

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1-3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4-15
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	16-28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	29-37
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	38-40
เอกสารอ้างอิง	41-44
รายงานงบประมาณดำเนินโครงการวิจัย	45

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงรายละเอียดวัสดุที่ใช้ในการศึกษา	16
ตารางที่ 2	แสดงปริมาณแรงที่ทำให้ขึ้นตัวอย่างแตกหัก (นิวตัน) ความกว้างของขึ้นตัวอย่าง (มม) ความหนาของขึ้นตัวอย่าง (มม) และค่าความแข็งแรงดัดขวาง (เมกกะปาสคาล) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงดัดขวาง (เมกกะปาสคาล)	32
ตารางที่ 3	แสดงค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ช่วงความเชื่อมั่น (confidence Interval) ค่าต่ำสุด (min) และค่าสูงสุด (max.) ของค่าความแข็งแรงดัดขวางของกลุ่มต่างๆ	33
ตารางที่ 4	แสดงผลทดสอบลักษณะการกระจายของชุดข้อมูลด้วยสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smimov และ สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	33
ตารางที่ 5	แสดงผลการทดสอบความแปรปรวนระหว่างชุดข้อมูลด้วยสถิติทดสอบ Levene ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	34
ตารางที่ 6	แสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงดัดขวางด้วยสถิติทดสอบความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	34
ตารางที่ 7	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงดัดขวางด้วยสถิติเปรียบเทียบเชิงซ้อนคั่นเนทท์ ที่3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	35

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 1	สูตรโครงสร้างโมเลกุลของเมทิลเมทาคริเลต และพอลิเมทิลเมทาคริเลต	6
รูปที่ 2	โครงสร้างของซิลิกา (SiO ₂) ในรูปของสารประกอบพอลิเมอร์ภายในเส้นใยแก้ว	8
รูปที่ 3	ภาพจำลองลักษณะการเชื่อมขี้นระหว่าง โมเลกุลสารคู่ควบไซเลนกับสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์	10
รูปที่ 4	แผนภาพแสดงการเกิดปฏิกิริยาของสารคู่ควบไซเลน	12
รูปที่ 5	แสดงโครงสร้างโมเลกุลของ γ -methacryloxypropyl-trimethoxysilane	15
รูปที่ 6	แม่แบบโลหะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า a และ b สำหรับสร้างแบบหล่อเพื่อสร้างชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบค่าความแข็งแรงคดขวางตามข้อกำหนดของไอเอสโอ หมายเลข 20795-1(2008)	16
รูปที่ 7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแม่แบบโลหะ b กับพลาสติกอร์ในภาชนะหล่อแบบล่าง	17
รูปที่ 8	ขั้นตอนการเตรียมแบบหล่อสำหรับสร้างชิ้นตัวอย่างทดสอบค่าความแข็งแรงคดขวาง	18
รูปที่ 9	แสดงขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม)	19
รูปที่ 10	แสดงขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานสำหรับกลุ่มที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรม (กลุ่มที่ 2)	21
รูปที่ 11	แสดงขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานสำหรับกลุ่มที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ปรับสภาพด้วยสารคู่ควบไซเลน (กลุ่มที่ 3)	23
รูปที่ 12	แสดงขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานสำหรับกลุ่มที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางทันตกรรม (กลุ่มที่ 4)	25
รูปที่ 13	เครื่องควบคุมอุณหภูมิร้อนเย็นแบบเป็นจังหวะ	26
รูปที่ 14	แสดงเครื่องเคลือบทองสำหรับชิ้นงานที่ต้องการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL JSM-5910LV SEM, Tokyo, Japan)	27
รูปที่ 15	แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	28

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 16 แสดงภาพถ่ายชิ้นตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ที่กำลังขยาย 200 เท่า และ 1000 เท่า ก่อนการทดสอบการโค้งงอโดยจุดสัมผัส 3 จุด (3-point bending) สังเกต รอยแยกระหว่างเส้นใยแก้วกับพอลิเมอร์เมทริกซ์ในกลุ่มตัวอย่างที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรม โดยไม่ได้ปรับสภาพเส้นใยแก้วด้วยสารคู่ควยไซเลน (ลูกศร)	36
รูปที่ 17 แสดงภาพถ่ายชิ้นตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ที่กำลังขยาย 200 และ 1000 เท่า หลังการทดสอบการโค้งงอโดยจุดสัมผัส 3 จุด (3-point bending) สังเกตรอยแยกระหว่างเส้นใยแก้วกับพอลิเมอร์เมทริกซ์ (ลูกศร)	37