สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันการเตรียมอนุภาคคอมพอสิตระหว่างสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ให้มีขนาดอนุภาคระดับนาโน (inorganic/organic nanocomposite particles) กำลังได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสามารถนำไปใช้งานได้ในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านการแพทย์ สารเร่งปฏิกิริยา สารกึ่งตัวนำ งานเคลือบผิว และวัสดุนาโนคอมพอสิต เป็นต้น ซึ่งการใช้เป็นสารเสริมแรงในพอลิเมอร์นาโนคอมพอสิตจะทำให้วัสดุที่ได้มีทั้งสมบัติเชิงกล สมบัติทางแสง สมบัติทางไฟฟ้า และสมบัติทางความร้อนที่ดีเยี่ยม โดยอนุภาคเชิงประกอบระดับนาโนนี้อาจอยู่ในรูปแบบที่มีสารอินทรีย์เป็นแก่นกลาง (core) และสารอนินทรีย์เป็นเปลือกหุ้ม (shell) หรือสารอนินทรีย์เป็นแก่นกลางและสารอินทรีย์เป็นเปลือกหุ้มก็ได้ ซึ่งสารอนินทรีย์ขนาดอนุภาคระดับนาโนที่นิยมใช้ ได้แก่ ซิลิกา ไททาเนียมไดออกไซด์ แคลเซียมคาร์บอเนต และอะลูมิเนียมออกไซด์ เป็นต้น ส่วนสารอินทรีย์ ได้แก่ พอลิเมอร์ เช่น พอลิสไตรีน (polystyrene, PS) และพอลิเมทิลเมทาคริเลต [poly(methyl methacrylate), PMMA] เป็นต้น ซึ่งอนุภาคคอมพอสิตเหล่านี้ได้รวมสมบัติที่ดีของอนุภาคอนินทรีย์ (ความแข็งแรง มอดุลัส และเสถียรภาพทางความร้อน) เข้ากับสมบัติการขึ้นรูปและความยืดหยุ่นของพอลิเมอร์อินทรีย์ อย่างไรก็ตาม การใช้งานส่วนใหญ่จะได้จากการเคลือบอนุภาคของสารอนินทรีย์ด้วยพอลิเมอร์ ซึ่งทำให้อนุภาคสารอนินทรีย์มีเสถียรภาพเพิ่มขึ้น เพิ่มการกระจายตัวในพอลิเมอร์นาโนคอมพอสิต ลดความเป็นพิษของสารอนินทรีย์ สามารถเก็บและขนส่งได้สะดวก โดยเทคนิคที่นิยมใช้เคลือบอนุภาคสารอนินทรีย์ด้วยพอลิเมอร์ ได้แก่ กระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบอิมัลชัน (emulsion polymerization) และกระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบไมโครอิมัลชัน (microemulsion polymerization) เป็นต้น

งานวิจัยนี้ได้ทดลองเตรียมอนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลตคอมพอสิต โดยให้ซิลิกาเป็นแก่นกลาง และพอลิเมทิลเมทาคริเลตเป็นเปลือกหุ้มผ่านเทคนิคการเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน (differential microemulsion) ซึ่งเป็นวิธีที่มีข้อดีหลายประการต่างจากวิธีการเกิดพอลิเมอร์แบบอิมัลชันและไมโครอิมัลชัน กล่าวคือ พอลิเมทิลเมทาคริเลตที่สังเคราะห์ได้มีขนาดอนุภาคระดับนาโน (ประมาณ 20 นาโนเมตร) และใช้ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่น้อยกว่ามาก ซึ่งการใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณสูงจะไม่เป็นที่นิยมในทางอุตสาหกรรม เพราะมีราคาแพง และมีผลทำให้สมบัติของพอลิเมอร์ต่ำลง รวมทั้งการกำจัดสารลดแรงตึงผิวออกจากระบบเมื่อการเกิดพอลิเมอร์สิ้นสุดลงทำได้ยาก ตลอดจนกระบวนการสังเคราะห์ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก ซึ่งหลักการของเทคนิคนี้ คือ ระบบประกอบด้วยตัวกลาง (น้ำ) สารลดแรงตึงผิว และสาร

เริ่มปฏิกิริยา (initiator) ผสมอยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ (reactor) เมื่อให้ความร้อนแก่ระบบจนถึงอุณหภูมิที่สามารถเกิดพอลิเมอร์ได้แล้ว จึงเริ่มหยดมอนอเมอร์ลงไปในระบบที่ละหยดด้วยระยะเวลาอันสั้น ซึ่งวิธีนี้สามารถคงอัตราส่วนของสารลดแรงตึงผิว/มอนอเมอร์ให้สูงได้เป็นเวลานาน จึงทำให้เทคนิคนี้ใช้ปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่ำกว่าค่าความเข้มข้นไมเซลล์วิกฤติ (critic micelle concentration, CMC) นอกจากนี้ ยังทำให้สามารถควบคุมขนาดอนุภาคของพอลิเมทิล-เมทาคริเลตได้ง่ายกว่าอีกด้วย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะเตรียมอนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลตคอมพอสิตให้มีขนาดอนุภาคต่ำกว่า 50 นาโนเมตร ผ่านการเกิดพอลิเมอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชัน โดยใช้เอโซบิสไอโซบิวทิโรไนไตรล์ [azobis(isobutyronitrile), AIBN] เป็นสารเริ่มปฏิกิริยา และโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (sodium dodecylsulfate, SDS) เป็นสารลดแรงตึงผิว โดยศึกษาผลของปริมาณสารลดแรงตึงผิว และปริมาณสารเริ่มปฏิกิริยาที่มีต่อขนาดอนุภาค และร้อยละของผลได้ นอกจากนี้ ยังทดลองปรับปรุงผิวของซิลิกาด้วยสารคู่ควบ (coupling agent) ประเภทซิเลน (silane) เพื่อเพิ่มการยึดเกาะระหว่างพอลิเมทิลเมทาคริเลตและซิลิกาอีกด้วย จากนั้นศึกษาผลของปริมาณซิลิกาที่มีต่อร้อยละผลได้ ขนาดอนุภาค การกระจายตัวของขนาดอนุภาค และสัณฐานวิทยาของอนุภาคระดับนาโนของซิลิกา/พอลิเมทิลเมทาคริเลตคอมพอสิตอีกด้วย