

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตตัวอย่างอีพอกซี และอีพอกซีคอมโพสิต

3.1.1 อีพอกซีเรซิน(Epoxy resin)

เป็นชนิด Modified multifunctional epoxy resin ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง Epichlorohydrin และ Phenolformaldehyde novalac

ลักษณะ	:	ของเหลวสีอำพัน
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	:	1.16-1.22 ที่ 20 °C
ความหนืด(cPs)	:	20,000-40,000
การละลายน้ำ	:	ไม่ละลาย
จุดเดือด	:	สลายตัวก่อนถึงจุดเดือด
กลิ่น	:	อีพอกซีอ่อน

ที่มา : บริษัทไทยอีพอกซีแอนด์อัลลาคด์โปรดักส์จำกัด

3.1.2 น้ำยาแข็ง(Hardener)

เป็นชนิด Modified Cycloaliphatic amine ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง Modified amine และ Benzyl alcohol

ลักษณะ	:	ของเหลวใส
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	:	1.05 ที่ 20 °C
ความหนืด(cPs)	:	250-350
การละลายน้ำ	:	ละลาย
จุดเดือด	:	> 200 °C
กลิ่น	:	ระคายเคือง

ที่มา : บริษัทไทยอีพอกซีแอนด์อัลลาคด์โปรดักส์จำกัด

3.1.3 แม่สีเรซิน

เป็น Phthalocyanin carbon black and Titanium dioxide in polyester resin

ลักษณะ	:	Paste
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	:	1.30 ที่ 20 °C
การละลายน้ำ	:	ละลาย
จุดเดือด	:	200 °C
กลิ่น	:	อ่อน

3.1.4 ททราย(Silica)

ลักษณะ	:	ผงสีขาว
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	:	2.65 ที่ 20 °C
Mesh No.	:	100
ขนาดอนุภาค(ไมครอน)	:	150

3.1.5 สารปรับแต่งประเภท Levelling

เป็น Solution of polyacrylate ประกอบด้วย Di-isobutyl ketone และ Solvent naphtha

ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	:	1.05 ที่ 20 °C
ปริมาณการใช้(%)	:	0.20

หน้าที่ : ปรับปรุงคุณสมบัติทางด้าน Levelling และ ความเงา(gloss) ช่วยลดปัญหาการเกิดคลื่น(Long wave effect) และหลุม(Crater) ในระบบ
ที่มา : บริษัท โคลอสซอลอินเตอร์เนชั่นแนลจำกัด

3.1.6 สารปรับแต่งประเภท Air release

เป็น Solution of foam destroying polymers and polyxilanes ประกอบด้วย hydrocarbon

ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	:	1.05 ที่ 20 °C
ปริมาณการใช้(%)	:	0.50-1.00

หน้าที่ : ไล่ฟองอากาศที่เกิดขึ้นสู่ผิวภายนอก ป้องกันการเกิดรูและฟองอากาศที่ภายในชิ้นงาน และช่วยปรับปรุงการไหลให้ดีขึ้น
ที่มา : บริษัท โคลอสซอลอินเตอร์เนชันแนลจำกัด

3.1.7 สารปรับแต่งประเภท Wetting and dispersing

เป็น Solution of a boric ester ซึ่งประกอบด้วย Methylpropan-1-ol;isobutanol, 1-Methoxy-2-propanol; monopropylene glycol methylether, Boric acid ester และ Xylene

ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	:	0.80 ที่ 20 °C
ปริมาณการใช้(%)	:	0.50-1.00

หน้าที่ : ลดความหนืด จึงช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้านการไหล ทำให้เกิด Levelling ได้ดีขึ้น
ที่มา : บริษัท โคลอสซอลอินเตอร์เนชันแนลจำกัด

3.2 การทำตัวอย่างอีพอกซี และอีพอกซีคอมโพสิต

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างอีพอกซี และอีพอกซีคอมโพสิต

3.2.1.1 ตัวอย่างอีพอกซี ให้นำอีพอกซีเรซิน ผสมกับน้ำยาแข็งตามอัตราส่วนโดยใช้ความเร็วรอบของเครื่อง 30 รอบต่อนาที ระยะเวลาในการผสมหลังจากเติมน้ำยาแข็ง 18-20 นาที

3.2.1.2 ตัวอย่างอีพอกซีคอมโพสิต ให้นำอีพอกซีเรซิน ผสมกับสารปรับแต่งสารเสริมแรงให้เข้ากันครั้งละน้อยตามลำดับจนหมด จากนั้นตามด้วยน้ำยาแข็งตามอัตราส่วน โดยใช้ความเร็วรอบของเครื่อง 30 รอบต่อนาที ระยะเวลาในการผสมหลังจากเติมน้ำยาแข็ง 18-20 นาที

3.2.1.3 นำอีพอกซี และอีพอกซีคอมโพสิตที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้ว เทลงใน
โมลด์ขนาด 15x15x0.15 ซม. ที่เตรียมไว้ หล่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็น
เวลา 7 วัน จึงถอดตัวอย่างออกจากโมลด์

3.2.2 นำมาทดลองทำตัวอย่างอีพอกซี และอีพอกซีคอมโพสิตโดยการเติมสารเสริมแรง
ด้วยทราย และเติมสารปรับแต่ง(Additive) ประเภท Levelling 0.20% คงที่, สาร
ปรับแต่งประเภท Air release 0.50%, 0.75% และ 1.00% ตามลำดับ ดังแสดง
ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนผสมของอีพอกซีกับอีพอกซีคอมโพสิต

อัตราส่วนผสม		สูตรที่					
		1	2	3	4	5	6
อีพอกซีเรซิน		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
นํ้ายาแข็ง		33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00
แม่สีเรซิน		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
สารเสริมแรง ทราย		-	195.00	195.00	195.00	195.00	195.00
สารปรับแต่ง ประเภท	Leveling	-	-	0.20	0.20	0.20	0.20
	Air release	-	-	-	0.50	0.75	1.00
	Wetting and dispersing	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: จากสูตรที่ 4-6 ให้เลือกปริมาณสารปรับแต่งประเภท Air release ที่ให้สมบัติต่างๆ
สูงสุด มาใช้กับสูตรที่ 7-9

3.2.3 ทดลองทำตัวอย่างอีพอกซีคอมโพสิตโดยการเติมสารเสริมแรงด้วยทราย และเติม
สารปรับแต่งประเภท Levelling 0.20 คงที่, สารปรับแต่งประเภท Air release ด้วย
อัตราส่วนจากข้อ 3.2 และเติมสารปรับแต่งประเภท Wetting and dispersing 0.50,
0.75% และ 1.00% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงอัตราส่วนผสมของอีพอกซีคอมโพสิต

อัตราส่วน		สูตรที่	7	8	9
อีพอกซีเรซิน			100.00	100.00	100.00
น้ำยาแข็ง			33.00	33.00	33.00
แม่สีเรซินสีเทา			5.00	5.00	5.00
สารเสริมแรง		ทราย	195.00	195.00	195.00
สารปรับแต่ง ประเภท	Leveling		0.20	0.20	0.20
	Air release		X	X	X
	Wetting and dispersing		0.50	0.75	1.00

หมายเหตุ : X หมายถึง ปริมาณสารปรับแต่งประเภท Air release ที่ให้ค่าคุณสมบัติต่างๆสูงสุด จากสูตรที่ 4-6

3.3 การทดสอบคุณสมบัติของต่างๆของอีพอกซี และอีพอกซีคอมโพสิต

3.3.1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของอีพอกซีเรซิน และอีพอกซีคอมโพสิต ได้แก่

-ความหนาแน่น(Density) ตาม ASTM D792-Standard Test Method for Density and Specific Gravity(Relative Density) of Plastics by Displacement ดังนี้

เตรียมตัวอย่างชิ้นงานขนาดประมาณ 10x10x10 ตร.มม(กว้างxยาวxสูง) และนำไปแช่น้ำหนักในอากาศและชั่งน้ำหนักในน้ำที่อุณหภูมิ 23 °C

3.3.2 เปรียบเทียบสมบัติทางกลของอีพอกซีเรซิน และอีพอกซีคอมโพสิต ได้แก่

-การทดสอบแรงอัด(Compressive strength) ตาม ASTM D695-Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics ดังนี้

เตรียมตัวอย่างชิ้นงานขนาดประมาณ 10x10x50.4 ตร.มม(กว้างxยาวxสูง) ทดสอบตามสภาวะการวิเคราะห์ คือ

ความเร็วหัวทดสอบ	:	5 มิลลิเมตร/นาที
อุณหภูมิ	:	22 °C
ความชื้นสัมพัทธ์	:	53%R.H.

-ความแข็ง(Hardness) ตาม ASTM D785-Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials ดังนี้

เตรียมตัวอย่างชิ้นงานขนาดประมาณ 10x100x15 ตร.มม(กว้างxยาวxสูง)
ทดสอบตามสภาวะการวิเคราะห์ คือ

Indenter	:	1/4" ball
Preload	:	10 kg _f
Total load	:	100 kg _f
1" Minor load hold time	:	5 sec
Major load application time	:	5 sec
Major load hold time	:	15 sec
อุณหภูมิ	:	22 °C
ความชื้นสัมพัทธ์	:	63%R.H.

หมายเหตุ : ส่งทดสอบสมบัติทางกายภาพ และทางกล ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

3.3.3 เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของอีพอกซี และอีพอกซีคอมโพสิต ได้แก่ การทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี(Chemical resistance) ดังนี้

สารเคมีที่ไม่ระเหย (Non-Volatile Reagents)

หยดสารระเหยประมาณ 0.5 ลบ.ซม. ลงบนผิวที่ทำการทดสอบ จากนั้นปิดด้วยขวดปากกว้างเพื่อป้องกันการระเหยเป็นเวลา 16 ชม. แล้วล้างผิวด้วยสบู่และน้ำ ทำให้แห้งก่อนตรวจสอบและสังเกตผล

สารเคมีที่ระเหย (Volatile Reagents)

ใช้ลากลมขนาดประมาณ 1 นิ้วจุ่มด้วยสารที่ระเหยแล้ววางบนผิวที่ทำการทดสอบ จากนั้นปิดด้วยขวดปากกว้างเพื่อป้องกันการระเหยเป็นเวลา 16 ชม. แล้วล้างผิวด้วยสบู่และน้ำ ทำให้แห้งก่อนตรวจสอบและสังเกตผล

หมายเหตุ :	No effect	คือ ไม่มีรอยด่าง, ความเงาลดลง
	Slight spot	คือ มีรอยด่างเล็กน้อย, ความเงาลดลงแต่ไม่ทำให้ความเรียบ (Smoothness) หรือคุณสมบัติของวัสดุเปลี่ยนไป
	Spot	คือ มีรอยด่างอย่างเห็นได้ชัด, ความเงาลดลงแต่ไม่ทำให้ความเรียบ หรือคุณสมบัติของวัสดุเปลี่ยนไป

3.4 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ ทางกล และทางเคมี ของอีพอกซี อีพอกซีคอมโพสิตกับอีพอกซีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ

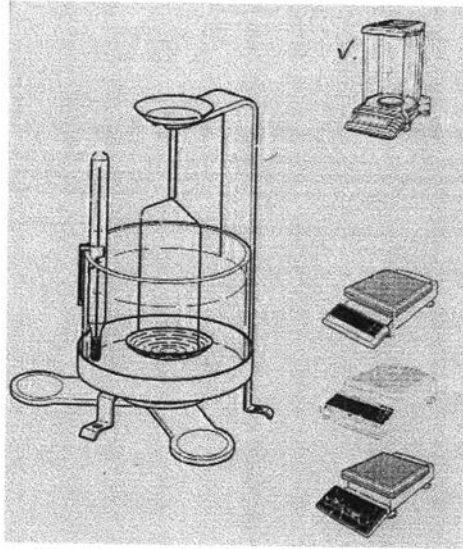
3.5 ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 Mold สำหรับการเตรียมตัวอย่างชิ้นงาน

3.6.2 เครื่องวัดความหนาแน่น (Density Meter) ดังรูปที่ 3.1

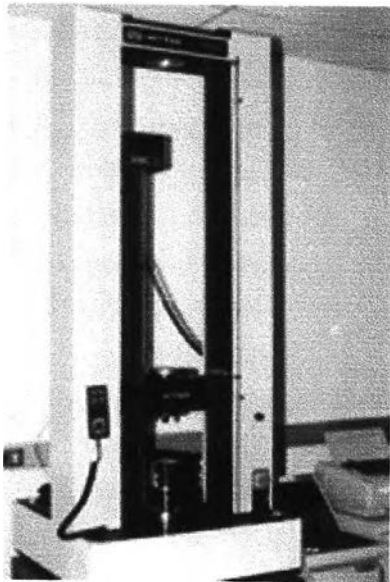
รุ่น : Mettler Toledo AG204



รูปที่ 3.1 เครื่องวัดความหนาแน่น

3.6.3 เครื่องทดสอบสมบัติทางกล(Universal Testing Machine) ดังรูปที่ 3.2

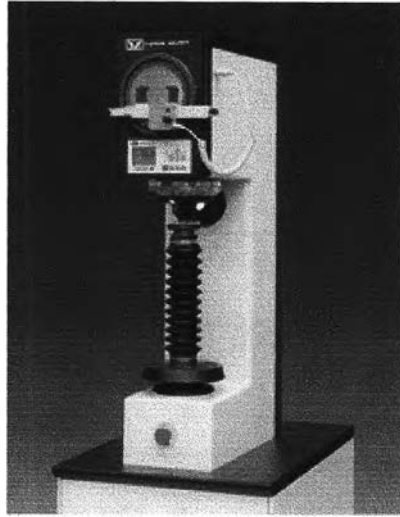
รุ่น : Instron 452



รูปที่ 3.2 เครื่องทดสอบสมบัติทางกล

3.6.4 เครื่องวัดความแข็ง (Hardness Testing Machine) ดังรูปที่ 3.3

รุ่น : Instron-Wolpert930/250



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความแข็ง

