

염수가 방탄복의 방탄성능에 미치는 영향에 관한 연구

구승환*, 이찬호, 송승환
국방기술품질원

A Study on the Effect of Salt Water Conditioning on Bulletproof Performance of Body Armor

Seung Hwan Gu*, Chan Ho Lee, Seung Hwan Song
Defense Agency for Technology and Quality

요약 본 연구는 방탄복의 방탄성능에 영향을 주는 환경요인 식별을 위해 수행되었다. 이를 위해 해병대나 해군의 작전 환경을 고찰하여 해수와와의 연관성을 확인하였으며, 방탄복의 방탄시험 환경처리 시 담수 처리하는 것을 확인하였다. 방탄복은 다양한 환경조건에서 방탄성능을 발휘해야 군 장병의 생존성이 향상되기 때문에 본 연구에서는 방탄복의 염수처리가 방탄성능에 미치는 영향을 살펴보았다. 군에서 저장 중인 다목적 방탄복과 부력방탄복을 본 연구의 대상으로 선정하였으며, t-검정을 통해 시험결과를 분석하였다. 연구결과, 다목적 방탄복은 염수 처리한 8개의 시료 중 5개의 시료에서 관통 또는 후면변형 과다가 발생하였다. 이는 염수처리로 인해 방호성능이 저하되었음을 의미한다. 다음으로 부력방탄복을 염수 처리한 그룹과 일반 그룹으로 구분하여 방탄시험 후, t-검정을 실시한 결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 따라서 부력방탄복도 염수처리로 인한 방호성능이 저하될 수 있음을 확인하였다.

Abstract This study was conducted to identify the environmental factors affecting bulletproof performance. The operational environment of the Korea Marine Corps or the South Korean Navy is related to seawater. Moreover, an examination of the bulletproof test standards of the Korean military showed that only freshwater was considered for environmental conditioning. The bulletproof performance in various environmental conditions needs to be demonstrated to improve the survivability of military personnel. Therefore, in this study, the effect of salt water conditioning on the bulletproof performance of bulletproof vests was examined. Body armor and buoyancy body armor stored in the military were selected as samples for the test, and the test results were analyzed through a t-test. Penetration or excessive deformation of the back surface occurred in five of the eight samples treated with seawater. This means that the protection performance deteriorated due to seawater conditioning. Next, a t-test was conducted by dividing the buoyancy body armor into seawater-treated and untreated groups. A t-test comparing the seawater-treated and untreated groups of buoyancy body armor showed a significant difference in the protective performance, indicating that seawater conditioning can significantly deteriorate the protective performance of the buoyancy body armor. Therefore, the protective performance of the buoyant body armor could have deteriorated due to seawater conditioning.

Keywords : Bulletproof Test, Sea Water, Bulletproof Vest, Conditioning, Aging

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

Received April 20, 2023

Revised May 11, 2023

Accepted June 2, 2023

Published June 30, 2023

1. 서론

방탄복은 장병의 생존성 확보를 위한 필수적인 전력지원체계이다. 방탄복은 다양한 환경에서도 방탄성을 발휘해야 하기 때문에 환경처리 후 방탄시험을 수행한다. 국내 방탄복은 미국 NIJ Standard 0101.06의 환경처리 방법을 준용하여 실시한다. 방탄복의 방탄성능 시험을 위한 환경처리는 가속 노화의 개념으로 드림세탁기와 유사한 텀블러 장비에서 10일간 65℃의 온도에 50%의 상대습도 환경에서 5r/min으로 회전시킨다[1]. 환경처리를 수행하는 이유는 방탄복의 저장 또는 운용 간 발생할 수 있는 환경과 마모상황을 가정한 것으로 일정한 시간이 경과 하더라도 방호성능이 유지되는지를 확인하기 위함이다[2].

우리 군에서 운용 중인 다목적 방탄복은 NIJ Standard Level IIIA급으로 권총탄 44 Magnum과 357 SIG, 파편 Cal. 22 FSP(Fragment Simulating Penetrator)의 방호가 가능하다[3]. NIJ Standard 0101.06[4]에서는 각 Level 별로 방호등급을 구분하고 있기 때문에 방호성능에 대한 이해가 용이하며, 시험방법이 구체적으로 명시되어 있어 보편적으로 사용되고 있다. 하지만 NIJ Standard는 민수용 방탄복에 대한 시험기준이기 때문에 군용 방탄복에 NIJ Standard에서 요구하는 기준만을 적용하는 것은 무리가 있을 수 있다.

미군의 IOTV(Improved Outer Tactical Vest) 방탄복의 방탄시험은 파편탄을 Cal. 22 FSP 외에도 2grain/4grain/16grain/64grain RCC(Right Circular Cylinder)를 사용하여 시험한다. 또한 16 grain RCC 시험의 경우 고온처리, 저온처리, 가속노화 처리한 뒤 시험한다. 권총탄은 9mm 탄에 대한 방호성능을 시험하며 후면변형 기준치는 NIJ와 동일하게 44mm를 넘지 않아야 한다. 이처럼 미군은 다양한 작전 및 전장 환경을 가정한 환경처리와 탄종을 사용하여 시험을 수행하고 있기 때문에 우리 군도 다양한 작전환경을 고려한 환경처리가 필요한 실정이라 할 수 있다.

방탄복은 병사의 생존성과 직결되는 품목이기 때문에 작전환경을 고려한 방탄복의 시험방법이 고안되어야 한다. 일례로 작전환경에 해안 지역이 포함된 경우라면 염수 환경을 가정한 환경처리 시험이 필요할 것이다. 해외 선행연구에 의하면[5] 방탄복이 해수에 노출되어 젖은 상태로 운영될 경우 방탄 성능이 심각하게 저하된다고 한다. 우리 군의 방탄복은 작전환경에 따라 I, II, III형으로 구분되어 운용하는데, 현재 우리 군에서 운용하는 방

탄복의 환경처리에 대한 연구나 방호성능에 영향을 미치는 인자를 분석한 연구는 부족한 실정이다.

방탄복 소재는 과거 아라미드(Aramid)가 주를 이루었으나 최근에는 대부분 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE : Ultra High Molecular Weight Polyethylene)가 사용되고 있으며, 방탄복의 방탄재는 물에 노출되는 경우 소재의 특성으로 인해 적층 구조가 분리되어 방탄성능이 급격히 저하된다. 따라서 방탄복 제작 시 방탄재에 수분이 침투되지 않도록 방수처리를 하고 있다. 하지만 국내 방탄복은 담수에 대한 방수처리만 하고 있기 때문에 염수 등의 환경에서 방수 여부는 확인할 수 없는 상황이며, 관련 연구가 필요한 실정이다.

그간 선행연구는 방탄 소재의 성능을 향상시키기 위한 소재개발 연구나 효율적인 적층 구조 등에 대한 연구가 주를 이루었다. 그에 반해 방탄시험 절차나 환경처리 방법 등과 같은 방탄복의 운영 환경 및 수명에 영향을 미치는 인자를 분석한 연구는 부족한 실정이다. 최근 들어 방탄복의 수명에 관한 연구[6,7] 및 방탄복의 환경처리를 다룬 연구가 수행되고 있다[1,8]. 본 연구는 방탄복의 신뢰성을 평가하기 위한 선행연구로 방탄복의 염수처리가 방탄복의 방탄성능에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 한다. 우리나라에서 방탄복은 전 군이 사용하고 있기 때문에 해군이나 해병대의 운용환경도 고려할 필요가 있다. 해군이나 해병대는 바다에서 작전을 수행하는 경우가 발생하기 때문에 본 연구에서는 방탄복의 염수처리 전과 후의 성능 변화를 비교하고자 하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 우리 군의 방탄복의 성능 요구조건과 미국의 방탄복 환경처리 방법을 고찰하고, 3장에서는 염수처리가 방탄복의 성능에 미치는 영향을 살펴보기 위한 방법을 제시한다. 4장에서는 결과를 분석하고 5장에서 연구의 의의 및 한계점을 제시한다.

2. 이론적 배경

2.1 방탄복 성능 요구조건

우리 군의 방탄복 성능 요구조건은 구매요구서 'PRD 8415-XXXX'에 명시되어 있다. 구매요구서에는 방탄성능 외에도 외피의 재질, 인장강도, 인열강도 발수도, 내수도 등을 측정하며, 내피의 인장강도 및 박리강도 등을 측정한다. 방탄성능은 MIL-STD-662F [9] 시험방법에 따른 파편에 대한 V₅₀ 시험과 NIJ Standard 0101.06

시험방법에 따른 후면변형 측정시험(P-BFS : Perforation and Backface Signature Test), 방호한계 확인시험(BL : Ballistic Limit Determination Test)을 통해 측정한다.

방탄 성능시험은 환경처리에 따라 세부적으로 절차를 구분할 수 있으나 본 연구에서는 국방규격에서 요구하는 방탄복의 환경처리가 아닌 염수처리가 방탄복의 성능에 미치는 영향을 분석하기 위한 목적으로 수행되었으므로 별도의 환경처리에 대한 내용은 다루지 않는다.

2.2 미군 방탄복 환경처리

미군의 IOTV Gen IV 구매요구서인 'FQ/PD 07-05H' [10]에는 방탄복의 환경처리 방법이 명시되어 있으며, 방탄복 최초 생산품 시험 시 염수처리, 고온처리, 저온처리, 노화처리, 오일처리를 수행한다. 세부적인 환경처리 방법 및 시험 수량은 Table 1과 같다. 미군의 경우 전 세계에서 전투를 수행하고 있기 때문에 다양한 환경을 모사하여 환경 처리를 실시하는 것으로 판단된다.

Table 1. Ballistic First Article Test Matrix

| Test (Angle) | 2' | 4' | 16' | 64' | 17** | 9*** |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| V ₅₀ (0°) Dry | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 2Y | 2S |
| V ₅₀ (0°) Wet | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | | 2S |
| V ₅₀ (45°) Dry | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | | |
| 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 | | | | | | 11S |
| V _s /V _r , (0°) | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | | |
| V _s /V _r , (45°) | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | 1S 1Y | | |

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

3. 연구 설계

본 연구에서는 방탄복의 염수처리가 방탄성능에 어떠한 영향을 미치는지 파악해보고자 하였다. 이를 위해 ○○년 우리 군에 납품되어 저장 중인 해군용 다목적 방탄

복 4벌(8개)과 부력방탄복 4벌(8개)를 각각 무작위로 추출하여 방탄성능 시험을 실시하였다. 국방규격 KDS 8470-4003[11]에 의하면 환경 미처리 기준 ○,○○○개 초과 로트인 경우 4벌을 시험하도록 되어 있기 때문에 본 연구의 시료 수는 타당하게 설정되었다고 볼 수 있다.

본 시험은 다목적 방탄복과 부력방탄복의 2가지 방탄복을 대상으로 시험을 진행하였으며, 각각 시험규격에 따라 적용 탄종 및 속도에 차이가 있기 때문에 각 방탄복 별로 시험을 설계하였다.

다목적 방탄복의 방탄시험을 위한 탄약은 44 Magnum으로 설정하였다. 그 이유는 NIJ Standard 0101.06 Level IIIA에서 Heavy한 탄종으로 되어 있어 44 Magnum 탄이 가장 악조건으로 판단되었기 때문이다. 또한 기존 구승환[1]의 환경처리에 따른 방탄성능 영향에 관한 선행연구에서 44 Magnum의 후면변형량의 차이가 나타났으나, 357 SIG의 후면변형량에서는 차이가 나타나지 않았다는 결과가 있기 때문에 44 Magnum으로 시험했을 경우 염수가 아닌 별도의 환경처리로 인한 영향을 배제하고 시험할 수 있기 때문이다. 시험 간 유효 탄속은 NIJ Standard 0101.06에 따라 436 ± 9.1 m/s로, 사격 발 수는 방탄복 당 6발로 설정하였다. 이는 텃블링 처리를 하지 않은 방탄복에 시험하는 속도로, 본 연구에서의 염수 침수가 담수에서 30분 침수하는 상황과 유사한 것을 반영한 것이다.

다음으로 부력방탄복의 경우 NIJ Standard 0101.06이 아닌 국방규격KDS 4220-3004[12]에 의해 시험을 진행하기 때문에 탄종은 Cal. 22 FSP로, V₅₀은 ○○○ m/s로 설정하였다. 비교를 위해 8개 시료 중 4개는 염수처리, 2개는 담수처리, 나머지 2개는 처리를 하지 않고 V₅₀을 산출하였으며, 산출된 V₅₀을 t-검정을 통해 비교하였다. 방탄복의 염수처리가 방탄성능에 미치는 영향성을 확인하기 위한 데이터 시트는 Table 2와 같으며, 로트정보, 환경처리 방법, 탄종, 탄속, 후면변형 수치로 구성하였다.

Table 2. Data sheet example

| Sample No. | Division | Bullet | Velocity | BFS* Depth |
|------------|---------------------------|----------------|----------|-----------------|
| ○-○ | Body Armor | 44 Magnum | ○○○.○○ | ○○.○○ |
| ○-○ | Buoyancy Body Armor | Cal. 22 FSP | ○○○.○○ | V ₅₀ |

* BFS : Backface Signature

4. 연구 결과

4.1 다목적 방탄복

다목적 방탄복의 염수처리 후 사격 결과는 Table 3과 같다. 시험결과, 8개 중 5개에서 기준을 만족하지 못하는 결과가 나타났다. 이는 염수 침투로 인한 방탄소재 적층 분리 등의 발생으로 인해 방탄성능이 저하된 것으로 판단된다. 특히나 1-5번 시료에서는 관통이 발생하여 염수 환경에 장시간 노출 시 방탄복의 방탄성능이 발휘되지 않을 수 있음을 확인할 수 있었다.

Table 3. Test of Result(Body Armor)

| Sample No. | Velocity (m/s) | BFS Depth | Acceptance |
|------------|----------------|-------------|------------|
| 1-1 | 448.04 | 38.47 | Pass |
| | 440.57 | 39.93 | |
| | 443.89 | 38.86 | |
| 1-2 | 444.00 | 38.99 | Fail |
| | 441.52 | 44.38 | |
| | 435.62 | 44.66 | |
| 1-3 | 444.36 | 36.68 | Fail |
| | 443.55 | 49.42 | |
| | 437.90 | 41.02 | |
| 1-4 | 443.22 | 37.85 | Fail |
| | 442.56 | 44.18 | |
| | 444.08 | 42.15 | |
| 1-5 | 434.75 | 39.58 | Fail |
| | 440.95 | Perforation | |
| | 441.65 | 56.27 | |
| 1-6 | 441.68 | 35.30 | Pass |
| | 437.62 | 42.01 | |
| | 437.61 | 43.24 | |
| 1-7 | 446.97 | 37.46 | Pass |
| | 439.36 | 40.29 | |
| | 446.12 | 39.50 | |
| 1-8 | 436.61 | 35.81 | Fail |
| | 441.44 | 44.31 | |
| | 442.85 | 47.59 | |

4.2 부력 방탄복

부력방탄복의 염수처리가 방탄성능에 미치는 영향을 비교하기 위해 8개의 시료를 염수처리 4개, 담수처리 2개, 미처리 2개로 구분하여 환경처리 후 방탄시험을 실시하였다. 시험결과는 Table 4와 같으며, 염수처리한 2-1번 ~ 2-4번 시료의 V_{50} 평균은 483.62로, 염수처리하지 않은 2-5번 ~ 2-8번 시료의 V_{50} 평균인 517.59보다 33.97 낮게 나타났다. 결과분석을 위해 염수처리한 그룹과 염수처리하지 않은 그룹(담수, 미처리)으로 구분하여 t-검정을 실시하였으며, p-value는 0.002로 나타나 V_{50} 에 차이가 있음을 알 수 있었다(Table 5).

Table 4. Test of Result(Buoyancy Body Armor)

| Sample No. | V_{50} | Conditioning | Group |
|------------|----------|--------------|-------|
| 2-1 | 470.32 | Sea water | 1 |
| 2-2 | 484.72 | Sea water | 1 |
| 2-3 | 485.39 | Sea water | 1 |
| 2-4 | 494.04 | Sea water | 1 |
| 2-5 | 495.62 | Water | 2 |
| 2-6 | 522.22 | Water | 2 |
| 2-7 | 518.05 | - | 2 |
| 2-8 | 534.46 | - | 2 |

Table 5. t-test results for bullet velocity

| Division | Conditioning | |
|-------------------------|--------------|--------------|
| | Sea water | Water / None |
| Avg. | 483.62 | 517.59 |
| Dispersion | 96.60 | 262.98 |
| Correlation coefficient | 0.997 | |
| p-value | 0.002 | |

4.3 소결

4.1절과 4.2절의 결과를 토대로 방탄복의 염수처리로 인한 방탄 성능 저하를 확인할 수 있었다. 따라서 국방부나 각 군에서는 작전환경을 고려한 방탄복의 환경처리 방안을 고려해야 할 것이며, 현 방탄복을 운영함에 있어서 관리 방안 등을 수립해야 할 것이다.

5. 결론

본 연구는 방탄복의 방탄성능에 영향을 미치는 요인을 살펴보고자 규격서 상의 환경처리 과정 및 군 작전환경 환경을 검토하였다.

검토 결과 해병대나 해군의 작전환경에서 염수를 접하는 상황을 식별하였으며, 국내 방탄복 방탄시험의 환경 처리는 염수 환경을 고려하지 않는 것을 알 수 있었다. 군 장비의 생존성 향상을 위해서는 방탄복이 다양한 환경조건에서 방탄성능을 발휘할 수 있는지 여부를 확인해야 한다. 따라서 본 연구에서는 방탄복의 염수처리가 방탄성능에 미치는 영향을 살펴보았다. 이를 위해 ○○년 군에 조달되어 저장 중인 다목적 방탄복과 부력방탄복을 샘플링하여 방탄성능 시험을 수행하였다. 시험결과는 t-검정을 통해 분석하였으며, 연구결과는 다음과 같다.

먼저 다목적 방탄복의 시험결과, 염수처리한 8개의 시

료 중 5개의 시료에서 관통 또는 후면변형 과다가 발생하여 규격을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 이는 다목적 방탄복에 염수처리를 했을 때 방탄성능이 저하된다는 것을 반증하는 것이라 할 수 있다. 다음으로 부력방탄복의 시험결과 염수처리한 시료의 V_{50} 평균은 483.62, 염수처리하지 않은 시료의 V_{50} 평균은 517.59로 나타났다. 통계 검증을 위해 t-검정을 실시한 결과 p-value는 0.002로 나타나 결과에 차이가 있음을 알 수 있었다. 따라서 부력방탄복도 염수처리로 인한 방호성능이 저하된 것을 확인할 수 있었다.

본 연구의 시사점 및 의의는 선행연구가 부족했던 방탄복의 운용환경과 환경처리 방법에 대한 새로운 접근을 시도했다는 점을 들 수 있다. 또한 정량적인 분석을 통해 방탄복에 작전환경을 고려한 다양한 환경처리가 필요하다는 시사점을 제시하였다는 것을 들 수 있다.

하지만 이러한 시사점에도 불구하고 향후 연구에서 보완해야 할 한계점을 가지고 있다. 먼저 균용물자의 특성으로 인해 특정 연도, 특정 제조사의 방탄복만을 대상으로 시험 및 분석을 수행했다는 점이다. 방탄복은 성능형으로 발주되기 때문에 방탄복에 대한 제조기술 및 소재의 제한을 두지 않는다. 따라서 제조사별로 소재나 제조 방법에 차이가 존재하는 경우 본 연구 결과를 그대로 적용하기에는 무리가 있을 수 있다. 다음으로 시료에 관한 사항으로 많은 수의 시료를 확보하지 못한다는 점과 저장상태의 시료를 확보하여 시험했기 때문에 저장환경에 따른 성능 저하 여부를 고려하지 못했다는 점이다. 물론 저장 기간이 길지 않은 시료를 사용하였으나, 저장으로 인한 방탄복의 노화가 발생했을 확률도 배제할 수는 없다. 향후 연구에서는 염수로 인한 방탄성능 저하 원인 및 극복방안 등을 고려하여 다양한 소재와 시료를 대상으로 연구를 수행한다면 좀 더 의미 있는 결과가 나타나게 될 것이다.

References

- [1] Gu. S. H., Ryu. 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>
- [2] Development of Soft Armor Conditioning Protocols for NIJ Standard-0101.06: Analytical Results
- [3] Republic of Korea Army, Proposal for the Manufacturing and Delivery Business of Type 3 Vests., 2021.
- [4] 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.
- [5] 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>
- [6] 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, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.1.300>
- [7] Park. H. Y., Gu. S. H., "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>
- [8] Park. J. W., Byun. K. S., Cho. S. Y., Kim. S. K., Yeo. Y. H., Kwon. J. W., "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>
- [9] U.S. Department of Defense, "V50 Ballistic Test for Armor", DOD Test Method Standard, MIL-STD-662F, 1997.
- [10] U.S. Department of Defense, "Body Armor, Multiple Threat / Interceptor Improved Outer Tactical Vest(IOTV) Generation IV", Purchase Description, FQ/PD 07-05H, 2014.
- [11] Republic of Korea Department of Defense, "Body Armor, for Fragment and Small Arms Protection", Korea Defense Standard, KDS 8470-4003, 2018.
- [12] Republic of Korea Department of Defense, "Buoyancy Body Armor for Ships", Korea Defense Standard, KDS 4220-3004, 2016.

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

이 찬 호(Chan-Ho Lee)

[정회원]



- 2019년 8월 : 한성대학교 산업경영공학 전공 (학사)
- 2020년 1월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 국방종합시험센터 연구원

<관심분야>

산업공학, 안전공학, 방탄신뢰성평가

송 승 환(Seung-Hwan, Song)

[정회원]



- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 국방종합시험센터 선임기술원

<관심분야>

방탄신뢰성평가