังจากเป่าทรายด้วยอุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ขนาด 50 ไมครอน ทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดอุลตราโซนิก 10 นาที นำมายึดติดกันด้วยเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด ได้แก่ 1.เอปี้ซี 2.คาลิบรา 3.พานาเวียเอฟ 4.วีไลเอ็กซ์อาร์ค และ 5.ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี โดยปรับสภาพพื้นผิวด้วยไพโรเมอร์ 2 ชนิด ได้แก่ 1.เมตาฟอสต์ 2.อัลลอยไพโรเมอร์ โดยมีกลุ่มที่ไม่ใช้ไพโรเมอร์เป็นกลุ่มควบคุม จำกัดพื้นที่ในการยึดติดให้เท่ากันโดยใช้เทปกาวด้านเดียวที่มีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 มิลลิเมตรเพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบและคำนวณ การควบคุมแรงกด 1 กิโลกรัมโดยใช้เครื่องดูโรมิเตอร์เพื่อให้เกิดความหนาของเรซินซีเมนต์เท่ากันทุกครั้งในแต่ละชนิดของซีเมนต์ หลังจากแช่ในน้ำกลั่น 24 ชั่วโมงจึงนำมาทดสอบแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องลอยดีอินสตรูเมนต์ ตั้งค่าความเร็วหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที ได้ผลดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนชนิดจำแนก 2 ทางพบว่าปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์มีอิทธิพลต่อแรงยึดเหนี่ยวโดยมีเรซินซีเมนต์อย่างน้อย 1 ชนิดที่มีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยแตกต่างกับเรซินซีเมนต์ที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
2. ปัจจัยการใช้ไพโรเมอร์มีอิทธิพลต่อแรงยึดเหนี่ยว โดยมีชนิดการใช้ไพโรเมอร์อย่างน้อย 1 ชนิดที่ทำให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
3. จากการเปรียบเทียบเชิงซ้อนเฉพาะปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์ พบว่าเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟและซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย มากกว่าเรซินซีเมนต์เอปี้ซี คาลิบรา และวีไลเอ็กซ์อาร์ค อย่างมีนัยสำคัญ
4. แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
5. เรซินซีเมนต์วีไลเอ็กซ์อาร์คมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าเรซินซีเมนต์เอปี้ซีอย่างมีนัยสำคัญ และไม่แตกต่างจากคาลิบราอย่างมีนัยสำคัญ
6. เรซินซีเมนต์คาลิบรามีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยไม่แตกต่างจากเรซินซีเมนต์เอปี้ซีและวีไลเอ็กซ์อาร์คอย่างมีนัยสำคัญ
7. เรซินซีเมนต์เอปี้ซีมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยต่ำกว่าพานาเวียเอฟ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และวีไลเอ็กซ์อาร์ค อย่างมีนัยสำคัญ

8. จากการเปรียบเทียบเชิงซ้อนเฉพาะปัจจัยของไพโรเมอร์ พบว่าการใช้อัลลอยไพโรเมอร์และเมตาฟอสต์ ทำให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ใช้ไพโรเมอร์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
9. แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยจากการใช้เมตาฟอสต์และอัลลอยไพโรเมอร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
10. จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนชนิดจำแนกทางเดียวโดยพิจารณาปัจจัยการใช้ไพโรเมอร์ในเรซินซีเมนต์แต่ละชนิด พบว่าการใช้ไพโรเมอร์ 2 ชนิดและไม่ใช้ไพโรเมอร์ ร่วมกับเรซินซีเมนต์เอปซี ให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
11. การใช้ไพโรเมอร์ 2 ชนิดและไม่ใช้ไพโรเมอร์ ร่วมกับเรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟ ให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
12. การใช้เมตาฟอสต์ร่วมกับเรซินซีเมนต์คาลิบราให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ใช้ไพโรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้อัลลอยไพโรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์คาลิบรา
5. การใช้อัลลอยไพโรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์ค ให้แรงยึดเหนี่ยวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้เมตาฟอสต์ และทั้งคู่ให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ใช้ไพโรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ
14. การใช้อัลลอยไพโรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีให้แรงยึดเหนี่ยวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้เมตาฟอสต์ แต่สูงกว่าการไม่ใช้ไพโรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ
15. การทดสอบโคสแควร์ประมาณค่าด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลพบว่าเรซินซีเมนต์ทุกชนิดมีลักษณะการแตกหักสัมพันธ์กับการใช้ไพโรเมอร์ ยกเว้นเรซินซีเมนต์คาลิบรา ซึ่งลักษณะการแตกหักไม่สัมพันธ์กับการใช้ไพโรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ
16. แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักแบบผสม สูงกว่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิว อย่างมีนัยสำคัญกับเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์ค ส่วนเรซินซีเมนต์ 4 ชนิดที่เหลือ ความแตกต่างดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

