

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. เตรียมชิ้นงานซีพิ้งเพื่อเป็นแบบหล่อโลหะโดยใช้ซีพิ้งขจัดความคอด [soft relief wax] ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาดกว้าง 10 มม. ยาว 10 มม. หนา 0.5 มม. ยึดกลางชิ้นซีพิ้งด้วยซีพิ้งทำแกนค้ำรูเท [sprue wax] เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มม. ยาว 30 มม. (เพื่อเป็นแกนให้สะดวกต่อการจับชิ้นงานขณะขัด) นำไปหล่อแบบด้วยวัสดุทำบ้ำชนิดฟอสเฟต [phosphate bond investment ; Starvest] และหล่อด้วยโลหะผสมนิกเกิลโครเมียม [nikel - cromium alloys ; Duceranium U] ตามคำแนะนำของบริษัท จำนวน 67 ชิ้น ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยการเป่าทรายด้วยผงขัดอะลูมิเนียมออกไซด์ [aluminium oxide abrasive blasting] แล้วทำการกรอรหัสตัวเลขไปบนด้านหลังของชิ้นงาน



รูปที่ 3-1 แสดงชิ้นงานซีพิ้งและชิ้นงานโครงโลหะรองรับพอร์ชเลน

2. นำชิ้นงานที่ได้มากรอแต่งผิวโลหะให้เรียบด้วยหัวคาร์ไบด์ (Cabide bur) แล้วทำความสะอาดในน้ำกลั่นด้วยเครื่องทำความสะอาดอัลตราโซนิก [ultrasonic cleaner] 5 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นงานไปปรับสภาพพื้นผิว [surface conditioning treatment] โดยการเผาที่อุณหภูมิ 980 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และเป่าทรายครั้งที่ 2 เพื่อกำจัดชั้นออกไซด์

3. พอกพอร์ซเลนที่มีอัตราส่วนผสมของน้ำและผงเท่ากัน [Vita VMK 95 สี A3] ในชั้นสารทึบแสง ชั้นเนื้อฟัน ชั้นเคลือบผิวฟัน โดยใช้ทันตแพทย์คนเดียวเป็นผู้ปฏิบัติงานบนโลหะที่เตรียมไว้ให้ได้ความหนา 1.5 มม. ด้วยการใส่แม่แบบซิลิโคน [silicone jig] เป็นตัวกำหนด และเขย่าให้เนื้อพอร์ซเลนอัดแน่นด้วยเครื่องเซรามิกคอนเดนเซอร์ [ceramosonic condenser] ครั้งละ 1 วินาที ใช้กระดาษทิชชูซับส่วนน้ำที่เกินบนผิวพอร์ซเลน ทำการเขย่า 5 ครั้ง นำไปเผาในเตาภายใต้ความดันสูญญากาศ [Unitek รุ่น Ultra-mat CDF computerized display furnace] ตามลำดับขั้นตอนและอุณหภูมิที่บริษัทกำหนด



รูปที่ 3-2 แสดงแบบพอกพอร์ซเลนทำด้วยซิลิโคน (silicone jig)



รูปที่ 3-3 แสดงเครื่องเซรามิกคอนเดนเซอร์

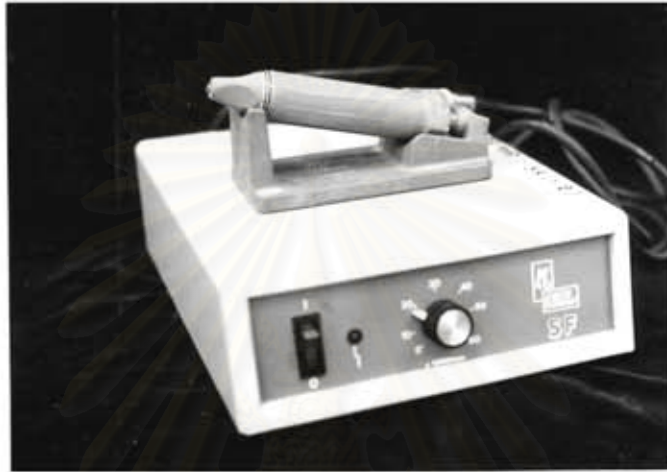


รูปที่ 3-4 แสดงรูปเตาเผาพอร์ซเลนยูนิเทค (Unitek รุ่น Ultra-mat CDF computerized display furnace)

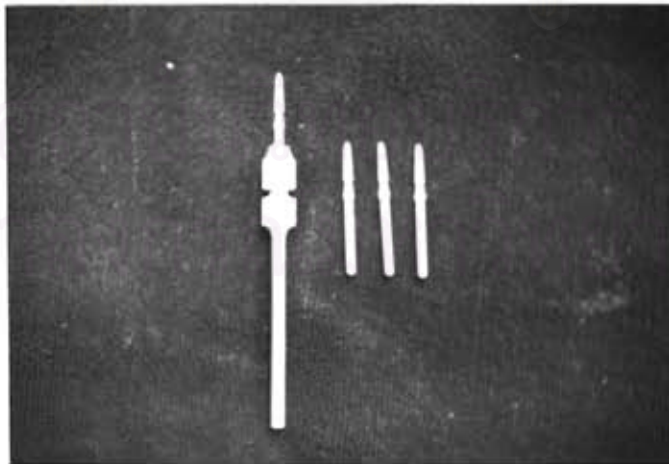


รูปที่ 3-5 แสดงรูปพอร์ซเลนวีต้า วีเอ็มเค 95

4. นำชิ้นงานที่ได้มากรอแต่งพื้นผิวให้เรียบโดยทันตแพทย์คนเดียว เพื่อให้เหมือนกับกรอแต่งรูปร่างฟันในห้องปฏิบัติการภายหลังการพอกพอร์ซเลน [final contouring] ด้วยหัวกรอจากเพชรชนิดละเอียดขนาด 40 ไมครอนกับเครื่องกรอความเร็วช้า (Kavo) 5,000 รอบต่อนาที นาน 15 วินาที แล้วนำไปเคลือบผิวโดยวิธีแอพพลายเกรซตามอุณหภูมิที่บริษัทกำหนด



รูปที่ 3-6 แสดงรูปเครื่องกรอเคโว (Kavo)



รูปที่ 3-7 แสดงหัวกรอกากเพชรชนิดตะเข็บขนาด 40 ไมครอน

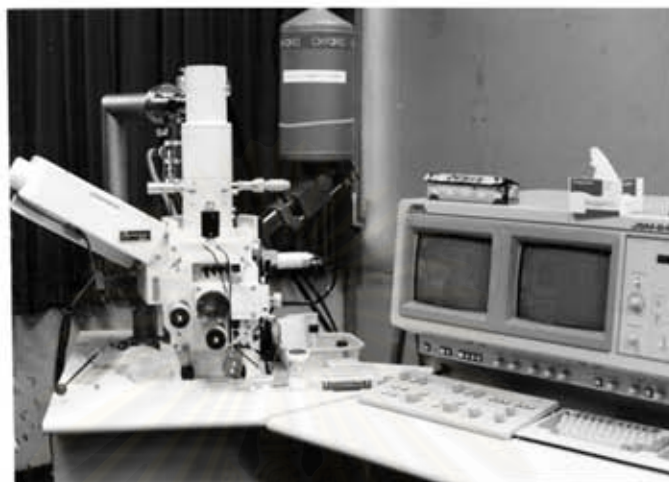


รูปที่ 3-8 แสดงชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยวิธีแอฟฟลายเกรซเสร็จเรียบร้อยแล้ว

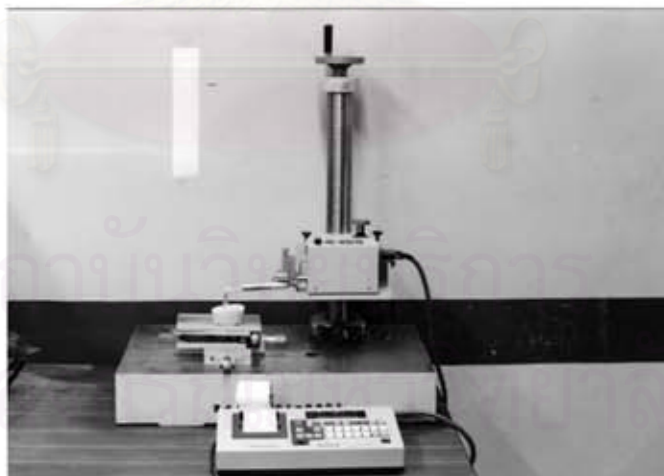
5. นำชิ้นงานที่ได้จากข้อ 4 ทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นในเครื่องทำความสะอาดอุลตราโซนิกเป็นเวลา 5 นาที สุ่มชิ้นงาน 1 ชิ้น เพื่อนำไปเตรียมฉาบทองและส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด โดยใช้กำลังขยาย 200 เท่า และ 1,000 เท่า แล้วถ่ายรูปเพื่อประกอบการประเมินพื้นผิวของพอร์ซเลน (Ra) นำชิ้นงานที่เหลืออีก 66 ชิ้นไปวัดค่าความขรุขระของพอร์ซเลนด้วยเครื่องวัดความขรุขระของผิว [Mitutoyo surfest] ในตำแหน่งพื้นที่กลางชิ้นงาน โดยวัดจำนวน 5 ครั้งใน 1 ชิ้นงาน แต่แต่ละครั้งจะวัดที่บริเวณห่างกัน 1 มม. บันทึกค่าที่อ่านได้โดยให้เป็นกลุ่มควบคุม



รูปที่ 3-9 แสดงชิ้นงานที่ได้รับการฉาบทองเพื่อนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด



รูปที่ 3-10 แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM-6400)



รูปที่ 3-11 แสดงเครื่องวัดความขรุขระของพื้นผิว (Mitutoyo SurfTest)



รูปที่ 3-12 แสดงหัววัดและชิ้นงานพอร์ซเลน



รูปที่ 3-13 แสดงรูปหัววัดพร้อมแท่นวางและแท่นจับชิ้นงาน

6. ตุ่มชิ้นงานจากข้อ 5 (66 ชิ้น) มาจำนวน 22 ชิ้น แบ่งชิ้นงานออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 11 ชิ้น กลุ่มที่ 1 นำมากรอแต่งด้วยหัวกรอหินสีเขียว กลุ่มที่ 2 กรอแต่งด้วยหัวกรอกาก เพชรชนิดละเอียดขนาด 15 ไมครอน ด้วยเครื่องกรอความเร็วเข้าคือ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 วินาที แล้วทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นในเครื่องเขย่าอัลตราโซนิกเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นตุมชิ้นงานจากทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ชิ้น นำไปฉาบทองและส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด โดยใช้กำลังขยาย ความต่างศักย์ และมุมในการส่องคงที่เหมือนกับข้อ 5 แล้วถ่ายรูป ส่วนอีก 10 ชิ้นที่เหลือในแต่ละกลุ่มนำไปวัดค่าความขรุขระของผิวพอร์ซเลนด้วยรายละเอียดในข้อ 5 บันทึกค่าที่อ่านได้



รูปที่ 3-14 แสดงรูปหัวกรอหินสีเขี้ยวและหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียดขนาด 15 ไมครอน

7. นำค่าที่อ่านได้จากข้อ 6 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของการวัดค่าความขรุขระของผิวพอร์ซเลน และถือเอาค่าเฉลี่ยนั้นเป็นตัวแทนค่าความขรุขระของผิวพอร์ซเลนกลุ่มนั้น นำไปทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าความขรุขระของผิวพอร์ซเลนที่กรอแต่งด้วยหัวกรอหินสีเขี้ยวและหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด โดยใช้สถิติ unpaired t-test

8. นำผลที่ได้จากข้อ 7 มาพิจารณาเลือกหัวกรอแต่งที่ได้ผิวพอร์ซเลนที่มีค่าความขรุขระของพื้นผิวต่ำกว่า แล้วใช้วิธีนั้นในการกรอแต่งชิ้นเริ่มต้นในชิ้นงาน 44 ชิ้นที่เหลือจากข้อ 6 และนำไปวัดค่าความขรุขระของผิวพอร์ซเลนเพื่อให้เป็นมาตรฐานเริ่มต้นที่เหมือนกัน แล้วนำชิ้นงานที่ได้แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 11 ชิ้น นำมาขัดต่อด้วยวิธีการขัดเรียบและมัน 3 วิธีดังนี้คือ

กลุ่มที่ 3 ขัดด้วยหัวขัดโซฟู [Shofu adjustment kit] ประกอบด้วย 4 ขนาดหัวขัดกรอด้วยความเร็ว 5,000 รอบ/วินาที เวลาหัวละ 2 นาที

กลุ่มที่ 4 ขัดด้วยหัวขัดเดียฟินิช [Dia - finish] กรอด้วยความเร็ว 5,000 รอบ/วินาที เวลาหัวละ 2 นาที

กลุ่มที่ 5 ขัดด้วยเจลกากเพชรทู สทริเปอร์ [Two stripper] ประกอบด้วยเจล 2 ขนาด โดยเลือกใช้หัวขัดแบบปลายขนแปรง [polishing brushes] กรอด้วยความเร็ว 5,000 รอบ/วินาที เวลาขนาดละ 2 นาที

กลุ่มที่ 6 นำชิ้นงานเคลือบผิวด้วยวิธีเคลือบผิวแบบธรรมชาติที่อุณหภูมิ 930 องศาเซลเซียส ตามเวลาที่บริษัทแนะนำ

นำชิ้นงานทุกชิ้นไปทำความสะอาดและสุ่มชิ้นงานจากทั้ง 4 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ชิ้น นำไปฉาบทองและส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด โดยใช้กำลังขยาย ความต่างศักย์ และมุมในการส่องคงที่เหมือนกับข้อ 5 แล้วถ่ายรูป ส่วนอีก 10 ชิ้นที่เหลือในแต่ละกลุ่มนำไปวัดค่าความขรุขระของผิวพอร์ซเลนด้วยรายละเอียดในข้อ 5 บันทึกค่าที่อ่านได้



รูปที่ 3-15 แสดงรูปชุดขัดโซฟ



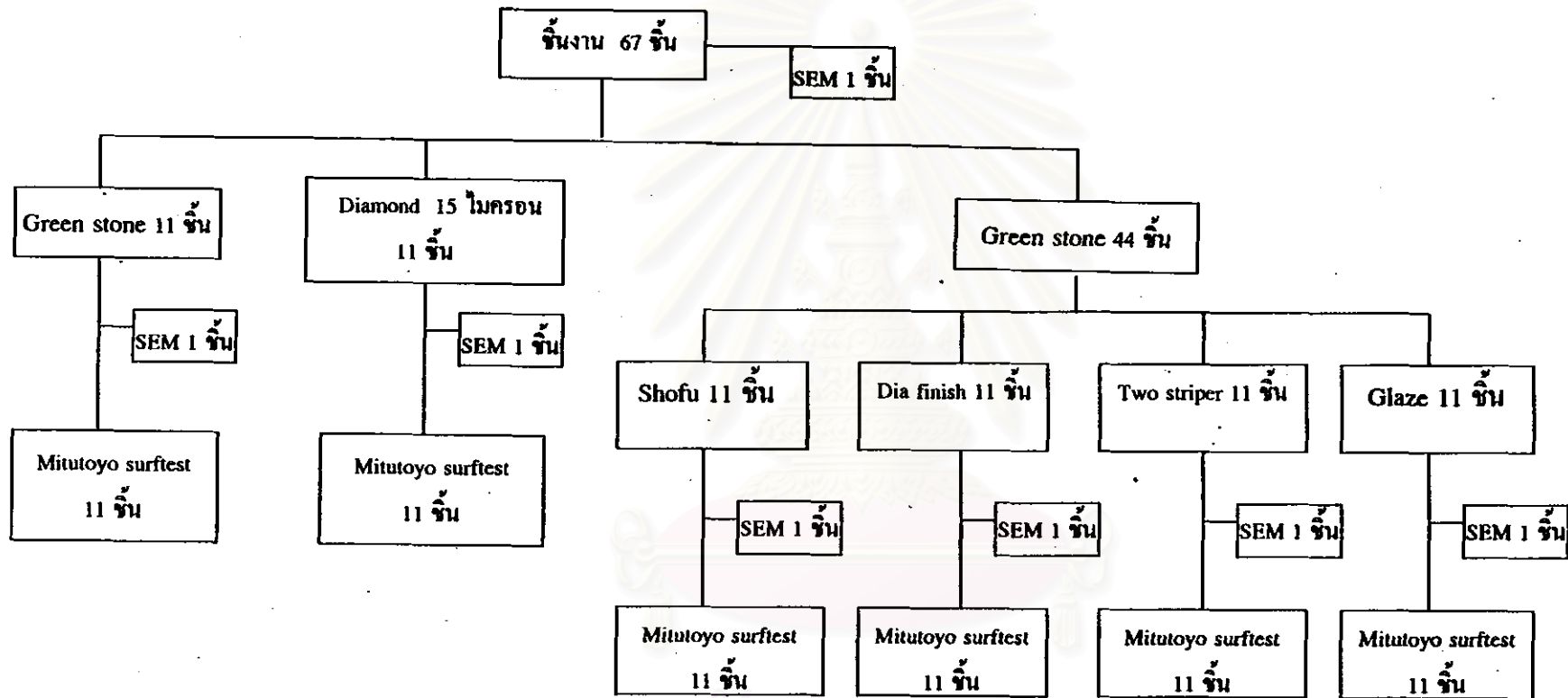
รูปที่ 3-16 แสดงชุดขัดเคียว ฟินิช



รูปที่ 3-17 แสดงชุดขัดกากเพชรทูล สทริเปอร์

9. นำค่าที่ได้จากข้อ 8 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเหมือนข้อ 7 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 4 วิธีที่ใช้กรอแต่งและเคลือบผิวด้วยสถิติ ANOVA และ Tukey-HSD test และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุม (ชิ้นงานที่ไม่ได้กรอแต่งหลังเคลือบผิวครั้งแรก กลุ่มควบคุม) และกลุ่มที่กรอแต่งและขัด 4 กลุ่ม ด้วยสถิติ unpaired t - test

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3-18 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการทดลอง

อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นและมาตรการที่เตรียมไว้แก้ไข

1. ชิ้นงานพอร์ซเลนที่เตรียมมีฟองอากาศมาก พอร์ซเลนมีรอยร้าวหรือแตกเนื่องจากขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน แก้ไขโดยทำชิ้นงานใหม่แทนชิ้นงานที่มีปัญหานั้น
2. ชิ้นงานพอร์ซเลนแตกหรือกระเทาะหลุดขณะขัด อาจเนื่องจากพอร์ซเลนไม่ยึดติดกับโลหะ แก้ไขโดยทำชิ้นงานใหม่แทน และระมัดระวังในการป้อนของผิวโลหะก่อนที่จะพอกพอร์ซเลน

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1. เก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านค่า Ra (ค่าสากลแทนความขรุขระพื้นผิว) จากเครื่องวัดความขรุขระของพื้นผิวของชิ้นงานเริ่มต้นก่อนขัดแต่ง และภายหลังขัดแต่ง บันทึกลงในตารางบันทึกข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เพื่อหาค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นตัวแทนของกลุ่ม

ใช้ unpaired t- test เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มกรอแต่งด้วยหัวกรอหินสีเขียวและหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด

ใช้ unpaired t-test เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการขัดแต่ง

ใช้ ANOVA test และ Tukey-HSD test เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่ม

2. เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ภาพถ่ายที่ได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JSM -6400) กำลังขยาย 200 เท่า และ 1,000 เท่า ความต่างศักย์ 20 กิโลโวลต์ เพื่อศึกษาถึงลักษณะพื้นผิวของผิวพอร์ซเลนกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการขัดแต่งด้วยวิธีต่าง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย