

การพัฒนาแผ่นเกราะเชิงประกอบโดยใช้วัสดุเซรามิก/ เส้นใย/ โลหะ

Development of Ceramic/ Fabric/ Metal Composite Armour System

มงคล พุ่มแก้ว^{1,*}, ชัยณรงค์ ศรีกุลวงศ์¹ และ สมนึก วัฒนศรีกุล²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการบิน-อวกาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กรุงเทพฯ 10800

E-mail: mongkol_god@hotmail.com

โทรศัพท์: 02 3198201-3, โทรสาร: 023 196 710

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็น การนำเสนอการออกแบบเกราะกันกระสุนปืนที่ใช้วัสดุประเภทเซรามิก/ เส้นใย/ โลหะ โดยดำเนินการยิงทดสอบจริงตามมาตรฐาน NIJ ของสหรัฐอเมริกา วัสดุที่ใช้คือวัสดุเซรามิกซึ่งมีความแข็งมากทำให้สามารถป้องกันหรือทำลายหัวกระสุนได้ ส่วนวัสดุเส้นใยสังเคราะห์ ทำหน้าที่เป็นวัสดุที่รับแรงหรือส่งถ่ายแรง โดยเฉพาะคุณสมบัติวัสดุเส้นใยสังเคราะห์มีความอ่อนนุ่มและเหนียวช่วยการกระจายแรงปะทะได้ดี สำหรับวัสดุโลหะจะทำหน้าที่ รับแรงปะทะขั้นสุดท้าย โดยพลังงานจลน์ของกระสุนส่วนที่เหลือ (Residual kinetic energy) จะทำให้โลหะยืดและเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวร (Plastic deformation) ดังนั้นการเลือกวัสดุและความหนาในแต่ละชั้นของเสื้อเกราะจำเป็นจะต้องศึกษากลไกการเจาะทะลุของกระสุนแต่ละประเภทอย่างละเอียด สำหรับการปะทะกันของวัตถุที่ความเร็วสูง ผลงานวิจัยทำให้ได้เสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนความเร็วสูง(กระสุน M16 และ Kalashnikov AK-47) ที่เป็นอาวุธสงคราม Level III โดยมีน้ำหนักรวมของเกราะคือ 7 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักลดลงจากเสื้อเกราะเหล็กเดิมที่หนัก 11.5 กิโลกรัม โดยเสื้อเกราะซึ่งเป็นผลงานจากงานวิจัยนี้ได้ถูกนำไปใช้งานจริงโดยเจ้าหน้าที่ทหารและตำรวจในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้แล้ว

คำหลัก: เสื้อเกราะ, วัสดุเซรามิก, วัสดุเส้นใยสังเคราะห์, การปะทะที่ความเร็วสูง

Abstract

This paper presents a practical design approach for ceramic/fabric/metallic layered plate armor system design based on the standard firing test condition according to the national institute of justice (NIJ) standard. It is generally reported in the literature that ceramic material offers very high compressive strength and commonly used as the front plate in order to erode drastically the projectile head. The synthetic fabric layer can be then applied and inserted as the middle layer to absorb the residual impact energy to the adjacent metallic layer. The tensile strength property of such fabric material plays a great role on the energy absorption/dissipation to another layer. In order to prevent blunt trauma of the user caused by impact pressure and to suppress the residual impact energy, the metallic plate is placed as the

third layer. It can be concluded from the experimental results that the selection of the armor material and its thickness is typically delicate and great care should be taken involving the study of the detailed penetration mechanism in the case of hypervelocity impact. The armor resulted from this research weighs 7 kg which is less than the weight of the previous design employing layered steel armor plates being of 11.5 kg The commercial armor-suit product resulted from this research is now widely distributed and used by the military and police officers in the three Thailand's southern-most provinces.

