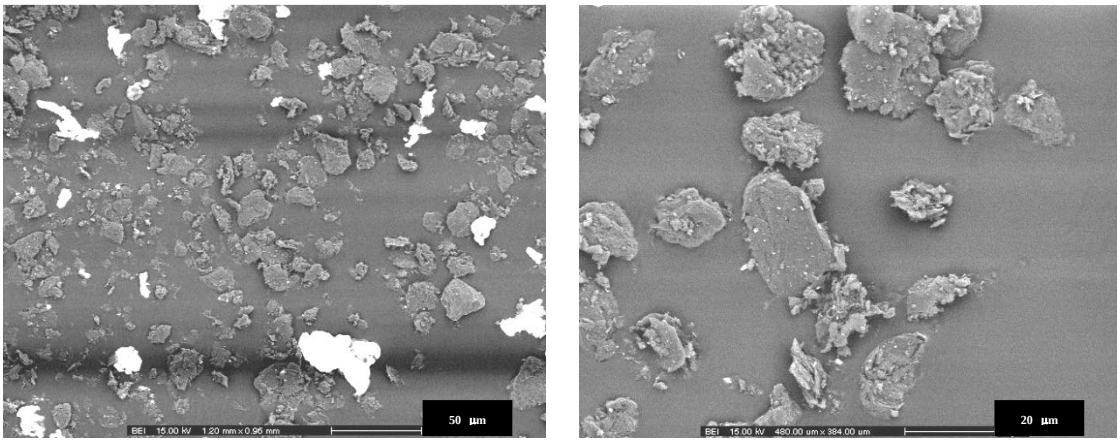
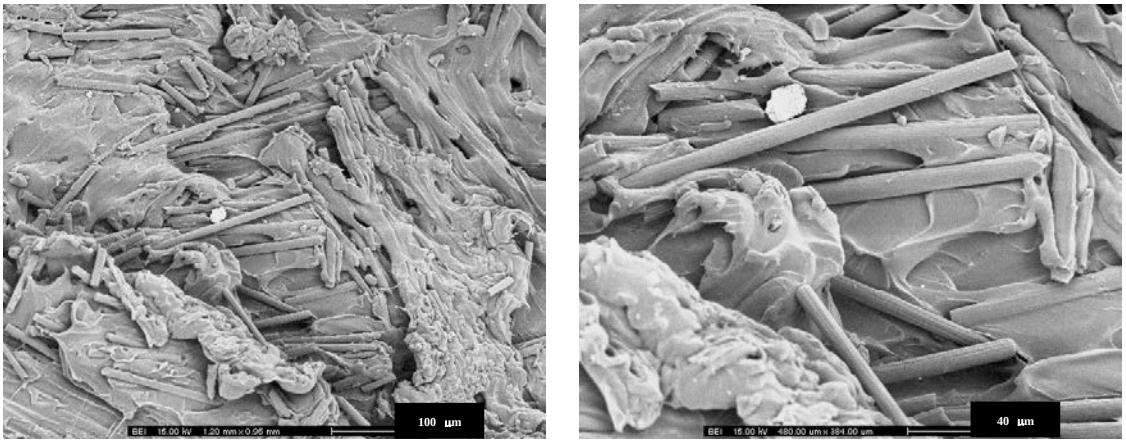
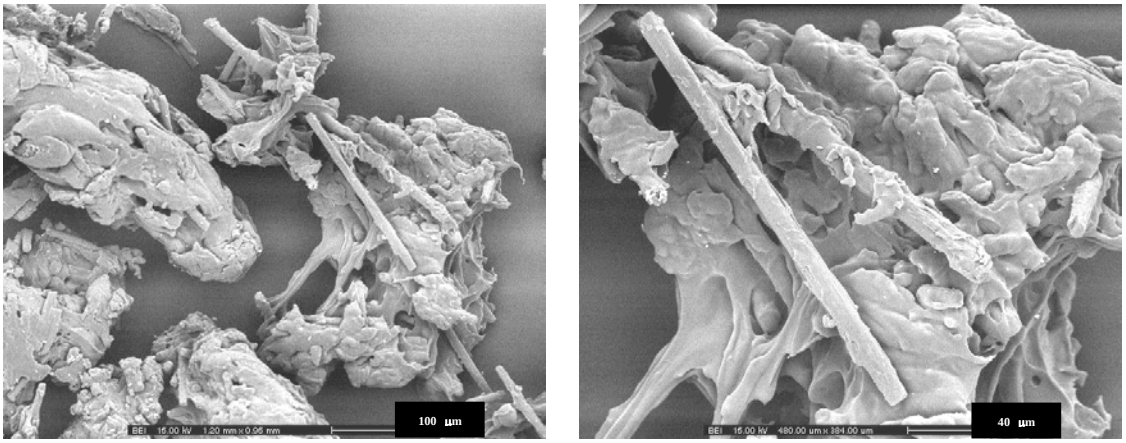


(ก) x100 เท่า (ข) x250 เท่า

รูปที่ 4.1 SEM micrographs ของแปรงถ่าน ที่กำลังขยาย (ก) 100 เท่า และ (ข) 250 เท่า



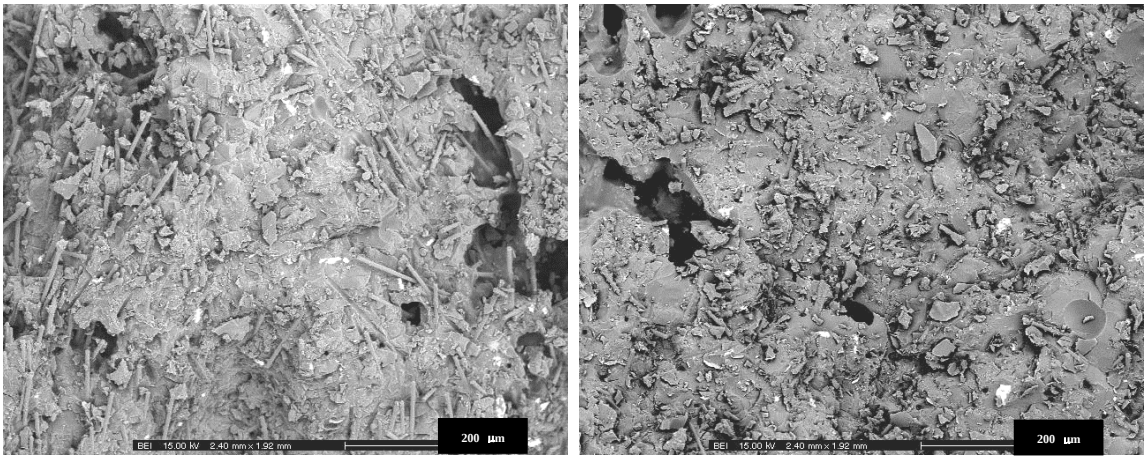
(ก) x100 เท่า (ข) x250 เท่า



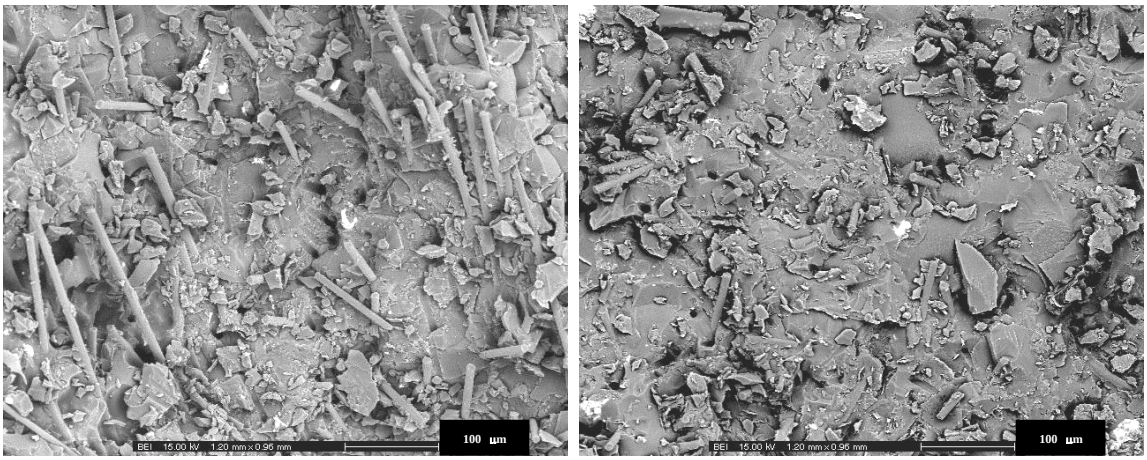
(ค) x100 เท่า (ง) x250 เท่า

รูปที่ 4.2 SEM micrographs ของ Stat-kon® ทางการค้าก่อนขึ้นรูป ที่กำลังขยาย (ก) 100 เท่า และ (ข) 250 เท่า และ Stat-kon® บด ก่อนขึ้นรูป ที่กำลังขยาย (ค) 100 เท่า และ (ง) 250 เท่า

เมื่อศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ที่มีขนาดต่างๆ กับแปรงถ่าน โดยใช้ SEM (Scanning electron microscope) ที่ใช้ตัวตรวจวัดอิเล็กตรอนกระเจิงกลับ (Backscatter electron detector, BSE detector) มาจับสัญญาณอิเล็กตรอนกระเจิงกลับที่เกิดขึ้นเพื่อศึกษาการกระจายตัวของอนุภาคพอลิเมอร์คอมโพสิตกับแปรงถ่านที่ผ่านการผสมแบบใช้สารละลายไดคลอโรมีเทน และขึ้นรูปแบบกดอัดร้อน โดยศึกษารูปแบบโครงสร้างของพื้นผิวรอยแตกจากตัวอย่างที่ทำการหักโดยใช้ไนโตรเจนเหลว ดังแสดงในรูปที่ 4.3 - 4.5 จะเห็นการกระจายตัวของแปรงถ่านในวัสดุคอมโพสิต ที่เตรียมจากพอลิเมอร์ Stat-kon® ทางการค้าและ Stat-kon® บดคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ดีจะเห็นได้ว่าการกระจายตัวใยคาร์บอน ในวัสดุคอมโพสิตจะค่อนข้างไม่สม่ำเสมอในกรณีที่ใช้ Stat-kon® บด นอกจากนี้ที่ทุกๆ ความเข้มข้นของแปรงถ่าน วัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon®บด จะมีความยาวของใยคาร์บอน ที่เป็นองค์ประกอบใน Stat-kon® สั้นกว่าชิ้นงานที่เตรียมจากวัสดุคอมโพสิตของ Stat-kon®ทางการค้า โดยจะเห็นว่าความยาวของใยคาร์บอนในวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon®ทางการค้า จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 100-200 μm (รูปที่ 4.3 - 4.5 (ก) และ (ค)) ในขณะที่ความยาวของใยคาร์บอนในวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon® บดมีค่าไม่เกิน 100 μm (รูปที่ 4.3 - 4.5 (ข) และ(ง)) ทั้งนี้เนื่องจากใยคาร์บอนมีการแตกหักอันเนื่องมาจากการบด Stat-kon® ด้วยเครื่อง Centrifugral mill ก่อนนำมาผสมในวัสดุคอมโพสิต

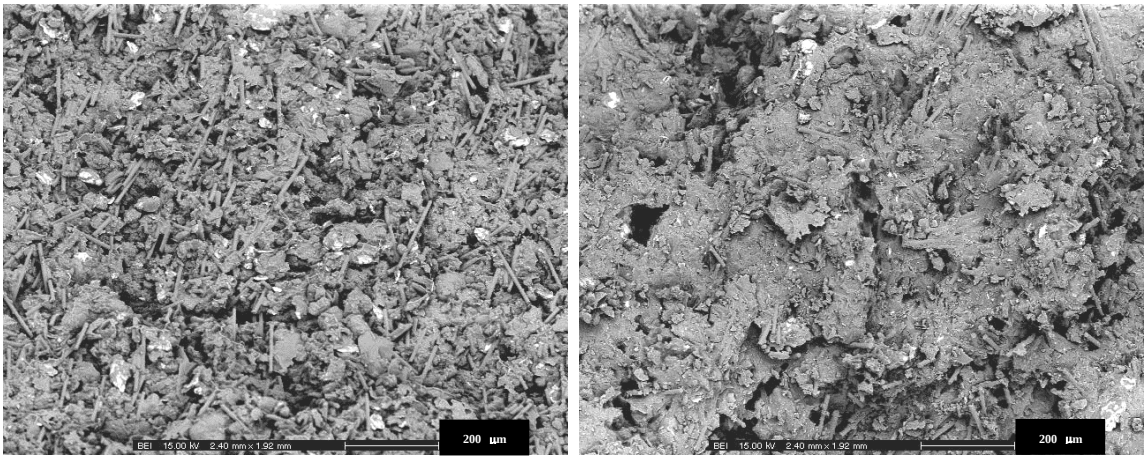


(ก) Stat-kon® ทางการค้า, x50 เท่า (ข) Stat-kon® บด, x50 เท่า

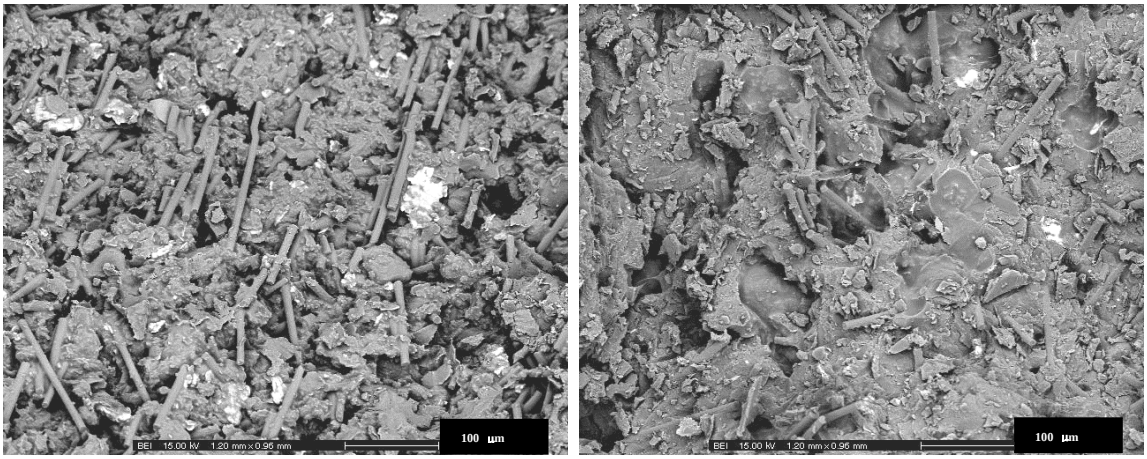


(ค) Stat-kon® ทางการค้า, x100 เท่า (ง) Stat-kon® บด, x100 เท่า

รูปที่ 4.3 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ที่มีขนาดต่างๆ กับแปรงถ่านที่ความเข้มข้น 32%โดยน้ำหนัก ผสมแบบใช้สารละลาย และมีการเติมไซเลน ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) Stat-kon® ทางการค้า และ (ข) Stat-kon® บด และที่กำลังขยาย 100 เท่า (ค) Stat-kon® ทางการค้า และ (ง) Stat-kon® บด

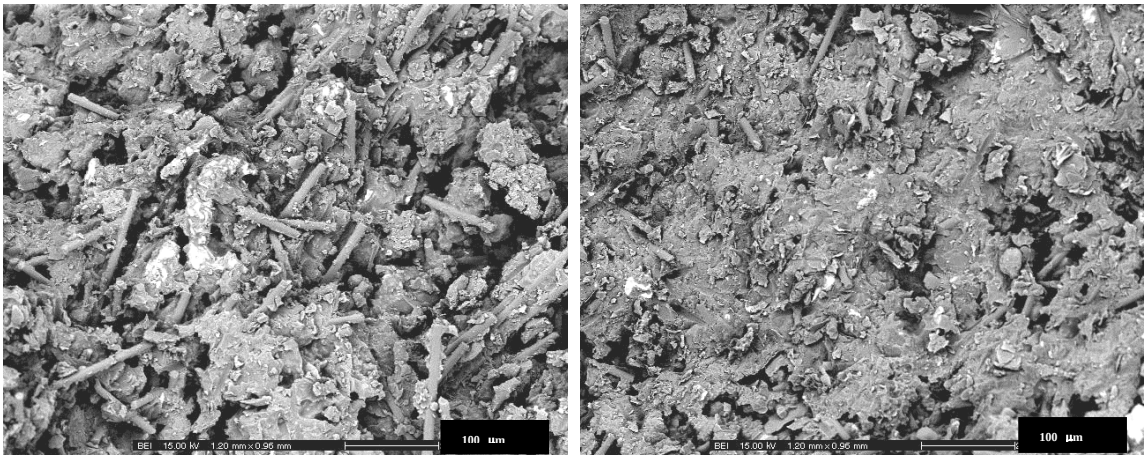


(ก) Stat-kon®ทางการค้า, x50 เท่า (ข) Stat-kon®บด, x50 เท่า

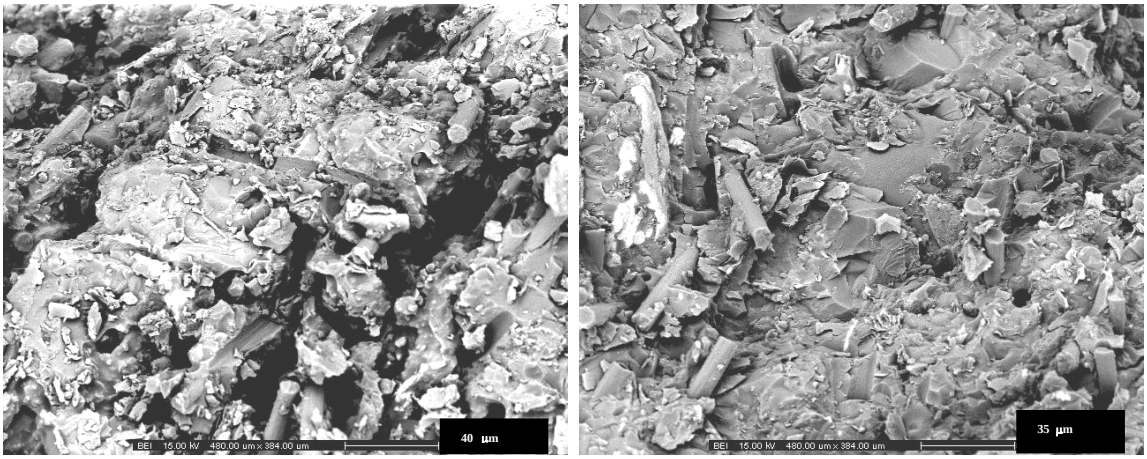


(ค) Stat-kon®ทางการค้า, x100 เท่า (ง) Stat-kon®บด , x100 เท่า

รูปที่ 4.4 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon®ที่มีขนาดต่างๆ กับแปรงถ่านที่ความเข้มข้น 40% โดยน้ำหนัก ผสมแบบใช้สารละลาย และมีการเติมไซเลน ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) Stat-kon®ทางการค้า และ (ข) Stat-kon®บด และที่กำลังขยาย 100 เท่า (ค) Stat-kon®ทางการค้า และ (ง) Stat-kon®บด



(ก) Stat-kon® ทางการค้า, x50 เท่า (ข) Stat-kon® บด, x50 เท่า



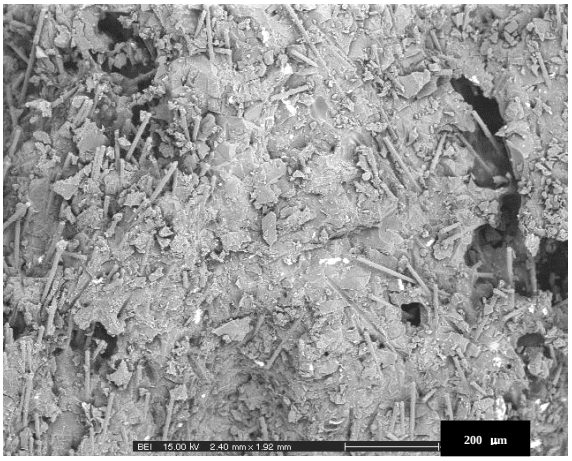
(ค) Stat-kon® ทางการค้า, x250 เท่า (ง) Stat-kon® บด, x250 เท่า

รูปที่ 4.5 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ที่มีขนาดต่างๆ กับแปรงถ่านที่ความเข้มข้น 50% โดยน้ำหนัก ผสมแบบใช้สารละลาย และมีการเติมไซเลน ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) Stat-kon® ทางการค้า และ (ข) Stat-kon® บด และที่กำลังขยาย 250 เท่า (ค) Stat-kon® ทางการค้า และ (ง) Stat-kon® บด

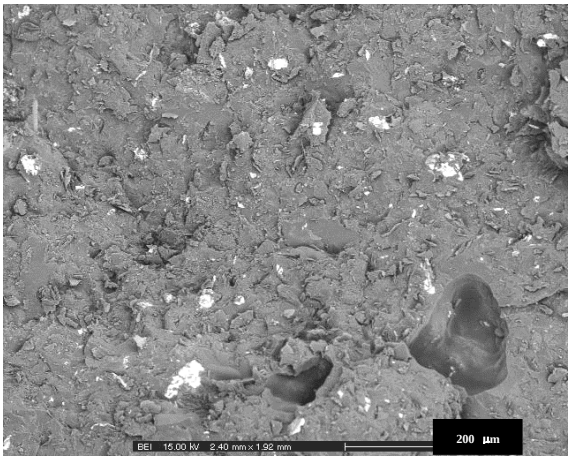
4.1.2 การศึกษาผลของการผสมโดยใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนจากโครงสร้างสัณฐานวิทยา

จากการศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ทางการค้ากับแปรงถ่าน ที่ผสมโดยใช้และไม่ใช้สารละลาย โดยใช้ SEM (Scanning electron microscope) ศึกษารูปแบบโครงสร้างของพื้นผิวรอยแตก สามารถแสดงดังรูปที่ 4.6 - 4.8

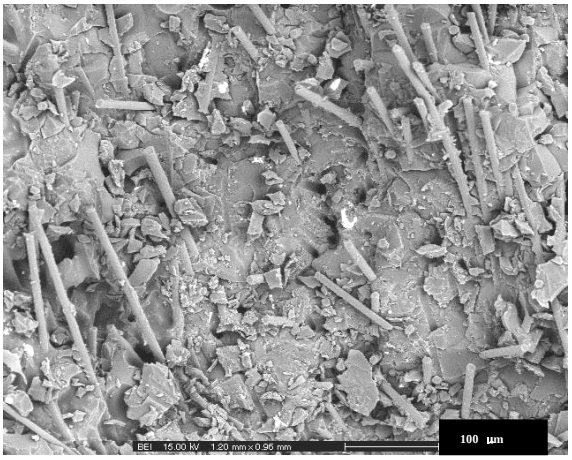
เมื่อพิจารณารูปที่ 4.6 - 4.8 (ก) และ (ค) ซึ่งแสดงการกระจายตัวของแปรงถ่านในพอลิเมอร์ Stat-kon® ทางการค้าที่ผสมโดยใช้สารละลายไดคลอโรมีเทน (Solution blending) และมีการเติมไซเลน ที่ปริมาณแปรงถ่าน 32 - 50% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เปรียบเทียบกับรูปที่ 4.6 – 4.8 (ข) และ (ง) ที่ได้จากวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมแบบไม่ใช้สารละลาย (Dry blend) จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้สารละลายในการผสม จะทำให้เกิดความเข้ากันได้ดี อนุภาคของแปรงถ่านจึงสามารถกระจายตัวแทรกอยู่ในพอลิเมอร์ Stat-kon® ในวัสดุคอมโพสิตได้ดี รวมทั้งทำให้มีการกระจายตัวของใยคาร์บอนอยู่อย่างหลวมๆ และสม่ำเสมอทั่วทั้งวัสดุ ในขณะที่การเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบไม่ใช้สารละลายนั้น เป็นการผสมแบบแห้ง จึงไม่ค่อยมีความเป็นเนื้อเดียวกันขององค์ประกอบในวัสดุคอมโพสิต โดยทำให้มีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนของแปรงถ่าน มีการจัดตัวอย่างหนาแน่นของพอลิคาร์บอเนต ซึ่งเป็นเนื้อเมทริกซ์ (รวมทั้งมีการกระจุกตัวหรือแยกตัวของใยคาร์บอนออกจากพอลิคาร์บอเนตใน Stat-kon®) ซึ่งส่งผลทำให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ภายในเนื้อวัสดุคอมโพสิต ภายหลังการขึ้นรูปด้วยความร้อน



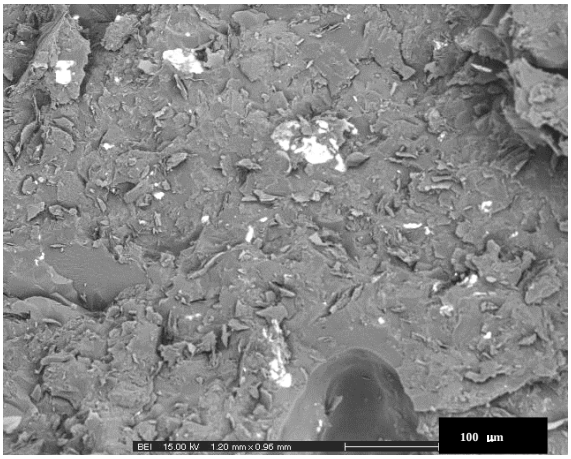
(ก) ผสมโดยใช้สารละลาย, x50 เท่า



(ข) ผสมแบบไม่ใช้สารละลาย, x50 เท่า



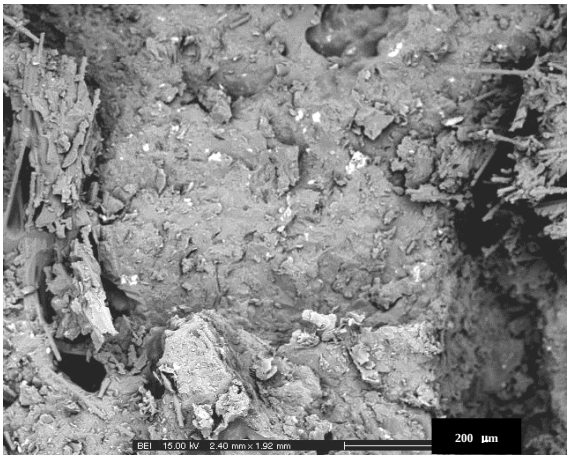
(ค) ผสมโดยใช้สารละลาย, x100 เท่า



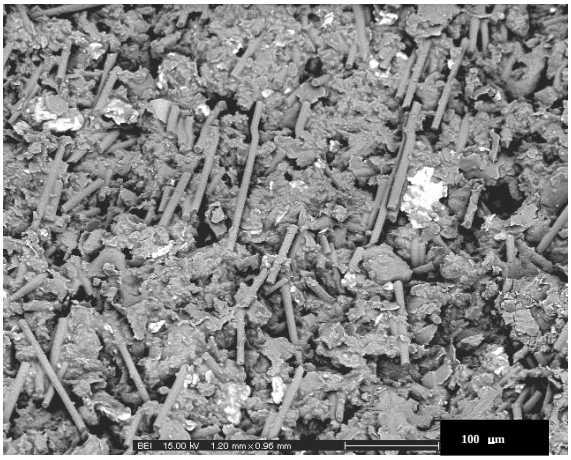
(ง) ผสมแบบไม่ใช้สารละลาย, x100 เท่า

รูปที่ 4.6 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon® ทางการค้าที่ปริมาณแปรงถ่าน 32% โดยน้ำหนัก ที่มีการเติมไซเลน ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) ผสมโดยใช้สารละลาย และ (ข) ผสมไม่ใช้สารละลาย และที่กำลังขยาย 100 เท่า (ค) ผสมโดยใช้สารละลาย และ (ง) ผสมไม่ใช้สารละลาย

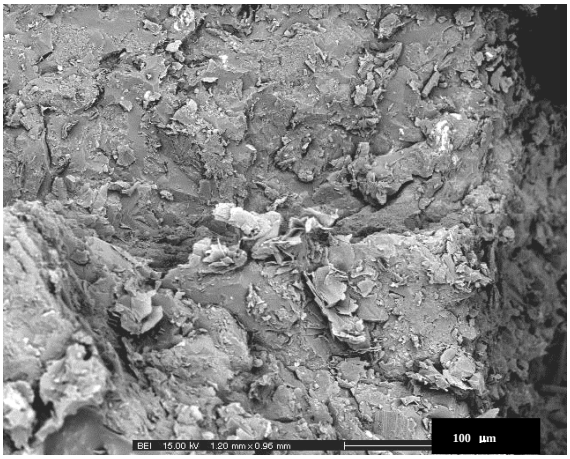
(ก) ผสมโดยใช้สารละลาย, x50 เท่า



(ข) ผสมแบบไม่ใช้สารละลาย, x50 เท่า

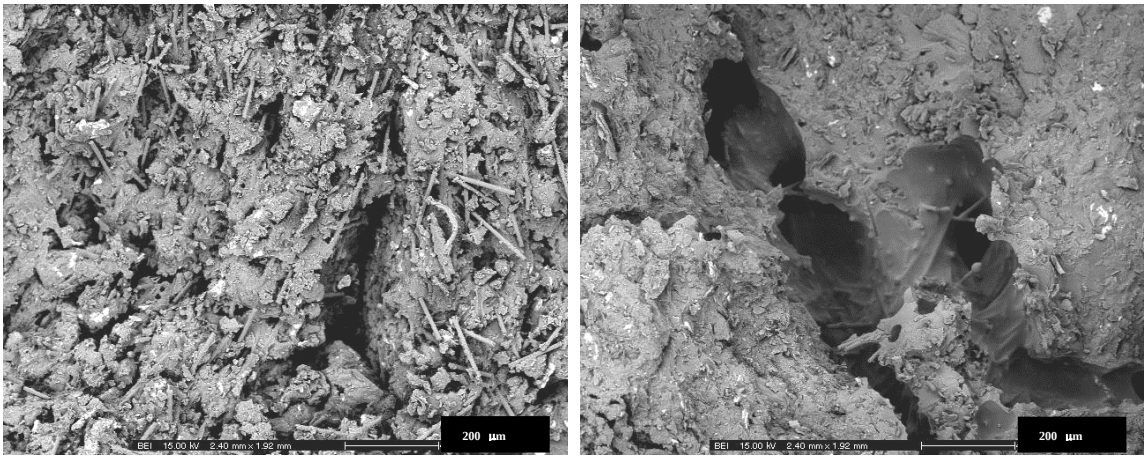


(ค) ผสมโดยใช้สารละลาย, x100 เท่า



(ง) ผสมแบบไม่ใช้สารละลาย, x100 เท่า

รูปที่ 4.7 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon® ทางการค้าที่ปริมาณแปรงถ่าน 40% โดยน้ำหนัก ที่มีการเติมไซเลน ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) ผสมโดยใช้สารละลาย และ (ข) ผสมไม่ใช้สารละลาย และที่กำลังขยาย 100 เท่า (ค) ผสมโดยใช้สารละลาย และ (ง) ผสมไม่ใช้สารละลาย



(ก) ผสมโดยใช้สารละลาย, x50 เท่า (ข) ผสมแบบไม่ใช้สารละลาย, x50 เท่า

(ค) ผสมโดยใช้สารละลาย, x100 เท่า (ง) ผสมแบบไม่ใช้สารละลาย, x100 เท่า

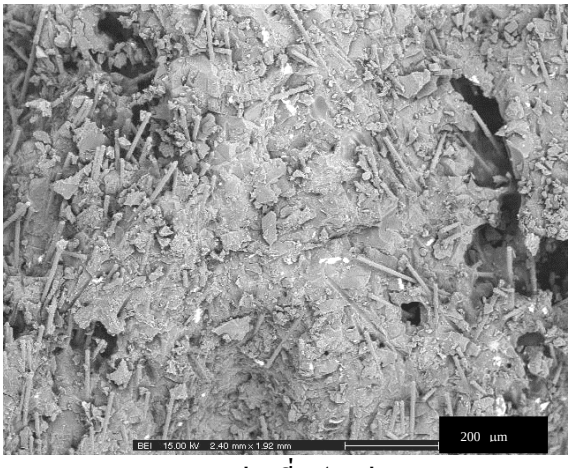
รูปที่ 4.8 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon® ทางการค้าที่ปริมาณแปรงถ่าน 50% โดยน้ำหนัก ที่มีการเติมไซเลน ที่กำลังขยาย 50 เท่า (ก) ผสมโดยใช้สารละลาย และ (ข) ผสมไม่ใช้สารละลาย และที่กำลังขยาย 100 เท่า (ค) ผสมโดยใช้สารละลาย และ (ง) ผสมไม่ใช้สารละลาย

4.1.3 การศึกษาผลของปริมาณแปรงถ่านจากโครงสร้างสัณฐานวิทยา

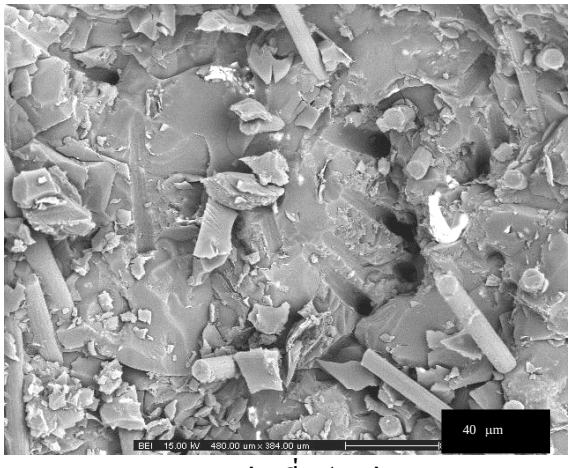
จากการศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาด้วย SEM ของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ทางการค้ากับแปรงถ่าน เมื่อผสมแบบใช้สารละลาย ที่เติมไซเลน โดยใช้ปริมาณแปรงถ่านที่ 32%, 40% และ 50% โดยน้ำหนักของวัสดุคอมโพสิต โดยศึกษารูปแบบโครงสร้างของพื้นผิวรอยแตก ดังแสดงในรูปที่ 4.9 (ก) – (ฉ) จะพบว่าเมื่อใช้แปรงถ่าน ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดที่มีขนาด 10-50 μm ในปริมาณเพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้มีการกระจายตัวของแปรงถ่านในวัสดุคอมโพสิตได้อย่างทั่วถึงมากขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ดีจะเห็นได้ว่าอนุภาคแปรงถ่านในวัสดุคอมโพสิตบางส่วน อาจเกิดการเกาะกลุ่มกันของอนุภาค เมื่อมีปริมาณของแปรงถ่านเพิ่มขึ้น

4.1.4 การศึกษาผลของสารคู่ควบไซเลนที่มีต่อโครงสร้างสัณฐานวิทยา

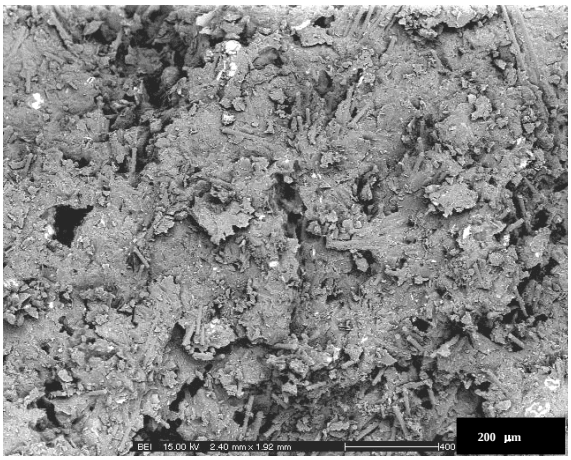
เมื่อศึกษาโครงสร้างสัณฐานของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon®ทางการค้ากับแปรงถ่าน ที่เตรียมแบบไม่ใช้สารละลายในการผสม (Dry blend) และใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนในการผสม (Solution blend) ทั้งที่มีการเติมหรือไม่เติมสารคู่ควบไซเลน ดังแสดงในรูปที่ 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ จะพบว่าเมื่อเติมสารคู่ควบไซเลน (รูปที่ 4.10 และ 4.11 (ข) และ (ง)) แปรงถ่านจะสามารถแทรกตัวอยู่ในเนื้อพอลิเมอร์ Stat-kon® ในวัสดุคอมโพสิตได้ดีกว่า โดยเมื่อไม่มีการเติมสารคู่ควบไซเลน (รูปที่ 4.10 และ 4.11 (ก) และ (ค)) จะเห็นว่าอนุภาคของแปรงถ่านและพอลิเมอร์ Stat-kon® มีการเกาะกันอย่างหลวมๆ ซึ่งส่งผลทำให้แปรงถ่านกระจายตัวไม่สม่ำเสมอในวัสดุคอมโพสิต อย่างไรก็ดีการเตรียมวัสดุคอมโพสิตโดยใช้สารละลายในการผสม แต่ไม่เติมไซเลนเป็นสารคู่ควบ หรือการเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบไม่ใช้สารละลาย (ทั้งที่เติม และไม่เติมสารคู่ควบไซเลน) จะทำให้ขาดความเข้ากันได้ขององค์ประกอบในวัสดุคอมโพสิต และทำให้เกิดการแยกตัวของใยคาร์บอนออกจาก Stat-kon® ภายหลังการขึ้นรูป ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากความหนาแน่นที่แตกต่างกันของวัสดุ รวมทั้งแรงกระทำจากหมู่ฟังก์ชันของสารคู่ควบไซเลนนั่นเอง



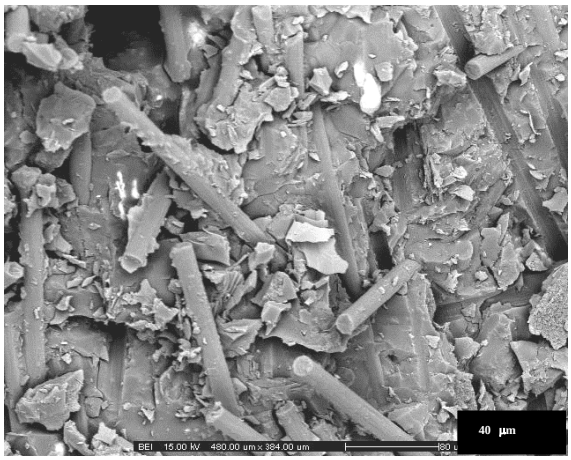
(ก) x50 เท่า, ที่แปรงถ่าน 32%



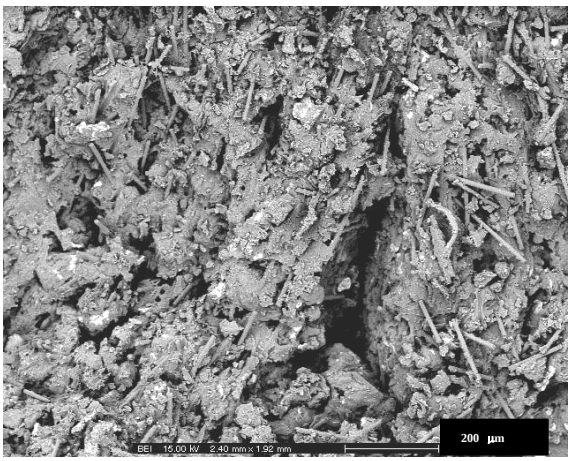
(ข) x250 เท่า, ที่แปรงถ่าน 32%



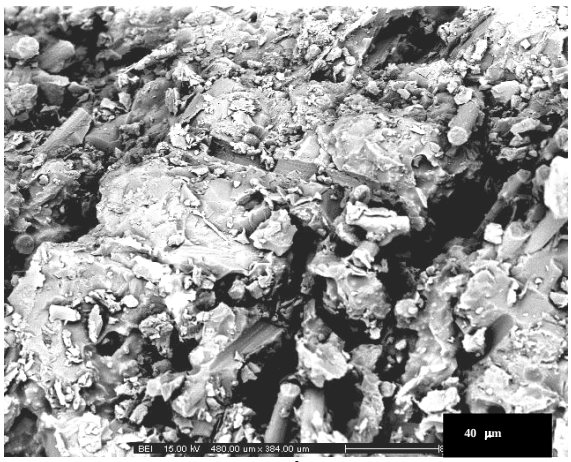
(ค) x50 เท่า, ที่แปรงถ่าน 40%



(ง) x250 เท่า, ที่แปรงถ่าน 40%



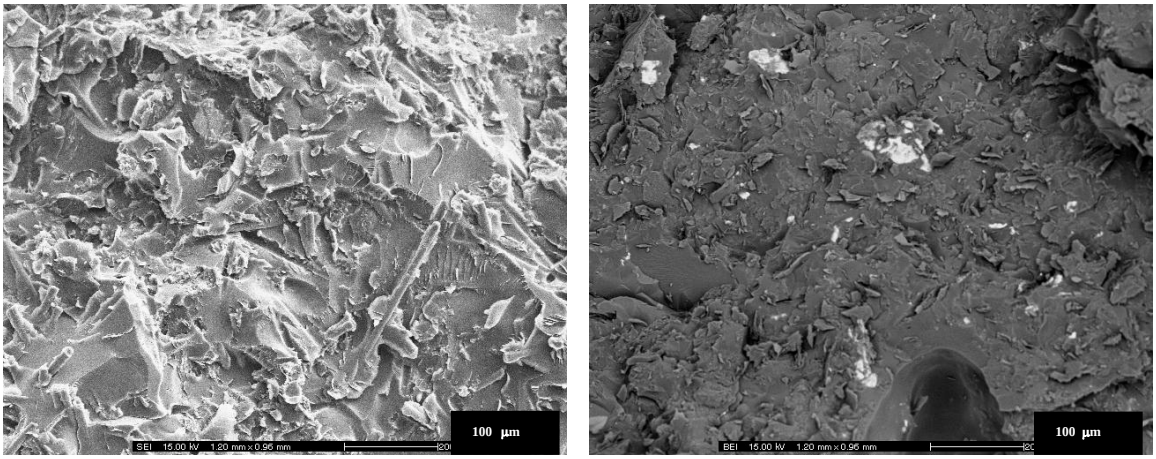
(จ) x50 เท่า, ที่แปรงถ่าน 50%



(ฉ) x250 เท่า, ที่แปรงถ่าน 50%

รูปที่ 4.9 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ทางการค้ากับแปรงถ่าน ที่ผสมแบบใช้สารละลาย.(Solution blending) ที่มีการเติมไซเลน ที่ความเข้มข้นแปรงถ่าน 32% โดยน้ำหนัก ที่กำลังขยาย (ก) 50 เท่า และ (ข) 250 เท่า, ความเข้มข้นแปรงถ่าน 40 %โดยน้ำหนัก ที่

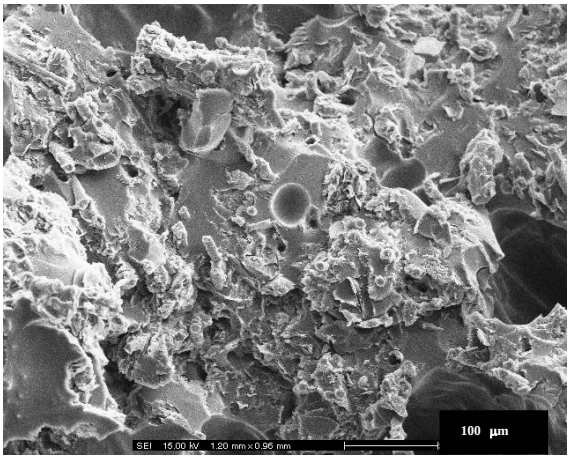
กำลังขยาย (ค) 50 เท่า และ (ง) 250 เท่า และที่ความเข้มข้นแปรงถ่าน 50 %โดยน้ำหนัก ที่กำลังขยาย (จ) 50 เท่า และ (ฉ) 250 เท่า



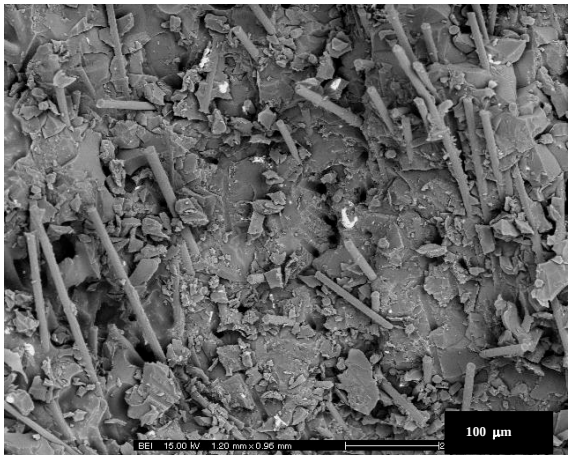
(ก) 32%, ไม่เติมไซเลน (ข) 32%, เติมไซเลน

(ค) 40%, ไม่เติมไซเลน (ง) 40%, เติมไซเลน

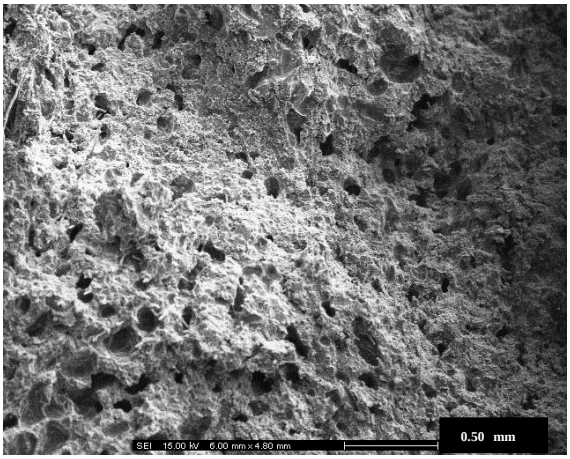
รูปที่ 4.10 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมแบบไม่ใช้สารละลาย (Dry blend) ที่ผสมแปรงถ่าน ที่กำลังขยาย 100 เท่า ความเข้มข้นแปรงถ่าน 32 % โดยน้ำหนัก (ก) ไม่เติมไซเลน และ (ข) เติมไซเลน และความเข้มข้นแปรงถ่าน 40%โดยน้ำหนัก (ค) ไม่เติมไซเลน และ (ง) เติมไซเลน



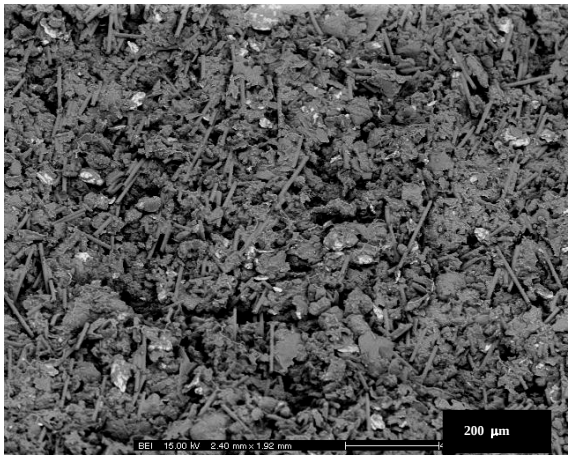
(ก) x100 เท่า, ไม่เติมไซเลน



(ข) x100 เท่า, เติมไซเลน



(ค) x20 เท่า, ไม่เติมไซเลน



(ง) x50 เท่า, เติมไซเลน

รูปที่ 4.11 SEM micrographs ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมแบบใช้สารละลาย (Solution blending) ที่ผสมแปรงถ่าน ที่กำลังขยาย 100 เท่า ความเข้มข้นแปรงถ่าน 32 % โดยน้ำหนัก (ก) ไม่เติมไซเลน และ (ข) เติมไซเลน และความเข้มข้นแปรงถ่าน 40%โดยน้ำหนัก (ค) ไม่เติมไซเลน และ (ง) เติมไซเลน

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® บดที่มีขนาดต่างๆ กับแปรงถ่าน โดยใช้ SEM (Scanning electron microscope) จะพบว่า การใช้ Stat-kon® บด จะทำให้ใยคาร์บอนซึ่งเป็นองค์ประกอบในวัสดุพอลิเมอร์ Stat-kon® เกิดการแตกหัก และมีความยาวสั้นกว่า ใยคาร์บอนของ Stat-kon® ทางการค้า และพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแปรงถ่านเป็น 50% โดยน้ำหนัก จะทำให้มีการกระจายตัวของแปรงถ่านในวัสดุคอมโพสิตเพิ่มขึ้นมากกว่าที่แปรงถ่านความเข้มข้น 32% และ 40%

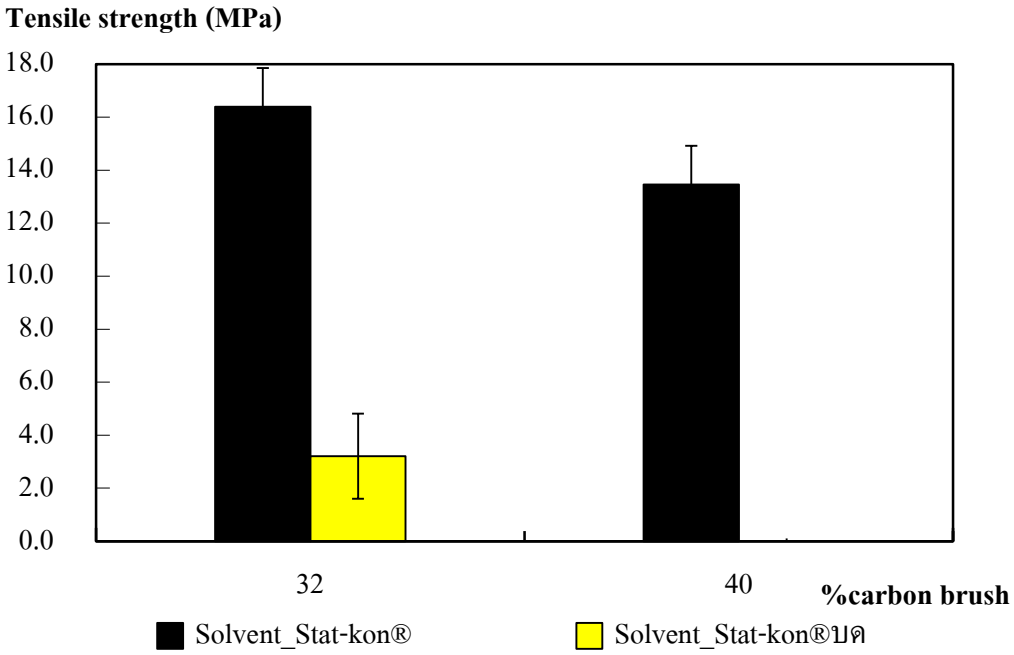
โดยน้ำหนัก โดยบางส่วนอาจเกิดการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน สำหรับผลของการผสม และเติมสารคู่ควบไซเลน จะพบว่าเมื่อเติมสารคู่ควบดังกล่าวรวมกับการผสมโดยใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนจะช่วยทำให้เกิดการกระจายตัวของแปรงถ่าน และใยคาร์บอนในเนื้อวัสดุคอมโพสิตมากกว่าแบบไม่เติมสารละลายไซเลน หรือการทำ Dry blend

4.2 การทดสอบแรงดึง

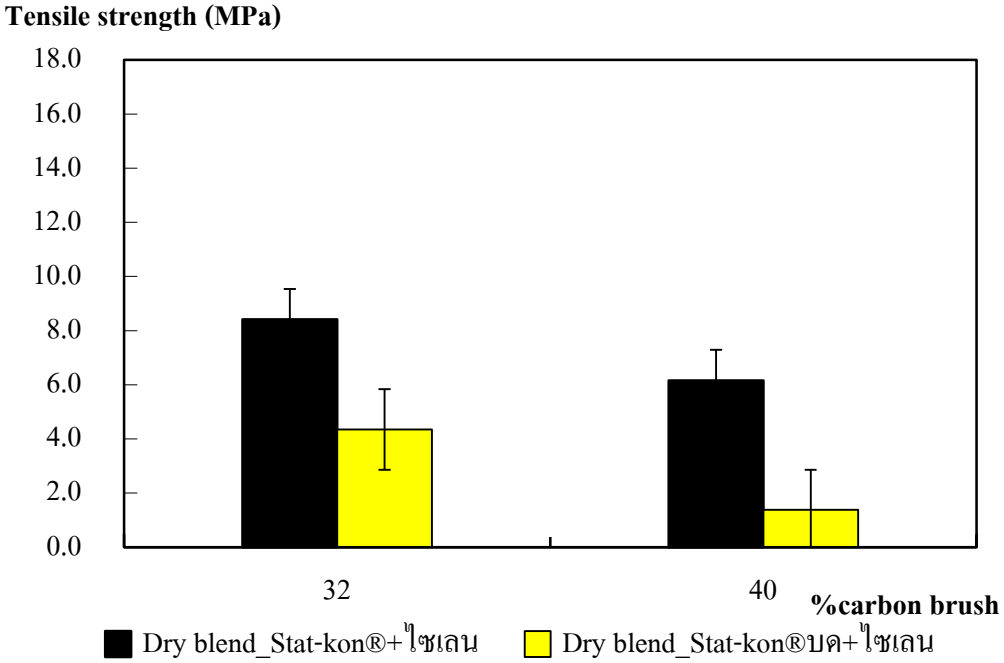
จากการทดลองผสมวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่านกับพอลิคาร์บอเนตที่ผสมกับใยคาร์บอน (Stat-kon® ทางการค้า) ซึ่งมีความยาว 3.0 mm เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.7 mm และ Stat-kon® บดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25-0.65 mm ตามอัตราส่วนแปรงถ่านต่อ Stat-kon® เป็น 32:68, 40:60 และ 50:50 โดยน้ำหนัก โดยทำการผสมแบบใช้สารละลายและแบบไม่ใช้สารละลาย ทั้งที่ผสมไซเลนและไม่ผสมไซเลน จากนั้นนำวัสดุคอมโพสิตที่ได้ไปขึ้นรูปโดยใช้เครื่องกดอัดแบบให้ความร้อน (Hydraulic hot compression) ที่ใช้แม่พิมพ์รูปดัมเบลล์ (Dumbells) และนำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบสมบัติทางกลโดยการทดสอบแรงดึง (Tensile test) ได้ผลการทดลองดังนี้

4.2.1 การศึกษาผลของขนาดพอลิคาร์บอเนตเสริมใยคาร์บอน (Stat-kon®)

การบด Stat-kon® ทางการค้า มีจุดประสงค์เพื่อช่วยเพิ่มความเข้ากันหรือเป็นเนื้อเดียวกันของอนุภาคแปรงถ่านกับ Stat-kon® ที่เป็นองค์ประกอบในวัสดุคอมโพสิต จากการทดสอบแรงดึงของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ที่มีขนาดต่างๆ กับแปรงถ่าน ได้ผลดังแสดงในรูป 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.12 ผลของขนาดอนุภาค Stat-kon® ที่มีต่อค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมแบบใช้สารละลายที่ปริมาณแปรงถ่าน 32% และ 40% โดยน้ำหนัก



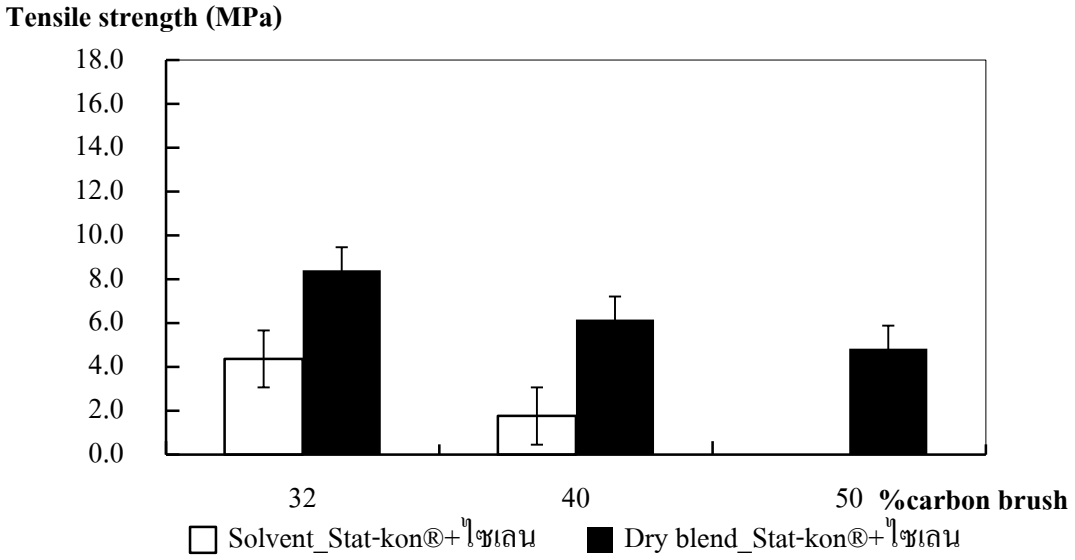
รูปที่ 4.13 ผลของขนาดอนุภาค Stat-kon® ที่มีต่อค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมแบบไม่ใช้สารละลายที่ปริมาณแปรงถ่าน 32% และ 40% โดยน้ำหนัก

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นว่า เมื่อใช้ Stat-kon®บด ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบใช้สารละลายที่ความเข้มข้นของแปรงถ่าน 32% โดยน้ำหนัก ค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตจะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Stat-kon® ทางการค้าในการเตรียมวัสดุคอมโพสิต เนื่องจาก Stat-kon® บดถูกลดขนาดของใยคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบ ทำให้ความยาวของใยคาร์บอนลดลง ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งส่งผลให้ความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิตลดลง อย่างไรก็ดีที่ปริมาณแปรงถ่าน 40% และ 50% โดยน้ำหนัก ไม่สามารถหาค่า Tensile strength ได้ เนื่องจากชิ้นงานมีความเปราะมาก จนไม่สามารถขึ้นรูปได้

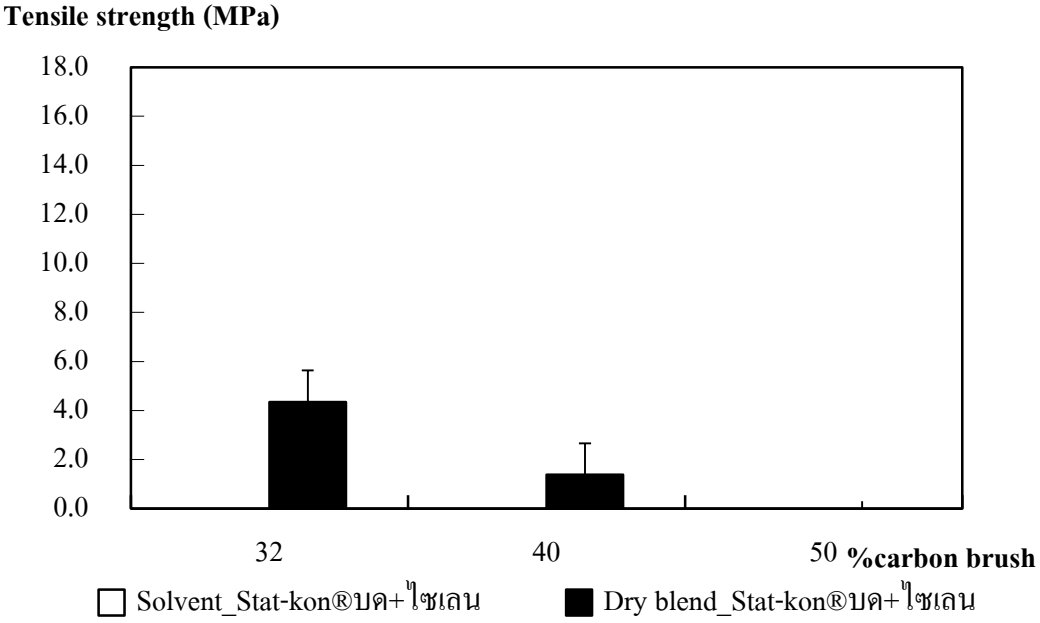
นอกจากนี้จากรูปที่.4.13 จะเห็นว่า เมื่อใช้ Stat-kon®บด ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบไม่ใช้สารละลาย ที่ทุกความเข้มข้นของแปรงถ่าน จะทำให้ค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Stat-kon®ทางการค้าในการเตรียมวัสดุคอมโพสิต เนื่องจากความยาวของใยคาร์บอนลดลงดังแสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.4 ส่งผลให้ความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิตลดลง ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับรูปที่ 4.12

4.2.2 การศึกษาผลของสารละลายไดคลอโรมีเทนในการผสมที่มีต่อสมบัติทางกลของ composite material

จากการศึกษาผลของการเติมสารละลายไดคลอโรมีเทน เพื่อช่วยในการผสมวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่านและ Stat-kon® โดยเปรียบเทียบการเตรียมวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่านกับ Stat-kon®แบบใช้สารละลายและไม่ใช้สารละลาย หลังจากนั้นนำวัสดุคอมโพสิตที่ได้ไปขึ้นรูปโดยใช้เครื่องกดอัดแบบให้ความร้อน (Hydraulic hot compression) โดยใช้แม่พิมพ์รูปดัมเบลล์ (Dumbells) และนำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบแรงดึง (Tensile test) ได้ผลดังแสดงในรูป 4.14 และ 4.15



รูปที่ 4.14 ผลของการใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนในการผสมที่มีต่อค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon® ทางการค้าที่เติมไซเลน เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารละลายในการผสม (Dry blend)

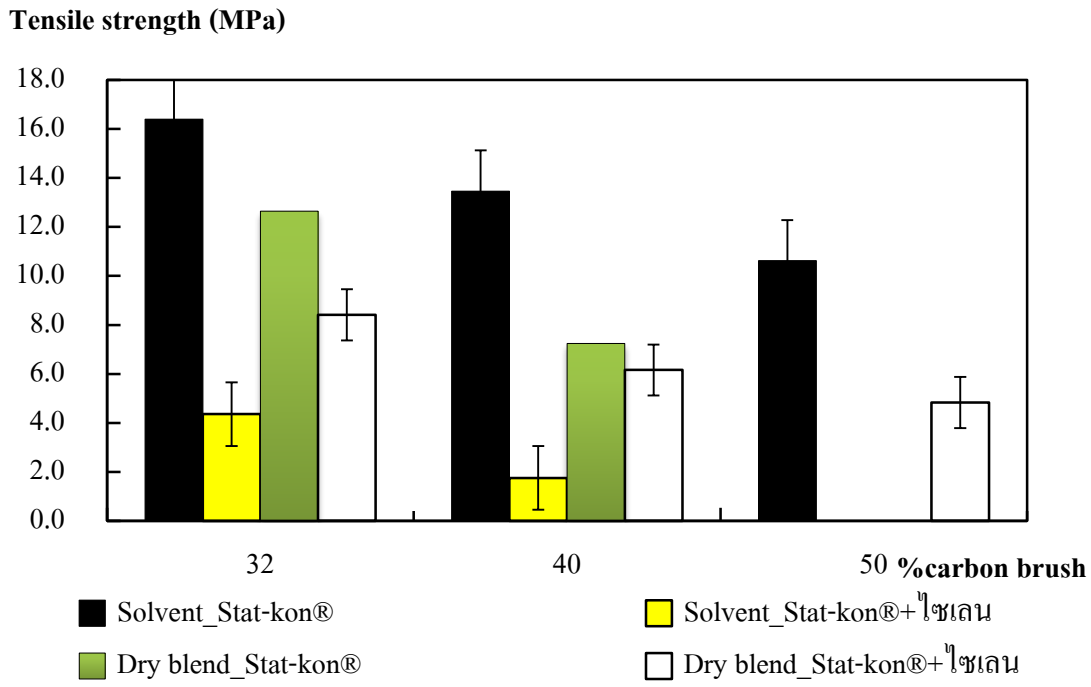


รูปที่ 4.15 ผลของการใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนในการผสมที่มีต่อค่า Tensile strength ของ วัสดุคอม-โพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon® บด ที่เติมไซเลน เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารละลายในการผสม (Dry blend)

จากรูปที่ 4.14 ซึ่งแสดงผลของสารละลายที่มีต่อค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon®ทางการค้า ที่มีการเติมไซเลน โดยเปรียบเทียบการผสมแบบใช้สารละลายไดคลอโรมีเทน และไม่ใช้สารละลาย จะพบว่าเมื่อใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนในการผสมที่ทุกความเข้มข้นของแปรงถ่าน ค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตจะต่ำกว่าวัสดุคอมโพสิตที่ผสมแบบไม่ใช้สารละลาย ซึ่งถึงแม้ว่าจากการศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาจะพบว่า แปรงถ่านและใยคาร์บอนสามารถกระจายตัวในวัสดุคอมโพสิตได้ดีกว่าการเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบไม่ใช้สารละลาย ดังรูปที่ 4.6-4.8 แต่ค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่ได้มีค่าลดลง อาจเนื่องจากสารละลายไดคลอโรมีเทนที่นำมาผสมในวัสดุคอมโพสิตไปทำลายโครงสร้างของพอลิคาร์บอเนต ทำให้สายโซ่โมเลกุลของพอลิคาร์บอเนตแยกออกจากกัน ซึ่งส่งผลทำให้ความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิตลดลง อย่างไรก็ดีที่ความเข้มข้นของแปรงถ่าน 50% ไม่สามารถวัดค่า Tensile strength ได้ เนื่องจากชิ้นงานเปราะมาก จนไม่สามารถขึ้นรูปได้ นอกจากนี้จากรูปที่ 4.15 ซึ่งแสดงผลของสารละลายที่มีต่อค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon®บด ที่มีการเติมไซเลน โดยเปรียบเทียบการผสมแบบใช้สารละลาย และไม่ใช้สารละลาย จะพบว่าที่ทุกความเข้มข้นของแปรงถ่าน เมื่อใช้สารละลายในการผสม จะไม่สามารถทดลองหาค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตได้ เนื่องจากวัสดุคอมโพสิตเปราะมาก จนไม่สามารถขึ้นรูปได้

4.2.3 การศึกษาผลของปริมาณของแปรงถ่านที่มีต่อค่า Tensile strength ของแผ่นสองขั้ว

เมื่อทำการศึกษาผลของการเพิ่มปริมาณแปรงถ่าน เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และค่าการนำไฟฟ้าของชิ้นงานที่ได้จากการเตรียมวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ทางการค้ากับแปรงถ่าน ที่ความเข้มข้นของแปรงถ่าน 32%, 40% และ 50% โดยน้ำหนัก โดยนำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบสมบัติทางกลโดยการทดสอบแรงดึง สามารถแสดงผลดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ผลของปริมาณแปรงถ่านที่มีต่อค่า Tensile strength ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ทางการค้ากับแปรงถ่าน

จากรูปที่ 4.16 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตกับความเข้มข้นของแปรงถ่านในวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่าน และ Stat-kon® ทางการค้าที่ผสมแบบใช้สารละลาย และไม่ใช้สารละลาย ทั้งที่เติมไซเลน และที่ไม่เติมไซเลน พบว่าค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมในทุกสภาวะการผสมจะมีค่าลดลง อาจเนื่องจากอนุภาคแปรงถ่านเป็นวัสดุที่เปราะ และมีความแข็งสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเมอร์ Stat-kon®ทางการค้า เมื่อเติมแปรงถ่านในปริมาณมากขึ้น จึงส่งผลให้วัสดุคอมโพสิตมีความเปราะมากขึ้น ทำให้มีโอกาสเกิดการแตกหักได้ง่าย และส่งผลให้มีค่า Tensile strength ที่ต่ำ

4.2.4 การศึกษาผลของสารคู่ควบไซเลนที่มีต่อสมบัติทางกลของวัสดุคอมโพสิต

การเติมสารคู่ควบไซเลนซึ่งเป็นตัวเชื่อมพอลิเมอร์หรือสารตัวเติมชนิดเสริมแรง มีจุดประสงค์เพื่อทำให้มีการยึดเกาะระหว่างเฟสดีขึ้นในวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่านและ Stat-kon® ทางการค้า เมื่อนำชิ้นงานวัสดุคอมโพสิตที่ได้ไปทดสอบแรงดึง ดังแสดงในรูปที่ 4.16 ซึ่งแสดงให้เห็นผลของการเติมไซเลน (3-glycidoxypropyltrimethoxysilane) ที่มีต่อค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่านและ Stat-kon® ทางการค้าทั้งแบบใช้สารละลาย และไม่ใช้สารละลายเห็นได้ว่าการเติมไซเลน จะทำให้ค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่เติมไซเลน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเติมไซเลนจะทำให้แปรงถ่าน และใยคาร์บอนในพอลิเมอร์ Stat-kon®กระจายอยู่ทั่วไปในวัสดุคอมโพสิตอย่างหลวมๆ ไม่แน่น ดังรูปที่ 4.10 รวมทั้งเนื่องมาจากหมู่ฟังก์ชันของไซเลนที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่เหมาะสมกับหมู่ฟังก์ชันของแปรงถ่าน จึงไม่สามารถทำหน้าที่ยึดเกาะระหว่างพอลิเมอร์ Stat-kon®ทางการค้ากับแปรงถ่าน ส่งผลให้การส่งผ่านแรงภายในชิ้นงานไม่ต่อเนื่อง ทำให้ความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิตลดลง

กล่าวโดยสรุปจากการทดสอบแรงดึงของวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® ที่มีขนาดต่างๆ กับแปรงถ่าน พบว่าค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon®บดจะมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Stat-kon®ทางการค้าในการเตรียมวัสดุคอมโพสิต เนื่องจาก Stat-kon®บดจะถูกลดขนาดของใยคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบ ทำให้ความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิตลดลง และทำให้วัสดุเปราะจนไม่สามารถขึ้นรูปได้ ที่ปริมาณแปรงถ่านสูงๆ ก็จะส่งผลให้วัสดุคอมโพสิตมีความเปราะมากขึ้น ทำให้มีโอกาสเกิดการแตกหักได้ง่าย และส่งผลให้มีค่า Tensile strength ที่ต่ำ ในส่วนของการผสมวัสดุคอมโพสิต พบว่าเมื่อใช้สารละลายในการผสม จะทำให้ค่า Tensile strength ต่ำกว่าแบบที่ไม่ใช้สารละลายในการผสม

เนื่องจากการใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนจะไปทำลายโครงสร้างของพอลิคาร์บอเนต ทำให้สายโซ่โมเลกุลของพอลิคาร์บอเนตแยกออกจากกัน ส่งผลให้ความแข็งแรงของพอลิคาร์บอเนตลดลง นอกจากนี้จากการศึกษาผลของสารคู่ควบไซเลนในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตที่ผสมทั้งโดยใช้สารละลาย และไม่ใช้สารละลาย พบว่าค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตที่มีการเติมไซเลนจะต่ำกว่าในกรณีที่ไม่มีการเติมไซเลน เนื่องจากการเติมไซเลนจะทำให้แปรงถ่าน และใยคาร์บอนในพอลิเมอร์ Stat-kon®กระจายอยู่ทั่วไปในวัสดุคอมโพสิต เกาะกันอย่างหลวมๆ เนื่องจากหมู่ฟังก์ชันของไซเลนที่ไม่สามารถทำหน้าที่ยึดเกาะระหว่างพอลิเมอร์ Stat-kon®ทางการค้ากับแปรงถ่าน ทำให้ Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตลดลง โดยสภาวะการเตรียมวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่านที่ความเข้มข้น 32% โดยน้ำหนัก กับ Stat-

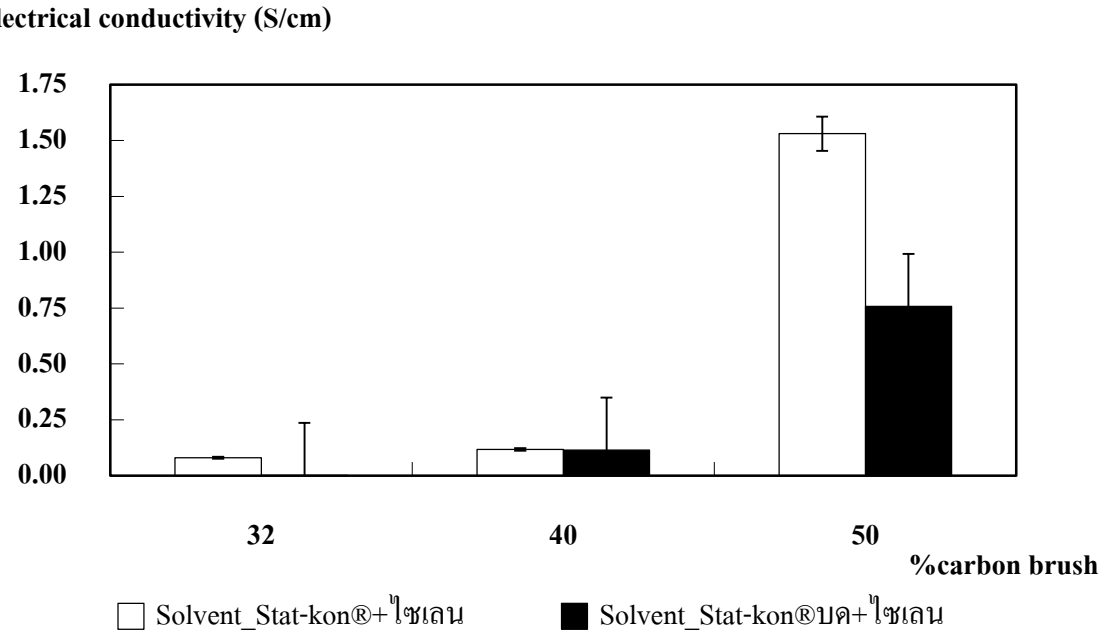
kon® ทางการค้า ที่ผสมโดยใช้สารละลายและไม่มีการเติมไซเลน ให้ค่า Tensile strength สูงที่สุดในงานวิจัยนี้คือ 16.39 MPa ดังแสดงในรูป 4.16

4.3 สมบัติการนำไฟฟ้า

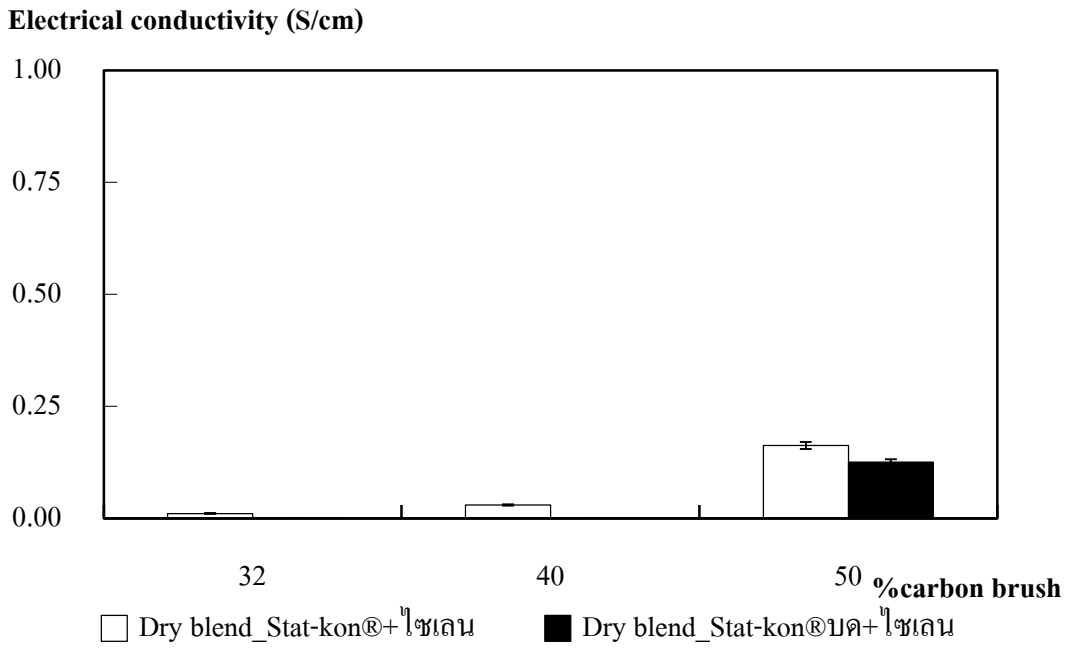
จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ที่ได้จากการคำนวณค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity) ที่วัดโดยใช้เครื่อง Impedance analyzer Autolab ในหัวข้อที่ 3.4.3 ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจากแปรงถ่านกับ Stat-kon®ทางการค้า ซึ่งมีความยาว 3.0 mm เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.7 mm หรือ Stat-kon® บดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25-0.65 mm ตามอัตราส่วนแปรงถ่านต่อ Stat-kon® เป็น 32:68, 40:60 และ 50:50 โดยน้ำหนัก ทำการผสมแบบใช้สารละลายและแบบไม่ใช้สารละลาย ทั้งที่เติมไซเลนและไม่เติมไซเลน สามารถแสดงผลได้ดังนี้

4.3.1 การศึกษาผลของขนาดพอลิคาร์บอเนตเสริมใยคาร์บอน (Stat-kon®)

เมื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) กับปริมาณของแปรงถ่านที่ขนาดของ Stat-kon® แตกต่างกัน โดยมีการเติมไซเลน และทำการผสมโดยใช้และไม่ใช้สารละลาย สามารถแสดงผลในรูปที่ 4.17 และ 4.18 ตามลำดับ



รูปที่ 4.17 ผลของขนาดอนุภาค Stat-kon®ทางการค้าที่มีต่อค่า Electrical Conductivity ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมแบบใช้สารละลาย (Solution blending) และมีการเติมไซเลน

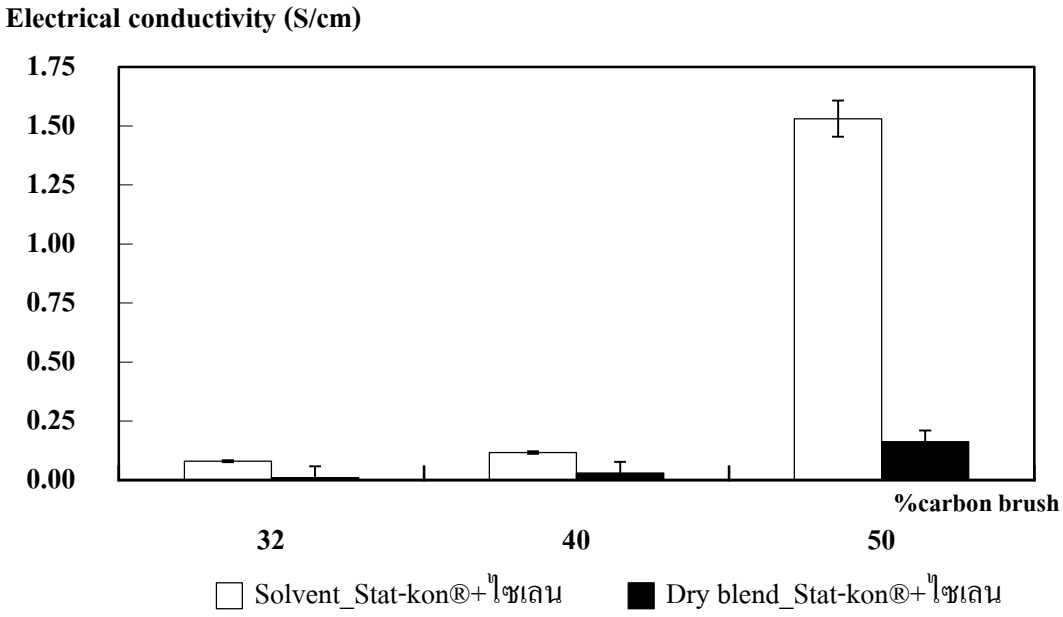


รูปที่ 4.18 ผลของขนาดอนุภาค Stat-kon® ทางการค้าที่มีต่อค่า Electrical Conductivity ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมแบบไม่ใช้สารละลาย (Dry blend) และมีการเติมไซเลน

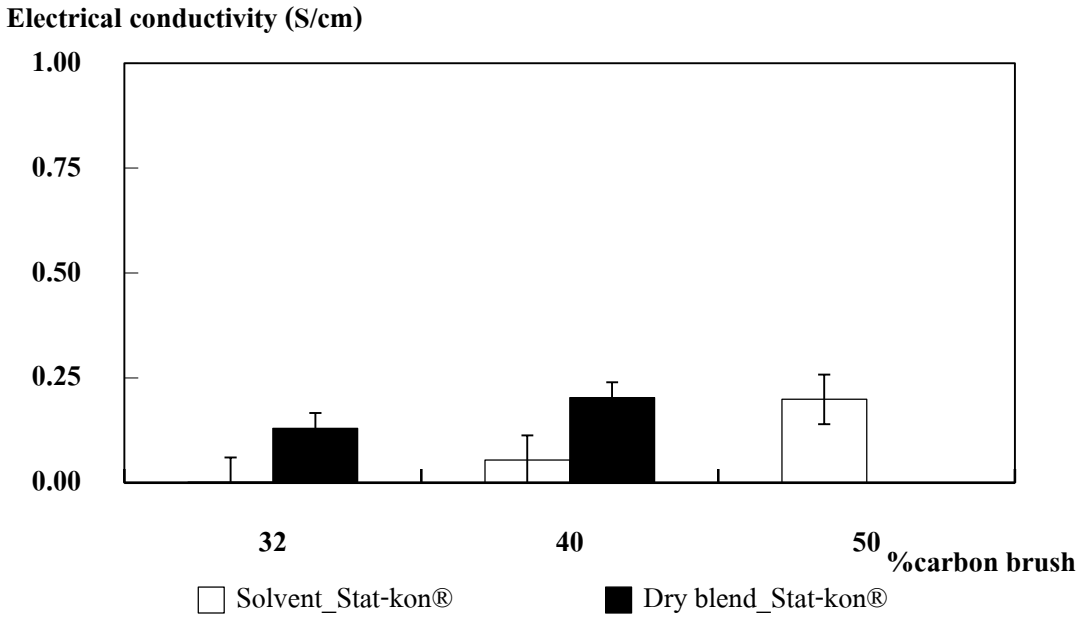
จากรูปที่ 4.17 จะเห็นว่า เมื่อใช้ Stat-kon® บด ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบใช้สารละลาย ที่มีการเติมไซเลนที่ทุกๆความเข้มข้นของแปรงถ่าน ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุคอมโพสิตจะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Stat-kon® ทางการค้า ที่มีขนาดใหญ่กว่า เนื่องจาก Stat-kon® ทางการค้ามีเส้นใยคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เมื่อนำมาผ่านการบด จะทำให้เส้นใยคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของ Stat-kon® ทางการค้าเกิดการแตกหัก ดังแสดงในรูปที่ 4.3 จึงทำให้การส่งผ่านกระแสไม่ต่อเนื่อง และส่งผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าลดลง นอกจากนี้จากรูปที่ 4.18 จะเห็นว่า เมื่อใช้ Stat-kon® บด ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบไม่ใช้สารละลาย และเติมไซเลน ที่ทุกๆความเข้มข้นของแปรงถ่าน ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุคอมโพสิตจะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการเตรียมวัสดุคอมโพสิตที่ใช้ Stat-kon® ทางการค้าที่มีขนาดใหญ่กว่าเช่นเดียวกับรูปที่ 4.17

4.3.2 การศึกษาผลของการผสมโดยใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนที่มีต่อค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)

เมื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) และผลของการใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนในการผสมวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่าน และ Stat-kon® ทางการค้าที่มีการเติมไซเลน และไม่เติมไซเลน สามารถแสดงในรูปที่ 4.19 และ 4.20 ตามลำดับ



รูปที่ 4.19 ผลของการใช้สารละลายในการผสมที่มีต่อค่า Electrical Conductivity ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิต Stat-kon® ทางการค้ากับแปรงถ่าน ที่มีการเติมไซเลน



รูปที่ 4.20 ผลของการใช้สารละลายในการผสมที่มีต่อค่า Electrical Conductivity ของวัสดุคอมโพสิต Stat-kon® ทางการค้ากับแปรงถ่าน ที่ไม่เติมไซเลน

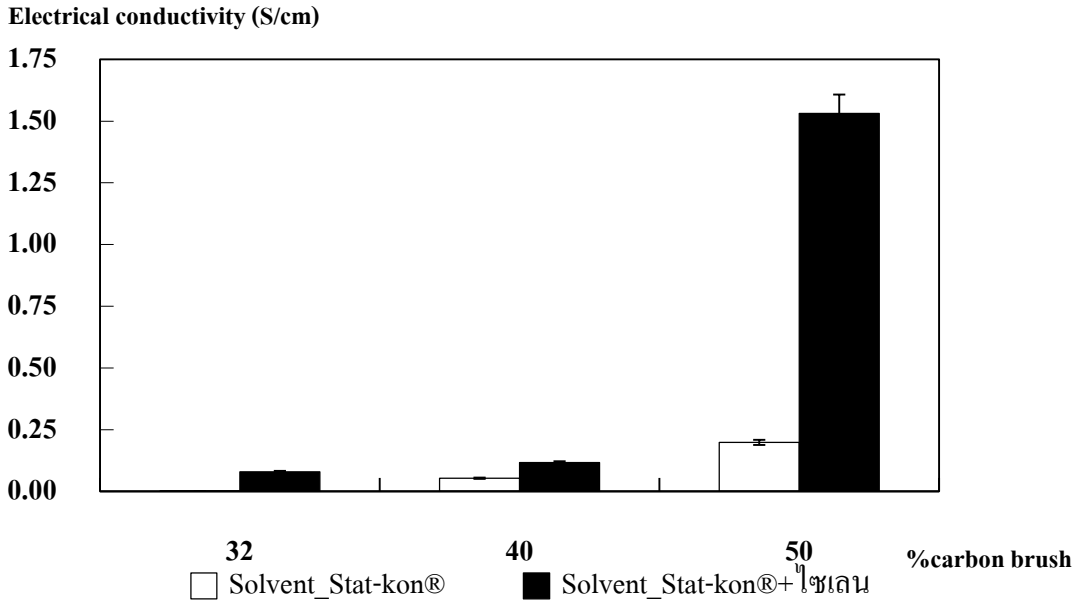
จากรูปที่ 4.19 ซึ่งแสดงผลของการผสมที่มีต่อค่า Electrical Conductivity ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก. Stat-kon® ทางการค้าที่มีการเติมไซเลน โดยเปรียบเทียบการผสมแบบใช้สารละลาย และไม่ใช้สารละลาย จะพบว่าเมื่อใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนในการผสมวัสดุคอมโพสิต ที่ทุกความเข้มข้นของแปรงถ่าน ค่า Electrical Conductivity ของวัสดุคอมโพสิตจะมีค่ามากกว่าชิ้นงานที่เตรียมแบบไม่ใช้สารละลาย เนื่องจากแปรงถ่านสามารถกระจายตัวได้อย่างทั่วถึงในเนื้อเมทริกซ์ ประกอบกับการมีหมู่ฟังก์ชัน Epoxy ของไซ-เลนที่เข้ากันได้ดีกับสารละลายไดคลอโรมีเทนที่อาจยังคงเหลือตกค้างอยู่ ซึ่งช่วยทำให้การเคลื่อนย้ายของประจุในคอมโพสิตเกิดได้ง่ายและเร็วกว่า ดังรูปที่ 4.6-4.8 จึงทำให้วัสดุคอมโพสิตที่มีการเติมไซเลนนำไฟฟ้าสูงกว่าวัสดุคอมโพสิตที่ไม่ใช้ไซเลน อย่างไรก็ดีจากรูปที่ 4.20 ซึ่งแสดงผลของการใช้สารละลายในการผสมวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจาก Stat-kon® ทางการค้าที่ไม่เติมไซเลน เปรียบเทียบกับการผสมแบบไม่ใช้สารละลาย จะพบว่าค่า Electrical Conductivity ของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมแบบไม่ใช้สารละลาย จะมากกว่าวัสดุคอมโพสิตที่ผสมแบบใช้สารละลาย ซึ่งอาจเกิดจากการช่วยนำไฟฟ้าของเส้นใยคาร์บอนที่มีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน หรือแยกออกมาจากเนื้อเมทริกซ์ของพอลิคาร์บอเนต ดังรูปที่ 4.6-4.8 จึงทำให้วัสดุคอมโพสิตมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในบริเวณนั้น แต่อย่างไรก็ตามที่ความเข้มข้นของแปรงถ่าน 50% จะไม่สามารถหาค่า Electrical Conductivity ของวัสดุคอมโพสิตแบบไม่ใช้สารละลายได้ เนื่องจากชิ้นงานเปราะมาก จนไม่สามารถขึ้นรูปได้

4.3.3 การศึกษาผลของปริมาณแปรงถ่านที่มีต่อค่า Electrical conductivity ของแผ่นสองขั้ว

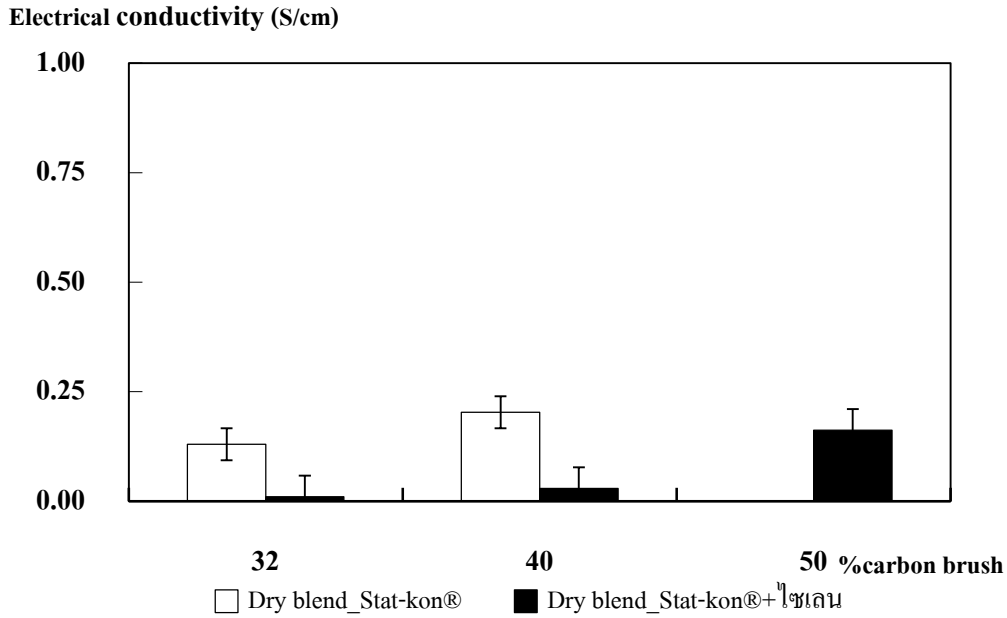
จากการทดลองศึกษาผลของปริมาณของแปรงถ่านที่มีต่อค่า Electrical conductivity ของวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่านกับ Stat-kon® ทางการค้า และ Stat-kon® บด ที่มีการเติมไซเลน ทั้งแบบใช้สารละลายและไม่ใช้สารละลายในการผสม ดังแสดงในรูปที่ 4.17 - 4.19 จะพบว่าเมื่อปริมาณแปรงถ่านในวัสดุคอมโพสิตเพิ่มขึ้น จะทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอนุภาคแปรงถ่าน (ค่า Electrical Conductivity เท่ากับ 2.22 S/cm) มีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่า Stat-kon® ทางการค้า (ค่า Electrical Conductivity เท่ากับ 1.4×10^{-3} S/cm) เมื่อวัดสภาพความต้านไฟฟ้าโดยวิธี four probe [27] เมื่อเติมแปรงถ่านในปริมาณมากขึ้น จึงส่งผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้ามากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เป็นที่สังเกตว่าที่ 50%ของแปรงถ่าน ค่าการนำไฟฟ้าจะสูงมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนของแปรงถ่านเมื่อมีปริมาณแปรงถ่านมากขึ้น ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นในบริเวณดังกล่าว

4.3.4 การศึกษาผลของสารคู่ควบไซเลนที่มีต่อค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)

จากการทดลองศึกษาผลของการเติมสารคู่ควบไซเลนในวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่านและ Stat-kon® ทางการค้าที่เตรียมจากวัสดุคอมโพสิตทั้งแบบใช้สารละลาย (Solution blending) และไม่ใช้สารละลาย (Dry blend) ที่มีต่อค่า Electrical conductivity สามารถแสดงในรูปที่ 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ

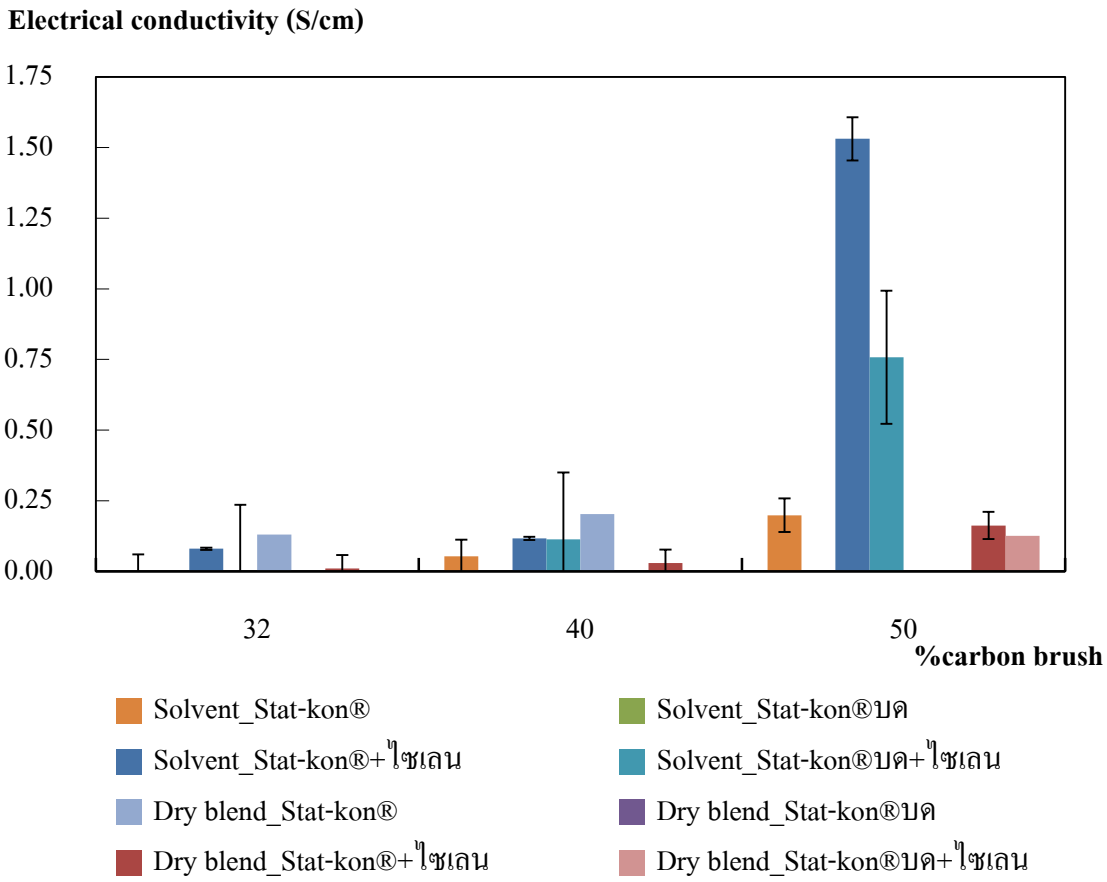


รูปที่ 4.21 ผลของไซเลนที่มีต่อค่า Electrical conductivity ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบใช้สารละลาย (Solution blending)



รูปที่ 4.22 ผลของไซเลนที่มีต่อค่า Electrical conductivity ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตแบบไม่ใช้สารละลาย (Dry blend)

จากรูปที่ 4.21 ซึ่งแสดงค่า Electrical conductivity ของวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่าน และ Stat-kon® ทางการค้า ที่ผสมโดยใช้สารละลาย จะเห็นได้ว่าที่ทุกๆความเข้มข้นของแปรงถ่าน เมื่อทำการเติมไซเลน จะให้ค่า Electrical conductivity ของวัสดุคอมโพสิตสูงกว่าการไม่เติมไซเลน เนื่องจากพอลิคาร์บอเนต และเส้นใยคาร์บอนที่เป็นส่วนประกอบของ Stat-kon® กระจายตัวบนผิววัสดุคอมโพสิตดังรูปที่ 4.11 (ข) และ (ง) มากกว่าเมื่อไม่เติมไซเลน ประกอบกับการมีหมู่ฟังก์ชัน Epoxy ของไซเลนที่เข้ากันได้ดีกับสารละลายไดคลอโรมีเทนที่อาจยังคงเหลือตกค้างอยู่ ทำให้การเคลื่อนย้ายของประจุในคอมโพสิตเกิดได้ง่ายและเร็วกว่า จึงทำให้วัสดุคอมโพสิตที่มีการเติมไซเลนนำไฟฟ้าสูงกว่าวัสดุคอมโพสิตที่ไม่ใช้ไซเลน ในทางตรงกันข้าม จากรูปที่ 4.22 เมื่อเติมไซเลนในวัสดุคอมโพสิตระหว่างแปรงถ่าน และ Stat-kon® ทางการค้า โดยไม่ใช้สารละลายในการผสม จะเห็นว่าวัสดุคอมโพสิตที่ไม่เติมไซเลนจะให้ค่า Electrical conductivity มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุคอมโพสิตที่เติมไซเลน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเติมไซเลนเข้าไปในวัสดุคอมโพสิต ที่ไม่มีสารละลายไดคลอโรมีเทนปน จะทำให้ขาดการยึดเหนี่ยว หรือเกิดการไม่เข้ากันของหมู่ฟังก์ชันในไซเลน กับแปรงถ่าน หรือ Stat-kon® ส่งผลให้ขัดขวางการนำไฟฟ้าของวัสดุคอมโพสิต และทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุคอมโพสิตลดลง



รูปที่ 4.23 ผลของตัวแปรต่างๆที่มีต่อค่า Electrical conductivity ในการเตรียมวัสดุคอมโพสิตผสมระหว่างแปรงถ่านและ Stat-kon®

กล่าวโดยสรุปจากรูปที่ 4.16 และ 4.23 ซึ่งแสดงผลของตัวแปรต่างๆที่มีต่อค่า Tensile strength และค่า Electrical conductivity ของวัสดุคอมโพสิตผสมระหว่างแปรงถ่าน และ Stat-kon® ตามลำดับ พบว่าขนาดของอนุภาค Stat-kon® ที่ลดลง เนื่องจากการบดมีผลต่อค่า Tensile strength คือจะทำให้ค่า Tensile strength ลดลง เนื่องจากเส้นใยคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบเกิดการแตกหัก ส่งผลให้ความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิตลดลง รวมทั้งทำให้การส่งผ่านกระแสไม่ต่อเนื่องขึ้นในวัสดุคอมโพสิต ซึ่งส่งผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าลดลง เมื่อศึกษาการเพิ่มของปริมาณแปรงถ่าน พบว่าจะทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากแปรงถ่านมีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่า Stat-kon® ทางการค้า แต่ค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตจะลดลง เนื่องจากแปรงถ่านเป็นวัสดุที่เปราะ เมื่อเติมแปรงถ่านมากขึ้น จึงส่งผลให้ค่า Tensile strength ต่ำ จากนั้นศึกษาผลของการใช้สารละลายในการผสมวัสดุคอมโพสิตระหว่าง Stat-kon® กับแปรงถ่าน พบว่าการผสมโดยใช้สารละลายจะช่วยทำให้แปรงถ่านกระจายตัวได้ดีในวัสดุคอมโพสิต จึงทำให้ค่าการนำ

ไฟฟ้ามากกว่าในกรณีที่ไม่ใช้สารละลาย แต่การใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนผสมในวัสดุคอมโพสิตจะทำลายโครงสร้างของพอลิคาร์บอเนต ทำให้สายโซ่โมเลกุลของพอลิคาร์บอเนตแยกออกจากกัน ซึ่งส่งผลทำให้ความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิตลดลง นอกจากนี้จากการศึกษาผลของการเติมไซเลนในวัสดุคอมโพสิตที่ผสมโดยใช้สารละลาย พบว่าจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่เติมไซ-เลน เนื่องจากพอลิคาร์บอเนต และใยคาร์บอนที่เป็นส่วนประกอบของ Stat-kon® กระจายตัวดีในวัสดุคอมโพสิต ทำให้การเคลื่อนย้ายของประจุในคอมโพสิตเกิดได้ง่ายและเร็วกว่า จึงทำให้วัสดุคอมโพสิตที่มีการเติมไซเลนนำไฟฟ้าสูงกว่าวัสดุคอมโพสิตที่ไม่ใช้ไซเลน แต่ค่า Tensile strength ของวัสดุคอมโพสิตลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่เติมไซเลน ซึ่งอาจเนื่องมาจากหมู่ฟังก์ชันของไซเลนที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่เหมาะสมกับหมู่ฟังก์ชันของแปรงถ่าน จึงไม่สามารถทำหน้าที่ยึดเกาะระหว่างพอลิเมอร์ Stat-kon® ทางการค้ากับแปรงถ่าน ส่งผลให้การกระจายตัวของแปรงถ่าน และเส้นใยคาร์บอนที่กระจายอยู่ทั่วไปในวัสดุคอมโพสิตนั้น เป็นไปอย่างหลวมๆ ไม่หนาแน่น (dense) แต่เมื่อทำการเติมไซเลนในวัสดุคอมโพสิตที่ผสมโดยไม่ใช้สารละลาย จะพบว่าวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมโดยไม่เติมไซเลน จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าวัสดุคอมโพสิตที่มีการเติมไซเลน เนื่องจากกระบวนการเตรียมวัสดุคอมโพสิตที่ไม่มีการปั่นกวน จะทำให้แปรงถ่านไม่สามารถกระจายตัวเข้าไปในเนื้อวัสดุคอมโพสิตได้ เกิดการเกาะกลุ่มกันของแปรงถ่าน