

부력방탄복의 시험방법 개선에 관한 연구

구승환^{1*}, 조성환¹, 박중화¹, 박호연²
¹국방기술품질원, ²국방기술진흥연구소

A Study on Improvement of Testing Method for Buoyancy Body Armor

Seung Hwan Gu^{1*}, Seong Hwan Cho¹, Joong Hwa Park¹, Ho Yun Park²

¹Defense Agency for Technology and Quality

²Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement

요약 본 연구는 국내 부력방탄복의 시험방법을 개선하기 위해 국내 다목적 방탄복과 미국의 방탄복 시험방법을 살펴보고 우리나라의 실정에 부합하는 부력방탄복 시험기준을 제시하였다. 문헌고찰을 통해 국내와 해외 방탄복의 방탄 요구성능을 비교한 결과, 국내 다목적 방탄복은 FSP와 357 SIG, 44 Magnum 권총탄에 대한 방호성능을, 미국의 방탄복은 FSP 및 RCC와 357 SIG, 44 Magnum, 9mm 권총탄에 대한 방호성능을 요구하고 있었다. 한국과 미국의 방탄복 시험방법을 비교하여 개선점을 도출한 결과는 다음과 같다. 첫째, 환경처리 범위의 추가이다. 해군이 대면하는 작전환경을 고려할 때, 미 해군 방탄복의 환경처리 요건을 반영하여 고온(65.5 °C)과 저온(-45.5 °C), 염수 처리 후에 방탄시험을 실시하도록 반영할 필요가 있다. 둘째, 방호수준 증대를 위한 추가 탄종의 고려이다. 16grain RCC를 시험에 추가하고 FSP에 대한 요구 탄속을 최소 국내 다목적 방탄복 수준으로 상향시키는 것을 제안한다. 본 연구 결과가 국내 방탄시험 관련 기법 개선에 도움이 되길 기대한다.

Abstract This study aimed to improve the test method of domestic buoyancy body armor. To this end, domestic multi-purpose body armor and US body armor (IOTV and MAS) test methods were reviewed. Therefore, a test standard for buoyancy body armor suitable for Korea was presented. The required performance of domestic and foreign bulletproof vests was compared through a literature review. First, the multi-purpose body armor of the Korean Army required protection performance against FSP, 357 SIG, and 44 Magnum. The body armor of the US Army required protection performance against FSP, RCC, 357 SIG, 44 Magnum, and 9mm. The results of the improvement points by comparing the bulletproof vest test methods of the Korean and US military are as follows. First, it is the scope of environmental treatment. Considering the operating environment of the Navy, it is necessary to reflect on the environmental treatment requirements of the US Navy body armor to conduct bulletproof tests after high temperature, low temperature, and saltwater treatments. Second, additional types of ammunition were considered to increase the level of protection. A 16grain RCC was added to the test, and the bullet velocity for FSP was increased to the level of domestic multi-purpose body armor. Overall, these results will help improve domestic bulletproof testing techniques.

Keywords : Bulletproof Test, Buoyancy Body Armor, Maritime Armor System, Conditioning, Aging

*Corresponding Author : Seung-Hwan Gu(Defense Agency for Technology and Quality)
email: gsh999@hanmail.net

Received May 30, 2023

Revised June 19, 2023

Accepted July 7, 2023

Published July 31, 2023

1. 서론

2002년 6월 29일 서해에서 제2차 연평해전이 발발했다. 당시 우리 군은 북한군을 격퇴하였으나, 6명이 전사하고 19명이 부상당하는 손실을 입었다. 당시 피해현황을 살펴보면 81mm 함포 및 소총탄에 의한 부상도 있었지만, 대부분의 생존자는 방탄복을 착용하여 안전을 확보할 수 있었다. 이처럼 방탄복은 전투상황에서 적의 탄환이나 파편으로부터 생명을 보호해주는 중요한 전력지원체계라 할 수 있다.

