

## 방탄복 방탄시험 기준에 관한 연구

구승환\*, 김영철, 박종화  
국방기술품질원

### A Study on the Bulletproof Test Standard for Body Armor

Gu Seung Hwan\*, Kim Young Chul, Park Joong Hwa  
Defense Agency for Technology and Quality

**요약** 본 연구는 국내 방탄복 시험방법에 대한 연구가 부족한 상황에서 미국의 방탄복 시험방법을 살펴보고 우리나라의 실정에 부합하는 방탄복 시험기준을 연구하였다. 한국형 방탄복 방탄시험 기준을 도출한 결과는 다음과 같다. 첫째, 환경 처리는 텀블링, 고온처리, 저온처리, 가속노화, 해수침수로 구분하여 수행한다. 둘째, 파편방호는 FSP와 RCC에 대한  $V_{50}$  시험을 수행한다. 권총탄은 9mm 탄환만을 사용하고 후면변형을 측정한다. 탄속은 개정되는 NIJ를 준용하여 환경처리한 시료와 하지 않은 시료 모두 동일하게 적용하고 속도는 NIJ보다 높은 IOTV에서 사용하는 속도를 적용한다. 셋째, 추가 기술요건의 제안으로 군사요구도 작성 시 무게 대신 면밀도의 적용을 제안했으며, 여성용 방탄복 시험을 위한 보완 사항을 제안하였다. 본 연구는 방탄복의 성능을 시험하기 위한 별도의 국내 연구가 부족한 실정에서 기준을 제시하였다는 점을 들 수 있다. 향후 연구에서는 방검시험 및 유연성시험 등의 방법 제시가 필요할 것으로 판단된다.

**Abstract** This study examines the test methods for body armors in Korea and the United States and presents the test standards for Korean body armor. The US military was conducting tests with various fragments to figure out protective measures against high explosives and improvised explosive devices. As part of these tests, conditioning is carried out considering various battlefields. There is also a difference between the NIJ and the US military standards for tests that involve fragments. The details of the present study on the bulletproof test standards derivation for the Korean body armor are as follows. First, conditioning is performed by dividing it into tumbling, high-temperature treatment, low-temperature treatment, accelerated aging, and seawater immersion. Second, for the protection against fragments, the  $V_{50}$  test for FSP and RCC is performed. The pistol uses a 9mm bullet and measures the Back Face Signature. The bullet velocity is applied equally to all samples by following the revised NIJ mutatis mutandis, and a higher velocity is applied in IOTV than the one in the NIJ. Third, as a technical requirement proposal, supplementary measures are proposed to apply detailed density to the military requirements and to test body armor for women.

**Keywords** : Bulletproof Body Armor, Test Method, Bulletproof Test, IOTV, SPCS

---

\*Corresponding Author : Gu Seung Hwan(Defense Agency for Technology and Quality)

email: gsh999@hanmail.net

Received October 5, 2021

Accepted November 5, 2021

Revised October 12, 2021

Published November 30, 2021

## 1. 서론

개인 방호장비 중 하나인 방탄복은 고풍탄 등에 의한 파편과 탄에 인한 신체 손상을 방지하기 위한 필수장비이다. 현재 장병들에게 보급되고 있는 방탄복의 방탄성능 시험은 국방규격 또는 구매요구서에서 정하는 절차에 따라 이루어지고 있으며, 국방규격에서 요구하는 방탄성능 시험의 방법과 기준은 미국 법무성 산하 국립사법연구소 NIJ(National Institute of Justice)의 NIJ Standard 0101.06와 미 군사규격 MIL-STD-662F를 준용하여 개발되었다[1,2]. NIJ는 방탄복 외에도 방탄헬멧, 방탄소재 등에 대한 시험 규격을 제정 및 관리하고 있는 기관으로 전 세계에서 NIJ Standard 0101.06의 방호레벨이 일반적으로 통용되고 있다.

우리나라는 1997년부터 PASGT (Personnel Armor System for Ground Troops) 형태의 방탄복을 운영하였으며, 2014년 다목적방탄복을 개발/전력화하여 현재까지 운용하고 있다. 최근 개발되고 있는 방탄복은 육군에서 2018년 공개한 위리어플랫폼에 포함되는 방탄복으로 I, II, III형으로 구분하고 있다. 내용을 살펴보면 방호면적과 작전 활동성을 고려하여 형태를 나누었으나, 방호수준은 I, II형은 현재 군에서 운용중인 다목적 방탄복과 동일한 것으로 판단된다(NIJ Level IIIA 수준). 또한 III형은 플레이트 캐리어(Plate Carrier)로 별도의 방호성능을 갖지 않는 것으로 판단된다[3].

방탄복에 대한 최신 동향을 살펴보면 미국 비롯한 다양한 국가에서 경량화와 생존성 향상, 여러 환경에서의 방탄성능 검증, 편의성 향상 등의 특성 위주로 방탄복을 개발/운영하고 있다[4,5]. 방탄복의 성능이 개선됨에 따라 이를 시험하기 위한 방법도 개선되고 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 우리 군의 다목적방탄복은 국방규격 'KDS 8470-4003'에 의거하여 방탄시험을 수행하고 있다. 이 국방규격에서 제시하는 방호성능은 파편모의체(FSP : Fragment Simulating Penetrator)와 권총탄(.357 SIG, .44 Magnum)을 방호하는 성능으로써, 이는 미국에서 2008년에 개정된 NIJ Standard 0101.06를 준용한 것이다.

NIJ Standard는 비교적 명확한 시험절차와 Level을 설정해놓았기 때문에 시험의 객관성과 용이성을 확보할 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 시험대상이 되는 방탄복이 민수용에 초점이 맞춰져 있다는 점이 한계점으로 작용한다. 이러한 점을 고려할 때, NIJ 기반의 시험방법을 군에 적용하는 것은 적합하지 않을 소지가 있을 수 있

다. 실질적으로 미국 OTV나 IOTV의 시험에 사용되는 총탄과 NIJ에서 사용하는 총탄에 차이가 있으며, 용도에 차이가 존재하기 때문에 일부 기준을 우리나라에 맞게 개정한다면 더욱 경량화되고 안전한 방탄복의 도입이 가능할 것으로 판단된다. NIJ Standard에서 요구하는 .44 Magnum의 경우 NIJ Standard 0101.01 버전에는 존재하지 않았으며, NIJ Standard 0101.02에서 추가된 것을 알 수 있다. 세부적인 이력을 살펴보면 그 당시 미국 경찰이나 FBI가 입는 방탄복이 특정 권총탄에 대한 보호가 되지 않기 때문에 가장 강한 탄종인 .44 Magnum을 추가한 것으로 나타나고 있다[6,7]. 또한 최근의 연구를 살펴보면 .44 Magnum 탄 및 44mm 후면변형으로 인한 신체손상의 위험에 대한 의문도 제기되고 있다[8]. 이를 반영하듯 NIJ는 2018년 Standard 0101.06의 개정 초안인 NIJ Standard 0101.07을 발표하였으며, ASTM의 적용 등 일부 시험방법에 대한 개선을 다루고 있다. 우리나라의 경우 국내 총기소지가 제한되는 점과 방탄복을 사용하는 곳이 대부분 군부대인 것을 감안할 때, 한국의 상황을 바탕으로 하는 한국형 방탄복의 방탄시험 기준에 대한 연구가 필요한 시점이라 할 수 있겠다. 이를 위해 미국의 IOTV와 SPCS에서 시험하는 방법을 고찰하고 국내 실정에 부합하는 시험방법을 적용해야 할 것이다.

국방기술품질원은 방탄시험에 대한 KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme) 인정을 2017년 획득하여 방탄성능시험을 운영하고 있다. 본 연구는 그간 방탄복에 대한 연구와 시험을 진행하는 과정에서 획득한 해외 방탄복 시험규격과 요구조건을 검토하고 국내의 시험방법과 비교하여 한국형 방탄복의 시험방법을 제시하기 위해 진행되었다. 본 연구에서는 미국의 IOTV와 SPCS에서 요구하는 방호성능을 바탕으로 방탄복 시험방법을 제시하고자 하였다. 그간 우리나라는 미국의 MIL Standard(군사 표준)나 NIJ Standard(미 법무성 사법연구소 표준)의 기준을 맹목적으로 적용해왔고 관련한 지원이 부족했기 때문에 시험방법에 대한 연구가 부족한 실정이었다. 본 연구에서는 실제 방탄성능시험을 운영하면서 획득한 노하우를 바탕으로 국내 방탄복 시험방법을 제시하고 나아가 위리어플랫폼을 비롯한 군과 경찰에 사용되는 방탄복의 규격 작성에 유용한 정보를 제공하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 방탄시험의 개념과 기본적인 시험 방법에 대한 이론적 고찰을 수행하며, 제 3장에서는 국내 방탄복의 시험방법 및 미국의 방탄복 시험방법을 분석한다. 제 4장에서는 국내

방탄복의 방탄시험 기준을 제시한다. 마지막으로 제 5장에서는 본 연구의 결과를 요약하고 의의와 한계점 및 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 방탄시험의 개념

방탄시험은 방탄복에 특정 탄 또는 파편을 사격하여 방탄복이 특정 탄에 대해 어느 속도까지 방호할 수 있는가를 확인하는 시험이다. 각 시험규격에는 BL, V<sub>50</sub>, P-BFS 등과 같은 시험방법이 있으며, 탄종과 탄속은 각 방탄시험 규격에 제시된다[1,2]. 먼저 BL(Ballistic Limit) 시험은 관통여부를 확인하는 시험으로 제시된 속도에서 관통되지 않아야 한다. V<sub>50</sub>시험은 방탄복이 갖는 임계속도를 산출하는 것으로 방탄복이 관통되기 직전의 속도를 추정하는 시험이다. P-BFS(P-BFS: Perforation and Back Face Signature Test) 시험은 탄도 충격 후 방탄복의 후면변형발생으로 인한 장기 손상을 방지하기 위해 후면변형치가 규격 내에 위치하는지를 측정하는 시험이다.

방탄복에 대한 방탄시험은 V<sub>50</sub> 시험과 P-BFS 시험이 이루어지고 있다. V<sub>50</sub> 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 국내외 방탄시험규격

국외 방탄시험 규격 중 가장 다양한 분야에 적용되고 있는 규격은 'MIL-STD-662F'이다. 'MIL-STD-662F'는 특정 탄약과 속도를 규정하고 있지 않고 V<sub>50</sub>을 산출하는 방법과 시험절차, 장비, 시험장의 물리적 조건과 전문용어에 대한 일반적인 지침을 제공하고 있어, 방탄복을 비롯한 방호소재에 다양하게 적용되고 있다. 'NIJ Standard-0101.06' 규격은 개인용 방호장구류인 방탄복 및 방탄판에 대한 전처리(환경처리) 방법과 방탄시험절차, 시험탄종 및 탄속 등을 Level별로 제공하고 있다. 'NIJ Standard-0101.06'은 P-BFS 시험방법을 상세히 설명하고 있다.

국내 다목적방탄복 국방규격은 'KDS-8470-4003'이 있으며 방탄복과 방탄판에 대한 요구조건이 명시되어 있다. 국방규격에서는 방탄복의 방탄시험을 위해 파편과 권총탄에 대한 방호성능을 다루고 있으며, 전술한 'MIL-STD-662F'과 'NIJ Standard 0101.06' 규격을 바탕으로 작성되었다.

Table 1. Evolution of Body armor for USA

Timeline	1998	2007	2010	2016~	2013~
	OTV(IBA)	IOTV Gen I	IOTV Gen II	IOTV Gen VI	SPCS
Design					
Weight (M size)	without Plates : 8.4 lb Total system (with SAP) : 16.4 lb	Total System : 15.09 lb IOTV with ESAPI and ESABI : 31.09 lb	Total System : 15.69 lb IOTV with ESAPI and ESABI : 31.69 lb	Total System : 15.5 lb IOTV with ESAPI and ESABI : 31.5 lb	Non Side Plate : 4.37 lb SPCS with ESAPI and ESBI : 18.35 lb
Threat(s)	9mm ball RCC	9mm ball RCC	9mm ball RCC FSP	9mm ball RCC FSP	9mm ball FSP
Standard & TM	CO/PD 00-02H TM 10-8470-208-24&P	FQ/PD 07-05B TM 10-8470-208-10	FQ/PD 07-05E TM 10-8470-208-10	FQ/PD 07-05G TM 10-8470-215-10	AR/PD 10-04E TM 10-8470-209-10

### 2.3 미국 방탄복의 발전 동향

미국은 1990년대 OTV(Outer Tactical Vest) 형태의 방탄복을 개발하여 운영해오다가 2000년대 기존 OTV의 문제점을 보완한 IOTV(Improved Outer Tactical Vest)를 개발하여 운영하고 있다. 이후 지속적으로 방탄복을 개선하여 2016년에는 IOTV를 4세대까지 발전시켜 운영하고 있다. 이와 병행하여 별도 특수 부대 등의 용도로 기존의 방탄복을 경량화한 플레이트 캐리어 개념의 SPCS(Soldier Plate Carrier System)도 운영하고 있다. Table 1은 미군 방탄복의 각 세대별 발전내용에 대해 정리한 것이다. 최근에는 SPS(Soldier Protection System) 내에 TEP(Torso and Extremity Protection) 시스템의 개념을 도입하여 경량화와 모듈화를 시도하고 있으며, 구성은 Fig. 1과 같다[9].



Fig. 1. Torso and Extremity Protection

## 3. 한국과 미국의 방탄복 시험방법

### 3.1 한국군의 방탄복 시험방법

우리나라의 다목적방탄복에 대한 방탄시험은 국방규격 'KDS 8470-4003' 및 구매요구서에 따라 수행하며, FSP에 대한  $V_{50}$ 과 권총탄에 대한 BL, P-BFS를 시험한다. 먼저  $V_{50}$ 은 MIL-STD-662F에 따라 별도의 환경처리 없이 Cal. 22 FSP를 사격한다. 요구성능은 560 m/s 이상이며, 몸통 부위 외에 목 및 팔 부위에도 추가사격을 실시한다. BL 및 P-BFS 시험은 NIJ Standard 0101.06의 7.8항에 따라 실시하며, NIJ Standard 0101.06 5항의 환경처리(텀블링)를 실시한 것과 환경처리를 실시하지 않은 방탄복에 대해 방탄시험을 수행한다. 탄종은 .357SIG 권총탄과 .44Magnum 권총탄으로 시험하며

구체적인 탄속은 Table 2와 같다. 사격 위치는 상단과 좌측, 우측 그리고 중앙 부위에 총 6발을 사격하며 위치는 Fig. 2와 같다. 이 때, 탄착점 간의 거리는 각 탄종 별 최소 51 mm, 76 mm 이상 이격시켜 사격하며, 상단 및 좌우측 사격 후에는 후면변형치를 Fig. 3과 같이 측정하여 44mm 이내로 발생했는지 확인한다.

Table 2. Test bullet & velocity of the Body Armor

Division	Bullet	Velocity	Method
Non Conditioning	Cal.22 FSP	560 m/s	$V_{50}$
	.357 SIG	448 m/s	P-BFS / BL
	.44 Mag	436 m/s	
Conditioned	.357 SIG	430 m/s	
	.44 Mag	408 m/s	

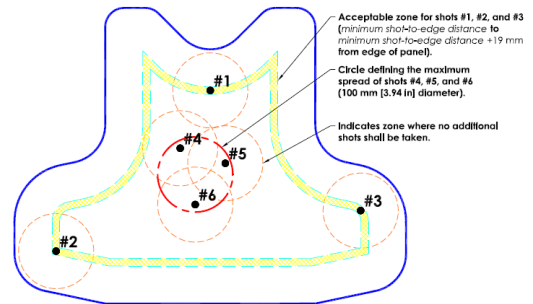


Fig. 2. General armor panel impact locations[2]

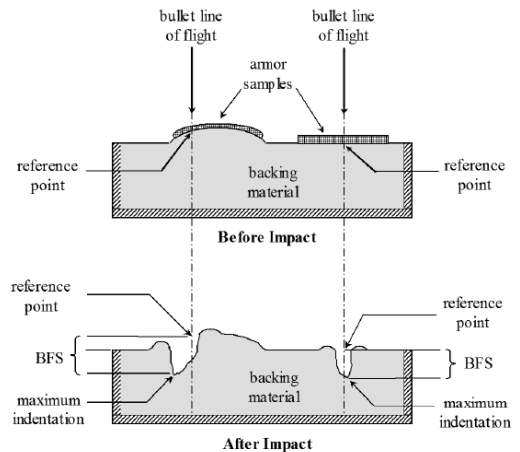


Fig. 3. Examples of BFS measurements[2]

### 3.2 미군 방탄복 방탄시험 방법

미군 방탄복 시험방법을 확인하기 위해 IOTV GEN III과 SPCS 시험방법을 고찰하였다. IOTV GEN III는 'FQ/PD-07-05G' 규격에 의거하여 시험하며[10], SPCS는 'AR/PD 10-04E' 시험 규격을 따른다[11]. 먼저 IOTV 시험에서는 파편과 권총탄에 대해서 시험한다. 파편의 경우 국방규격과는 다르게 FSP 외에도 RCC(Right Circular Cylinder) 파편을 사용하여 시험한다. 또한 0도, 45도 각도에서의 V<sub>50</sub>을 시험하며, 침수 처리 후에도 시험을 수행한다. 각각의 부위에 따라서 요구되는 성능이 다른데 이는 부위별로 치명상을 입을 확률이 다르기 때문으로 사료된다. 특히 16 grain RCC의 경우 고온처리와 저온처리, 가속노화시험을 수행한 후에도 사격을 진행한다. 권총탄은 9mm 보통탄을 사용하여 V<sub>50</sub>과 V<sub>0</sub> 시험을 수행하며, 각도에 따라 사격한다. IOTV의 시험방법 및 요구속도를 요약정리하면 Table 3 및 Table 4와 같다.

