

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะเป็นการสรุปรายละเอียดที่สำคัญของผลการวิจัยที่ผ่านมาพร้อมทั้งนำเสนอ ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค่าแอดเฮชันที่มีผลต่อการเกิดกลุ่มอนุภาคในวัสดุเม็ด สามารถสรุปได้ว่าเมื่อวัสดุ เม็ดมีค่าแอดเฮชันต่ำ โครงข่ายของแรงระหว่างอนุภาคจะไม่หนาแน่นและไม่เป็นระเบียบ การยึด เกาะกันระหว่างอนุภาคมีค่าน้อยทำให้อนุภาคไม่สามารถก่อกันเป็นกลุ่มอนุภาคได้ เมื่อวัสดุเม็ด มีค่าแอดเฮชันเพิ่มขึ้นทำให้เกิดกลุ่มอนุภาคในวัสดุเม็ด โครงข่ายของแรงระหว่างอนุภาคจะมี ลักษณะที่หนาแน่นขึ้น และกลุ่มอนุภาคจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อแรงแอดเฮซีระหว่างอนุภาค เพิ่มขึ้นตามลำดับ

การศึกษาอัตราส่วนการกระจายรัศมีของอนุภาคที่มีผลต่อการเกิดกลุ่มอนุภาคในวัสดุเม็ด สามารถสรุปได้ว่าเมื่อวัสดุเม็ดมีอัตราส่วนรัศมีอนุภาคเท่ากันทำให้เกิดกลุ่มอนุภาคขึ้น กลุ่ม อนุภาคจะเกิดขึ้นอย่างเด่นชัดและมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อมีค่าแอดเฮชันสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะ ที่แตกต่างกับวัสดุเม็ดที่มีอัตราส่วนรัศมีอนุภาคแตกต่างกัน ขนาดรัศมีอนุภาคที่แตกต่างกันทำให้ โครงข่ายของอนุภาคมีลักษณะไม่เป็นระเบียบถึงแม้ว่าวัสดุเม็ดมีค่าแอดเฮชันสูงก็ตาม การเกิดกลุ่ม อนุภาคจะไม่เด่นชัดและมีลักษณะดังกล่าวมากขึ้นเมื่อขนาดรัศมีอนุภาคแตกต่างกันมากขึ้น ตามลำดับ

เมื่อวัสดุเม็ดมีการสัมผัสกันระหว่างอนุภาคต่ำ การสัมผัสกันของอนุภาคมีทิศทางที่ไม่ แน่นนอนและกระจัดกระจาย อัตราส่วนระหว่างแรงสัมผัสแรงดึงกับการสัมผัสทั้งหมดมีค่าไม่ แน่นนอน โครงข่ายของแรงระหว่างอนุภาคมีลักษณะไม่หนาแน่น ลักษณะดังกล่าวเป็นสาเหตุที่ทำให้ ไม่เกิดกลุ่มอนุภาค กรณีที่ค่าแอดเฮชันสูง การสัมผัสแรงดึงและแรงกดของอนุภาคจะมีค่าเท่า ๆ กันเรียกว่าความเค้นภายในวัสดุ (Self Stress) ซึ่งเป็นการสร้างความสมดุลของวัสดุเม็ดที่ สามารถยึดเกาะกันได้ด้วยตัวเองเมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ และสำหรับอัตราส่วนรัศมีอนุภาค เท่ากัน โครงข่ายของแรงระหว่างอนุภาคที่เป็นระเบียบทำให้อนุภาคมีทิศทางการสัมผัสกันที่ แน่นนอน ลักษณะดังกล่าวเป็นสาเหตุให้โครงข่ายมีลักษณะเป็นแบบผลึก ซึ่งเป็นสาเหตุของการ เกิดกลุ่มอนุภาค โครงข่ายลักษณะนี้จะไม่เกิดขึ้นสำหรับอัตราส่วนรัศมีอนุภาคแตกต่างกันเพราะ โครงข่ายของแรงระหว่างอนุภาคที่ไม่เป็นระเบียบ

การศึกษาค่าแอดเฮชันและการกระจายรัศมีอนุภาคที่มีผลต่อการแพร่กระจายการแตกตัวของอนุภาคสามารถสรุปได้ว่าเมื่อค่าแอดเฮชันต่ำ อนุภาคมีการเกาะตัวกันไม่หนาแน่น ภาระแรงสูงสุดที่วัสดุเม็ดสามารถรับได้จึงมีค่าน้อย ความเร็วในการกระทบพื้นเรียบเพียงเล็กน้อยก็ทำให้วัสดุเม็ดเกิดความเสียหายได้ แต่สำหรับวัสดุเม็ดที่มีค่าแอดเฮชันสูง อนุภาคมีการเกาะตัวกันอย่างหนาแน่น ภาระแรงสูงสุดที่วัสดุเม็ดสามารถรับได้มีค่ามาก ความเร็วที่ใช้ในการกระทบพื้นเรียบจึงต้องมากขึ้นเพื่อที่จะทำให้วัสดุเม็ดแตกหักหรือเสียหาย ในส่วนของวัสดุเม็ดที่มีอัตราส่วนรัศมีอนุภาคเท่ากัน พฤติกรรมการเสียดรูปจะเหมือนวัสดุที่มีลักษณะแข็งเปราะ และวัสดุเม็ดที่มีอัตราส่วนรัศมีอนุภาคแตกต่างกัน พฤติกรรมการเสียดรูปจะเหมือนวัสดุที่มีลักษณะเหนียว และพฤติกรรมการแตกตัวของวัสดุเม็ดในทุกการกระจายรัศมีของอนุภาคก่อนที่วัสดุเม็ดจะแตกออกจากกัน การแตกร้าวมักจะเริ่มจากตรงกลางของวัสดุเม็ดก่อนแล้วจึงแพร่กระจายสู่ภายนอก

ความเร็วของวัสดุเม็ดเมื่อกระทบกับพื้นเรียบเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการแพร่กระจายการแตกตัวของอนุภาค กล่าวคือเมื่อความเร็วทำให้เกิดแรงกับกระทำวัสดุเม็ดมีค่าน้อยกว่าภาระแรงสูงสุดที่วัสดุเม็ดสามารถรับได้ วัสดุเม็ดจะเกิดความเสียหายหรือแตกร้าวนั่นเอง ถ้าความเร็วที่ทำให้เกิดแรงกระทำกับวัสดุเม็ดมีค่ามากกว่าภาระแรงสูงสุดที่วัสดุเม็ดสามารถรับได้ วัสดุเม็ดจะแตกออกจากกัน และแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ มากขึ้นเมื่อความเร็วในการกระทบพื้นเรียบสูงขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

การจำลองทางคอมพิวเตอร์ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ใช้จำนวนอนุภาคเพียง 8000 อนุภาค เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่ใช้จริงในงานวิศวกรรมนั้นถือว่าน้อยมาก ดังนั้นการใช้จำนวนอนุภาคมากขึ้นทำให้มีความใกล้เคียงกับวัสดุที่ใช้จริงในงานวิศวกรรมมากขึ้น แต่การใช้จำนวนอนุภาคมากขึ้นทำให้ต้องเสียเวลาในการคำนวณมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อลดเวลาในการคำนวณเป็นสิ่งสมควรปฏิบัติ และการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการศึกษาวัสดุเม็ดแบบ 3 มิติเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ทำให้สามารถศึกษาวัสดุเม็ดได้ใกล้เคียงความเป็นจริงในทางปฏิบัติได้มากยิ่งขึ้น