우리나라 방탄복의 역사를 살펴보면 1997년 미국의 PASGT(Personnel Armor System for Ground Troops) 형태의 방탄복 운영을 시작으로 2014년 다목적 방탄복을 개발하여 운용하고 있다. 현재 우리 군에서 운영하는 방탄복은 임무에 따라 육군은 방탄복 1형과 2형, 3형으로 구분하여 운용하며, 해군에서는 다목적방탄복과 부력방탄복을 운용한다. 부력방탄복의 형상 및 성능은 육군에서 운영 중인 방탄복과는 비교되는데, 함정에서 착용하는 방탄복은 부력방탄복으로 물에 빠졌을 때 부력재를 이용하여 가라앉지 않게 하는 효과와 일부 파편에 대한 방호 효과를 가지도록 설계되어 있다.

방탄복은 개인이 착용하는 장구류로서 경량성과 유연성을 확보해야 하기 때문에 대부분 섬유소재로 구성되어 있다. 기존의 방탄 소재는 아라미드가 주를 이루었으나, 경량화 추세에 따라 점차 PE로 소재가 변경되고 있다. 최근 방탄복에 사용되는 방탄재의 소재는 대부분 UHMWPE(Ultra high molecular weight polyethylene)로 구성되어 있으며, 섬유소재의 특성상 물에 침수될 경우 방탄 성능이 현격히 저하된다[1,2].

미군의 IOTV(Improved Outer Tactical Vest) 방탄복의 방탄시험은 다양한 파편을 고려하여 시험을 진행하며, 일부 파편의 경우 환경처리(고온처리, 저온처리, 가속노화 처리)한 뒤 시험을 진행한다. 또한 9mm 권총탄에 대한 후면변형 시험까지 수행한다. 이처럼 방탄복은 다양한 작전 및 전장 환경에서도 성능을 유지해야 하기 때문에 다양한 환경과 위협을 모사한 시험을 수행하고 있다. 따라서 우리 해군도 다양한 작전환경을 고려한 시험방법의 개선이 필요한 실정이라 할 수 있다.

그간 선행연구는 방탄 소재의 성능을 향상시키기 위한 소재개발 및 방법에 관한 연구 등이 대다수를 이루고 있다. 일부 품목의 시험기법 개선에 관한 연구로 방탄복과 헬멧의 시험방법 개선에 관한 연구가 있으나, 육지가 아닌 해상 등 환경조건에서의 방탄복의 운영 환경을 고려

한 시험방법에 대한 개선점을 분석한 연구는 부족한 실정이다[3,4]. 이에 본 연구에서는 국내외 방탄복 방탄시험 관련 규격을 고찰하고 국내 부력방탄복 시험방법의 개선점을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 방탄시험의 개념과 한국과 미국의 방탄복 방탄시험 규격에 대한 이론적 고찰을 수행하며, 제 3장에서는 국내 부력방탄복 및 미 해군의 방탄복 시험방법을 비교한다. 제 4장에서는 국내 부력방탄복의 방탄시험 기준을 제시하고, 제 5장에서는 본 연구의 결과를 요약하고 의의와 한계점 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 이론적 배경

2.1 방탄시험의 개념

방탄시험은 방탄물자가 특정 탄 또는 파편을 어느 수준에서 방호할 수 있는지 여부를 확인하는 시험이다. 따라서 방탄시험에서는 탄종과 속도가 매우 중요한 요인이라 할 수 있다. 예를 들어 어떠한 방탄물자의 방호등급이 9mm V₀ 436 m/s라 명시되어 있다면, 해당 방탄물자는 436 m/s로 발사된 9mm 권총탄을 방호할 수 있다는 것을 의미한다.

각 시험규격에는 BL, V₅₀, P-BFS 등과 같은 시험방법이 명시되어 있다. BL(Ballistic Limit) 시험은 제시된 속도에서 방탄물자가 관통되지 않아야 하는 것을 의미한다. V₅₀시험은 방탄물자가 갖는 임계속도를 산출하는 시험이다. P-BFS(P-BFS: Perforation and Back Face Signature Test) 시험은 발사체의 충격으로 인한 후면변형량을 확인하여 관통이 되지 않더라도 착용자의 장기 손상 방지를 확인하는 시험이다.

