# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

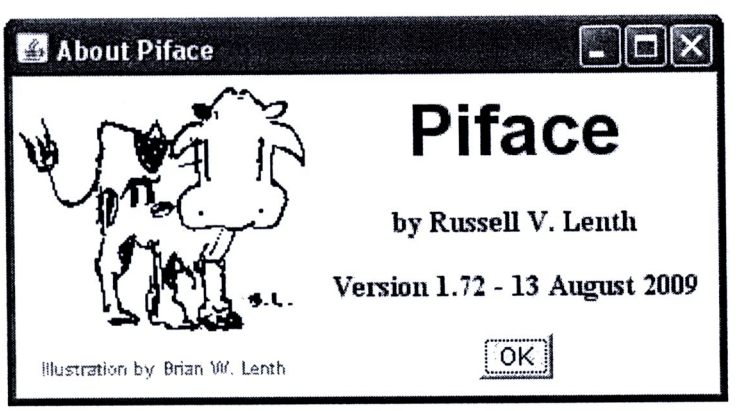
## 1. รูปแบบการวิจัย

การศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) และทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ (laboratory research)

## 2. ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Java applets for power and sample size จากเว็บไซต์ http://www.stat.uiowa.edu/ ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยนำค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) จากงานวิจัยของ Erkut และคณะ [21] ที่มีรูปแบบการวิจัยคล้ายกันมาแทนค่าในโปรแกรมดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Java applets for power and sample size




**ภาพที่ 3** หน้าต่างแรกของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Java applets for power and sample size

ขั้นที่ 2 เลือกชนิดของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ANOVA เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบตัวแปร 5 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน

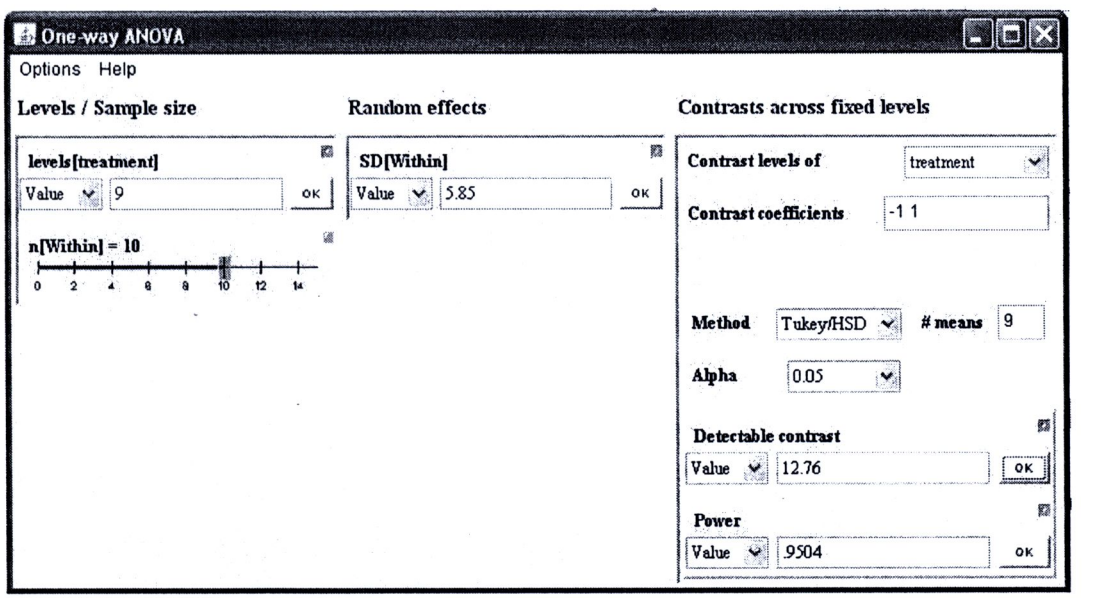
ขั้นที่ 3 คำนวณขนาดตัวอย่าง โดยใช้ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของค่าความต้านแรงยึดเฉือนจากงานวิจัยของ Erkut และคณะ [21] นำค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้แทนค่าในโปรแกรม ดังภาพที่ 4

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความต้านแรงยึดเฉือน = 5.85

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความต้านแรงยึดเฉือน = 12.76

ระดับความเชื่อมั่น ($\alpha$) = 0.05

อำนาจการทดสอบ (power of test) เมื่อกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 10 ชิ้นงาน = 0.95




**ภาพที่ 4** หน้าต่างการคำนวณขนาดตัวอย่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Java applets for power and sample size

จากการคำนวณโดยโปรแกรมดังกล่าวข้างต้น พบว่าขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการศึกษานี้ คือ กลุ่มละ 10 ชิ้นทดลอง และในการศึกษานี้ทำการทดลอง 5 กลุ่ม

## 3. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

3.1 ฟันแท้

ฟันกรามน้อยบนที่ไม่มีรอยผุ แช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องไม่เกิน 6 เดือน

3.2 แท่งเซรามิกส์สำเร็จรูป (ceramic ingot)

แท่งเซรามิกส์สำเร็จรูปชนิดเฟลด์สปา (fine-structure feldspa ceramic: VITABLOCS Mark II for CEREC®)

3.3 เรซินซีเมนต์ยี่ห้อพานาเวีย เอฟ 2.0 (Panavia F 2.0®: Kuraray, Tokyo, Japan) ประกอบด้วยไพรเมอร์ เอ และ บี (ED Primer II A & B) เรซินซีเมนต์พานาเวียเพสต์ เอ และ บี (Panavia F A & B) สารยึดพอร์สเลน (porcelain bond) และสาร Oxyguard II

3.5 กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 37.5 (Gel etchant: Kuraray, Tokyo, Japan)

3.6 กรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 9.6

3.7 สารยึดติดเนื้อฟันยี่ห้อออพติบอนด์ เอฟแอล (OptiBond® FL; Kerr, USA) ชนิดแข็งตัวด้วยแสง

3.8 ซีเมนต์ยึดชั่วคราว 2 ชนิด คือ ซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล ยี่ห้อเท็มป์บอนด์เอ็นอี (TempBond NE®) และชนิดมียูจินอลยี่ห้อเท็มป์บอนด์ (TempBond®) (Kerr, USA)

3.9 ผงขัดพัมมิสชนิดละเอียด

3.10 เครื่องมือขุดตัก (spoon excavator)

3.11 กระดาษทรายแบบเปียกน้ำ เบอร์ 400

3.12 เครื่องฉายแสง (light-curing unit) ชนิด Light-emitting diode curing units (LEDs) ยี่ห้อ Demetron II® (Kerr, USA)

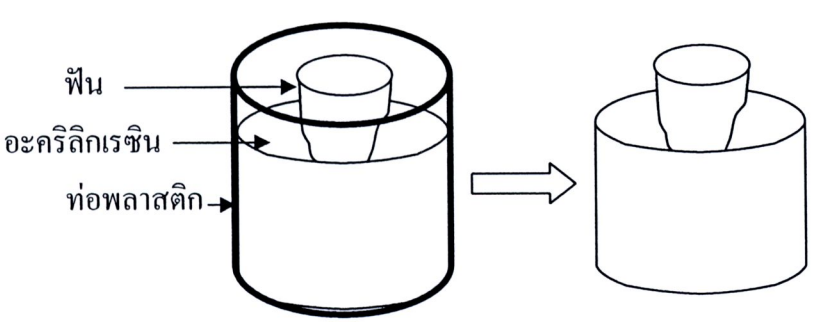
3.13 เครื่องตัดชิ้นทดลอง ยี่ห้อ ISOMET 1000 (Buhler Co. Ltd., U.S.A.)

3.14 เครื่องขัดชิ้นทดลอง ยี่ห้อ ECOMET 3 (Buhler Co. Ltd., U.S.A.)

## 4. การเตรียมชิ้นทดลอง

### 4.1 การเตรียมฟัน

นำฟันกรามน้อยบนที่ไม่มีรอยผุ มาตัดส่วนตัวฟันให้ขนานกับด้านบดเคี้ยวจนถึงชั้นเนื้อฟันเพื่อกำจัดชั้นเคลือบฟันออก ขัดผิวฟันให้เรียบด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 400 ยึดฟันด้วยอะคริลิกที่หล่อในท่อพลาสติกรูปทรงกระบอก โดยให้ระนาบผิวฟันขนานกับขอบบนของท่อพลาสติก เมื่ออะคริลิกแข็งตัวจึงนำบล็อกฟันออกจากท่อพลาสติก ดังภาพที่ 5 แล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่น




**ภาพที่ 5** ภาพวาดแสดงฟันที่ยึดกับอะคริลิกซึ่งหล่อในท่อพลาสติก

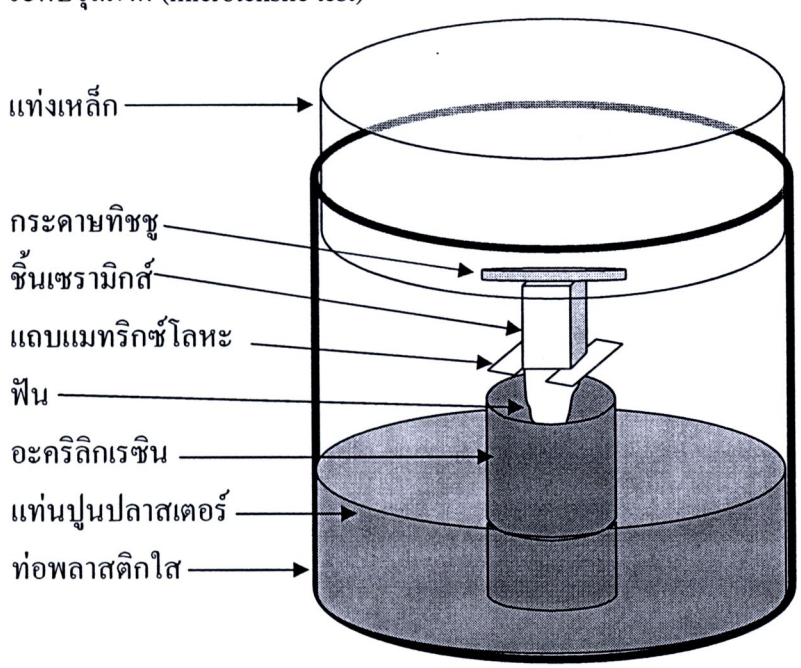
**4.2 การเตรียมชิ้นเซรามิกส์**

นำแท่งเซรามิกส์สำเร็จรูปมาตัดแต่งด้วยเครื่องตัด Isomet 1000 และขัดกระดาษทรายเปียกน้ำเบอร์ 400 ด้วยเครื่องขัด Ecomet 3 ให้มีขนาด 5x5x7 มิลลิเมตร

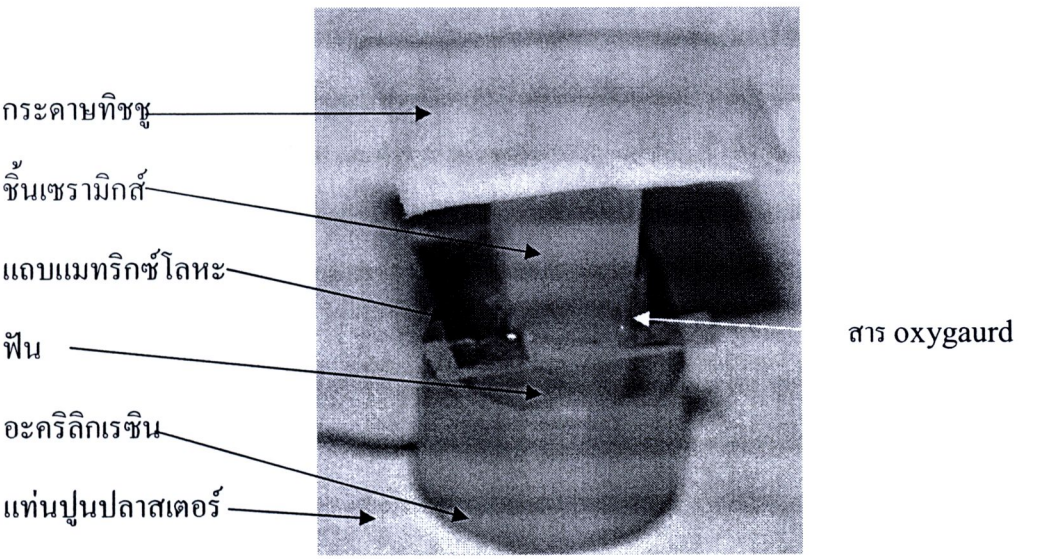
**4.3 การจัดวางเพื่อยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์**

การยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ด้วยเรซินซีเมนต์เพื่อเตรียมชิ้นทดลองของแต่ละกลุ่มใช้วิธีการจัดวางชิ้นส่วนทั้งสองในลักษณะเดียวกันซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการควบคุมความหนาของชั้นเรซินซีเมนต์ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดและเท่ากันในชิ้นทดลองทุกชิ้น ดังต่อไปนี้

จัดวางบล็อกฟันที่ได้เตรียมไว้แล้วจากขั้นตอนการเตรียมฟันในข้อ 4.1 บนแท่นปูนปลาสเตอร์ในท่อพลาสติกใสที่เตรียมช่องสำหรับวางบล็อกฟันได้พอดี นำแถบแมทริกซ์โลหะ (matrix band) ความหนา 40 ไมครอน 2 ชิ้นวางที่ด้านข้างระหว่างผิวฟันกับชิ้นเซรามิกส์ก่อนยึดชิ้นเซรามิกส์ด้วยเรซินซีเมนต์ เพื่อให้ได้ความหนาของชั้นเรซินซีเมนต์ตามต้องการ ภายหลังจากใส่เรซินซีเมนต์แล้ว ใช้กระดาษทิชชูเปียกน้ำหมาดๆ ความหนาประมาณ 10 แผ่น วางบนชิ้นเซรามิกส์ก่อนวางแท่งเหล็กตันรูปทรงกระบอกน้ำหนัก 6.5 กิโลกรัม กดทับลงไปเพื่อให้แรงกดบนชิ้นงานสม่ำเสมอมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 6 และ 7 ฉีด Oxyguard คลุมเรซินซีเมนต์โดยรอบที่รอยต่อระหว่างฟันกับเซรามิกส์ รอเวลา 4 นาที จึงนำแท่งเหล็กออกแล้วนำชิ้นฟันที่ยึดกับเซรามิกส์ไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 วัน ก่อนนำไปตัดเพื่อให้ได้ขนาดตามที่กำหนดสำหรับการทดสอบด้วยแรงดึงระดับจุลภาค (microtensile test)




**ภาพที่ 6** ภาพวาดการจัดวางฟันกับชิ้นเซรามิกส์ในขณะยึดด้วยเรซินซีเมนต์




**ภาพที่ 7** การจัดวางชิ้นเซรามิกส์ขณะยึดกับฟัน

### 4.4 การยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ในแต่ละกลุ่มทดลอง

หลังจากเตรียมฟันและชิ้นเซรามิกส์แล้ว ทำการแบ่งกลุ่มโดยวิธีสุ่ม เป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยฟันและชิ้นเซรามิกส์อย่างละ 10 ชิ้น การเตรียมผิวเซรามิกส์ทุกชิ้นในทุกกลุ่มมีรายละเอียดการเตรียมเหมือนกัน ส่วนการเตรียมผิวฟันจะต่างกันในแต่ละกลุ่ม

<u>การเตรียมผิวเซรามิกส์</u>

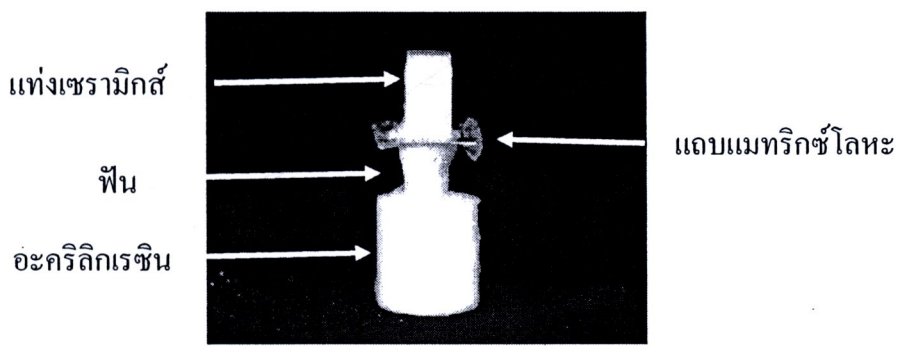
การเตรียมผิวเซรามิกส์ในทุกกลุ่มมีรายละเอียดการเตรียม ดังนี้

ใช้กรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 9.6 ทาบนผิวเซรามิกส์เป็นเวลา 60 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที เป่าลมให้แห้ง 5 วินาที และใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.5 ทาผิวเซรามิกส์ 5 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที เป่าลมให้แห้ง 5 วินาที ทาสารคู่ควบไซเลนที่ผิวเซรามิกส์ โดยผสม SE Bond Primer กับ Porcelain Bond Activator อัตราส่วน 1:1 ทาบนผิวเซรามิกส์ทิ้งไว้ 15 วินาทีและเป่าลม

**กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม)**

นำชิ้นฟันมาทำให้แห้งด้วยการเป่าลมประมาณ 5 วินาที ใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้น ร้อยละ 37.5 ทาผิวฟัน 15 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที ผสมไพรเมอร์ เอ และบี (ED Primer II A & B) อัตราส่วน 1: 1 ทาที่ผิวฟันทิ้งไว้นาน 30 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที นำบล็อกอะคริลิกและฟันใส่ในช่องปูนปลาสเตอร์ที่เตรียมไว้ในท่อพลาสติกใส ผสมเรซินซีเมนต์ เพสต์ เอ และ บี (Panavia F paste A & B) อัตราส่วน 1:1 เวลาผสม 20 วินาที นำเรซินซีเมนต์ทาบนผิวเซรามิกส์และนำไปยึดกับฟันที่วางในแบบหล่อปูนปลาสเตอร์ โดยมีแผ่น matrix band 2 ชิ้นวางบนระนาบ

ผิวฟันบริเวณด้านข้างแต่ละด้านเพื่อควบคุมความหนาของเรซินซีเมนต์ให้เท่ากัน ฉีด Oxyguard II โดยรอบรอยต่อระหว่างฟันกับเซรามิกส์ จากนั้นใช้กระดาษชำระเปียกน้ำหมาดๆ ความหนา 10 แผ่น วางบนเซรามิกส์และใช้แท่งเหล็กตันรูปทรงกระบอกน้ำหนัก 6.5 กิโลกรัม กดทับลงไปบนเซรามิกส์ที่วางในท่อพลาสติกใส ดังภาพที่ 6 รอ 4 นาที เพื่อให้เรซินซีเมนต์แข็งตัว นำแท่งเหล็กออกจากท่อพลาสติกใส แล้วจึงนำชิ้นทดลองแช่ในน้ำกลั่น 1 วัน ดังภาพที่ 8




**ภาพที่ 8** แท่งเซรามิกส์ยึดกับผิวเนื้อฟันด้วยเรซินซีเมนต์ก่อนนำไปตัดแต่งให้ได้ชิ้นทดลองที่มีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนด

**กลุ่มที่ 2**

ยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ด้วยซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล โดยผสมซีเมนต์ยึดชั่วคราวส่วนเบส (base) และตัวเร่งปฏิกิริยา (accelerator) ระยะเวลาผสม 30 วินาที ทาบนผิวฟันและยึดกับชิ้นเซรามิกส์ ระยะเวลาแข็งตัว 7 นาที นำชิ้นฟันที่ยึดกับเซรามิกส์ไปแช่ในน้ำกลั่น 1 วัน จากนั้นแยกฟันออกจากชิ้นเซรามิกส์และกำจัดซีเมนต์ยึดชั่วคราวออกจากผิวฟันด้วยการใช้เครื่องมือขุดตักจนมองไม่เห็นซีเมนต์ยึดชั่วคราวเหลืออยู่ด้วยตาเปล่า ขัดผิวฟันด้วยผงพัมมิสผสมน้ำ 15 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที เป่าลม 5 วินาที ใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.5 ทาบนผิวฟันเป็นเวลา 15 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที เป่าลม 5 วินาที เตรียมพื้นผิวของเซรามิกส์ตามวิธีที่กล่าวแล้วข้างต้น แล้วยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ด้วยเรซินซีเมนต์ด้วยวิธีเดียวกับที่กล่าวแล้วในกลุ่มควบคุม จากนั้นนำชิ้นทดลองแช่ในน้ำกลั่น 1 วัน

**กลุ่มที่ 3**

ผนึกผิวเนื้อฟันด้วยสารยึดติดเนื้อฟันยี่ห้อออพติบอนด์ เอฟแอล (OptiBond® FL) ตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ คือ ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.5 ที่ผิวเนื้อฟัน 15 วินาที ล้างน้ำ 10 วินาที เป่าลมเบาๆ เป็นเวลา 5 วินาที โดยไม่ให้เนื้อฟันแห้ง ทาไพรเมอร์บนเนื้อฟัน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โดยการถูเบาๆ 15 วินาที เป่าลมให้แห้ง 5 วินาที ในขั้นตอนนี้ผิวฟันจะมีความเงาเล็กน้อย แล้วทาสารยึดติด เนื้อฟันบนเนื้อฟันโดยการถูเบาๆ 15 วินาที เป่าลมเบาๆ 5 วินาที เพื่อให้ได้ผิวผนึกบาง ฉายแสง 20 วินาที ต่อจากนั้นยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ด้วยซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดไม่มียูจินอล แล้วแยกชิ้น เซรามิกส์ออกจากฟัน กำจัดซีเมนต์ยึดชั่วคราวออกจากผิวฟัน ตามด้วยการยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ด้วยเรซินซีเมนต์เหมือนขั้นตอนของกลุ่มที่ 2

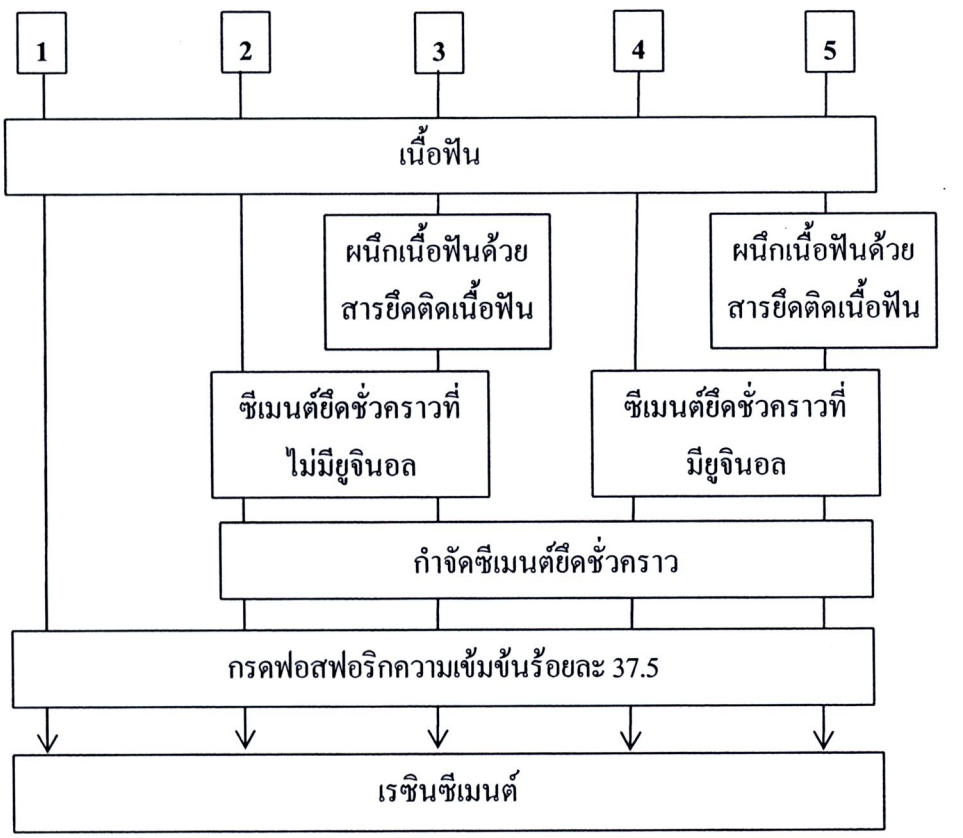
**กลุ่มที่ 4**

เตรียมทุกขั้นตอนเหมือนกลุ่มที่ 2 แต่ขั้นแรกเป็นการยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ด้วยซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดมียูจินอล

**กลุ่มที่ 5**

ผนึกผิวเนื้อฟันด้วยสารยึดติดเนื้อฟันยี่ห้อออพติบอนด์ เอฟแอล (OptiBond® FL) และยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ด้วยซีเมนต์ยึดชั่วคราว เหมือนขั้นตอนของกลุ่มทดลองที่ 3 แต่ใช้ซีเมนต์ยึดชั่วคราวชนิดมียูจินอล ตามด้วยการยึดฟันกับชิ้นเซรามิกส์ด้วยเรซินซีเมนต์เหมือนขั้นตอนของกลุ่มที่ 2

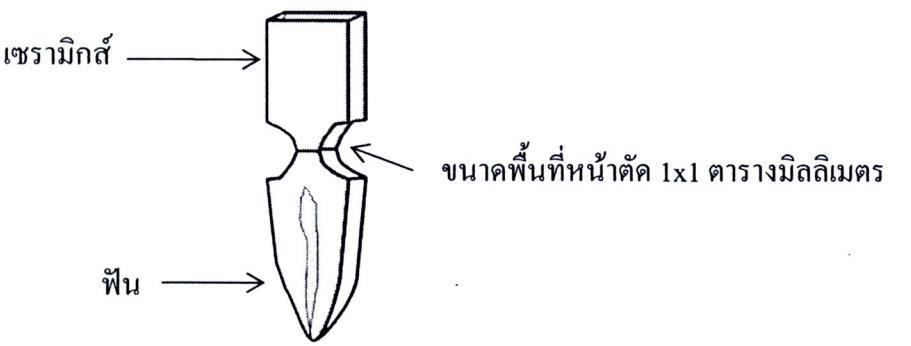
โดยสรุปของการเตรียมชิ้นทดลองทั้งหมด 5 กลุ่มสามารถแสดงรายละเอียดของการเตรียมผิวเนื้อฟันที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มเป็นแผนภูมิดังภาพที่ 9




**ภาพที่ 9** แผนภูมิแสดงรายละเอียดของการเตรียมผิวเนื้อฟันที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม

**4.5 การตัดแต่งชิ้นทดลอง**

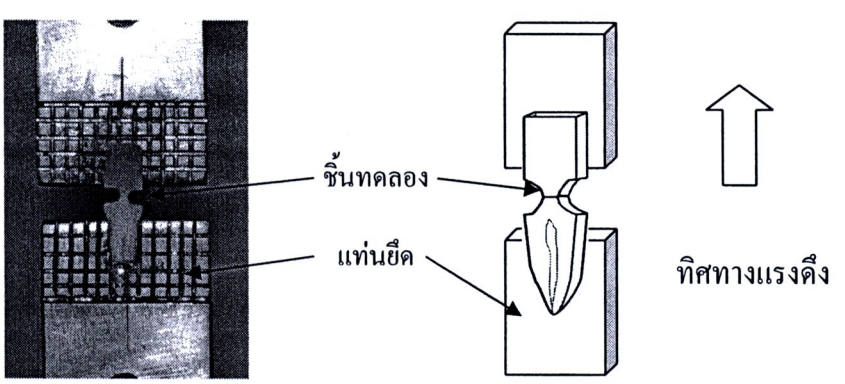
นำชิ้นฟันที่ยึดกับเซรามิกส์แล้วทั้งหมดไปตัดตามแนวแกนฟันให้ได้ชิ้นทดลองแต่ละชิ้นมีความหนา 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปกรอแต่งบริเวณรอยต่อให้มีความกว้าง 1 มิลลิเมตร ด้วยหัวกรอชนิดละเอียดมาก กรอด้วยความเร็วสูงร่วมกับใช้น้ำ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นทดลองดังภาพที่ 10 เพื่อนำไปทดสอบด้วยแรงดึงระดับจุลภาค




**ภาพที่ 10** ภาพวาดแสดงรูปร่างและขนาดชิ้นทดลองก่อนนำไปทดสอบ

**5. การทดสอบเพื่อหาค่าความต้านแรงยึดดึงระดับจุลภาค**

นำชิ้นทดลองทั้งหมดไปทดสอบในเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (universal testing machine) โดยยึดชิ้นทดลองกับแท่นยึดด้วยกาวไซยาโนอะคริเลต (cyanoacrylate adhesive) ดังภาพที่ 11 ใช้ load cell ขนาด 100 นิวตัน (Newton) และใช้แรงดึงด้วยความเร็ว (crosshead speed) 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักเป็นนิวตัน และคำนวณค่าความต้านแรงยึดดึงระดับจุลภาคจากค่าแรงต่อพื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น เมกะปาสคาล (MPa)




**ภาพที่ 11** ชิ้นทดลองที่ยึดติดกับแท่นยึดในเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (ซ้าย) และภาพวาดแสดงการจัดวางชิ้นทอลองและยึดติดกับแท่นยึด (ขวา)

**6. การตรวจสอบรูปแบบการแตกหัก**

นำชิ้นทดลองที่ผ่านการทดสอบค่าความต้านแรงยึดดึงระดับจุลภาคแล้วนำไปตรวจสอบการแตกหักด้วยกล้องอิเลคตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM)

**7. การวิเคราะห์ทางสถิติ**

ใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ผลและทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ one-way ANOVA