Table 3. IOTV Fragmentation protection & minimum V<sub>50</sub>

Fragment Projectile	V <sub>50</sub> , Dry, 0 degree, ft/s(m/s)	V <sub>50</sub> , Wet, 0 degree, ft/s(m/s)	V <sub>50</sub> , Dry, 45 degree, ft/s(m/s)
Base vest assembly, groin, collar, lower back and deltoid protector			
2 gr. RCC	2710(826)	2575(785)	2800(853)
4 gr. RCC	2400(732)	2300(701)	2460(750)
16 gr. RCC	2050(625)	1920(585)	2080(634)
64 gr. RCC	1660(506)	1610(491)	1660(506)
16 gr. RCC*	2000(610)	-	-
16 gr. RCC**	1900(579)	-	-
17 gr. FSP	1850(564)	-	-
Yoke (with base)			
2 gr. RCC	3080(939)	3000(914)	3350(1021)
4 gr. RCC	2700(823)	2550(777)	2800(853)
16 gr. RCC	2280(695)	2150(655)	2330(710)
64 gr. RCC	1800(549)	1700(518)	1900(579)
17 gr. FSP	2170(661)	-	-
Yoke (without base)			
17 gr. FSP	1120(661)	-	-
* After hot and cold temperatures, accelerated aging			
** After POL			

Table 4. IOTV Handgun protection & minimum V<sub>50</sub> & V<sub>0</sub>

Projectile	V <sub>50</sub> , 0 degree, ft/s(m/s)	V <sub>50</sub> , 0&30 degree, ft/s(m/s)	Deformation (mm)
9mm, 124 gr. FMJ	1525(465)	1400(427)	44.0

다음으로 SPCS 시험에서도 파편과 권총탄에 대해서 시험하며, 파편은 IOTV와는 다르게 FSP만 사용하여 시험한다. 이는 경량화를 목적으로 개발된 캐리어의 성격이 반영된 것으로 사료된다. 각도 및 침수 후 사격은 IOTV와 동일하고, 권총탄에 대한 시험도 IOTV와 동일하다. Table 5는 파편에 대한 속도 및 요구조건을 나타낸다.

Table 5. SPCS Fragmentation protection & minimum V<sub>50</sub>

Fragment Projectile	V <sub>50</sub> , Dry, 0 degree, ft/s(m/s)	V <sub>50</sub> , Wet, 0 degree, ft/s(m/s)	V <sub>50</sub> , Dry, 45 degree, ft/s(m/s)
17 gr. FSP	1850(564)	1720(524)	1880(573)
17 gr. FSP*	1800(549)	-	-
17 gr. FSP**	1700(518)	-	-
* After hot and cold temperatures, accelerated aging			
** After POL			

환경처리 부분을 살펴보면 침수시험은 염수(3% 염화나트륨, 0.5% 염화마그네슘 함유)로 구성된 물에 방탄복이 완전히(수면에서 최소 100 mm 이하) 잠길 수 있도록 하며, 24시간동안 침수시킨다. 침수 완료 후 10분을 건조시킨다. 고온처리는 온도 (68.3 ~ 73.9) °C에서 6시간 처리하며, 저온처리는 온도 (-51.1 ~ -56.7) °C에서 6시간 처리한다. 가속노화시험은 ASTM D 1149 규격을 일부 수정하여 수행하는데, 총 72시간 동안 40 °C의 온도와 최소 50 ppm의 오존환경에 노출시킨다. 유체시험인 POL(Petroleum, Oil, and Lubricant)은 각각의 상태에서 4시간 동안 수행한다. 이와 같은 모든 환경처리가 완료된 이후 60분 이내에 시험을 완료한다.

지금까지 한국과 미국의 시험방법을 비교하면 한국의 경우 FSP 파편 및 NIJ에서 요구하는 환경처리만 수행하는 반면, 미국의 경우 다양한 환경조건과 파편방호를 고려하고 있음을 알 수 있었다. 우리나라도 군이 대면하는 환경조건 및 전장상황을 고려하여 시험방법에 적용할 필요가 있다.

### 4. 한국군 방탄복 방탄시험 기준 제안

본 장에서는 3장에서 고찰한 한국과 미국의 방탄시험 방법을 토대로 한국군에 적합한 방탄시험 환경처리 기준과 적용 탄종 및 탄속 기준을 제안하고 추가적으로 기술

되어야 할 요건들을 제안한다.

#### 4.1 환경처리

방탄복의 환경처리는 환경처리를 수행하는 것과 환경 처리를 하지 않는 것으로 구분한다. 환경처리는 각각의 시료에 수행하며, 텀블링, 고온처리, 저온처리, 가속노화, 해수침수로 구분하여 수행한다. 텀블링과 가속노화시험을 수행하는 이유는 방탄복이 시간의 경과에 따라 노화되어도 성능을 발휘할 수 있는지에 대해 확인하기 위함이다. 가속노화시험은 향후 추가연구를 통해 텀블링 결과와 비교하여 삭제가 가능하다. 다음으로 온도처리는 소재의 물성 및 특성으로 인해 특수한 환경(예를 들면 고온·다습한 경우)에서 재질 변형이 발생할 우려를 반영한 것으로 우리나라의 사계절을 고려하여 설정하였으며, 중등 등에 파병하는 경우에도 방탄성능을 유지할 수 있도록 한 것이다. 마지막으로 해수침수는 방탄복의 섬유 재질과 사람의 땀, 상륙작전 시 착용 가능성을 고려한 것이다.

텀블링 시험방법은 NIJ Standard를 준용하여 수행하고, 고온시험과 저온시험, 해수시험, 가속노화시험방법은 FQ/PD-07-05G 규격을 준용하여 수행한다. 환경처리 방법에 대해 정리하면 Table 6과 같으며, 기존 한국군의 기준에 고온, 저온, 염수, 가속수명시험을 추가한 것이다.

Table 6. Method & Conditions of the Conditioning

Division	Method	Conditions	Standard
Non Conditioning	Ambient	-	-
Conditioned	Tumbling	65℃, R.H. 80%, 5rpm, 10d	①
	Hot temp.	68.3~73.9℃, 6h	②③
	Cold temp.	-51.1~-56.7℃, 6h	②③
	Sea water	3% sodium & 0.5% magnesium, 24h	②③
	Accelerated aging	40℃, 50 per hundred million of ozone, 72h	④

Note. ① NIJ Standard 0101.06, ② FQ/PD-07-05G, ③ AR/PD 10-04E, ④ ASTM D 1149

#### 4.2 시험탄종 및 탄속

3장에서 살펴본 바와 같이 방탄복의 방호 기준은 파편

과 권총탄에 대한 방호능력을 가지고 있다. 군인이 방탄복을 착용하는 가장 큰 목적은 고퍽탄의 파편 등으로부터 신체를 보호하기 위한 것이다. 방탄복은 섬유소재로 이루어져 소총탄에 대한 방호가 불가능하다. 소총탄에 대한 방호는 방탄복 내에 플레이트를 삽입하여 이루어지며, 본 연구의 범위에서 벗어나기 때문에 소총탄에 대한 방호(플레이트 방호성능)은 다루지 않는다.

국방규격에서는 Cal. 22 FSP를 사용한 파편 방호와 .357 Sig, .44 Mag 권총탄의 방호성능을 요구하고 있다. 먼저 파편탄은 V<sub>50</sub>을 측정하되, 일반적으로 사용하는 Cal. 22 FSP와 최근 테러단체의 급조폭발물(IED : Improvised Explosive Device)로 인한 위협을 모사한 RCC에 대한 시험을 수행할 필요가 있다[12]. 다음으로 권총탄은 후면변형을 측정하며 9mm 탄환만을 사용하는 것을 제안한다. 그 이유는 .357 SIG의 경우 NIJ Standard 0101.07 Draft에서도 사용빈도가 낮은 탄환으로 9mm로 대체되고 있으며, NIJ Standard 0108.01, FQ/PD-07-05G, AR/PD 10-04E 규격에서도 이를 사용하고 있기 때문이다. 탄속은 개정되는 NIJ를 준용하여 환경처리한 시료와 하지 않은 시료 모두 동일하게 적용하고 속도는 NIJ보다 높은 IOTV에서 사용하는 속도를 적용한다.

NIJ IIIA급의 .44 Magnum 탄을 제외시킨 이유는 NIJ에서 미국 내 총기사고에 대비하기 위해 추가한 탄종으로 군이 대면하는 전시상황에서는 의미가 없을 것으로 판단했기 때문이다. 실질적으로 .44 Magnum의 후면변형이 실제 인체에 미치는 영향에 관해서는 추가시험이 필요하다는 연구결과도 있으며[13], .44 Magnum 탄을 제외시킬 경우 현재 다목적방탄복의 경량화도 가능할 것으로 판단된다. 이를 반증하듯 미군의 규격에서는 .44 Magnum에 대한 시험은 수행하지 않고 있다. 미국의 시험방법 및 관련 연구보고서에 따르면 9mm 권총탄의 위협에 대한 방호수준으로 유지할 경우에도 생존률과 운용성의 적절한 조화가 가능하다고 보고되고 있기 때문에 우리 군에서도 최소한 이를 준용하여 방호수준을 설정할 필요가 있다[4]. 각각 탄종별 탄속과 각도는 NIJ Standard와 FQ/PD-07-05G, AR/PD 10-04E를 준용하여 설정하였으며 이를 정리하면 Table 7, Table 8과 같으며, 기존 한국군의 기준에 RCC의 추가와 권총탄의 변경, 환경처리에 따른 탄속을 추가한 것이다.

Table 7. Fragmentation protection & minimum V<sub>50</sub>

Fragment Projectile	V <sub>50</sub> , Dry, 0 degree	V <sub>50</sub> , Wet, 0 degree	V <sub>50</sub> , Dry, 45 degree
2 gr. RCC	826 m/s	785 m/s	853 m/s
4 gr. RCC	732 m/s	701 m/s	750 m/s
16 gr. RCC	625 m/s	585 m/s	634 m/s
64 gr. RCC	506 m/s	491 m/s	506 m/s
16 gr. RCC*	610 m/s	-	-
17 gr. FSP	564 m/s	524 m/s	573 m/s
17 gr. FSP*	549 m/s	-	-

\* After hot and cold temperatures, accelerated aging

Table 8. Handgun protection & minimum V<sub>50</sub> & V<sub>0</sub>

Projectile	V <sub>50</sub> , 0 degree	V <sub>50</sub> , 0&30&45 degree	Deformation (mm)
9mm, 124 gr. FMJ	465 m/s	427 m/s	44.0

\* 6 shots, shot location and method according to NIJ

### 4.3 제언

방탄시험에 있어서 가장 중요한 부분은 시료의 환경처리와 어떠한 위험에까지 방호할 수 있는가이다. 하지만 방탄복을 운용하는 과정에서도 간과할 수 없는 부분들이 존재하기 때문에 본 절에서는 추가 기술요건을 제안하기로 한다.

먼저 방탄복의 경량화와 형상에 관련한 요건이다. 방탄복의 경량화 개발 과정에서 가장 쉽게 접근할 수 있는 방법은 방호면적을 줄여 무게를 줄이는 것이다. 이러한 편법을 예방하기 위해서는 개발 시 요구성능에 무게가 아닌 방호면적 대비 면밀도를 적용하여 기존보다 어느 정도 경량화가 이루어졌는지 파악할 필요가 있다. 우리군의 방탄복 구매요구서를 살펴보면 형상은 도면을 참고하도록 되어 있기 때문에 창조적인 디자인은 기대할 수 없다. 성능형 요구서로 별도의 소재제한이 없는 것과는 대비되기 때문에 향후에는 군사요구도 작성 시 도면 참조가 아닌 필수적으로 방호해야하는 범위와 면적을 제시하고 요구 성능으로 면밀도를 제시한다면 미군이 사용하는 방탄복 동등이상의 방탄복이 개발될 수 있을 것으로 사료된다. 이를 위해 한국군의 신체특성을 고려한 방호 범위와 면적에 대한 연구가 필요할 것이다.

다음으로 여성용 방탄복에 관한 요건이다. 미국에서도 여성용 방탄복에 대한 필요성이 대두되면서 여성용 방탄복에 대한 시험방법이 제시되고 있다. 이는 개정되는 NIJ

Standard 0101.07과 ASTM E3086에서도 제시하고 있는데 국내 방탄시험에서는 이를 아직 적용하고 있지 못하고 있다. 실제 21년 여성용 특전사 방탄조끼 구매요구서를 살펴보면 여성용 방탄조끼도 방탄시험은 NIJ Standard 0101.06을 따르도록 되어 있는데[14], NIJ에서도 굴곡면과 이음새에 대한 사격은 다루고 있지 않기 때문에 이를 보완한 시험방법이 필요하다.

## 5. 결론

본 연구는 국내와 미국의 방탄복 시험방법을 살펴보고 우리나라의 실정에 부합하는 방탄복 시험기준을 연구하였다. 해외에서는 급변하는 전장환경에 따른 위협을 반영하기 위해 여러 형상의 파편을 사용하여 시험을 수행하고 있었으며, 지속적으로 시험방법을 개선하고 있음을 알 수 있었다. 반면 우리나라는 방탄복의 개발을 수행하고 있지만 시험기준은 기존의 것을 그대로 답습하고 있는 실정이었다. 이를 위해 기존의 시험 방법으로는 확인할 수 없는 파편에 대한 방호성능 기준을 제시하고, 권총탄에 대한 방호성능 기준을 현실에 맞게 제시하였다.

본 연구를 위해 미국의 방탄복 발전 동향을 분석하였으며 분석된 내용은 다음과 같다. 첫째, 미국은 방탄복의 모듈화를 통한 경량화를 추진하고 있었다. 또한 작전환경에 따라 각기 다른 방탄복을 운영하고 있었으며, 우리나라도 웨어플랫폼의 도입으로 유사한 전략을 취하고 있었다. 둘째, 미국 방탄복은 고풍탄 및 급속폭발물 등에 대한 방호를 위해 다양한 파편에 대한 시험을 수행하고 있었으며, 여러 가지 전장 환경을 고려하여 환경처리를 수행하는 것을 알 수 있었다. 셋째, 현재 우리 군에서 준용하고 있는 NIJ Standard가 미군이 적용하고 있는 시험방법과는 차이가 있음을 알 수 있었다.

