บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากร

ประชากรของการวิจัยเป็นแบรกเก็ตเซรามิกของฟันกรามน้อย ซึ่งมีบริษัทตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย ได้แก่

1.1 แบรกเก็ตเซรามิกฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานของบริษัท Unitek ที่มีชื่อทางการค้าว่า Transcend

1.2 แบรกเก็ตเซรามิกฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานของบริษัท Ormco ที่มีชื่อทางการค้าว่า Lumina

1.3 แบรกเก็ตเซรามิกฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานของบริษัท Dentaurum ที่มีชื่อทางการค้าว่า Fascination

1.4 แบรกเก็ตเซรามิกฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานของบริษัท T.P. orthodontics ที่มีชื่อทางการค้าว่า Ceramaflex

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นแบรกเก็ตเซรามิกที่ใช้สำหรับฟันกรามน้อย จำนวน 240 ตัว ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยเจาะจงบริษัทผู้ผลิตและเจาะจงใช้แบรกเก็ตเซรามิกสำหรับฟันกรามน้อยแท้ซี่แรก ประกอบด้วย

2.1 แบรกเก็ตเซรามิกฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานรุ่น Transcend ของบริษัท Unitek จำนวน 60 ตัว

2.2 แบรกเก็ตเซรามิกฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานรุ่น Lumina ของบริษัท Ormco จำนวน 60 ตัว โดยมีเลขระหัสสินค้า 7400202

2.3 แบรกเก็ตเซรามิกฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานรุ่น Fascination ของบริษัท Dentaurum จำนวน 60 ตัว โดยมีเลขระหัสสินค้า 700-003-00

2.4 แบรกเก็ตเซรามิกฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานรุ่น Ceramaflex ของบริษัท T.P. orthodontics จำนวน 60 ตัว โดยมีเลขระหัสสินค้า 297-532

ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้คือ

1. เป็นแบรกเก็ตเซรามิกชนิด Standard Edgewise มีความกว้างของร่องแบรกเก็ตเท่ากับ 0.018 นิ้ว

2. บริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ตเซรามิกมีลักษณะการยึดติดต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก. เป็นการยึดติดแบบพันธะเคมี ได้แก่แบรกเก็ตเซรามิกของบริษัท Unitek

ข. เป็นการยึดติดแบบเชิงกล ได้แก่แบรกเก็ตเซรามิกของบริษัท Ormco

ค. เป็นการยึดติดแบบเชิงกลและพันธะเคมีร่วมกันได้แก่แบรกเก็ตเซรามิกของบริษัท Dentaurum

ง. เป็นการยึดติดแบบเชิงกลและพันธะเคมีร่วมกัน แต่มีลักษณะของฐานแบรกเก็ตเป็นวัสดุโพลิคาร์บอเนต ได้แก่แบรกเก็ตเซรามิกของบริษัท T.P. orthodontics

3. การรวบรวมข้อมูล

หาค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตเซรามิก ด้วยการวัดค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือน/ปอกโดยใช้เครื่อง Universal testing DDS-10T

ตรวจดูบริเวณที่มีความล้มเหลวของการยึดติดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์สามมิติ

การบันทึกข้อมูล

บันทึกค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตเซรามิกแต่ละชนิด ชนิดละ 60 ตัว

บันทึกบริเวณที่มีความล้มเหลวของการยึดติดของฟันกรามน้อย 240 ซี่

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 เครื่องทดสอบแรงทั่วไป รุ่น DDS-10T (Universal testing machine, model DDS-10T) ของบริษัท Shimazu

เป็นเครื่องมือศึกษาคุณสมบัติเชิงกล (Mechanical properties) ของวัสดุโดยวัดค่าเป็นแรง ซึ่งมี 4 ลักษณะ คือแรงดึง (Tensile force) แรงอัด (Compressive force) แรงดัดโค้ง (Bending-force) และแรงบิด (Torsion force)

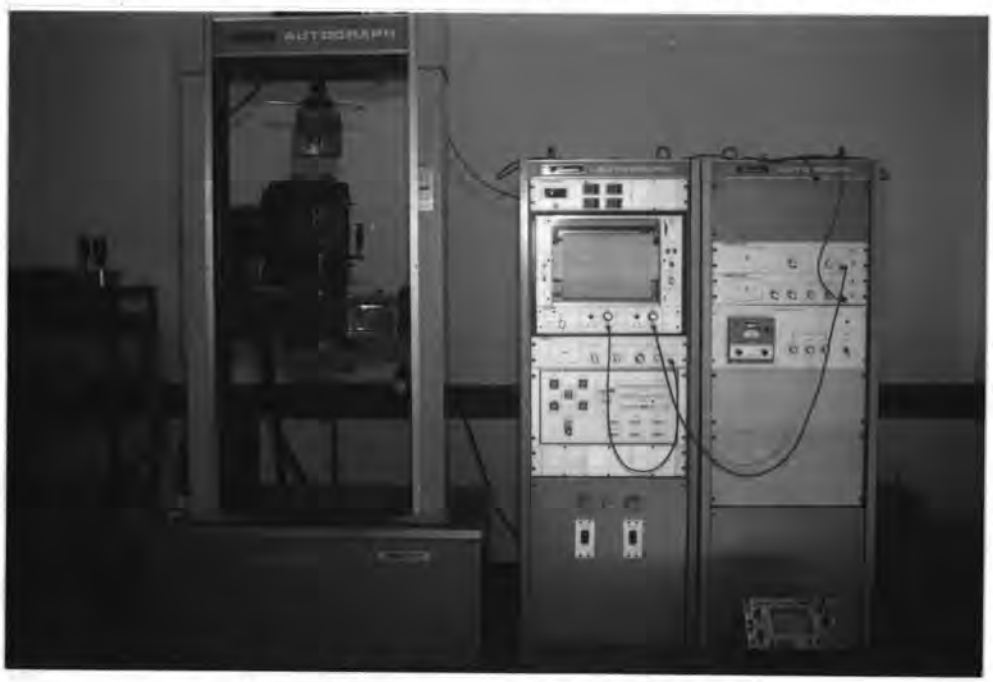
ส่วนประกอบของเครื่อง

4.1.1 Fixed head เป็นส่วนของเครื่องมือซึ่งอยู่กับที่มีตุ้มน้ำหนัก (Load cell) ให้เลือกได้หลายขนาดตามชิ้นงานที่ทดสอบ ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ตุ้มน้ำหนักขนาด 100 กิโลกรัม

4.1.2 Cross head เป็นส่วนของเครื่องมือซึ่งเคลื่อนที่ และทำให้เกิดแรงต่อวัสดุ เลือกใช้ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที

4.1.3 Pneumatic grip คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการจับชิ้นงานของ Fixed head และ Cross head ซึ่งทำงานโดยใช้แรงอัดของลม 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

4.1.4 Plotter เป็นส่วนที่ทำหน้าที่บันทึกค่าของแรงที่วัดได้จากเครื่องลงบนกระดาษกราฟ



รูปที่ 15 เครื่องทดสอบแรงทั่วไป รุ่น DDS-10T

4.2 เครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงาน และช่วยในการดึงของเครื่องทดสอบแรงทั่วไป DDS-10T เป็นเครื่องมือซึ่งออกแบบ และประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองนี้โดยเฉพาะเพื่อให้

4.2.1 ส่วนที่ติดกับ Fixed head ของเครื่องเป็นส่วนที่ใช้ในการจับตัวอย่างฟันที่ใช้ ในการทดลองซึ่งบรรจุอยู่ในท่อ PVC (รูปที่ 16 ก)

4.2.2 ส่วนที่ติดกับ Cross head ของเครื่องเป็นส่วนที่ใช้เป็นตัวที่ทำให้เกิดแรงกระทำต่อแบรกเก็ตเป็นแรงชนิดเฉือน/ปอก โดยเครื่องมือส่วนนี้จะมีลักษณะคล้ายสิ่ว (รูปที่16 ข)

ก ข

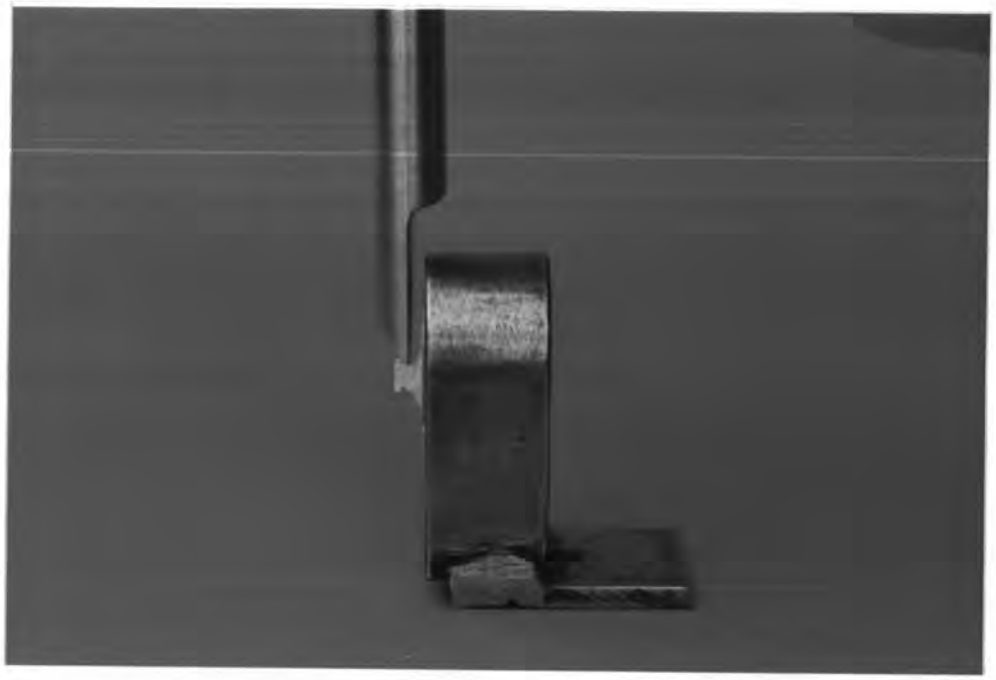
รูปที่ 16 เครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงานและช่วยในการดึงของเครื่องทดสอบแรงทั่วไป

การใช้เครื่องมือนี้ทดลองกระทำได้โดย

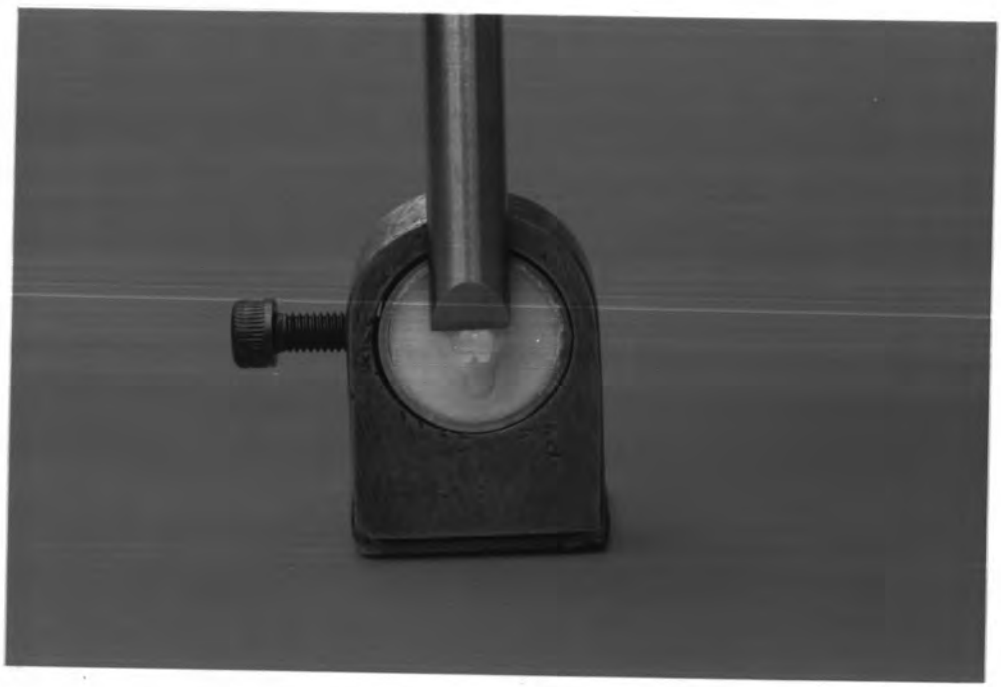
ก. นำตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ใส่ลงในช่องของเครื่องมือส่วนที่ติดกับ Fixed head

ข. ปรับแนวแกนฟันจนกระทั่งแนวปีกของแบรกเก็ตด้านบดเคี้ยวขนานกับขอบด้านในของแผ่นเหล็กที่ใช้ในการดึงจากนั้นจึงยึดตัวอย่างด้วยการไขสกรูว์ที่ใช้ในการจับยึดให้แน่น

ค. เดินเครื่องให้ Cross head เคลื่อนที่ลง เพื่อทำการวัดแรงเฉือน/ปอก ที่เกิดขึ้นกับแบรกเก็ตเซรามิกบนฟันตัวอย่าง



รูปที่ 17 แสดงตำแหน่งด้านข้างของเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อช่วยในการจับยึดฟันซึ่งติดอยู่กับส่วนของ Cross Head (ก) และส่วนที่ช่วยในการดึงแบรกเก็ตเซรามิกซึ่งติดอยู่กับส่วนของ Fixed Head (ข) ก่อนเดินเครื่องเพื่อทำการทดสอบความต้านทานต่อแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ต



รูปที่ 18 แสดงตำแหน่งด้านหน้าของเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อช่วยในการจับยึดฟันซึ่งติดอยู่กับส่วนของ Cross Head (ก) และส่วนที่ช่วยในการดึงแบรกเก็ตเซรามิกซึ่งติดอยู่กับส่วนของ Fixed Head (ข) ก่อนเดินเครื่องเพื่อทำการทดสอบความต้านทานต่อแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ต

4.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) รุ่น JSM-T220A ของบริษัท JEOL เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ช่วยสายตาประเภทกล้องจุลทรรศน์ ที่ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนฉายหรือส่องกราดไปบนผิวของตัวอย่าง ที่ต้องการจะตรวจสอบให้ได้ ข้อมูลของลักษณะพื้นผิวปรากฏ เป็นภาพขยายที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ในขณะเดียวกันก็สามารถบันทึกภาพดังกล่าวลงบนแผ่นฟิล์มได้ ใช้ศึกษาลักษณะของฐานแบรกเก็ตเซรามิกแต่ละชนิด

รูปที่ 19 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

4.4 ตู้อบฆ่าเชื้อ Memmert รุ่น UL-30 (Memmert universal ovens sterilizers-incubator type UL-30) ของบริษัท Bara Laboratary ใช้กระแสไฟฟ้าเป็นแหล่งให้กำเนิดความร้อนและควบคุมอุณภูมิให้คงที่ ความร้อนสูงสุดที่สามารถจะให้ได้คือ 220 องศาเซลเซียส ใช้ควบคุมอุณหภูมิของกลุ่มตัวอย่างที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันก่อนนำไปทดสอบ

รูปที่ 20 ตู้อบฆ่าเชื้อ Memmert รุ่น UL-30

4.5 กล้องจุลทรรศน์สามมิติ (Stereomicroscope) รุ่น MC 63 ของบริษัท Carl Zeiss เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงส่องกระทบบนผิวของตัวอย่าง ที่ต้องการตรวจสอบ เพื่อให้เห็นลักษณะพื้นผิวปรากฏ เป็นภาพขยายที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าชัดเจนยิ่งขึ้น

รูปที่ 21 กล้องจุลทรรศน์สามมิติ

5. การจัดกระทำ

5.1 ทำความสะอาดฟันกรามน้อย ที่จะนำมาทดลอง โดยการล้างคราบเลือด ขูดเศษเนื้อเยื่อรอบๆ ปลายรากฟันให้สะอาด ใช้หัวกรอความเร็วสูงตัดส่วนของรากฟันออก 2/3 ให้เหลือส่วนของตัวฟันติดอยู่กับรากฟันเล็กน้อย แช่ฟันที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วใน normal saline solution 0.9% ตรวจสอบฟันที่จะนำมาทดลอง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์สามมิติส่องดูบริเวณผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้ม ถ้าตรวจพบว่ามีความผิดปกติของผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้ม จะไม่นำฟันซี่นั้นมาทำการทดลอง

5.2 ขัดผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้มของฟันที่จะนำมาทดลอง ด้วยผงขัดอย่างละเอียดด้วยเครื่องกรอช้าและหัวขัดยางประมาณ 30 วินาที ล้างน้ำให้สะอาด เป่าให้แห้งด้วยอากาศแห้ง

5.3 ใช้กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้น 37% กัดผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้ม เป็นเวลา 60 วินาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 60 วินาที เป่าให้แห้งด้วยอากาศแห้ง จะสังเกตเห็นผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้มมีสีขาวขุ่น

5.4 ผสมวัสดุยึดติด ในชุดของ Concise ของบริษัท 3M Unitek เลขที่ระหัสสินค้า 19940505 ใช้พู่กันป้ายบริเวณผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้มที่จะติดแบรกเก็ตเซรามิก

5.5 ผสม paste ของ Concise ในเวลา 30 วินาที ป้ายที่บริเวณส่วนฐานของแบรกเก็ตเซรามิกติดแบรกเก็ตบริเวณผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้ม กดแบรกเก็ตให้แนบกับฟันมากที่สุดกำจัดวัสดุยึดติดแข็งตัวเต็มที่

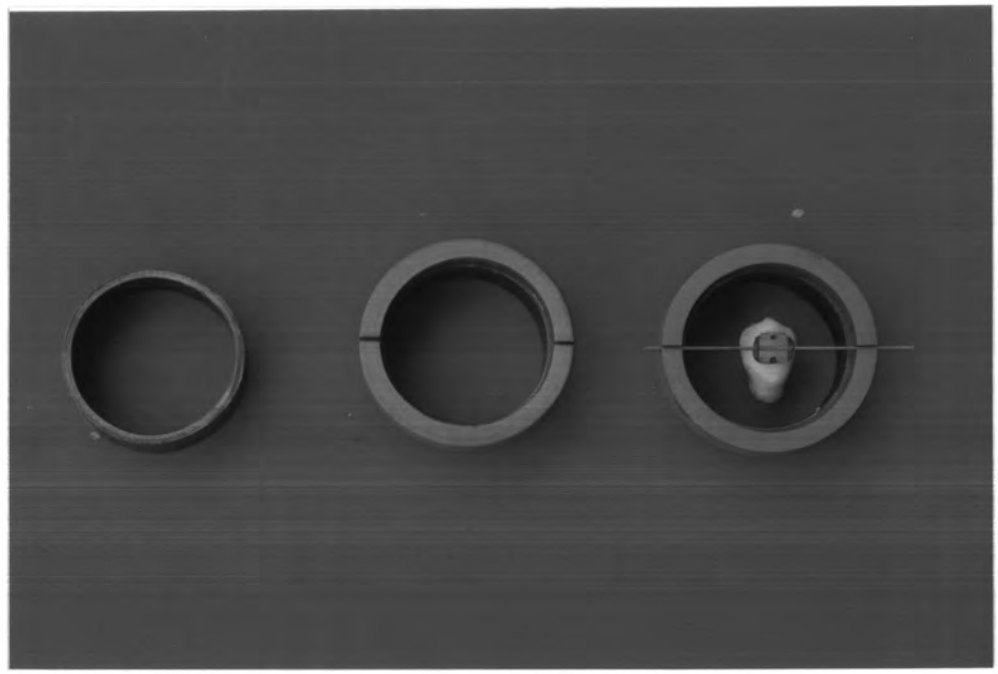
5.6 ใส่ลวดเหล็กกล้าไร้สนิม ที่ใช้ทางทันตกรรมจัดฟันขนาด 0.018นิ้ว x 0.025นิ้ว ความยาว 1 เซนติเมตร ลงในร่องแบรกเก็ตแล้วยึดด้วยยางสำหรับยึดลวด เพื่อป้องกันการยุบตัวของปีกแบรกเก็ต และเพื่อจัดตำแหน่งของฟันในวงแหวน PVC

