บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันพลาสติกได้เข้ามามีบทบาทสำคัญทั้งในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาวัสดุพลาสติกได้เจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องจนทำให้พลาสติกมีสมบัติเด่นเหนือวัสดุอื่นหลายประการ เช่น น้ำหนักเบา ขึ้นรูปง่าย แข็งแรงทนทาน อีกทั้งมีราคาถูก ส่งผลให้ปริมาณความต้องการใช้พลาสติกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้มีขยะหรือเศษพลาสติกทั้งที่เหลือจากกระบวนการผลิตและที่ผ่านการใช้งานแล้วเพิ่มขึ้นจนกลายเป็นปัญหาที่ต้องการการแก้ไขเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

การนำขยะหรือเศษพลาสติกกลับมาใช้ใหม่เป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เนื่องจากพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกเป็นวัสดุที่สามารถนำมาหลอมใช้ใหม่ได้ ดังนั้น ความคิดที่จะนำเศษพลาสติกกลับมาใช้ใหม่จึงเป็นสิ่งที่เกิดประโยชน์ เพราะเป็นการลดการสูญเสียวัสดุโดยเปล่าประโยชน์ พลาสติกที่อาจนำกลับมาใช้ใหม่ได้มี 2 ประเภท คือ ขยะพลาสติกที่เกิดจากการบริโภคใช้งาน และเศษพลาสติกที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก สำหรับการนำขยะพลาสติกที่เกิดจากการบริโภคใช้งานมาหมุนเวียนใช้ใหม่ยังไม่ได้ทำกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีปัญหาหลายประการ จะมีทำกันบ้างเพียงรายย่อยในปริมาณจำกัดเท่านั้น ส่วนการนำเศษพลาสติกที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มาใช้ใหม่เป็นสิ่งที่ทำได้โดยตรง และมีการทำกันทั่วไปอยู่แล้ว แต่ยังมีปัญหาอยู่บ้างโดยเฉพาะในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ด้อยลง

สำหรับเทอร์โมเซตพลาสติกไม่สามารถหลอมกลับไปใช้ใหม่ได้ พลาสติกประเภทนี้ ได้แก่ เมลามีน ฟีนอลิก ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ พอลิเอสเทอร์ชนิดไม่อิ่มตัว และโฟมพอลิยูรีเทน เป็นต้น จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ด้วยวิธีการเดียวกับพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แต่เนื่องจากการใช้งานพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตโดยเฉพาะโฟมพอลิยูรีเทนมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นฉนวนความร้อนในตู้เย็น ห้องเย็น และกระติกเก็บความเย็น รวมทั้งใช้งานในอุตสาหกรรมรถยนต์ เฟอร์นิเจอร์ และการก่อสร้าง ซึ่งมีเศษโฟมในลักษณะต่างๆ ที่ผ่านการใช้งานหรือหมดอายุการใช้งานแล้ว รวมทั้งโฟมที่เป็นเศษเหลือจากกระบวนการผลิต หรือจากการขึ้นรูปโดยการตัดให้เป็นรูปแบบต่างๆ ที่ต้องการ ทำให้มีเศษโฟมเพิ่มมากขึ้นจนก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะ การกำจัดขยะหรือเศษโฟมในปัจจุบันทำโดยการฝังกลบหรือการเผา แต่เนื่องจากปริมาณพื้นที่ซึ่งใช้สำหรับเป็นที่ถมทิ้งได้ลดน้อยลงมาก และค่าใช้จ่ายในการจัดหาพื้นที่และในการปฏิบัติการเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่วนการ

เผาทำลายอาจทำให้เกิดมลพิษได้ เพราะเมื่อโฟมได้รับความร้อนจะปล่อยแก๊สที่ส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้น วิธีนี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงเพราะจำเป็นต้องสร้างเตาเผาขึ้นมาโดยเฉพาะ และจะต้องมีคนคอยควบคุมดูแลทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายขึ้นอีก และมีเป็นส่วนน้อยที่นำไปรีไซเคิลด้วยกระบวนการทางกายภาพ (physical recycling) โดยการตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ และใช้ร่วมกับสารยึด (binder) อัดเข้าไปในแม่แบบจนมีความหนาแน่นตามต้องการ หรือนำเศษโฟมไปบดให้เป็นผงเพื่อใช้เป็นเอกซ์เทนเดอร์ (extender) หรือสารตัวเติม (filler) ในการผลิตโฟมใหม่ ซึ่งยังมีปริมาณการใช้ไม่มากนัก และอาจทำให้สมบัติของผลิตภัณฑ์ต่ำลง โดยจะใช้ในงานที่ไม่เน้นด้านความสวยงามมากนัก เช่น โฟม รองใต้พรม วัสดุดูดซับเสียง และวัสดุกันกระแทก เป็นต้น ดังนั้น การย่อยสลายเศษโฟมพอลิยูรีเทนด้วยกระบวนการทางเคมีจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ทั้งนี้เนื่องจากทำให้ได้สารที่มีขนาดโมเลกุลเล็กซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมเคมีต่อไป นอกจากนี้ ยังมีหลายปฏิกิริยาให้เลือกใช้ เช่น โซลโวลิซิส (solvolysis) ไพโรลิซิส (pyrolysis) ไกลโคลิซิส (glycolysis) และอะมิโนลิซิส (aminolysis) เป็นต้น โดยผลผลิตที่ได้จากแต่ละปฏิกิริยาจะแตกต่างกัน ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมเพื่อให้ได้สารต่างๆ ตามต้องการ

โฟมพอลิยูรีเทนที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนั้นมีทั้งโฟมชนิดยืดหยุ่น (flexible foam) ซึ่งมีความหนาแน่น 10-80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สามารถรับน้ำหนักได้ดี จึงนิยมใช้ทำเบาะรองนั่ง เก้าอี้นวม และที่นอน เป็นต้น และโฟมชนิดแข็ง (rigid foam) ซึ่งมีความหนาแน่นประมาณ 30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นิยมใช้เสริมในช่องว่างของส่วนที่ต้องการให้มีน้ำหนักเบา เช่น ปีกเครื่องบิน และท้องเรือ เป็นต้น เพราะมีความต้านทานแรงกดได้ดี นอกจากนี้ ยังมีสมบัติในการนำความร้อนต่ำมาก จึงใช้เป็นฉนวนในภาชนะเก็บของร้อนและเย็น หรือในตู้เย็น และใช้ทำส่วนประกอบของเรือเพื่อให้มีการลอยตัวที่ดีขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ทำการรีไซเคิลเศษโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งด้วยกระบวนการทางเคมี โดยเลือกใช้ปฏิกิริยาไกลโคลิซิส และอะมิโนลิซิส เพราะเป็นปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมด้านเศรษฐกิจ นอกจากนี้ ยังมีความปลอดภัยเนื่องจากใช้อุณหภูมิการย่อยสลายในระดับปานกลาง โดยผลที่ได้จากการย่อยสลาย คือ พอลิออล และ 4,4′-เมทิลีนไดอะนิลีน (4,4′-methylene dianiline , MDA) ซึ่งเป็นสารประกอบเอมีนที่สามารถนำไปใช้ทำเป็นสารบ่ม (curing agent) สำหรับอิพอกซีเรซินได้โดยตรงทั้งที่อยู่ในรูปของผสมกับพอลิออลโดยไม่จำเป็นต้องทำให้บริสุทธิ์ การที่ปฏิกิริยาไกลโคลิซิสและอะมิโนลิซิสใช้สารย่อยสลาย (decomposer) และภาวะการย่อยสลายต่างกัน ดังนั้น ผลที่ได้จากการย่อยสลายถึงแม้จะมี MDA เกิดขึ้นทั้ง 2 ปฏิกิริยา หากแต่มี

องค์ประกอบอื่นๆ ไม่เหมือนกัน จึงมีผลทำให้ความสามารถในการเป็นสารบ่ม และสมบัติเชิงกลของอิพอกซีที่บ่มแล้วแตกต่างกันด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ MDA ที่ได้จากการย่อยสลายโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งด้วยปฏิกิริยาไกลโคลิซิสและอะมิโนลิซิสเป็นสารบ่มสำหรับอิพอกซีเรซิน พร้อมทั้งศึกษาสมบัติทางความร้อน สมบัติเชิงกลพลวัต และสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ที่ได้เพื่อประยุกต์ในอุตสาหกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป นอกจากนี้ ยังช่วยลดปริมาณเศษโฟมพอลิยูรีเทนเพื่อช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติอีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย