


เปรียบเทียบวิธีต่างๆในการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวบนพื้นผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม



นางสาวปราณปรียา ใจธีรภาพกุล

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์


คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2827-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF CLEANING METHODS FOR TEMPORARY CEMENT ON NICKEL-CHROMIUM
ALLOY'S SURFACE



Miss Pranpreeya Chaiteerapapkul

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 2005

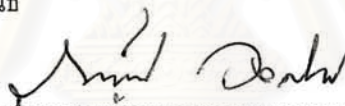
ISBN 974-53-2827-8

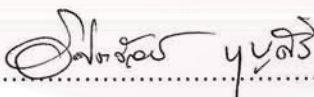
หัวข้อวิทยานิพนธ์	เปรียบเทียบวิธีต่างๆในการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวบนพื้นผิวโลหะผสม นิกเกิล-โครเมียม
โดย	นางสาวปรานปรียา ใจธีรภาพกุล
สาขาวิชา	ทันตกรรมประดิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงอิสราวัลย์ บุญศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ศรีวรรณพงษ์ พงษ์สฤติย์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต


..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงนิตติมา ภูศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงอิสราวัลย์ บุญศิริ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ศรีวรรณพงษ์ พงษ์สฤติย์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.มโน คุรัตน์)


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

ปราชญ์ปริยา ใจธีรภาพกุล :เปรียบเทียบวิธีต่างๆในการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวบนพื้นผิวโลหะผสม
นิกเกิล-โครเมียม. (COMPARISON OF CLEANING METHODS FOR TEMPORARY
CEMENT ON NICKEL-CHROMIUM ALLOY'S SURFACE). อาจารย์ที่ปรึกษา :
รศ.ทญ.อิสราวัลย์ บุญศิริ, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ทพ.ศรวิรพงษ์ พงษ์สถิตย์ 102หน้า. ISBN
974-53-2827-8.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธี (เป่าผงอะลูมินัม
ออกไซด์ขนาด50 ไมครอน เป่าเม็ดแก้วขนาด50 ไมครอน แช่สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน แช่
สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์ และเช็ดด้วยส่วนเหลวอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี)
เพื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด (ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ ซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอล และ
แคลเซียมไฮดรอกไซด์) วัดความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์กับ โลหะหล่อผสมนิกเกิล-
โครเมียม โดยเหวี่ยงโลหะหล่อผสมเป็นรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตรและ 9มิลลิเมตร
จำนวน80คู่ และแบ่งเป็น16กลุ่ม หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆ สุ่มขึ้นโลหะหล่อผสมเส้นผ่าน
ศูนย์กลาง7มิลลิเมตรจากแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปคโตรสโคปีแบบกระจายพลังงานเพื่อ
ตรวจสอบองค์ประกอบของธาตุนบนพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงไป จากนั้นนำชิ้นโลหะหล่อผสมทั้งหมดยึดด้วยเรซิน
ซีเมนต์และแช่น้ำกลั่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่37องศาเซลเซียส24ชั่วโมง ทดสอบความแข็งแรงของแรง
ยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบสากล และศึกษาลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์และโลหะผสมด้วยเครื่อง
สเตอริโอไมโครสโคป นำชิ้นโลหะหล่อผสมมาเตรียมพื้นผิวเพื่อทำซ้ำการทดสอบข้างต้นเพื่อให้ได้ค่า
ความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว20ค่าในแต่ละกลุ่ม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแล้ว
เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเสน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า การเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์อนุภาค50
ไมครอนเพื่อกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวสูงกว่าการเช็ด
ด้วยส่วนเหลวอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีและเมื่อกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอล
ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังการเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์อนุภาค50ไมครอนสูงกว่าการแช่
สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวันอย่างมีนัยสำคัญ หลังกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ การเป่าผง
อะลูมินัมออกไซด์อนุภาค50ไมครอน เม็ดแก้วอนุภาค50ไมครอน และแช่สารละลายกำจัดซีเมนต์แอล
แอนด์อาร์ ให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าการแช่สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน
และการเช็ดด้วยส่วนเหลวอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีอย่างมีนัยสำคัญ

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
ปีการศึกษา 2548

ลายมือชื่อนิสิต..... มรกตปรีดา ไชยรัตน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ.อิสราวัลย์ บุญศิริ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... อ.ศรวิรพงษ์ พงษ์สถิตย์

4576109032 : MAJOR PROSTHODONTICS

KEY WORD: SHEAR BOND STRENGTH / CLEANING METHODS / TEMPORARY CEMENT / NI-CR ALLOY

PRANPREEYA CHAITEERAPAPKUL : COMPARISON OF CLEANING METHODS

FOR TEMPORARY CEMENT ON NICKEL-CHROMIUM ALLOY'S SURFACE. THESIS

ADVISOR : ASSOC. PROF. ISSARAWAN BOONSIRI, THESIS COADVISOR : ASST.

PROF. SRIVORAPONG PONGSATIT, 102 pp. ISBN 974-53-2827-8.

The purpose of this study is to evaluate the effect of five methods (air abrasion with 50 microns Al_2O_3 , air abrasion with 50microns glass bead, immersing in cement removal solution Removalon-I, immersing in cement removal solution L&R and removing with liquid of autopolymerized acrylic resin) of removing three temporary cements (zinc oxide eugenol cement, zinc oxide cement without eugenol, calcium hydroxide). Shear bond strength were determined between resin cement and Ni-Cr casting alloy. Casting alloy cylinders(7 and 9 mm diameter,80 pairs each) were divided to 16 groups. After temporary cement were removed by each method, the 7 mm diameter of castings were randomly selected from each group and the changes in surface composition were evaluated by energy dispersive x-ray spectroscopy. All pairs of casting were cemented with resin cement and stored in water bath at 37°C for 24 hours. Shear bond strength were determined with a universal testing machine and the castings were inspected under a stereomicroscope to determine mode of failure. After the first test of all Ni-Cr alloy casting, they were thoroughly reabraded, rejoined and tested as before. Twenty strength tests were performed for each group. A 2-way ANOVA was performed, and multiple pairwise comparisons were completed with post hoc Tamhane test ($\alpha=0.05$). Air abrasion with 50 microns Al_2O_3 for removing zinc oxide eugenol cement resulted in significantly higher shear bond strength than liquid of autopolymerized acrylic resin. When zinc oxide cement without eugenol were removed, the shear bond strength after using air abrasion with 50 microns was significantly higher than after using cement removal solution Removalon-I. After removing calcium hydroxide, air abrasion with 50 microns Al_2O_3 and with 50 microns glass bead and cement removal solution L&R resulted in significantly higher shear bond strength than cement removal solution Removalon-I and liquid of autopolymerized acrylic resin.

Department Prosthodontics

Field of study Prosthodontics

Academic year 2005

Student's signature..... P. Chaiteerapapkul

Advisor's signature..... Issarawan Boonsiri

Co-advisor's signature..... Pongsatit S

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงอิสราวัลย์ บุญศิริ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ศรีวรพงษ์ พงษ์สถิตย์ เป็นอย่างสูง ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยอย่างดียิ่งตลอดจนช่วยอำนวยความสะดวกดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆสะดวกราบรื่นและมีประสิทธิภาพตลอดการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัทแอดวานซ์ เค็นทัล แอนด์ อิมแพลนท์ แลบบอราทอรี จำกัด ที่ได้กรุณาลดราคาค่าเหวี่ยงชิ้นงานโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ขอขอบคุณ บริษัท เค็นตัล วิชั่น จำกัด และ บริษัท เจ.อี.บี.มิเลนเนียม ที่ลดราคาวัสดุวิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์และศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยแนะนำการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	๗
บทที่ 1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
ขอบเขตการวิจัย.....	2
ข้อจำกัดการวิจัย.....	2
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	2
สมมติฐานการวิจัย.....	3
คำจำกัดความที่ใช้ในการทำงานวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
ปัญหาการวิจัย.....	4
การออกแบบการวิจัย.....	4
บทที่ 2. ปรีทศน์วรรณกรรม.....	5
ซีเมนต์ชั่วคราว.....	5
การทำความสะอาดผิวพื้นหลัก.....	8
การทำความสะอาดพื้นผิวโลหะ.....	11
ลักษณะการแตกหักระหว่างเรซินซีเมนต์และโลหะหล่อผสม.....	15
การวิเคราะห์ธาตุด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน.....	15
บทที่ 3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	18
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	18
ขั้นตอนการเตรียมชิ้นโลหะหล่อผสม.....	23
ขั้นตอนการยึดชิ้นโลหะหล่อผสมด้วยซีเมนต์ชั่วคราว.....	24
ขั้นตอนการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆ.....	25

	หน้า
การตรวจสิ่งที่ตกค้างบนพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างโลหะผสม.....	26
ขั้นตอนการยัดชิ้นงานตัวอย่างโลหะผสมด้วยเรซินซีเมนต์.....	27
ขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว.....	28
ลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม.....	30
ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
บทที่ 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	32
การวัดค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว.....	32
ผลของลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์.....	50
ผลวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน.....	53
บทที่ 5. บทวิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....	55
วิจารณ์วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	55
วิจารณ์ผลการทดลอง.....	58
ข้อเสนอแนะ.....	61
บทที่ 6. สรุปผลการวิจัย.....	63
รายการอ้างอิง.....	64
ภาคผนวก.....	68
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	102

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์.....	6
ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบของซีเมนต์ชั่วคราว.....	19
ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบของวัสดุกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว.....	20
ตารางที่ 4 แสดงการแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 16 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คู่.....	26
ตารางที่ 5 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	32
ตารางที่ 6 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์ หลังการกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ.....	36
ตารางที่ 7 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์ หลังจากกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอลด้วยวิธีต่างๆ.....	38
ตารางที่ 8 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์ หลังจากกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ด้วยวิธีต่างๆ.....	40
ตารางที่ 9 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วย วิธีเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์.....	43
ตารางที่ 10 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วย วิธีเป่าเม็ดแก้ว.....	44
ตารางที่ 11 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วย วิธีใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน.....	45
ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์ รีมูฟเวลอนวันด้วยวิธีของทุกีย์.....	46
ตารางที่ 13 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วย วิธีใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์.....	47

ตารางที่ 14	แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วยวิธีฉีดด้วยโมโนเมอร์.....	48
ตารางที่ 15	แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีใช้โมโนเมอร์ด้วยวิธีของทุภี.....	49
ตารางที่ 16	แสดงลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดและกลุ่มควบคุม โดยไม่คำนึงถึงวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว.....	50
ตารางที่ 17	แสดงลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆและกลุ่มควบคุม โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว.....	50
ตารางที่ 18	แสดงลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว.....	51
ตารางที่ 19	แสดงองค์ประกอบของธาตุโลหะผสมตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำและองค์ประกอบของธาตุโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมบนพื้นผิวของกลุ่มตัวอย่างต่างๆ.....	53
ตารางที่ 20	แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ที่ไม่ยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราว (กลุ่มควบคุม).....	68
ตารางที่ 21	แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ.....	69
ตารางที่ 22	แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยวิธีต่างๆ.....	70
ตารางที่ 23	แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ.....	71
ตารางที่ 24	แสดงลักษณะการแตกหักของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ที่ไม่ยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราว (กลุ่มควบคุม).....	72

ตารางที่ 25	แสดงลักษณะการแตกหักของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ.....	73
ตารางที่ 26	แสดงลักษณะการแตกหักของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยวิธีต่างๆ.....	74
ตารางที่ 27	แสดงลักษณะการแตกหักของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ.....	75
ตารางที่ 28	แสดงการทดสอบกระจายตัวของข้อมูลค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว.....	76
ตารางที่ 29	แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม.....	79
ตารางที่ 30	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทางของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม.....	79
ตารางที่ 31	แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเมื่อจำแนกตามชนิดของ ซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดและวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธี ไม่รวมกลุ่มควบคุม โดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน.....	80
ตารางที่ 32	แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์.....	86
ตารางที่ 33	แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ ยูจินอลซีเมนต์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว โดยใช้สถิติทดสอบเวลช์.....	86
ตารางที่ 34	แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์ โดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน.....	87
ตารางที่ 35	แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอล.....	88
ตารางที่ 36	แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัด ซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์.....	88
ตารางที่ 37	แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ ที่ไม่มียูจินอลโดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน.....	89

ตารางที่ 38	แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์.....	90
ตารางที่ 39	แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัด แคลเซียมไฮดรอกไซด์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ จำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์.....	90
ตารางที่ 40	แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังกำจัดแคลเซียม ไฮดรอกไซด์โดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน.....	91
ตารางที่ 41	แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วย การเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์.....	92
ตารางที่ 42	แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลัง เป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์.....	92
ตารางที่ 43	แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการเป่าเม็ดแก้ว.....	93
ตารางที่ 44	แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังเป่าเม็ดแก้ว กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว โดยใช้สถิติทดสอบเวลช์.....	93
ตารางที่ 45	แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการใช้สารละลาย กำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน.....	94
ตารางที่ 46	แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังใช้สารละลาย กำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวันด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบจำแนกทางเดียว.....	94
ตารางที่ 47	แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหลังใช้สารละลาย กำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน โดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีทูกีย์.....	95
ตารางที่ 48	แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการใช้ สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนคัวร์.....	96

ตารางที่ 49 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังใช้สารละลาย กำจัดซีเมนต์แอลแอนคัวร์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบจำแนกทางเดียว.....	96
ตารางที่ 50 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของ แรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการเชื่อมด้วยส่วนเหลวของ อะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี.....	97
ตารางที่ 51 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเชื่อมด้วย ส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีด้วย การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว.....	97
ตารางที่ 52 แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเชื่อมด้วยส่วนเหลว ของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีโดยเปรียบเทียบ เชิงซ้อนด้วยวิธีทูลีย์.....	98
ตารางที่ 53 แสดงการทดสอบ ไคสแควร์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด โดยไม่คำนึงถึงวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว.....	99
ตารางที่ 54 แสดงการทดสอบ ไคสแควร์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธี โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว.....	99
ตารางที่ 55 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของ ลักษณะการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะและ การแตกหักแบบผสม โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราวและ วิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว.....	100
ตารางที่ 56 แสดงองค์ประกอบของธาตุโลหะผสมตามบริษัทผู้ผลิต(4all®) และองค์ประกอบของธาตุโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมบนพื้นผิวของ กลุ่มตัวอย่างต่างๆจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอ็กซ์เรย์สเปกโตรสโคปีแบบ กระจายพลังงาน(EDS).....	101

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1	แสดงโครงสร้างปฏิกิริยาเคมี ของซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์.....	7
รูปที่ 2	แผนผังส่วนประกอบในเครื่องเอกซเรย์สเปกโทรสโคปีแบบกระจายพลังงาน.....	16
รูปที่ 3	แสดงรูปภาพจากการวิเคราะห์ธาตุด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโทรสโคปี แบบกระจายพลังงาน.....	17
รูปที่ 4	แสดงซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด.....	21
รูปที่ 5	แสดงวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธี.....	22
รูปที่ 6	แสดงชิ้นโลหะหล่อผสมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร.....	23
รูปที่ 7	แสดงโลหะหล่อผสมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตรที่ยึดกับท่อพีวีซี.....	23
รูปที่ 8	แสดงเครื่องคูโรมิเตอร์.....	24
รูปที่ 9	แสดงการกำหนดตำแหน่งเพื่อวิเคราะห์ธาตุในทุกๆชิ้นงาน.....	26
รูปที่ 10	เทปขาวด้านเดียวมีรูตรงกลาง.....	27
รูปที่ 11	แสดงการติดเทปขาวบนกึ่งกลาง ชิ้นโลหะหล่อผสมขนาด 9 มิลลิเมตร.....	27
รูปที่ 12	แสดงชิ้นงานที่ถูกกดด้วยเครื่องคูโรมิเตอร์.....	27
รูปที่ 13	แสดงเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน.....	28
รูปที่ 14	การทดสอบความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว.....	29
รูปที่ 15	หลังทดสอบความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว.....	29
รูปที่ 16	แสดงกล้องจุลทรรศน์จุลทรรศน์ไอ.....	30
รูปที่ 17	แสดงเส้นตรงต่อเนื่องที่ลากผ่านกลุ่มทดลอง 16 กลุ่มที่มีค่าความแข็งแรง ของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ.....	34
รูปที่ 18	แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยเมื่อจำแนกตาม ชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด และวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธี จำนวน 15 กลุ่ม ไม่รวมกลุ่มควบคุม.....	35
รูปที่ 19	แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล)ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์ หลังจากกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ.....	36
รูปที่ 20	แสดงเส้นตรงต่อเนื่องที่ลากผ่านกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ.....	37

รูปที่ 21 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์ หลังจากกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยวิธีต่างๆ.....	38
รูปที่ 22 แสดงเส้นตรงต่อเนื่องที่ลากผ่านกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ.....	39
รูปที่ 23 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์ หลังจากกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ.....	40
รูปที่ 24 แสดงเส้นตรงต่อเนื่องที่ลากผ่านกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ.....	42
รูปที่ 25 แสดงลักษณะการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะผสม (กำลังขยาย 10 เท่า).....	52
รูปที่ 26 แสดงลักษณะการแตกหักภายในชั้นของเรซินซีเมนต์และรอยต่อพื้นผิว เรซินซีเมนต์กับโลหะผสม หรือการแตกหักแบบผสม (กำลังขยาย 10 เท่า).....	52

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่นบางกรณี จำเป็นต้องยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวระยะเวลาหนึ่งก่อนนำมายึดด้วยซีเมนต์ถาวร เพื่อประโยชน์ของผู้ป่วยและทันตแพทย์ ในการปกป้องโพรงประสาทฟัน ประเมินรูปร่าง สี ความสวยงาม การทำหน้าที่บดเคี้ยวเป็นเวลานานพอ ดังนั้นเมื่อมีปัญหาสามารถถอดครอบฟันนั้นมาแก้ไขนอกช่องปากได้ แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ซีเมนต์ชั่วคราวควรรี้อย่างระมัดระวัง อาจเกิดปัญหาการดึงครอบฟันออกจากฟันหลักเพื่อจะยึดด้วยซีเมนต์ถาวรทำได้ยาก การเลือกซีเมนต์ชั่วคราวที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งออกไซค์ยูจินอลซีเมนต์ (zinc oxide eugenol cement) เป็นซีเมนต์ชั่วคราวชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย(Mojon P และคณะ,1992 ; Millstein P และ Nathanson D ,1992) เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว จึงนิยมนำซีเมนต์ชั่วคราวผสมกับปิโตรลาทัม(petrolatum)(Mojon P และคณะ ,1992) หรือน้ำมันซิลิโคน (silicone grease)ปริมาณเล็กน้อยหรือทาบริเวณผิวของฟันหลักเพื่อให้ถอดออกง่ายขึ้น แต่ซีเมนต์ชั่วคราวจะทำให้ผิวเนื้อฟันและด้านในของชิ้นงานปนเปื้อน เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำมัน มักทำให้การทำความสะอาดเนื้อฟันและผิวด้านในของครอบฟันก่อนยึดซีเมนต์ถาวร ทำได้ค่อนข้างยาก

การเป่าทราย (sandblast) เป็นวิธีหนึ่งที่นำมาใช้ทำความสะอาดผิวของวัสดุและช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในระดับจุลภาค มีผู้แนะนำให้ใช้ อะลูมินา (alumina) สำหรับการเป่าทราย เนื่องจากผงอนุภาคขนาดเล็กเข้าไปกระทำต่อพื้นผิวโลหะสามารถกำจัดสิ่งปนเปื้อนได้มีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจมีผลในการสูญเสียผิวของโลหะ หรือผสมกับออกไซค์ที่ผิวของโลหะ ดังนั้นธาตุที่สูญเสียไปบางตัวจากพื้นผิวจึงอาจมีผลต่อความพอดี(fit)ของชิ้นงานและการยึดอยู่ของชิ้นงานกับซีเมนต์ถาวรได้ (Kern M และ Thompson VP ,1993)

นอกจากนี้ยังมีหลายวิธีที่สามารถกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวบนผิวด้านในของครอบฟันได้ เช่น การขูดออกด้วยเครื่องมือทางทันตกรรม(hand instrument) , ใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการเลือกใช้ซีเมนต์ชั่วคราวให้เหมาะสมในแต่ละกรณีและเพื่อให้ทำความสะอาดซีเมนต์ชั่วคราวแต่ละชนิดอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำความสะอาดพื้นผิวของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวแต่ละชนิด
2. ศึกษาผลของความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์ ภายหลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆ

ขอบเขตของการวิจัย

1. เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ผลอ้างอิงถึงการทำงานในคลินิก
2. วัสดุที่ใช้ทำการวิจัยประกอบด้วย โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม 1 ชนิด ซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด เรซินซีเมนต์ 1 ชนิด
3. เก็บชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการต่างๆ ไว้ในน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส
4. ตลอดกระบวนการทดลอง ดำเนินการโดยผู้ทำการทดลอง 1 คน และใช้วัสดุและอุปกรณ์เดียวกันตลอดการทดลอง

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ (in vitro) เท่านั้น จึงไม่สามารถควบคุมบางปัจจัยให้เหมือนกับสภาพในช่องปากได้ทุกประการ เช่น แรงบดเคี้ยว อุณหภูมิ ความชื้น รวมทั้งสภาพความเป็นกรด-ด่าง เพียงควบคุมปัจจัยบางอย่างให้ใกล้เคียงกับสภาพในช่องปาก เช่น การเก็บชิ้นงานในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นต้น

การศึกษานี้เน้นการทำความสะอาดพื้นผิวด้านในโลหะหล่อผสมนิกเกิล-โครเมียมหลังยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวซึ่งจะส่งผลต่อการยึดอยู่ของซีเมนต์ชนิดถาวร (เรซินซีเมนต์) โดยได้ทดสอบแรงยึดระหว่างโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมด้วยเรซินซีเมนต์ ค่าแรงยึดที่ได้จึงไม่สามารถแทนค่าแรงยึดในช่องปาก เนื่องจากต้องมีฟันเป็นปัจจัยหนึ่งในการยึดดังกล่าว

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. รูปแบบชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบออกแบบเพื่อสะดวกในการทดสอบความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวตามมาตรฐานการทดสอบ จึงไม่ทำในรูปแบบครอบฟัน
2. ใช้แรง 1 กิโลกรัม กดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบขณะยึดกับเรซินซีเมนต์เป็นแรงที่ต่ำกว่าการยึดครอบฟันในช่องปาก เนื่องจากการยึดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบมีแรงต้านต่อการยึดซีเมนต์น้อยกว่าการยึดครอบฟันในช่องปาก

สมมติฐานการวิจัย

1. ความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์กับโลหะหล่อผสมไม่แตกต่างกัน เมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆ
2. การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีการต่างๆ บนพื้นผิวของโลหะหล่อผสมนิกเกิล-โครเมียมเมื่อยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวแต่ละชนิด เทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ยึดซีเมนต์ชั่วคราว ไม่แตกต่างกัน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้คำว่า

โลหะผสม

แปลจาก

alloy

โลหะหล่อผสม

แปลจาก

casting alloy

ความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว

แปลจาก

shear bond strength

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเลือกวิธีทำความสะอาดเพื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวบนพื้นผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมได้อย่างเหมาะสมกับซีเมนต์ชั่วคราวแต่ละชนิด

ปัญหาการวิจัย

1. วิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวแบบใดที่เหมาะสมกับซีเมนต์ชั่วคราวแต่ละชนิด
2. หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆ ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวหรือไม่

การออกแบบการวิจัย

วิจัยเชิงทดลอง (Experimental research)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรม

การยึดอยู่ของฟันปลอมบางส่วนติดแน่นกับฟันหลักในช่องปาก ขึ้นกับหลายปัจจัย รวมถึงชนิดของซีเมนต์ที่ใช้, ความขรุขระที่พื้นผิวฟันหลักและพื้นผิวด้านในของครอบฟัน ส่วนมีผลต่อการยึดอยู่ทางกล (mechanical interlocking) ของซีเมนต์ เช่น ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (zinc phosphate cement) ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (zinc oxide eugenol cement) เป็นต้น (Button GL และคณะ, 1988) หรือ เรซินซีเมนต์ (resin cement) ที่มีการเชื่อมยึดระหว่างชั้นเคลือบฟันกับผิวออกไซด์ของโลหะหล่อผสม ดังนั้นเพื่อให้ได้การยึดอยู่ที่ดี ระหว่างครอบฟันและฟันหลัก ด้วยซีเมนต์ชนิดถาวร พื้นผิวด้านในของครอบฟันควรปราศจากการปนเปื้อน แต่เนื่องจากมีความจำเป็นที่จะต้องใส่ครอบฟันและสะพานฟันชั่วคราวให้ผู้ป่วย เพื่อป้องกันอันตรายต่อโพรงประสาทฟันและเหตุผลอื่นๆ เช่นผู้ป่วยสามารถใช้เคี้ยวอาหารได้และเพื่อความสวยงาม ในระหว่างที่รอครอบฟันและสะพานฟันจริง ซึ่งความสะอาดของผิวฟันหลักมีผลต่อการยึดอยู่ของซีเมนต์ชนิดถาวรเช่นกัน ตลอดจนขั้นตอนการยึดสะพานฟันจริงด้วยซีเมนต์ชนิดชั่วคราวให้ผู้ป่วยใช้งานระยะเวลาหนึ่งก่อนยึดด้วยซีเมนต์ชนิดถาวร ซึ่งกรณีนี้ทั้งผิวของฟันหลักและพื้นผิวด้านในของสะพานฟันที่ไม่สะอาดเพียงพอ มักมีผลต่อการยึดอยู่ของซีเมนต์ชนิดถาวร ส่งผลไปถึงความสำเร็จในงานฟันปลอมบางส่วนติดแน่น ดังนั้นการกำจัดซีเมนต์ชนิดชั่วคราวบนฟันหลักและผิวด้านในของสะพานฟันจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

ซีเมนต์ชั่วคราว

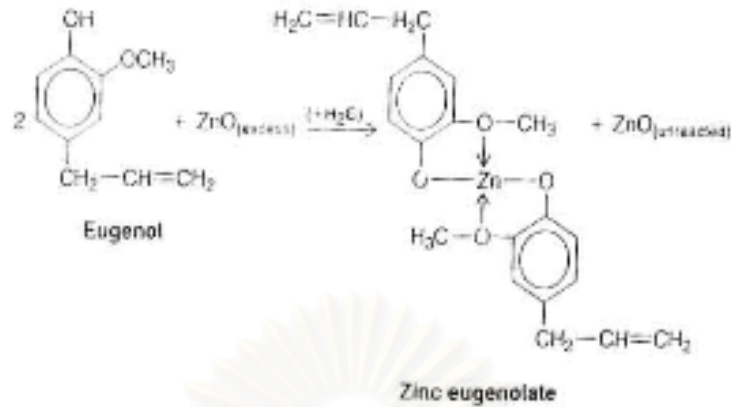
จากบทความของ Abrams SH, 1995 อ้างอิงถึง White SN, 1993 ถึงคุณสมบัติที่ดีของซีเมนต์ชั่วคราว ดังนี้

1. ความแข็งแรงต่อแรงอัดสูง (แต่ไม่สูงเกินไปสำหรับยึดชิ้นงานชั่วคราว)
2. ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นใกล้เคียงฟันธรรมชาติ
3. ด้านทานต่อการไหลของซีเมนต์เมื่อมีแรงกดสูง
4. ไม่ละลายน้ำ
5. ความหนาของซีเมนต์ต่ำ
6. มีช่วงเวลาการทำงานที่เหมาะสม
7. ลดการรั่วซึม
8. มีความสามารถในการยึดติดกับฟันธรรมชาติ

Lepe X และคณะ ,1999 กล่าวไว้ว่า หน้าที่ที่สำคัญที่สุดของซีเมนต์ชั่วคราว คือ ผนึกขอบ (seal) , ป้องกันการรั่วซึมตามขอบ (marginal leakage) และป้องกันการรบกวนประสาทฟัน (pulpal irritation) ซีเมนต์ชนิดชั่วคราวควรมีแรงยึดกับครอบหรือสะพานฟันชั่วคราวมากพอ แต่สามารถถอดออกได้ง่ายเมื่อต้องการ และต้องไม่มีแรงยึดมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ซีเมนต์ชนิดชั่วคราวที่นิยมในปัจจุบันคือ ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ ด้วยเหตุผลที่แรงยึดน้อยกว่าหรืออ่อนกว่าซีเมนต์ชั่วคราวอื่นๆ ซึ่งถอดครอบหรือสะพานฟันชั่วคราวออกได้ง่าย เมื่อนำซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์มาใช้กับสะพานฟันถาวรเพื่อยึดไว้ชั่วคราวก่อน ก็สามารถทำให้ดึงออกได้ง่ายโดยผสมซีเมนต์ร่วมกับปิโตรลาทัม (petrolatum) (Mojon P และคณะ ,1992) ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์มีใช้มาตั้งแต่คริสต์ศักราช 1890 มีคุณสมบัติลดอาการเสียวฟัน (sedative effect) ในรายที่ชั้นเนื้อฟันโผล่ (exposed dentin) (Craig RG และ Powers JM ,2002) ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์สามารถผนึกขอบได้ดีกับครอบฟันและสะพานฟัน ถึงแม้ว่าจะหวังผลจากคุณสมบัติช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ (antimicrobial property) มากกว่าการผนึกขอบ (seal) (Mojon P และคณะ ,1992)

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์

ส่วนผสม	น้ำหนัก (%)
ส่วนผง	
Zinc oxide	69.0
White rosin	29.3
Zinc stearate	1.0
Zinc acetate	0.7
ส่วนน้ำ	
Eugenol	85.0
Olive oil	15.0



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างปฏิกิริยาเคมี ของซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์

จากองค์ประกอบของซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์และโครงสร้างปฏิกิริยาเคมี ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1 (Craig RG และ Powers JM ,2002) ซิงค์ออกไซด์ทำปฏิกิริยากับยูจีนอลเกิดเป็น ซิงค์ออกไซด์ - ยูจีนอลเลท ถึงแม้ซีเมนต์แข็งตัวแล้วยังสามารถปล่อยยูจีนอลอิสระออกมาได้อีก ยูจีนอลสามารถยับยั้งการตอบสนองต่อการอักเสบของโพรงประสาทฟันได้ (Mojon P และคณะ ,1992) นอกจากนี้ ยูจีนอลยังมีคุณสมบัติเป็นพิษ ยับยั้งการเกิดโพลีเมอร์ไรเซชัน (polymerization) ของเรซินหลายชนิด ทำให้ผิวหน้าของเรซินอ่อนตัวลง (Mojon P และคณะ ,1992 ; Rosenstiel SF และคณะ ,1998) จึงนำมาอธิบายถึงผิวหน้าด้านในของครอบฟันอะคริลิกชั่วคราวที่มักอ่อนตัวลงหลังการขัดด้วยซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ เช่นเดียวกับ Millstein PL และ Nathanson D ,1992 ที่ได้กล่าวไว้ว่า วัสดุรองพื้น (base & liner) มีผลยับยั้งการเกิดโพลีเมอร์ไรเซชันของวัสดุบูรณะคอมโพสิตและผิวหน้าของเรซินจะอ่อนตัวลงบางส่วนเมื่อสัมผัสกับวัสดุรองพื้นที่ผสมด้วยยูจีนอล การใช้ซีเมนต์ที่มียูจีนอลผสมบนแกนคอมโพสิต (composite core) จะมีผลลดการยึดอยู่เมื่อใช้เรซินซีเมนต์ แต่ไม่มีผลต่อซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอลผสมจะไม่มีผลต่อการยึดอยู่

ต่อมา มีการพัฒนาเป็นซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอล (non eugenol zinc oxide cement) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นน้ำมันอะโรมาติก (aromatic oil) ซิงค์ออกไซด์ น้ำมันมะกอก (olive oil) ปีโตรเลียมเจลลี่ (petroleum jelly) กรดโอเลอิก (oleic acid) และขี้ผึ้ง (beewax) ร่วมด้วย

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calium hydroxide) เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่น่ามาใช้เป็นซีเมนต์ชนิดชั่วคราวนอกเหนือจากการทำหน้าที่เป็นวัสดุรองพื้น ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เบส (base) และตัวเร่ง (catalyst)

เบส ประกอบด้วย แคลเซียม ทั้งสะเตท (calcium tungstate) , ไตรเบสิกแคลเซียมฟอสเฟต (tribasic calcium phosphate) และ ซิงค์ออกไซด์ในไกลคอล ซาลิไซเลต (glycol salicylate)

ตัวเร่ง ประกอบด้วย แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) , ซิงค์ออกไซด์ และซิงค์ สเตียเรต (zinc stearate) ในเอทิลีน โทลูอีนซัลโฟนาไมด์ (ethylene toluene sulfonamide)

ส่วนประกอบที่ทำให้เกิดการแข็งตัวคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และ ซาลิไซเลต เกิดเป็น อะมอร์ฟัส แคลเซียม ไดซาลิไซเลต (amorphous calcium disalicylate) ส่วน วัสดุอัดแทรก (filler) เช่น แคลเซียม ทั้งสะเตท หรือ แบเรียม ซัลเฟต (barium sulfate) ทำให้เกิดการทึบรังสี (radiopacity)

สำหรับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่แข็งตัวด้วยแสง ประกอบด้วย แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และ แบเรียม ซัลเฟต ใน ยูรีเทน ไดเมทิลเมทาคริเลต (urethane dimethacrylate resin) (Craig RG และ Powers JM ,2002)

ซีเมนต์ชั่วคราวที่มีส่วนผสมของเรซิน ในปัจจุบันนิยมใช้กันมากขึ้น จากบทความของ Abrams SH ,1995 อ้างอิงถึง ผลการทดลองของ Pameijer CH และ Stanley HR ,1992 ทดสอบ ซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของยูรีเทน ไดเมทิลเมทาคริเลต ในลิง พบว่า โพรงประสาทฟันมีปฏิกิริยาตอบสนองในระดับอ่อนถึงปานกลาง จึงสามารถใช้กับฟันที่มีชีวิตได้ ตัวอย่างซีเมนต์ชนิดนี้คือ TNE ซึ่งบ่มตัวด้วยปฏิกิริยา 2 ขั้น (two stage cure) ทำให้สามารถกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินได้ง่าย ก่อนที่ซีเมนต์จะแข็งตัว และ SensiTemp Resin ซึ่งมีองค์ประกอบเป็น บิสจีเอ็มเอ (bis GMA) มัลติ ฟังก์ชันนัลเมทาคริเลต (multifunctional methacrylate) ออแกนิกเปอร์ออกไซด์ (organic peroxide) และตัวเร่งปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชัน (polymerization activator)

เนื่องจากองค์ประกอบหลักของซีเมนต์ชั่วคราวที่แตกต่างกัน จึงมีผลต่อทันตแพทย์ในการ เลือกใช้ซีเมนต์ชั่วคราวเพื่อให้เหมาะสมกับงาน อีกสองปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการยึดอยู่ของ ซีเมนต์ถาวร คือ ผิวฟันหลักและผิวด้านในของสะพานฟันถาวร

การทำความสะอาดผิวฟันหลัก

ในงานวิจัยที่ผ่านมา มีการศึกษาวิธีทำความสะอาดผิวของฟันหลักหลังยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวมากกว่าผิวด้านในของสะพานฟันถาวร ดังเช่นงานวิจัยของ Terata R ,1993 ทำการทดลอง ดูผิวของชั้นเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟันหลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด (scanning electron microscope ; SEM) และการวิเคราะห์ระดับจุลภาคด้วยคลื่น เอ็กซ์เรย์ (X-ray microanalysis) พบว่า การใช้เครื่องมือวัดกระเป่าปริทันต์ (dental probe) กำจัด ซีเมนต์ที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ การใช้กรดกัดผิว(etching) ด้วย กรดฟอสฟอริก 37%หลังกำจัด ซีเมนต์ชั่วคราวด้วยเครื่องมือวัดกระเป่าปริทันต์ จะได้ผลดีในชั้นเคลือบฟันแต่ชั้นเนื้อฟัน ไม่ได้ผล โดยทำให้มุมสัมผัส (contact angle) ของน้ำกลั่นเพิ่มขึ้น Duke ESและคณะ ,1985 สรุปผลวิจัยว่า

การใช้ผงพัมมิส (pumice) และครีมนวด (prophy paste) ทำความสะอาดผิวชั้นเนื้อฟันได้ดีที่สุดหลังการใช้ซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์ ต่อมาในปี ค.ศ. 1996 Paul และ Scharer สรุปผลตรงข้ามว่า การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยผงพัมมิสเพียงอย่างเดียวไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

Grasso CA และคณะ ,2002 ทำการทดลองในฟันมนุษย์ซี่หน้าบน โดยกรอฟันสำหรับทำครอบฟันทั้งซี่ด้วยเข็มกรอกากเพชรชนิดหยาบ หรือ เข็มกรอกากเพชรชนิดหยาบแล้วตามด้วยเข็มกรอกากเพชรชนิดละเอียด โดยกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 วิธี คือ 1) ใช้เอ็กซ์พลอเรอร์ (dental explorer) เบอร์ 23 ตามด้วยฉีดน้ำพ่นลม (air-water spray) 2) ใช้ หัวยางขัด (prophy cup) ร่วมกับผงพัมมิสชนิดละเอียด (fine flour pumice) 3) ใช้ ก้อนสำลีจุ่มคลอเร็กซ์ดีน กลูโคเนต (chlorhexidine gluconate) ความเข้มข้น 0.12% แล้วตรวจฟันหลักในช่องปากโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) ด้วยกำลังขยาย 64 เท่า โดยผู้ตรวจ 2 คนดูจำนวนจุด (speck) ของซีเมนต์ที่ตกค้างบนผิวฟันหลักพบว่า การใช้ผงพัมมิส ดีกว่าการใช้เอ็กซ์พลอเรอร์ และก้อนสำลีจุ่ม คลอเร็กซ์ดีน กลูโคเนต ความเข้มข้น 0.12% แต่ไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างพื้นผิวของการกรอฟันหลักด้วยเข็มกรอกากเพชรชนิดหยาบ หรือ เข็มกรอกากเพชรชนิดหยาบแล้วตามด้วยเข็มกรอกากเพชรชนิดละเอียด

Bachmann M และคณะ ,1997 ทดสอบการทำความสะอาดผิวชั้นเนื้อฟันด้วยสบู่หลายๆ ชนิดเพื่อศึกษาผลต่อแรงยึดเหนี่ยว (shear bond strength) ของสารเชื่อมยึดเนื้อฟัน (dentine-bonding agent) จากหลายบริษัท หลังจากฟันหลักถูกทาด้วยซีเมนต์ชั่วคราวเป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือ 14 วัน โดยกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วย หัวขูดหินปูน (scaler) และทำความสะอาดด้วยก้อนสำลี , ผงพัมมิสไม่ผสมฟลูออไรด์ และสบู่เป็นเวลา 10 วินาที พบว่าสบู่ทุกชนิดมีทั้งเป็น anionic , kationic, nonionic และ amphoteric มีผลลดของแรงยึดเหนี่ยวของสารเชื่อมยึดเนื้อฟัน โดยการทาซีเมนต์ชั่วคราว 24 ชั่วโมง หรือ 14 วัน ไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากผลการทดลองสรุปได้ว่า ไม่จำเป็นในการใช้สบู่เพื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวที่ตกค้าง เพราะในการทดลองไม่สามารถบอกได้ว่ามีโมเลกุลตกค้างของสบู่เหลืออยู่หรือไม่

Pegoraro FL และคณะ ,1998 ทดสอบการทำความสะอาดฟันหลักด้วยสารทำความสะอาด (cleaning agent) 3 ชนิด คือ 1) เทอเจนทอล (Tergentol) คือ โซเดียมซัลเฟตลอริลไดเอทิลีนไกลคอลอีเทอร์ (sodium sulfate lauryldiethyleneglycol ether) ความเข้มข้น 28% มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.4 ใช้กับสำลีเช็ดฟัน 50 วินาที 2) กรดโพลีอะคริลิก (polyacrylic acid) ความเข้มข้น 32% ใช้กับสำลีเป็นเวลา 10 วินาที 3) กรดซิตริก (citric acid) ความเข้มข้น 50% ใช้สำลีเช็ด 10 วินาที ก่อนนำไปยึดกับ ครอบฟันทำด้วยโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ด้วยโพลีคาร์บอกซีเลตซีเมนต์ (polycarboxylate cement) โดยเช็ดฟันหลักด้วยเทอเจนทอลแล้วยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์เป็นกลุ่มควบคุม และทดสอบแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine) ผลการทดลองพบว่าการใช้กรดทั้ง 2 ชนิดนี้ทำให้ค่าแรงดึงต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้กรดและกลุ่มควบคุม

Button GL และคณะ ,1988 ศึกษาประสิทธิภาพการทำความสะอาดฟันหลักซึ่งเป็นฟันธรรมชาติ 5 วิธี ซึ่งมีผลกับแรงยึดของซีเมนต์ถาวร 2 ชนิด คือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ กับ โพลีคาร์บอเนตซีเมนต์ โดยนำฟันกรามบนซี่ที่ 3 จำนวน 60 ซี่ กรอฟันเพื่อทำครอบฟันทั้งซี่ (full crown) และทำครอบฟันด้วยโลหะผสมพัลลาเดียม (palladium) ยึดครอบฟันทุกชิ้นด้วยซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (Temp bond) และทิ้งไว้ในความชื้น 100% ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ทำความสะอาดครอบฟันด้วยน้ำกลั่นในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิค (ultrasonic cleaner) เป็นเวลา 15 นาที และเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 60 ไมครอน เป็นเวลา 1 นาที ส่วนฟันหลักถูกทำความสะอาดด้วย 5 วิธี คือ 1) ขูดออกด้วยเอ็กซ์พลอเรอร์ 2) ใช้สารลดความมัน (degreasing agent) ชื่อการค้า คาวิแล็กซ์ (Cavilax) หลังจากขูดซีเมนต์ที่ผิวๆออก 3) ขัดด้วยถ้วยยาง (rubber cup) และครีมขัด (prophylaxis paste) ถ้างและเป่าแห้ง 4) ขัดด้วยถ้วยยาง (rubber cup) และผงพัมมิส (pumice) ถ้างและเป่าแห้ง 5) ขัดด้วยถ้วยยาง (rubber cup) และผงพัมมิส (pumice) ถ้างและเป่าแห้ง ตามด้วย กรดโพลีอะคริลิก (Durelon liquid) 60 วินาที ถ้างและเป่าแห้ง แล้วจึงนำครอบฟันมายึดกับฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Ketac-Cem) และโพลีคาร์บอเนตซีเมนต์ (Durelon) ทดสอบแรงดึงด้วยเครื่องอินสตรอน (Instron) จากผลการทดลองพบว่า การใช้ของเหลวของโพลีคาร์บอเนตซีเมนต์ (Durelon liquid) ไม่ได้ช่วยให้แรงยึดเพิ่มขึ้น การใช้พัมมิสทำความสะอาดฟันทำให้แรงยึดดีที่สุด เมื่อยึดด้วยซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิด ครีมขัด (prophylaxis paste) มีความเป็นผงขัดน้อยกว่าจึงทำให้มีประสิทธิภาพน้อยกว่าพัมมิส แต่การใช้สารลดความมันจะขัดขวางการยึดระหว่างฟันกับซีเมนต์ทำให้ลดการยึดอยู่ (retention)

นอกจากศึกษาการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวออกจากผิวฟันธรรมชาติแล้ว มีงานวิจัยศึกษาเกี่ยวกับฟันผิวคอมโพสิตเรซิน Millstein PL และ Nathoson D ,1992 เปรียบเทียบผลของการยึดอยู่ของครอบฟันทำจากโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม-เบริลเลียม (Nickel-chromium-beryllium alloy) รูปทรงกระบอก กับ แกนคอมโพสิตเรซิน (composite resin core) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวที่มียูจีนอลและไม่มียูจีนอล ด้วยการกำจัดด้วยเครื่องมือ (mechanical remove) แล้วนำไปยึดด้วยเรซินซีเมนต์ และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ พบว่า การใช้ซีเมนต์ชั่วคราวที่มียูจีนอลมีผลทำให้แรงยึดลดลงเมื่อใช้เรซินซีเมนต์แต่ไม่มีผลกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ในขณะที่ซีเมนต์ชั่วคราวที่ไม่มียูจีนอลไม่มีผลลดแรงยึดของซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิด

Mojon P และคณะ ,1992 เปรียบเทียบการกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ 2 วิธี บนผิวอมัลกัม โดยทำความสะอาดฟันผิวด้วย 1) พัมมิส 2) สารลดความมันซิกคาวิท (Siccavit) หลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (Temp bond) ด้วยใบมีด (scalpel blade) ก่อน ศึกษาผลของแรงดึงแท่งอมัลกัมทรงกระบอกที่ยึดติดกันด้วยโพรเมตาเรซินซีเมนต์ (4-META resin cement) พบว่าการกำจัดซิงค์ออกไซด์ด้วยพัมมิส เหลือซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลกับพัมมิสตกค้างบนพื้นผิว ซึ่งมีผลลดแรงยึดของเรซินซีเมนต์ ซึ่งผลตรงข้ามกับหลายๆงานวิจัยที่ใช้พัมมิสทำความสะอาดดีที่สุด

นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังสรุปไว้ว่าการใช้ สารลดความมันชิกคาวิทให้ผลดีไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้สัมผัสกับซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์

Stark H ,1991 ทดสอบแรงยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ภายหลังใช้ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล ซีเมนต์บนผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ คือ การใช้เครื่องมือร่วมกับ แอลกอฮอล์ และสารละลายอินทรีย์ (organic solvent) สบู่ เป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์ สรุปว่า การใช้อะลูมิเนียมออกไซด์ สามารถกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ได้หมด ซึ่งตรงข้ามกับผลของ Mojon P และคณะ , 1992 นอกจากนี้ยังสรุปว่าการใช้แอลกอฮอล์ และสารละลายอินทรีย์ ทำให้ แรงยึดลดลง

การทำความสะอาดพื้นผิวโลหะ

ในงานทันตกรรมรากเทียมที่ยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์ (cement retained fixed implant restoration) มีความจำเป็นที่จะต้องทดสอบซีเมนต์ที่ใช้ยึดและด้วยเหตุผลที่จะต้องใช้ชิ้นตัวอย่าง เดิมนำมาทดสอบซ้ำ งานวิจัยหลายๆงานที่เกี่ยวกับรากเทียมจึงได้กล่าวถึงการทำความสะอาด ซีเมนต์หลังใช้งาน เช่น งานวิจัยของ Covey DA และคณะ ,2000 ใช้ชิ้นตัวอย่าง คือ ฟันหลักเป็น เซราวันไททานเนียมชนิดมาตรฐานและชนิดกว้าง (standard และ wide CeraONE titanium abutment) กับ เซราวันทำด้วยทองรูปทรงกระบอก (CeraOne gold cylinder) ทดสอบแรงยึดระหว่าง ซีเมนต์ 2 ชนิด คือ ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ กับ ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ หลังจากทดสอบแรงยึด ด้วยเครื่องอินสตรอนแล้ว ได้นำชิ้นตัวอย่างมาทำความสะอาดโดยแช่สารละลายรีมูฟเวอลอน-1 (Removalon-1) ในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิก 10 นาที เมื่อเห็นว่าซีเมนต์ออกหมดแล้ว จึง นำไปผ่านน้ำและเช็ดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์

Breeding LC และคณะ ,1992 ทำการทดสอบแรงดึงระหว่างรากเทียมคอร์-เวนท์ (Core-Vent) กับครอบฟันที่หึงจากโลหะผสมพัลลาเดียมเปอร์เซนต์สูง (high palladium) เมื่อยึดด้วย ซีเมนต์ชนิดชั่วคราว 3 ชนิด คือ 1) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ Life (Kerr Mfg.Co.) 2) ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลคัดแปลง(IRM) 3) ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (Temp Bond) หลังทดสอบแรงดึง นำครอบ ฟันและฟันหลักรากเทียมแช่ในสารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวอลอน-1 (Removalon-1) ในเครื่องทำ ความสะอาดอัลตราโซนิก เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำให้แห้ง และตรวจด้วยตาเพื่อให้แน่ใจว่ากำจัด ซีเมนต์ชั่วคราวได้หมด

Ramp MH และคณะ ,1999 ทดสอบแรงยึดระหว่างฟันหลักรากเทียมกับครอบฟันทำด้วย โลหะผสมพัลลาเดียม-ซิลเวอร์ (Palladium-silver) ที่ทำขึ้นมา ใช้กับซีเมนต์ชั่วคราว 6 ชนิด (Neo-Temp , Temp-bond , Provilink , IRM , Prototype เป็น polyurethane และ Neo-Temp ใต้ releasing agent) นำครอบฟันมาใช้ซ้ำโดยทำความสะอาดด้วยความร้อนถึงอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็น เวลา 1 ชั่วโมงครึ่งเพื่อกำจัดซีเมนต์ออก และนำไปทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แช่ครอบฟันใน

สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอน-1 ในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิกเป็นเวลา 30 นาที และ
แช่ในน้ำกลั่น (distilled water) ในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิกเป็นเวลา 30 นาที แล้วเช็ดออก
ด้วยผ้าก๊อช จากนั้นนำมาเป่าลมและตรวจด้วยตาอีกครั้ง

Dixon และคณะ ,1992 นำครอบฟันทำด้วยโลหะผสมพัลลาเดียมเปอร์เซนต์สูง ยึดกับฟัน
หลักรากเทียม ด้วยซีเมนต์ 3 ชนิด คือ ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ เรซินซีเมนต์ 2 บริษัท (Resiment และ
Core paste) เมื่อมีการยึดครอบฟันซ้ำ หลังการใช้เครื่องอินสตรอนดิง ผู้วิจัยทำการกำจัดซีเมนต์ที่
ตกค้างบนผิวด้วยเครื่องมือทางทันตกรรม นำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 1125⁰ ฟาเรนไฮท์ เป็นเวลา 1
ชั่วโมงครึ่ง จากนั้นจึงนำไปแช่ในสารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอน-1 ในเครื่องทำความสะอาดอัล
ตราโซนิกเป็นเวลา 30 นาที

Clayton GH และคณะ ,1997 นำครอบฟันทำด้วยทองชนิดที่ 3 ยึดกับ ฟันหลักรากเทียม
เซราวัน (CeraOne) ด้วยซีเมนต์ 5 ชนิด (Vitremmer , Fuji I , Temp bond , Zinc phosphate และ
Panavia) นำมากำจัดซีเมนต์ออกภายหลังยึดแล้วดึงด้วยเครื่องอินสตรอน ด้วยการใช้สารละลาย
กำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอน-1 ในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิกเป็นเวลา 15 นาที นำมาทำให้แห้ง
และส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อยืนยันว่ากำจัดออกหมด แล้วจึงเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาดอนุภาค
50 ไมครอน และแช่ในน้ำกลั่นในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิกเป็นเวลา 5 นาทีและทำให้แห้ง

งานวิจัยของ Akca K และคณะ ,2002 นำวิธีกำจัดซีเมนต์เพื่อนำชิ้นตัวอย่างกลับไปใช้ใหม่
เช่นเดียวกับ Dixon และคณะ ,1992 กับ Clayton GH และคณะ ,1997 โดยยืนยันว่าทั้ง 2 วิธี
ดังกล่าว เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการใช้ชิ้นตัวอย่างซ้ำโดยที่ไม่มีผลกระทบต่อความเที่ยงตรงของ
งานวิจัย

Michalakakis KX และคณะ ,2000 ศึกษาการรับแรงของซีเมนต์ (cement failure load) ของ
ซีเมนต์ชั่วคราว 4 ชนิด ในงานฟันปลอมติดแน่นรองรับแรงด้วยรากเทียม (implant-supported fix
partial denture) โดยใช้รากเทียมของเบรนเนมาร์ค (Branemark implant) 2 ตัวและ 4 ตัว กับใส่ฟัน
ปลอมติดแน่น (fix partial denture) 2 และ 4 หน่วย (unit) ตามลำดับ ที่ทำด้วยโลหะผสมทอง-พัล
ลาเดียมเปอร์เซนต์สูง (high gold-palladium alloy) เชื่อมติดกันเป็นบาร์ ยึดซีเมนต์ชั่วคราว 4 ชนิด
คือ 1) ImProv (Steri-Oss) 2) Nogenol (GC America Inc.) 3) Temp bond (Kerr) และ 4) Temp
bond NE (Kerr) โดยหลังจากทดสอบแรงดึงแล้ว จึงนำฟันปลอมบางส่วนติดแน่นที่มีรากเทียมติด
อยู่ใส่ในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิกที่มีน้ำยาล้างซีเมนต์ (L&R Manufacturing Co,
Brussels, Belgium) เป็นเวลา 15 นาที ทำให้แห้ง และตรวจดูด้วยตาว่ากำจัดซีเมนต์ออกได้หมด

ในงานฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่นที่ใช้โลหะผสมร่วมกับพอร์สเลน ส่วนใหญ่ใน
ประเทศไทยใช้โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม Craige RG และ Powers JM ,2002 แบ่งตาม
องค์ประกอบที่มีเบริลเลียม (beryllium) และไม่มีเบริลเลียม โลหะผสมชนิดนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วย
นิกเกิล(nickel) 60-80% โครเมียม(chromium) 10-27% และ โมลิบดีนัม(molybdenum) 2-14%ช่วย

เพิ่มความแข็งแรงให้กับโลหะผสม โลหะผสมที่มีเบริเลียม มีเบริเลียม อยู่ 1.6-2.0% มี อลูมินัม คาร์บอน โคลบอลด์ ทองแดง แกลเลียม เหล็ก แมงกานีส ไนโอเบียม ซิลิคอน ดีบุก ไททาเนียม และ เซอโคเนียม ปริมาณน้อย คาร์บอนจะมีน้อยกว่าในโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมที่ใช้ในกับพอร์สเลนเมื่อเทียบกับงานฟันปลอมบางส่วนถอดได้ เนื่องจากคาร์บอนที่มากเกินไป จะทำให้โลหะผสมแข็งและเปราะง่าย

โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม มีความแข็ง (hardness) และความยืดหยุ่น โมดูลัส (elastic modulus) สูงกว่า โลหะมีค่า (noble alloy) แต่ขึ้นรูป (cast) และเชื่อมติด (solder) ยากกว่า ขั้นตอนการทำซัพซอนกว่า เพราะมีการหดตัวเมื่อเปลี่ยนเป็นของแข็ง (solidification shrinkage) สูง ดังนั้น การทำชิ้นงานให้พอดีจึงทำได้ยาก ควรระวังการสัมผัสไอ ฟุ้งหรือผงที่เกิดจากการขัดโลหะที่มีเบริเลียม และนิกเกิลเป็นส่วนประกอบ ผงของ เบริเลียม มักทำให้เป็นผิวน้ำบริเวณที่สัมผัสอักเสบ (contact dermatitis) จนถึงปอดอักเสบขั้นรุนแรง ดังนั้นจึงควรมีระบบกรองอากาศที่ดี แต่ปัจจุบัน การใช้โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม-เบริเลียมมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเหตุผลดังกล่าว

นิกเกิล มีผลต่อการแพ้ การใช้โลหะผสมโคลบอลด์-โครเมียม จึงเหมาะสมกับผู้ป่วยที่แพ้ นิกเกิล

มีงานวิจัยหลายงานเกี่ยวกับการเตรียมพื้นผิวของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ที่นำมาใช้เป็นฟันปลอมบางส่วนชนิดติดแน่นที่ยึดติดกับฟันหลักด้วยเรซิน (resin-bonded fixed partial denture) ก่อนการยึดด้วยเรซินซีเมนต์ เพื่อให้มีแรงยึดสูงสุด Coelho CMP และคณะ ,1996 ใช้วิธีการเตรียมผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม 5 วิธี คือ 1) เป่าผง อะลูมินัมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน ความดัน 75 ปอนด์ ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน 2) เป่าเม็ดแก้ว (glass beads) ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน 3) เป่าด้วยส่วนผสมของผง อะลูมินัมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน และเป่าเม็ดแก้วขนาดอนุภาค 50 ไมครอน อัตราส่วน 1:1 4) ทาสารละลายที่มีความเป็นกรด โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (potassium permanganate) (H_2SO_4 โดยน้ำหนัก 1% และ 3%) เป็นเวลา 2 นาที 5) เป่าผงอะลูมินัมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน ร่วมกับการละลายกรดโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 10 % เป็นเวลา 2 นาที ก่อนที่จะยึดด้วยพานาเวียร์อีเอ็กซ์เรซินซีเมนต์ (Panavia EX) พบว่าทุกวิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นการใช้เม็ดแก้วขนาดอนุภาค 50 ไมครอน ซึ่งให้ค่าแรงยึดต่ำที่สุด

Diaz-Arnold AM และคณะ ,1996 เตรียมพื้นผิวชิ้นตัวอย่างโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม-เบริเลียม จากการเผาในอากาศ (air fired) เริ่มที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส จนถึง 1000 องศาเซลเซียส และคงไว้ 1 นาที และเผาในสุญญากาศ (vacuum fired) ภายใต้อุณหภูมิ 71 มิลลิเมตรปรอท ร่วมกับการเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน และ ผง อะลูมินัมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 280 ไมครอน จนแบ่งได้ 9 กลุ่ม แล้วจึงนำมายึดกันด้วยพานาเวียร์ 21 ทีซีเรซินซีเมนต์ (Panavia 21 TC resin cement) จากผลงานวิจัยส่วนหนึ่งสรุปว่าการใช้ผงอะลูมินัมออกไซด์

ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน เปรียบเทียบกับผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาดอนุภาค 280 ไมครอน ขนาดของอนุภาคที่ใหญ่กว่าจะเหลืออะลูมิเนียมตกค้างอยู่ซึ่งเป็นสิ่งปนเปื้อนบนผิวหน้าน้อยกว่า เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราดพบว่าผลงานวิจัยสอดคล้องกับ Kern M และ Thompson VP ,1993 ซึ่งพบว่า เมื่อเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาดอนุภาค 110 ไมครอน ลงบนผิวของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมจะเหลืออะลูมิเนียมตกค้างมากกว่าการใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาดอนุภาค 250 ไมครอน Petrie CS และคณะ ,2001 ใช้เจลกรดกัดโลหะ (metal etching gel) ซึ่งประกอบด้วย กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) 12% และ กรดไนตริก (nitric acid) 4% (Met-Etch®) ทาเพื่อเตรียมผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม-เบริเลียม (Matech®) ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

Watanabe F และคณะ ,1988 ใช้วิธีเตรียมผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม-เบริเลียม 2 วิธี คือ 1) เป่าผง อะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน 2) กัดกรดด้วยกระแสไฟฟ้า (electro-etched) ทำโดยแช่ในกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 10% โดยปริมาตร กับเมทานอล (H_2SO_4 50 มิลลิลิตร , CH_3OH 60 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร) ใช้เครื่องกวนด้วยแท่งแม่เหล็ก (magnetic stirring) กระแสไฟฟ้า 56 มิลลิแอมป์ ทำความสะอาดในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิคที่มีกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric) 18%

สำหรับงานวิจัยของ Bona AD และ Noort RV ,1995 กับ Hooshmand T และคณะ ,2002 ทำการเตรียมผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ด้วยการเป่าผง อะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน และทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิค ก่อนที่จะนำโลหะไปเผาในเตา (degas) เพื่อให้เกิดชั้นออกไซด์ที่เสถียรและกำจัดสกปรกและก๊าซที่ฝังอยู่บนพื้นผิว เช่น ก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งอาจทำให้ไม่ต้องขัดโลหะ ทำความสะอาดด้วยเครื่อง หรือเป่าทราย (Naylor WP ,1992) และทับด้วยชั้น โอปেক (opaque) และเดนติน (dentin) เพื่อขึ้นรูปฟอร์สเลน

ลักษณะการแตกหักระหว่างเรซินซีเมนต์และโลหะหล่อผสม (mode of failure between resin cement and casting alloy)

เมื่อนำชิ้นตัวอย่างโลหะหล่อผสมยึดติดกันด้วยเรซินซีเมนต์แล้วนำไปทดสอบความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวหรือแรงยึดกำลังแรงดึง เมื่อนำชิ้นตัวอย่างที่แตกหักออกจากกัน มาสำรวจพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าสามารถแบ่งรูปลักษณะของการแตกหักออกได้ 3 ลักษณะคือ

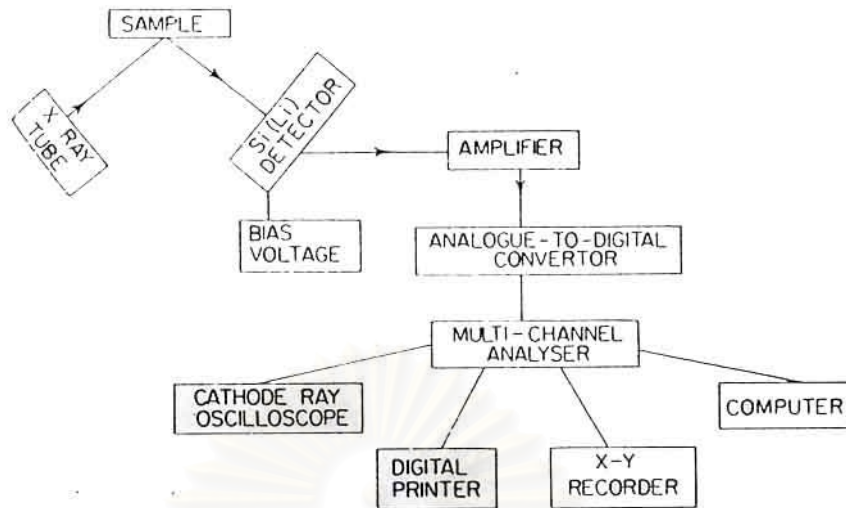
1. การแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ (adhesive failure)
2. การแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์ (cohesive failure)
3. การแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์และรอยต่อพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมกัน (mixture of adhesive and cohesive failure) หรือการแตกหักแบบผสม (mixed failure)

Oilo G , 1993 ได้กล่าวถึงลักษณะการแตกหักว่า ถ้ามีการแตกหักเกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างพื้นผิวชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงการซึมผ่านหรือปรับปรุงปฏิกิริยาระหว่างชิ้นงานทั้งสองให้ดีขึ้นแต่ถ้ามีการแตกหักภายในชั้นวัสดุที่ใช้เชื่อมชิ้นงานทดสอบแสดงว่า ควรมีการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้เชื่อมกับชิ้นงานทดสอบ

การวิเคราะห์ธาตุบนพื้นผิวโลหะผสมด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน (Energy dispersive x-ray spectroscopy)

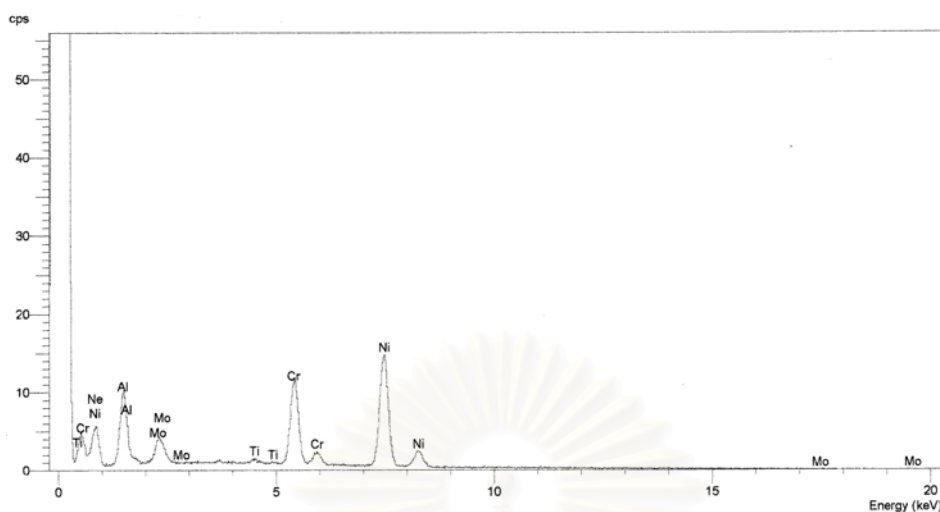
เครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน (Energy dispersive x-ray spectroscopy) Kern M และ Thompson ,1993 ; Diaz-Arnold AM และคณะ ,1996 นำมาใช้ในงานวิจัย เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุบนผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม สำหรับ Mojon P และคณะ ,1992 นำมาใช้กับอะมัลกัม เครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงานที่อาศัยพลังงานโฟตอนในการกระตุ้นรังสีเอกซ์ มีข้อได้เปรียบ คือ ไม่ทำให้เกิดรังสีเอกซ์ต่อเนื่องเหมือนการกระตุ้นด้วยลำอิเล็กตรอน สัญญาณที่เกิดขึ้นจึงมีเพียงรังสีเอกซ์ที่เกิดจากการกระเจิงเท่านั้น (สัมพันธ์ วงศ์นาวา ,2541) ดังรูปที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 แผนผังส่วนประกอบในเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน

รังสีเอกซ์ที่สะท้อนออกมาจากชิ้นตัวอย่างจะเข้าไปที่หัววัดชนิด Si(Li) (เป็นสัญลักษณ์ย่อที่ใช้แทนชื่อเต็มของ lithium-drifted silicon detector) ซึ่งต่อกับระบบแอมพลิไฟเออร์ หัววัดชนิดนี้ต้องใช้ไนโตรเจนเหลวทำความเย็นตลอดเพื่อลดเสียงและทำให้เกิดการแยก (resolution) ที่เหมาะสม ความลึกในการแยก (dept resolution) 1 – 5 ไมครอน สำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ข้อมูลที่ได้จะเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณปริมาณของธาตุที่พื้นผิว สำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ นำเสนอข้อมูลในรูปพีก (peak) เป็นลำดับ รูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงรูปภาพจากการวิเคราะห์ธาตุด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน

โดยแกนนอนเป็นพลังงาน หน่วย keV , แกนตั้งเป็นนับต่อวินาที (count per second) โดยที่พลังงานของพีคจะบอกว่าเป็นธาตุอะไร , พื้นที่ของพีคจะบอกถึงน้ำหนักเปอร์เซ็นต์ (weight%)

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้แก่

1. โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม (4all , Ivoclar North America Inc, NY, USA , batch number 564048) ประกอบด้วย นิกเกิล 61.4% โครเมียม 25.7% โมลิบดีนัม 11% ซิลิคอน 1.5% แมงกานีส <1.0% อะลูมิเนียม <1.0% คาร์บอน <1.0%
2. ขี้ผึ้งหล่อแบบสีน้ำเงิน (blue inlay wax)
3. โฟร์เมตาเรซินซีเมนต์ (4-META resin cement) (Superbond C&B ; Sun Medical, Kyoto, Japan)
4. ผงอะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน (HI ALUMINA ; Shofu Inc, Tokyo, Japan)
5. เม็ดแก้ว ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน (GLASS BEADS ; Shofu Inc, Tokyo, Japan)
6. สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวอลอน-1 (Removalon-1, Premier Dental Products Co, Norriston, Pa , USA)
7. สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์ (L&R Manufacturing Co , NJ , USA)
8. อะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมี (self-cured acrylic resin) (Unifast Trad, GC Co., Tokyo Japan)
9. ซิงค์ออกไซด์ยูนิออนซีเมนต์ (Temp Bond ; Kerr , MI , USA)
10. ซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูนิออน (Temp Bond NE ; Kerr , MI , USA)
11. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Dycal ; Dentsply , DE , USA)
12. เทปกาวด้านเดียวที่มีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร
13. ท่อพีวีซี (PVC)
14. กระดาษทรายเบอร์ 400

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง ข้อ 4 – 11 ดังรูปที่ 4 , 5 องค์ประกอบของแต่ละวัสดุ ดังตารางที่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิค (Elma TP680DH, Elma-Hans Schmidbauer GmbH&Co.KG, Singen , Germany)
2. เครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน (Universal testing machine , Instron8872, Instron Co, MA, USA)
3. เครื่องเป่าทรายเพื่อบลาสเตอร์ทุ (PenBlaster II , Shofu Inc , Kyoto , Japan)
4. เครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน (Energy dispersive x-ray spectroscopy) (Link ISIS300-6647, Oxford Instruments Microanalysis Group, Bucks, England)
5. เครื่องคูโรมิเตอร์ (Durometer model471, Pacific transducer Co., CA, USA)
6. กล้องจุลทรรศน์ซูมสเตอริโอ (Zoom stereo microscope, EMZ Series, Meiji Techro Co., Ltd., Japan)

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบของซีเมนต์ชั่วคราว

Temporary cement	Product name / Manufacturer	Component		Batch Number
		Base	Catalyst	
Zinc oxide eugenol	Temp-Bond ; Kerr , MI , USA	- Mineral oil - Zinc oxide - Cornstarch	- 4-Allyl-2-Methoxyphenol (eugenol) - Carnauba wax - Zinc acetate	3-1196
Zinc oxide without eugenol	Temp-Bond NE ; Kerr , MI , USA	- Mineral oil - Zinc oxide - Cornstarch	- Ortho-Ethoxybenzoic acid - Carnauba wax - Octanoic acid	4-1036
Calcium hydroxide	Dycal ; Dentsply , DE , USA	- Calcium tungstate - Zinc oxide - Disalicylate ester of 1,3 butylene glycol	- Calcium hydroxide - Zinc oxide - Titanium dioxide	040416

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบของวัสดุกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

Material	Product name	Component	Manufacturer	Batch No.
Aluminum oxide	HI ALUMINAS	Aluminum oxide 50 micron	Shofu Inc, Japan	0597
Glass bead	GLASS BEADS	Glass bead 50 micron	Shofu Inc, Japan	1103
Cement removal solution	Removalon-I	Aliphatic acid	Premier Dental Products Co , Pa ,USA	23686
	L&R	- Water (60-70%) - 2-Propoxyethanol (10- 20%) - Quaternary ammonium chloride (1-10%) - Sodium dodecylbenzenesulfonate (1-10%) - Sodium hydroxide (1- 10%)	L&R Manufacturing, NJ , USA	110567
Autopolymerized acrylic resin	Unifast TRAD liquid	- Methyl methacrylate (>95%) - N,N dimethyl-p- toluidine (<2.5%)	GC Co., Tokyo Japan	0409092



ก. ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์

ข. ซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอล



ค. แคลเซียมไฮดรอกไซด์

รูปที่ 4 แสดงซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก. เป่าด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ 50 ไมครอน

ข. เป่าด้วยเม็ดแก้ว 50 ไมครอน



ค. แช่สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวอลอนวัน

ง. แช่สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์



จ. เช็ดด้วยส่วนผสมอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วย
ปฏิกิริยาเคมีหรือโมโนเมอร์

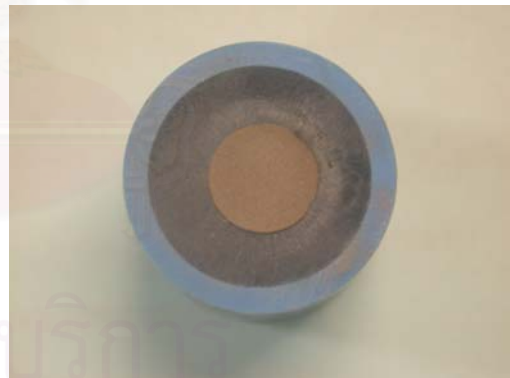
รูปที่ 5 แสดงวัสดุกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 ชนิด

ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานโลหะหล่อผสม

นำกระสวยขึ้นที่ขึ้นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร และ 9 มิลลิเมตร หน้า 3 มิลลิเมตร อย่างละ 80 ชิ้น เหยี่ยงด้วยโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม (4all® , Ivoclar North America INC , NY , USA) โดยนำขึ้นที่ขึ้นลงในเบ้าชนิดฟอสเฟต (phosphate boned investment) เเผาที่ อุณหภูมิ 820⁰ เซลเซียส / 1500⁰ ฟาเรนไฮต์ เหยี่ยงโลหะที่อุณหภูมิ 1405-1465⁰ เซลเซียส / 2560-2670⁰ ฟาเรนไฮต์ ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด จากนั้นนำขึ้นตัวอย่างโลหะผสมทั้งหมดมัดด้วย กระดาษทรายเบอร์ 400 จนเรียบ วางขึ้นโลหะผสมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตรและท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวัดจากขอบนอก 22 มิลลิเมตร สูง 20 มิลลิเมตรบนกระดาษมันที่วางขอบด้วย ดินสอดำ เพื่อให้ขึ้นโลหะผสมอยู่ตรงกลางและหน้าตัดของชิ้นงานเสมอขอบของท่อพีวีซี ใส่ อะคริลิกเรซินชนิดกึ่งตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีลงในท่อพีวีซีอีกด้าน หลังจากอะคริลิกเรซินกึ่งตัว ชัด กระดาษทรายเบอร์ 400 อีกครั้งจนหน้าตัดของชิ้นงานเสมอขอบของพีวีซี นำชิ้นงานมาทำความสะอาดด้วยเครื่องเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์ ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน ใช้ความดัน 3 บาร์ โดยให้ หัวเป่ากับขึ้นตัวอย่างห่างกัน 1 เซนติเมตร จากนั้นทำความสะอาดชิ้นงานตัวอย่างในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิคด้วยน้ำกลั่น เป็นเวลา 10 นาที ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ ทิ้งไว้ให้แห้ง ณ อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 6 แสดงชิ้นโลหะหล่อผสมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร



รูปที่ 7 แสดงโลหะหล่อผสมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตรที่ยึดกับท่อพีวีซี

ขั้นตอนการยึดชิ้นโลหะหล่อผสมด้วยซีเมนต์ชั่วคราว

ทำการสุ่มตัวอย่างชิ้นงาน โลหะหล่อผสมทั้งสองขนาดที่ละคู่จนครบ 80 คู่ จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างแต่ละคู่ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม จำนวน 5 คู่
- กลุ่มที่ 2 ยึดด้วยซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (Temp-Bond, Kerr , MI , USA) จำนวน 25 คู่
- กลุ่มที่ 3 ยึดด้วยซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอล (Temp-Bond NE, Kerr , MI , USA) จำนวน 25 คู่
- กลุ่มที่ 4 ยึดด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ซีเมนต์ (Dycal , Dentsply , DE , USA) จำนวน 25 คู่