5.7 เตรียมวงแหวน PVC เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 2 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร และมีความหนา 1 มิลลิเมตร โรยผงอะคริลิก และส่วนเหลวโมโนเมอร์ลงในวงแหวน PVC ที่ได้เตรียมไว้จน เกือบถึงขอบด้านบน นำส่วนของตัวฟันที่ติดแบรกเก็ตเซรามิกเรียบร้อยแล้ว ฝังลงในอะคริลิกโดยให้เหลือ ผิวฟันด้านใกล้แก้มโผล่พ้นอะคริลิกขึ้นมา (ดังรูปที่ 22)

5.8 เมื่ออะคริลิก ที่ฝังฟันแข็งตัวเต็มที่แล้ว จึงนำฟันที่ได้ติดแบรกเก็ตเรียบร้อยแล้ว แช่ใน normal saline solution 0.9% ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน

5.9 หาค่าแรงยึดของแบรกเก็ตด้วย การวัดค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือน/ปอก โดยใช้เครื่อง universal testing DDS-1OT บันทึกข้อมูลเพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบ ค่าแรงที่วัดได้ระหว่างแบรกเก็ตเซรามิกแต่ละชนิด

5.10 นำฟันที่ได้ผ่านการดีบอนด์แล้ว มาส่องตรวจดู โดยกล้องจุลทรรศน์สามมิติ เพื่อหาบริเวณที่มีความล้มเหลวในการยึดติดของแบรกเก็ตเซรามิก



รูปที่ 22 แสดงการวางตำแหน่งของฟันที่ติดแบรกเก็ตเซรามิกเรียบร้อยแล้วลงในท่อพีวีซี

6. ตัวแปรของการวิจัย

6.1 ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระในการวิจัยครั้งนี้คือ ลักษณะของฐานแบรกเก็ตเซรามิก ที่มีลักษณะต่างๆ กันดังนี้

6.1.1 ลักษณะของฐานแบรกเก็ตเซรามิกที่มีการยึดติดแบบพันธะเคมี ได้แก่ แบรกเก็ตเซรามิกที่มีชื่อทางการค้าว่า Transcend ของบริษัท Unitek

6.1.2 ลักษณะของฐานแบรกเก็ตเซรามิกที่มีการยึดติดแบบเชิงกล ได้แก่ แบรกเก็ตเซรามิกที่มีชื่อทางการค้าว่า Lumina ของบริษัท Ormco

6.1.3 ลักษณะของฐานแบรกเก็ตเซรามิกที่มีการยึดติดแบบเชิงกลและ พันธะเคมีร่วมกัน ได้แก่แบรกเก็ตเซรามิกที่มีชื่อทางการค้าว่า Fascination ของบริษัท Dentaurum

6.1.4 ลักษณะของฐานแบรกเก็ตเซรามิกที่มีการยึดติดแบบเชิงกลและ พันธะเคมีร่วมกัน แต่มีลักษณะของฐานแบรกเก็ตเป็นวัสดุโพลีคาร์บอเนต ที่มีชื่อทางการค้าว่า Ceramaflex ของบริษัท T.P. orthodontics

6.2 ตัวแปรตาม

6.2.1 ขนาดของแรงที่ต้องใช้ในการดึงให้แบรกเก็ตเซรามิกหลุดออกจากตัวฟัน โดยเป็นแรงชนิดเฉือน/ปอก

6.2.2 บริเวณที่มีความล้มเหลวของการยึดติด ที่แบ่งเป็น 5 บริเวณ ดังนี้

6.2.2.1 บริเวณภายในผิวเคลือบฟัน

6.2.2.2 บริเวณระหว่างผิวเคลือบฟันและวัสดุยึดติด

6.2.2.3 บริเวณภายในวัสดุยึดติด

6.2.2.4 บริเวณระหว่างแบรกเก็ตและวัสดุยึดติด

6.2.2.5 บริเวณภายในแบรกเก็ต

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตเซรามิกที่มีลักษณะของฐานต่างกัน ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียวที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

7.2 การอธิบายความแตกต่างของบริเวณที่มีการล้มเหลวของในการยึดภายหลังการดีบอนด์แบรกเก็ตเซรามิกที่มีลักษณะของฐานต่างกัน ใช้สถิติเชิงพรรณนา