방탄복에 대한 방탄시험은 V₅₀ 시험과 P-BFS 시험이 이루어지고 있다. V₅₀ 시험은 미 군사규격 'MIL-STD-662'와 유럽의 규격 'NATO STANAG 2920'에 명시된 것으로 모의파편체(FSP : Fragment Simulating Penetrator)를 사용하여 시험한다. P-BFS 시험은 NIJ Standard-0101(Ballistic Resistance of Body Armor) 규격에 명시된 시험으로 후면재(Oil Clay)를 사용하여 함몰 깊이를 측정한다.

2.2 우리나라 방탄복 시험규격

우리 군에서 운용 중인 다목적 방탄복은 44 Magnum과 357 SIG 2종의 권총탄과 Cal. 22 파편모의체(FSP

: Fragment Simulating Penetrator)를 방호해야 한다 [5]. 이와 같은 방호수준을 미국 법무성 산하 기관인 National Institute of Justice에서 구분하고 있는 등급과 비교하면 NIJ Standard 0101.06의 Level IIIA급으로 분류할 수 있다[6].

부력방탄복은 국방규격 ‘KDS 4220-3004’에 의해 시험을 진행하고 있으며, ‘KDS 8470-1005’ 파편 및 소총 방호용 방탄복의 방호요구 성능인 Cal. 22 FSP에 대한 V₅₀ 시험만을 요구하고 있다[7,8]. ‘KDS 8470-1005’ 규격은 1997년에 제정된 규격으로 2016년까지 개정되어 운용되어 왔지만, 현재 해당 규격을 요구하는 보호장비는 거의 전무하다. 이에 반해 다목적 방탄복 시험규격인 ‘KDS 8470-4003’은 2013년에 제정되어 지속적인 개정을 통해 현재 구매요구서로 운영되고 있으며, FSP에 대한 V₅₀ 시험과 44 Magnum 권총탄과 357 SIG 권총탄에 대한 후면변형 시험까지 수행하고 있다.

2.3 미군 방탄복 시험규격

미국은 각 군의 작전환경에 부합하는 방탄복 시스템을 운용하고 있으며, 육군은 IOTV를, 해군은 MAS(Marine Armor System)를 운용하고 있다. IOTV는 구매요구서인 ‘FQ/PD 07-05H’에, MAS는 구매요구서인 ‘NQ/PD 16-03B’에 방탄복의 환경처리 방법과 시험 방법이 명시되어 있다. 일반적으로 사용되는 방탄시험 규격은 미 법무성 산하 NIJ(National Institute of Justice)의 ‘NIJ Standard 0101.06’이 있으며, 군사 규격은 ‘MIL-STD-662’가 있다[9-11].

3. 한국과 미국의 부력방탄복 시험방법

3.1 한국의 부력방탄복 시험방법

우리나라의 부력방탄복에 대한 방탄시험은 국방규격 ‘KDS 4220-3004’에 따라 수행되고 있다. 방탄복의 요구성능은 Cal. 22 FSP에 대한 V₅₀이 470 m/s 이상, 방탄판에 대한 요구성능은 7.62mm MSC 탄에 대한 방호한계(BL : Ballistic Limit)가 730 m/s 이상이다. 부력재의 성능은 초기 부력 대비 성능 감소율이 45% 이하로 나타나야 하며, 영구압축률은 18.5% 이하여야 한다.

다목적 방탄복과의 차이점을 살펴보면 환경처리의 경우 방탄복은 NIJ Standard 0101.06의 5항을 준용하여 환경처리하고 방탄판은 동일 규격의 6항을 준용하여 환경

처리하는데 반하여 부력방탄복 시험규격에서는 방탄복과 방탄판 모두 별도의 환경처리를 하지 않는다. 이는 부력방탄복이 파편용 방탄복 국방규격인 KDS 8470-1005의 규격을 준용하고 있기 때문이다. 전술한 바와 같이 현재 군에 도입되고 있는 구매요구서는 다목적 방탄복의 시험규격을 준용하고 있기 때문에 환경처리를 수행하고 있다.

다목적 방탄복에 삽입하는 방탄판은 방탄판 구매요구서 PRD 9515-4006에 따라 NIJ Standard 0101.06의 Level IV 등급을 요구하고 있으며, Cal. 30 AP M2를 방호한다[12]. 이에 반해 부력방탄복 삽입용 방탄판은 7.62mm MSC를 방호한다. 탄종별 관통력을 비교한 선행연구를 살펴보면, 관통력의 순위가 Cal. 30 AP M2, 7N10, K100, KM80, 7.62mm MSC 순으로 나타났기 때문에 현 부력방탄복 규격에서 요구하는 방탄판은 Level III보다 낮은 등급의 방탄판을 규정하고 있다[13]. 본 연구에서는 부력방탄복의 시험방법으로 범위를 한정하였기 때문에 방탄판에 대해서는 추가로 다루지 않는다. 다목적 방탄복과 부력방탄복의 시험방법 차이는 Table 1과 같다.

Table 1. Differences in test methods between multi-purpose body armor and buoyancy body armor

Division	Body Armor	Buoyancy Body Armor
Standard	8470-4003	4220-3004
FSP(Velocity)	Cal. 22 (560)	Cal. 22 (470)
Bullet (Velocity)	.357 SIG (448) .44 Mag (436)	-
P-BFS Test	O	X
Conditioning	Tumbling (10 D)	-

3.2 미국의 해군용 방탄복 시험방법

미 해군의 방탄복에 대한 방탄시험은 구매요구서 ‘NQ/PD 16-03B’에 의해 수행한다. 요구성능은 최초 생산품 시험(FAT : First Article Testing)과 로트 수락 시험(LAT : Lot Acceptance Testing)에 따라 차이가 있다.

최초 생산품 시험은 미국의 IOTV 방탄복 시험과 유사하게 진행한다. 미국 IOTV와의 차이점은 IOTV는 권총탄으로 9mm 탄을 사용하는 반면, MAS는 NIJ Standard 0101.06에서 사용하는 44 Magnum과 357 SIG 탄을 사용한다는 점이다. 또한 IOTV는 방탄복 자체에 시험하나 MAS는 Shoot-Pack을 사용하여 시험을 수

행한다. 사격 발수에도 차이가 있는데 IOTV는 6발을 사격하고, MAS는 4발을 사격한다. 하지만 후면변형은 양쪽 모두 모두 3발만 측정한다.

방탄시험을 하는 환경처리는 해수, 온도, 가속노화, 오일 처리가 있으며, 해수시험은 3%의 NaCl과 5%의 MgCl을 혼합하여 24시간 동안 침수시키고 10분 건조 후 시험한다. 고온처리는 65.5 °C에서 6시간, 저온처리는 -45.5 °C에서 6시간 처리한 뒤 시험한다. 가속노화시험은 최소 50 ppb의 오존 상태에서 72시간 동안 40 °C로 환경처리 후 24시간 ~ 36시간 이내에 방탄시험을 수행한다. POL 처리는 타격면에 12온스의 기름을 바른 상태에서 4시간 동안 상온 보관하고 15분 동안 건조 후 시험한다. 각 환경처리 별 시료 수는 Table 2와 같다.

Table 2. VO FAT Conditioning Protocol

Conditioning	Size		Note
	M	L	
Ambient	9	9	Each Threat (.357 SIG & .44 Mag)
Sea/Salt Water	2	2	
High Temp.	2	2	
Low Temp.	2	2	
Weathered	2	2	
POL Soak	2	2	
Total	19	19	

V₅₀ 시험은 MIL-STD-662F에 따라 수행하며, '3&3' 또는 '5&5' 방법에 의하여 산출한다. 여기서 특이한 점은 '5&5' 방법으로 산출이 어려운 경우 로지스틱 회귀분석을 통하여 16개 이상의 데이터로 추정할 수 있도록 규정하고 있다. 이는 선행연구의 산출방법과 유사하다[14]. V₅₀ 시험에 사용되는 파편모의체의 요구성능은 Table 3과 같으며, 환경처리 별 시료 수량은 Table 4와 같다. LAT에서는 권총탄에 대한 방탄 성능시험을 추가로 수행하며 요구성능은 Table 5와 같다.

Table 3. Base vest assembly fragmentation protection

Fragment Projectile	V ₅₀ ⁰ Dry	V ₅₀ ⁰ Wet	V ₅₀ 45 Dry
2gr. RCC	826.0	784.9	853.4
4gr. RCC	731.5	701.0	749.8
16gr. RCC	624.8	585.2	634.0
64gr. RCC	506.0	490.7	506.0
16gr. RCC Hot	609.6	-	-
16gr. RCC Cold	609.6	-	-
16gr. RCC Aging	609.6	-	-
16gr. RCC After POL	579.1	-	-
17gr. FSP	563.9	-	-

Table 4. V50 FAT Protocol

Test	2 [*]	4 [*]	16 [*]	64 [*]	17 ^{**}	357 ^{***}	44 ^{****}
V ₅₀ ⁰ Dry	1	1	1	1	1	1 [#]	1 [#]
V ₅₀ ⁰ Wet	1	1	1	1			
V ₅₀ 45 Dry	2	2	2	2			
V ₅₀ ⁰ High Temp.			1				
V ₅₀ ⁰ Low Temp.			1				
V ₅₀ ⁰ Aging			1				
V ₅₀ POL Oil ⁰			1				
V _s /V _r ⁰	1	1	1	1			
V _s /V _r 45	2	2	2	2			
Contingency	8						
Total	43						

^{*} grain RCC / ^{**} grain FSP / ^{***} .357 SIG / ^{****} .44 Magnum
[#] No perforations below max V0

Table 5. Handgun ballistic characteristics

Test Bullet	Bullet Mass	Velocity	Deformation
.357 SIG FMJ FN	8.1 g	439 m/s	44.0 mm
.44 Magnum SJHP	15.6 g	427 m/s	44.0 mm

4. 개선방안

본 절에서는 3장에서 살펴본 미국과 한국의 부력 방탄복의 방탄시험 방법 비교를 토대로 시험방법 개선 분야를 도출하였다. 도출된 개선 분야는 환경처리의 추가 및 방호성능의 향상이다.

4.1 환경처리의 추가

방탄복은 일반적으로 섬유 소재를 사용하기 때문에 열과 습도에 의한 소재의 변형이 발생할 수 있다. 실제로 부력방탄복을 운용하는 해군의 경우 바다와 중증지역을 오가는 환경에 노출될 수 있기 때문에 특수한 상황을 가정한 환경시험을 반영할 필요가 있다.

국내 다목적 방탄복은 이러한 환경을 고려하여 일종의 가속노화시험 개념으로 환경처리를 실시하고 있으며, 그 방법은 드럼세탁기와 유사한 형상의 텀블러 장비에서 10일간 65°C의 온도에 50%의 상대습도 환경에서 5r/min의 속도로 회전시키는 것이다[15]. 미 해군 방탄복은 고온환경, 저온환경, 염수침수, 오존시험, 가속노화, 오일

Table 6. Comparing Test Methods between Korea and USA and Improvement Plan (FAT)

Division		U.S.A(MAS)	KOREA (Body Armor)	KOREA(Buoyancy Body Armor)	Improvement Plan	Remarks
Conditioning		Hot (65.5°) 6h	Hot (65°) 7,200h	-	Hot (65.5°) 6h	Improve Improve Improve Current Current Current Current
		Cold (-45.5°) 6h	-	-	Cold (-45.5°) 6h	
		Seawater 24h	Water 30min	-	Seawater 24h	
		Ambient (20°)	Ambient (25°)	Ambient (21°)	Ambient (20°)	
		Weatherometer	-	-	-	
		Accelerated Aging POL Oil	-	-	-	
V50	FSP	Cal. 22 (563.9 m/s ~)	Cal. 22 (560 m/s ~)	Cal. 22 (470 m/s ~)	Cal. 22 (560 m/s ~)	Improve
	RCC	2/4/16/64 grain	-	-	16 grain	Improve
P-BFS (Handgun Bullet)		By each conditioning 19 shoot pack	By each conditioning 8 body armor panel (Lot size : 1,000 ~ 7,000)	-	By each conditioning 8 body armor panel (Lot size : 1,000 ~ 7,000)	Improve
		.357 SIG & .44 Mag	.357 SIG & .44 Mag	-	9mm (425 m/s)	Improve
Buoyancy test (Finished body armor)		minimum of 7 kg of buoyancy	N/A	minimum of 10 kg of buoyancy	-	Current

시험을 수행하여 환경 처리한 뒤에도 방탄성능이 유지되는지 여부를 검사하기 때문에 국내 부력방탄복도 다양한 환경을 반영한 환경처리에 대한 시험방법이 추가될 필요가 있다. 현재 부력방탄복 시험규격에서 수행하는 별도의 환경처리는 없는 상태이기 때문에 미국의 MAS와 한국의 다목적 방탄복, 이 외에 MIL-STD-810[16]을 살펴보고 다양한 환경처리 조건을 고려할 필요가 있다.

4.2 방호성능의 향상

부력방탄복의 방호기준은 FSP 파편모의체에 대한 방호능력 확보만을 요구하고 있으나, 현대전에서는 다양한 위협에 노출되어 있으므로 작전환경의 변화에 따른 추가적인 파편에 대한 방호력을 고려할 필요가 있다. FSP에 대한 방호수준도 국/내외의 군에서 운용 중인 방탄복보다 낮게 설정되어 있어 일부 고품탄에 대한 방호가 불가능할 수 있다. 우리나라의 다목적 방탄복의 FSP에 대한 방호요구성능도 기존 470 m/s에서 2014년 560 m/s로 확대된 바가 있으며, 미국 MAS도 563.9 m/s의 방호성능을 요구하기 때문에 장병의 안전성 확보를 위해 요구성능의 증대가 필요하다. 또한 Cal. 22 FSP 외에도 최근 테러단체의 급조폭발물(IED : Improvised Explosive Device)로 인한 위협을 모사한 RCC에 대한 시험을 수행할 필요가 있다[17]. 다만, 해군의 경우 육지에서 급조폭발물의 위협에 노출된 확률이 상대적으로 적으므로 모

든 RCC가 아닌 일반적인 RCC에 대한 방호성능 추가가 필요할 것이다.

다음으로 권총탄에 대한 방호성능 측정이다. 부력방탄복을 운영하는 해군의 작전환경을 고려할 때 권총에 피격될 확률은 극히 드물 것으로 판단된다. 하지만 파편 이상의 다른 위협으로부터 장병의 생명을 보호하기 위해서는 일부 권총탄에 대한 방호성능이 추가될 필요가 있을 것이다. 하지만 미 해군의 요구성능인 NIJ Standard 0101.06의 IIIA 수준은 함정 위에서 피격 확률이 없기 때문에 불필요할 것으로 판단되며, 미 육군의 방탄복과 방탄헬멧의 방탄시험에서 사용하는 9mm 권총탄의 방호성능을 추가하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. Table 6은 미군의 MAS와 한국의 다목적 방탄복을 비교하여 부력방탄복의 방탄시험 방법 중 탄종과 환경처리 방법에 대한 개선안을 정리한 것이다.

5. 결론

본 연구는 국내 부력방탄복 시험방법의 개선점에 대해 연구하였다. 국내 다목적 방탄복이나 해의 방탄복은 개발과 동시에 시험규격을 지속적으로 개선하고 연구를 수행하고 있지만 우리나라의 부력방탄복은 시험 방법에 대한 연구가 거의 진행되지 않은 실정이다. 또한 지금까지

국내에서 수행된 방탄복 관련 연구는 소재개발에 치중되어 있으며, 시험방법을 개발하고 개선하는 것에 대한 관한 연구는 부족한 실정이었다. 이를 위해 본 연구에서는 국내외 방탄복의 요구성능 및 시험방법을 고찰하여 시험 및 방호성능을 선진국 수준으로 향상시켜 해군 장병의 생존성을 증대시키고자 하였다. 국내외 해외 방탄복의 방탄요구성능을 비교한 결과, 국내 다목적 방탄복은 FSP와 357 SIG, 44 Magnum 권총탄에 대한 방호성능을 보유하고 있고, 미국의 방탄복은 FSP 및 RCC 파편모의체와 357 SIG, 44 Magnum, 9mm 권총탄에 대한 방호성능을 보유하고 있는 것을 알 수 있었다.

한국과 미국의 방탄복 시험방법을 비교하여 개선점을 도출한 결과는 다음과 같다. 첫째, 환경처리 범위의 추가이다. 현재 우리나라 부력방탄복 시험규격에서 수행하는 환경처리는 별도로 없다. 해군이 대면하는 작전환경인 해수와 중동지방의 고온, 우리나라의 사계절 등을 고려할 때, 미 해군 방탄복의 환경처리 요건을 반영하여 고온(65.5 °C)과 저온(-45.5 °C), 염수 처리 각각의 환경처리 후에 방탄시험을 실시하도록 반영할 필요가 있다.

둘째, 방호수준의 추가에 있어서 추가 탄종의 고려이다. 미 해군의 방탄성능시험 방법에 의거하여 일부 RCC 파편모의체를 추가하고, FSP에 대한 요구탄속을 최소 국내 다목적 방탄복 수준으로 상향시켜야 할 것이다.

본 연구의 시사점 및 의의는 우리나라가 선진국의 대열에 들어섬에 따라 위상을 유지하기 위해 요구되는 작전환경의 범위가 증가한 상황에서 다양한 환경에서 장병의 생존성을 확보할 필요성이 제기되었다. 이러한 상황에서 증대된 작전환경의 범위를 고려하여 선행연구와 문헌 고찰을 통해 시험방법의 개선 방향을 제시하였다는 점이다. 본 연구 결과를 토대로 국내 방탄복의 방호수준 향상 및 방호물자의 군사요구도 작성 시 도움이 되었으면 한다. 하지만 이러한 시사점에도 불구하고 향후 연구에서 보완해야 할 한계점을 가지고 있는데, 바로 실제 부력방탄복의 운영 환경을 정확히 측정하지 못했다는 점이다. 향후 연구에서는 함정에 센서를 설치하나 실 착용자의 인터뷰 등을 반영하여 연구를 수행한다면 좀 더 의미 있는 결과가 나타나게 될 것으로 판단된다.

References

- [1] W. S. Tae, G. I. Kim, "Failure Mechanism Analysis and Performance Change of Ballistic Resistance Material on Wet Condition", *Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology*, Vol. 16, No. 6, pp. 803-810, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.9766/KIMST.2013.16.6.803>
- [2] Dodd, S., Malbon, C., Critchley, R., Lankester, C., O'Rourke, S., Corke, T., Carr, J., "Effects of Salt Water on the Ballistic Protective Performance of Bullet Resistant Body Armour", *The Police Journal*, Vol. 92, No. 3, pp. 264-273, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0032258X18809905>
- [3] S. H. Gu, Y. C. Kim, J. H. Park, "A Study on the Bulletproof Test Standard for Body Armor", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 22, No. 11, pp. 395-403, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.11.395>
- [4] S. H. Gu, K. M. Kim, J. H. Park, S. H. Song, "A Study on Improvement of Ballistic Testing Method for Combat Helmet", *J Korean Soc Qual Manag*, Vol. 47, No. 2, pp. 283-294, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.7469/JKSQM.2019.47.2.283>
- [5] Republic of Korea Army, Proposal for the Manufacturing and Delivery Business of Type 3 Vests., 2021.
- [6] National Institute of Justice. "Ballistic Resistance of Body Armor" NIJ Standard 0101.06. U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, Washington, DC. 2008.
- [7] Republic of Korea Department of Defense, "Buoyancy Body Armor for Ships", Korea Defense Standard, KDS 4220-3004, 2016.
- [8] Republic of Korea Department of Defense, "Body Armor, Fragment", Korea Defense Standard, KDS 8470-1005, 2016.
- [9] U.S. Department of Defense, "Body Armor, Multiple Threat / Interceptor Improved Outer Tactical Vest(IOTV) Generation IV", Purchase Description, FQ/PD 07-05H, 2014.
- [10] U.S. Department of Defense, "Body Armor, Maritime Armor System(MAS)", Purchase Description, NQ/PD 16-03B, 2019.
- [11] U.S. Department of Defense, "V50 Ballistic Test for Armor", DOD Test Method Standard, MIL-STD-662F, 1997.
- [12] Republic of Korea Department of Defense, "Armor Plate, Level IV", Purchase Description, PRD 9515-4006, 2019.
- [13] S. H. Gu, Y. C. Kim, S. H. Song, "Comparative Study on Penetration Performance of Bulletproof Test Ammunition", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 23, No. 5, pp. 246-252, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.5.246>
- [14] S. H. Gu, S. M. No, S. H. Song, "A Study on V50 Calculation in Bulletproof Test using Logistic Regression Model", *J Korean Soc Qual Manag*, Vol. 46, No. 3, pp. 453-464, 2018.

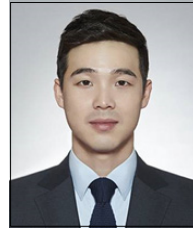
[1] W. S. Tae, G. I. Kim, "Failure Mechanism Analysis and Performance Change of Ballistic Resistance Material

DOI: <https://doi.org/10.7469/JKSQM.2018.46.3.453>

- [15] S. H. Gu, S. B. Ryu, S. H. Song, "The Effect of Environmental Treatment of Body Armor on Bulletproof Performance", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 23, No. 11, pp. 136-141, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.11.136>
- [16] U.S. Department of Defense, "Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests", DOD Test Method Standard, MIL-STD-810H, 2019.
- [17] Cline, J., Moy, P., Harris, D., Yu, J., and Wetzel, E. "Ballistic response of woven Kevlar fabric as a function of projectile sharpness", Dynamic Behavior of Materials, Vol. 1, pp. 13-16, 2020.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30021-0_3

박 중 화(Joong-Hwa Park)

[정회원]



- 2023년 8월 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템 전공 (공학석사)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 국방종합시험단 선임기술원

<관심분야>

방탄 신뢰성평가, 국방 안전, 금융공학

구 승 환(Seung-Hwan Gu)

[정회원]



- 2014년 8월 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템 전공 (공학박사)
- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 국방신뢰성연구센터 선임연구원

<관심분야>

방탄 신뢰성평가, 국방 안전, 금융공학

박 호 연(Ho-Yun Park)

[정회원]



- 2011년 2월 : 연세대학교 화학공학과 (공학학사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 전력지원체계연구센터 연구원

<관심분야>

방탄신뢰성평가, 품질경영

조 성 환(Seong-Hwan Cho)

[정회원]



- 2018년 2월 : 숭실대학교 정보통신전자공학 전공 (학사)
- 2017년 12월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 국방종합시험센터 연구원

<관심분야>

전자공학, 컴퓨터 비전, 방탄신뢰성평가