รายการอ้างอิง

- Antoniadou, M., Kern, M., and Strub, J.R. Effect of a new metal primer on the bond strength between a resin cement and two high-noble alloys. **J Prosthet Dent** 84 (2000) : 554-560.
- Aquilino, S.A., Diaz-Arnold, A.M., and Kreuger, G.E. Tensile bond strengths of electrolytically and chemically etched base metal. **Int J Prosthodont** 3 (1990) : 93-97.
- Asmussen, E., Attal, J.P., and Degrange, M. Adherence of resin-based luting agents assessed by the energy of fracture. **Acta Odontol Scand** 51 (1993) : 235-240.
- Atsuta, M., Matsumura, H., and Tanaka, T. Bonding fixed prosthodontic composite resin and precious metal alloys with the use of a vinyl-thiol primer and an adhesive opaque resin. **J Prosthet Dent** 67 (1992) : 296-300.
- Atta, M.O., Brown, D., Smith, B.G.N. Bond strength of contemporary bridge cements to a sandblasted or electrolytically etched nickel-chromium alloy. **Dent Mater** 4 (1988) : 201-207.
- Atta, M.O., Smith, B.G.N., and Brown, D. Bond strengths of three chemical adhesive cements adhered to a nickel-chromium alloy for direct bonded retainers. **J Prosthet Dent** 63 (1990) :137-143.
- Barzilay, I., Myers, M.L., Cooper, L.B., and Graser, G.N. Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. **J Prosthet Dent** 59 (1988) : 131-137.
- Breeding, L., and Dixon, D. The effect of metal surface treatment on the shear bond strengths of base and noble metals bonded to enamel. **J Prosthet Dent** 76 (1996) : 390-393.
- Caeg, C., Leinfelder, K.F., Lacefield, W.R., and Bell, W. Effectiveness of a method used in bonding resins to metal. **J Prosthet Dent** 64 (1990) : 37-41.
- Coelho, C., Rubo, J., and Pegoraro, L. Tensile bond strength of a resinous cement to a nickel-chromium alloy modified with five surface treatments. **J Prosthet Dent** 76 (1996) : 246-249.

- Creugers, N.H.J., Welle, P.R., and Vrij, M.M.A. Four bonding systems for resin retained cast metal prostheses. **Dent Mater** 4 (1988) : 85-88.
- Diaz-Arnold, A.M., Williams, V.D., and Aquilino, S.A. Tensile strengths of three luting agents for adhesion fixed partial dentures. **Int J Prosthodont** 2 (1989) : 115-122.
- Diaz-Arnold, A.M., Vargas, M.A., and Haselton, D.R. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. **J Prosthet Dent** 81 (1999) : 134-141.
- Dixon, D., Breeding, L., Hughie, M., and Brown, J. Comparison of shear bond strengths of two resin luting systems for a base and a high noble metal alloy bonded to enamel. **J Prosthet Dent** 72 (1994) : 457-461.
- Doukoudakis, A., Tzortzopoulou, E., and Gray, S. A comparison of the shear strength of chemically versus electrolytically etched metal retainers. **J Prosthet Dent** 67 (1992) : 614-616.
- Dunn, B., and Reisbick, M.H. Adherence of ceramic coatings on chromium-cobalt structures. **J Dent Res** 55 (1976) : 328-332.
- Dunny, J.A., and King, G. Minor connector designs for anterior acrylic bases. **J Prosthet Dent** 34 (1975) : 496-502.
- Gates, D., Diaz-Arnold, M., Aquilino, S., and Ryther, J. Comparison of the adhesive strength of a BIS-GMA cement to tin-plated and non-tin-plated alloys. **J Prosthet Dent** 69 (1993) : 12-16.
- Howe, D.F., and Denehy, D.E. Anterior fixed partial denture utilizing acid- etched technique and a cast metal framework. **J Prosthet Dent** 37 (1977) : 28-31.
- Ishijima, T., Caputo, A.A., and Mito, R. Adhesion of resin to casting alloys. **J Prosthet Dent** 67 (1992) : 445-449.
- Jacobson, T.E., Chang, J.C., Keri, P.P., and Watanabe, L.G.: Bond strength of 4-META acrylic denture base to cobalt chromium alloy. **J Prosthet Dent** 60 (1988) : 570-576.
- Jacobson, T.E. The significant of adhesive denture base resin. **Int J Prosthodont** 2 (1989) : 163-172.
- Junge, T., Nicholls, J.I., Phillips, K.M., and Libman, W.J. Load fatigue of compromised teeth a comparison of 3 luting cements. **Int J Prosthodont** 11 (1998) : 558-564.

- Kaufman, E.G., Coelho, D.H., and Colin, L. Factors influencing the retention of cemented gold castings. **J Prosthet Dent** 11 (1961) : 487-502.
- Kourtis, S.G. Bond strengths of resin-to-metal bonding system. **J Prosthet Dent** 78 (1997) : 136-145.
- Krueger, G.E., Diaz-Arnold, A.M., Aquilino, S.A., and Scandrett, F.R. A comparison of Electrolytic and chemical etch systems on the resin-to-metal tensile bond strength. **J Prosthet Dent** 64 (1990) : 610-617.
- Lin, T., Chang, H., and Chung, K. Interfacial strengths of various alloy surface treatments for resin-bonded fixed partial dentures. **J Prosthet Dent** 64 (1990) : 158-162
- Livaditis, G.J., and Thompson, V.P. Etched castings. An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. **J Prosthet Dent** 47 (1982) : 52-58.
- Lyons, K.M., Rodda, J.C., and Hood, J.A.A. Use of a pressure chamber to compare microleakage of three luting agents. **Int J Prosthodont** 10 (1997) : 426-433.
- Lyons, K.M., Rodda, J.C., and Hood, J.A.A. The effect of environmental pressure changes during diving on the retentive strength of different luting agents for full cast crowns. **J Prosthet Dent** 78 (1997) : 522-527.
- Marker, V.A., Miller, A.W., Miller, B.H., and Swepston, J.H. Factors affecting the retention and fit of gold castings. **J Prosthet Dent** 57 (1987) : 425-430.
- Matsumura, H., Nakabayashi, N. Adhesive 4-META/MMA-TBB opaque resin with poly(methylmethacrylate)-coated titanium dioxide. **J Dent Res** 67 (1988) : 29-32.
- Matsumura, H., Tanaka, T., and Atsuta, M. Bonding of silver-palladium-copper-gold alloy with thiol derivative primers and tri-N-butylborane initiated luting agents. **J Oral Rehab** 24 (1997) : 291-296.
- Matsumura, H., Shimoe, S., Nagano, K., and Atsuta, M. Effect of noble metal conditioners on bonding between prosthetic composite material and silver-palladium-copper-gold alloy. **J Prosthet Dent** 81 (1999) : 710-714.
- May, K.B., Russell, M.M., Razzoog, M.E., and Lang, B.R. The shear strength of polymethyl methacrylate bonded to titanium partial denture framework material. **J Prosthet Dent** 70 (1993) : 410-413.

- May, K.B., Fox, J., Razzoog, M.E., and Lang, B.R. Silane to enhance the bond between polymethyl methacrylate and titanium. **J Prosthet Dent** 73 (1995) : 428-431.
- Øilo, G. Bond strength testing-what does it mean?. **Int Dent J** 43 (1993) : 492-498.
- Ohkubo, C., Watanabe, I., Hosoi, T., and Okabe, T. Shear bond strength of polymethyl methacrylate to cast titanium and cobalt-chromium frameworks using five metal primers. **J Prosthet Dent** 83 (2000) : 50-57.
- Rochette, A.L. Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. **J Prosthet Dent** 30 (1973) : 418-423.
- Rubo, J., and Pegararo, L. Tensile bond strength of a composite resin cement for bonded prosthesis to various dental alloys. **J Prosthet Dent** 74 (1995) : 230-234.
- Rubo, J., Pegoraro, L., and Ferreira, P. A comparison of tensile bond strengths of resin-retained prostheses made using five alloys. **Int J Prosthodont** 9 (1996) : 277-281.
- Rubo, J., Pegoraro, L., Marolato, F., and Rubo, M. The effect of tin-electroplating on the bond of four dental alloys to resin cement : an in vitro study. **J Prosthet Dent** 80 (1998) : 27-31.
- Sen, D., Nayir, E., and Pamuk, S. Comparison of the tensile bond strength of high-noble, noble, and base metal alloys bonded to enamel. **J Prosthet Dent** 84 (2000) : 561-566.
- Suzuki, M., Fujishima, A., Miyazaki, T., Hisamitsu, H., Ando, H., Nakahara, M., Yamamoto, M., and Itoh, K. A study on adsorption structures of methacryloyloxyalkyl dihydrogen phosphates on silver substrates by infrared reflection adsorption spectroscopy. **J Biomed Mater Res** 37 (1997) : 252-260.
- Smith, R.M., Garrett, M.G., Gardner, W.A., Marshall, T., Mclean, M.J., McMichael, D.W., Yerbury, P.J., and Rawls, H.R. Effect of environment stress and surface treatment on resin-to-metal bonding. **Am J Dent** 6 (1993) : 111-115.
- Taira, Y., Matsumura, H., and Atsuta, M. Bonding of titanium with acidic primers and a tri-N-butylborane-initiated luting agent. **J Oral Rehab** 24 (1997) : 358-388.

- Taira, Y., Yoshida, K., Matsumura, H., and Atsuta, M. Phosphate and thiophosphate primers for bonding prosthodontic luting materials to titanium. **J Prosthet Dent** 79 (1998) : 384-388.
- Tanaka, T., Atsuta, M., Uchiyama, Y., and Kawashima, L. Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings. **J Prosthet Dent** 42 (1979) : 282-291.
- Tanaka, T., Nagata, K., Takayama, M., Atsuta, M., Nakabayashi, N., and Matsuhara, E. 4-META opaque resin - A new resin strongly adhesive to Nickel-Chromium alloy. **J Dent Res** 60 (1981) : 1697-1706.
- Tanaka, T., Fujiyama, E., Shimizu, H., Takaki, A., and Atsuta, M. Surface treatment of non-precious alloys for adhesion-fixed partial dentures. **J Prosthet Dent** 55 (1986) : 456-462.
- Tanaka, T., Horano, M., Kawahara, M., Matsumura, H., and Atsuta, M. A new ion-coating surface treatment of alloys for dental adhesive resins. **J Dent Res** 67 (1988) : 1376-1380.
- Thompson, V.P., Castillo, E., and Livaditis, G.J. Resin-bonded retainers. Part I: Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys. **J Prosthet Dent** 50 (1983) : 771-779.
- Tjan, A.H.L., and Sarkissian, R. Effect of preparation finish on retention and fit of complete crowns. **J Prosthet Dent** 56 (1986) : 283-288.
- Tjan, A.H.L., and Li, T. Seating and retention of complete crowns with a new adhesive resin cement. **J Prosthet Dent** 67 (1992) : 478-484.
- van der Veen, J.H., Bronsdijk, A.E., Slagter, A.P., Poel, A.C.M. van de., and Arends, J. Tensile bond strength of comspan resin to six differently treated metal surfaces. **Dent Mater** 4 (1988) : 272-277.
- van der Veen, J.H., Jongebloed, W.L., Purdell-Lewis, D.J., and Poel, A.C.M. van de. SEM study of six retention systems for resin-to-metal bonding. **Dent Mater** 4 (1988) : 266-271.
- White, S.N., Sorensen, J.A., Kang, S.K., and Caputo, A.A. Microleakage of new crown and fixed partial denture luting agents. **J Prosthet Dent** 67 (1992) : 156-161.

- White, S.N., and Yu, Z. Film thickness of a new adhesive luting agents. **J Prosthet Dent** 67 (1992) : 782-785.
- White, S.N., and Kipnis, V. Effect of adhesive luting agents on the marginal seating of cast restorations. **J Prosthet Dent** 93 (1993) : 28-31.
- White, S.N., and Yu, Z. Physical properties of fixed prosthodontic, resin composite luting agents. **Int J Prosthodont** 6 (1993) : 384-389.
- Watanabe, F., Powers, J.M., and Roley, R.E. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. **J Res Dent** 67 (1988) : 479-483.
- Watanabe, I., Matsumura, H., and Atsuta, M. effect of two metal primers on adhesive bonding with type IV gold alloys. **J Prosthet Dent** 73 (1995) : 299-303.
- Webb, E.L., Murray, H.V., Holland, G.A., and Taylor, D.F. Effects of preparation relief and flow channels on seating full coverage castings during cementation. **J Prosthet Dent** 49 (1983) : 777-780.
- Yoshida, K., Taira, Y., Matsumura, H., and Atsuta, M. Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals. **J Prosthet Dent** 69 (1993) : 357-362.
- Yoshida, K., Kamada, K., Tanagawa, M., and Atsuta, M. Shear bond strengths of three resin cements used with three primers for metal . **J Prosthet Dent** 75 (1996) : 254-261.
- Yoshida, K., Taira, Y., Sawase, T., and Atsuta, M. Effects of adhesive primers on bond strength of self-curing resin to cobalt-chromium alloy. **J Prosthet Dent** 77 (1997) : 617-620.
- Zurasky, J.E., Duke, E.S. Improved adhesion of denture acrylic resins to base metal alloys. **J Prosthet Dent** 57 (1987) : 520-524.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 แสดงค่าแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์เอปี้ซีแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	ABC with no primer	ABC treated with META FAST	ABC treated with ALLOY PRIMER
1	12.61367	22.14756	25.71119
2	22.40421	31.13869	13.19429
3	8.763937	26.54846	9.984072
4	25.1979	21.41127	10.52682
5	15.76078	19.58107	19.70729
6	19.00466	5.747258	19.67784
7	14.02735	29.72502	31.55522
8	8.763937	19.35808	34.44147
9	11.46086	15.69767	26.83456
10	24.55417	24.90759	22.05079
11	8.12021	13.93058	27.57506
12	17.78452	18.42404	27.09121
13	20.83065	23.01427	12.2308
14	26.35492	12.71044	20.41412
15	18.68069	24.10819	19.00466
Mean shear bond strength	16.95483	20.56335	21.33329
Standard deviation	6.198523	6.698172	7.581487
Coefficient of variation	36.55904	32.57335	35.53829

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงค่าแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์คาลิบราแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	Calibra with no primer	Calibra treated with META FAST	Calibra treated with ALLOY PRIMER
1	23.01427	28.88775	29.30849
2	27.47829	29.69136	27.25109
3	21.21773	21.73103	19.83772
4	19.35808	27.12487	36.17491
5	16.14786	33.73464	30.27198
6	23.62434	28.82464	21.50804
7	17.04403	21.95823	22.27799
8	18.971	26.09827	26.70834
9	22.14756	25.55131	22.21488
10	16.40451	18.4577	22.6314
11	10.27017	14.41443	25.55131
12	28.40811	20.06071	15.21382
13	16.69061	38.32487	21.37761
14	16.27408	21.89091	28.18512
15	10.14395	16.91781	13.06386
Mean shear bond strength	19.14631	24.91123	24.1051
Standard deviation	5.336042	6.467965	5.90786
Coefficient of variation	27.86983	25.96405	24.50875

ตารางที่ 3 แสดงค่าแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	Panavia F with no primer	Panavia F treated with META FAST	Panavia F treated with ALLOY PRIMER
1	43.33584	37.26882	39.12847
2	30.75162	29.53148	41.34576
3	28.18512	27.09542	33.44853
4	23.91465	38.19865	27.92847
5	40.38227	39.06536	36.82284
6	31.87498	38.29542	35.85935
7	41.72863	30.07844	28.78257
8	31.2018	39.7722	27.44463
9	32.03907	23.36769	30.24673
10	27.44463	35.14831	28.54696
11	27.34786	30.78527	35.27874
12	34.47513	34.75702	35.46807
13	36.49887	31.52156	26.30864
14	28.21458	36.59564	36.02344
15	33.12878	25.90473	37.96304
Mean shear bond strength	32.70159	33.15907	33.37308
Standard deviation	5.685375	5.222467	4.77885
Coefficient of variation	17.38562	15.74974	14.31947

ตารางที่ 4 แสดงค่าแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	Rely X ARC with no primer	Rely X ARC treated with META FAST	Rely X ARC treated with ALLOY PRIMER
1	16.69061	29.56514	27.79805
2	10.30383	21.25139	36.01503
3	25.23156	36.07814	36.24222
4	20.70443	22.50098	28.95507
5	21.50804	19.58107	28.02104
6	16.85049	30.01112	28.76153
7	20.96108	33.99549	29.1444
8	11.49031	20.15748	19.09722
9	27.60451	38.58573	25.10113
10	12.2308	29.56514	26.16138
11	21.79414	24.23441	16.6275
12	10.33749	24.20706	23.30458
13	14.60376	20.51089	18.29782
14	12.07092	24.76875	24.20496
15	14.31766	17.55733	28.40811
Mean shear bond strength	17.11331	26.17134	26.40934
Standard deviation	5.557628	6.460615	5.658054
Coefficient of variation	32.47547	24.68584	21.42445

ตารางที่ 5 แสดงค่าแรงยึดเฉือนของเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	Super-Bond C&B with no primer	Super-Bond C&B treated with META FAST	Super-Bond C&B treated with ALLOY PRIMER
1	26.41803	31.21863	35.0852
2	33.15823	30.78527	25.64808
3	23.22464	31.4879	37.33193
4	29.21172	33.92817	34.50879
5	32.7417	34.89166	33.60841
6	22.84598	36.1118	31.52156
7	33.255	37.68535	29.30849
8	32.90158	33.35177	32.54816
9	29.94801	23.91465	34.08805
10	31.52156	32.54816	35.5985
11	27.18798	26.0015	33.8314
12	27.18798	32.06852	37.74846
13	31.93809	30.87784	32.70804
14	29.30849	34.3447	35.40496
15	30.10789	30.20466	33.76829
Mean shear bond strength	29.39712	31.96137	33.51389
Standard deviation	3.422298	3.556714	3.041398
Coefficient of variation	11.64161	11.12816	9.075037

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 แสดงค่าลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์เอบีซีแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	ABC with no primer	ABC treated with META FAST	ABC treated with ALLOY PRIMER
1	A	M	M
2	A	A	M
3	M	A	M
4	M	M	M
5	A	M	M
6	A	A	M
7	M	A	M
8	A	A	M
9	A	A	M
10	A	A	M
11	M	A	M
12	A	A	M
13	A	M	M
14	M	M	M
15	A	M	M

A = adhesive failure between resin cement and metal

C = cohesive failure within resin cement

M = mixture of cohesive failure and adhesive failure

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงค่าลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์คาลิบราแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	Calibra with no primer	Calibra treated with META FAST	Calibra treated with ALLOY PRIMER
1	M	M	M
2	A	A	A
3	M	A	A
4	A	A	M
5	A	A	M
6	A	M	M
7	A	M	M
8	A	M	A
9	M	A	M
10	A	A	M
11	A	A	A
12	A	A	A
13	A	M	M
14	M	A	M
15	M	A	M

A = adhesive failure between resin cement and metal

C = cohesive failure within resin cement

M = mixture of cohesive failure and adhesive failure

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 แสดงค่าลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	Panavia F with no primer	Panavia F treated with META FAST	Panavia F treated with ALLOY PRIMER
1	M	A	M
2	A	A	M
3	A	A	M
4	A	M	M
5	A	M	M
6	A	M	M
7	A	M	M
8	M	A	M
9	A	A	A
10	M	A	M
11	A	A	M
12	A	M	A
13	A	M	M
14	A	M	M
15	A	A	M

A = adhesive failure between resin cement and metal

C = cohesive failure within resin cement

M = mixture of cohesive failure and adhesive failure

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 แสดงค่าลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์รีเลย์เอ็กซ์อาร์คแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	Rely X ARC with no primer	Rely X ARC treated with META FAST	Rely X ARC treated with ALLOY PRIMER
1	M	M	M
2	A	A	M
3	A	M	M
4	A	A	M
5	A	M	M
6	A	A	M
7	A	M	M
8	A	A	A
9	A	M	A
10	A	A	M
11	M	A	M
12	A	A	M
13	A	A	M
14	M	A	M
15	A	A	M

A = adhesive failure between resin cement and metal

C = cohesive failure within resin cement

M = mixture of cohesive failure and adhesive failure

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงค่าลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีแยกตามการใช้ไพรเมอร์

Number of specimen	Super-Bond C&B with no primer	Super-Bond C&B treated with META FAST	Super-Bond C&B treated with ALLOY PRIMER
1	M	M	A
2	M	A	M
3	M	M	M
4	M	A	M
5	M	M	M
6	M	M	M
7	M	M	M
8	M	A	M
9	M	A	M
10	M	M	M
11	M	A	M
12	M	M	M
13	M	M	M
14	M	M	M
15	M	A	M

A = adhesive failure between resin cement and metal

C = cohesive failure within resin cement

M = mixture of cohesive failure and adhesive failure

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Multiple Comparisons

Dependent Variable: STRENGTH

Tukey HSD

() RESIN	() RESIN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
ABC	Calibm	-3.1037	1.1759	.063	-6.3113	.1038
	Penavia F	-13.4602*	1.1759	.000	-16.6683	-10.2532
	RelyX ARC	-3.6142*	1.1759	.018	-6.8217	-.4066
	SuperBond C&B	-12.0070*	1.1759	.000	-15.2145	-8.7994
Calibm	ABC	3.1037	1.1759	.063	-.1038	6.3113
	Penavia F	-10.3570*	1.1759	.000	-13.5646	-7.1495
	RelyX ARC	-.5104	1.1759	.993	-3.7180	2.6971
	SuperBond C&B	-8.9032*	1.1759	.000	-12.1108	-5.6957
Penavia F	ABC	13.4602*	1.1759	.000	10.2532	16.6683
	Calibm	10.3570*	1.1759	.000	7.1495	13.5646
	RelyX ARC	9.2466*	1.1759	.000	6.0390	13.0541
	SuperBond C&B	1.4538	1.1759	.730	-1.7538	4.6613
RelyX ARC	ABC	3.6142*	1.1759	.018	.4066	6.8217
	Calibm	.5104	1.1759	.993	-2.6971	3.7180
	Penavia F	-9.2466*	1.1759	.000	-13.0541	-6.0390
	SuperBond C&B	-8.3928*	1.1759	.000	-11.6004	-5.1852
SuperBond C&B	ABC	12.0070*	1.1759	.000	8.7994	15.2145
	Calibm	8.9032*	1.1759	.000	5.6957	12.1108
	Penavia F	-1.4538	1.1759	.730	-4.6613	1.7538
	RelyX ARC	8.3928*	1.1759	.000	5.1852	11.6004

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์ 5 ชนิด

จากตารางที่ 11 พบว่า เรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และทั้งคู่มีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยแตกต่างจากเรซินซีเมนต์วีไลเอ็กซ์อาร์ค คาลิบรา และเอบีซีอย่างมีนัยสำคัญ เรซินซีเมนต์วีไลเอ็กซ์อาร์คมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าเอบีซีอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคาลิบรา เรซินซีเมนต์เอบีซีมีแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยต่ำกว่าเรซินซีเมนต์ฟานาเวียเอฟ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และวีไลเอ็กซ์อาร์คอย่างมีนัยสำคัญ และไม่แตกต่างจากคาลิบราอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนของแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากปัจจัยการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช่ไพรเมอร์

Multiple Comparisons

Dependent Variable: STRENGTH

Tukey HSD

(I) PRIMER	(J) PRIMER	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
no primer	META FAST	-4.2906 *	.9108	.000	-6.4254	-2.1559
	ALLOY PRIMER	-4.6843 *	.9108	.000	-6.2190	-2.5486
META FAST	no primer	4.2906 *	.9108	.000	2.1559	6.4254
	ALLOY PRIMER	-.3937	.9108	.902	-2.5284	1.7411
ALLOY PRIMER	no primer	4.6843 *	.9108	.000	2.5486	6.2190
	META FAST	.3937	.9108	.902	-1.7411	2.5284

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

จากตารางที่ 12 พบว่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยโดยไม่คำนึงถึงปัจจัยชนิดของเรซินซีเมนต์นั้นเมื่อใช้ไพรเมอร์ทั้งสองชนิดจะมากกว่าการไม่ใช่ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่เกิดจากการใช้ไพรเมอร์ทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 13 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียวของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์เอปิตี

ANOVA

ABCSTEEM					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	163.926	2	81.963	1.747	.187
Within Groups	1970.726	42	46.922		
Total	2134.652	44			

จากตารางที่ 13 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่เกิดจากปัจจัยการไม่ใช่ไพรเมอร์ หรือการใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดร่วมกับเรซินซีเมนต์เอปิตี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียวของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์คาลิบรา

ANOVA

CALSTEEN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	292.370	2	146.185	4.168	.022
Within Groups	1472.950	42	35.070		
Total	1765.320	44			

จากตารางที่ 14 พบว่ามีการใช้ไพรเมอร์อย่างน้อย 1 ชนิดที่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าแรงยึดเคียนเฉลี่ยของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์คาลิบรา

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของแรงยึดเคียนเฉลี่ยของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์คาลิบรา

Multiple Comparisons

Dependent Variable: CALSTEEN

Tukey HSD

(I) CALIBRA	(J) CALIBRA	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
No primer	META FAST	-5.7648 *	2.1624	.029	-11.0185	-.5113
	ALLOY PRIMER	-4.9588	2.1624	.068	-10.2124	.2948
META FAST	No primer	5.7648 *	2.1624	.029	.5113	11.0185
	ALLOY PRIMER	.8061	2.1624	.926	-4.4475	6.0597
ALLOY PRIMER	No primer	4.9588	2.1624	.068	-.2948	10.2124
	META FAST	-2.061	2.1624	.926	-6.0597	4.4475

* The mean difference is significant at the .05 level.

จากตารางที่ 15 พบว่าแรงยึดเคียนเฉลี่ยจากการใช้เมตาฟาสต์ร่วมกับเรซินซีเมนต์คาลิบราให้แรงยึดเคียนเฉลี่ยที่สูงกว่าการไม่ใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์คาลิบราอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และไม่แตกต่างกับการใช้อัลลอยไพรเมอร์ร่วมกับคาลิบราอย่างมีนัยสำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียวของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ

ANOVA

PANSTREEM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.530	2	1.765	.064	.938
Within Groups	1154.091	42	27.478		
Total	1157.621	44			

จากตารางที่ 16 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากปัจจัยการไม่ใช้ไพรเมอร์ หรือการใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดร่วมกับเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟ

ตารางที่ 17 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียวของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์อาร์ค

ANOVA

RELYSTRE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	842.604	2	421.302	12.079	.000
Within Groups	1464.965	42	34.880		
Total	2307.568	44			

จากตารางที่ 17 พบว่ามีการใช้ไพรเมอร์อย่างน้อย 1 ชนิดที่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยจากปัจจัยการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์อาร์ค

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์อาร์ค

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RELYSTRE

Tukey HSD

(I) RELY	(J) RELY	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
No primer	META FAST	-9.0580 *	2.1565	.000	-14.2974	-3.8187
	ALLOY PRIMER	-9.2960 *	2.1565	.000	-14.5354	-4.0567
META FAST	No primer	9.0580 *	2.1565	.000	3.8187	14.2974
	ALLOY PRIMER	-2.380	2.1565	.993	-5.4773	5.0013
ALLOY PRIMER	No primer	9.2960 *	2.1565	.000	4.0567	14.5354
	META FAST	2.380	2.1565	.993	-5.0013	5.4773

*. The mean difference is significant at the .05 level.

จากตารางที่ 18 พบว่าการใช้เมตาฟอสต์หรืออัลลอยไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์อาร์คให้แรงยึดเฉือนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของการใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดร่วมกับเรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์อาร์คสูงกว่าการไม่ใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 19 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียวของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี

ANOVA

SUPERSTR

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	129.667	2	64.834	5.787	.006
Within Groups	470.574	42	11.204		
Total	600.241	44			

จากตารางที่ 19 พบว่ามีการใช้ไพรเมอร์อย่างน้อย 1 ชนิดที่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยจากปัจจัยการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของการใช้ไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SUPERSTR

Tukey HSD

(I) SUPER	(J) SUPER	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
No primer	META E AS T	-2.5642	1.2222	.102	-5.5337	.4052
	ALLOY PRIMER	-4.1168 *	1.2222	.005	-7.0862	-1.1473
META E AS T	No primer	2.5642	1.2222	.102	-.4052	5.5337
	ALLOY PRIMER	-1.5525	1.2222	.420	-4.5220	1.4169
ALLOY PRIMER	No primer	4.1168 *	1.2222	.005	1.1473	7.0862
	META E AS T	1.5525	1.2222	.420	-1.4169	4.5220

*. The mean difference is significant at the .05 level.

จากตารางที่ 20 พบว่าแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยจากการใช้อัลลอยไพรเมอร์ร่วมกับเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีให้แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ใช้ไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และไม่แตกต่างกับการใช้เมตาฟาสต์อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 21 แสดงความถี่และแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักแยกตามการใช้เรซินซีเมนต์ร่วมกับการใช้ไพรเมอร์ 2 ชนิด และไม่ใช่ไพรเมอร์

		Adhesive failure		Mixture of adhesive failure & cohesive failure	
		Count	Mean shear bond strength	Count	Mean shear bond strength
ABC	no primer	10	17.19	5	16.49
	META FAST	9	20.61	6	20.50
	ALLOY PRIMER	0	.	15	21.33
Calibra	no primer	10	19.44	5	18.56
	META FAST	10	22.96	5	28.82
	ALLOY PRIMER	5	22.91	10	24.70
Panavia F	no primer	12	32.38	3	33.99
	META FAST	8	31.11	7	35.50
	ALLOY PRIMER	2	32.86	13	33.45
Belyx ABC	no primer	12	17.18	3	16.85
	META FAST	10	23.48	5	31.56
	ALLOY PRIMER	2	22.10	13	27.07
Super-Bond	no primer	0	.	15	29.40
C&B	META FAST	6	29.70	9	33.47
	ALLOY PRIMER	1	35.09	14	33.40

จากตารางที่ 21 ไม่พบลักษณะการแตกหักในชั้นเรซินซีเมนต์ในการทดลองนี้และมีแนวโน้มของความถี่ในการเกิดการแตกหักแบบผสมเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ไพรเมอร์ทั้งสองชนิด ยกเว้นเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี

ตารางที่ 22 การทดสอบไคสแควร์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกหักและการใช้ไฟรเมอร์

Chi-Square Tests

RESIN		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Monte Carlo Sig. (2-sided)		Monte Carlo Sig. (sided)			
					Sig.	95% Confidence Interval		Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound
ABC	Pearson Chi-Square	16.579 ^a	2	.000	.004	.000	.015			
	Likelihood Ratio	22.004	2	.000	.004	.000	.015			
	Fisher's Exact Test	18.822		.004	.000	.015				
	Linear-by-Linear Association	15.568 ^b	1	.000	.000	.015	.000 ^c	.000	.015	
	N of Valid Cases	45								
Calibra	Pearson Chi-Square	6.500	2	.015	.051	.004	.070			
	Likelihood Ratio	6.500	2	.015	.051	.004	.070			
	Fisher's Exact Test	6.520		.051	.004	.070				
	Linear-by-Linear Association	5.500 ^d	1	.019	.012	.015	.042	.040 ^e	.021	.077
	N of Valid Cases	45								
Pavonix F	Pearson Chi-Square	15.518	2	.001	.004	.000	.015			
	Likelihood Ratio	16.044	2	.001	.004	.000	.015			
	Fisher's Exact Test	15.785		.004	.000	.015				
	Linear-by-Linear Association	15.045 ^f	1	.000	.000	.015	.000 ^g	.000	.015	
	N of Valid Cases	45								
RelyX ARC	Pearson Chi-Square	15.000	2	.001	.000	.000	.015			
	Likelihood Ratio	16.295	2	.000	.004	.000	.015			
	Fisher's Exact Test	15.145		.004	.000	.015				
	Linear-by-Linear Association	15.015 ^h	1	.000	.000	.015	.000 ⁱ	.000	.015	
	N of Valid Cases	45								
Super-Bond C&B	Pearson Chi-Square	18.489 ^j	2	.001	.009	.000	.021			
	Likelihood Ratio	14.562	2	.005	.009	.000	.021			
	Fisher's Exact Test	8.075		.009	.000	.021				
	Linear-by-Linear Association	1.204 ^k	1	.268	.050	.015	.085	.418 ^l	.555	.482
	N of Valid Cases	45								

