

บทที่ 4

ผลการทดลอง และการวิเคราะห์

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้ ได้กำหนดไว้ในบทที่ 3 ตามแผนการทดลองในตารางที่ 3.1 เพื่อหาค่าสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความตึงจำเพาะ ความแข็งแรงของวัสดุ ภายใต้แรงดึง ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระทำ ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด และความแข็ง ดังนั้นจึงแบ่งผลการทดลอง และการวิเคราะห์ออกเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. ผลการตรวจสอบรูปทรง และการกระจายของขนาดอนุภาควัสดุ
 - 1.1 ผลการตรวจสอบรูปทรงวัสดุ
 - 1.2 ผลการตรวจสอบการกระจายของขนาดอนุภาควัสดุ
2. ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และเชิงกล
3. ผลการตรวจสอบการกระจายตัวของเส้นใยแก้วในพลาสติก ภายหลังจากการดึง
4. การวิเคราะห์ผลเชิงสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 ผลการตรวจสอบรูปทรง และการกระจายของขนาดอนุภาควัสดุ

4.1.1 รูปทรงวัสดุ

จากภาพถ่ายของผงพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 ดังรูปที่ 4.1 และภาพถ่ายของเส้นใยแก้ว ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 โดยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่า ผงพีวีซีเรซินมีลักษณะทรงกลม และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 200 ไมโครเมตร ส่วนเส้นใยแก้ว มีลักษณะเป็นเส้นทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 17 ไมโครเมตร

4.1.2 การกระจายของขนาดอนุภาควัสดุ

จากการตรวจสอบการกระจายของขนาดอนุภาคผงพีวีซี ที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 สารช่วยขึ้นรูป (Processing Aid) และสารปรับปรุงแรงกระแทก (Impact Modifier) สามารถแสดงอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคของวัสดุ และ จำนวนเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคที่มีขนาดอยู่ในช่วง

จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า อนุภาคของผงพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการกระจายของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงระหว่าง 0.13 - 351.46 ไมโครเมตร และมีค่าเฉลี่ยของขนาดอนุภาค ($D[4,3]$) เท่ากับ 166.46 ไมโครเมตร ค่ามัธยฐาน ($D[v,0.5]$) เท่ากับ 160.39 ไมโครเมตร มีลักษณะการกระจายใกล้เคียงการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution)

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า อนุภาคของผงพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 มีการกระจายของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงระหว่าง 0.13 - 351.46 ไมโครเมตร และมีค่าเฉลี่ยของขนาดอนุภาค ($D[4,3]$) เท่ากับ 163.35 ไมโครเมตร ค่ามัธยฐาน ($D[v,0.5]$) เท่ากับ 155.99 ไมโครเมตร มีลักษณะการกระจายใกล้เคียงการกระจายแบบปกติ

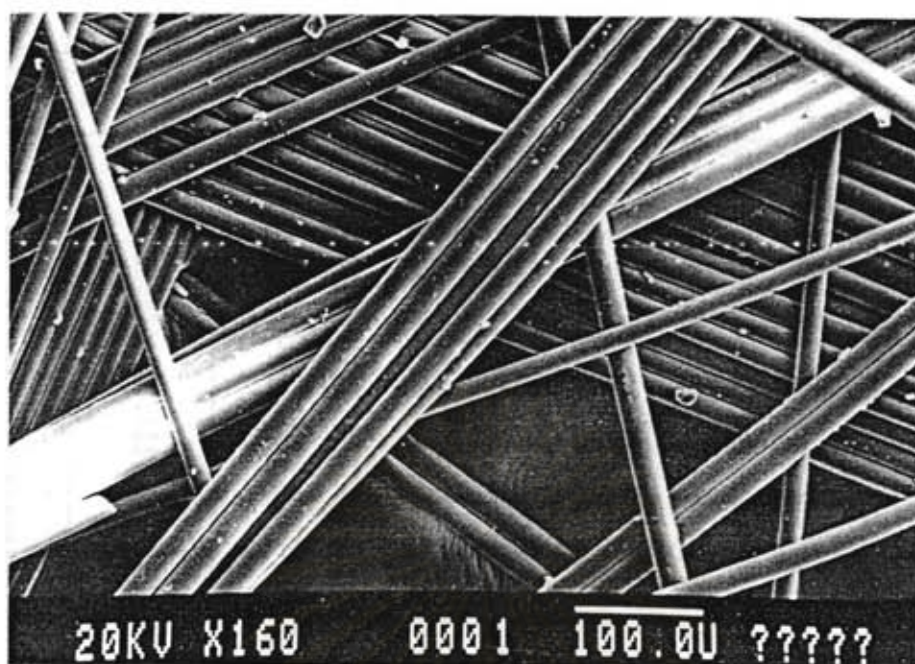
จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่า อนุภาคของสารช่วยขึ้นรูป มีการกระจายของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงระหว่าง 0.08 - 647.41 ไมโครเมตร และมีค่าเฉลี่ยของขนาดอนุภาค ($D[4,3]$) เท่ากับ 209.94 ไมโครเมตร ค่ามัธยฐาน ($D[v,0.5]$) เท่ากับ 191.33 ไมโครเมตร มีลักษณะการกระจายใกล้เคียงการกระจายแบบปกติ

จากตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า อนุภาคของสารปรับปรุงแรงกระแทก มีการกระจายของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงระหว่าง 0.17 - 477.01 ไมโครเมตร และมีค่าเฉลี่ยของขนาดอนุภาค ($D[4,3]$) เท่ากับ 235.53 ไมโครเมตร ค่ามัธยฐาน ($D[v,0.5]$) เท่ากับ 228.25 ไมโครเมตร มีลักษณะการกระจายใกล้เคียงการกระจายแบบปกติ

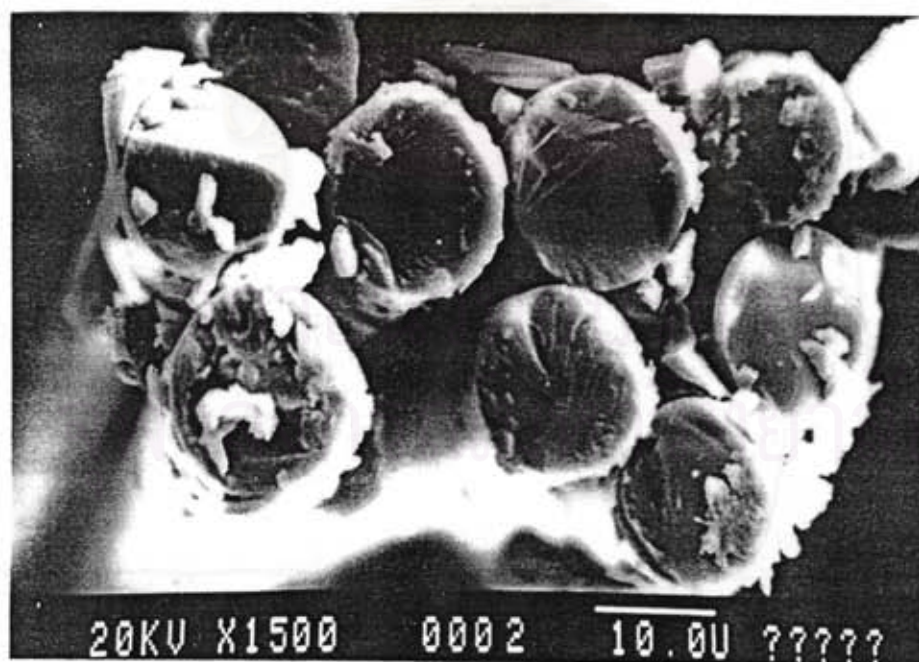


รูปที่ 4.1 ภาพถ่าย SEM ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 กำลังขยาย 110 เท่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 ภาพถ่าย SEM ของเส้นใยแก้ว ชนิด E - Glass
กำลังขยาย 160 เท่า



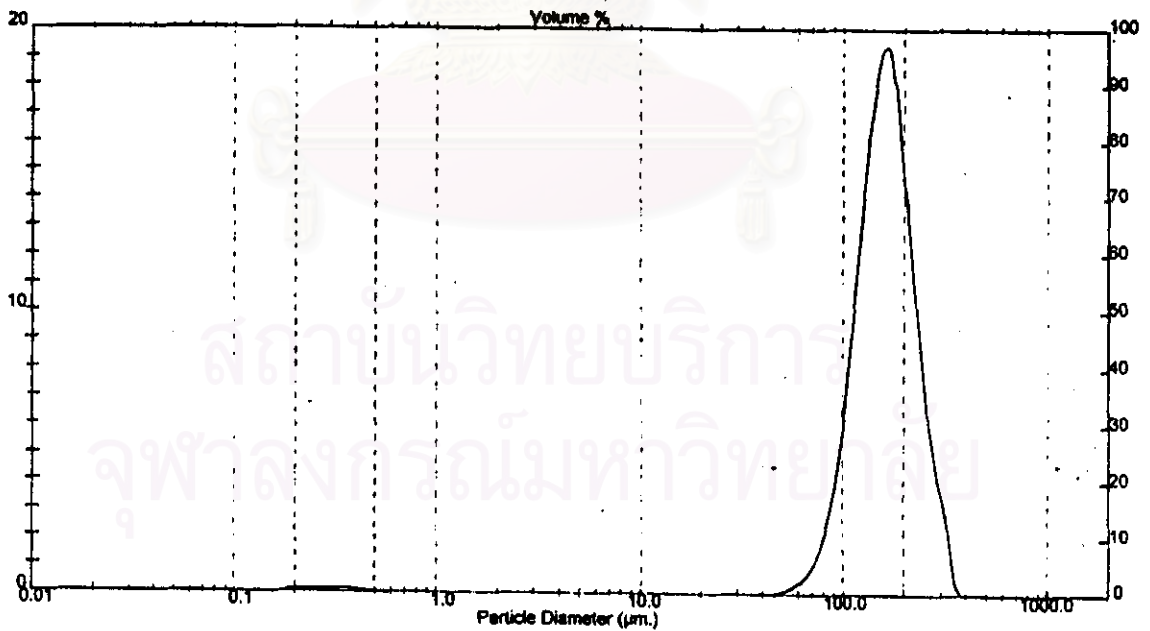
รูปที่ 4.3 ภาพถ่าย SEM หน้าตัดของเส้นใยแก้ว ชนิด E - Glass
กำลังขยาย 1500 เท่า

Range Lens: 300RF mm Presentation: 3C=0 Analysis Model: Polydisperse Modifications: None	Beam Length: 2.40 mm Particle R.I. = (1.5266, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300	SYSTEM DETAILS	Sample: MS1	Obscuration: 10.0 % Refract: 0.442 %
---	---	----------------	-------------	---

Distribution Type: Volume Mean Diameter: D [4.3] = 166.46 um	Concentration = 0.2073 %W/W D (v, 0.1) = 103.94 um D (5, 2) = 24.32 um	FOURUM STATISTICS Density = 1.000 g / cm. cm D (v, 0.5) = 160.26 um Span = 8.6985-01	Specific S.A. = 0.2487 sq. m / g D (v, 0.9) = 241.21 um Uniformity = 2.7148-01
--	--	---	--

SIZE (UM)	WT %	SIZE (UM)	WT %	SIZE (UM)	WT %	SIZE (UM)	WT %
0.05	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00
0.06	0.00	0.07	0.00	0.07	0.00	0.07	0.00
0.07	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00
0.08	0.00	0.09	0.00	0.09	0.00	0.09	0.00
0.11	0.00	0.11	0.00	0.11	0.00	0.11	0.00
0.13	0.01	0.13	0.00	0.13	0.00	0.13	0.00
0.15	0.03	0.15	0.01	0.15	0.01	0.15	0.01
0.17	0.09	0.17	0.04	0.17	0.04	0.17	0.04
0.20	0.13	0.20	0.12	0.20	0.12	0.20	0.12
0.23	0.13	0.23	0.26	0.23	0.26	0.23	0.26
0.27	0.13	0.27	0.40	0.27	0.40	0.27	0.40
0.31	0.14	0.31	0.53	0.31	0.53	0.31	0.53
0.36	0.14	0.36	0.67	0.36	0.67	0.36	0.67
0.42	0.08	0.42	0.82	0.42	0.82	0.42	0.82
0.48	0.04	0.48	0.91	0.48	0.91	0.48	0.91
0.56	0.01	0.56	0.96	0.56	0.96	0.56	0.96
0.67	0.00	0.67	0.98	0.67	0.98	0.67	0.98
0.78	0.00	0.78	0.99	0.78	0.99	0.78	0.99
0.91	0.00	0.91	0.99	0.91	0.99	0.91	0.99
1.06	0.00	1.06	0.99	1.06	0.99	1.06	0.99
1.24	0.00	1.24	0.99	1.24	0.99	1.24	0.99
1.44	0.00	1.44	0.99	1.44	0.99	1.44	0.99
1.66	0.00	1.66	0.99	1.66	0.99	1.66	0.99
1.96	0.00	1.96	0.99	1.96	0.99	1.96	0.99
2.35	0.00	2.35	0.99	2.35	0.99	2.35	0.99
2.85	0.00	2.85	0.99	2.85	0.99	2.85	0.99
3.49	0.00	3.49	0.99	3.49	0.99	3.49	0.99
4.31	0.00	4.31	0.99	4.31	0.99	4.31	0.99
5.28	0.00	5.28	0.99	5.28	0.99	5.28	0.99
6.50	0.00	6.50	0.99	6.50	0.99	6.50	0.99

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบการกระจายของขนาดอนุภาคพีวีซีเรซิน
ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนัก (K) เท่ากับ 58



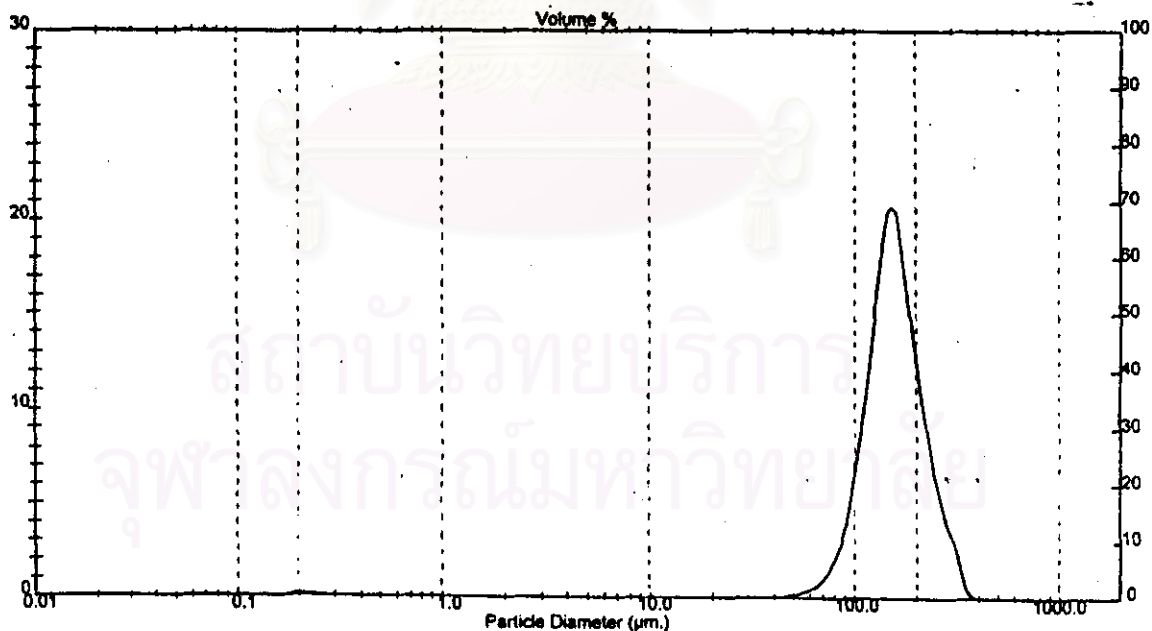
รูปที่ 4.4 การกระจายของขนาดอนุภาคพีวีซีเรซิน
ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล(K) เท่ากับ 58

Range Lens: 300FF mm Presentation: 3CHD Analysis Model: Poly-disperse Modifications: None	Beam Length: 3.40 mm [Particle R.I. = (1.5280, 0.1000); Dispersed R.I. = 1.5300]	System Details	Sampler: MS1	Obscuration: 13.1 % Residual: 0.005 %
--	--	----------------	--------------	--

Distribution Type: Volume Mean Diameter: D [4, 3] = 163.36 um	Concentration = 0.1464 %Vol D (v, 0.1) = 104.04 um D (2, 2) = 24.38 um	WATER SUBSTANCE Density = 1.000 g / cub. cm D (v, 0.5) = 156.56 um Span = 6.4715-01	Specific S.A. = 0.2461 sq. m / g D (v, 0.9) = 226.16 um Uniformity = 2.945E-01
---	--	--	--

Size Low (um)	Wt %	Size High (um)	Under%	Size Low (um)	Wt %	Size High (um)	Under%
0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00
0.06	0.00	0.07	0.00	7.72	0.00	7.72	0.00
0.07	0.00	0.08	0.00	9.00	0.00	9.00	0.00
0.08	0.00	0.09	0.00	10.48	0.00	10.48	0.00
0.09	0.00	0.10	0.00	12.21	0.00	12.21	0.00
0.10	0.00	0.11	0.00	14.22	0.00	14.22	0.00
0.11	0.00	0.12	0.00	16.57	0.00	16.57	0.00
0.12	0.01	0.13	0.02	19.31	0.00	19.31	0.00
0.13	0.01	0.14	0.02	22.49	0.00	22.49	0.00
0.14	0.01	0.15	0.02	26.20	0.00	26.20	0.00
0.15	0.01	0.16	0.02	30.53	0.00	30.53	0.00
0.16	0.01	0.17	0.02	35.56	0.02	35.56	0.02
0.17	0.01	0.18	0.02	41.43	0.06	41.43	0.06
0.18	0.01	0.19	0.02	48.27	0.18	48.27	0.18
0.19	0.01	0.20	0.02	56.23	0.43	56.23	0.43
0.20	0.01	0.21	0.02	65.31	1.00	65.31	1.00
0.21	0.01	0.22	0.02	75.52	2.29	75.52	2.29
0.22	0.01	0.23	0.02	86.81	4.98	86.81	4.98
0.23	0.01	0.24	0.02	100.00	9.91	100.00	9.91
0.24	0.01	0.25	0.02	120.87	16.23	120.87	16.23
0.25	0.01	0.26	0.02	140.58	26.67	140.58	26.67
0.26	0.01	0.27	0.02	163.77	39.86	163.77	39.86
0.27	0.01	0.28	0.02	190.80	54.36	190.80	54.36
0.28	0.01	0.29	0.02	222.28	70.76	222.28	70.76
0.29	0.01	0.30	0.02	259.66	88.51	259.66	88.51
0.30	0.01	0.31	0.02	301.98	108.18	301.98	108.18
0.31	0.01	0.32	0.02	351.46	130.00	351.46	130.00
0.32	0.01	0.33	0.02	408.45	154.00	408.45	154.00
0.33	0.01	0.34	0.02	477.01	180.00	477.01	180.00
0.34	0.01	0.35	0.02	556.71	208.00	556.71	208.00
0.35	0.01	0.36	0.02	647.41	238.00	647.41	238.00
0.36	0.01	0.37	0.02	754.25	270.00	754.25	270.00
0.37	0.01	0.38	0.02	879.67	304.00	879.67	304.00
0.38	0.01	0.39	0.02				
0.39	0.01	0.40	0.02				
0.40	0.01	0.41	0.02				
0.41	0.01	0.42	0.02				
0.42	0.01	0.43	0.02				
0.43	0.01	0.44	0.02				
0.44	0.01	0.45	0.02				
0.45	0.01	0.46	0.02				
0.46	0.01	0.47	0.02				
0.47	0.01	0.48	0.02				
0.48	0.01	0.49	0.02				
0.49	0.01	0.50	0.02				
0.50	0.01	0.51	0.02				

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบการกระจายของขนาดอนุภาคพีวีซีเรซิน
ที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนัก (K) เท่ากับ 64



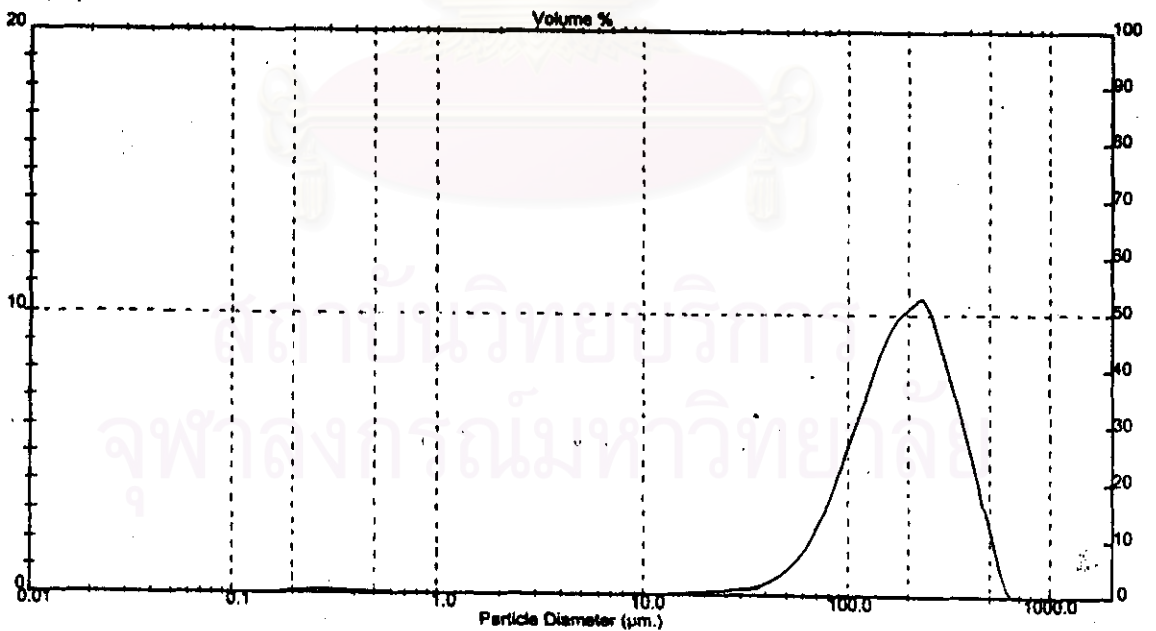
รูปที่ 4.5 การกระจายของขนาดอนุภาคพีวีซีเรซิน
ที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุล(K) เท่ากับ 64

Range Lens: 2000F mm Preselector: SCHD Analysis Mode: Polydisperse Modifiers: None	Beam Length: 2.40 mm Particle R.I. = (1.5266, 0.1000) Dispersion R.I. = 1.3300	SYSTEM DATA	Sampler: MS1	Obscuration: 22.7 % Refract: 0.748 %
---	--	-------------	--------------	---

Distribution Type: Volume Mean Diameter: D [M.3] = 208.94 um	Concentration = 0.2048 %Vol D [v. 0.1] = 80.39 um D [D.2] = 19.34 um	ROBIN STATISTICS Density = 1.000 g / c.c. cm D [v. 0.5] = 191.29 um Span = 1.8246-00	Specific S.A. = 0.3102 sq m / g D [v. 0.9] = 271.88 um Uniformity = 4.741E-01
--	--	---	---

Size (µm)	Wt %	Size (µm)	Counts	Size (µm)	Wt %	Size (µm)	Counts
0.06	0.00	0.06	0.00	6.32	0.01	7.72	1.28
0.06	0.00	0.07	0.00	7.72	0.03	9.00	1.30
0.07	0.00	0.08	0.01	9.00	0.04	10.46	1.34
0.08	0.01	0.09	0.01	10.46	0.07	12.21	1.41
0.09	0.01	0.11	0.03	12.21	0.10	14.22	1.51
0.11	0.03	0.13	0.06	14.22	0.13	16.37	1.64
0.13	0.05	0.16	0.10	16.37	0.16	18.31	1.80
0.17	0.07	0.17	0.17	18.31	0.19	22.49	1.89
0.17	0.09	0.20	0.26	22.49	0.22	26.20	2.21
0.20	0.11	0.23	0.37	26.20	0.26	30.53	2.47
0.23	0.12	0.27	0.50	30.53	0.33	36.56	2.79
0.27	0.15	0.31	0.63	36.56	0.49	41.43	3.25
0.31	0.13	0.36	0.78	41.43	0.67	48.37	3.92
0.36	0.11	0.42	0.86	48.37	1.04	56.23	4.96
0.42	0.09	0.49	0.86	56.23	1.51	65.51	5.57
0.49	0.07	0.58	1.02	65.51	2.41	76.32	6.97
0.58	0.05	0.67	1.06	76.32	3.47	88.91	12.44
0.67	0.03	0.79	1.09	88.91	4.78	103.58	17.22
0.76	0.02	0.91	1.11	103.58	6.24	120.67	23.46
0.91	0.02	1.06	1.13	120.67	7.96	140.88	31.13
1.06	0.02	1.24	1.16	140.88	8.90	163.77	40.04
1.24	0.03	1.44	1.17	163.77	9.78	190.80	48.81
1.44	0.02	1.68	1.18	190.80	10.25	222.38	60.07
1.68	0.01	1.96	1.20	222.38	10.46	259.86	70.56
1.96	0.01	2.28	1.21	259.86	9.35	301.88	79.80
2.28	0.01	2.65	1.22	301.88	7.72	361.46	87.61
2.65	0.01	3.08	1.23	361.46	6.87	438.48	93.48
3.08	0.01	3.60	1.24	438.48	4.92	527.01	98.97
3.60	0.01	4.19	1.24	527.01	3.17	634.41	100.00
4.19	0.01	4.89	1.25	634.41	0.20	754.23	100.00
4.89	0.01	5.69	1.25	754.23	0.00	879.87	100.00
5.69	0.01	6.63	1.26	879.87	0.00		

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบการกระจายของขนาดอนุภาคสารช่วยขึ้นรูป



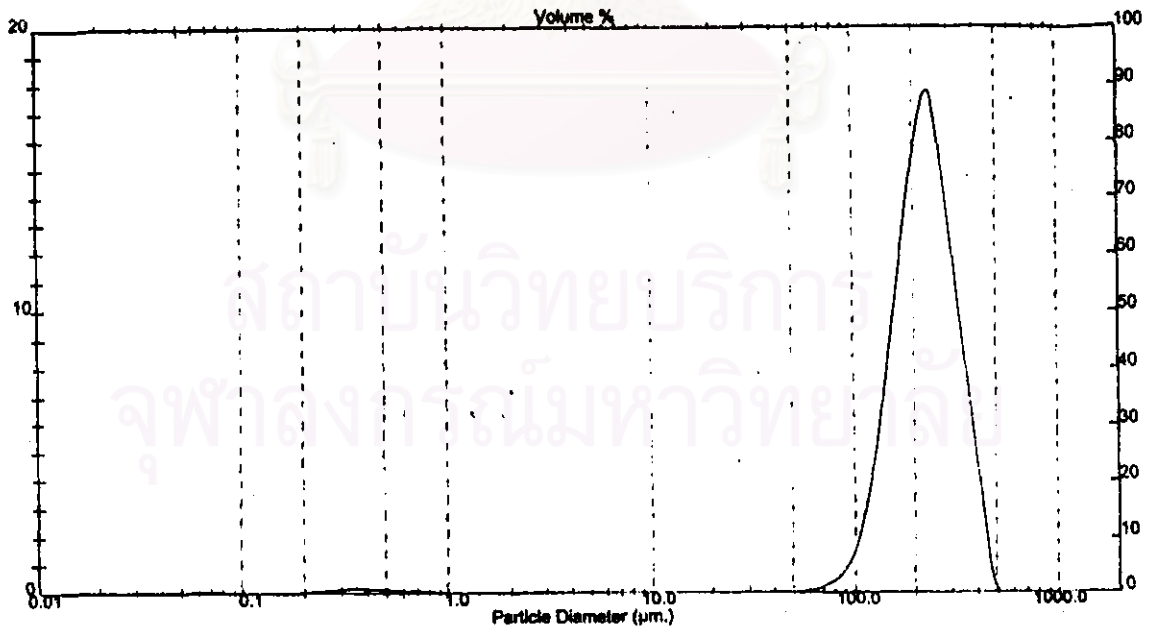
รูปที่ 4.6 การกระจายของขนาดอนุภาคสารช่วยขึ้นรูป

Range Lens: 3000V mm Presentation: 30ND Analysis Mode: Polydisperse Modifiers: None	Beam Length: 2.40 mm Particle R.I. = (1.3250, 0.1000); Dispersant R.I. = 1.3300	SYSTEM CRASH Sampler: MS1	Obscuration: 14.3 % Residual: 1.038 %
--	--	------------------------------	--

Distribution Type: Volume Mean Diameter: D [4, 3] = 239.83 um	Concentration = 0.1804 %Wt D [n, 0.1] = 199.87 um D [2, 2] = 83.59 um	Density = 1.800 g / cc, cm D [n, 0.5] = 238.25 um Span = 9.1165-01	Specific SA = 0.1800 sq m / g D [v, 0.9] = 347.91 um Uniformity = 2.854E-01
---	---	--	---

SIZE LOW (um)	WT %	SIZE HIGH (um)	WT %	SIZE LOW (um)	WT %	SIZE HIGH (um)	WT %
0.06	0.00	0.07	0.00	6.33	0.00	7.72	0.00
0.06	0.00	0.07	0.00	7.72	0.00	9.00	0.00
0.07	0.00	0.08	0.00	9.00	0.00	10.48	0.00
0.08	0.00	0.09	0.00	10.48	0.00	12.21	0.00
0.08	0.00	0.11	0.00	12.21	0.00	14.22	0.00
0.11	0.00	0.13	0.00	14.22	0.00	16.57	0.00
0.13	0.00	0.16	0.00	16.57	0.00	19.31	0.00
0.16	0.00	0.17	0.00	19.31	0.00	22.49	0.00
0.17	0.01	0.20	0.02	22.49	0.00	26.20	0.00
0.20	0.03	0.23	0.06	26.20	0.00	30.53	0.00
0.23	0.07	0.27	0.12	30.53	0.00	36.56	0.00
0.27	0.12	0.31	0.20	36.56	0.00	41.43	0.00
0.31	0.16	0.36	0.30	41.43	0.00	48.27	0.00
0.36	0.19	0.42	0.42	48.27	0.02	56.23	0.00
0.42	0.14	0.48	0.60	56.23	0.06	65.51	1.06
0.48	0.10	0.48	0.78	65.51	0.18	76.32	1.24
0.56	0.07	0.67	0.88	76.32	0.49	88.91	1.73
0.67	0.04	0.78	0.90	88.91	1.15	103.86	2.68
0.78	0.02	0.91	0.92	103.86	2.47	120.87	3.38
0.91	0.02	1.08	0.93	120.87	4.86	140.88	10.20
1.08	0.01	1.24	0.96	140.88	8.42	163.77	19.63
1.24	0.01	1.44	0.95	163.77	12.62	190.80	31.15
1.44	0.01	1.66	0.96	190.80	18.80	222.29	46.96
1.66	0.00	1.86	0.96	222.29	17.71	258.84	84.87
1.86	0.00	2.26	0.96	258.84	16.10	301.84	78.76
2.26	0.00	2.86	0.96	301.84	10.84	361.48	65.60
2.86	0.00	3.59	0.96	361.48	6.78	439.48	37.35
3.59	0.00	4.19	0.96	439.48	3.66	477.51	100.00
4.19	0.00	4.98	0.96	477.51	0.00	566.71	100.00
4.98	0.00	5.99	0.96	566.71	0.00	647.41	100.00
5.99	0.00	6.63	0.96	647.41	0.00	754.23	100.00
6.63	0.00			754.23	0.00	878.67	100.00

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจสอบการกระจายของขนาดอนุภาคสารปรับปรุงแรงกระแทก



รูปที่ 4.7 การกระจายของขนาดอนุภาคสารปรับปรุงแรงกระแทก

4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และเชิงกล

4.2.1 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

จากการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.5 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว มีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน

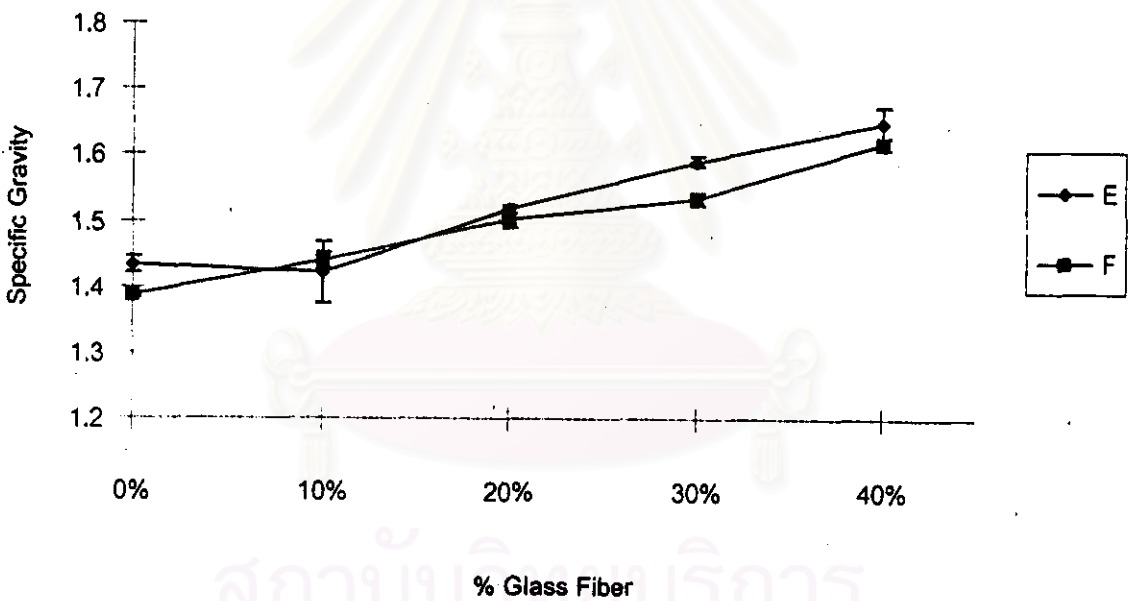
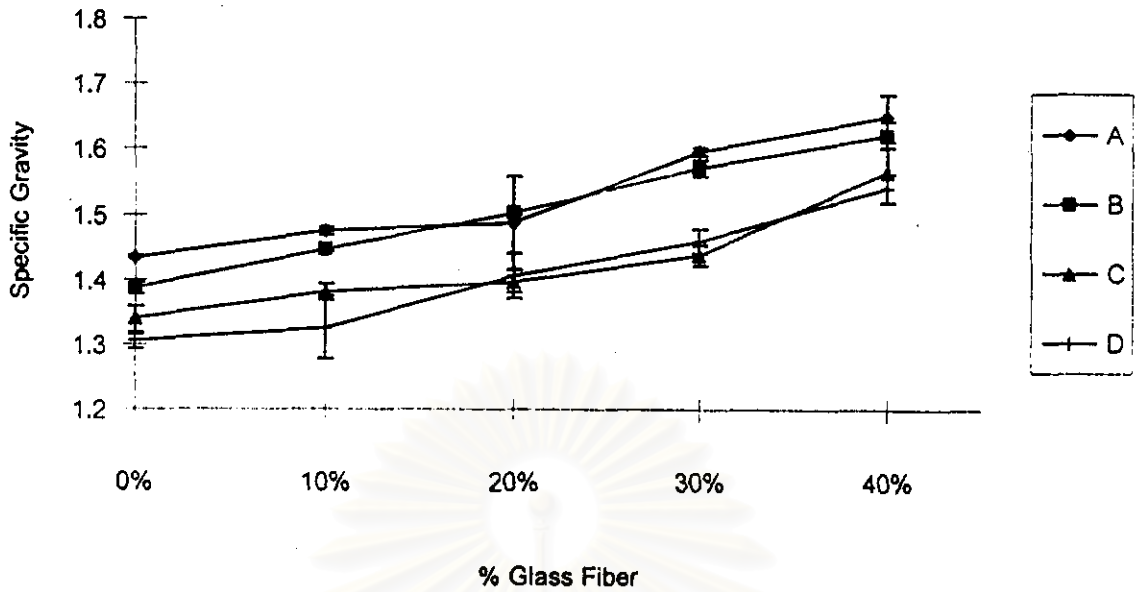
การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) ชนิดไดออกทิลพาทาเลต มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ค่าความถ่วงจำเพาะของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมสารเสริมสภาพพลาสติก

สำหรับกรณีใช้พีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกรุนาน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก (Impact Modifier) มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความถ่วงจำเพาะเปลี่ยนแปลง คือ เมื่อเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าลดลง

สำหรับกรณีใช้พีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกรุนาน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 หรือ (K) เท่ากับ 64 โดยไม่มีการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความถ่วงจำเพาะเปลี่ยนแปลง คือ เมื่อเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าลดลง

สำหรับการเปลี่ยนพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกรุนาน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น (K) เท่ากับ 64 ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความถ่วงจำเพาะ โดยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกัน

โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว, การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก, การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกรุนาน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าความถ่วงจำเพาะ ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะ กับ พลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม A เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม B เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม C เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม D เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม E เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม F เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลของค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	1.4331	1.4349	1.43399	0.0013
	10	1.4772	1.4686	1.47291	0.0061
	20	1.5361	1.4343	1.48522	0.0719
	30	1.5991	1.5913	1.59519	0.0055
	40	1.6718	1.6218	1.64681	0.0353
B	0	1.3923	1.3808	1.38653	0.0081
	10	1.4449	1.4437	1.44430	0.0009
	20	1.5025	1.4997	1.50111	0.0020
	30	1.5776	1.5607	1.56913	0.0119
	40	1.6348	1.6071	1.62098	0.0196
C	0	1.3527	1.3247	1.33872	0.0198
	10	1.3724	1.3886	1.38050	0.0114
	20	1.3841	1.4084	1.39628	0.0172
	30	1.4249	1.4482	1.43654	0.0164
	40	1.5959	1.5303	1.56309	0.0464
D	0	1.3131	1.2971	1.30513	0.0113
	10	1.3596	1.2906	1.32509	0.0487
	20	1.4293	1.3813	1.40530	0.0339
	30	1.4716	1.4455	1.45856	0.0185
	40	1.5544	1.5242	1.53930	0.0213
E	0	1.4407	1.4234	1.43208	0.0122
	10	1.4542	1.3887	1.42142	0.0463
	20	1.5226	1.5142	1.51838	0.0060
	30	1.5836	1.5956	1.58962	0.0085
	40	1.6315	1.6642	1.64782	0.0232
F	0	1.3888	1.3852	1.38703	0.0025
	10	1.4491	1.4316	1.44034	0.0124
	20	1.5074	1.4932	1.50031	0.0101
	30	1.5267	1.5381	1.53236	0.0081
	40	1.6099	1.6229	1.61637	0.0092

4.2.2 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง (Tensile Strength)

จากการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.6 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว มีค่าลดลง

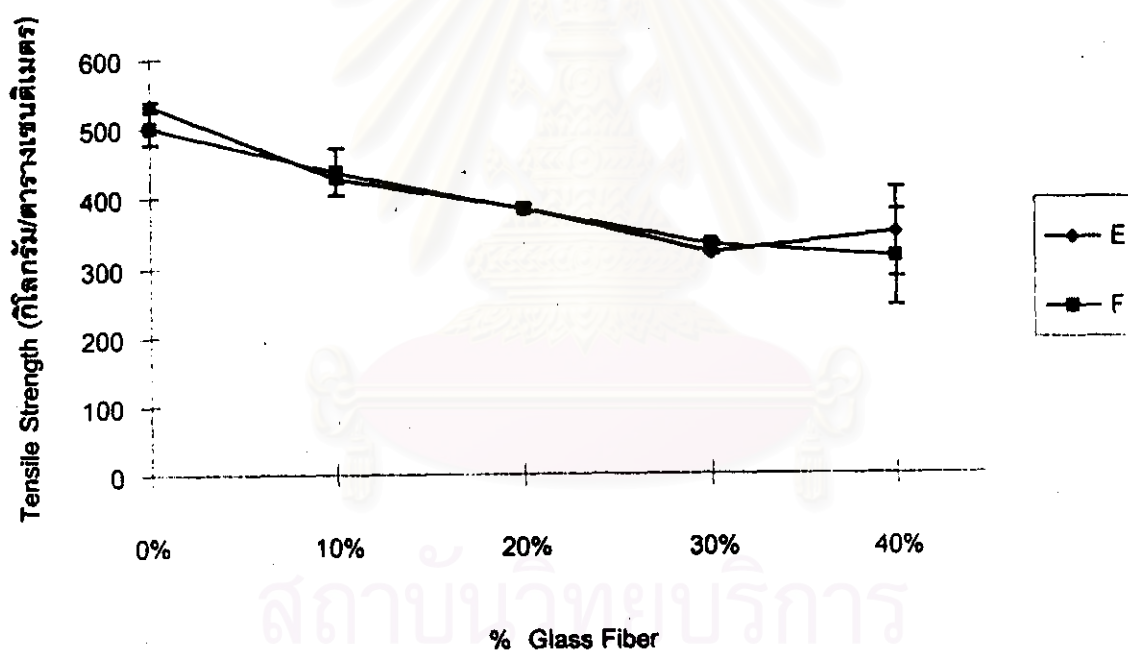
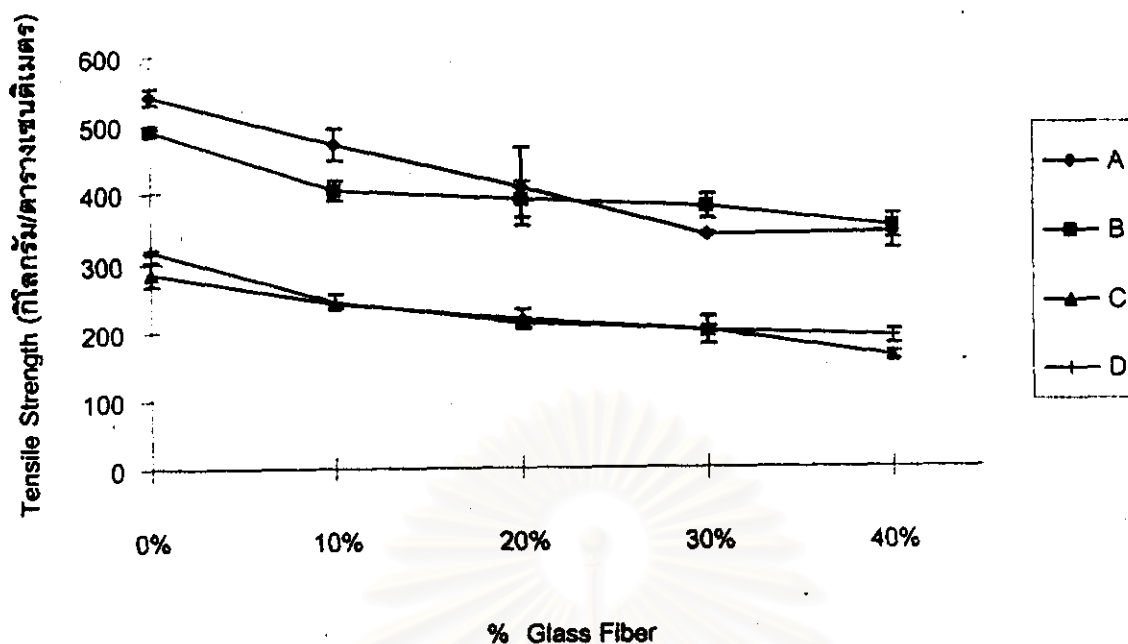
การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) ชนิดไดออกทิลพาทาเลต มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมสารเสริมสภาพพลาสติก

สำหรับกรณีใช้พีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก (Impact Modifier) ไม่มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงเปลี่ยนแปลง นั่นคือ เมื่อเติมหรือไม่เติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงไม่แตกต่างกัน

สำหรับกรณีใช้พีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 หรือ (K) เท่ากับ 64 โดยไม่มีการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ไม่มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงเปลี่ยนแปลง นั่นคือ เมื่อเติมหรือไม่เติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงไม่แตกต่างกัน

สำหรับการเปลี่ยนพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น (K) เท่ากับ 64 ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง โดยให้ผลใกล้เคียงกัน

โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว, การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก, การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง กับ พลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม A เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม B เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม C เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม D เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม E เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม F เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลของค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง (Tensile Strength)

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	533.221	550.817	542.0188	12.4426
	10	453.842	486.710	470.2758	23.2408
	20	448.306	367.705	408.0053	56.9932
	30	339.318	335.871	337.5943	2.4377
	40	357.598	322.605	340.1013	24.7441
B	0	488.542	494.462	491.5020	4.1861
	10	394	413.338	403.6690	13.6740
	20	371.539	409.231	390.3848	26.6526
	30	364.986	391.000	377.9930	18.3947
	40	334.984	359.380	347.1818	17.2502
C	0	295.779	270.711	283.2450	17.7258
	10	240.727	239.800	240.2635	0.6555
	20	205.335	227.296	216.3155	15.5288
	30	183.442	212.134	197.7882	20.2881
	40	155.819	165.540	160.6795	6.8738
D	0	315.049	319.050	317.0495	2.8291
	10	236.126	251.255	243.6905	10.6978
	20	217.945	206.032	211.9885	8.4238
	30	197.906	202.916	200.4108	3.5430
	40	181.456	196.857	189.1565	10.8902
E	0	528.830	536.874	532.8518	5.6883
	10	430.843	423.134	426.9885	5.4511
	20	380.933	388.033	384.4831	5.0203
	30	320.794	317.899	319.3465	2.0471
	40	392.957	301.450	347.2033	64.7049
F	0	516.461	482.908	499.6843	23.7252
	10	412.836	461.959	437.3975	34.7352
	20	379.189	387.763	383.4760	6.0627
	30	328.818	332.101	330.4593	2.3217
	40	263.873	361.014	312.4436	68.6892

4.2.3 เปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง (% Elongation)

จากการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.7 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว มีค่าลดลง

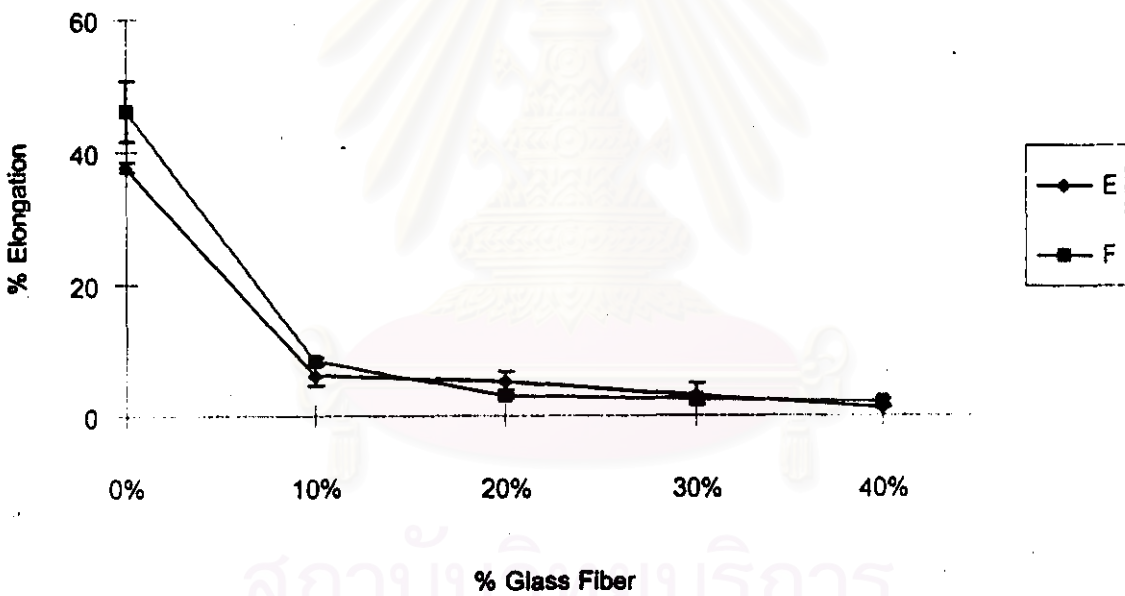
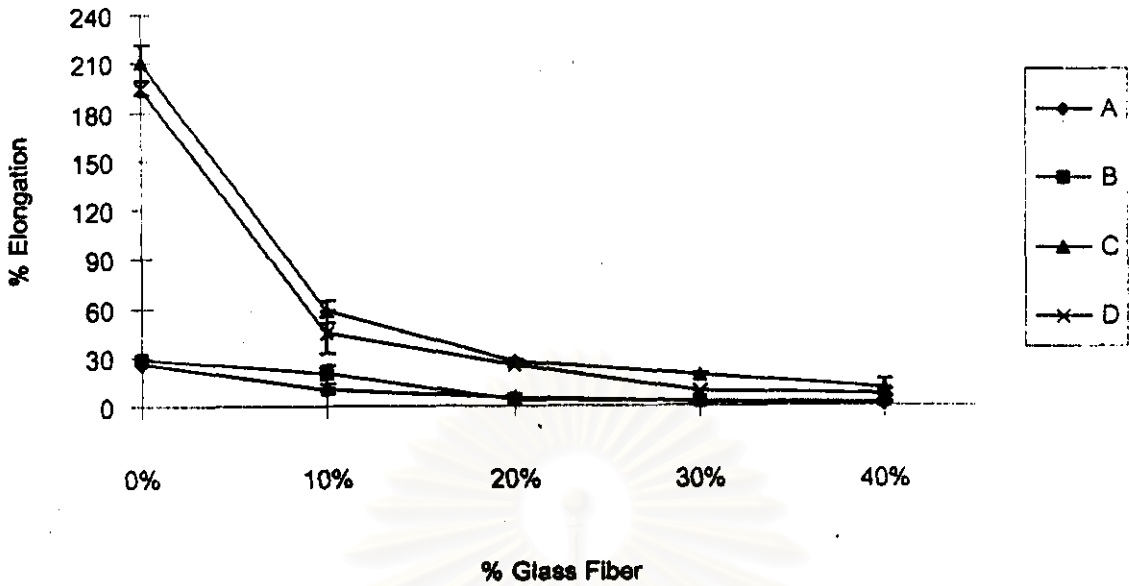
การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) ชนิดไดออกทิลพาทาเลต มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมสารเสริมสภาพพลาสติก

สำหรับกรณีใช้พีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกรุนาน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก (Impact Modifier) มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงเปลี่ยนแปลง คือ เมื่อเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

สำหรับกรณีใช้พีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกรุนาน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 หรือ (K) เท่ากับ 64 โดยไม่มีการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงเปลี่ยนแปลง คือ เมื่อเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

สำหรับการเปลี่ยนพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกรุนาน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น (K) เท่ากับ 64 มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าเพิ่มขึ้น

โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว, การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก, การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกรุนาน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น กับ พลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม A เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีโปร่งน่าน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม B เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีโปร่งน่าน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม C เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีโปร่งน่าน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม D เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีโปร่งน่าน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม E เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีโปร่งน่าน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม F เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีโปร่งน่าน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลของค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น (% Elongation)

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	25.100	27.450	26.4429	1.6617
	10	8.003	10.805	9.6043	1.9811
	20	5.293	4.033	4.6633	0.8910
	30	2.280	2.424	2.3520	0.1018
	40	1.746	1.715	1.7283	0.0219
B	0	28.180	28.740	28.4600	0.3960
	10	15.500	23.300	19.4000	5.5154
	20	4.140	4.394	4.2670	0.1796
	30	1.977	2.497	2.2367	0.3677
	40	1.582	2.236	1.8620	0.4628
C	0	218.000	202.667	210.3333	10.8423
	10	60.975	51.500	57.8167	6.6998
	20	25.625	27.825	26.7250	1.5556
	30	19.025	18.467	18.7857	0.3948
	40	14.325	6.123	10.8100	5.7995
D	0	196.800	191.000	194.6250	4.1012
	10	53.800	35.467	44.6333	12.9636
	20	25.267	24.067	24.6667	0.8485
	30	8.617	8.492	8.5388	0.0882
	40	9.538	6.320	7.9292	2.2757
E	0	37.020	38.160	37.5900	0.8061
	10	5.040	7.240	6.1400	1.5556
	20	4.486	6.443	5.3556	1.3835
	30	4.164	1.777	3.1029	1.6882
	40	1.218	1.426	1.2958	0.1474
F	0	49.533	42.833	46.1833	4.7376
	10	8.660	7.875	8.2675	0.5551
	20	3.114	2.755	3.0114	0.2539
	30	1.999	2.998	2.4429	0.7059
	40	2.380	1.739	2.0597	0.4530

4.2.4 โมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง (Young 's Modulus)

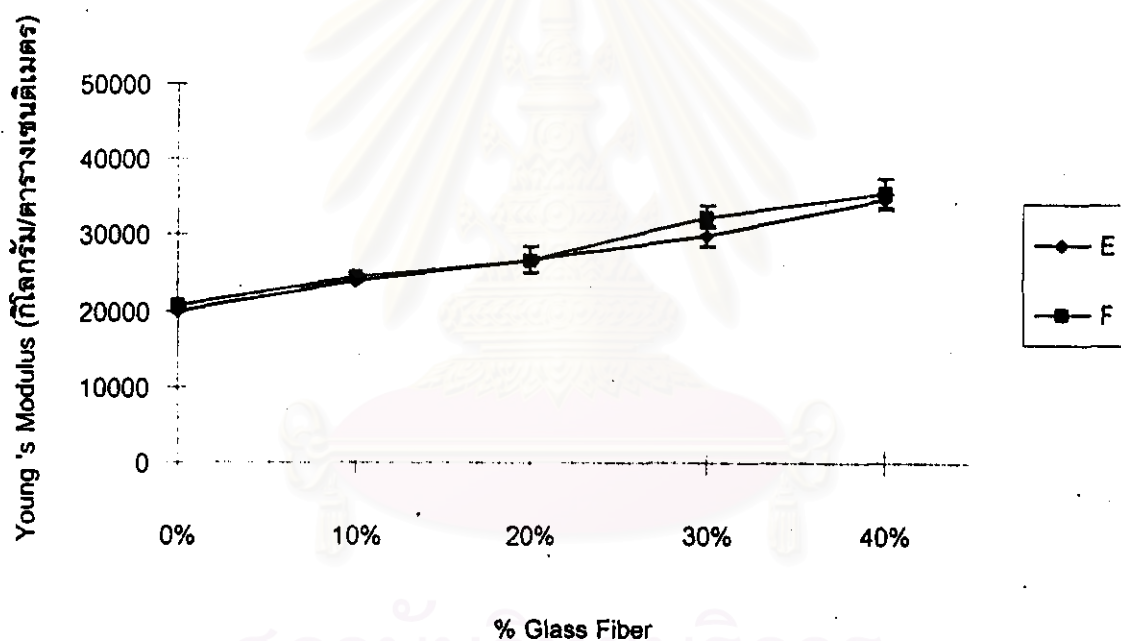
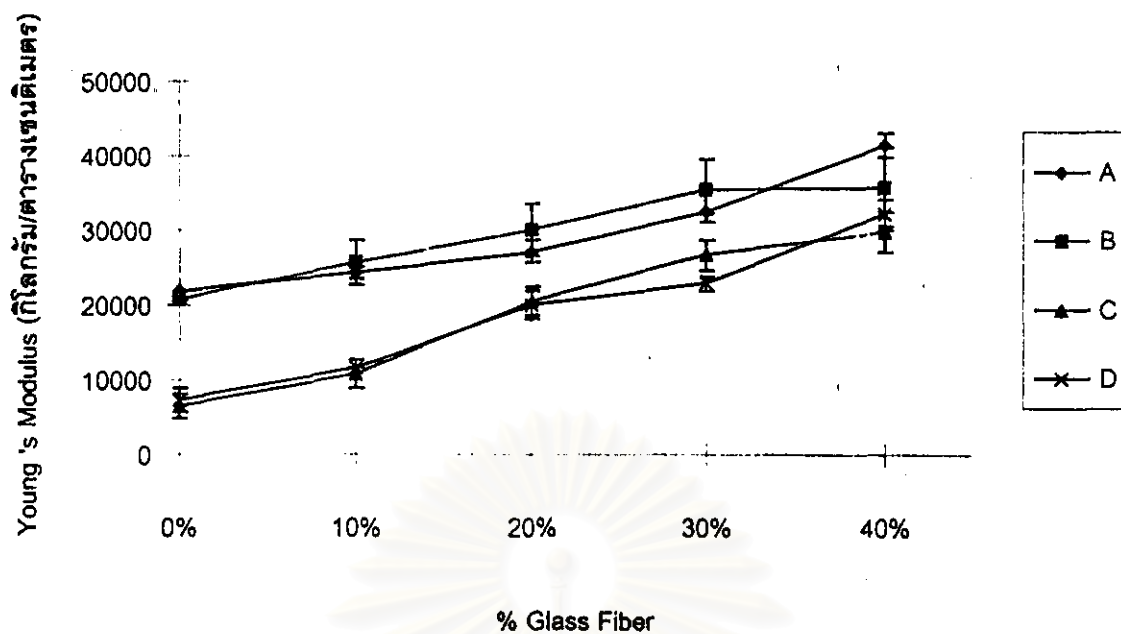
จากการทดสอบหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.8 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว คือ เมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าเพิ่มขึ้น

การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) ชนิดไดออกทิลพาทาเลต มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าลดลง

การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง

สำหรับการเปลี่ยนแปลงพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น (K) เท่ากับ 64 มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงมีค่าลดลง

โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว, การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก, การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง กับ พลาสติกฟิวรีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกฟิวรี กลุ่ม A เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีป้องกันน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

พลาสติกฟิวรี กลุ่ม B เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีป้องกันน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกฟิวรี กลุ่ม C เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีป้องกันน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

พลาสติกฟิวรี กลุ่ม D เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีป้องกันน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกฟิวรี กลุ่ม E เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีป้องกันน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64

พลาสติกฟิวรี กลุ่ม F เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีป้องกันน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

ตารางที่ 4.8 แสดงข้อมูลของค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง (Young's Modulus)

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	21840.28	21777.76	21809.02	44.20
	10	24842.53	23802.14	24322.33	735.66
	20	28140.76	26064.48	27102.62	1468.15
	30	32264.66	32419.96	32342.31	109.81
	40	40300.25	42454.61	41377.43	1523.36
B	0	20740.11	20800.57	20770.34	42.75
	10	23587.52	27856.46	25721.99	3018.59
	20	27492.13	32468.99	29980.56	3519.17
	30	32287.6	38275.30	35281.45	4233.94
	40	31672.21	39488.03	35580.12	5526.61
C	0	7561.71	5260.45	6411.08	1627.23
	10	9523.69	12238.79	10881.24	1919.86
	20	19270.56	21988.95	20629.75	1922.19
	30	25311.16	28126.79	26718.97	1990.95
	40	31551.14	27901.4	29726.27	2580.75
D	0	6062.68	8408.35	7235.51	1658.63
	10	11573.74	11629.82	11601.78	39.65
	20	18616.10	21388.79	20002.44	1960.58
	30	22152.00	23607.06	22879.53	1028.88
	40	33413.96	30945.19	32179.57	1745.68
E	0	19855.90	19929.54	19892.72	52.07
	10	23852.99	23982.48	23917.73	91.56
	20	27881.63	25472.51	26677.07	1703.50
	30	30733.91	28909.45	29821.68	1290.08
	40	35296.82	33872.75	34584.78	1006.96
F	0	20497.11	20952.71	20724.91	322.15
	10	24170.41	24706.44	24438.42	379.03
	20	26552.63	26926.54	26739.58	264.39
	30	31268.91	33480.39	32374.65	1563.75
	40	34006.71	36710.01	35358.36	1911.52

4.2.5 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก (Impact Strength)

จากการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.9 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว คือ เมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และจะลดลงเมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

การเติมเส้นใยแก้ว มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก นั่นคือ เมื่อเติมเส้นใยแก้ว ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมเส้นใยแก้ว

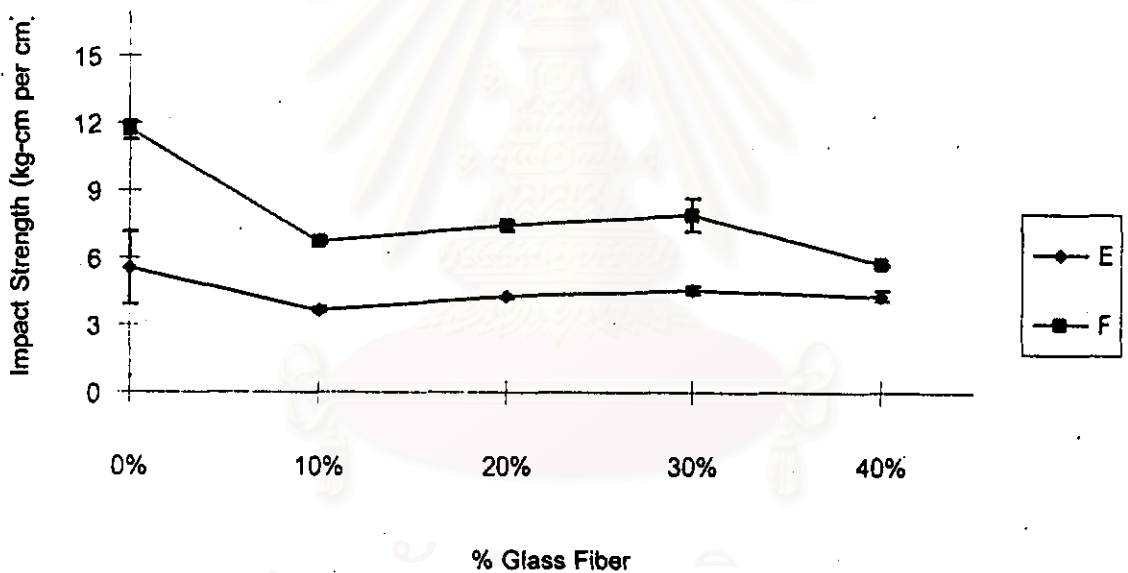
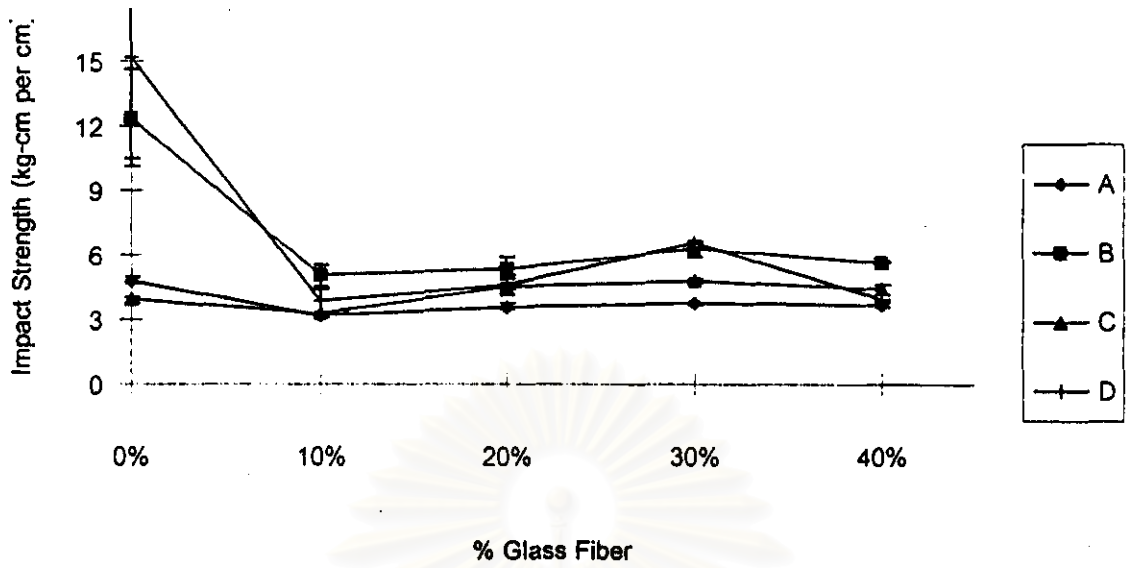
การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) ชนิดไดออกทิลพาทาเลต ไม่มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้วไม่แตกต่างกัน เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมสารเสริมสภาพพลาสติก

การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก (Impact Modifier) มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกเปลี่ยนแปลง นั่นคือ เมื่อเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ทำให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกเพิ่มขึ้น

สำหรับการเปลี่ยนพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น (K) เท่ากับ 64 มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกเพิ่มขึ้น

โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว, การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก, การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก ไขว้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก กับ พลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว
หมายเหตุ

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม A เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม B เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม C เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม D เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม E เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม F เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

ตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลของค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระทำ (Impact Strength)

หน่วย : กิโลกรัม - เซนติเมตร / เซนติเมตร

การทดลองแบบ	เส้นโยนแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	4.9422	4.7233	4.83275	0.154786
	10	3.2660	3.1271	3.19655	0.098217
	20	3.6846	3.5313	3.60795	0.108399
	30	3.7539	3.6945	3.72420	0.042002
	40	3.7111	3.6081	3.65960	0.072832
B	0	10.8295	14.0300	12.42975	2.263095
	10	5.4333	4.6950	5.06415	0.522057
	20	5.7539	5.0139	5.38390	0.523259
	30	6.0305	6.4764	6.25343	0.315264
	40	5.7267	5.6159	5.67130	0.078347
C	0	3.8220	4.0049	3.91346	0.129348
	10	3.2827	3.2672	3.27495	0.010960
	20	4.4305	4.6670	4.54875	0.167231
	30	4.8497	4.7235	4.78660	0.089237
	40	4.2365	4.5361	4.38630	0.211849
D	0	18.4975	11.9016	15.19955	4.664006
	10	3.4034	4.2414	3.82239	0.592573
	20	4.2353	4.9537	4.59450	0.507986
	30	6.4478	6.6158	6.53180	0.118794
	40	3.8610	3.9597	3.91035	0.069791
E	0	6.7290	4.3638	5.54639	1.672431
	10	3.7774	3.5595	3.66845	0.154079
	20	4.2857	4.1785	4.23210	0.075802
	30	4.7024	4.4407	4.57155	0.185014
	40	4.1588	4.4443	4.30155	0.201879
F	0	11.9985	11.3692	11.68385	0.444982
	10	6.8654	6.6480	6.75669	0.153707
	20	7.2449	7.5863	7.41560	0.241406
	30	7.4198	8.4192	7.91950	0.706683
	40	5.7054	5.6584	5.68190	0.033234

4.2.6 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด (Compressive Strength)

4.2.6.1 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

จากการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.10 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนแปลงพีวีซีเรซิน ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

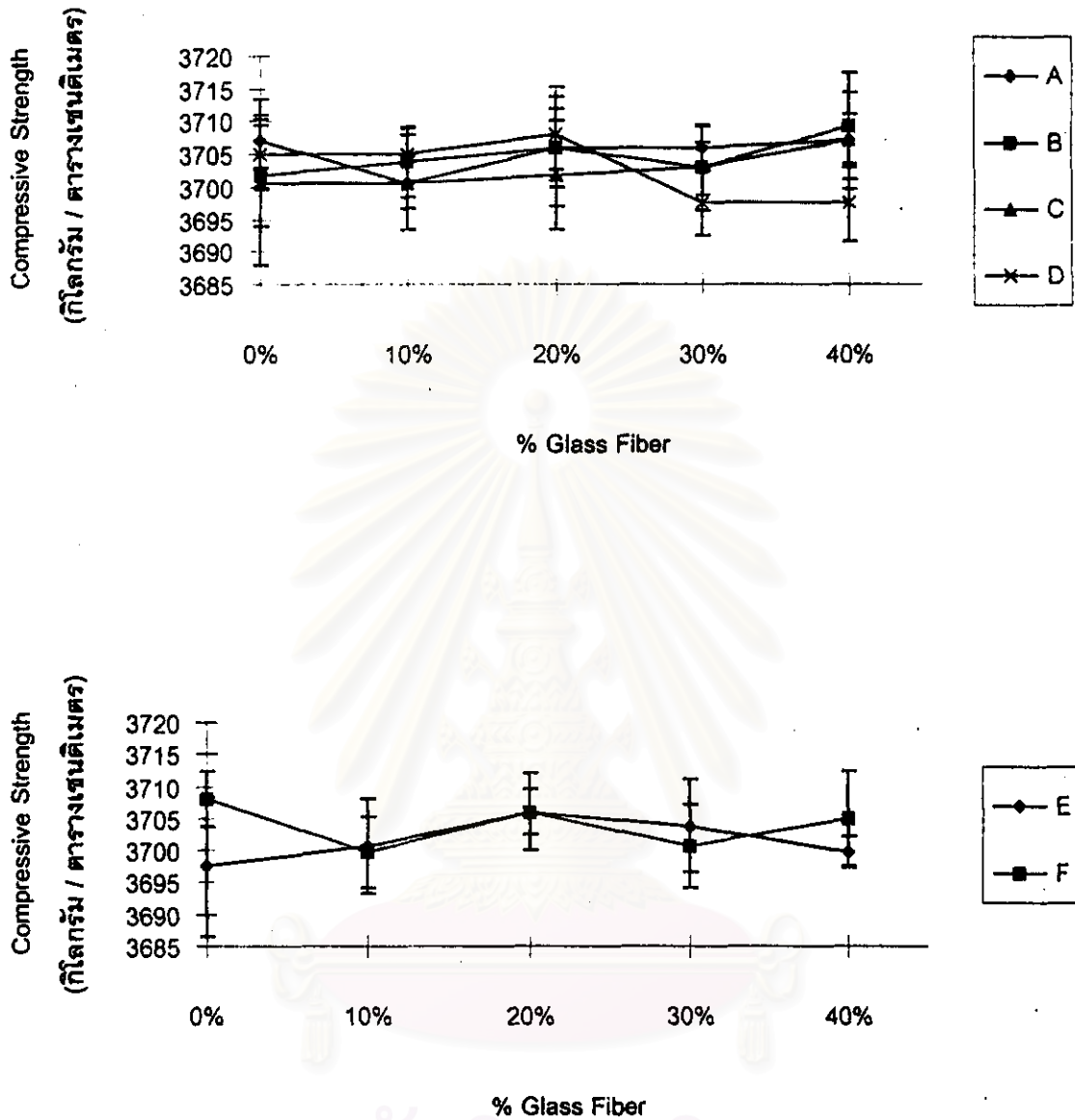
โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป

4.2.6.2 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

จากการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.11 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่า การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse ลดลง (เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ C และ D ที่ไม่มีการใส่เส้นใยแก้ว) และการใส่เส้นใยแก้วลงไป ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse เพิ่มขึ้น (เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ C และ D ที่ไม่มีการใส่เส้นใยแก้ว) และเมื่อมีการใส่เส้นใยแก้วลงไปในพลาสติกเสริมแรง จะทำให้พลาสติกมีค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse เท่าๆ กัน อันเนื่องมาจากผลของการเรียงตัวของเส้นใยแก้วในพลาสติก

สำหรับการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนแปลงพีวีซีเรซินไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal กับ พลาสติกพิวซีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกพิวซี กลุ่ม A เป็นพลาสติกพิวซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักรีด (K) เท่ากับ 58

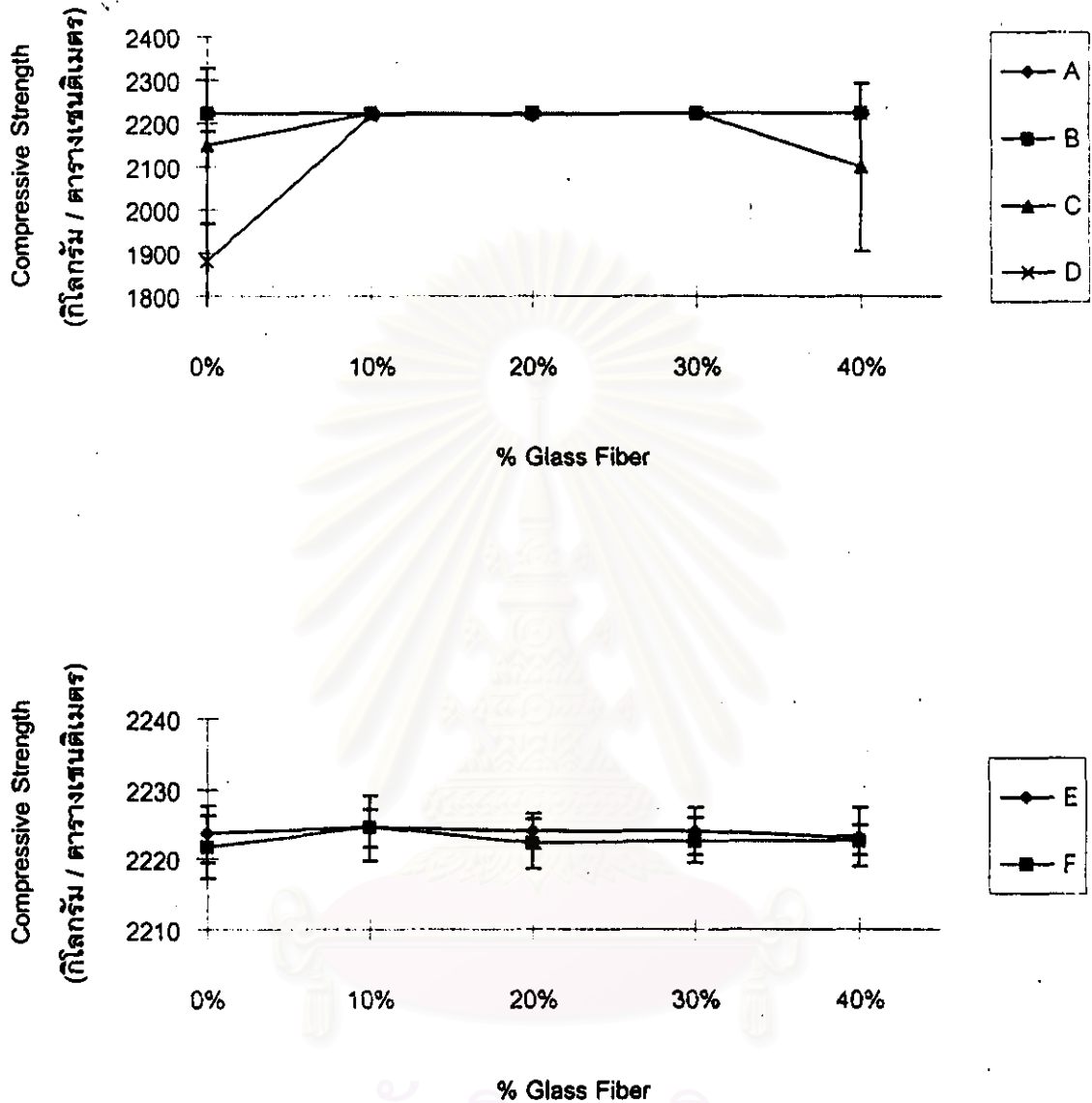
พลาสติกพิวซี กลุ่ม B เป็นพลาสติกพิวซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักรีด (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพิวซี กลุ่ม C เป็นพลาสติกพิวซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักรีด (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

พลาสติกพิวซี กลุ่ม D เป็นพลาสติกพิวซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักรีด (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพิวซี กลุ่ม E เป็นพลาสติกพิวซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักรีด (K) เท่ากับ 64

พลาสติกพิวซี กลุ่ม F เป็นพลาสติกพิวซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักรีด (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse กับ พลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม A เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58
 พลาสติกพีวีซี กลุ่ม B เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก
 พลาสติกพีวีซี กลุ่ม C เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก
 พลาสติกพีวีซี กลุ่ม D เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม E เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม F เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

ตารางที่ 4.10 แสดงข้อมูลของค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	3708.13	3706.00	3707.06	4.07
	10	3703.88	3697.50	3700.69	7.26
	20	3712.38	3699.63	3706.00	9.18
	30	3706.00	3706.00	3706.00	3.47
	40	3701.75	3712.38	3707.06	7.26
B	0	3699.63	3703.88	3701.75	7.76
	10	3703.88	3703.88	3703.88	5.49
	20	3708.13	3703.88	3706.00	6.01
	30	3703.88	3701.75	3702.81	4.07
	40	3714.50	3703.88	3709.19	8.05
C	0	3701.75	3699.63	3700.69	12.69
	10	3703.88	3697.50	3700.69	4.07
	20	3697.50	3706.00	3701.75	8.50
	30	3697.50	3708.13	3702.81	6.38
	40	3708.13	3706.00	3707.06	4.07
D	0	3703.88	3706.00	3704.94	5.35
	10	3703.88	3706.00	3704.94	4.07
	20	3706.00	3710.25	3708.13	5.49
	30	3701.75	3693.25	3697.50	4.91
	40	3701.75	3693.25	3697.50	6.01
E	0	3689.00	3706.00	3697.50	10.97
	10	3699.63	3701.75	3700.69	7.26
	20	3703.88	3708.13	3706.00	3.47
	30	3708.13	3699.63	3703.88	7.36
	40	3699.63	3699.63	3699.63	2.45
F	0	3710.25	3706.00	3708.13	4.25
	10	3701.75	3697.50	3699.63	5.49
	20	3708.13	3703.88	3706.00	6.01
	30	3699.63	3701.75	3700.69	6.38
	40	3710.25	3699.63	3704.94	7.26

ตารางที่ 4.11 แสดงข้อมูลของค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	221.9	2222.75	2222.3	4.8
	10	2223.6	2226.15	2224.6	3.4
	20	2221.05	2218.5	2219.8	2.1
	30	2223.6	2223.6	2223.6	3.2
	40	2223.6	2226.15	2224.9	3.1
B	0	2221.9	2221.9	2221.9	3.1
	10	2220.2	2221.9	2221.1	2.8
	20	2223.6	2221.05	2222.3	3.5
	30	2221.9	2222.75	2222.3	3.1
	40	2221.9	2221.9	2221.9	5.0
C	0	2075.87	2221.05	2148.5	179.1
	10	2220.2	2222.75	2221.5	3.0
	20	2222.75	2221.05	2221.9	5.3
	30	2222.75	2225.3	2224.0	1.9
	40	1973.7	2222.75	2098.2	191.8
D	0	1933.41	1828.35	1880.9	300.6
	10	2215.1	2220.2	2217.7	4.2
	20	2221.9	2221.9	2221.9	1.3
	30	2221.05	2224.45	2222.8	4.2
	40	2225.3	2224.45	2224.9	4.2
E	0	2222.75	2224.45	2223.6	4.0
	10	2227.85	2221.05	2224.5	4.7
	20	2223.6	2224.45	2224.0	2.5
	30	2226.15	2221.9	2224.0	3.4
	40	2223.6	2222.75	2223.2	4.1
F	0	2224.45	2219.35	2221.9	4.5
	10	2224.45	2224.45	2224.5	2.6
	20	2220.2	2224.45	2222.3	3.5
	30	2221.9	2223.6	2222.8	3.1
	40	2221.9	2223.6	2222.8	2.1

4.2.7 โมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด (Compressive Modulus)

4.2.7.1 โมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

จากการทดสอบหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.12 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว ส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal ลดลง

สำหรับการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนพีวีซีเรซิน ไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

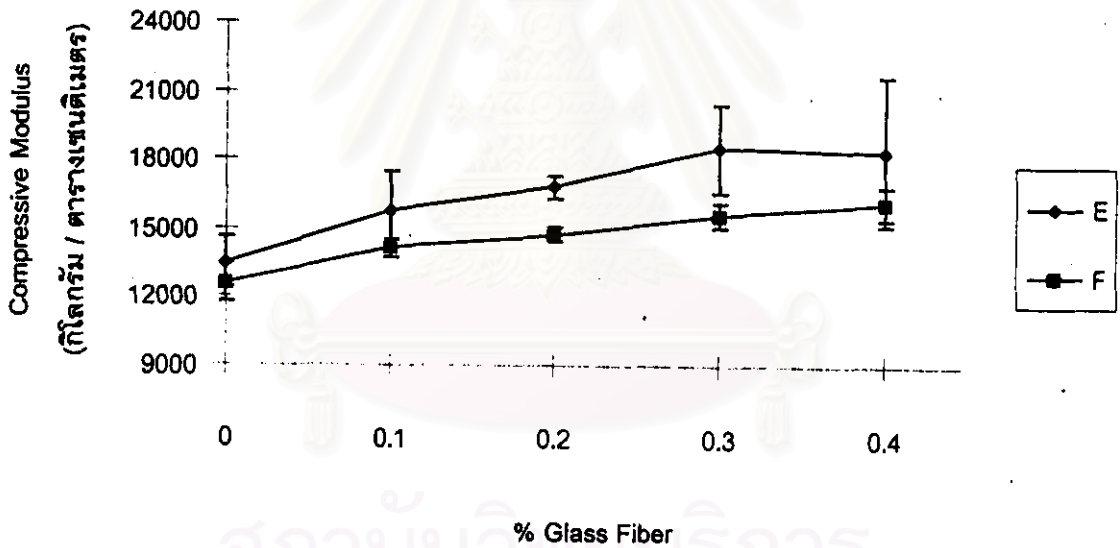
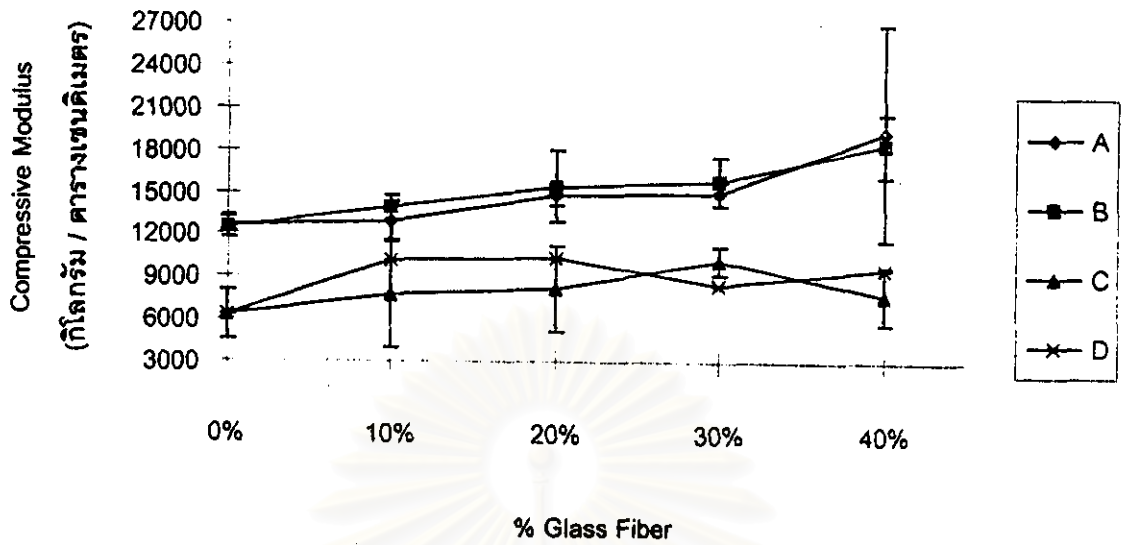
โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป

4.2.7.2 โมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

จากการทดสอบหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.13 และความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว ส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse เพิ่มขึ้น การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse ลดลง

สำหรับการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนแปลงพีวีซีเรซิน ไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

โดยจะนำผลกระทบของปริมาณเส้นใยแก้ว การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป

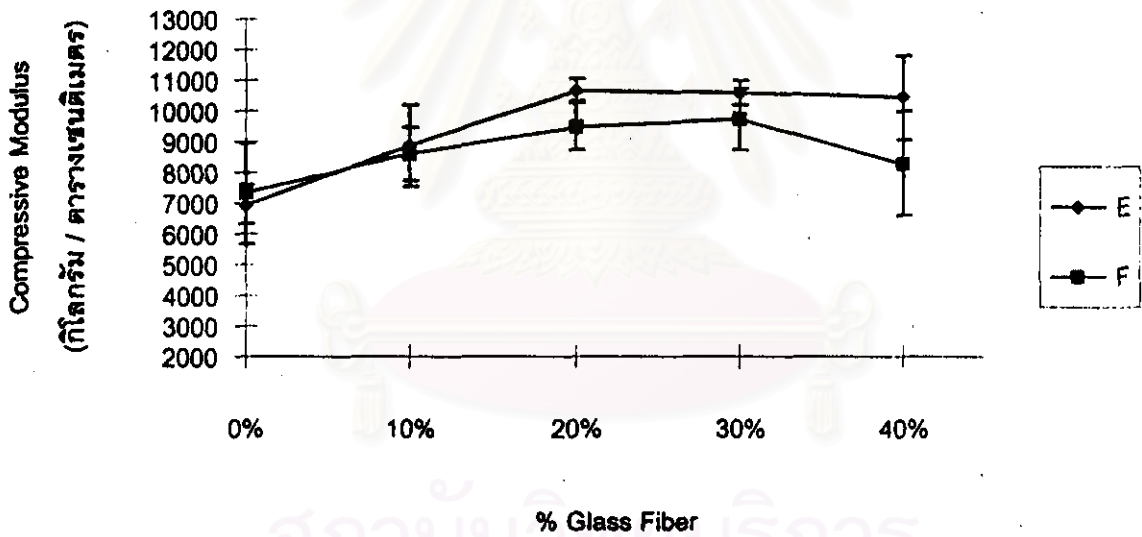
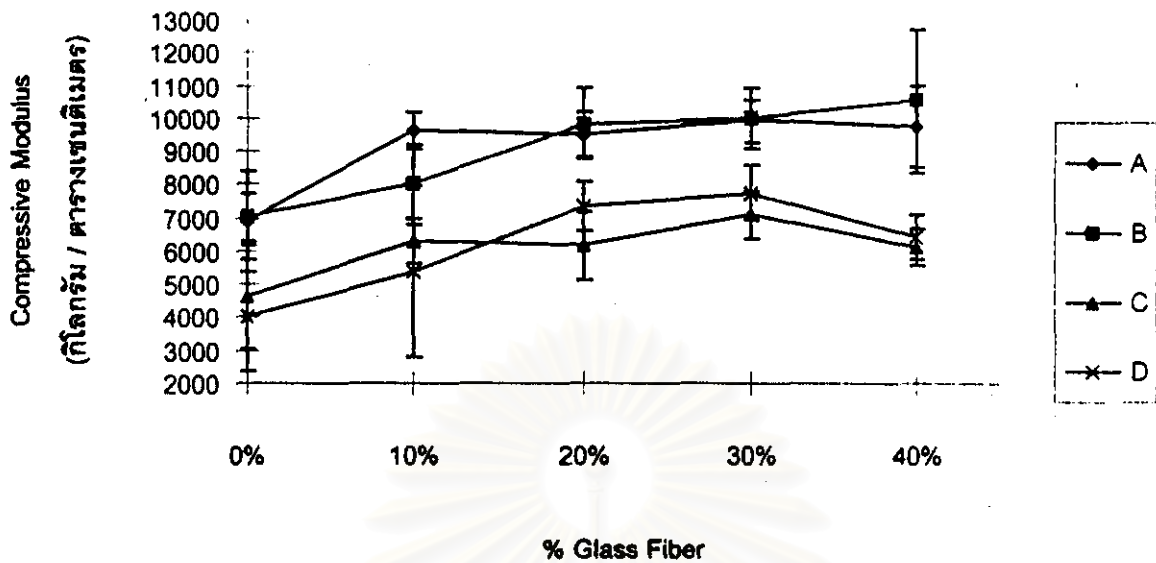


รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal กับ พลาสติกฟิวรีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกฟิวรี กลุ่ม A เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58
 พลาสติกฟิวรี กลุ่ม B เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระทำ
 พลาสติกฟิวรี กลุ่ม C เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก
 พลาสติกฟิวรี กลุ่ม D เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก
 และเติมสารปรับปรุงแรงกระทำ

พลาสติกฟิวรี กลุ่ม E เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64
 พลาสติกฟิวรี กลุ่ม F เป็นพลาสติกฟิวรีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระทำ



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse กับ พลาสติกพียูซีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกพียูซี กลุ่ม A เป็นพลาสติกพียูซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

พลาสติกพียูซี กลุ่ม B เป็นพลาสติกพียูซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพียูซี กลุ่ม C เป็นพลาสติกพียูซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

พลาสติกพียูซี กลุ่ม D เป็นพลาสติกพียูซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพียูซี กลุ่ม E เป็นพลาสติกพียูซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64

พลาสติกพียูซี กลุ่ม F เป็นพลาสติกพียูซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

ตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลของค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	13061.66	12306.94	12684.30	538.58
	10	12101.92	13783.78	12942.85	1353.57
	20	14273.64	15200.45	14737.04	675.45
	30	15121.00	14614.50	14867.75	861.42
	40	24124.39	14358.10	19241.25	7555.51
B	0	12082.72	12922.29	12502.51	780.61
	10	13927.36	13947.87	13937.62	814.62
	20	14315.87	16511.82	15413.85	2481.15
	30	14358.10	17229.72	15793.91	1657.93
	40	17266.54	19383.44	18324.99	2269.54
C	0	6903.49	5717.13	6310.31	823.70
	10	7210.96	8295.79	7753.37	922.54
	20	9572.07	6837.19	8204.63	4144.30
	30	10337.83	9920.14	10128.99	241.15
	40	5743.24	9763.51	7753.37	2321.10
D	0	6787.46	5743.24	6265.35	1675.34
	10	13461.81	6891.89	10176.85	3793.47
	20	8933.93	11768.32	10351.13	3003.08
	30	8614.86	8438.14	8526.50	997.69
	40	10964.37	8144.96	9554.66	1969.31
E	0	13397.79	13560.43	13479.11	1107.38
	10	17229.72	14358.10	15793.91	1657.93
	20	16409.26	17229.72	16819.49	473.69
	30	20014.33	17040.39	18527.36	1928.33
	40	17671.51	19144.14	18407.83	3239.77
F	0	12943.07	12271.66	12607.36	882.15
	10	14358.10	13935.81	14146.95	422.29
	20	14719.15	14727.89	14723.52	310.63
	30	15862.29	15315.31	15588.80	546.97
	40	16423.03	15862.29	16142.66	674.57

ตารางที่ 4.13 แสดงข้อมูลของค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	7969.57	5821.22	6895.39	1514.40
	10	9358.86	9871.95	9615.40	565.46
	20	9076.27	10147.78	9504.87	684.84
	30	10419.87	9403.65	9911.76	650.18
	40	8913.51	10556.54	9735.03	1227.49
B	0	6477.11	7549.40	7013.25	698.85
	10	8675.98	7316.01	7995.99	1191.15
	20	9239.81	10423.89	9831.85	1077.01
	30	9648.65	10376.20	10012.42	923.18
	40	12497.88	8568.73	10533.30	2181.24
C	0	3359.04	5877.25	4618.14	1562.21
	10	6706.70	5871.41	6289.05	659.57
	20	6122.86	6190.45	6156.66	1007.76
	30	7595.77	6561.93	7078.85	721.87
	40	6120.00	6098.15	6109.07	572.00
D	0	5081.62	3029.40	4055.51	1702.50
	10	4917.23	5833.64	5375.43	2599.77
	20	7040.27	7657.66	7348.97	720.12
	30	7879.49	7589.77	7734.63	829.21
	40	6225.09	6612.63	6418.86	664.79
E	0	7344.00	6531.92	6937.96	633.61
	10	8042.91	9704.10	8873.51	1309.68
	20	10337.84	11033.65	10685.75	381.11
	30	10395.35	10850.49	10622.92	408.70
	40	9831.85	11045.79	10438.82	1347.25
F	0	8476.45	6128.01	7302.23	1606.97
	10	9180.00	8068.18	8624.09	861.21
	20	9252.40	9747.47	9499.93	749.13
	30	9252.40	10183.83	9718.11	982.06
	40	8344.59	8247.33	8295.96	1692.83

4.2.8 ความแข็ง (Hardness)

จากการทดสอบหาค่าความแข็ง โดยการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังแสดงตารางที่ 4.14 และ ความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเส้นใยแก้ว มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความแข็งของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อเติมเส้นใยแก้ว ค่าความแข็งของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว มีค่าเพิ่มขึ้น

การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) ชนิดไดออกทิลพาทาเลต มีแนวโน้มส่งผลต่อค่าความแข็งของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว นั่นคือ เมื่อเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ค่าความแข็งของพลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้วจะลดลง เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมสารเสริมสภาพพลาสติก

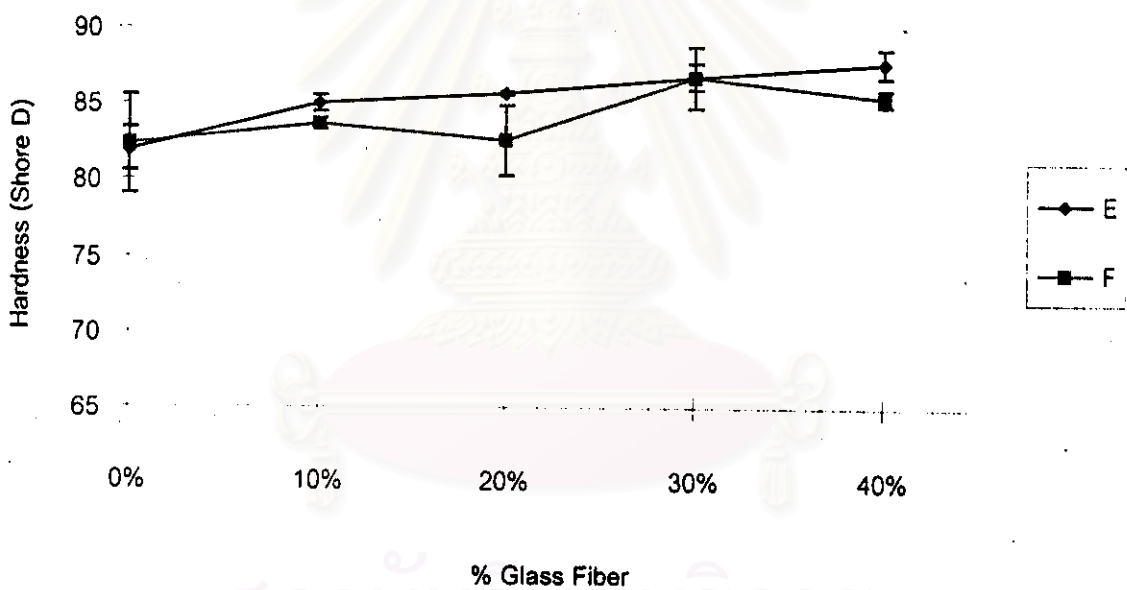
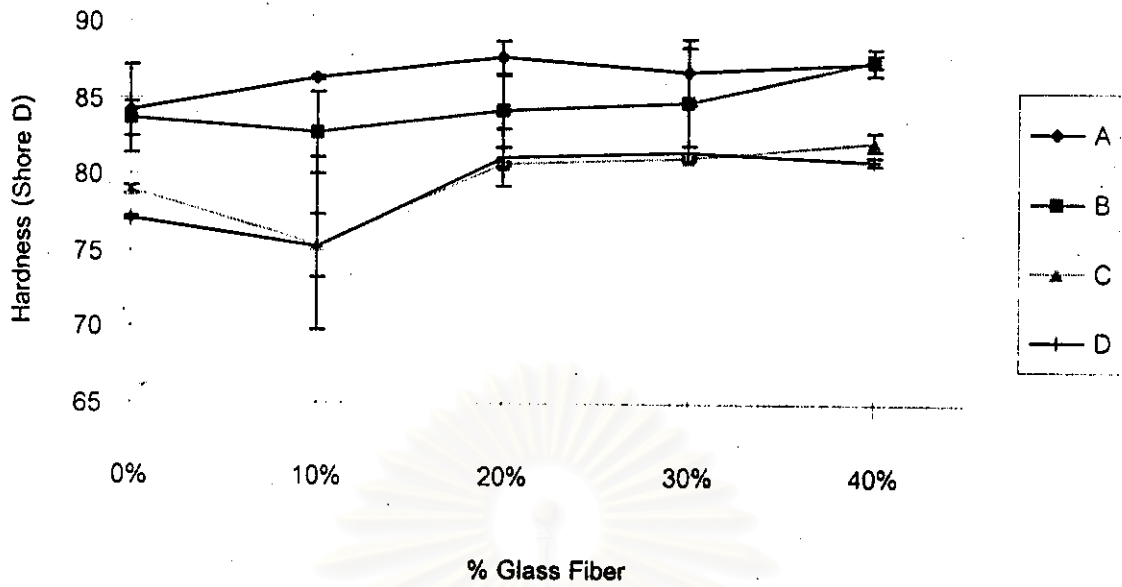
สำหรับกรณีใช้พีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก (Impact Modifier) ไม่มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความแข็งเปลี่ยนแปลง นั่นคือ เมื่อเติมหรือไม่เติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ค่าความแข็งมีค่าไม่แตกต่าง เมื่อเทียบกับการไม่ได้เติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

สำหรับกรณีใช้พีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 หรือ (K) เท่ากับ 64 โดยไม่มีการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก มีแนวโน้มส่งผลให้ค่าความแข็งเปลี่ยนแปลง นั่น คือ เมื่อมีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ค่าความแข็งมีค่าลดลง

สำหรับการเปลี่ยนพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 เป็น (K) เท่ากับ 64 ไม่ส่งผลให้ค่าความแข็งเปลี่ยนแปลง

โดยจะนำผลกระทบบของปริมาณเส้นใยแก้ว การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก การเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีผลกระทบบต่อค่าความแข็ง ใช้วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญในเชิงสถิติต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งของวัสดุ กับ พลาสติกพีวีซีเสริมใยแก้ว

หมายเหตุ

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม A เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม B เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม C เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม D เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม E เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64

พลาสติกพีวีซี กลุ่ม F เป็นพลาสติกพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 64 และเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก

ตารางที่ 4.14 แสดงข้อมูลของค่าความแข็งของวัสดุ (Hardness)

หน่วย : ชอร์ D

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	การทดลอง ครั้งที่ 1	การทดลอง ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
A	0	82.2	86.2	84.20	2.83
	10	86.4	86.2	86.30	0.14
	20	86.8	88.4	87.60	1.13
	30	88.2	85.2	86.70	2.12
	40	88.0	86.8	87.40	0.85
B	0	82.8	84.4	83.60	1.13
	10	84.6	80.8	82.70	2.69
	20	82.4	85.8	84.10	2.40
	30	82.2	87.2	84.70	3.54
	40	87.8	87.2	87.50	0.42
C	0	79.2	78.8	79.00	0.28
	10	71.4	79.4	75.40	5.66
	20	80.6	80.8	80.70	0.14
	30	81.2	81.0	81.10	0.14
	40	81.8	82.6	82.20	0.57
D	0	77.2	77.0	77.10	0.14
	10	73.8	76.8	75.30	2.12
	20	82.4	79.8	81.10	1.84
	30	81.8	81.2	81.50	0.42
	40	81.2	80.8	81.00	0.28
E	0	83.0	81.0	82.00	1.41
	10	85.4	84.6	85.00	0.57
	20	85.6	85.8	85.70	0.14
	30	86.2	87.4	86.80	0.85
	40	88.4	87.0	87.70	0.99
F	0	84.6	80.0	82.30	3.25
	10	83.4	84.0	83.70	0.42
	20	84.2	81.0	82.60	2.26
	30	88.2	85.4	86.80	1.98
	40	85.8	85.0	85.40	0.57

ตารางที่ 4.15 แสดงข้อมูลสมบัติทางกายภาพ และเชิงกลของโพลีไวนิลคลอไรด์เสริมแรงด้วยใยแก้ว

การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดย น้ำหนัก)	ความถ่วงจำเพาะ	Tensile Strength (kg/cm ²)	% Elongation	Young's Modulus (kg/cm ²)	Impact Strength (kg-cm per cm)
A	0	1.43399	542.0188	26.4429	21809.02	4.83275
	10	1.47291	470.2758	9.6043	24322.33	3.19655
	20	1.48522	408.0053	4.6633	27102.62	3.60795
	30	1.59519	337.5943	2.3520	32342.31	3.72420
	40	1.64681	340.1013	1.7283	41377.43	3.65960
B	0	1.38653	491.5020	28.4600	20770.34	12.42975
	10	1.44430	403.6690	19.4000	25721.99	5.06415
	20	1.50111	390.3848	4.2670	29980.56	5.38390
	30	1.56913	377.9930	2.2367	35281.45	6.25343
	40	1.62098	347.1818	1.8620	35580.12	5.67130
C	0	1.33872	283.2450	210.3333	6411.08	3.91346
	10	1.38050	240.2635	57.8167	10881.24	3.27495
	20	1.39628	216.3155	26.7250	20629.75	4.54875
	30	1.43654	197.7882	18.7857	26718.97	4.78660
	40	1.56309	160.6795	10.8100	29726.27	4.38630
D	0	1.30513	317.0495	194.6250	7235.51	15.19955
	10	1.32509	243.6905	44.6333	11601.78	3.82239
	20	1.40530	211.9885	24.6667	20002.44	4.59450
	30	1.45856	200.4108	8.5388	22879.53	6.53180
	40	1.53930	189.1565	7.9292	32179.57	3.91035
E	0	1.43208	532.8518	37.5900	19892.72	5.54639
	10	1.42142	426.9885	6.1400	23917.73	3.66845
	20	1.51838	384.4831	5.3556	26677.07	4.23210
	30	1.58962	319.3465	3.1029	29821.68	4.57155
	40	1.64782	347.2033	1.2958	34584.78	4.30155
F	0	1.38703	499.6843	46.1833	20724.91	11.68385
	10	1.44034	437.3975	8.2675	24438.42	6.75669
	20	1.50031	383.4760	3.0114	26739.58	7.41560
	30	1.53236	330.4593	2.4429	32374.65	7.91950
	40	1.61637	312.4436	2.0597	35358.36	5.68190

ตารางที่ 4.15 (ต่อ) แสดงข้อมูลสมบัติทางกายภาพ และเชิงกลของโพลีไวนิลคลอไรด์เสริมแรงด้วยใยแก้ว

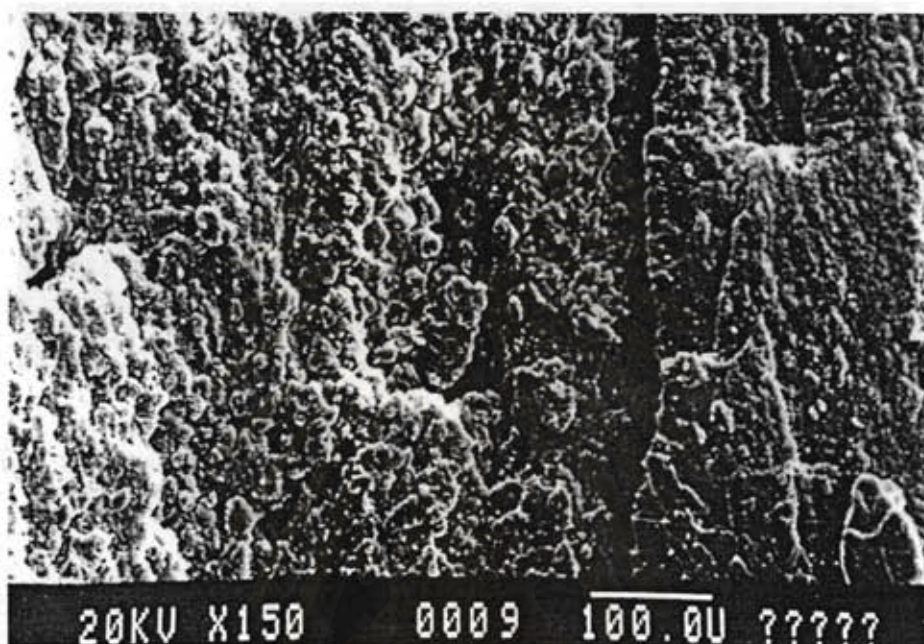
การทดลองแบบ	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	Longitudinal Compressive Strength (kg/cm ²)	Transverse Compressive Strength (kg/cm ²)	Longitudinal Compressive Modulus (kg/cm ²)	Transverse Compressive Modulus (kg/cm ²)	Hardness (Shore D)
A	0	3707.06	2222.3	12684.30	6895.39	84.20
	10	3700.69	2224.6	12942.85	9615.40	86.30
	20	3706.00	2219.8	14737.04	9504.87	87.60
	30	3706.00	2223.6	14867.75	9911.76	86.70
	40	3707.06	2224.9	19241.25	9735.03	87.40
B	0	3701.75	2221.9	12502.51	7013.25	83.60
	10	3703.88	2221.1	13937.62	7995.99	82.70
	20	3706.00	2222.3	15413.85	9831.85	84.10
	30	3702.81	2222.3	15793.91	10012.42	84.70
	40	3709.19	2221.9	18324.99	10533.30	87.50
C	0	3700.69	2148.5	6310.31	4618.14	79.00
	10	3700.69	2221.5	7753.37	6289.05	75.40
	20	3701.75	2221.9	8204.63	6156.66	80.70
	30	3702.81	2224.0	10128.99	7078.85	81.10
	40	3707.06	2098.2	7753.37	6109.07	82.20
D	0	3704.94	1880.9	6265.35	4055.51	77.10
	10	3704.94	2217.7	10176.85	5375.43	75.30
	20	3708.13	2221.9	10351.13	7348.97	81.10
	30	3697.50	2222.8	8526.50	7734.63	81.50
	40	3697.50	2224.9	9554.66	6418.86	81.00
E	0	3697.50	2223.6	13479.11	6937.96	82.00
	10	3700.69	2224.5	15793.91	8873.51	85.00
	20	3706.00	2224.0	16819.49	10685.75	85.70
	30	3703.88	2224.0	18527.36	10622.92	86.80
	40	3699.63	2223.2	18407.83	10438.82	87.70
F	0	3708.13	2221.9	12607.36	7302.23	82.30
	10	3699.63	2224.5	14146.95	8624.09	83.70
	20	3706.00	2222.3	14723.52	9499.93	82.60
	30	3700.69	2222.8	15588.80	9718.11	86.80
	40	3704.94	2222.8	16142.66	8295.96	85.40

4.3 ผลการตรวจสอบการกระจายตัวของเส้นใยแก้วในพลาสติก ภายหลังจากการดึง

ภายหลังจากการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงแล้ว นำชิ้นงานที่ถูกดึงจนขาด ไปส่องบริเวณพื้นที่ผิวหน้าตัดของรอยขาดที่เกิดจากการดึงด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ด้วยกำลังขยาย 150 เท่า จะได้ภาพที่แสดงถึงลักษณะโครงสร้างจุลภาคของพลาสติกพีวีซี การจัดเรียงตัวของเส้นใยแก้ว และลักษณะการเกาะยึดกันระหว่างพลาสติกพีวีซีกับเส้นใยแก้ว ดังรูปที่ 4.18 - 4.47

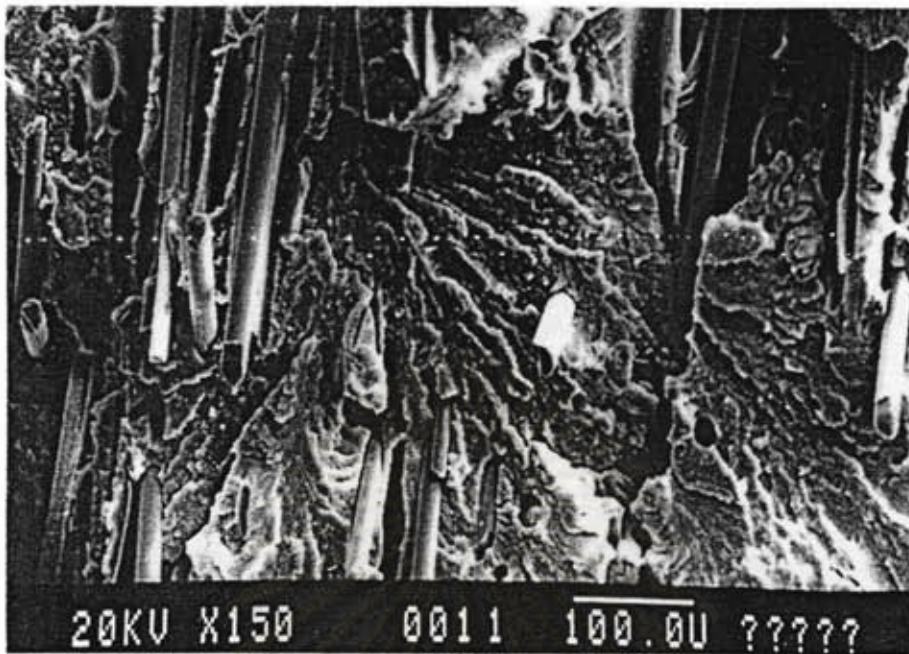
เมื่อพิจารณาจากภาพถ่ายที่มีการเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้ว แสดงให้เห็นถึงการจัดเรียงตัวของเส้นใยแก้วอย่างเด่นชัด กล่าวคือ เส้นใยแก้วมีการจัดเรียงตัวกระจัดกระจาย และ การเกาะยึดกันระหว่างเส้นใยแก้วกับพลาสติกพีวีซี มีการเกาะยึดกันอย่างหลวม ๆ จนเห็นได้จากรอยขาดจากกันระหว่างพลาสติกพีวีซี กับเส้นใยแก้ว นั่นคือ เส้นใยแก้วเกิดการหลุดออกจากพลาสติกพีวีซี เหลือให้เห็นรอยหลุมของเส้นใยแก้วเท่านั้น เป็นสาเหตุที่ทำให้ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงลดลงเมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น แต่ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระทำ มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นใยแก้วกระจายตัวอยู่ทั่วไปในเนื้อพลาสติกพีวีซี

จากการพิจารณาภาพถ่ายที่ไม่มีการเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้ว (รูปที่ 4.18, 4.23, 4.28 และ 4.33) แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) พื้นที่ผิวหน้าตัดของชิ้นงานจะมีลักษณะเรียบ และสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นสาเหตุที่ทำให้พลาสติกพีวีซีมีความสามารถในการยืดหยุ่นที่ดีขึ้น เมื่อมีการใช้สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP)

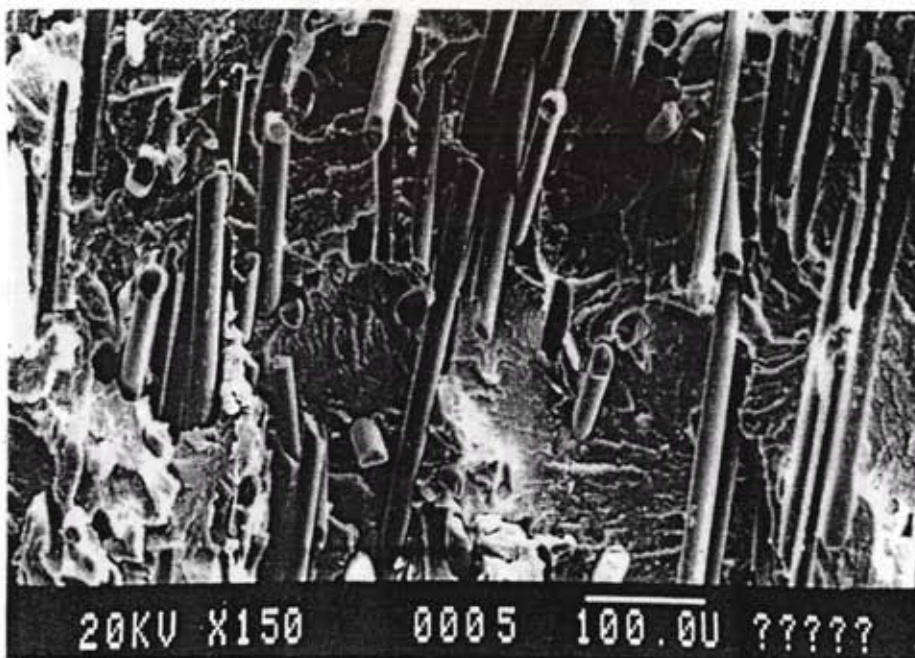


รูปที่ 4.18 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด
ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58 (ชนิด A) กำลังขยาย 150 เท่า

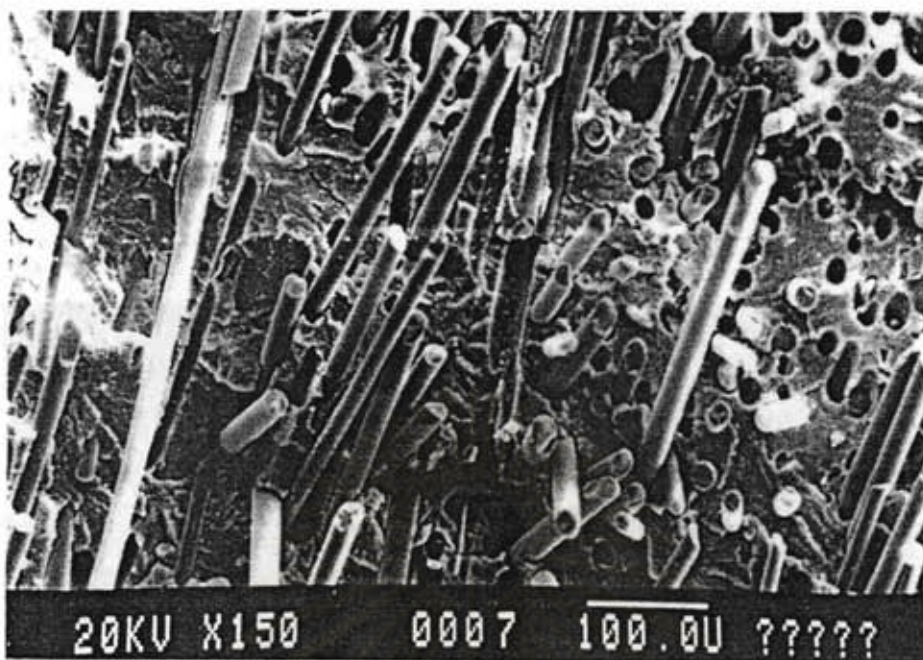
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



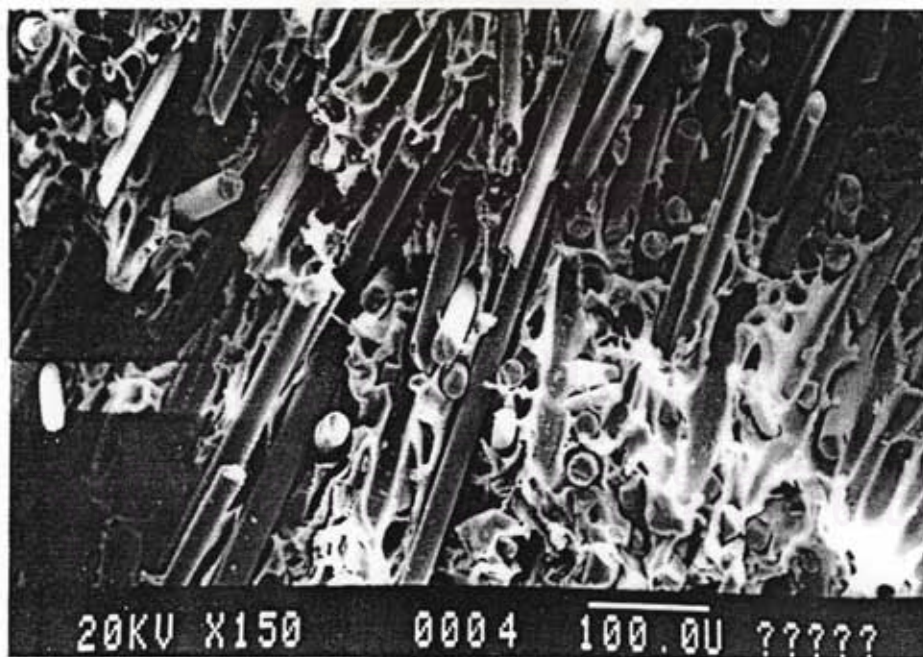
รูปที่ 4.19 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีเส้นใยแก้ว 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม A)
กำลังขยาย 150 เท่า



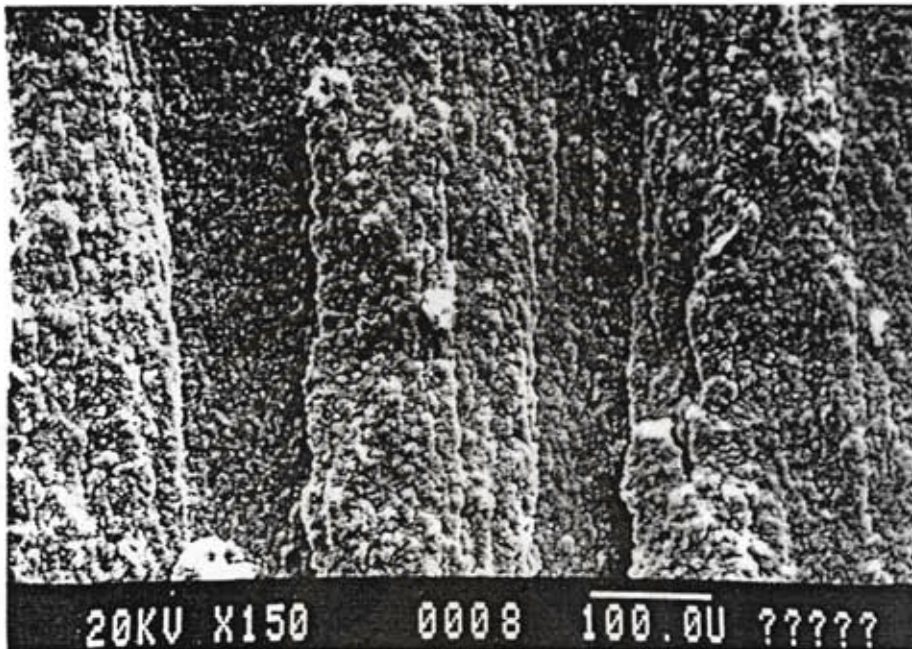
รูปที่ 4.20 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีเส้นใยแก้ว 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม A)
กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.21 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีเส้นใยแก้ว 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม A)
กำลังขยาย 150 เท่า

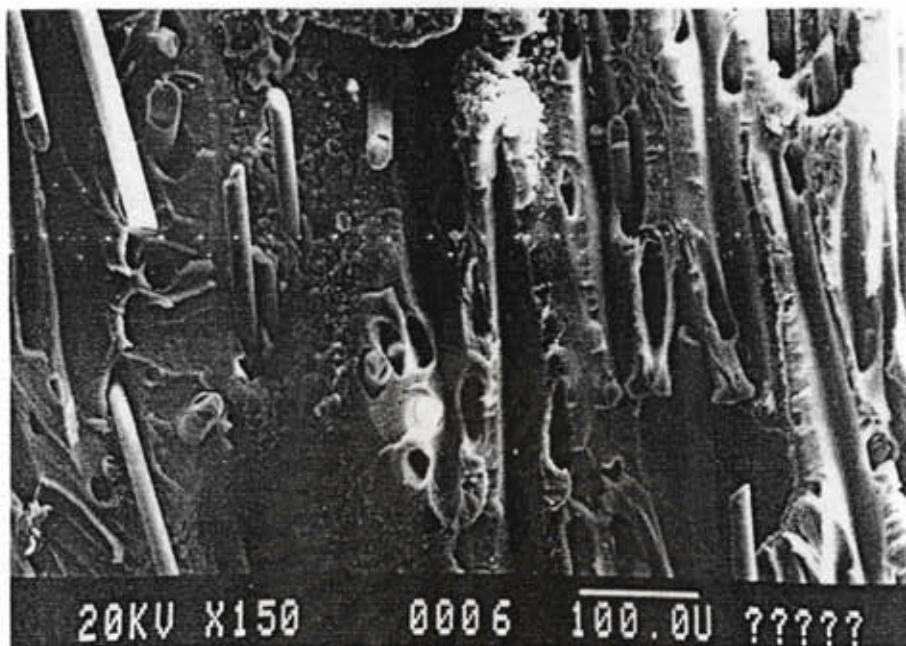


รูปที่ 4.22 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีเส้นใยแก้ว 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม A)
กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.23 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
 ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก (กลุ่ม B)
 กำลังขยาย 150 เท่า

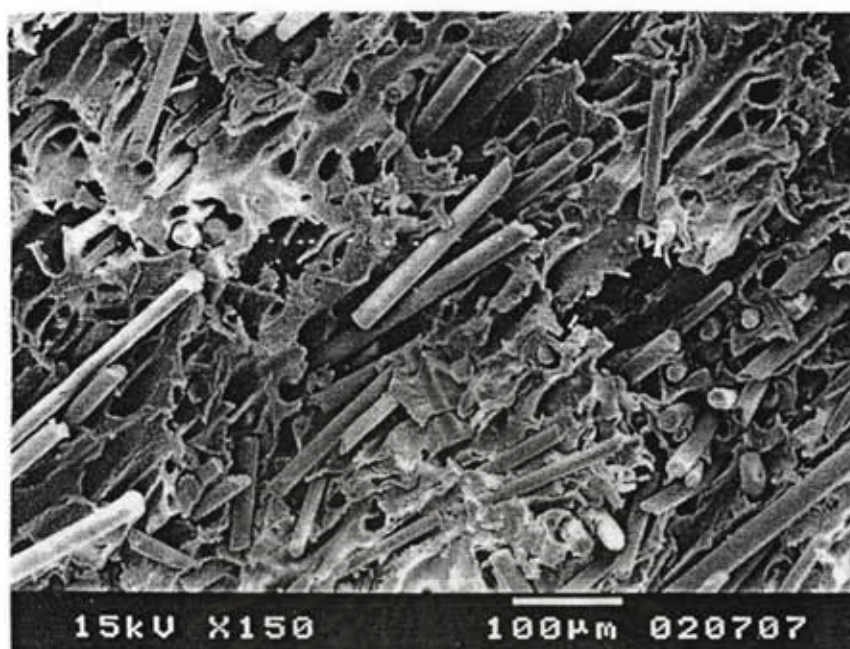
สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



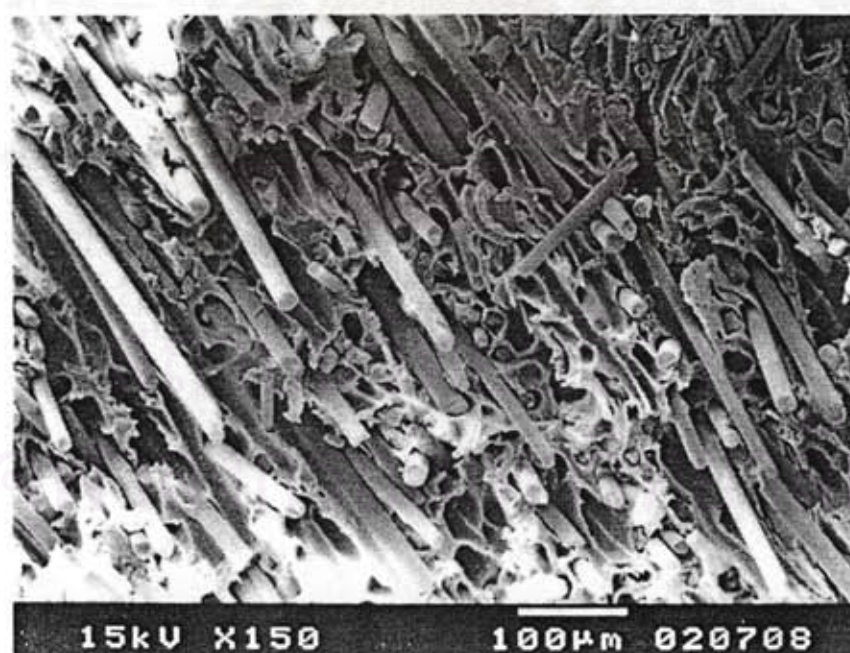
รูปที่ 4.24 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก และเส้นใยแก้ว 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม B)
กำลังขยาย 150 เท่า



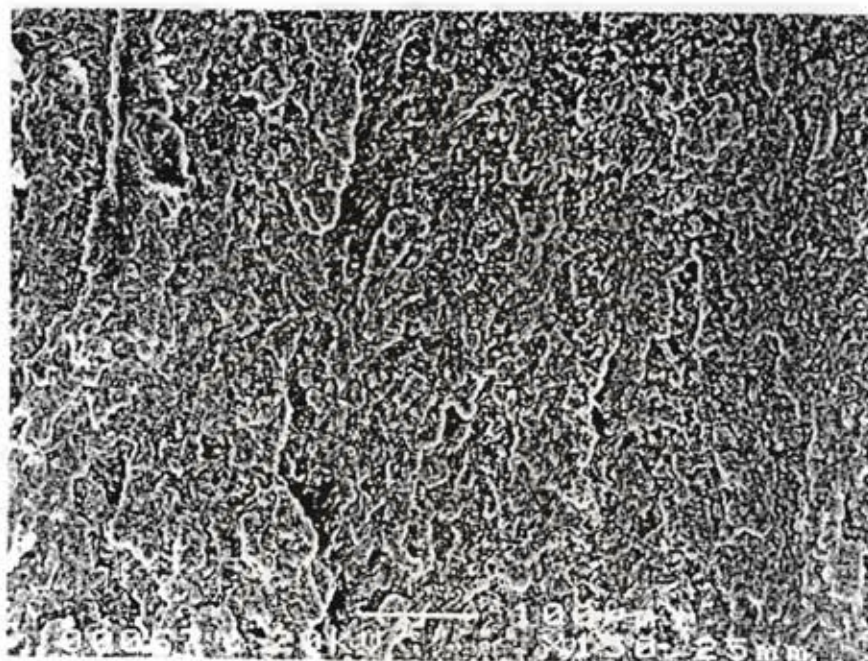
รูปที่ 4.25 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก และเส้นใยแก้ว 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม B)
กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.26 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58 ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก และเส้นใยแก้ว 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม B) กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.27 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58 ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก และเส้นใยแก้ว 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม B) กำลังขยาย 150 เท่า

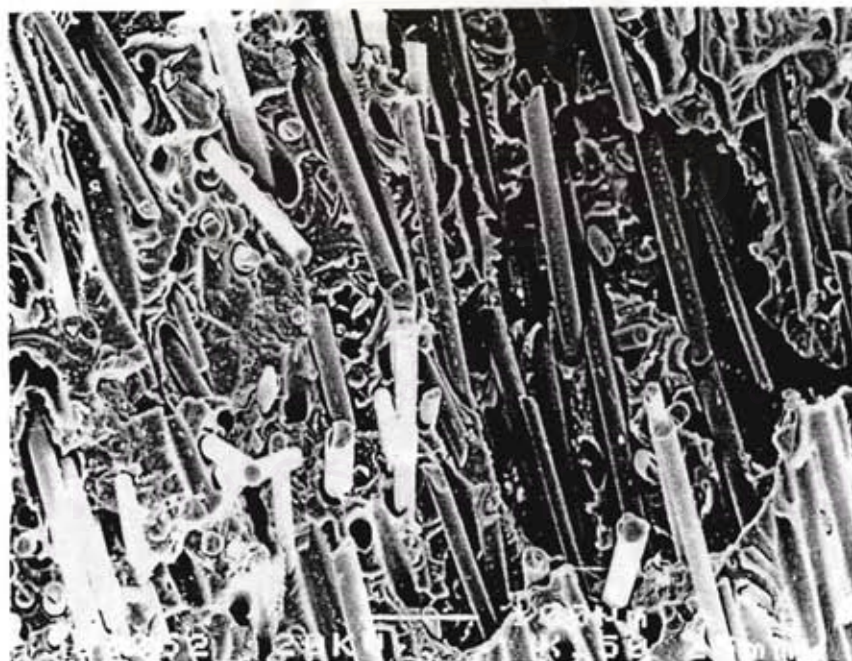


รูปที่ 4.28 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (กลุ่ม C)
กำลังขยาย 150 เท่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.29 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเส้นใยแก้ว 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม C)
กำลังขยาย 150 เท่า



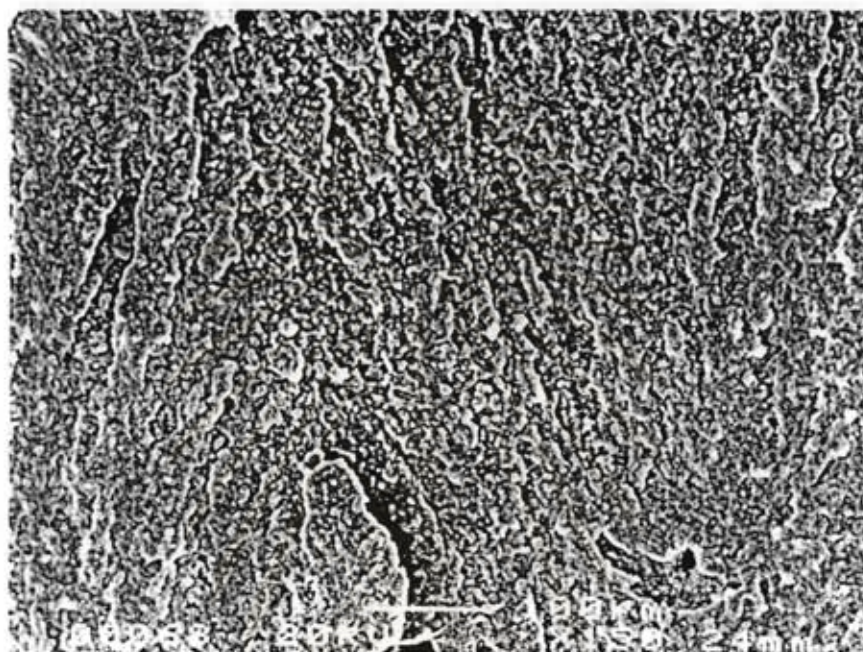
รูปที่ 4.30 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเส้นใยแก้ว 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม C)
กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.31 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
 ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเส้นใยแก้ว 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม C)
 กำลังขยาย 150 เท่า

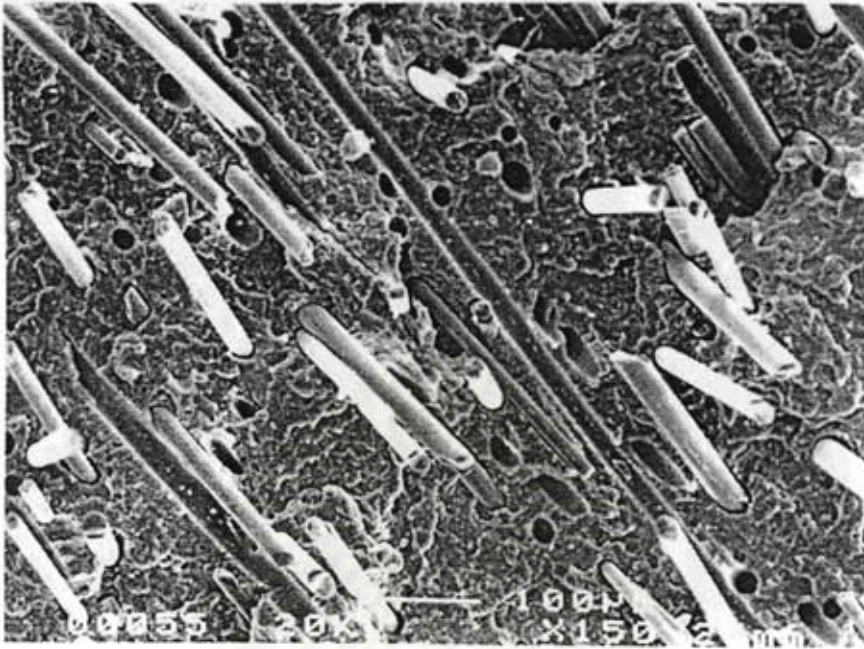


รูปที่ 4.32 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
 ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และเส้นใยแก้ว 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม C)
 กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.33 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก และสารปรับปรุงแรงกระแทก (กลุ่ม D)
กำลังขยาย 150 เท่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



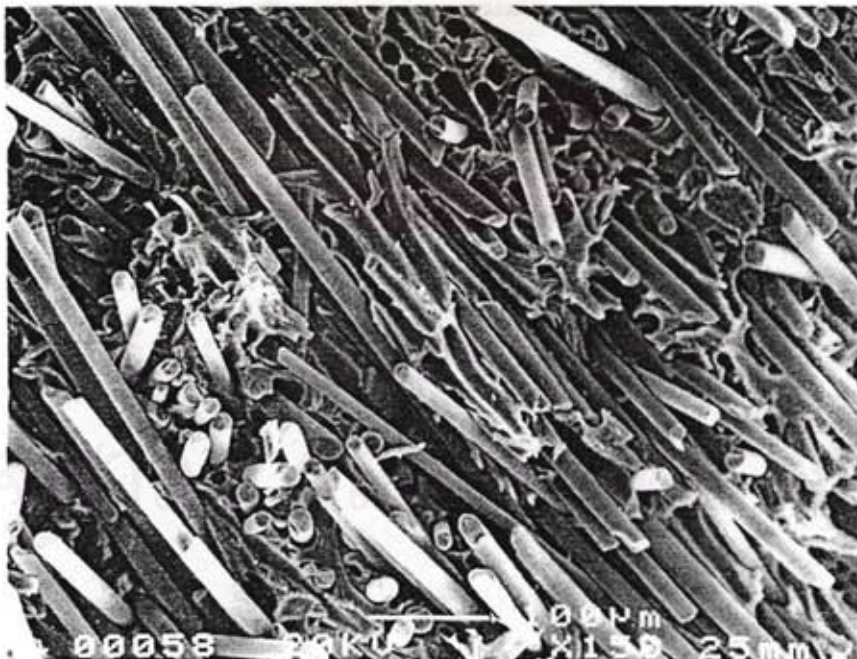
รูปที่ 4.34 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก
และเส้นใยแก้ว 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม D) กำลังขยาย 150 เท่า



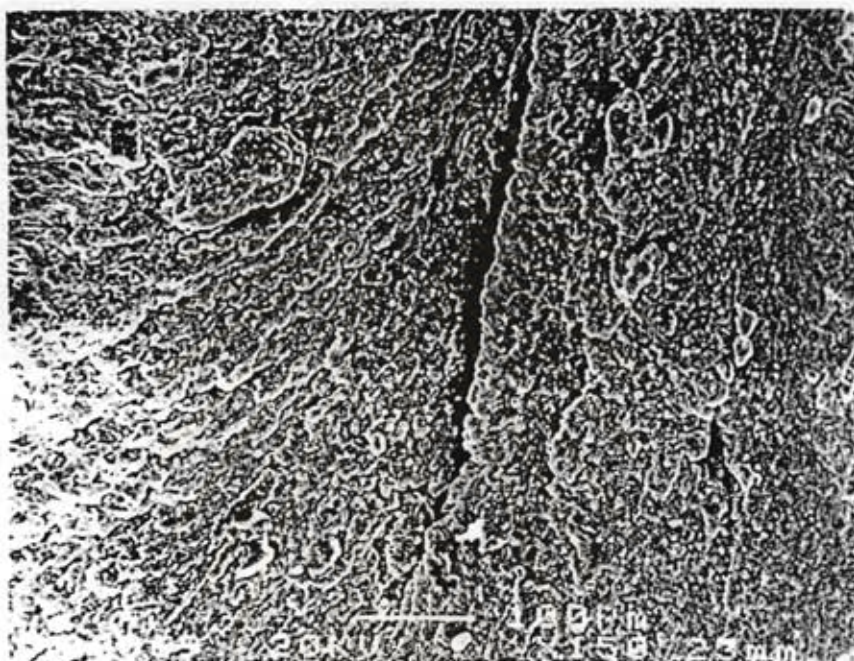
รูปที่ 4.35 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก
และเส้นใยแก้ว 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม D) กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.36 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก
และเส้นใยแก้ว 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม D) กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.37 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 58
ที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก
และเส้นใยแก้ว 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม D) กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.38 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด
ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 64 (กลุ่ม E) กำลังขยาย 150 เท่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.39 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 64
ที่มีเส้นใยแก้ว 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม E)
กำลังขยาย 150 เท่า



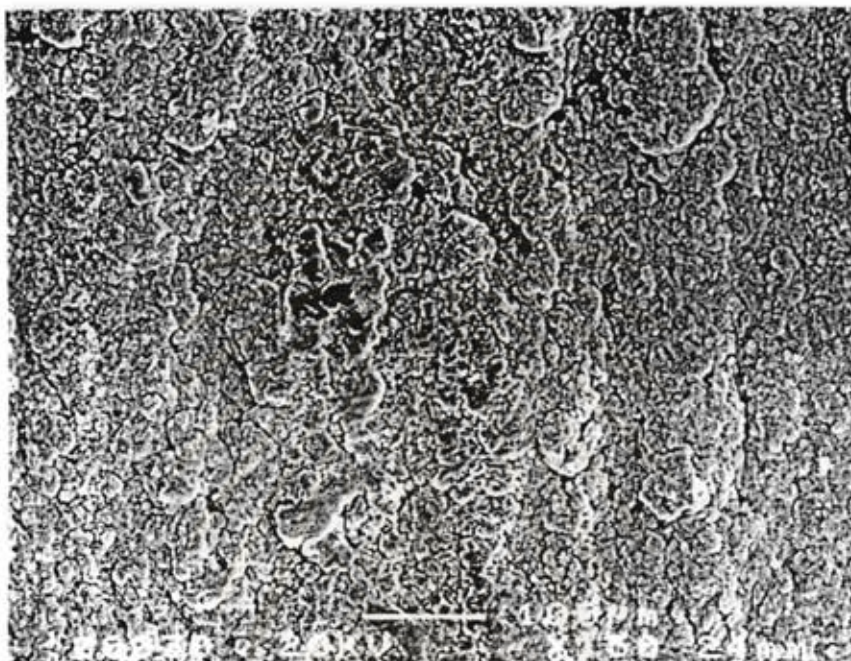
รูปที่ 4.40 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 64
ที่มีเส้นใยแก้ว 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม E)
กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.41 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 64
ที่มีเส้นใยแก้ว 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม E)
กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.42 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 64
ที่มีเส้นใยแก้ว 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กลุ่ม E)
กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.43 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 64
ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก (กลุ่ม F)
กำลังขยาย 150 เท่า

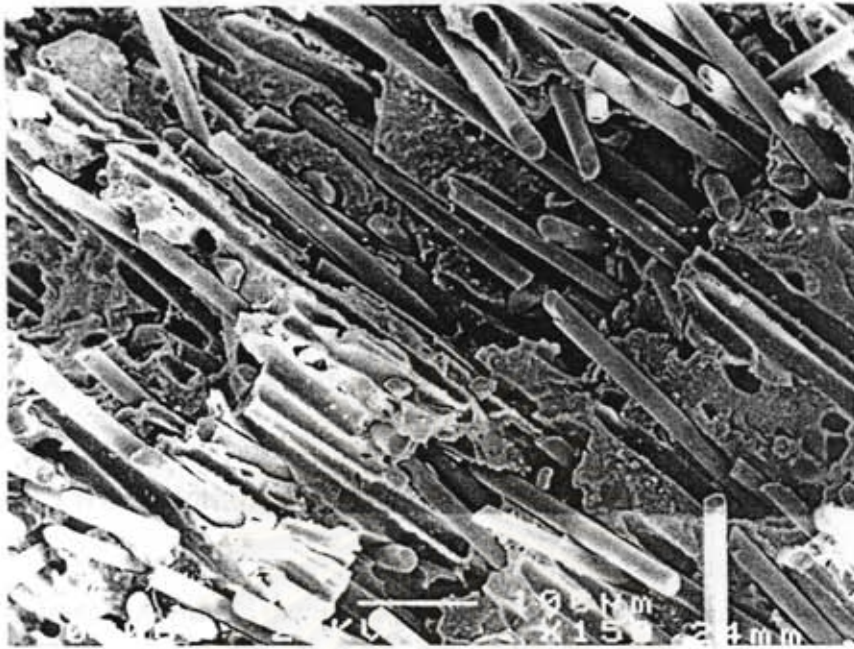
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



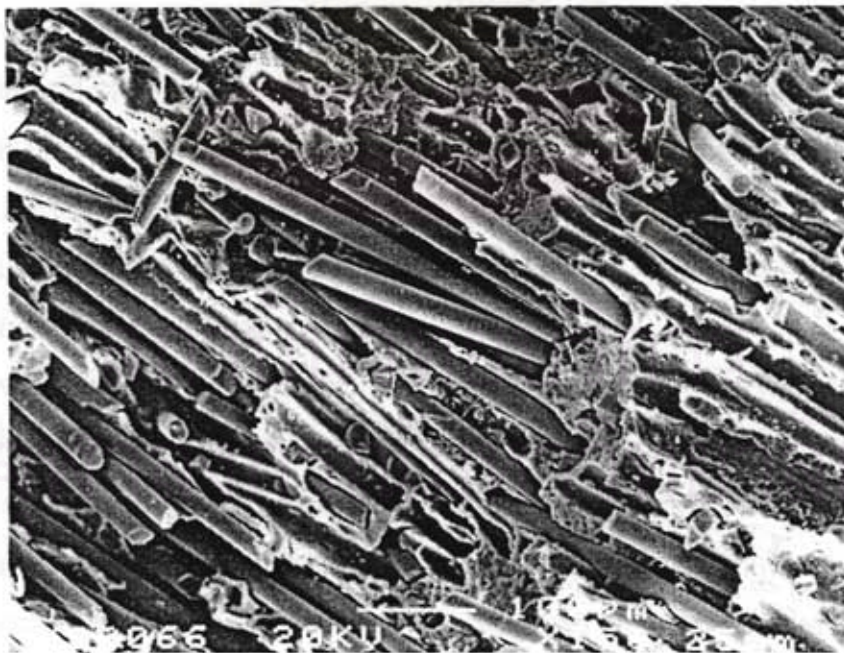
รูปที่ 4.44 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซีเกรด K 64
 ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก และ เส้นใยแก้ว 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
 (กลุ่ม F) กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.45 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซีเกรด K 64
 ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก และ เส้นใยแก้ว 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
 (กลุ่ม F) กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.46 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 64
ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก และ เส้นใยแก้ว 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
(กลุ่ม F) กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.47 ภาพถ่าย SEM บริเวณพื้นที่หน้าตัดของรอยขาด ของพลาสติกพีวีซี เกรด K 64
ที่มีการเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก และ เส้นใยแก้ว 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
(กลุ่ม F) กำลังขยาย 150 เท่า

4.4 การวิเคราะห์ผลเชิงสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลสมบัติทางกายภาพ และเชิงกล

ภายหลังจากการทดสอบหาสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของพลาสติกพีวีซีเสริมแรงด้วยใยแก้ว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SAS (Statistical Analysis System) จะได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

นำผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักรวม (K) เท่ากับ 58 (การทดลองกลุ่ม A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.16 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักรวม (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองกลุ่ม A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.17

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว, การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) หรือ การใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่การเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักรวมของพีวีซีเรซิน ไม่ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ทั้งหมดระหว่างตัวแปร ไม่ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากกราฟรูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะ กับพลาสติกพีวีซีกลุ่มต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน สามารถอธิบายผลกระทบของปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักรวมของพีวีซีเรซิน ที่มีต่อค่าความถ่วงจำเพาะได้ดังนี้ คือ เมื่อใส่เส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก หรือการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ส่งผลให้ค่าความถ่วงจำเพาะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความถี่จำเพาะ โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอก
น้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	0.10153	0.10153	137.42	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	0.00375	0.00375	5.08	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	0.00009	0.00009	0.12	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	0.25901	0.06475	87.64	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	0.00344	0.00086	1.17	
BTA*PERCENT	4	0.00460	0.00115	1.56	
DOP*BTA*PERCENT	4	0.00154	0.00038	0.52	
Error	20	0.01477	0.00073		
Corrected Total	39	0.38877			

R-Sq = 0.9619

C.V. = 1.8551

Root MSE = 0.0271

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความถี่จำเพาะ โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอก
น้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	0.00049	0.00049	0.95	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	0.00600	0.00600	11.50	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	0.00004	0.00004	0.08	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	0.26600	0.06650	127.43	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	0.00246	0.00061	1.18	
BTA*PERCENT	4	0.00343	0.00085	1.65	
K*BTA*PERCENT	4	0.00216	0.00054	1.04	
Error	20	0.01043	0.00052		
Corrected Total	39	0.29105			

R-Sq = 0.9641

C.V. = 1.5107

Root MSE = 0.0228

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระแทก

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน

4.4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง (Tensile Strength)

นำผลการทดสอบค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง ดังแสดงในตารางที่ 4.6 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.18 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.19

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว หรือ การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่การใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ระหว่างการใส่สารเสริมสภาพพลาสติกกับการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก หรือ ปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสาม ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากกราฟรูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง กับ พลาสติกพีวีซีกลุ่มต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน สามารถอธิบายผลกระทบของปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง ได้ดังนี้ คือ การใส่เส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น หรือ การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงของวัสดุมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่การใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก หรือ การเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ไม่ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึงเปลี่ยนแปลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	341561.554	341561.554	916.77	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	54.106	54.106	0.15	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	2288.228	2288.228	6.14	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	110262.423	27565.605	73.99	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	4112.090	1028.022	2.76	
BTA*PERCENT	4	3879.814	969.953	2.60	
DOP*BTA*PERCENT	4	4749.952	1187.488	3.19	
Error	20	7451.374	372.568		
Corrected Total	39	474359.543			

R-Sq = 0.9842

C.V. = 6.0609

Root MSE = 19.3020

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	1806.121	1806.121	2.13	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	1813.797	1813.797	2.14	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	158.820	158.820	0.19	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	177590.883	44397.720	52.48	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	1248.548	312.137	0.37	
BTA*PERCENT	4	5150.103	1287.525	1.52	
K*BTA*PERCENT	4	4399.526	1099.881	1.30	
Error	20	16920.156	846.007		
Corrected Total	39	209087.956			

R-Sq = 0.9190

C.V. = 7.1968

Root MSE = 29.0862

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระแทก

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน

4.4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง (% Elongation)

นำผลการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง ดังแสดงในตารางที่ 4.7 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.20 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.21

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว หรือการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก หรือการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ระหว่างการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุลกับการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างปริมาณการใส่เส้นใยแก้วกับการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว ไม่ส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากกราฟรูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงกับพลาสติกพีวีซีกลุ่มต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน สามารถอธิบายผลกระทบของปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง ได้ดังนี้ คือ การใส่เส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น หรือการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก หรือการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซินจาก (K) 58 เป็น (K) 64 ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนี บ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	25125.356	25125.356	1174.40	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	94.462	94.462	4.42	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	296.260	296.260	13.85	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	66927.803	16731.950	782.08	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	39810.716	9952.679	465.21	
BTA*PERCENT	4	66.706	16.676	0.78	
DOP*BTA*PERCENT	4	165.545	41.386	1.93	
Error	20	427.883	21.394		
Corrected Total	39	132914.735			

R-Sq = 0.9967

C.V. = 13.1655

Root MSE = 4.6253

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนี บ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	21.7039	21.7039	6.22	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	41.2274	41.2274	11.81	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	1.1495	1.1495	0.33	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	6080.1758	1520.0439	435.38	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	504.1008	126.0252	36.10	
BTA*PERCENT	4	95.2191	23.8047	6.82	
K*BTA*PERCENT	4	52.8350	13.2087	3.78	
Error	20	69.8256	3.4912		
Corrected Total	39	6866.2375			

R-Sq = 0.9898

C.V. = 17.2907

Root MSE = 1.8684

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระแทก

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน

4.4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง (Young 's Modulus)

นำผลการทดสอบค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง ดังแสดงในตารางที่ 4.8 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.22 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.23

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก หรือ การเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างการเติมสารเสริมสภาพพลาสติกและปริมาณการใส่เส้นใยแก้วเท่านั้น ที่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงกับพีวีซีกลุ่มต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน สามารถอธิบายผลกระทบของปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง ได้ดังนี้ การใส่เส้นใยแก้วส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเติมสารเสริมสภาพพลาสติกหรือการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ส่งผลให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทกไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้านักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	1124066660	1124066660	209.88	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	1091648	1091648	0.20	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	15569411	15569411	2.91	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	22111116475	552779119	103.21	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	85347744	21336936	3.98	
BTA*PERCENT	4	35061390	8765348	1.64	
DOP*BTA*PERCENT	4	23437874	5859468	1.09	
Error	20	107114689	5355734.4		
Corrected Total	39	3602805891			

R-Sq = 0.9702

C.V. = 9.5916

Root MSE = 2314.2460

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้านักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	39038884	39038884	8.90	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	16485363	16485363	3.76	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	4628992	4628992	1.05	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	1268436358	317109090	72.26	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	10361434	2590358	0.59	
BTA*PERCENT	4	17393835	4348459	0.99	
K*BTA*PERCENT	4	22383334	5595834	1.28	
Error	20	87767281.3	4388364.1		
Corrected Total	39	1466495481			

R-Sq = 0.9401

C.V. = 7.3655

Root MSE = 2094.8423

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระแทก

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน

4.4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก (Impact Strength)

นำผลการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก ดังแสดงในตารางที่ 4.9 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.24 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.25

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว หรือการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก (DOP) ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ระหว่างการใส่สารปรับปรุงแรงกระแทกกับปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากกราฟรูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกกับพลาสติกพีวีซีกลุ่มต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน สามารถอธิบายผลกระทบของปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ที่มีต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก ได้ดังนี้ คือ การใส่เส้นใยแก้วเพิ่มขึ้นที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกของวัสดุมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่การใส่เส้นใยแก้ว ทำให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับการไม่ใส่เส้นใยแก้ว ในขณะที่การใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซินจาก (K) 58 เป็น 64 ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก ไม่ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทกเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระทำ โดยใช้พีวีซี เรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	0.1311	0.1311	0.09	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	83.6947	83.6947	59.14	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	0.6932	0.6932	0.49	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	142.5150	35.6287	25.18	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	3.7028	0.9257	0.65	
BTA*PERCENT	4	109.4812	27.3703	19.34	
DOP*BTA*PERCENT	4	11.8812	2.9703	2.10	
Error	20	28.3046	1.4152		
Corrected Total	39	380.4041			

R-Sq = 0.9255

C.V. = 21.8698

Root MSE = 1.1896

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระทำ โดยใช้พีวีซี เรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	6.3266	6.3266	13.31	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	108.3660	108.3660	227.95	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	0.1838	0.1838	0.39	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	85.0304	21.2576	44.72	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	2.9146	0.7286	1.53	
BTA*PERCENT	4	33.5535	8.3883	17.65	
K*BTA*PERCENT	4	3.1512	0.7878	1.66	
Error	20	9.5079	0.4753		
Corrected Total	39	249.0343			

R-Sq = 0.9618

C.V. = 11.9287

Root MSE = 0.6894

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระทำ

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน

4.4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด (Compressive Strength)

4.4.6.1 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

นำผลการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal ดังแสดงในตารางที่ 4.10 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.26 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.27

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

โดยที่ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ทุกความสัมพันธ์ ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากกราฟรูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal กับพลาสติกพีวีซีแบบต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน พบว่า ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal มีความใกล้เคียงกันมาก

4.4.6.2 ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

นำผลการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse ดังแสดงในตารางที่ 4.11 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.28 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.29

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 4.28 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว หรือการเติมสารเสริมสภาพพลาสติกลงไป ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด

ในแนว Transverse อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

โดยที่ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ระหว่างสารเสริมสภาพพลาสติกและสารปรับปรุงแรงกระแทกเท่านั้น ที่ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกดในแนว Transverse อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากกราฟรูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse กับพลาสติกพีวีซีแบบต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน พบว่า ในกรณีที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (กราฟ A และ B) ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในกรณีที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (กราฟ C และ D เมื่อไม่มีการเติมเส้นใยแก้ว) พบว่า ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก เนื่องจากเมื่อมีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ทำให้พลาสติกมีความแข็งแรงภายใต้แรงกดลดลง ดังนั้นจึงทนต่อแรงกดน้อยลง แต่เมื่อมีเส้นใยแก้วเป็นสารเสริมแรง ทำให้มีความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse เพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าปริมาณเส้นใยแก้วจะเป็นเท่าใด

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 4.29 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก หรือการเปลี่ยนค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลของพีวีซีเรซิน ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

และปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ทั้งหมด ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse กับพลาสติกพีวีซีแบบต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน พบว่า ค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse (กราฟ A, B, E และ F) มีค่าใกล้เคียงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	59.80	59.80	2.55	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	0.10	0.10	0.00	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	0.91	0.91	0.04	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	69.32	17.33	0.74	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	52.58	13.14	0.56	
BTA*PERCENT	4	116.25	29.06	1.24	
DOP*BTA*PERCENT	4	104.45	26.11	1.12	
Error	20	468.2120	23.4106		
Corrected Total	39	871.6255			

R-Sq = 0.4628

C.V. = 0.1306

Root MSE = 4.8384

ตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	54.66	54.66	2.01	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	16.29	16.29	0.60	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	12.00	12.00	0.44	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	109.60	27.40	1.01	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	36.77	9.19	0.34	
BTA*PERCENT	4	80.02	20.00	0.74	
K*BTA*PERCENT	4	69.30	17.32	0.64	
Error	20	542.5816	27.1290		
Corrected Total	39	921.2302			

R-Sq = 0.4110

C.V. = 0.1406

Root MSE = 5.2085

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระทำ

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน

ตารางที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	29464.27	29464.27	12.51	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	3195.12	3195.12	1.36	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	1075.62	1075.62	0.46	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	64473.24	16118.31	6.84	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	64273.19	16068.30	6.82	
BTA*PERCENT	4	78100.38	19525.09	8.29	
DOP*BTA*PERCENT	4	5316.08	1329.02	0.56	
Error	20	47112.7559	2355.6378		
Corrected Total	39	293010.658			

R-Sq = 0.8392

C.V. = 2.2108

Root MSE = 48.5349

ตารางที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	7.23	7.23	1.94	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	10.09	10.09	2.71	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	0.91	0.91	0.24	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	13.11	3.28	0.88	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	7.77	1.94	0.52	
BTA*PERCENT	4	7.98	1.99	0.54	
K*BTA*PERCENT	4	20.28	5.07	1.36	
Error	20	74.5379	3.7268		
Corrected Total	39	141.8990			

R-Sq = 0.4747

C.V. = 0.0868

Root MSE = 1.9305

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระแทก

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน

4.4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด (Compressive Modulus)

4.4.7.1 โมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal

นำผลการทดสอบหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal ดังแสดงในตารางที่ 4.12 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.30 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.31

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว หรือการเติมสารเสริมสภาพพลาสติกลงไป ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

โดยที่ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ทั้งหมด ไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากกราฟรูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal กับพลาสติกพีวีซีแบบต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน พบว่าเมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal จะเพิ่มมากขึ้นด้วย ในขณะที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติกลงไป ทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal ลดลง เพราะเพิ่มสภาพความเป็นพลาสติก ความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกดจึงลดลง

4.4.7.2 โมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse

นำผลการทดสอบหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse ดังแสดงในตารางที่ 4.13 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.32 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.33

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว หรือการเติมสารเสริมสภาพพลาสติกลงไป ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

โดยที่ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ทั้งหมด ไม่ส่งผลต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากกราฟรูปที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse กับพลาสติกพีวีซีแบบต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน พบว่า เมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse จะเพิ่มมากขึ้นด้วย ในขณะที่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติกลงไป ทำให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของวัสดุภายใต้แรงกด ในแนว Transverse จะลดลง เมื่อเทียบกับการไม่เติมสารเสริมสภาพพลาสติก (กราฟ C และ D เทียบกับกราฟ A, B, E และ F)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	427989411	42989411.1	83.58	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	3873199.5	3873199.5	0.76	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	1039501.9	1039501.9	0.20	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	80183319.7	20045829.9	3.91	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	36079560.1	9019890.0	1.76	
BTA*PERCENT	4	6600549.0	1650137.2	0.32	
DOP*BTA*PERCENT	4	7960037.8	1990009.5	0.39	
Error	20	102409177	5120458.90		
Corrected Total	39	666134757			

R-Sq = 0.8462

C.V. = 19.2196

Root MSE = 2262.8431

ตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Longitudinal โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	3353490.2	3353490.2	0.96	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	6920103.7	6920103.7	1.99	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	12809913.3	12809913.3	3.68	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	124919353	31229838.5	8.96	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	13217394.2	3304348.5	0.95	
BTA*PERCENT	4	1940153.5	485038.4	0.14	
K*BTA*PERCENT	4	3139429.7	784857.4	0.23	
Error	20	69675336.4	3483766.82		
Corrected Total	39	235975174			

R-Sq = 0.7047

C.V. = 12.1720

Root MSE = .1866.4852

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระแทก

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน

ตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse โดยใช้วิธีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	89827642.6	89827642.6	81.83	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	8930.5	8930.5	0.01	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	113294.7	113294.7	0.10	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	46706993.0	11676748.2	10.64	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	2205759.4	551439.8	0.50	
BTA*PERCENT	4	5195173.5	1298793.4	1.18	
DOP*BTA*PERCENT	4	1113565.3	278391.3	0.25	
Error	20	21953821.6	1097691.08		
Corrected Total	39	167125180			

R-Sq = 0.8686

C.V. = 13.7547

Root MSE = 1047.7075

ตารางที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด ในแนว Transverse โดยใช้วิธีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอหน้าหนักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	2469.9	2469.9	0.00	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	2026260.2	2026260.2	1.86	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	1395650.1	1395650.1	1.28	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	50944809.2	12736202.3	11.69	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	1596872.3	399218.1	0.37	
BTA*PERCENT	4	1530049.7	382512.4	0.35	
K*BTA*PERCENT	4	5391694.1	1347923.5	1.24	
Error	20	21792691	1089634.55		
Corrected Total	39	84680496.5			

R-Sq = 0.7426

C.V. = 11.4611

Root MSE = 1043.8556

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระแทก

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนวิธีเรซิน

4.4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งของวัสดุ (Hardness)

นำผลการทดสอบหาค่าความแข็งของวัสดุ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล จะได้ผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับความแข็ง (K) เท่ากับ 58 (การทดลองชนิด A, B, C และ D) ดังแสดงในตารางที่ 4.34 และผลการวิเคราะห์ของพีวีซีเรซิน ที่มีค่าดัชนีบ่งบอกระดับความแข็ง (K) เท่ากับ 58 และ (K) เท่ากับ 64 โดยที่ไม่มีการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (การทดลองชนิด A, B, E และ F) ดังแสดงในตารางที่ 4.35

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว หรือ การเติมสารเสริมสภาพพลาสติก ส่งผลต่อค่าความแข็งของวัสดุของพลาสติกพีวีซีอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับความแข็งของพีวีซีเรซิน การใส่สารปรับปรุงแรงกระแทก ส่งผลต่อค่าความแข็งของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

โดยที่ปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ทั้งหมด ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากกราฟรูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของวัสดุกับพลาสติกพีวีซีกลุ่มต่าง ๆ ที่ปริมาณการใส่เส้นใยแก้วต่างกัน สามารถอธิบายผลกระทบของปริมาณการใส่เส้นใยแก้ว สารเสริมสภาพพลาสติก สารปรับปรุงแรงกระแทก และการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับความแข็งของพีวีซีเรซิน ที่มีต่อค่าความแข็งของวัสดุ ได้ดังนี้ คือ การใส่เส้นใยแก้วเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็งของวัสดุมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การใส่สารเสริมสภาพพลาสติก ส่งผลให้ค่าความแข็งของวัสดุลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และในกรณีที่มีการเปลี่ยนดัชนีบ่งบอกระดับความแข็งของพีวีซีเรซิน โดยที่ไม่มีการใส่สารเสริมสภาพพลาสติก การเติมสารปรับปรุงแรงกระแทก จะทำให้ความแข็งของวัสดุลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สงวนลิขสิทธิ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้ำน้ำหนักโมเลกุล (K) เท่ากับ 58

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
DOP	1	364.8160	364.8160	88.89	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	14.4000	14.4000	3.51	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
DOP*BTA	1	5.1840	5.1840	1.26	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	118.5160	29.6290	7.22	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
DOP*PERCENT	4	27.2440	6.8110	1.66	
BTA*PERCENT	4	2.2600	0.5650	0.14	
DOP*BTA*PERCENT	4	13.1160	3.2790	0.80	
Error	20	82.0800	4.1040		
Corrected Total	39	627.6160			

R-Sq = 0.8692

C.V. = 2.4567

Root MSE = 2.0258

ตารางที่ 4.35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้พีวีซีเรซินที่มีค่าดัชนีบ่งบอกร้ำน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน (K) เท่ากับ 58 และ 64 โดยไม่ใส่สารเสริมสภาพพลาสติก

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	หมายเหตุ
K	1	4.6240	4.6240	1.41	$F_{0.05,1,20} = 4.35$
BTA	1	25.6000	25.6000	7.80	$F_{0.05,4,20} = 2.87$
K*BTA	1	1.0240	1.0240	0.31	$F_{0.10,1,20} = 2.97$
PERCENT	4	77.5660	19.3915	5.91	$F_{0.10,4,20} = 2.25$
K*PERCENT	4	11.3660	2.8415	0.87	
BTA*PERCENT	4	12.6500	3.1625	0.96	
K*BTA*PERCENT	4	6.9860	1.7465	0.53	
Error	20	65.6400	3.2820		
Corrected Total	39	205.4560			

R-Sq = 0.6805

C.V. = 2.1278

Root MSE = 1.8116

หมายเหตุ

DOP หมายถึง สารเสริมสภาพพลาสติก

BTA หมายถึง สารปรับปรุงแรงกระแทก

PERCENT หมายถึง ปริมาณเส้นใยแก้ว

K หมายถึง การเปลี่ยนพีวีซีเรซิน