

41

การเปรียบเทียบกำลังแรงเฉือน/ปอก ในการยึดแบริกเกิดโลหะกับผิวพอร์ซเลน
โดยใช้ไซเลนไพรมเมอร์ต่างชนิดร่วมกับการเตรียมผิวพอร์ซเลน 3 วิธี



นายนพกุล จันทรส่องแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชา ทัศนกรรมจัดพิมพ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-301-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 16990571

Comparative shear/peel bond strength of metal bracket bonded to porcelain with different types of silane primer in three types of porcelain surface preparation.



Mr. Noppadon Chanpongsaeng

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Orthodontics

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-633-301-1

การเปรียบเทียบกำลังแรงเฉือน/ปอก ในการยึดแบริกเกิดโลหะกับผิวพอร์ซเลน
โดยใช้ไซเลนไพโรเมอร์ต่างชนิดร่วมกับการเตรียมผิวพอร์ซเลน 3 วิธี



นายนพภูล จันทรผ่องแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชา ทัศนกรรมจัดพิมพ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-301-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบกำลังแรงเฉือน/ปอก ในการยึดแบริกเกิดโลหะกับ
ผิวพอร์ซเลน โดยใช้ไซเลนไพรมเมอร์ต่างชนิดร่วมกับการ
เตรียมผิวพอร์ซเลน 3 วิธี

โดย

นายนพภูฏ จันทรผ่องแสง

ภาควิชา

ทันตกรรมจัดฟัน

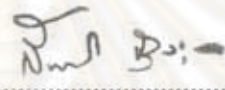
อาจารย์ที่ปรึกษา

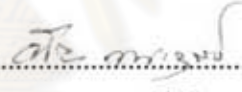
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์กนก สรเทศน์

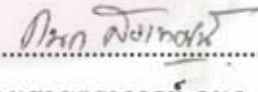
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

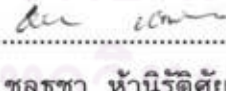
ดร. ชลธชา ห่านิรัตติศัย

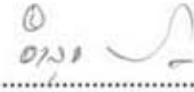
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา มหาบัณฑิต

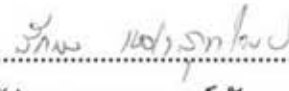

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ฤงสูววรรณ)


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีชระ เพชรคุปต์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กนก สรเทศน์)


.....กรรมการ
(ดร. ชลธชา ห่านิรัตติศัย)


.....กรรมการ
(ดร. อารุง จันทวานิช)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รักพร เหล่าสุทธิวงษ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



นพญุล จันทรห่องแสง : การเปรียบเทียบกำลังกำลังแรงเฉือน/ลอก ในการยึดแบริกเกิดโลหะกับผิวทอร์ชเลนโดยใช้ไซเลนไพรเมอร์ต่างชนิด ร่วมกับการเตรียมทอร์ชเลน 3 วิธี (COMPARATIVE SHEAR/PEEL BOND STRENGTH OF METAL BRACKET BONDED TO PORCELAIN WITH DIFFERENT TYPES OF SILANE PRIMER IN THREE TYPES OF PORCELAIN SURFACE PREPARATION) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.กนก สรเทศน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ทพ.ดร.ชลธชา ท้านิรัลคิย 105 หน้า, ISBN 974-633-301-1

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือ ศึกษาเปรียบเทียบค่ากำลังแรงเฉือน/ลอก ในการยึดแบริกเกิดโลหะบนผิวทอร์ชเลน จำแนกตามการใช้ไซเลนไพรเมอร์ชนิดต่าง ๆ การเตรียมผิวทอร์ชเลน 3 วิธี และศึกษาผลกระทบร่วมของการใช้ไซเลนไพรเมอร์ และวิธีการเตรียมผิวทอร์ชเลน 3 วิธี ต่อค่ากำลังแรงเฉือน/ลอก