Keywords: armor, ceramic material, fabric material, hypervelocity impact

1. บทนำ

จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ทำให้เกิดการสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงานทั้งทหาร ตำรวจ พลเรือน และประชาชนทั่วไป เป็นจำนวนมากจากการลอบยิงและลอบวางระเบิดจากผู้ก่อความไม่สงบ การลดความสูญเสีย นอกจากจะใช้มาตรการต่างๆ ดังกล่าวให้ผู้ปฏิบัติงานได้ปฏิบัติให้เป็นผลแล้ว การใช้ยุทธโศปกรณ์และอุปกรณ์พิเศษ ที่ใช้สำหรับการป้องกันร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันอันตรายจากกระสุนปืนชนิดต่างๆ ของฝ่ายตรงข้ามคือเสื้อเกราะ แต่ก็ยังมีปัญหามากเนื่องจากปัจจุบันสถานภาพของเสื้อเกราะที่กองทัพและตำรวจมีใช้งานอยู่ ส่วนใหญ่ มีอายุการใช้งานมานานมากกว่า 20 ถึง 30 ปี หมดสภาพการใช้งานไม่สามารถป้องกันกระสุนปืนความเร็วสูงได้ งานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์สำหรับผู้ปฏิบัติงานทั้งทหาร ตำรวจ พลเรือน ครูและประชาชนทั่วไป ที่จะสามารถมีเสื้อเกราะที่ผลิตในประเทศไทยอีกทั้งมีราคาถูกที่สามารถหาซื้อได้

ในปัจจุบันวัสดุเซรามิกได้รับความนิยมนำมาประยุกต์ใช้กับงานหลากหลายประเภท อาทิเช่น เสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนที่ใช้วัสดุประเภทเซรามิกเป็นวัสดุหลัก โดยจะใช้คุณสมบัติเด่นของเซรามิกในด้านความแข็งซึ่งทำให้สามารถป้องกันหรือลดอำนาจการเจาะทะลุของกระสุนที่มีความคม มีความเร็ว ลงได้

Straßburger [1] ศึกษาและทำการทดสอบวัสดุเกราะเซรามิก 3 ชนิด และเปรียบเทียบค่าความแข็งของวัสดุเพื่อเลือกนำเอาวัสดุนั้นมาเป็นเกราะแผ่นหน้า

ได้วัสดุเซรามิก Al_2O_3 มีความแข็งมากที่สุดที่ 21.5 (GPa) ดังนั้นวัสดุที่ควรนำมาใช้ให้เหมาะสม ควรจะเป็นวัสดุเซรามิก Al_2O_3 มีความหนาอยู่เท่ากับ 5 ม.ม.

Horsfall [2] ศึกษาและทำการทดลองหา ความเร็วจำกัดของลูกกระสุนปืน เพื่อหาผลกระทบของรอยแตกเริ่มต้นของ แผ่นเซรามิก อลูมินา หนา 6 mm เมื่อมีรอยแตกเริ่มต้นความสามารถในการกันกระสุนจะลดลง โดยที่ความเร็วน้อยสุดที่เกราะสามารถกันกระสุนได้นั้นได้ลดลงจาก 764 m s^{-1} เป็น 740 m s^{-1} หรือลดลง 3%

Shin และคณะ [3] ศึกษาอิทธิพลของความบริสุทธิ์ของอลูมินาต่อความแข็งของวัสดุเกราะและได้ออกแบบชั้นเกราะสำหรับกันกระสุนที่ความเร็ว 900 ม./วินาที ไว้สามชั้นโดยชั้นที่หนึ่งเป็นเซรามิก หนา 4 ม.ม. ชั้นที่สองเป็นวัสดุโพลีเมอร์ 9 ชั้นมีความหนา 4 ม.ม. ชั้นที่สามเป็นเหล็กโครงสร้างเกรด SS400 หนา 20 ม.ม.

Goncalves [4] ศึกษาอิทธิพลของขนาดเม็ดอนุภาค (Grain size) ต่อสมรรถนะการป้องกันกระสุนโดยใช้เกราะเซรามิก 2 ชนิด กล่าวคือ ใช้เซรามิกตระกูลเดียวกัน แต่มีส่วนประกอบเชิงเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลให้ขนาดเม็ดอนุภาคที่ได้ไม่เท่ากัน จากผลการทดลองสรุปว่า หากขนาดเม็ดอนุภาคใหญ่ขึ้น ประสิทธิภาพของเกราะก็จะเพิ่มขึ้นด้วยโดยที่ไม่ได้เพิ่มความหนาของแผ่นเซรามิกแต่อย่างใด ประการสำคัญแผ่นรองหลังต่อจากชั้นของเซรามิกก็มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับพลังงานจลน์ของเสื้อเกราะ

ด้วยเหตุผลประการทั้งปวงจากข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาฐานข้อมูลการผลิตและวิจัยวัสดุเพราะได้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการนำมาศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น หาค่าความหนาของแผ่นเซรามิก และค่าความหนาของแผ่นวัสดุรองหลังสำหรับนำมาป้องกันกระสุนปืนที่มีความเร็วสูง อีกทั้งสามารถลดน้ำหนักลงได้ จึงนำมาสู่การพัฒนาองค์ความรู้แบบบูรณาการที่สามารถนำมาใช้พัฒนาแผ่นเกราะเชิงประกอบที่ใช้วัสดุเซรามิก/ เส้นใย/ โลหะ ดังที่เป็นสาระสำคัญของงานวิจัยนี้

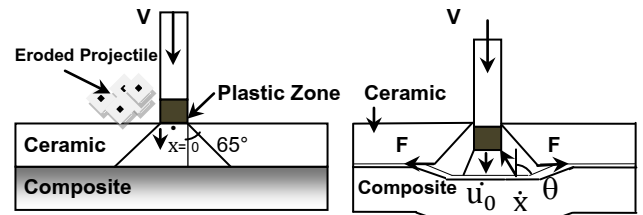
2 กลไกการเจาะทะลุ

2.1 วัสดุเซรามิก

เกราะที่ใช้วัสดุประเภทเซรามิกเป็นวัสดุหลัก จะใช้คุณสมบัติเด่นของเซรามิกในด้านความแข็งที่ผิว ดังตารางที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อลูมินา (Al_2O_3) มีความแข็งสูงกว่าวัสดุเซรามิกชนิดอื่น ซึ่งจัดเป็นวัสดุที่เหมาะสมมากที่สุดในการนำมาใช้เป็นเกราะแผ่นหน้าทำลายหัวกระสุนปืน (Erosion) เนื่องจากมีน้ำหนักเบา มีคุณสมบัติต้านทานแรงกดอัดได้ดี ความแข็งที่ผิวของอลูมินาก็สูงมาก ขั้นตอนการผลิตไม่ซับซ้อน และต้นทุนในการผลิตไม่สูงมากนัก สำหรับความเสียหายอยู่ในรูปแบบผสมระหว่างแบบ การแตกร้าในแนวรัศมี (Radial fracture) และการแตกหักเป็นชิ้นเล็ก (Fragmentation) ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติความแข็งวัสดุเซรามิก [1]

วัสดุเซรามิก	คุณสมบัติวัสดุเซรามิก	
	ค่าโมดูลัสของยังส์ (GPa)	ค่าความแข็ง HV10 (GPa)
1. AlON	323	1.85
2. $MgAl_2O_4$	275	15.0
3. Al_2O_3	400	21.5



(ก)

(ข)

รูปที่ 1 ก) แสดงขั้นตอนการรับแรงปะทะของแผ่นเซรามิกและแผ่นรองหลัง ข) การแตกร้ารูปกรวยของเซรามิกและการรับพลังงานจลน์ตกค้างของแผ่นรองหลัง [5]

สำหรับการสูญเสียมวลของกระสุนปืนสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 และ 2 ในเอกสาร [4, 6] โดยเมื่อกระสุนกระทบแผ่นเซรามิกจะเกิดการลดและการปะทะทำให้วัสดุเกราะเกิดการสั่นสะเทือนและเกิดคลื่นที่เคลื่อนที่ในตัวกลางที่เป็นของแข็งเรียกว่า Compressive shock wave กระจายแรงออกไปทุกทิศทางทำให้เกิดการประลัยและวัสดุเซรามิกแตกเป็นรูปกรวย (Conoid fracture)

$$M_p \frac{dV_p}{dt} = -Y_p A_p \quad (1)$$

$$\frac{dM_p}{dt} = -\rho_p A_p V_p \quad (2)$$

โดยที่ M_p = มวลของแผ่นเซรามิก (kg)
 Y_p = ค่าความยืดตัวของวัสดุ (Pa)
 ρ_p = ความถ่วงจำเพาะกระสุน
 A_p = หน้าตัดหัวกระสุน (m^2)
 V_p = ความเร็วกระสุนปืน (m/s)

กระสุนผ่านชั้นเซรามิกมากระแทกแผ่นโลหะความด้วยแรงอัดหัวกระสุนทำให้เซรามิกแตกกระจาย ในขณะที่เดียวกันแผ่นรองหลังเริ่มเปลี่ยนรูปแบบ Elastic ความเร็วจะแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรก คือ ความเร็วกระสุนปืนส่วนหลัง (V_p) ส่วนที่สองคือ

ความเร็วกระสุนปืนส่วนหน้าที่หัวกระสุนกระทบผ่านชั้นเซรามิก (V_i) ดังนั้นความแตกต่างระหว่าง V_p และ V_i สามารถคำนวณได้จากสมการ [4, 6]

$$\frac{dM_p}{dt} = -\rho_p A_p (V_p - V_i) \quad (3)$$

V_p = ความเร็วกระสุนปืนส่วนหลังของกระสุนปืน (m/s)

V_i = ความเร็วกระสุนปืนส่วนหน้าที่หัวกระสุนกระทบผ่านชั้นเซรามิก (m/s)



รูปที่ 2 รอยบุ๋มบนชิ้นงานสื่อเกราะที่ผ่านการยิงทดสอบด้วยอาวุธปืนเล็กยาว M16

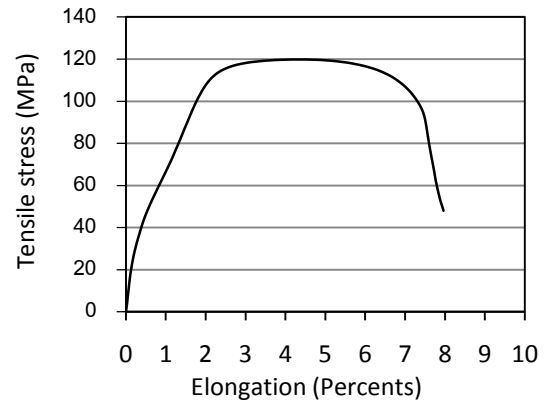
นักวิจัย [4] ได้พัฒนาสมการที่ใช้ในการคำนวณการดูดซับพลังงานของแผ่นเกราะโลหะไว้ด้วยเช่นกัน

3. การทดสอบเชิงกลของวัสดุ

3.1 การทดสอบแรงดึง

สำหรับวัสดุรองหลังที่เป็นโลหะนั้น จำเป็นจะต้องทำการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความเค้นแรงดึง ซึ่งวัสดุรองหลังที่นิยมใช้มักจะเป็นวัสดุที่มีการยืดตัวได้ดี (High strain energy) ได้แก่ อลูมิเนียมอัลลอย และเหล็กกล้าไร้สนิม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การทดสอบแรงดึงแบบสถิตยศาสตร์หรือที่ความเร็วต่ำ อาจจะไม่เพียงพอที่จะประเมินค่าความเค้นแรงดึงที่อัตราความเครียดสูงได้เท่าใดนัก (High strain rate or strain hardening effect) แต่ก็มีมีความจำเป็นต่อการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุเกราะโลหะในเบื้องต้น สำหรับการทดสอบค่าความเค้นแรงดึงชิ้นงานทดสอบมีรูปแบบตามมาตรฐาน E (DIN 50125) ผลจากการทดลองพบว่าความเค้นแรงดึงทั้งในทิศทางเดียวกับการรีดและแนวขวางกับการรีดแผ่น

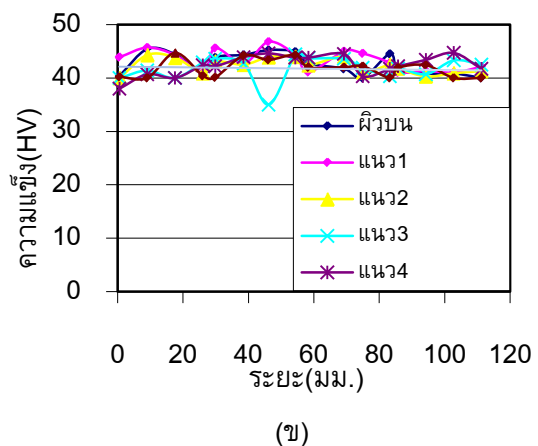
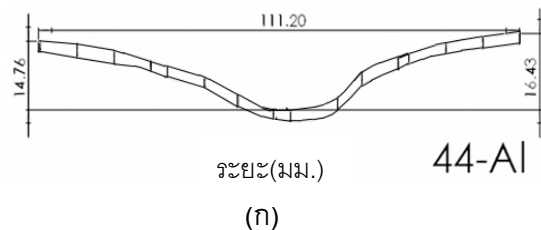
อลูมิเนียมแผ่นมีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งรูปที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของความเค้นแรงดึงทั้ง 2 แนว



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค้นแรงดึงกับเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของอลูมิเนียมอัลลอย

3.2 การทดสอบวัดค่าความแข็งสำหรับชิ้นงานที่ผ่านการยิงทดสอบแล้ว

ชิ้นงานที่ผ่านการยิงทดสอบแล้ว แผ่นวัสดุรองหลังอลูมิเนียม ถูกนำมาตัดตามแนวขวางจะเห็นรอยยุบตัวด้านข้างดังรูปที่ 4ก และทำการแบ่งช่วงวัดค่าความแข็งตามแนวขวางเป็นชั้นจากแนวผิวบนจนถึงแนวผิวล่าง ดังรูปที่ 4ข จะเห็นได้ว่าความแข็งของผิวโลหะหลังการยิงทดสอบในแต่ละชั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงและแนว แสดงให้เห็นว่าแผ่นวัสดุรองหลังอลูมิเนียมมีการยืดตัวได้ดี



รูปที่ 4 แผ่นเกราะรองหลังอลูมิเนียมถูกยิงด้วยกระสุนปืน .44 ก) รูปตัดขวางและแบ่งช่วงของแผ่นอลูมิเนียมรองหลังที่มีรอยยุบตัวขนาด 16.43 มม. ข) ค่าความแข็งตามแนวผิวบนจนถึงแนวผิวล่างของแผ่นอลูมิเนียมที่มีค่าความแข็งเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

4. การออกแบบเกราะ

4.1 หลักการ

การออกแบบเกราะป้องกันกระสุนปืนความเร็วสูงนั้น ขั้นตอนการทำลายหัวกระสุน (Mushrooming) จัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ขบวนการทำลายนี้ต้องการวัสดุที่แข็งมากจาก Wachtman [7], Medvedovski [8] ได้แสดงให้เห็นว่า วัสดุที่แข็ง และเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเกราะได้แก่ เซรามิก โดยเฉพาะเซรามิกเกราะ ที่นิยมใช้นั้น ได้แก่ อลูมินา (Al_2O_3), ซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC), เซอร์โคเนียมไดออกไซด์ (ZrO_2) ฯลฯ หากคำนึงถึงกรรมวิธีขั้นตอนการผลิตและราคาแล้วพบว่าเซรามิกกลุ่มอลูมินานั้นจะเหมาะสมที่สุดสำหรับเกราะแผ่นหน้าหรือเกราะแผ่นที่ 1 จากผลการวิจัยของ Horsfall [2] ได้ทดสอบใช้วัสดุเซรามิกอลูมินา (Al_2O_3) 99.5% หนา 12.7 มม. ป้องกันกระสุนปืนความเร็ว 900 m/s. งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบทดสอบโดยใช้วัสดุเซรามิกอลูมินา (Al_2O_3) 99.5% หนา 11 มม., 9 มม. และ 7 มม. ทดสอบตามลำดับ สำหรับวัสดุเกราะ (Backing plate) ที่ใช้สำหรับการกระจายแรงปะทะหรือดูดซับพลังงาน จลน์นั้นเป็นวัสดุกลุ่มเส้นใยสังเคราะห์ ได้แก่ Aramid (Kevlar, Twaron), Glass fibers, High performance polyethylene (HPPE) fibers (Dyneema, Spectra) เป็นต้น ในงานวิจัยนี้วัสดุในกลุ่ม HPPE ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุรองหลังหรือเกราะแผ่นที่ 2 อย่างไรก็ตาม เพื่อจะป้องกันการเจาะทะลุแบบที่มแทงของของแหลม (Stab penetration) หรือรอยบุ๋ม (Indentation) ที่มีขนาดใหญ่จนเกราะแผ่นที่ 2 ฉีกปริ การเพิ่มชั้นแผ่นโลหะในเกราะชั้นสุดท้ายยังมีความจำเป็นอยู่ งานวิจัย Lopez-Puente [9] แสดงให้เห็นถึงแผ่นโลหะที่ควรนำมาใช้ คือ วัสดุกลุ่มอลูมิเนียมและเหล็กกล้าไร้สนิม ซึ่งวัสดุทั้ง 2 ชนิดนั้นมีคุณสมบัติความเหนียวและมี

การยึดตัวที่ดีซึ่งเป็นพารามิเตอร์พื้นฐานสำคัญสำหรับการออกแบบเกราะโลหะ ดังนั้นจึงเหมาะสมสำหรับการนำมาทำเป็นแผ่นรองหลังของเกราะเส้นใยสังเคราะห์หรือเป็นเกราะแผ่นที่ 3 จากผลงานวิจัย Goncalves [4] และ Dikshit [10] สามารถคำนวณความหนาของแผ่นวัสดุรองหลังได้จากสมการที่ใช้ในการคำนวณการดูดซับพลังงานของแผ่นเกราะโลหะ สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกวัสดุอลูมิเนียมและเหล็กกล้าไร้สนิม หนา 3 มม. ทำการทดสอบ สำหรับเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงครามนั้น เกราะแผ่นที่ 2 และเกราะแผ่นที่ 3 มีการออกแบบการจัดเรียงตัวคล้ายแบบงานวิจัยของ Jacobs [11] แต่ก็มี การออกแบบอีกหลากหลายรูปแบบ (Multi-layered armor plate configurations) ที่มีความแตกต่างจากงานวิจัยนี้ โดยอาจมีความสามารถในการป้องกันการเจาะทะลุของกระสุนได้เช่นกัน

5. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนการยิงทดสอบแบบมาตรฐานได้ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐานของกระทรวงกลาโหม [12] ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานการยิงทดสอบของประเทศสหรัฐอเมริกา [13] (NIJ standard-0101.04) สำหรับการยิงทดสอบทั้งเสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนพกและป้องกันกระสุนอาวุธสงคราม การดำเนินการทดสอบกระทำที่สนามยิงทดสอบอาวุธและกระสุนปืน กองพลธิการและสรรพาวุธ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ สนามยิงทดสอบดังกล่าวเป็นสนามทดสอบภายในอาคาร (Indoor firing standard test) ซึ่งไม่มีกระแสลม หรือแสงอาทิตย์รบกวนการเล็งเป้าหมาย รวมถึงผนังห้องทดสอบเป็นผนังเก็บเสียง โดยก่อนทดสอบต้องดำเนินการปรับค่าความหนืดของกระบอกดินน้ำมันให้มีความหนืดตามมาตรฐานเสียก่อน สำหรับเครื่องมือทดสอบได้นำเสนอในรูปที่ 5-6 แสดงให้เห็น เสื้อเกราะระดับ IIIA และ III ที่มีการกำหนดตำแหน่งเป้าหมายสำหรับกระสุน ชูตปืนยิงทดสอบตาชั่งน้ำหนักดินปืน และเครื่องมือวัดความเร็วต้นกระสุน

โดยได้ใช้วัสดุเซรามิกอลูมินา 99.5เปอร์เซ็นต์ ทดสอบตามลำดับความหนา คือ 11 มม., 9 มม. และ

6. ผลการทดลอง

7 มม. เป็นเกราะแผ่นหน้า เกราะชั้นที่สองเป็น High performance polyethylene (HPPE) 40 ชั้นวางสลับลายกัน สำหรับชั้นที่สามใช้แผ่น Aluminum หนา 3 มม. รองหลัง และทำการทดสอบยิงด้วยกระสุนปืน M16 และกระสุนปืน AK 47 AP ซึ่งเป็นกระสุนปืนเจาะเกราะ



(ก)

(ข)

รูปที่ 5 การเตรียมชิ้นงานทดสอบยิงเพื่อรับรองมาตรฐานเสื้อเกราะและการกำหนดตำแหน่งเป้าหมายการเจาะทะลุของกระสุน ก) เสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนพก [Level IIIA] ข) เสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม [Level III]



(ก)

(ข)



(ค)

(ง)

รูปที่ 6 เครื่องมือยิงทดสอบและเครื่องมือวัดต่างๆ ที่ใช้ในการยิงทดสอบเพื่อรับรองมาตรฐานเสื้อเกราะ ก) แท่นปืนยิงทดสอบ ข) การปรับความเร็วต้นของกระสุนโดยการตวงและชั่งดินปืน ค) และ ง) เครื่องมือวัดความเร็วต้นกระสุนปืน

การทดสอบยิงด้วยกระสุนปืน M16 และกระสุนปืน AK 47 AP ซึ่งเป็นกระสุนปืนเจาะเกราะ นั้นปรากฏว่าสามารถป้องกันกระสุนปืน M16 ได้โดยไม่มี การทะลุเป้า แต่ไม่สามารถป้องกันกระสุนปืน AK 47 AP เจาะเกราะได้ ผลการทดสอบได้สรุปไว้ในตารางที่ 2 ผลการยิงทดสอบเพื่อรับรองมาตรฐานนั้นได้นำเสนอในรูปแบบที่ 6 ซึ่งโดยภาพรวม การตรวจพินิจ (Visual inspection) จะกระทำดังนี้ เริ่มจากการดูตำแหน่งมาร์คเกอร์เป้าหมายว่าตำแหน่งที่กระสุนเจาะนั้น ทะลุหรือไม่ การดูผิวทั้งด้านหน้าและด้านหลังของเสื้อเกราะ ด้านหน้าต้องไม่มีสะเก็ดกระเด็นออกมาทำอันตรายแก่บุคคลที่อยู่ใกล้เคียงผู้สวมใส่เสื้อเกราะ ด้านหลังเสื้อเกราะต้องไม่มีการปริแตกร้าของแผ่นเกราะ แรงอัดของกระสุน (Blunt trauma) ต้องไม่สามารถทำลายอวัยวะภายในทรวงอกหรือกระดูกซี่โครงของผู้สวมใส่ โดยวัดความลึกของรอยบุ๋มบนกระบะดินน้ำมันรองหลังของแผ่นเกราะ เป็นต้น

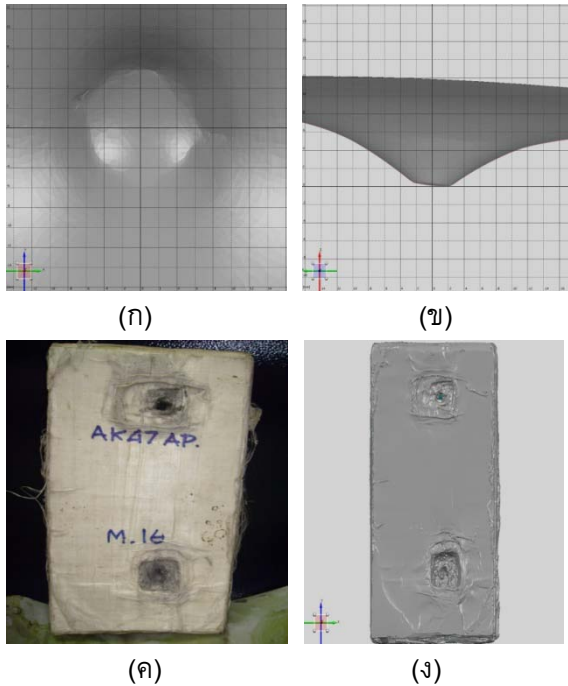


(ก)

(ข)

รูปที่ 7 ผลการทดสอบยิงเสื้อเกราะ Level III ก) การตรวจตำแหน่งการเล็งยิงเป้าหมาย การเก็บสะเก็ด การเจาะทะลุ และการปริด้านหลังของแผ่นเกราะ ข) รอยยุบตัวของดินน้ำมันรองหลัง

หลังจากการทดสอบมาตรฐานแล้ว เสื้อเกราะดังกล่าวถูกนำไปวัดขนาดรอยยุบตัวของกระสุนโดยใช้เครื่องมือวัดสร้างภาพสามมิติ (3D Optical scanning) ดังรูปที่ 8 เพื่อเก็บข้อมูลรูปแบบความเสียหายอย่างสมบูรณ์ไว้ใช้เป็นฐานข้อมูลศึกษาต่อไป



รูปที่ 8 การเก็บข้อมูลรูปแบบความเสียหายของแผ่นเกราะโดยการใช้ Optical scanning technique

ก) ภาพด้านหน้าของรอยยุบตัวของเสื้อเกราะกันกระสุนปืนพก ข) ภาพด้านข้างของรอยบุ๋มยุบตัวของเสื้อเกราะกันกระสุนปืนพก ค) รูปถ่ายด้านหน้ารอยยุบของเกราะกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม ง) ภาพด้านหน้าของรอยบุ๋มที่เกิดจากการใช้ Optical scanner

จากผลการทดสอบวัดรอยยุบตัวของเสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนพก .44 อยู่ที่ 20.6 มม. ความกว้างของรูกระสุนปืนอยู่ที่กระสุนปืนพก .44 อยู่ที่ 24.1 มม. สำหรับรอยยุบตัวของเสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืน M16 อยู่ที่ 20.93 มม. ความกว้างของรูกระสุนปืนอยู่ที่กระสุนปืนพก M16 อยู่ที่ 21.63 มม. ผ่านมาตรฐานการยิงทดสอบ (NIJ standard-0101.04) Level III [13]

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการยิงทดสอบเสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนพกและกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดล้ากล้องทดสอบ	น.น.กระสุนปืน (mg.)	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ(mm)	D _{ave} (mm)
				มาตรฐาน	วัดได้			
1	.44	4"	STD	436 ± 9	428	ไม่ทะลุ	22.6	24.34
2	.44	4"	STD	436 ± 9	429	ไม่ทะลุ	20.1	24.21
3	.44	4"	STD	436 ± 9	430	ไม่ทะลุ	20.8	24.20
4	.44	4"	STD	436 ± 9	428	ไม่ทะลุ	19.7	23.65
5	M16	6"	148	838 ± 9	845	ไม่ทะลุ	22.6	22.32
6	M16	6"	148	838 ± 9	839.57	ไม่ทะลุ	21.1	21.21
7	M16	6"	148	838 ± 9	842.62	ไม่ทะลุ	19.1	21.37

7. สรุป

ผลงานวิจัยนี้ ทำให้ได้เสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม Level III โดยใช้วัสดุแผ่นหน้าเป็นเซรามิกหนา 7 มม. ชั้นที่สองเป็น High performance polyethylene (HPPE) 40 ชั้น วัสดุแผ่นรองหลัง Aluminum หนา 3 มม. และได้เสริมแผ่นป้องกันด้านข้างลำตัว โดยมีน้ำหนักรวมของเกราะคือ 7 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักลดลงจากเสื้อเกราะเหล็กเดิมที่หนัก 11.5 กิโลกรัม พบว่าน้ำหนักลดลง

39.13 เปอร์เซ็นต์ ราคาจำหน่ายของเสื้อเกราะตัวละ 22,000 บาท ซึ่งมีราคาถูกกว่าเสื้อเกราะที่นำเข้าจากต่างประเทศที่ความสามารถในการต้านทานกระสุนระดับเดียวกัน

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ฝ่ายอุตสาหกรรมป้องกันประเทศที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยแก่โครงการนี้ (สัญญาเลขที่ RDG4950155) โดยเฉพาะ รศ. ดร. อุดมเกียรติ นนทแก้ว ที่ให้คำปรึกษาและติดตามความก้าวหน้า

ของโครงการตลอดมา งานวิจัยนี้คงประสบความสำเร็จมิได้ หากปราศจากความช่วยเหลือจากบุคลากรเหล่านี้ ได้แก่ บุคลากรของบริษัท พีริซิพาร์ท จำกัด คุณณรงค์ จิตต์เนื่อง, คุณมานพ อภิชาติบุตร และคุณประโยชน์ วงศ์คำสิงห์ และบุคลากรของกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลาโหมที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านการดำเนินโครงการเป็นอย่างดี ได้แก่ พ.อ. ดำรงค์ เรืองฤทธิ์ และ พ.อ. สมชาย สุขมนัส

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] E. Straßburger, Ballistic testing of transparent armour, Journal of the european ceramic society, 29, pp. 267–273, 2009
- [2] I. Horsfall, and D. Buckley, The effect of through-thickness cracks on the ballistic performance of ceramic armour systems, International journal of impact engineering, 18, pp. 309-318, 1996
- [3] H.S. Shin, S.Y. Oh, D.K. Kim, C.W. Kim, and S.N. Chang, Investigation on fracture behavior of armor ceramics against heat penetration, International journal of impact engineering, 29, pp. 631-8, 2003
- [4] D.P. Goncalves, F.C.L. de Melo, A.N. Klein, and H.A. Al-Qureshi, Analysis and investigation of ballistic impact on ceramic/metal composite armour, International journal of machine tools & manufacture, 44, pp. 307–316, 2004
- [5] M.M. Shokrieh, and G.H. Javadpour. Penetration analysis of a projectile in ceramic composite armor, Composite structures, 82, pp. 269–276, 2008
- [6] I.S. Chocron Benloulo, and V. Sanchez-Galvez, A new analytical model to simulate impact onto ceramic/composite armors, International journal of impact engineering, 21, pp. 461-471, 1998
- [7] Mechanical properties of ceramics, J.B. Wachtman, W.R. Cannon, and M.J. Mathewson, John Wiley & Sons, 2nd edition, 2009
- [8] Ceramic armor and armor systems, Proceedings of the ceramic armor and armor system, The 105th annual meeting of the American ceramic society, Editor E. Medvedovski, Nashville, TN, 2003
- [9] J. Lopez-Puente, A. Arias, R. Zaera, C. Navarro, The effect of the thickness of the adhesive layer on the ballistic limit of ceramic/metal armours. An experimental and numerical study, International journal of impact engineering, 32, pp. 461-471, 2005
- [10] S.N. Dikshit, V.V. Kutumbarao, and G. Sundararajan, The influence of plate hardness on the ballistic penetration of thick steel plates, International journal of impact engineering, 16, pp. 293-320, 1995
- [11] M.J.N. Jacobs, and J.L.J. Van Dingenen, Ballistic protection mechanisms in personal armour, Journal of materials science, 36, pp. 3137-3142, 2001
- [12] มาตรฐานแผ่นเกราะกันกระสุน กมย.กท.2/2547, คณะอนุกรรมการกำหนดมาตรฐานยุทธโศปกรณ์กระทรวงกลาโหม
- [13] NIJ Standard-0101.04, Ballistic resistant personal body armor, National institute of justice, 2001