

# การวิเคราะห์หาวัสดุสำหรับทำเสื้อเกราะกันกระสุนให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าระดับ II Analysis of the Material for Making Bulletproof Vest a More Efficient Level II

จำนงค์ อมตาริยกุล<sup>1</sup> และวันทนา อมตาริยกุล<sup>2</sup>

Received: October, 2014; Accepted: October, 2015

## บทคัดย่อ

ภารกิจเจ้าหน้าที่ทหารและตำรวจใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ภารกิจการป้องกันประเทศตามแนวตะเข็บชายแดน และภารกิจการปราบปรามยาเสพติด เป็นภาระหน้าที่ที่เสี่ยงต่ออันตรายและอาจมีการชุกชุมยิงจากฝ่ายตรงข้ามโดยไม่ระวังตัว โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาวัสดุทำเสื้อเกราะกันกระสุนที่มีมาตรฐานสูงกว่าระดับ II ตามมาตรฐาน NIJ และเพื่อเป็นยุทธภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยสำหรับเจ้าหน้าที่บ้านเมือง เป็นเสื้อเกราะชนิดเกราะแข็งมีแผ่นเกราะกันกระสุนสอดใส่ในช่องด้านหน้าและด้านหลังของตัวเสื้อเกราะใช้แผ่นโลหะจำนวน 3 ชุด มาวางเรียงติดกันเป็นแผ่นเกราะกันกระสุน มีขนาดเท่ากับ 305 x 270 มิลลิเมตร จากผลการวิจัยพบว่าเสื้อเกราะกันกระสุนสามารถป้องกันอาวุธปืน 9 มม. ได้ 100% ในระยะการยิง 5 เมตร และสามารถป้องกันอาวุธปืน M16A1 ได้ 100% เช่นกัน ในระยะการยิง 25 หลาขึ้นไป ลูกกระสุนปืนจะหมดพลังงานเมื่อผ่านชุดโลหะที่ 2 และโลหะชุดที่ 3 มีการยุบตัวเท่ากับ 5.56 มิลลิเมตร น้ำหนักรวมเสื้อเกราะกันกระสุนเท่ากับ 10.5 กิโลกรัม

คำสำคัญ: เสื้อเกราะกันกระสุน; แผ่นเกราะกันกระสุน; 5083

<sup>1</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

<sup>2</sup> คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

E-mail: gas\_mm@hotmail.com, wantana@gmail.com

## Abstract

Military and police missions in the three southern border provinces. Mission to protect the country along the border, and mission on drugs; a statement of the risk and potential snipers from the opponent. This research project aimed to identify the material bulletproof vest with NIJ standard level II standards and how safe for the authorities. As a kind of armor, hard armor ballistic with plates in the front and back of the vest. Three sets of metal plates were laid out on a sheet of bullet-proof armor, the size of 305 x 270 mm. The results of this study showed that the armor can protect firearms 9 mm., and 100% in the effective range of 5 meters and can prevent gun M16A1 100% as well in shooting 25 yards. A gunshot through the metal 2 and metal 3 series with the collapse of 5.56 mm, weight of 10.5 kg bulletproof vest respectively.

Keywords: Bulletproof Vest; Bulletproof Armor Plate; 5083

## บทนำ

ภารกิจของเจ้าหน้าที่ทหาร ตำรวจในพื้นที่ 3 จังหวัดภาคใต้ เป็นภารกิจในพื้นที่อันตรายที่เสี่ยงต่อการถูกลอบยิงจากฝ่ายตรงข้ามโดยไม่ได้ระวังตัว ดังนั้นยุทธภัณฑ์เสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ทำให้เจ้าหน้าที่บ้านเมืองมีขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงาน เกิดความอุ่นใจเมื่อออกไปปฏิบัติภารกิจแต่ละครั้ง ซึ่งช่วยลดการบาดเจ็บหรือสูญเสียได้ และในภารกิจอื่น ๆ ของเจ้าหน้าที่ทหาร ตำรวจที่ต้องเสี่ยงภัยอันตราย เช่น ภารกิจการปราบปรามยาเสพติด ภารกิจการป้องกันประเทศตามแนวตะเข็บชายแดน และภารกิจควบคุมฝูงชนของม็อบกลุ่มต่าง ๆ เป็นต้น

การพัฒนาเสื้อเกราะกันกระสุนในประเทศไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการป้องกันกระสุนปืน วัสดุที่ใช้ทำแผ่นเกราะกันกระสุนมีใช้กันหลายชนิด เช่น เส้นใยสังเคราะห์ เซรามิก โพลีเมอร์ เคพลาร์ วัสดุคอมโพสิต แผ่นฟิล์มเอกซเรย์และวัสดุโลหะ เป็นต้น ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดจะมีขีดจำกัดด้านคุณสมบัติในการทำลายหัวกระสุน และความแข็งแรงด้านทานแรงกดสูงแตกต่างกัน (Orapan, C. and Chainarong, S., 2013) โดยระดับการป้องกันของตัวเสื้อเกราะขึ้นอยู่กับตัวแปรมากมายจากกระสุนปืน เช่น ขนาดของกระสุน น้ำหนักหัวกระสุน ส่วนผสมของโลหะที่หล่อหัวกระสุน รูปทรงหัวกระสุน ความเร็วต้น และมุมที่หัวกระสุน ฯลฯ ตัวแปรหรือปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ มีผลกับความแข็งแรงของเสื้อเกราะได้ ในการทดสอบใช้กระสุนชนิดหนึ่ง เกิดเหตุการณ์จริงแม้จะโดนยิงด้วยกระสุนชนิดเดียวกัน แต่บรรจุดินปืนมากน้อยต่างกันก็ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบผิดพลาดได้ ดังนั้นมาตรฐานการวัดของเอ็นไอเจ ได้กำหนดแนวนอนกับปัจจัยต่าง ๆ ของกระสุนที่เสื้อเกราะสามารถทนได้ ส่วนมากจะเป็นกระสุนที่พบเห็นใช้งานกันทั่วไป “หัวตะกั่ว” และเป็นสิ่งที่ตำรวจอาจเผชิญจากบรรดาเหล่าร้ายมากที่สุด ดังนั้นการเลือกใช้งานเสื้อเกราะต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ให้มากโดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เคย

เกิดขึ้นภายในเขตการปฏิบัติหน้าที่ หรือเขตความรับผิดชอบของคนข้อมูลของอาวุธที่อาชญากรบริเวณนั้น ใช้เป็นประจำ บวกกับการที่ตำรวจสามารถยึดอาวุธของคนร้ายจากที่เกิดเหตุได้ (Department of Ordnance Air, 2014)

มาตรฐานการทดสอบเสือเกราะมีอยู่หลายมาตรฐานและนิยมใช้กัน คือ มาตรฐานสถาบันการยุติธรรมแห่งชาติสหรัฐฯ หรือ NIJ (U.S. National Institute of Justice) เรียกว่า มาตรฐาน U.S. NIJ.0101.03 มาตรฐานนี้กำหนดค่า Back Face Signature เท่ากับ 44 มิลลิเมตร (มาตรฐาน NIJ) ปัจจุบันได้ปรับปรุงเป็น U.S. NIJ.0101.06) มาตรฐาน NIJ เป็นมาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดทั้งในสหรัฐฯ ออสเตรเลีย เอเชีย ตะวันออกกลาง และประเทศในยุโรปบางประเทศ เช่น ฟินแลนด์ อังกฤษ ฯลฯ มาตรฐาน NIJ กำหนดค่าระดับการป้องกันออกเป็น 6 ระดับ เริ่มจากระดับ 1 สำหรับกระสุนขนาด .38 รีวอลเวอร์ ไปจนถึงระดับ 6 สำหรับกระสุนเจาะเกราะไรเฟิลขนาด 30 - 06 ซึ่งการแบ่งระดับเสือกันกระสุนเสือกันกระสุนสามารถจำแนกตามระดับความสามารถในการกันกระสุนปืน ดังนี้

ระดับ I หมายถึง เสือเกราะสามารถป้องกันกระสุนในขนาด .22 LR ที่มีหัวกระสุนหนัก 2.6 กรัม (40 เกรน) และมีความเร็วไม่เกิน 1,050 ฟุต/วินาที และกระสุนขนาด .380 ACP ที่มีหัวกระสุนหนัก 6.2 กรัม (95 เกรน) และมีความเร็วไม่เกิน 1,025 ฟุต/วินาที และในปัจจุบัน NIJ ได้ยกเลิกการใช้มาตรฐานการป้องกันระดับ 1 เนื่องจากไม่เพียงพอที่จะป้องกันกระสุนปืน

ระดับ IIA หมายถึง เสือเกราะสามารถป้องกันกระสุนขนาด 9 มม. พาราฯ แบบ FMJ ที่มีหัวกระสุนหนัก 8 กรัม (124 เกรน) มีความเร็ว 373 เมตร/วินาที ( $1225 \pm 30$  ฟุต/วินาที) และกระสุนขนาด .40 S&W แบบ FMJ ที่มีหัวกระสุนหนัก 11.7 กรัม (180 เกรน) มีความเร็ว  $352 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1155 \pm 30$  ฟุต/วินาที) มาตรฐานนี้สามารถป้องกันกระสุนปืนในระดับ 1 ด้วย

ระดับ II หมายถึง เสือเกราะสามารถป้องกันกระสุนขนาด 9 มม. พาราฯ แบบ FMJ ที่มีหัวกระสุนหนัก 8 กรัม (124 เกรน) มีความเร็ว  $398 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1305 \pm 30$  ฟุต/วินาที) และกระสุนขนาด .357 แม็กนั่มแบบ Jacketed Soft Point (JSP) ที่มีหัวกระสุนหนัก 10.2 กรัม (158 เกรน) มีความเร็ว  $436 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1430 \pm 30$  ฟุต/วินาที) มาตรฐานนี้สามารถป้องกันกระสุนปืนในระดับ 1 และระดับ 2 ได้ด้วย

ระดับ IIIA หมายถึง เสือเกราะสามารถป้องกันกระสุนขนาด .357 SIG ที่มีหัวกระสุนหนัก 8.1 กรัม (125 เกรน) มีความเร็ว  $448 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1470 \pm 30$  ฟุต/วินาที) และกระสุนขนาด .44 แม็กนั่มแบบ SJHP ที่มีหัวกระสุนหนัก 15.6 กรัม (240 เกรน) มีความเร็ว  $436 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1430 \pm 30$  ฟุต/วินาที) เสือเกราะมาตรฐานนี้สามารถป้องกันกระสุนปืนในระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 ได้ด้วย

ระดับ III หมายถึง เสือเกราะสามารถป้องกันกระสุนจากปืนเล็กยาวขนาด 7.62 มม. แบบ FMJ หรือแบบ M80 ที่มีหัวกระสุนหนัก 9.6 กรัม (147 เกรน) มีความเร็ว  $847 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $2780 \pm 30$  ฟุต/วินาที) ซึ่งเสือเกราะมาตรฐานนี้สามารถป้องกันกระสุนปืนในระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4 ได้ด้วย

ระดับ IV หมายถึง เสือเกราะสามารถป้องกันกระสุนแบบเจาะเกราะขนาด .30 - 06 แบบ M2 AP ที่มีหัวกระสุนหนัก 10.8 กรัม (166 เกรน) มีความเร็ว  $878 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $2880 \pm 30$  ฟุต/วินาที) เสือเกราะมาตรฐานนี้สามารถป้องกันกระสุนปืนในระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 ระดับ 4 และระดับ 5 ได้ด้วย (David Hagy, 2015)

เสื้อเกราะกันกระสุนที่ประดิษฐ์โดยฝีมือคนไทย เช่น เสื้อเกราะกันกระสุนจากเส้นใยสังเคราะห์ (แบบเกราะอ่อน) เป็นผลงานของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมประสงค์ ภาษาประเทศ หัวหน้าโครงการวิจัย ใช้วัสดุโพลีเอสเตอร์ ซึ่งเป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่มีความแข็งแรงด้วยความหนา 80 ชั้น น้ำหนักประมาณ 4 - 4.5 กิโลกรัม เสื้อเกราะเส้นใยโพลีเอสเตอร์นี้มีต้นทุนประมาณตัวละ 20,000 บาท

เสื้อเกราะพระเจ้าตาก ประดิษฐ์ขึ้นมาโดยใช้ฟิล์มเอกซ์เรย์เป็นส่วนประกอบหลักและปิดผนึกด้วยเทปกาวแล้วบรรจุลงในถุงผ้าไนลอน (แบบเกราะอ่อน) ถ้าต้องการป้องกันปืนเล็กยาว M16 A1 ซึ่งจะต้องใส่แผ่นอะลูมิเนียมด้านหน้าเกราะกันกระสุน และใส่แผ่นสแตนเลส ด้านหลังเกราะกันกระสุน (Krissadakorn, S., 2014)

เสื้อเกราะปตท.ผลิตจากเซรามิกส์และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ เป็นเกราะคอมโพสิต 2 ชั้น สามารถป้องกันกระสุนปืนตั้งแต่ปืนพกขนาดเล็ก ไปจนถึงระดับปืนไรเฟิล ปืนเอ็ม -16 และปืน 7.62 มม. น้ำหนักเสื้อเกราะ 10 กิโลกรัม ราคาต้นทุนการผลิตเสื้อเกราะต่อตัวประมาณ 30,000 บาท (Petroleum Authority of Thailand, 2015)

อนุสิทธิบัตรไทยเลขที่ 7071, 2555 เสื้อเกราะกันกระสุนผลิตจากแผ่นโลหะวางเรียงซ้อนสลับกับแผ่นซับแรงดันการหมุนของกระสุนจำนวน 5 ชั้น แต่ละชั้นหนา 5 มม. เป็นเสื้อเกราะแข็งสามารถป้องกันอาวุธสงครามได้ (Department of Intellectual Property, 2014)

เสื้อเกราะที่ผู้วิจัยประดิษฐ์ขึ้นนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ 1) เกราะนอก (แผ่นเกราะชุดที่ 1) ทำหน้าที่ลดความรุนแรงของกระสุนปืน (ในกรณีกระสุนปืน M16 ส่วนปืนพกสั้นๆ ไปได้แก่ 9 มม. หรือ 11 มม. จะไม่ผ่านเกราะชั้นนี้) โดยวัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงและความเหนียวสูงให้ดูดซับพลังงานของหัวกระสุนเพื่อลดความเร็วของกระสุนที่ผ่านเข้ามา 2) แผ่นรับแรงการกระแทกด้านใน (แผ่นเกราะชุดที่ 2) ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานการกระแทกของกระสุนปืนและกระจายแรงเพื่อลดแรงกระแทกของกระสุนปืนอีกชั้นหนึ่งและ 3) แผ่นด้านการยุบตัว ทำหน้าที่ป้องกันการยุบตัวจากแรงอัดของกระสุนปืน เพื่อให้ผู้สวมใส่เสื้อเกราะมีความปลอดภัย ซึ่งสามารถป้องกันกระสุนสูงกว่าระดับ II ตามมาตรฐาน NIJ น้ำหนักเสื้อเกราะ 10.5 กิโลกรัม ราคาต้นทุนการผลิตเสื้อเกราะต่อตัวประมาณ 5,000 บาท

