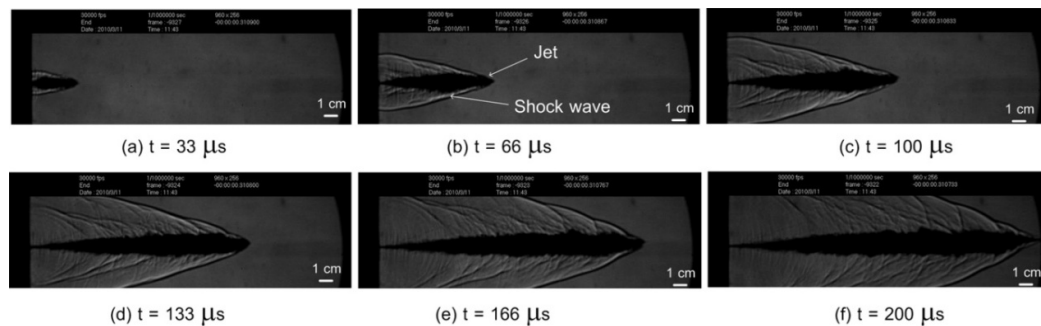


บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

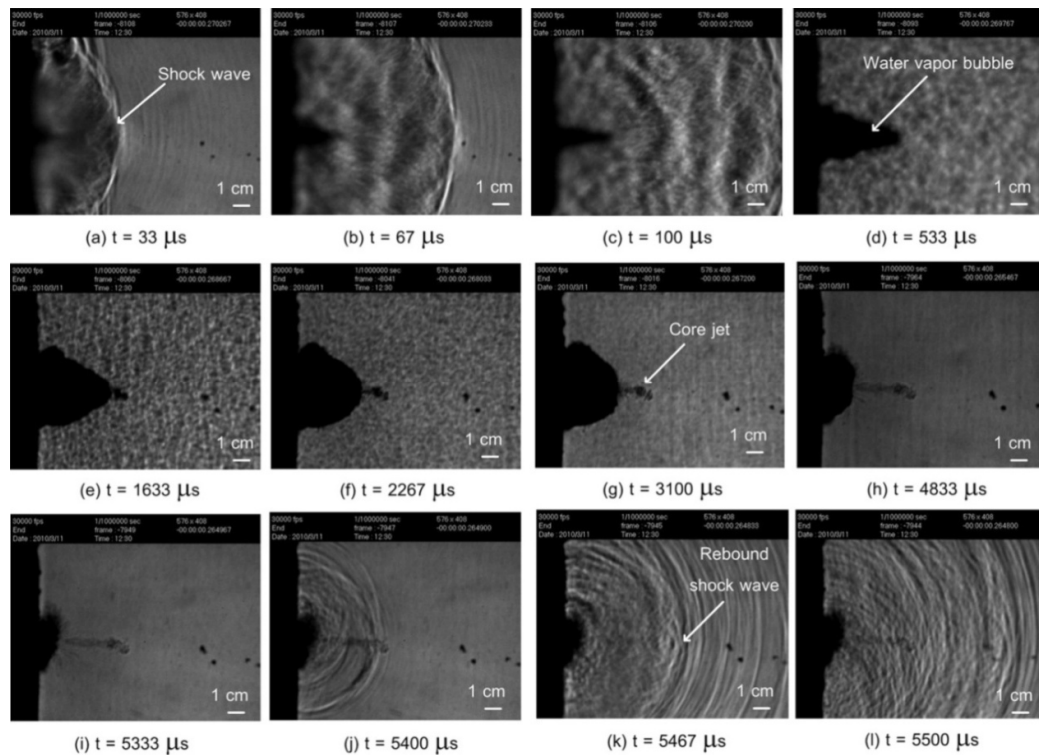
แรกเริ่มนักวิจัยให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed liquid jet) เนื่องจากปัญหาการชนของเม็ดฝน (rain impact) กับยานยนต์ความเร็วสูง [1-8] ต่อมาได้ศึกษาลำพุ่งความเร็วสูงในแง่มุมด้านวิศวกรรมอื่นๆ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับ cavitation [9, 10] เครื่องดับเพลิง (fire extinguisher) เทคโนโลยีเกี่ยวกับการตัดโดยลำพุ่ง (jet cutting technology) การทำสะอาดวัสดุโดยลำพุ่ง (material cleaning by jets) การทำเหมืองแร่และการเจาะอุโมงค์โดยการกระแทกของลำพุ่งความเร็วสูง (mining and tunneling by means of high-speed jet impingements) [11-20] การฉีดน้ำมันในเครื่องยนต์ดีเซล [21-24] การฉีดน้ำมันแก๊สโซลีนในเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (direct injection gasoline engine, GDI engine) [25-28] และเครื่องยนต์ SCRAM jet (Supersonic Combustion Ram Jet engine, SCRAM jet engine) [29-36]



รูปที่ 1 shadowgraph image of high-speed water jet injected into ambient air at jet velocity of 1,282 m/s (Mach number = 3.77) [39]

จากงานวิจัยต่างๆ พบว่า ในแง่มุมของการเผาไหม้ (viewpoint of combustion) ลำพุ่งน้ำมันความเร็วสูง มีส่วนช่วยให้การเผาไหม้มีสภาวะที่ดีขึ้น เนื่องจากการแตกตัวเป็นฝอยละอองของน้ำมันและการผสมคลุกเคล้ากันกับอากาศดีขึ้น และในมุมมองของเทคโนโลยีการตัดโดยลำพุ่ง (viewpoint of jet cutting technology) ลำพุ่งความเร็วสูงสามารถตัดวัสดุที่มีความหนาหรือความแข็งแรงได้เป็นอย่างดี และยังสามารถทำความสะอาดวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจาก Momentum energy ของลำพุ่งความเร็วสูงมีค่าสูงเพียงพอ อย่างไรก็ตาม สำหรับการผลิตลำพุ่งความเร็วสูงจนมีความเร็วอยู่ในช่วง supersonic หรือ hypersonic speed นั้น จะต้องใช้ความดันขับ (driving pressure) สูงมากถึงหลายร้อย MPa มีข้อจำกัดในด้านการผลิตและการเก็บความดันดังกล่าวในถังเก็บความดัน pressure vessel จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีการคิดค้นวิธีการผลิตลำพุ่ง

ความเร็วสูงโดยวิธีที่เรียกว่า impact acceleration method หรือ Bowden and Brunton method [37, 38] จากนั้นเป็นต้นมาการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับลำพุงความเร็วสูง จะใช้หลักการนี้ทั้งสิ้น



รูปที่ 2 shadowgraph image of high-speed water jet injected into water at jet velocity of 374 m/s [39]

จากงานวิจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นจะพบว่า มีเพียงการศึกษาเกี่ยวกับลำพุงความเร็วสูง (high-speed liquid jet) กรณีที่ลำพุงเป็น Newtonian fluid โดยฉีดเข้าไปในของไหลในสถานะแก๊ส (gas phase) เช่น อากาศ ดังรูปที่ 1 แสดง High-speed water jet into ambient air ซึ่งในปัจจุบัน มีนักวิจัยบางกลุ่มได้พยายามศึกษาการนำ high-speed jet มาประยุกต์ใช้กับงานด้านการแพทย์ เช่น การฉีดยาแบบไม่ใช้เข็ม (needleless) โดยใช้ลำพุงความเร็วสูงของตัวยาสกัดเข้าไปในผิวหนังโดยตรง และการรักษาการอุดตันของก้อนเลือดในเส้นเลือดในสมองโดยการฉีดลำพุงความเร็วสูงเข้าไปกระแทกทำลายเม็ดเลือด [40-42] นอกจากนี้แล้วยังมีแนวคิดนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้สมุทร เช่น การตัดโครงสร้างใต้ทะเลโดยลำพุงความเร็วสูง (jet cutting marine structures) หรือการเจาะใต้ทะเล (jet drilling at the bottom of the sea) [43, 44] จากทิศทางการประยุกต์ใช้ในปัจจุบันพบว่า ไม่เพียงแต่ลำพุงความเร็วสูงที่เป็นลำพุง Newtonian fluid ที่ฉีดเข้าไปในของไหลสถานะแก๊ส (อากาศ) เท่านั้น แต่ยังมีมีความพยายามนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีที่ฉีดลำพุงความเร็วสูงในของไหลสถานะของเหลว (liquid phase) เช่น น้ำ น้ำทะเล หรือแม้กระทั่งในเส้นเลือด เป็นต้น ซึ่งได้เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของลำพุงที่เป็น Newtonian fluid โดยฉีด

ภายในน้ำบางส่วนแล้ว [39] ดังรูปที่ 2 แสดง shadowgraph image of high-speed water jet injected into water ในขณะที่การผลิตและการศึกษาคุณลักษณะสำคัญต่างๆ ของลำพุ่งความเร็วสูง กรณีที่ลำพุ่งเป็น Non-Newtonian fluid ที่ฉีดเข้าไปในของเหลว ซึ่งประกอบไปด้วย ลักษณะของลำพุ่ง ความเร็วของลำพุ่ง การแตกตัว (break up) การผสมกัน (mixing) ระหว่างลำพุ่งกับของเหลว ความเร็วของลำพุ่ง (jet velocity) ระยะการพุ่งเข้าไปในของเหลว (penetration distance) และอื่นๆ ยังไม่มีงานวิจัยใดกล่าวถึงหรือรายงานมาก่อนเลย ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและศึกษาคุณลักษณะสำคัญต่างๆ ของลำพุ่ง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูงในของเหลว ซึ่งพฤติกรรมและคุณลักษณะต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นเร็วมาก (ในเวลาเป็น microsecond) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงใช้ถ่ายภาพความเร็วสูงจากกล้องความเร็วสูงร่วมกับเทคนิคการถ่ายภาพแบบ shadowgraph ในการอธิบายผลการศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงและทดสอบชุดทดลองยิงกระสุนความเร็วสูง (high-speed projectile) ให้มีความเหมาะสมในการผลิตลำพุ่ง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูง (high-speed Non-Newtonian fluid jet) โดยวิธี impact acceleration method
2. เพื่อผลิตลำพุ่ง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูง (high-speed Non-Newtonian fluid jet) เมื่อฉีดในอากาศและในของเหลว
3. เพื่ออธิบายคุณลักษณะและพฤติกรรมต่างๆ ของลำพุ่ง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูง (high-speed Non-Newtonian fluid jet) เมื่อฉีดในอากาศและในของเหลว
4. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อคุณลักษณะของลำพุ่ง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูง (high-speed Non-Newtonian fluid jet) ในของเหลว

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ออกแบบ ปรับปรุงสมรรถนะ (ballistic performance) และทดสอบชุดทดลองยิงกระสุนความเร็วสูง (high-speed projectile) ที่ใช้ในการผลิตลำพุ่งความเร็วสูง (high-speed jet) โดยวิธี impact acceleration method ให้มีความเหมาะสมกับกรณีฉีด Non-Newtonian fluid ในของเหลว
2. ทดลองผลิตลำพุ่ง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูงเข้าไปในอากาศเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของคุณลักษณะของลำพุ่ง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูงเมื่อฉีดในของเหลว (น้ำ)
3. ทดลองผลิตลำพุ่ง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูงในของเหลว โดยในการทดลองนั้นมีตัวแปร (parameters) หลักในการศึกษา คือ ชนิดของของเหลวของลำพุ่ง (types of liquid jet)
4. คุณลักษณะสำคัญที่สนใจต่างๆ อาทิ ลักษณะของลำพุ่ง ความเร็วของลำพุ่ง (jet body) การแตกตัว (break up) การผสมกัน (mixing) ระหว่างลำพุ่งกับของเหลว ความเร็วของลำพุ่ง (jet velocity) ระยะการพุ่งเข้าไปในของเหลว (penetration distance) และอื่นๆ จากการถ่ายภาพด้วยกล้องความเร็วสูงร่วมกับเทคนิคการถ่ายภาพแบบ shadowgraph

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ทำการสำรวจผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature survey) อย่างละเอียด
2. ทำการ ปรับปรุงสมรรถนะ (ballistic performance) และทดสอบชุดทดลองยิงกระสุนความเร็วสูง (high-speed projectile) ที่ใช้ในการผลิตลำพุง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูง (high-speed Non-Newtonian fluid jet) โดยวิธี impact acceleration method
3. ทดสอบผลิตลำพุง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูงกรณีฉีดลำพุงความเร็วสูงเข้าไปในอากาศ
4. ทดสอบผลิตลำพุงความเร็วสูงกรณีฉีดลำพุง Non-Newtonian fluid เข้าไปใน ของเหลวชนิด
5. กำหนด parameters ต่างๆ (ชนิดของเหลวของลำพุง และอื่นๆ) ที่มีอิทธิพลต่อคุณลักษณะของลำพุง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูง
6. อาจจะมีการแก้ไขปรับปรุงในหลายๆจุด และทดสอบเพิ่มเติม
7. สรุปผลการศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. รู้ถึงคุณลักษณะของลำพุง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูง (high-speed Non-Newtonian fluid jet) ในของเหลว
2. รู้ถึงตัวแปร (parameters) ต่างๆ ที่มีผลต่อคุณลักษณะของลำพุง Non-Newtonian fluid ความเร็วสูง (high-speed Non-Newtonian fluid jet) ในของเหลว
3. อาจจะค้นพบของไหล (Non-Newtonian fluid) ที่เหมาะกับการใช้งานในแต่ละด้านทั้งในทางวิศวกรรม แพทย์ศาสตร์ หรืออื่นๆ
4. สามารถพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านการแพทย์ อุตสาหกรรมได้สมุทรร เทคโนโลยีการตัด (cutting technology) และงานด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้จริง