บทที่ 2

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลาสติกเสริมแรง

บทนำ

วัสดุประสม (composite materials) เป็นวัสดุที่เกิดขึ้นโดยการรวมของวัสดุ 2 ชนิด หรือมากกว่า กล่าวคือ การเลือกสารเติม (filler) หรือวัสดุเสริมแรง และเรซินที่เหมาะสม มารวมกันให้เป็นวัสดุที่มีลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะ ส่วนประกอบของวัสดุนี้จะไม่ละลายหรือผสมกลมกลืนกันอย่างสมบูรณ์ โดยปกติสภาพทางกลของวัสดุประสมจะได้รับการพยากรณ์ได้ เมื่อทราบพฤติกรรมและคุณสมบัติของวัสดุที่นำมารวมกัน

วัสดุประสมสามารถแบ่งได้หลายประเภทด้วยกันดังต่อไปนี้

1. วัสดุประสมประเภทที่มีวัสดุเสริมแรงเป็นเส้นใย (fibrous composites) เช่น ผลิตภัณฑ์แอสเบสตอสซีเมนต์ มีเส้นใยแอสเบสตอสเป็นวัสดุเสริมแรงในเนื้อซีเมนต์ ผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยวัสดุที่เป็นเส้นอย่างลวดโลหะ ใยโพลีเมอร์ หรือใยแก้ว ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เสริมแรงด้วยแก้วแอสเบสตอส ปอ หรือใยอื่น ๆ

2. วัสดุประสมประเภทที่เป็นแผ่น (laminate composites) เช่น ไม้อัด แผ่นพลาสติกเสริมแรงด้วยเส้นใย แผงหรือผนังที่มีวัสดุสอดไส้ (sandwich panels)

3. วัสดุประสมของวัสดุก้อนเล็กกับวัสดุที่เชื่อมให้วัสดุก้อนเล็กนั้นรวมตัวกันอยู่ได้ (aggregate-binder composites) เช่น คอนกรีต ส่วนผสมของโพลีเมอร์กับมวลรวม

พลาสติกเสริมแรงคืออะไร

พลาสติกเสริมแรง (reinforced plastics) เป็นวัสดุประสมระหว่างเรซิน และวัสดุเสริมแรง โดยมีรูปร่าง ขนาด และการนำไปใช้งาน

หลายอย่าง เช่น ถัง ท่อ ผนัง ครอบช่องแสง เรือ วัสดุโครงสร้างที่เป็น angle, channel หรือ I-beam

ข้อดีของพลาสติกเสริมแรง

1. ทำเป็นรูปร่างที่ซับซ้อนขนาดใหญ่ได้ ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนได้ง่าย

2. พลาสติกเสริมแรงที่ผลิตโดยใช้เครื่องจักรจะมีคุณสมบัติทางภายภาพ ทางกล และทางไฟฟ้าที่เหมือนกันทุกชิ้น

3. มีอิสระในการออกแบบมากกว่าวัสดุอื่น

4. มีอัตราความแข็งแรงต่อน้ำหนักมากที่สุด

5. มีความยืดหยุ่น และความเหนียวสูง ไม่บุบเหมือนโลหะ

6. การเพิ่มคุณสมบัติต่อการทนสภาพดินฟ้าอากาศเข้าไปในขบวนการผลิต จะทำให้ไม่สึกกร่อนง่าย ทนต่อสารเคมี รา

7. พลาสติกเสริมแรงด้วยใยแก้ว มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า และ ฉนวนความร้อนที่ดี

ข้อเสียของพลาสติกเสริมแรง

1. ไม่ควรใช้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง (สูงกว่า 120 ° เซสเซียส)

2. ความแข็งไม่สูงมาก เมื่อเทียบกับโลหะบางอย่าง

3. ชิ้นงานที่ผลิตโดยใช้มือ อาจมีคุณสมบัติไม่สม่ำเสมอ

4. ต้นทุนของวัตถุดิบสูง

5. ขบวนการผลิตบางอย่างอาจจะช้า เมื่อเทียบกับขบวนการผลิตของโลหะ

ข้อควรพิจารณาใช้พลาสติกเสริมแรงเมื่อมีปัจจัยเหล่านี้เข้ามาเกี่ยวข้องคือ

1. สภาวะแวดล้อมชี้ว่าวัสดุที่ใช้อยู่จะมีอายุใช้งานไม่นาน

2. ต้องการให้เป็นฉนวนไฟฟ้า หรือฉนวนความร้อน

3. เมื่อใช้วัสดุธรรมดาแล้วมีข้อจำกัดในการซ่อมแซมเมื่อโดนกระทบ สำหรับพลาสติกเสริมแรงจะซ่อมแซมได้ง่าย

4. น้ำหนักของชิ้นส่วนที่ทดแทนจะเป็นสาเหตุให้มีค่าใช้จ่ายพิเศษในการติดตั้ง เพราะระยะที่ห่าง เข้าไปสับเปลี่ยนทดแทนไม่ถึง หรือทำให้หยุดการทำงาน

5. มีปัญหาในเรื่องน้ำหนัก หรือความแข็งแรง

6. ต้องการให้ชิ้นงานมีสี

7. รูปร่างซับซ้อนที่เมื่อทำด้วยวัสดุปกติจะเป็นปัญหา

8. คาดว่าจะเปลี่ยนแบบบ่อย ๆ

9. วัสดุอื่นมีต้นทุนเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับผลิตสูง

10. สามารถใช้แม่แบบเพียงตัวเดียวในการผลิตพลาสติกเสริมแรง แต่ถ้าใช้วัสดุอื่นทำอาจต้องนำชิ้นส่วนมาประกอบกันจำนวนหลายชิ้น

11. จำนวนการผลิตที่คาดไว้จำกัด (ไม่เกิน 50,000 หน่วย)

<u>พลาสติกเสริมแรงที่ใช้งานในด้านต่าง</u> ๆ

พลาสติกเสริมแรงได้ถูกนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น การก่อสร้าง มีผนังหรือแผ่นที่ทำเป็นลอน หลังคาโปร่งแสง ครอบโปร่งแสง ผนังอาคาร เครื่องหมายจราจร ทุ่นลอย

ใช้ผลิตเครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น ถังเกรอะ ชุดอาบน้ำฝักบัว อ่างอาบน้ำ

ทางทะเล เช่น เรือ ยานโฮเวอร์คราฟท์ เรือยอช์ท เรือแคนู กระดานโต้คลื่น

ทางการขนส่ง เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ รถบรรทุก หลังคารถ กันชน

ทางด้านอุตสาหกรรม เช่น ท่อ หอทำความเย็น ปล่องระบายควัน ถังสำหรับบรรจุสารเคมี อุปกรณ์ให้สัญญาณ กล่องสวิทช์ กล่องแบตเตอรี

เครื่องอุปโภค เช่น อุปกรณ์ทางด้านกีฬา ตุ๊กตา ถาด หมวกนิรภัย หุ่นแสดงเสื้อผ้า เป็นต้น

เรซินสำหรับพลาสติกเสริมแรง

เรซินแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) และ เทอร์โมเซททิง (thermosetting) โดยที่เรซินทั้งสองชนิดนี้แตกต่างกันทั้งในด้านกายภาพและทางเคมีเมื่ออยู่รูปแบบขั้นสุดท้าย คือ

เทอร์โมพลาสติก	เทอร์โมเซททิง
หลอมละลายเมื่อถูกความร้อน	ไม่หลอมละลายเมื่อถูกความร้อน
ละลายได้ (soluble)	ไม่ละลาย (insoluble)
ลูกโซ่ของโพลิเมอร์เป็นแบบเส้นหรือเป็นแขนง	ลูกโซ่เป็นโครงตาข่ายสามมิติ

การผลิตชิ้นงานประเภทเทอร์โมพลาสติก จะให้ความร้อนจนวัสดุอ่อนตัว และตามทฤษฎีแล้ว พลาสติกชนิดนี้สามารถนำเอามาผ่านขบวนการผลิตซ้ำได้อีกที ในขบวนการผลิตจะไม่มีปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้น

สำหรับเทอร์โมเซททิง ต้องให้ผ่านขั้นตอนที่จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงของโพลิเมอร์ก่อน ส่วนใหญ่ของเรซินที่ใช้ในพลาสติกเสริมแรงจะเป็นเรซินชนิดเทอร์โมเซททิง

การแข็งตัวของเทอร์โมเซททิงอาจแสดงเป็นผังง่าย ๆ ดังนี้

ทางกายภาพ	ทางเคมี
เรซินเหลว	ลูกโซ่เป็นแบบเส้น
⇩	
เริ่มเปลี่ยนจากของเหลวเป็นของแข็ง	⇩
⇩	
เป็นเรซินแข็ง	เกิดจากเชื่อมโยงของแขนงยาวขึ้น

ขบวนการเชื่อมโยงกัน (crosslinking process) มีอยู่สองอย่าง คือ การรวมตัว (addition) และ การควบแน่น (condensation)

การรวมตัว $A + B \longrightarrow AB$

การควบแน่น $C + D \longrightarrow E + F$

(ผลิตภัณฑ์ที่เกิดเพิ่มขึ้นมักระเหยได้)

การรวมตัวกันเป็นขบวนการที่ไม่มีสารระเหยได้เกิดขึ้น ดังนั้นเมื่อใช้ผลิตพลาสติกเสริมแรงก็จะกิดช่องในเนื้อวัสดุน้อยลง และใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาได้ ทั้งใช้ความดันในขบวนการผลิตน้อยลง

