

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาคุนลักษณะของลำพุงของเหลวความเร็วสูงที่ฉีดในอากาศและในของเหลว (น้ำ) ในงานวิจัยนี้ ได้ใช้การผลิตลำพุงด้วยเทคนิคที่เรียกว่า impact driven method จากชุดทดลอง Horizontal Single Stage Powder Gun (HSSPG) ซึ่งมีสมรรถนะในการผลิตความเร็วของกระสุนปืนได้สูงสุดที่ 1,294 m/s โดยใช้ดินปืนน้ำหนัก 7 g และมีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของดินปืนกับความเร็วของกระสุนปืนในห้องทดสอบคือ $V_2 = 153.7m_g + 220.2$ โดยการศึกษาที่ใช้ความเร็วของกระสุนปืนในการผลิตลำพุงเท่ากับ 950 ± 30 m/s ที่ดินปืนหนัก 5 g ซึ่งลำพุงจะถูกฉีดออกมาจากหัวฉีดที่มีลักษณะทรงกรวย (conical nozzle) มุม 30° ขนาดรูคอคอด (orifice) เท่ากับ 0.7 mm โดยคุณลักษณะของลำพุงที่เกิดขึ้นนั้นได้ถูกอธิบายจากการถ่ายภาพใน 3 ลักษณะคือ 1) การถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีโอความเร็วสูง (High-speed digital video camera) ร่วมกับการถ่ายภาพด้วยเทคนิค Shadowgraph 2) การถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีโอความเร็วสูงในมุมมองปกติโดยไม่ใช้เทคนิค Shadowgraph และ 3) การถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีโอความเร็วสูงในแนวแกนโดยไม่ใช้เทคนิค Shadowgraph ซึ่งจากภาพถ่ายของลำพุงนม (milk) น้ำสลัด (salad dressing) ซอสมะเขือเทศ (tomato sauce) และ ยาสีฟัน (toothpaste) โดยเป็น Non-Newtonian fluid ชนิด Pseudoplastic, Dilatant, Plastic และ Bingham plastic ตามลำดับ ที่ฉีดในอากาศและน้ำ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากภาพถ่าย Shadowgraph ของลำพุงนมในอากาศ แสดงให้เห็นการเกิด Shock wave ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของลำพุงด้วยความเร็วสูงอย่างชัดเจน โดยลำพุงนมมีความเร็วสูงสุดเท่ากับ 1,802.18 m/s ($Ma = 5.3$) และยังพบการเกิด second shock wave และ change in shock angle ซึ่งเกิดจาก second jet นอกจากนี้ยังพบกลไกการแตกตัว (break up) การแตกเป็นฝอยละออง (atomization) และการระเหยกลายเป็นไอ (vaporization) อย่างชัดเจน

2. จากภาพถ่าย Shadowgraph ของลำพุงนมในน้ำ แสดงให้เห็นการเกิด bubble ที่เกิดจากลำพุงน้ำในน้ำ รวมไปถึงกลไกการขยายตัวและยุบตัวของ bubble ซึ่งสามารถอธิบายได้จากปรากฏการณ์ของ cavitations นอกจากนี้ยังสังเกตเห็น shock wave, compressed wave, rebound shock wave จากการยุบตัวของ bubble ในน้ำ และจากภาพถ่ายโดยไม่ใช้เทคนิคการถ่ายภาพแบบ Shadowgraph และการถ่ายภาพในแนวแกนช่วยให้สังเกตและเข้าใจพฤติกรรมต่างๆ ของ bubble ได้อย่างชัดเจน

3. จากภาพถ่ายของลำพุงชนิดต่างๆ ในอากาศ พบว่า ลำพุงนมมีลักษณะเรียวยาวและมีขนาดแคบ ในขณะที่ลำพุงน้ำสลัดและซอสมะเขือเทศจะมีขนาดที่ใหญ่กว่ามีพื้นผิวที่ขรุขระกว่า โดยการ

แตกตัวเป็นฟอยละอองที่รุนแรงเกิดขึ้นกับลำพุงยาสีฟัน จากการตรวจวัดความเร็วพบว่า ลำพุงนมมีความเร็วเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชนิดโดยมีความเร็วเท่ากับ 1,802.18 m/s ($Ma = 5.3$) ในขณะที่ลำพุงซอสมะเขือเทศมีความเร็วเฉลี่ยสูงสุดต่ำสุดเมื่อเทียบกับทุกชนิดโดยมีความเร็วเท่ากับ 939.34 m/s ($Ma = 2.76$)

4. จากภาพถ่ายของลำพุงชนิดต่างๆ ในน้ำ พบว่า bubble ที่เกิดจากลำพุงทั้ง 4 ชนิดจะมีลักษณะเป็นทรงกลมคล้ายกัน แต่มีขนาดและความเร็วในการเกิดพฤติกรรมต่างๆ แตกต่างกันไปสรุปในตารางที่ 4.3

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรผลิตกระสุนปืนให้ได้ขนาดและน้ำหนักที่เท่ากันทุกการทดลอง เนื่องจากจะมีผลกับความเร็วของกระสุนปืนและความเร็วของลำพุงที่ผลิตได้
2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับชุดทดลองที่สามารถยิงกระสุนปืนได้อย่างต่อเนื่องและลดเวลาในการประกอบชุดทดลอง
3. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความดันกระแทกของลำพุงกรณีฉีดในน้ำ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้จริงกับการเจาะหรือตัดโครงสร้างได้ทะเล