

ณัชนันท์ เพชรรัตน์ : การหาค่าเหมาะสมที่สุดของวัสดุพิมพ์สามมิติชนิดคอมโพสิตในการ
ออกแบบกล่องต้านแรงบิดสำหรับการใช้งานในแท่นทดสอบแรงขับ (OPTIMIZATION OF 3D-
PRINTED COMPOSITE TORSION BOX DESIGN IN THRUST STAND APPLICATIONS)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์. ดร.อภินันท์ อริยฤทธิ์, 105 หน้า.

คำสำคัญ: วัสดุคอมโพสิต/การพิมพ์สามมิติ/สมการจำลองทดแทน/การหาค่าเหมาะสมที่สุด

ในปัจจุบันวัสดุคอมโพสิตเข้ามามีบทบาทสำคัญในด้านวิศวกรรมโดยการนำข้อดีของวัสดุสองชนิดมารวมเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถประยุกต์ใช้กับการใช้งานที่หลากหลายขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุคอมโพสิตและกรรมวิธีในการขึ้นรูปชิ้นงาน หนึ่งในกระบวนการขึ้นรูปที่มีความโดดเด่นในด้านความอิสระในการขึ้นรูป คือการพิมพ์วัสดุคอมโพสิตด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ ซึ่งในการปรับตั้งค่าการพิมพ์ที่ต่างกันจะค่าคุณสมบัติในแต่ละทิศทางที่ต่างกันไปด้วย ทั้งวัสดุคอมโพสิตโดยเฉพาะในส่วนของวัสดุเสริมแรงมักจะมียาราคาสูง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับตั้งค่าการพิมพ์ที่เหมาะสม การเลือกปริมาตรของวัสดุที่จะใช้ในการพิมพ์จึงมีบทบาทสำคัญการลดต้นทุนการผลิต ในการศึกษาของงานวิจัยฉบับนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุดในการออกแบบการปรับตั้งค่าการพิมพ์วัสดุคอมโพสิต โดยรวมกับการใช้เทคนิคการสร้างสมการทดแทน เพื่อช่วยลดต้นทุนการวิจัย และลดจำนวนการทดลองที่ไม่จำเป็น ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ได้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 จะประยุกต์ใช้เทคนิคที่กล่าวมาข้างต้น ร่วมกับการทดสอบความแข็งแรงดึงตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิต เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การเติมร่วมกับจำนวนวงแหวนไฟเบอร์ที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ค่าคุณสมบัติความแข็งแรงดึงสูงสุด และค่าโมดูลัสการยืดของวัสดุมีค่าสูงสุด จากนั้นการดำเนินการในส่วนที่ 2 จะเป็นการนำเทคนิคดังกล่าวมาประยุกต์กับวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์สำหรับการออกแบบชิ้นงานกล่องต้านแรงบิดสำหรับใช้ในแท่นทดสอบแรงขับใบพัดอากาศยาน โดยออกแบบให้มีจำนวนชั้นการพิมพ์เส้นใยเสริมแรง และการวางองศาการพิมพ์ที่เหมาะสม ซึ่งทำให้มีค่าความเค้นหลักสูงสุดมีค่าน้อยที่สุด โดยที่สิ้นเปลืองปริมาตรเส้นใยคาร์บอนที่ใช้น้อยที่สุด โดยในส่วนที่ 1 ได้จำนวนวงแหวนไฟเบอร์ที่เหมาะสมที่ 3-4 วงแหวน ร่วมกับความหนาแน่นการเติมที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่ 2 ได้ผลการออกแบบจำนวนชั้นการพิมพ์เส้นใยเสริมแรงและการวางองศาเส้นใยส่วนกลางจากทั้งการขึ้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และผลจากการวิเคราะห์ผลการทดสอบ สำหรับใช้ในแท่นทดสอบแรงขับ

NUTCHANAN PETCHARAT : OPTIMIZATION OF 3D-PRINTED COMPOSITE
TORSION BOX DESIGN IN THRUST STAND APPLICATIONS.

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ATTHAPHON ARIYARIT, D.Eng., 105 PP.

Keywords: Composite material/3D Printing/Surrogate model/Optimization

Composite materials have gained significant attention in the engineering field due to their ability to combine the advantageous properties of two distinct materials, enabling a wide range of applications. The properties of these materials are highly dependent on the type of composite and the fabrication process. Among various fabrication techniques, 3D printing offers remarkable design flexibility for composite components. However, the printing parameters significantly influence the mechanical properties of the printed parts, and the high cost of composite materials, particularly reinforcing fibers, necessitates the optimization of printing settings to minimize material consumption. This study employs the multi-objective optimization technique and surrogate modeling approach to optimize the printing parameters for 3D-printed composite materials, aiming to reduce experimental effort. The research is divided into two phases. In Phase 1, the tensile strength testing, following ASTM standards for polymer composites, determines the optimal infill density and concentric fiber ring that maximize tensile strength and modulus of elasticity. In Phase 2, the optimized printing parameters are integrated with finite element analysis (FEA) to design a torsion-resistant box for thrust stand. The objective is to minimize the maximum principal stress while minimizing carbon fiber consumption. The results of Phase 1 indicate that the optimal fiber ring number is 3-4 rings, and the infill density is 50%. Phase 2 able to find optimum settings from both optimization process and results analysis for the aircraft propeller thrust stand application.

School of Mechanical Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature... ณัฐนันท์ เพ็ชรรัตน์ ...
Advisor's Signature... อรรถพงษ์ อริyarat ...