

방탄복 신뢰성 평가를 위한 적정 시료 수 산출에 관한 연구

구승환*, 조관준, 박중화, 전병욱, 송승환
국방기술품질원

A Study on Calculating the Appropriate Number of Samples for Bulletproof Materiel Reliability Program

Seung Hwan Gu*, Kwan Jun Jo, Jung Hwa Park, Byung Wook Jun, Seung Hwan Song
Defense Agency for Technology and Quality

요약 본 연구는 방탄복 신뢰성 평가에 따른 적정 시료 수 산정 방안을 제시하고자 하였다. 본 연구를 위해 선행연구를 고찰하였으며, 신뢰수준과 신뢰도, AQL 적용 가능성을 분석해보았다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, AQL을 적용한 시료 수 산정이다. 특별검사 수준 S-3과 무결점을 적용했을 경우 '1,000벌 미만'은 13벌, '1,000벌~7,000벌'은 13벌, '7000벌 이상'은 20벌의 시료 수가 산출되었다. 통상검사 수준 II를 적용했을 경우 모든 로트 크기에서 최소 2개의 실패를 허용하는 것으로 나타나 적용이 불가능했다. 둘째, 'Zero acceptance number sampling plans' 기법을 적용한 결과, '1,000벌 미만'은 19벌, '1,000 ~ 7,000벌'은 23벌, '7000벌 이상'은 29벌로 산출되었다. 셋째, 신뢰도와 신뢰수준을 적용한 시료 수는 로트 크기에 상관없이 29개로 산출되었다. 방탄물자의 신뢰성 있는 시험을 위해서는 로트 크기의 범위와 이에 따른 시료 수를 조정할 필요가 있음을 확인하였다. 따라서 로트 크기는 3,200개 미만의 3개 구간으로 구분하며, 'Zero acceptance number sampling plans' 기법을 적용하여 '150벌 이하'는 11벌, '150벌~1,200벌 이하'는 19벌 '1,201벌~3,200벌'은 23벌의 시료 수를 적용하는 방안을 제시한다.

Abstract This study presents a method for calculating the appropriate number of samples according to the BMRP (Bulletproof Materiel Reliability Program). Previous research was considered, and the study included analyses of confidence level, reliability, and AQL applicability. The results were as follows. First, sample numbers were calculated using AQL. When special inspection level S-3 and zero defects were applied, calculated sample numbers were 13 for < 1,000, 13 for 1,000-7,000, and 20 for > 7,000'. Normal inspection level 2 allowed at least two failures in all lot sizes, and thus, was not applicable. Second, as a result of applying the 'Zero acceptance number sampling plans' technique, sample numbers were calculated as 19 for < 1000, 23 for 1000-7000, and 29 for > 7000. Third, the number of samples that achieved reliability and confidence was calculated to be 29 regardless of lot size. These results confirmed that lot sizes and sample numbers should be adjusted for the Bulletproof Materiel Reliability Program. Lot sizes were divided into three sections of < 3,200 pieces, and the 'zero defect' technique was applied. It is proposed that sample numbers of 11, 19, and 23 be used for lot sizes of < 150, 150-1200, and 1201-3200, respectively.

Keywords : Bulletproof Test, Body Armor, Sampling, Bulletproof Materiel Reliability Program, BMRP

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

email: gsh999@hanmail.net

Received March 21, 2024

Accepted June 7, 2024

Revised April 30, 2024

Published June 30, 2024

1. 서론

개인용 방탄복, 방탄헬멧 등의 방탄 물자는 장병의 생존성과 직결되는 품목으로 다른 무기체계나 전력지원체계에 비해 물자의 신뢰성을 유지하는 것이 매우 중요하다. 개인용 방탄 물자의 성능을 평가하기 위해서는 방탄 시험이 수반되며, 국방기술품질원에서는 2015년부터 다양한 방탄 물자에 대한 시험 및 연구를 수행하고 있다.

방탄물자는 방탄헬멧과 같이 장병 개개인에게 보급되어 운용되는 품목도 있지만 장기저장되는 치장물자도 존재한다. 치장물자는 전시 편제 소요를 충당하기 위하여 평상시에 사용되지 않고 저장되는 물자를 말한다. 치장물자의 경우 시간의 경과에 따라 화학작용 등으로 방탄 성능이 저하될 우려가 있기 때문에 일정 주기가 경과한 후 신뢰성 평가를 통해 수명도래 여부를 파악해야 한다. 국방 분야에서 수행하고 있는 대표적인 신뢰성 평가 사례는 저장 탄약 신뢰성 평가(ASRP : Ammunition Stockpile Reliability Program) 업무와 저장 화생방물자 신뢰성 평가(CSRP : Chemical Materials Stockpile Reliability Program) 업무가 있다.

방탄물자 신뢰성 평가를 위해 구승환(2020)은 개념과 방법을 제시하였으며[1], 국방부는 2023년 관련 업무 수행을 위한 방탄물자 신뢰성 평가 개념 및 운용방안 연구를 수행하였다. 해외 방탄물자 신뢰성 평가 사례로 미국은 사법연구소(NIJ : National Institute of Justice)에서 5년에 한 번씩 방탄복을 교체하도록 권고하고 있으며, 방탄복은 초기 제품 검사(FIT, Follow On Inspection and Testing) 후, 8~12개월 경과 후 FIT를 재수행하고 있다. 영국은 입찰 시 방탄물자의 품질을 유지하기 위해 공급업체가 지속적인 품질관리를 제공할 것을 명시하고 있으며, 내무부 국방규격인 'Body Armour Standard'에 따라 공급 이후 2년 주기로 방탄시험을 통해 방호성능 평가 및 제품수명 모니터링(ILM, In Life Monitoring)을 수행하고 있다. 캐나다는 'NIJ Standard 0101.06' 규격에 따라 방탄 성능을 평가 후, 데이터를 구축하여 업체, 사용 기간 등의 정보를 추적/관리하고 있다. 그리고 수락시험 통과 시 5년의 수명 부여하고 5년 경과 이후에는 1년 주기로 후면변형 시험을 통해 보유/폐기 여부를 결정한다.

우리나라도 이러한 방탄물자 신뢰성 평가(BMRP : Bulletproof Materiel Reliability Program)가 필요하며, BMRP를 수행하기 위해서는 시험을 위한 로트의 구분, 신뢰수준의 설정, 샘플링 방안에 대한 연구가 선행되

어야 한다. 국방 시험 분야에서 샘플링은 대부분 AQL을 준용하고 있으며, 유도탄 등의 특수분야에서는 신뢰도와 신뢰수준을 결정하는 선행연구가 별도로 수행되었다. 대표적인 선행연구로 서보길 등(2016)은 정밀유도무기의 특성을 고려한 신뢰수준 산정에 대해 연구하였으며[2], 조관준 등(2023)은 유도탄의 저장 신뢰성평가 로트 기준 설정에 대해 연구하였다[3]. 이와 같이 무기체계에 대한 적정 시료 수에 대한 연구는 꾸준히 수행되어 왔으나 전력지원체계에 대한 시료 수 산출 연구는 부족한 실정이다. 그나마 방탄물자의 신뢰성 평가와 관련한 연구는 일부 수행되어 왔으나[4-6], 로트 설정이나 샘플링에 대한 연구가 부족하다. 시험/평가 결과의 신뢰성을 보장하기 위해서는 적절한 로트 수 구성 및 구성된 로트 수에 따른 신뢰수준의 산정이 필요하다.

방탄시험은 파괴 시험으로 전수조사를 할 수가 없기 때문에 샘플링을 통한 시험을 수행한다. 방탄물자는 유도무기처럼 고가의 품목은 아니지만 신뢰성이 결여된 방탄물자를 착용하는 경우 장병의 생존성에 치명적인 영향을 미칠 수 있으므로 특수한 성격을 갖는다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 방탄복 신뢰성 평가를 위해 AQL 기법, 신뢰도와 신뢰수준 기법을 사용하여 적정 시료 수를 산출하여 제시하고자 한다.