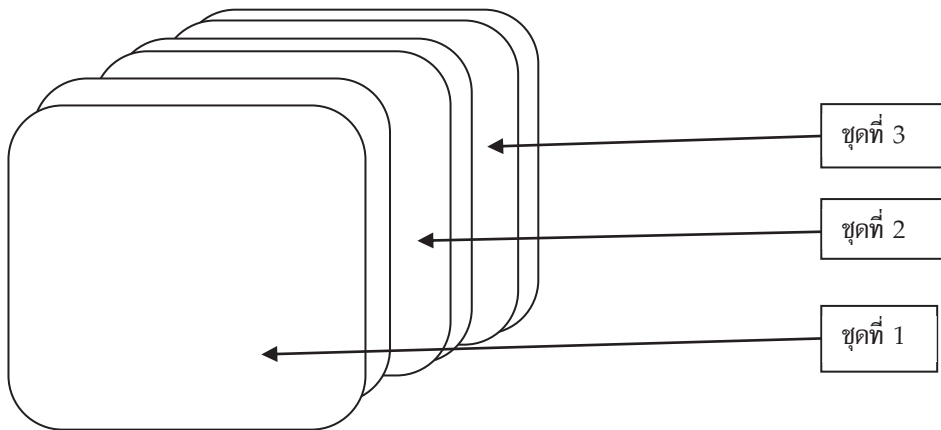
เสื้อเกราะที่ได้มาตรฐานจะช่วยสร้างขวัญกำลังใจให้แก่เจ้าหน้าที่ทหารและเจ้าหน้าที่ตำรวจขณะออกปฏิบัติภารกิจ แต่ก็มีจำนวนไม่น้อยที่ได้รับเสื้อเกราะด้อยคุณภาพจากหน่วยงานต่าง ๆ ปรึกษาผลพลัพธ์คือไม่สามารถป้องกันกระสุนปืนได้ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เสื้อเกราะที่คุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน

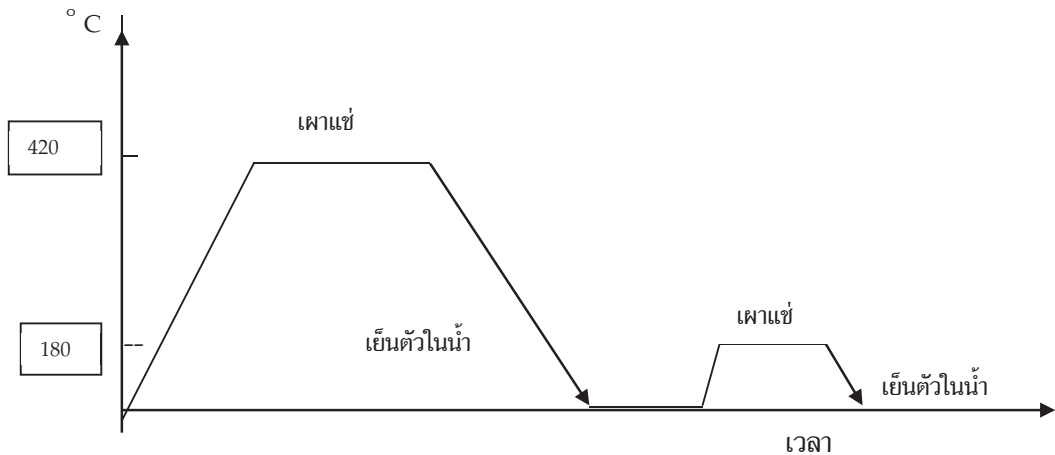
## วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ออกแบบเสื้อเกราะกันกระสุนให้มีแผ่นเกราะปกปิดร่างกายทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยเลือกใช้วัสดุทำจากแผ่นโลหะขนาด 270 x 305 มิลลิเมตร นำมาวางเรียงซ้อนกันชั้น ๆ จำนวน 3 ชุด ในแต่ละชุดจะทำหน้าที่แตกต่างกันไป คือ ชุดที่ 1 ทำหน้าที่ลดความรุนแรงของกระสุนปืน (ในกรณีกระสุนปืน M16 ส่วนปืนพกสั้นทั่ว ๆ ไป ได้แก่ 9 มม. หรือ 11 มม. จะไม่ผ่านเกราะชั้นนี้) ชุดที่ 2 ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานการกระแทก กระจายแรงและลดแรงกระแทกของกระสุนปืน และชุดที่ 3 ทำหน้าที่ป้องกันการยุบตัวจากแรงอัดของกระสุนปืน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะการวางซ้อนกันของแผ่นเกราะแข็ง

การสร้างเสื้อเกราะ เสื้อเกราะ 1 ตัว ประกอบด้วย แผ่นเกราะ และตัวเสื้อ แผ่นเกราะทำหน้าที่ป้องกันการทะลุทะลวงของกระสุนปืน จะสอดใส่ในช่องด้านหน้าและด้านหลังของตัวเสื้อ ซึ่งทำจากโลหะ 2 ชนิด ได้แก่ สแตนเลสเกรด 304 เป็นสแตนเลสกลุ่ม Austenitic Stainless Steel ที่ให้คุณสมบัติด้านแข็งแรงและมีความเหนียวสูง โดยใช้ขนาดความหนา 0.5 มิลลิเมตร และ 1.0 มิลลิเมตร และอลูมิเนียมเกรด 5083 หนา 10 มิลลิเมตร แผ่นอลูมิเนียมนี้จะต้องผ่านกระบวนการอบชุบ (Heat Treatment) มาแล้ว ด้วยกรรมวิธี Solution Treatment ที่อุณหภูมิ 420°C เฝ้าแช่ไว้ในเตาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำเอาออกมาให้เย็นตัวในน้ำ ขั้นที่สองทำ Aging ที่อุณหภูมิ 180°C เฝ้าแช่ทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้ในเตาเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นเอาแผ่นอลูมิเนียมออกมาให้เย็นตัวในน้ำ (Seong-Jong KIM and Seok-Ki JANG, 2009) ดังรูปที่ 3 ซึ่งกระบวนการวิธีนี้ทำให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติทางกลดีขึ้นดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 3 กระบวนการอบชุบแผ่นอลูมิเนียม 5083

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกลของอลูมิเนียม 5083 จากกระบวนการอบชุบ ด้วยกรรมวิธี Solution Treatment (Seong-Jong KIM and Seok-Ki JANG, 2009)

Treatment	Maximun Tension Strength /MPa	Elongation%	Hardness/HV
Non-heattreatment	346.45	15.655	80.72
Solution heattreatment	345.39	18.895	88.16

คุณสมบัติทางกลของอลูมิเนียมเกรด 5083 ดังตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าก่อนการอบชุบ มีคุณสมบัติทางกลด้านทนต่อแรงดึงได้สูงสุดเท่ากับ 346.45 MPa ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวเท่ากับ 15.655 ค่าความแข็งเท่ากับ 80.72 HV และหลังจากผ่านกรรมวิธี Solution Treatment แล้วคุณสมบัติทางกลของอลูมิเนียมเกรด 5083 ดีขึ้น เช่น ค่าการยืดตัวเพิ่มขึ้นเป็น 18.895 เปอร์เซ็นต์ และค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเท่ากับ 88.16 HV ส่วนค่าทนต่อแรงดึงนั้นลดลงเท่ากับ 345.39 ซึ่งแสดงว่ามีความเหนียวเพิ่มขึ้นเช่นกัน และด้านความแข็งก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน จึงทำให้สามารถดูดซับพลังงานการกระแทกของกระสุนปืน กระจายแรง และลดแรงกระแทกได้ดี

การประกอบแผ่นเกราะใช้แผ่นสแตนเลสเกรด 304 ทหนา 0.5 มม. จำนวน 7 แผ่น ความหนา 1.0 มม. จำนวน 1 แผ่น และแผ่นอลูมิเนียมหนา 10 มม. จำนวน 1 แผ่น ทั้งหมดจัดวางเรียงติดกันเป็นจำนวน 3 ชุด (ดังรูปที่ 2) และยึดติดกันด้วยนัทสกรู 4 มุม โดยควบคุมน้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม ต่อ 1 ชุดแผ่นเกราะ และแต่ละชุดต้องจัดลำดับทำหมายเลขก่อนนำไปทดสอบยิง เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ชุดแผ่นเกราะก่อนการทดสอบยิง

การทดสอบหามาตรฐานของเสื้อเกราะได้รับสนับสนุนทหารแม่นปืนจากมณฑลทหารบก. ที่ 23 ค่ายศรีพัชรินทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น และข้อที่ต้องพิจารณาอันดับแรกในการทดสอบหามาตรฐานเสื้อเกราะคือ อาวุธปืน อาวุธปืนสงครามที่ขาดการบำรุงรักษาที่ดี อาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ ซึ่งโครงการวิจัยนี้การยิงทดสอบแผ่นเกราะจะใช้อาวุธปืนยิงทดสอบในระดับ II คือ อาวุธปืน 9 มม. และสูงกว่าระดับ II คืออาวุธปืนเอ็ม 16 ระยะการยิงวัดจากปลายกระบอกปืนถึงเป้าแผ่นเกราะระยะ 5 เมตร และ 25 หลา สำหรับการทดสอบด้วยอาวุธปืน ดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6

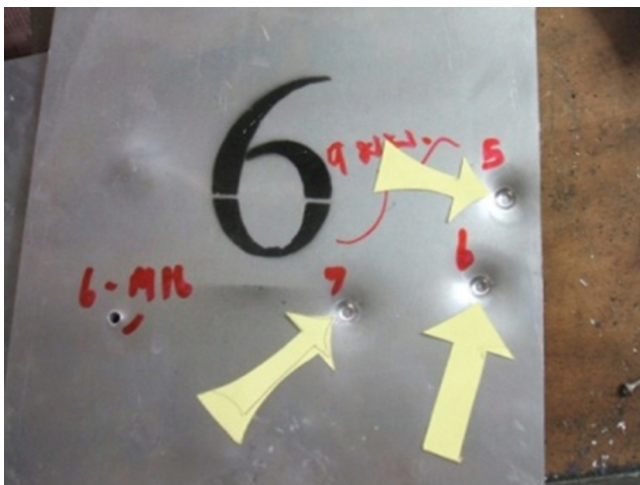


รูปที่ 5 การทดสอบแผ่นเกราะด้วยปืน M 16

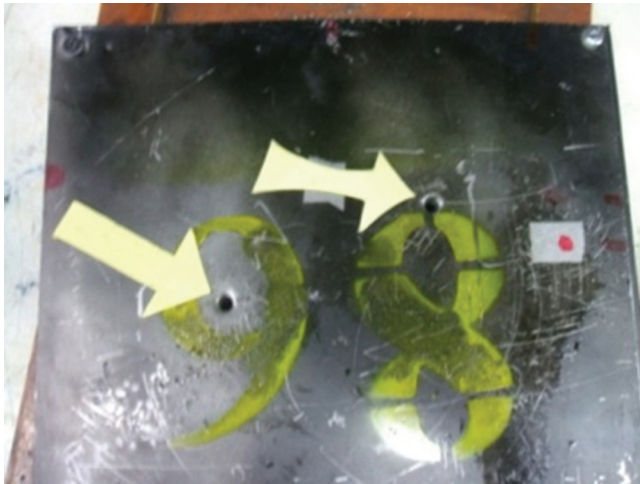


รูปที่ 6 การทดสอบแผ่นเกราะด้วยปืนสั้น 9 มม.

มาตรฐาน NIJ ได้กำหนดการยุบตัวหรือการโป่งออกด้านหลังของเกราะกันกระสุนหลังถูกยิงจะต้องไม่เกิน 44 มิลลิเมตร ถือว่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานนั้น หมายถึงหัวกระสุนไม่โผล่ทะลุออกมา และโครงการวิจัยนี้กำหนดให้การยิงทดสอบครั้งละ 1 ชุด ๆ ละ 2 นัด ถ้ามีความคลาดเคลื่อนยิ่งเพิ่มครั้งละ 1 นัด ดังในรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 8



รูปที่ 7 รอยยุบตัวหลังยิงด้วยกระสุน 9 ม.ม.



รูปที่ 8 กระสุนปืน M16 ยิงผ่านชุดโลหะที่ 1

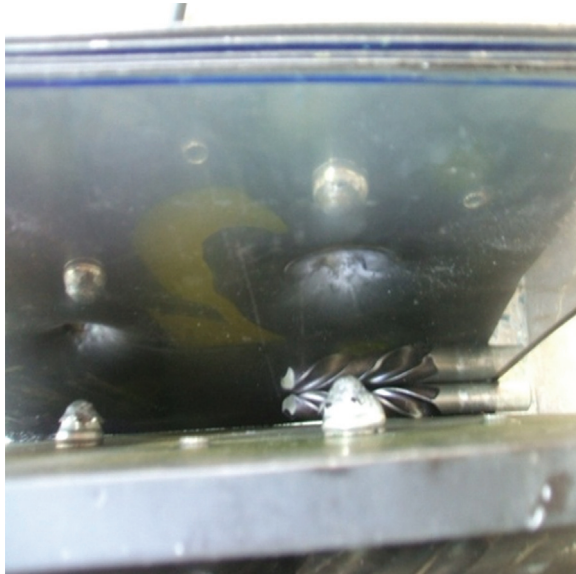
### ผลการวิจัย

มาตรฐานเสื่อเกราะกันกระสุนของโครงการวิจัยนี้ ผลการวิจัยพบว่าแผ่นเกราะกันกระสุนสามารถต้านทานต่อแรงอัดของกระสุนปืน M16 ได้ดี ในระยะยิง 25 หลา โดยใช้หัวกระสุน M16 A1 และจะหมดพลังงานเมื่อผ่านชุดโลหะที่ 2 และไม่สามารถทะลุผ่านชุดโลหะที่ 3 ไปได้ และสำหรับกระสุนขนาด 9 มม. ไม่สามารถทะลุผ่านไปได้เช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

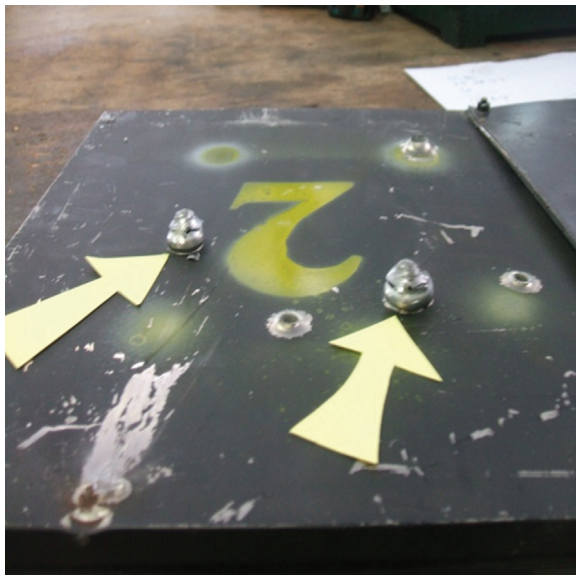
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบแผ่นเกราะด้วยปืน M16 A1 และแผ่นเกราะประกอบด้วย ชุดโลหะ จำนวน 3 ชุด

ชนิดโลหะ ชนิดกระสุน	ชุดโลหะที่ 1 304 : 0.5 มม. 3 แผ่น	ชุดโลหะที่ 2 Al : 10 มม. 304 : 0.5 มม. อย่างละ 1 แผ่น	ชุดโลหะที่ 3 304 : 0.5 มม. 3 แผ่น และ 1 มม. 1 แผ่น	ระยะโปร่งตัว ด้านหลัง (มม.)
9 มม.	ไม่ทะลุ	ไม่ทะลุ	ไม่ทะลุ	ไม่มี
M16A1	ทะลุ	ทะลุมีหัวกระสุนติดอยู่	ไม่ทะลุ	5.56

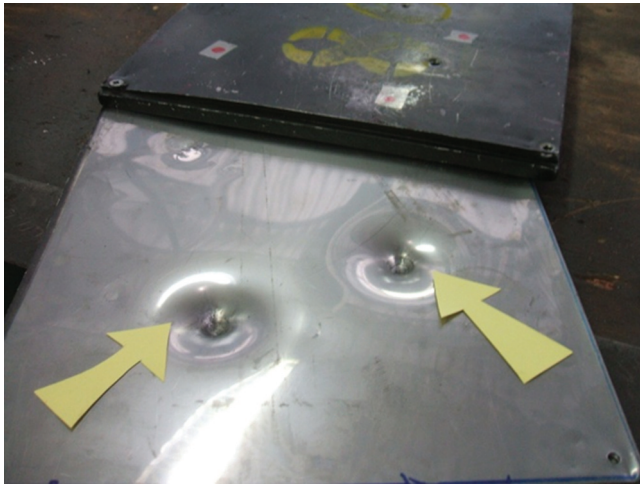
ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าแผ่นเกราะสามารถป้องกันกระสุนปืน 9 มม. และ M16 ได้ 100% โดยที่ชุดโลหะที่ 1 สามารถทำหน้าที่ลดแรงปะทะของกระสุนปืนได้ดีและพลังงานจลน์ของกระสุนปืนสูญเสียและหมดพลังงาน เมื่อวิ่งผ่านชุดโลหะที่ 2 ส่วนชุดโลหะที่ 3 สามารถต้านทานการยุบตัวจากแรงอัดของกระสุนปืนได้ โดยวัดระยะโปร่งตัวด้านหลังได้ 5.56 มม. ซึ่งจะทำให้ผู้สวมใส่เสื่อเกราะมีความปลอดภัยเป็นอย่างดี ดังรูปที่ 9 - 13



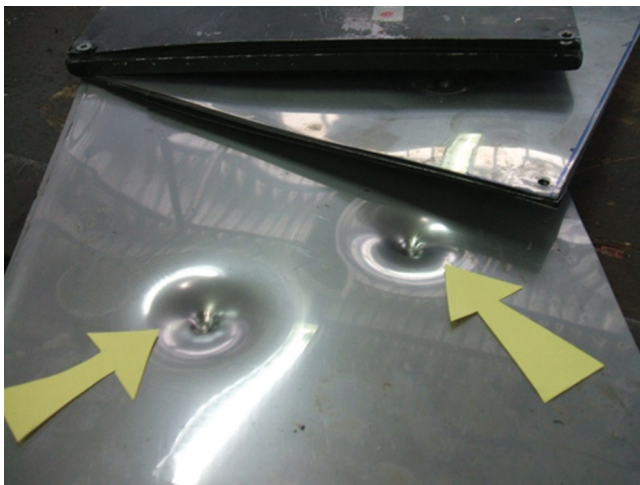
รูปที่ 9 กระสุนปืน M16 ทมดพลังเมื่อผ่านแผ่นเกราะชุดที่ 2



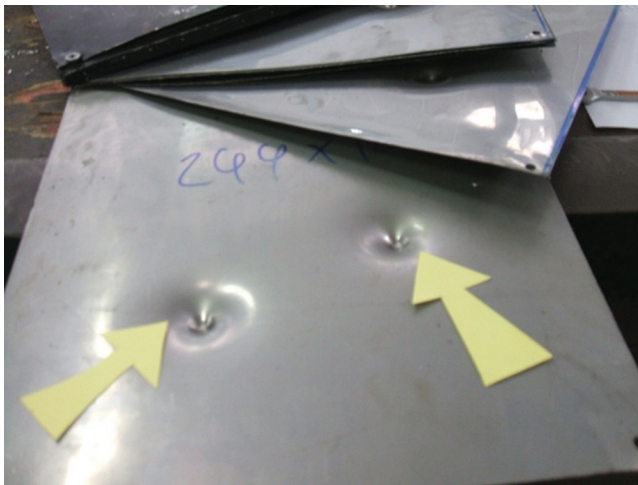
รูปที่ 10 ท้าวกระสุนปืน M16 ค้างติดแผ่นเกราะ



รูปที่ 11 ชั้นที่ 1 ของชุดโลหะที่ 3



รูปที่ 12 ชั้นที่ 3 ของชุดโลหะที่ 3



รูปที่ 13 ชั้นที่ 4 ชั้นสุดท้ายของชุดโลหะที่ 3



รูปที่ 14 ลักษณะการประกอบแผ่นเกราะ

น้ำหนักแผ่นเกราะกันกระสุน 1 ชุดหนักเท่ากับ 5.10 กิโลกรัม น้ำหนักรวมตัวเสื้อเกราะ 1 ตัวเท่ากับ 10.5 กิโลกรัม เป็นน้ำหนักที่ไม่เป็นภาระแก่ทหารมากนักเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพการป้องกันกระสุนปืน และการวัดการโปร่งตัวของชุดโลหะที่ 3 แผ่นสุดท้ายวัดด้วย Vernier Height Gauges ดังรูปที่ 16



รูปที่ 15 ด้านหลังรอยยุบตัวแผ่นโลหะชุดที่ 3



รูปที่ 16 วัดด้านหลังรอยยุบตัวแผ่นโลหะชุดที่ 3 ด้วย Vernier Height Gauges

โดยธรรมชาติของอาวุธปืนเอ็ม 16 หรืออาวุธปืนกลุ่มไรเฟิลชนิดอื่น ๆ จะมีการทะลุทะลวงที่รุนแรงมากที่สุดคล้ายกัน คือด้านที่ปะทะกับกระสุนปืนขนาดรูจะเล็กแต่ด้านกระสุนทะลุออกไปขนาดรูจะโต ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 ลักษณะการเจาะทะลุเป้าแผ่นเกราะที่ไม่ได้มาตรฐานของกระสุนปืนเอ็ม 16

สำหรับอาวุธปืน 9 มม. ร่องรอยที่ถูกยิงมีรอยยุบตัวเล็กน้อย กระสุนปืนก็ไม่สามารถทะลุผ่านแผ่นเกราะไปได้แต่อย่างใด แต่จะเค็งสะท้อนออก ซึ่งการเค็งหรือสะท้อนออกของกระสุนปืน ไม่เป็นอันตรายต่อทหารที่อยู่ข้างเคียง เนื่องจากพลังงานของกระสุนปืนถูกเกราะดูดซับเกือบหมดแล้ว และมีระยะทางสั้น ๆ ของการสะท้อนออกประมาณ 1 เมตร และสำหรับเสื้อเกราะกันกระสุนที่พร้อมใช้งานดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 เสื้อเกราะกันกระสุนปืนประสิทธิภาพสูงกว่าระดับ II ตามมาตรฐาน NIJ

## สรุปผลการวิจัย

เสื้อเกราะกันกระสุนปืนในโครงการวิจัยนี้ เป็นเสื้อเกราะกันกระสุนมีประสิทธิภาพสูงกว่าระดับ II ตามมาตรฐาน NIJ ซึ่งในระดับ II นี้เสื้อเกราะสามารถป้องกันกระสุนขนาด 9 มม. พาราฯ แบบ FMJ ที่มีหัวกระสุนหนัก 8 กรัม (124 เกรน) มีความเร็ว  $398 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1305 \pm 30$  ฟุต/วินาที) และกระสุนขนาด .357 แม็กนั่มแบบ Jacketed Soft Point (JSP) ที่มีหัวกระสุนหนัก 10.2 กรัม (158 เกรน) มีความเร็ว  $436 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1430 \pm 30$  ฟุต/วินาที) ได้ ถ้าสูงกว่าระดับ II หนึ่งระดับคือระดับ IIIA เสื้อเกราะสามารถป้องกันกระสุนขนาด .357 SIG ที่มีหัวกระสุนหนัก 8.1 กรัม (125 เกรน) มีความเร็ว  $448 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1470 \pm 30$  ฟุต/วินาที) และกระสุนขนาด .44 แม็กนั่ม แบบ SJHP ที่มีหัวกระสุนหนัก 15.6 กรัม (240 เกรน) มีความเร็ว  $436 \pm 9.1$  เมตร/วินาที ( $1430 \pm 30$  ฟุต/วินาที) และป้องกันปืนกลมือชนิดต่าง ๆ ได้ อาทิ ยูซี (UZI) ฯลฯ หัวกระสุนเคลือบแข็งหนัก 124 เกรน ความเร็วต้นไม่เกิน 1,400 ฟุต/วินาที อนึ่งเสื้อเกราะกันกระสุนปืนในโครงการวิจัยนี้เป็นเสื้อเกราะชนิดเก็บหัวกระสุนที่ยิงเข้ามา (M16) มีข้อดีคือแผ่นเกราะไม่แตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ เมื่อโดนยิง และเมื่อยิงซ้ำใกล้จุดเดิมก็ไม่เป็นอันตรายต่อผู้สวมใส่ มีราคาถูกรักษาง่าย ทนแดดทนฝน น้ำหนักของเสื้อเกราะ 10.5 กิโลกรัม และสามารถป้องกัน M16A1 ในระหว่างการทดสอบการยิงแผ่นเกราะ 25 หลา ได้ ในกรณีทดสอบด้วยปืนพกสั้นขนาด 9 มม. (ระยะการทดสอบประมาณ 5 เมตร) กระสุนจะไม่สามารถทะลุแผ่นเกราะชุดใด ๆ เลย โดยแผ่นเกราะมีรอยยุบตัวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับปืน M16A1 กระสุนปืนจะหมดพลังเมื่อผ่านชั้นเกราะกันกระสุนชุดที่ 2 และชั้นแผ่นเกราะชุดที่ 3 มีการยุบตัวเท่ากับ 5.56 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน National Institute of Justice, NIJ จึงสรุปได้ว่าผลการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน งบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2556 และขอขอบคุณผู้บริหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้บัญชาการมณฑลทหาร บก. ที่ 23 ค่ายศรีพัชรินทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนบุคลากร และสนามทดสอบยิงแผ่นเกราะกันกระสุน ขอขอบคุณ ร.อ.พิชัย ไชยสงค์ ผบ.ร้อยสังกัดมณฑลทหาร บก. ที่ 23 ค่ายศรีพัชรินทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ควมคุมการยิงแผ่นเกราะจนทำให้การดำเนินโครงการวิจัยประสบความสำเร็จด้วยดี

## References

- David Hagy. (2015). Ballistic Resistance of Body Armor NIJ Standard 0101.06. Access (20 May 2015). Available (<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/223054.pdf>)
- Department of Ordnance Air. (2014). Air Force Weapon Systems' Thailand. Access (17 February 2014). Available (<http://www.arm.rtaf.mi.th/unit1>)

- Department of Intellectual Property. (2014). **Bulletproof Vests**. Access (5 March 2014). Available (<http://patentsearch.ipthailand.go.th/DIP2013/complexsearch.php>)
- Harry Chandler. (1995). **Heat Treater's Guide**. U.S.A. Materials Park
- Krissadakorn, S. (2014). **Armor of King Taksin**. Access (5 November 2014). Available ([http://www.jabchai.com/main/view\\_joke.php?id=8510](http://www.jabchai.com/main/view_joke.php?id=8510))
- Orapan, C. and Chainarong, S. (2013). Numerical Simulation to Design the Armor Plates, Ceramic/Metal. Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand 27<sup>th</sup>. 16-18 October 2013.
- Petroleum Authority of Thailand. (2015). **Bulletproof Vests**. Access (20 May 2015). Available ([http://hq-srvtst-s08.pttplc.com/internet\\_test/Files/Document/energy\\_mag/52\\_2/power\\_sustainable\\_future.pdf](http://hq-srvtst-s08.pttplc.com/internet_test/Files/Document/energy_mag/52_2/power_sustainable_future.pdf))
- Seong-Jong KIM, Seok-Ki JANG. (2009). Effect of Solution Heat Treatment on Corrosion Resistance of 5083F Al alloy. Elsevier Journals. Vol. 19. pp. 887-891