บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 สมบัติของวัตถุดิบ

4.1.1 น้ำทะเล

เนื่องจากเกลือในน้ำทะเลมีผลต่อความแข็งแรงของผิวประติมากรรมทราย และมีผลต่อการเตรียมน้ำกาวจึงเลือกใช้น้ำทะเลจากแหล่งเดียวกัน ซึ่งผลการทดสอบหาปริมาณเกลือที่มีอยู่ในน้ำทะเลได้ค่าเฉลี่ย 25.91%

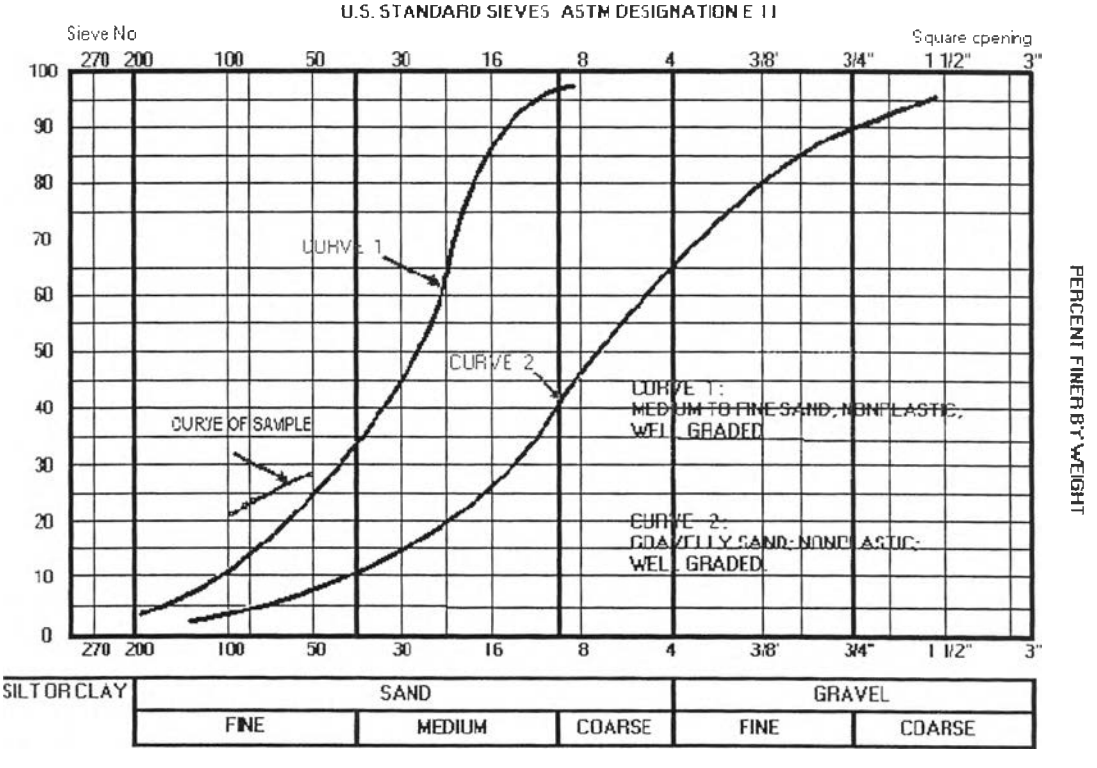
4.1.2 ทราย

1) การกระจายตัวของขนาดของทราย

จากผลการทดลองตามตารางที่ 4.1 นำมาเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 4.1 พบว่ามีการเฉลี่ยของขนาดทรายในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันจึงได้ความชันของการกระจายตัวของขนาดทรายมีค่าต่ำกว่าความชันของเส้นกราฟมาตรฐานของทราย (curve 1) พบว่าการที่ทรายมีขนาดต่างกัน 4 ขนาดของตะแกรงร่อนขึ้นไปถือว่าทรายมีการคละขนาดกันดี[34] ผลจากการที่อนุภาคทรายที่เล็กกว่าไปแทรกอยู่ในช่องว่างของอนุภาคทรายที่มีขนาดใหญ่กว่าทำให้ความหนาแน่นของเนื้อทรายเพิ่มขึ้น[35] ทำให้โครงสร้างของกองทรายมีความแข็งแรงดี และจะเห็นว่าทรายชนิดนี้จัดอยู่ในประเภททรายละเอียด ซึ่งขนาดทรายที่เล็กทำให้มีพื้นผิวที่มากจึงเกิดแรงยึดระหว่างเม็ดทรายมากขึ้น

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ของทรายที่ค้างอยู่บนตะแกรงทดสอบขนาดต่าง ๆ

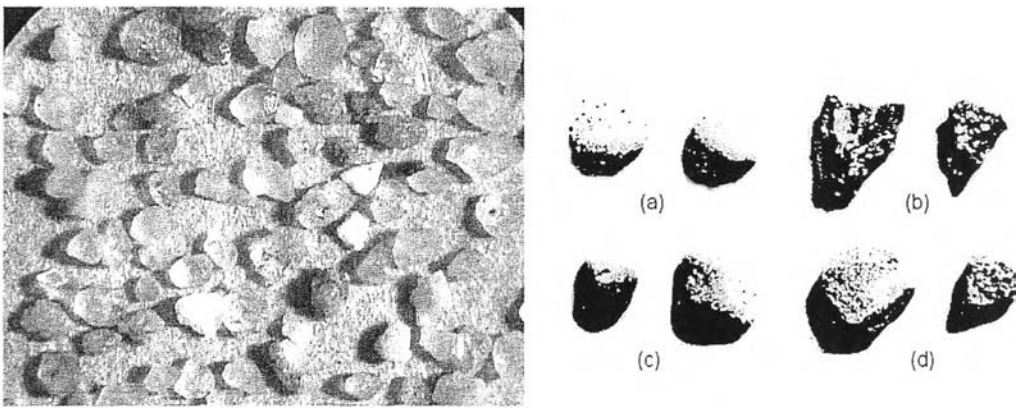
เลขตะแกรงชนิด US	น้ำหนักทรายที่ค้างบนตะแกรง (%)	ขนาดช่องของตะแกรง (mm)
20	0.22	840
30	0.28	590
40	4.39	420
50	27.22	297
70	23.58	250
100	22.66	210
140	20.67	149
200	0.68	105
270	0.24	74
ถาด	0.06	<74



รูปที่ 4.1 แผนผังการคละขนาดของทราย

2) รูปร่างของทราย

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าลักษณะของทรายส่วนใหญ่มีขอบที่เป็นเหลี่ยมมุม ยิ่งมีเหลี่ยมมุมมากยิ่งมีพื้นที่ผิวมากให้แรงยึดตามจำนวนของพื้นผิว และมีแรงเสียดทานระหว่างทรายมากจึงให้ความแข็งแรงแก่โครงสร้างมากกว่าทรายที่มีลักษณะกลม



รูปที่ 4.2 รูปของอนุภาคทรายตัวอย่างเทียบกับรูปอนุภาคทรายมาตรฐาน

3) องค์ประกอบของทราย

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าที่ได้จาก value index เอ็กซเรย์ดิฟแฟรกชัน แสดงองค์ประกอบหลักของทรายจัดอยู่ในประเภทอัลฟาควอทซ์ ที่มีซิลิกอนไดออกไซด์อยู่ในรูปผลึกแบบเฮกซะโกนอลของโครงสร้างแบบเทคโทซิลิเกต ซึ่งพลังงานผิวของซิลิกาเหนี่ยวนำให้เกิดแรงคาปิลารีได้ดีเมื่อสัมผัสน้ำ

4) ค่าความถ่วงจำเพาะของทราย

ทรายตัวอย่างมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 2.66 ซึ่งเมื่อใส่น้ำเข้าไปในทรายจนชุ่ม ทรายจะเรียงตัวตกตะกอนเป็นระเบียบในระดับหนึ่งก่อนที่แรงคาปิลารีจะดึงทรายให้แน่นไปอีกเมื่อน้ำซึมลงพื้น

5) การอัดตัวของทราย

ตารางที่ 4.2 ค่าการอัดตัวของเนื้อทรายแห้งที่แน่นและเนื้อทรายแห้งที่หลวม

ปริมาตรทราย (ml)	น้ำหนักทรายที่อัดกันแน่น (g)	น้ำหนักทรายที่อัดกันหลวม (g)
100	167.25	153.45
100	164.68	148.12
100	168.40	151.50
100	168.23	149.51
ค่าเฉลี่ย	167.14	150.65
ค่าการอัดตัว	1.67 g/ml	1.51 g/ml

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของค่าการอัดตัวของเนื้อทรายในชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยกาว

ชนิดของกลุ่มชิ้นงานตัวอย่าง	**ค่าเฉลี่ยของค่าการอัดตัว** (g/ml)
โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	1.59
พอลิไวนิลแอลกอฮอล์	1.51
กัมอะราบิก	1.58
เจลาติน	1.56
พอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้)	1.58
พอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	1.58
พอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน)	1.59
อัลจีเนท	1.60
ครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)	1.57
อะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)	1.60
ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว)	1.59
ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	1.56
ค่าเฉลี่ย	1.58
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.02

การอัดตัวของทรายที่แน่นกว่าจะให้ความแข็งแรงแก่โครงสร้างกองทรายมากกว่า จึงควบคุมการอัดตัวของชิ้นงานให้เท่ากันทุกชิ้น และมีค่าการอัดตัวเฉลี่ย 1.58 กรัม/มิลลิเมตรตาม ตารางที่ 4.3 มีค่าอยู่ระหว่างค่าการอัดตัวเนื้อทรายที่แน่นและค่าการอัดตัวของเนื้อทรายที่หลวม คือ 1.67 กรัม/มิลลิลิตร และ 1.51 กรัม/มิลลิลิตร เนื่องจากค่าทั้งสองดังกล่าวซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 ไม่สามารถทำให้กองทรายขึ้นรูปเป็นชิ้นงานได้โดยลำพัง แสดงว่าค่าการอัดตัวของชิ้นงานไม่ได้ให้ความแข็งแรงแก่ชิ้นงานเช่นเดียวกัน ความแข็งแรงที่ได้จากชิ้นงานจึงเกิดมาจากกาวเท่านั้น

4.1.3 กาว

1) ปริมาณเนื้อกาว

เนื่องจากการขึ้นรูปชิ้นงานต้องมีการควบคุมปริมาณน้ำกาวที่ 4 มิลลิลิตร จึงต้องเพิ่มเนื้อกาวในชิ้นงานด้วยการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำกาวที่ใช้ กาวที่จัดเตรียมมีปริมาณเนื้อกาวที่ผสมอยู่ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเนื้อกาวที่มีอยู่ในกาวที่จัดเตรียม

กาวที่จัดเตรียม	ปริมาณเนื้อกาว (%)
โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	100.00
พอลิไวนิลแอลกอฮอล์	100.00
กัมอะราบิก	100.00
เจลาติน	100.00
พอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้)	42.99
พอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	37.53
พอลิอะคริลิกเอสเทอร์ โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน)	50.02
อัลจีเนท	100.00
ครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)	30.06
อะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)	91.38
ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว)	58.11
ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	45.41

119450783

2) ความเข้มข้นของเนื้อกาวที่สามารถฉีดพ่นละอองกาวให้กระจายตัวได้ดี

ความเข้มข้นสูงสุดของเนื้อกาวชนิดต่างๆที่สามารถฉีดพ่นละอองกาวให้กระจายตัวได้ดีและค่าความหนืดที่วัดได้ โดยกระบอกฉีดน้ำฉีดพ่น 1 ครั้งได้ปริมาณน้ำกาว 0.8 มิลลิลิตร ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตรเมื่อปากกระบอกฉีดอยู่ห่างพื้นผิวเป็นระยะทาง 1 ฟุต ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความเข้มข้นสูงสุดของเนื้อกาวที่สามารถฉีดพ่นละอองกาวให้กระจายตัวได้ดี

กาวที่จัดเตรียม	ความเข้มข้นสูงสุด (% wt.)	ความหนืด (poise)
โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	1.74	280
พอลิไวนิลแอลกอฮอล์	4.00	290
กัมอะราบิก	20.00	250
เจลาติน	18.18	270
พอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้)	22.93	360
พอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	22.08	640
พอลิอะคริลิกเอสเทอร์ โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน)	45.45	350
อัลจีเนท	2.00	270
ครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)	1.80	180
อะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)	5.48	180
ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว)	32.22	240
ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	25.23	210

การใส่กาวลงในกองทรายทำได้ด้วยการฉีดพ่น การที่โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ อัลจีเนท ครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) และอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) มีค่าความเข้มข้นสูงสุดของเนื้อกาวที่สามารถฉีดพ่นละอองกาวให้กระจายตัวได้ดีต่ำ ทำให้ต้องผสมใช้กับน้ำทะเลในปริมาณที่มาก การฉีดพ่นติดต่อกันหลายครั้งโดยไม่รอให้น้ำกาวซึมหรือระเหยไปบางส่วน ปริมาณน้ำกาวที่มากเกินนี้มีโอกาสจะส่งผลในการทำลายปรากฏการณ์คาปิลารีบริเวณผิวกองทรายโดยการไปเพิ่มชั้นของเหลวจนแรงตึงผิวของน้ำกาวไม่สามารถยึดทรายไว้ด้วยกันได้

4.2 ค่าความต้านทานแรงกด

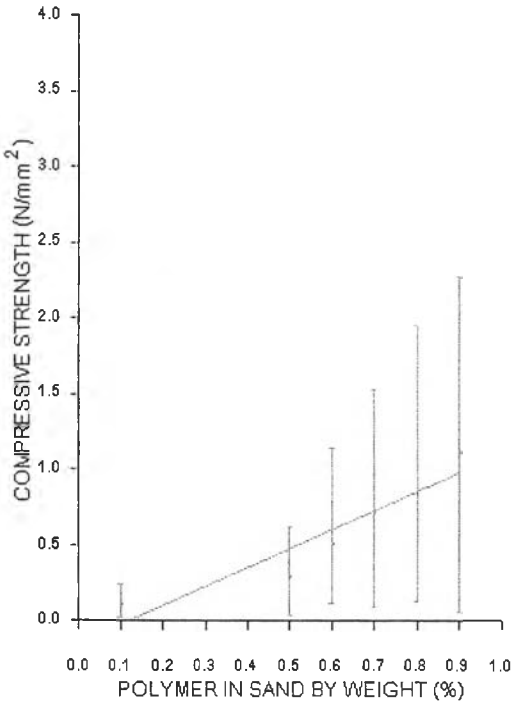
4.2.1 ค่าความต้านทานแรงกดของพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้)

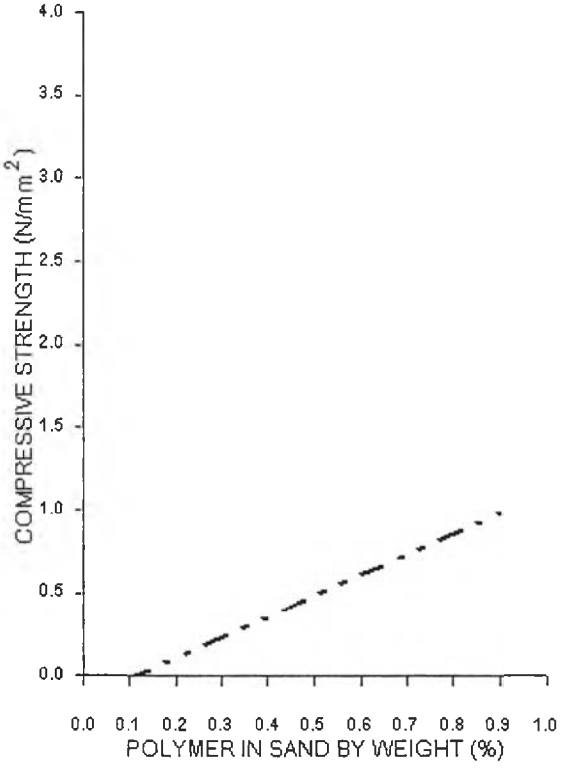
จากตารางที่ 4.6 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 1.2561X - 0.1460$ โดยมีค่า $R^2 = 0.8844$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้)

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด (N/mm^2)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.1	0.1105	0.0299
0.5	0.2901	0.0398
0.6	0.5068	0.1236
0.7	0.7175	0.1003
0.8	0.9140	0.1305
0.9	1.1071	0.0651

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เส้นความสัมพันธ์ของพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) เป็นมาตรฐานความแข็งแรงต่ำสุดที่ยอมรับได้ รวมถึงเป็นมาตรฐานในการพิจารณาชนิดของกาวที่ให้ความแข็งแรงมากขึ้นเมื่อเพิ่มเนื้อกาวโดยพิจารณาจากความชันของเส้นความสัมพันธ์





รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

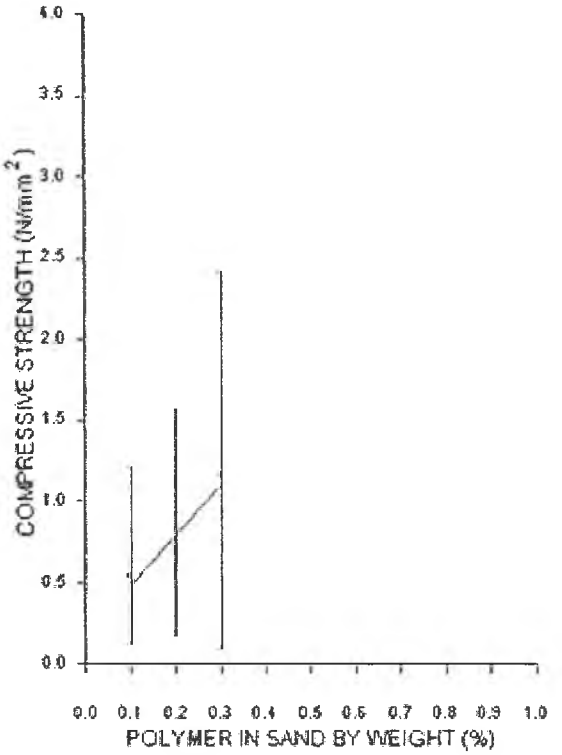
4.2.2 ค่าความต้านทานแรงกดของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

จากตารางที่ 4.7 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 3.0909X + 0.1785$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9225$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในทรายโดยน้ำหนัก

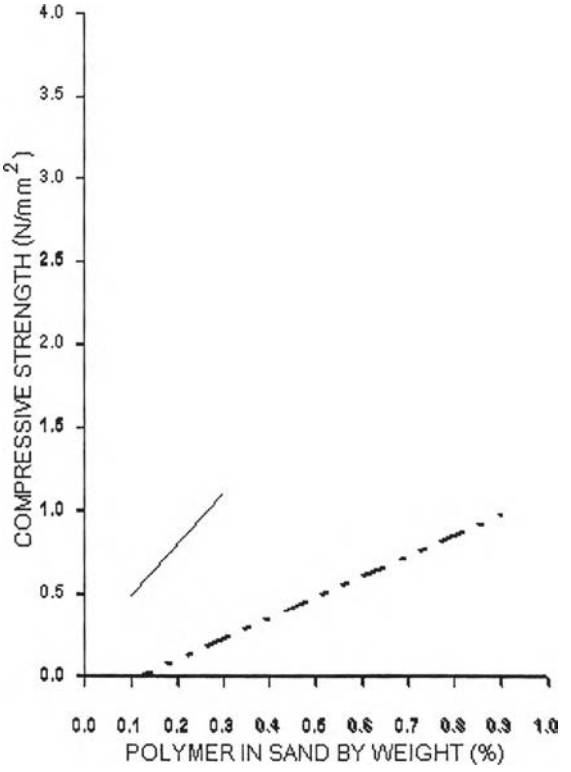
ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	**ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด** (N/mm^2)	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
0.1	0.5393	0.1330
0.2	0.6932	0.1752
0.3	1.1575	0.0976

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสกับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.5 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (เส้นทึบ) มีค่ามากกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) และในการศึกษาว่ากาวชนิดนี้จะให้ความแข็งแรงมากขึ้นเมื่อปริมาณมากขึ้นหรือไม่นั้น โดยพิจารณาจากความชันของเส้นความสัมพันธ์ พบว่าความชันของเส้นความสัมพันธ์ของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมีค่ามากกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมีความแข็งแรงมากกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพมากกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสกับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

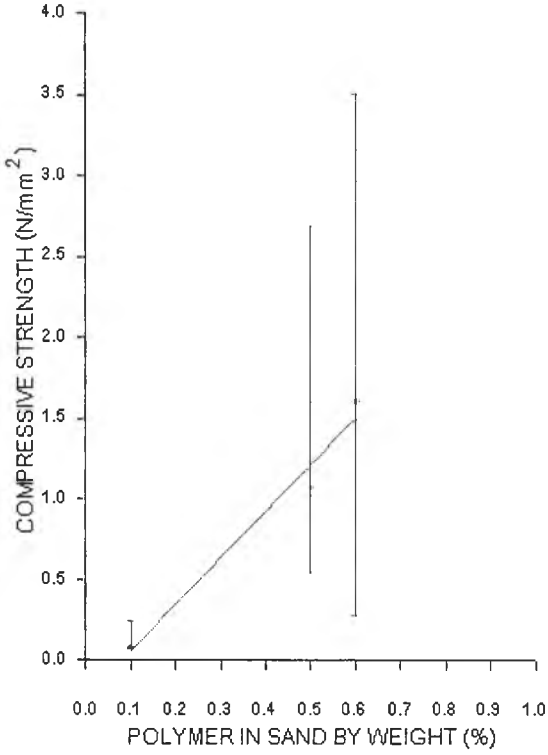
4.2.3 ค่าความต้านทานแรงกดของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์

จากตารางที่ 4.8 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 2.894X - 0.2328$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9739$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในทรายโดยน้ำหนัก

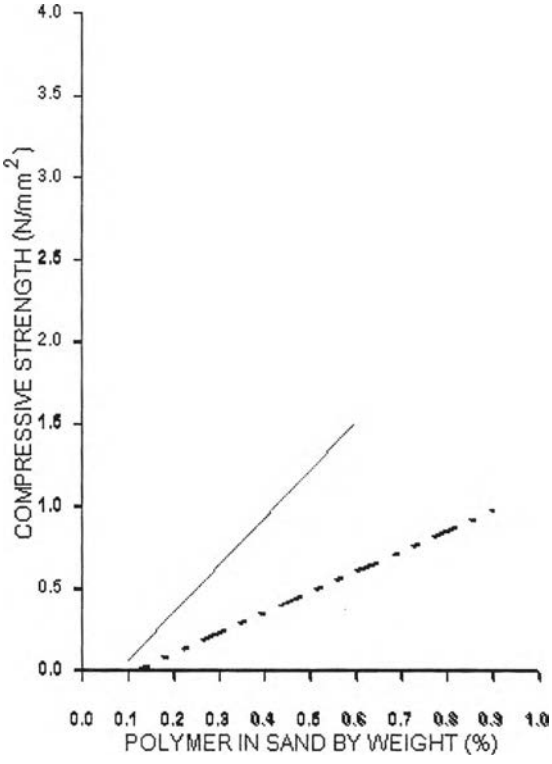
ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	**ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด** (N/mm^2)	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
0.1	0.0840	0.0724
0.5	1.0774	0.5394
0.6	1.6130	0.2774

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.7 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (เส้นทึบ) มีค่ามากกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์มีค่ามากกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าพอลิไวนิลแอลกอฮอล์มีความแข็งแรงมากกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพมากกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์กับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

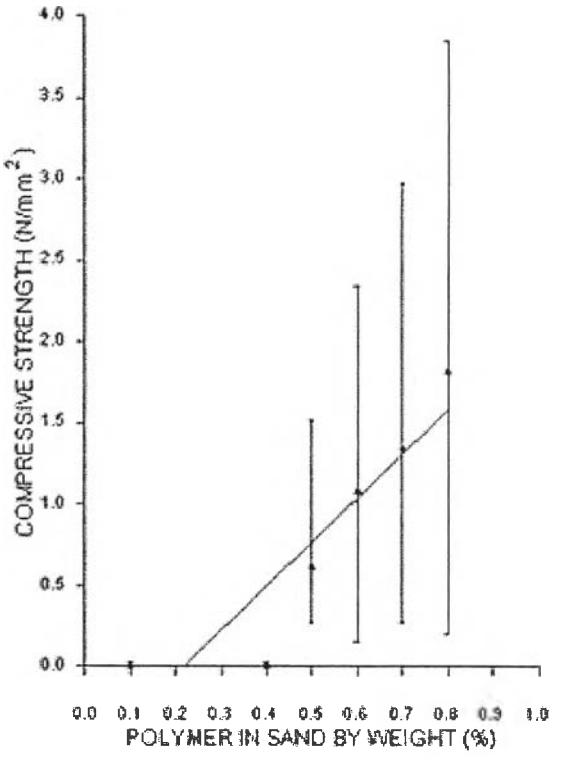
4.2.4 ค่าความต้านทานแรงกดของกัมอะราบิก

จากตารางที่ 4.9 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของกัมอะราบิกในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของกัมอะราบิกในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 2.7227X - 0.5864$ โดยมีค่า $R^2 = 0.8416$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของกัมอะราบิกในทรายโดยน้ำหนัก

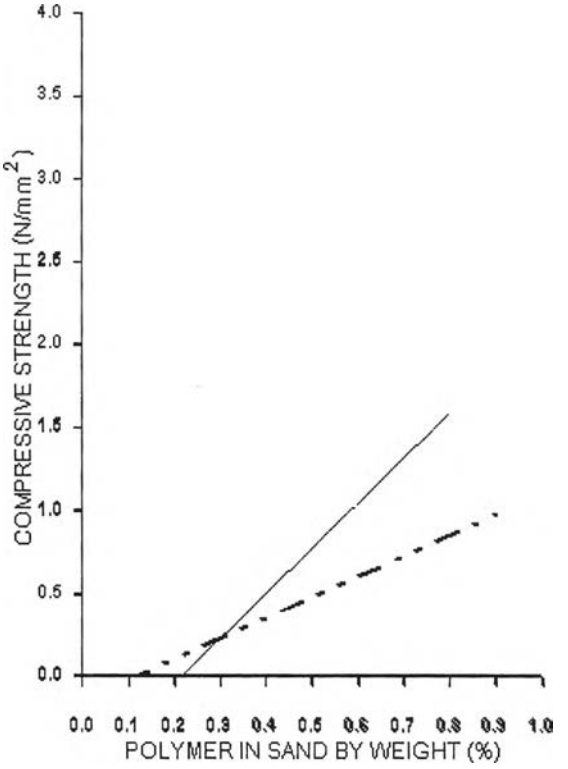
ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของกัมอะราบิก

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด (N/mm^2)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.1	0.0135	0.0053
0.4	0.0113	0.0062
0.5	0.6239	0.2677
0.6	1.0932	0.1567
0.7	1.3530	0.2736
0.8	1.8271	0.1967

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของกัมอะราบิกกับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.9 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของกัมอะราบิก (เส้นทึบ) มีค่ามากกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) ตั้งแต่ 0.31 เปอร์เซ็นต์ของกัมอะราบิกในทรายโดยน้ำหนักขึ้นไป และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของกัมอะราบิกมีค่ามากกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่ากัมอะราบิกมีความแข็งแรงมากกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพมากกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของกัมอะราบิกในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของกัมอะราบิกกับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

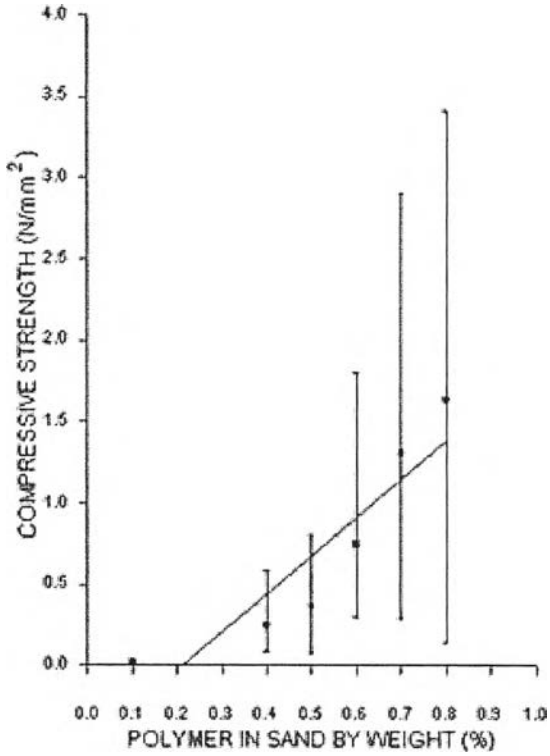
4.2.5 ค่าความต้านทานแรงกดของเจลาติน

จากตารางที่ 4.10 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของเจลาตินในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของเจลาตินในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 2.3538X - 0.4946$ โดยมีค่า $R^2 = 0.8394$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของเจลาตินในทรายโดยน้ำหนัก

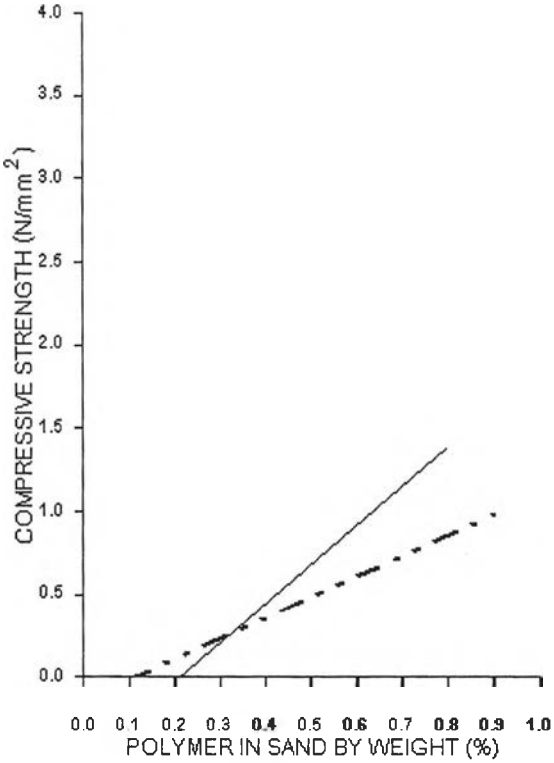
ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของเจลาติน

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	**ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด** (N/mm^2)	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
0.1	0.0135	0.0053
0.4	0.2499	0.0882
0.5	0.3670	0.0676
0.6	0.7511	0.3014
0.7	1.3122	0.2858
0.8	1.6358	0.1428

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของเจลาตินกับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.11 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของเจลาติน (เส้นทึบ) มีค่ามากกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) ตั้งแต่ 0.32 เปอร์เซ็นต์ของเจลาตินในทรายโดยน้ำหนักขึ้นไป และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของเจลาตินมีค่ามากกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าเจลาตินมีความแข็งแรงมากกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพมากกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของเจลาตินในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของเจลาตินกับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

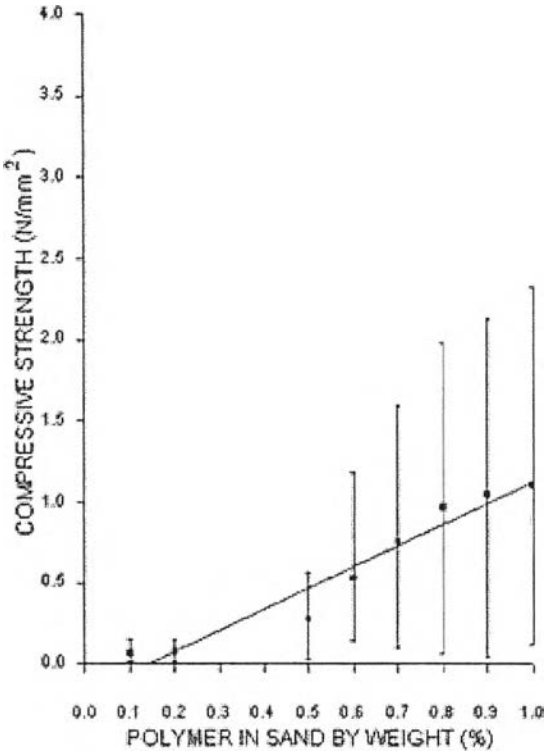
4.2.6 ค่าความต้านทานแรงกดของค่าความต้านทานแรงกดของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)

จากตารางที่ 4.11 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 1.3020X - 0.1804$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9434$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์พอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก

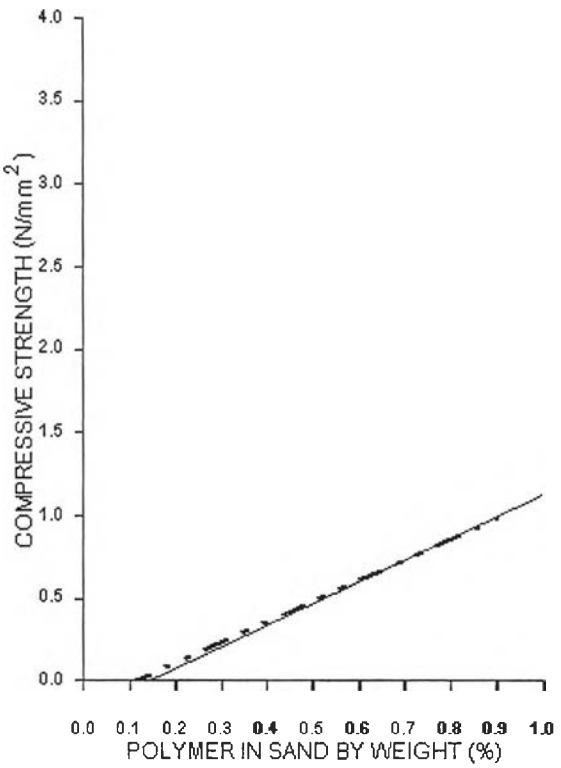
ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของค่าความต้านทานแรงกดของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	**ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด** (N/mm^2)	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
0.1	0.0640	0.0197
0.2	0.0718	0.0095
0.5	0.2711	0.0236
0.6	0.5255	0.1356
0.7	0.7561	0.0902
0.8	0.9632	0.0623
0.9	1.0489	0.0399
1.0	1.1059	0.1183