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6.55.

b. Based on 225 sampled tables with starting cell 2056457752.

c. The standardized statistic is 5.625.

d. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6.67.

e. The standardized statistic is 1.817.

f. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7.55.

g. The standardized statistic is 5.612.

h. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7.00.

i. The standardized statistic is 5.619.

j. 5 cells (11.1%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.55.

k. The standardized statistic is -.498.

จากตารางที่ 22 การทดสอบไคสแควร์ที่ประเมินค่าันยสำคัญด้วยเทคนิค

มอนติคาร์โลพบว่า เรซินซีเมนต์ทุกชนิดยกเว้นคาลิบรา มีความสัมพันธ์กันระหว่างลักษณะการแตกหักและการใช้ไฟรเมอร์

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวกับการแตกหักแบบผสม ของเรซินซีเมนต์เอป็อกซีเมื่อไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์

Independent Sample Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
STRENGTH	Equal variances assumed	.221	.631	-.663	43	.511	-1.4020	2.1158	-5.6688	2.8648
	Equal variances not assumed			-.669	40.162	.508	-1.4020	2.0967	-5.6390	2.8350

พบว่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักแบบผสม ไม่แตกต่างกับแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวกับการแตกหักแบบผสม ของเรซินซีเมนต์คาลิบราเมื่อไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์

พบว่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักแบบผสม ไม่แตกต่างกับแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญ($p>0.05$)

Independent Sample Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
STRENGTH	Equal variances assumed	.160	.691	-1.4	43	.165	-2.6539	1.2791	-6.4435	1.1357
	Equal variances not assumed			-1.4	36.968	.175	-2.6539	1.9179	-6.5400	1.2322

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวกับการแตกหักแบบผสม ของเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟเมื่อไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์

Independent Sample Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
STRENGTH	Equal variances assumed	.002	.969	-1.447	43	.155	-2.1863	1.5110	-5.2335	2609
	Equal variances not assumed			-1.445	42.616	.156	-2.1863	1.5127	-5.2377	2651

พบว่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักแบบผสม ไม่แตกต่างกับแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญ($p>0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวกับการแตกหักแบบผสม ของเรซินซีเมนต์รีไลเอ็กซ์อาร์คเมื่อไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์

Independent Sample Test

	Levene's Test for Equality of Variance	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SIRENCIH	Equal variance assumed	1.224	.275	-3.310	43	.002	-6.4683	1.9541	-10.4091	-2.5275
	Equal variance not assumed			-3.259	38.011	.002	-6.4683	1.9248	-10.4865	-2.4501

พบว่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักแบบผสม มากกว่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$)

ตารางที่ 27 การเปรียบเทียบค่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวกับการแตกหักแบบผสม ของเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเมื่อไม่คำนึงถึงการใช้ไพรเมอร์

Independent Sample Test

	Levene's Test for Equality of Variance	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SIRENCIH	Equal variance assumed	.243	.624	-.900	43	.373	-1.3699	1.5225	-4.4402	1.7004
	Equal variance not assumed			-.813	7.750	.440	-1.3699	1.6843	-5.2758	2.5360

พบว่าแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักแบบผสม ไม่แตกต่างกับแรงยึดเฉือนเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญ($p > 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเฉลิมศักดิ์ สิริวิชัย เกิดที่กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2511 สัญชาติไทย เชื้อชาติไทย อยู่บ้านเลขที่ 943 ซ.อิสรภาพ33 ถ.อิสรภาพ ต.วัดอรุณ อ.บางกอกใหญ่ กทม. จบการศึกษาปริญญาตรีทันตแพทยศาสตรบัณฑิต พ.ศ.2535 จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และปริญญาโทบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต พ.ศ.2541จากคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำกิจกรรมชมรมดนตรีสากลคณะทันตแพทยศาสตร์ พ.ศ. 2529-ปัจจุบัน เป็นสมาชิกสมาคมทันตแพทย์แห่งประเทศไทย สมาชิกชมรมทันตกรรมรากเทียม และสมาชิกชมรมทันตกรรมจัดฟัน ทำงานเป็นทันตแพทย์ประจำคลินิกเอกชน พ.ศ. 2535-2536 ปัจจุบันเป็นเจ้าของกิจการศูนย์ทันตกรรมกึ่งเพชร



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย