บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ เป็นการวัดค่าการยึดติด (adhesion) ระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนด้วยวิธีการทางกลศาสตร์ เป็นการวัดค่าแรง (*P*) ที่ทำให้รอยแตกเคลื่อนไปอย่างเสถียรจากการทดสอบชนิดการกดดัด 4 จุด (four-point bending) ในเครื่องทดสอบสากล (universal testing machine) แล้วนำมาคำนวณหาค่า strain energy release rate (*G* value) มีหน่วยเป็นจูลต่อตารางเมตร (J/m^2) ซึ่งรอยแตกระหว่างชั้นไทเทเนียมกับพอร์ซเลนในขณะทดสอบจะไม่มีลักษณะที่เป็นความเค้นสะสม และรอยแตกจะเคลื่อนไปอย่างเสถียร การทดสอบในลักษณะนี้จึงแตกต่างจากการวัดค่าความทนแรงเฉือน (shear bond strength) หรือการวัดค่าอื่นที่มีการเกิดความเค้นสะสมขณะทดสอบเช่นเดียวกัน การทดสอบนี้นำวิธีการมาจากการศึกษาของ Suansuwan and Swain (2003) ซึ่งพัฒนามาจากการศึกษาของ Charalambides *et al.* (1989) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนเมื่อเผาในบรรยากาศอาร์กอนในระยะต่าง ๆ กัน โดยเปรียบเทียบกับการเผาภายใต้บรรยากาศปกติ

ผลการศึกษาภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้สามารถสรุปได้ดังนี้คือ การยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลน เมื่อเผาชิ้นทดลองในบรรยากาศอาร์กอนที่ระยะต่าง ๆ ได้แก่ ชั้นสารยึด ชั้นโอเพค และชั้นเดนทีน ไม่แตกต่างจากการเผาชิ้นทดลองตามวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญ

2. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษานี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการยึดติดระหว่างพอร์ซเลนกับไทเทเนียม เพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ในทางคลินิกได้อย่างประสบความสำเร็จต่อไปในอนาคต ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้ส่วนผสมของกรดที่ใช้กัดผิวไทเทเนียมตามที่แนะนำไว้ในตำราว่าสามารถทำให้เกิดความขรุขระบนผิวไทเทเนียมได้ในลักษณะใด และระยะเวลาเท่าใดจึงเหมาะสมที่จะทำให้ได้ผิวที่มีลักษณะที่ต้องการ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนการศึกษาทางคลินิกต่อไป

2. ปรับปรุงวิธีการและเครื่องมืออุปกรณ์ในการสร้างสภาพแวดล้อมหรือบริเวณที่เป็นบรรยากาศอาร์กอน ที่สามารถควบคุมหรือกำหนดปริมาณกาซออกซิเจนเพื่อให้เกิดชั้นออกไซด์ที่เหมาะสมให้เกิดการยึดติดระหว่างไทเทเนียมกับพอร์ซเลนที่ดี เพื่อพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการศึกษาวิจัยที่จะมีต่อไปในอนาคต

3. ในการศึกษาการยึดติดระหว่างพอร์ซเลนกับไทเทเนียมนั้น การทำรอยเริ่มแตก (pre-crack) ในชิ้นทดลองเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญที่จะมีผลต่อผลการทดลองของการศึกษาการยึดติดระหว่างพอร์ซเลนกับไทเทเนียมค่อนข้างมาก สิ่งสำคัญในการคำนวณค่า strain energy release rate หรือค่า G อย่างถูกต้องซึ่งมีหน่วยเป็นจูลต่อตารางเมตร (J/m^2) นั้นคือการทำให้เกิดรอยเริ่มแตกระหว่างชั้นไทเทเนียมกับพอร์ซเลนเพื่อไม่ให้มีความเค้นสะสมในขณะที่วัสดุทั้งสองชนิดแยกจากกัน ซึ่งจะทำให้ค่า G มีความคลาดเคลื่อนได้ การแตกที่เกิดต่อเนื่องจากรอยเริ่มแตกต้องเคลื่อนไปอย่างเสถียร (stable) จึงจะทำให้วัดค่า G ได้อย่างถูกต้อง (Suansuwan & Swain, 2003) ซึ่งเห็นได้จากกราฟ ลักษณะรอยเริ่มแตกที่ต้องการคือ เป็นรอยแตกสั้นๆ เชื่อมต่อออกไปทั้งสองข้างจากรอยบากตรงกลางชิ้นงานระยะทางไม่เกิน 2 มิลลิเมตร โดยใช้อุปกรณ์ที่ออกแบบเฉพาะให้สามารถควบคุมแรงกดดัดด้วยมือร่วมกับใช้การฟังเสียงพอร์ซเลนแยกตัวจากไทเทเนียมด้วย การใช้แรงกดดัดมากเกินไปอาจทำให้รอยเริ่มแตกยาวเกินไปจนไม่สามารถวัดค่า G ได้ โดยเฉพาะในกรณีที่ชิ้นทดลองมีค่าการยึดติดค่อนข้างต่ำ จะต้องระมัดระวังมากขึ้นเพราะมีแนวโน้มที่จะเกิดรอยแตกที่ยาวเกินไปได้ง่าย หรือในกรณีใช้แรงน้อยเกินไปอาจทำให้เกิดรอยเริ่มแตกที่ไม่สมบูรณ์ คืออาจแตกเพียงบางส่วนหรือเกิดรอยแตกเพียงข้างใดข้างหนึ่ง ค่าแรงที่วัดได้ก็จะไม่ถูกต้องส่งผลให้ค่า G ที่คำนวณได้ไม่ถูกต้องด้วย ดังนั้นผู้วิจัยต้องฝึกใช้เครื่องมือให้มีความชำนาญและใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมากที่จะทำรอยเริ่มแตกให้ใช้งานได้