

การเปรียบเทียบซีปนวิธีภายในอาวุธปืนขนาด 5.56 มม. ที่ใช้ดินปืน แบบทรงกระบอกและทรงกลม

สุรสิทธิ์ ปาลสาร^{1*}

วันที่รับ 2 กันยายน 2568 วันที่แก้ไข 30 มกราคม 2569 วันที่ตอบรับ 17 มีนาคม 2569

บทคัดย่อ

อาวุธปืนขนาดลำกล้อง 5.56 มม. เป็นที่นิยมใช้ในเหล่าทหารราบและหน่วยงานตำรวจตระเวนชายแดน อาวุธปืนที่ใช้งานส่วนใหญ่ทำงานด้วยระบบก๊าซ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ดินปืนในตัวเอง การวิเคราะห์ความดันที่เกิดขึ้นในรังเพลิงและความเร็วต้นของกระสุนมีความสำคัญต่อการออกแบบและการใช้งาน ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างดินปืนสองแบบ ได้แก่ ดินปืนแบบทรงกระบอกและดินปืนแบบทรงกลม และกระสุนสองชนิดคือ M193 และกระสุน M855 ผลการเปรียบเทียบซีปนวิธีภายในของดินปืนทั้งสองแบบพบว่า สำหรับกระสุนแต่ละชนิด ดินปืนแบบทรงกระบอกมีความดันรังเพลิงที่สูงกว่าและเวลาเผาไหม้สั้นกว่าแบบทรงกลม ความเร็วต้นของดินปืนแบบทรงกระบอกสูงกว่าแบบทรงกลม และประสิทธิภาพเชิงซีปนวิธีแบบทรงกระบอกมากกว่าแบบทรงกลม การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระสุน M193 และ M855 พบว่าประสิทธิภาพกระสุนของ M855 มากกว่า M193 เช่นเดียวกันในดินปืนทั้งสองแบบ

คำสำคัญ: ซีปนวิธีภายในอาวุธปืน, ดินปืน, ดินปืนทรงกระบอก, ดินปืนทรงกลม

¹ ส่วนงานวิศวกรรมระบบขับเคลื่อน, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

* ผู้แต่ง, อีเมล: surasith.p@dti.or.th

Comparison of Interior Ballistic in 5.56 mm Rifle Using Single Perforated Grain and Spherical Grain Gunpowder

Surasith Palasarn^{1*}

Received 2 September 2025 Revised 30 January 2026 Accepted 17 March 2026

Abstract

The 5.56-mm firearm is commonly used by infantry and border police units. Most firearms in service are gas-operated, which results from the internal combustion of gunpowder. Analysis of breech pressure and muzzle velocity is important for design and operation. This research comparatively examined two types of gunpowder single-perforated grains and spherical grains and two types of cartridges, M193 and M855. The interior-ballistic comparison showed that, for each cartridge type, single-perforated grains produced higher breech pressures and shorter burn times than spherical grains. The muzzle velocity and ballistic efficiency of single-perforated grains were also higher than those of spherical grains. A comparison between the M193 and M855 cartridges indicated that M855 exhibited better ballistic efficiency than M193 for both gunpowder types.

Keywords: Interior ballistic of gun, Gunpropellant, Single perforated grain, Spherical grain

¹ Propulsion Systems Division, Defence Technology Institute

* Corresponding author: surasith.p@dti.or.th

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการใช้งานปืนประจำกาย ภายในหน่วยทหารและตำรวจ โดยมีปืนที่ประจำการอยู่ในกองทัพบกของไทย ได้แก่ ปืนเล็กยาวแบบ M16A1 A2 และ A4 ของสหรัฐอเมริกา ปืนเล็กยาวแบบ TAR-21 ของอิสราเอล ปืนเล็กยาว M4A1 ใช้ในหน่วยรบพิเศษ เป็นต้น ปืนเล็กยาวที่ประจำการอยู่ส่วนใหญ่ ใช้กระสุนขนาดเดียวกัน นั่นคือ กระสุนขนาด 5.56x45 มม. ตามมาตรฐานประเทศในกลุ่ม NATO การใช้งานปืนขนาด 5.56x45 มม. มีอยู่มากในกองทัพบกไทย และมีการอัปเดตระบบอาวุธและกระสุนให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ในส่วนของกระสุนปืนขนาด 5.56x45 มม. มีการใช้งานหลากหลายแบบ เช่นเดียวกัน เช่น กระสุน M855, M193 และกระสุนส่องวิถี (tracer) M856 เป็นต้น

การคำนวณชิปนวิธิภายในอาวุธปืน โดยหลักการแล้วอาศัยหลักการคำนวณการเผาไหม้บนพื้นที่ผิวเปิดของดินปืนพร้อม ๆ กัน ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นและนำเสนอโดย Corner [1] หลักการดังกล่าวเป็นรูปแบบที่คำนวณได้ง่ายและมีความแม่นยำ ต่อมามีการคำนวณที่อาศัยหลักการทางฟิสิกส์ของการเผาไหม้เชื้อเพลิง สามารถแสดงกราฟความดันและความเร็วของกระสุนของปืน Vasile [2] การคำนวณสมการการเคลื่อนที่ของกระสุนปืน โดยสมการลากรองจ์ได้รับการพัฒนาแสดงโดย Carlucci และคณะ [3] การใช้หลักการของ Vallier-Heydenreich การคำนวณทางทฤษฎีและผลการทดสอบของปืนขนาด 7.62 มม. แสดงค่าความดันและความเร็วของกระสุนปืนของ Cronemberger และคณะ [4] นอกจากนี้การคำนวณสมการชิปนวิธิภายในของดินปืนแบบทรงกลมและแบบทรงกระบอก ได้รับการพัฒนาขึ้นจากสมการเชิงอนุพันธ์ นำเสนอโดย Akcay และคณะ [5]

การจำลองชิปนวิธิภายในโดยใช้คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์สมรรถนะของอาวุธปืน ซึ่งสามารถเพิ่มความแม่นยำและลดต้นทุนการทดลองจริงได้ [6], [8] ข้อมูลทางเทคนิคของกระสุนปืนและคุณลักษณะของอาวุธตามมาตรฐานทางทหารถูกนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญในการวิเคราะห์และออกแบบ [10], [11]

การพัฒนาแบบของกระสุนมีความต้องการกระสุนที่มีความเร็วสูง และมีประสิทธิภาพสูงกว่า ในขณะที่ตัวปืนมีน้ำหนักที่เบาลง เพื่อให้ได้คุณสมบัติดังกล่าวนี้ การปรับปรุงรูปแบบของดินปืน มีผลต่อชิปนวิธิภายในลำกล้องปืน และทำให้กระสุนมีความเร็วสูงขึ้น การคำนวณชิปนวิธิภายในที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงลักษณะของดินปืนมีส่วนช่วยในการออกแบบได้ดีขึ้น โดยปกติแล้ว กระสุนปืนเล็กยาวมีดินปืนอยู่สองลักษณะ ได้แก่ ดินปืนแบบทรงกระบอก (single perforated grain) และดินปืนแบบทรงกลม (spherical grain) การเปรียบเทียบชิปนวิธิภายในเป็นการคำนวณความดันรังเพลิง และความเร็วของกระสุน ที่เกิดจากดินปืนทั้งสองแบบ เป็นจุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ รวมถึงการเปรียบเทียบกระสุนสองชนิด ได้แก่ M855 และ M193 ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน [10], [12]

2. สมการชิปนวิธิภายใน

เมื่อพิจารณาการเผาไหม้ของดินปืนแบบทรงกระบอก ความหนาของรูปทรงตรงจุดที่น้อยที่สุดเรียกว่าความหนาเว็บ (web thickness) แทนด้วย D มีค่าตามสมการ

$$D = \frac{1}{2} (d_1 - d_2) \quad (1)$$

โดยที่ d_1 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก
 d_2 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ดินปืนหนัก C ในช่วงเวลา t มีค่าเท่ากับ $c\phi y$ โดยที่ f คือ สัดส่วนเชื้อเพลิงคงเหลือ ดังนั้น สำหรับดินปืนรูปร่างทั่วไป $= \phi$ 1 เมื่อ $f = 0$ ความสัมพันธ์ระหว่าง ϕ และ f เป็นไปตามสมการ

$$\phi = (1 - f)(1 + \theta) \quad (2)$$

โดยที่ θ คือ ฟังก์ชันฟอง (form function)

ในกรณีของดินปืนทรงกระบอก (single perforated grain) ค่า $\theta = 0$ Corner [1] สำหรับกรณี ดินปืนทรงกลม (spherical grain) ความหนาเว็บ D มีค่าเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของดินปืน ค่า $\theta = 1.4$ Carlucci และคณะ [3] และสมการสัดส่วนก๊าซจากการเผาไหม้จะเท่ากับ

$$\phi = 1 - f^3 \quad (3)$$

โดย ϕ เพิ่มขึ้นจาก 0 จนถึง 1 สมการอัตราการเผาไหม้แสดงตามสมการ

$$r_b = \beta P^\alpha \quad (4)$$

โดยที่ r_b คือ อัตราการเผาไหม้

β คือ สัมประสิทธิ์อัตราการเผาไหม้

P คือ ความดันรังเพลิง

α คือ เลขชี้กำลังความดัน

สมการที่ (4) สามารถใช้ได้ถ้า α มีค่าเข้าใกล้หนึ่ง โดยมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย

ตัวแปรไม่มีหน่วย M แทนตัวแปรชปีนวิธกลาง (central ballistic parameter) แสดงถึงความสัมพันธ์ของความดันรังเพลิงกับการเคลื่อนตัวของกระสุนปืนแสดงโดยสมการ

$$M = \frac{A^2 D^2 \left(1 + \frac{C}{3w_1}\right) G}{\beta^2 w_1 c A \left(1 + \frac{C}{2w_1}\right)^2} \quad (5)$$

โดยที่ λ คือ พลังงานดินขับ (propellant force)

A คือ พื้นที่หน้าตัดลำกล้องปืน

w_1 คือ น้ำหนักกระสุนสุทธิ (effective weight)

ความดันรังเพลิงในกรณีของดินปืนแบบทรงกระบอกแสดงโดยสมการด้านล่างนี้

$$P = \frac{\lambda c \left(1 + \frac{C}{2w_1}\right)}{V_i \left(1 + \frac{C}{3w_1}\right)} (1-f) e^{-M(1-f)} \quad (6)$$

โดยที่ V_i คือ ปริมาตรเริ่มต้นของรังเพลิง

สำหรับในกรณีของดินปืนแบบทรงกลม ความดันรังเพลิง หาได้จากสมการ

$$P = \frac{\lambda C R_L}{V_i} (1-f^3) \left\{ \exp \left[\frac{2M}{\sqrt{3}} \left(\tan^{-1} \left(\frac{1+2f}{\sqrt{3}} \right) + \left(\frac{\pi}{3} \right) \right) \right] \right\} \quad (7)$$

โดยที่ R_L คือ อัตราส่วนลากรองจ์

สมการระยะทางของกระสุนเคลื่อนที่ไป แบ่งเป็นสองกรณีเช่นกัน ได้แก่ กรณีดินปืนทรงกระบอก ($\theta = 0$)

$$x + l = l e^{M(1-f)} \quad (8)$$

กรณีดินปืนทรงกลม ($\theta = 1.4$)

$$x + l = l \exp \left[-\frac{2M}{\sqrt{3}} \left(\tan^{-1} \left(\frac{1+2f}{\sqrt{3}} \right) - \left(\frac{\pi}{3} \right) \right) \right] \quad (9)$$

โดยที่ x คือ ระยะทางกระสุนเคลื่อนที่

l คือ ความยาวห้องรังเพลิง

โดยการอินทิเกรตสมการการเคลื่อนที่ สมการความเร็วลูกกระสุนในช่วงที่ดินปืนเผาไหม้แสดงโดย

$$v = \frac{AD}{\beta \left(w_1 + \frac{1}{2}C \right)} (1-f) \quad (10)$$

ภายหลังการเผาไหม้ดินปืนหมดลง สมการความดันที่สอดคล้องภายในรังเพลิงกลายเป็น

$$P = P_B r^Y \quad (11)$$

สมการความเร็วกลายเป็น

$$v^2 = \frac{\lambda c (M + \Phi)}{w_1 + \frac{C}{3}} \quad (12)$$

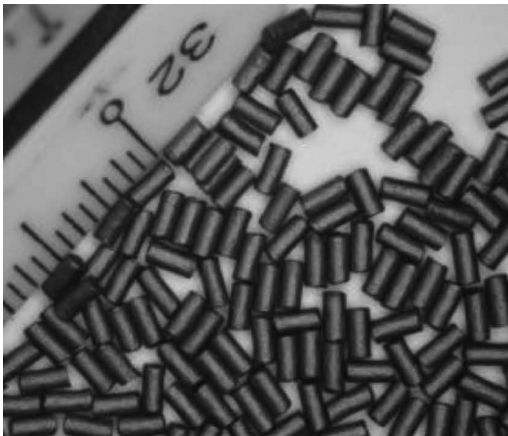
โดยที่ r คือ สัดส่วนระยะทางต่อระยะเผาไหม้สิ้นสุด

Y คือ อัตราส่วนความร้อนจำเพาะ

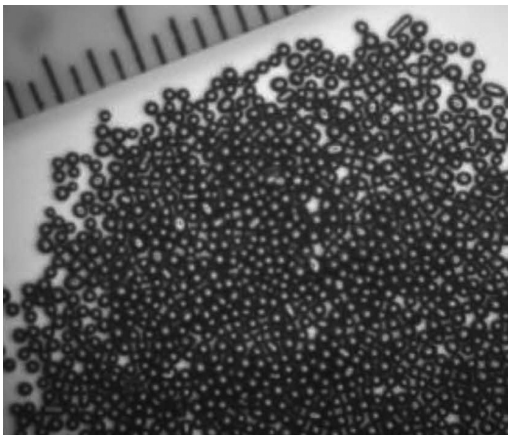
θ คือ ตัวแปรเสริม

3. การดำเนินงานวิจัย

เพื่อประโยชน์ของการนำไปใช้งานกระสุนปืน ขนาด 5.56 มม. สำหรับปืนประจำกายแบบต่างๆ ของกองทัพบกและหน่วยงานตำรวจ งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบระหว่างดินปืนแบบทรงกระบอก (single perforated grain) มีลักษณะตามรูปที่ 1 กับดินปืนรูปทรงกลม (spherical grain) การเปรียบเทียบคุณลักษณะของความดันรังเพลิงเทียบกับเวลา ความเร็วกระสุนเทียบระยะทาง และความดันรังเพลิงเทียบกับระยะทาง



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 (ก) ดินปืนทรงกระบอก (ข) ดินปืนทรงกลม

ด้วยขนาดของดินปืนมีความแตกต่างกันในแต่ละเม็ด ขนาดที่ใช้ในการคำนวณ จึงใช้ขนาดเฉลี่ย โดยอิงตามมาตรฐานสหรัฐอเมริกา (US classified) โดยขนาดของดินปืนเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่งของการเผาไหม้ดินปืนและมีผลต่อความดันรังเพลิง

การคำนวณเชิงตัวเลขอาศัยหลักการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแข็ง การเผาไหม้แบบถดถอย (burn back characteristic) เกิดขึ้นที่พื้นที่ผิวเปิดของดินปืน ซึ่งเป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับในงานวิจัยด้านขีปนาวุธภายใน [5], [6] โดยแบบจำลองเชิงตัวเลขดังกล่าวสามารถนำไปใช้ร่วมกับข้อมูลเชิงวิศวกรรมจากคู่มือมาตรฐานทางทหารเพื่อเพิ่มความถูกต้องของผลการคำนวณ [8], [10]

การคำนวณเริ่มด้วยการกำหนดระยะ $x_s = 0.0004$ mm จากนั้นคำนวณหาค่า x_i

$$x_i = x_{i-1} + x_s \quad (13)$$

สำหรับดินปืนทรงกระบอก คำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน D_i เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน d_i และความยาว L_i โดยสมการ

$$D_i = D_o - 2x_i \quad (14)$$

$$d_i = d_o + 2x_i \quad (15)$$

$$L_i = L_o - 2x_i \quad (16)$$

$$Q_i = \frac{n\rho_p}{C} \left[\frac{\pi}{4} (D_{i-1}^2 - d_{i-1}^2) L_{i-1} - \frac{\pi}{4} (D_i^2 - d_i^2) L_i \right] + Q_{i-1} \quad (17)$$

$$f_i = 1 - Q_i \quad (18)$$

สำหรับดินปืนทรงกลม

$$R_i = R_o - x_i \quad (19)$$

$$Q_i = \frac{n\rho_p}{C} \left[\frac{4}{3} \pi (R_{i-1}^3 - R_i^3) \right] + Q_{i-1} \quad (20)$$

$$f_i = (1 - Q_i)^{1/3} \quad (21)$$

เมื่อคำนวณหาสัดส่วนดินปืนคงเหลือ f แล้ว สามารถคำนวณหาความดันรังเพลิงได้จากสมการ (6) และ (7) จากนั้นคำนวณความเร็วและระยะทางจากสมการ (8), (9) และ (10) คำนวณอัตราเผาไหม้ r_i จากสมการ (4) สามารถคำนวณเวลาในขั้นถัดไปจาก

$$t_i = \frac{x_s}{r_i} + t_{i-1} \quad (22)$$

การคำนวณข้างต้นสามารถทำได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยงานทั่วไป การเปรียบเทียบระหว่างดินปืนสองลักษณะ และกระสุนสองประเภทได้แก่ กระสุน M193 และ กระสุน M855 คุณสมบัติของดินปืนที่ใช้ในการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 1 คุณสมบัติของกระสุนปืนแต่ละแบบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของดินปืน

Parameters	Propellant Type		Reference
	Single Perforated Grain	Spherical	
Propellant force	1,144,765 J/kg	1,144,765 J/kg	Ref [8]
Density	1.55 g/cm ³	1.55 g/cm ⁴	Ref [3]
Ratio of specific heat	1.26	1.26	Ref [3]
Burn rate coefficient	3.4037	3.4037	Ref [8]
Burn rate exponent	0.8	0.8	Ref [8]
Form factor	0	1.4	Ref [3]
Web thickness	0.345 mm	0.85 mm	Ref [13]
Outer diameter	0.85 mm	0.85 mm	Ref [13]
Inner diameter	0.16 mm	-	Ref [13]
Length	2.14 mm	-	Ref [13]

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของปืนและกระสุนปืน

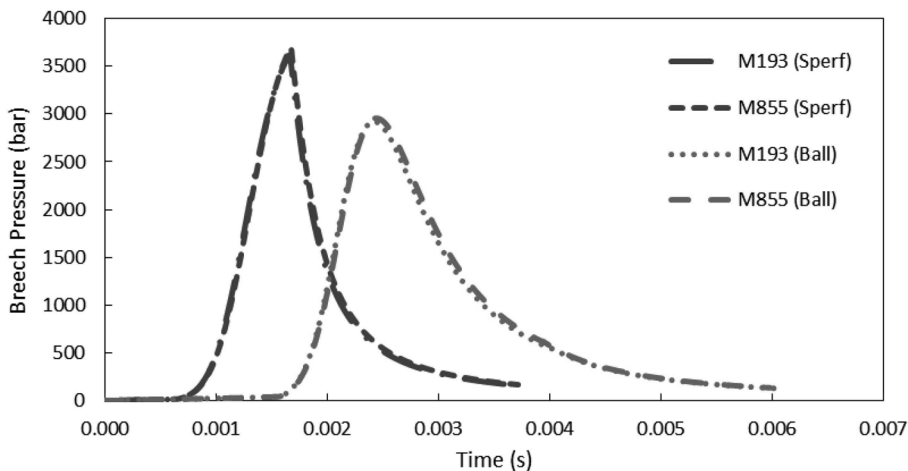
Parameters	Cartridge Type		Reference
	M193	M855	
Bore diameter	5.70 mm	5.70 mm	Ref [12]
Chamber length	112 mm	112 mm	Ref [12]
Projectile weight	56 gr	62 gr	Ref [10]
Charge weight	26.5 gr	26.1 gr	Ref [10]
Barrel length 11.5"/14.5"	292/368 mm	292/368 mm	Ref [12]
Twist rate	32 Caliber	32 Caliber	Ref [12]
Radius of gyration	1.90 mm	1.90 mm	Ref [1]

4. ผลการคำนวณชิปนวิธิภายใน

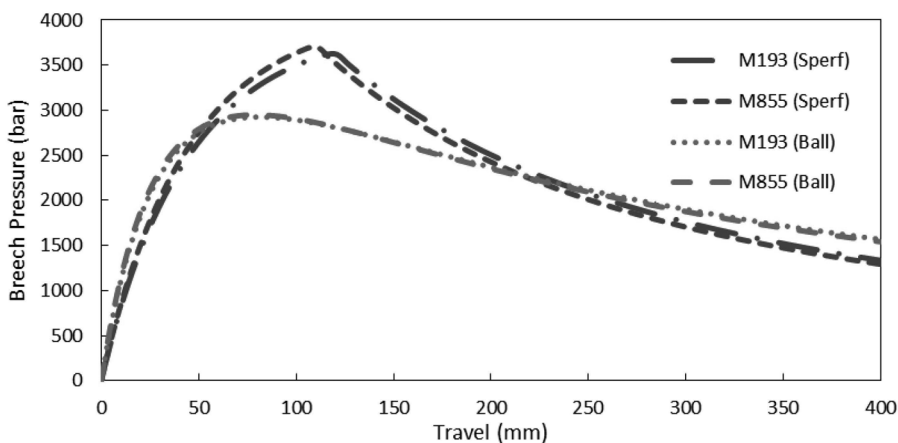
การคำนวณชิปนวิธิภายในเป็นการคำนวณเปรียบเทียบความดันภายในรังเพลิงต่อเวลา แสดงตามรูปที่ 2 ผลการคำนวณความเร็วกระสุนปืนต่อระยะทางเคลื่อนที่แสดงตามรูปที่ 3 และผลการคำนวณความดันรังเพลิงต่อระยะทางเคลื่อนที่แสดงตามรูปที่ 4 ค่าผลการคำนวณเปรียบเทียบกระสุนทุกแบบรวบรวมไว้แสดงตามตารางที่ 3 จากการคำนวณตามรูปที่ 2 ความดันต่อเวลา การคำนวณระหว่างดินปืนทั้งสองแบบ พบว่าดินปืนแบบทรงกระบอก มีความหนาเว็บ 0.345 mm มีการเพิ่มขึ้นของความดันได้เร็วกว่า และมีค่าความดันสูงสุดมากกว่าดินปืนแบบทรงกลมที่มีความหนาเว็บ 0.85 mm แสดงถึงความหนาเว็บน้อยกว่าจะทำให้

ความดันรังเพลิงสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกระสุน M193 ปริมาณดินปืนที่ใช้เท่ากับ 26.5 gr เท่ากัน ดินปืนแบบทรงกระบอกมีความดันสูงสุด 3,618 bar ดินปืนแบบทรงกลมที่มีความดันสูงสุด 2,924 bar เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระสุนปืนสองชนิดพบว่า M855 มีค่าความดันสูงสุดมากกว่า M193 โดยที่ปริมาณดินปืน M855 ใช้ดินปืนน้อยกว่าเล็กน้อย

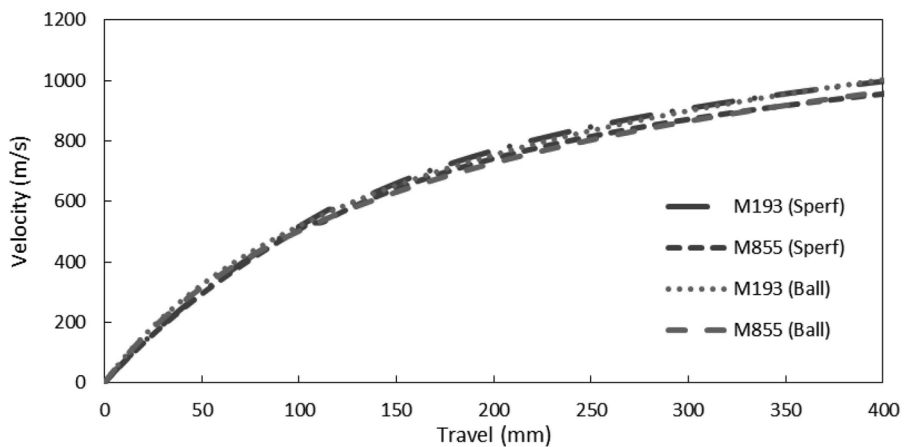
ผลการคำนวณที่ได้มีแนวโน้มสอดคล้องกับผลการทดลองและข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงทางวิศวกรรมชิปนวิธิภายใน [4], [8] แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่ใช้สามารถอธิบายพฤติกรรมของความดันและความเร็วของกระสุนได้อย่างเหมาะสม



รูปที่ 2 กราฟความดัน-เวลา ของกระสุนสี่แบบ



รูปที่ 3 กราฟความดัน-ระยะทาง ของกระสุนสี่แบบ



รูปที่ 4 กราฟความเร็วกระสุน-ระยะทางของกระสุนสี่แบบ

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณเปรียบเทียบกระสุนและดินปืนชนิดต่าง ๆ

Parameters	Single Perforated Grain		Ball (Spherical) Grain	
	M193 (Sperf)	M855 (Sperf)	M193 (Ball)	M855 (Ball)
Projectile Weight, gr	56	62	56	62
Charge Weight ,gr	26.5	26.1	26.5	26.1
Muz Velocity,11.5" m/s(ft/s)	894(2,976)	861(2,868)	889(2,960)	854(2,844)
Muz Velocity,14.5" m/s(ft/s)	967(3,222)	927(3,086)	971(3,233)	932(3,105)
Max Breech Pressure, Bar	3,618	3,689	2,924	2,955
Burn Time, sec	0.0017	0.0017	0.0040	0.0039
Ballistic Efficiency, 11.5" %	19.2	20.1	19.0	19.8
Ballistic Efficiency, 14.5" %	22.6	23.3	22.7	23.6

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างกระสุนแต่ละแบบ

Test Result	Cartridge Type		Reference
	M193	M855	
Muz Velocity,11.5" m/s(ft/s)	843(2,766)	830(2,723)	Ref [12]
Muz Velocity,14.5" m/s(ft/s)	991(3,250)	922(3,025)	Ref [10]
Max Breech Pressure, Bar	3,585	3,792	Ref [10]

พิจารณารูปที่ 3 การเพิ่มขึ้นของความดันต่อระยะทางการเคลื่อนที่ของกระสุนปืน พิจารณากระสุน M193 ดินปืนแบบทรงกระบอก ความดันสูงสุด 3,618 bar ที่ระยะทาง 120 mm ในขณะที่ดินปืนแบบทรงกลม ความดันสูงสุด 2,924 bar ที่ระยะทาง 75 mm หลังจากกระสุนผ่านจุดที่ความดันสูงสุดไปแล้ว ความดันรังเพลิงจะค่อยๆ ลดลงตามระยะทางของกระสุน รูปที่ 4 แสดงกราฟความเร็วกระสุนต่อระยะทาง พบว่าความเร็วกระสุนเพิ่มขึ้นตามระยะทางกระสุนเคลื่อนที่ โดยที่ความเร็วกระสุนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นช้าลงในช่วงหลังเนื่องจากความดันที่ลดลง

พิจารณาตารางที่ 3 กระสุน M193 ความยาว 11.5 นิ้ว ดินปืนแบบทรงกระบอก มีความเร็วต้น 894 m/s ประสิทธิภาพ 19.2 % ดินปืนแบบทรงกลมมีความเร็วต้น 889 m/s ประสิทธิภาพ 19.0 % แสดงว่าดินปืนแบบทรงกระบอกมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบทรงกลม ในกรณีของดินปืนชนิดเดียวกัน พิจารณาดินปืนแบบทรงกระบอก กระสุน M193 น้ำหนัก 56 gr มีประสิทธิภาพ 19.2 % ในขณะที่กระสุน M855 น้ำหนัก 62 gr มีความเร็วต้น 861 m/s ประสิทธิภาพเท่ากับ 20.1 % นั่นคือกระสุน M855 มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบ M193 กรณีการเปรียบเทียบความเร็วของกระสุนของปืนความยาวลำกล้องปืนต่างกัน พบว่าขนาดความยาวลำกล้องยาว 14.5 นิ้ว มีความเร็วต้นและประสิทธิภาพสูงกว่าปืนลำกล้องยาว 11.5 นิ้ว การเปรียบเทียบกับผลการทดสอบความเร็วต้นและความดันรังเพลิงในตารางที่ 4 พบว่าผลการคำนวณมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดสอบ

5. บทสรุป

การคำนวณชิปนวิธีภายในลำกล้องปืนขนาด 5.56x45 mm โดยอาศัยหลักการเผาไหม้บนพื้นที่ผิวของดินปืน เราสามารถคำนวณความดันรังเพลิง ความเร็วกระสุนปืน ระยะทางการเคลื่อนที่ของกระสุน รวมถึงประสิทธิภาพของกระสุนแบบต่าง ๆ จากการเปรียบเทียบระหว่างกระสุนที่ใช้ดินปืนทรงกระบอก (single perforated grain) และดินปืนแบบทรงกลม (spherical grain) พบว่าดินปืนทรงกระบอกมีความเร็วต้นและประสิทธิภาพสูงกว่าดินปืนแบบทรงกลมอย่างเห็นได้ชัด รวมถึงมีความดันรังเพลิงสูงกว่าและเวลาที่สั้นกว่า ผลการคำนวณมีลักษณะเดียวกันสำหรับกระสุน M193 และ M855 ในกรณีดินปืนชนิดเดียวกัน กระสุน M855 มีประสิทธิภาพสูงกว่า M193 เนื่องจากน้ำหนักที่มากกว่า M193 ในกรณีความยาวลำกล้องพบว่าปืนลำกล้องยาวมีความเร็วและประสิทธิภาพสูงกว่าปืนลำกล้องสั้น

การคำนวณข้างต้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในหน่วยผู้ใช้งาน รวมถึงการพัฒนาอาวุธปืนที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อย่างไรก็ตามข้อมูลการทดสอบที่ช่วยยืนยันผลการคำนวณมีความจำเป็น สำหรับการปรับปรุงความถูกต้องของตัวแปรต่าง ๆ รูปแบบของดินปืนแบบอื่น ๆ ที่มีผลต่อความดันรังเพลิงในลักษณะแตกต่างกันไป จำเป็นต้องมีการคำนวณและทดสอบเพิ่มเติม

ผลการคำนวณในงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ชิปนวิธีภายในของกระสุนขนาด 5.56 มม. [7] ซึ่งยืนยันถึงความถูกต้องของแบบจำลองที่นำมาใช้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะผู้บริหาร นักวิจัยที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ รวมถึงผู้เกี่ยวข้อง ของสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ ที่มีส่วนสนับสนุนในงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. M. Corner, Theory of the Interior Ballistics of Guns. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1950.
- [2] T. Vasile, "The fundamental problem solving of interior ballistics using the physical law of powder burning," AARMS, vol. 3, no. 3, pp. 407–414, 2004.
- [3] D. E. Carlucci and S. S. Jacobson, Ballistics: Theory and Design of Guns and Ammunition. New York, NY, USA: Taylor & Francis, 2018.
- [4] P. O. Cronemberger, "Theoretical and experimental study of interior ballistics of a 7.62 mm rifle," Thermal Engineering, vol. 13, no. 2, pp. 20–27, 2014.
- [5] M. Akcay, "Internal and transitional ballistic solution for spherical and perforated propellants and verification with experimental results," Journal of Thermal Science and Technology, vol. 37, no. 1, pp. 35-44, 2017.
- [6] P. G. Baer and J. M. Frankle, "The simulation of interior ballistics performance of guns by digital computer program," Interior Ballistics Laboratory, Aberdeen Proving Ground, MD, USA, 1962.
- [7] S. Palasarn, "The numerical analysis of the interior ballistic of a 5.56 mm gun," Defence Technology Academic Journal, vol. 7, no. 15, pp. 46–55, 2025. (in Thai)
- [8] U.S. Army Materiel Command, Engineering Design Handbook: Interior Ballistics of Guns. Huntsville, AL, USA, 1965.
- [9] U.S. Army Materiel Command, Engineering Design Handbook: Recoilless Rifle Weapon Systems. Alexandria, VA, USA, 1976.
- [10] Headquarters, Department of the Army, Army Ammunition Data Sheets: Small Caliber Ammunition, TM 43-0001-27. Washington, DC, USA, 1996.
- [11] Infantry Battalion, Chulachomklao Royal Military Academy, Infantry Unit Weapons Manual. Nakhon Nayok, Thailand. (in Thai)
- [12] EMTAN, "MZ-4P 11.5 Rifle: Caliber 5.56 mm NATO Automatic Rifle with piston operating system," [Online]. Available: <https://emtan.co.il/products/MZ-4p-11-5/>. [Accessed: Apr. 17, 2026].