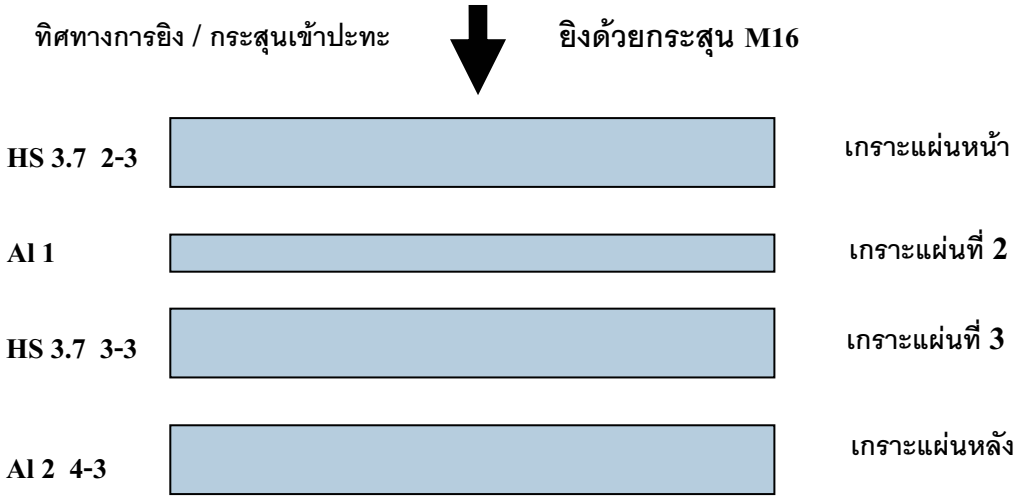
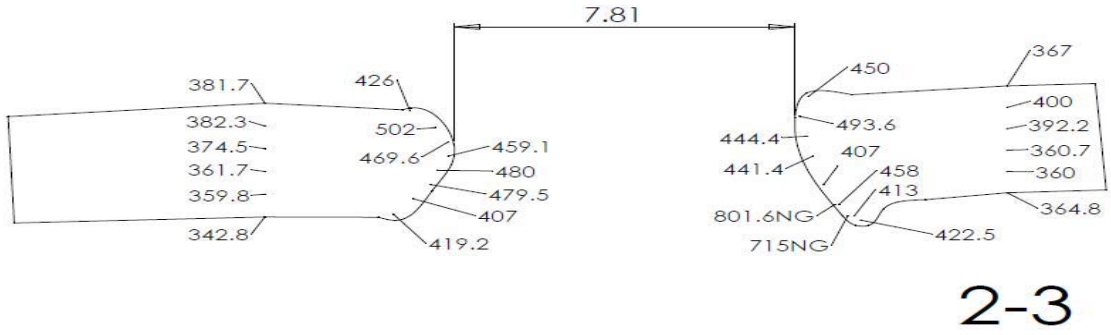
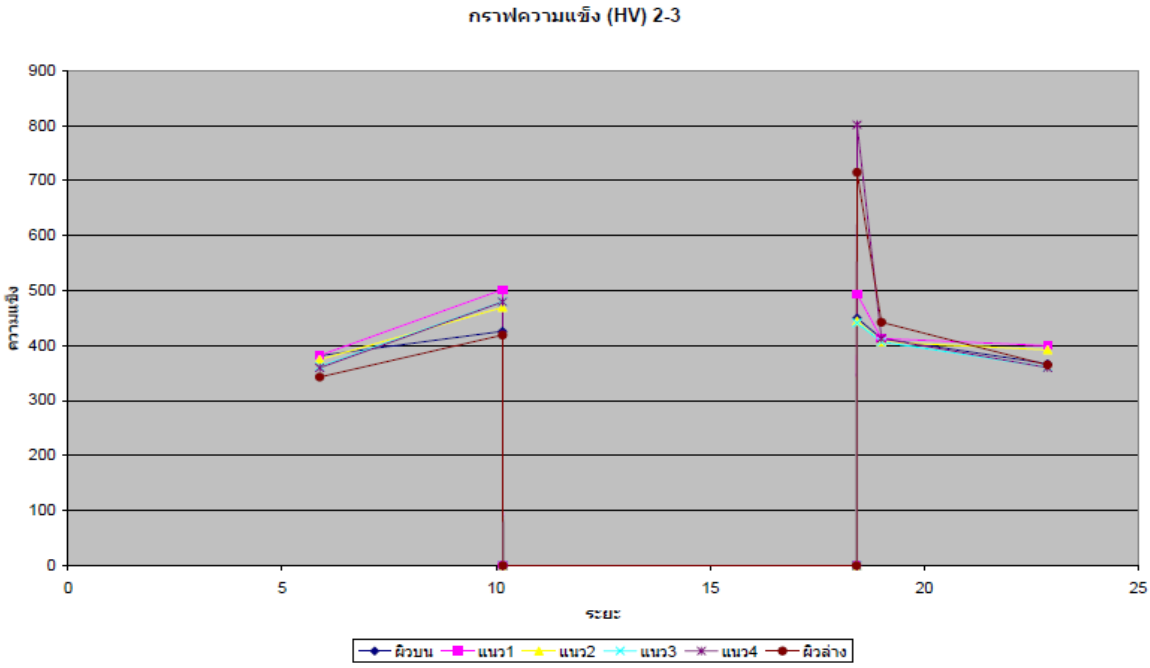
การยิงทดสอบเกราะกันอาวุธสงคราม แบบที่ 3

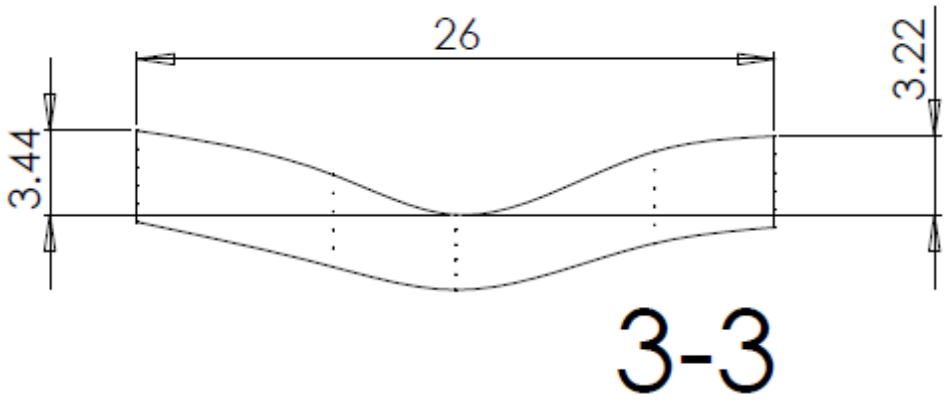


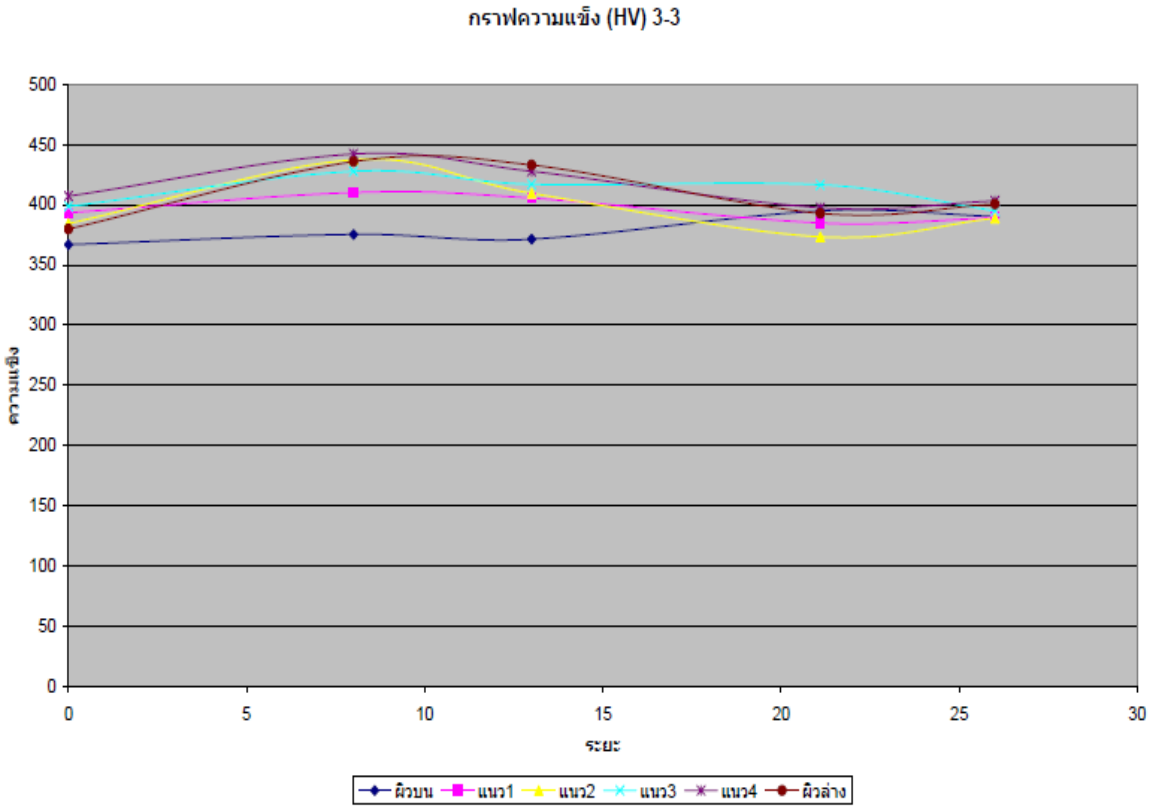
รูปที่ 58 รูปแบบการยิงทดสอบเกราะกันอาวุธสงคราม แบบที่ 3



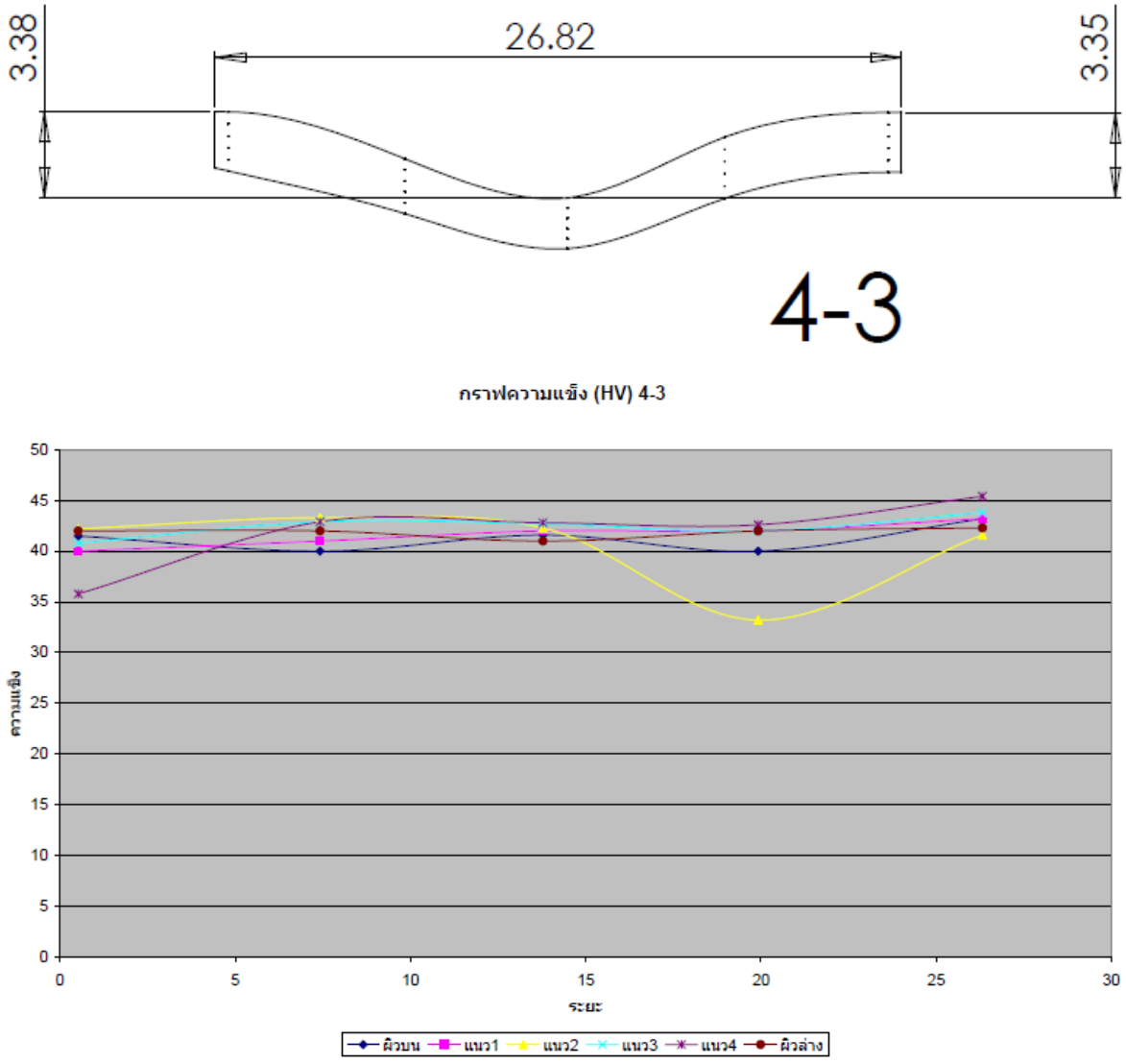


รูปที่ 59 ค่าความแข็งที่เป็นผลกระทบจากการยิงด้วย กระสุน M16
บนแผ่นเหล็กกล้าชุบแข็ง แผ่นหน้า ของเกราะกันอาวุธสงคราม แบบที่ 3





รูปที่ 60 ค่าความแข็งที่เป็นผลกระทบจากการยิงด้วย กระสุน M16 บนแผ่นเหล็กกล้าชุบแข็ง แผ่นหลัง ของเกราะกันอาวุธสงคราม แบบที่ 3



รูปที่ 61 ค่าความแข็งที่เป็นผลกระทบจากการยิงด้วย กระสุน M16 บนแผ่นอลูมิเนียม แผ่นหลังสุด ของเกราะกันอาวุธสงคราม แบบที่ 3

สรุปผลการทดลองความแข็ง

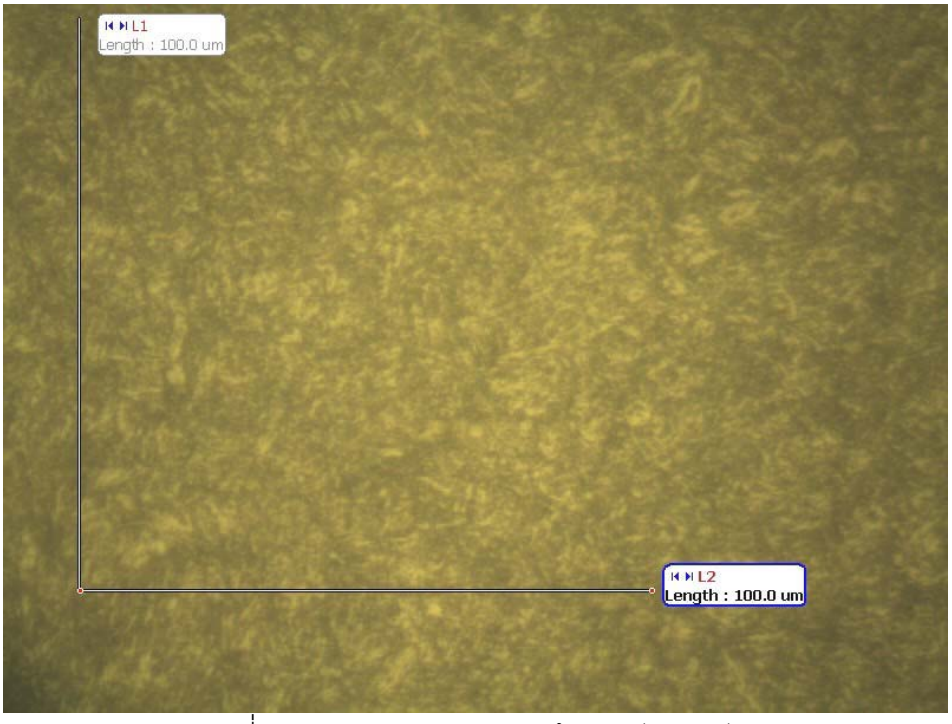
ความแข็งที่เพิ่มขึ้นของวัสดุ ที่ถูกยิงนั้นเกิดขึ้นจากผลกระทบของ Strain hardening โดยความแข็งที่เกิดขึ้นอยู่กับความเร็วในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ หรือ Strain Rate ดังนั้นสามารถบ่งบอกได้ว่า เมื่อวัสดุนั้นถูกแรงกระทำให้ยืดตัวออกอย่างรวดเร็ว ยิ่งเร็วเท่าไรก็จะยิ่งทำให้มีความแข็งมากขึ้น จึงสามารถเปรียบเทียบได้ว่า กระสุนที่มากระทบกับวัสดุนั้นๆ สามารถทำให้วัสดุเปลี่ยนแปลงรูปร่างด้วยความเร็วที่มากกว่าหรือน้อยกว่ากัน หรือบ่งบอกถึงระดับของความเร็วและพลังงานที่ยังคงเหลือของกระสุน สังเกตที่ชิ้นงาน 3-3 นั้นมีความแข็งน้อยกว่า ซึ่งผกผันกับความหนารวมของแผ่นเกราะ ที่มีมากกว่ารูปแบบอื่นๆ แสดงว่า ชิ้นงานนี้ยืดตัวออกช้าลง เมื่อเกราะมีความหนามากขึ้น หรือ สรุปได้ว่า กระสุนมีความเร็วลดลง เมื่อผ่านมาถึงชั้นเกราะนี้เข้ากับหลักโมเมนตัมได้

4 ผลการตรวจสอบเกรน (Microstructures)

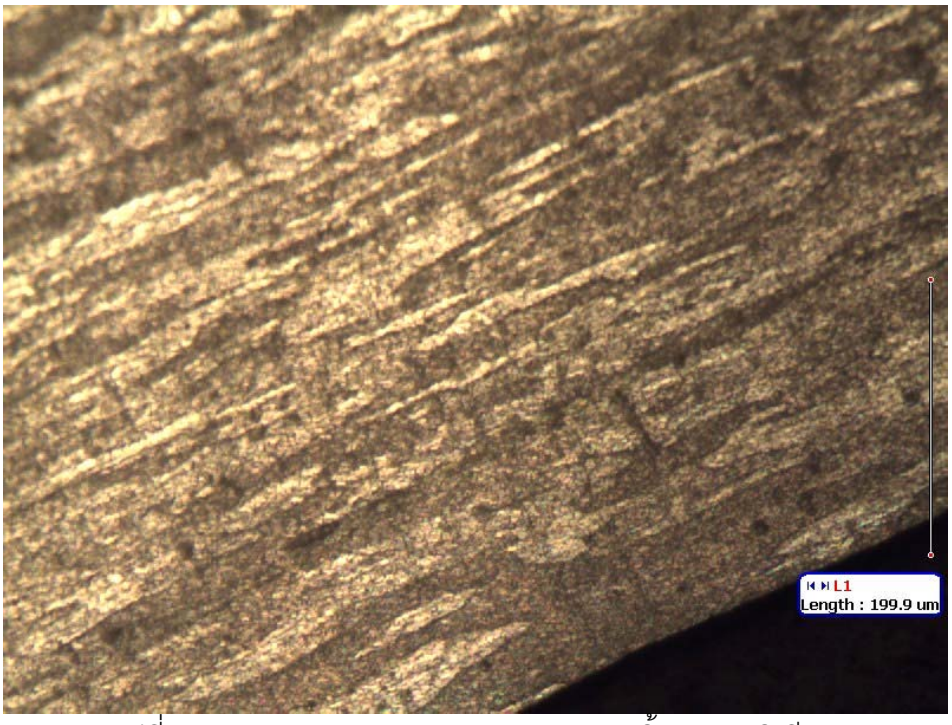
การตรวจสอบ Microstructure ได้นำชิ้นงานที่ทำการวัดค่าความแข็งเสร็จแล้ว นำมาขัด และกัดด้วยกรดเพื่อดูโครงสร้างเกรนของวัสดุ ว่ามีความสม่ำเสมอหรือไม่

วัสดุ	ส่วนประกอบของกรด	ระยะเวลาในการกัดกรด
อลูมิเนียม	HF 40%	3 นาที
เหล็กกล้าไร้สนิม	HNO_3 35%, HCL 40% ในน้ำกลั่น	30 วินาที
เหล็กชุบแข็ง	HNO_3 3% ในเมททิวแอลกอฮอล์	3 วินาที

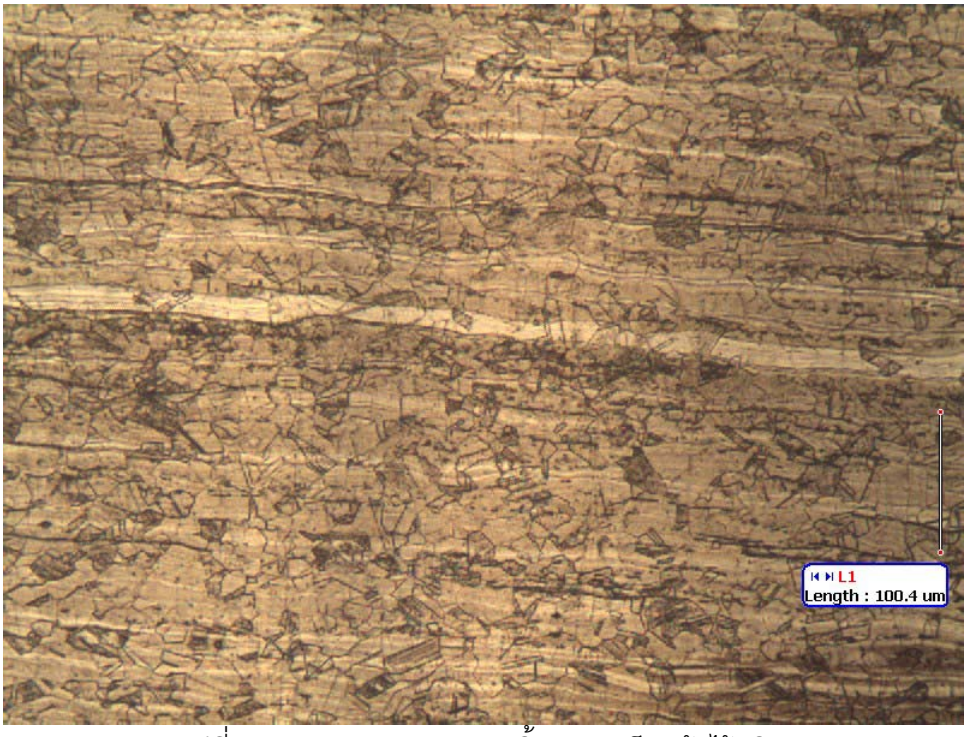
ตารางแสดงการกัดกรด



รูปที่ 62 Microstructure ของวัสดุเหล็กชุบแข็ง



รูปที่ 63 Microstructure Microstructure ของชิ้นงานอลูมิเนียม



รูปที่ 64 Microstructure ของชิ้นงานเหล็กกล้าไร้สนิม

จากการทดลองไม่พบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอย่างชัดเจน โดยวัสดุจะมีโครงสร้างเดิมสม่ำเสมอ ไม่มีชั้นผิวแข็งชัดเจน หรือชั้นที่มีเกรนละเอียดกว่า

ผลการทดสอบเกราะกันกระสุน ครั้งที่ 2

การทดลอง

การทดสอบเกราะกันกระสุน ครั้งที่ 2 ทดสอบโดยการยิงด้วยกระสุนจริงกับเกราะกันกระสุนปืนพก ซึ่งเกราะที่นำมาใช้ทดสอบถูกเป็นที่ถูกพัฒนาเพื่อทดลองหา ผลกระทบของพ่ร่มิเตอร์ต่างๆ ต่อสมรรถนะการป้องกันกระสุนของเกราะ

วิธีการทดลอง

การยิงทดสอบ โดยทำการทดสอบเทียบเท่ากับมาตรฐานของกระทรวงกลาโหมมากที่สุด และมีเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญร่วมปฏิบัติงานทดสอบ

การทดสอบเกราะปืนพก ยิงสอบสอบด้วยกระสุนสองขนาดคือ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

โดยทั่วไป กระสุนปืนที่มีขายตามท้องตลาดนั้นมีความเร็วต้นที่แตกต่างกันเล็กน้อย แม้ว่าจะผลิตจากบริษัทเดียวกันก็ตาม ในการยิงทดสอบจึงจำเป็นต้องทำการวัดความเร็วของกระสุนที่จะนำมาทดสอบด้วย เพื่อให้ได้ค่าความเร็วต้นตามมาตรฐาน NIJ.