กลุ่มตัวอย่างเป็นชิ้นงานทอร์ชเลน 276 ชิ้น แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 90 ชิ้น ทำการเตรียมผิวทอร์ชเลนด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ ชัดด้วยฟิวมิสและทากรดไฮโดรฟลูออริก, กรอด้วยกรีนสโตน และทากรดไฮโดรฟลูออริก, เป่าทรายและทากรดไฮโดรฟลูออริก จากนั้นนำกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมผิวแต่ละวิธีไปทาไซเลนไพรเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ สก๊อตช์ ไทรม เซรามิก ไทรเมอร์, ออมโก้ทอร์ชเลนบอนด์ ไทรเมอร์, เคลียร์ฟิลทอร์ชเลนบอนด์ ชนิดละ 30 ชิ้น จากนั้นติดแบริกเกิดโลหะบนผิวทอร์ชเลนด้วยวัสดุยึดคอนไซส นำไปวัดค่ากำลังแรงเฉือน/ลอก ด้วยเครื่องทดสอบทั่วไป ในกลุ่มเปรียบเทียบทำการติดแบริกเกิดโลหะบนผิวเคลือบพื้นด้านใกล้กับมุมของพื้นกรามน้อย 30 ซี่ นำไปวัดค่ากำลังแรงเฉือน/ลอก ในการยึดติดแบริกเกิดด้วยวิธีเดียวกัน ผลการทดลองนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (two way fixed effect ANOVA ที่ $p < 0.05$) และภายหลังการปฏิเสธสมมติฐานใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

หอร์ชเลนที่เหลือ 6 ชิ้น นำไปเตรียมผิวด้วยวิธีต่าง ๆ วิธีละ 2 ชิ้น โดยไม่ทากรดไฮโดรฟลูออริก จากนั้นทากรดไฮโดรฟลูออริกบนผิวทอร์ชเลนวิธีละ 1 ชิ้น นำไปเปรียบเทียบลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ผลการวิจัยสรุปว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่ากำลังแรงเฉือน/ลอก ในการยึดแบริกเกิดโลหะกับผิวทอร์ชเลน จำแนกตามชนิดของไซเลนไพรเมอร์ มีความแตกต่างระหว่างวิธีการเตรียมผิวด้วยการกรอด้วยกรีนสโตนและทากรดไฮโดรฟลูออริก กับวิธีการเป่าทราย และทากรดไฮโดรฟลูออริก การใช้ไซเลนไพรเมอร์ต่างชนิด และการเตรียมผิวทอร์ชเลน 3 วิธี ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อค่ากำลังแรงเฉือน/ลอก

ภาควิชา..... วิศวกรรมจัดพื้น
สาขาวิชา..... วิศวกรรมจัดพื้น
ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิติต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ผศ. กนก สรเทศน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... ทพ.ดร.ชลธชา ท้านิรัลคิย

C665046 : MAJOR ORTHODONTIC

KEY WORD: SHEAR/PEEL BOND STRENGTH, METAL BRACKET, PORCELAIN, SILANE PRIMER

PRIMER

NOPPADON CHANPONGSAENG : COMPARATIVE SHEAR/PEEL BOND STRENGTH OF METAL BRACKET BONDED TO PORCELAIN WITH DIFFERENT TYPES OF SILANE PRIMER IN THREE TYPES OF PORCELAIN SURFACE PREPARATION. THESIS ADVISOR : ASS. PROF. KANOK SORATHESN, THESIS CO-ADVISOR : CHOLTHACHA HARNIRATTISAI, Ph.D. 105 pp. ISBN 974-633-301-1

The purposes of this study were to compare the shear/peel bond strengths of metal bracket bonded to porcelain surface using various types of silane primer with three types of porcelain surface preparation.

The samples consists of 276 bicuspid-contoured porcelain specimens, divided into 3 groups, 90 specimens each. The surfaces of each group were prepared with one of three types of porcelain surface preparation (pumice + hydrofluoric acid, greenstone + hydrofluoric acid, sandblast + hydrofluoric acid), and was divided into 3 subgroups, each subgroups was then applied with one of three types of silane primer (Scotchprime ceramic primer, Ormco porcelain bonding primer, Clearfil porcelain bond) prior to the attachment of a bicuspid bracket on the prepared surface using orthodontic bonding adhesive (Concise®). The shear/peel bond strengths were measured by using a universal testing machine at a cross head speed of 0.5 mm/min. The data were statistically analyzed using two way ANOVA and Multiple comparison at significant level of 0.05.

A scanning electron microscope was used to revealed the morphological difference of specimen surfaces following each surface preparation with and without using hydrofluoric acid.

There was no significant difference of the shear/peel bond strengths among three types of silane primer. However, significant difference of bond strength between surface preparation with greenstone + hydrofluoric acid and sandblast + hydrofluoric acid was found. There was no co-effectiveness of silane primer and surface preparation to the bond strength.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....ทันตกรรมจัดฟัน

ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....ทันตกรรมจัดฟัน

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2538

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือทางด้านวิชาการ จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์กนก สรเทศน์ ทันตแพทย์ ดร.ชลธชา ห้านิวัติชัย และ คณาจารย์ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการเตรียมชิ้นงานฟอร์ชเลนเพื่อใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณปฏิภาณ ประวิชพราหมณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนิสิตปริญญาโทและศิษย์เก่า ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน ในการรวบรวมฟันเพื่อใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.รัตน์ เสรีนิราช หัวหน้าภาควิชาจุลชีววิทยา ในการใช้ตู้อินคิวเบเตอร์ ขอกราบ ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล ในการใช้เครื่องมือทดสอบแรง ทั่วไป ขอขอบคุณคุณวสันต์ ขจรศักดิ์สุเมธ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ในการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ทันตแพทย์ รังสิ ภาวรังกูร ในการเอื้อเฟื้อเครื่องมือทดสอบแรงบางส่วน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัท แอคคอร์ด คอร์ปอเรชั่น จำกัด สำหรับแบร็กเก็ต, อคริลิกเรซิน และออมไก้ ฟอร์ช เลนบอนด์ ไซโรเมอร์ ขอขอบพระคุณบริษัท สามเอ็ม สำหรับวัสดุยึดคอนไซสและสก็อตชีไฟร์ม เซรามิก ไซโรเมอร์ ขอขอบพระคุณบริษัท อีสต์เอเซีย จำกัด สำหรับเคลียร์ฟิลล์ ฟอร์ชเลน บอนด์ ขอขอบพระคุณบริษัท หนูเด่นท์สำหรับเครื่องเป่าทรายและกรดไฮโดรฟลูออริก

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.อำรุง จันทวานิช ที่กรุณาให้คำปรึกษาทางสถิติ สำหรับการวิเคราะห์วิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์กนก สรเทศน์ สำหรับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล การถ่ายรูป และการสแกน ภาพในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยสำหรับทุนอุดหนุนการวิจัยนี้

ขอกราบขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและ ตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่ได้ให้กำลังใจ คำแนะนำและการ สนับสนุนจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

นพปฎล จันท์ผ่องแสง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
คำจำกัดความ.....	7
2. วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง	
แบรกเกิด.....	8
วัสดุยึด.....	11
- ลักษณะการยึดของวัสดุ.....	11
- ประเภทของวัสดุยึด.....	16
พอร์ชเลนทางทันตกรรม.....	17
การเตรียมผิวพอร์ชเลน.....	22
- การเตรียมผิวพอร์ชเลนให้ขรุขระด้วยวิธีเชิงกล.....	22
- การเตรียมผิวพอร์ชเลนให้ขรุขระด้วยกรด.....	25
ไซเลนไพรเมอร์.....	28
การศึกษาการยึดคอมโพสิตเรซินบนผิวพอร์ชเลน.....	37
การศึกษาการยึดติดแบรกเกิดโลหะบนผิวพอร์ชเลน.....	39

สารบัญ (ต่อ)

3. ระเบียบวิธีวิจัย	
ประชากร.....	41
กลุ่มตัวอย่าง.....	41
การรวบรวมข้อมูล.....	41
ตัวแปรของการวิจัย.....	61
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	69
เอกสารอ้างอิง.....	75
ภาคผนวก.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	92

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย(Mean)กำลังแรงเฉือน/ปอก(นิวตัน/ตร.มม) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)สัมประสิทธิ์ของการกระจาย(C.V.)...	64
ตารางที่ 2 แสดงค่าความต้านทานแรงเฉือน/ปอก (นิวตัน) ของ แบรกกัดโลหะบนผิวพอร์ซเลน ในกลุ่มทดลองที่ใช้สก็อตช์ไพร์ม เซรามิก ไพร์เมอร์ และเตรียมผิวพอร์ซเลนด้วยวิธีต่าง ๆ.....	81
ตารางที่ 3 แสดงค่าความต้านทานแรงเฉือน/ปอก (นิวตัน) ของแบรกกัด โลหะบนผิวพอร์ซเลน ในกลุ่มทดลองที่ใช้ฮ่อมโก้ พอร์ซเลน บอนดิง ไพร์เมอร์ และเตรียมผิวพอร์ซเลนด้วยวิธีต่าง ๆ.....	82
ตารางที่ 4 แสดงค่าความต้านทานแรงเฉือน/ปอก (นิวตัน) ของแบรกกัด โลหะบนผิวพอร์ซเลน ในกลุ่มทดลองที่ใช้เคลียร์ฟิล พอร์ซเลน บอนด์ และเตรียมผิวพอร์ซเลนด้วยวิธีต่าง ๆ.....	83
ตารางที่ 5 แสดงค่ากำลังแรงเฉือน/ปอก (นิวตัน/ตร.มม.) ของแบรกกัด โลหะบนผิวพอร์ซเลน ในกลุ่มทดลองที่ใช้สก็อตช์ไพร์ม เซรามิก ไพร์เมอร์ และเตรียมผิวพอร์ซเลนด้วยวิธีต่าง ๆ.....	84
ตารางที่ 6 แสดงค่ากำลังแรงเฉือน/ปอก (นิวตัน/ตร.มม.) ของแบรกกัด โลหะบนผิวพอร์ซเลน ในกลุ่มทดลองที่ใช้ฮ่อมโก้ พอร์ซเลน บอนดิง ไพร์เมอร์ และเตรียมผิวพอร์ซเลนด้วยวิธีต่าง ๆ.....	85
ตารางที่ 7 แสดงค่ากำลังแรงเฉือน/ปอก (นิวตัน/ตร.มม.) ของแบรกกัด โลหะบนผิวพอร์ซเลน ในกลุ่มทดลองที่ใช้เคลียร์ฟิล พอร์ซเลน บอนด์ และเตรียมผิวพอร์ซเลนด้วยวิธีต่าง ๆ.....	86
ตารางที่ 8 แสดงค่าแรงเฉือน/ปอกและค่ากำลังแรงเฉือน/ปอกในการยึด แบรกกัดโลหะกับฟันกรามน้อย.....	87
ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (two way fixed effect ANOVA)ของค่ากำลังแรงเฉือน/ปอก.....	89
ตารางที่ 10, 11, 12 แสดงการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison) ด้วยวิธีของทูกี้ (Tukey)ของค่าเฉลี่ยกำลังแรงเฉือน/ปอก จำแนกตามวิธีเตรียมผิวพอร์ซเลน.....	90

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบของแบรกก์เกิด.....	9
รูปที่ 2 แสดงการยึดแบบจีโอเมตริกคอล.....	12
รูปที่ 3 แสดงลักษณะที่เรซินแทรกซึมเข้าไปในผิวเคลือบฟันที่ถูกกรดกัด.....	12
รูปที่ 4 แสดงการยึดของวัสดุจากการหดตัว เป็นผลจากการยึดแบบ รีโอบีคอลล.....	13
รูปที่ 5 แผนภาพแสดงพันธะโควาเลนต์.....	13
รูปที่ 6 การยึดโดยแรงแวนเดอร์วาลส์ ของ H ₂ O แต่ละโมเลกุล.....	14
รูปที่ 7 แสดงการทำให้พื้นผิวเปียก I. Contact angle 105° II. Contact angle 60° III. Contact angle 0°.....	15
รูปที่ 8 แผนภาพแสดงการใช้อะตอมออกซิเจนร่วมกันของอนุภาค ซิลิกาที่อยู่ติดกัน.....	19
รูปที่ 9 แผนภาพแสดงโครงสร้างสามมิติของอนุภาคซิลิกาเกิดโดยอะตอมของ ซิลิกอน ล้อมรอบด้วยอะตอมของออกซิเจนสี่อะตอม.....	19
รูปที่ 10 แผนภาพแสดงโครงสร้างสามมิติของการเชื่อมต่อกันของ อนุภาคซิลิกาเป็นลักษณะร่างแหเนื้อแก้ว.....	20
รูปที่ 11 แสดงการยับยั้งการเกิดการกระจายของรอยร้าวในเนื้อพอร์ซเลน ชนิดที่มีอนุภาคอลูมินา.....	21
รูปที่ 12 แสดงส่วนประกอบของเครื่องไมโครเอ็ทเชอร์ ท่ออากาศ (Tub) จะเชื่อมกับแหล่งกำเนิดแรงดันอากาศ โดยมีปั๊มที่ใช้ควบคุม (PB) เพื่อควบคุมแรงดันของผงขัดที่มีขนาด 50 หรือ 90 ไมโครเมตร ผงขัดจะผ่านจากส่วนที่บรรจุ (cont) และผ่านออกจากเครื่องมือ ที่บริเวณปลายของเครื่องมือ (Nozz).....	25
รูปที่ 13 แสดงพันธะไฮโดรเจนระหว่างไซเลนกับพื้นผิวที่มีไฮดรอกซิลกรุป (a) ภายหลังจากที่พื้นผิวแห้งจะเกิดพันธะโควาเลนต์ และ ปลดปล่อยน้ำออกมา.....	29
รูปที่ 14 แสดงการเกิดพันธะเคมีระหว่างไซเลนไพโรเมอร์กับวัสดุยึดชนิด เรซินและผิวพอร์ซเลน.....	30

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ 15	แสดงภาพถ่าย SEM ของผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการกัดด้วยกรด ซึ่งมีลักษณะที่จะช่วยให้เกิดแรงยึดที่ดี.....	34
รูปที่ 16	แสดงภาพถ่าย SEM ของผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการกัดด้วยกรด และทาทับด้วยไซเลน พบว่าการใช้ไซเลนจะไม่เปลี่ยนแปลง ลักษณะพื้นผิว.....	35
รูปที่ 17	แสดงภาพถ่าย SEM บริเวณผิวสัมผัสระหว่างพื้นผิวคอมโพสิตเรซิน และผิวพอร์ซเลนที่ไม่ผ่านการกัดด้วยกรดและไม่ใช้ไซเลน พบว่า มีช่องว่างระหว่างพื้นผิวทั้งสอง.....	36
รูปที่ 18	แสดงภาพถ่าย SEM บริเวณผิวสัมผัสระหว่างพื้นผิวคอมโพสิตเรซิน กับผิวพอร์ซเลนที่ไม่ผ่านการกัดด้วยกรดแต่ทาทับไซเลน พบว่า ช่องว่างระหว่างพื้นผิวทั้งสองแคบลงกว่ารูปที่ 17.....	36
รูปที่ 19	แสดงภาพถ่าย SEM บริเวณผิวสัมผัสระหว่างพื้นผิวคอมโพสิตเรซิน กับผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการกัดด้วยกรดทาทับไซเลน และเดินทีนบอนดิง เอเจนท์ พบว่าไม่มีช่องว่างระหว่างพื้นผิวทั้งสอง และเรซินจะแทรก เข้าไปในพื้นผิวพอร์ซเลนที่ขรุขระ.....	37
รูปที่ 20	แสดงการใช้ Bondpor เป็นคัปปลิงเอเจนท์ในการยึดแบร็กเกิด กับผิวพอร์ซเลน.....	40
รูปที่ 21	แสดงกรดไฮโดรฟลูออริก 9.5% ยี่ห้ออัลตราเด็นท์ พอร์ซเลน เอิร์ท....	45
รูปที่ 22	แสดงวัสดุสก็อตซ์ไพรม์ เซรามิก ไพร์เมอร์.....	45
รูปที่ 23	แสดงวัสดุออมโก้ พอร์ซเลนบอนดิง ไพร์เมอร์.....	46
รูปที่ 24	แสดงวัสดุเคลียร์ฟิล พอร์ซเลนบอนด์.....	46
รูปที่ 25	แสดงผงพอร์ซเลนยี่ห้อ วินเทจ ของบริษัทไซฟู.....	47
รูปที่ 26	แสดง seperating media สำหรับพอร์ซเลนยี่ห้อ ISO-Stift 1709 Renfort.....	47
รูปที่ 27	แสดงเครื่องมือ Biostar Universal Pressure Moulding Machine	48
รูปที่ 28	แสดงเตาเผาพอร์ซเลนยี่ห้อ ULTRA-M-A-CDF	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ 29	แสดงหัวขั้วยางรูปถ้วย.....	49
รูปที่ 30	แสดงหัวกรอกกรีนสโตนรูปเฟลมเซป.....	49
รูปที่ 31	แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเป่าทราย ยี่ห้อไมโครเอทเซอร์ โมเดล erc-er.....	50
รูปที่ 32	แสดงตุ้มนิวเบเตอร์ ยี่ห้อ National Appliance.....	51
รูปที่ 33	แสดงเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10k.....	52
รูปที่ 34	แสดงเครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงาน และช่วยในการตั้งของเครื่อง ทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10k.....	52
รูปที่ 35	แสดงกล่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ยี่ห้อ HITACHI รุ่น S-2360N.....	53
รูปที่ 36	แสดง Pneumatic grip ทำหน้าที่ในการจับเครื่องมือช่วยในการจับ ชิ้นงาน และช่วยในการตั้งของเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10k.....	53
รูปที่ 37	แสดงตุ้มน้ำหนัก (Load cell) ของเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10k.....	54
รูปที่ 38	แสดงลักษณะการฝังพินกรามน้อยในแดนทัลสโตน.....	55
รูปที่ 39	แสดงลักษณะแผ่นพลาสติกที่ใช้จำลองลักษณะผิวพินกรามน้อย.....	55
รูปที่ 40	แสดงลักษณะชิ้นงานพอร์ชเลนที่ผ่านขบวนการเผาในเตาเผา พอร์ชเลน.....	56
รูปที่ 41	แสดงการติดแอตฮีสฟเทปบนผิวพอร์ชเลน.....	56
รูปที่ 42	แสดงชิ้นพอร์ชเลนที่ผ่านการติดแบรคเกิดในบริเวณที่ผ่านการ เตรียมผิว.....	57
รูปที่ 43	แสดงการฝังชิ้นพอร์ชเลนในวงแหวน PVC.....	57
รูปที่ 44	แสดงลักษณะการยึดเครื่องมือในการวิจัยด้วยเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10k.....	58
รูปที่ 45	แสดงลักษณะของเครื่องมือที่กระทำต่อแบรคเกิดในการทดสอบ ด้วยเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10k.....	59
รูปที่ 46	แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเหล็กในการทดสอบแรงยึดของ แบรคเกิดบนผิวพอร์ชเลน.....	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ 47	แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยกำลังแรงเฉือน/ปอก ในการยึดแบริกเก็ตโลหะกับผิวพอร์ซเลนในแต่ละกลุ่มทดลอง.....	65
รูปที่ 48	แสดงผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการขัดด้วยพิวมิส (กำลังขยาย 1000 เท่า, Bar = 50 μm).....	66
รูปที่ 49	แสดงผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการขัดด้วยพิวมิส และทากรดไฮโดรฟลูออริก (กำลังขยาย 1000 เท่า, Bar = 50 μm).....	66
รูปที่ 50	แสดงผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเป่าทราย (กำลังขยาย 1000 เท่า, Bar = 50 μm).....	67
รูปที่ 51	แสดงผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเป่าทราย และทากรดไฮโดรฟลูออริก (กำลังขยาย 1000 เท่า, Bar = 50 μm).....	67
รูปที่ 52	แสดงผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการกรอด้วยหัวกรอกรีนสโตน (กำลังขยาย 1000 เท่า, Bar = 50 μm).....	68
รูปที่ 53	แสดงผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการกรอด้วยหัวกรอกรีนสโตน และทากรดไฮโดรฟลูออริก (กำลังขยาย 1000 เท่า, Bar = 50 μm).....	68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย