

# STUDY ON PROPERTIES OF CARBON FIBER REINFORCED POLYMER USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUE AND MOLECULAR CALCULATION

การศึกษาคุณสมบัติพลาสติกผสมเส้นใยคาร์บอนเสริมแรงโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ และการคำนวณความสัมพันธ์ระดับโมเลกุล

## INTRODUCTION

พลาสติกผสมเส้นใยคาร์บอนเสริมแรง (Carbon fiber reinforced polymer; CFRP) ได้รับความนิยมเป็นวัสดุในยานพาหนะ เนื่องจากมีความแข็งแรงสูงในขณะที่มีน้ำหนักเบา แต่ยังมีปัญหาระหว่างกระบวนการผลิตและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพ คือ ฟองอากาศ (void) ที่สามารถศึกษาด้วยเทคนิค image processing วิเคราะห์ภาพจาก optical microscope และ Micro-CT นอกจากนี้การศึกษาวัด CFRP ที่มีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยชั้นบาง (Laminate) จำเป็นต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ในระดับโมเลกุล เพื่อวิเคราะห์ถึงการยึดเหนี่ยวแต่ละชั้น Laminate ซึ่งเป็นแรงพันธะระหว่างโมเลกุลของ epoxy และเส้นใยเสริมแรง ดังนั้นการใช้ molecular calculation จึงมีความสำคัญต่อการศึกษาคูสมบัติน Interface ภายใน CFRP

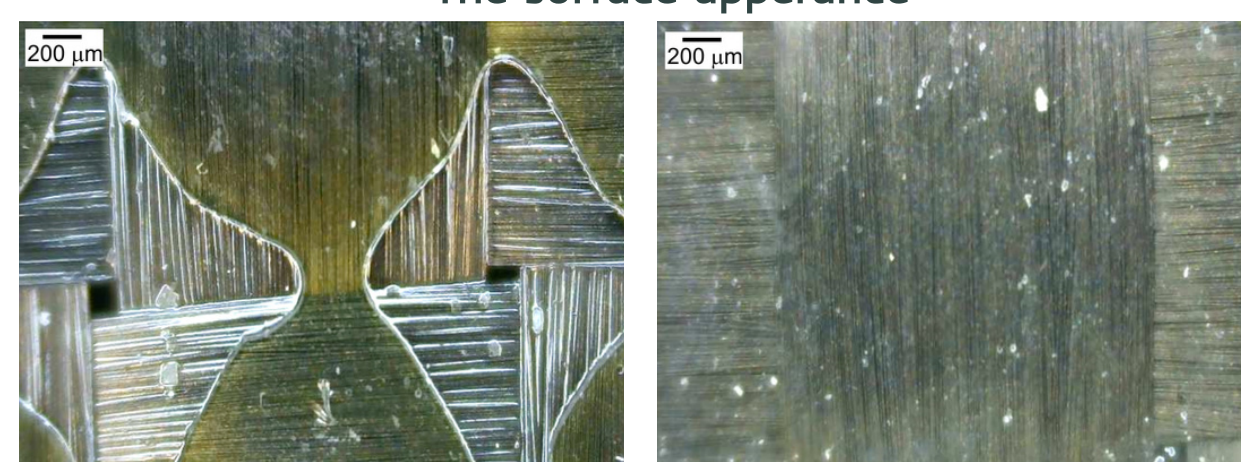
## IMAGE PROCESSING TECHNIQUE

- ▶ ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้ commercial toaster oven ในการผลิต CFRP โดยได้เปรียบเทียบเงื่อนไขการผลิตในแบบ non-vacuum และ vacuum โดยใช้วิธี non-vacuum เพื่อศึกษา maximum void content
- ▶ ผู้วิจัยสามารถศึกษาภาพ surface appearance ด้วยภาพจาก digital microscope พบว่าวิธี non-vacuum ทำให้เกิดฟองอากาศจากการขยายตัวของอากาศระหว่างการอบมากกว่า
- ▶ ผลการวิจัย Through-thickness void จากภาพ X-ray micro-CT พบว่า void ในการผลิตแบบ non-vacuum มี 10.78% และแบบ vacuum มี 0.297% ซึ่งปริมาณ void ที่ 0.2%-0.5% นี้นับได้ว่าชิ้นงานอยู่ในระดับ good quality จึงเป็นการระบุว่า toaster oven สามารถผลิตชิ้นงาน CFRP ได้อย่างมีคุณภาพ

### Publication

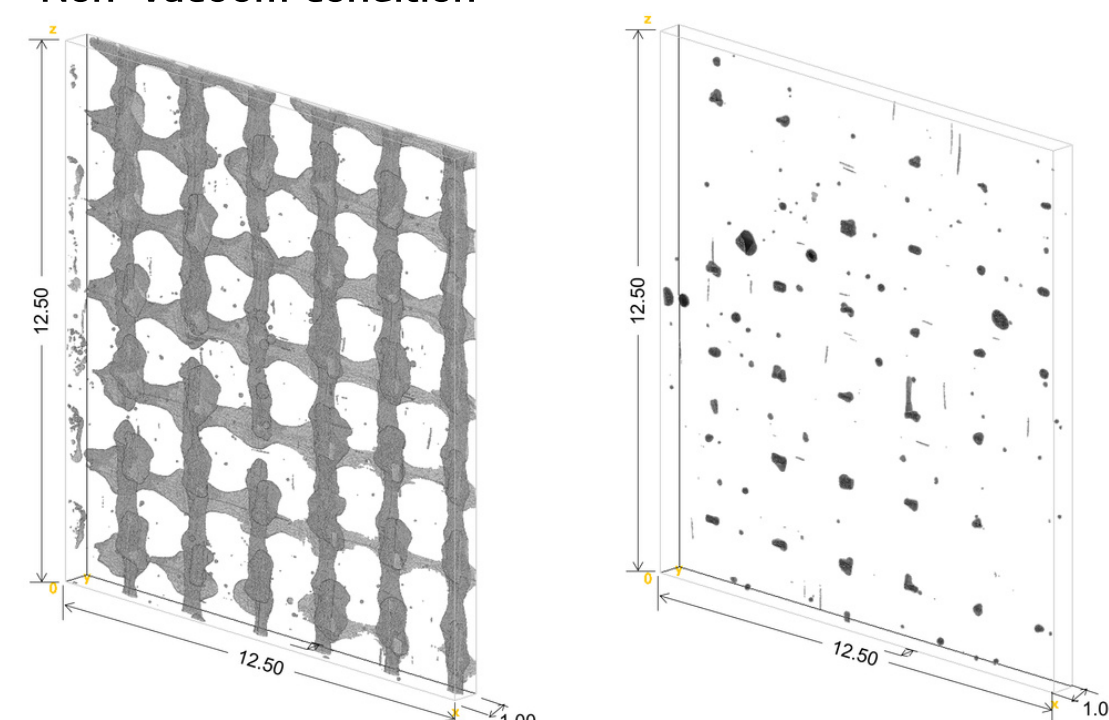
Sratong-on, P., Vivithkeyoonvong, T., Joy-A-Ka, S. and Suwannawong, S. "An Investigation of CFRP Laminates Cured in a Commercial Toaster Oven: Quality and Economic Assessment", Journal of Engineering and Digital Technology, Vol.12 No.2 (2024), pp. 22 – 36. (TC11)

The surface appearance



Non-vacuum condition

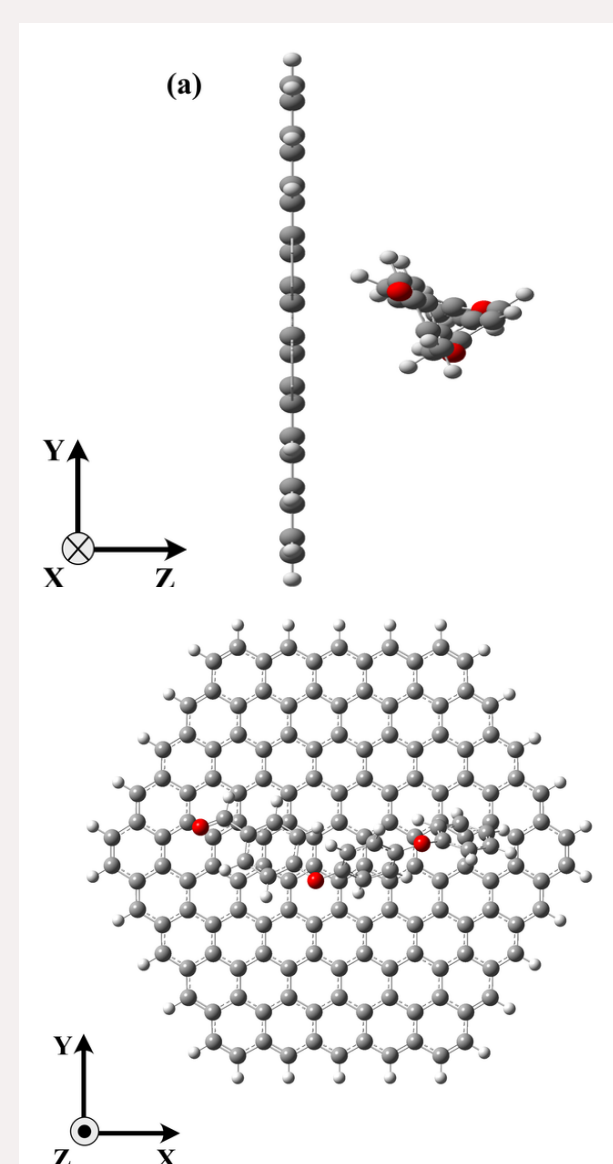
Vacuum condition



The distribution of through-thickness voids

1. P. Sratong-on and S. Suwannawong, 23rd ICCM proceedings, Belfast, UK  
2.S. Suwannawong and P. Sratong-on, 9th ICBIIR proceedings, Bangkok, Thailand

## MOLECULAR CALCULATION



Example of arrangement PEEK on carbon cluster

- ▶ งานวิจัยนี้ได้ศึกษา PEEK/CF composite material ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำ โดยใช้การคำนวณ Density Function Theory (DFT) เพื่อเปรียบเทียบ alignment ของโมเลกุล PEEK
- ▶ จากผลการวิจัย สามารถศึกษา Influence of solvation on electronic properties แสดงโดย visualization ของ HOMO และ LUMO
- ▶ ศึกษาค่า  $\Delta E_{HOMO-LUMO}$  ในแต่ละตำแหน่งของโมเลกุล PEEK บน carbon cluster เพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพทางปฏิกิริยาเคมี ซึ่งค้นพบว่าเมื่อ PEEK วางตัวตามแนวแกน Y และขนานกับ cluster จะมีความเสถียรที่สุด

### Publication

Suwannawong, S., Sratong-on, P. and Prapan, S. "An atomistic investigation of the solvent effect on PEEK and carbon fiber interfacial properties", in Proceeding of the The 15th TSME International Conference on Mechanical Engineering (TSME-ICOME 2025), Thailand 2025.

## CONCLUSION

โครงการวิจัยนี้ ได้ดำเนินการศึกษาคูสมบัติและประสิทธิภาพของ CFRP ด้วยวิธีการ image processing ในการวิเคราะห์ void ในชิ้นงาน ซึ่งสามารถระบุคุณภาพของชิ้นงาน CFRP ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนการใช้ molecular calculation ในวิธี DFT เพื่อจำลองความสัมพันธ์ของ PEEK และ carbon cluster ในการศึกษาการวางตัวของโมเลกุลและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม โดยผลวิจัยสามารถแสดงการเปรียบเทียบได้ในเบื้องต้น

## ACKNOWLEDGEMENT

โครงการวิจัยได้รับสนับสนุนจากทุนวิจัยภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น เลขที่ 2306/A002

คณะผู้วิจัย : ดร.สวรรยา สุวรรณวงศ์ และ พศ.ดร.พิมพ์เพชร สระทองอุ่น

Composite materials and lightweight structures Lab คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น