จากการวัดความเร็วของกระสุน 9 mm.FMJRN วัดความเร็วต้นได้ต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นจึงได้ทำการเพิ่มดินปืนให้กับกระสุนจนได้ความเร็วตามมาตรฐาน

ส่วนกระสุน .44 ที่ได้จากท้องตลาดมีความต้น ถึง 451.57 เมตร/วินาที จึงได้ทำการนำดินปืนออกบางส่วน แล้วนำมายิงจนได้ความเร็วตามมาตรฐาน ในชั้นนี้เราเรียกว่า “การปรับดินปืน”

แบบฟอร์มบันทึกผลการยิงทดสอบเกราะกันกระสุน

โครงการวิจัยและพัฒนาเกราะป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาดและกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

สถานที่ทดสอบ

สนามยิงทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน กองพลาธิการ และสรรพาวุธ

รายชื่อเจ้าหน้าที่

1.พ.อ. ดำรง เรืองฤทธิ์

2.พ.อ. ฉัตรชัย โชติกุล

3.พ.ต.ท.ไพชยนต์ สุขเกษม

4.ด.ต. สมยศ ชยันโต

5.ด.ต. วินิจ แสงงิ้ว

6. พ.ต. สุพพัติ มีสุข

7.พ.อ.อ.นพพร คุ้มคร้าม

ผู้บันทึกผลการทดสอบ

คุณ โกวิท รมเยศบวร

ผู้เก็บหลักฐานในการทดสอบ

คุณ โกวิท รมเยศบวร

ผู้ร่วมสังเกตการณ์

1.พ.อ. ดำรง เรืองฤทธิ์

2.คุณ ประโยชน์ วงค์คำสิงห์

ตารางบันทึกผลการทดสอบ

หมายเลข 1

รายละเอียดวัสดุ

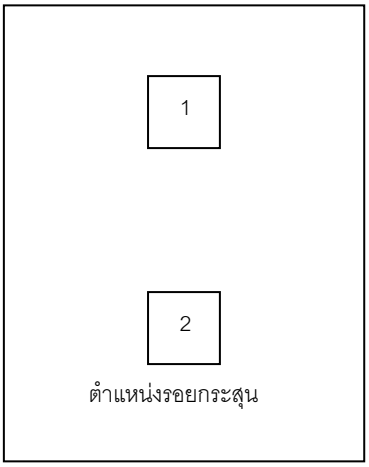
รหัสวัสดุ SS2+ Al2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม. กับ อลูมิเนียม 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง SS2+Al2

กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

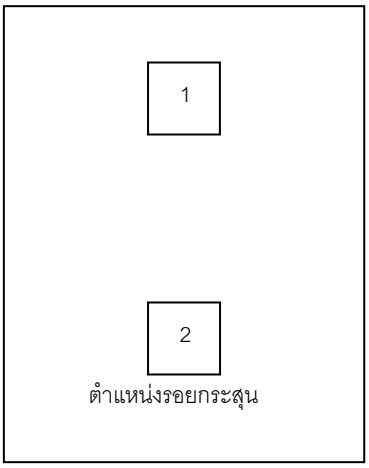
1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที



รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	436.94	ไม่ทะลุ	
2	.44	ทดสอบ	436±9	434.99	ทะลุ	
3						
4						

หมายเลข 2

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ SS2+HAl2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม.กับ
อลูมิเนียม 2 มม. ทำอโนไดซ์

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง SS2+HAl2

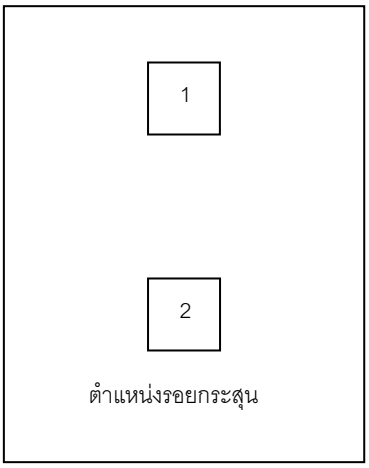
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	436.92	ไม่ทะลุ	
2	.44	ทดสอบ	436±9	428.68	ไม่ทะลุ	
3						
4						

หมายเลข 3

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS2+Al2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม. ทำไนไตร์ดิง
กับ อลูมิเนียม 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS2+Al2

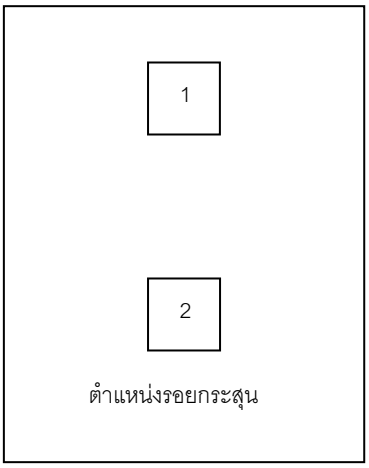
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	440.36	ปริ	
2						
3						
4						

หมายเลข 4

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS2+Al1x2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม. ทำไนไตร์ดิง
กับอลูมิเนียม 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS2+Al1x2

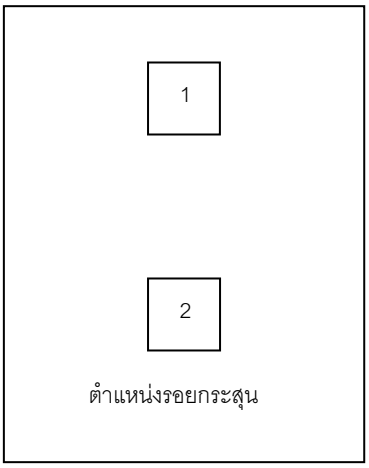
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	437.87	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 5

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ SS2+Al1x2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม. กับ อลูมิเนียม 1 มม. 2 แผ่น

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง SS2+Al1x2

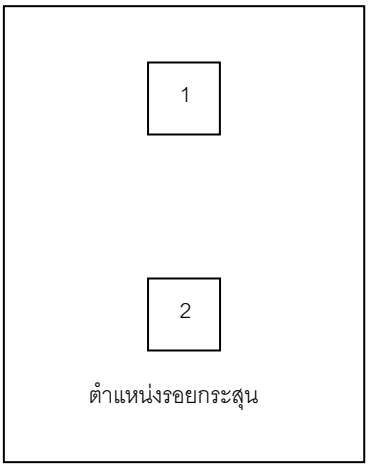
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	439.96	ไม่ทะลุ	
2	.44	ทดสอบ	436±9	437.49	ทะลุ	
3						
4						

หมายเลข 6

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS2+Al1x2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม

ทำไนไตร์ดิง กับอลูมิเนียม 1 มม. 2 แผ่น

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS2+Al1x2

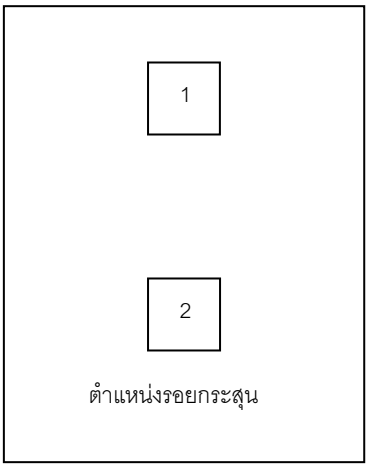
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	438.17	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 7

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS2+HAl1x2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม. ทำไนไตร์ดิง
กับ อลูมิเนียม 1 มม. 2 แผ่น ทำอโนไดซ์

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS2+HAl1x2

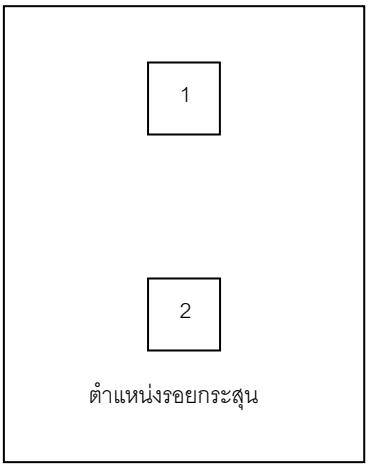
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	441.75	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 8

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ Al2+Al1x4

รายละเอียดวัสดุ อลูมิเนียม 2 มม.กับอลูมิเนียม 1 มม. 4 แผ่น

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง Al2+Al1x4

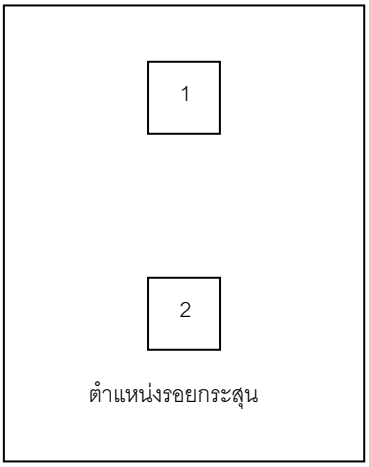
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	437.81	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 9

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HAl2+Al1x4

รายละเอียดวัสดุ อลูมิเนียม 2 มม. ทำอโนไดซ์
กับ อลูมิเนียม 1 มม. 4 แผ่น

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HAl2+Al1x4

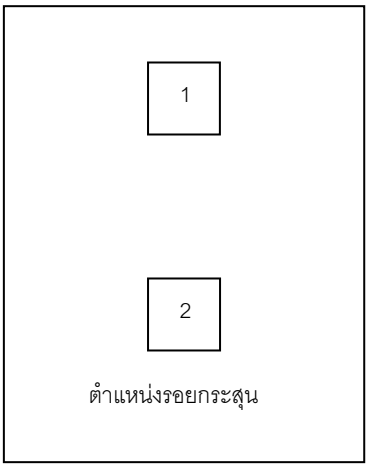
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	441.16	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 10

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HAl1x4+Al2

รายละเอียดวัสดุ อลูมิเนียม 2 มม.

กับอลูมิเนียม 1 มม. 4 แผ่น ทำอโนไดซ์

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HAl1x4+Al2

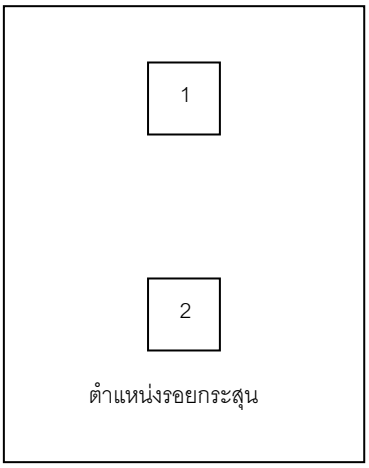
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	438.90	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 11

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HAl2+HAl1x4

รายละเอียดวัสดุ อลูมิเนียม 2 มม. ทำอโนไดซ์

กับ อลูมิเนียม 1 มม. 4 แผ่น ทำอโนไดซ์

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HAl2+HAl1x4

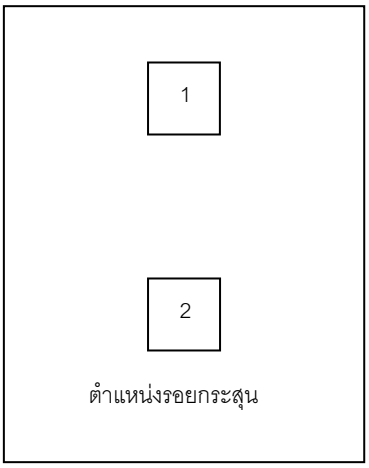
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	435.95	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 12

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS1+HSS1

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม.ทำไนไตร์ดิง 2 แผ่น

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS1+HSS1

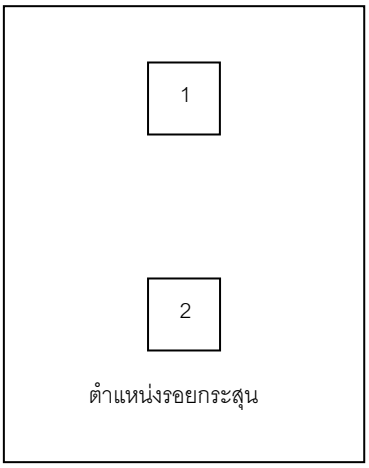
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	434.91	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 13

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ SS1+SS1

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม. 2 แผ่น

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง SS1+SS1

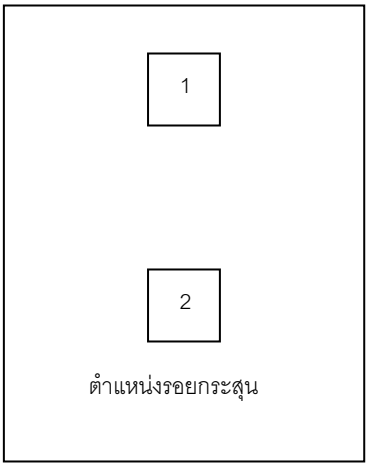
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตราฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	439.90	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 14

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS1+SS1

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม. ทำไนไตร์ดิง
กับเหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS1+SS1

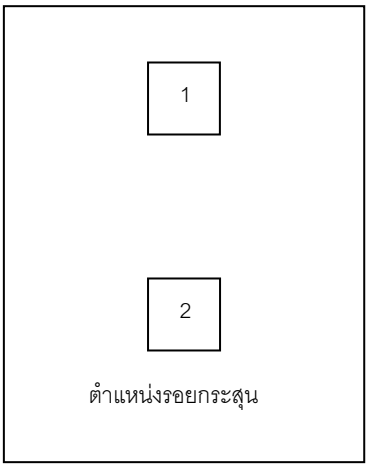
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	439.84	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 15

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS1+Al2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม. ทำไนไตร์ดิง
กับอลูมิเนียม 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS1+Al2

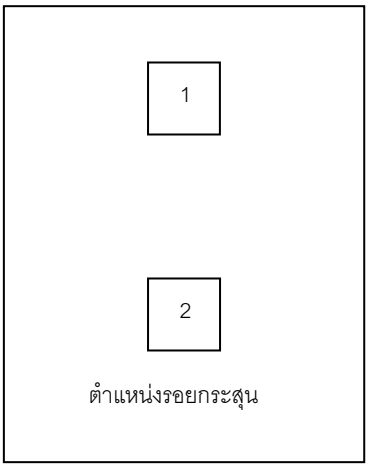
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	432.95	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 16

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS1x2+Al2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม. ทำไนไตร์ดิง 2แผ่น
กับอลูมิเนียม 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS1x2+Al2

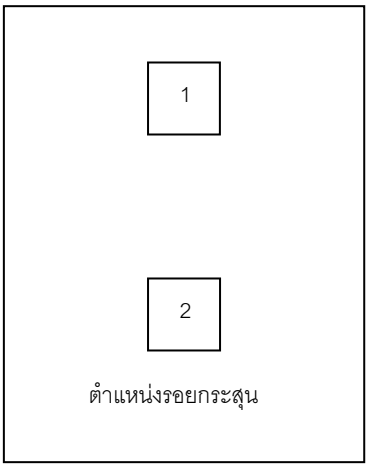
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	440.47	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 17

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ SS1x2+Al2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม. 2แผ่น กับอลูมิเนียม 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง SS1x2+Al2

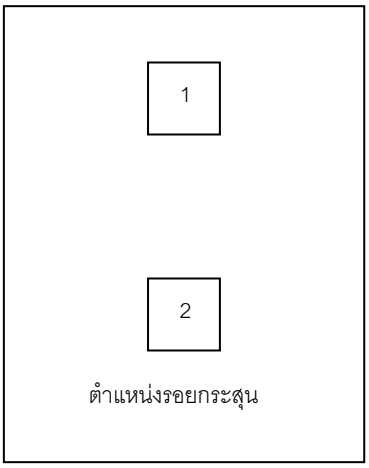
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	438.63	ปริ	
2	.44	ทดสอบ	436±9	437.80	ทะลุ	
3						
4						

หมายเลข 18

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ SS1x2+ Al1x2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม. 2 แผ่น

กับอลูมิเนียม 1 มม. 2 แผ่น

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง SS1x2+ Al1x2

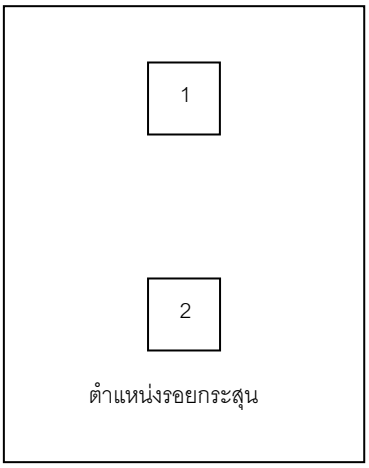
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	435.29	ไม่ทะลุ	
2	.44	ทดสอบ	436±9	435.07	ทะลุ	
3						
4						

หมายเลข 19

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS1x2+HAl1x2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม. ทำไนไตร์ดิง 2 แผ่น
กับ อลูมิเนียม 1 มม. ทำอโนไดซ์ 2 แผ่น

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS1x2+HAl1x2

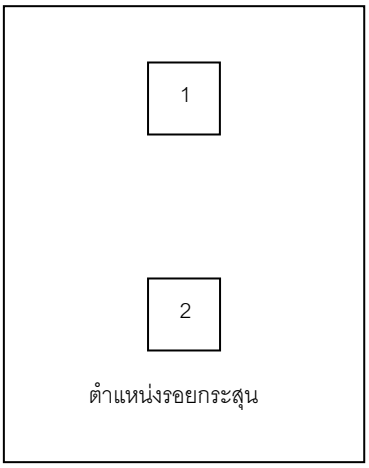
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	432.98	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 20

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ SS2+Al1

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม. กับ อลูมิเนียม 1 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง SS2+Al1

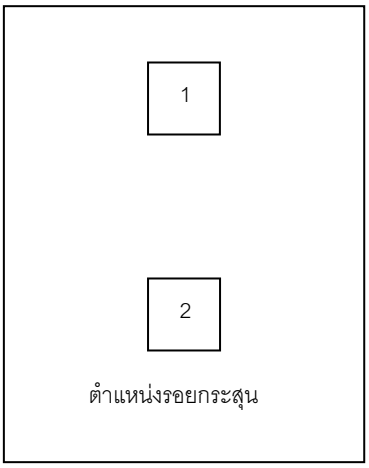
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	438.61	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 21

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ HSS2+Al1

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม. ทำไนไตร์ดิง
กับอลูมิเนียม 1 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง HSS2+Al1

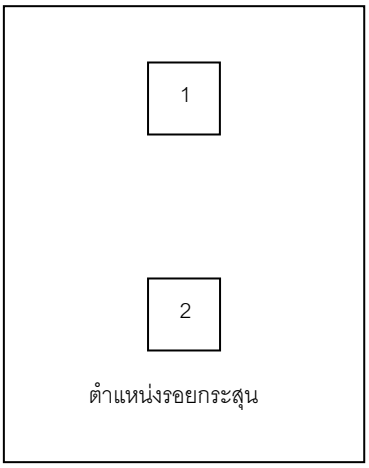
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	434.90	ทะลุ	
2						
3						
4						

หมายเลข 22

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ Al5083-3+Al5083-3

รายละเอียดวัสดุ อลูมิเนียม 5083 หนา 3 มม. 2 แผ่น

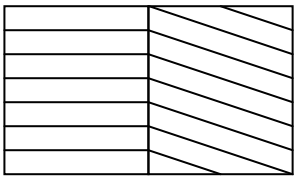
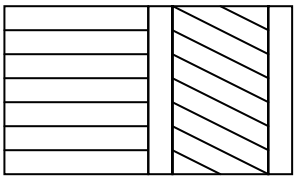
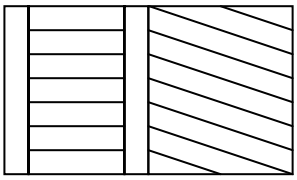
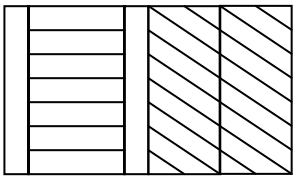
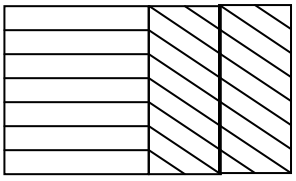
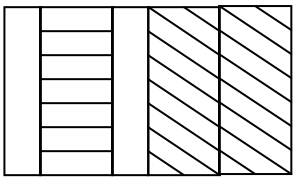
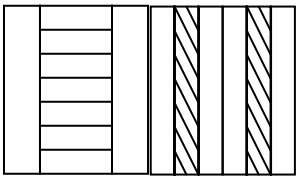
ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง Al5083-3+Al5083-3

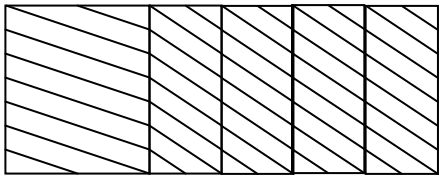
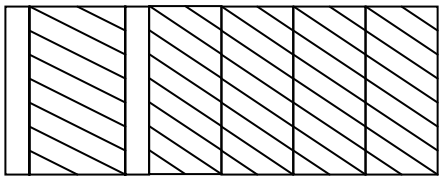
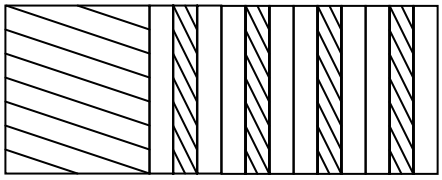
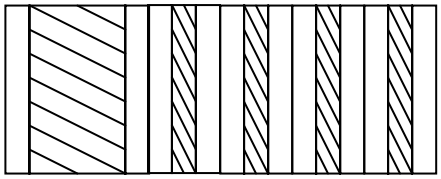
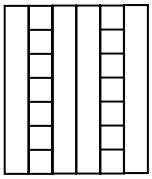
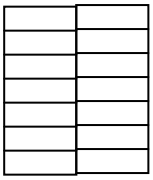
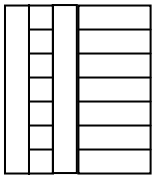
กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

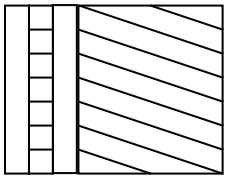
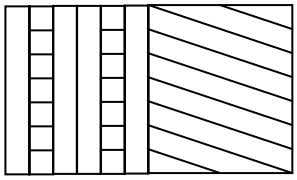
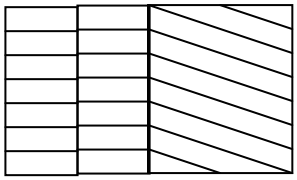
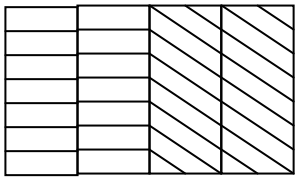
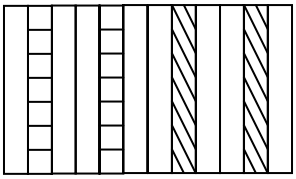
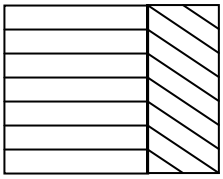
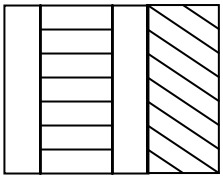
1. กระสุน 9 mm.FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436±9 เมตร/วินาที

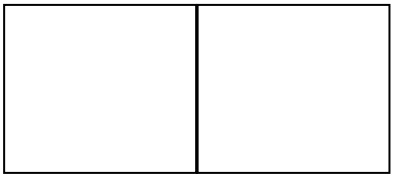
รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)
			มาตรฐาน	วัดได้		
1	9 mm.	ทดสอบ	436±9	438.09	ทะลุ	
2						
3						
4						

รูปแบบการประกอบเกราะ

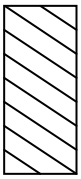
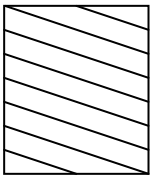
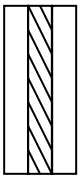
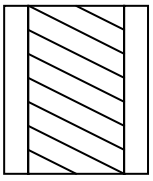
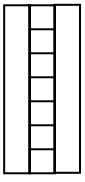
หมายเลข	รูปแบบ ทิศทางกระสุน ➔	รหัสวัสดุ	ผล	
			9mm.	.45
1		SS2+Al2	ไม่ทะลุ	ทะลุ
2		SS2+HAl2	ไม่ทะลุ	ไม่ทะลุ
3		HSS2+Al2	ปริ	ทะลุ
4		HSS2+Al1x2	ทะลุ	ทะลุ
5		SS2+Al1x2	ไม่ทะลุ	ทะลุ
6		HSS2+Al1x2	ทะลุ	ทะลุ
7		HSS2+HAl1x2	ทะลุ	ทะลุ

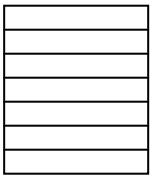
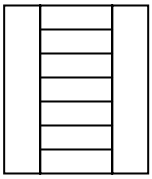
8		AI2+AI1x4	ทะลุ	ทะลุ
9		HAI2+AI1x4	ทะลุ	ทะลุ
10		AI2+HAI1x4	ทะลุ	ทะลุ
11		HAI2+HAI1x4	ทะลุ	ทะลุ
12		HSS1+HSS1	ทะลุ	ทะลุ
13		SS1+SS1	ทะลุ	ทะลุ
14		HSS1+SS1	ทะลุ	ทะลุ

15		HSS1+Al2	ทะลุ	ทะลุ
16		HSS1x2+Al2	ทะลุ	ทะลุ
17		SS1x2+Al2	ปริ	ทะลุ
18		SS1x2+ Al1x2	ไม่ทะลุ	ทะลุ
19		HSS1x2+HAl1x2	ทะลุ	ทะลุ
20		SS2+Al1	ทะลุ	ทะลุ
21		HSS2+Al1	ทะลุ	ทะลุ

22		Al5083-3 +Al5083-3	ทะลุ	ทะลุ

ตารางแสดงความหมายสัญลักษณ์

	Al1	อลูมิเนียม 1มม.
	Al2	อลูมิเนียม 2มม.
	HAl2	อลูมิเนียม 1 มม. ทำอโนไดซ์
	HAl2	อลูมิเนียม 2 มม. ทำอโนไดซ์
	SS1	เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม.
	HSS1	เหล็กกล้าไร้สนิม 1 มม ทำไนไตร์ดิง

	SS2	เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม
	HSS2	เหล็กกล้าไร้สนิม 2 มม ทำไนไตร์ดิง
	Al5083-3	อลูมิเนียม 5083 หนา 3 มม.

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบที่ได้จากการทดลอง แสดงให้เห็นถึงผลของความแข็งที่ผิววัสดุแผ่นเกราะ และความแข็งแรงของวัสดุ นั้นมีผลต่อรูปแบบความเสียหาย ของแผ่นเกราะจริง ตามหลักทฤษฎีที่กล่าวไว้ข้างต้น

จากผลการเปลี่ยนแปลงรูปแบบวัสดุที่มีผิวแข็ง แล้วให้ผลการทดลอง สอดคล้องกับทฤษฎี และการทดลองของ T. Borvik[5] เมื่อวัสดุบางมีความแข็งมากขึ้นถึงระดับหนึ่งจะมีความสามารถในการต้านทานกระสุนลดลง เนื่องจากเกิดความเสียหายในรูปแบบ Plugging ได้ง่ายขึ้น ดังผลการทดลองหมายเลข 1-3 ที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการทำผิวแข็งให้แผ่นเกราะชั้นแรก แผ่นเกราะจะถูกเจาะได้ง่าย โดยที่กระสุน 9mm. สามารถเจาะทะลุได้

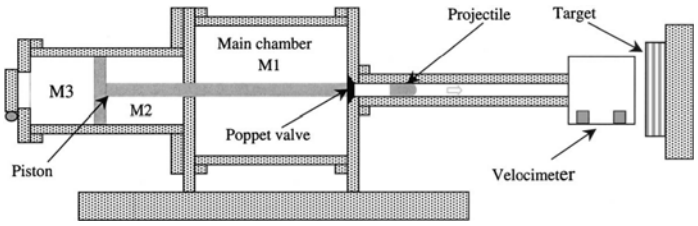
และจากการทดลองแสดงให้เห็นอีกว่าความแข็งแรงของแผ่นเกราะชั้นต่อมาที่ทำหน้าที่รองหลังนั้นมีผลต่อความสามารถในการต้านทานกระสุน ดังผลการทดลอง หมายเลข 1-3 จะพบว่า หมายเลข 2 ที่ใช้แผ่นรองหลังที่มีความแข็งแรงมากกว่า เนื่องจากมีการทำผิวแข็งนั้น ส่งผลให้ เกราะนั้นสามารถกันกระสุน .44 ได้

จากการทดลองหมายเลข 22 ความแข็งแรงของแผ่นวัสดุชั้นแรกมีผลต่อความสามารถในการต้านทานกระสุน ดังที่ผลการทดลอง ออกมาแม้ว่าจะใช้อลูมิเนียมที่มีคุณสมบัติสูงและมีความหนารวมกันถึง 6 mm. ก็ไม่สามารถกันกระสุนได้เลย เมื่อเทียบกับเกราะที่ใช้เหล็กกล้าไร้สนิมเป็นแผ่นเกราะชั้นแรก เนื่องจากเกราะชั้นแรกนั้นต้องรับภาระการกระแทกที่สูงมากในเวลาอันสั้น วัสดุที่ความสามารถในการต้านทานแรงกระแทกต่ำ เช่น วัสดุที่ความแข็งสูง ยืดตัวได้น้อย กับวัสดุที่มีความแข็งแรงต่ำ อย่างอลูมิเนียม จะไม่สามารถรับภาระการกระแทกได้มากพอ

ผลการทดสอบเกราะกันกระสุน รอบที่3

การทดลอง

การทดสอบเกราะกันกระสุน ทดสอบโดยการยิงด้วยกระสุนจริงกับเกราะกันกระสุนปืนพก และเกราะกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงครามด้วยเครื่องยิงทดสอบ gas gun



รูปที่ 65 เครื่องยิงทดสอบ Gas gun

วิธีการทดลอง

การยิงทดสอบ

การยิงทดสอบแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ คือ ทดสอบเกราะปืนพกและเกราะปืนเล็กยาวและมีรูปแบบย่อย ๆ ดังนี้

1 ทดสอบเกราะปืนพก

เกราะปืนพกที่ใช้ทดสอบครั้งนี้มีรูปแบบเดียว แต่ยิงทดสอบบด้วยกระสุนสองขนาดคือ กระสุนปืนมาตรฐาน 9 มม. FMJRN และ.44 REM MAG ตามการทดสอบมาตรฐาน 3A

1.1 เกราะปืนพกยิงด้วยกระสุน 9 มม. FMJRN (BJS3 + BJA2-9 มม. FMJRN)

1.2 เกราะปืนพกยิงด้วยกระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked (BJS3 + BJA2-.44)

2 ทดสอบเกราะปืนเล็กยาว

เกราะปืนเล็กยาว ทดสอบยิงด้วยกระสุน M16 อย่างเดียว และมีการจัดรูปแบบเกราะตามรูปแบบโดยการเพิ่มชั้นวัสดุเข้ามาช่วยรับภาระจากกระสุน

2.1 เกราะ 3 ชั้น (SM10 +UD.2x20+BJH2)

การทดสอบแบบมาตรฐานสำหรับเกราะปืนพกระดับ 3A

รูปที่ 66 สนามยิงทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน กองพลาธิการ และสรรพาวุธ สนง. ตำรวจแห่งชาติ

รูปที่ 67 สนามยิงทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน กองพลาธิการ และสรรพาวุธ สนง. ตำรวจแห่งชาติ

รูปที่ 68 อุปกรณ์ใช้ยิงทดสอบ (Nitrogen gas gun)

รูปที่ 69 อุปกรณ์วัดความเร็วกระสุนปืน

รูปที่ 70 เครื่องวัดความเร็วกระสุนปืน

รูปที่ 71 ชุดเกราะปืนพกสำหรับทดสอบ

รูปที่ 72 ชุดเกราะปืนพกหลังทำการทดสอบ

รูปที่ 73 ชุดเกราะปืนพกหลังทำการทดสอบ

รูปที่ 74 ชุดเกราะสำหรับทดสอบกระสุนปืนเล็กยาวอาวุธสงคราม

รูปที่ 75 ชุดเกราะสำหรับทดสอบกระสุนปืนเล็กยาวอาวุธสงคราม

รูปที่ 76 พ.อ. ดำรงค์ เรืองฤทธิ์ บรรยายก่อนทำการทดสอบ

รูปที่ 77 พ.อ. ดำรง เรืองฤทธิ์ สว.กห. ทำเครื่องหมายตำแหน่งเป้าเลเซอร์

รูปที่ 78 รอยกระสุนปืน M 16 ตำแหน่งที่ 1

รูปที่ 79 พ.อ. สมชาย ศุขมนัส

พ.อ. ดำรงค์ เรืองฤทธิ์

คณะกรรมการ สว.กห. ตรวจสอบรอยกระสุนปืน

รูปที่ 80 คณะกรรมการตรวจสอบรอยรอยกระสุนปืน 16 ตำแหน่งที่ 2

รูปที่ 81 รอยกระสุนปืน M 16 ตำแหน่งที่ 3

รูปที่ 82 รอยยุบตัวของดินน้ำมันจากกระสุนปืน M 16 ที่ตำแหน่งที่ 1

รูปที่ 83 การวัดรอยยุบตัวของดินน้ำมันจากกระสุนปืน M 16 ที่ตำแหน่งที่ 2

รูปที่ 84 เกราะหลังการยิงทดสอบ

รูปที่ 85 รอยยุบตัวของดินน้ำมันจากกระสุนปืน M16 ที่ตำแหน่งที่ 3

รูปที่ 86 ชุดเกราะหลังการยิงทดสอบ

รูปที่ 87 คณะกรรมการ และผู้ร่วมสังเกตการณ์

โครงการวิจัยและพัฒนาเกราะป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาดและกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

ณ สนามยิงทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน กองพลาธิการ และสรรพาวุธ สนง. ตำรวจแห่งชาติ

พลเอก อภิชาติ ทิมสุวรรณ หัวหน้าโครงการ

รูปที่ 88 หัวหน้าโครงการร่วม คณะกรรมการ และผู้ร่วมสังเกตการณ์
โครงการวิจัยและพัฒนาเกราะป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาดและกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม
ณ สนามยิงทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน กองพลาธิการ และสรรพาวุธ สนง. ตำรวจแห่งชาติ

แบบฟอร์มบันทึกผลการยิงทดสอบเกราะกันกระสุน

โครงการวิจัยและพัฒนาเกราะป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาดและกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

สถานที่ทดสอบ

สนามยิงทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน กองพลาธิการ และสรรพาวุธ
สนง. ตำรวจแห่งชาติ

วันที่ทำการทดสอบ 14 พฤศจิกายน 2551 เวลา 09.30 น.

รายชื่อเจ้าหน้าที่

1. พ.อ. สมชาย	ศุขมนัส	สว.กห.
2. พ.อ. ดำรงค์	เรืองฤทธิ์	สว.กห.
3. พ.อ.อ. นพพร	คุ้มคล้าย	ทอ.
4. พ.ต.ท. ไพธยนต์	สุขเกษม	พลาธิการตำรวจ
5. ส.ต.ท. อดุยล์	วังหอม	พลาธิการตำรวจ
6. ส.ต.ท. พจน์	ศุกรวัชรินนทร์	พลาธิการตำรวจ
7. คุณณรงค์	จิตต์เนื่อง	บ. พรีซิพาร์ท จก.

ผู้บันทึกผลการทดสอบ

คุณ มงคล พุ่มแก้ว

ผู้เก็บหลักฐานในการทดสอบ

คุณ มงคล พุ่มแก้ว

ผู้ร่วมสังเกตการณ์

1. พ.อ. สมชาย ศุขมนัส
2. พ.อ. ดำรงค์ เรืองฤทธิ์

ชิ้นงานหมายเลข 1

รายละเอียดวัสดุ

รหัสวัสดุ BJS3 + BJA2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 3 มม. กับ
เหล็กเหนียวอลูมิเนียมอัลลอย 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง BJS3 + BJA2

กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm. FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
2. กระสุน 9 mm. FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
3. น้ำหนักเกราะ 2.4 กิโลกรัม

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	น.น. กระสุนปืน(mg.)	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)	D_{ave} (mm)
				มาตรฐาน	วัดได้			
1	9 มม.	ทดสอบ 6”	STD.	436 $\pm$ 9	430	**ไม่ทะลุ**	12	19.64
2	9 มม.	ทดสอบ 6”	STD.	436 $\pm$ 9	428	**ไม่ทะลุ**	12.4	23.88

ข้อสังเกต : สำหรับการทดลองในครั้งนี้ระดับความเร็วของกระสุน 9 มม. จะมีความเร็วใกล้เคียงระดับมาตรฐาน

ชิ้นงานหมายเลข 2

รายละเอียดวัสดุ

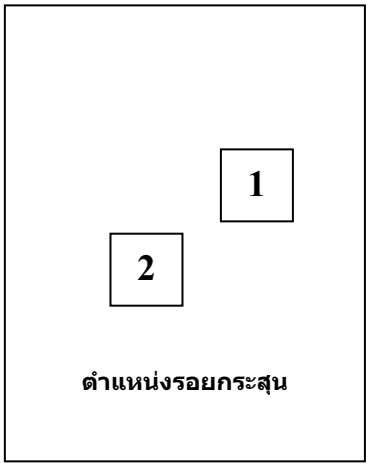
รหัสวัสดุ BJS3 + BJA2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 3 มม. กับ
อลูมิเนียมอัลลอย 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง BJS3 + BJA2

กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 9 mm. FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
2. กระสุน 9 mm. FMJRN
   น้ำหนัก 8 กรัม (124 เกรน)
   ความเร็วกระสุน 436 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
3. น้ำหนักเกราะ 2.4 กิโลกรัม



รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	น.น. กระสุนปืน(mg.)	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)	D_{ave} (mm)
				มาตรฐาน	วัดได้			
1	9 มม.	ทดสอบ 6”	STD.	436 $\pm$ 9	394	**ไม่ทะลุ**	12.6	23.59
2	9 มม.	ทดสอบ 6”	STD.	436 $\pm$ 9	396	**ไม่ทะลุ**	12.2	21.55

ข้อสังเกต : ความเร็วของกระสุน 9 มม. ยังต่ำกว่าระดับมาตรฐานอยู่ 9.17 เปอร์เซ็นต์

ชิ้นงานหมายเลข 3

รายละเอียดวัสดุ

รหัสวัสดุ BJS3 + BJA2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 3 มม. กับ
อลูมิเนียมอัลลอย 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง BJS3 + BJA2

กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 กรัม)
   ความเร็วกระสุน 436 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 กรัม)
   ความเร็วกระสุน 436 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
3. น้ำหนักเกราะ 2.4 กิโลกรัม

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	น.น. กระสุนปืน(mg.)	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)	D_{ave} (mm)
				มาตรฐาน	วัดได้			
1	.44	ทดสอบ 4”	STD.	436 $\pm$ 9	430	**ไม่ทะลุ**	20.8	24.20
2	.44	ทดสอบ 4”	STD.	436 $\pm$ 9	428	**ไม่ทะลุ**	19.7	23.65

ข้อสังเกต : ความเร็วของกระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked ทดสอบอยู่ในระดับมาตรฐาน

ชิ้นงานหมายเลข 4

รายละเอียดวัสดุ

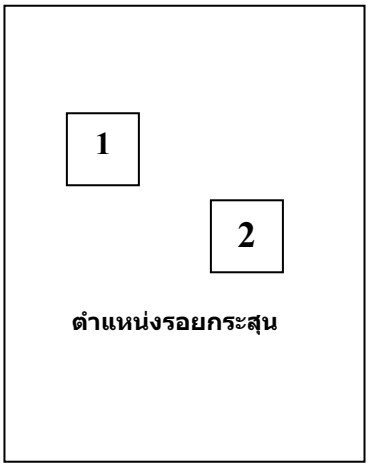
รหัสวัสดุ BJS3 + BJA2

รายละเอียดวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม 3 มม. กับ
อลูมิเนียมอัลลอย 2 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง BJS3 + BJA2

กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 กรัม)
   ความเร็วกระสุน 436 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
2. กระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 15.55 กรัม (240 กรัม)
   ความเร็วกระสุน 436 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
3. น้ำหนักเกราะ 2.4 กิโลกรัม

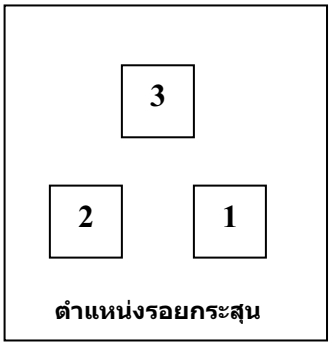


รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	น.น. กระสุนปืน(mg.)	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)	D_{ave} (mm)
				มาตรฐาน	วัดได้			
1	.44	ทดสอบ 4”	STD.	436 $\pm$ 9	428	**ไม่ทะลุ**	22.6	24.34
2	.44	ทดสอบ 4”	STD.	436 $\pm$ 9	429	**ไม่ทะลุ**	20.1	24.21

ข้อสังเกต : ความเร็วของกระสุน .44 Magnum Lead SCW Gas Checked ทดสอบอยู่ในระดับมาตรฐาน

ชิ้นงานหมายเลข 5 ทดสอบเกราะกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

รายละเอียดวัสดุ



รหัสวัสดุ เกราะ 3 ชั้น (SM10 +UD.2x20+BJH2)

รายละเอียดวัสดุ วัสดุเซรามิค 10 มม. ,วัสดุใยสังเคราะห์หนา .2 มม. 20 ชั้น และเหล็กกล้าไร้สนิม 3 มม.

ลำดับการเรียงวัสดุจากหน้าไปหลัง SM10 +UD.2x20+BJH2

กระสุนที่ใช้ในการทดสอบ

1. กระสุน 7.62 mm. NATO FMJ Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 148 เกรน (240 กรัม)
   ความเร็วกระสุน 838 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
2. กระสุน 7.62 mm. NATO FMJ Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 148 กรัม (240 กรัม)
   ความเร็วกระสุน 838 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
3. กระสุน 7.62 mm. NATO FMJ Lead SCW Gas Checked
   น้ำหนัก 148 กรัม (240 กรัม)
   ความเร็วกระสุน 838 $\pm$ 9 เมตร/วินาที
4. น้ำหนักเกราะ 2.4 กิโลกรัม

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	น.น. กระสุนปืน(mg.)	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)	D_{ave} (mm)
				มาตรฐาน	วัดได้			
1	M16	ทดสอบ 6”	148	838 $\pm$ 9	845	**ไม่ทะลุ**	22.6	22.32
2	M16	ทดสอบ 6”	148	838 $\pm$ 9	839.57	**ไม่ทะลุ**	20.1	21.21
3	M16	ทดสอบ 6”	148	838 $\pm$ 9	846.62	**ไม่ทะลุ**	19.1	21.37

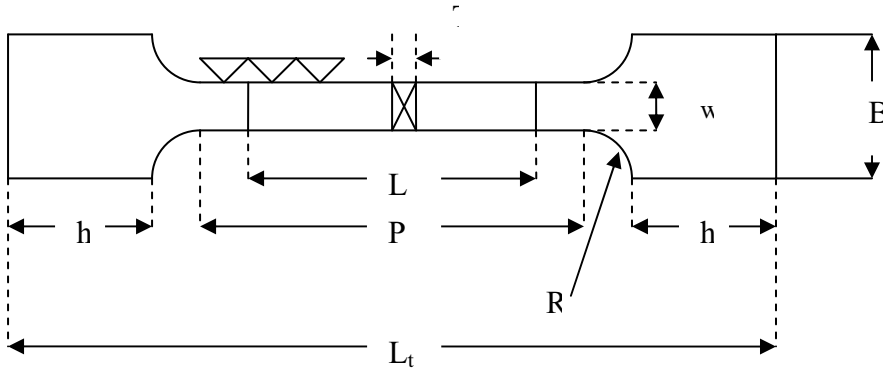
ข้อสังเกต : ความเร็วของกระสุน M16 Lead SCW Gas Checked ทดสอบอยู่ในระดับมาตรฐาน

16. การทดสอบความแข็ง

16.1 ผลการทดสอบความแข็ง Tensile Test

ชิ้นทดสอบชนิดแบน แบบ E (DIN 50125)

การดึงทดสอบวัสดุ ในการทดสอบครั้งนี้ กระทำตามมาตรฐาน แบบ E (DIN 50125) ตามเครื่องทดสอบที่กำหนด



รูปที่ 89 แบบชิ้นทดสอบวัสดุมาตรฐาน E (DIN 50125)

Type	Width	Gauge length	Parallel length	Radius of fillet (Degree)	Thickness	Width of gripped portion
	w	L	P	R	T	B
E	20	70	90 approx.	35	2	30

ตารางที่ 26 ขนาดชิ้นทดสอบที่จัดทำตามมาตรฐาน E (DIN 50125) หน่วยเป็นมิลลิเมตร

Type	w	L	P	h	L_t	R	T	B
E	20	70	90	50	220	35	2	20

ตารางที่ 27 ขนาดชิ้นทดสอบที่จัดทำตามมาตรฐาน E (DIN 50125) หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รายละเอียดการดึงทดสอบชิ้นงาน

ผลการทดลอง

Specimen	อลูมิเนียมทำอโนไดซ์ชิ้นที่ 1		อลูมิเนียมทำอโนไดซ์ชิ้นที่ 2	
	แนวตั้ง	แนวนอน	แนวตั้ง	แนวนอน
Yield Stress (MPa)	112.55	112.55	107.51	107.51
Tensile Strength (MPa)	116	116	111	111
Elongation %	3.11	3.11	3.52	3.52

ตารางที่ 28 แสดงผลการดึงทดสอบวัสดุ

รายละเอียดการดึงทดสอบชิ้นงาน

Operator name: Mr. Watcharin

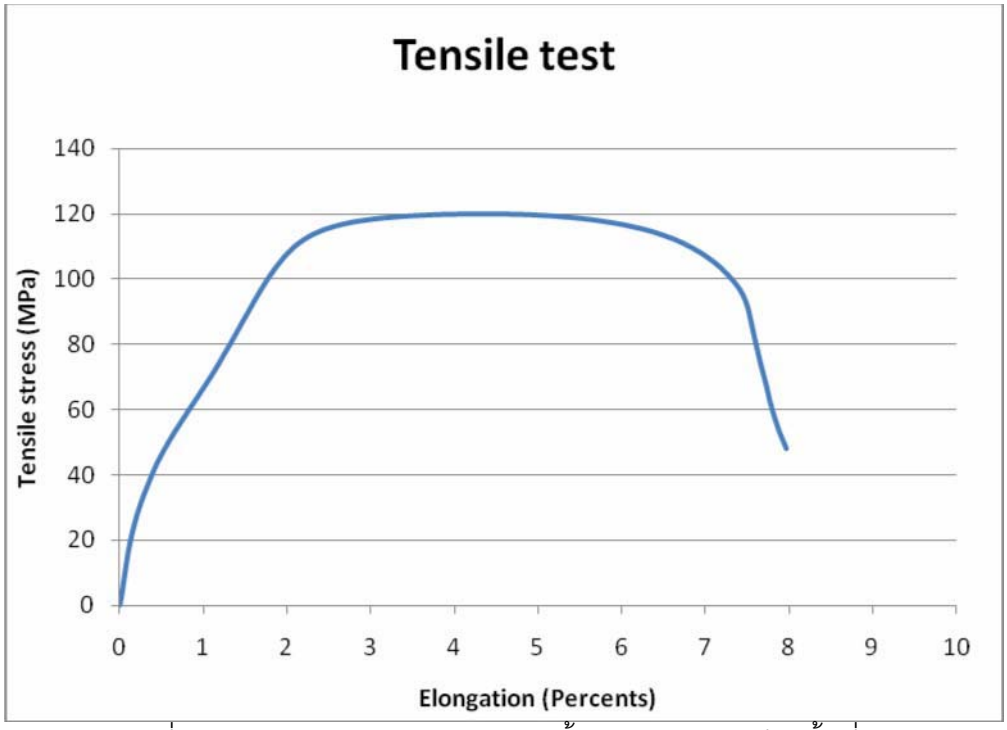
Full Scale Load Range: 6 kN

Crosshead Speed: 30 mm/min

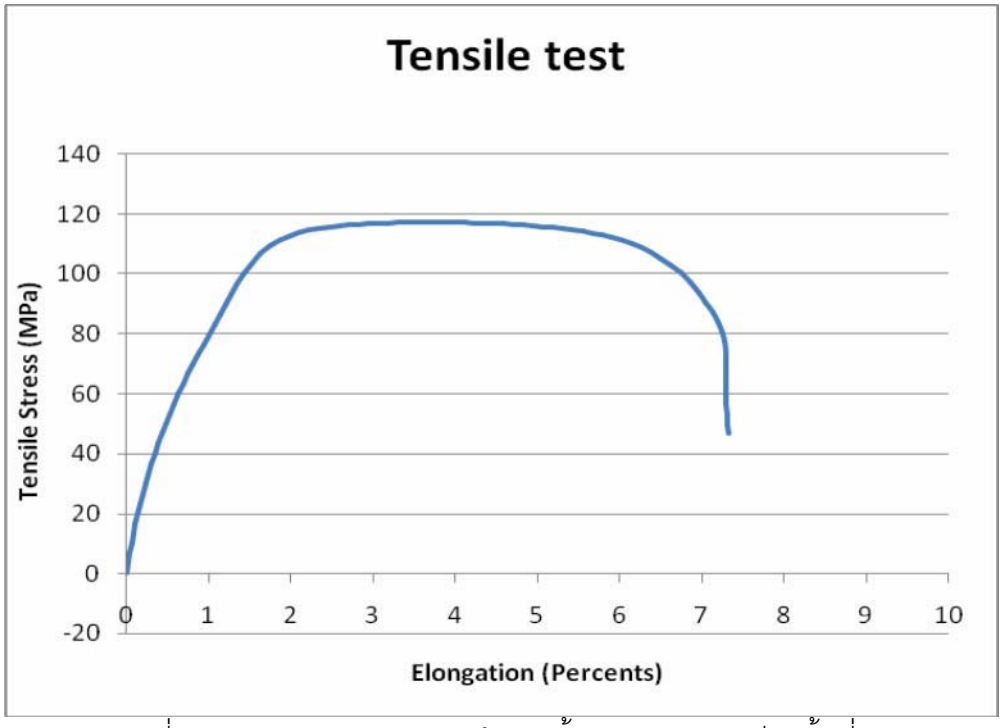
Temperature: 25 °C

จากผลการทดลองพบว่าความแข็งแรงที่ได้จากแนวการดึงทดสอบทั้ง 2 แนว ไม่แตกต่างกันมาก

กราฟผลการทดสอบ Tensile test

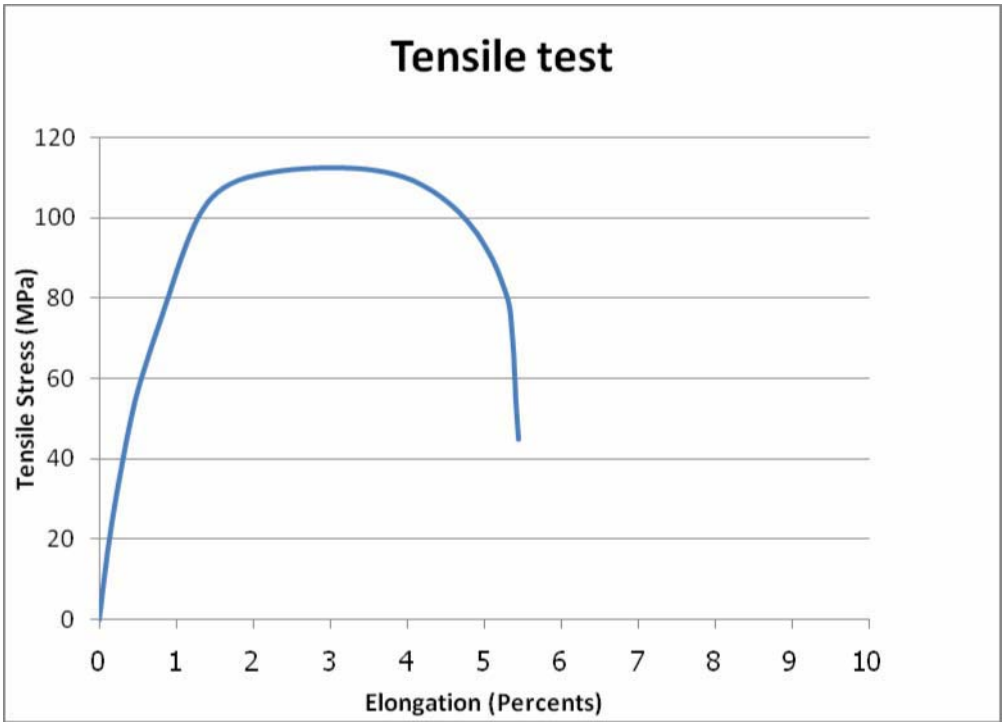


รูปที่ 90 กราฟ Tensile Test สำหรับชิ้นงานแผ่นอลูมิเนียมชิ้นที่ 1

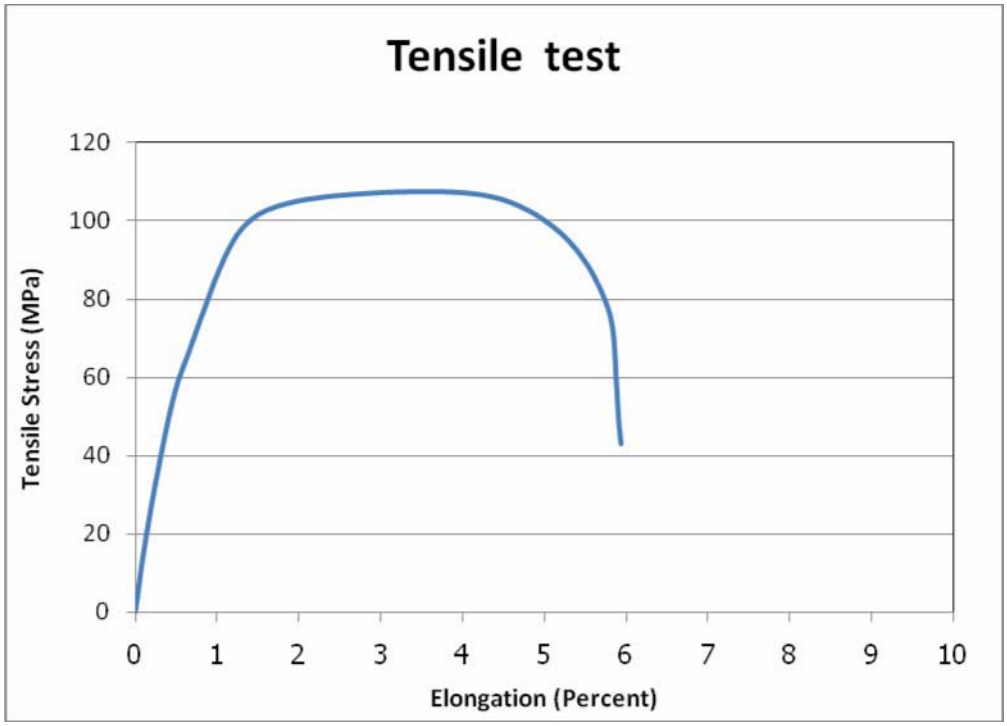


รูปที่ 91 กราฟ Tensile Test สำหรับชิ้นงานแผ่นอลูมิเนียมชิ้นที่ 2

กราฟผลการทดสอบ Tensile test



รูปที่ 92 กราฟ Tensile Test สำหรับชิ้นงานแผ่นอลูมิเนียมทำอโนไดซ์ชิ้นงานที่ 1



รูปที่ 93 กราฟ Tensile Test สำหรับชิ้นงานแผ่นอลูมิเนียมทำอโนไดซ์ชิ้นงานที่ 2

17. การตรวจสอบความลึกความกว้างของรูกระสุนปืน

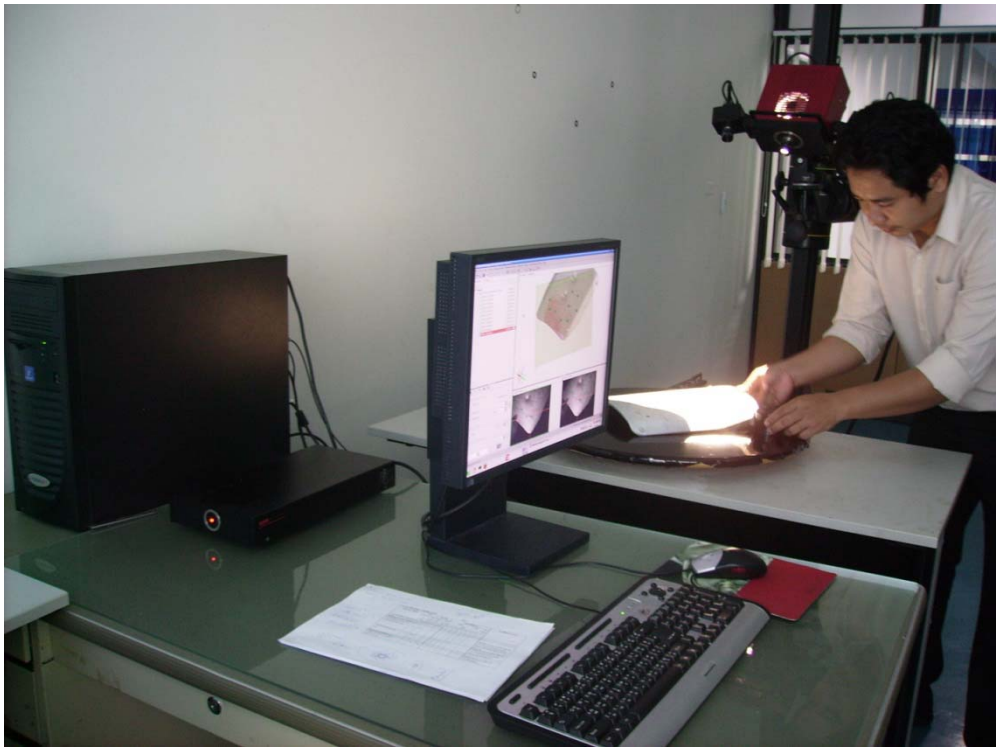
17.1 วิธีการทดสอบการวัดความลึกและความกว้างของรูกระสุนปืนด้วยเครื่อง 3D OPTICAL SCANNING เป็นการวัดความลึกและความกว้างของรูกระสุนปืนด้วยเครื่อง 3D OPTICAL SCANNING

การวัดความลึกและความกว้างของรูกระสุนปืนด้วยเครื่อง 3D OPTICAL SCANNING อาศัยหลักการวัด 3 มิติ จากเครื่อง 3D OPTICAL SCANNING โดยนำชิ้นงานที่ได้ทำการทดสอบจากการสแกนรูปร่างของชิ้นงานในรูปภาพ 3 มิติ ซึ่งจะมีรูปรอยลึก รอยบุ๋มที่ถูกกระทำจากกระสุนปืนบนชิ้นงานหรือเกราะที่ใช้ทำการทดสอบ เพื่อที่จะนำผลการสแกนมาบันทึกการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานในรูป 3 มิติ และตัวโปรแกรมเครื่องยังสามารถวัดค่ารอยลึก รอยบุ๋มของชิ้นงานได้ จากนั้นจึงนำมาบันทึกให้อยู่ในรูปไฟล์ jpg หรือ stl เพื่อนำไปประมวลผลหรือนำไปวิเคราะห์รูปแบบงานในด้านวิศวกรรมต่างๆ ได้ อีกอย่างเช่นนำไปวิเคราะห์รูปแบบ FINITE ELEMENT

อุปกรณ์เครื่อง 3D OPTICAL SCANNING แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

- ส่วนของตัวกล้อง 3D OPTICAL และอุปกรณ์เสริม
- ส่วนของตัวเครื่องประมวลผลหรือเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล

รูปที่ 94 อุปกรณ์กล้อง 3D OPTICAL SCANNING และอุปกรณ์เสริม



รูปที่ 95 อุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล

การสแกน 3 มิติ

การถ่ายภาพและสแกนแบบ 3 มิติเป็นระบบ IT สมัยใหม่ที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ในงานอย่างแพร่หลายเพื่อที่จะได้นำภาพจากการถ่ายภาพหรือสแกนให้ได้ออกมาในรูป 3 มิติไปใช้วิเคราะห์ในด้านงานวิศวกรรมต่างๆ การทำงานของกล้องจะถ่าย หรือสแกน ในชิ้นงานแต่ละด้าน ซึ่งถ้าจะต้องให้มีการเน้นที่จุดส่วนใดส่วนหนึ่งที่ต้องการ เช่นความลึก ความกว้างของรูก็จะทำสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายเน้นไปที่บริเวณนั้น จากนั้นทำการสแกนทั้งสามด้านคือ ด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้าง

ส่วนของตัวเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล

การวิเคราะห์และประมวลผล

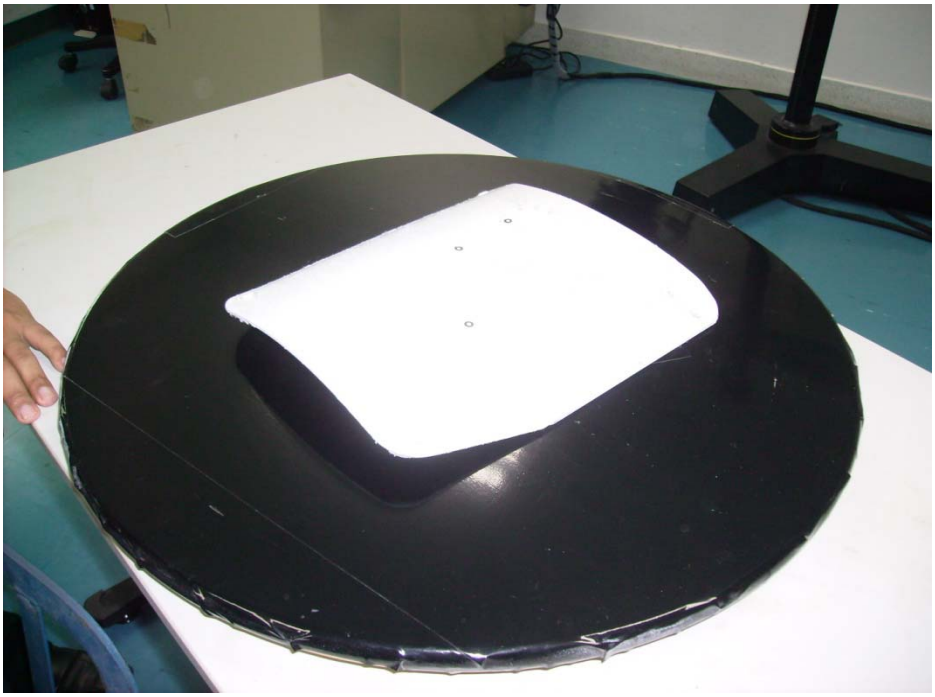
การวิเคราะห์และประมวลผลเป็นการรับข้อมูลที่ได้จากตัวกล้องที่สแกนชิ้นงานแล้วส่งผ่านข้อมูลในการสแกนรูปแบบ 3 มิติ มาเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล โปรแกรมที่ใช้สแกนจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีมาพร้อมกับกล้อง 3D OPTICAL จากนั้นเครื่องยังสามารถจะนำไปใช้วัดค่าความลึก ความกว้าง ของรอยลึกของกระสุน

คอมพิวเตอร์จะประมวลผลและนำมาวิเคราะห์รูปแบบตามที่ต้องการและบันทึกเป็นไฟล์รูปแบบ 3 มิติที่เป็นนามสกุล stl

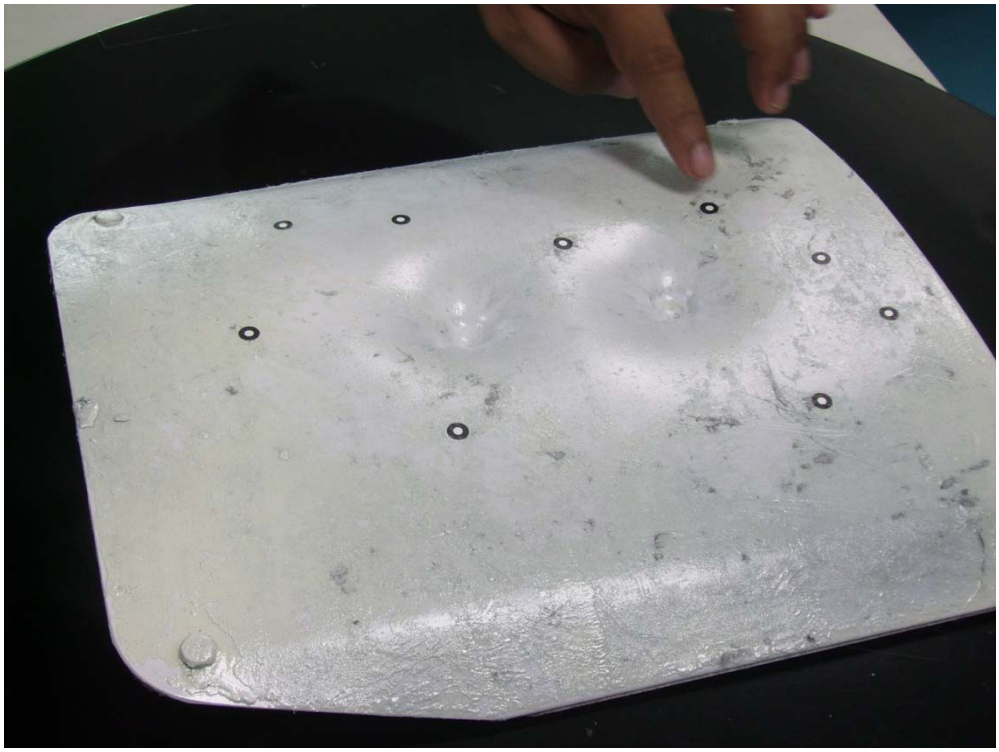
ขั้นตอนการ สแกนด้วยเครื่อง 3D optical scanning

รูปที่ 96 ห้องทดสอบ 3D OPTICAL SCANNING

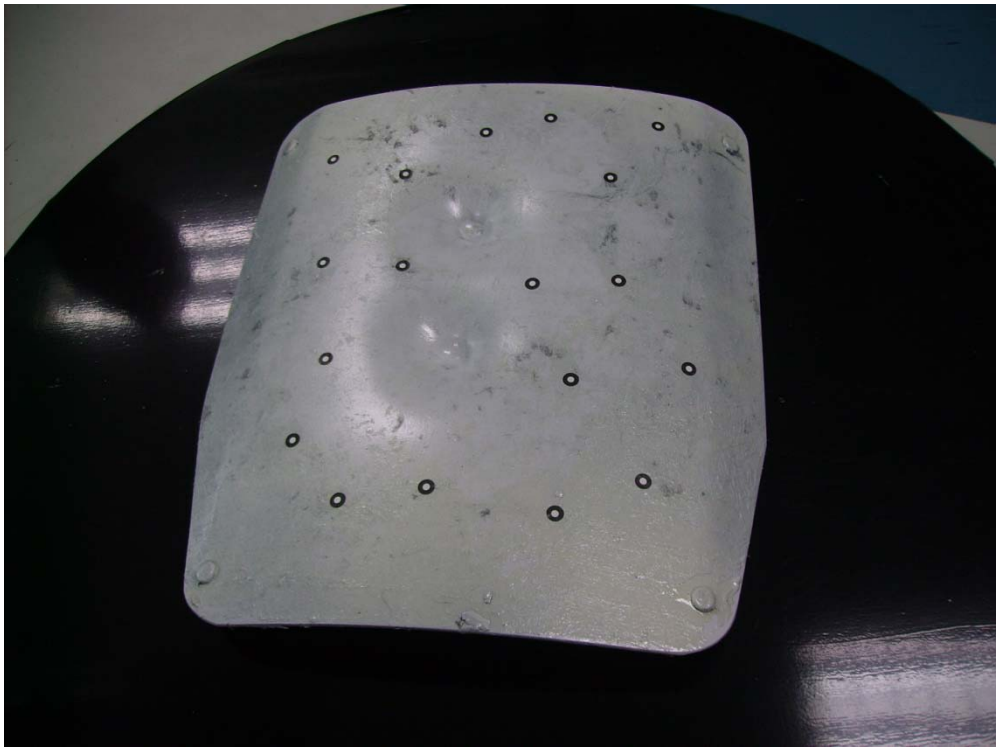
รูปที่ 97 ชุดแผ่นเกราะชิ้นงานสำหรับทำการสแกน



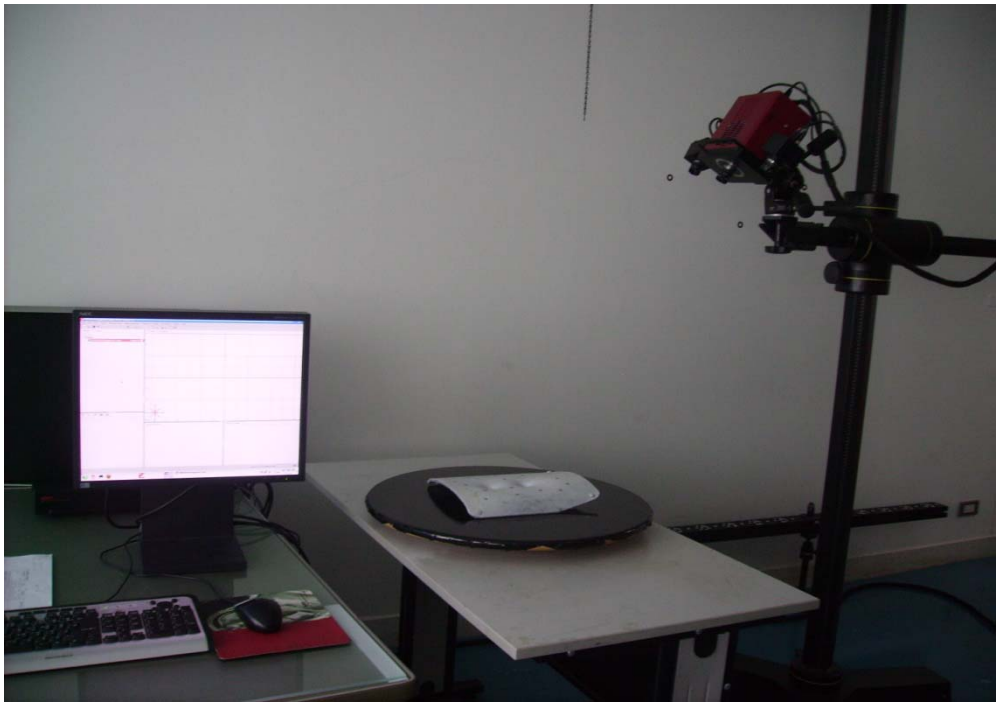
รูปที่ 98 รูปการเตรียมชิ้นงานพ่นสี เพื่อกันแสงสะท้อน



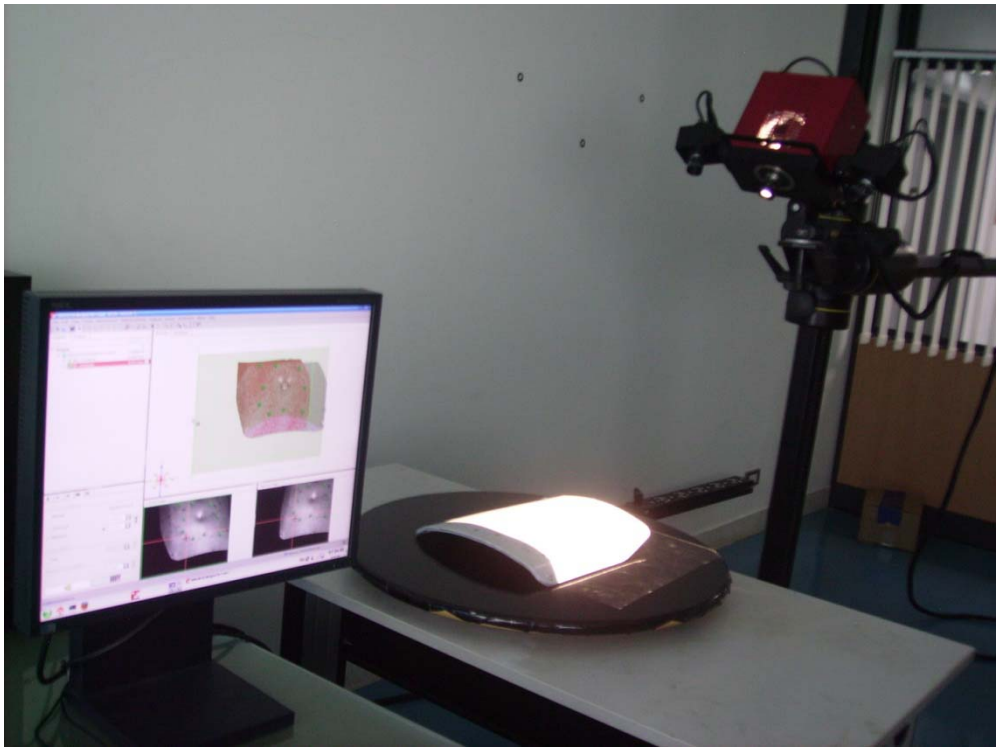
รูปที่ 99 การทำเครื่องหมายรอบบริเวณส่วนที่ต้องการจะวัดด้วยแผ่นคาร์บอน



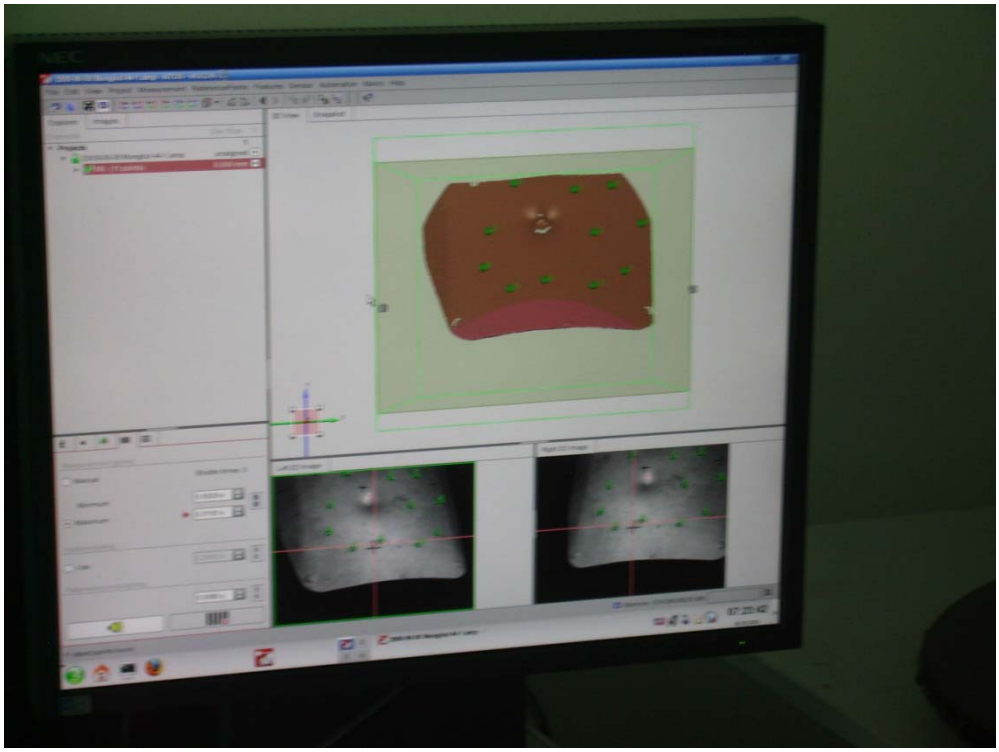
รูปที่ 100 การทำเครื่องหมายรอบบริเวณรอยบุ๋ม ความกว้างรู ด้วยแผ่นคาร์บอน



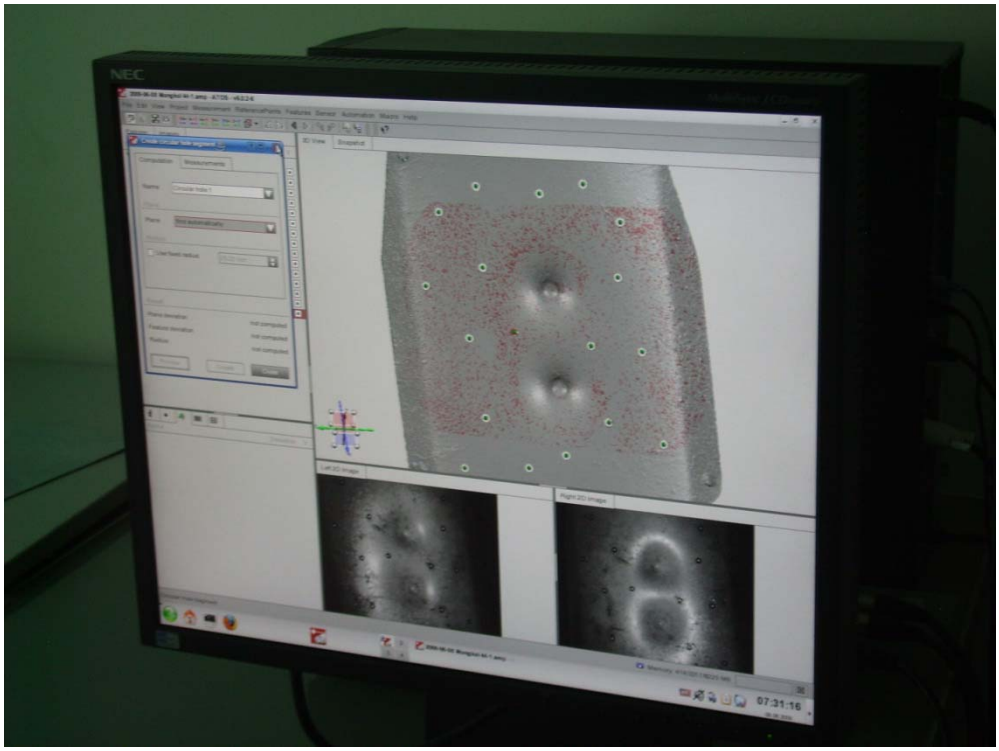
รูปที่ 101 ชุดอุปกรณ์ กล้อง 3D OPTICAL



รูปที่ 102 ภาพการสแกนเกราะ

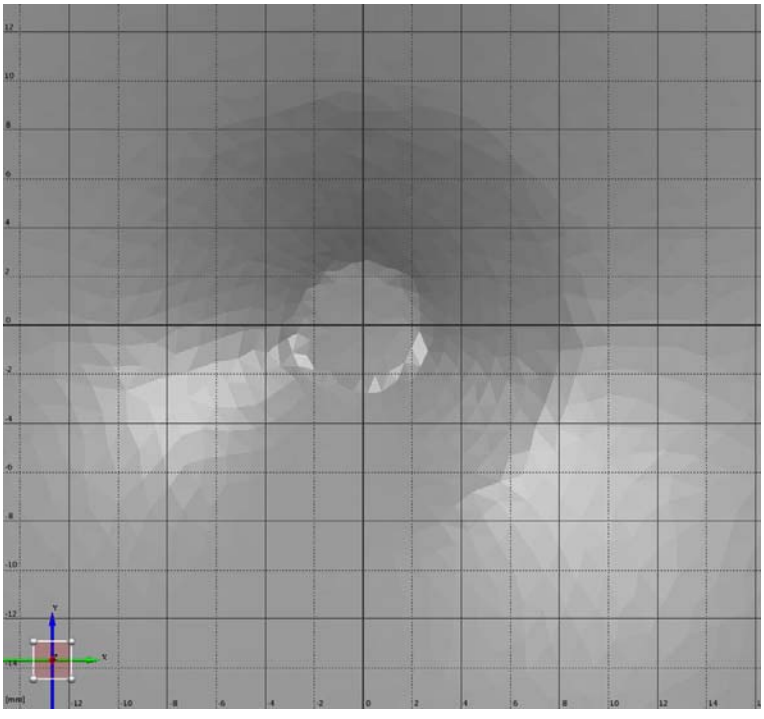


รูปที่ 103 ภาพการสแกนเกราะ

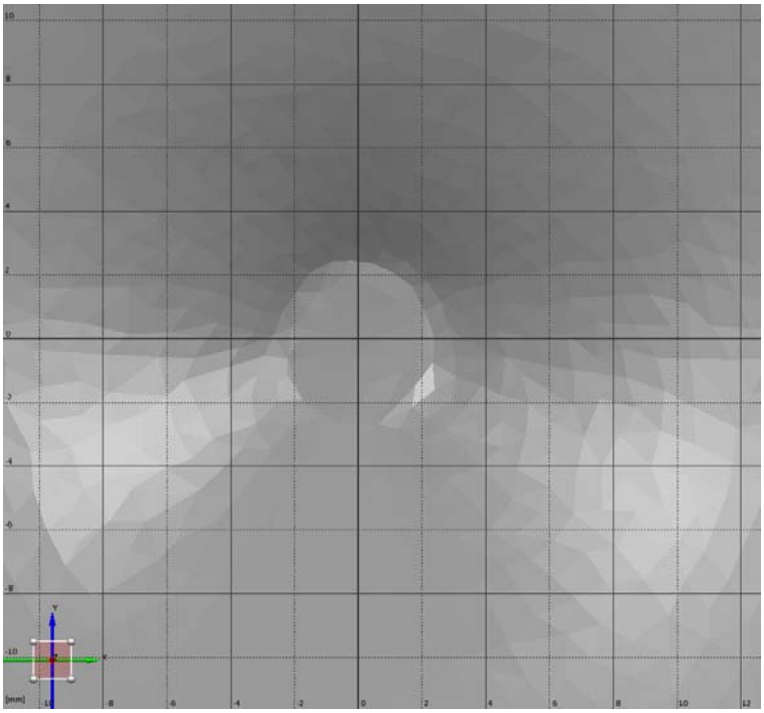


รูปที่ 104 ภาพจากการสแกนเกราะ

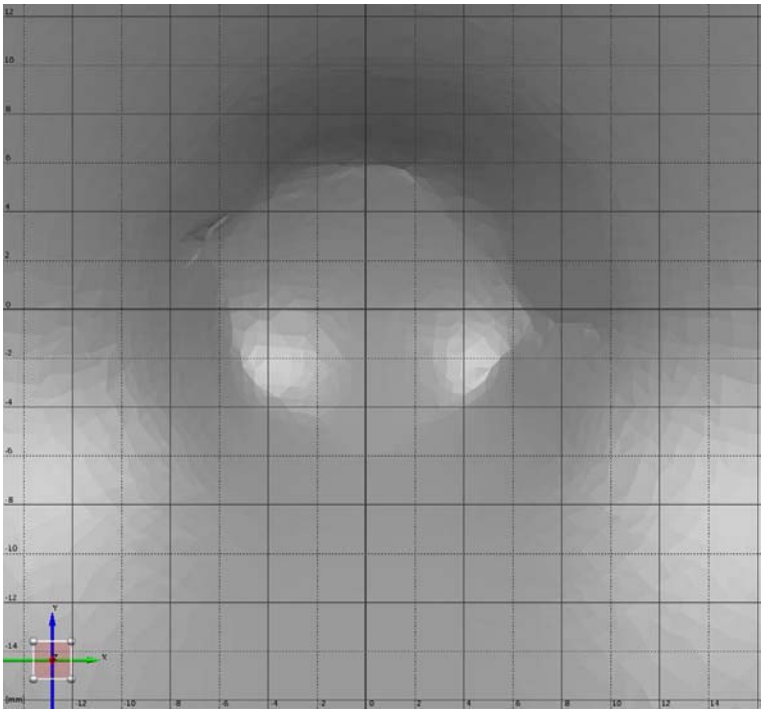
17.2 ผลการทดสอบ การวัดความลึก และความกว้างของรูกระสุนปืน



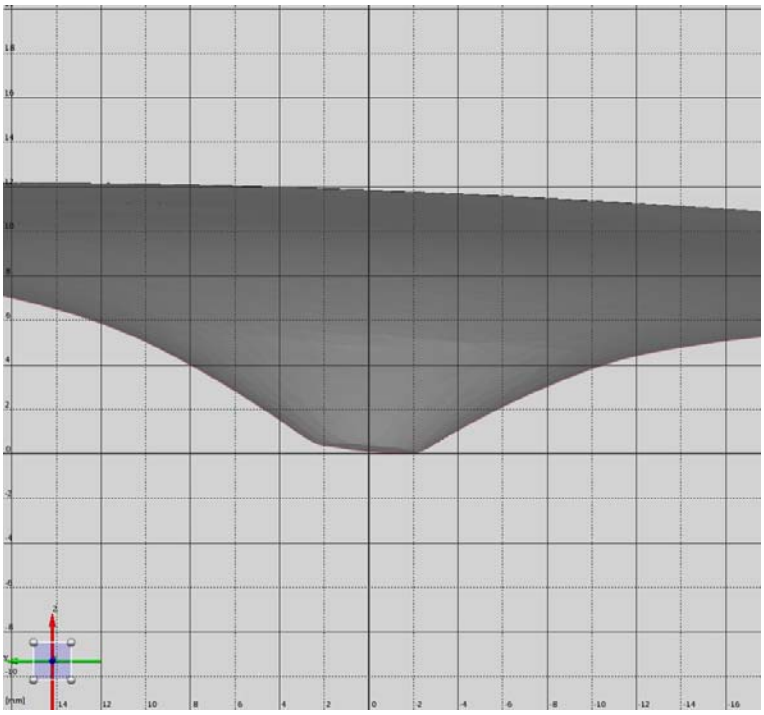
รูปที่ 105 ภาพสแกนรอยความกว้างของรูกระสุนปืน (9 mm.) ชิ้นงานที่ 1



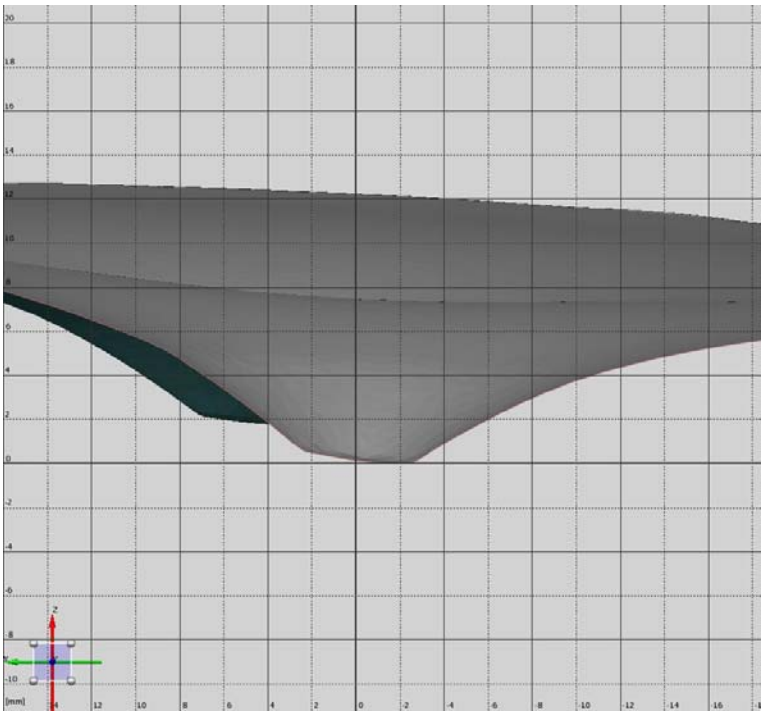
รูปที่ 1 06 ภาพสแกนรอยความกว้างของรูกระสุนปืน (9 mm.) ชิ้นงานที่ 2



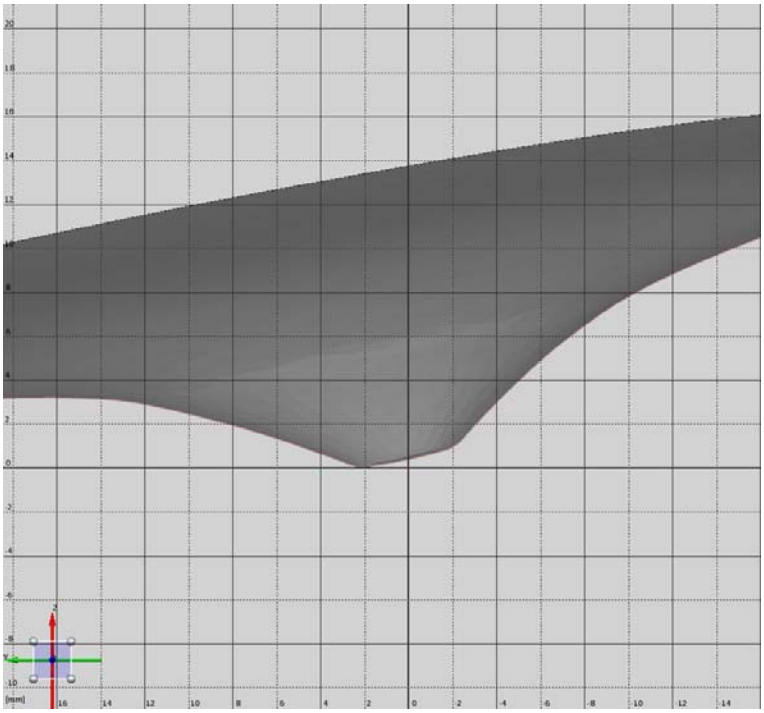
รูปที่ 108 ภาพสแกนรอยความกว้างของรูกระสุนปืน (.44) ชิ้นงานที่ 1



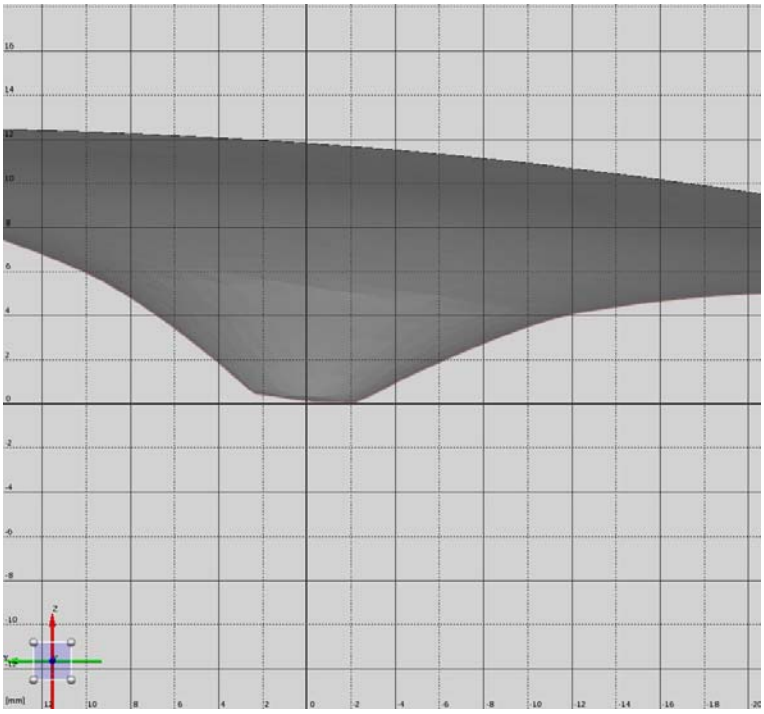
รูปที่ 109 **ภาพชิ้นงานหมายเลข 1 ตำแหน่งรูกระสุนที่ 1 ความลึก 12 มม.**



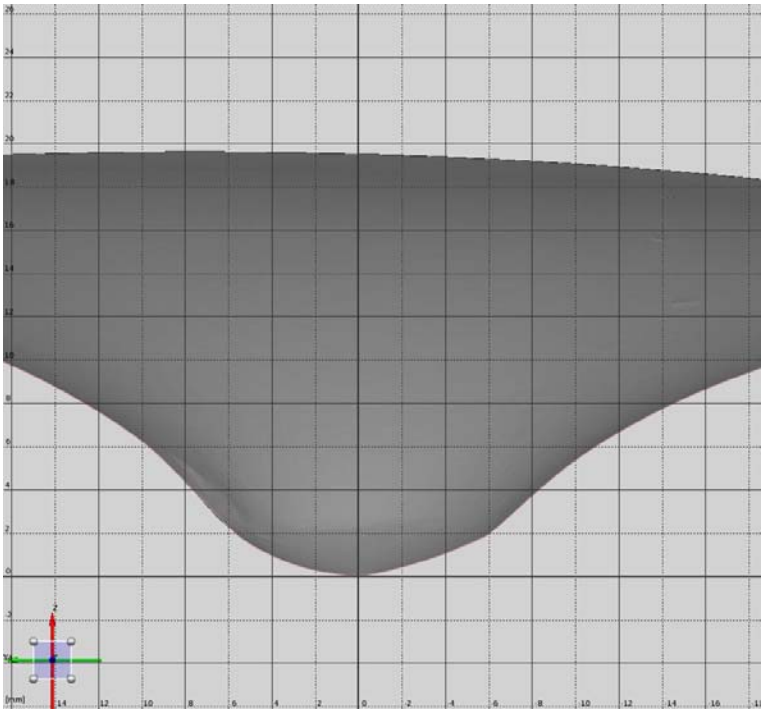
รูปที่ 110 **ชิ้นงานหมายเลข 1 ตำแหน่งรูกระสุนที่ 2 ความลึก 12.4 มม.**



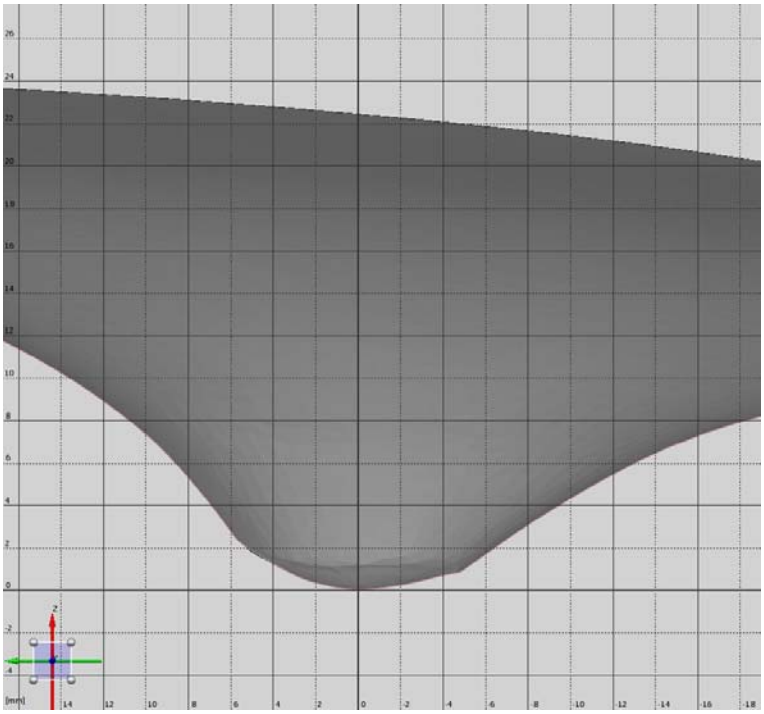
รูปที่ 111 **ชิ้นงานหมายเลข 2 ตำแหน่งรูกระสุนที่ 1 ความลึก 12.6 มม.**



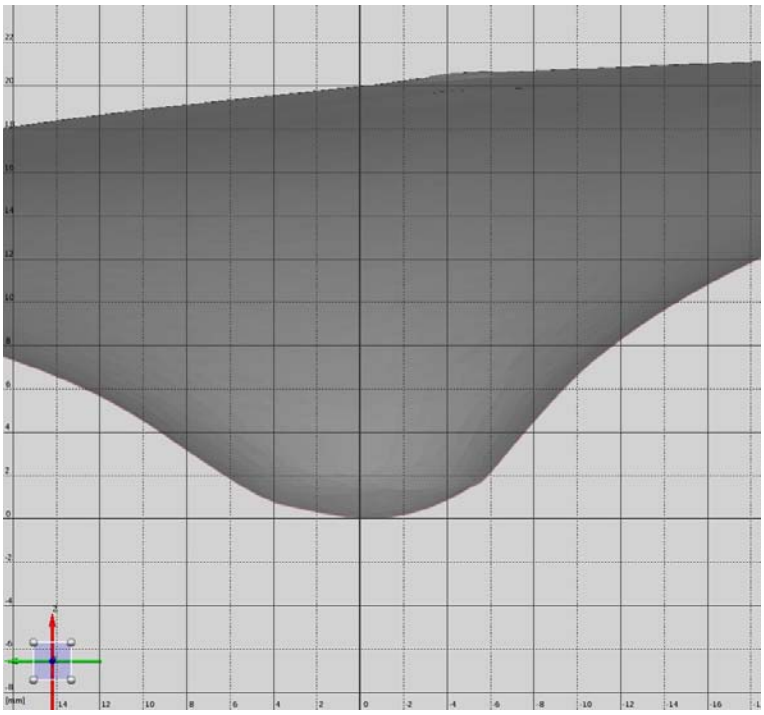
รูปที่ 112 **ชิ้นงานหมายเลข 2 ตำแหน่งรูกระสุนที่ 2 ความลึก 12.2 มม.**



รูปที่ 113 **ชิ้นงานหมายเลข 3 ตำแหน่งรูกระสุนที่ 2 ความลึก 19.7 มม.**



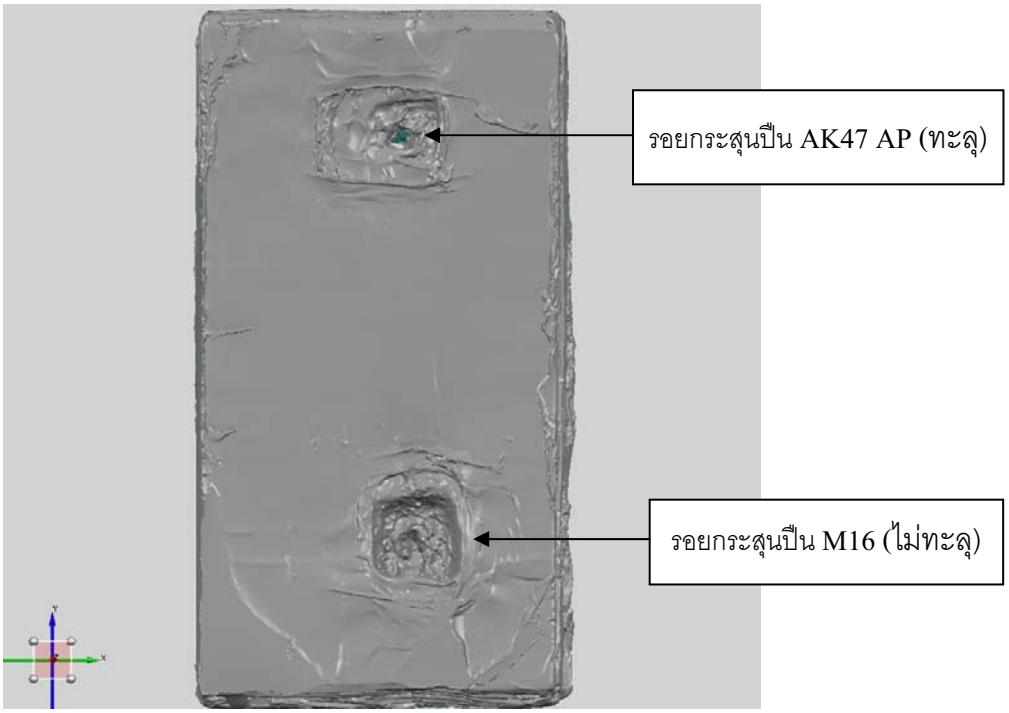
รูปที่ 114 **ชิ้นงานหมายเลข 4 ตำแหน่งรูกระสุนที่ 1 ความลึก 22.6 มม.**



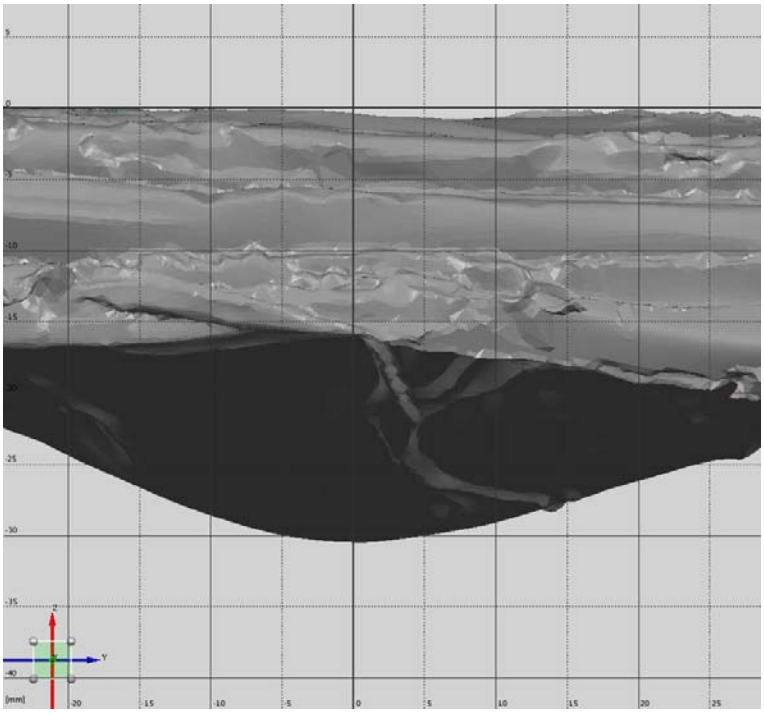
รูปที่ 115 **ชิ้นงานหมายเลข 4 ตำแหน่งรูกระสุนที่ 2 ความลึก 20.1 มม.**

18. ผลการทดสอบด้วยปืนเล็กยาว กระสุนปืน M16 และ AK47 AP

รูปที่ 116 ภาพชิ้นงานที่ทดสอบด้วย กระสุนปืน M16 และ AK47 AP



รูปที่ 117 ภาพการสแกนตำแหน่งรอยรูกระสุน M 16และ AK47 AP



รูปที่ 118 ภาพการสแกนตำแหน่งความลึกของรอยรูกระสุน M 16

ตำแหน่งความลึก รูกระสุน 31 มม.

