

Abstract

The purpose of this project was to improve the mechanical properties of the Ag-Sn metal-resin composite to be a good posterior restorative material for amalgam alternation. The project was divided into two studies. First, improved the composite by acid and heat treatment of the filler particles. Secondly, changing the particle size. However, the second study was not possible due to the composite curing system that was not allow the material to cure properly. Therefore this study was modified to change the particle type to be Ag-In and investigated the bonding mechanism.

First project, the silver-tin alloy particles were treated the surface with HCl at 2%, 4% and water washing as a control in combination with heat treatment either at 150°C or 300°C, and no treatment as a control. The treated particles were used for preparation of the composite and done flexural test (ISO-4049) to evaluate the effect of acid and heat treatment on the flexural properties. The treated particle surface including standard sample of Sn, SnO, SnO₂, Ag, Ag₂O were analyzed using an X-ray photoelectron spectroscope (ESCA) to determine the most responsible substrate for the bonding mechanism. Second project, were also done the same as first project to the silver-indium alloy particles. The standard sample of In and the oxide form, InO₂ were used instead of Sn, SnO, SnO₂.

The composite showed the greatest strength when the silver-tin particles got the acid treated at 2% in combination with heat treated at 150°C. At that condition, the ESCA analysis showed the majority of the surface composed of SnO compound. Moreover, the correlation between flexural strength of the composite and their filler Sn3d binding energy was found significantly ($R=0.90$, $P=0.02$), which mean SnO might be the most responsible for the bond between the particle and coupling agent. While the silver-indium contained composite showed the greatest strength at 2-4% acid treated with heat treated at 350°C. At that condition, the ESCA analysis did not show any different in the surface composition, only some different in the thickness of the oxide film. However, the composite produced from these two filler particle show difference in flexural modulus with the same flexural strength. These mean we can control the flexural modulus of the composite by changing the particle without any effect on flexural strength.

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพวัสดุอุดฟันทางทันตกรรมชนิดโลหะ-เรซิน คอมโพสิต ให้เป็นวัสดุทางเลือกทดแทนวัสดุบูรณะฟันชนิดอมัลกัม เพื่อใช้ในการบูรณะฟันหลัง โครงการนี้แบ่งออกเป็นสองโครงการย่อย คือ โครงการย่อยที่หนึ่งปรับปรุงคุณภาพวัสดุอุดแทรกด้วยวิธีล้างผิวหน้าด้วยกรดและกรรมวิธีทางความร้อน และโครงการย่อยที่สอง โดยการเปลี่ยนขนาดของวัสดุอุดแทรกให้เล็กลง แต่โครงการย่อยที่สอง วิธีการที่นำเสนอไม่สามารถพัฒนาให้เป็นจริงได้เนื่องจากข้อจำกัดของระบบการแข็งตัวของเรซิน ดังนั้นจึงได้เสนอขอปรับปรุงโครงการย่อยที่สองไปเป็นการเปลี่ยนชนิดของวัสดุอุดแทรกเป็นผงเงิน-อินเดียมแทน พร้อมทั้งศึกษากลไกการยึดอยู่ของวัสดุอุดแทรกชนิดนี้ด้วย

นำวัสดุอุดแทรกชนิดผงเงิน-ดีบุก มาล้างผิวหน้าด้วยน้ำหรือกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นที่ 2% หรือ 4% และนำไปผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่ 150 หรือ 300 องศาเซลเซียส โดยมีผงที่ไม่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเป็นตัวเปรียบเทียบ นำผงอุดแทรกที่ผ่านกรรมวิธีข้างต้นมาผลิตเป็นวัสดุบูรณะฟันคอมโพสิตและนำไปทดสอบการแตกหักตามวิธีที่แนะนำในมาตรฐานนานาชาติเลขที่ 4049 วัสดุบูรณะฟันทางทันตกรรม เพื่อศึกษาผลกระทบของการล้างผิวหน้าวัสดุอุดแทรกด้วยกรดและกรรมวิธีทางความร้อนต่อความต้านทานการแตกหักจากแรงดัดของวัสดุบูรณะฟัน นำวัสดุอุดแทรกที่ผ่านกรรมวิธีที่กล่าวมาข้างต้น รวมทั้งวัสดุมาตรฐาน ดีบุก, เงิน, ออกไซด์ของเงินชนิด Ag_2O , ออกไซด์ของดีบุกชนิด SnO และ SnO_2 มาวิเคราะห์ผิวหน้าด้วยเครื่อง X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) เพื่อหาส่วนประกอบบนผิวหน้า ที่รับผิดชอบต่อการยึดอยู่ระหว่างวัสดุอุดแทรกกับกาวซีเมนต์ที่เชื่อมกับเรซิน วิธีการทดลองของโครงการที่สองจะคล้ายกับโครงการที่หนึ่งเพียงแต่เปลี่ยนวัสดุอุดแทรกเป็นผงเงิน-อินเดียม และเปลี่ยนวัสดุมาตรฐานเป็น อินเดียมและออกไซด์ของอินเดียมชนิด In_2O_3

วัสดุบูรณะฟันคอมโพสิตแสดงความต้านทานการการแตกหักสูงที่สุดเมื่อผลิตโดยวัสดุอุดแทรกที่ได้รับการล้างผิวหน้าด้วยกรดที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับทำกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ซึ่งผิวหน้าของวัสดุอุดแทรกดังกล่าวประกอบด้วยสารประกอบดีบุกออกไซด์ชนิด SnO เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ในระดับสูงระหว่างกำลังการต้านทานการแตกหักกับพลังงานการยึดอยู่ของสารประกอบที่ผิวหน้า ($R=0.90$, $P=0.02$) นั้นหมายถึง ดีบุกออกไซด์ชนิด SnO เป็นสารประกอบหลักที่รับผิดชอบต่อการยึดอยู่ระหว่างวัสดุอุดแทรกกับกาวซีเมนต์ที่เชื่อมกับเรซิน ส่งผลต่อกำลังความแข็งแรงของวัสดุบูรณะฟันที่สูงขึ้น ในขณะที่ วัสดุบูรณะฟันคอมโพสิตชนิดที่ใช้ ดีบุก-อินเดียมเป็นวัสดุอุดแทรกแสดงความต้านทานการการแตกหักสูงที่สุดเมื่อผลิตโดยวัสดุอุดแทรกที่ได้รับการล้างผิวหน้าด้วยกรดที่ความเข้มข้น 2-4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับทำกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ซึ่งผิวหน้าของวัสดุอุดแทรกดังกล่าวมิได้แสดงสารประกอบใดที่แตกต่างจากวัสดุอุดแทรกอื่นๆ นอกจากความหนาของออกไซด์ที่ต่างกันเพียงเล็กน้อย จากการทดลองทั้งสองโครงการพบว่า วัสดุบูรณะฟันคอมโพสิตที่ผลิตจากวัสดุอุดแทรกทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างในแง่กำลังแรงดัด แต่มีความแตกต่างในค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นจากแรงดัด ซึ่งหมายความว่าเราสามารถควบคุมค่ามอดูลัสของสภาพยืดหยุ่นจากแรงดัดได้ตามที่เราต้องการโดยไม่กระทบกับค่ากำลังแรงดัด โดยการเปลี่ยนวัสดุอุดแทรก