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) กับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.13 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) (เส้นทึบ) มีค่าเท่ากับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) มีค่าเท่ากับของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) มีความแข็งแรงเท่ากับระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพทัดเทียมกาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) กับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

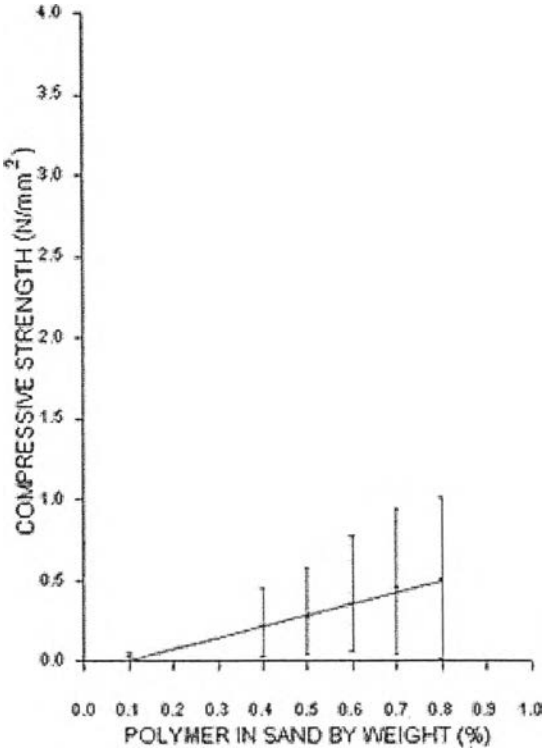
4.2.7 ค่าความต้านทานแรงกดของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน)

จากตารางที่ 4.12 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) ในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) ในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 0.7023X - 0.0611$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9932$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) ในทรายโดยน้ำหนัก

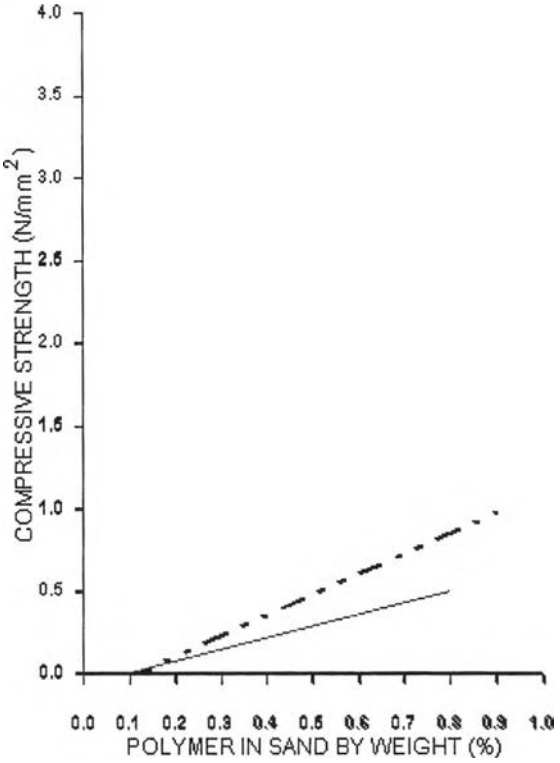
ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน)

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกด (N/mm^2)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.1	0.0204	0.0084
0.4	0.2127	0.0245
0.5	0.2708	0.0412
0.6	0.3537	0.0634
0.7	0.4516	0.0426
0.8	0.5016	0.0165

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) กับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.15 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) (เส้นทึบ) มีค่าน้อยกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) มีค่าน้อยกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) มีความแข็งแรงต่ำกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) ในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) กับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

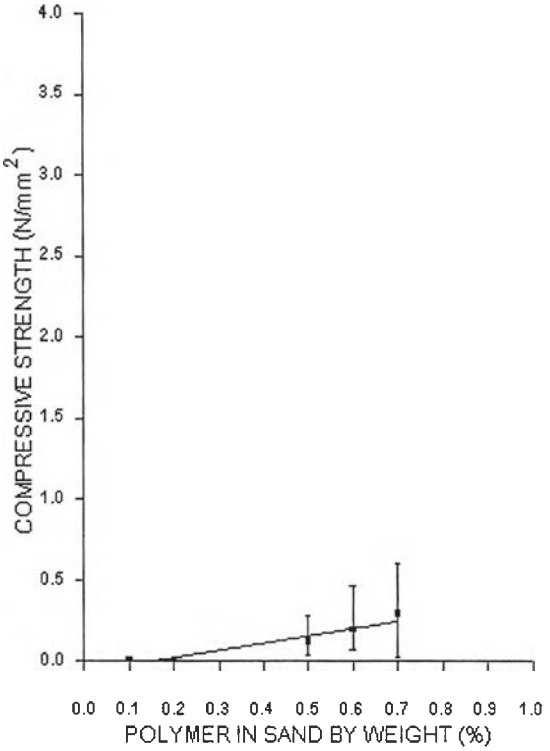
4.2.8 ค่าความต้านทานแรงกดของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)

จากตารางที่ 4.13 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.16 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 0.4461X - 0.0624$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9252$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก

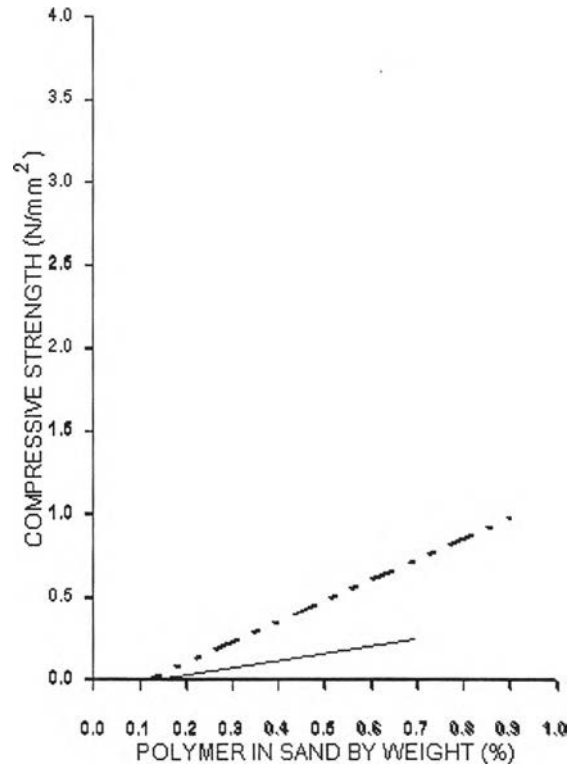
ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกด (N/mm^2)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.1	0.0103	0.0046
0.2	0.0117	0.0032
0.5	0.1195	0.0354
0.6	0.1948	0.0740
0.7	0.2886	0.0255

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) กับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.17 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) (เส้นทึบ) มีค่าน้อยกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) มีค่าน้อยกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) มีความแข็งแรงต่ำกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) กับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

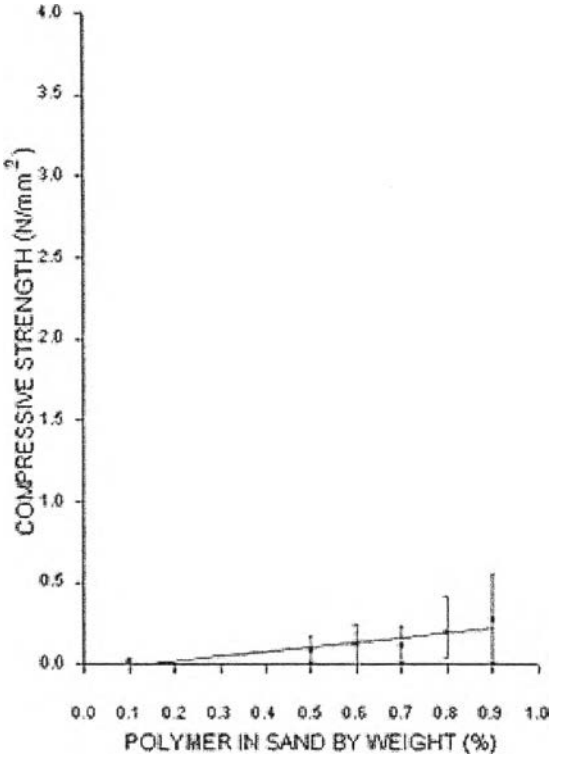
4.2.9 ค่าความต้านทานแรงกดของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว)

จากตารางที่ 4.14 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) ในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.18 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) ในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 0.2842X - 0.0392$ โดยมีค่า $R^2 = 0.8341$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) ในทรายโดยน้ำหนัก

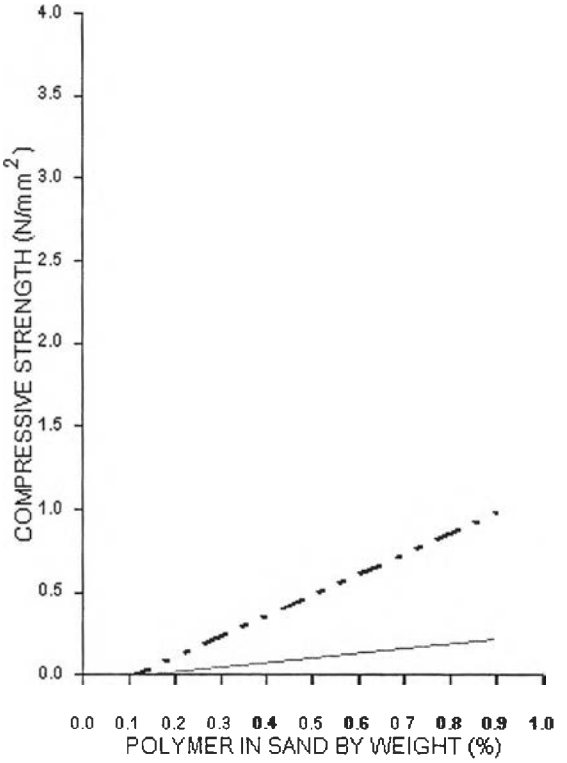
ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว)

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด (N/mm^2)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.1	0.0163	0.0058
0.5	0.0803	0.0116
0.6	0.1209	0.0067
0.7	0.1121	0.0138
0.8	0.1891	0.0416
0.9	0.2694	0.0116

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) กับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.19 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) (เส้นทึบ) มีค่าน้อยกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) มีค่าน้อยกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) มีความแข็งแรงต่ำกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) ในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) กับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

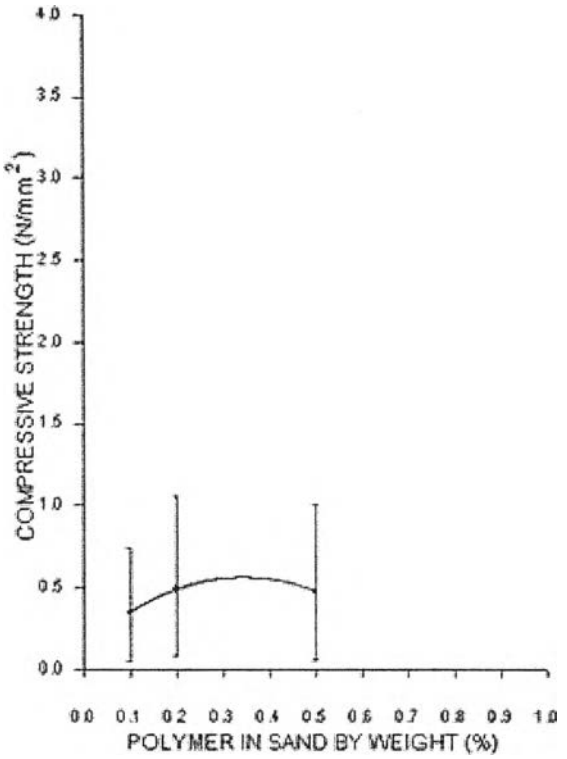
4.2.10 ค่าความต้านทานแรงกดของอัลจีเนท

จากตารางที่ 4.15 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.19 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งแล้วลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์โพลิโนเมียลแบบพาราโบลาคือ $Y = -3.6253X^2 + 2.497X + 0.1361$ โดยมีค่า $R^2 = 1$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทในทรายโดยน้ำหนัก

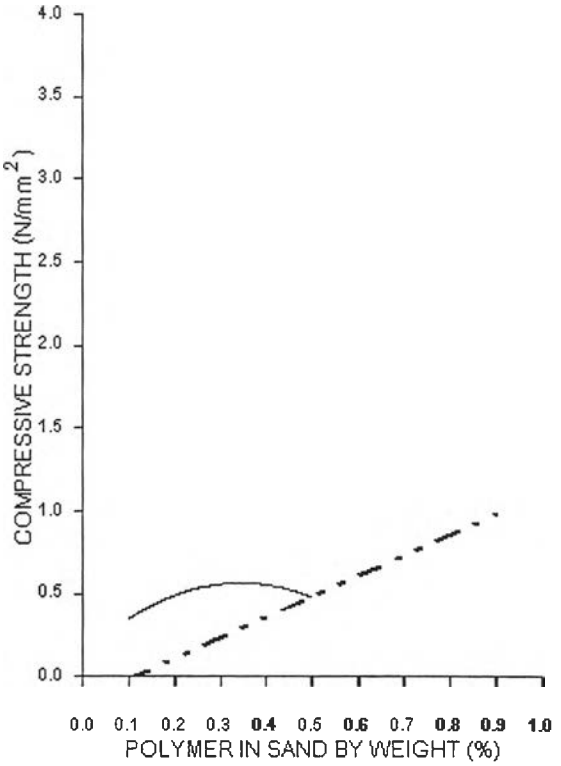
ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของอัลจีเนท

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	**ค่าเฉลี่ยของ** **ค่าความต้านทานแรงกด** (N/mm^2)	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
0.1	0.3496	0.0462
0.2	0.4905	0.0830
0.5	0.4783	0.0514

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของอัลจีเนทกับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.11 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของอัลจีเนท (เส้นทึบ) มีค่ามากกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) ในช่วงก่อนถึง 0.50 เปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทในทรายโดยน้ำหนัก แต่หลังจากเมื่อเพิ่มปริมาณตั้งแต่ 0.50 เปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทในทราย พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของอัลจีเนท (เส้นทึบ) มีค่าน้อยกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) สรุปได้ว่าอัลจีเนทมีความแข็งแรงมากกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการในช่วงที่ต่ำกว่า 0.50 เปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทในทรายโดยน้ำหนัก แต่เมื่อเพิ่มปริมาณอัลจีเนทสูงกว่าค่าดังกล่าวความแข็งแรงจะลดลง



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทกับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

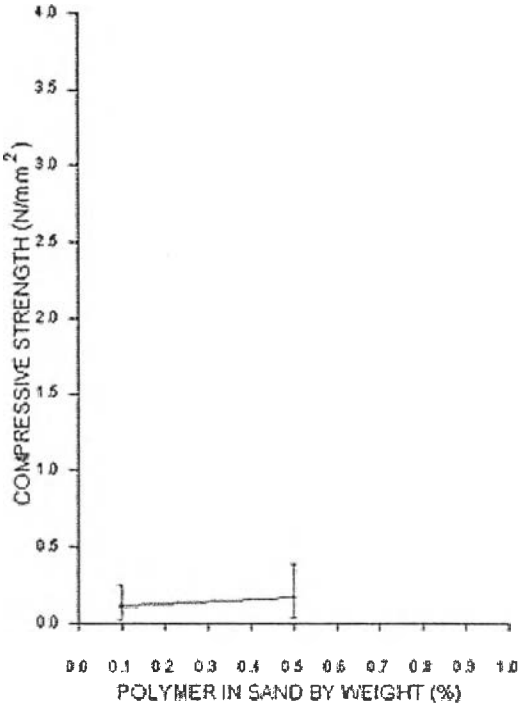
4.2.11 ค่าความต้านทานแรงกดของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)

จากตารางที่ 4.16 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.22 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 0.1511X + 0.0984$ โดยมีค่า $R^2 = 1$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก

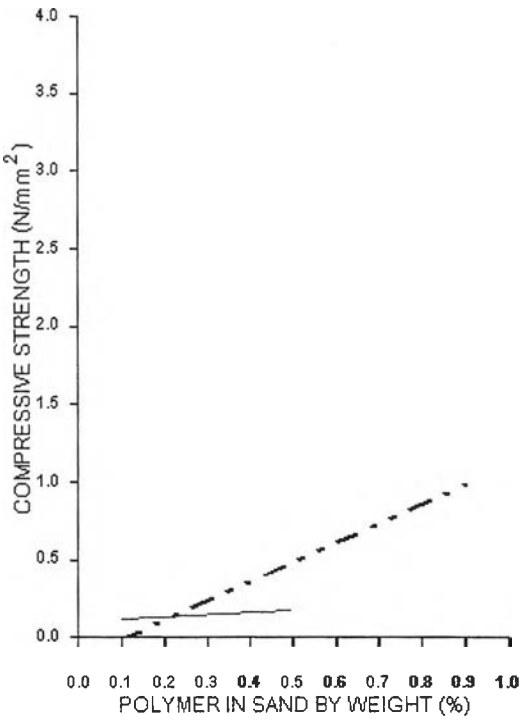
ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด (N/mm^2)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.1	0.1135	0.0237
0.5	0.1739	0.0342

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) กับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.23 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) (เส้นทึบ) มีค่าน้อยกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) ตั้งแต่ 0.12 เปอร์เซ็นต์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนักขึ้นไป และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) มีค่าน้อยกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานจึงสรุปได้ว่าครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) มีความแข็งแรงต่ำกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) กับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

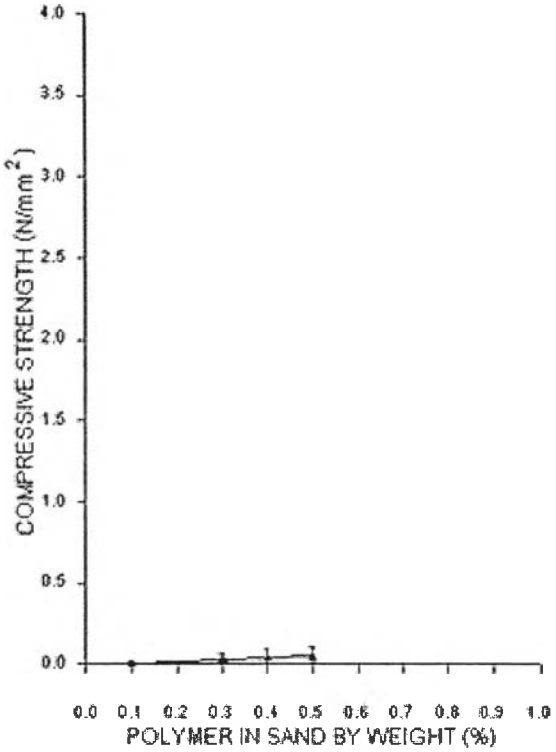
4.2.12 ค่าความต้านทานแรงกดของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)

จากตารางที่ 4.17 นำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.24 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานแรงกดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบเส้นตรงคือ $Y = 0.1148X - 0.0051$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9709$ ซึ่งแสดงว่าผลการทดลองมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก

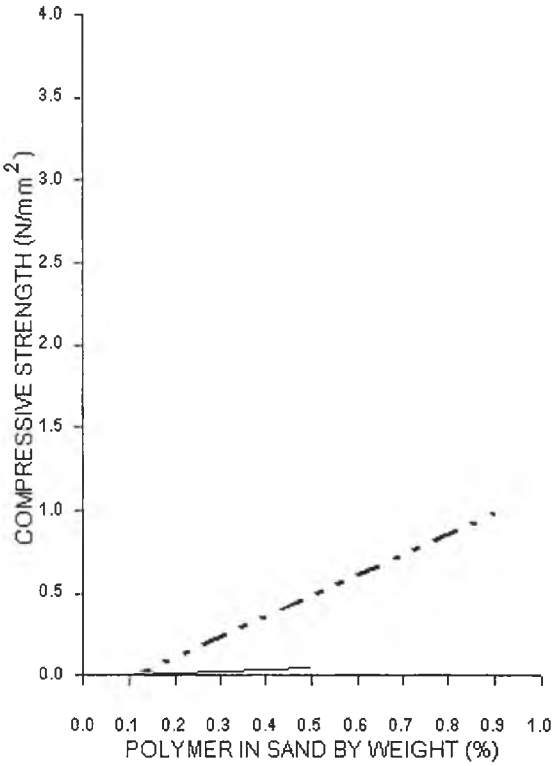
ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานแรงกดของ ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)

เนื้อกาวในทรายโดยน้ำหนัก (%)	ค่าเฉลี่ยของ ค่าความต้านทานแรงกด (N/mm^2)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.1	0.0060	0.0012
0.3	0.0278	0.0094
0.4	0.0457	0.0054
0.5	0.0494	0.0086

เปรียบเทียบเส้นความสัมพันธ์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) กับเส้นความสัมพันธ์มาตรฐานตามรูปที่ 4.25 พบว่าเส้นความสัมพันธ์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) (เส้นทึบ) มีค่าน้อยกว่าเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน (เส้นประ) และความชันของเส้นความสัมพันธ์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) มีค่าน้อยกว่าของเส้นความสัมพันธ์มาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) มีความแข็งแรงต่ำกว่าระดับความแข็งแรงที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากาวมาตรฐานในการให้ความแข็งแรงเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ในทรายโดยน้ำหนัก

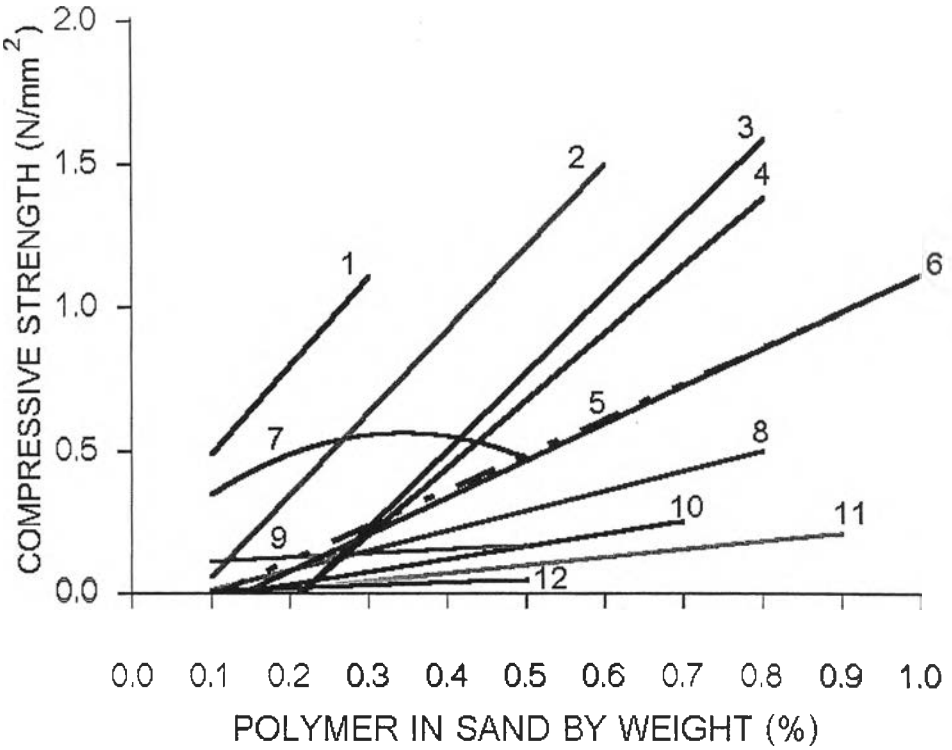


รูปที่ 4.25 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) กับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) ในทรายโดยน้ำหนัก

4.2.13 เปรียบเทียบสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของเนื้อกาวทุกตัวในทรายโดยน้ำหนัก

ตารางที่ 4.18 สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของเนื้อกาวทุกตัวในทรายโดยน้ำหนัก

เส้นกราฟเลขที่	ชนิดของกลุ่มชิ้นงานตัวอย่าง	สมการความสัมพันธ์	R^2
1	โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	y = 3.0909x + 0.1785	0.9225
2	พอลิไวนิลแอลกอฮอล์	y = 2.894x - 0.2328	0.9739
3	กัมอะราบิก	y = 2.7227x - 0.5864	0.8416
4	เจลาติน	y = 2.3538x - 0.4946	0.8394
5	พอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้)	y = 1.2561x - 0.1460	0.8844
6	พอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	y = 1.302x - 0.1804	0.9434
7	พอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน)	y = 0.7023x - 0.0611	0.9932
8	อัลจีเนท	$y = -3.6253X^2 + 2.497X + 0.1361$	1
9	ครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)	y = 0.1511x + 0.0984	1
10	อะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ)	y = 0.4461x - 0.0624	0.9252
11	ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว)	y = 0.2842x - 0.0392	0.8341
12	ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	y = 0.1148x - 0.0051	0.9709



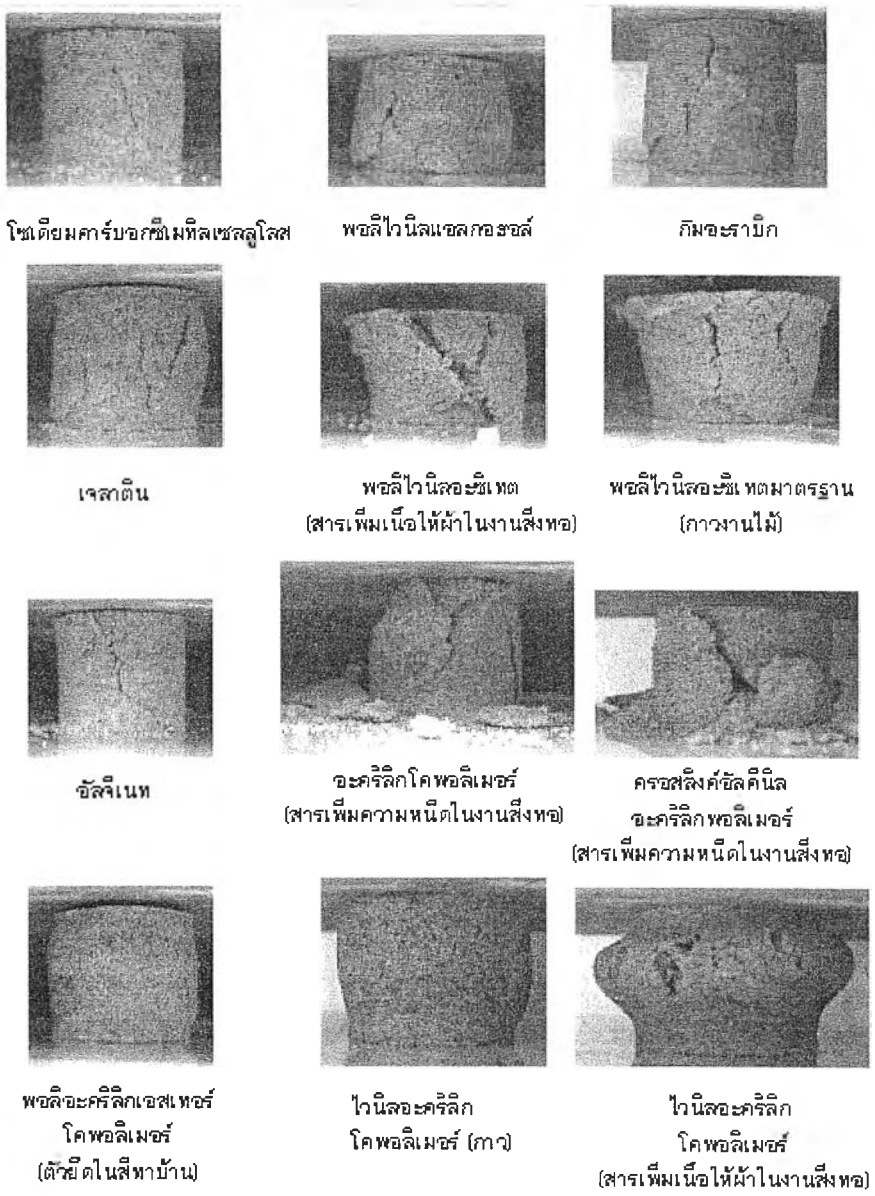
รูปที่ 4.26 เปรียบเทียบสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์ของเนื้อกาวทุกตัวในทรายโดยน้ำหนัก

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า โครงสร้างหรือชนิดของกาวมีผลต่อความแข็งแรง กาวในกลุ่มอะคริลิกไม่ว่าจะเป็นพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) ครอสลิงค์อัลคีนิลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) อะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) และไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) จะให้ความแข็งแรงต่ำกว่าพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) โดยเฉพาะสำหรับพอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) และไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) พบลักษณะการแตกหักของชิ้นงานแสดงความเหนียวของเนื้อกาวตามรูปที่ 4.27 ซึ่งสอดคล้องกับความแข็งแรงที่มีค่าต่ำ สำหรับกาวในกลุ่มพอลิไวนิลอะซิเทต (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ซึ่งมีโครงสร้างเหมือนพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) จะให้ความแข็งแรงทัดเทียมกับพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) สำหรับกลุ่มของกาวที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้ ซึ่งได้แก่ โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ กัมอะราบิก และเจลาติน เป็นกลุ่มของกาวที่ให้ความแข็งแรงมากกว่าพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาว

งานไม้) และสำหรับกรณีของอัลจีเนทจะเห็นได้ว่าผลจะแตกต่างจากกาวชนิดอื่น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากโครงสร้างสามมิติของอัลจีเนท ลักษณะโมเลกุลของอัลจีเนทนั้นจะสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนขึ้นได้ ซึ่งน่าจะให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอัลจีเนทเพิ่มขึ้น แต่จากกราฟจะพบว่าเมื่อปริมาณอัลจีเนทเพิ่มขึ้นจนถึงระดับ 0.50 เปอร์เซ็นต์ของอัลจีเนทในทรายโดยน้ำหนัก ความแข็งแรงมีแนวโน้มที่จะลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่อัลจีเนทมีโครงสร้างเป็นแบบสามมิติ ซึ่งเมื่อได้รับแรงกด การที่สายโซ่โมเลกุลจะเกิด relaxation โดยการเคลื่อนที่ขยับขยายสายโซ่โมเลกุล จึงเป็นไปได้ยากเพราะโมเลกุลถูกยึดเหนี่ยวกันไว้หมดด้วยพันธะโควาเลนต์ ซึ่งต่างกับโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นเส้นตรง ทำให้เมื่อได้รับแรงกด สายโซ่โมเลกุลก็ยังเกิด relaxation ได้ เพราะโมเลกุลถูกยึดกันไว้ด้วยพันธะไฮโดรเจนเท่านั้น

อย่างไรก็ตามในการพิจารณาเลือกกาวที่เหมาะสมมาใช้ในงานประติมากรรมทราย นอกจากจะพิจารณาจากความแข็งแรงแล้วยังต้องพิจารณาจากค่าความเข้มข้นสูงสุดของเนื้อกาวที่สามารถฉีดพ่นละอองกาวให้กระจายตัวได้ดีด้วย ถึงแม้ว่าโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์จะให้ความแข็งแรงสูงกว่าพอลิไวนิลอะซิเทตมาตรฐาน (กาวงานไม้) และมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความแข็งแรงขึ้นมากเมื่อเพิ่มเนื้อกาวเพียงเล็กน้อย แต่ค่าความเข้มข้นสูงสุดของเนื้อกาวที่สามารถฉีดพ่นละอองกาวให้กระจายตัวได้ดีของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์มีค่าที่ต่ำ ทำให้ต้องผสมใช้กับน้ำทะเลในปริมาณที่มาก และการใช้งานเมื่อฉีดพ่นติดต่อกันหลายครั้งโดยไม่รอให้น้ำกาวซึมหรือระเหยไปบางส่วน ปริมาณน้ำกาวที่มากเกินพอนี้มีโอกาสจะส่งผลในการทำลายปรากฏการณ์คาปิลารีบริเวณผิวกองทรายโดยการไปเพิ่มชั้นของเหลวจนแรงตึงผิวของน้ำกาวไม่สามารถยึดทรายไว้ด้วยกันได้

ดังนั้นในการที่จะเลือกใช้กาวประเภทไหน ปริมาณเนื้อกาวเป็นเท่าใดก็ต้องพิจารณาถึงปัจจัยทั้งสองอย่างควบคู่กันไปด้วย



รูปที่ 4.27 ลักษณะการแตกหักของชิ้นงานที่ยึดด้วยกาวแต่ละชนิด