สรุปผลการทดลอง

จากผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการแล้วเสร็จ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เกราะป้องกันกระสุนปืนพกที่ได้ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐาน U.S.NIJ.0101.04 กับกระสุนปืนพกขนาด 9 มม. และ .44 พบว่าเสื้อเกราะที่ทำจากวัสดุแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม (SS 304) หนา 2 มม. กับแผ่นอลูมิเนียมอัลลอย/ หรืออลูมิเนียมที่ผ่านขบวนการอโนไดซ์ หนา 2 มม. สามารถป้องกันกระสุนได้ดี โดยที่ขนาดรอยยุบตัวของเกราะมีขนาดต่ำกว่า 44 มม.
(U.S.NIJ.0101.04 ระดับ 3A)

2. สำหรับเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม เกราะประกอบไปด้วยแผ่นเซรามิก Al_2O_3 หนา 10 มม., วัสดุเส้นใยสังเคราะห์ PE 20 แผ่น หนาแผ่นละ 0.2 มม. และวัสดุรองหลังที่เป็นแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม(SS 304) หนา 2 มม. ซึ่งพบว่าจากการทดสอบ
ยิงเบื้องต้นด้วยปืน M16 และ AK 47 AP (กระสุนเจาะเกราะ) พบว่าเกราะดังกล่าวสามารถต้านทานกันกระสุนปืน M16 ได้เป็นอย่างดี กล่าวคือกระสุนปืนไม่สามารถทะลุแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม (SS 304) และรอยบุ๋มต่ำกว่า 44 มม. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกราะดังกล่าวได้ผ่านการทดสอบเบื้องต้นแล้ว

อย่างไรก็ตามทางคณะผู้วิจัยจะได้นำเกราะดังกล่าวไปทดสอบตามมาตรฐานU.S.NIJ.0101.04 ระดับ 3A ต่อไป ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จได้

3. ความลึกของรอยกระสุนเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกความสามารถในการดูดซับพลังงานของเกราะ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบหาความกว้างและความลึกของรูกระสุนด้วยเครื่อง 3D OPTICAL SCANNING ซึ่งผลที่ได้เป็นภาพ 3 มิติที่สามารถนำมาประมวลวิเคราะห์การดูดซับพลังงานของเกราะ และผลที่ได้จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับขนาดความลึกที่คำนวณได้จากทางทฤษฎีต่อไป

4. ในส่วนของการออกแบบต้นแบบเสื้อเกราะกันกระสุนทั้ง 2 ประเภทได้ดำเนินการแล้วเสร็จแล้ว และได้จำหน่ายไปบางส่วนบ้างแล้วโดย บริษัท พรีซิพาร์ท จำกัดเป็นผู้ดำเนินการในส่วนนี้ โดยเฉพาะเกราะที่มีเซรามิกเป็นเกราะแผ่นหน้า ซึ่งจะทำให้มีน้ำหนักลดลงจากเกราะที่เป็นโลหะเดิมประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโครงการวิจัยนี้ได้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีและผลงานวิจัยบางส่วนได้ถูกนำไปใช้งานจริงบ้างแล้ว

อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยจะได้ดำเนินการลดน้ำหนักของเสื้อเกราะลงให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] มาตรฐานแผ่นเกราะกันกระสุน. กมย.กห.2/2547, คณะอนุกรรมการกำหนดมาตรฐานยุทโธปกรณ์ กระทรวงกลาโหม

[2] Ballistic Resistant Protective Materials. NIJ Standard 0101.04: National Institute of Justice, U.S. Department of Justice

[3] Ballistic Resistance of Personal Body Armor. NIJ Standard 0101.04: National Institute of Justice, U.S. Department of Justice

[4] Backman ME, Goldsmith W. The mechanics of penetration of projectiles into targets. Int J Eng Sci 1978;16:1–99.

[5] T. Borvik, M. Langseth,O.S.Hopperstad, K.A. Malo. Perforation of 12mm thick steel plates by 20mm diameter projectiles with flat, hemispherical and conical noses part I: Experimental study. Int. J. Impact Eng Vol. 27, pp. 19–35, 2002

[6] J. Zukas, T. Nicholas, L. B. Greszczuk and D. R. Curran.
Impact Dynamics. John Wiley & Sons

[7] I.S. Chocron Benloulo and V. Sanchez-Galvez. A New Analytical Model to Simulate Impact onto Ceramic/Composite Armors.
Int. J. Impact Engng Vol. 21, No. 6, pp. 461Ð471, 1998

[8] I. Horsfall, D. Buckley. The effect of through-thickness cracks on the ballistic performance of ceramic armour systems.
Int. J. Impact Eng Vol. 18, No. 3, pp. 309-318, 1996

[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. Carlos III University of Madrid Avda.de la Universidad 30, 28911 Legane´s, Madrid, Spain. 20 July 2005

[10] R. Zaera, S. Sa´nchez-Sa´ez, J.L. Pe´rez-Castellanos, C. Navarro.
Modelling of the adhesive layer in mixed ceramic/metal armours subjected to impact. Composites: Part A 31 (2000) 823–833

[11] G. Reyes Villanueva, W.J. Cantwell. The high velocity impact response of composite and FML-reinforced sandwich structures. Composites Science and Technology 64 (2004) 35–54

[12] S.N. Dikshit, V. V. Kutumbarao. G. Sundararajan. The influence of plate hardness on the ballistic penetration of thick steel plates. Int. J. Impact Eng Vol. 16, No. 2, pp. 293-320, 1995

[13] S. Yadav, E.A. Repetto, G. Ravichandran, M. Ortiz. A computational study of the influence of thermal softening on ballistic penetration in metals, Int. J. Impact Eng Vol. 25, pp. 787–803. 2001

[14] Ipson TW, Recht RF. Ballistic perforation by fragments of arbitrary shape, NWC TP 5927, Denver Research Institute, Naval Weapons Center, China Lake, CA, USA, 1977.

[15] D.P.Goncalves,F.C.L.de Melo, A.N.Klein,H.A.Al-Qureshi. Analysis and investigation of ballistic impact on ceramic/metal composite armour. Laboratoด rio de Materiais, Dept Eng Mec,UFSC,CP476, Florianopolis, SC 88040-900, Brazil. SP, 2003

[16] E. Straßburger .Ballistic testing of transparent armour.Ceramics Fraunhofer-Institut fur Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut (EMI), Am Klingelberg 1, 79588 Efringen-Kirchen, Germany. June 2008.

[17] MTEC. 2537, โลหะวิทยาสำหรับบุคคลทั่วไป เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ 24 มีนาคม 2537,.

[18] สมนึก วัฒนาศรียกุล 2543 การชุบแข็งเหล็กกล้า เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการในงานไทยเมตัลเลกซ์ 2000, จัดโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ร่วมกับบริษัท ริ้ด เทรดเด็กซ์ จำกัด ณ ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติ BITEC บางนา, กรุงเทพมหานคร,

[19] MTEC. 2540. Heat Treatment of Steels เอกสารประกอบการสัมมนา จัดโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 6 กันยายน 2543 ณ ศูนย์ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติ BITEC บางนา, กรุงเทพมหานคร,

[20] ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา และสาโรช ฐิติเกียรติพงศ์ 2535. วัสดุในงานวิศวกรรม เอช.เอน.การพิมพ์ม กรุงเทพมหานคร,

[21] รศ.มนัส สถิรจินดา, วิศวกรรมการอบชุบเหล็ก, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. พิมพ์ครั้งที่ 3, กุมภาพันธ์ 2537

[22] ดร.กุลจิรา สุจิโรจน์, ดร.ผกามาศ แซ่หว่อง, ดร.ดวงเดือน อาจองค์ 2545. การผลิตเซรามิกส์โดยการอัดแบบ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ เอกสารเผยแพร่ พิมพ์ครั้งที่ 1, สิงหาคม 2545

ภาคผนวก

ผลการทดสอบเกราะกันกระสุน และรับรองมาตรฐาน

สนามยิงทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน โรงงานวัตถุระเบิดทหาร

กรมการอุตสาหกรรมทหาร

ศูนย์อุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร

(รวท.อท .)

รูปที่ ผ.1 พ.อ. ดำรงค์ เรืองฤทธิ์ บรรยายก่อนการทดสอบ

รูปที่ **ผ.2** บรรยายก่อนการทดสอบ

รูปที่ **ผ.3** 96 สนามทดสอบ

รูปที่ **ผ.4** นำชิ้นงานทดสอบพรมน้ำ ด้านละ 3 นาที ก่อนทำการทดสอบ

รูปที่ **ผ.5** ทำการตวง ชั่ง น้ำหนักกระสุนดินปืน

รูปที่ **ผ.6** ทำเบาะดินน้ำมัน สำหรับวัดรอยลึกกระสุนปืน

รูปที่ **ผ.7** ทำการติดตั้งเสื้อเกราะ

รูปที่ **ผ.8** เสื้อเกราะหลังทำการทดสอบ

รูปที่ **ผ.9** เสื้อเกราะหลังทำการทดสอบ

รูปที่ **ผ.10** เสื้อเกราะหลังทำการทดสอบ

รูปที่ **ผ.11** สรุปผลทำการทดสอบ

แบบฟอร์มบันทึกผลการยิงทดสอบเกราะกันกระสุน

โครงการวิจัยและพัฒนาเกราะป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาดและกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็น

อาวุธสงคราม

วันที่ 20 สิงหาคม 2553

สถานที่ทดสอบ

สนามยิงทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน โรงงานวัตถุระเบิดทหาร

กรมการอุตสาหกรรมทหาร

ศูนย์อุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร

(รวท.อท .)

อ.พยุหคีรี

จ.นครสวรรค์

	แบบบันทึกความหนาแน่นวัสดุหนุน และเครื่องฉีดพ่นน้ำ	รหัสเอกสาร *FM 5-2051*

ทดสอบความหนาแน่นวัสดุหนุน วันที่ทดสอบ 20 ส.ค.53

กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ย 5 ครั้ง ไม่เกิน 19 มม. ± 2 มม.		
รายละเอียดวัสดุหนุน	ครั้งที่	รอยยุบ (มม.)
กระบะที่...1..... (ก่อนการทดสอบ)	1	18.8
	2	17.0
	3	21.6
	4	19.6
	5	17.8
ค่าเฉลี่ย		18.96

กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ย 5 ครั้ง ไม่เกิน 19 มม. ± 2 มม.		
รายละเอียดวัสดุหนุน	ครั้งที่	รอยยุบ (มม.)
กระบะที่..... (หลังการทดสอบ)	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
ค่าเฉลี่ย		

เจ้าหน้าที่ทดสอบ	ผู้ควบคุมการทดสอบ
๑. จ.ส.อ. ส	(ยศชื่อ) น.ท.
๒. นาย [illegible]	(ตำแหน่ง) หน.ประจำแผนกทดสอบทางขีปนวิธี กคม.ฯ
๓. นาย [illegible]	๒๐ / ส.ค. / ๕๓

	แบบบันทึกผลการยิงทดสอบเสื้อเกราะระดับ 3	รหัสเอกสาร FM 5-2056

ชื่อชิ้นงาน *Sample 1* วันที่ทดสอบ 20 ส.ค.53

ชนิดกระสุนทดสอบ			นน.ของลูกกระสุน		ความเร็วกระสุน (± 9.1 เมตร/วินาที, ± 30 ฟุต/วินาที)		
7.62 mm. NATO FMJ			148 Gr.		847 เมตร/วินาที (2,780 ฟุต/วินาที)		
กำหนดเกณฑ์รอยยุบตัว ไม่เกิน 44 มม.			☑ เปียก ☐ แห้ง		☑ ด้านหน้า ☐ ด้านหลัง		
นัดที่	มุมยิง	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ		รอยยุบ (มม.)	นน.หัวกระสุน(กรัม)	หมายเหตุ
			ทะลุ	ไม่ทะลุ			
1	0°	843.53		✓	18.8		
2	0°	840.95		✓	16.0		
3	0°	839.35		✓	13.6		
4	0°	837.29		✓	16.3		- ความเร็วต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด
5	0°	849.65		✓	16.3		
6	0°	836.59		✓	19.7		- ความเร็วต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด
7	0°	849.85		✓	14.9		- ยิงแก้มือนัดที่ 4
8	0°	840.00		✓	22.2		- ยิงแก้มือนัดที่ 6

ชนิดกระสุนทดสอบ			นน.ของลูกกระสุน		ความเร็วกระสุน (± 9.1 เมตร/วินาที, ± 30 ฟุต/วินาที)		
7.62 mm. NATO FMJ			148 Gr.		847 เมตร/วินาที (2,780 ฟุต/วินาที)		
กำหนดเกณฑ์รอยยุบตัว ไม่เกิน 44 มม.			☐ เปียก ☐ แห้ง		☐ ด้านหน้า ☐ ด้านหลัง		
นัดที่	มุมยิง	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ		รอยยุบ (มม.)	นน.หัวกระสุน(กรัม)	หมายเหตุ
			ทะลุ	ไม่ทะลุ			
1	0°						
2	0°						
3	0°						
4	0°						
5	0°						
6	0°						

เจ้าหน้าที่ทดสอบ	ผู้ควบคุมการทดสอบ
๑. จ.ส.อ. [illegible]	(ยศชื่อ) น.ท. [illegible]
๒. นาย [illegible]	(ตำแหน่ง) ทน. / ประจำแผนกทดสอบทางยิปนวิธี กคม.ฯ
๓. นาย [illegible]	๒๐ / ส.ค. / ๕๓

	แบบบันทึกผลการยิงทดสอบเสื้อเกราะระดับ 3	รหัสเอกสาร FM 5-2056

ชื่อชิ้นงาน *Sample 2* วันที่ทดสอบ 20 ส.ค.53

ชนิดกระสุนทดสอบ			นน.ของลูกกระสุน		ความเร็วกระสุน (± 9.1 เมตร/วินาที, ± 30 ฟุต/วินาที)		
7.62 mm. NATO FMJ			148 Gr.		847 เมตร/วินาที (2,780 ฟุต/วินาที)		
กำหนดเกณฑ์รอยยุบตัว ไม่เกิน 44 มม.			☐ เปียก	☐ แห้ง	☐ ด้านหน้า	☐ ด้านหลัง	
นัดที่	มุมยิง	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ ทะลุ	ผลการทดสอบ ไม่ทะลุ	รอยยุบ (มม.)	นน.หัวกระสุน(กรัม)	หมายเหตุ
1	0°						
2	0°						
3	0°						
4	0°						
5	0°						
6	0°						

ชนิดกระสุนทดสอบ			นน.ของลูกกระสุน		ความเร็วกระสุน (± 9.1 เมตร/วินาที, ± 30 ฟุต/วินาที)		
7.62 mm. NATO FMJ			148 Gr.		847 เมตร/วินาที (2,780 ฟุต/วินาที)		
กำหนดเกณฑ์รอยยุบตัว ไม่เกิน 44 มม.			☑ เปียก	☐ แห้ง	☐ ด้านหน้า	☑ ด้านหลัง	
นัดที่	มุมยิง	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ ทะลุ	ผลการทดสอบ ไม่ทะลุ	รอยยุบ (มม.)	นน.หัวกระสุน(กรัม)	หมายเหตุ
1	0°	849.00		✓	15.4		
2	0°	-		✓	13.3		- วัดความเร็วไม่ได้
3	0°	839.37		✓	7.9		
4	0°	857.19		✓	18.8		- ความเร็วสูงกว่าเกณฑ์กำหนด
5	0°	838.96		✓	22.1		
6	0°	846.70		✓	24.9		
7	0°	849.22		✓	11.9		- ยิงแก้มือนัดที่ 2

เจ้าหน้าที่ทดสอบ
๑ จ.ส.อ. ส
๒ นาย สุเทอด ชัยเรืองรัม
๓ นาย ทรงวุฒิ บำรุงศรี

ผู้ควบคุมการทดสอบ
(ยศชื่อ) น.ท.
(ตำแหน่ง) ทน. / ประจำแผนกทดสอบทางขีปนวิธี กคม.ฯ
๒๐ / ส.ค. / ๕๓

	แบบบันทึกผลการยิงทดสอบเสื้อเกราะระดับ 2	รหัสเอกสาร FM 5-2054

ชื่อชิ้นงาน *Sample 3* วันที่ทดสอบ 20 ส.ค.53

ชนิดกระสุนทดสอบ	น.น.ของลูกกระสุน	ความเร็วกระสุน (± 9.1 เมตร/วินาที, ± 30 ฟุต/วินาที)
9 mm. FMJ RN	124 Gr.	367 เมตร/วินาที (1,025 ฟุต/วินาที)
กำหนดเกณฑ์รอยยุบตัว ไม่เกิน 44 มม.	☐ เปียก ☐ แห้ง	☐ ด้านหน้า ☐ ด้านหลัง

นัดที่	มุมยิง	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ		รอยยุบ (มม.)	หมายเหตุ
			ทะลุ	ไม่ทะลุ		
1	0°	368.99		✓	27.1	- ด้านข้าง ชิ้นที่ ๑
2	0°	370.44		✓	29.6	- ด้านข้าง ชิ้นที่ ๒
3	0°					
4	30°					
5	30°					
6	0°					

ชนิดกระสุนทดสอบ	น.น.ของลูกกระสุน	ความเร็วกระสุน (± 9.1 เมตร/วินาที, ± 30 ฟุต/วินาที)
9 mm. FMJ RN	124 Gr.	367 เมตร/วินาที (1,025 ฟุต/วินาที)
กำหนดเกณฑ์รอยยุบตัว ไม่เกิน 44 มม.	☐ เปียก ☐ แห้ง	☐ ด้านหน้า ☐ ด้านหลัง

นัดที่	มุมยิง	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ		รอยยุบ (มม.)	หมายเหตุ
			ทะลุ	ไม่ทะลุ		
1	0°					
2	0°					
3	0°					
4	30°					
5	30°					
6	0°					

เจ้าหน้าที่ทดสอบ
๑. จ.ส.อ. ...
๒. นาย ... ...
๓. นาย ... ...

ผู้ควบคุมการทดสอบ
(ยศชื่อ) น.ท. ...
(ตำแหน่ง) หน. / ประจำแผนกทดสอบทางขีปนวิธี กคม.ฯ
๒๐ / ส.ค. / ๕๓

ผนวก ก. แนบท้ายประกาศกระทรวงกลาโหมเรื่องรับรองมาตรฐานเสื้อเกราะกันกระสุน

ฉบับที่ .....

คุณลักษณะของเสื้อเกราะกันกระสุน

๑. ชื่อผู้ผลิต บริษัท พรีซิพาร์ท จำกัด

๒. รุ่น/แบบ เสื้ออาวุธสงครามเซรามิคมาตรฐาน LEVEL III (CP-002)

๓. ระดับความสามารถในการกันกระสุน ระดับ 3 (ซึ่งเป็นระดับที่สามารถป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวได้ตามมาตรฐาน NIJ STANDARD 0101.04 ได้)

๔. คุณลักษณะทั่วไป

๔.๑ น้ำหนักสุทธิเสื้อเกราะ ขนาด L = ๗.๕ – ๗.๙ กก.

๔.๒ อายุการใช้งานเสื้อเกราะ ๖ ปี (หากเซรามิคไม่แตกชำรุดเสียหาย)

๔.๓ เสื้อตัดเย็บด้วยผ้าชนิด 600 D สีดำ เกราะกันกระสุนเป็นชนิดเกราะแข็ง ซึ่งเสื้อ ๑ ตัว จะประกอบด้วยแผ่นเกราะแข็ง ๒ ชุด ใช้ใส่ที่ตัวเสื้อด้านหน้า ๑ ชุด และตัวเสื้อด้านหลัง ๑ ชุด แผ่นเกราะทุกชุดเย็บห่อหุ้มด้วยผ้าร่มสีดำ มีฉลากบอกระดับการป้องกัน วัน เดือน ปี ของวันหมดอายุ หรืออื่น ๆ

๔.๔ เสื้อเป็นแบบเสื้อกั๊ก ใช้สวมครอบทางศีรษะลงมา หรือทางด้านข้างก็ได้ ที่บริเวณหัวไหล่และบริเวณด้านข้างตัวเสื้อซ้าย – ขวา มีแถบเกาะยึดปิด – เปิดแบบผ้าตีนตุ๊กแก สามารถปรับขนาดตัวเสื้อให้กระชับกับลำตัวผู้สวมใส่ได้

๕. คุณลักษณะเฉพาะทางวิชาการ

๕.๑ แผ่นเกราะแข็งมีผิวด้านหน้าโค้งแนบกับลำตัวผู้สวมใส่ และมีขนาดกว้าง ๑๐ นิ้ว ยาว ๑๒ นิ้ว

๕.๒ ความหนารวมของแผ่นเกราะแข็ง ๒๑ มม. โดยประมาณ ซึ่งสนธิมาจากเซรามิค ขนาด ๒ × ๒ นิ้ว หนาไม่น้อยกว่า ๖ มม. เรียงสลับกันแบบลายก่ออิฐ ใยสังเคราะห์จำนวนไม่น้อยกว่า ๒๐ ชั้น ด้านหลังสุดเป็นโลหะเบาชนิดไร้สนิมจำนวน ๒ แผ่น ความหนา ๒.๐ ± ๐.๔ มิลลิเมตร

๕.๓ พื้นที่ป้องกันอันตราย ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านละประมาณ ๑๑๐ ตารางนิ้ว

๖. กรรมวิธีการผลิตเสื้อเกราะโดยสังเขป และภาพแสดงเสื้อเกราะ ตามอนุผนวก 1 ที่แนบมา

<u>อนุผนวก ๑</u> ประกอบผนวก ก. กรรมวิธีการจัดทำเสื้อและแผ่นเกราะกันกระสุนของบริษัท พรีซิพาร์ท จำกัด

เสื้ออาวุธสงครามเซรามิคมาตรฐาน (CP-002) โดยสังเขปและภาพแสดงเสื้อเกราะ

ตัวเสื้อด้านหน้า

ตัวเสื้อด้านหลัง

การควบคุมคุณภาพวัสดุกันกระสุน (BALLISTIC MATERIAL QUALITY CONTROL)

๑. จัดหาวัสดุกันกระสุนทุกชนิดตามคุณสมบัติ คุณลักษณะเฉพาะ ที่บริษัทกำหนด อาทิเช่น

๑.๑ เซรามิค CERAMIC ขนาด ๒ × ๒ นิ้ว หนาไม่น้อยกว่า ๖.๐ มิลลิเมตร

๑.๒ ใยสังเคราะห์ UDPE (UNIDIRECTION POLYETHYLENE) เรียงซ้อนกันเป็นชั้นและอัดแข็งไม่น้อยกว่า ๒๐ ชั้น มีความหนาไม่น้อยกว่า ๑๒ มิลลิเมตร

๑.๓ แผ่นโลหะเบา ALUMINUM ความหนา ๑.๐ ± ๐.๒ มิลลิเมตร

๑.๔ แผ่นโลหะเบา STAINLESS STEEL ความหนา ๑.๐± ๐.๒ มิลลิเมตร

๒. แผนกตรวจสอบคุณภาพ จะทำการตรวจรับวัสดุต่าง ๆ ตามที่กำหนด เมื่อผ่านกรรมวิธีการตรวจรับวัสดุแล้วจะทำเครื่องหมายประจำรุ่นที่จัดหา (LOT NUMBER) บนวัสดุกันกระสุนทุกชนิด ทุกแผ่นแล้ว นำเก็บเข้าคลัง

การควบคุมคุณภาพผ้าและวัสดุประกอบสำหรับการตัดเย็บตัวเสื้อ

๑. สั่งซื้อผ้ากึ่งสังเคราะห์ (ชนิด, เบอร์ผ้า, และสี) และวัสดุประกอบสำหรับการตัดเย็บตัวเสื้อตามคุณลักษณะเฉพาะ ที่บริษัทกำหนด

๒. แผนกตรวจสอบคุณภาพ จะทำการตรวจรับผ้าตามคุณสมบัติ (เส้นด้าย, การทอ, คุณภาพของผิวเคลือบกันน้ำ และสี ฯลฯ) รวมทั้งวัสดุประกอบการตัดเย็บตาม คุณลักษณะเฉพาะ ที่บริษัทกำหนด แล้วส่งเก็บไว้ที่คลังรอนำมาใช้ในการผลิตต่อไป

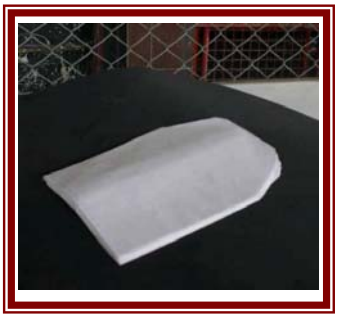
การผลิตแผ่นเกราะ (ARMOR PANEL)

๑. การผลิตแผ่นเกราะ ๑ ชุด

๑.๑ จัดเตรียมแผ่นเซรามิคจากคลังเก็บมาตรวจวัดขนาด

๑.๒ จัดเตรียมใยสังเคราะห์ UDPE หรือ ARAMID FIBER จากคลังเก็บมาตัดขนาดตามแบบแผน (PATTERN) แล้วนำมาทากาววางเรียงซ้อนกันให้ได้จำนวนความหนาตามต้องการ นำเข้าเครื่องอัดให้แข็งตัวพร้อมขึ้นรูปให้มีผิวโค้ง (ดังรูปที่ ๑ และรูปที่ ๒)

(รูปที่ ๑) PATTERN ชิ้นงานบนใย PE



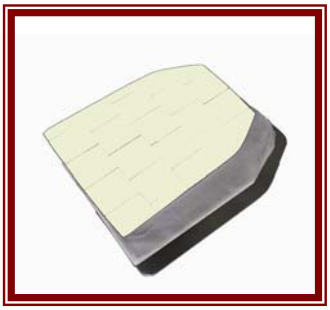
(รูปที่ ๒) แผ่นใยสังเคราะห์อัดแข็งแล้ว

๑.๓ นำแผ่นใยสังเคราะห์ UDPE ที่อัดแข็งขึ้นรูปแล้ว มาติดด้านหน้าด้วยแผ่นเซรามิคชนิดพิเศษด้วยกาว แผ่นเซรามิคที่นำมาใช้ติดเป็นแผ่นเกราะมีขนาด (กว้าง × ยาว) ๒ × ๒ นิ้ว หนา ๗ ± ๑.๐ มม. โดยการติดจะติดสลับเป็นลายก่ออิฐ (ดังรูปที่ ๓)

(รูปที่ ๓) แผ่นเซรามิคที่นำมาติดบนใย UDPE อัดแข็ง

๑.๔ เมื่อนำแผ่นใยสังเคราะห์ที่อัดแข็งขึ้นรูปติดด้านหน้าด้วยแผ่นเซรามิคแล้วใช้แผ่นใยสังเคราะห์ทาน้ำยาปิดทับด้านหน้าเซรามิคอีก ๒ ชั้น

๑.๕ นำแผ่นโลหะอลูมินั่ม ความหนา ๑.๐ ± ๐.๒ มม. และแผ่นสเตนเลส สตีล ความหนา ๑.๐ ±๐.๒ มม.ที่ปั๊มโค้งขึ้นรูป แล้วทาด้วยน้ำยากาวปิดทับ
ด้านหลังใยสังเคราะห์ (ดังรูปที่ ๔ และรูปที่ ๕)



(รูปที่ ๔) การเรียงวัสดุ

(รูปที่ ๕) แผ่นเกราะประกอบแล้วเสร็จ

๑.๖ สุ่มตัวอย่างแผ่นเกราะที่ประกอบครบเป็น ๑ ชุด ไปยิงทดสอบด้วยกระสุนปืนเล็กยาว ขนาด ๗.๖๒ × ๕๑ มิลลิเมตร เพื่อตรวจการไม่ทะลุผ่าน และตรวจสอบรอยยุบตัวของแผ่นเกราะ และบันทึกผลการยิงทดสอบ วัน/เดือน/ปี ที่ทำการทดสอบ

๑.๗ ตรวจสอบความเรียบร้อยของแผ่นเกราะทุกชุด วัน/เดือน/ปี ที่ผลิตไว้ที่ฉลากที่ติดอยู่กับแผ่นเกราะ นำเก็บเข้าคลังเพื่อรอนำไปใช้งาน

การผลิตตัวเสื้อ (FRONT AND BACK CARRIER PROCESS)

๑. เตรียมผ้าไนล่อนเบอร์ ๒๑๐ กันน้ำ สีดำหรือผ้า ๖๐๐ ดี สีดำชนิดหนา และวัสดุประกอบการตัดเย็บตัวเสื้อจากคลังเก็บ

๒. วาดแบบ (PATTERN) (ดังรูปที่ ๖) และตัดผ้าตามแบบ (ดังรูปที่ ๗)

(รูปที่ ๖) การวาด PATTERN บนผ้า

(รูปที่ ๗) การตัดผ้าตามแบบ

๓. ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนนำเก็บเข้าคลังรอนำไปผลิตในขั้นตอนต่อไป (หากพบข้อบกพร่องจะคัดแยกออกไปทำลายทิ้ง)

๔. นำชิ้นส่วนผ้าตามข้อ ๓ และวัสดุประกอบตามข้อ ๑ มาเย็บเป็นตัวเสื้อ เมื่อได้รับการสั่งซื้อ

๕. ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อน แล้วนำเข้าคลังเพื่อรอนำไปประกอบรวมกับแผ่นเกราะต่อไป

การผลิตซองใส่แผ่นเกราะ

๑. เตรียมผ้าไนล่อน เบอร์ ๒๑๐ กันน้ำ สีดำหรือสีอื่น ๆ ชนิดบาง และวัสดุสำหรับการตัดเย็บซองใส่แผ่นเกราะจากคลังเก็บ

๒. วาดแบบ (PATTERN) และตัดผ้าตามแบบ

๓. นำผ้าตามข้อ ๒ และวัสดุประกอบตามข้อ ๑ มาตัดเย็บเป็นซองใส่แผ่นเกราะตามแบบที่กำหนด

๔. ตรวจสอบความเรียบร้อย และนำเก็บเข้าคลังรอนำไปใช้งานต่อไป

ผนวก ข.

มาตรฐานเสื้อเกราะ

กระสุนปืนแต่ละชนิดเมื่อกระสุนวิ่งด้วยความเร็วมากระทบกับเสื้อเกราะจะถูกยึดจับไว้ด้วยเส้นใยที่แข็งแรงมาก เรียกกันว่า “เว็บ” (Web) เส้นใยเหล่านี้ จะดูดซับและกระจายพลังงานการกระแทกของกระสุนที่ส่งผ่านมายังตัวเสื้อ เป็นผลให้กระสุนนั้นเกิดการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปไป พลังงานที่เกิดขึ้นนั้นจะถูกดูดซับไว้ด้วยแต่ละชั้นของเส้นใย จนกระทั่งกระสุนนั้นหยุดลงในที่สุด ดังนั้นการทอเส้นใยให้ยิ่งหนาแน่นมากเท่าไรก็ จะยิ่งมีความทนทานต่อแรงกระสุนมากขึ้นเท่านั้น” นี่คือลักษณะการทำงานของเสื้อเกราะในขณะที่กระสุนมากระทบกับเสื้อเกราะ พลังงานจากกระสุนจะถูกดูดซับและแพร่กระจายไปตามชั้นของเส้นใยเรื่อย ๆ จนท้ายที่สุด คือร่างกาย การกระแทกร่างกายจะเรียกว่า “บลันท์ ทรอมา” (Blunt Trauma) หมายถึง อาการฟกช้ำ ซึ่งอาการดังกล่าวจะต้องอยู่ในระดับที่ไม่ปรากฏอาการออกมาให้เห็น ร่างกายของคนเราจะสามารถทนทานต่ออาการ บลันท์ ทรอมา ได้ปริมาณหนึ่ง ซึ่งเราสามารถทดสอบ และคิดค่าออกมาได้เรียกว่า “Back Face Signature” มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

ในปัจจุบันมีมาตรฐานการทดสอบเสื้อเกราะ อยู่หลายมาตรฐาน ที่นิยมใช้กัน โดยมาตรฐานที่เก่าแก่ที่สุดได้แก่ มาตรฐานของ NIJ (U.S. National Institute of Justice) เรียกว่า มาตรฐาน U.S.NIJ.0101.03 มาตรฐานนี้ กำหนดค่า Back Face Signature เท่ากับ 44 มิลลิเมตร ในปัจจุบันมีการปรับปรุงเป็น U.S. NIJ.0101.04 นอกจากนี้ยังมีมาตรฐาน U.S. PPAA 1989-05 กำหนดค่า 44 มิลลิเมตร เช่นเดียวกัน แต่จำนวนนัดของกระสุนที่ยิงใส่เสื้อเกราะน้อยกว่า

ดังนั้นเสื้อเกราะบางชนิดสามารถผ่านมาตรฐาน PPAA ได้ แต่ไม่ผ่านมาตรฐาน NIJ ถือได้ว่ามาตรฐาน NIJ. เป็นมาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุด ทั้งในสหรัฐ ออสเตรเลีย เอเชีย ตะวันออกกลางและประเทศในยุโรปบางประเทศ เช่น ฟินแลนด์ และอังกฤษ

การวิจัย และพัฒนา เกราะป้องกันกระสุน ปืนพกทุกขนาด และ กระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

พ.ต. ทรงพล เอี่ยมบุญฤทธิ์
ดร. ชัยณรงค์ ศรีกุลวงศ์
ดร. เนติมา สว่างวรรณ
รศ.สมนึก วัฒนศรียกุล
มงคล พุ่มแก้ว

ความเป็นมา

บทความในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยร่วม ต่อจากการผลิตเสื้อเกราะกันกระสุนปืนของบริษัท พรีซิพาร์ท จำกัด การผลิตเสื้อเกราะกันกระสุนปืนพก บางระจัน ได้มีการพัฒนาจากเกราะโลหะมาเป็นเกราะประกอบแบบผสมผสาน (Composite) เป็นเกราะที่มีทั้ง วัสดุเซรามิค, เส้นใยสังเคราะห์, โลหะ ประกอบเข้าด้วยกัน เหตุผลที่เลือกเกราะประเภทนี้ก็ด้วยอาศัยคุณสมบัติเด่นของทั้ง 3 วัสดุ กล่าวคือ เซรามิคมีหน้าที่ทำลายหัวกระสุนทำให้ลูกกระสุนเสียรูปร่าง ในขณะที่วัสดุเส้นใยสังเคราะห์ ทำหน้าที่เป็นวัสดุที่รับแรงหรือ ส่งถ่ายแรง โดยเฉพาะคุณสมบัติวัสดุเส้นใยสังเคราะห์จะอ่อนนุ่มมีความเหนียว มีการยืดตัวที่ดี และมีการกระจายแรงได้ดี สำหรับวัสดุโลหะ ซึ่งทำหน้าที่ รับแรงปะทะขั้นสุดท้าย โดยลูกกระสุนนั้นจะมีพลังงานจลน์ของกระสุนส่วนที่เหลือมาทำให้โลหะยืด และเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ฉะนั้นวัสดุที่ได้จากการวิจัยคือ เซรามิค[3] เส้นใยสังเคราะห์[4] และโลหะ[5]

กล่าวได้ว่าวัสดุที่ใช้มีอยู่ด้วยกันมี 3 ประเภท สำหรับเป็นเกราะป้องกันกระสุนปืนซึ่งได้แก่ วัสดุกลุ่มเซรามิค กลุ่มเส้นใยสังเคราะห์ และกลุ่มโลหะ ซึ่งเป็นที่ทราบกันโดยแพร่หลายหรือรู้จักกันพอสมควร โดยในที่นี้ เพื่อที่จะให้ได้เสื้อเกราะที่มีราคาที่เหมาะสม ไม่แพงเกินไป จึงเลือกใช้วัสดุเซรามิคประเภทอลูมินา อีกทั้งวัสดุนี้เป็นวัสดุที่ใช้ในการเป็นฉนวนไฟฟ้าได้อย่างดี อีกทั้งมีความแข็งที่มากกว่าหัวกระสุนและสามารถทำลายหัวกระสุนได้

โดยจากตารางที่1 วัสดุเกราะเซรามิค อลูมินา ที่จะนำมาทำเกราะจะพบว่า อลูมินา มีคุณสมบัติเด่นในความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นเกราะและ ในแง่กรรมวิธีการผลิตก็ไม่ได้ซับซ้อน ซึ่งในวัสดุอื่นๆ เช่น Silicon Carbide (SiC), Silicon nitride (Si_3N_4), และ Zirconium oxide (ZrO2) จะมีกรรมวิธีการผลิตที่ซับซ้อนอีกทั้งมีราคาสูงมาก จึงมีความเหมาะสมที่จะนำเอาวัสดุ อลูมินามาใช้กันอย่างแพร่หลาย

Material	Density (g/cm^3)	Tensile Strength (psi)	Flexural Strength (psi)	Compressive Strength (psi)	Young's Modulus (psi)	Fracture Toughness (psi)
Al_2O_3	3.98	30,000	80,000	400,000	56×10^6	5,000
SiC (sintered)	3.1	80,000	80,000	560,000	60×10^6	4,000
Si_3N_4 (reaction	2.5	25,000	35,000	150,000	30×10^6	3,000

bonded)						
Si_3N_4 (hot pressed)	3.2	80,000	130,000	500,000	45 x 10^6	5,000
Sialon	3.24	60,000	140,000	500,000	45 x 10^6	9,000
ZrO2	5.8	65,000	100,000	270,000	30 x 10^6	10,000
ZrO2	5.8	50,000	115,000	250,000	29 x 10^6	11,000

ตารางที่ 1 คุณสมบัติวัสดุเซรามิค[6]

ส่วนเส้นใยหรือวัสดุสังเคราะห์ที่ใช้ มีหลายแบบเช่น Spectra, Poly Cabonate, Polyethylene, Kevlar, Zylon, Aramid, LCP, PBO AS, S Glass, HPPE, UHMWPE เป็นต้น แต่สำหรับงานวิจัยนี้มีความสนใจที่ HPPE เพราะมีความเหนียว (ดังตารางที่ 2) ซึ่งเป็นวัสดุอ่อนที่สามารถส่งถ่ายแรงได้ดีจึงเลือกนำมาใช้

ในส่วนโลหะจะทำหน้าที่ รับแรงส่วนสุดท้าย โดยส่วนมากจะเลือกเอาวัสดุ 2 ชนิด คือ Stainless กับ Aluminium เป็นโลหะที่จะนำมาใช้ ซึ่งวัสดุ 2 ชนิดนี้เป็นวัสดุพื้นฐานของเกราะป้องกันกระสุนปืนพก

Fiber	Strength (GPa)	Modulus (GPa)	Elongation (%)
Aramid	2.8-3,2	60-115	1.5-4.5
HPPE	2.8-4.0	90-140	2.9-3.8
LCP	2.8	65	3.3
PBO AS	5.5	280	2.5
S Glass	4.65	87	5.4

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณสมบัติเส้นใย [4]

โดยสรุปแล้วเราพบว่า ระเบียบวิธีการวิจัยขึ้นอยู่กับการจัดรูปร่างแผ่นประกอบของเกราะที่ถูกต้อง สามารถป้องกันกระสุนได้ตามมาตรฐาน National Institute of Justice (NIJ) [2] และมีราคาที่เหมาะสมสำหรับ ทหาร ตำรวจ พลเรือนที่สามารถหาซื้อหรือนำไปใช้ได้ ดังนั้นในส่วนของผลการทดลองได้ดำเนินการทดสอบแผ่นเกราะป้องกันกระสุนปืนพกและเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงครามดังนี้

รูปที่ 1 ชุดเกราะสำหรับทดสอบกระสุนปืนพกและเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

รูปที่ 2 ชุดเกราะหลังการทดสอบ

รอยกระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	น.น. กระสุนปืน(mg.)	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)	D_{ave} (mm)
				มาตรฐาน	วัดได้			
1	.44	ทดสอบ 4”	STD.	436 ± 9	428	**ไม่ทะลุ**	22.6	24.34
2	.44	ทดสอบ 4”	STD.	436 ± 9	429	**ไม่ทะลุ**	20.1	24.21
3	.44	ทดสอบ 4”	STD.	436 + 9	430	**ไม่ทะลุ**	20.8	24.20
4	.44	ทดสอบ 4”	STD.	436 + 9	428	**ไม่ทะลุ**	19.7	23.65

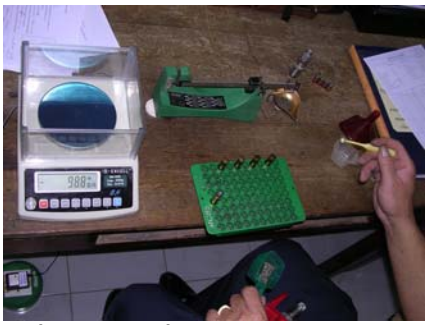
ตารางที่ 3 ตารางทดสอบกระสุนปืนพก

รอย กระสุน	ชนิดกระสุน	ชนิดลำกล้อง	น.น. กระสุนปืน(mg.)	ความเร็วกระสุน		ผล	รอยยุบ (mm)	D_{ave} (mm)
				มาตรฐาน	วัดได้			
1	M16	ทดสอบ 6”	148	838 ± 9	845	**ไม่ทะลุ**	22.6	22.32
2	M16	ทดสอบ 6”	148	838 ± 9	839.57	**ไม่ทะลุ**	20.1	21.21
3	M16	ทดสอบ 6”	148	838 ± 9	846.62	**ไม่ทะลุ**	19.1	21.37

ตารางที่ 4 ตารางทดสอบกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

ขั้นตอนการทดสอบการยิง ตามมาตรฐานกระทรวงกลาโหม [1]

รูปที่ 3 เครื่องยิงทดสอบ Gas gun



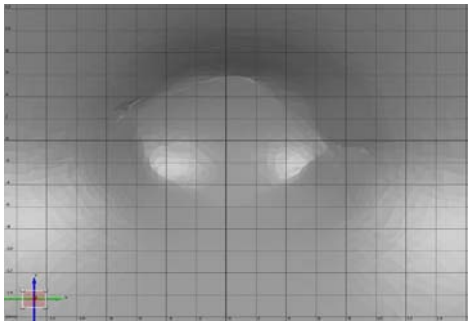
รูปที่ 4 อุปกรณ์ชั่ง ตวงกระสุนดินปืน

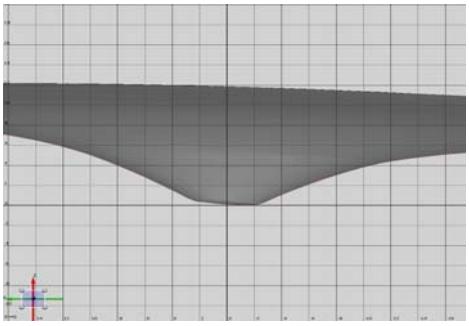
รูปที่ 5 เครื่องวัดความเร็วกระสุนปืน

รูปที่ 6 สนามทดสอบอาวุธ และกระสุนปืน กองพลาธิการ และสรรพาวุธ สนง. ตำรวจแห่งชาติ

รูปที่ 7 การตรวจสอบรอยกระสุนปืน M 16 **รูปที่ 8 รอยยุบตัวของดินน้ำมันจากกระสุนปืน M 16**

การตรวจสอบความลึกความกว้างของรูกระสุนปืน





รูปที่ 9 การทดสอบความกว้างและความลึกของรูกระสุนด้วยเครื่อง 3D OPTICAL SCANNING

ผลการทดลอง น้ำหนักเกราะที่ได้มีน้ำหนัก 7 กิโลกรัม มีความหนาตามที่ต้องการ ซึ่งน้ำหนักที่ได้ต่างจากเกราะในแบบแรกซึ่งมีน้ำหนัก 11.5 กิโลกรัม จะเห็นได้ว่าน้ำหนักได้ลดลงมา 39.13 % สามารถป้องกันกระสุนปืนพกและกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงครามได้ โดยที่เสื้อเกราะมีราคาตัวละ 22,000 บาท ซึ่งสามารถจัดหาให้กับกำลังพลได้ ตอนนี้ได้จำหน่ายให้กับกองทัพแล้ว 200 ตัว และได้มีการบริจาคให้กองทัพดังนี้

กองทัพภาคที่ 1 จำนวน 25 ตัว

กองทัพภาคที่ 2 จำนวน 25 ตัว

กอ.รมน.ภาค 4 ส่วนหน้า จำนวน 30 ตัว

งานวิจัยนี้ที่ถูกต้องจะต้องมีหลายฝ่ายร่วมมือกันคือ ภาคอุตสาหกรรม หน่วยงานวิจัยของทหาร หน่วยงานวิจัยของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ซึ่งมาร่วมในกาศึกษา ในงานวิจัยนี้

โครงการนี้ถือว่าเป็นผลสำเร็จประการหนึ่งที่สามารถได้เสื้อเกราะที่น้ำหนักลดลงอย่างมากจากเดิมที่เป็นเกราะโลหะล้วนๆ และสามารถได้ราคาที่เหมาะสม จัดจำหน่ายให้กับกำลังพลได้ เป็นเสื้อเกราะที่ผลิตโดยคนไทย อย่างไรก็ตามยังต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อไป เพื่อให้ได้เสื้อเกราะที่มีน้ำหนักลดลงที่สุดและมีประสิทธิภาพ คุณภาพสูงสุด โดยที่ราคาไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ดังนั้น จึงเป็นเครื่องยืนยันได้ว่าโครงการนี้ประผลสำเร็จในระดับหนึ่งแต่ยังไงก็ตามยังต้องมีการพัฒนาต่อไปอีก ให้เสื้อเกราะมีน้ำหนักเบาลงเท่าที่จะเป็นไปได้ และราคาที่เหมาะสม กว่าเสื้อเกราะของอเมริกา และอิสราเอลที่ผลิตจาก Kevlar ซึ่งกรรมวิธีการผลิตสามารถทำได้ไม่ซับซ้อนแต่วัสดุอุปกรณ์ต้องมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ และมีราคาแพง แต่เป็นแบบเกราะอ่อนซึ่งไม่เหมาะสำหรับเป็นเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

เอกสารอ้างอิง

[1] มาตรฐานแผ่นเกราะกันกระสุน. กมย.กห.2/2547, คณะอนุกรรมการกำหนดมาตรฐานยุทโธปกรณ์กระทรวงกลาโหม

[2] Ballistic Resistant Protective Materials. NIJ Standard 0101.04: National Institute of Justice, U.S. Department of Justice

[3] I. Horsfall, D. Buckley. 1995. The effect of through-thickness cracks on the ballistic performance of ceramic armour systems. Cranfield University. 303-318 .

[4] Jacobs, M.J.N. and Van Dingenen, J.L.J (2001), J. Mater. Sci., 36. 3137.

[5] S.N. Dikshit, V. V. Kutumbarao. G. Sundararajan. 1995. The influence of plate hardness on the ballistic penetration of thick steel plates. Int. J. Impact Eng Vol. 16, No. 2, pp. 293-320 .

[6] John B.Wachtman, W. Roger Cannon, M. John Matthewson. 2009. Mechanical Properties of Ceramics, John Wiley & Sons. Denvers. 472 pages.

[7] I.S. Chocron Benloulo and V. Sanchez-Galvez. 1996. A New Analytical Model to Simulate Impact onto Ceramic/Composite Armors. Int. J. Impact Engng Vol. 21, No. 6, pp. 461Ð471, 1998 Int. J. Impact Eng Vol. 18, No. 3, pp. 309-318.

[8] G. Reyes Villanueva, W.J. Cantwell. 2004. The high velocity impact response of composite and FML-reinforced sandwich structures. Composites Science and Technology 64 (2004) 35–54

[9] J. Lopez-Puente, A. Arias, R. Zaera, C. Navarro. 2005. The effect of the thickness of the adhesive layer on the ballistic limit of ceramic/metal armours. An experimental and numerical study. Carlos III University of Madrid Avda.de la Universidad 30, 28911 Legane´s, Madrid, Spain. 20 July 2005

[10] R. Zaera, S. Sa´nchez-Sa´ez, J.L. Pe´rez-Castellanos, C. Navarro. 2005. Modelling of the adhesive layer in mixed ceramic/metal armours subjected to impact. Composites: Part A 31 (2000) 823–833

ภาคผนวก ข.ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์หลังเสร็จโครงการ

กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลสำเร็จ (%)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ (กรณีที่ไม่ถึง100%)
1. ศึกษาทฤษฎี เตรียมข้อมูลเกี่ยวกับโลหะและวัสดุ ที่จะพัฒนามาเป็นเกราะและศึกษาทฤษฎีและข้อมูลอำนาจการทำลายเป้าหมาย (เกราะ) ของหัวกระสุนขนาดต่างๆ ที่ใช่ยิงจากอาวุธชนิดต่างๆ	1. ได้ทฤษฎีสำหรับวัสดุและ ข้อมูลเทคนิคเกี่ยวกับโลหะและวัสดุ ที่จะพัฒนามาเป็นเกราะเพื่อใช้ในโครงการ	100%	1. ได้ทฤษฎีพลังงานจลน์ และใช้เทคโนโลยีทางโลหะได้วัสดุ 1. เหล็กกล้าไร้สนิม 2. อลูมินัมอัลลอย 3. วัสดุเซรามิค	
2. ศึกษาผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการแล้วโดยคณะวิจัย งาน บ.พรีซิพาร์ท จำกัด และพัฒนาเสื้อเกราะประเภทต่างๆ	2. ได้ข้อมูลเทคนิคเกี่ยวกับโลหะและวัสดุจากทางบ.พรีซิพาร์ท จำกัด สำหรับนำมาใช้เป็นเกราะกันกระสุนปืนพก	100%	2. ได้โลหะและวัสดุนำมาใช้เป็นเกราะกันกระสุนปืนพก 1. เหล็กกล้าไร้สนิม 2. อลูมินัมอัลลอย	
3 สรุปข้อมูลที่ศึกษาค้นพบจากเอกสารที่มีอยู่ พารามิเตอร์ของวัสดุเกราะที่ควรให้ความสนใจและทำการศึกษาในขั้นต่อไป รวมถึงเสนอทิศทางการดำเนินงานวิจัยและการใช้วัสดุใหม่	3. ได้ผลสรุปพารามิเตอร์ของวัสดุเกราะ และได้ดำเนินงานวิจัยใช้วัสดุใหม่	100%	3. ได้ผลสรุปพารามิเตอร์ของวัสดุเกราะคือ 1. เหล็กกล้าไร้สนิม 2. อลูมินัมอัลลอย 3. วัสดุเซรามิค 4. วัสดุเส้นใยสังเคราะห์	
4. ออกแบบและทดสอบเกราะโลหะโดยทดสอบที่สนามยิงทดสอบด้วยการยิงด้วยกระสุนจริง	4. ได้เกราะต้นแบบเพื่อนำไปใช้ทดสอบที่สนามยิงทดสอบด้วยกระสุนจริง	100%	4. ออกแบบทดสอบด้วยกระสุนจริงโดยใช้วัสดุเซรามิคแผ่นหน้าวัสดุเส้นใยสังเคราะห์ชั้นที่สองอลูมินัมอัลลอยเป็นแผ่นรองหลังผลการทดสอบสามารถกันกระสุนปืน M16 ได้	

5. ออกแบบผลิตต้นแบบทดสอบผลิตภัณฑ์เสื้อเกราะต้นแบบด้วยการยิงด้วยกระสุนจริงในสนามทดสอบมาตรฐาน	5. ได้เกราะผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อนำไปใช้ทดสอบที่สนามยิงทดสอบด้วยกระสุนจริง	100%	5.ทดสอบด้วยการยิงด้วยกระสุนจริงในสนามทดสอบมาตรฐาน ผลการทดสอบสามารถผ่านมาตรฐาน (NIJ)	
6. พัฒนาและแก้ไขต้นแบบเสื้อเกราะหลังจากนั้นจึงผลิตต้นแบบเกราะแจกจ่ายให้หน่วยงานทหาร/ตำรวจทดสอบใช้ในงานสนามจริง เพื่อประเมินผลและพัฒนาแก่ไขต้นแบบเกราะต่อไป	6. ได้แก้ไขรอยต่อวัสดุเซรามิค และได้ผลิตเกราะแจกจ่ายให้หน่วยงานทหาร/ตำรวจทดสอบใช้ในงานสนามจริง	100%	6. ได้ผลิตภัณฑ์เสื้อเกราะแจกจ่ายให้หน่วยงานทหาร ตำรวจทดสอบใช้ในงานสนามจริง	
7. สรุปผลงานวิจัย/เสนอแนวทางการวิจัยต่อรวมถึงปัญหา/อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างวิจัย และนำส่งรายงานฉบับสมบูรณ์	7. ได้ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปต่อยอดโดยใช้วัสดุผสมกับวัสดุเซรามิคซึ่งทำให้สามารถลดน้ำหนักลงได้อีก	100%	7. จัดทำรายงายฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำข้อมูลองค์ความรู้มามาพัฒนาต่อยอดให้เสื้อเกราะมีน้ำหนักลดลง และมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น	

ภาคผนวก ค. กิจกรรมที่วางแผน เทียบกับกิจกรรมที่ผ่านมา

กิจกรรมการดำเนินงาน	ก.ย. 49	ต.ค. 49	พ.ย. 49	ธ.ค. 49	ม.ค. 50	ก.พ. 50	มี.ค. 50	เม.ย. 50	พ.ค. 50	มิ.ย. 50	ก.ค. 50	ส.ค. 50	ก.ย. 50	ต.ค. 50	พ.ย. 50	ธ.ค. 50	ม.ค. 51	ก.พ. 51
1. ศึกษาทฤษฎี เตรียมข้อมูลเกี่ยวกับโลหะและวัสดุ ที่จะพัฒนามาเป็นเกราะและศึกษาทฤษฎีและข้อมูลอำนาจการทำลายเป้าหมาย (เกราะ) ของหัวกระสุนขนาดต่างๆ ที่ใช่ยิงจากอาวุธชนิดต่างๆ	◄- - - - ►	◄- - - - ►																	
	◄———— ►	◄———— ►																
2. ศึกษาผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการแล้วโดยคณะวิจัยงาน บ.พรีซิพาร์ท จำกัด และพัฒนาเสื้อเกราะประเภทต่างๆ			◄- - - - ►															
		◄———— ►		◄———— ►														
3 สรุปข้อมูลที่ศึกษาค้นพบจากเอกสารที่มีอยู่ พารามิเตอร์ของวัสดุเกราะที่ควรให้ความสนใจและทำการศึกษาในขั้นต่อไป รวมถึงเสนอทิศทางการดำเนินงานวิจัยและการใช้วัสดุใหม่				◄- - - - ►														
			◄———— ►		◄———— ►													
4. เปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุที่เป็นพารามิเตอร์หลักๆ โดยทำการทดลองในห้องทดลองเฉพาะทางเพื่อหาคุณสมบัติเชิงกลดังกล่าว (ทำการทดลองเท่าที่จำเป็น ในกรณีที่ไม่ทราบคุณสมบัติดังกล่าว						◄- - - - ►		◄- - - - ►										
					◄———— ►			◄———— ►										
5. ออกแบบผลิตภัณฑ์เสื้อเกราะต้นแบบและทดสอบเกราะโลหะโดยทดสอบที่สนามยิงทดสอบด้วยการยิงด้วยกระสุนจริง										◄- - - - ►		◄- - - - ►						
									◄———— ►				◄———— ►					
6. ทดสอบผลิตภัณฑ์เสื้อเกราะต้นแบบด้วยการยิงด้วยกระสุนจริงในสนามทดสอบมาตรฐาน												◄- - - - ►		◄- - - - ►				
												◄———— ►			◄———— ►			
7. สรุปผลงานวิจัย/เสนอแนวทางการวิจัยต่อรวมถึงปัญหา/อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างวิจัย และนำส่งรายงานฉบับสมบูรณ์															◄- - - - ►			
															◄———— ►			

หมายเหตุ ◄- - - - ► เวลาทำงานที่ปรับใหม่, ◄———— ► เวลาที่ประมาณการณ์เดิม

ภาคผนวก ง. ผลที่ได้รับตลอดโครงการ

จากผลการวิจัยโครงการนี้ คณะผู้วิจัยได้ประโยชน์จากการวิจัย และในด้านอื่นๆ ดังนี้

เสื้อเกราะกันกระสุนปืนพก

มีต้นแบบ เกราะและเสื้อเกราะที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาด ตามความต้องการของกองทัพและสำนักงานตำรวจแห่งชาติ มีราคาถูก มีความเป็นไปได้ด้านงบประมาณในการจัดซื้อ ทำให้มีการขยายผลไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์สามารถผลิตสนับสนุนให้กองทัพ สำนักงานตำรวจแห่งชาติหน่วยงานของรัฐ ที่จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน และลดการสูญเสียจากการปฏิบัติงานในพื้นที่เสี่ยงภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาการก่อความไม่สงบในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ และสนับสนุนภารกิจความมั่นคงในพื้นที่ชายแดนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการออกแบบสร้างเสื้อเกราะกันกระสุนปืนพก มีขีดความสามารถป้องกันกระสุนปืนพกในระดับ Level IIIA ได้ และได้นำไปผลิตจำหน่ายโดย บริษัท พรีซิพาร์ท จำกัด โดยใช้วัสดุที่สามารถหาได้ภายในประเทศไทยทำให้ได้ราคาถูก อีกทั้งได้รับการรับรองมาตรฐานจากกระทรวงกลาโหม

ในสถานการณ์ปัจจุบันเจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติการในพื้นที่เสี่ยงภัยใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ได้ซื้อและนำไปใช้สำหรับป้องกันตนเองส่วนหนึ่ง

เสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม

ได้เสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม Level III น้ำหนักรวมของเกราะแผ่นหน้า, แผ่นหลัง และแผ่นป้องกันด้านข้างลำตัวคือ 7 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักลดลงจากเสื้อเกราะเหล็กเดิมที่หนัก 11.5 กิโลกรัม พบว่าน้ำหนักลดลง 39.13 เปอร์เซนต์ ราคาจำหน่ายของเสื้อเกราะตัวละ 22,000 บาท ซึ่งมีราคาถูกกว่าเสื้อเกราะที่นำเข้าจากต่างประเทศที่ความสามารถในการต้านทานกระสุนระดับเดียวกัน ในเบื้องต้นกองทัพบกได้ทำการสั่งซื้อเพื่อนำไปใช้งานแล้วจำนวน 200 ตัว และทาง สกว. ได้บริจาคให้แก่กองทัพบกดังนี้

กองทัพภาคที่ 1 จำนวน 25 ตัว

กองทัพภาคที่ 2 จำนวน 25 ตัว

กอ.รมน.ภาค 4 ส่วนหน้า จำนวน 25 ตัว

ผลงานวิจัยนี้เกิดขึ้นมาจากความร่วมมืออันดีของทั้ง 3 ฝ่าย โดยเป็นการนำความรู้เชิงวิชาการของภาคการศึกษามาประยุกต์ช่วยในการศึกษากลไกการทำลายกระสุนของเสื้อเกราะและหาเครื่องมือมาช่วยในการศึกษาทดลองผลิตชิ้นงานต่างๆ ในขณะที่ภาคเอกชนทำหน้าที่ทดลองยิงทดสอบหรือเสาะหาวัสดุใหม่ๆ นำมาผลิตเสื้อเกราะให้สมรรถนะดีขึ้น ในส่วนของฝ่ายทหารเองก็ได้ทราบองค์ความรู้ในการผลิตเสื้อเกราะ ในฐานะผู้ใช้งานภาคสนาม ผู้กำหนดมาตรฐานและดำเนินการยิงทดสอบทำลายเสื้อเกราะ ซึ่งความร่วมมือแบบไตรภาคีนี้ เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จ ทั้งในแง่การประยุกต์องค์ความรู้จากการวิจัยมาใช้ในการผลิตเสื้อเกราะจำหน่ายให้แก่หน่วยงานราชการตำรวจและทหารซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องป้องกันการบาดเจ็บหรือสูญเสียชีวิตของบุคลากร ขณะปราบปรามและป้องกันประเทศชาติ อันถือเป็นเป้าหมายสูงสุดของคณะนักวิจัย

บทสรุปย่อสำหรับผู้บริหาร

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) "การวิจัยและพัฒนาเกราะป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาดและกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม"

(ภาษาอังกฤษ) "The Research and Development of Ballistic Body Armour"

ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัดและที่อยู่

ชื่อ- สกุล พลเอก อภิชาติ ทิมสุวรรณ

หน่วยงาน สำนักงานวิจัยและพัฒนาการกลาโหม (สวพ.กห.)

ที่อยู่ 47/433 หมู่ 3 เมืองทองธานี ถนนแจ้งวัฒนะ ต.บ้านใหม่ อ.ปากเกร็ด นนทบุรี 11120

โทรศัพท์/โทรสาร 02 980-5891

E-mail address ird.sut.ac.th

งบประมาณทั้งโครงการ 4,072,750 บาท (สี่ล้านเจ็ดหมื่นสองพันเจ็ดร้อยห้าสิบบาท)

ระยะเวลาดำเนินการ 18 เดือน

ปัญหาที่ทำวิจัยและความสำคัญของปัญหา

การปฏิบัติการภารกิจด้านความมั่นคงของเจ้าหน้าที่ทหาร ตำรวจ และพลเรือนในปัจจุบัน ถึงแม้จะพัฒนาการฝึกศึกษาคิด มีการปรับการจัดหน่วย เปลี่ยนรูปแบบการปฏิบัติทางยุทธวิธี เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ที่เกิดขึ้น ปัญหาความจำกัดด้านงบประมาณของกองทัพและหน่วยงานต่างๆ ทำให้ยังไม่ได้รับการจัดหาอาวุธยุทโธปกรณ์ที่ทันสมัยเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละเหตุการณ์ และยังมีจำนวนไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานของทุกหน่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปฏิบัติงานในการปราบปรามยาเสพติด การปฏิบัติงานในการป้องกันและปราบปรามการก่อความไม่สงบในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ และการป้องกันชายแดน รูปแบบการปฏิบัติของฝ่ายตรงข้ามส่วนใหญ่เป็นการปฏิบัติลักษณะกองโจร และการรบนอกแบบ ซึ่งทำให้มาตรการการป้องกัน และการตอบโต้ด้วยความรวดเร็วมีความสำคัญที่ต้องนำมาใช้ แต่จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ทำให้เกิดการสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงานทั้งทหาร ตำรวจ พลเรือน และประชาชนทั่วไป เป็นจำนวนมากจากการลอบยิงและลอบวางระเบิดจากผู้ก่อความไม่สงบ การลดความสูญเสีย นอกจากจะใช้มาตรการต่างๆ ดังกล่าวให้ผู้ปฏิบัติงานได้ปฏิบัติให้เป็นผลแล้ว การใช้ยุทโธปกรณ์และอุปกรณ์พิเศษ ที่ใช้สำหรับการป้องกันร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนยานพาหนะ ยุทโธปกรณ์ เพื่อป้องกันอันตรายจากกระสุนปืนชนิดต่างๆ และวัตถุระเบิดของฝ่ายตรงข้าม ซึ่งได้แก่เสื้อเกราะและเกราะสำหรับติดตั้งกับยานพาหนะประเภทต่างๆ ยังมีปัญหามากเนื่องจากปัจจุบันสถานภาพของเสื้อเกราะที่กองทัพและตำรวจมีใช้งานอยู่ ส่วนใหญ่หรือทั้งหมด มีอายุการใช้งานมานานมากกว่า 20 ถึง 30 ปี หมดสภาพการใช้งานไม่สามารถป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม ที่ฝ่ายตรงข้ามใช้อยู่ในปัจจุบันได้ นอกจากนั้นต้องใช้งบประมาณจำนวนมากในการจัดซื้อจาก

ต่างประเทศที่มีราคาสูง ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะจัดซื้อได้เพียงพอตามความต้องการ การใช้งานของกองทัพและตำรวจส่วนใหญ่ที่จัดมาใหม่เป็น
เสื้อเกราะอ่อน ที่ใช้เส้นใยสังเคราะห์ซึ่งมีอายุการใช้งานน้อยกว่า 5 ปี และเปลี่ยนสภาพได้รวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง

ดังนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้กองทัพและตำรวจ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของรัฐผู้ที่ปฏิบัติงานในภารกิจที่เสี่ยงต่อการถูกยิงด้วยอาวุธต่างๆ และวัตถุระเบิด ได้มีเสื้อเกราะและเกราะที่มีคุณลักษณะและประสิทธิภาพในการป้องกันอำนาจการสังหารของกระสุนปืนทุกประเภท ที่คนร้ายหรือผู้ก่อความไม่สงบและขบวนการค้ายาเสพติดใช้ โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ตามแนวทางประเด็นทางทหาร โดยใช้อุตสาหกรรมพลเรือนภายในประเทศ สนับสนุนการพึ่งพาทางทหาร เพื่อให้กองทัพและรัฐสามารถใช้ทรัพยากรภายในประเทศทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นการส่งเสริมการพึ่งตนเองทางทหาร

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยและพัฒนาเกราะป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาด และกระสุนปืนเล็กยาว ที่เป็นอาวุธสงครามนี้ เพื่อให้ได้เกราะ 2 ประเภท คือ เกราะที่มีคุณสมบัติที่สามารถป้องกันอำนาจสังหารของกระสุนปืนพกทุกขนาดที่มีใช้ในประเทศไทย และเกราะที่มีคุณสมบัติป้องกันอำนาจสังหารของปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม โดยใช้การผสมผสานเทคโนโลยีการทำเกราะเหล็ก การทำเกราะใยสังเคราะห์และเกราะวัสดุอื่นที่เป็นเทคโนโลยี ทั้งในและต่างประเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานการป้องกันอันตราย จากการถูกยิงด้วยอาวุธปืน สำหรับบุคคลและติดตั้งกับยานพาหนะ ยุทโธปกรณ์ ตลอดจนสิ่งอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ

ระเบียบวิธีวิจัย (โดยย่อ)

เกราะที่ทำการวิจัย มีเป้าหมายหลักเพื่อให้ได้เกราะ 2 ประเภท ตามประสิทธิภาพในการป้องกันอำนาจการสังหารของหัวกระสุนปืน ที่ต้องการ คือ

1. เกราะป้องกันกระสุนปืนพกที่สามารถป้องกันอำนาจสังหารของกระสุนปืนพกทุกขนาดที่ใช้ยิงจากปืนพกสั้น ที่มีใช้ในประเทศไทย โดยให้มีคุณลักษณะและสมรรถนะเทียบเท่ามาตรฐานยุทโธปกรณ์ กระทรวงกลาโหมคือสามารถกันกระสุนได้ในระดับปืนพก 3A
2. เกราะป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่สามารถป้องกันอำนาจสังหารของกระสุนปืนเล็กยาวทุกขนาดที่ใช้ยิงจากอาวุธปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงครามที่มีใช้ในประเทศไทย โดยให้มีคุณลักษณะและสมรรถนะเทียบเท่ามาตรฐานยุทโธปกรณ์กระทรวงกลาโหม คือสามารถกันกระสุน ได้ในระดับ 3
3. เป้าหมายหลักของผู้วิจัยในการวิจัยวัสดุที่ใช้ทำแผ่นเกราะคือ แผ่นเหล็กกล้าประเภทต่างๆ เสริมด้วยแผ่นเกราะอื่นๆ ซึ่งเป็นการขยายผลจากการทดสอบการทำเสื้อเกราะป้องกันกระสุนของ บริษัท พรีซิพาร์ท จำกัด ที่ได้รับมาตรฐานจากกระทรวงกลาโหมแล้ว เมื่อวันที่ 12 มกราคม พุทธศักราช 2549 ซึ่งประกอบด้วย แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม แผ่นเหล็กเหนียว และแผ่นเหล็กเหนียวชุบแข็ง เพื่อให้สามารถพิสูจน์ทราบตามขั้นตอนเทคนิค มีเหตุผล ที่จะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพหรือสมรรถนะให้กับแผ่นเหล็กทั้ง 3 ประเภทในการป้องกันอำนาจการทะลุทะลวงของหัวกระสุน โดยไม่ต้องเพิ่มความหนาของแผ่นเหล็ก (ที่จะทำให้น้ำหนักมากเกินไป ขึ้นรูปหรือเจาะรูเพื่อยึดตรึงได้ลำบาก และ ทำให้ราคาสูงมากเกินไปที่จะขยายผลไปสู่การลงทุนผลิตในเชิงพาณิชย์) และเป้าหมายในการวิจัยและพัฒนา เกราะคือ การให้ได้

เกราะแบบผสม โดยใช้แผ่นเกราะเซรามิค แผ่นเกราะใยสังเคราะห์ และแผ่นเกราะวัสดุอื่นๆ และหรือทั้ง 4 ประเภท นำมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อเสริมประสิทธิภาพของเกราะเหล็กในการป้องกันอำนาจการสังหารของหัวกระสุนให้ได้ตามที่ต้องการใช้งานของเกราะในแต่ละประเภท (ป้องกันกระสุนปืนพก ป้องกันกระสุนอาวุธสงคราม) โดยการเลือกใช้ขนาดและ ประเภทของแผ่นเซรามิค แผ่นเกราะเส้นใยสังเคราะห์ แผ่นเกราะวัสดุอื่นๆ ชนิดต่างๆ ที่เป็นผลงานวิจัยและหรือที่มีผลิตจำหน่ายอยู่แล้วภายในประเทศ นำมาร่วมทำการวิจัย ภายใต้เงื่อนไขที่เอื้อประโยชน์ต่อกัน และไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ซึ่งกันและกัน

4. น้ำหนักของชุดเสื้อเกราะที่ประกอบแผ่นเกราะแล้วเสร็จ จะต้องมีน้ำหนักไม่เกินกว่าที่กำหนดดังนี้
   - ชุดเสื้อเกราะป้องกันปืนพก มีน้ำหนักรวมไม่เกิน 5 กิโลกรัม / ตัว
   - ชุดเสื้อเกราะป้องกันอาวุธสงคราม มีน้ำหนักไม่เกิน 11 กิโลกรัม / ตัว
5. คุณลักษณะของแผ่นเกราะที่ต้องการในเรื่องประสิทธิภาพในการป้องกันอำนาจการสังหารและอำนาจการทะลุทะลวงของหัวกระสุนชนิดต่างๆ คือเมื่อประกอบเป็นชุดแผ่นเกราะแล้วต้องมีประสิทธิภาพในการ ก) ทำลายหัวกระสุน ข)ยับยั้งหัวกระสุน, และ ค)เก็บหัวกระสุน
6 วัตถุดิบที่ใช้ผลิตชุดเสื้อเกราะ และเกราะเป็นวัตกุดิบที่หาง่าย และส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีที่ผลิตได้ในประเทศ มีราคาถูกเมื่อเทียบกับที่จัดหาจากต่างประเทศ

สิ่งที่คาดว่าจะได้

1. เป็นการพัฒนายุทโธปกรณ์ขึ้นใช้เอง ตอบสนองนโยบายของรัฐบาลและแผนปฏิบัติราชการของกระทรวงกลาโหม ซึ่งกำหนดให้มีการส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีทางทหาร โดยสนับสนุนให้มีการศึกษา ค้นความวิจัน โดยใช้ศักยภาพของชาติในด้านต่างๆ สนับสนุนการป้องกันประเทศ โดยเน้นการใช้อุตสาหกรรม พลเรือนภายในประเทศสนับสนุนการพึ่งพาตนเองทางทหาร เพื่อให้กองทัพและรัฐสามารถใช้ทรัพยากรภายในประเทศทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นการส่งเสริมการพึ่งตนเองทางทหารและส่งเสริมกิจการอุตสาหกรรมพลเรือนภายในประเทศ
2. มีต้นแบบ เกราะและเสื้อเกราะที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกระสุนปืนพกทุกขนาดและป้องกันกระสุนปืนเล็กยาวที่เป็นอาวุธสงคราม ตามความต้องการของกองทัพและสำนักงานตำรวจแห่งชาติ มีราคาถูก มีความเป็นไปได้ด้านงบประมาณในการจัดซื้อ ทำให้มีการขยายผลไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์สามารถผลิตสนับสนุนให้กองทัพสำนักงานตำรวจแห่งชาติหน่วยงานของรัฐ ที่จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน และลดการสูญเสียจากการปฏิบัติงานในพื้นที่เสี่ยงภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาการก่อความไม่สงบในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ การปราบปรามผู้มีอิทธิพล ขบวนการค้ายาเสพติดและสนับสนุนภารกิจความมั่นคงในพื้นที่ชายแดนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ได้ผลสรุปทางวิชาการในการผลิตแผ่นเกราะที่เป็นเทคโนโลยีทางราชการเป็นแนวทางในการพัฒนาสู่กระบวนการผลิตในเชิงพาณิชย์, และส่งเสริมอุตสาหกรรมภายในประเทศ

ความสอดคล้องกับเป้าประสงค์และยุทธศาสตร์ของฝ่าย 5 มีความสอดคล้องดังนี้

เป็นผลสำเร็จของความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางราชการที่เป็นรูปธรรมระหว่างกองทัพสำนักงานตำรวจแห่งชาติ หน่วยงานของรัฐ สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน

มีการถ่ายทอดวิธีการทำวิจัยที่เป็นระบบจากคณาจารย์ที่มีประสบการณ์จากงานวิจัยอุตสาหกรรมในต่างประเทศ ทั้งนี้ยังช่วยสร้างและพัฒนาทีม R&D ของ บริษัท พรีซิพาร์ท จำกัด นำไปพัฒนาทำเสื้อเกราะป้องกันกระสุนปืน ตอนนี้ได้จำหน่ายให้กับกองทัพแล้ว 200 ตัว และได้มีการบริจาคให้กองทัพดังนี้

กองทัพภาคที่ 1 จำนวน 25 ตัว

กองทัพภาคที่ 2 จำนวน 25 ตัว

กอ.รมน.ภาค 4 ส่วนหน้า จำนวน 30 ตัว

โดยขณะเดียวกันก็เป็นการส่งเสริม/สร้างสรรค์และพัฒนาความรู้ใหม่แก่ตัวสถาบันการศึกษา, คณาจารย์, และนักศึกษาช่วยวิจัย อันเป็นการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ป้อนแก่ภาคอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กของประเทศ