

방탄복 환경처리가 방탄성능에 미치는 영향

구승환^{1*}, 유석범², 송승환¹
¹국방기술품질원, ²국방기술진흥연구소

The Effect of Environmental Treatment of Body Armor on Bulletproof Performance

Seung Hwan Gu^{1*}, Seok Beom Ryu², Seung Hwan Song¹

¹Defense Agency for Technology and Quality

²Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement

요약 본 연구는 방탄복의 환경처리가 방탄성능에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위해 수행되었다. 이를 위해 〇〇년 군에 납품된 방탄복의 방탄시험 결과와 관련 규격을 분석하여 연구 가설을 수립하고 t-검정을 통해 결과를 분석하였다. 연구에 앞서 환경처리를 한 방탄복의 후면변형량이 환경처리를 하지 않은 방탄복의 후면변형량과 유사할 경우 방탄복의 환경처리로 인한 방탄성능의 저하가 발생할 것이라는 연구 가설을 수립하였다. 가설 검증을 위해 44 Magnum 탄과 357 SIG 탄을 사용한 시험결과의 탄속과 후면변형량을 비교하였으며, 연구 결과는 다음과 같다. 먼저 탄속에 대한 t-검정 결과 두 가지 탄종 모두에서 차이가 나타났다. 이는 환경처리로 인한 노화가 탄의 운동에너지에 적용되었음을 의미한다. 다음으로 각 탄종별 후면변형량에 대한 t-검정 결과 44 Magnum 탄의 후면변형량에서는 차이가 나타났으나, 357 SIG 탄의 후면변형량에서는 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 방탄복의 환경처리가 방탄성능에 미치는 영향에 탄종별로 차이가 있으며, 고 에너지량을 가진 탄에 대한 방탄성능은 노화보다 피탄 속도에 더 많은 영향을 받을 수 있음을 의미한다고 할 수 있다.

Abstract This study analyzed the effect of environmental treatment of body armor on its bulletproof properties. For the analysis, the bulletproof test results of military body armor were evaluated, keeping in mind the relevant standards. A research hypothesis was established that if the degree of rear deformation of the body armor with environmental treatment was similar to that of the body armor without environmental treatment, it would imply that there would be a decrease in performance due to the environmental treatment of the body armor. The bullet velocity and rear deformation values of the test results using 44 magnum bullets and 357 SIG bullets used in the bulletproof body armor test were compared, and the results were analyzed through a t-test. The results were as follows: First, the t-test results for bullet speed showed that there was a difference in speed between both bullet types. This means that the aging caused by environmental treatment was applied to the charcoal. Next, the results of the t-test on the amount of rear deformation for each bullet type showed that there was a difference in the degree of rear deformation caused by the 44 magnum bullet, but no difference in the degree of rear deformation caused by the 357 SIG bullet due to environmental treatment. These results indicate that the impact of environmental treatment of body armor on its bulletproof properties is different for each type of bullet. In addition, it implies that the bulletproof performance of the body armor against bullets with a high energy content can be affected more by the projectile speed than by the effects of aging.

Keywords : Bulletproof Test, Ballistic, Bulletproof Vest, Conditioning, Aging

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

email: gsh999@hanmail.net

Received August 2, 2022

Accepted November 4, 2022

Revised September 8, 2022

Published November 30, 2022

1. 서론

방탄복은 전투 시 병사 개개인의 안전을 확보하기 위해 착용하는 개인용 보호장비로 전장에서 필수적인 전력 지원체계라고 할 수 있다. 방탄복은 무기체계(소화기) 등의 발전에 따라 꾸준히 성능이 향상되고 있으며, 최근의 방탄복은 경량화와 생존성 증대, 다양한 환경에서의 방탄 성능 검증, 편의성 향상 등을 목표로 개발되고 있다. 방탄복의 성능을 검증하기 위해서는 방탄시험을 수행해야 한다. 방탄시험을 위한 규격은 다양하게 존재하는데, 대표적인 시험규격이 미 국방성 산하 연구소 NIJ(National Institute of Justice)에서 발행한 NIJ Standard 0101.06(Ballistic Resistance of Body Armor)이라 할 수 있다[1]. NIJ Standard는 비교적 명확한 방호수준과 시험절차를 다루고 있기에 해당 시험을 통과한 방탄복의 성능을 쉽게 인지할 수 있는 장점이 있다. 이에 우리나라의 군용 방탄복의 구매요구서에도 방탄시험은 NIJ Standard 0101.06을 준용하도록 되어 있다. 우리나라의 방탄복은 NIJ Standard Level IIIA급으로 44 Magnum 탄약과 357 SIG 탄약을 방호할 수 있으며, 추가로 파편 Cal. 22 FSP(Fragment Simulating Penetrator)의 방호가 가능하다[2].

전술하였듯 방탄복은 병사의 생존성과 직결되기 때문에 방탄복의 조달 시점에서만이 아니라 운용과정에서도 성능을 유지할 수 있어야 한다. 방탄복의 성능은 시간의 흐름에 따라 저하될 수 있기 때문에 방탄복의 수명과 교체주기를 정하여 운용할 필요가 있다. 하지만 현재 우리 군에서 운용하는 방탄복의 교체주기와 방호성능의 유지 기간에 관한 연구는 부족한 실정이다.

일반적으로 방탄복의 수명은 5년으로 보고 있는데, 그 이유는 미국 NIJ의 환경처리 절차 보고서[3]에서 기존의 연구 자료와 듀폰 등의 아라미드 소재 생산업체의 자료를 분석하여 방탄복의 수명을 3~5년으로 설명하고 있기 때문이다. NIJ의 보고서에서는 재료의 노화와 기계적 마모에 따른 방탄복의 마모환경을 고려하였다. NIJ Standard 0101.06에서는 이러한 마모환경을 모사하여 방탄시험 전, 방탄복에 대한 환경처리를 수행한다. 따라서 방탄복의 환경처리는 방탄복의 수명과 직결된다고 할 수 있다.

그간 선행연구는 방탄복의 소재개발과 성능을 향상시키기 위한 연구가 주를 이루었으며[4,5], 방탄시험 및 전처리 과정의 전/후 비교와 같은 방탄복의 수명에 영향을 미칠 수 있는 인자를 분석한 연구는 부족한 실정이다. 그러나 방탄헬멧에 대한 고장인자 분석 연구는 일부 수행

되었으며[6], 방탄복의 수명에 관한 접근을 시도한 연구는 방탄물자 신뢰성 평가[7], 방탄복 경량화[8]가 있었다. 또한 방탄복의 환경처리를 다룬 연구로 방탄조끼의 방탄 성능평가 연구[9]와 시험 기준에 대한 연구[10]가 있다. 본 연구는 방탄복의 수명을 분석하기 위한 선행연구로 방탄복의 환경처리가 방탄복의 방탄성능에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 한다. 이에 본 연구에서는 방탄복의 환경처리가 방탄성능에 영향을 미칠 것이라는 가정을 수립하고 방탄복 환경처리 전과 후의 성능 변화를 비교하고자 하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 방탄시험 시 사용되는 탄종과 환경처리에 대한 이론적 고찰을 수행하며, 제 3장에서는 연구 가설을 수립하고 연구 방법을 제시한다. 제 4장에서는 가설을 검증하기 위한 분석결과를 제시하며, 마지막으로 제 5장에서는 본 연구의 결과를 요약하고 의의와 한계점 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 방탄시험 탄종 및 환경처리

2.1 방탄복 방탄시험용 탄종

우리 군의 방탄복 방탄성능을 위한 시험은 권총탄 2종에 대한 방호능력 확인과 파편에 대한 방호능력을 확인하는 시험을 수행한다. 파편에 대한 방호능력 확인 시험에서는 환경처리를 하지 않고 V₅₀ 시험을 수행한다. 본 연구에서는 환경처리가 방탄복의 성능에 미치는 영향을 분석하기 위한 목적으로 수행되었으므로 파편에 대한 시험내용은 다루지 않는다.

Table 1. Comparison of bullets for bulletproof testing

Division	357 Sig	44 Magnum
Shape		
Texture	FMJ	SJHP
Mass	8.1g	15.6g

NIJ Standard 0101.06 규격의 Level IIIA급 방탄성능을 확인하기 위한 방탄시험용 탄은 2가지로 구분할 수

있다. 시험에 사용되는 권총탄은 357 SIG와 44 Magnum 탄으로 형상 및 재질, 무게는 위 Table 1과 같다.

2.2 방탄복의 환경처리

방탄복의 환경처리는 NIJ Standard 0101.06을 준용하여 실시한다. 권총탄에 대한 방호능력 확인은 각 탄종별로 환경처리를 한 방탄복과 환경처리를 하지 않은 방탄복에 대해 시험하는 것으로 구분할 수 있다. 환경처리는 일종의 가속노화시험 개념으로 드립세탁기와 유사한 형상의 텀블러 장비에서 10일간 65℃의 온도에 50%의 상대습도 환경에서 5r/min의 속도로 회전시켜 수행한다. 환경처리를 수행하는 이유는 방탄복의 수명주기 간 발생할 수 있는 환경 및 마모를 가정한 것으로 착용 후 시간이 경과 해도 방호성능을 발휘할 수 있는지 확인하기 위한 것이다.

본 연구에 앞서 방탄복의 환경처리를 위해 65℃의 온도와 5r/min의 속도를 설정한 사유를 살펴볼 필요가 있다. NIJ의 방탄복 환경처리 절차 개발과정에서 정한 마모환경은 재료의 노화와 기계적 마모이다. 먼저 재료의 노화는 환경처리 온도를 65℃로 설정한 것과 관련이 있는데, NIJ는 'Rule of thumb'에 입각하여 온도가 10℃씩 상승할 때마다 화학적인 반응 속도가 2배로 증가할 것을 가정하여 모델을 수립하였다. 여기에서 일반적인 작업시간을 주 5일, 하루 8시간, 연간 50주로 정의하여 연간 2,000시간의 마모가 발생한다고 보았으며, 방탄복의 수명이 5년이라는 문헌검토 결과를 반영하여 10,000시간의 수명을 설정하였다. 이는 35℃를 기준으로 화학 반응 속도 모델을 적용하여 65℃에서 약 10,000시간 노화시키는 기준을 수립한 것이다[3]. 다음으로 기계적 마모는 텀블링의 회전수와 상관이 있는데, 이는 방탄복을 착용하는 사용자가 시간당 4회, 주당 40시간, 연간 50주간 구부릴 수 있는 환경(예 : 차량 탑승 등)에 노출될 경우 연간 8,000회 이상의 접힘이 발생할 수 있다는 것을 가정하여 수립한 것이다.

3. 연구 설계

3.1 연구 가설

본 연구에서는 방탄복의 환경처리가 방탄성능에 어떠한 영향을 미치는지 파악해보고자 하였다. 이를 위해 ○년 우리 군에 납품된 5개 로트 방탄복의 시험결과를

사용하여 분석하였으며, 다음의 가정을 전제로 가설을 설정하였다. 먼저 방탄복의 동일성에 대한 가정이다. 방탄복의 조달특성 상 대량의 방탄복을 대상으로 시험을 할 수 없고, 5개 로트 모두 동일한 규격에 의하여 생산되었기에 본 연구에 사용된 방탄복은 모두 동일한 로트라고 가정하였다. 다음으로 탄환의 동일성에 대한 가정이다. 방탄시험에서 중요한 것 중 하나가 탄의 속도와 탄환의 형상인데 국내에 표준물질이 되는 탄은 존재하지 않는다. 하지만 방탄시험 전 탄의 형상을 육안으로 확인하고 이상이 있는 경우 사격에서 제외시키기 때문에 시험에 사용된 탄은 탄종별로 모두 동일하다고 가정하였다.

박재우 등의 선행연구 결과를 살펴보면 탄속과 후면변형량 간 양의 상관관계가 있으며, 환경처리 한 방탄복이 환경처리 하지 않은 방탄복 보다 탄속에 따른 후면변형량의 영향이 조금 더 높았다고 하였다[6]. 이는 방탄복의 후면변형에 영향을 미치는 요인은 환경처리로 인한 노화보다 탄속이 더 클 수 있음을 의미한다. 선행연구에서는 환경처리 수행 여부에 따른 방탄복의 후면변형량을 비교하였으나, 정량적으로 분석하지 못했다는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 방탄복의 환경처리가 방탄성능에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고자 한다.

NIJ Standard 0101.06 규격에서 357 SIG 탄약의 경우 환경처리 시 탄속이 430m/s, 미처리 시 탄속이 448m/s로 다르지만 후면변형량은 44mm로 동일하다. 이는 환경처리 한 방탄복의 감소된 탄속 만큼, 성능 저하가 발생할 수 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 또한 환경처리 한 방탄복에 44 Magnum 탄으로 사격하는 속도는 408m/s, 환경처리 하지 않은 방탄복에 사격하는 속도는 436m/s로 속도가 6.4% 저하된다. 만약 탄속이 감소한 상태에서 후면변형이 유사하게 나타난다면 환경처리로 인한 성능이 저하된 것이라는 것을 알 수 있는 것이다. NIJ Standard 0101.06 규격에서의 탄속은 아래 Table 2와 같다.

Table 2. Velocity by type of ammunition according to environmental treatment

Bullet	New	Conditioned	Decrease Rate
357 Sig	448 m/s	430 m/s	96.0%
44 Magnum	436 m/s	408 m/s	93.6%

이를 토대로 NIJ Standard 0101.06 규격에서 설명하는 환경처리의 영향력은 탄속의 감소치로 정의할 수 있을 것이다. 방탄복의 수명이 5년이라는 가정하에, 5년

이 경과하는 경우 방탄복의 성능은 각 탄종별로 4%, 6.4%씩 감소할 것이라고 예측할 수 있다. 이러한 탄속에 차이가 나는 이유는 하기의 운동에너지를 구하는 아래 공식 Eq. 1에 의해 유추해볼 수 있다.

$$\frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

where, m denotes bullet mass, v denotes velocity

Table 3. Kinetic energy by bullet type

Bullet	New	Conditioned	Decrease Rate
357 Sig	813 J	749 J	92.1%
44 Magnum	1,483 J	1,298 J	87.6%

위의 Table 3을 보면 357 SIG의 환경처리 후 운동에너지는 92.1%로 7.9% 감소하였으며, 44 Magnum의 운동에너지는 87.6%로 환경처리 전과 비교하여 12.4% 감소하는 것을 알 수 있다. 환경처리를 했기 때문에 속도를 감소시켜 사격한다면, 환경처리를 한 방탄복의 후면변형 수치가 환경처리를 하지 않은 방탄복의 후면변형 수치와 유사할 경우 방탄복의 환경처리로 인한 성능의 저하가 있을 것이라 할 수 있다. 따라서 방탄복의 환경처리로 인해 성능이 저하될 것이라는 다음의 연구 가설을 수립할 수 있다.

연구 가설. NIJ Standard 0101.06 규격 Table 4의 탄종과 탄속에 따라 사격하였을 때, 환경처리 여부와 상관없이 방탄복의 후면변형은 유사할 것이다.

3.2 연구 방법

방탄복의 환경처리가 방탄성능에 미치는 영향성을 확인하기 위해서 00년 방탄복 조달시험에 사용된 데이터를 사용하였다. 사용된 데이터는 로트정보, 환경처리 여부, 사격한 탄종, 탄속, 후면변형 수치이다. 데이터 시트는 다음 Table 4와 같으며, 각 탄종 별, 환경처리 별 30개씩 데이터로 이루어져 있고 총 120개 데이터를 분석에 사용하였다. 또한 모든 시험을 위한 환경은 NIJ Standard 0101.06에서 정하는 바에 따라 설정하였다.

환경처리 전과 후의 영향성을 분석하기 위해 먼저 탄속에 차이가 있음을 확인하고자 하였다. 이를 위해 각 탄종별 탄속을 t-검정을 실시하여 분석하였으며, 이어서 후면변형량의 차이를 t-검정을 실시하여 비교분석하였다.

Table 4. Data sheet example

Degree	Conditioning	Bullet	Velocity	BFS ¹⁾ Depth
00-0	O	Sig	000	00
00-0	X	Magnum	000	00

1) BFS : Backface Signature

4. 연구 결과

탄속이 저하되었음을 정량적으로 확인하기 위해 탄속에 대한 t-검정을 실시한 결과는 아래 Table 5와 같다. 44 Magnum 사격결과 환경처리를 하지 않은 방탄복에 사격한 평균 속도가 000.00, 환경처리 한 방탄복에 사격한 평균 속도가 000.00으로 환경처리를 한 방탄복에 사격한 속도가 환경처리 하지 않은 방탄복에 사격한 속도의 약 93% 수준인 것을 확인할 수 있었다. 또한 357 SIG 사격결과 환경처리를 하지 않은 방탄복에 사격한 평균 속도가 000.00, 환경처리 한 방탄복에 사격한 평균 속도가 000.00으로 속도가 환경처리를 하지 않은 방탄복의 사격 속도 대비 95.6% 수준인 것을 확인할 수 있었다. 또한 두 가지 탄종 모두 p-value는 0.000 수준으로 탄속에 정량적인 차이가 있음을 알 수 있다.

Table 5. t-test results for bullet velocity

Division	44 Magnum		357 SIG	
	Con ¹⁾	New	Con	New
Avg.	000	000	000	000
Dispersion	00	00	00	00
C.C ²⁾	0.055		0.183	
p-value	0.000		0.000	

1) Conditioned

2) C.C : Correlation coefficient

다음으로 후면변형량에 대한 t-검정 결과는 아래 Table 6과 같다. 44 Magnum의 후면변형량 평균은 환경처리 한 방탄복이 00.00, 환경처리 하지 않은 방탄복이 00.00로 나타났으며, p-value는 0.000으로 나타나 후면변형량에 차이가 있었다. 또한 357 SIG의 후면변형량 평균은 환경처리 한 방탄복이 00.00, 환경처리 하지 않은 방탄복이 00.00으로 나타났으며, p-value는 0.292로 나타나 후면변형량에 차이가 없었다.

Table 6. t-test result for BFS

Division	44 Magnum		357 SIG	
	Con	New	Con	New
Avg.	○○	○○	○○	○○
Dispersion	○	○	○	○
C.C	0.584		-0.117	
p-value	0.000		0.292	

본 연구의 가설이 채택되려면 두 가지 탄종에서 모두 탄속에 차이가 있어야 하며, 후면변형량은 차이가 없어야 한다. 하지만 44 Magnum의 후면변형량에서는 차이가 나타났으나, 357 SIG의 후면변형량에서는 차이가 나타나지 않아 본 연구의 가설은 기각되었다. 이러한 결과는 환경처리로 인한 방탄성능 저하가 특정 상황에서 발생할 수 있음을 나타낸다. 즉, 에너지량이 큰 탄종(44 Magnum)으로 시험했을 경우 환경처리로 인한 성능 저하를 검증하기 어려울 수 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 방탄복 환경처리 과정을 검토하고 방탄복의 환경처리 전과 후를 비교하여 방탄복의 수명을 제시하기 위한 사전연구로 진행되었다. 이에 방탄복의 환경처리가 방탄성능에 어떠한 영향을 미치는지를 확인하고자 하였다. 이를 위해 ○○년 군 조달 방탄복의 방탄시험 결과 및 관련 규격을 분석하여 연구 가설을 수립하고 t-검정을 통해 결과를 분석하였다. 연구 가설은 환경처리를 한 방탄복에 속도를 저하시켜 사격하는 이유가 환경처리로 인한 방탄성능 저하를 가정한 것이라고 보고, 환경처리를 한 방탄복의 후면변형 수치가 환경처리를 하지 않은 방탄복의 후면변형 수치와 유사할 경우 방탄복의 환경처리로 인한 성능의 저하가 있는 것이라고 보았다.

분석을 위해 방탄복 방탄시험에 사용되는 44 Magnum 탄과 357 SIG 탄을 사용한 시험결과의 탄속과 후면변형량을 비교하였으며, 연구 결과는 다음과 같다. 먼저 탄속에 대한 t-검정 결과 두 가지 탄종에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 다음으로 각 탄종별 후면변형량에 대한 t-검정 결과 44 Magnum의 후면변형량에서는 차이가 나타났으나, 357 SIG의 후면변형량에서는 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 방탄복의 환경처리가 방탄성능에 미치는 영향에 탄종별로 차이가 있으며,

고 에너지량을 가진 탄에 대한 방탄성능은 노화에 의한 영향보다 피탄 속도에 더 많은 영향을 받을 수 있음을 의미한다.

본 연구의 시사점은 선행연구에서 환경처리 수행 여부에 따른 방탄복의 후면변형량의 정량적인 차이와 영향성을 분석하지 못했다는 한계를 넘어 방탄복의 환경처리가 방탄성능에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였다는 점에 있다. 이를 통해 환경처리와 방탄복 수명 간의 관계성에 대한 새로운 연구방향을 제시하였다는 점을 본 연구의 의의라 할 수 있다.

하지만 이러한 시사점에도 불구하고 향후 연구에서 보완해야 할 한계점을 가지고 있다. 바로 특정 연도의 방탄복 시험결과를 대상으로 분석을 수행했다는 점이다. 방탄복은 성능형으로 발주가 되기 때문에 규격에서 특정 소재나 기술을 제한하지는 않는다. 따라서 소재에 차이가 존재할 경우 본 연구 결과를 그대로 적용하기에는 무리가 있을 수 있다. 향후 연구에서는 다양한 소재별로 대상시료 수를 확대하고, 환경처리 시료와 환경처리하지 않은 시료에 동일한 탄속으로 사격하여 결과를 비교하는 연구를 수행한다면 좀 더 의미 있는 결과가 나타나게 될 것이다.

References

- [1] 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.
- [2] Republic of Korea Army, Proposal for the manufacturing and delivery business of type 3 vests., 2021.
- [3] Development of Soft Armor Conditioning Protocols for NIJ Standard-0101.06: Analytical Results.
- [4] H. Kim, T. S. Hwang, Y. T. Huh, C. B. Lee, "A Prior research on personal armor and anti-stab wearing system development", Journal of the Korean Society of Mechanical Technology, Vol. 20, No. 6, pp. 879-885, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.17958/ksmt.20.6.201812.879>
- [5] H. Kim, T. S. Hwang, S. H. Gu, H. T. Nam, "A Research for New Model of Improved Bulletproof Helmet", Journal of the Korean Society of Mechanical Technology, Vol. 21, No. 3, pp. 478-483, 2019.
DOI: <http://doi.org/10.17958/ksmt.21.3.201906.478>
- [6] S. H. Gu, H. Y. Park, Y. C. Kim, "A Study on the Analysis of Failure Factors of Combat Helmet", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 10, pp. 357-363, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.10.357>

- [7] S. H. Gu, "A Study on the Bulletproof Reliability Program", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 1, pp. 300-307, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.1.300>
- [8] H. Y. Park, S. H. Gu, "A Study of Operational Plan for Lightening Body Armor's Weight", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 10, pp. 277-285, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.10.277>
- [9] J. W. Park, K. S. Byun, S. Y. Cho, S. K. Kim, Y. H. Yeo, J. W. Kwon, "A Study on the Evaluation for Performance of Body Armor Vest using ANOVA", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 1, pp. 372-378, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.1.372>
- [10] 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: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.11.395>

송 승 환(Seung-Hwan, Song)

[정회원]



- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 국방종합시험센터 선임기술원

<관심분야>

방탄신뢰성평가

구 승 환(Seung-Hwan Gu)

[정회원]



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

<관심분야>

금융공학, 제약이론(TOC), 방탄신뢰성평가

유 석 범(Seok-Beom Ryu)

[정회원]



- 2014년 12월 : 성균관대학교 화학 전공 (이학박사)
- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 전력지원체계연구센터 연구원

<관심분야>

신뢰성 연구