



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1. หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันนี้ พลาสติกนับเป็นสิ่งสำคัญที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ พลาสติกได้ถูกนำมาผลิตเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆมากมาย นับตั้งแต่ อุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือนที่ไม่มีความยุ่งยากซับซ้อน ไปจนถึงอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ที่มีความยุ่งยากซับซ้อนอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจาก พลาสติกเป็นวัสดุชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณสมบัติที่เป็นที่ต้องการหลายอย่าง และไม่พบในวัสดุชนิดอื่น เช่น ความต้านทานต่อการสึกกร่อน และกัดกร่อน ความยืดหยุ่น ความโปร่งใส รวมไปถึงความง่ายต่อการขึ้นรูปของพลาสติก ดังนั้นในทุกวันนี้ นักออกแบบ และวิศวกรจึงได้หันมาให้ความสนใจกับวัสดุชนิดนี้กันมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลาสติกชนิดต่างๆของโลก รวมถึงประเทศไทย มีแนวโน้มที่สูงขึ้น ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 1.1 ซึ่งแสดงปริมาณการใช้เรซินในส่วนต่างๆของโลก สำหรับปี พ.ศ. 2536 - 2537 ตารางที่ 1.2 ซึ่งแสดงถึงการขยายตัวของธุรกิจนำเข้า และ ส่งออกเม็ดพลาสติกในประเทศไทย สำหรับปี พ.ศ. 2534 และ 2536 และตารางที่ 1.3 และ 1.4 ที่แสดงให้เห็นถึงการขยายตัวของอุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทย

ในอดีตนั้น การกำหนดสัดส่วนของสารประกอบในพลาสติกซึ่งประกอบไปด้วยโพลิเมอร์ และส่วนผสมอื่นๆที่ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติ เพื่อให้ได้สารประกอบที่มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการภายใต้ต้นทุนที่เหมาะสมเป็นเรื่องที่กระทำได้ยาก ทั้งนี้เนื่องจาก ส่วนผสมต่างๆที่เติมลงไปในการประกอบพลาสติกนั้น มักจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านต่างๆของสารประกอบเสมอ และการที่จะหาคุณสมบัติของสารประกอบพลาสติกเช่นนี้ ก็จำเป็นต้องอาศัยการทดลองในห้องปฏิบัติการเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2498 ผลงานวิจัยของ Wartman ได้แสดงให้เห็น ว่าคุณสมบัติของสารประกอบนี้ สามารถคำนวณหาได้จากสมการทาง

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการใช้เรซินในส่วนต่างๆของโลก สำหรับปี พศ. 2536 - 2537

ชนิดของเรซิน	ปริมาณการใช้ (1,000 ตัน)							
	2536				2537			
	*ยุโรป	ญี่ปุ่น	อเมริกา	รวม	*ยุโรป	ญี่ปุ่น	อเมริกา	รวม
Polyethylene (PE)								
(LDPE)	5,487	1,414	**5,978	12,879	5,734	1,429	**6,400	13,563
(HDPE)	3,295	956	**4,269	8,520	3,601	983	**4,662	9,246
Polyvinyl chloride (PVC)	5,097	1,757	4,171	11,025	5,331	1,784	4,483	11,598
Polypropylene (PP)	4,410	1,982	3,724	10,116	4,990	2,088	4,159	11,237
Polystyrene (PS)	2,248	955	2,345	5,548	2,389	1,026	2,510	5,925
ABS resin	480	435	539	1,454	542	428	589	1,559
Polycarbonate (PC)	210	112	220	542	230	115	248	593

ที่มา : Modern Plastic International

หมายเหตุ \* หมายถึงประเทศในกลุ่มยุโรปตะวันตก รวมไปถึง ประเทศออสเตรเลีย ฟินแลนด์ นอร์เวย์ สวีเดน และสวิตเซอร์แลนด์

\*\* หมายถึง รวมยอดส่งออกไว้ในตัวเลขนี้ด้วย

ตารางที่ 1.2 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้า-ส่งออกเม็ดพลาสติกของประเทศไทย ในปีพ.ศ.2534 และ 2536

ชนิด เม็ดพลาสติก	2534				2536			
	นำเข้า		ส่งออก		นำเข้า		ส่งออก	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
LDPE	37,895	1,101.0	2,149	46.4	60,669	1,406.0	4,533	73.5
HDPE	40,496	1,086.1	28,692	584.4	39,725	819.3	31,371	380.3
PP	31,523	798.3	48,852	941.0	36,420	712.5	6,161	103.2
PP COPOL	18,480	673.6	346	6.5	27,478	848.2	481	9.1
EPS	5,211	195.1	843	19.6	3,086	89.8	957	18.2
PS	27,902	925.0	12,168	256.5	49,690	1,144.8	18,101	293.7
SAN	7,507	253.0	12	0.6	13,573	397.3	18	0.4
ABS	23,155	1,016.8	21,458	479.0	29,506	1,195.5	9,678	236.6
PVC	75,529	1,588.1	17,139	275.4	54,796	1,094.2	28,129	487.6
PMMA	1,276	77.1	32	0.5	2,564	131.9	6	0.4
PC	2,202	194.3	13	1.4	4,213	351.6	108	5.6
PET	3,089	106.9	1,889	45.5	5,458	176.5	30,650	272.8
PA	1,687	482.6	42	2.0	7,448	500.1	465	28.5
MELAMINE	4,291	248.1	119	5.2	4,783	267.6	109	4.5
PHENOLIC	9,047	346.3	24	0.3	10,256	436.1	826	21.6
PU	4,911	367.0	-	-	9,028	631.5	787	34.6
SILICONE	2,144	304.4	43	1.6	4,148	814.6	12	6.5

ที่มา : กรมศุลกากร

ตารางที่ 1.3 เปรียบเทียบจำนวนโรงงาน เงินลงทุน และคนงาน ระหว่างอุตสาหกรรมพลาสติก กับอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ที่ได้รับอนุญาตจัดตั้งใหม่ปี 2536

ประเภท	จำนวนโรงงาน	เงินลงทุน (ล้านบาท)	คนงาน
อุตสาหกรรมพลาสติก	698	11,367.90	14,448
อุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ	4,300	149,329.16	172,480

ตารางที่ 1.4 สถิติจำนวนโรงงานผลิตภัณฑ์พลาสติก ที่จดทะเบียนต่อกระทรวงอุตสาหกรรม

ปีพ.ศ.	กรุงเทพมหานคร	ส่วนภูมิภาค	รวม
2530	1,013	242	1,255
2531	1,059	285	1,344
2532	1,184	352	1,536
2533	1,330	463	1,793
2534	1,437	590	2,027
2535	1,532	702	2,236
2536	1,796	737	2,533

ที่มา : กองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม

หมายเหตุ จำนวนโรงงานนี้ไม่รวมถึงโรงงาน ในเขตความรับผิดชอบของการนิคมอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน(BOI) และโรงงานที่จังหวัดเป็นผู้พิจารณา ออกใบอนุญาต

คณิตศาสตร์ (mathematical equation) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติด้านต่างๆของสารประกอบกับองค์ประกอบของสารแต่ละชนิดที่มีอยู่ในสารประกอบนั้นๆ นอกจากนี้ ในปัจจุบันการพัฒนาทางด้านคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและโปรแกรมสำเร็จรูปได้ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้เกิดการนำไปสู่การพัฒนาเพื่อหาสูตรของสารประกอบที่เหมาะสม โดยการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาให้อยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แล้วแก้ปัญหาดังกล่าวนั้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

สำหรับงานวิจัยนี้ เป็นการนำเอาเทคนิคและวิธีการดังที่ได้กล่าวมา มาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการหาสัดส่วนที่เหมาะสมของสารเติมแต่งคุณสมบัติในพลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่น ด้วยเหตุผลที่ว่า ในบรรดาพลาสติกที่มีการนำมาใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โพลีไวนิลคลอไรด์ หรือ พีวีซี จัดว่าเป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง ที่มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายรองจากโพลีเอทิลีน ดังจะเห็นได้จากตัวเลขแสดงปริมาณการใช้พีวีซีเรซิน เปรียบเทียบกับเรซินชนิดอื่นๆในตารางที่ 1.1

พลาสติกพีวีซี ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายนานกว่า 60 ปีมาแล้ว โดยถูกนำมาใช้ใน 2 รูปแบบคือ 1) พีวีซีชนิดแข็ง (rigid PVC) ซึ่งมีคุณสมบัติแข็งและแข็งแรง แต่ไม่สามารถยืดหยุ่นได้มาก มักจะถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง หรือ อุตสาหกรรมการผลิตท่อ กรอบประตูหน้าต่าง รวมไปถึงบัตรเครดิต และ 2) คือรูปแบบที่เป็นพีวีซีชนิดยืดหยุ่น (flexible PVC) ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถยืดหยุ่นได้ดี นิยมนำมาใช้ในการผลิตถุงมือ ตุ๊กตา เสื้อฝน ลูกฟุตบอล และกระเบื้องปูพื้น

สำหรับพลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่นนั้น เป็นสารประกอบพีวีซี (PVC compound) ที่ประกอบด้วยสารเติมแต่งคุณสมบัติ (additives) ชนิดต่างๆ สารเติมแต่งคุณสมบัติตัวสำคัญที่ส่งผลให้พลาสติกพีวีซีเกิดความยืดหยุ่นก็คือ สารเสริมสภาพพลาสติก หรือ พลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) นอกจากพลาสติกไซเซอร์แล้ว ยังมีสารเติมแต่งคุณสมบัติชนิดอื่นๆอีก ซึ่งเติมลงไปเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของสารประกอบพลาสติกพีวีซี ให้ได้พลาสติกที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ แต่เป็นในสัดส่วนที่ไม่มากนัก และนอกจากนี้ ในกระบวนการผลิตซึ่งมีความต้องการที่จะลดต้นทุนของวัตถุดิบ จะมีการเติมสารเพิ่มเนื้อพลาสติก หรือฟิลเลอร์ (filler) ชนิดต่างๆลงไปด้วย เพื่อให้ต้นทุนของวัตถุดิบที่นำมาผลิตถูกลง ด้วยเหตุนี้วิศวกรและบุคคลที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่น จึงได้มีความพยายามที่จะกำหนดหาสัดส่วนที่เหมาะสมของสารเติมแต่งคุณสมบัติที่ใช้ในกระบวนการผลิต ทั้งในด้านของต้นทุนในการผลิต และความสามารถของ

กระบวนการผลิตที่มีอยู่ ภายใต้เงื่อนไขของคุณสมบัติที่ต้องการ สำหรับงานวิจัยนี้ ได้เลือกทำการศึกษาเฉพาะสารเติมแต่งคุณสมบัติในพลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่น ที่มีการใช้ในปริมาณมาก และส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติเชิงกลและกายภาพของผลิตภัณฑ์ รวมถึงเป็นชนิดที่ถูกลำเอียงมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตพีวีซีชนิดยืดหยุ่นในประเทศเท่านั้น กล่าวคือ พลาสติกไซเซออร์ ชนิด ไดออกทิล พาทาเลท (di-octyl phthalate : DOP) ฟิลเลอร์ ชนิดแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) และ พลาสติกไซเซออร์ เอ็กเทนเดอร์ (plasticizer extender) ชนิด ซีรีคลอ (cereclor)

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการกำหนดส่วนผสมทางการผลิตของสารประกอบพลาสติกพีวีซีที่มีสมบัติเชิงกลตามต้องการและลดต้นทุนวัตถุดิบ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้มีการจำกัดขอบเขตของการศึกษาวิจัยไว้ดังนี้ คือ

1. จะทำการศึกษาเฉพาะสารเติมแต่งคุณสมบัติที่ใช้ในสารประกอบพีวีซีชนิดยืดหยุ่น

2. สารที่ใช้ในการศึกษาทดลอง จะประกอบไปด้วย

2.1) พีวีซีเรซินที่มีค่า K (ดัชนีที่ชี้บ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลของโพลิเมอร์) เท่ากับ 71 ทั้งนี้เนื่องจากพีวีซีเรซินที่มีน้ำหนักโมเลกุลดังกล่าว มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับขบวนการผลิตขึ้นรูปพีวีซีชนิดยืดหยุ่น

2.2) สารเสริมสภาพพลาสติก หรือพลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) ชนิด ไดออกทิลพาทาเลท (di-octhyl phthalate : DOP) ซึ่งมีการแปรค่าสัดส่วนการใช้อยู่ระหว่าง 30-90 phr. (parts per hundred parts of resin, by weight หรือ ส่วนต่อพีวีซีเรซิน 100 ส่วนโดยน้ำหนัก) ทั้งนี้เนื่องจาก DOP เป็นพลาสติกไซเซอร์ในกลุ่มพาทาเลท ซึ่งเป็นกลุ่มของพลาสติกไซเซอร์ที่มีประโยชน์และถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายที่สุด เพราะมีสมบัติที่ดีหลายด้าน เช่น สามารถเข้ากันได้ดีกับพีวีซี อัตราการแยกตัวออกจากพีวีซีต่ำ สามารถให้ความยืดหยุ่นแก่พลาสติกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ และสำหรับพลาสติกไซเซอร์ในกลุ่มนี้ DOP เป็นชนิดที่ถูกนำมาใช้แพร่หลายที่สุดในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากมีราคาถูก และจากการตรวจสอบเอกสารและการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าปริมาณการใช้ DOP จะมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนด

2.3) สารเพิ่มเนื้อพลาสติก หรือ ฟิลเลอร์ (filler) ชนิดแคลเซียมคาร์บอเนต( $\text{CaCO}_3$ ) ซึ่งมีการแปรค่าสัดส่วนการใช้อยู่ระหว่าง 0-100 phr. ทั้งนี้เนื่องจากว่าแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นฟิลเลอร์ตัวสำคัญที่ถูกนำมาใช้กับพลาสติกพีวีซี ด้วยคุณสมบัติที่ดีของแคลเซียมคาร์บอเนต ในด้านความสามารถในการรวมตัวกับพีวีซีชนิดยืดหยุ่น และจากการตรวจสอบเอกสาร และการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบว่าปริมาณการใช้แคลเซียมคาร์บอเนต จะมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนด

2.4) สารช่วยเสริมสภาพพลาสติก (plasticizer extender) ชนิดซีรีคลอ (cereclor) ซึ่งถูกนำมาใช้เพื่อลดปริมาณการใช้ DOP ทั้งนี้เนื่องจากซีรีคลอ เป็นสารเติมแต่งคุณสมบัติที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับ DOP แต่มีราคาที่ถูกกว่า

2.5) สารคงสภาพ (stabilizer) ชนิด ไตรเบสิก (tribasic) ซึ่งกำหนดปริมาณการใช้คงที่ เท่ากับ 3 phr.

2.6) สารหล่อลื่น (lubricant) ชนิด โอพี แวก (op-wax) ซึ่งกำหนดปริมาณการใช้คงที่ เท่ากับ 0.3 phr.

3. คุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ศึกษา จะทำการศึกษาเฉพาะคุณสมบัติเชิงกลและกายภาพ ที่มีความสำคัญต่อการกำหนดสัดส่วนของสารเติมแต่งคุณสมบัติ ในกระบวนการผลิตเท่านั้น คือ

3.1) ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)

3.2) การทนความร้อน (heat stability)

3.3) แรงดึงที่จุดขาด (tensile strength)

3.4) เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น(%elongation)

3.5) โมดูลัสของความยืดหยุ่น (modulus of elasticity)

3.6) ความแข็ง (hardness)

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลการศึกษาจะทำให้ทราบถึงผลกระทบของส่วนผสมต่างๆที่มีต่อสมบัติเชิงกลและกายภาพของสารประกอบพลาสติกพีวีซี

2. ผลการศึกษาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการกำหนดส่วนผสมทางการผลิต ของสารประกอบพลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่น เพื่อให้ได้สมบัติเชิงกลที่ต้องการและต้นทุนที่เหมาะสม

3. เป็นการพัฒนางานวิจัยทางด้านสารประกอบพลาสติกพีวีซีชนิดยืดหยุ่น

4. เป็นแนวทางสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป