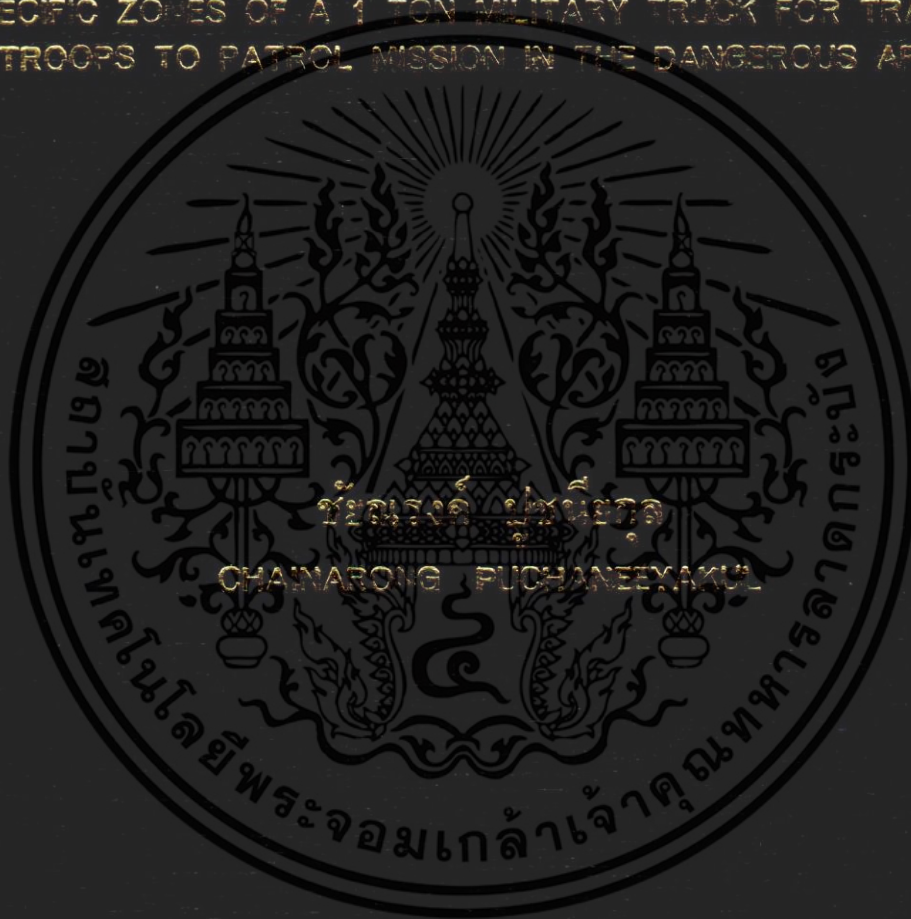


การออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดเฉพาะส่วน
สำหรับรถบรรทุก ขนาด 1 ตัน เพื่อใช้ในภารกิจบรรทุกกำลังพลสำหรับ
ลาดตระเวนในพื้นที่อันตราย

DESIGN OF INSTALLATION THE BULLETPROOF AND FLAK SHIELDS AT
THE SPECIFIC ZONES OF A 1 TON MILITARY TRUCK FOR TRANSPORTING
TROOPS TO PATROL MISSION IN THE DANGEROUS AREAS



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันประเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-EN-M-011-504

การออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดเฉพาะส่วน
สำหรับรถบรรทุก ขนาด 1 ตัน เพื่อใช้ในภารกิจบรรทุกกำลังพลสำหรับ
ลาดตระเวนในพื้นที่อันตราย

DESIGN OF INSTALLATION THE BULLETPROOF AND FLAK SHIELDS AT
THE SPECIFIC ZONES OF A 1 TON MILITARY TRUCK FOR TRANSPORTING
TROOPS TO PATROL MISSION IN THE DANGEROUS AREAS



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันประเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559
KMITL-2016-EN-M-011-504

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN OF INSTALLATION THE BULLETPROOF AND FLAK SHIELDS AT
THE SPECIFIC ZONES OF A 1 TON MILITARY TRUCK FOR TRANSPORTING
TROOPS TO PATROL MISSION IN THE DANGEROUS AREAS



AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN DEFENCE ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2016
KMITL-2016-EN-M-011-504

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2016

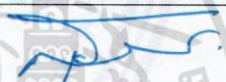


FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

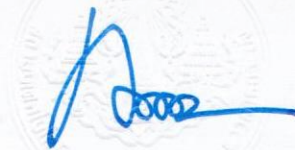
หัวข้อ การออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดเฉพาะส่วนสำหรับรถบรรทุก
ขนาด 1 ตัน เพื่อใช้ในภารกิจบรรทุกกำลังพลสำหรับลาดตระเวนในพื้นที่อันตราย
Title Design of Installation the Bulletproof and Flak Shields at the Specific Zones
of a 1 Ton Military Truck for Transporting Troops to Patrol Mission in the
Dangerous Areas
นักศึกษา นายชัยณรงค์ ปูชนียกุล
รหัสประจำตัว 55614053
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมป้องกันประเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ รศ.ประภาช ไพรสุวรรณ
หมายเลขการค้นคว้าอิสระ KMITL-2016-EN-M-011-504

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สุรินทร์	คำฝอย	
ผศ.ดร.วรชาติ	สุวรรณงาม	
รศ.ประภาช	ไพรรสุวรรณ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันอังคาร 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 เวลา 11.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 4

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด เฉพาะส่วนสำหรับรถบรรทุก ขนาด 1 ตัน เพื่อใช้ในการกักขังรถบรรทุกกำลังพลสำหรับลาดตระเวนในพื้นที่อันตราย
นักศึกษา	นายชัยณรงค์ ปูชนียกุล
รหัสประจำตัว	55614053
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมป้องกันประเทศ
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	รศ.ประภาส ไพรสุวรรณ

บทคัดย่อ

การค้นคว้าอิสระนี้ นำเสนอการออกแบบการติดตั้งเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด เฉพาะส่วน สำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อใช้ในการกักขังรถบรรทุกกำลังพล สำหรับการลาดตระเวนในพื้นที่อันตราย โดยจากเดิมที่รถบรรทุกที่ใช้ในการบรรทุกกำลังพลเพื่อการลาดตระเวนนั้น จะถูกออกแบบให้มีเกราะกันกระสุนที่หนาและมีน้ำหนักมากส่งผลให้รถบรรทุกดังกล่าวมีน้ำหนักมากส่งผลให้รถบรรทุกมีการสึกหรอเร็วกว่าปกติ นอกจากนี้การติดตั้งเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถป้องกันอันตรายอันเกิดจากการลอบยิงและวางระเบิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การออกแบบการติดตั้งเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดเฉพาะส่วน ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความสามารถในการลดความสูญเสีย และการบาดเจ็บของกำลังพล เมื่อรถบรรทุกโดนลอบยิงหรือวางระเบิด โดยรถบรรทุกดังกล่าวได้ถูกดัดแปลงจากรถกระบะขนาด 1 ตัน ในการออกแบบการติดตั้งนั้นจะอาศัยการจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อทำการศึกษาความเสียหายของเกราะเมื่อโดนยิงด้วยกระสุนปืนไรเฟิล และ เมื่อโดนสะเก็ดระเบิด ซึ่งผลที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการเลือกวัสดุในการสร้างเกราะและตำแหน่งติดตั้งที่สามารถป้องกันอันตรายให้แก่กำลังพลได้อย่างมีประสิทธิภาพ รถยนต์ที่ได้รับการออกแบบแล้วจะถูกทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลที่ได้พบว่าสามารถป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้รับการยืนยันจากการใช้งานจริงภาคสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Design of Installation the Bulletproof and Flak Shields at the Specific zones of a 1 Ton Military Truck for Transporting Troops to Patrol Mission in the Dangerous Areas
Student	Mr.Chainarong Puchaneeyakul
Student ID.	55614053
Degree	Master of Engineering
Program	Engineering defence
Year	2016
Advisor	Assoc.Prof.Prapart Prisuwana

Abstract

The aim of this independent study is to design how to install the bulletproof and flak shields at the specific zones of a 1 Ton troop transporting truck for patrol mission in the dangerous areas. Previously, the shields of the troop transporting truck are made from the heavily weighted and thick metal which results in reduced life time of the truck. The installation of the shield was not so effective causing serious casualty and death of the troops. Therefore, this research mainly focuses on the installation at the specific zone of the truck to help reduce casualty and death of troops while the truck is ambushed. The truck is modified from a commercial 1 ton pickup car. In this research, the computer program is applied to simulate the damage of the shield if it is attacked by the bullets and the flaks. The simulation results are then used to select the material for constructing the shields and to design the most effective zones for installing the shields. The trucked designed is then tested to verify the simulation results. It is also used in the real patrol mission. The test results and the real mission show that the shields can effectively protect the troop from serious casualty and death.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ประภาพร ไพโรสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูงสุด ในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ ช่วยแก้ไขและปรับปรุงเนื้อหาและบทความต่างๆ ในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุรินทร์ คำฝอย ในการให้คำแนะนำ กำลังใจ ชี้แนวทางในการค้นคว้าครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกๆ ท่าน ของหลักสูตรวิศวกรรมป้องกันประเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความเมตตากรุณาสั่งสอน อบรมประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในแขนงต่างๆ ให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคณะผู้บริหารและคณบดีวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงกลาโหม สำหรับโอกาสที่ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรนี้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่ได้มีโอกาสทำงานร่วมกับสถาบัน

ขอขอบคุณหน่วยนาวิกโยธิน กองทัพเรือ สำหรับข้อมูลและโอกาสในการค้นคว้าศึกษาและร่วมกันออกแบบรถยนต์หุ้มเกราะเฉพาะส่วนในครั้งนี้

ขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้โอกาสทางการศึกษากับบุตรตลอดมา

ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ ประจำสำนักงานบริหาร สำนักวิศวกรรม สำนักควบคุมคุณภาพ และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องของ บริษัท ปรีชาถาวรอุตสาหกรรม จำกัด ทุกคนที่ช่วยกันบริหารและสนับสนุนจัดการข้อมูลในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้

ชัยณรงค์ ปุชนียกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต่อจากนี้ข้างไปถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	I
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 กรณีศึกษารถยนต์ขนาด 1 ตัน ติดเกราะป้องกันกระสุน และวัสดุเกราะป้องกันกระสุนชนิดต่างๆ.....	4
2.1 รูปแบบรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อภารกิจทางทหารและหน่วยงาน ด้านความมั่นคง.....	4
2.1.1 กลุ่มที่มีการสร้างและออกแบบตัวถังใหม่ทั้งคัน.....	4
2.1.2 กลุ่มที่มีการสร้างและออกแบบโดยใช้โครงสร้างตัวถังเดิม.....	4
2.1.3 กลุ่มที่ออกแบบและติดตั้งเกราะที่ทำจากวัสดุในพื้นที่.....	5
2.2 วัสดุสำหรับการสร้างเกราะป้องกันกระสุนและป้องกันสะเก็ดระเบิด.....	6
2.3 กรณีศึกษาการออกแบบชุดเกราะป้องกันกระสุนและป้องกันสะเก็ดระเบิด สำหรับรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน.....	7
บทที่ 3 การออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด.....	8
3.1 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด.....	8
3.1.1 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันกระสุน.....	8
3.1.2 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันสะเก็ดระเบิด.....	10
3.2 การเลือกวัสดุสำหรับการสร้างเกราะ.....	11
3.3 การออกแบบเกราะ.....	13
3.3.1 การออกแบบโดยใช้โปรแกรม 3D CAD.....	13
3.3.2 การทดสอบการผลิตชิ้นส่วนตัวอย่างเกราะป้องกันกระสุน และสะเก็ดระเบิด.....	14
3.4 การคำนวณน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของเกราะกันกระสุน.....	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การจำลองทางคอมพิวเตอร์ และการออกแบบการทดสอบจริง.....	18
4.1 การจำลองสถานการณ์โดยการจำลองทางคอมพิวเตอร์.....	18
4.1.1 การป้องกันกระสุน.....	18
4.1.2 การป้องกันสะเก็ดระเบิด.....	18
4.2 การออกแบบการทดสอบจริง.....	19
4.2.1 การทดสอบการป้องกันกระสุน.....	19
4.2.2 การทดสอบการป้องกันสะเก็ดระเบิด.....	19
บทที่ 5 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์และผลการทดสอบจริง.....	21
5.1 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์.....	22
5.1.1 กระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 M193.....	22
5.1.2 กระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 M855.....	23
5.1.3 กระสุนขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL.....	24
5.1.4 ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 1.5 เมตร.....	25
5.1.5 ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร.....	26
5.2 ผลการทดสอบการยิงและระเบิดตามมาตรฐานที่กำหนด.....	27
5.2.1 กระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 M193.....	27
5.2.2 กระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 M855.....	28
5.2.3 กระสุนขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL.....	29
5.2.4 ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 1.5 เมตร.....	30
5.2.5 ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร.....	31
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	33
6.1 บทสรุป.....	33
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	34
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก.....	37
ภาคผนวก ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน.....	38
ภาคผนวก ข Inspection Certificate SSAB	41
ภาคผนวก ค รายงานผลการทดสอบจาก H.P. White Laboratory, Inc.	43
ภาคผนวก ง รายงานผลการทดสอบจาก Beschussamt Mellrichstsdtd	48
ประวัติผู้วิจัย	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันกระสุน NIJ Standard 0108.01.....	8
3.2 ตารางเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติทางเคมี.....	11
3.3 ตารางเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติทางกล.....	11
3.4 การคำนวณหาน้ำหนักของชุดเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด.....	17
4.1 แสดงข้อมูลของกระสุนที่ใช้ในการจำลองทางคอมพิวเตอร์.....	18
4.2 ข้อมูลของระเบิดที่ใช้ในการจำลองทางคอมพิวเตอร์.....	19
4.3 ข้อมูลของกระสุนที่จะใช้ทำการทดสอบจริง.....	19
4.4 ข้อมูลของระเบิดที่ใช้ทำการทดสอบจริง.....	20
5.1 ผลการทดสอบกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 (M193).....	27
5.2 ผลการทดสอบกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 (M855).....	28
5.3 ผลการทดสอบกระสุนขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL.....	29
5.4 ผลการทดสอบการระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 จำนวน 1 ลูก ที่ระยะ 1.5 เมตร.....	30
5.5 ผลการทดสอบการระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 จำนวน 1 ลูก ที่ระยะ 3.0 เมตร.....	31
6.1 แสดงรายละเอียดน้ำหนักการติดเกราะกันกระสุนเฉพาะส่วน.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่	หน้า
1.1 ความเสียหายของรถบรรทุกขนาด 1 ตัน ภายหลังจากโดนชุ่มโจมตีด้วยกระเบิด.....	1
1.2 ภาพความเสียหายของรถบรรทุกขนาด 1 ตัน ภายหลังจากโดนชุ่มโจมตีด้วยกระเบิด.....	2
2.1 ตัวอย่างรถที่มีการสร้างใหม่ทั้งคัน.....	4
2.2 ตัวอย่างรถที่ถูกดัดแปลงโดยใช้โครงสร้างตัวถังเดิมจากรถยี่ห้อต่างๆ.....	5
2.3 ตัวอย่างรถที่มีการติดตั้งเกราะที่เป็นวัสดุที่หาได้ในพื้นที่.....	5
2.4 ตัวอย่างวัสดุที่ใช้สร้างเป็นเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด.....	6
2.5 รับทราบข้อมูลและรายงานปัญหาของผู้ใช้งานในพื้นที่.....	7
3.1 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันกระสุน NIJ Standard 0108.01.....	9
3.2 กระสุนขนาด 7.62x51 mm. M80 NATO BALL.....	9
3.3 กระสุนขนาด 5.56x45mm. M193 และ M855.....	9
3.4 แผนผังแสดงพื้นที่อำนาจการทำลายล้างของระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1.....	10
3.5 ภายในของระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1.....	10
3.6 ภายนอกของระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1.....	11
3.7 ภาพภายในโรงงานผลิตแผ่นเหล็กเกราะกันกระสุน ของ บริษัท เอสเอสเอบี สวีดิช สตีล จำกัด ประเทศสวีเดน.....	12
3.8 ภาพถ่ายแผ่นเหล็กเกราะของแผ่นเกราะ Armox Advance หลังการทดสอบ ด้วยกระสุนจริงทั้ง 3 ขนาด 5.56x45mm. (M193) , 5.56x45mm. (M855) และ 7.62x51mm. M80 NATO BALL.....	13
3.9 การออกแบบเกราะ 3D จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	14
3.10 การออกแบบเกราะเข้าประกอบกับตัวรถบรรทุกขนาด 1 ตัน.....	14
3.11 รถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน ขณะกำลังปรับปรุงระบบช่วงล่าง.....	15
3.12 การผลิตชิ้นส่วนตัวอย่างสำหรับทดสอบการติดตั้ง.....	15
3.13 การประกอบรวมชิ้นส่วนตัวอย่างเข้ากับตัวรถยนต์.....	16
3.14 การประกอบรวมชิ้นส่วนตัวอย่างเข้ากับตัวรถยนต์.....	16
3.15 แสดงหมายเลขชิ้นส่วนเกราะป้องกันกระสุน.....	17
4.1 ภาพแสดงตำแหน่งการทดสอบระเบิด.....	20
5.1 การเตรียมความพร้อมของเจ้าหน้าที่ประจำสนามทดสอบกระสุน.....	21
5.2 การเตรียมความพร้อมของเจ้าหน้าที่ประจำสนามทดสอบระเบิด.....	21
5.3 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ แสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 M193.....	22
5.4 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ แสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 M855.....	23
5.5 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์แสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
5.6 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์แสดงผลของการโดนโจมตี ด้วยระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 1.5 เมตร.....	25
5.7 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์แสดงผลของการโดนโจมตี ด้วยระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร.....	26
5.8 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 (M193) (ด้านหน้า).....	27
5.9 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 (M193) (ด้านหลัง).....	28
5.10 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 (M855) (ด้านหน้า).....	28
5.11 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 (M855) (ด้านหลัง).....	29
5.12 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL (ด้านหน้า).....	29
5.13 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุน ขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL (ด้านหลัง).....	30
5.14 การทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ระยะ 1.5 เมตร.....	30
5.15 สภาพกระเบจจำลองหลังทำการทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ระยะ 1.5 เมตร.....	31
5.16 การตรวจสอบความเสียหายหลังทำการทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ระยะ 1.5 เมตร.....	31
5.17 การทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร.....	32
5.18 สภาพกระเบจจำลองหลังทำการทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร.....	32
5.19 การตรวจสอบความเสียหายหลังทำการทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร.....	32
6.1 ต้นแบบรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน ติดเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำงานวิจัย

จากเหตุความไม่สงบใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 จวบจนถึงปัจจุบันได้สร้างความรุนแรงและเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ของประชาชนผู้บริสุทธิ์ทั้งหลาย ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ทำให้รัฐบาลในทุกๆ สมัยที่ผ่านมาได้พยายามหาหนทางทุกวิถีทาง ในการที่จะแก้ไขปัญหาความไม่สงบที่เกิดขึ้นและได้มีการจัดตั้งหน่วยงานความมั่นคง ทั้งทางด้านทหาร ตำรวจ และฝ่ายปกครอง เข้าไปดูแลแก้ไขปัญหาอย่างเต็มที่ตลอดมา ปัจจุบันเหตุความไม่สงบยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง และนับวันจะมีรูปแบบการก่อการร้ายที่ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ขึ้นไป ทั้งการลอบสังหาร ด้วยอาวุธปืนยาวชนิดต่างๆ การลอบวางระเบิด กลุ่มผู้ก่อความไม่สงบได้มีการพัฒนารูปแบบและปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการก่อความไม่สงบด้วยการซุ่มโจมตี ด้วยการลอบวางระเบิดสังหารในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการวางระเบิดสังหารขนาดใหญ่ใต้พื้นถนนที่ใช้เป็นทางสัญจร หรือแม้กระทั่งการซุ่มดักวางไว้ข้างถนนหรือป่าละเมาะ ซึ่งการดำเนินกลยุทธ์ลักษณะนี้มักจะได้ผลและสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา จากปัญหาข้างต้นหน่วยงานด้านความมั่นคง ทั้งฝ่ายทหาร ตำรวจและฝ่ายปกครอง รวมถึงสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ และบริษัทห้างร้านต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องในการออกแบบสร้าง ผลิต ยานพาหนะทางทหาร ได้เริ่มมีแนวความคิดที่จะหาวิธีการป้องกันหรือลดความเสียหายจากการลอบวางระเบิดสังหารรูปแบบชนิดต่างๆ จากกลุ่มผู้ก่อความไม่สงบ



ภาพที่ 1.1 ความเสียหายของรถบรรทุกขนาด 1 ตัน ภายหลังจากโดนซุ่มโจมตีด้วยกักระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.2 ภาพความเสียหายของรถบรรทุกขนาด 1 ตัน ภายหลังจากโดนขู่โจมตีด้วยกระสุนปืน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อการออกแบบการออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดเฉพาะส่วนสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อใช้ในการกิจบรรทุกำลังพลสำหรับลาดตระเวนในพื้นที่อันตราย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ทำการออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดเฉพาะส่วนสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาถึงการออกแบบชิ้นส่วนเกราะให้มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสม ในการติดตั้งและใช้งานได้จริง โดยมุ่งเน้นแนวการป้องกันอันตรายโดยอาศัยเกราะเหล็กป้องกันกระสุนเป็นหลัก
2. ศึกษามาตรฐานการป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด ตามมาตรฐานสากล
3. สร้างการจำลองสถานการณ์โดยอาศัยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ การทดสอบวัสดุเกราะป้องกันกระสุนและป้องกันสะเก็ดระเบิด ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ANSYS AUTODYN
4. การพิสูจน์ผลการทดสอบการป้องกันกระสุนของวัสดุตัวอย่าง ตามมาตรฐาน NIJ Standard 0108.01 LEVEL III และการพิสูจน์ผลการทดสอบการป้องกันสะเก็ดระเบิด ตามมาตรฐาน MIL-STD- 662F V50

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถออกแบบเกราะป้องกันกระสุนและป้องกันสะเก็ดระเบิด ให้สามารถติดตั้งบนรถบรรทุกขนาด 1 ตันได้ มีความเหมาะสมและมีความคล่องตัวในการใช้งาน สามารถถอดสลับสับเปลี่ยนหมุนเวียนใช้งาน กับรถยนต์รุ่นและแบบเดียวกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กระจกที่ทำการทดสอบมีขีดความสามารถในการป้องกันภัยคุกคามจากการก่อการร้ายได้ทุกรูปแบบ ตามมาตรฐานการป้องกันกระสุน NIJ Standard 0108.01 และสะเก็ดระเบิด MIL-STD-662F

3. กระจกที่ออกแบบต้องมีน้ำหนักไม่มาก ไม่ทำให้ขีดความสามารถในการบรรทุกลดลง ประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุง และสามารถลดปริมาณความสั่นเปลื้องของน้ำมันเชื้อเพลิงได้อีกทางหนึ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

กรณีศึกษารถยนต์ขนาด 1 ตัน ติดเกราะป้องกันกระสุน และวัสดุเกราะป้องกันกระสุนชนิดต่างๆ

เนื้อหาในบทนี้นำเสนอรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อใช้ในการกิจทางทหาร โดยจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ นอกจากนี้ยังรวมถึงวัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็นเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด เพื่อความปลอดภัยแก่ชีวิตของกำลังพล

2.1 รูปแบบรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อภารกิจทางทหารและหน่วยงานความมั่นคง

ในปัจจุบันประเทศไทย มีการใช้งานรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน เป็นรถยนต์หุ้มเกราะป้องกันกระสุน สำหรับใช้งานในพื้นที่อันตรายในเขต 3 จังหวัดชายแดนใต้ เพื่อป้องกันและคุ้มครองผู้ปฏิบัติงานและประชาชนผู้ได้รับผลกระทบจากเหตุความไม่สงบหลากหลายรูปแบบ สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ ได้ดังนี้

2.1.1 กลุ่มที่มีการสร้างและออกแบบตัวถังใหม่ทั้งคัน

รถบรรทุกทุกกลุ่มนี้มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบยานรบพร้อมติดอาวุธ โดยมีลักษณะดังภาพที่ 2.1 เป็นการนำรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน ยี่ห้อนิสสัน รุ่นนาวาร่า แบบขับเคลื่อน 4x4 มาทำการดัดแปลง



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างรถที่มีการสร้างใหม่ทั้งคัน

2.1.2 กลุ่มที่มีการสร้างและออกแบบโดยใช้โครงสร้างตัวถังเดิม

รถบรรทุกทุกกลุ่มนี้มีลักษณะการแก้ไขโครงสร้าง และติดตั้งเกราะกันกระสุนเข้าไปในตัวรถเดิมหลากหลายยี่ห้อและแบบรุ่น ทำให้ดูเหมือนรถยนต์ปกติทั่วไป โดยมีลักษณะดังภาพที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างรถที่ถูกดัดแปลงโดยใช้โครงสร้างตัวถังเดิมจากรถยี่ห้อต่างๆ

2.1.3 กลุ่มที่ออกแบบและติดตั้งเกราะที่ทำจากวัสดุในพื้นที่

รถกลุ่มนี้สามารถจัดหาวัสดุที่หาซื้อได้ในท้องถิ่นหรือในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยนิยมใช้เหล็กแผ่นเกรดธรรมดาที่มีความหนา 12-15 mm. มาติดตั้งเรียงซ้อนกับแผ่นไม้ยางพาราหรือ ไม้มะพร้าวแก่ เพื่อชะลอความเร็วของกระสุนและสะเก็ดระเบิด โดยมีลักษณะดังภาพที่ 2.3

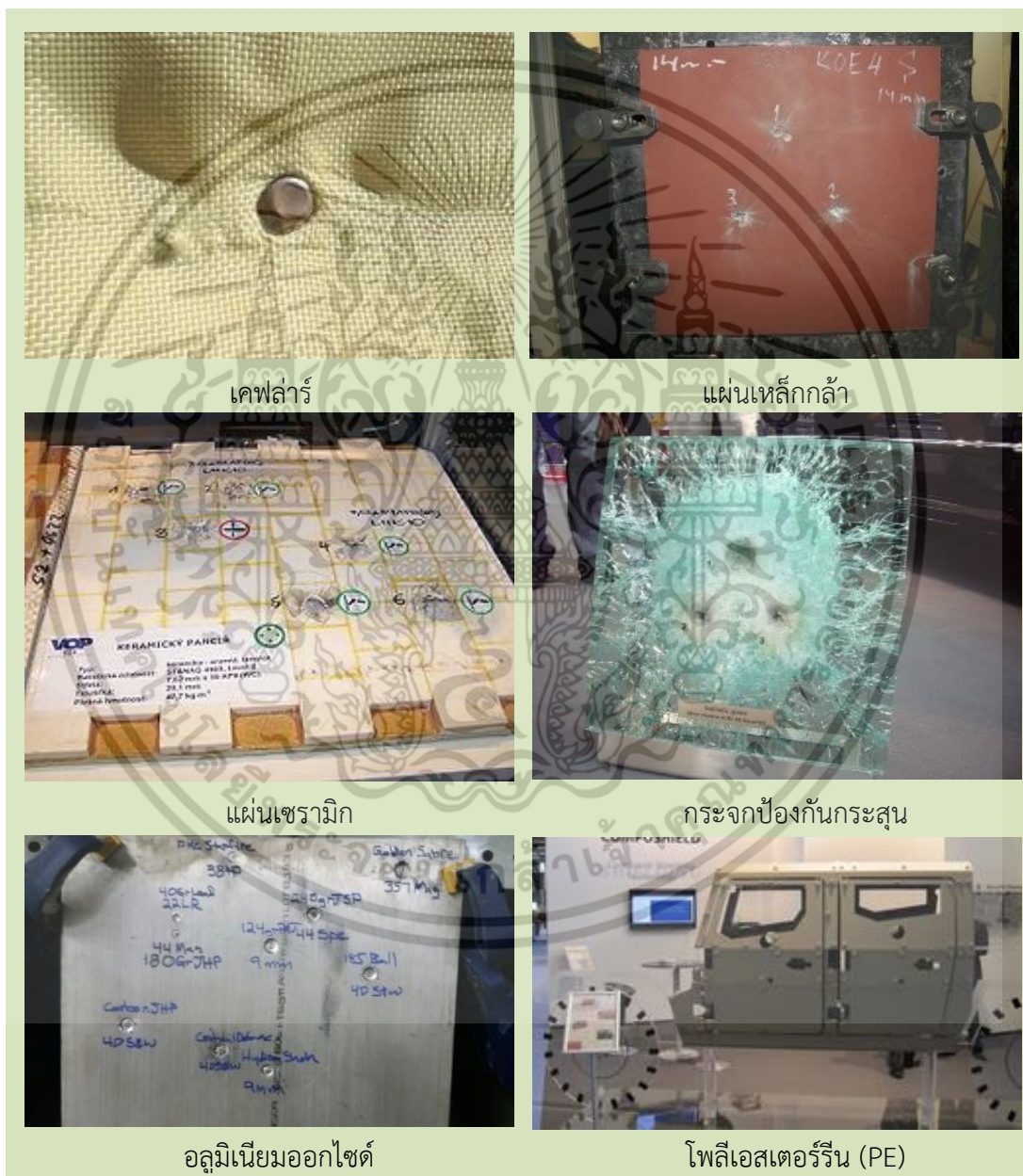


ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างรถที่มีการติดตั้งเกราะที่เป็นวัสดุที่หาได้ในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วัสดุสำหรับการสร้างเกราะป้องกันกระสุนและป้องกันสะเก็ดระเบิด

สำหรับวัสดุที่นิยมนำมาออกแบบและใช้เป็นเกราะป้องกันกระสุนและป้องกันสะเก็ดระเบิด ในรถยนต์ มีอยู่หลากหลายชนิด ที่ทั้งแผ่นเหล็กกล้า แผ่นสแตนเลส อลูมิเนียมออกไซด์ (aluminum oxide) โบรอนคาร์ไบด์ (boron carbide) แผ่นเซรามิก (ceramic) เคพลาร์ โพลีเอสเตอร์รีน (PE) กระจกป้องกันกระสุน ฯลฯ ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านรูปร่างลักษณะ , มิติ ความหนาความบาง , น้ำหนัก ชีตความสามารถและระดับในการป้องกัน รวมถึงราคาตัววัสดุและ วัสดุประสมค์ในการใช้งาน โดยมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างวัสดุที่ใช้สร้างเป็นเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กรณีศึกษาการออกแบบชุดเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด สำหรับรถยนต์บรรทุกทุกขนาด 1 คัน

ผู้วิจัยในฐานะผู้บริหารของ บริษัท ปรีชาถาวรอุตสาหกรรม จำกัด มีประสบการณ์และผลงานการออกแบบและผลิตรถยนต์หุ้มเกราะกันกระสุน , ยานเกราะล้อยาง และยานยนต์ทางทหารมายาวนานกว่า 20 ปี ได้รับการติดต่อประสานงานจากกองทัพเรือ ให้ร่วมเดินทางไปจังหวัดนราธิวาส เพื่อรับทราบความต้องการและเก็บข้อมูลพื้นฐานของหน่วยผู้ใช้งานในพื้นที่ เพื่อดำเนินการออกแบบและทำการทดลองผลิตชุดเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด สำหรับติดตั้งบนรถยนต์บรรทุกทุกขนาด 1 คัน และนำผลการทดสอบทดลอง รายงานให้กองทัพเรือได้ทราบเพื่อดำเนินการต่อไป



ภาพที่ 2.5 รับทราบข้อมูลและรายงานปัญหาของผู้ใช้งานในพื้นที่

สำหรับการออกแบบชุดเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดเฉพาะส่วนครั้งนี้ เป็นความต้องการของหน่วยผู้ใช้ หน่วยนาวิกโยธิน กองทัพเรือ โดยตรง สืบเนื่องจากการกำลังพลของหน่วยนาวิกโยธินที่ต้องปฏิบัติภารกิจออกลาดตระเวนคุ้มกันดูแลความปลอดภัยและความสงบในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้อยู่ตลอดเวลา มีข้อจำกัดในด้านอุปกรณ์สนับสนุนความปลอดภัยยานยนต์หุ้มเกราะป้องกันกระสุนที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งยังมีงบประมาณสนับสนุนไม่เพียงพอ กองทัพเรือจึงมีแนวความคิดที่จะจัดหาเกราะกันกระสุนเฉพาะส่วน ที่มีขีดความสามารถป้องกันกระสุนอาวุธปืนสั้นเล็กยาว และระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ได้ในงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด

ในการศึกษาการออกแบบการติดตั้งเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดเฉพาะส่วนสำหรับรถบรรทุกขนาด 1 ตัน เพื่อใช้ในภารกิจบรรทุกกำลังพล สำหรับลาดตระเวนในพื้นที่อันตรายครั้งนี้ มีขอบเขตการดำเนินการวิจัยและการออกแบบอย่างมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ จากหน่วยผู้ใช้งานหน่วยนาวิกโยธิน กองทัพเรือ รวมถึงความต้องการในการใช้งานหรือปฏิบัติงานที่มีความแตกต่าง กับรูปแบบของรถยนต์ติดเกราะป้องกันกระสุนและป้องกันสะเก็ดระเบิด ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน อาทิเช่น

- เกราะที่นำมาใช้งานสามารถป้องกันภัยคุกคามจากกระสุนปืนขนาด 5.56x45 mm. แบบ M16A1 (M193) , 5.56x45mm. แบบ M16A2 (M855) และ 7.62x51 mm. แบบ M80 NATO BALL และระเบิดสังหารบุคคล แบบ CLAYMORE M18A1 ได้เป็นอย่างดี

- ต้องการให้ชุดเกราะฯ สามารถถอดประกอบได้ง่ายและสะดวกในการติดตั้ง
- ชุดเกราะมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน คงทนต่อสภาพแวดล้อมในพื้นที่การใช้งาน 3 จังหวัดชายแดนใต้

- มีน้ำหนักไม่มาก ไม่ส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถและสมรรถนะของเครื่องยนต์ และช่วงล่างสามารถนำไปสลับสับเปลี่ยนใช้กับรถยนต์รุ่นและแบบชนิดเดียวกันได้

3.1 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด

3.1.1 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันกระสุน

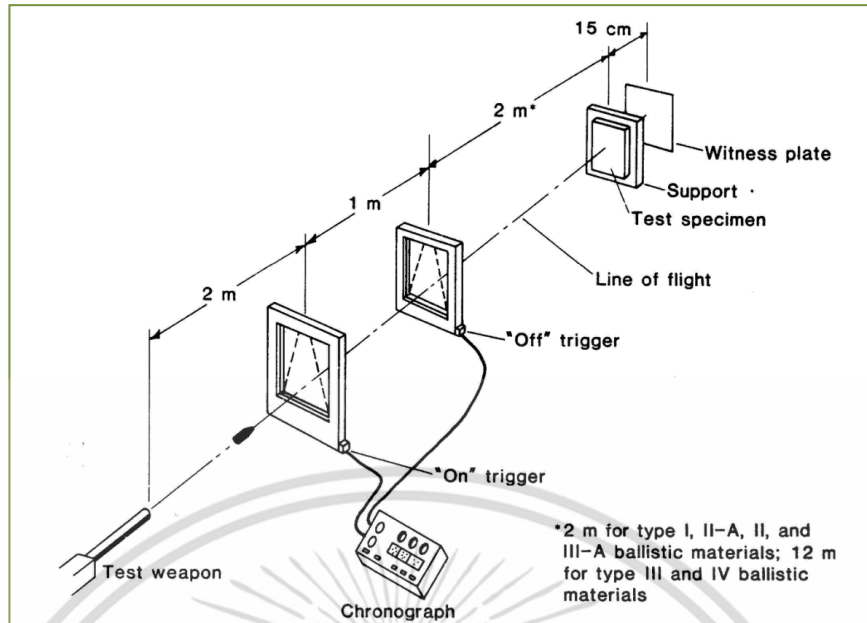
- BALLISTIC RESISTANT PROTECTIVE MATERIALS NIJ Standard 0108.01 LEVEL III [1]

ตารางที่ 3.1 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันกระสุน NIJ Standard 0108.01

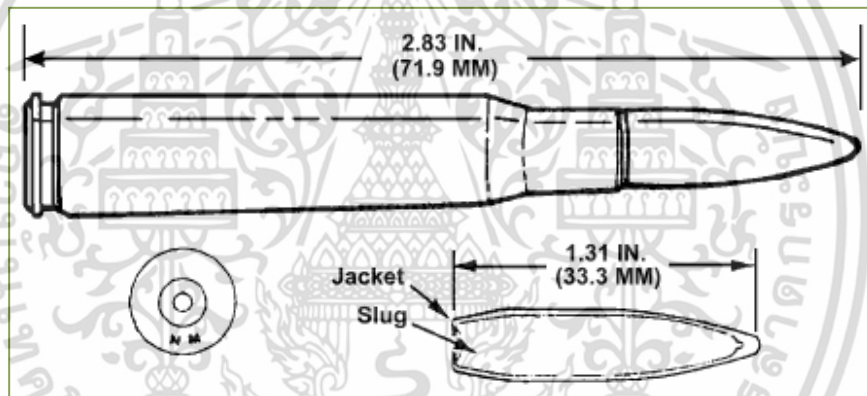
Armor Type	Test Ammunition ⁽¹⁾	Nominal Bullet Mass	Suggested Barrel Length	Required Bullet Velocity	Required Hits Per Armor Specimen	Permitted Penetrations
I	22 LRHV	2.6g	15 to 16.5cm	320±12m/s	5	0
	Lead	40gr	6 to 6.5in	1050±40ft/s		
	38 Special	10.2g	15 to 16.5cm	259±15m/s	5	0
	RN Lead	158gr	6 to 6.5in	850±50ft/s		
II-A	357 Magnum	10.2g	10 to 12cm	381±15m/s	5	0
	JSP	158gr	4 to 4.75in	1250±50ft/s		
	9 mm	8.0g	10 to 12cm	332±12m/s	5	0
	FMJ	124gr	4 to 4.75in	1090±40ft/s		
II	357 Magnum	10.2g	15 to 16.5cm	425±15m/s	5	0
	JSP	158gr	6 to 6.5in	1395±50ft/s		
	9 mm	8.0g	10 to 12cm	385±12m/s	5	0
	FMJ	124gr	4 to 4.75in	1175±40ft/s		
III-A	44 Magnum					
	Lead SWC	15.55g	14 to 16cm	426±15m/s	5	0
	Gas Checked	240gr	5.5 to 6.25in	1400±50ft/s		
	9 mm	8.0g	24 to 26cm	426±15m/s	5	0
III	FMJ	124gr	9.5 to 10.25in	1400±50ft/s		
	7.62 mm					
	(308 Winchester)	9.7g	56cm	838±15m/s	5	0
IV	FMJ	150gr	22in	2750±50ft/s		
	30-06	10.8g	56cm	868±15m/s	1	0
	AP	166gr	22in	2850±50ft/s		

(1) AP-Armor Piercing; FMJ-Full Metal Jacketed; JSP-Jacketed Soft Point; LRHV-Long Range High Velocity; RN-Round Nose; SWC-Semi-Wadcutter.

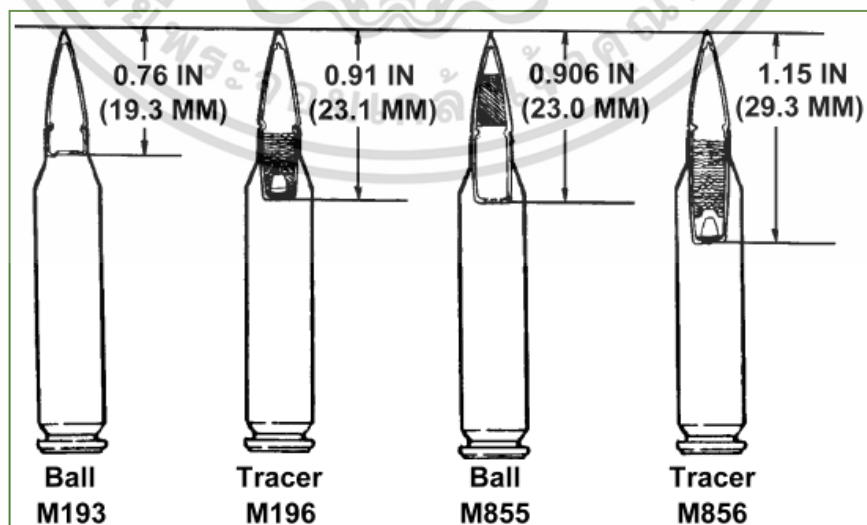
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันกระสุน NIJ Standard 0108.01



ภาพที่ 3.2 กระสุนขนาด 7.62x51 mm. M80 NATO BALL



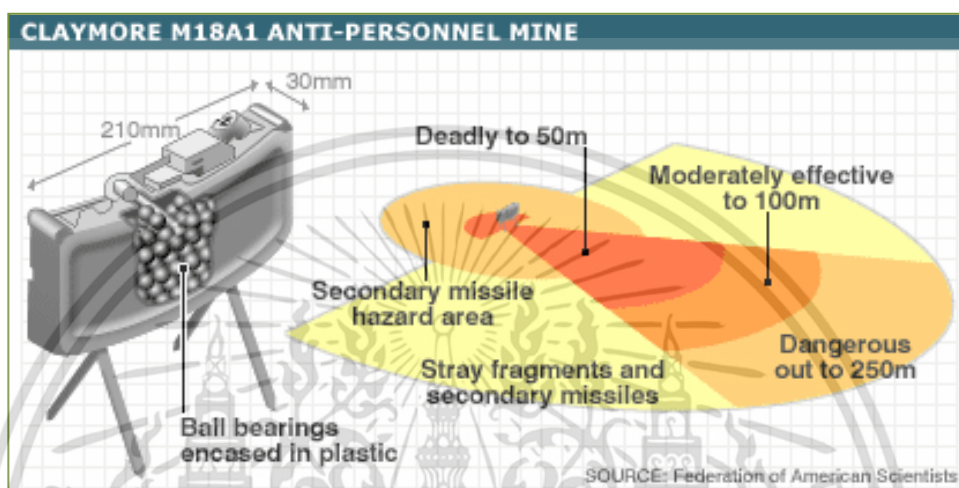
ภาพที่ 3.3 กระสุนขนาด 5.56x45mm. M193 และ M855

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันสะเก็ดระเบิด

- DEPARTMENT OF DEEFENSE TEST METHOD STANDARD V50 BALLISTIC TEST FOR ARMOR MIL-STD-662F [2]

- หน่วยผู้ใช้ได้กำหนดขีดความสามารถในการป้องกันสะเก็ดระเบิดไว้ว่า ต้องการให้ป้องกันสะเก็ดระเบิดจากระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ได้ตามภาพที่ 3.4 เนื่องจากเคยถูกซ้อมโจมตีด้วยระเบิดชนิดนี้มาหลายครั้งแล้ว



ภาพที่ 3.4 แผนผังแสดงพื้นที่อำนาจการทำลายล้างของระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1



ภาพที่ 3.5 ภายในของระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 ภายนอกของระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1

3.2 การเลือกวัสดุสำหรับการสร้างเกราะ

ผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกลของวัสดุโลหะแผ่นที่ผู้ใช้งาน หน่วยนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ได้ให้ข้อมูลไว้ โดยใช้แผ่นเหล็กกริตร้อน เกรด SS400 ความหนา 12-15 mm. [ดูภาคผนวก ก] เป็นเกราะป้องกันกระสุนในรถยนต์บรรทุก ขนาด 1 ตัน เป็นวัสดุที่จัดหาได้ในพื้นที่ และนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกลของวัสดุโลหะแผ่นเกราะป้องกันกระสุน ยี่ห้อ ARMOX รุ่น ADVANCE ซึ่งได้ทราบถึงความแตกต่างตามตารางค่าคุณสมบัติทางเคมี ตารางที่ 3.2 และตารางค่าคุณสมบัติทางกล ตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติทางเคมี

GRADE	CHEMICAL COMPOSITION (%)										
	C	P	Mn	Si	S	Cr	Mo	B	CE(IIW)	PCM	Ni
ARMOX ADVANCE [3]	0.47	0.010	1.0	0.1-0.7	0.005	1.5	0.7	0.005	-	-	3.0
SS400	-	0.050	-	-	0.050	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3.3 ตารางเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติทางกล

GRADE	MECHANICAL PROPERTIES		
	YIELD STRENGTH (Mpa)	TENSILE STRENGTH (Mpa)	ELONGATION MIN%
ARMOX ADVANCE [4]	1600 ^a	2250 ^a	9 ^a
SS400	245	400-510	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

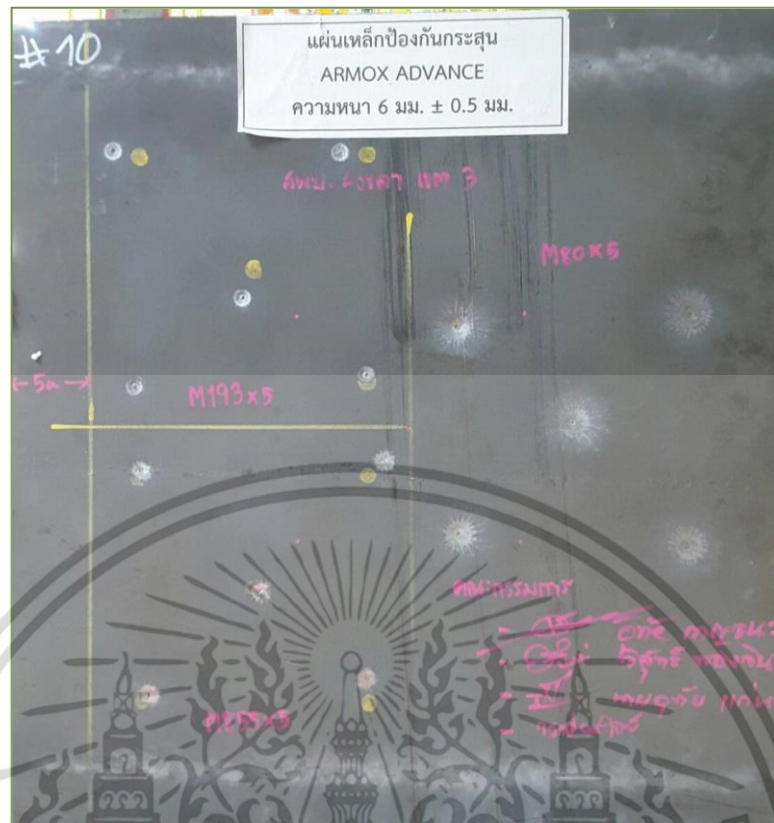
จากการเปรียบเทียบตารางข้างต้นพบว่า เหล็กแผ่นรีดร้อนเกรด SS400 มีค่าคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกลต่ำกว่าแผ่นเหล็กเกราะกันกระสุน ARMOX ADVANCE ในทุกๆ ค่า โดยเฉพาะค่าความแข็ง ความแข็งแรง (C = คาร์บอน) , อัตราการยืดตัว ความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อน (Si = ซิลิคอน) และความเหนียว ความแข็งแรง ทนความร้อน (Ni = นิกเกิล)

การคัดสรรแบบและชนิดของแผ่นเกราะที่จะนำมาทำการออกแบบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้ว เห็นสมควรที่จะเลือกใช้แผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด ยี่ห้อ ARMOX รุ่น ADVANCE เป็นผลิตภัณฑ์ของ บริษัท เอสเอสเอบี สวีดิช สตีล จำกัด ประเทศสวีเดน ซึ่งเป็นแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนที่มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการ [ดูภาคผนวก ข] สามารถตอบโจทย์ของการออกแบบได้เป็นอย่างดี โดยมีลักษณะเป็นแผ่นตรงและมีความหนาเพียง 6 mm. ไม่หนามากสามารถนำมาออกแบบและผลิตขึ้นรูปได้ตามความต้องการได้ และทั้งยังผ่านการทดสอบการป้องกันกระสุนจากสถาบันทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือจากต่างประเทศ ตามรายงานผลการทดสอบจาก H.P. White Laboratory , Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา อ้างอิง Job Number 000004506 Test method supporting documentation : PO# PTI 030/2015 [ดูภาคผนวก ค] ตามมาตรฐานการทดสอบ NIJ Standard 0108.01 Level III และรายงานผลการทดสอบจาก Beschussamt Mellrichstsd t ประเทศเยอรมัน อ้างอิง Report Number : 12M089H01# [ดูภาคผนวก ง]



ภาพที่ 3.7 ภาพภายในโรงงานผลิตแผ่นเหล็กเกราะกันกระสุน ของ บริษัท เอสเอสเอบี สวีดิช สตีล จำกัด ประเทศสวีเดน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 ภาพถ่ายแผ่นเหล็กเกราะของแผ่นเกราะ ArmoX Advance หลังการทดสอบด้วยกระสุนจริงทั้ง 3 ขนาด 5.56x45mm. (M193) , 5.56x45mm. (M855) และ 7.62x51mm. M80 NATO BALL

3.3 การออกแบบเกราะ

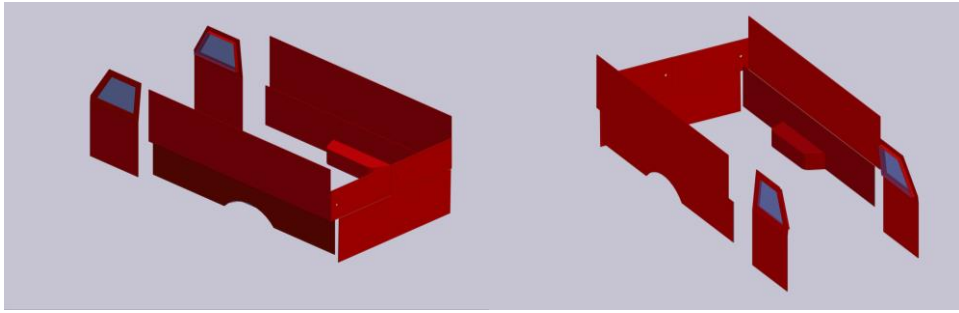
แนวทางการออกแบบ ดังนี้

1. เน้นการออกแบบป้องกันเฉพาะส่วนที่สำคัญและถูกชุ่มโจมตีบ่อยครั้ง
2. สามารถป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้
3. การควบคุมน้ำหนักชุดเกราะที่เพิ่มเติม ไม่ควรเกิน 500 กก.
4. ออกแบบชุดเกราะเฉพาะส่วนให้มีลักษณะเป็น Knock down สามารถถอดประกอบได้
5. ชุดเกราะมีลักษณะเป็นชุดมาตรฐาน สามารถถอดเก็บและประกอบเพื่อใช้งานได้โดยกำลังพลของหน่วยเอง อีกทั้งยังสามารถสลับสับเปลี่ยนไปใช้งานกับรถยนต์แบบและรุ่นเดียวกันได้

3.3.1 การออกแบบโดยโปรแกรม 3D CAD

ใช้โปรแกรม AUTOCAD / SOLIDWORK ในการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ เป็นแบบ 3D เพื่อความสะดวกในการดำเนินการผลิตและนำไปประกอบการจำลองสถานการณ์โดยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 การออกแบบเกราะ 3D จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3.10 การออกแบบเกราะเข้าประกอบกับตัวรถบรรทุกขนาด 1 ตัน

3.3.2 การทดสอบผลิตชิ้นส่วน ตัวอย่างเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด

หลังจากการออกแบบชุดเกราะตามแบบ CAD 3D แล้ว ผู้วิจัยให้ทำการทดลองผลิตชิ้นส่วนโลหะเสมือนจริง โดยใช้เป็นวัสดุแผ่นเหล็กเกรดธรรมดา มาทำการผลิตขึ้นรูปตามที่ได้ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 รถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน ขณะกำลังปรับปรุงระบบช่วงล่าง

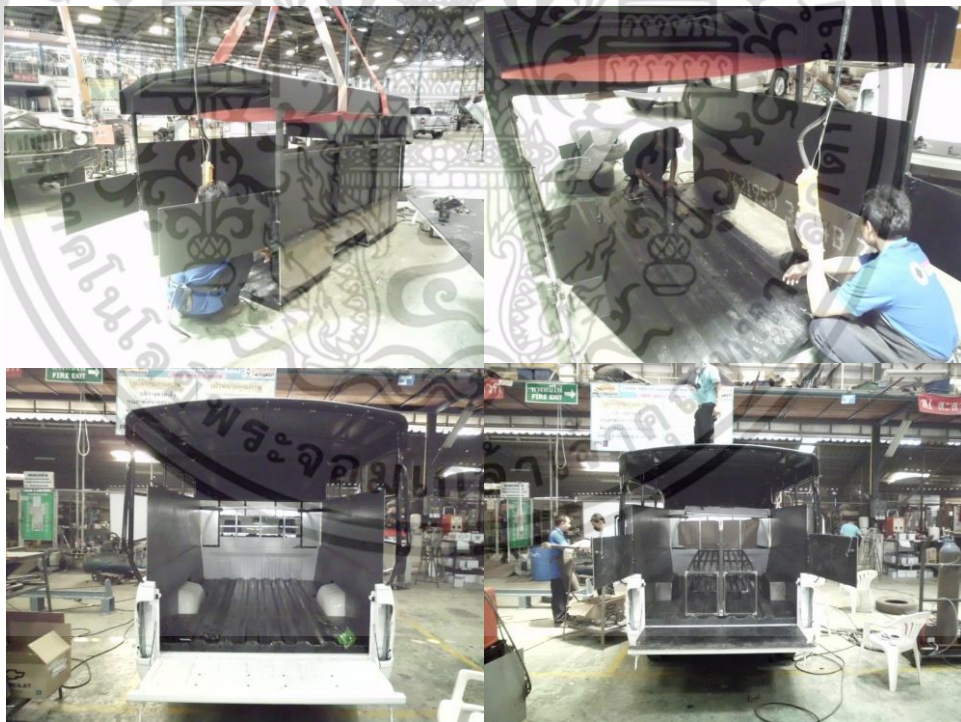


ภาพที่ 3.12 การผลิตชิ้นส่วนตัวอย่างสำหรับทดสอบการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 การประกอบชิ้นส่วนตัวอย่างเข้ากับตัวรถยนต์



ภาพที่ 3.14 การประกอบชิ้นส่วนตัวอย่างเข้ากับตัวรถยนต์

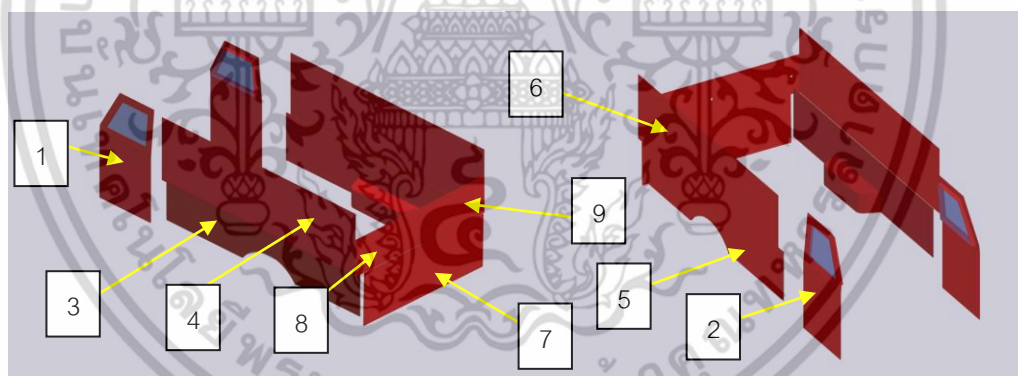
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การคำนวณน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของเกราะกันกระสุน

ใช้การคำนวณหาน้ำหนักรวมโดยการใส่น้ำหนักเกราะต่อตารางเมตร เข้ากับแบบวาดและแบบตัด 3D CAD FILE เพื่อคำนวณหาน้ำหนักประมาณการ ได้ข้อมูลตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การคำนวณหาน้ำหนักของชุดเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด

ลำดับ	รายการชิ้นส่วนเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด	หมายเลข	จำนวน (ชิ้น)	น้ำหนัก(กก.)	
1	ชุดประตุน้ำซ้าย	1	1	33.69	
2	ชุดประตุน้ำขวา	2	1	33.69	
3	กระเบดด้านข้างซ้าย แผ่นบน	3	1	64.32	
4	กระเบดด้านข้างซ้าย แผ่นล่าง	4	1	63.14	
5	กระเบดด้านข้างขวา แผ่นบน	5	1	64.32	
6	กระเบดด้านข้างขวา แผ่นล่าง	6	1	63.14	
7	ฝาปิดท้าย แผ่นล่าง	7	1	33.63	
8	ฝาปิดท้าย แผ่นบนซ้าย	8	1	12.55	
9	ฝาปิดท้าย แผ่นบนขวา	9	1	12.55	
รวม				9	381.03



ภาพที่ 3.15 แสดงหมายเลขชิ้นส่วนเกราะป้องกันกระสุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การจำลองทางคอมพิวเตอร์ และการออกแบบการทดสอบจริง

ปัจจุบันการจำลองสถานการณ์โดยอาศัยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหรือธุรกิจต่าง ๆ อาทิเช่นอุตสาหกรรมการออกแบบ อุตสาหกรรมการผลิต การบริหารจัดการด้านขนส่งโลจิสติก การบริหารจัดการในหมวดธุรกิจการให้บริการ ด้วยระบบการประมวลผลอย่างชาญฉลาดของคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่มีอยู่อย่างมากมายในทุกวันนี้ การจำลองทางคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้สามารถลดความเสี่ยงในการตัดสินใจ ลดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลา ขจัดปัญหาที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายในการดำเนินธุรกิจอีกทางหนึ่ง ในการจำลองสถานการณ์การทดสอบ ครั้งนี้จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ชื่อว่า ANSYS AUTODYN มาใช้ดำเนินการสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อทำการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการป้องกันของวัสดุเกราะที่เลือกมาเป็นตัวอย่าง รวมถึงต้องดำเนินการสร้าง 3D MODEL ที่จะทำการจำลอง , ข้อมูลของวัสดุ Material เกราะกันกระสุน กระสุนชนิดต่างๆ ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 รวมถึงเงื่อนไขการทดสอบจริง เพื่อใช้จำลองในคอมพิวเตอร์ เช่น ความเร็ว ระยะความห่าง จุดจับยึดแผ่นเกราะ เป็นต้น

4.1 การจำลองสถานการณ์โดยการจำลองทางคอมพิวเตอร์

4.1.1 การป้องกันกระสุน

การทดสอบการป้องกันกระสุน อ้างอิงการออกแบบการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบเกราะกันกระสุน ของกระทรวงยุติธรรมประเทศสหรัฐอเมริกา สถาบันยุติธรรมแห่งชาติ BALLISTIC RESISTANT PROTECTIVE MATERIALS NIJ Standard 0108.01 LEVEL III แบ่งการออกแบบการทดสอบเป็น 3 กลุ่มกระสุนตัวอย่าง มีรายละเอียดข้อมูลตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลของกระสุนที่ใช้ในการจำลองทางคอมพิวเตอร์

ลำดับ	ชนิดกระสุน	แบบอาวุธ	ระยะยิง	จำนวน	ความเร็วมาตรฐาน
1	5.56x45 mm.	M16A1 [M193]	15 m.	1 นัด	937 m/s.
2	5.56x45 mm.	M16A2 [M855]	15 m.	1 นัด	900 m/s.
3	7.62x51 mm.	M80 NATO BALL	15 m.	1 นัด	833 m/s.

4.1.2 การป้องกันสะเก็ดระเบิด

การทดสอบการป้องกันการป้องกันสะเก็ดระเบิด จะอ้างอิงการออกแบบการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุเกราะ ของกระทรวงกลาโหมประเทศสหรัฐอเมริกา DEPARTMENT OF DEEFENSE TEST METHOD STANDARD V50 BALLISTIC TEST FOR ARMOR MIL-STD-662F แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 กลุ่มตัวอย่าง โดยการทดสอบระเบิดด้านข้างของกระเบรดยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน บริเวณข้างซ้าย และบริเวณข้างขวา ด้วยระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 มีรายละเอียดข้อมูลตามตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลของระเบิดที่ใช้ในการจำลองทางคอมพิวเตอร์

ลำดับ	ชนิดระเบิด	แบบ	จำนวน สะเก็ด ระเบิด	ความเร็ว ของสะเก็ด ระเบิด	ระยะ ทดสอบ	จุด ทดสอบ	จำนวน ระเบิด
1	Claymore M18A1	สังหาร บุคคล	700 นัด	1200 m/s.	1.5 m.	กระบะ ซ้าย	1 ลูก
2	Claymore M18A1	สังหาร บุคคล	700 นัด	1200 m/s.	3.0 m.	กระบะ ขวา	1 ลูก

4.2 การออกแบบการทดสอบจริง

4.2.1 การทดสอบการป้องกันกระสุน

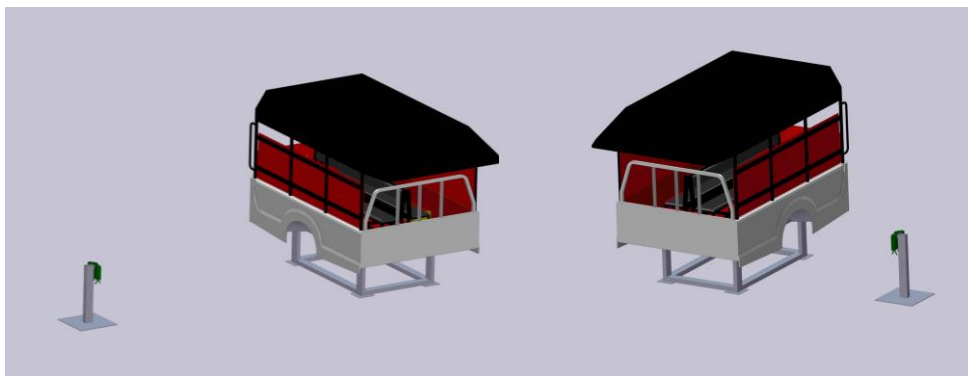
การทดสอบการป้องกันกระสุนจริง จะทำการอ้างอิงการออกแบบการทดสอบ ตามมาตรฐานการทดสอบเกราะกันกระสุนของกระทรวงยุติธรรม ประเทศสหรัฐอเมริกา สถาบันยุติธรรมแห่งชาติ BALLISTIC RESISTANT PROTECTIVE MATERIALS NIJ Standard 0108.01 LEVEL III จะทำการทดสอบแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุน ARMOX ADVANCE ความหนา 6 mm. จำนวน 3 แผ่นตัวอย่างทดสอบ มีขนาด 30.5 x 30.5 mm. (12''x12'') ด้วยกระสุนจริง ขนาด 5.56 x 45 mm. M16 A1 (M193) , 5.56 x 45 NATO SS109(M855) และ 7.62 x 51 mm. NATO BALL แผ่นละ 5 นัด ระยะความห่างระหว่างปลายลำกล้องทดสอบกับแผ่นทดสอบกำหนดไว้ที่ 15 เมตร โดยมีรายละเอียดข้อมูลของการทดสอบการป้องกันกระสุนตามมาตรฐานที่ระบุไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลของกระสุนที่จะใช้ทำการทดสอบจริง

ลำดับ	ชนิดกระสุน	แบบอาวุธ	ระยะยิง	จำนวน
1	5.56x45 mm.	M16A1 [M193]	15 m.	5 นัด
2	5.56x45 mm.	M16A2 [M855]	15 m.	5 นัด
3	7.62x51 mm.	M80	15 m.	5 นัด

4.2.2 การทดสอบการป้องกันสะเก็ดระเบิด

การทดสอบการป้องกันสะเก็ดระเบิดจริง อ้างอิงการออกแบบการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุเกราะ ของกระทรวงกลาโหมประเทศสหรัฐอเมริกา DEPARTMENT OF DEEFENSE TEST METHOD STANDARD V50 BALLISTIC TEST FOR ARMOR MIL-STD-662F แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 กลุ่มตัวอย่าง โดยการทดสอบระเบิดด้านข้างของกระบะรถยนต์บรรทุก 1 คัน บริเวณข้างซ้าย และบริเวณข้างขวา ด้วยระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะความสูงจากพื้น 1 เมตร ตามภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.4



ภาพที่ 4.1 ภาพแสดงตำแหน่งการทดสอบระเบิด

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลของระเบิดที่ใช้ทำการทดสอบจริง

ลำดับ	ชนิดระเบิด	แบบ	จำนวน สะเก็ด ระเบิด	ความเร็ว ของ สะเก็ด ระเบิด	ระยะ ทดสอบ	จุด ทดสอบ	จำนวน ระเบิด
1	Claymore M18A1	สังหาร บุคคล	700 นัด	1200 m/s.	1.5 m.	กระบะ ซ้าย	1 ลูก
2	Claymore M18A1	สังหาร บุคคล	700 นัด	1200 m/s.	3.0 m.	กระบะ ขวา	1 ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ และการทดสอบจริง

ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาและการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การออกแบบการทดสอบด้วยการจำลองสถานการณ์โดยอาศัยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรม ANSYS AUTODYN และออกแบบการทดสอบด้วยการยิงและการระเบิดด้วยกระสุนและวัตถุระเบิดจริง ตามมาตรฐานของ NIJ Standard 0108.01 และ MIL-STD-662F V50 โดยใช้สนามทดสอบวิถีกระสุนและสนามทดสอบระเบิดของกรมสรรพาวุธทหารเรือ จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 5.1 การเตรียมความพร้อมของเจ้าหน้าที่ประจำสนามทดสอบกระสุน

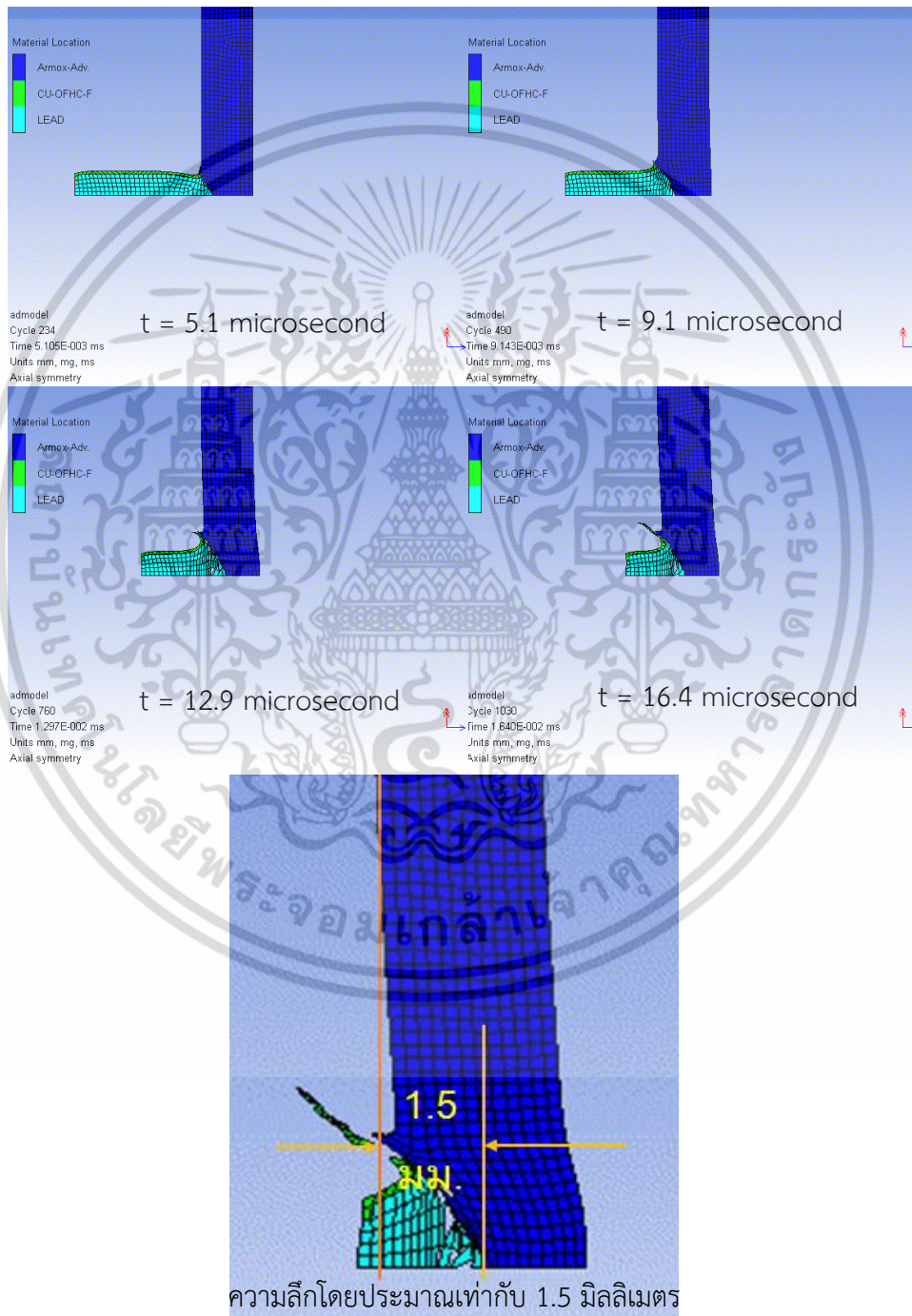


ภาพที่ 5.2 การเตรียมความพร้อมของเจ้าหน้าที่ประจำสนามทดสอบระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์

5.1.1 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์โดยการกำหนดให้กระสุนจำลองขนาด 5.56x45 mm. แบบ M16A1 [M193] เคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายด้วยความเร็วเฉลี่ย 937 m/s และเมื่อปะทะเข้ากับเป้าหมายแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนจำลองแล้ว พบว่ากระสุนจำลองไม่สามารถเจาะทะลุผ่านแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนจำลองได้ เพียงแต่เกิดการยุบตัวของแผ่นเหล็ก มีหลุมลึกประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ณ ตำแหน่งที่มีการจำลองการทดสอบ มีรายละเอียดการทดสอบตามภาพที่ 5.3

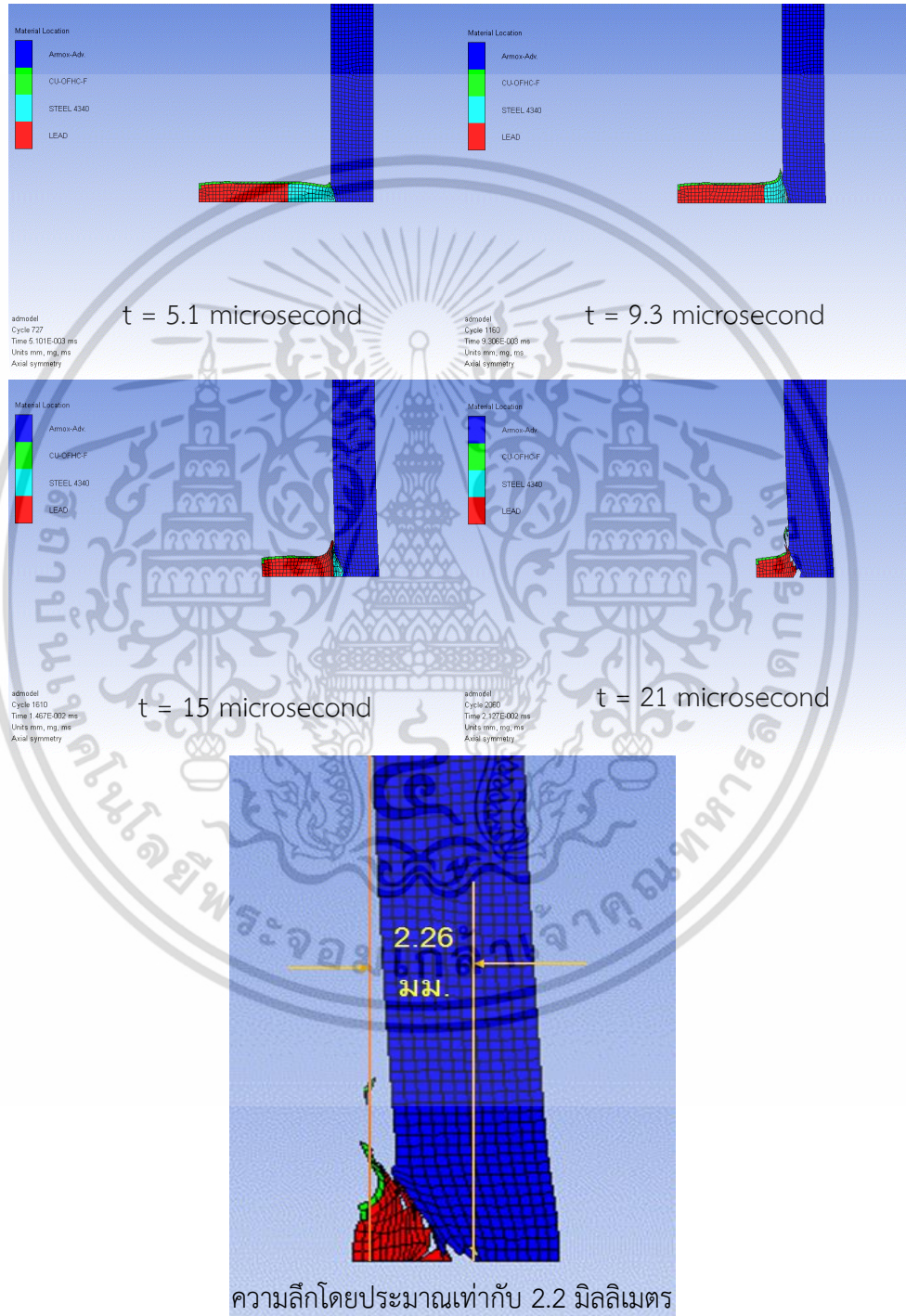


ภาพที่ 5.3 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ แสดงผลจากการยิงด้วยกระสุนขนาด 5.56x45mm.

แบบ M16A1 [M193]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

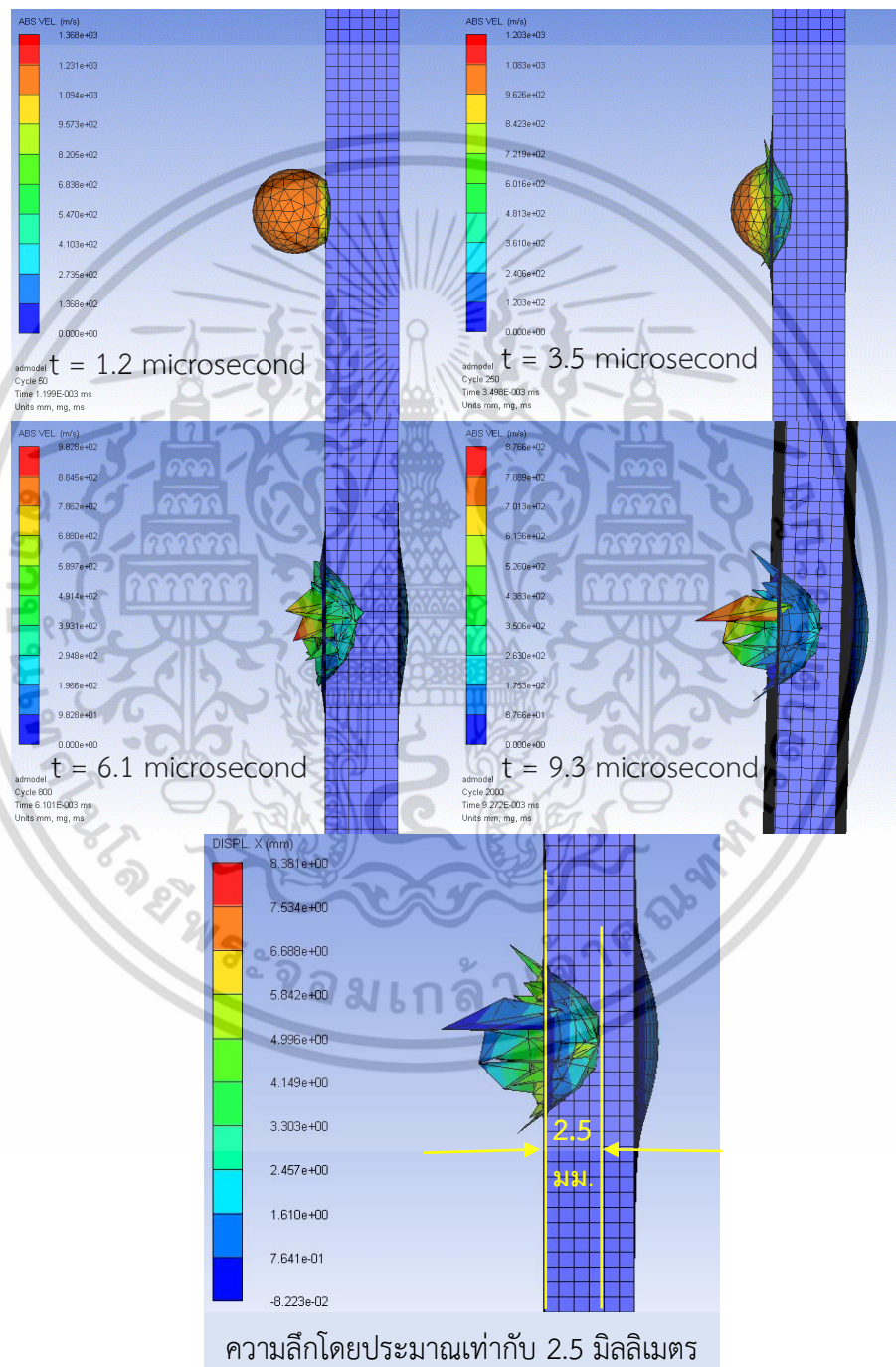
5.1.2 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์โดยกำหนดให้กระสุนจำลองขนาด 5.56x45 mm. แบบ M16A2 [M855] เคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายด้วยความเร็วเฉลี่ย 900 m/s และเมื่อปะทะเข้ากับเป้าหมายแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนจำลองแล้ว พบว่ากระสุนจำลองไม่สามารถเจาะทะลุผ่านแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนจำลองได้ เพียงแต่เกิดการยุบตัวของแผ่นเหล็ก มีหลุมลึกประมาณ 2.2 มิลลิเมตร ณ ตำแหน่งที่มีการจำลองการทดสอบ มีรายละเอียดการทดสอบตามภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ แสดงผลจากการยิงด้วยกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 [M855]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

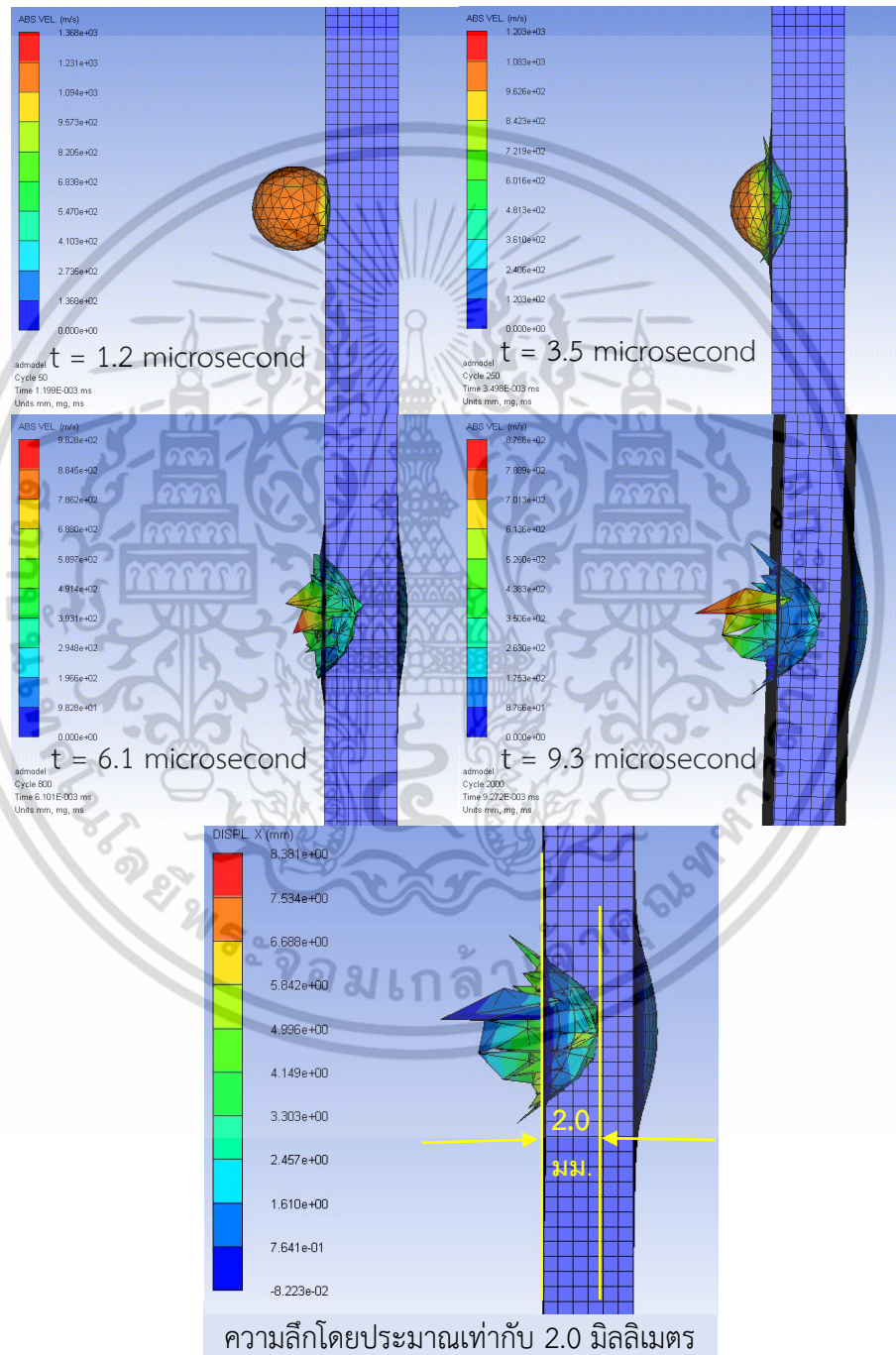
5.1.4 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์โดยการกำหนดให้ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 1.5 เมตร เคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายด้วยความเร็วเฉลี่ย 1,200 m/s และเมื่อปะทะเข้ากับเป้าหมายแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนจำลองแล้ว พบว่าระเบิดสังหารบุคคลไม่สามารถเจาะทะลุผ่านแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนจำลองได้ เพียงแต่เกิดการยุบตัวของแผ่นเหล็ก มีหลุมลึกประมาณ 2.5 มิลลิเมตร ณ ตำแหน่งที่มีการจำลองการทดสอบ มีรายละเอียดการทดสอบตามภาพที่ 5.6



ภาพที่ 5.6 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์แสดงผลของการโดนโจมตีด้วยระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 1.5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์โดยการกำหนดให้ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร เคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายด้วยความเร็วเฉลี่ย 1,200 m/s และเมื่อปะทะเข้ากับเป้าหมายแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนจำลองแล้ว พบว่าระเบิดสังหารบุคคลไม่สามารถเจาะทะลุผ่านแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนจำลองได้ เพียงแต่เกิดการยุบตัวของแผ่นเหล็ก มีหลุมลึกประมาณ 2.0 มิลลิเมตร ณ ตำแหน่งที่มีการจำลองการทดสอบ มีรายละเอียดการทดสอบตามภาพที่ 5.7



ภาพที่ 5.7 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์แสดงผลของการโดนโจมตีด้วยระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร

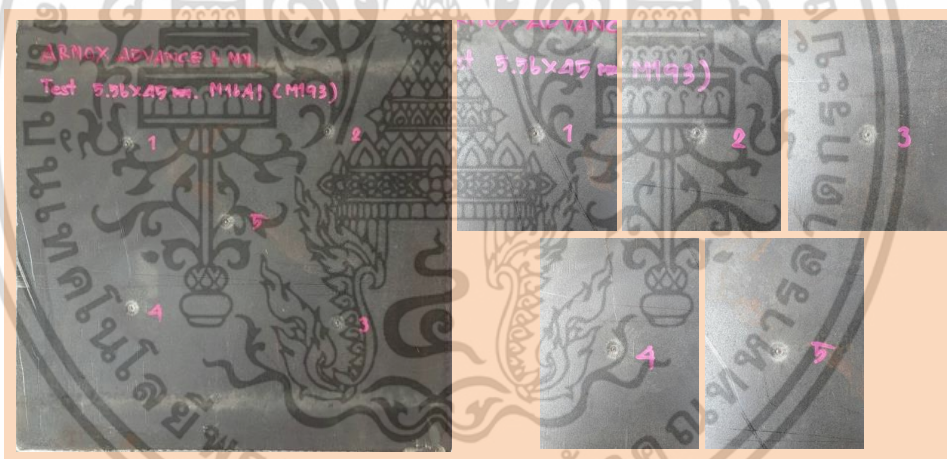
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการทดสอบการยิงและระเบิด ตามมาตรฐานที่กำหนด

5.2.1 การยิงกระสุนขนาด 5.56x45 mm. แบบ M16A1 (M193) จำนวน 5 นัด มีผลการทดสอบตามตารางที่ 5.1 ภาพที่ 5.8 และภาพที่ 5.9

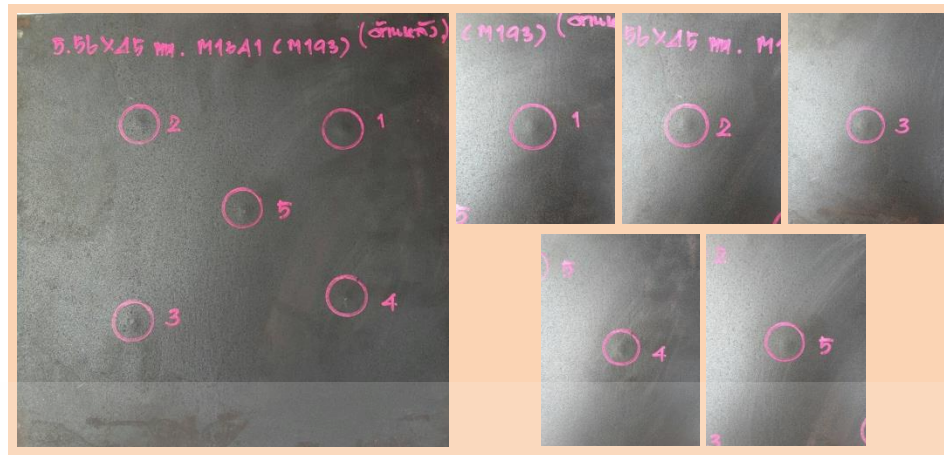
ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 (M193)

นัดที่	ขนาดกระสุน	ความเร็วของกระสุน (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
1	5.56x45mm.	992	ไม่ทะลุผ่าน	-
2	5.56x45mm.	991	ไม่ทะลุผ่าน	-
3	5.56x45mm.	995	ไม่ทะลุผ่าน	-
4	5.56x45mm.	997	ไม่ทะลุผ่าน	-
5	5.56x45mm.	990	ไม่ทะลุผ่าน	-



ภาพที่ 5.8 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 (M193) (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

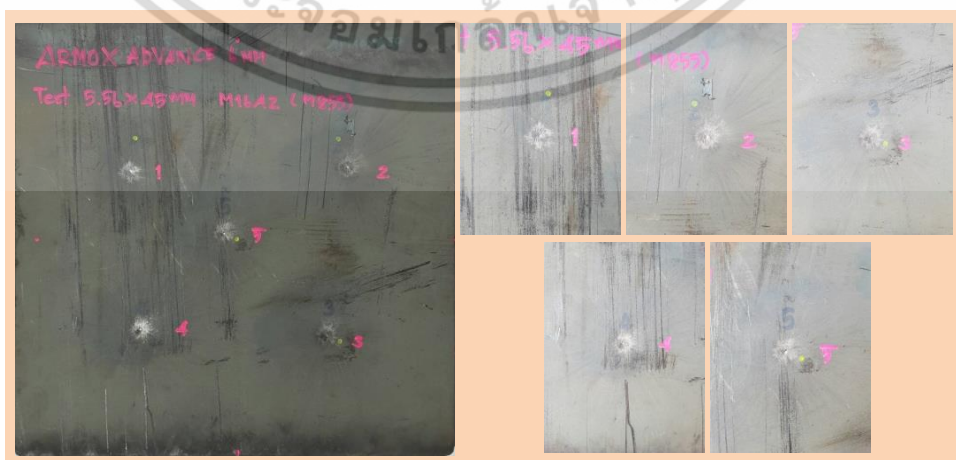


ภาพที่ 5.9 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A1 (M193) (ด้านหลัง)

5.2.2 กระสุนขนาด 5.56x45 mm. แบบ M16A2 (M855) จำนวน 5 นัด มีผลการทดสอบตามตารางที่ 5.2 ภาพที่ 5.10 และภาพที่ 5.11

ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 (M855)

นัดที่	ขนาดกระสุน	ความเร็วของกระสุน (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
1	5.56x45mm.	994	ไม่ทะลุผ่าน	-
2	5.56x45mm.	946	ไม่ทะลุผ่าน	-
3	5.56x45mm.	940	ไม่ทะลุผ่าน	-
4	5.56x45mm.	948	ไม่ทะลุผ่าน	-
5	5.56x45mm.	955	ไม่ทะลุผ่าน	-



ภาพที่ 5.10 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส (M855) (ด้านหน้า) งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.11 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุนขนาด 5.56x45mm. แบบ M16A2 (M855) (ด้านหลัง)

5.2.3 กระสุนขนาด 7.62x51 mm. แบบ M80 NATO BALL จำนวน 5 นัด มีผลการทดสอบตามตารางที่ 5.3 ภาพที่ 5.12 และ ภาพที่ 5.13

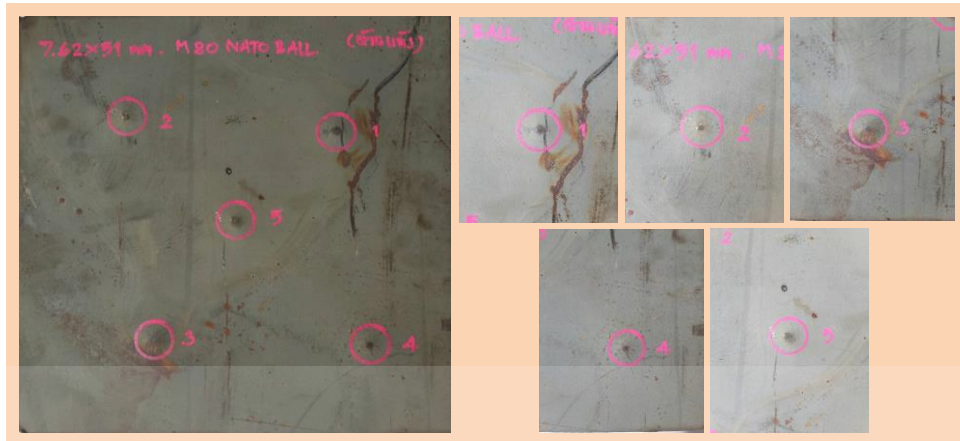
ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบกระสุนขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL

นัดที่	ขนาดกระสุน	ความเร็วของกระสุน (เมตร/วินาที)	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
1	7.62x51mm.	833	ไม่ทะลุผ่าน	-
2	7.62x51mm.	836	ไม่ทะลุผ่าน	-
3	7.62x51mm.	835	ไม่ทะลุผ่าน	-
4	7.62x51mm.	825	ไม่ทะลุผ่าน	-
5	7.62x51mm.	828	ไม่ทะลุผ่าน	-



ภาพที่ 5.12 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุนขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.13 ผลการทดสอบแสดงผลจากการยิงด้วยกระสุนขนาด 7.62x51mm. แบบ M80 NATO BALL (ด้านหลัง)

5.2.4 ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 จำนวน 1 ลูก ที่ระยะ 1.5 เมตร บริเวณด้านซ้ายของกระเบจจำลอง มีผลการทดสอบตามตารางที่ 5.4 ภาพที่ 5.14 ภาพที่ 5.15 และ ภาพที่ 5.16

ตารางที่ 5.4 ผลการทดสอบการระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 จำนวน 1 ลูก ที่ระยะ 1.5 เมตร

ลูกที่	ชนิดวัตถุระเบิด	จำนวน สะเก็ดระเบิด(นัด) เข้าเป้าหมาย	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
1	CLAYMORE M18A1 สะเก็ดจำนวน 700 นัด	190	ผ่านการทดสอบ	มีการทะลุผ่านของ สะเก็ดได้ 1 นัด พิจารณาตามเกณฑ์ มาตรฐาน MIL-STD-662F V50



ภาพที่ 5.14 การทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ระยะ 1.5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.15 สภาพกระเบจาลองหลังทำการทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ระยะ 1.5 เมตร



ภาพที่ 5.16 การตรวจสอบความเสียหายหลังทำการทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ระยะ 1.5 เมตร

5.2.5 ระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 จำนวน 1 ลูก ที่ระยะ 3.0 เมตร บริเวณด้านขวาของกระเบจาลอง มีผลการทดสอบตามตาราง 5.5 ภาพที่ 5.17 ภาพที่ 5.18 และ ภาพที่ 5.19

ตารางที่ 5.5 ผลการทดสอบการระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 จำนวน 1 ลูก ที่ระยะ 3.0 เมตร

ลูกที่	ชนิดวัตถุระเบิด	จำนวน สะเก็ดระเบิด(นัด) เข้าเป้าหมาย	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
1	CLAYMORE M18A1 สะเก็ดจำนวน 700 นัด	283	ผ่านการทดสอบ	ไม่มีการทะลุผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.17 การทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร



ภาพที่ 5.18 สภาพกระบะจำลองหลังทำการทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร



ภาพที่ 5.19 การตรวจสอบความเสียหายหลังทำการทดสอบระเบิดสังหารบุคคล CLAYMORE M18A1 ที่ระยะ 3.0 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาและทำการออกแบบเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด เฉพาะส่วนสำหรับติดตั้งบนรถบรรทุกขนาด 1 ตัน ของหน่วยนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ตามรายละเอียด ในบทที่ 3 และบทที่ 4 ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาและการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือการ ออกแบบการทดสอบด้วยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ANSYS AUTODYN และออกแบบการทดสอบด้วยการยิงและการระเบิดด้วยกระสุนและวัตถุระเบิดจริง ตาม มาตรฐานของ NIJ Standard 0108.01 และ MIL-STD-662F V50

6.1 บทสรุป

- ผู้วิจัยสามารถนำการออกแบบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ 3D ไปผลิตชุดเกราะป้องกัน กระสุนเฉพาะส่วนสำหรับติดตั้งบนรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตันได้ สามารถถอดสลับสับเปลี่ยนกับ รถยนต์รุ่นและแบบเดียวกันได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว ตามภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 ต้นแบบรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน ติดเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด

- จากการออกแบบและดำเนินการผลิตต้นแบบชุดเกราะป้องกันกระสุนเฉพาะส่วน ผู้วิจัยได้ทำการวัดซึ่งน้ำหนักเหล็กจากการติดตั้งชุดเกราะป้องกันกระสุนเฉพาะส่วน พบว่าชุดเกราะมี น้ำหนักไม่มากเกินไปเกินกว่าความต้องการของหน่วยผู้ใช้งาน โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงรายละเอียดการชั่งน้ำหนักเกราะกันกระสุนเฉพาะส่วน

ลำดับ	รายละเอียดการชั่งน้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนักต่อหน่วย (กิโลกรัม)	น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)
1	น้ำหนักบรรทุกมาตรฐาน	1 คัน	1,460	1,460
2	น้ำหนักชุดเกราะพร้อมอุปกรณ์	1 ชุด		950
	- ชุดเกราะป้องกันกระสุนเฉพาะ ส่วน+อุปกรณ์ติดตั้ง		400	
	- แผ่นเหล็กปูพื้นกระบะ+อุปกรณ์ ติดตั้ง		200	
	- โครงหลังคาผ้าใบ+เก้าอี้		180	
	- ส่วนประกอบอื่นๆ		170	
	● फिल्मกรองแสงแบบหนาพิเศษ			
	● ยางกันตะปูเรือใบ			
	● ผ้าเคพลาร์ปูพื้น			
	● อุปกรณ์ประจำรถ			
3	น้ำหนักรวม			2,410

- จากการจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ANSYS AUTODYN และการทดสอบด้วยการยิงด้วยกระสุนและระเบิดจริง พบว่าแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด ยี่ห้อ ARMOX รุ่น ADVANCE ความหนา 6.0 mm. สามารถป้องกันการเจาะทะลุของกระสุนทั้ง 3 ชนิดได้ และยังสามารถป้องกันสะเก็ดระเบิด BALL STEEL และอนุภาพแรงปะทะจากระเบิด C4 ได้

- ผู้วิจัยยังสามารถนำผลการออกแบบและผลการทดสอบทดลอง นำเสนอต่อผู้บังคับบัญชาของ กองทัพเรือ เพื่อนำไปเป็นข้อพิจารณาหรือเป็นแนวทางในการจัดซื้อจัดหาชุดเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจในการปฏิบัติการกิจของหน่วยนาวิกโยธินในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ได้อีกทางหนึ่ง

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาพบว่าแผ่นเหล็กเกราะป้องกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด ที่นำมาใช้ในการทดสอบคุณสมบัติที่ดีและมีขีดความสามารถในการป้องกันภัยคุกคามจากอาวุธและวัตถุระเบิดได้หลากหลายชนิด มีผลทำให้เกิดความมั่นใจในการออกแบบและนำไปใช้งาน การสร้างเกราะกันกระสุนชนิดต่างๆ ได้อีกหลายรูปแบบ อาทิเช่น

- การติดตั้งเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิดให้กับป้อมเฝ้าระวังเหตุ ของหน่วยทหารในพื้นที่อันตราย 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การติดตั้งเกราะกันกระสุนและสะเก็ดระเบิด บนรถยนต์บรรทุกทางทหารขนาด 2.5 ตัน หรือขนาดอื่นๆ ที่ใช้ประจำการในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้
- นำไปประยุกต์ใช้เป็นโลโก้ป้องกัน สำหรับหน่วยจู่โจมเข้าตรวจค้นเป้าหมาย ผู้ก่อการร้าย ในพื้นที่อันตราย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] James K. Stewart , “Ballistic Resistant Protective Materials NIJ Standard 0108.01” Technology Assessment Program , September 1985
- [2] Department of Defense United States of America , “V50 Ballistic Test For Armor” MIL-STD-662F , December 18, 1997
- [3] Dwight D. Showalter , William A. Gooch, Matthew S. Burkins, and R. Stockman Koch , “Ballistic Testing of SSAB Ultra-High-Hardness Steel for Armor Applications” ARL-TR-4632 , October 2008



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดสำหรับเหล็กโครงสร้าง (สำหรับประเทศไทย)



Classifications	Yield Point (min.) N/mm ² (ksi)		Tensile Strength N/mm ²		Elongation % (min.)		Impact	
	Thickness		N/mm ²		Thickness (min.)		Temp. °C	Energy J (min.)
	t ≤ 16 mm	t > 16 mm	t ≤ 5	5 ≤ t ≤ 16	t > 16	t ≥ 12 mm		
SS400	245	235	400-510	21	17	21	-	-
SS490	285	275	490-610	19	15	19	-	-
SS540	400	390	540 min.	16	13	17	-	-
SM400	245	235	400-510	23	18	22	0	27
SM490	325	315	490-610	22	17	21	0	27
SM520	365	355	520-640	19	15	19	0	27
SM570 ^A	460	450	570-720	19	19	26	-5	47

Source: www.syssteel.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดสำหรับเหล็กโครงสร้าง (สำหรับประเทศไทย)

Classifications	Chemical Compositions (ladle analysis), %					
	C (max.)	Si (max.)	Min	P (max.)	S (max.)	Cu (min.)
TIS 1227:1996	SS400	-	-	0.050	0.050	-
	SS490	-	-	0.050	0.050	-
	SS540	0.30	-	1.6 max.	0.040	0.040
	SM400	0.20	0.35	0.60-1.40	0.035	0.035
	SM490	0.18	0.55	1.60 max.	0.035	0.035
	SM520	0.20	0.55	1.60 max.	0.035	0.035
	SM570	0.18	0.55	1.60 max.	0.035	0.035

Source: www.syssteel.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

รายงานผลการทดสอบจาก H.P. White Laboratory, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



H.P. White Laboratory, Inc.

An Intertek Company

Ballistic Resistance – Test Report

PREECHATAWORN INDUSTRY CO., LTD.

Attention: Ekachai Puchaneeyakul

Client: 28/4 M.4 Ekachai Rd
Nadee Muang Manutsakhon 74000
Thailand

Date of report: 10 July 2015

Report prepared by: Ashley Gowland, Customer Operations Coordinator

Report reviewed by: Wesley Mason, Manager of Technical Operations - Hard Armor

Test method and supporting documentation: PO# PTI 030/2015

Job number: 000004506

Date of sample receipt, shipping method, identification information, and inspection results: The sample(s) were received on **7 July 2015** via Fed Ex. Test item(s) were identified as 6mm Armox Advance Steel. The sample(s) were inspected prior to testing and no anomalies were discovered.

Date of testing and location: Testing commenced on **10 July 2015**, at the H.P. White Laboratory, Inc. facilities located at 3114 Scarboro Road, Street, MD.

Date of test completion and sample disposition: Testing concluded on **10 July 2015**; sample(s) will be discarded, unless otherwise instructed.

Test data transmittal method and storage location: This test report and test data were transmitted via email in a manner compliant with ISO 17025 requirements. Permanent electronic and hardcopy files are maintained in accordance with HPWLI data storage policy on data storage systems, filed by job number.

Revision number and date: Revision 1, 13 July 2015

Disclaimer: Testing was performed on sample(s) provided by the client. H.P. White Laboratory, Inc. holds no responsibility for sample selection methods. This report is based on data obtained from testing only the sample(s) submitted, and should NOT be interpreted as an endorsement by H.P. White Laboratory, Inc. of the continuing quality or performance of any other items of the same, or similar, design. This report must not be used by the client to claim product certification, approval, or endorsement by NVLAP, NIST, or any agency of the Federal Government. This testing was performed by H.P. White Laboratory, Inc. to client specification, and the test results are the property of the client, who holds all rights of reproduction or publication of this report and related test data.

H.P. White Laboratory, Inc. | 3114 Scarboro Road | Street, MD 21154 | +1.410.838.6550 | www.hpwhite.com

Consistency

Accuracy

Integrity

Page 1 of 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PREECHATAWORN INDUSTRY CO., LTD.
 HPWLI000004506A
 10 July 2015
 Attention: Ekachai Puchaneeyakul

Test Procedures

Ballistic Resistance Testing: All testing was conducted on an indoor range at ambient conditions in accordance with your instructions and the general provisions of NIJ-STD-0108.01. Testing was conducted at threat level III, using caliber 7.62x51mm, 149 grain, M80 Ball ammunition. The test sample was positioned 50.0 feet from the muzzle of the barrel to produce zero (0) degree obliquity impacts. Photoelectric infrared screens were located at 6.5 feet and 9.5 feet which, in conjunction with electronic chronographs, were used to compute bullet velocities at 8.0 feet forward of the muzzle. Penetrations were determined by visual examination of the 0.020 inch thick 2024-T3 aluminum alloy witness plate, placed parallel to and at a distance of 6.0 inches behind the test sample. Table I provides a summary of information on the attached data record(s).

Table I: Ballistic Resistance, Summary of Results

Test Sample			Ballistic Threat			Results		
Sample Number	Thickness (in.) (a)	Weight (lbs.)	Caliber	Obliquity	Shots (b)	Velocity (fps)		Penetrations
						Max	Min	
HPW-1	0.254	9.95	7.62, M80	0°	5	2789	2750	0
(a) Based on an average of four corner thicknesses								
(b) 4 shot(s) on 8" square, 1 in center								

Ballistic Resistance Testing: All testing was conducted on an indoor range at ambient conditions in accordance with your instructions and the modified provisions of NIJ-STD-0108.01. Testing was conducted using caliber 5.56x45mm, 55 grain, M193 Ball ammunition. The test sample was positioned 50.0 feet from the muzzle of the barrel to produce zero (0) degree obliquity impacts. Photoelectric infrared screens were located at 6.5 feet and 9.5 feet which, in conjunction with electronic chronographs, were used to compute bullet velocities at 8.0 feet forward of the muzzle. Penetrations were determined by visual examination of the 0.020 inch thick 2024-T3 aluminum alloy witness plate, placed parallel to and at a distance of 6.0 inches behind the test sample. Table I provides a summary of information on the attached data record(s).

Table I: Ballistic Resistance, Summary of Results

Test Sample			Ballistic Threat			Results		
Sample Number	Thickness (in.) (a)	Weight (lbs.)	Caliber	Obliquity	Shots (b)	Velocity (fps)		Penetrations
						Max	Min	
HPW-2	0.249	10.07	5.56, M193	0°	5	3205	3165	0
(a) Based on an average of four corner thicknesses								
(b) 4 shot(s) on 8" square, 1 in center								

Report prepared by:

Ashley Gowland

Ashley Gowland
 Customer Operations Coordinator

Report reviewed by:

Wesley Mason

Wesley Mason
 Manager of Technical Operations - Hard Armor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Client : 4634: PREECHATAWORN INDUSTRY CO., LTD.

Job No. : 000004506 Test Date : 7/10/15

TEST PANEL

Manufacturer : Armox
 Size : 12x12 in.
 Thicknesses : 0.246, 0.246, 0.246, 0.250 in.
 Avg. Thick : 0.247 in.
 Description : 6mm Armox Advance Steel

Sample No. : HPW-1
 Weight : 9.95 lbs.
 Hardness : NA
 Plies/Laminates :

Date Rec'd. : 07/7/15
 Via : Fed Ex
 Returned : Fed Ex

SET-UP

Shot Spacing : 4 ON 8" SQUARE - 1 IN CENTER
 Witness Panel : 0.020", 2024-T3 ALUMINUM
 Obliquity : 0 deg.
 Backing Material : NA
 Conditioning : AMBIENT

Primary Vel. Screens : 6.5 ft., 9.5 ft.
 Primary Vel. Location : 8.0 ft. From Muzzle
 Residual Vel. Screens : NA
 Residual Vel. Location : NA
 Range to Target : 50.0 ft.
 Target to Wit. : 6.0 in.

Range No. : 3
 Temp. : 72 F
 BP : 30.05 in. Hg
 RH : 72%
 Barrel No./Gun : R3/308
 Gunner : Mason
 Recorder : Ches

AMMUNITION

- (1) : 7.62mm Ball, M80, 149 gr.
- (2) :
- (3) :
- (4) :

Lot No. : Unknown
 Lot No. :
 Lot No. :
 Lot No. :

APPLICABLE STANDARDS OR PROCEDURES

- (1) : NIJ-STD-0108.01
- (2) : Level III
- (3) : Required Velocity 2700-2800 fps.

Shot No.	Ammo.	Time 1 (usec)	Velocity 1 (ft/s)	Time 2 (usec)	Velocity 2 (ft/s)	Avg. Vel. (ft/s)	Penetration	Footnotes
1	1	1090	2752	1090	2752	2752	None	
2	1	1091	2750	1091	2750	2750	None	
3	1	1079	2780	1081	2775	2778	None	
4	1	1074	2793	1077	2786	2789	None	
5	1	1079	2780	1082	2773	2776	None	

REMARKS :

FOOTNOTES :

Filename : 000004506 (HPW-1) 4634 Preecha Auto Safety.Pen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



H.P. White Laboratory, Inc.

BALLISTIC RESISTANCE TEST

Client : 4634: PREECHATAWORN INDUSTRY CO., LTD.

Job No. : 000004506 Test Date : 7/10/15

TEST PANEL

Manufacturer : ArmoX
 Size : 12x12 in.
 Thicknesses : 0.249, 0.249, 0.249, 0.248 in.
 Avg. Thick. : 0.249 in.
 Description : 6mm ArmoX Advance Steel

Sample No. : HPW-2
 Weight : 10.07 lbs.
 Hardness : NA
 Plies/Laminates :

Date Rec'd : 07/7/15
 Via : Fed Ex
 Returned : Fed Ex

SET-UP

Shot Spacing : 4 ON 8" SQUARE - 1 IN CENTER
 Witness Panel : 0.020", 2024-T3 ALUMINUM
 Obliquity : 0 deg.
 Backing Material : NA
 Conditioning : AMBIENT

Primary Vel. Screens : 6.5 ft., 9.5 ft.
 Primary Vel. Location : 8.0 ft. From Muzzle
 Residual Vel. Screens : NA
 Residual Vel. Location : NA
 Range to Target : 50.0 ft.
 Target to Wit. : 6.0 in.

Range No. : 3
 Temp. : 72 F
 BP : 30.05 in. Hg
 RH : 72%
 Barrel No./Gun : R3/223
 Gunner : Mason
 Recorder : Ches

AMMUNITION

(1) : 5.56mm Ball, M193, 55 gr.
 (2) :
 (3) :
 (4) :

Lot No. : Unknown
 Lot No. :
 Lot No. :
 Lot No. :

APPLICABLE STANDARDS OR PROCEDURES

(1) : NIJ-STD-0108.01 (Modified)
 (2) :
 (3) :

Shot No.	Ammo.	Time 1 (usec)	Velocity 1 (ft/s)	Time 2 (usec)	Velocity 2 (ft/s)	Avg. Vel. (ft/s)	Penetration	Footnotes
1	1	948	3165	948	3165	3165	None	
2	1	944	3178	949	3161	3170	None	
3	1	936	3205	939	3195	3200	None	
4	1	944	3178	948	3165	3171	None	
5	1	936	3205	936	3205	3205	None	

REMARKS :

FOOTNOTES :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Beschussamt Mellrichstadt

Lohstraße 5, 97638 Mellrichstadt
Tel.: 09776/70500, Fax: 09776/5457, e-mail: poststelle@ba-mel.bayern.de

SSAB EMEA AB

S-78184 Borlänge

Test Report

Testing of the ballistic resistance of material.

Report No. : 12M089H01#, order No.: 7090
Date of delivery : 23.02.2012
Tester : Selzam, Edelmann
Sample : steel plate (5,1mm x 500mm x 500mm)
Designation : Armox Advance (ID. No. 95422-5049798)
Applicant : SSAB EMEA AB
Manufacturer : SSAB EMEA AB
Requirement : .223 Rem SS109 / .223 Rem M193 / .308 Win DM111

Bötsch



Mellrichstadt, 21.03.2012

The test results are only valid for the samples described in this report.
The applicability of this test report is restricted to ten years from the date of testing. It will expire prematurely, if any alteration or modification to the manufacturing process, materials and/or quality management system could impact the product conformity.
This report is only valid with the official seal and correspondence of the report numbers on all pages.
Duplication in extracts of this report is only allowed with written approval of the Beschussamt Mellrichstadt.

- 2 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2 -

Beschussamt Mellrichstadt
Lohstraße 5, 97638 Mellrichstadt

Report-No.: 12M089H01#
Report part-No.: 01
Test date: 12.03.2012

Description of the specimen in shooting direction (specification of the manufacturer):

5,1mm steel plate (nominal thickness 4,5mm)

Size of the sample (mm): 500 x 500, thickness (mm): 5,1
Total weight determined by the Beschussamt (g) : 8046
mass per unit area determined by the Beschussamt (kg/m²) : ----
mass per unit area determined by the manufacturer (kg/m²) : ----

Test conditions and results:

Calibre : 5,56 x 45 (.223 Rem.)
Bullet type : FMJ/PB/SC (m193, IMI, CN231)
Bullet mass : 3,60g
bullet velocity : 937m/s ± 20m/s
Weapon : test barrel No. 01/02
Barrel length : 650mm
Twist length : 178mm
Shooting distance : 10,00m
Room temperature : 20°C
Humidity : 36%
penetration witness : 0.5mm Al-sheet (AlCuMg1 440N/mm²)
Sample fixation : acc.to PM 2007
hit pattern : according to STANAG 4569 AEP55 Level 1

No	veloc. v(7,50) [m/s]	energy E(7,50) [J]	pen- trat. J/N	angle [deg.] 1.)	remarks
1	935	1574	N	90,0	bulge without cracks
2	950	1625	N	90,0	bulge without cracks
3	936	1577	N	90,0	bulge without cracks
4	930	1557	N	90,0	bulge without cracks

1.) 90 degree = 0 degree NATO

The evaluation of penetration or no penetration was performed according to STANAG 4569/AEP55

- 3 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3 -

Beschussamt Mellrichstadt
Lohstraße 5, 97638 Mellrichstadt

Report-No.: 12M089H01#
Report part-No.: 02
Test date: 12.03.2012

Description of the specimen in shooting direction (specification of the manufacturer):

5,1mm steel plate (nominal thickness 4,5mm)

Size of the sample (mm): 500 x 500, thickness (mm): 5,1
Total weight determined by the Beschussamt (g) : 8046
mass per unit area determined by the Beschussamt (kg/m²) : ----
mass per unit area determined by the manufacturer (kg/m²) : ----

Test conditions and results:

Calibre : 5,56 x 45 (.223 Rem.)
Bullet type : FMJ/PE/SCP (SS109, M855, MEN, CN227)
Bullet mass : 4,00g
bullet velocity : 900m/s ± 20m/s
Weapon : test barrel No. 01/02
Barrel length : 650mm
Twist length : 178mm
Shooting distance : 10,00m
Room temperature : 20°C
Humidity : 36%
penetration witness : 0.5mm Al-sheet (AlCuMg1 440N/mm²)
Sample fixation : acc.to PM 2007
hit pattern : according to STANAG 4569 AEP55 Level 1

No	veloc. v(7,50) [m/s]	energy E(7,50) [J]	pene- trat. J/N	angle [deg.] 1.)	remarks
1	941	1771	N	90,0	bulge without cracks
2	959	1839	N	90,0	bulge without cracks
3	956	1828	N	90,0	bulge without cracks
4	947	1794	N	90,0	bulge without cracks

1.) 90 degree = 0 degree NATO

The evaluation of penetration or no penetration was performed according to STANAG 4569/AEP55

- 4 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4 -

Beschussamt Mellrichstadt
Lohstraße 5, 97638 Mellrichstadt

Report-No.: 12M089H01#
Report part-No.: 03
Test date: 12.03.2012

Description of the specimen in shooting direction (specification of the manufacturer):

5,1mm steel plate (nominal thickness 4,5mm)

Size of the sample (mm): 500 x 500, thickness (mm): 5,1
Total weight determined by the Beschussamt (g) : 8046
mass per unit area determined by the Beschussamt (kg/m²) : ----
mass per unit area determined by the manufacturer (kg/m²) : ----

Test conditions and results:

Calibre : 7,62 x 51 (.308 Win.)
Bullet type : FMJ/PB/SC (DM41, MEN, CN140)
Bullet mass : 9,45g
bullet velocity : 833m/s ± 20m/s
Weapon : test barrel No. 03/03
Barrel length : 700mm
Twist length : 305mm
Shooting distance : 10,00m
Room temperature : 20°C
Humidity : 36%
penetration witness : 0.5mm Al-sheet (AlCuMg1 440N/mm²)
Sample fixation : acc.to PM 2007
hit pattern : according to STANAG 4569 AEP55 Level 1

No	veloc. v(7,50) [m/s]	energy E(7,50) [J]	pene- trat. J/N	angle [deg.] 1.)	remarks
1	836	3302	N	90,0	bulge without cracks
2	822	3193	N	90,0	bulge without cracks
3	846	3382	N	90,0	bulge without cracks
4	847	3390	N	90,0	bulge without cracks

1.) 90 degree = 0 degree NATO

The evaluation of penetration or no penetration was performed according to STANAG 4569/AEP55

The test was carried out according to special requirements of the applicant. A final classification is not applicable.

This report consists of 4 pages and 1 appendix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Beschussamt Mellrichstadt
Lohstrasse 5, 97638 Mellrichstadt

Appendix 1

Abkürzungen / abbreviations

Geschossarten / bullet types:

L	Blei	Lead
FMS	Vollmessing	Full Brass
CB	Kegelstumpfgeschoss	Coned Bullet
FMJ	Vollmantel	Full Metal Jacket
RN	Rundkopf	Round Nose
SC	Weichkern	Soft Core
HC	Hartkern	Hard Core
WC	Wolframcarbidkern	Tungsten Core
PB	Spitzkopfgeschoss	Pointed Bullet
FN	Flachkopf	Flat Nose
FeC	Weicheisenkern	Fe-Core
SCP	Weichkern mit Penetrator	Soft Core Penetrator
TPSC	Zwei Stahlkerne	Two-piece Steel Core
I	Brandsatz	Incendiary
JSP	Teilmantelgeschoss	Jacketed Soft Point
JHP	Teilmantelhohlsplitzgeschoss	Jacketed Hollow Point
SJSP	Teilmantelgeschoss	Semi Jacketed Soft Point
SJHP	Teilmantelhohlsplitzgeschoss	Semi Jacketed Hollow Point
SWC	Scharfrandgeschoss	Semiwadcutter

Bemerkungen / comments:

oM	ohne Merkmal	without marks
l	leicht (z.B. leichte Beule ...)	slight (e.g. slight bulge ...)
s	stark (z.B. starker Splitterabgang)	serious (e.g. serious fragmentation)
BoR	Beule ohne Riss	bulge without cracks
BmR	Beule mit Riss	bulge with cracks
BmRoL	Beule mit Riss ohne Lichtdurchlass	bulge with cracks without light
BmRmL	Beule mit Riss mit Lichtdurchlass	bulge with cracks with light
SA	Splitterabgang	fragmentation
SF	splitterfrei	no fragmentation
gLD	glatter Durchschuss	complete penetration
SpD	Spitzendurchbruch	partial penetration
S	Splitterbildung nach DIN EN ²	fragmentation described by DIN EN ²
NS	Splitterfrei nach DIN EN ²	no fragmentation described by DIN EN ²

²DIN EN 1063, DIN EN 1522/1523

Sonstige / miscellaneous:

J	Ja	yes
N	Nein	no
SI	Splitterindikator	fragmentation witness plate
DI	Durchschussindikator	penetration witness plate
TA	Trefferabstand	hit distance
FG	Flächengewicht	mass per unit area

Revision, 01.12.2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล	นายชัยณรงค์ ปุชนียกุล หลักสูตร วศ.ม. สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันประเทศ รหัสประจำตัว 55614053
เกิดวันที่	25 กุมภาพันธ์ 2514
ที่อยู่	28/4 หมู่ที่ 4 ตำบลนาดี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
ประวัติการศึกษา	
ปริญญาตรี	คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ประวัติการทำงาน	
สถานที่ทำงาน	บริษัท ปรีชาดาวุธอุตสาหกรรม จำกัด (2535-ปัจจุบัน)
ตำแหน่ง	กรรมการบริหาร (ฝ่ายปฏิบัติการ 1)
ผลงานที่ผ่านมา	ผู้ออกแบบและผลิตรถยนต์หุ้มเกราะป้องกันกระสุน รถยนต์ขนเงินนิรภัย ผู้ออกแบบและผลิตรถยนต์บรรทุกทางทหาร ผู้รับจ้างผลิตงานต้นแบบยุทโธปกรณ์ของกระทรวงกลาโหม และเหล่าทัพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้