방탄복의 염수처리가 방탄성능에 미치는 영향에 관한 연구

구승환, 송승환, 이정호
국방기술품질원
e-mail: gsh999@hanmail.net

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

Seung-Hwan Gu, Seung-Hwan Gu, Jeong-Ho Lee
Defense Agency for Technology and Quality

요 약

본 연구는 방탄복의 방탄성능에 영향을 미치는 요인 중 염수처리 과정을 검토하고 방탄복의 염수처리가 방탄성능에 미치는 영향을 확인해보았다. 본 연구는 방탄복의 수명을 제시하기 위한 사전연구로 진행되었기에 일부 샘플을 대상으로 시험을 진행하였다.

1. 서론

방탄복은 장병의 생존성 확보를 위한 필수적인 전력지원체계이다. 방탄복은 다양한 환경에서도 방탄성능을 발휘하는지 여부를 확인하기 위해 환경 처리를 수행한 뒤 방탄시험을 수행한다. 국내 방탄복의 경우 미국 NIJ Standard 0101.06의 환경 처리 방법을 준용하여 실시하는데, 방탄복의 방탄성능 시험을 위한 환경처리 절차는 다음과 같다.

먼저 방탄복을 상온에서 24시간 보관한다. 이후 NIJ Standard 0101.06[1] 5항의 환경처리 절차에 따라 텀블링을 실시한다. 텀블링은 특수 제작된 챔버에서 이루어지며, 10일 동안 65도와 80%의 상대습도 환경조건에서 5rpm으로 회전을 시킨다. 약 72,000회의 텀블링을 마친 뒤, 다시 상온에서 24시간 보관하고 BL 및 P-BFS 시험은 NIJ Standard 0101.06의 7.8항에 따라 실시한다.[2]

환경 처리를 하지 않은 방탄복의 경우 30분간 담수에 침수처리를 한 뒤, 10분을 건조하고 방탄시험을 수행한다. 침수 후 방탄성능을 시험하는 이유는 대부분의 방탄복이 섬유로 구성되어 있기 때문이다. 대부분 아라미드 소재 또는 초 고분자량 폴리에틸렌(Ultra High Molecular Weight Polyethylene : UHMWPE)으로 구성되어 있으며, 방탄복의 소재 특성 상 물이 침투할 경우 적층이 분리되어 방탄성능이 저하되기 때문이다.

미국의 방탄복인 IOTV(IMPROVED OUTER TACTICAL VEST)의 경우 담수 외에도 해수에 24시간 침수를 시킨 뒤 시험을 실시하고 있는데, 다양한 전장 환경을 모사했기 때문에 해수 시험도 실시하는 것으로 추정된다. 우리나라의 해병대나 해군의 경우에도 전장 환경이 해수와 접촉할 확률이 높으므로 각 군의 운용 환경특성을 고려한 방탄성능 시험이 필요한 실정이다.

그간 선행연구는 방탄복의 소재에 대한 연구가 주를 이루었으며, 환경 처리 및 시험방법 등에 대한 연구는 부족하였다. 환경 처리에 관한 해외연구로 염수처리를 수행할 경우 방호성능이 저하된다는 연구가 수행되었으며[3], 국내에서의 환경처리에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 이러한 환경에서 본 연구에서는 방탄복의 염수처리가 방탄성능에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

2. 시험 설계

본 연구를 위해 운영 중인 방탄복의 시료를 일부 채취하여 방탄성능시험을 실시하였다. 다음의 방탄복은 2가지 상황을 가정하여 시험을 수행하였다. 먼저 기존의 환경처리 방식대로 방탄복을 상온에서 24시간 보관 후 NIJ Standard 0101.06 5항의 환경처리 절차에 따라 텀블링을 실시하였다. 텀블링은 특수 제작된 챔버에서 이루어졌으며, 10일 동안 65도와 80%의 상대습도 환경조건에서 5rpm으로 회전을 시켰다. 약 72,000회의 텀블링을 마친 뒤, 다시 상온에서 24시간 보관하

였다.

다음으로 염수처리한 방탄복은 미군 IOTV 구매요구서인 FQ-PD-07-05H에 따라 3%의 sodium과 0.5%의 magnesium 농도의 물에 24시간 환경처리하였다. 이후 P-BFS 시험을 NIJ Standard 0101.06의 7.8항에 따라 실시하였다.

3. 시험 결과

NIJ Standard에 의한 환경 처리를 수행한 시험결과와 미군 IOTV에 의한 환경 처리를 수행한 시험결과를 비교하기 위해 0개의 시험결과를 사용하였다. 각 로트별 환경처리 전 시료에 사격한 속도와 환경처리 후 사격한 속도의 비교표는 표 1과 같다.

[표 1] 각 로트 별 탄속

탄종 Lot	Lot-1	Lot-2	Lot-3	Lot-4
44M#1	000.00	000.00	000.00	000.00
44M#2	000.00	000.00	000.00	000.00
44M#3	000.00	000.00	000.00	000.00
44M#4	000.00	000.00	000.00	000.00
44M#5	000.00	000.00	000.00	000.00
44M#6	000.00	000.00	000.00	000.00

표 1을 살펴보면 모든 탄속이 유사한 것을 확인하였으며, t 검정 실시결과 속도에서 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 확인하였다($p<0.05$). 각 환경처리 결과를 비교하기 후면변형 변화량의 비율을 비교한 결과는 표 2와 같다.

[표 2] 각 환경처리별 후면변형 결과

탄종 Lot	Lot-1	Lot-2	Lot-3	Lot-4
44M#1	00.00	00.00	00.00	00.00
44M#2	00.00	00.00	00.00	00.00
44M#3	00.00	00.00	00.00	00.00
44M#4	00.00	00.00	00.00	00.00
44M#5	00.00	00.00	00.00	00.00
44M#6	00.00	00.00	00.00	00.00

결과 분석에 앞서 본 연구는 본 시험을 위한 선행연구로 일부 샘플만을 사용했기 때문에 일반화할 수 없다는 견해를 밝힌다. 표 2를 살펴보면 염수처리 후 성능이 저하되는 것을 확인할 수 있으며, 이러한 이유는 본 시험을 통한 추가연구가 필요한 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 방탄복의 성능에 영향을 미치는 요인으로 염수 환경처리 요인을 선정하고 일부 샘플을 사용해 시험하였다. 샘플을 통한 시험결과 염수처리에 의한 성능 변화가 발생할 수 있을 것이라는 내용을 확인하였다. 본 연구는 방탄복의 수명을 제시하기 위한 사전연구로 진행되었기에 추가 연구에서 정밀한 분석을 수행하고자 한다.

참고문헌

[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] 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.

[3] Dodd, S., Malbon, C., Critchley, R., Lankester, C., O'Rourke, S., Corke, T., & Carr, D. 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.