본 연구는 다음의 순서로 진행된다. 2장에서는 한국과 미국의 방탄복 시험규격에서 정의하는 시료 수를 고찰한다. 3장에서는 적정 시료 수를 산출하고 방탄물자 신뢰성 평가를 위한 적정 시료 수 산출 방안을 제시한다. 마지막으로 4장에서는 본 연구의 결과를 정리하고, 의의 및 시사점을 제시한다.

2. 이론적 배경

2.1 방탄복 시험규격 시료 수

방탄복 방탄시험을 위해 국내/외 시험규격에서는 시료 수를 정의하고 있다. 시험은 최초생산품 시험(FAT, First Article Testing)과 적합성 검사 시험(LAT, Lot Acceptance Testing)로 구분되는데, FAT는 최초 생산 시 초기 고장 및 불량품이 우려되기에 LAT보다 많은 시료를 대상으로 시험하며, LAT는 양산이 안정단계에 진입했다고 판단하기 때문에 FAT에 비해 시료 수가 상대적으로 적다. 본 연구에서는 LAT를 중심으로 살펴보기로 한다.

KDS 8470-4003[7]은 방탄복 국방규격으로 제품의 크기 별 시료 수를 정하고 있다. 구매요구서 PRD 8415-4135[8]에서는 최초생산품에 대한 시료 수를 Table 1과 같이 각 사이즈 별로 각각 1개면(전면 또는 후면)씩 시험하도록 정하고 있다.

적합성 검사 시험에서는 로트 단위에 따라 시료 수가 구분되는데(Table 2), '1,000별 미만' 로트의 경우 5별 9면, '1,000별 ~ 7,000별' 로트의 경우 10별 18면, '7,000별 이상' 로트의 경우 20별 36면을 시험하게 된다.

Table 1. Number of samples by FAT bulletproof vest size(KDS)

Division		Threat	Test Samples	Vests (Samples)
Non Conditioning	V50	Cal.22 FSP	2	2(4)
	P-BFS	.357 SIG	2	2(4)
		.44 Mag	2	2(4)
	BL	.357 SIG	2	2(4)
.44 Mag		2	2(4)	
Conditioning	P-BFS	.357 SIG	2	2(4)
		.44 Mag	2	2(4)
	BL	.357 SIG	2	2(4)
		.44 Mag	2	2(4)
Contingency			-	4(8)
Total			18	22(44)

Excluding collar and flexibility test samples

Table 2. Number of samples per lot of LAT bulletproof vest(KDS)

Division		Threat	~1,000	1,000 ~7,000	7,000~
Non Conditioning	V50	Cal.22 FSP	1(1)	2(2)	4(4)
	P-BFS	.357 SIG	1(1)	1(2)	2(4)
		.44 Mag	- (1)	1(2)	2(4)
	BL	.357 SIG	1(1)	1(2)	2(4)
.44 Mag		- (1)	1(2)	2(4)	
Conditioning	P-BFS	.357 SIG	1(1)	1(2)	2(4)
		.44 Mag	- (1)	1(2)	2(4)
	BL	.357 SIG	1(1)	1(2)	2(4)
		.44 Mag	- (1)	1(2)	2(4)
Contingency			2(-)	4(-)	8(-)
Total			7(9)	14(18)	28(36)

Excluding collar and flexibility test samples

미국의 IOTV(Interceptor Improved Outer Tactical Vest) 구매요구서[9]에서는 FAT 시험 및 수량을 Table 3과 같이 정의하고 있다. Table 3을 살펴보면 슛 팩 36개, 요크 팩 30개, 총 66개 면에 대해 실시하고 있으며, 환경처리 및 시험 탄의 종류도 다양한 것을 확인할 수 있다. 적합성 검사 시험에서 로트 단위는 최대 3,200개로 제한하고 있으며, 로트 크기에 따른 시료 수는 Table 4와 같다.