เรซินที่มีขบวนการเชื่อมโยงกันของโพลิเมอร์ต่างกัน มีดังนี้

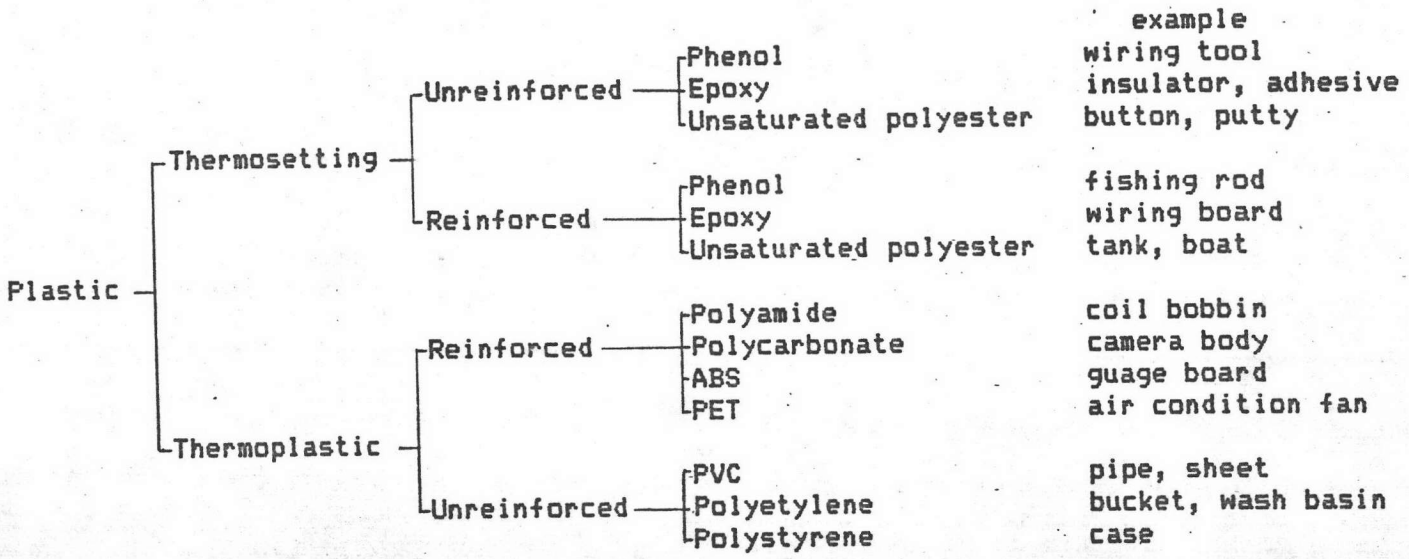
ปฏิกริยารวมตัว	ปฏิกริยาควบแน่น
โพลิเอสเตอร์	พีนอล ฟอร์มาดีไฮด์
อีพอกซี	ยูเรีย ฟอร์มาดีไฮด์
ไวนิลเอสเตอร์	เมลามีน ฟอร์มาดีไฮด์
บิส ไดอีน	ซิลิโคน
โพลิอิไมด์	

โพลิอิไมด์ ถูกทำให้แข็งตัวได้โดยการรวมตัวหรือควบแน่นก็ได้ แต่โครงสร้างที่เกิดขึ้นและคุณสมบัติขั้นสุดท้ายจะแตกต่างกันมาก

สำหรับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากเรซินชนิดต่าง ๆ ทั้งที่มีการเสริมแรงและไม่เสริมแรง แสดงไว้ในรูปที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จะแสดงให้เห็นคุณสมบัติทางกลบางอย่างของพลาสติกประเภทเทอร์โมเซททิง เทอร์โมพลาสติก และวัสดุบางชนิด

ถึงแม้ว่าจะมีเรซินหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ผลิตพลาสติกเสริมแรงได้ แต่เรซินที่นำมาใช้งานมากที่สุด คือ โพลิเอสเตอร์เรซิน



รูปที่ 2.1 แสดงประเภทของพลาสติก การเสริมแรง และ
ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในแต่ละประเภท

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกลบางอย่างของเรซินชนิดเทอร์โมเซททิง เทอร์โมพลาสติก และวัสดุบางชนิด

Material properties	specific gravity	Ultimate tensile strength (MN/m^2)	Modulus of elasticity in tension (GN/m^2)	Coefficient of linear expansion (10^(-6)/ C)
Thermosetting				
Polyester	1.28	45-90	2.5-4.0	100-110
Epoxy	1.30	90-110	3.0-7.0	45-65
Phenolic (with filler)	1.35-1.75	45-59	5.5-8.3	30-45
Thermoplastic				
PVC	1.37	58.0	2.4-2.8	50
ABS	1.05	17-62	0.69-2.82	60-130
Nylon	1.13-1.15	48-83	1.03-2.76	80-150
Mild steel	7.8	370-700	210	12-13
Aluminium	2.8	450	70	23
Timber (Douglas Fir)	0.5	74	10	4

<u>โพลิเอสเตอร์ชนิดไม่อิ่มตัว</u> (unsaturated polyester)

เรซินชนิดนี้เป็นเรซินชนิดที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับผลิตพลาสติกเสริมแรง โพลิเอสเตอร์เรซินเป็นพลาสติกชนิดเทอร์โมเซททิง สามารถผลิตขึ้นมาให้มีคุณสมบัติได้หลายอย่าง แต่ที่สำคัญคือต้องมีกลุ่มเอสเตอร์ [-CO-O-] ในสายโซ่หลัก (main chain)

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตโพลิเอสเตอร์เริ่มจากน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งมี ไกลคอล (glycol) และส่วนผสมของกรดไดเบสิกแบบไม่อิ่มตัวกับกรดไดเบสิกแบบอิ่มตัว

ลูกโซ่ชนิดที่ไม่อิ่มตัวสามารถที่จะเชื่อมเข้าด้วยกันได้โดยตรง แต่ปฏิกริยาจะช้าและมีการเชื่อมโยงกันต่ำ ดังนั้นจึงมักใส่พวกโมโนเมอร์เข้าไปเพื่อช่วยในการเชื่อมโยงกัน การใส่โมโนเมอร์ยังช่วยทำให้เรซินมีความหนืดน้อยลง และช่วยให้ซึมเข้าไปรวมกับพวกเส้นใยที่ใช้เสริมแรงได้ดีขึ้น โมโนเมอร์ที่ใช้กันมากที่สุดคือ สไตรีน (styrene) เพราะมันเข้ากับโพลิเอสเตอร์ได้ดี มีความหนืดต่ำ มีราคาต่ำ ส่วนโมโนเมอร์ตัวอื่นดูได้จากตารางที่ 2.2

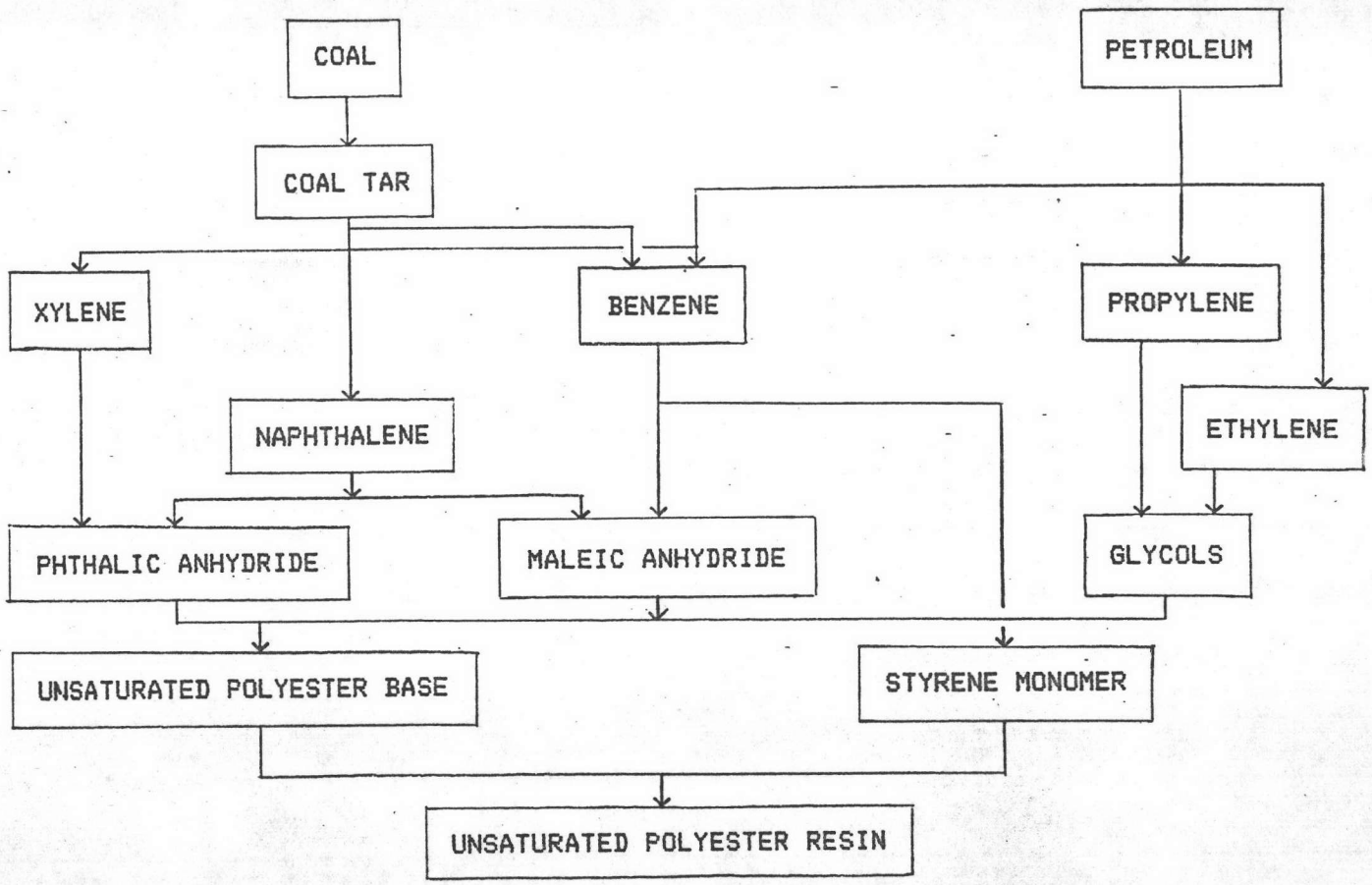
ปฏิกริยาเชื่อมโยงกันจะมีสไตรีน 1-3 หน่วยเป็นสะพานเชื่อมระหว่างสายโซ่ของโพลิเอสเตอร์ ซึ่งเป็นปฏิกริยาชนิดรวมตัวกัน และไม่มีสารใดที่ระเหยออกมา ขบวนการนี้เริ่มได้ด้วยการใส่สารที่ทำให้เริ่มปฏิกริยา เช่น สารพวกเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะจะแตกตัวให้อนุมูลอิสระ ดังแสดงในรูปที่ 2.5

คุณสมบัติต่าง ๆ ของโพลิเอสเตอร์เนื่องจากใช้กรดไดเบสิก ไกลคอล หรือโมโนเมอร์ แตกต่างกัน แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

รูปที่ 2.4 เป็นรูปแบบของการผลิตโพลิเอสเตอร์เรซินโดยทั่วไป ส่วนรูปที่ 2.5 เป็นผังการแข็งตัวของโพลิเอสเตอร์เรซิน และคุณสมบัติที่ต้องสนใจทั้งของวัตถุดิบและชิ้น รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบโครงสร้างของโพลิเอสเตอร์เมื่อเป็นเรซินเหลว และเมื่อแข็งตัว

ตารางที่ 2.2 แสดงวัตถุดิบที่นำมาผลิตโพลิเอสเตอร์เรซิน

Dibasic acids		Glycols	Vinyl monomers
Unsturated	Saturated		
Maleic anhydride	Phthalic anhydride	Ethylene glycol	Methyl methacrylate
Fumaric acid	Isophthalic acid	Propylene glycols	Styrene
Chloromaleic acid	Tetrahydrophthalic anhydride	Butylene glycols	Vinyl toluene
Itaconic acid	Hexahydrophthalic anhydride	Diethylene glycol	Divinyl benzene
Citraconic acid	Endomethylene tetrahydro-	Dipropylene glycol	Dichlorostyrene
Mesaconic acid	phthalic anhydride	Triethylene glycol	Diallyl phthalate
	Tetrachlorophthalic anhydride	Isopropylidene bis-	Triallyl cyanurate
	Hexachloroendomethylene	(p-phenyleneoxy-	
	tetrahydrophthalic acid	propanol-2)	
	Succinic acid		
	Glutaric acid		
	Adipic acid		
	Pimelic acid		
	Suberic acid		
	Azelaric acid		
	Sebacic acid		
etc.	etc.	etc.	etc.

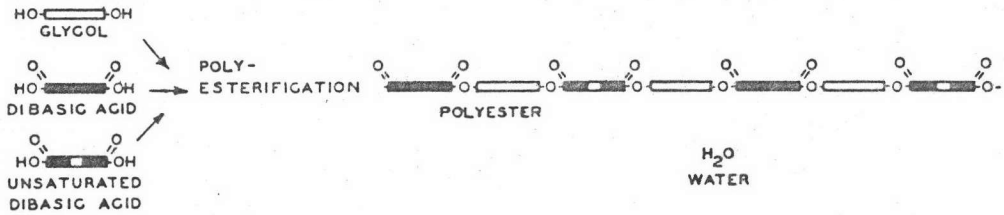


รูปที่ 2.2 แสดงแหล่งที่มาของวัตถุที่นำมาผลิตโพลิเอสเตอร์เรซิน

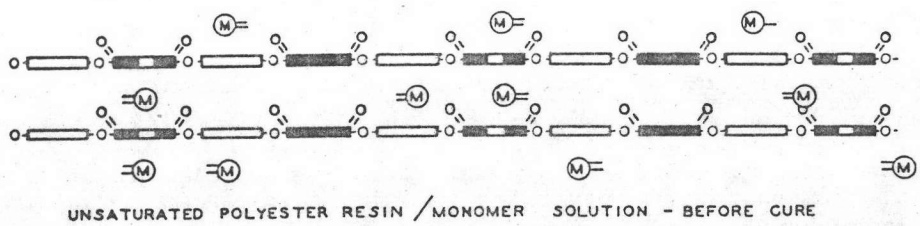
ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของโพลิเอสเตอร์เรซินที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างชนิดกัน

Unsaturated dibasic acid	Properties of resin
Maleic anhydride	Standard
Fumaric acid	Standard
Saturated dibasic acid	
Phthalic anhydride	Standard
Isophthalic acid	Heat & chemical resistance
Terephthalic acid	High strength
Adipic acid	Flexibility
Tetrahydrophthalic anhydride	Air cure
Endomethylene tetrahydro-phthalic anhydride	Heat resistance
Tetrachlorophthalic anhydride	Fire resistance
Tetrabromophthalic anhydride	Fire resistance
Glycol	
Ethylene glycol	Standard
Propylene glycol	Standard
Dipropylene glycol	Flexibility
1,6-Hexanediol	Flexibility
Neopentyl glycol	Weather resistance, high strength
Hydrated bisphenol-A	Chemical resistance
Bisphenol-A -PO additives	Chemical resistance
Monomer	
Styrene	Standard
Chlorostyrene	Fast cure
Methyl methacrylate	Weather resistance

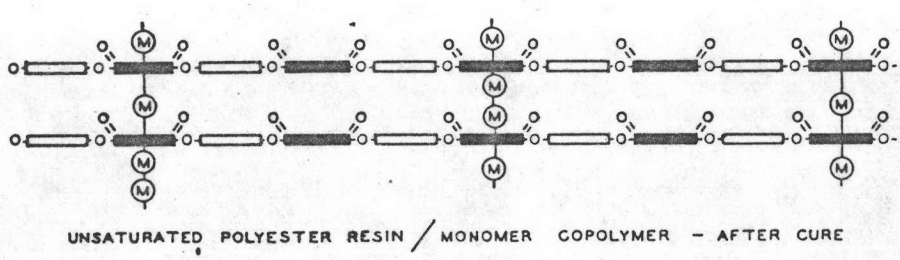
008989



ก. โพลิเอสเตอร์เรซิน

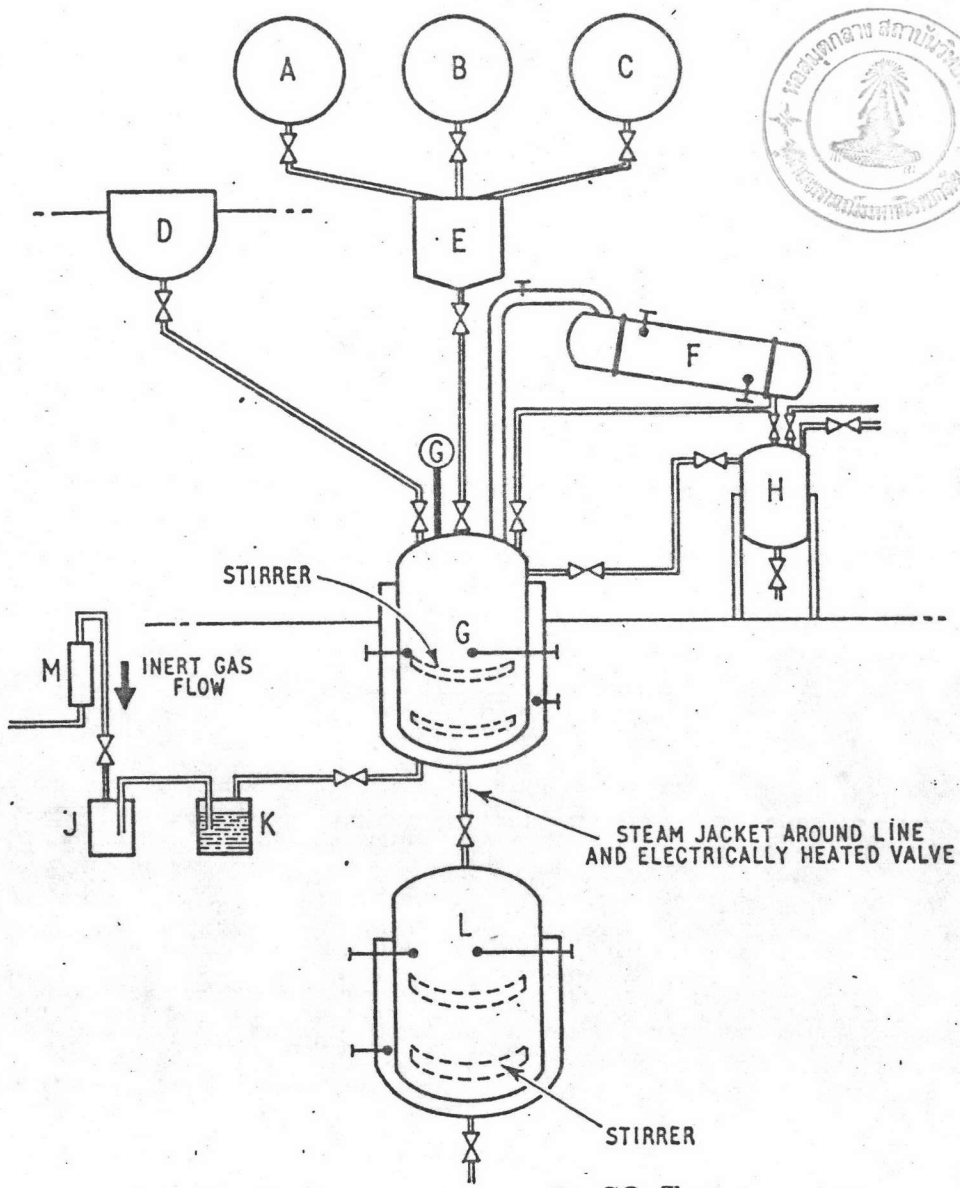


ข. โพลิเอสเตอร์เรซินกับโมโนเมอร์ ก่อนการแข็งตัว

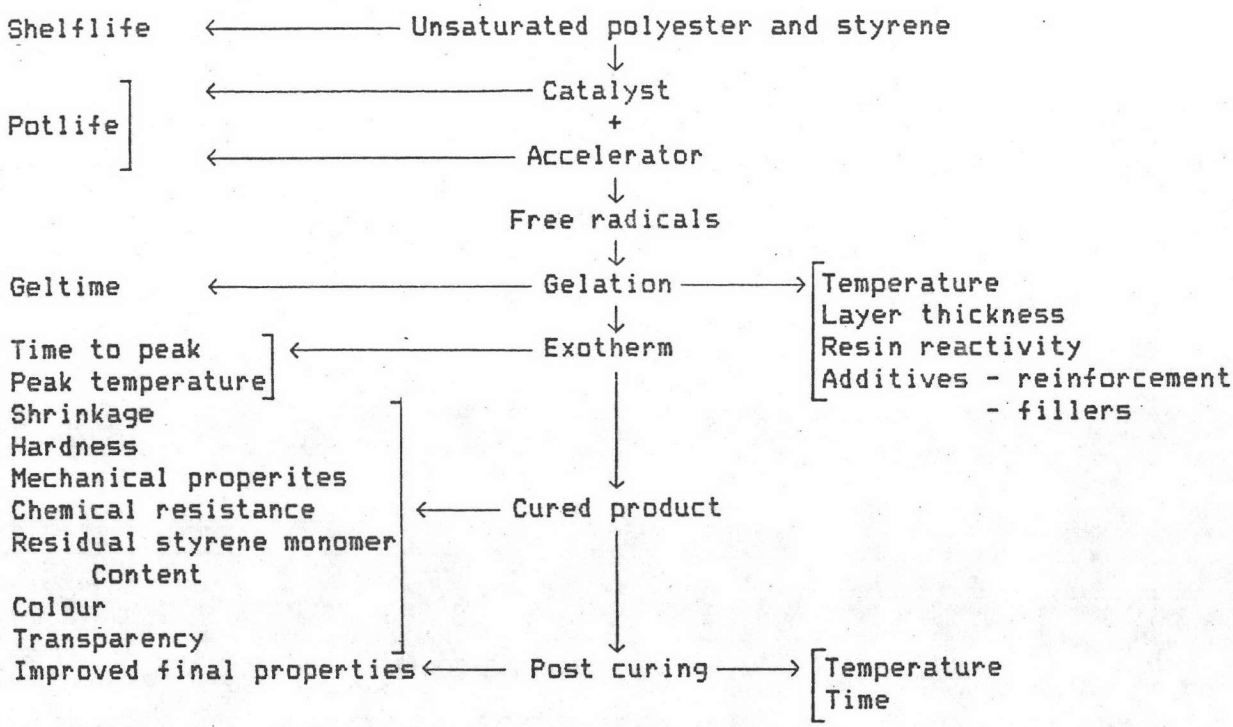


ค. โพลิเอสเตอร์เรซิน เมื่อแข็งตัวแล้ว

รูปที่ 2.3 โครงสร้างของโพลิเอสเตอร์ เมื่อรวมกับโมโนเมอร์ ก่อนและหลังการแข็งตัว



รูปที่ 2.4 รูปแบบการผลิตโพลิเอสเตอร์เรซิน



รูปที่ 2.5 แสดงผังการแข็งตัวของโพลิเอสเตอร์เรซิน และคุณสมบัติที่ต้องสนใจทั้งของวัตถุดิบ และชิ้นงานที่

วัสดุเสริมแรง (reinforcing materials)

วัสดุที่ใช้สำหรับเสริมแรงมีทั้งประเภทที่เป็นทำจากสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 และ 2.5 ส่วนวัสดุสำหรับเสริมแรงในพลาสติกเสริมแรงที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ ใยแก้ว นอกจากใยแก้วแล้วก็มีวัสดุอย่างอื่นอีก เช่น แอสเบสตอส โบรอนไนไตรด์ ใยเซรามิก เส้นใยคาร์บอน ปอ ลวดหรือแผ่นโลหะ ใยโพลิเอสเตอร์ ใยโพลิโพรพิลีน ควอทซ์ และฝอยแซฟไฟร์

พวกโบรอน คาร์บอน ควอทซ์ และแซฟไฟร์ ใช้ในวัสดุที่เกี่ยวกับการวิจัยทางด้านอวกาศ วัสดุเสริมแรงพวกนี้ก็ใช้ในทางอุตสาหกรรมเคมีที่ใช้เป็นสารที่ทนการกัดกร่อนได้ แต่ก็ไม่ได้ใช้เพราะราคาที่แพงมากเกินกว่าที่จะใช้พลาสติกเสริมแรงอย่างอื่น เส้นใยอินทรีย์ก็เป็นวัสดุเสริมแรงที่ใช้สำหรับงานที่ทนการกัดกร่อนหรือทนต่อสารเคมี เส้นใยโพบิโพรพิลีนใช้ในงานที่ต้องทนต่อสารพวกอัลคาไล

ใยแก้วที่นำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับเสริมแรงนั้นผลิตขึ้นมาเป็นลักษณะต่าง ๆ หลายอย่าง แต่ละลักษณะก็มีราคา ความแข็งแรง และใช้กับชนิดของเรซินไม่เหมือนกัน และยังขึ้นอยู่กับขบวนการผลิต

การผลิตเส้นใยแก้วเริ่มด้วยการดึงแก้วที่หลอมเหลวในเตาออกมาเป็นเส้นเดี่ยว (filaments) จากเส้นเดี่ยวนำมารวมเป็นกลุ่มเส้นใย เส้นใยเหล่านี้ต้องผ่านขบวนการเคลือบผิวเพื่อให้ผลิตได้ง่าย ทำให้เส้นใยเหมือนกันโดยตลอด และเหมาะกับเรซินแต่ละอย่าง เส้นใยเหล่านี้จะถูกพันรวมกันเพื่อที่ผ่านขบวนการผลิตขั้นต่อไปที่จะทำให้เป็นใยแก้วชนิดต่าง ๆ

ส่วนประกอบใหญ่ของแก้วคือ ซิลิกา โมเลกุลของซิลิคอนไดออกไซด์มีการจัดรูปเป็นเทตราฮีดรอน ประกอบด้วยอิออนของซิลิคอนอยู่ตรงกลาง ล้อมรอบด้วยอิออนของออกซิเจน 4 ตัว ร่างแหสามมิติของซิลิกาเทตราฮีดรอนเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของแก้ว เมื่อใส่ส่วนผสมอื่น เช่น ออกไซด์ของโลหะ อาจจะรวมเป็นส่วนของร่างแหซิลิกาหรือทำให้ร่างแหนั้นแตกออก คุณสมบัติของแก้ว

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางกลของเส้นใยอินทรีย์

Organic fibres	Specific weight	Ultimate Tensile strength (MN/m^2)	Modulus of elasticity (GN/m^2)	Elongation at rupture (%)
Natural				
Cotton	1.5	500-800	0.05	7-14
Jute	1.5	460	-	4
Sisal	1.45	850	-	2.5
Synthetic				
Viscose rayon	1.52	290	0.04	20-30
Polyamide-6	1.14	560-820	0.004	10-40
Polyacrylonitrile	1.17	410-560	-	15-20
Linear polyester	1.38	750-1000	0.015	20-25
Kevlar 49	1.45	2700	130.0	2.1

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติทางกลของเส้นใยอนินทรีย์

Inorganic fibres	Ultimate tensile strength (MN/m^2)	Modulus of elasticity (GN/m^2)
E glass	3500	73.0
S glass	4900	87.0
Stainless steel	2800	203.0
Asbestos	2100-3500	170.0
Boron	2100	420.0
Carbon fibres	2800	350.0
Sapphire whiskers	28000	2100.0

อาจถูกทำให้เปลี่ยนหรือปรับให้เหมาะกับงานแต่ละอย่างได้ ส่วนประกอบของแก้วชนิดต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.6

แก้วที่มีส่วนประกอบแตกต่างกัน จะมีคุณสมบัติแตกต่างดังนี้

E glass (electrical glass) เป็นแก้วชนิดแรกที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อทำเป็นเส้นใยต่อเนื่องกัน ใยแก้วชนิดนี้เป็นใยแก้วที่ใช้สำหรับขบวนการผลิตพลาสติกเสริมแรงต่าง ๆ โดยเป็นมาตรฐาน มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าสูง

A glass เป็นแก้วชนิดโซดาไลม์ที่ใช้ทำกระจกหน้าต่าง และขวดแก้วชนิดนี้มีส่วนประกอบของด่างสูง ทำให้ดูดความชื้นได้ ใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในขอบเขตจำกัด

C glass (chemical glass) เป็นแก้วที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับงานที่ต้องทนต่อกรดสูงกว่าที่ E glass จะทนได้ โดยมักจะทำเป็นใยผิว (surfacing mat) เพื่อใช้เป็นส่วนผิวหน้าของชิ้นงานที่สัมผัสกับสภาพการกัดกร่อนของกรด

AR glass (alkali resistant glass) ใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในซีเมนต์ (glass reinforced cement - GRC)

S glass เป็นแก้วที่ผลิตขึ้นมาเพื่อให้ทนต่อแรงดึงได้สูง โดยทนแรงดึงและมีความยืดหยุ่นสูงกว่า E glass33 เปอร์เซนต์ และ 20 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ใยแก้วชนิดนี้ใช้ในโครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงสูง เช่น นำไปใช้ในโครงการอวกาศ เพราะมีความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง แม้ที่อุณหภูมิสูงก็ยังคงความแข็งแรงอยู่ มีขีดจำกัดความล้าสูง

ใยแก้วได้รับการผลิตให้มีรูปร่างต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 โดยพอจะแบ่งได้ดังนี้

1. เส้นใยต่อเนื่อง (continuous strand roving) เส้นใยชนิดนี้เป็นเส้นใยชนิดที่เป็นเส้นตรง ไม่ได้บิดเป็นเกลียว ผิวของใยแก้วจะได้รับการเคลือบให้ใช้ได้กับเรซินเฉพาะชนิด หรือกับขบวนการผลิตพลาสติกเสริมแรงที่แตกต่างกัน

2. ตาสาน (woven roving) เป็นใยแก้วที่นำเอาใยแก้วที่เป็นเส้น

ตารางที่ 2.6 ส่วนประกอบของแก้วชนิดต่าง ๆ

	A glass	E glass	C glass	AR glass	S glass
SiO_2	72.0	54.3	64.6	60.0	65.0
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0.6	15.2	4.1	0.27	25.0
CaO	10.0	17.3	13.4	4.8	-
MgO	-	4.7	3.3	0.1	10.0
Na_2O	14.0	0.6	7.9	14.3	-
K_2O	-		1.7	2.7	-
B_2O_3	-	8.0	4.7	-	-
BaO	-	-	0.9	-	-
TiO_2	-	-	-	6.5	-
ZrO_2	-	-	-	10.2	-
SO_3	0.7	-	-	0.2	-
As_2O_5	tr.	-	-	-	-
F_2	-	0.1	tr.	-	-

ใยต่อเนื่องมาทอประสานกัน มีความกว้าง ความหนา น้ำหนักต่อพื้นที่ ต่าง ๆ กัน การวางเส้นใยแก้วจะวางในแนวตั้งฉาก ใช้สำหรับงานที่ต้องการความแข็งแรงสูง

3. woven fabrics ทำจากใยแก้วพวกยาร์น (yarn) เป็นเส้นใยที่เป็นเกลียว ผลิตขึ้นโดยให้มีลักษณะการทอเป็นผืนหลายแบบ มีความกว้าง น้ำหนัก ที่ทำให้เหมาะกับงาน

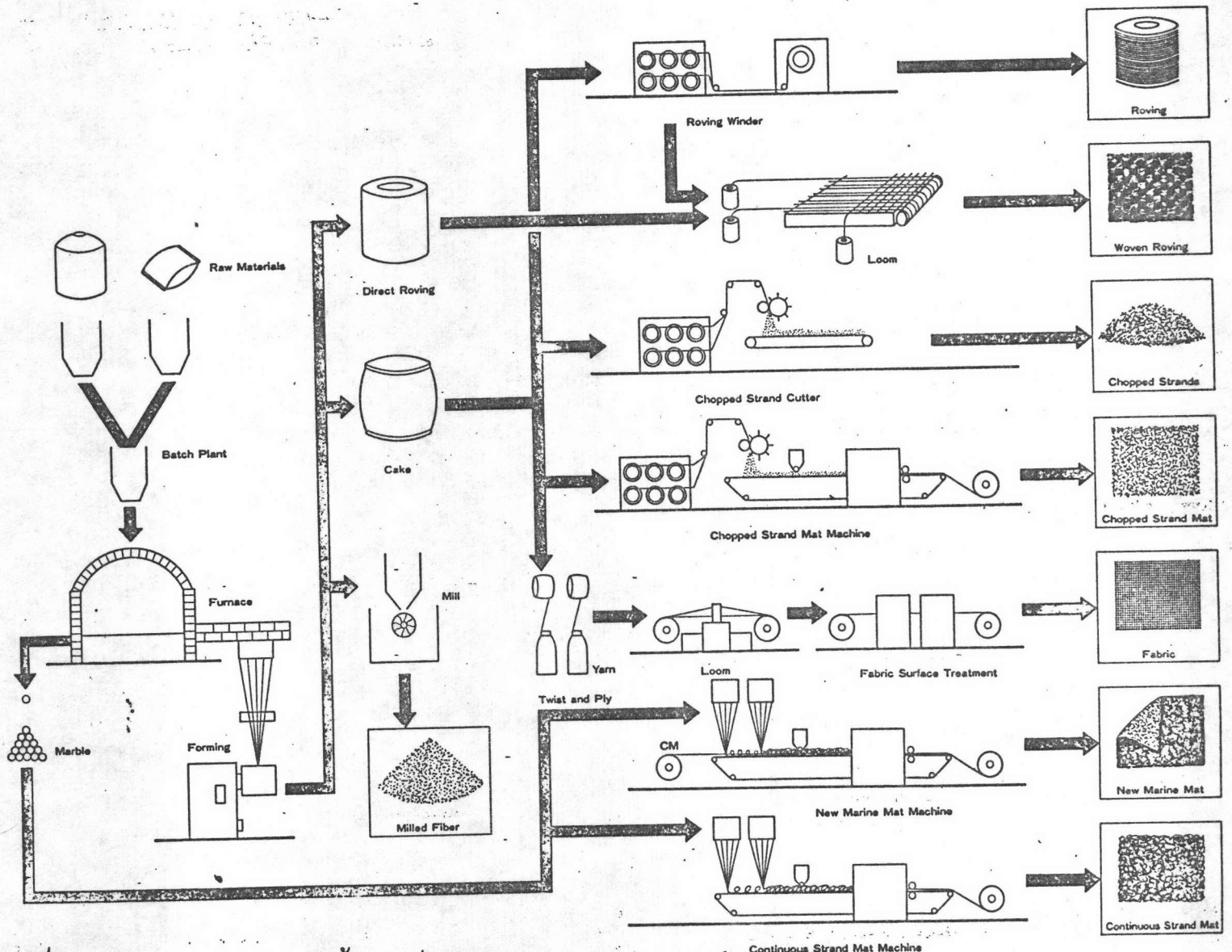
4. ใยผิว (surfacing mat) ใยแก้วชนิดนี้ใช้กับใยแก้วชนิดที่เป็นผืน เพื่อทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์เรียบ เพราะว่าใยแก้วชนิดนี้จะใช้ที่ผิวติดกับแม่แบบ และมีอัตราส่วนของเรซินต่อใยแก้วมากกว่าใยแก้วชนิดอื่น จึงเป็นชั้นที่กันไม่ให้เห็นชั้นของใยแก้วอื่น ๆ ที่อยู่ด้านหลัง นอกจากนี้ยังใช้ใยผิวในงานที่ต้องทนต่อสภาพกัดกร่อนของสารเคมีอีกด้วย

5. ใยแก้วแบบผืน (reinforcing mat) ทำขึ้นจากใยแก้วชนิดต่อเนื่องมาตัดเป็นเส้นสั้น ๆ หรือไม่ได้ตัด มารวมกันเป็นผืน โดยมีสารชนิดหนึ่งมาประสานให้เส้นใยแก้วนี้อยู่ด้วยกันโดยสม่ำเสมอ ใยแก้วชนิดนี้จะให้ความแข็งแรงปานกลาง มีทั้งความกว้าง น้ำหนัก ต่าง ๆ กัน

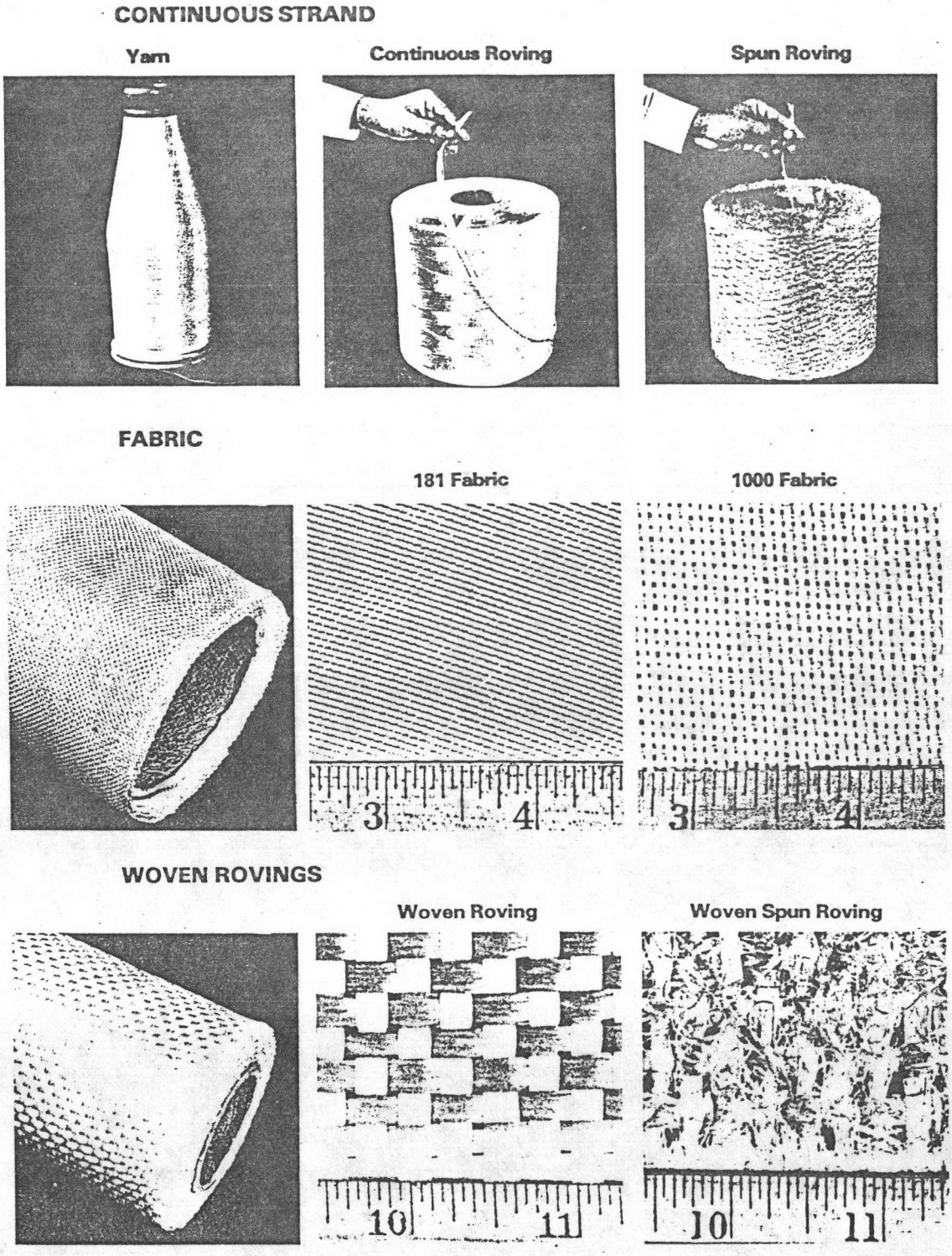
6. ใยแก้วเส้นสั้น ๆ (chopped fiber) มีความยาวตั้งแต่ 1/8 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว ใยแก้วชนิดนี้จะถูกนำมารวมกับเรซิน และสารเติมอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้เป็นวัสดุที่ใช้ในขบวนการผลิตที่ใช้แรงอัด การฉีด หรืออื่น ๆ เส้นใยแก้วเส้นสั้น ๆ เหมาะสำหรับใช้ผสมกับเรซินชนิดเทอร์โมพลาสติกในขบวนการผลิตแบบฉีด สำหรับเส้นใยแก้วยาว ๆ เหมาะสำหรับขบวนการผลิตที่ใช้แรงอัด

7. ผงใยแก้ว มีขนาด 1/32 นิ้ว ถึง 1/8 นิ้ว ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับเสริมแรงให้กับเรซินชนิดเทอร์โมพลาสติก โดยเสริมให้ทนแรงขนาดต่ำจนถึงขนาดปานกลาง และยังใช้ผสมกับกาวเพื่อให้ทนแรกได้มากขึ้น

ลักษณะของใยแก้วต่าง ๆ จะดูได้จากรูปที่ 2.7 และ 2.8

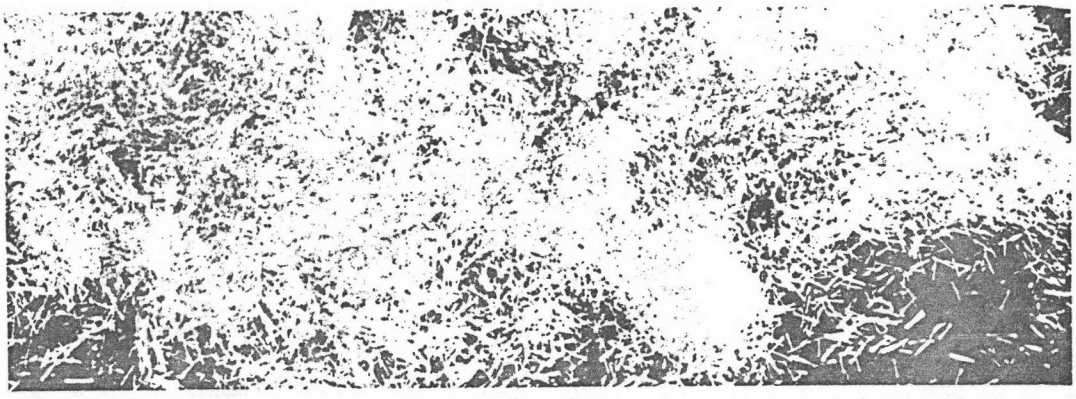


รูปที่ 2.6 ขบวนการผลิตใยแก้วชนิดต่าง ๆ

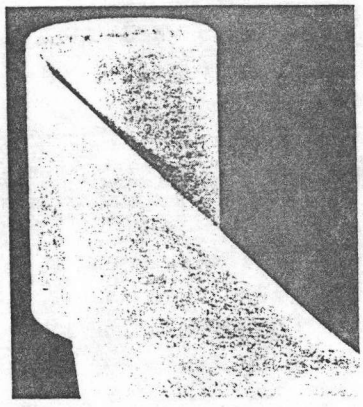


รูปที่ 2.7 ใยแก้วชนิดต่าง ๆ

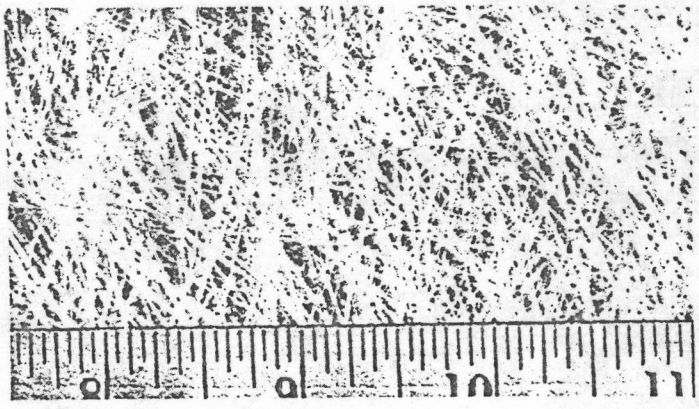
CHOPPED STRANDS



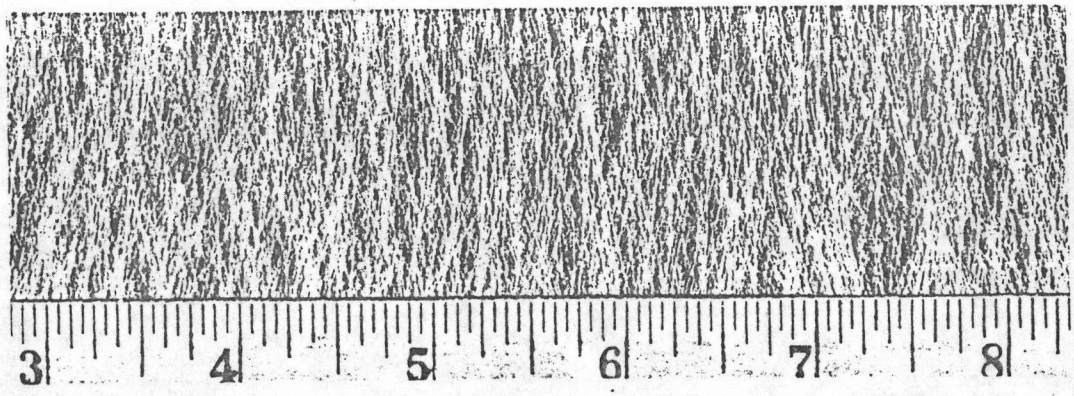
REINFORCING MATS



Chopped Strand Mat



SURFACING MAT



รูปที่ 2.8 ใยแก้วชนิดต่าง ๆ

<u>วัสดุอื่น ๆ ในงานพลาสติกเสริมแรง</u>

1. สารทำให้แข็ง (catalyst or hardener) ในการทำให้พลาสติกเหลวเป็นพลาสติกแข็ง โดยเฉพาะโพลิเอสเตอร์เรซิน ต้องมีตัวที่ทำให้กิดอนุมูล แล้วทำให้เกิดการเชื่อมโยงของโมเลกุลเป็นร่างแห จนกลายสภาพจากของเหลวเป็นของแข็ง

2. สารเร่งปฏิกริยา (accelerator or promotor) เป็นสารที่ใช้เร่งปฏิกริยาในการแข็งตัวของพลาสติก

3. เจลโคท (gel coat)เป็นโพลิเอสเตอร์เรซินชนิดที่ผสมผงเบา (thixotropic agent) ทำให้มีลักษณะหนืด ไม่ไหล ใช้พ่นหรือทาลงบนแม่แบบ หน้าที่ของเจลโคท คือทำให้ผิวของชิ้นงานมีความเรียบมัน ทั้งยังปกปิดไม่ให้เห็นรอยของใยแก้วและฟองอากาศที่ไล่ออกไม่หมด นอกจากนี้ยังสามารถผสมสีเข้าไปในเนื้อของเจลโคทได้อีก เพื่อให้ชิ้นงานมีสีตามต้องการ

4. ผงสี (pigment) ใช้ผสมเข้ากับเนื้อของเรซิน หรือเจลโคท เพื่อให้ชิ้นงานมีสีตามที่ต้องการ

5. สารเติม (filler)เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของชิ้นงานให้ดีขึ้น เช่น ความยืดหยุ่น ความแข็ง การทนต่อความร้อน คุณสมบัติหน่วงการลุกไหม้ หรืออาจเติมลงไปเพื่อเพิ่มเนื้อของเรซินให้มากขึ้น เป็นการลดต้นทุน วัสดุเติมมีหลายอย่าง เช่น ทัลคัม แคลเซียมคาร์บอเนท ทราย

6. สารอื่น ๆ

สารเหล่านี้ไม่ได้เป็นสารที่ใส่ลงไปในเนื้อของโพลิเอสเตอร์ แต่เป็นสารที่ช่วยในการทำงาน เช่น

6.1 สารสำหรับช่วยให้การถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ เช่น สารพีวีเอ ขี้ผึ้ง

6.2 สารกันไหล ใช้สำหรับป้องกันการไหลของโพลิเอสเตอร์เรซินเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เมื่อใช้งานกับแม่แบบที่ทำมุมกับพื้นสูง

6.3 ตัวทำละลาย เป็นสารที่ช่วยในการล้างเครื่องมือ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักที่ควรคำนึงเมื่อใช้พลาสติกเสริมแรงด้วยใยแก้ว

มีหลักใหญ่ ๆ อยู่ 4 ข้อ ที่ควรคำนึง คือ

หลักข้อแรก ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณของใยแก้วในผลิตภัณฑ์นั้น กล่าวคือ ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นโดยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของใยแก้ว ชิ้นส่วนที่มีใยแก้ว 80% และเรซิน 20% โดยน้ำหนัก จะแข็งแรงกว่าชิ้นส่วนที่มีจำนวนใยแก้วกับเรซินเท่า ๆ กันเกือบ 4 เท่า รูปที่ 2.10 จะเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณใยแก้วกับความแข็งแรง

การจัดตัวของใยแก้วในพลาสติกเสริมแรงมีความสำคัญมาก เพราะสัมพันธ์กับความแข็งแรงของวัสดุเอง เมื่อพิจารณาการวางตัวของเส้นใยแก้วแล้วจะแบ่งได้เป็น 3 กรณี

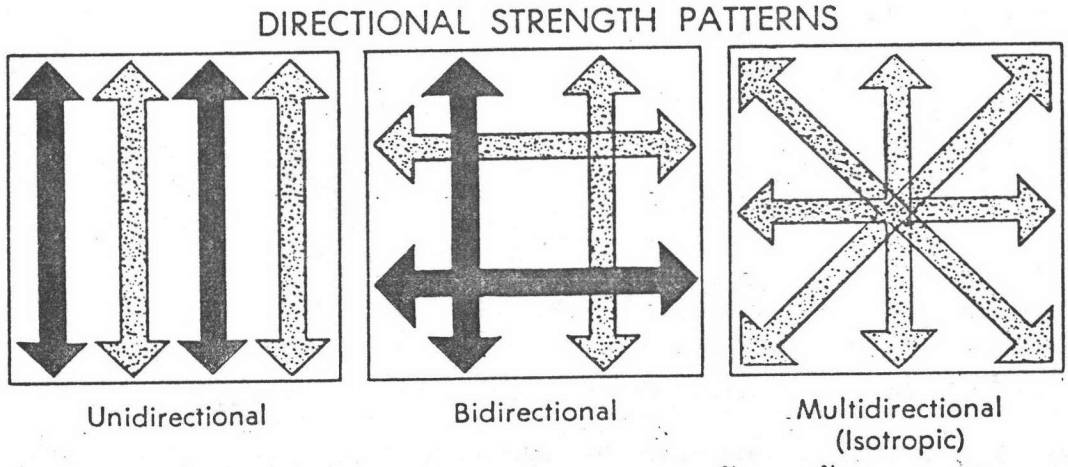
1. เมื่อเส้นใยแก้วได้รับการวางให้ขนานกัน
2. เมื่อครึ่งหนึ่งของเส้นใยได้รับการวางให้เป็นมุมฉากกับอีกครึ่งหนึ่ง
3. เมื่อเส้นใยถูกวางแบบไม่มีทิศทางแน่นอน (random)

ทิศทางการวางตัวของเส้นใยแก้วแสดงไว้ในรูปที่ 2.9

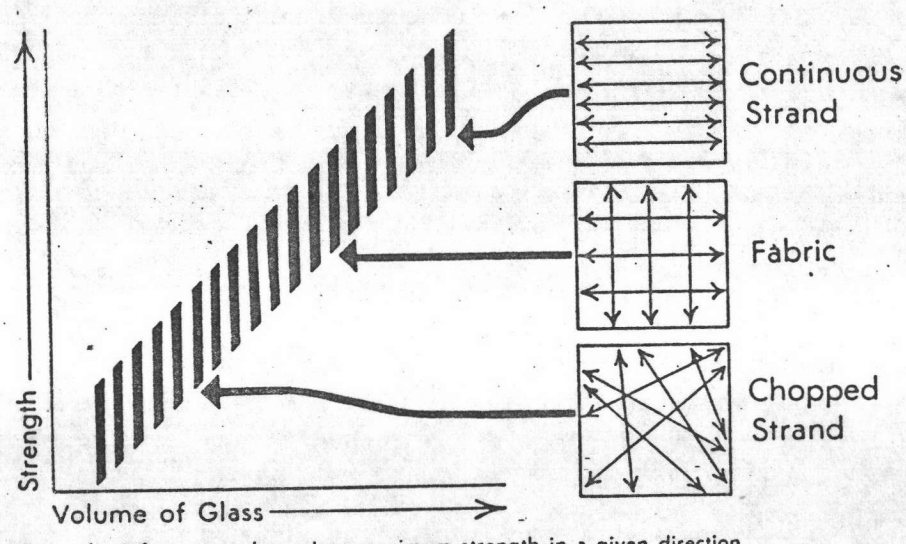
เมื่อเส้นใยแก้วถูกวางขนานกันจะมีความแข็งแรงและโมดูลัสมากที่สุดในแนวของเส้นใย เช่น การจัดตัวในแนวขนานใช้ในการออกแบบผนังมอเตอร์จรวด ไม้ตีกอล์ฟ คันเบ็ดตกปลา

เมื่อครึ่งหนึ่งของเส้นใยแก้วถูกวางเป็นมุมฉากกับอีกครึ่งหนึ่ง ความแข็งแรงสูงที่สุดจะอยู่ในแนว 2 ทิศทาง ถึงแม้ว่าความแข็งแรงน้อยกว่าการจัดตัวแบบขนาน แต่ใช้งานได้ เช่น ผนังของเรือ ปลายปีกเครื่องบิน สระว่ายน้ำ

เมื่อการจัดตัวของใยแก้วอยู่ในลักษณะที่ไม่มีทิศทางแน่นอน ความแข็งแรงก็ไม่อยู่ในหนึ่งหรือสองแนว นั่นคือ ไม่มีทิศทางแน่นอน ความแข็งแรงแบบนี้ใช้ในการผลิตชิ้นงานธรรมดาทั่วไป เช่น หมวกนิรภัย เก้าอี้ ชิ้นส่วนทางไฟฟ้า กระเป๋า หลังคารถ และกระบังครอบเครื่องจักร การจัดตัวแบบไม่มีทิศทางแน่นอน มีความแข็งแรงต่ำ สภาพนี้เรียกว่า ไอโซโทรปิก (isotropic)



รูปที่ 2.9 แสดงทิศทางการวางตัวของเส้นใยแก้ว



รูปที่ 2.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณใยแก้วกับความแข็งแรง

ความสัมพันธ์ของการจัดตัว และปริมาณใยแก้ว เหมือนกับการวางของลงในกล่อง ถ้าจัดให้เรียบร้อยที่สุด ก็จะวางของได้มากที่สุดในปริมาตรที่กำหนด อย่างเช่น การวางเส้นใยแบบต่อเนื่อง (contiuous strand) ให้ขนานกันจะได้ปริมาณใยแก้วมากกว่าในปริมาตรที่กำหนด โดยอยู่ในช่วง 45 ถึง 90 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก

เมื่อวางเส้นใยแก้วครึ่งหนึ่งให้ตั้งฉากกับอีกครึ่งหนึ่ง ปริมาณใยแก้วจะอยู่ในช่วงจาก 55 ถึง 75 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก

การวางตัวแบบไม่มีทิศทางแน่นอน ใยแก้วจะมีปริมาณอยู่ในช่วง 15 ถึง 50 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก

ความสัมพันธ์ของปริมาณใยแก้ว ลักษณะความแข็งแรง และการจัดตัวของใยแก้ว แสดงอยู่ในรูปที่ 2.10 จะสังเกตุได้ว่า เส้นใยที่วางขนานกันให้ความแข็งแรงสูงที่สุด การจัดตัวในสองทิศทางตั้งฉากกันให้ความแข็งแรงในช่วงกลาง ๆ และการจัดตัวแบบไม่มีทิศทางแน่นอน ให้ความแข็งแรงต่ำกว่าแบบอื่น

การเสริมแรงด้วยใยแก้ว ผู้ออกแบบต้องออกแบบการจัดตัวของใยแก้วให้เป็นประโยชน์และเหมาะสมที่สุด ดังเช่น

ใยแก้วชนิดเส้นใยต่อเนื่องกัน (continuous strand or roving) ให้การเสริมแรงในแนวของการวางเส้นใย

ใยแก้วชนิด fabric เสริมแรงวัตถุใน 2 ทิศทาง

ใยแก้วแบบตาสาน (woven roving) เสริมแรงวัตถุใน 2 ทิศทาง เช่นเดียวกันกับ fabric แต่ต้นทุนต่ำกว่า

ใยแก้วชนิดเส้นสั้น ๆ (chopped strand) ให้การเสริมแรงแบบไม่มีทิศทางแน่นอน

ใยแก้วแบบผืน (chopped strand mat or continuous strand mat) ให้การเสริมแรงแบบไม่มีทิศทางแน่นอน

ใยแก้วชนิดใยผิว (surfacing mat) ไม่ได้ใช้สำหรับเสริมแรง

แต่ใช้ในที่ที่ต้องการให้ผิวเรียบ หรือทนต่อการกัดกร่อน

หลักข้อสอง เรซินแต่ละชนิดที่ใช้ในพลาสติกเสริมแรง มีความทนทานต่อการกัดกร่อนและความร้อนไม่เหมือนกัน ทั้งยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ อีกที่ต้องพิจารณาในการเลือกชนิดของเรซินให้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน

โพลิเอสเตอร์เรซินเป็นเรซินที่ใช้ในพลาสติกเสริมแรงมากที่สุด เพราะเหมาะกับงานหลายชนิด ทั้งยังมีราคาต่ำที่สุดในบรรดาเรซินทั้งหลาย เรซินชนิดอื่นที่ใช้ เช่น อีพอกซี ฟีโนลิก ซิลิโคน อคริลิก โพลิเอสเตอร์ที่ผสมกับอคริลิก เรซินแบบเทอร์โมพลาสติกบางตัว เช่น ไนลอน โพลิสไตรีน โพลิคาร์บอเนท ฟลูออโรคาร์บอน ก็ใช้ใยแก้วเป็นวัสดุเสริมแรง

หลักข้อที่สาม ขบวนการผลิตพลาสติกเสริมแรงมีหลายอย่าง แต่ละอย่างของขบวนการผลิตที่จะเลือกมา ขึ้นอยู่ปริมาณของใยแก้ว การจัดตัวของใยแก้ว ชนิดของเรซิน สัดส่วนของวัตถุดิบ เกณฑ์คุณสมบัติในการทำงานที่กำหนดให้ โดยที่ขบวนการผลิตที่เลือกมานั้นต้องทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์และประหยัดที่สุด

ความยืดหยุ่นในการผลิตของขบวนการผลิตเป็นปัจจัยของความประหยัดที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผลิตชิ้นส่วนจำนวนมากจากแม่แบบชิ้นเดียว วิธีการผลิตแบบใช้แรงอัด ประกอบด้วยการเคลื่อนย้ายวัสดุแบบอัตโนมัติ ก็จะให้ต้นทนรวมต่ำ แต่ในทางกลับกัน ถ้าต้องการชิ้นส่วนเพียงไม่กี่ชิ้น ควรจะเลือกขบวนการที่มีการลงทุนทำแม่แบบและอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องให้ต่ำที่สุด

หลักข้อที่สี่ การออกแบบที่ดีที่ให้ได้ต้นทุนและการทำงานที่ประหยัดขึ้นอยู่กับการเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสม และขบวนการผลิตที่เหมาะเจาะ การใช้วัตถุดิบที่เหมาะสมในในขบวนการผลิตทำให้การทำงานจริงมีต้นทุนที่ประหยัดและการออกแบบชิ้นส่วนต้องใช้ข้อ ได้เปรียบของวัสดุให้มากที่สุด

อันตรายจากพลาสติก

การใช้พลาสติกในชีวิตประจำวัน เป็นในรูปของผลิตภัณฑ์พลาสติก ผลิตภัณฑ์พลาสติกไม่ได้ทำจากตัวพลาสติกแต่เพียงอย่างเดียว แต่ทำจากวัสดุผสมของพลาสติกกับสารเสริมแต่ง และสารช่วยการผลิต ดังนั้นในการพิจารณาอันตรายจากพลาสติกจึงต้องพิจารณาอันตรายจากสารอื่น ๆ ที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์พลาสติกด้วย

ผลิตภัณฑ์พลาสติกจะประกอบด้วย

1. ตัวพลาสติก

2. สารตกค้างจากการเตรียมพลาสติก ได้แก่ สารเริ่มปฏิกริยา หรือสารทำให้แข็งตัว สารเร่งปฏิกริยา และโมโนเมอร์ที่ทำปฏิกริยาเปลี่ยนเป็นพลาสติกไม่หมด

3. สารเติม ที่สำคัญได้แก่ สีวัสดุเสริมแรง พลาสติไซเซอร์

4. สารช่วยการผลิต เช่นสารที่ช่วยในการฉีดแบบ

สารเคมีที่เกิดจากการสลายตัวของพลาสติก ซึ่งนอกจากจะเป็นโพลิเมอร์ที่มีโมเลกุลต่ำแล้ว ยังอาจเป็นโมโนเมอร์เอง และสารเคมีโมเลกุลเล็กอื่น เช่น พีวีซีที่สลายตัวให้กรดเกลือ

แม้ว่าผลิตภัณฑ์พลาสติกจะประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด เพื่อความสะดวกในการพิจารณาอันตรายจากการใช้พลาสติกจะแยกการพิจารณาเป็น 2 ส่วน คือ

1. อันตรายจากตัวพลาสติกเอง

2. อันตรายจากสารอื่นที่ไม่ใช่พลาสติก

สารอื่นที่ไม่ใช่พลาสติกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก ซึ่งมีคุณสมบัติของสารโมเลกุลเล็กทั่วไปเหมือนกัน แตกต่างไปจากพลาสติกซึ่งเป็นสารโมเลกุลใหญ่

1. อันตรายจากตัวพลาสติก

พลาสติกเป็นสารโมเลกุลใหญ่ มีผลทำให้

ก. ค่อนข้างเฉื่อยต่อปฏิกริยาเคมี

ข. ละลายได้ยากในตัวทำละลายโดยเฉพาะพลาสติกส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ

ค. ดูดซึมได้ยาก

ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้อย่างค่อนข้างแน่นอนว่า ตัวพลาสติกเองไม่มีพิษหรือเป็นอันตรายต่อร่างกาย ทั้งนี้เนื่องจากแม้ว่าพลาสติกจะเข้าไปในระบบทางเดินอาหาร โอกาสที่จะเกิดปฏิกริยาย่อยสลายเป็นโมเลกุลขนาดเล็กมีน้อยหรือไม่มี หรือไม่สามารถละลายในน้ำเปลี่ยนเป็นสารละลายได้ ฉะนั้นจึงไม่มีการดูดซึมเข้าไปในร่างกาย ในที่สุดพลาสติกจะได้รับการขับออกจากร่างกายเอง ทำนองเดียวกัน พลาสติกเองก็ไม่เป็นอันตรายเมื่อสัมผัสกับผิวหนัง เนื่องจากไม่สามารถทำปฏิกริยากับผิวหนังละลายคีราทิน (keratin) หรือละลายในไขมันได้ จึงไม่สามารถเข้าสู่ร่างกายได้เช่นกัน

การทดสอบพิษของพลาสติกกับสัตว์ทดลอง ผลทดลองที่ออกมาก็สนับสนุนข้อสรุปในความไม่เป็นพิษของพลาสติกและโพลิเมอร์อื่น ๆ เช่น ยาง

2. อันตรายจากสารอื่นที่ไม่ใช่พลาสติก

เนื่องจากสารเคมีต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกมีมากมายหลายชนิด การพิจารณาพิษหรืออันตรายจากสารโมเลกุลเล็กเหล่านี้ต้องอ้างอิงกับหนังสือที่เกี่ยวข้องกับอันตรายของสารเคมีดังกล่าวโดยเฉพาะ ดังได้กล่าวแล้วว่าสารเคมีที่ปนอยู่ในผลิตภัณฑ์พลาสติก เป็นสารโมเลกุลเล็กโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นสารอินทรียเคมี ดังนั้น สารเคมีทุกตัวจึงมีศักยภาพของการเป็นพิษ ซึ่งโพลีเมอร์เองจะไม่เป็นพิษ แต่โมโนเมอร์ทุกชนิดสามารถเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็น สไตรีน ไวนิลคลอไรด์ หรืออื่น ๆ หรือพวกโลหะทรานซิชัน ซึ่งใช้เป็นตัวเร่งปฏิกริยา หรือเป็นส่วนประกอบของสีก็อาจเป็นอันตรายได้ ตัวทำละลายสำหรับพลาสติกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์

ก็ล้วนเป็น สารมีพิษ ดังนั้นจึงต้องคำนึงอยู่เสมอว่าสารอื่นที่ประกอบอยู่ในผลิตภัณฑ์พลาสติกสามารถเป็นพิษได้ทั้งสิ้น และต้องรู้จักเลือกสารเคมีเหล่านี้ให้เหมาะสมกับการนำผลิตภัณฑ์พลาสติกไปใช้ หรือระมัดระวังระหว่างการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร

การป้องกันอันตรายจากการใช้พลาสติกคือ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกควรต้องมีความรู้ที่ถูกต้อง มีความรับผิดชอบ ไม่เห็นผลกำไรสำคัญกว่าชีวิต และเจ้าหน้าที่บ้านเมืองที่รับผิดชอบในเรื่องนี้ก็ต้องดูแลเอาใจใส่ ควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือหลักการควบคุมที่ทำให้เกิดความปลอดภัย

ทางด้านพลาสติกเสริมแรง ได้มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก. 435-2525 ถังเก็บน้ำปลาสติกเสริมแรง มีข้อกำหนดของสารเคมีที่จะปนออกมากับน้ำสำหรับการบริโภคไม่ให้เกินขีดที่วางไว้ ซึ่งถ้ามีสารปะปนออกมากับน้ำเกินขีดจำกัดนี้แล้วอาจเป็นอันตราย จึงจำเป็นที่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เกี่ยวกับอาหารควรคำนึงถึง เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับนี้ดูได้ในภาคผนวกข