อนันตญา ทิมทอง: การประยุกต์ใช้แบบจำลองปัญญาประดิษฐ์จากข้อมูลหลายระดับความเที่ยงตรงในการทำนายความต้านทานการแตกหักภายใต้ภาระแบบผสม 1 และ 3 ของอีพอกซี่เรซินเสริมแรงด้วยเปลือกหอยแมลงภู่ (APPLICATION OF MULTI-FIDELITY ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELING FOR PREDICTING MIXED-MODE I/III FRACTURE TOUGHNESS OF MUSSEL SHELL REINFORCED EPOXY RESIN) อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ เอ่งฉ้วน, 110 หน้า.

คำสำคัญ : เปลือกหอยแมลงภู่/อีพอกซี่เรซิน/ความต้านทานการแตกหัก/แบบจำลองหลายระดับความเที่ยงตรง

ปัจจุบันของเสียจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลมีปริมาณที่สูงขึ้น หนึ่งในนั้นคือของเหลือจากเปลือกหอย เนื่องจากเปลือกหอยมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลักจึงมีสมบัติที่เป็นประโยชน์ เช่น มีความแข็งสูง ทนต่อสารเคมี นักวิจัยหลายท่านได้มีความพยายามในการนำเปลือกหอยมาใช้เป็นวัสดุผสม ซึ่งอีพอกซี่เรซินเป็นหนึ่งในวัสดุที่นิยมในการนำมาทำวัสดุผสม ดังนั้นการนำวัสดุผสมจากเปลือกหอยและอีพอกซี่เรซินไปใช้ในงานเชิงวิศวกรรมจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความต้านทานการแตกหักของวัสดุด้วย ความต้านทานการแตกหักสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ตามทิศทางของภาระที่กระทำกับพื้นผิวรอยร้าว ซึ่งโดยส่วนใหญ่ทิศทางของภาระที่กระทำกับรอยร้าวจะเกิดในลักษณะผสม ในงานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาความต้านทานการแตกหักที่เกิดจากการรับภาระแบบผสม 1 และ 3 การหาค่าความต้านทานการแตกหักของวัสดุสามารถหาจากการทดสอบวัสดุจริงและนำค่าภาระที่ได้มาคำนวณค่าความต้านทานการแตกหัก ซึ่งเป็นการทดสอบแบบทำลาย จึงใช้ต้นทุนในการทดสอบสูง และใช้เวลานาน อีกหนึ่งวิธีคือการคำนวณด้วยเกณฑ์การแตกหักที่สามารถคาดการณ์ความต้านทานการแตกหักเบื้องต้นของวัสดุ ซึ่งวิธีการนี้มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าการทดสอบวัสดุจริง แต่ผลการที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อน เพื่อลดการใช้ทรัพยากรหรือความคลาดเคลื่อนในการคำนวณความต้านทานการแตกหัก นักวิจัยหลายท่านได้นำวิธีการปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในการทำนายพฤติกรรมและตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการแตกหัก และได้พัฒนาการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อปรับปรุงการทำนายความต้านทานการแตกหักด้วยข้อมูลการทดลองที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยการการสร้างแบบจำลองจากข้อมูลหลายแหล่งที่มีความแม่นยำแตกต่างกัน ข้อมูลที่มีความแม่นยำสูงจะเรียกว่า "ความเที่ยงตรงสูง" ในขณะที่ข้อมูลที่มีความแม่นยำต่ำจะเรียกว่า "ความเที่ยงตรงต่ำ" การผสมผสานข้อมูลที่มีระดับความเที่ยงตรงต่างกันมักเรียกกันว่าการสร้างแบบจำลองหลายระดับความเที่ยงตรง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการทำนายค่าความต้านทานการแตกหักภายใต้ภาระแบบผสม 1 และ 3 ของวัสดุอีพอกซี่เรซินที่เสริมแรงด้วยเปลือกหอยแมลงภู่ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกร่วมกับข้อมูลหลายระดับความเที่ยงตรง ได้แก่ ข้อมูลจากการทดสอบ

และข้อมูลจากการคาดการณ์ด้วยเกณฑ์การแตกหัก การสร้างแบบจำลองใช้ปัจจัยรับเข้า ได้แก่ อุณหภูมิในการเผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส), สัดส่วนการผสมเปลือกหอย (ร้อยละโดยน้ำหนัก) และค่าพารามิเตอร์การรับภาระแบบผสม ในส่วนผลลัพธ์ของแบบจำลองได้แก่ ความต้านทานการแตกหักภายใต้ภาระรูปแบบที่ 1 (K_I) และความต้านทานการแตกหักภายใต้ภาระรูปแบบที่ 3 (K_{III}) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลการทำนายด้วยแบบจำลองหลายระดับความเที่ยงตรงให้ประสิทธิภาพการทำนายที่สูงกว่าแบบจำลองความเที่ยงตรงเดียวเมื่อข้อมูลในการฝึกสอนแบบจำลองมีอย่างจำกัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิต
ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา อนันตญา ทุมทอง
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา(ร่วม) .....

ANANTAYA TIMTONG: APPLICATION OF MULTI-FIDELITY ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELING FOR PREDICTING MIXED-MODE I/III FRACTURE TOUGHNESS OF MUSSEL SHELL REINFORCED EPOXY RESIN. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRASERT AENGCHUAN, Ph.D., 110 PP.

Keyword : Mussel shell/Epoxy resin/Fracture toughness/Multi-fidelity model

Currently, the amount of waste generated from the seafood industry is increasing, with mollusk shells being one of the primary residues. Due to the high calcium carbonate content in shells, they possess beneficial properties such as high hardness and chemical resistance. Many researchers have explored the use of mollusk shells as filler materials in composite systems. Epoxy resin is one of the most commonly used matrices for composite fabrication. However, when epoxy-shell composites are to be applied in engineering applications, it is essential to consider their fracture toughness properties. Fracture toughness can be categorized into three modes based on the direction of the load applied relative to the crack surface. In most practical situations, the load tends to act in a mixed-mode fashion. Therefore, this research focuses on evaluating the fracture toughness under mixed-mode I and III loading conditions. Traditionally, fracture toughness is determined through destructive mechanical testing, where the load applied to the specimen is used to calculate the fracture toughness parameters. However, such experimental testing is resource-intensive, time-consuming, and costly. As an alternative, various fracture criteria have been developed to predict fracture toughness based on theoretical calculations, offering a more economical and faster approach. Despite their efficiency, these predictive methods may still introduce discrepancies when compared to actual experimental results. To address such limitations and reduce resource consumption, many researchers have applied artificial intelligence (AI) techniques to predict fracture behavior and identify influencing parameters. Recent advances have demonstrated that AI can be used to improve fracture toughness predictions even when available data is limited. One such approach is the use of multi-fidelity modeling, which integrates data from sources of varying accuracy levels. High-fidelity data typically refers to experimentally obtained data, whereas low-fidelity data often derives from

theoretical. This integration is known as multi-fidelity modeling. The objective of this research is to develop a predictive model for the fracture toughness of epoxy resin reinforced with mussel shell particles under mixed-mode I and III loading conditions. The model is constructed using deep neural networks (DNN) and incorporates multi-fidelity data comprising experimental results and theoretical predictions based on fracture criteria. The model employs three input variables: calcination temperature of the shell (°C), shell mixing ratio (%wt.), and the mode mixity parameter. The output consists of fracture toughness under mode I (K_I) and mode III (K_{III}). The results of this study reveal that the multi-fidelity model outperforms the single-fidelity model in prediction accuracy, especially in scenarios where the training data is limited.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Manufacturing Engineering
Academic Year 2024

Student's Signature ณัฐพงศ์ ทองทอง
Advisor's Signature .....
Co-Advisor's Signature ปิยะพร ศิริภาชี