

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากร

ประชากร คือ ฟันปลอมติดแน่นชนิดที่มีฟอร์ชเลนเป็นส่วนประกอบภายนอกทุกซี่ของผู้ป่วยที่รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ซีนฟอร์ชเลนที่จำลองลักษณะผิวฟันด้านใกล้แก้มของฟันกรามน้อยบนซี่แรก ผิวฟอร์ชเลนมีลักษณะเรียบมัน ผ่านขั้นตอนการผลิตของห้องปฏิบัติการทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 276 ซีนได้จากการสุ่มแบบ purposive sampling

การรวบรวมข้อมูล

1. สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1.1 กรดไฮโดรฟลูออริกเข้มข้น 9.5% ยี่ห้ออัลตราเด็นท์ฟอร์ชเลนเอ็ทซ์ ของบริษัทอัลตราเด็นท์โปรดักท์ สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 21)

1.2 ไซเลนไพโรเมอร์สำหรับกลุ่มทดลองจากบริษัทต่าง ๆ ได้แก่

1.2.1 ไซเลนไพโรเมอร์ที่ผ่านการไฮโดรไลส์

1.2.1.1 สก๊อตซ์ไพร์ม เซรามิก ไพโรเมอร์ ของบริษัทสามเอ็ม สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 22)

1.2.2 ไซเลนไพโรเมอร์ที่ยังไม่ผ่านการไฮโดรไลส์

1.2.2.1 ออมโก้ ฟอร์ชเลน บอนดิงไพโรเมอร์ ของบริษัท ออมโก้ สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 23)

1.2.2.2 เคลียร์ฟิล ฟอร์ชเลนบอนด์ ของบริษัทคูราเรย์ ญี่ปุ่น (รูปที่ 24)

1.3 ผงพอร์ซเลน ยี่ห้อวินเทจของบริษัทโซฟู ญี่ปุ่น (รูปที่ 25)

1.4 separating media สำหรับพอร์ซเลน ยี่ห้อ ISO-Stift 1709 Renfort (รูปที่ 26)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือ Biostar Universal Pressure Moulding Machine ของบริษัท SCHEU-DENTAL สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 27)

2.2 เตาเผาพอร์ซเลน ยี่ห้อ ULTRA-M-A CDF ของบริษัท ยูนิเทค สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 28)

2.3 หัวขัดยางรูปถ้วย (รูปที่ 29)

2.4 หัวกรอกรีนสโตนรูปเฟลมเชป (รูปที่ 30)

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการเป่าทราย ยี่ห้อไมโครเอชเซอร์ โมเดล erc-er รุ่น 800-827-7940 ของบริษัทแคนวิลเอ็นจิเนียริง สหรัฐอเมริกา (รูปที่ 31)

2.6 ตู้อินคิวเบเตอร์ ยี่ห้อ NATIONAL APPLIACE ของบริษัท HEINICKE ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้ควบคุมอุณหภูมิของกลุ่มตัวอย่างที่ 37 องศาเซลเซียส (รูปที่ 32)

2.7 เครื่องมือทดสอบทั่วไปของ Lloyd Model LR 10 K (รูปที่ 33)

2.8 เครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงานและช่วยในการตั้งของเครื่องมือทดสอบแรงทั่วไป Lloyd Universal Testing Machine Model 10 K (รูปที่ 34)

2.9 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) ยี่ห้อ HITACHI รุ่น S-2360N ญี่ปุ่น

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมชิ้นพอร์ซเลน โดยนำฟันกรามน้อยบนซี่แรก 1 ซี่ ได้จากผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน และจำเป็นต้องถอนฟันซี่ดังกล่าวฝังในเดนทัลสโตนที่บรรจุอยู่ในกล่องขนาด 2x2x4 เซนติเมตร ทำจากแบบแผ่นซีดีฝึ่งสีชมพู โดยเหลือบริเวณด้านใกล้แก้มของตัวฟันและรากฟันโพลีฟันผิวสโตน ดังรูป 38 หลังจากสโตนแข็งตัวแกะชิ้นสโตนออกจากกล่อง ทำการตัดแต่งผิวหน้าสโตนให้เรียบ นำชิ้นงานดังกล่าวไปจำลองลักษณะผิวฟันด้านใกล้แก้มด้วยแผ่นพลาสติกอคริลิก ความหนา 0.5 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่อง Biostar Universal Pressure Moulding Machine ของบริษัท SCEU-DENTAL สหรัฐอเมริกา ที่อุณหภูมิ 220°C (427°F) เป็นเวลา 50 วินาที ปลอຍให้เย็นตัวนาน 60 วินาที นำแผ่นพลาสติกอคริลิกที่จำลองผิวฟันมาตัดแต่งส่วนเกินออก แล้วนำไปเตรียมชิ้นงานพอร์ซเลน โดยทา separating media สำหรับพอร์ซเลนยี่ห้อ ISO-Stift 1709 Renfort บริเวณด้านในของแบบจำลองผิวฟัน (รูปที่ 39) ผสมผงพอร์ซเลนชนิดที่ใช้ทำส่วนบอดี้ ยี่ห้อวินเทจของบริษัทโซฟูกับน้ำกลั่น นำมาใส่ในแบบจำลองผิวฟัน ชั้บผิวพอร์ซเลนให้แห้งแล้วถอดชิ้นพอร์ซเลน นำมา

วางบนแผ่นไฟเบอร์เทรย์ นำเข้าเตาเผาฟอร์ซเลนยี่ห้อ ULTRA-M-ACDF ของบริษัท ยูนิเทค อุณหภูมิ 965°C ความดัน 700-750 มิลลิเมตรปรอท เป็นเวลา 5-7 นาที

นำชิ้นฟอร์ซเลนที่ผ่านขบวนการเผา (รูปที่ 40) จำนวน 276 ชิ้น แบ่งเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ชิ้น สำหรับการทดสอบแรงยึดด้วยวิธีต่าง ๆ และกลุ่มที่เหลือจำนวน 6 ชิ้นเพื่อใช้ตรวจจลคุณภาพผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดภายหลังการเตรียมผิว

3.2 การเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบแรง นำแอคซีลไฟท์เปจจะเป็นรูวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร มาติดบนชิ้นฟอร์ซเลน โดยให้ขอบบนของรอยเจาะอยู่ห่างจากปลายตัดของชิ้นฟอร์ซเลนเป็นระยะทาง 2 มิลลิเมตร และอยู่กึ่งกลางชิ้นฟอร์ซเลนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจำกัดบริเวณในการเตรียมพื้นผิวฟอร์ซเลน และกำหนดบริเวณที่จะยึดแบร็กเกิดบนผิวฟอร์ซเลน (รูปที่ 41)

3.3 การเตรียมผิวฟอร์ซเลนนำกลุ่มทดลองทั้ง 9 กลุ่มมาทำการเตรียมผิวดังนี้

3.3.1 กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1, 2, 3 ขัดผิวฟอร์ซเลนให้สะอาดด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้งแล้วทาด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก เข้มข้น 9.5% นาน 1 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาดนาน 1 นาที เป่าให้แห้ง

3.3.2 กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 4, 5, 6 ขัดผิวฟอร์ซเลนให้สะอาดด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง กรอผิวฟอร์ซเลนให้หยาบด้วยหัวกรอกรีนสโตนนาน 5 วินาที ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้งแล้วทาด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก เข้มข้น 9.5% นาน 1 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาดนาน 1 นาที เป่าให้แห้ง

3.3.3 กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 7, 8, 9 ขัดผิวฟอร์ซเลนให้สะอาดด้วยหัวขัดยางรูปถ้วยร่วมกับฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง เป่าทรายด้วยเครื่องไมโครเอทเซอร์เป็นเวลา 3 วินาที ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้งทาด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก เข้มข้น 9.5% นาน 1 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาดนาน 1 นาที เป่าให้แห้ง

นำกลุ่มทดลองที่ผ่านการเตรียมผิวดังกล่าวมาทาไฮเลนไพรเมอร์ชนิดต่าง ๆ ดังนี้

กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1, 4, 7 ทาด้วยสก็อตช์ไพร์ม เซรามิกไพรเมอร์ เป่าให้แห้ง
กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2, 5, 8 ทาด้วยกรดฟอสฟอริก 37% นาน 1 นาที แล้วทาทับด้วยออมโก้ ฟอร์ซเลน บอนดิง ไพร์เมอร์ จากนั้นทาทับครั้งที่สองนาน 1 นาที ล้างและเป่าให้แห้ง

กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 3, 6, 9 ผสมสารเคมี 2 ชนิดในชุดเคลียร์ฟิลฟอร์ซเลน บอนด์ ซึ่งประกอบด้วยแอคติเวเตอร์, อะคริลิซิสต์ อย่างละ 1 หยด ผสมนาน 5 วินาที ทาบนผิวฟอร์ซเลนที่ผ่านการเตรียมผิว เป่าให้แห้งนาน 2-3 วินาที

ผสมเรซินชนิดไม่มีตัวเติม (ในชุดวัสดุยึดยึดห้อยคอนไซส) ทาบนผิวพอร์ซเลนของกลุ่มการทดลองทั้ง 9 กลุ่มที่ผ่านการเตรียมผิวแล้ว จากนั้นผสมวัสดุยึดยึดห้อยคอนไซสป้ายบนฐานแบรคเก็ต รุ่นมินิไดมอนด์ สำหรับฟันกรามน้อยบนซี่แรก (Upper first premolar) กัดแบรคเก็ตให้แนบกับบริเวณที่เตรียมผิวพอร์ซเลนให้มากที่สุด กำจัดเรซินส่วนที่เกินไปนอกฐานแบรคเก็ตด้วยซิกเกิล ทั้งไว้นาน 5 นาที นำขึ้นพอร์ซเลนที่ผ่านการกัดแบรคเก็ต (รูปที่ 42) ใส่ในตู้อินควิเบเตอร์ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

กลุ่มเปรียบเทียบ ใช้ฟันกรามน้อยบนซี่แรกจำนวน 30 ซี่ นำแอคฮีลฟีเทปที่เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ติดบนด้านใกล้แก้มให้ขอบบนห่างจากบริเวณส่วนปลายฟันเป็นระยะ 2 มิลลิเมตร และอยู่กึ่งกลางฟัน ขัดผิวฟันบริเวณที่โผล่พ้นจากแอคฮีลฟีเทปให้สะอาดด้วยฟิวมิส ล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 37% ทาบริเวณดังกล่าวเป็นเวลา 1 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้งทาด้วยเรซินชนิดไม่มีตัวเติม (ในชุดวัสดุยึดยึดห้อยคอนไซส) ผสมวัสดุยึดยึดห้อยคอนไซสป้ายบนฐานแบรคเก็ต กัดให้แบรคเก็ตแนบกับผิวฟันมากที่สุด กำจัดเรซินส่วนที่เกินออกไปนอกฐานด้วยซิกเกิล ทั้งไว้นาน 5 นาที นำขึ้นตัวอย่างในกลุ่มเปรียบเทียบใส่ในตู้อินควิเบเตอร์เช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง

เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำกลุ่มทดลองทั้ง 9 กลุ่มและกลุ่มเปรียบเทียบมาใส่หลอดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 0.018 x 0.025 นิ้ว ลงในช่องแบรคเก็ตแล้วยึดลวดด้วยยางสำหรับยึดลวด จากนั้นนำขึ้นตัวอย่างทั้งหมดมาฝังในวงแหวน PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 2.5 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร หนา 1 มิลลิเมตร โดยผสมอคริลิกและน้ำโมโนเมอร์ลงในวงแหวน PVC ที่เตรียมไว้จนเกือบถึงขอบด้านบน นำขึ้นพอร์ซเลน, ฟันกรามน้อยบนซี่แรกฝังในอคริลิกโดยให้เหลือส่วนผิวของขึ้นพอร์ซเลน, ฟันกรามน้อยบนซี่แรกโผล่พ้นขอบวงแหวน PVC เป็นระยะ 2 มิลลิเมตร ซึ่งกำหนดได้โดยใช้ความหนาของแผ่นพลาสติกหนา 2 มิลลิเมตร

นำขึ้นพอร์ซเลนที่ฝังในวงแหวน PVC (รูปที่ 43) มาหาค่าแรงยึดของแบรคเก็ตต่อผิวพอร์ซเลน โดยจัดเครื่องมือให้ออกแรงกระทำต่อแบรคเก็ต (รูป 44, 45, 46) และหาค่าแรงยึดของแบรคเก็ตต่อผิวฟันด้วยการวัดค่าแรงเฉือน/ปอก โดยใช้เครื่องมือทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR10K ดึงด้วยความเร็ว 0.5 มิลลิเมตร/นาที load cell 1000 นิวตัน เพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงที่วัดได้จากการยึดแบรคเก็ตบนผิวพอร์ซเลน โดยใช้ไซเลนไพโรเมอร์ชนิดต่าง ๆ, ภายหลังการเตรียมผิวพอร์ซเลนลักษณะต่าง ๆ และเปรียบเทียบค่าแรงที่วัดได้กับกลุ่มเปรียบเทียบ อ่านค่าแรงเฉือน/ปอกได้เป็นนิวตัน โดยละเอียดถึง 0.1 นิวตัน

3.4 การตรวจสอบคุณภาพผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
นำชิ้นฟอร์ชเลนที่เหลือ 6 ชิ้นไปผ่านการเตรียมผิวด้วยเชิงกลวิธีละ 2 ชั้น จากนั้น
เลือกชิ้นงานกลุ่มละ 1 ชิ้นทาผิวด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกนาน 1 นาที ล้างและเป่าให้แห้ง นำชิ้น
งานทั้ง 6 ชิ้นไปทำความสะอาดในน้ำกลั่นด้วยเครื่อง Ultrasonic Cleanser นาน 10 นาที ทิ้งให้
แห้ง 24 ชั่วโมง นำไปฉาบทองที่ความหนา 20 นาโนเมตร นาน 2 นาที จากนั้นนำไปตรวจสอบ
ลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ยี่ห้อ HITACHI รุ่น S-2360N



รูปที่ 21 แสดงกรดไฮโดรฟลูออริก 9.5% ยี่ห้ออัลตราเด็นท์ พอร์ชเลน เอ็ทซ์



รูปที่ 22 แสดงวัสดุสก็อตช์ไพร์ม เซรามิก ไพร์เมอร์



รูปที่ 23 แสดงวัสดุอมโก้ พอร์ซเลน บอนดิง ไพรมเมอร์



รูปที่ 24 แสดงวัสดุเคลียร์ฟิล พอร์ซเลนบอนด์



รูปที่ 25 แสดงผงพอร์ซเลน ยี่ห้อวินเทจ



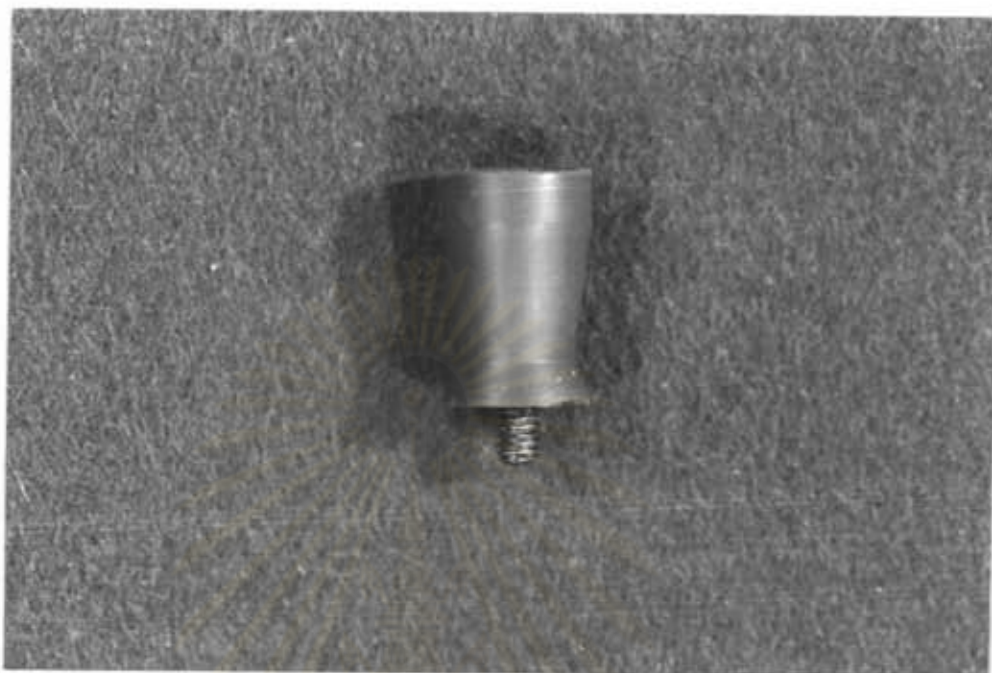
รูปที่ 26 แสดง seperating media สำหรับพอร์ซเลน ยี่ห้อ ISO-Stift 1709 Renfert



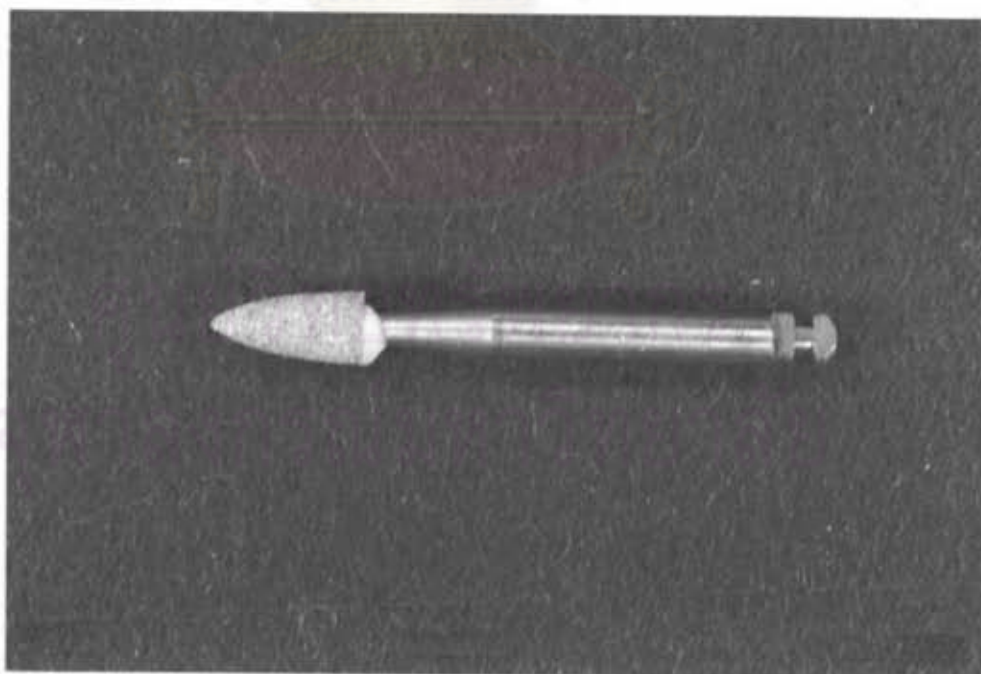
รูปที่ 27 แสดงเครื่องมือ Biostar Universal Pressure Moulding Machine



รูปที่ 28 แสดงเตาเผาพอร์ซเลน ยี่ห้อ ULTRA-M-A-CDF



รูปที่ 29 แสดงหัวขัดยางรูปถ้วย



รูปที่ 30 แสดงหัวกรอกรีนสโตนรูปเฟลมเชป



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

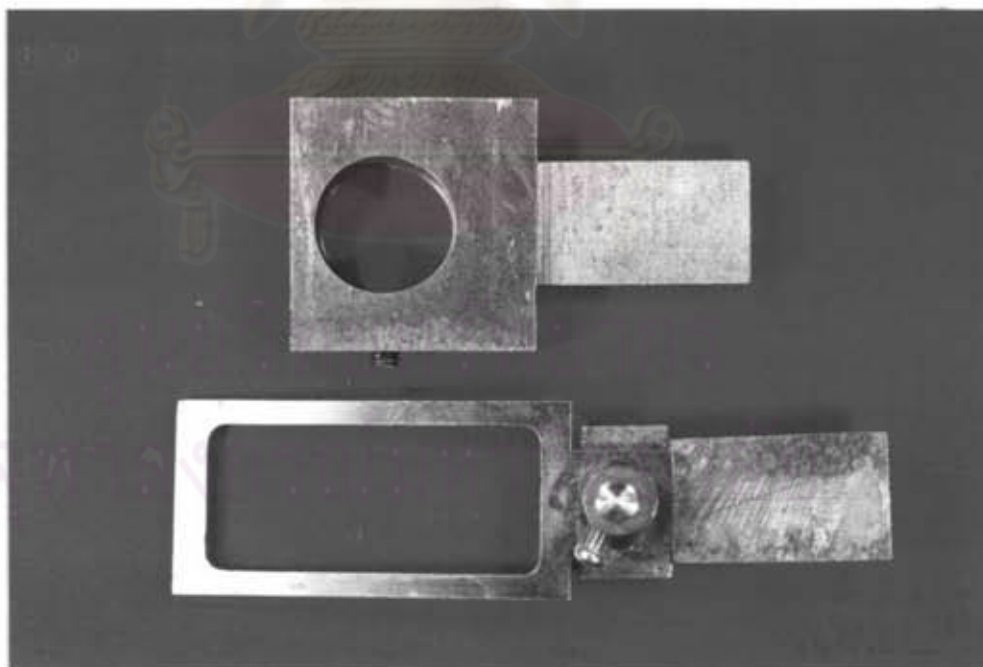
รูปที่ 31 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเป่าทราย ยี่ห้อไมโครเทคเซอร์ โมเดล erc-er



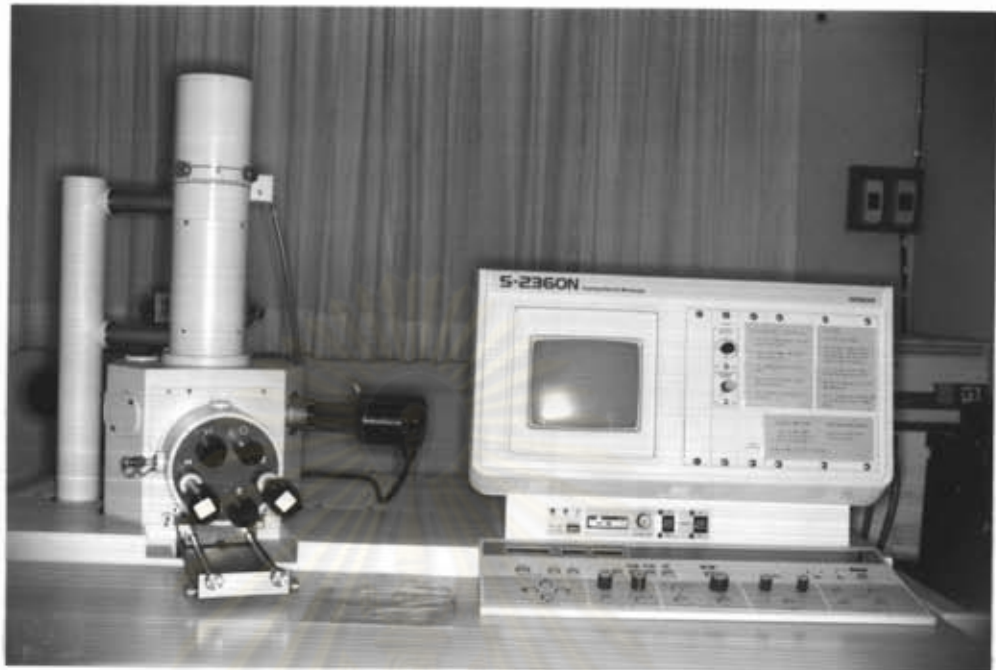
ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รูปที่ 32 แสดงตู้อินคิวเบเตอร์ ยี่ห้อ National Appliance



รูปที่ 33 แสดงเครื่องมือทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10K



รูปที่ 34 แสดงเครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงานและช่วยในการดึงของเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10K



รูปที่ 35 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ยี่ห้อ HITACHI รุ่น S-2360N



รูปที่ 36 แสดง Pneumatic grip ทำหน้าที่ในการจับเครื่องมือ ช่วยในการจับชิ้นงานและช่วยในการดึงของเครื่องทดสอบแรงทั่วไป Lloyd Model LR 1 OK



ศูนย์วิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

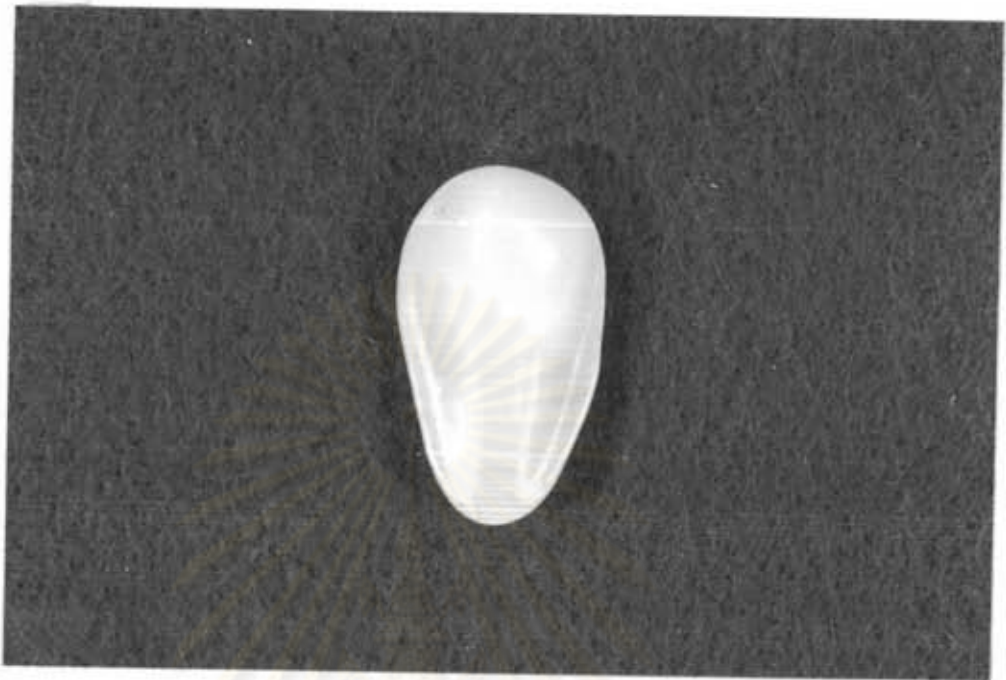
รูปที่ 37 แสดงดัดน้ำหนัก (Load cell) ของเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10K



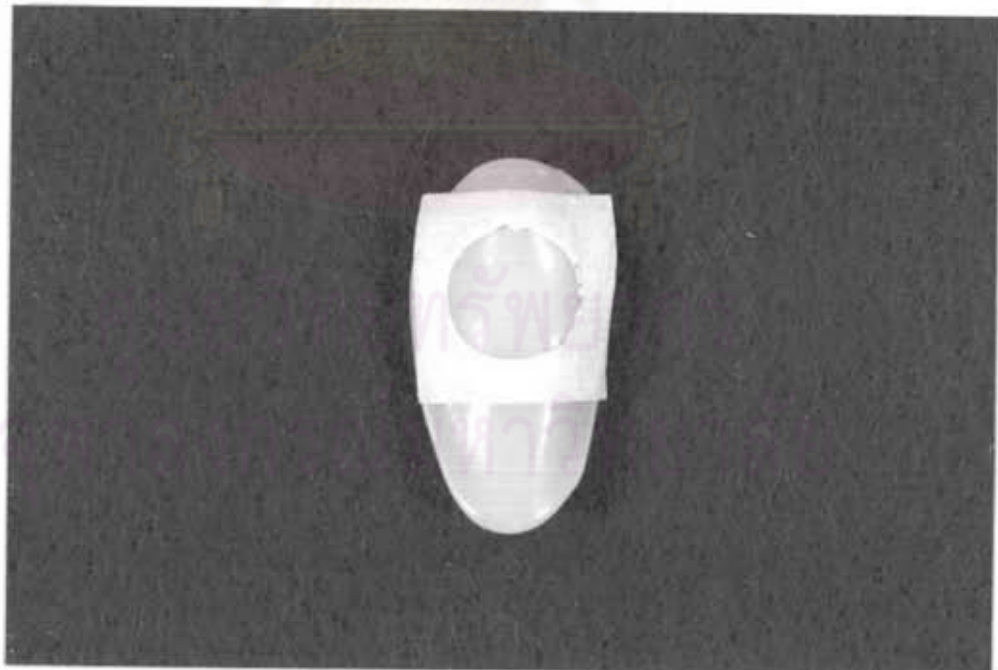
รูปที่ 38 แสดงลักษณะการฝังฟันกรามน้อยในเดนทัลสโตน



รูปที่ 39 แสดงลักษณะแผ่นพลาสติกที่ใช้จำลองลักษณะผิวฟันกรามน้อย



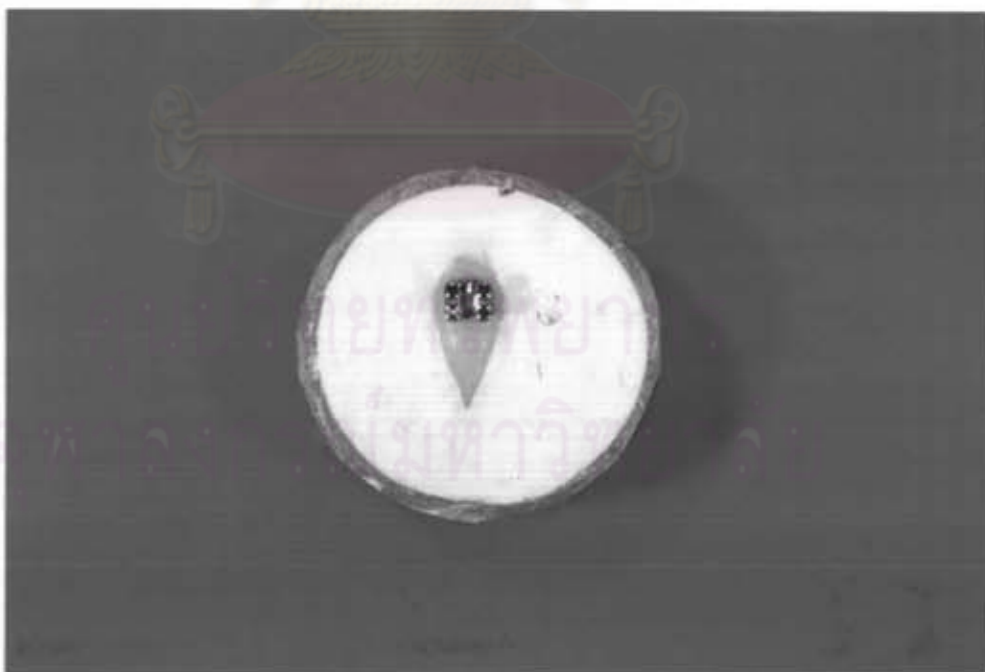
รูปที่ 40 แสดงลักษณะชั้นงานพอร์ชเลนที่ผ่านขบวนการเผาในเตาเผาพอร์ชเลน



รูปที่ 41 แสดงการติดแอตฮีซีฟเทปบนผิวพอร์ชเลน



รูปที่ 42 แสดงชิ้นฟอร์ชเลนที่ผ่านการติดแบร็กเกิดในบริเวณที่ผ่านการเตรียมผิว



รูปที่ 43 แสดงการฝังชิ้นฟอร์ชเลนในวงแหวน PVC



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 44 แสดงลักษณะการยึดเครื่องมือในการวิจัยด้วยเครื่องทดสอบทั่วไป Lloyd Model LR 10K



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 45 แสดงลักษณะของเครื่องมือที่กระทำต่อแบรคเก็ต ในการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบ
ทั่วไป Lloyd Model LR 10K



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 46 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเหล็กในการทดสอบแรงยึดของแบริกเกิดบนผิว
พอร์ซเลน

ตัวแปรของการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 ไชเลนไพร์เมอร์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่

1.1.1 สก๊อตช์ไพร์ม เซรามิก ไพร์เมอร์

1.1.2 ออมโก้ พอร์ชเลน บอนดิง ไพร์เมอร์

1.1.3 เคลียร์ฟิลพอร์ชเลนบอนด์

1.2 การเตรียมพื้นผิว

1.2.1 การขัดผิวพอร์ชเลนด้วยหัวขัดยารูปถ้วยกับฟิวมิสและทากรด

ไฮโดรฟลูออริก

1.2.2 การกรอผิวพอร์ชเลนด้วยกรีนสโตนและทากรดไฮโดรฟลูออริก

1.2.3 การเป่าทรายผิวพอร์ชเลนด้วยเครื่องไมโครเอทเซอร์และทา

กรดไฮโดรฟลูออริก

2. ตัวแปรตาม

ตัวแปรตามในการวิจัยได้แก่ กำลังแรงเฉือน/ปอก ซึ่งได้จากการคำนวณขนาดของแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ หน่วยเป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังแรงเฉือน/ปอกของแบร็กเก็ตโลหะต่อผิวพอร์ชเลน ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (two ways fixed effect ANOVA) ที่นัยสำคัญสถิติ 0.05

2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังแรงเฉือน/ปอกของแบร็กเก็ตโลหะต่อผิวพอร์ชเลนในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังการปฏิเสธสมมติฐานด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) ด้วยวิธีของทูกี้ (Tukey)