ในกลุ่มที่ 2-4 นำชิ้นงานขนาด 7 มิลลิเมตร ยึดติดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวต่างๆ 3 ชนิดกับชิ้นงานขนาด 9 มิลลิเมตร วางกึ่งกลางโลหะผสมขนาด 9 มิลลิเมตร โดยผสมตามอัตราส่วนของบริษัทผู้ผลิตกำหนด กดด้านบนชิ้นงานขนาดเล็กด้วยเครื่องดูโรมิเตอร์ (Durometer model471, Pacific transducer Co., CA, USA) ขนาดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เพื่อควบคุมน้ำหนักที่ใช้ในการยึดชิ้นงานทั้งสองขนาดให้เท่ากันทุกชิ้นเป็นเวลา 10 นาที ก่อนซีเมนต์ก่อตัว เขี่ยซีเมนต์ส่วนเกิน นำชิ้นตัวอย่างที่ยึดเรียบร้อยแล้ว นำไปแช่ในน้ำกลั่น(distilled water) เก็บชิ้นตัวอย่างที่อุณหภูมิ 37⁰ เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นชิ้นตัวอย่างในกลุ่มที่ 2-4 ที่ยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราว ดึงออกจากกัน



รูปที่ 8 แสดงเครื่องดูโรมิเตอร์

การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆ

นำชิ้นตัวอย่างทั้งสองขนาดในกลุ่มที่ 2-4 กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยเครื่องมือทางทันตกรรม (spoon) ตรวจดูพื้นผิวชิ้นตัวอย่างโดยผู้ทดลอง 1 คนตลอดการทดลอง ด้วยกล้องจุลทรรศน์ซูมสเตอริโอ (Zoom stereo microscope, EMZ Series, Meiji Techro Co., Ltd., Japan) กำลังขยาย 5 เท่า เพื่อควบคุมการทำความสะอาดขั้นต้นให้ใกล้เคียงกันทั้ง 3 กลุ่ม จากนั้นในแต่ละกลุ่มทำความสะอาดด้วยวิธีต่างๆ 5 วิธี ดังนี้

- 1) เป่าผงอะลูมินัมออกไซด์ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน ความดัน 3 บาร์ เป็นเวลา 10 วินาที โดยให้หัวเป่ากับชิ้นตัวอย่างห่างกัน 1 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่นในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิค เป็นเวลา 10 นาที
- 2) เป่าเม็ดแก้ว (glass bead) ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน ความดัน 3 บาร์ เป็นเวลา 10 วินาที โดยให้หัวเป่ากับชิ้นตัวอย่างห่างกัน 1 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปแช่ในน้ำกลั่นในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิค เป็นเวลา 10 นาที
- 3) แช่ในสารละลายกำจัดซีเมนต์ รีมูฟเวลอน-1 (Removalon-1, Premier Dental Products Co, Pa , USA) ในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิค เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปผ่านน้ำแล้วเป่าแห้ง
- 4) แช่ในสารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์ (L&R Manufacturing Co, NJ , USA) ในเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิค เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปผ่านน้ำแล้วเป่าแห้ง
- 5) เช็ดด้วยสำลีชุบส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมีหรือโมโนเมอร์ (Unifast Trad, GC Co, Tokyo , Japan) เช็ดไปทางเดียวกัน 10 วินาที นำไปล้างน้ำแล้วเป่าให้แห้ง

สรุปตารางที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

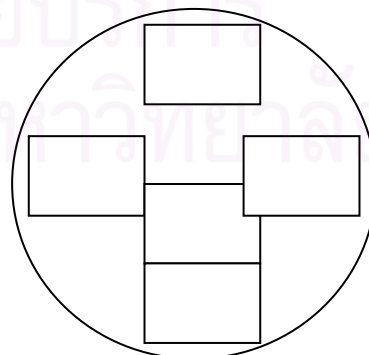
ตารางที่ 4 แสดงการแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 16 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คู่

โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม จำนวน 80 คู่			
กลุ่มควบคุม 5 คู่	Temp bond 25 คู่	Temp bond NE 25 คู่	Dycal 25 คู่
	Al ₂ O ₃ 5 คู่	Al ₂ O ₃ 5 คู่	Al ₂ O ₃ 5 คู่
	Glass beads 5 คู่	Glass beads 5 คู่	Glass beads 5 คู่
	Removalon-I 5 คู่	Removalon-I 5 คู่	Removalon-I 5 คู่
	L&R 5 คู่	L&R 5 คู่	L&R 5 คู่
	Unifast monomer 5 คู่	Unifast monomer 5 คู่	Unifast monomer 5 คู่

ตรวจสิ่งที่ตกค้างบนพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างโลหะผสม

สุ่มเลือกชิ้นตัวอย่างโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร จากกลุ่มควบคุม 3 ชิ้น กลุ่ม 2-4 หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดด้วยเครื่องมือทางทันตกรรมรูปช้อน (spoon) ชนิดละ 3 ชิ้น หลังจากนั้นกำจัดด้วยวิธีต่าง ๆ 5 วิธี โดยมาจากกลุ่มย่อยที่กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวแบบต่างๆ กลุ่มย่อยละ 3 ชิ้น รวมทั้งหมดจำนวน 48 ชิ้น ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดซึ่งต่อเข้ากับเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน (Energy dispersive x-ray spectroscopy) (Link ISIS , Oxford Instrument , England) เพื่อตรวจหาสิ่งตกค้างบนผิวชิ้นโลหะผสม ซึ่งเครื่องจะมีโปรแกรมคำนวณธาตุที่อยู่บนผิวหน้าได้เป็นหน่วยน้ำหนักเปอร์เซ็นต์ (weight%) โดยกำหนดจุดที่จะตรวจ 5 จุด ต่อ 1 ชิ้นตัวอย่างโลหะ แต่ละจุดจะห่างจากผิวหน้าโลหะเท่าๆกัน ดังรูปที่ 9

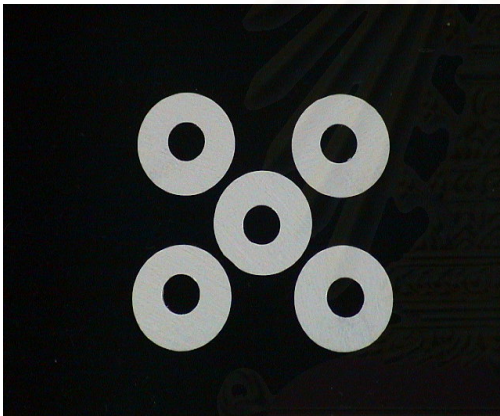
รูปที่ 9 แสดงการกำหนดตำแหน่งเพื่อวิเคราะห์ธาตุในทุกๆชิ้นงาน



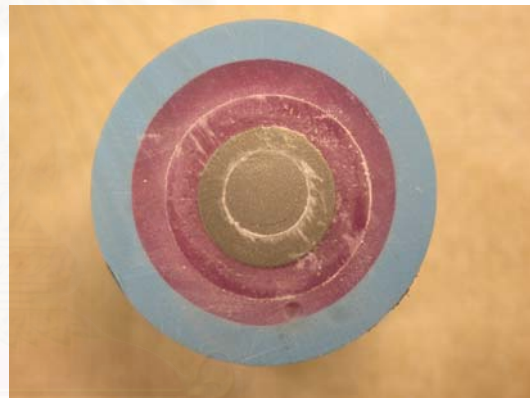
หลังจากตรวจวิเคราะห์เสร็จแล้ว นำชิ้นตัวอย่างโลหะในแต่ละกลุ่มกลับเข้ากลุ่มเดิม เพื่อนำไปยึดด้วยเรซินซีเมนต์ต่อไป

ขั้นตอนการยึดชิ้นงานตัวอย่างโลหะผสมด้วยเรซินซีเมนต์

นำชิ้นงานทั้งหมด(กลุ่มที่1-4) นำเทปกาวด้านเดียวที่มีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร มาติดบนกึ่งกลางโลหะผสมขนาด 9 มิลลิเมตร ทั้ง 160 ชิ้น เพื่อควบคุมพื้นที่การยึดติดให้เท่ากันทุกชิ้น นำชิ้นงานขนาด 7 มิลลิเมตรที่เป็นคู่กันมายึดติดด้วยเรซินซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ ซี แอนด์บี โดยผสมตามอัตราส่วนของบริษัทผู้ผลิตกำหนด กดด้านบนชิ้นงานขนาดเล็กด้วยเครื่องดูโรมิเตอร์ (Durometer model471, Pacific transducer Co., CA, USA) ขนาดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เพื่อควบคุมน้ำหนักที่ใช้ในการยึดชิ้นงานทั้งสองขนาดให้เท่ากันทุกชิ้นเป็นเวลา 10 นาที โดยก่อนซีเมนต์ก่อตัว เชื้อซีเมนต์ส่วนเกินออกทิ้งให้เกิดปฏิกิริยาก่อตัว 90 นาที นำชิ้นตัวอย่างที่ยึดเรียบร้อยแล้ว นำไปแช่ในน้ำกลั่น(distilled water) เก็บชิ้นตัวอย่างที่อุณหภูมิ 37⁰ เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง



รูปที่ 10 เทปกาวด้านเดียวที่มีรูตรงกลาง



รูปที่ 11 แสดงการติดเทปกาวบนกึ่งกลางชิ้นโลหะหล่อผสมขนาด 9 มิลลิเมตร

รูปที่ 12 แสดงชิ้นงานที่ถูกกดด้วยเครื่องดูโรมิเตอร์



ขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว

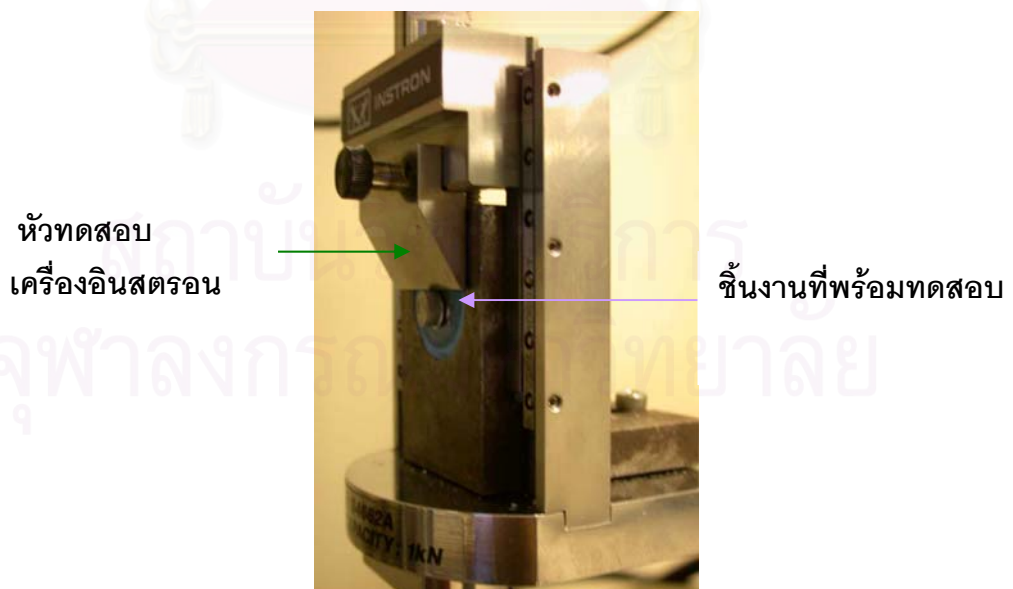
นำชิ้นงานทั้งหมดมาทดสอบความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน (Universal testing machine , Instron 5566 H1612 Ltd., UK) โดยตั้งค่าความเร็วหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที และใช้โหลดเซลล์ขนาด 10 กิโลนิวตัน ยึดชิ้นงานเข้ากับเครื่องจับและให้แนวของหัวทดสอบอยู่บริเวณรอยต่อ และขนานไปกับรอยต่อของชิ้นงานทั้งสองขนาด ทำการทดสอบแรงเฉือนจนครบทุกคู่และบันทึกค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว โดยแยกตามชนิดของซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวแบบต่างๆ



รูปที่ 13 แสดงเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน



รูปที่ 14 แสดงส่วนประกอบของเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน



รูปที่ 15 แสดงการวางชิ้นงานทดสอบบนเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน

ศึกษาลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม

นำชิ้นงานไปส่องกล้องจุลทรรศน์ซูมสเตอริโอ (Zoom stereo microscope, EMZ Series, Meiji Techro Co., Ltd., Japan) กำลังขยาย 10 เท่า เพื่อบันทึกลักษณะการแตกหักดังนี้

A = การแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะ

C = การแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์

M = การแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์และรอยต่อพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสม
กัน หรือ การแตกหักแบบผสม



รูปที่ 16 แสดงกล้องจุลทรรศน์ซูมสเตอริโอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวของชิ้นงานทั้งหมดบันทึกค่าลงในตารางผลการทดลอง จากนั้นวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส รุ่น 12.0 (SPSS version 12) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและแบบสองทาง (1-way ANOVA and 2-way ANOVA) เพื่อศึกษาผลของปัจจัย คือ ชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว วิธีการจัดซีเมนต์ชั่วคราว และอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองชนิด ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (1-way ANOVA) ในกรณีที่ความแปรปรวนเท่ากัน เปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison) ด้วยวิธีทูกีย์ (Tukey) และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วยสถิติทดสอบเวลช์ (Welch ANOVA) ในกรณีที่ความแปรปรวนไม่เท่ากัน เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมฮาน (Tamhane) กำหนดระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ วิเคราะห์ลักษณะการแตกหักด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์ (Chisquare test) เทคนิคเอ็กแซกต์ (Exact) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับ โลหะผสมและค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว ด้วยการทดสอบสมมติฐานของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวัดค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม

จากการวัดค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวของซีเมนต์โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม 16 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 20 ชิ้น แบ่งตามชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด ,วิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธี และกลุ่มควบคุมซึ่งไม่มีการใช้ซีเมนต์ชั่วคราว (ตารางที่ 20,21,22 และ 23 ของภาคผนวก) นำมาคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

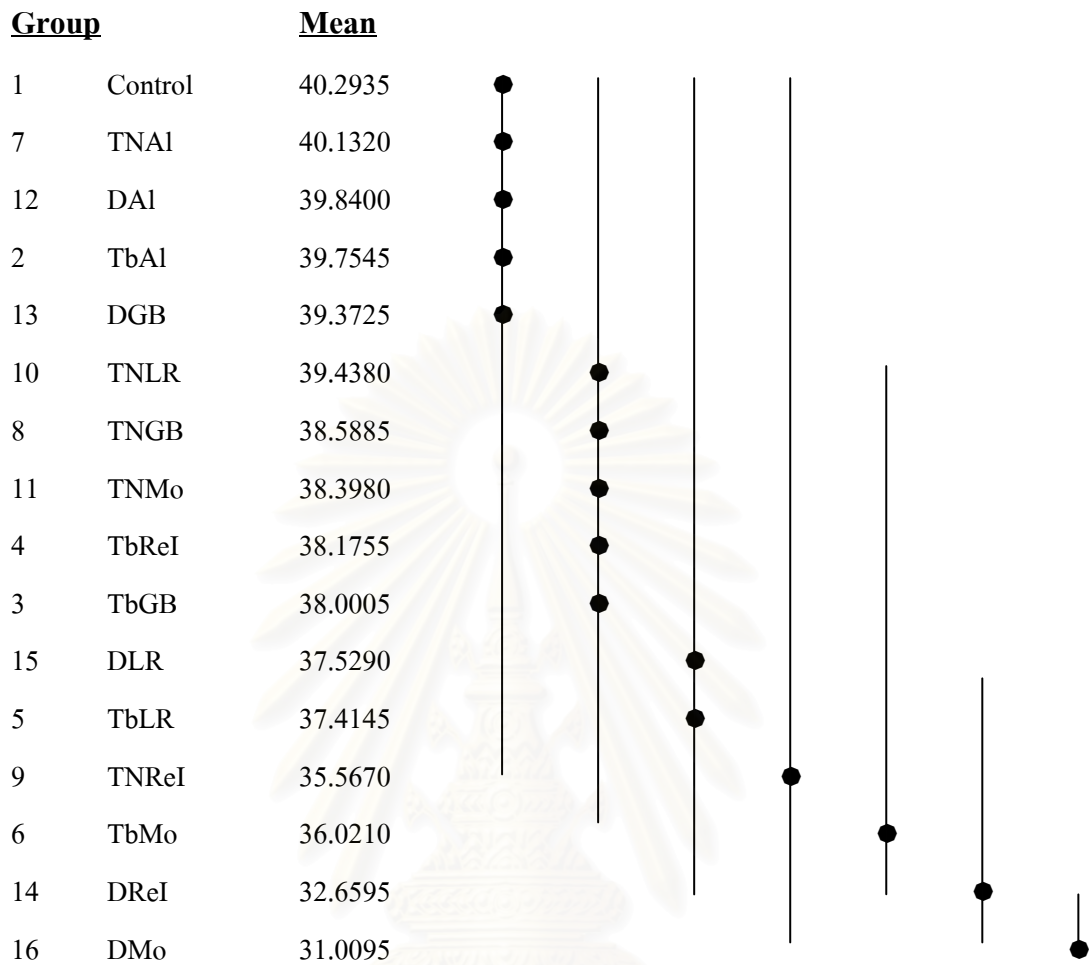
	Group	Number of sample	Mean	Standard Deviation
1	Control	20	40.2935	4.3103
2	TbAl (Temp Bond – Aluminum oxide)	20	39.7545	3.2244
3	TbGB (Temp Bond – Glass bead)	20	38.0005	2.8966
4	TbReI (Temp Bond – Removalon I)	20	38.1755	4.0574
5	TbLR (Temp Bond – L&R)	20	37.4145	3.9028
6	TbMo (Temp Bond – Monomer)	20	36.0210	2.6344
7	TNAI (Temp Bond NE – Aluminum oxide)	20	40.1320	3.1793
8	TNGB (Temp Bond NE – Glass bead)	20	38.5885	1.8115
9	TNReI (Temp Bond NE – Removalon I)	20	35.5670	4.9751
10	TNLR (Temp Bond NE – L&R)	20	39.4380	4.9842
11	TNMo (Temp Bond NE – Monomer)	20	38.3980	4.0583
12	DAI (Dycal – Aluminum oxide)	20	39.8400	2.7173
13	DGB (Dycal – Glass bead)	20	39.3725	2.6383
14	DReI (Dycal – Removalon I)	20	32.6595	4.2389
15	DLR (Dycal – L&R)	20	37.5290	4.9150
16	DMo (Dycal – Monomer)	20	31.0095	4.6712
	Total	320	37.6371	4.5382

ผลของการวิจัยพบว่า การใช้วิธีต่างๆในการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวก่อนการยึดด้วยเรซิน ซีเมนต์ให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่แตกต่างกัน และมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้ ซีเมนต์ชั่วคราว

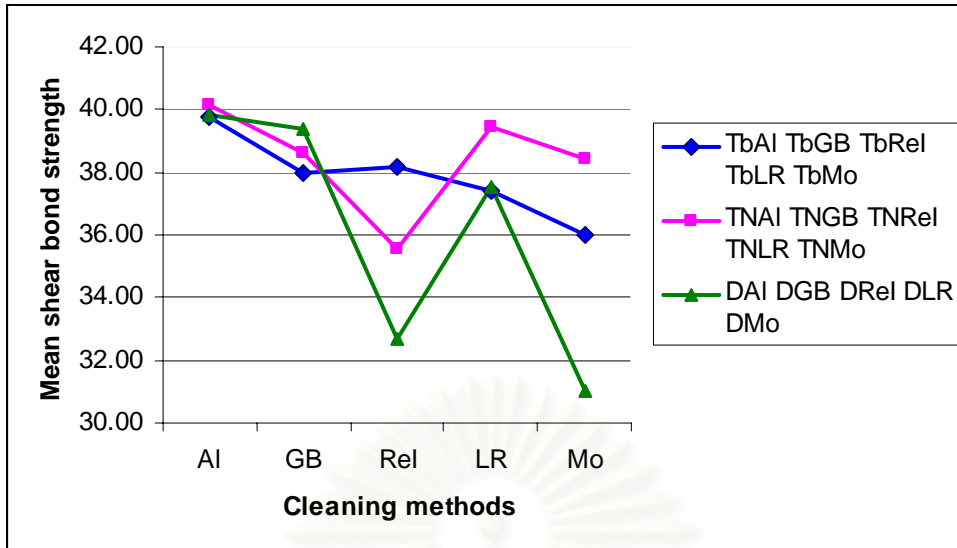
เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมี ค่า $P > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์มี 2 ปัจจัย คือ ชนิด ของซีเมนต์ชั่วคราว และ วิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนก สองทาง (ตารางที่ 30 ของภาคผนวก) พบว่า ความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มมี ค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เกิดจากอิทธิพลของชนิดซีเมนต์ชั่วคราว, วิธีการกำจัด ซีเมนต์ชั่วคราว และอิทธิพลร่วมของชนิดซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

อิทธิพลร่วมของชนิดซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว วิเคราะห์จากผลการ เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเสน (ตารางที่ 31 ของภาคผนวก และรูปที่ 17) พบว่าค่าเฉลี่ยของ ความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยทั้ง 16 กลุ่ม เมื่อเรียงจากมากไปน้อย ดังรูปที่ 17 ชนิดซีเมนต์ ชั่วคราวและวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวมีผลทำให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวสูงขึ้นหรือ ต่ำลง โดยมีระดับนัยสำคัญต่างกัน 7 ระดับ ซึ่งมีส่วนคาบเกี่ยวกัน โดยกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงได้ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์กำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอล กลุ่มเป่าผง อะลูมิเนียมออกไซด์กำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์, กลุ่มที่เป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์กำจัดซิงค์ออกไซด์ ยูจินอลซีเมนต์ และกลุ่มเป่าเม็ดแก้วกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ตามลำดับซึ่งมีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญกับกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวต่ำ คือ กลุ่มใช้โมโนเมอร์กำจัด แคลเซียมไฮดรอกไซด์ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีพเวลอนวัน เมื่อนำค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย 15 กลุ่ม ไม่รวมกลุ่มควบคุมมาสร้างกราฟเส้นจำแนก ตามชนิดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด (ดังรูปที่ 18) สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิดเมื่อกำจัด ด้วยการใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์ จะให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวสูงใกล้เคียงกัน เมื่อ เปลี่ยนวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว โดยใช้เม็ดแก้วพบว่า เมื่อใช้กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้ค่าความ แข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่สูงกว่าซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์และซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มี ยูจินอล ในขณะที่เมื่อใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีพเวลอนวัน กลุ่มที่ใช้กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ กลับมีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่าซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์และซิงค์ออกไซด์ ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอล



รูปที่ 17 แสดงเส้นตรงต่อเนื่องที่ลากผ่านกลุ่มทดลอง 16 กลุ่ม ที่มีค่าความแข็งแรงของแรงยึด
 เชื้อนเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ (● แสดง เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ย ณ. กลุ่ม
 นั้น)



รูปที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยเมื่อจำแนกตามชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด (Tb = Temp Bond , TN = Temp Bond NE และ D = Dycal) และวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธี (AI = Aluminum oxide , GB = Glass bead , ReI = Removalon-I , LR = L&R และ Mo = Monomer) จำนวน 15 กลุ่ม ไม่รวมกลุ่มควบคุม

แต่เนื่องจากมีปัจจัยของชนิดซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวที่มีผลต่อค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว จำเป็นต้องวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว เพื่อจะทดสอบหาวิธีที่เหมาะสมกับซีเมนต์ชั่วคราวแต่ละชนิด

เมื่อวิเคราะห์ตามปัจจัยชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว สามารถจำแนกได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

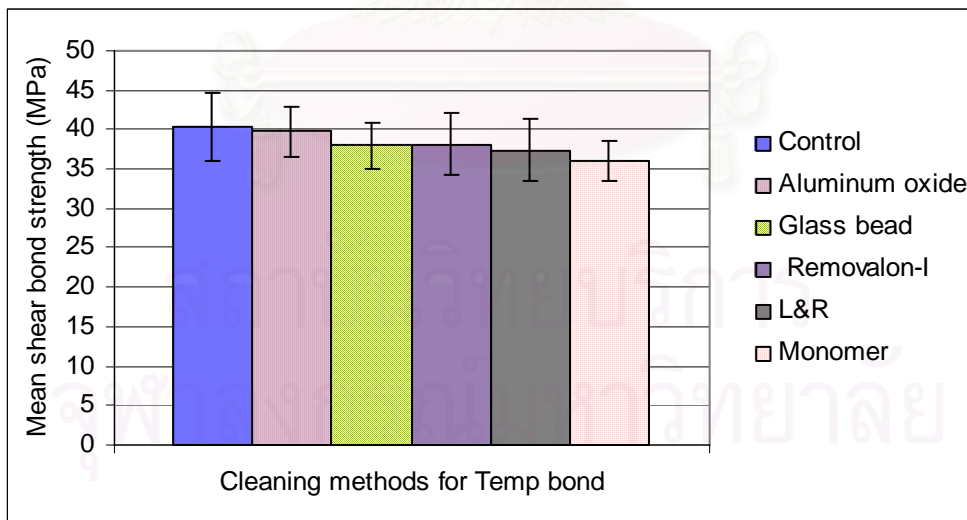
วิเคราะห์ตามปัจจัยชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว

ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (Temp-Bond)

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวต่อความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยโดยเฉพาะซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราว ได้ผลดังตารางที่ 6 และรูปที่ 19

ตารางที่ 6 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์หลังการกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ

Cleaning Methods for Temp-Bond	Shear Bond Strength (MPa)	
	Mean	Standard deviation
Control	40.2935	4.31029
Aluminum oxide	39.7545	3.22441
Glass bead	38.0005	2.89656
Removalon-I	38.1755	4.05744
L&R	37.4145	3.90284
Monomer	36.0210	2.63443



รูปที่ 19 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์หลังจากกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ

จากรูปที่ 19 ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยแตกต่างกันทั้งในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้ซีเมนต์ชั่วคราว และกลุ่มที่ใช้วิธีต่างๆ ในการกำจัดซีเมนต์ โดยกลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลองซึ่งกำจัดซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ 5 วิธี โดยกลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์ให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงรองจากกลุ่มควบคุม รองลงมาคือ กลุ่มที่ใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน เม็ดแก้ว สารละลายแอลแอนด์อาร์ ตามลำดับ และกลุ่มที่เช็ดด้วยส่วนเหลวของอะคริลิเกรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือโมโนเมอร์ มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยต่ำที่สุด

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (ตารางที่ 32 ของภาคผนวก) พบว่า $p < 0.05$ มีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์ (Welch ANOVA) เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน (Tamhane)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์ (ตารางที่ 33 ของภาคผนวก) ในกลุ่มที่กำจัดซิงค์ออกไซด์ยูนิอลซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ 5 วิธีและกลุ่มควบคุม พบว่ามีความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวแตกต่างกันอย่างน้อย 2 กลุ่ม

ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน (ตารางที่ 34 ของภาคผนวก และรูปที่ 20) พบว่า กลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยโมโนเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และกลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยโมโนเมอร์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

<u>Cleaning methods</u>	<u>Mean</u>
Control	40.2935
Aluminum oxide	39.7545
Glass bead	38.0005
Removalon-I	38.1755
L&R	37.4145
Monomer	36.0210

รูปที่ 20 แสดงเส้นตรงต่อเนื่องที่ลากผ่านกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (● แสดง เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ย ณ. กลุ่มนั้น)

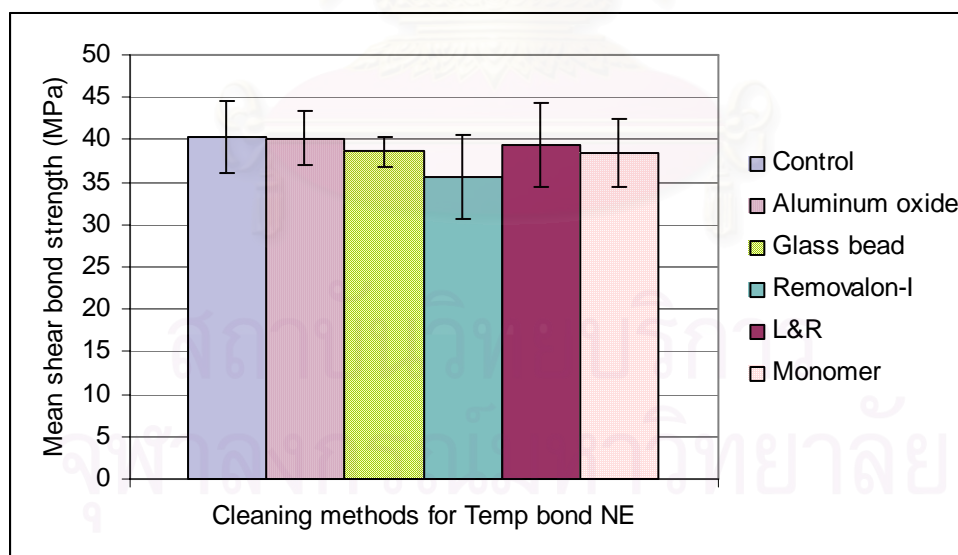
วิเคราะห์ตามปัจจัยชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว

ซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอล (Temp-Bond NE)

ผลการวิจัย ดังตารางที่ 7 และรูปที่ 21

ตารางที่ 7 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์หลังจากกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยวิธีต่างๆ

Cleaning methods for Temp-Bond NE	Shear bond strength (MPa)	
	Mean	Standard deviation
Control	40.2935	4.3103
Aluminum oxide	40.1320	3.1793
Glass bead	38.5885	1.8115
Removalon-I	35.5670	4.9751
L&R	39.4380	4.9842
Monomer	38.3980	4.0583



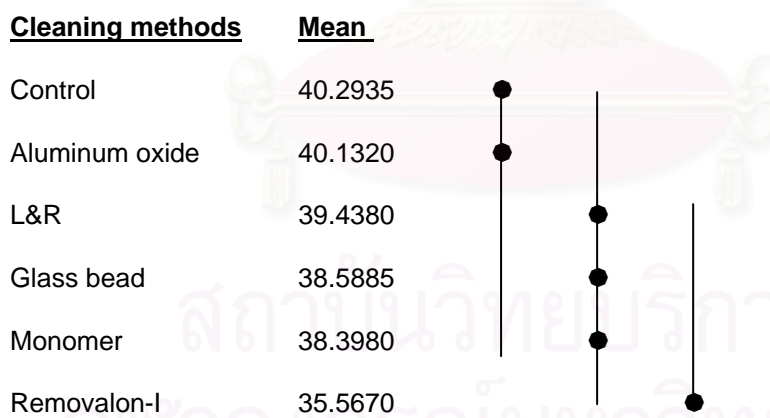
รูปที่ 21 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์หลังจากกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยวิธีต่างๆ

พบว่า กลุ่มควบคุม มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์ กลุ่มที่ใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์ เม็ดแก้ว ส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือโมโนเมอร์ ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ใช้สารละลายริมูฟเวลอนวัน ให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยต่ำที่สุด

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (ตารางที่ 35 ของภาคผนวก) พบว่า $p < 0.05$ มีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์ (Welch ANOVA) เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน (Tamhane)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์ (ตารางที่ 36 ของภาคผนวก) ในกลุ่มที่กำจัดซีเมนต์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยวิธีต่างๆ 5 วิธีและกลุ่มควบคุม พบว่ามีความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวแตกต่างกันอย่างน้อย 2 กลุ่ม

ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน (ตารางที่ 37 ของภาคผนวกและรูปที่ 22) พบว่า กลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายริมูฟเวลอนวันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และกลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายริมูฟเวลอนวันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)



รูปที่ 22 แสดงเส้นตรงต่อเนื่องที่ลากผ่านกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวที่แตกต่างกันอย่างไม่เป็นนัยสำคัญทางสถิติ (● แสดง เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ย ณ. กลุ่มนั้น)

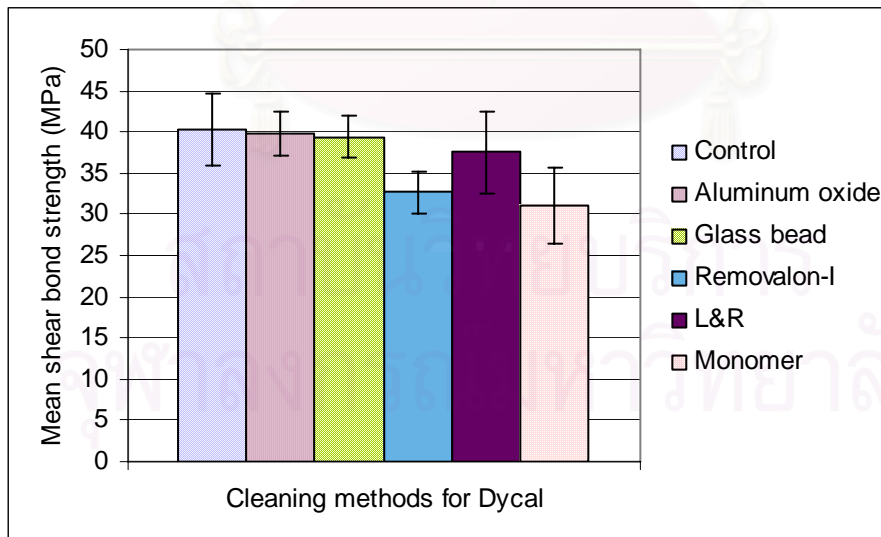
วิเคราะห์ตามปัจจัยชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Dycal)

ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ยึดด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นซีเมนต์ชั่วคราว ดังตารางที่ 8 และรูปที่ 23

ตารางที่ 8 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์หลังจากกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ด้วยวิธีต่างๆ

Cleaning method for Dycal	Shear bond strength (MPa)	
	Mean	Standard deviation
Control	40.2935	4.3103
Aluminum oxide	39.8400	2.7173
Glass bead	39.3725	2.6383
Removalon-I	32.6595	4.2389
L&R	37.5290	4.9150
Monomer	31.0095	4.6712



รูปที่ 23 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์หลังจากกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ด้วยวิธีต่างๆ

จากตารางที่ 8 กลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มทดลองซึ่งกำจัดซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ 5 วิธี โดยกลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์ให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงรองจากกลุ่มควบคุม รองลงมาคือ กลุ่มที่ใช้เม็ดแก้ว สารละลายแอลกอฮอล์ สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน ตามลำดับ และกลุ่มที่เซตด้วยส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือโมโนเมอร์ มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวต่ำที่สุด

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (ตารางที่ 38 ของภาคผนวก) พบว่า $p < 0.05$ มีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์ (Welch ANOVA) เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน (Tamhane)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์ (ตารางที่ 39 ของภาคผนวก) ในกลุ่มที่กำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ 5 วิธีและกลุ่มควบคุม พบว่ามีความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวแตกต่างกันอย่างน้อย 2 กลุ่ม

ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน (ตารางที่ 40 ของภาคผนวกและรูปที่ 24) พบว่า

- กลุ่มควบคุม มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายรีมูฟเวลอนวัน และกลุ่มโมโนเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
- กลุ่มที่กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายรีมูฟเวลอนวัน และกลุ่มโมโนเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
- กลุ่มที่กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยเม็ดแก้ว มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายรีมูฟเวลอนวัน และกลุ่มโมโนเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
- กลุ่มที่กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยสารละลายกำจัดซีเมนต์แอลกอฮอล์ มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายรีมูฟเวลอนวัน และกลุ่มโมโนเมอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

<u>Cleaning methods</u>	<u>Mean</u>
Control	40.2935
Aluminum oxide	39.8400
Glass bead	39.3725
L&R	37.5290
Removalon-I	32.6595
Monomer	31.0095

รูปที่ 24 แสดงเส้นตรงต่อเนื่องที่ลากผ่านกลุ่มที่มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (● แสดง เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ย ณ. กลุ่มนั้น)

จากรูปที่ 24 กลุ่มควบคุม,อะลูมิเนียมออกไซด์,เม็ดแก้ว และสารละลายกำจัดซีเมนต์แอล แอนด์อาร์ มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่า กลุ่มสารละลายรีมูฟเวอลอนวันและกลุ่ม โมโนเมอร์ อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อวิเคราะห์ตามปัจจัยวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกำจัด ซีเมนต์ชั่วคราวแต่ละชนิด ได้ผลดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

วิธีเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์ 50 ไมครอน (Al_2O_3 , 50micron)

เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็น เมกะปาสคาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วยวิธีเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์

Type of Temporary cement	Shear bond strength (MPa)	
	Mean	Standard deviation
Control	40.2935	4.3103
Temp- Bond	39.7545	3.2244
Temp-Bond NE	40.1320	3.1793
Dycal	39.8400	2.7173

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (ตารางที่ 41 ของภาคผนวก) พบว่า $p < 0.05$ มีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์ (Welch ANOVA) ดังตารางที่ 42 ของภาคผนวก

ผลจากการวิเคราะห์ตามชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว พบว่า การใช้ผงอะลูมินัมออกไซด์ กำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด (Temp-Bond, Temp-Bond NE และ Dycal) มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

วิธีเป่าเม็ดแก้ว 50 ไมครอน (Glass bead 50 micron)

เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดด้วยวิธีเป่าเม็ดแก้ว ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็น เมกะปาสคาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วยวิธีเป่าเม็ดแก้ว

Type of Temporary cement	Shear bond strength (MPa)	
	Mean	Standard deviation
Control	40.2935	4.3103
Temp- Bond	38.0005	2.8966
Temp-Bond NE	38.5885	1.8115
Dycal	39.3725	2.6383

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (ตารางที่ 43 ของภาคผนวก) พบว่า $p < 0.05$ มีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์ (Welch ANOVA) ดังตารางที่ 44 ของภาคผนวก

ผลการวิเคราะห์ พบว่าค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยเมื่อใช้วิธีเป่าเม็ดแก้วกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

วิเคราะห์การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

วิธีใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน (Removalon I)

เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิด และกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็น เมกะปาสกาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วยวิธีใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน

Type of Temporary cement	Shear bond strength (MPa)	
	Mean	Standard deviation
Control	40.2935	4.3103
Temp- Bond	38.1755	4.0574
Temp-Bond NE	35.5670	4.9751
Dycal	32.6595	4.2389

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (ตารางที่ 45 ของภาคผนวก) พบว่า $p > 0.05$ กลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (ตารางที่ 46 ของภาคผนวก) เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีของทูกีย์ ดังตารางที่ 47 ของภาคผนวกและตารางที่ 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวันด้วยวิธีของทูกีย์

Tukey HSD

TEMPORARY CEMENT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Dycal	20	32.6595		
Temp-BondNE	20	35.5670	35.5670	
Temp-Bond	20		38.1755	38.1755
control	20			40.2935
Sig.		.167	.249	.431

การใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน กำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กลุ่มที่ใช้ซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์ มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

วิธีใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนดอร์ (L&R)

ผลการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิด เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็น เมกะปาสกาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วยวิธีใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนดอร์

Type of Temporary cement	Shear bond strength (MPa)	
	Mean	Standard deviation
Control	40.2935	4.3103
Temp- Bond	37.4145	3.9028
Temp-Bond NE	39.4380	4.9842
Dycal	37.5290	4.9150

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (ตารางที่ 48 ของภาคผนวก) พบว่า $p > 0.05$ กลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว ดังตารางที่ 48 ของภาคผนวก

จากตารางที่ 49 ของภาคผนวก กลุ่มควบคุม, กลุ่มที่ใช้ซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิด มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

เซตด้วยส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือโมโนเมอร์

(*Unifast monomer*)

เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ย หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิด และกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็น เมกะปาสคาล) หลังจากกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ด้วยวิธีเซตด้วยส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือโมโนเมอร์

Type of Temporary cement	Shear bond strength (MPa)	
	Mean	Standard deviation
Control	40.2935	4.3103
Temp- Bond	36.0210	2.6344
Temp-Bond NE	38.3980	4.0583
Dycal	31.0095	4.6712

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล (ตารางที่ 28 ของภาคผนวก) พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีค่า $p > 0.05$ แสดงว่าข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทำการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวน (ตารางที่ 50 ของภาคผนวก) พบว่า $p > 0.05$ กลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (ตารางที่ 51 ของภาคผนวก) เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีของทูกีย์ ดังตารางที่ 52 ของภาคผนวก และตารางที่ 15

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบเชิงซ้อนค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิด โดยวิธีเช็ดด้วยส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือโมนอเมอร์ด้วยวิธีของทุกี

Tukey HSD

TEMPORARY CEMENT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Dycal	20	31.0095		
Temp-Bond	20		36.0210	
Temp-BondNE	20		38.3980	38.3980
Control	20			40.2935
Sig.		1.000	.244	.442

การเช็ดด้วยส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือโมนอเมอร์กำจัดซิงค์ออกไซด์ยูนิอินอลซีเมนต์และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ มีความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กลุ่มซิงค์ออกไซด์ยูนิอินอลซีเมนต์ และกลุ่มซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูนิอินอล มีความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มแคลเซียมไฮดรอกไซด์อย่างมีนัยสำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของการศึกษาลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์ (Mode of failure)

หลังจากทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว จึงนำชิ้นงานมาวิเคราะห์ลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสม (ตารางที่ 24, 25, 26 และ 27 ของภาคผนวก) พบว่าในทุกกลุ่มมีการแตกหัก 2 แบบ คือ การแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสม (Adhesive failure) และการแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์และรอยต่อพื้นผิวของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมร่วมกันหรือการแตกหักแบบผสม (Mixed failure) ไม่พบการแตกหักในชั้นของเรซินซีเมนต์ (Cohesive failure)

ตารางที่ 16 แสดงลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมหลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดและกลุ่มควบคุม โดยไม่คำนึงถึงวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

Mode of failure	Type of Temporary cement				Total
	Control	Temp-Bond	Temp-BondNE	Dycal	
Mixed failure	20	97	97	93	307
Adhesive failure	0	3	3	7	13
Total	20	100	100	100	320

จากตารางที่ 16 เมื่อจำแนกตามซีเมนต์ชั่วคราว โดยไม่คำนึงถึงวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว พบว่า ซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะทั้ง 2 แบบ เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติไคสแควร์ที่ประมาณค่าด้วยเทคนิคเอ็กซ์แอ็กต์ (ตารางที่ 53 ของภาคผนวก) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดกับลักษณะการแตกหักอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่เมื่อวิเคราะห์ลักษณะการแตกหักจำแนกตามวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม หลังกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆและกลุ่มควบคุม โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว

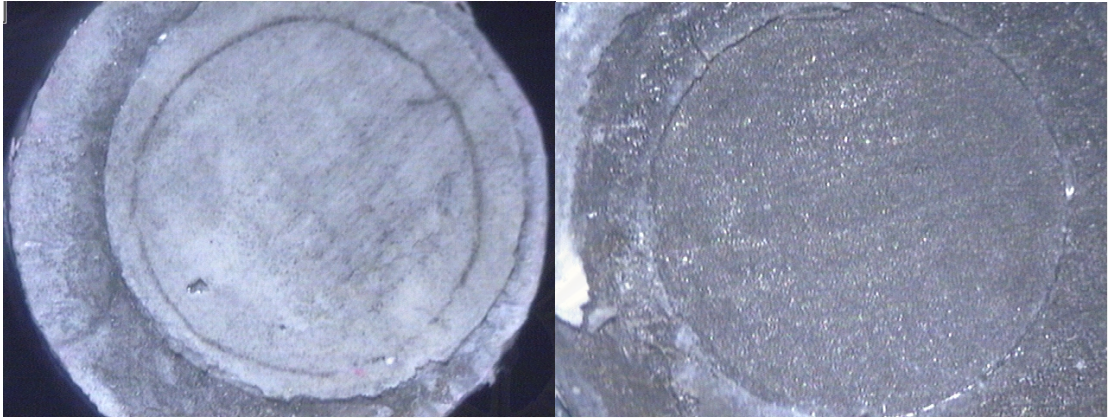
Mode of failure	CLEANING METHOD						Total
	Control	Al ₂ O ₃	Glass bead	Removalon I	L&R	Monomer	
Mixed failure	20	60	60	54	58	55	307
Adhesive failure	0	0	0	6	2	5	13
Total	20	60	60	60	60	60	320

จากตารางพบว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มผงอะลูมิเนียมออกไซด์ และ กลุ่มเม็ดแก้ว ไม่พบการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวของเรซินซีเมนต์ (Adhesive failure) กลุ่มสารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน, แอลแอนด์อาร์ และส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี พบการแตกหักทั้ง 2 แบบ จากการวิเคราะห์ (ตารางที่ 54 ของภาคผนวก) ด้วยสถิติไคสแควร์ที่ประมาณค่านัยสำคัญด้วยเทคนิคเอ็กแซ็กต์ พบว่าลักษณะการแตกหักมีความสัมพันธ์กับวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

เมื่อวิเคราะห์ความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเนื้อทั้งหมด (ตาราง 18) โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว พบว่า ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเนื้อของการแตกหักแบบผสม มีค่าสูงกว่าการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 55 ของภาคผนวก

ตารางที่ 18 แสดงลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

Mode of failure	N	Mean	Standard Deviation
Mixed failure	307	37.8015	4.4601
Adhesive failure	13	33.7554	4.8178



รูปที่ 25 แสดงลักษณะการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะผสม (กำลังขยาย 10 เท่า)



รูปที่ 26 แสดงลักษณะการแตกหักภายในชั้นของเรซินซีเมนต์และรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะผสม หรือการแตกหักแบบผสม (กำลังขยาย 10 เท่า)

ผลวิเคราะห์ทางจุลภาคด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน
(Energy dispersive X-ray spectroscopy)

พื้นผิวของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมแต่ละกลุ่มมีองค์ประกอบของธาตุแตกต่างกันไปตามวิธี
กำจัดซีเมนต์ชั่วคราว เมื่อตรวจสอบสิ่งตกค้างบนพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างโลหะผสมก่อนและหลังกำจัด
ซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆ 5 วิธี ด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน และ
เปรียบเทียบขององค์ประกอบของธาตุโลหะผสมตามบริษัทผู้ผลิต ตามตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แสดงองค์ประกอบของธาตุโลหะผสมตามบริษัทผู้ผลิตและจำแนกตามวิธีกำจัดซีเมนต์
ชั่วคราว จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน(EDS)

	Ni	Cr	Mo	Al	Zn	Ca
4all®	61.4	25.7	11	<1		
1 control	60.6	22.4	11.1	1.3		
Temp Bond	30.4	13.0	5.6	11.5	38.2	
2 TbAL	48.2	19.3	8.2	21.9		
3 TbGB	54.1	22.4	12.0	11.0		
4 TbRel	55.5	17.1	10.2		2.0	
5 TbLR	48.7	20.2	11.1	16.1		0.4
6 TbMo	55.1	18.5	10.4		7.3	
	Ni	Cr	Mo	Al	Zn	Ca
TempBondNE	21.4	9.7	2.7	7.1	56.9	
7 TNAL	48.0	19.9	9.9	21.2		
8 TNGB	49.2	20.9	11.1	16.8		
9 TNRel	37.8	11.5	7.9		17.5	
10 TNLR	56.6	20.3	15.2			0.1
11 TNMo	47.3	19.7	10.1	17.7	4.6	
	Ni	Cr	Mo	Al	Zn	Ca
Dycal	33.5	15.0	6.0	13.9	7.5	16.4
12 DAL	48.4	19.6	8.9	21.1		
13 DGB	51.8	21.5	11.6	14.7		
14 DRel	58.5	19.1	11.2			
15 DLR	53.0	21.5	11.2	12.8		0.2
16 DMo	53.7	18.0	8.3			8.5

จากตารางที่ 19 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กลุ่มควบคุม (Control)

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมซึ่งวิเคราะห์ด้วยเครื่องสแกนประกอบของธาตุตามที่
บริษัทผู้ผลิตแนะนำ(4all) ปริมาณธาตุอะลูมิเนียม, โครเมียม, นิกเกิล และ โมลิบดีนัม ใกล้เคียงกัน
ซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ (Temp Bond)

หลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ด้วยเครื่องมือทางทันตกรรม(spoon) พบปริมาณ
ธาตุอะลูมิเนียมและธาตุซิงค์เพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกัน พบปริมาณนิกเกิลและโครเมียมน้อยลง

ปริมาณอะลูมิเนียมเพิ่มขึ้น ในกลุ่มที่กำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ด้วยการเป่าผง
อะลูมิเนียมออกไซด์ , เป่าด้วยเม็ดแก้ว และใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์

ธาตุซิงค์ ยังคงปรากฏ ในกลุ่มที่ใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวันและเช็ดด้วยส่วน
เหลวของอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือ โมโนเมอร์

ซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอลผสม (Temp Bond NE)

หลังกำจัดด้วยเครื่องมือทางทันตกรรม พบปริมาณธาตุอะลูมิเนียมและธาตุซิงค์เพิ่มขึ้น ใน
ขณะที่เดียวกัน พบปริมาณนิกเกิลและโครเมียมน้อยลง

ปริมาณอะลูมิเนียมเพิ่มขึ้นในกลุ่มเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์ , เป่าด้วยเม็ดแก้ว และเช็ดด้วยโม
โนเมอร์

ธาตุซิงค์ยังคงปรากฏในกลุ่มที่ใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวันและเช็ดด้วยโมโน
เมอร์

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Dycal)

หลังกำจัดด้วยเครื่องมือทางทันตกรรม พบปริมาณธาตุอะลูมิเนียม แคลเซียมและซิงค์เพิ่มขึ้น
ในขณะที่เดียวกัน พบปริมาณนิกเกิลและโครเมียมน้อยลง

ปริมาณอะลูมิเนียม พบเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่กำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ด้วยการเป่าผง
อะลูมิเนียมออกไซด์และเป่าด้วยเม็ดแก้ว

แคลเซียม ยังคงปรากฏในกลุ่มที่เช็ดด้วยโมโนเมอร์ และกลุ่มใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์
แอลแอนด์อาร์ ไม่พบซิงค์หลงเหลืออยู่ในทุกกลุ่ม

สำหรับรายละเอียดขององค์ประกอบธาตุอื่นๆที่พบจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์
สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน อยู่ในตารางที่ 56 ของภาคผนวก

บทที่ 5

บทวิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

วิจารณ์วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของเรซินซีเมนต์กับวัสดุทางทันตกรรมในห้องปฏิบัติการ ได้แนวทางมาจากข้อกำหนดขององค์การมาตรฐานนานาชาติ ที อาร์ 11405 เรื่อง แนวทางทดสอบการยึดติดกับฟัน (Matsumura และคณะ,1999 ; Yoshida และคณะ 1999) เพื่อให้ได้วิธีการทดลองที่มีมาตรฐานและสามารถนำผลการวิจัยเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นได้ โดยใช้ชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ยึดอยู่ภายในท่อพีวีซี ด้วยอะคริลิกเรซินชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี โดยชิ้นงานแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องเพื่อลดความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาการก่อตัวของอะคริลิกเรซิน หลังการก่อตัวนำชิ้นงานขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400 จนหน้าตัดของชิ้นงานเสมอกับท่อพีวีซี และทำการเตรียมพื้นผิวของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมด้วยการเป่าด้วยผงอะลูมินัมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน ความดัน 3 บาร์ ตามบริษัทผู้ผลิตแนะนำ จากนั้นทำความสะอาดด้วยเครื่องอัลตราโซนิคในน้ำกลั่น 10 นาที แล้วยกขึ้นทิ้งให้แห้ง ณ อุณหภูมิห้อง จำกัดพื้นที่ในการยึดติดของโลหะหล่อผสมนิกเกิล-โครเมียมด้วยเทปกาวด้านเดียว ที่มีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันวัสดุเกินออกนอกบริเวณยึดติด ซึ่งจะทำให้ค่าแรงพันธะที่ได้จากการทดลองสูงขึ้น ทำการยึดชิ้นงานและทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาแข็งตัว 90 นาที (Braga, 1999 ; ศิริพงศ์, 2545) นำไปแช่ในน้ำกลั่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ปรับอุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ยกขึ้นทิ้งไว้ให้แห้ง ณ อุณหภูมิห้อง ก่อนนำไปทดสอบความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวด้วยเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน โดยตั้งค่าความเร็วหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตร ต่อนาทีตามข้อกำหนดขององค์การมาตรฐานนานาชาติทีอาร์11405 และใช้โหลดเซลล์ขนาด 10 กิโลนิวตัน เนื่องจากการทดลองนำร่องและการศึกษาที่ผ่านมา ความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว มีค่าต่ำกว่า 10 กิโลนิวตันและเหตุผลด้านความปลอดภัยของเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอนตามคำแนะนำของบริษัททำให้ใช้หัวกดที่มีขนาดสูงกว่าแรงยึดของชิ้นงาน โดยยึดชิ้นงานเข้ากับเครื่องจับและให้แนวของหัวทดสอบอยู่บริเวณรอยต่อ และขนานไปกับรอยต่อของชิ้นงานทั้งสองขนาดเพื่อทดสอบแรงยึดเหนี่ยว

เรซินซีเมนต์ที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้พิจารณาจากงานวิจัยของ Mojon และคณะ ,1992 ซึ่งกล่าวว่ายูจีนอลรบกวนปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันของเรซินซีเมนต์ ดังนั้นการใช้เรซินซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบเป็น โพรเมตา(4-META) จะเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของการมีซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลปรากฏบนผิวชิ้นงาน และโพรเมตาสามารถยึดติดกับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมได้ดี (Ishijima ,1992)

ชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว ปัจจุบันมีหลายชนิด ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดซึ่งนิยมใช้แพร่หลาย หาซื้อง่าย วิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวเลือกจากการเตรียมผิวชิ้นงาน โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ซึ่งบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ผงอะลูมินัมออกไซด์มีขนาด 50-100 ไมครอน การใช้เม็ดแก้ว เป็นอีกวิธีทางกล สำหรับเตรียมผิวโลหะผสม วิธีทางเคมี ซึ่งเป็นอีกวิธีที่มีการแนะนำให้ใช้เพื่อทำความสะอาดซีเมนต์ชั่วคราว ร่วมกับการใช้เครื่องอัลตราโซนิก และการใช้ส่วนเหลวของอะคริลิเกรซินชนิดก่อตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี(โมโนเมอร์) ซึ่งเป็นตัวทำลายจึงถูกนำมาทดสอบในงานวิจัยนี้ด้วย

ขั้นตอนการเก็บชิ้นงาน (storage of specimens) ตามข้อกำหนดองค์การมาตรฐานนานาชาติ ทีอาร์ 11405 กำหนดดังนี้

ประเภทที่ 1 การทดสอบระยะสั้น (short term test) จะทำการทดสอบหลังเก็บชิ้นงานในน้ำที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ประเภทที่ 2 การทดสอบโดยผ่านกระบวนการเทอร์โมไซคลิงในน้ำที่อุณหภูมิ ระหว่าง 55 ± 2 องศาเซลเซียส จำนวน 500 รอบ หลังจากเก็บชิ้นตัวอย่างในน้ำที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้ระยะเวลาที่ชิ้นงานสัมผัสกับน้ำในแต่ละอ่างอย่างน้อย 20 วินาที และระยะเวลาเคลื่อนย้ายระหว่างอ่างน้ำ 5-10 วินาที

ประเภทที่ 3 การทดสอบระยะยาว (long term test) จะทำการทดสอบหลังแช่ชิ้นงานในน้ำที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน

ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกการเก็บชิ้นงานประเภทที่ 1 โดยใช้น้ำเป็นตัวประเมินค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mojon และคณะ ,1992 ซึ่งไม่ได้ทดสอบผ่านกระบวนการเทอร์โมไซคลิง เนื่องด้วยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือต้องการเปรียบเทียบวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวชนิดต่างๆ ดังนั้นจึงใช้ผลค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงสุดระหว่างโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมและเรซินซีเมนต์ มากกว่า ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวที่ถูกรบกวนด้วยการผ่านกระบวนการเปลี่ยนอุณหภูมิ

ขั้นตอนการประเมินแรงพันธะของชิ้นงานเป็นการทดสอบพันธะการด้านแรงเหนียว ซึ่งสามารถทำนายผลได้ดีกว่าการทดสอบการด้านแรงดึง เนื่องจากลักษณะแรงที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับแรงที่เกิดขึ้นในช่องปาก แต่อย่างไรก็ตามทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นในช่องปากมีความซับซ้อนมาก ดังนั้นการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเป็นเพียงแรงในทิศทางเดียว ไม่สามารถลอกเลียนลักษณะของแรงที่เกิดขึ้นในช่องปากได้ (Retief,1991) การทดสอบความแข็งแรง

ของแรงยึดเหนี่ยวสามารถเตรียมเครื่องมือได้ง่าย และผลกระทบจากทิศทางของแรงที่กระทำต่อ
ชิ้นงานทดสอบมีน้อย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยวิธีต่างๆ เมื่อนำมาขัดด้วยซีเมนต์ถาวรชนิดเรซินซีเมนต์มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวแตกต่างกัน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ชนิดของซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีการกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัย มีผลต่อค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อจำแนกตามชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว จากการทดลองใช้ซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดคือ ซิงค์ออกไซด์ยูนิออลซีเมนต์ ซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูนิออล และ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นซีเมนต์ชั่วคราวที่นิยมใช้ในชีวิตประจำวัน การใช้วิธีเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์สามารถกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิดได้ดีเทียบเท่ากับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ใช่ซีเมนต์ชั่วคราว โดยให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวที่สูงไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมในทางสถิติ อาจเนื่องมาจากการเตรียมพื้นผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม บริษัทผู้ผลิตกำหนดให้ใช้ผงอะลูมินัมออกไซด์ขนาด 50-100 ไมครอนเป่าบนพื้นผิวและทำความสะอาดด้วยน้ำในเครื่องอัลตราโซนิค จึงทำให้ชิ้นงานในกลุ่มที่กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์ ถูกเตรียมพื้นผิวเพิ่มขึ้นอีก 1 ครั้งมากกว่าในกลุ่มอื่นๆ ดังนั้นจึงให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวที่สูงใกล้เคียงกลุ่มควบคุม ซึ่งผลสอดคล้องกับ Stark H, 1991 โดยการเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูนิออลซีเมนต์ที่ตกค้างบนพื้นผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ดีกว่าใช้แอลกอฮอล์และตัวทำละลายอินทรีย์ (Solitone / Kerr)

การเป่าทราย (sandblast) บนพื้นผิวโลหะผสมเคลือบเซรามิก (ceramometal alloys) ทำให้เกิดการยึดติดทางกลระดับจุลภาค (micromechanical retention) ที่ยึดต่อทันตวัสดุ (Vallittu PK และ Forss H, 1997 ; Kern M และ Thompson VP, 1993)

เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงานบนพื้นผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม พบปริมาณอะลูมินาที่สูงขึ้นหลังเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์ และการทำความสะอาดด้วยน้ำในเครื่องอัลตราโซนิคสามารถกำจัดอะลูมินาที่ฝังตัวอย่างหลวมๆที่ผิวของโลหะผสมเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของ Kern M และ Thompson VP, 1993 ; Diaz-Arnold และคณะ, 1996 ; Cobb DS และคณะ, 2000

บทบาทของอะลูมินาที่ฝังบนพื้นผิวโลหะผสมต่อการยึดติดกับเรซินซีเมนต์ ยังไม่มีการวิจัยยืนยันได้แน่ชัด แต่ Cobb DS และคณะ, 2000 อธิบายว่าอาจเกิดจากการยึดติดด้วยพันธะเคมีระหว่างเมทาคริลेटโมโนเมอร์กับอะลูมินาที่ฝังบนผิวโลหะผสม ซึ่งทำให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเพิ่มมากขึ้น

ส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดก่อดัวด้วยปฏิกิริยาเคมีหรือโมโนเมอร์ ไม่ควรใช้กำจัดซิงค์ออกไซด์ยูนิออลซีเมนต์ เนื่องจากให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

และกลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุอาจเกิดจากการเชื่อมด้วยโมโนเมอร์ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นเมทิลเมทาคริเลตอาจไม่สามารถกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลได้หมด เหลือตกค้างที่ผิวโลหะผสมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน พบธาตุซิงค์ตกค้างอยู่บนพื้นผิวโลหะผสม ซึ่งในงานวิจัยของ Mojon และคณะ, 1992 อธิบายว่าการแตกหักที่รอยต่อของเรซินซีเมนต์ เกิดจากช่องว่าง (faw) ที่ผิวระหว่างซีเมนต์และชิ้นงานทำให้เกิดการยึดติดที่ต่ำ ซิงค์ที่ตกค้างบนพื้นผิวทำให้เกิดการแตกหักของเรซินซีเมนต์ได้โดยขัดขวางการยึดติกระหว่างเรซินซีเมนต์กับอมัลกัม และยูจีนอลปริมาณเล็กน้อยอาจขัดขวางการยึดติดของโพรมีตารเรซินซีเมนต์ได้

สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวันไม่ควรใช้กำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอล เนื่องจากให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจากเหลือซิงค์ตกค้างเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์ สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน

นอกจากนี้การเชื่อมด้วยโมโนเมอร์และใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวันไม่ควรใช้กำจัด แคลเซียมไฮดรอกไซด์ เนื่องจากให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์ กลุ่มใช้เม็ดแก้วและกลุ่มใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์ อย่างมีนัยสำคัญ พบธาตุแคลเซียมตกค้างบนพื้นผิวในกลุ่มที่เชื่อมด้วยโมโนเมอร์และกลุ่มใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์ และไม่พบธาตุซิงค์ในทุกกลุ่ม เนื่องจากในแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีปริมาณซิงค์ออกไซด์ในองค์ประกอบน้อยกว่าในซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์และซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอล ซึ่งแคลเซียมจะขัดขวางการยึดติดของเรซินซีเมนต์เช่นเดียวกับซิงค์ แต่ในกลุ่มใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน ซึ่งมีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม กลับพบแคลเซียม ดังนั้นผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงานจึงไม่สามารถนำมาอ้างอิงเพื่ออธิบายค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวได้ทั้งหมด จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

การกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยเม็ดแก้วและสารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์พบว่าสามารถกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวทั้ง 3 ชนิดได้ไม่แตกต่างกันและเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม การใช้เม็ดแก้วเปรียบเทียบกับผงอะลูมิเนียมออกไซด์ พบว่าค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวน้อยกว่าแต่ไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Coelho CMP และคณะ, 1996 โดยค่าแรงยึดดึงของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมในกลุ่มที่ใช้เม็ดแก้วมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเม็ดแก้วมีลักษณะกลมเมื่อเทียบกับอะลูมิเนียมออกไซด์ซึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular) ทำ

ให้มีคุณสมบัติการขัดสี (abrasion) น้อยกว่าและทำให้ผิวโลหะผสมเรียบขึ้น ในขณะที่อะลูมิเนียมออกไซด์ทำให้เกิดผิวหยาบ เพิ่มการยึดติดทางกลระดับจุลภาคส่งผลให้ค่าแรงยึดกับเรซินซีเมนต์สูงขึ้น

จากการวิจัยเมื่อคู่ด้วยตาเปล่า พบว่าผิวโลหะผสมที่กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยเม็ดแก้วจะมีลักษณะเรียบและเงาขึ้นเมื่อเทียบกับผิวโลหะผสมที่ผ่านการเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์ ถึงแม้ว่าค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวจะไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่ควรเลือกใช้ผงอะลูมิเนียมออกไซด์มากกว่าเม็ดแก้ว ซึ่งมีการเตรียมเครื่องมือที่เหมือนกันคือเครื่องเป่าทราย

เมื่อศึกษาลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ซึ่งงานที่มีการแตกหักแบบผสมจะมีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวสูงกว่าการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะพบการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมเฉพาะในกลุ่มที่ใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน แอล แอนด์อาร์ และเช็ดด้วยโมโนเมอร์



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะ

เรซินซีเมนต์ที่มีส่วนประกอบเป็นโพรเมตา สามารถยึดติดกับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมได้ดี ฟิล์มออกไซด์ที่บางจะช่วยยึดติดผิวโลหะผสมกับโพรเมตาได้ด้วยพันธะที่แข็งแรง (Tanaka T และคณะ ,1986)

เรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี มีลักษณะเป็นส่วนผงและส่วนเหลว โดยส่วนผงมีโพลีเมทิลเมทาคริเลตเป็นองค์ประกอบหลักและมีเมทิลเมทาคริเลตและโพรเมตาเป็นองค์ประกอบในส่วนเหลว ไม่มีวัสดุอัดแทรกและใช้ไตรเอ็นบีวทิลบอเรนเป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา อัตราส่วนผงต่อส่วนเหลวที่เปลี่ยนแปลงไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรง แต่จะมีผลต่อการทำงานถ้ามีอัตราส่วนผงต่อส่วนเหลวที่สูงจะทำให้เพิ่มความผิดพลาดในแนวตั้งของการยึดได้ง่ายและถ้าอัตราส่วนมีค่าต่ำจะทำให้ควบคุมซีเมนต์ได้ยาก (Myer และคณะ,1993) อีกทั้งมีแนวโน้มที่อาจก่อให้เกิดฟองอากาศแทรกอยู่ภายในชั้นของซีเมนต์ได้ง่าย ซึ่งจะเป็นตำแหน่งอ่อนแอทำให้เกิดการแตกหัก ฉะนั้นทางคลินิกสามารถเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผงต่อส่วนเหลวได้ โดยต้องพยายามไม่ให้เกิดฟองอากาศแทรกในเนื้อซีเมนต์ซึ่งมีผลต่อค่าความแข็งแรง ซีเมนต์ชนิดนี้ก่อตัวรวดเร็ว แต่สามารถเพิ่มระยะเวลาการทำงาน ได้ด้วยการลดอุณหภูมิขณะผสม ฉะนั้นทันตแพทย์ควรศึกษาและฝึกทักษะในการใช้เรซินซีเมนต์ชนิดนี้ก่อนนำมาใช้

การเป่าทรายเพื่อให้เกิดพื้นผิวโลหะผสมที่ขรุขระ เป็นวิธีที่แนะนำโดยทำให้การยึดติดทางกลเคมีที่ดีที่สุด เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและรูปร่างของผิวโลหะผสม โดยมีการสะสมของธาตุที่สำคัญบนพื้นผิวโลหะ ทำให้เพิ่มความสามารถในการเปียก (wettability) ของวัสดุเชื่อมยึด (Quaas AC และคณะ ,2005)

ดังนั้นการมีเครื่องเป่าทรายประจำคลินิก จึงมีความจำเป็นนอกจากทำความสะอาดพื้นผิวด้านในของครอบฟันและยังสามารถกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวที่ตกค้างหลังจากขูดออกด้วยเครื่องมือ แต่ควรระมัดระวังขอบของครอบฟันซึ่งมีผลต่อความแนบสนิทตรงรอยต่อระหว่างครอบฟันและฟันหลัก

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้(สารละลายกำจัดซีเมนต์ริมูฟเวอลอนวัน,แอลแอนด์อาร์ และโมโนเมอร์) เป็นสารเคมีที่มีจำหน่ายทั่วไป ซึ่งมีองค์ประกอบตัวทำละลายที่แตกต่างกัน และด้วยเหตุผลที่บริษัทผู้ผลิตไม่เผยแพร่องค์ประกอบและอัตราส่วนที่ชัดเจน ดังนั้นการมีสารเคมีตกค้างบนพื้นผิวชิ้นงาน ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว จึงควรมีการศึกษาต่อไป

สารละลายกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วยตัวทำละลายที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นอันตรายถ้าสูดดมหรือสัมผัส ดังนั้นขอแนะนำในการใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์ ควรใช้โดยสวมถุงมือป้องกัน และใช้ในสถานที่อากาศถ่ายเทสะดวก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

1. ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว คือ วิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว และ ชนิดของเรซินซีเมนต์
2. การเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์สามารถกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ โดยให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าการเซ็คด้วยโมโนเมอร์หรือส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี
3. การเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์สามารถกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอล โดยให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าการแช่สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน
4. การเป่าผงอะลูมินัมออกไซด์ เม็ดแก้ว และแช่สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนด์อาร์ สามารถกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ โดยให้ค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าการแช่สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวันและเซ็คด้วยโมโนเมอร์หรือส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี
5. การแช่สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน แอลแอนด์อาร์ และโมโนเมอร์ มีความสัมพันธ์กับลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์และโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม โดยพบลักษณะการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมเพิ่มขึ้น
6. ลักษณะการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะผสม มีค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวต่ำกว่า การแตกหักแบบผสม

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

สัมพันธ์ วงศ์นาวา. เอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทรเมตรีแบบกระจายพลังงาน. ม.สงขลานครินทร์, 2541 : 70-74.

ศิริพงษ์ ศิริมงคลวัฒน์. ผลของกาวไพโรเมอร์ต่อความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเรซินซีเมนต์และโลหะหล่อผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2545 : 1-123.

ภาษาอังกฤษ

Abrams SH. Current concepts in temporary cement. Oral Health 1995 : 19-22.

Akca KA, Iplikcioglu H, Cehreli MC. Comparison of uniaxial resistance forces of cements used with implant-supported crown. Int J Oral Maxillofac Implants 2002 ; 17 : 536-542.

Bachmann M, Paul SJ, Luthy H, Scharer P. Effect of cleaning dentine with soap and pumice on shear bond strength of dentine-bonding agents. J Oral Rehabil 1997 ; 24 : 433-438.

Bona AD, Noort RV. Shear and tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. J Dent Res 1995 ; 74 : 1591-1596.

Braga RR, Ballester RY, Carrilho MRO. Pilot study on the early shear strength of porcelain-dentine bonding using dual-cure cements. J Prosthet Dent 1999 ; 81 : 285-9.

Breeding LC, Dixon DL, Bogacki MT, Tietge JD. Use of luting agents with an implant system: Part I. J Prosthet Dent 1992 ; 68 : 737-747.

Button GL, Moon PC, Barnes RF, Gunsolley JC. Effect of preparation cleaning procedures on crown retention. J Prosthet Dent 1988 ; 59 : 145-148.

Clayton GH, Driscoll CF, Hondrum SO. The effect of luting agents on the retention and marginal adaptation of the CeraOne implant system. Int J Oral Maxillofac Implants 1997 ; 12 : 660-665.

Cobb DS, Vargas MA, Fridrich TA, Bouschlicher MR. Metal surface treatment : characterization and effect on composite-to-metal bond strength. Oper Dent 2000 ; 25 : 427-433.

Coelho CMP, Rubo JH, Pegoraro LF. Tensile bond strength of a resinous cement to a nickel-chromium alloy modified with five surface treatments. J Prosthet Dent 1996 ; 76 : 246-249.

- Covey DA, Kent DK, St. Germain Jr HA, Koka S. Effect of abutment size and luting cement type on the uniaxial retention force of implant-supported crowns. J Prosthet Dent 2000 ; 83 :344-348.
- Craige RG, Powers JM. Restorative dental materials. 11th ed. Missouri : Mosby Inc , 2002.
- Diaz-Arnold AM, Keller JC, Wightman JP, Williams VD. Bond strength and surface characterization of a Ni-Cr-Be alloy. Dent Mater 1996 ; 12 : 58-63.
- Dixon DL, Breeding LC, Lilly KR. Use of luting agents with an implant system: Part II. J Prosthet Dent 1992 ; 68 : 885-890.
- Duke ES, Phillips RW, Blumershire R. Effect of various agents in cleaning cut dentine. J Oral Rehabil 1985 ; 12 : 295-302.
- Grasso CA, Caluori DM, Goldstein GR, Hittelman E. In vivo evaluation of three cleansing techniques for prepared abutment teeth. J Prosthet Dent 2002 ; 88 : 437-441.
- Hooshmand T, Noort RV, Keshvad A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. Dent Mater 2002 ; 18 : 179-188.
- ISO/TR11405. Guidance on testing adhesion to tooth structure. 1994.
- Ishijima T, Caputo AA, Mito R. Adhesion of resin to casting alloys. J Prosthet Dent 1992 ; 67 : 445-9.
- Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica-coating of dental alloys : volume loss, morphology and changes in the surface composition. Dent Mater 1993 ; 9 : 155-161.
- Lepe X, Bales DJ, Johnson GH. Retention of provisional crowns fabricated from two materials with the use of four temporary cements. J Prosthet Dent 1999 ; 81 : 469-475.
- Matsumura H, Taira Y, Atsuta M. Adhesive bonding of noble metal alloys with a triazine dithiol derivative primer and an adhesive resin. J Oral Rehabil 1999 ; 26 : 877-82.
- Michalakis KX, Pissiotis AL, Hirayama H. Cement failure loads of 4 provisional luting agents used for the cementation of implant-supported fixed partial dentures. Int J Oral Maxillofac Implants 2000 ; 15 : 545-549.
- Millstein PL, Nathanson D. Effect of temporary cementation on permanent cement retention to composite resin cores. J Prosthet Dent 1992 ; 64 : 856-859.
- Mojon P, Hawbolt EB, MacEntee MI . A comparison of two methods for removing zinc oxide eugenol provisional cement. J Prosthodont 1992 ; 5 :75 – 84.
- Myer ML, Caughman WF, Rueggeberg FA, O'Connor RP. Effect of powder/liquid ratio on physical and clinical properties C&B bond. Am J Dent 1993 ; 6 : 77-80.

- Naylor WP. Introduction to metal ceramic technology . Illinois : Quintessence Co, 1992 : 86 – 89.
- Oilo G. Bond strength testing-what does it mean? Int Dent J 1993 ; 43 : 492-8.
- Olin PS. Effect of prolonged ultrasonic instrumentation on the retention of cemented cast crowns. J Prosthet Dent 1990 ; 64 : 563 – 565.
- Pameijer CH, Stanley HR. Pulp reactions to resin cements. Am J Dent 1992 ; 5 : 81-87.
- Paul SJ , Scharer P . Effect of provisional cements on the shear bond strength of various dantin bonding agents. J Oral Rehabil 1996 ; 24 : 8-14.
- Pegoraro LF, Garbin CA, Bonfante G, Valle ALD. A comparison of bond strength of complete crowns using two types of cements and three cleaning agents. Braz Dent J 1998 ; 9 : 25-31.
- Petrie CS, Eick JD, Williams K, Spencer P. A comparison of 3 alloy surface treatments for resin-bonded prostheses. J Prosthodont 2001 ; 10 : 217-223.
- Quaas AC, Heide S, Freitag S, Kern M. Influence of metal cleaning methods on the resin bond strength to NiCr alloy. Dent Mater 2005 ; 21 : 192-200.
- Ramp MG, Dixon DL, Ramp LC, Breeding LC, Barber LL. Tensile bond strengths of provisional luting agents used with an implant system. J Prosthet Dent 1999 ; 81 : 510-514.
- Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. Am J Dent 1991 ; 4 : 231-6.
- Rosenstiel Sf, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 2nd ed. St Louis : Mosby- year book, 1995.
- Stark H. Does temporary cementing have an effect on the bond strength of definitively cemented crowns? Dtsch Zahnarztl Z 1991 ; 46 : 774-776.
- Tanaka T, Fujiyama E, Shimizu H, Takaki A, Atsuta M. Surface treatment of nonprecious alloys for adhesion-fixed partial dentures. J Prosthet Dent 1986 ;55 :456-462.
- Terata R. Characterization of enamel and dentin surfaces after removal of temporary cement- study on removal of temporary cement. Dent Mater J 1993 ; 12 :18-28.
- Vallitu PK, Forss H. A study of bonding glass polyalkenoate cement to the surface of dental ceramic material. Int Dent J 1997 ; 47 : 53-8.
- Watanabe F. Powers JM, Lorey RE. In vivo bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. J Dent Res 1988 ; 67 : 479-483.
- Whiston C. X-ray methods (analytical chemistry by open learning). London : ACOL , 1991 : 296-297.

Yoshida K, Kamada K, Atsuta M. Adhesive primers for bonding cobalt-chromium alloy to resin.

J Oral Rehabil 1999 ; 26 : 475-8.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ ที่ไม่ยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราว (กลุ่มควบคุม)

Number of specimen	Control
1	35.41
2	36.16
3	36.48
4	36.24
5	41.02
6	42.67
7	41.41
8	36.31
9	42.11
10	41.74
11	43.04
12	47.44
13	47.16
14	47.12
15	44.77
16	38.40
17	42.00
18	34.62
19	34.78
20	36.99
Mean shear bond strength	40.2935
Standard deviation	4.3103

ตารางที่ 21 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจินอล ซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ

Number of specimen	Aluminum oxide	Glass bead	Removalon I	L&R	Monomer
1	36.33	36.46	39.48	32.37	35.07
2	41.16	37.76	42.85	34.04	36.66
3	37.17	37.93	35.63	31.79	31.22
4	38.20	35.79	38.95	37.67	31.58
5	34.92	39.02	29.65	34.16	34.19
6	36.69	38.62	34.96	37.65	36.47
7	43.33	41.19	36.43	39.85	36.95
8	38.60	43.12	37.71	30.81	38.48
9	38.76	37.57	30.57	40.27	38.91
10	44.73	41.23	33.92	35.94	38.28
11	42.52	36.63	41.50	33.76	38.14
12	45.01	40.69	42.83	35.82	34.74
13	36.75	38.26	40.35	37.24	33.07
14	44.93	30.43	41.06	38.89	38.53
15	43.73	38.38	39.00	41.87	39.02
16	38.96	38.38	44.30	41.70	34.39
17	38.43	32.68	42.51	43.15	38.53
18	39.47	36.52	34.16	43.58	31.71
19	36.23	40.30	39.15	41.94	38.51
20	39.17	39.05	38.50	35.79	35.97
Mean shear bond strength	39.7545	38.0005	38.1755	37.4145	36.0210
Standard deviation	3.2244	2.8966	4.0574	3.9028	2.6344

ตารางที่ 22 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยวิธีต่างๆ

Number of specimen	Aluminum oxide	Glass bead	Removalon I	L&R	Monomer
1	37.45	34.27	36.03	41.64	33.97
2	42.46	37.12	40.49	36.72	36.87
3	37.51	36.78	30.16	31.06	35.16
4	37.06	37.96	28.78	33.13	28.92
5	40.44	41.01	39.73	39.99	36.77
6	39.99	41.40	41.38	39.87	44.08
7	42.27	38.11	40.63	42.47	37.07
8	40.28	40.34	37.82	39.33	34.07
9	36.98	39.56	33.15	41.64	41.44
10	43.34	37.08	32.82	29.55	40.58
11	42.99	37.61	39.68	34.21	43.82
12	43.24	41.10	36.68	44.21	41.76
13	43.22	37.41	33.02	33.03	41.20
14	44.59	40.69	26.76	39.23	36.72
15	43.29	37.00	35.35	41.79	41.37
16	39.89	38.64	38.77	41.36	39.74
17	34.38	39.27	41.22	45.59	32.90
18	36.56	39.13	36.84	47.75	37.28
19	42.14	39.43	24.39	44.39	42.00
20	34.56	37.86	37.64	41.80	42.24
Mean shear bond strength	40.1320	38.5885	35.5670	39.4380	38.3980
Standard deviation	3.1793	1.8115	4.9751	4.9842	4.0583

ตารางที่ 23 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หน่วยเป็นเมกะปาสคาล) ของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ

Number of specimen	Aluminum oxide	Glass bead	Removalon I	L&R	Monomer
1	42.40	34.49	34.09	36.32	31.04
2	43.05	41.64	34.61	27.74	35.98
3	40.14	33.32	34.72	26.28	30.24
4	42.28	37.99	25.49	36.94	33.88
5	41.31	39.81	28.67	38.21	29.81
6	34.55	38.85	26.97	39.50	26.11
7	39.90	42.35	29.31	39.38	33.26
8	40.89	41.76	29.54	36.31	23.95
9	42.02	40.23	30.07	29.62	30.43
10	39.24	41.28	30.88	35.48	23.37
11	39.54	42.48	32.94	41.35	29.26
12	41.75	39.49	33.56	36.41	36.86
13	41.68	40.71	34.01	37.77	25.39
14	38.79	42.13	33.42	40.50	27.81
15	36.70	38.41	38.41	36.98	25.61
16	37.61	41.14	38.60	42.71	31.73
17	41.03	37.04	39.64	44.26	34.10
18	32.66	40.78	40.01	39.08	34.84
19	39.26	35.97	28.29	43.91	39.65
20	42.00	37.58	29.96	41.83	36.87
Mean shear bond strength	39.8400	39.3725	32.6595	37.5290	31.0095
Standard deviation	2.7173	2.6383	4.2389	4.9150	4.6712

ตารางที่ 24 แสดงลักษณะการแตกหักของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ ที่ไม่ยึดด้วย
ซีเมนต์ชั่วคราว (กลุ่มควบคุม)

Number of specimen	Control
1	M
2	M
3	M
4	M
5	M
6	M
7	M
8	M
9	M
10	M
11	M
12	M
13	M
14	M
15	M
16	M
17	M
18	M
19	M
20	M

A = Adhesive failure

M = Mixture of adhesive and cohesive failure

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 แสดงลักษณะการแตกหักของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัด
ซิงค์ออกไซด์ยูนิออลซีเมนต์ด้วยวิธีต่างๆ

Number of specimen	Aluminum oxide	Glass bead	Removalon I	L&R	Monomer
1	M	M	M	M	M
2	M	M	M	M	M
3	M	M	M	M	M
4	M	M	M	M	M
5	M	M	M	M	M
6	M	M	M	M	M
7	M	M	M	A	M
8	M	M	A	M	M
9	M	M	M	M	M
10	M	M	M	M	M
11	M	M	M	M	M
12	M	M	M	M	A
13	M	M	M	M	M
14	M	M	M	M	M
15	M	M	M	M	M
16	M	M	M	M	M
17	M	M	M	M	M
18	M	M	M	M	M
19	M	M	M	M	M
20	M	M	M	M	M

A = Adhesive failure

M = Mixture of adhesive and cohesive failure

ตารางที่ 26 แสดงลักษณะการแตกหักของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัด
ซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจีนอลด้วยวิธีต่างๆ

Number of specimen	Aluminum oxide	Glass bead	Removalon I	L&R	Monomer
1	M	M	M	M	M
2	M	M	M	M	M
3	M	M	M	M	M
4	M	M	M	M	M
5	M	M	M	M	M
6	M	M	M	M	M
7	M	M	M	M	M
8	M	M	A	M	M
9	M	M	M	A	M
10	M	M	A	M	M
11	M	M	M	M	M
12	M	M	M	M	M
13	M	M	M	M	M
14	M	M	M	M	M
15	M	M	M	M	M
16	M	M	M	M	M
17	M	M	M	M	M
18	M	M	M	M	M
19	M	M	M	M	M
20	M	M	M	M	M

A = Adhesive failure

M = Mixture of adhesive and cohesive failure

ตารางที่ 27 แสดงลักษณะการแตกหักของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม กับเรซินซีเมนต์ หลังกำจัด
แคลเซียมไฮดรอกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ

Number of specimen	Aluminum oxide	Glass bead	Removalon I	L&R	Monomer
1	M	M	M	M	A
2	M	M	M	M	M
3	M	M	M	M	M
4	M	M	M	M	M
5	M	M	A	M	A
6	M	M	M	M	M
7	M	M	A	M	M
8	M	M	M	M	M
9	M	M	M	M	M
10	M	M	M	M	M
11	M	M	A	M	M
12	M	M	M	M	A
13	M	M	M	M	M
14	M	M	M	M	M
15	M	M	M	M	A
16	M	M	M	M	M
17	M	M	M	M	M
18	M	M	M	M	M
19	M	M	M	M	M
20	M	M	M	M	M

A = Adhesive failure

M = Mixture of adhesive and cohesive failure

ตารางที่ 28 แสดงการทดสอบกระจายตัวของข้อมูลค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยว

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

GROUP	SHEARBOND
Control	20
Normal Parameters	Mean 40.2935
	Std. Deviation 4.31029
Most Extreme Differences	Absolute .178
	Positive .178
	Negative -.117
Kolmogorov-Smirnov Z	.797
Asymp. Sig. (2-tailed)	.549
TbAl	20
Normal Parameters	Mean 39.7545
	Std. Deviation 3.22441
Most Extreme Differences	Absolute .185
	Positive .185
	Negative -.116
Kolmogorov-Smirnov Z	.828
Asymp. Sig. (2-tailed)	.499
TbGB	20
Normal Parameters	Mean 38.0005
	Std. Deviation 2.89656
Most Extreme Differences	Absolute .147
	Positive .109
	Negative -.147
Kolmogorov-Smirnov Z	.659
Asymp. Sig. (2-tailed)	.778
TbRel	20
Normal Parameters	Mean 38.1755
	Std. Deviation 4.05744
Most Extreme Differences	Absolute .132
	Positive .075
	Negative -.132
Kolmogorov-Smirnov Z	.590
Asymp. Sig. (2-tailed)	.878
TbLR	20
Normal Parameters	Mean 37.4145
	Std. Deviation 3.90284
Most Extreme Differences	Absolute .114
	Positive .098
	Negative -.114
Kolmogorov-Smirnov Z	.509
Asymp. Sig. (2-tailed)	.958
TbMo	20
Normal Parameters	Mean 36.0210
	Std. Deviation 2.63443
Most Extreme Differences	Absolute .189
	Positive .127
	Negative -.189
Kolmogorov-Smirnov Z	.847
Asymp. Sig. (2-tailed)	.470

TNAI	N		20
	Normal Parameters	Mean	40.1320
		Std. Deviation	3.17931
	Most Extreme Differences	Absolute	.186
		Positive	.145
		Negative	-.186
	Kolmogorov-Smirnov Z		.833
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.492
TNGB	N		20
	Normal Parameters	Mean	38.5885
		Std. Deviation	1.81149
	Most Extreme Differences	Absolute	.109
		Positive	.104
		Negative	-.109
	Kolmogorov-Smirnov Z		.488
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.971
TNReI	N		20
	Normal Parameters	Mean	35.5670
		Std. Deviation	4.97510
	Most Extreme Differences	Absolute	.139
		Positive	.121
		Negative	-.139
	Kolmogorov-Smirnov Z		.619
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.838
TNLR	N		20
	Normal Parameters	Mean	39.4380
		Std. Deviation	4.98423
	Most Extreme Differences	Absolute	.183
		Positive	.103
		Negative	-.183
	Kolmogorov-Smirnov Z		.820
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.512
TNMo	N		20
	Normal Parameters	Mean	38.3980
		Std. Deviation	4.05826
	Most Extreme Differences	Absolute	.155
		Positive	.109
		Negative	-.155
	Kolmogorov-Smirnov Z		.693
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.722
DAI	N		20
	Normal Parameters	Mean	39.8400
		Std. Deviation	2.71733
	Most Extreme Differences	Absolute	.163
		Positive	.123
		Negative	-.163
	Kolmogorov-Smirnov Z		.727
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.665
DGB	N		20
	Normal Parameters	Mean	39.3725
		Std. Deviation	2.63832
	Most Extreme Differences	Absolute	.144
		Positive	.119
		Negative	-.144
	Kolmogorov-Smirnov Z		.644
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.802

DReI	N		20
	Normal Parameters	Mean	32.6595
		Std. Deviation	4.23888
	Most Extreme Differences	Absolute	.129
		Positive	.129
	Negative	-.113	
	Kolmogorov-Smirnov Z	.579	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.891	
DLR	N		20
	Normal Parameters	Mean	37.5290
		Std. Deviation	4.91503
	Most Extreme Differences	Absolute	.202
		Positive	.096
	Negative	-.202	
	Kolmogorov-Smirnov Z	.904	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.388	
DMo	N		20
	Normal Parameters	Mean	31.0095
		Std. Deviation	4.67123
	Most Extreme Differences	Absolute	.103
		Positive	.103
	Negative	-.085	
	Kolmogorov-Smirnov Z	.460	
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.984	

- a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึด
เฉื่อยของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.790	15	304	.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2128.759	15	141.917	9.714	.000
Within Groups	4441.146	304	14.609		
Total	6569.906	319			

Robust Tests of Equality of Means

	Statistic	df1	df2	Sig.
Welch	8.141	15	114.598	.000
Brown- Forsythe	9.714	15	248.682	.000

a Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 30 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทางของค่าความแข็งแรงของแรงยึดเฉื่อย
ของเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1978.221	14	141.301	9.851	.000
Intercept	420975.480	1	420975.480	29347.728	.000
CEMENT	299.999	2	149.999	10.457	.000
TECHNIQUE	1032.427	4	258.107	17.994	.000
CEMENT * TECHNIQUE	645.795	8	80.724	5.628	.000
Error	4088.153	285	14.344		
Total	427041.854	300			
Corrected Total	6066.374	299			

a Computed using alpha = .05

b R Squared = .326 (Adjusted R Squared = .293)

ตารางที่ 31 แสดงค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยเมื่อจำแนกตามชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดและวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธี ไม่รวมกลุ่มควบคุมโดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทนเสน

Multiple Comparisons

Tamhane

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	TbAI	.5390	1.20365	1.000	-4.1418	5.2198
	TbGB	2.2930	1.16122	.999	-2.2500	6.8360
	TbRel	2.1180	1.32366	1.000	-2.9925	7.2285
	TbLR	2.8790	1.30021	.982	-2.1439	7.9019
	TbMo	4.2725	1.12958	.076	-.1743	8.7193
	TNAI	.1615	1.19763	1.000	-4.4992	4.8222
	TNGB	1.7050	1.04547	1.000	-2.5245	5.9345
	TNRel	4.7265	1.47191	.279	-.9653	10.4183
	TNLR	.8555	1.47345	1.000	-4.8426	6.5536
	TNMo	1.8955	1.32378	1.000	-3.2155	7.0065
	DAI	.4535	1.13935	1.000	-4.0224	4.9294
	DGB	.9210	1.13003	1.000	-3.5272	5.3692
	DRel	7.6340(*)	1.35179	.000	2.4165	12.8515
	DLR	2.7645	1.46178	1.000	-2.8864	8.4154
	DMo	9.2840(*)	1.42125	.000	3.7953	14.7727
TbAI	Control	-.5390	1.20365	1.000	-5.2198	4.1418
	TbGB	1.7540	.96920	1.000	-1.9907	5.4987
	TbRel	1.5790	1.15887	1.000	-2.9154	6.0734
	TbLR	2.3400	1.13201	.996	-2.0438	6.7238
	TbMo	3.7335(*)	.93105	.034	.1265	7.3405
	TNAI	-.3775	1.01254	1.000	-4.2855	3.5305
	TNGB	1.1660	.82699	1.000	-2.1093	4.4413
	TNRel	4.1875	1.32568	.336	-1.0108	9.3858
	TNLR	.3165	1.32739	1.000	-4.8892	5.5222
	TNMo	1.3565	1.15901	1.000	-3.1385	5.8515
	DAI	-.0855	.94289	1.000	-3.7345	3.5635
	DGB	.3820	.93160	1.000	-3.2269	3.9909
	DRel	7.0950(*)	1.19090	.000	2.4675	11.7225
	DLR	2.2255	1.31443	1.000	-2.9247	7.3757
	DMo	8.7450(*)	1.26920	.000	3.7876	13.7024
TbGB	Control	-2.2930	1.16122	.999	-6.8360	2.2500
	TbAI	-1.7540	.96920	1.000	-5.4987	1.9907
	TbRel	-.1750	1.11474	1.000	-4.5207	4.1707
	TbLR	.5860	1.08679	1.000	-3.6420	4.8140
	TbMo	1.9795	.87551	.973	-1.4024	5.3614
	TNAI	-2.1315	.96172	.982	-5.8463	1.5833
	TNGB	-.5880	.76392	1.000	-3.5906	2.4146
	TNRel	2.4335	1.28728	1.000	-2.6516	7.5186
	TNLR	-1.4375	1.28904	1.000	-6.5302	3.6552
	TNMo	-.3975	1.11489	1.000	-4.7438	3.9488
	DAI	-1.8395	.88809	.996	-5.2684	1.5894
	DGB	-1.3720	.87609	1.000	-4.7561	2.0121

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
TbRel	DRel	5.3410(*)	1.14800	.006	.8543	9.8277
	DLR	.4715	1.27569	1.000	-4.5634	5.5064
	DMo	6.9910(*)	1.22903	.000	2.1574	11.8246
	Control	-2.1180	1.32366	1.000	-7.2285	2.9925
	TbAI	-1.5790	1.15887	1.000	-6.0734	2.9154
	TbGB	.1750	1.11474	1.000	-4.1707	4.5207
	TbLR	.7610	1.25887	1.000	-4.0984	5.6204
	TbMo	2.1545	1.08174	.999	-2.0868	6.3958
	TNAI	-1.9565	1.15262	1.000	-6.4293	2.5163
	TNGB	-.4130	.99359	1.000	-4.4154	3.5894
	TNRel	2.6085	1.43552	1.000	-2.9532	8.1702
	TNLR	-1.2625	1.43710	1.000	-6.8308	4.3058
	TNMo	-.2225	1.28320	1.000	-5.1751	4.7301
	DAI	-1.6645	1.09194	1.000	-5.9373	2.6083
	DGB	-1.1970	1.08221	1.000	-5.4397	3.0457
TbLR	DRel	5.5160(*)	1.31208	.018	.4510	10.5810
	DLR	.6465	1.42514	1.000	-4.8726	6.1656
	DMo	7.1660(*)	1.38353	.001	1.8163	12.5157
	Control	-2.8790	1.30021	.982	-7.9019	2.1439
	TbAI	-2.3400	1.13201	.996	-6.7238	2.0438
	TbGB	-.5860	1.08679	1.000	-4.8140	3.6420
	TbRel	-.7610	1.25887	1.000	-5.6204	4.0984
	TbMo	1.3935	1.05291	1.000	-2.7246	5.5116
	TNAI	-2.7175	1.12562	.921	-7.0787	1.6437
	TNGB	-1.1740	.96213	1.000	-5.0387	2.6907
	TNRel	1.8475	1.41393	1.000	-3.6390	7.3340
	TNLR	-2.0235	1.41553	1.000	-7.5167	3.4697
	TNMo	-.9835	1.25900	1.000	-5.8434	3.8764
	DAI	-2.4255	1.06339	.971	-6.5769	1.7259
	DGB	-1.9580	1.05340	1.000	-6.0776	2.1616
TbMo	DRel	4.7550	1.28842	.081	-.2209	9.7309
	DLR	-.1145	1.40338	1.000	-5.5574	5.3284
	DMo	6.4050(*)	1.36111	.004	1.1360	11.6740
	Control	-4.2725	1.12958	.076	-8.7193	.1743
	TbAI	-3.7335(*)	.93105	.034	-7.3405	-.1265
	TbGB	-1.9795	.87551	.973	-5.3614	1.4024
	TbRel	-2.1545	1.08174	.999	-6.3958	2.0868
	TbLR	-1.3935	1.05291	1.000	-5.5116	2.7246
	TNAI	-4.1110(*)	.92326	.009	-7.6860	-.5360
	TNGB	-2.5675	.71490	.117	-5.3605	.2255
	TNRel	.4540	1.25881	1.000	-4.5533	5.4613
	TNLR	-3.4170	1.26061	.741	-8.4321	1.5981
	TNMo	-2.3770	1.08189	.986	-6.6189	1.8649
	DAI	-3.8190(*)	.84629	.007	-7.0856	-.5524
	DGB	-3.3515(*)	.83369	.031	-6.5692	-.1338
DRel	3.3615	1.11598	.456	-1.0268	7.7498	
DLR	-1.5080	1.24695	1.000	-6.4637	3.4477	

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
TNAI	DMo	5.0115(*)	1.19918	.028	.2635	9.7595
	Control	-.1615	1.19763	1.000	-4.8222	4.4992
	TbAI	.3775	1.01254	1.000	-3.5305	4.2855
	TbGB	2.1315	.96172	.982	-1.5833	5.8463
	TbRel	1.9565	1.15262	1.000	-2.5163	6.4293
	TbLR	2.7175	1.12562	.921	-1.6437	7.0787
	TbMo	4.1110(*)	.92326	.009	.5360	7.6860
	TNGB	1.5435	.81821	1.000	-1.6937	4.7807
	TNRel	4.5650	1.32022	.170	-.6167	9.7467
	TNLR	.6940	1.32194	1.000	-4.4951	5.8831
	TNMo	1.7340	1.15277	1.000	-2.7394	6.2074
	DAI	.2920	.93520	1.000	-3.3257	3.9097
	DGB	.7595	.92382	1.000	-2.8175	4.3365
	DRel	7.4725(*)	1.18482	.000	2.8655	12.0795
DLR	2.6030	1.30892	.999	-2.5303	7.7363	
TNGB	DMo	9.1225(*)	1.26350	.000	4.1832	14.0618
	Control	-1.7050	1.04547	1.000	-5.9345	2.5245
	TbAI	-1.1660	.82699	1.000	-4.4413	2.1093
	TbGB	.5880	.76392	1.000	-2.4146	3.5906
	TbRel	.4130	.99359	1.000	-3.5894	4.4154
	TbLR	1.1740	.96213	1.000	-2.6907	5.0387
	TbMo	2.5675	.71490	.117	-.2255	5.3605
	TNAI	-1.5435	.81821	1.000	-4.7807	1.6937
	TNRel	3.0215	1.18392	.880	-1.8137	7.8567
	TNLR	-.8495	1.18583	1.000	-5.6931	3.9941
	TNMo	.1905	.99375	1.000	-3.8126	4.1936
	DAI	-1.2515	.73025	1.000	-4.1099	1.6069
	DGB	-.7840	.71562	1.000	-3.5800	2.0120
	DRel	5.9290(*)	1.03077	.001	1.7639	10.0941
DLR	1.0595	1.17130	1.000	-3.7206	5.8396	
TNRel	DMo	7.5790(*)	1.12031	.000	3.0220	12.1360
	Control	-4.7265	1.47191	.279	-10.4183	.9653
	TbAI	-4.1875	1.32568	.336	-9.3858	1.0108
	TbGB	-2.4335	1.28728	1.000	-7.5186	2.6516
	TbRel	-2.6085	1.43552	1.000	-8.1702	2.9532
	TbLR	-1.8475	1.41393	1.000	-7.3340	3.6390
	TbMo	-.4540	1.25881	1.000	-5.4613	4.5533
	TNAI	-4.5650	1.32022	.170	-9.7467	.6167
	TNGB	-3.0215	1.18392	.880	-7.8567	1.8137
	TNLR	-3.8710	1.57471	.895	-9.9487	2.2067
	TNMo	-2.8310	1.43564	.999	-8.3931	2.7311
	DAI	-4.2730	1.26759	.224	-9.3037	.7577
	DGB	-3.8055	1.25921	.466	-8.8139	1.2029
	DRel	2.9075	1.46150	.999	-2.7467	8.5617
DLR	-1.9620	1.56380	1.000	-7.9977	4.0737	
TNLR	DMo	4.5575	1.52598	.447	-1.3343	10.4493
	Control	-.8555	1.47345	1.000	-6.5536	4.8426

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
TNMo	TbAI	-.3165	1.32739	1.000	-5.5222	4.8892
	TbGB	1.4375	1.28904	1.000	-3.6552	6.5302
	TbRel	1.2625	1.43710	1.000	-4.3058	6.8308
	TbLR	2.0235	1.41553	1.000	-3.4697	7.5167
	TbMo	3.4170	1.26061	.741	-1.5981	8.4321
	TNAI	-.6940	1.32194	1.000	-5.8831	4.4951
	TNGB	.8495	1.18583	1.000	-3.9941	5.6931
	TNRel	3.8710	1.57471	.895	-2.2067	9.9487
	TNMo	1.0400	1.43722	1.000	-4.5287	6.6087
	DAI	-.4020	1.26938	1.000	-5.4405	4.6365
	DGB	.0655	1.26102	1.000	-4.9507	5.0817
	DRel	6.7785(*)	1.46306	.005	1.1179	12.4391
	DLR	1.9090	1.56525	1.000	-4.1323	7.9503
	DMo	8.4285(*)	1.52746	.000	2.5308	14.3262
	Control	-1.8955	1.32378	1.000	-7.0065	3.2155
	TbAI	-1.3565	1.15901	1.000	-5.8515	3.1385
	TbGB	.3975	1.11489	1.000	-3.9488	4.7438
	TbRel	.2225	1.28320	1.000	-4.7301	5.1751
	TbLR	.9835	1.25900	1.000	-3.8764	5.8434
	TbMo	2.3770	1.08189	.986	-1.8649	6.6189
DAI	TNAI	-1.7340	1.15277	1.000	-6.2074	2.7394
	TNGB	-.1905	.99375	1.000	-4.1936	3.8126
	TNRel	2.8310	1.43564	.999	-2.7311	8.3931
	TNLR	-1.0400	1.43722	1.000	-6.6087	4.5287
	DAI	-1.4420	1.09209	1.000	-5.7155	2.8315
	DGB	-.9745	1.08236	1.000	-5.2179	3.2689
	DRel	5.7385(*)	1.31220	.011	.6731	10.8039
	DLR	.8690	1.42525	1.000	-4.6505	6.3885
	DMo	7.3885(*)	1.38365	.001	2.0383	12.7387
	Control	-.4535	1.13935	1.000	-4.9294	4.0224
	TbAI	.0855	.94289	1.000	-3.5635	3.7345
	TbGB	1.8395	.88809	.996	-1.5894	5.2684
	TbRel	1.6645	1.09194	1.000	-2.6083	5.9373
	TbLR	2.4255	1.06339	.971	-1.7259	6.5769
	TbMo	3.8190(*)	.84629	.007	.5524	7.0856
	TNAI	-.2920	.93520	1.000	-3.9097	3.3257
	TNGB	1.2515	.73025	1.000	-1.6069	4.1099
	TNRel	4.2730	1.26759	.224	-.7577	9.3037
	TNLR	.4020	1.26938	1.000	-4.6365	5.4405
	TNMo	1.4420	1.09209	1.000	-2.8315	5.7155
DGB	DGB	.4675	.84689	1.000	-2.8014	3.7364
	DRel	7.1805(*)	1.12588	.000	2.7625	11.5985
	DLR	2.3110	1.25582	1.000	-2.6685	7.2905
	DMo	8.8305(*)	1.20839	.000	4.0567	13.6043
	Control	-.9210	1.13003	1.000	-5.3692	3.5272
	TbAI	-.3820	.93160	1.000	-3.9909	3.2269
	TbGB	1.3720	.87609	1.000	-2.0121	4.7561

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
DRel	TbRel	1.1970	1.08221	1.000	-3.0457	5.4397
	TbLR	1.9580	1.05340	1.000	-2.1616	6.0776
	TbMo	3.3515(*)	.83369	.031	.1338	6.5692
	TNAI	-.7595	.92382	1.000	-4.3365	2.8175
	TNGB	.7840	.71562	1.000	-2.0120	3.5800
	TNRel	3.8055	1.25921	.466	-1.2029	8.8139
	TNLR	-.0655	1.26102	1.000	-5.0817	4.9507
	TNMo	.9745	1.08236	1.000	-3.2689	5.2179
	DAI	-.4675	.84689	1.000	-3.7364	2.8014
	DRel	6.7130(*)	1.11644	.000	2.3233	11.1027
	DLR	1.8435	1.24736	1.000	-3.1133	6.8003
	DMo	8.3630(*)	1.19961	.000	3.6138	13.1122
	Control	-7.6340(*)	1.35179	.000	-12.8515	-2.4165
	TbAI	-7.0950(*)	1.19090	.000	-11.7225	-2.4675
	TbGB	-5.3410(*)	1.14800	.006	-9.8277	-.8543
	TbRel	-5.5160(*)	1.31208	.018	-10.5810	-.4510
	TbLR	-4.7550	1.28842	.081	-9.7309	.2209
	TbMo	-3.3615	1.11598	.456	-7.7498	1.0268
	TNAI	-7.4725(*)	1.18482	.000	-12.0795	-2.8655
	TNGB	-5.9290(*)	1.03077	.001	-10.0941	-1.7639
DLR	TNRel	-2.9075	1.46150	.999	-8.5617	2.7467
	TNLR	-6.7785(*)	1.46306	.005	-12.4391	-1.1179
	TNMo	-5.7385(*)	1.31220	.011	-10.8039	-.6731
	DAI	-7.1805(*)	1.12588	.000	-11.5985	-2.7625
	DGB	-6.7130(*)	1.11644	.000	-11.1027	-2.3233
	DLR	-4.8695	1.45130	.198	-10.4824	.7434
	DMo	1.6500	1.41047	1.000	-3.7986	7.0986
	Control	-2.7645	1.46178	1.000	-8.4154	2.8864
	TbAI	-2.2255	1.31443	1.000	-7.3757	2.9247
	TbGB	-.4715	1.27569	1.000	-5.5064	4.5634
	TbRel	-.6465	1.42514	1.000	-6.1656	4.8726
	TbLR	.1145	1.40338	1.000	-5.3284	5.5574
	TbMo	1.5080	1.24695	1.000	-3.4477	6.4637
	TNAI	-2.6030	1.30892	.999	-7.7363	2.5303
	TNGB	-1.0595	1.17130	1.000	-5.8396	3.7206
	TNRel	1.9620	1.56380	1.000	-4.0737	7.9977
	TNLR	-1.9090	1.56525	1.000	-7.9503	4.1323
	TNMo	-.8690	1.42525	1.000	-6.3885	4.6505
	DAI	-2.3110	1.25582	1.000	-7.2905	2.6685
	DMo	DGB	-1.8435	1.24736	1.000	-6.8003
DRel		4.8695	1.45130	.198	-.7434	10.4824
DMo		6.5195(*)	1.51621	.014	.6662	12.3728
Control		-9.2840(*)	1.42125	.000	-14.7727	-3.7953
TbAI		-8.7450(*)	1.26920	.000	-13.7024	-3.7876
TbGB		-6.9910(*)	1.22903	.000	-11.8246	-2.1574
TbRel		-7.1660(*)	1.38353	.001	-12.5157	-1.8163
TbLR		-6.4050(*)	1.36111	.004	-11.6740	-1.1360

(I) GROUP	(J) GROUP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	TbMo	-5.0115(*)	1.19918	.028	-9.7595	-.2635
	TNAI	-9.1225(*)	1.26350	.000	-14.0618	-4.1832
	TNGB	-7.5790(*)	1.12031	.000	-12.1360	-3.0220
	TNRel	-4.5575	1.52598	.447	-10.4493	1.3343
	TNLR	-8.4285(*)	1.52746	.000	-14.3262	-2.5308
	TNMo	-7.3885(*)	1.38365	.001	-12.7387	-2.0383
	DAI	-8.8305(*)	1.20839	.000	-13.6043	-4.0567
	DGB	-8.3630(*)	1.19961	.000	-13.1122	-3.6138
	DRel	-1.6500	1.41047	1.000	-7.0986	3.7986
	DLR	-6.5195(*)	1.51621	.014	-12.3728	-.6662

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



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึด
เดือนเฉลี่ยหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.356	5	114	.045

ตารางที่ 33 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเดือนเฉลี่ยหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยู
จีนอลซีเมนต์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	243.389	5	48.678	3.843	.003
Within Groups	1444.014	114	12.667		
Total	1687.403	119			

Robust Tests of Equality of Means

	Statistic	df1	df2	Sig.
Welch	4.444	5	52.913	.002

a Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 34 แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลซีเมนต์ โดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน

Multiple Comparisons

Tamhane

(I) TECHNIQUE	(J) TECHNIQUE	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	Al2O3	.5390	1.20365	1.000	-3.2404	4.3184
	glassbeads	2.2930	1.16122	.583	-1.3686	5.9546
	removalon1	2.1180	1.32366	.848	-2.0173	6.2533
	L&R	2.8790	1.30021	.395	-1.1847	6.9427
	monomer	4.2725*	1.12958	.010	.6951	7.8499
Al2O3	control	-.5390	1.20365	1.000	-4.3184	3.2404
	glassbeads	1.7540	.96920	.706	-1.2755	4.7835
	removalon1	1.5790	1.15887	.950	-2.0529	5.2109
	L&R	2.3400	1.13201	.505	-1.2041	5.8841
	monomer	3.7335*	.93105	.004	.8178	6.6492
glassbeads	control	-2.2930	1.16122	.583	-5.9546	1.3686
	Al2O3	-1.7540	.96920	.706	-4.7835	1.2755
	removalon1	-.1750	1.11474	1.000	-3.6813	3.3313
	L&R	.5860	1.08679	1.000	-2.8275	3.9995
	monomer	1.9795	.87551	.363	-.7567	4.7157
removalon1	control	-2.1180	1.32366	.848	-6.2533	2.0173
	Al2O3	-1.5790	1.15887	.950	-5.2109	2.0529
	glassbeads	.1750	1.11474	1.000	-3.3313	3.6813
	L&R	.7610	1.25887	1.000	-3.1713	4.6933
	monomer	2.1545	1.08174	.571	-1.2617	5.5707
L&R	control	-2.8790	1.30021	.395	-6.9427	1.1847
	Al2O3	-2.3400	1.13201	.505	-5.8841	1.2041
	glassbeads	-.5860	1.08679	1.000	-3.9995	2.8275
	removalon1	-.7610	1.25887	1.000	-4.6933	3.1713
	monomer	1.3935	1.05291	.961	-1.9259	4.7129
monomer	control	-4.2725*	1.12958	.010	-7.8499	-.6951
	Al2O3	-3.7335*	.93105	.004	-6.6492	-.8178
	glassbeads	-1.9795	.87551	.363	-4.7157	.7567
	removalon1	-2.1545	1.08174	.571	-5.5707	1.2617
	L&R	-1.3935	1.05291	.961	-4.7129	1.9259

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

ตารางที่ 35 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอล

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.079	5	114	.002

ตารางที่ 36 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียูจินอลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบ Welch

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	300.920	5	60.184	3.684	.004
Within Groups	1862.603	114	16.339		
Total	2163.523	119			

Robust Tests of Equality of Means

	Statistic	df1	df2	Sig.
Welch	2.879	5	51.387	.023

a Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 37 แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังกำจัดซิงค์ออกไซด์ซีเมนต์ที่ไม่มียู
จีนอลโดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน

Multiple Comparisons

Tamhane

(I) TECHNIQUE	(J) TECHNIQUE	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	Al2O3	.1615	1.19763	1.000	-3.6009	3.9239
	glassbeads	1.7050	1.04547	.841	-1.6697	5.0797
	removalon1	4.7265*	1.47191	.040	-.1230	9.3300
	L&R	.8555	1.47345	1.000	-3.7530	5.4640
Al2O3	monomer	1.8955	1.32378	.927	-2.2402	6.0312
	control	-.1615	1.19763	1.000	-3.9239	3.6009
	glassbeads	1.5435	.81821	.657	-1.0569	4.1439
	removalon1	4.5650*	1.32022	.023	.3926	8.7374
glassbeads	L&R	.6940	1.32194	1.000	-3.4841	4.8721
	monomer	1.7340	1.15277	.898	-1.8803	5.3483
	control	-1.7050	1.04547	.841	-5.0797	1.6697
	Al2O3	-1.5435	.81821	.657	-4.1439	1.0569
removalon1	removalon1	3.0215	1.18392	.233	-.8254	6.8684
	L&R	-.8495	1.18583	1.000	-4.7029	3.0039
	monomer	.1905	.99375	1.000	-3.0077	3.3887
	control	-4.7265*	1.47191	.040	-9.3300	-.1230
L&R	Al2O3	-4.5650*	1.32022	.023	-8.7374	-.3926
	glassbeads	-3.0215	1.18392	.233	-6.8684	.8254
	L&R	-3.8710	1.57471	.246	-8.7894	1.0474
	monomer	-2.8310	1.43564	.580	-7.3271	1.6651
monomer	control	-.8555	1.47345	1.000	-5.4640	3.7530
	Al2O3	-.6940	1.32194	1.000	-4.8721	3.4841
	glassbeads	.8495	1.18583	1.000	-3.0039	4.7029
	removalon1	3.8710	1.57471	.246	-1.0474	8.7894
monomer	monomer	1.0400	1.43722	1.000	-3.4613	5.5413
	control	-1.8955	1.32378	.927	-6.0312	2.2402
	Al2O3	-1.7340	1.15277	.898	-5.3483	1.8803
	glassbeads	-.1905	.99375	1.000	-3.3887	3.0077
monomer	removalon1	2.8310	1.43564	.580	-1.6651	7.3271
	L&R	-1.0400	1.43722	1.000	-5.5413	3.4613

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

ตารางที่ 38 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึด
เหนือนเฉลี่ยหลังกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.513	5	114	.034

ตารางที่ 39 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนือนเฉลี่ยหลังกำจัดแคลเซียมไฮดรอก
ไซด์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบwelch

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1585.349	5	317.070	19.639	.000
Within Groups	1840.516	114	16.145		
Total	3425.864	119			

Robust Tests of Equality of Means

	Statistic	df1	df2	Sig.
Welch	18.421	5	52.584	.000

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 40 แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังกำจัดแคลเซียมไฮดรอกไซด์โดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมเฮน

Multiple Comparisons

Tamhane

(I) TECHNIQUE	(J) TECHNIQUE	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
control	Al2O3	.4535	1.13935	1.000	-3.1495	4.0565
	glassbeads	.9210	1.13003	1.000	-2.6576	4.4996
	removalon1	7.6340*	1.35179	.000	3.4118	11.8562
	L&R	2.7645	1.46178	.643	-1.8064	7.3354
	monomer	9.2840*	1.42125	.000	4.8430	13.7250
Al2O3	control	-.4535	1.13935	1.000	-4.0565	3.1495
	glassbeads	.4675	.84689	1.000	-2.1778	3.1128
	removalon1	7.1805*	1.12588	.000	3.6229	10.7381
	L&R	2.3110	1.25582	.693	-1.6863	6.3083
	monomer	8.8305*	1.20839	.000	4.9941	12.6669
glassbeads	control	-.9210	1.13003	1.000	-4.4996	2.6576
	Al2O3	-.4675	.84689	1.000	-3.1128	2.1778
	removalon1	6.7130*	1.11644	.000	3.1803	10.2457
	L&R	1.8435	1.24736	.913	-2.1329	5.8199
	monomer	8.3630*	1.19961	.000	4.5488	12.1772
removalon1	control	-7.6340*	1.35179	.000	-11.8562	-3.4118
	Al2O3	-7.1805*	1.12588	.000	-10.7381	-3.6229
	glassbeads	-6.7130*	1.11644	.000	-10.2457	-3.1803
	L&R	-4.8695*	1.45130	.027	-9.4090	-.3300
	monomer	1.6500	1.41047	.986	-2.7582	6.0582
L&R	control	-2.7645	1.46178	.643	-7.3354	1.8064
	Al2O3	-2.3110	1.25582	.693	-6.3083	1.6863
	glassbeads	-1.8435	1.24736	.913	-5.8199	2.1329
	removalon1	4.8695*	1.45130	.027	.3300	9.4090
	monomer	6.5195*	1.51621	.002	1.7830	11.2560
monomer	control	-9.2840*	1.42125	.000	-13.7250	-4.8430
	Al2O3	-8.8305*	1.20839	.000	-12.6669	-4.9941
	glassbeads	-8.3630*	1.19961	.000	-12.1772	-4.5488
	removalon1	-1.6500	1.41047	.986	-6.0582	2.7582
	L&R	-6.5195*	1.51621	.002	-11.2560	-1.7830

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

ตารางที่ 41 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.195	3	76	.028

ตารางที่ 42 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเป่าผงอะลูมิเนียมออกไซด์กำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.787	3	1.262	.109	.955
Within Groups	882.879	76	11.617		
Total	886.666	79			

Robust Tests of Equality of Means

	Statistic	df1	df2	Sig.
Welch	.096	3	41.802	.962

a. Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 43 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการเป่าเม็ดแก้ว

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6.696	3	76	.000

ตารางที่ 44 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเป่าเม็ดแก้วกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวโดยใช้สถิติทดสอบเวลช์

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	59.279	3	19.760	2.124	.104
Within Groups	707.006	76	9.303		
Total	766.286	79			

Robust Tests of Equality of Means

	Statistic	df1	df2	Sig.
Welch	1.659	3	40.629	.191

a Asymptotically F distributed.

ตารางที่ 45 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึด
เดือนเฉลี่ยหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์รีมูฟเวลอนวัน

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.392	3	76	.759

ตารางที่ 46 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเดือนเฉลี่ยหลังใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์
รีมูฟเวลอนวันด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	653.939	3	217.980	11.213	.000
Within Groups	1477.461	76	19.440		
Total	2131.400	79			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 47 แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์
รีมูฟเวลอนวันโดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีทูกีย์

Multiple Comparisons

	(I) CEMENT	(J) CEMENT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	control	tempbond	2.1180	1.39428	.431	-1.5445	5.7805
		tempbondNE	4.7265*	1.39428	.006	1.0640	8.3890
		dycal	7.6340*	1.39428	.000	3.9715	11.2965
	tempbond	control	-2.1180	1.39428	.431	-5.7805	1.5445
		tempbondNE	2.6085	1.39428	.249	-1.0540	6.2710
		dycal	5.5160*	1.39428	.001	1.8535	9.1785
	tempbondNE	control	-4.7265*	1.39428	.006	-8.3890	-1.0640
		tempbond	-2.6085	1.39428	.249	-6.2710	1.0540
		dycal	2.9075	1.39428	.167	-.7550	6.5700
	dycal	control	-7.6340*	1.39428	.000	-11.2965	-3.9715
		tempbond	-5.5160*	1.39428	.001	-9.1785	-1.8535
		tempbondNE	-2.9075	1.39428	.167	-6.5700	.7550

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 48 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนต์อาร์

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.241	3	76	.867

ตารางที่ 49 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังใช้สารละลายกำจัดซีเมนต์แอลแอนต์อาร์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	122.075	3	40.692	1.966	.126
Within Groups	1573.407	76	20.703		
Total	1695.482	79			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 50 แสดงการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเมื่อกำจัดซีเมนต์ชั่วคราวด้วยการเซตด้วยส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.632	3	76	.056

ตารางที่ 51 แสดงการทดสอบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเซตด้วยส่วนเหลวของอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	966.975	3	322.325	20.206	.000
Within Groups	1212.365	76	15.952		
Total	2179.340	79			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 52 แสดงการค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยหลังเซตด้วยส่วนเหลวของอะคริลิก เรซินชนิดบ่มตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีโดยเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีทูกีย์

Multiple Comparisons

	(I) CEMENT	(J) CEMENT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	control	tempbond	4.2725*	1.26302	.006	.9548	7.5902
		tempbondNE	1.8955	1.26302	.442	-1.4222	5.2132
		dycal	9.2840*	1.26302	.000	5.9663	12.6017
	tempbond	control	-4.2725*	1.26302	.006	-7.5902	-.9548
		tempbondNE	-2.3770	1.26302	.244	-5.6947	.9407
		dycal	5.0115*	1.26302	.001	1.6938	8.3292
	tempbondNE	control	-1.8955	1.26302	.442	-5.2132	1.4222
		tempbond	2.3770	1.26302	.244	-.9407	5.6947
		dycal	7.3885*	1.26302	.000	4.0708	10.7062
	dycal	control	-9.2840*	1.26302	.000	-12.6017	-5.9663
		tempbond	-5.0115*	1.26302	.001	-8.3292	-1.6938
		tempbondNE	-7.3885*	1.26302	.000	-10.7062	-4.0708

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 53 แสดงการทดสอบไคสแควร์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว 3 ชนิดโดยไม่คำนึงถึงวิธีการจัดซีเมนต์ชั่วคราว

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	3.640	3	.303	.333		
Likelihood Ratio	4.128	3	.248	.276		
Fisher's Exact Test	2.589			.393		
Linear-by-Linear Association	2.943	1	.086	.095	.057	.029
N of Valid Cases	320					

- a 4 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .81.
b The standardized statistic is 1.715.

ตารางที่ 54 แสดงการทดสอบไคสแควร์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการแตกหักของเรซินซีเมนต์กับวิธีการจัดซีเมนต์ชั่วคราว 5 วิธีโดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราว

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	14.245	5	.014	.015		
Likelihood Ratio	17.785	5	.003	.004		
Fisher's Exact Test	12.272			.011		
Linear-by-Linear Association	6.935	1	.008	.009	.005	.002
N of Valid Cases	320					

- a 6 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .81.
b The standardized statistic is 2.633.

ตารางที่ 55 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวเฉลี่ยของลักษณะการแตกหักระหว่างรอยต่อพื้นผิวเรซินซีเมนต์กับโลหะและการแตกหักแบบผสม โดยไม่คำนึงถึงชนิดของซีเมนต์ชั่วคราวและวิธีกำจัดซีเมนต์ชั่วคราว

Independent Samples 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
SHEAR BOND STRENGTH	Equal variances assumed	.473	.492	3.194	318	.002	4.0461	1.26691	1.55350	6.53866
	Equal variances not assumed			2.975	12.886	.011	4.0461	1.36023	1.10483	6.98733

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	Al	S	P	Na	Ca	Ti	Cr	Fe	Co	Ni	Zn	Mo	Pm	Ba	Re	Si
4all®	<1						25.7			61.4		11				1.5
1 control	1.269333					0.874	22.392			60.63667		11.14267	3.68733			
Temp-Bond	11.5013	0.24				0.07667	13.022	0.98733		30.37333	38.19	5.6133333				
2 TbAL	21.9487	0.243				0.83533	19.29733	0.85333		48.19733		8.21733	0.29867	0.11		
3 TbGB	10.988						22.38867	0.47667		54.136		12.01067				
4 TbRel						0.588	17.088	0.564	1.14	55.45667	1.952	10.182	12.4073		0.62	
5 TbLR	16.1467				0.428	0.33533	20.16333	1.466	1.046	48.73867		11.07067	0.60533			
6 TbMo						0.166	18.52733	0.50067		55.11067	7.314	10.41733	7.712		0.251	
	Al	S	P	Na	Ca	Ti	Cr	Fe	Co	Ni	Zn	Mo	Pm	Ba	Re	Si
TempBondNE	7.14867	0.635					9.703333	1.132	0.378	21.39933	56.86	2.738667				
7 TNAL	21.2307					0.91	19.88	0.068		48.006		9.904667				
8 TNGB	16.752					0.144	20.896	0.224	1.068	49.214		11.11533	0.58267			
9 TNRel				13.87		0.28333	11.47267	0.07667		37.818	17.505	7.877333	9.65467		0.134	
10 TNLR					0.113	0.424	20.32333	0.17467		56.55067		15.17467	7.23933			
11 TNMo	17.6613					0.41067	19.732	0.202		47.32333	4.6133	10.07333				
	Al	S	P	Na	Ca	Ti	Cr	Fe	Co	Ni	Zn	Mo	Pm	Ba	Re	Si
Dycal	13.9153	0.453	2.068		16.4	3.0587	15.00333	0.86533		33.514	7.462	6.003333				
12 DAL	21.0707					0.874	19.626	1.13867		48.39133		8.898667				
13 DGB	14.7073					0.11667	21.52867	0.228		51.82933		11.59				
14 DRel						1.31333	19.10667	0.15467		58.53133		11.17067	9.722			
15 DLR	12.814				0.233	0.09533	21.468	0.52467		52.96067		11.22867	0.68067			
16 DMo					8.52	1.77533	18.02533			53.71		8.284667	9.46267		0.223	

ตารางที่ 56 แสดงองค์ประกอบของธาตุโลหะผสมตามบริษัทผู้ผลิต(4all®) และองค์ประกอบของธาตุโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมบนพื้นผิวของกลุ่มตัวอย่างต่างๆ จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอ็กซ์เรย์สเปกโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน(EDS)

(ตัวเลขใหญ่และทึบแสดงค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของธาตุนั้นๆซึ่งวิเคราะห์ด้วยเครื่องEDSพบทั้ง 5 จุดใน 3 ชั้นตัวอย่าง)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปราณปรียา ใจธีรภาพกุล เกิดที่กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2521 สัญชาติไทย ด้านการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทันตแพทยศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) เมื่อพ.ศ.2543 จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้านการทำงาน พ.ศ.2544 – ปัจจุบัน รัับราชการตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันเป็นสมาชิกทันตแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย