

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG53-ชูชัย อนันต์มานะ

ชื่อโครงการ: ความแข็งแรงและความเหนียวด้านการแตกหักของอินเตอร์เฟสของระบบ โลหะ-เซรามิก และ เซรามิก-เซรามิก

ทพ.ดร. ชูชัย อนันต์มานะ

ทพ. พรธิดา วิสุทธิวัฒนากร

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

อีเมล: drchuchai@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

บทคัดย่อ 1:

ผลของพื้นที่หน้าตัดขวางต่อค่าความแข็งแรงยึดและความเหนียวด้านการแตกหักของ อินเตอร์เฟส ในเซรามิกล้วนสองระบบ

วัตถุประสงค์: วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อทดสอบสมมุติฐาน ข้อแรก ขนาดของพื้นที่หน้าตัดขวางไม่มีผลต่อค่าความเหนียวด้านการแตกหักและค่าความแข็งแรงของอินเตอร์เฟสของเซรามิกเซรามิกและข้อที่สองเทคนิคการเคลือบแก้วสองเทคนิคบนเซรามิกแกนไม่มีผลต่อค่าความเหนียวด้านการแตกหักและค่าความแข็งแรงของอินเตอร์เฟสของเซรามิกเซรามิก

วิธีการทดลอง: เคลือบแกนเซรามิกเซอร์โคเนียด้วยวิธี “slurry-condensed” และ “hot-press” และนำมาตัดเป็นแท่งขนาด 1 mm^2 1.44 mm^2 และ 2.25 mm^2 ตามลำดับ นำชิ้นตัวอย่างมาทดสอบด้วยการดึงจนแตกหักและได้ค่าความแข็งแรงของอินเตอร์เฟส จากนั้นนำพื้นผิวที่แตกหักของชิ้นตัวอย่างมาสำรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบออปติคัล และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด นำมาคำนวณค่าความเหนียวด้านการแตกหัก โดยค่าความเหนียวด้านการแตกหักคำนวณได้จากขนาดของรอยแตกวิกฤต ค่าความแข็งแรงของอินเตอร์เฟสขณะแตกหัก นำค่าความเหนียวด้านการแตกหักและค่าความแข็งแรงของอินเตอร์เฟส มาทดสอบทางสถิติด้วยวิธีทดสอบค่าความแปรปรวนแบบสองทาง และ “Tukey HSD” ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดลอง:จากการทดลองพบว่าขนาดของพื้นที่หน้าตัดขวางไม่มีผลต่อค่าความเหนียวด้านการแตกหักแต่มีผลต่อค่าของความแข็งแรงของอินเตอร์เฟสในเซรามิกทั้งสองกลุ่มนอกจากนั้นยังพบว่าวิธีการเคลือบเซรามิกมีผลต่อค่าความเหนียวด้านการแตกหักแต่ไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรงของอินเตอร์เฟส

คำหลัก : ความเหนียวต้านทานการแตกหัก เซรามิก อินเตอร์เฟส

Abstract

Project Code : MRG-53 Chuchai Anunmana

Project Title : Interfacial Strength and Toughness of Bilayer All-ceramic systems

Investigator : Dr. Chuchai Anunmana

Dr. Porntida Suttiwattankon

E-mail Address : drchuchai@gmail.com

Project Period : 2 years

Abstract 1: Effect of Cross-sectional Area on Interfacial Bond Strength and Interfacial Toughness of Two Bilayered Dental Ceramic Systems

Objectives: The goal of this study was to test the null hypothesis that 1) there was no effect of cross-sectional areas on the interfacial fracture toughness and bond strength of bilayered dental ceramics, and 2) there was no difference in the interfacial fracture toughness and bond strength of two veneering techniques.

Methods: Zirconia core ceramics were veneered and cut to produce specimens with three different cross-sectional areas (1.00 mm², 1.44 mm², and 2.25 mm²) using two different techniques; slurry-condensed and hot-pressing techniques. The specimens were tested in tension until fracture at the interface and reported as interfacial bond strength. Fracture surfaces were observed with the optical and electron microscopes, and the interfacial toughness was determined from critical crack size, and failure stress. Mean interfacial toughness and mean interfacial bond strength was statistically tested using Two-Factor ANOVA and Tukey HSD ($p < 0.05$).

Results: The results show that cross-sectional area had no effect on the interfacial toughness whereas such factor had a significant effect on interfacial bond strength in both ceramic groups. In addition, it also demonstrated that different types of veneering techniques yield the difference in the interfacial toughness; however, there was no difference in the interfacial bond strength of those two veneering techniques.

Significance: The study revealed that cross-sectional area had no effect on the interfacial toughness, but had a significant effect on interfacial bond strength. The interfacial toughness may be a more reliable indicator for interfacial bond quality than interfacial bond strength.

Keywords: interfacial toughness, ceramic, interface, bond strength

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG53-ชูชัย อนันต์มานะ

ชื่อโครงการ: ความแข็งแรงและความเหนียวต้านการแตกหักของอินเตอร์เฟสของระบบ โลหะ-เซรามิก และ เซรามิก-เซรามิก

ทพ.ดร. ชูชัย อนันต์มานะ

ทพ. พรธิดา วิสุทธิวัฒนากร

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

อีเมล: drchuchai@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

บทคัดย่อ 2:

เปรียบเทียบวิธีการหาค่าความเหนียวต้านการแตกหักอย่างง่ายของเซรามิกทางทันตกรรมสองชนิด

วัตถุประสงค์: วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบค่าความเหนียวต้านการแตกหักที่ได้จากเทคนิคอย่างง่ายสามวิธีได้แก่ indentation fracture (IF), indentation strength (IS), fractographic approach กับวิธีทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ surface crack in flexure (SCF)

วิธีการทดลอง: เตรียมชิ้นทดสอบแท่งทั้งหมด 24 ชิ้น ขนาด 3 มม x 4 มม x 25 มม. จากวัสดุสองชนิด - 12 ชิ้น จาก IPS Empress® Esthetic and 12 ชิ้น จาก IPS e.max® Ceram (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ตามวิธีมาตรฐาน (ISO 6872). นำชิ้นทดสอบหกชิ้นต่อกลุ่มทดลองมาทดสอบด้วยวิธีแรก “indentation fracture technique” (กลุ่มที่หนึ่ง), “indentation strength technique” (กลุ่มที่สอง) และ “fractographic approach” (กลุ่มที่สาม). นอกจากนี้ นำชิ้นทดสอบอีกหกชิ้นมาทดสอบด้วยวิธีมาตรฐาน “surface crack in flexure technique” (กลุ่มที่สี่) นำค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีทดสอบความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Dunnett ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01.

ผลการทดลอง: สำหรับวัสดุ Empress Esthetic® กลุ่มที่หนึ่ง สอง สาม และสี่ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเหนียวต้านทานการแตกหัก เท่ากับ 1.25 ± 0.11 , 1.06 ± 0.04 , 0.93 ± 0.05 , and $0.98 \pm 0.05 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ตามลำดับ กลุ่มที่สองและสาม มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มที่สี่ ($p = 0.15$ และ 0.41)

ขณะที่กลุ่มที่หนึ่งแตกต่างจากกลุ่มที่สองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) สำหรับวัสดุ

e.max®Ceram

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเหนียวต้านทานการแตกหัก เท่ากับ 0.89 ± 0.05 , 1.10 ± 0.08 , 0.88 ± 0.10 , and $0.75 \pm 0.05 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ตามลำดับ กลุ่มที่หนึ่ง สอง มีค่าแตกต่างจากกลุ่มที่สองอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่สามมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มที่สอง ($p = 0.026$)

สรุปผลการทดลอง: ค่าความเหนียวต้านทานการแตกหักที่ได้จากเทคนิค **fractography** มีค่าไม่แตกต่างจากวิธีทดสอบมาตรฐาน “**surface crack in flexure**” ส่วนเทคนิค “**indentation**” มักจะให้ค่าที่สูงกว่าวิธีทดสอบมาตรฐาน

คำหลัก: ความเหนียวต้านทานการแตกหัก

Abstract

Project Code : MRG-53 Chuchai Anunmana

Project Title : Interfacial Strength and Toughness of Bilayer All-ceramic systems

Investigator : Dr. Chuchai Anunmana

Dr. Porntida Suttiwattankon

E-mail Address : drchuchai@gmail.com

Project Period : 2 years

Abstract 2: Comparing simplified methods for determining K_{IC} of two dental ceramics

Objectives: The objective of this study was to compare the fracture toughness value (K_{IC}), which is derived from simplified techniques using indentation fracture (IF), indentation strength (IS), fractographic approach to the one from a standard testing using surface cracks in flexure (SCF).

Methods: Twenty-four dental ceramics bar specimens, twelve IPS Empress[®] Esthetic and twelve IPS e.max[®] Ceram (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) were prepared according to ISO 6872. Six specimens (3 mm x 4 mm x 25 mm) in each material were tested by indentation fracture technique (group I), indentation strength technique (group II) and fractographic approach (group III) respectively. Additionally, another six specimens were tested by standard technique, surface crack in flexure technique (group IV). One-way ANOVA with Dunnett was performed to analyze fracture toughness values of different techniques at a significance level of 0.01.

Results: The Empress Esthetic[®], the mean and SD of fracture toughness values in group I, II, III, and IV were 1.25 ± 0.11 , 1.06 ± 0.04 , 0.93 ± 0.05 , and 0.98 ± 0.05 MPa.m^{1/2} respectively. Group II and III were not significantly different from group IV, ($p = 0.15$ and $p = 0.41$) while group I significantly differed from group IV ($p < 0.01$). The e-max[®]Ceram, the mean and SD of fracture toughness values in group I, II, III, and IV were 0.89 ± 0.05 , 1.10 ± 0.08 , 0.88 ± 0.10 , and 0.75 ± 0.05 MPa.m^{1/2} respectively. Group I and II were significantly different from group IV whereas group III was not different from group IV ($p = 0.026$).

Conclusion: The K_{IC} using fractography approach did not differ from the standard technique, surface crack in flexure technique (SCF) while indentation techniques seemed to give a higher value of K_{IC} than standard technique.

Keywords: Fracture toughness/Indentation/Fractography