

Abstract

An approach to evaluate macroscopic elastic properties of rice husk reinforced polymer from the composite structure is demonstrated. Hard shells of rice husks were used as a low-cost reinforcing agent in thin polypropylene sheets. Composite samples containing 5% to 20% mass fractions of rice husks were formed by a compression molding process, and the orientation distributions of rice husks in the samples were evaluated from the micrographs of the composite structure using an image analysis code. Effective elastic properties of the composite were calculated from the homogenization using Mori-Tanaka model that includes the effect of an average of orientation distribution. To verify the property evaluation approach, the homogeneous Mori-Tanaka model was implemented in a finite element code and the model response was compared to that of a composite model with explicit modeling of the reinforcements; good agreements between the in-plane moduli of the two models were confirmed. The predictive capability of the property evaluation approach was demonstrated by comparing the model responses to the response the rice husk composite under uniaxial tensile tests and four-point bending tests. Predicted effective axial moduli were favorably compared with the experimental measures. However, predicted flexural moduli still deviated from the experimental data due to the shortcoming of the Mori-Tanaka model in capturing the out-of-plane response. The comparisons show that the proposed approach is adaptable to predict the in-plane anisotropic elastic properties of hot-pressed rice husks reinforced composite.

Keywords: Rice husks reinforced composite, Constitutive model, Finite element method, Microstructure, Fiber orientation distribution

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอวิธีการคำนวณสมบัติทางกลแบบคั่นรูปของโพลีเมอร์ผสมเกลบจากข้อมูลโครงสร้างการเรียงตัวของเกลบ สารประกอบสร้างจากการผสมพลาสติกประเภทโพลีโพรพิลีนเข้ากับเกลบซึ่งทำหน้าที่เป็นสารเสริมความแข็งแรง แล้วอัดขึ้นรูปขึ้นเป็นแผ่นด้วยวิธีการกดอัด สารประกอบที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบที่เป็นเกลบในอัตราส่วนเชิงมวลตั้งแต่ร้อยละห้าถึงร้อยละยี่สิบ ด้วยวิธีการกดอัดขึ้นรูปทำให้ได้สารประกอบที่มีลักษณะการเรียงตัวที่ต่างกันจึงได้ทำการวิเคราะห์การเรียงตัวของเกลบในสารประกอบด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์จากรูป จากข้อมูลการเรียงตัวและอัตราส่วนเชิงมวลของเกลบสามารถนำมาใช้คำนวณสมบัติเชิงกลแบบคั่นรูปของสารประกอบด้วยการพิจารณาเป็นสารเนื้อเดียวด้วยวิธีการจำลองของโมรี-ทานากะ โดยข้อมูลการเรียงตัวถูกนำมาใช้ในการหาค่าเฉลี่ยในทุกด้าน การสอบเทียบความถูกต้องของการคำนวณสมบัติของสารประกอบด้วยวิธีนี้ใช้การเปรียบเทียบผลของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์สองประเภท คือ แบบจำลองสารประกอบแบบละเอียดที่มีการจำลองตัวเสริมความแข็งแรงอย่างชัดเจน และแบบจำลองแบบสารเนื้อเดียวโดยคำนวณสมบัติจากโมรี-ทานากะ ผลการเปรียบเทียบของพฤติกรรมของแบบจำลองทั้งสองมีความสอดคล้องและยืนยันถึงความถูกต้องของการคำนวณสมบัติของวัสดุด้วยวิธีนี้ได้ จากนั้นจึงใช้วิธีการคำนวณแบบเดียวกันในการพิจารณาสมบัติของสารประกอบโพลีเมอร์ผสมเกลบที่สร้างขึ้น และสอบเทียบความถูกต้องในการใช้งานจริงจากผลการทดสอบสารประกอบแบบการดึงในการเดียวและการดัดสี่จุด ผลการเปรียบเทียบการคำนวณสมบัติวัสดุเทียบกับผลการทดลองการดึงในแนวเดียวมีความสอดคล้องกัน แต่ข้อผิดพลาดยังมียู่ในการทำนายผลการทดลองแบบการดัดสี่จุดเนื่องจากแบบจำลองของโมรี-ทานากะและข้อมูลการเรียงตัวของสารเสริมความแข็งแรงที่วัดได้ยังไม่สามารถจำลองผลของพฤติกรรมในนอกระนาบที่เกิดในการการระดัดได้ อย่างไรก็ตามวิธีการที่นำเสนอนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณสมบัติในระนาบของสารประกอบประเภทเสริมเส้นใยเส้นประเภทอื่นๆได้ต่อไป

(คำหลัก) วัสดุผสมเสริมความแข็งแรงด้วยเกลบ แบบจำลองคอนสทิทิวทีฟ ระเบียบวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ โครงสร้างย่อย การกระจายตัวของเส้นใย