Table 3. Ballistic First Article Test Matrix(IOTV)

Test (Angle)	2°	4°	16°	64°	17°*	9°**	Need
V ₅₀ (0°) Dry	○	○	○	○	○	○	6S 6Y
V ₅₀ (0°) Wet	○	○	○	○		○	4S 4Y
V ₅₀ (45°) Dry	○	○	○	○		○	8S 8Y
V ₅₀ (0°) Hot			○				1S
V ₅₀ (0°) Cold			○				1S
V ₅₀ (0°) Age			○				1S
V ₅₀ POL Oil (0°)			○				1S
V ₅₀ POL JP-8 (0°)			○				1S
V ₀						○	1S
V _s /V _t , (0°)	○	○	○	○			4S 4Y
V _s /V _t , (45°)	○	○	○	○			8S 8Y
Contingency							13S/9Y
Total							49S/39Y

*RCC / **FSP / ***9mm FMJ S : Shoot pack / Y : Yoke pack

Table 4. Lot acceptance test sample selection matrix, complete IOTV

Lot Size	Number of test panels per threat			Total Samples
	V ₅₀ , FSP	V ₅₀ , 9mm	V ₀ , 9mm	
26 ~ 150	2	2	2	6
151 ~ 1,200	4	4	4	12
1,201 ~ 3,200	6	6	6	18

2.2 AQL 산출기법

국방규격에서는 KS Q ISO 2859-1[14]의 계수치 샘플링 검사 로트별 합격품질한계(AQL, Acceptable Quality Limit) 지표를 이용하여 샘플링을 수행하고 있

다. ANSI/ASQ Z1.4 샘플링 방법은 제품을 검사하여 기준을 충족하는지 여부를 결정하기 위해 무작위로 선정된 항목의 샘플을 통해 평가하는 시스템이다. Fig. 1은 ANSI/ASQ Z1.4 샘플링 표를 나타낸다.

Fig. 1. Table of ANSI/ASQ Z1.4[15]

2.3 신뢰도 및 신뢰수준을 활용한 샘플링

파괴 시험으로 제품의 품질 수준을 평가하기 위한 많은 수의 시험은 시간적, 경제적 제한이 따른다. 이에 따라 전체 로트가 동일하고, 전체 모수를 고려하지 않는 통계적 최소 수량을 결정하기 위해 Eq. (1)을 활용할 수 있다. Table 5는 신뢰도 90%, 실패횟수 0의 상황에서 신뢰수준 별 일회성 시험에 필요한 최소 시험수량을 산정한 것이다.

$$1 - CL = \sum_{i=0}^f \frac{n!}{i!(n-i)!} (1 - R_T)^i \cdot R_T^{(n-i)} \quad (1)$$

Then, CL is Confidence Level

f is Allowable Failure Quantity,

n is Total Number of Tests,

R_T is Reliability of the Test

Table 5. Minimum test quantity required for one-time testing (90% reliability, zero defect)

Division	Confidence Level						
	60%	70%	80%	85%	90%	95%	99%
Sample size	9	12	16	19	22	29	45

신뢰수준을 어떻게 설정할 것인가에 따라서 시료 수가 결정된다. 신뢰수준의 산정을 위해 미국의 경우 국방계약회계감사국(DCAA : Defence Contract Audit Agency,

2016)[10]은 통계 위험이 낮거나, 과거 시험 결과 불합격이 거의 낮게 나타난 경우에 신뢰수준을 80% 이하로 허용할 수 있다고 하고 있다. 미 국방성 군사 표준 MIL-STD-690D(2013)[11]에서는 신뢰수준을 60% 또는 90% 두 종류로 구분하여 샘플링하는 방법을 언급하고 있다[2]. 국내의 경우 방위사업청(2012)[12]은 신뢰수준을 일반적인 경우 60%, 특수한 경우 90%로 적용하며, 한국표준협회(2011)[13]는 신뢰수준을 60% 및 90%의 2 종류로 하고, 특별히 규정하지 않는 한 60%의 신뢰수준 적용을 언급하고 있다.

3. 적정 시료 수 산정방법

3.1 AQL을 적용한 시료 수 산정

다목적 방탄복 국방규격 KDS 8470-4003 국방규격에서 요구하는 방탄복의 로트 기준은 '1,000벌 미만', '1,000 ~ 7,000벌', '7000벌 이상'이다. 본 방법은 로트 기준은 국방규격을 준용하고 AQL을 적용하여 시료 수를 산출하는 방안이다. 규격에는 일반 검사의 경우 특별검사 수준 S-3 또는 통상검사 수준 II로 한다고 명시되어 있으나, AQL 수치는 명시되어 있지 않다. 유사한 규격인 방탄헬멧의 국방규격 KDS 8470-4001에 의하면 헬멧의 완제품 시험은 S-2, AQL 2.5로 명시되어 있으며, KBH III형 헬멧의 국방규격 KDS 8470-4005에도 S-2, AQL 2.5로 명시되어 있다. 이에 국방규격을 토대로 S-3 및 II 수준으로 설정하고 AQL을 1.0, 2.5, 4.0으로 적용하여 시뮬레이션한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6과 현재 구매요구서를 비교했을 때 특별검사 수준 S-3을 적용했을 경우 '1,000벌 미만'은 5벌에서 13벌로, '1,000 ~ 7,000벌'은 10벌에서 13벌로 증가하고, '7000벌 이상'은 20벌로 동일한 것을 알 수 있다. 통상검사 수준 II를 적용했을 경우 '1,000벌 미만'은 5벌에서 8벌로, '1,000 ~ 7,000벌'은 10벌에서 125벌로, '7000벌 이상'은 200벌로 시료 수가 10배 이상 증가하는 것을 알 수 있다. 하지만 모든 로트 크기에서 통상검사 수준을 II로 적용할 경우 최소 2개의 실패를 허용하기 때문에 방탄복 샘플링에 통상검사 수준 II를 적용하는 것은 어려울 것으로 판단된다. 또한 특별검사 수준을 S-3으로 설정하는 경우 실패를 허용하지 않는 기준을 적용하기 위해서는 AQL을 1.0 수준으로 적용해야 할 것으로 판단된다.

Table 6. AQL application results of S-3 and general inspection II

Division			AQL 1.0	AQL 2.5	AQL 4.0
~ 1,000	S-3	E	13(0 1)	13(0 1)	13(1 2)
	II	J	80(2 3)	80(5 6)	80(7 8)
1,000 ~ 7,000	S-3	E	13(0 1)	13(0 1)	13(1 2)
	II	K	125(3 4)	125(7 8)	125(10 11)
7,000 ~	S-3	F	20(0 1)	20(1 2)	20(2 3)
	II	L	200(5 6)	200(10 11)	200(14 15)

방탄물자와 같이 로트의 모든 물자가 결합이 없어야하는 경우, Squeglia(2008)[15]가 제시한 'Zero acceptance number sampling plans' 기법을 적용해볼 수 있다. 국방규격의 로트 크기를 토대로 Squeglia의 Zero defect에 대입하여 산출한 시료 수는 Table 7과 같다.

Table 7. Results of Squeglia's AQL application

Division		1.0	2.5	4.0
KDS	Squeglia			
~ 1,000	501 ~ 1,200	34	19	15
1,000 ~ 7,000	1,201 ~ 3,200	42	23	18
7,000 ~	3,201 ~ 10,000	50	29	22

방탄복 국방규격에서는 AQL 수준을 지정하고 있지 않아, 방탄헬멧 국방규격에서 제시하고 있는 AQL 2.5를 적용할 경우 '1,000벌 미만'은 5벌에서 19벌로, '1,000 ~ 7,000벌'은 10벌에서 23벌로 증가하고, '7000벌 이상'은 20벌에서 29벌로 증가하는 것을 알 수 있다.

3.2 신뢰도와 신뢰수준을 고려한 시료 수 산정

본 방법은 운용 중인 방탄복이나 모수가 매우 큰 경우를 가정한 산출방법이다. 선행연구를 토대로 신뢰수준을 90%로 설정하고, 시험의 신뢰도는 95%로 적용할 때, 허용되는 실패가 0일 경우의 시료 수는 Eq. (1)에 의거하여 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$1 - 0.95 = \frac{n!}{0!(n-0)!} (1-0.9)^0 \cdot 0.9^n$$

$$0.05 = 0.9^n$$

$$n \approx 28.4$$

본 방법은 로트의 크기와 무관하게 신뢰도와 신뢰수준을 활용하여 시험하는 방안으로 로트가 뒤섞이거나 식별이 어려운 경우에서 방탄물자의 신뢰성 평가에 적용할 수 있을 것이다. 각 분석 방법에 따른 시료 수를 종합하

면 Table 8과 같다.

Table 8. Number of samples by analysis method

Lot Size	AQL (1.0 / S-3)	Squeglia (2.5)	^R T/CL (90% / 95%)
~ 1,000	13	19	29
1,000 ~ 7,000	13	23	29
7,000 ~	20	29	29

3.3 제언

미 IOTV 방탄복 구매요구서의 한 개 로트 최대 크기는 3,200벌로 되어 있다. 우리나라의 경우 로트 크기의 범위가 미국에 비해 상대적으로 넓기 때문에 신뢰성 있는 시험을 위해서는 로트 크기 범위를 조정할 필요가 있다. 실제로 ANSI/ASQ Z1.4에서도 최대 샘플 크기를 2,000개까지로 설정하고 있으며, Squeglia의 Zero defect에서도 3,201개부터 수량이 10,000개 단위로 증가하고, 로트 크기가 매우 큰 경우 샘플 크기가 고정된다. 샘플 크기가 고정된다는 의미는 모수가 매우 커져 모집단을 모르는 경우를 가정하는 것과 같다. 이러한 가정을 토대로 시료 수를 구성하게 되는 경우 3.2장에서 도출한 바와 같이 신뢰도와 신뢰수준을 고려한 시료 수 산정을 하게 된다.

따라서 본 절에서는 로트 크기를 조정하고 각 로트 크기에 따른 시료 수 산정 안을 제안하고자 한다. Table 9는 로트 크기에 따른 시료 수를 나타낸다. 1안은 로트 크기 단위를 세부적으로 구분하여 평가하는 방안을 나타내며, 2안은 미국과 유사하게 로트 크기를 구분하되, Squeglia 기법의 시료 수를 적용하는 방안을 나타낸다. 3안은 미국의 로트 크기와 시료 수를 그대로 적용하는 방안으로 본 연구에서는 실제 조달환경 등을 고려하여 2안을 대안으로 제시한다.

Table 9. Lot acceptance test sample selection matrix, AQL 2.5 applied

Lot Size	Total Samples			U.S IOTV	KOR KDS
	1st plan	2nd plan	3rd plan		
~ 50	5	*	*	*	*
51 ~ 150	11	11	6	6	*
151 ~ 280	13	*	*	*	*
281 ~ 500	16	*	*	*	*
501 ~ 1,200	19	19	12	12	5
1,201 ~ 3,200	23	23	18	18	10

* Indicates entire lot must be inspected

4. 결론

본 연구는 방탄복의 방탄시험과 신뢰성 평가 시 적정 시료 수를 어떻게 산정할 것인가라는 문제를 해결하기 위해 수행되었다. 이를 위해 선행연구를 토대로 이론을 고찰하였으며, 신뢰수준과 신뢰도, AQL을 적용할 시 시험결과에 어떠한 영향을 미치는지와 적용 가능성을 파악해보았다.

본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, AQL을 적용한 시료 수 산정이다. 특별검사 수준 S-3을 적용했을 경우 '1,000별 미만'은 13별, '1,000 ~ 7,000별'은 13별, '7000별 이상'은 20별의 시료 수가 산출되었으며, 실패를 허용하지 않기 위해서는 AQL을 1.0 수준으로 설정해야 한다. 통상검사 수준 II를 적용했을 경우 '1,000별 미만'은 80별, '1,000 ~ 7,000별'은 125별, '7000별 이상'은 200별로 시료 수가 산출되었지만 모든 로트 크기에서 최소 2개의 실패를 허용하기 때문에 방탄복에 통상검사 수준 II를 적용하는 것은 어려울 것으로 판단된다.

둘째, 모든 물자의 결함이 없는 경우를 상정한 'Zero acceptance number sampling plans' 기법을 적용한 결과, '1,000별 미만'은 19별, '1,000 ~ 7,000별'은 23별, '7000별 이상'은 29별로 산출되었다. 마지막으로 신뢰도와 신뢰수준을 적용한 시료 수는 로트 크기에 상관없이 29개로 산출되었다. 이러한 결과를 토대로 본 연구에서 제안하고자 하는 시료 수는 미국의 규격처럼 로트 크기를 구분하되, Squeglia의 시료 수를 적용하는 방안을 제시하였다.

본 연구는 방탄복의 신뢰성 평가를 위한 적정 시료 수를 제시하여 신뢰성 있는 방탄시험을 수행할 수 있는 기반을 마련했다는 데 의의가 있다. 또한 국방부나 군에서 방탄복의 국방규격이나 구매요구서 등을 제·개정하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 하지만 이러한 의의에도 불구하고 다음의 한계점이 존재한다. 방탄복 방탄 시험은 한 가지의 시험이 진행되는 것이 아니라 5종류의 탄을 사용한 시험이 진행되기 때문에 각 시료 별 어떠한 시험이 진행되어야 할 것 인가에 대한 세부적인 논의가 필요하다. 추후 연구에서는 본 적정 시료 수 산정 결과를 토대로 세부적으로 어느 시료에 어떠한 탄종의 사격을 해야 할 것인지에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

References

- [1] Gu. S. H., "A Study on the Bulletproof Reliability Program", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 1, pp. 300-307, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.1.300>
- [2] Seo. B. G., Hong. S. J., "A study of estimating the hit probability and confidence level considering the characteristic of Precision Guided Missile", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 17, No. 12, pp. 193-197, 2016.
DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.12.193>
- [3] Jo. K. J., Kim. Y. C., Gu. S. H., "A Study on the Standard Establishment of LOT Setting for the Guided Missile ASRP", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 24, No. 4, pp. 288-294, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.4.288>
- [4] Gu. S. H., Kim. Y. C., Park. J. H., "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>
- [5] Gu. S. H., Rye. S. B., Song. S. H., "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>
- [6] Gu. S. H., Lee. C. H., Song. S. H., "A Study on the Effect of Salt Water Conditioning on Bulletproof Performance of Body Armor", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 24, No. 6, pp. 453-458, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.6.453>
- [7] Republic of Korea Department of Defense, "Body Armor, for Fragment and Small Arms Protection", Korea Defense Standard, KDS 8470-4003, 2018.
- [8] Republic of Korea Department of Defense, "Body armor(vest), fragmentation small arms protective", Purchase Description, PRD 8415-XXXX, 2020.
- [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, Defense Contract Audit Agency, Contract Audit Manual, 2016.
- [11] U.S. Department of Defense, MIL-STD-690D, Failure Rate Sampling Plans and Procedure, 2013.
- [12] Defense Acquisition Program Administration, The practical guide book of test and evaluation of weapon system, 2012.
- [13] Korean Standard Society, KS C 6032, General test procedure of failure rate for electronic components,

2011.

- [14] Korean Standard Society, KS Q ISO 2859-1, Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit(AQL) for lot-by-lot inspection, 2023.
- [15] Squegla, N. L., Zero acceptance number sampling plans, Quality Press, 2008.

구 승 환(Seung-Hwan Gu) [정회원]



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

<관심분야>
방탄신뢰성평가, 국방 안전, 금융공학

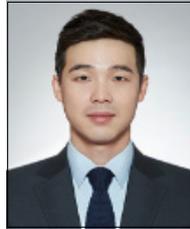
조 관 준(Kwan-Jun Jo) [정회원]



- 2012년 8월 : 한국해양대학교 메카트로닉스공학과 기계전자공학 전공 (공학박사)
- 2012년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 품질기획실 선임연구원

<관심분야>
유도탄, 저장신뢰성평가, 신뢰성

박 중 화(Jung-Hwa Park) [정회원]



- 2023년 8월 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학교 산업정보시스템 전공 (석사)
- 2023년 11월 ~ 현재 : 국방기술품질원 국방종합시험센터 연구원

<관심분야>
방탄시험, 신뢰성 평가, KOLAS

전 병 옥(Byung-Wook Jun) [정회원]



- 2017년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 국방종합시험센터 연구원

<관심분야>
정보통신, 방탄시험, 신뢰성

송 승 환(Seung-Hwan, Song) [정회원]



- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 국방종합시험센터 선임기술원

<관심분야>
방탄신뢰성평가