한국과 미국의 방탄복 시험기준을 검토하여 한국형 방탄복 방탄시험 기준을 도출한 결과는 다음과 같다. 첫째, 환경처리 범위이다. 방탄복의 환경처리는 환경처리를 수행하는 것과 환경처리를 하지 않는 것으로 구분하며, 환경처리는 텀블링, 고온처리, 저온처리, 가속노화, 해수침수로 구분하여 수행한다. 둘째, 시험탄종과 탄속이다. 파편방호는 FSP와 RCC에 대한 V<sub>50</sub>시험을 수행한다. 권총탄은 9mm 탄환만을 사용하고 후면변형을 측정한다. 탄속은 개정되는 NIJ를 준용하여 환경처리한 시료와 하지 않은 시료 모두 동일하게 적용하고 속도는 NIJ보다 높은 IOTV에서 사용하는 속도를 적용한다. 셋째, 추가 기술

요건의 제언이다. 군사요구도 작성 시 무게 대신 면밀도의 적용을 제안하며, 여성용 방탄복 시험을 위한 보완사항을 제안한다.

본 연구의 시사점 및 의의는 방탄복의 성능을 시험하기 위한 별도의 국내 연구가 부족한 실정에서 기준을 제시하였다는 점을 들 수 있다. 본 연구 결과를 토대로 국내 방탄성능 시험 수준 향상 및 방탄복 등의 군사요구도 작성에 도움이 되었으면 한다. 하지만 이러한 시사점에도 불구하고 향후 연구에서 보완해야할 한계점을 가지고 있다. 바로 방검시험 및 유연성시험 등에 대한 방법을 제시하지 못했다는 점인데, 이는 별도의 연구가 필요할 것으로 사료된다. 향후 연구에서는 이러한 점을 고려하여 연구를 수행한다면 좀 더 의미 있는 결과가 나타나게 될 것이다.

## References

- [1] U.S. Department of Defense, "V50 Ballistic Test for Armor", DOD Test Method Standard, MIL-STD-662F, 1997.
- [2] 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.
- [3] Republic of Korea Army, Proposal for the manufacturing and delivery business of type 3 vests., 2021.
- [4] Gu. S. H., Kim. K. M., and Park. J. H. "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] Gu. S. H., "A Study on the Bulletproof Reliability Program", Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 1, 300-307, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.1.300>
- [6] National Institute of Justice. "Selection and Application Guide to Police Body Armor", NIJ Guide 100-87, U.S. Department of Justice, Technology Assessment Program, Washington, DC, 1989.
- [7] U.S. Congress, Office of Technology Assessment, "Police Body Armor Standards and Testing: Volume I, OTA-ISC-534, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1992.
- [8] Eaton, M. A., Henderson, K. A., McMahon, J. A., and Salzar, R. S. "Testing the Validity of the NIJ Clay Standard for Approving Body Armor With a Preliminary Insight Into Injury Correlation", ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Vol. 84522, pp. V005T05A050, 2020.

<https://doi.org/10.1115/IMECE2020-23886>

- [9] Director Operational Test and Evaluation, "FY 2019 Annual Report. Annual Report", Office of the Secretary of Defense, 2019.
- [10] U.S. Army, "IMPROVED OUTER TACTICAL VEST", Rev G, FQ/PD-07-05G.
- [11] U.S. Army, "SOLDIER PLATE CARRIER SYSTEM (SPCS)", Rev E, AR/PD 10-04E.
- [12] 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](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30021-0_3)
- [13] Hanlon, E., Gillich, P. "Origin of the 44-mm behind-armor blunt trauma standard", Military medicine, Vol. 177, No. 3, pp. 333-339, 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.7205/milmed-d-11-00303>
- [14] Army Logistics Command, "Purchase Request For Bulletproof Vest(Special Agent, Female)", 2021.

구 승 환(Gu Seung Hwan)

[정회원]



- 2014년 8월 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템 전공 (공학박사)
- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 국방신평성연구센터 선임연구원

<관심분야>

금융공학, 제약이론(TOC), 방탄신평성평가

김 영 철(Kim Young Chul)

[정회원]



- 1997년 8월 : 경북대학교 대학원 공업화학전공 (공학석사)
- 2003년 4월 ~ 현재 : 국방기술품질원 국방신평성연구센터 선임연구원

<관심분야>

신평성연구



박 중 화(Park Joong Hwa)

[정회원]



- 2018년 9월 ~ : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 (석사과정)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 국방종합시험단 기술원

〈관심분야〉  
방탄시협