

## Bomb Suits에 대한 NIJ 인증은 무엇이고, 왜 그것이 중요한가

Dr. Aris Makris, Ph.D.

기계공학 박사 학위를 보유하고 있으며 총 격파, 폭발, 관련 보호 기술 분야에서 30년 이상의 전문지식을 가진 전문가. 폭발물 처리(EOD)를 위한 여러 세대의 고급 개인 보호 장비를 개발하는 등 수많은 연구개발 프로그램을 이끌었으며 또한 산업 표준 및 NATO 작업 그룹 개발에도 참여

Dr. Jean-Philippe Dionne, Ph.D

기계공학 박사 학위를 보유하고 있으며 폭발, 폭풍파 및 연소 분야에서 20년 이상의 경험을 쌓은 전문가. 폭발물에 대한 보호 장비와 테스트 방법론 및 보호 표준 개발과 관련된 수 많은 프로젝트에 참여

역사적으로 방폭보호의 제조업체는 EOD 슈트 설계를 정량화하고, 특성화하기 위해 여러 개의 성능 표준 혹은 시험 절차에 의존하거나, 관련 기술 분야에서 영감을 얻곤 했다. 테스트 방법은 많은 실험과 그 결과값이 서로 일관되지 않았으며, 실험에 대한 표준화 및 문서화 된 세부 사항이 없어 테스트 결과가 일관되게 재현되거나 비교되지 않아 신뢰할 수 없었다. 때때로 슈트 공급자는 스스로의 기술적 오해로 인해 제품 성능에 대한 입증에 되지 않은 주장을 하거나, 승인된 테스트 방법을 엄격하게 준수하지 않은 실험데이터를 제공했다. 당연히 최종 사용자가 실험의 적합성, 절차 준수, 결과의 정확성 또는 실험실 인증에 대한 다양한 테스트 보고서를 평가하기는 어려웠다.

10년 이상의 개발 끝에 2016년 공공 안전 방폭보호의에 대한 미국 NIJ 0117.01 표준이 발표되면서 표준화된 EOD PPE(Personal Protective Equipment) 평가에서 기존 평가의 어려움이 해소되었다. 이는 EOD 슈트가 공인 기관에 의해 공식적으로 인증되면서, 사용자에게 객관적인 증거와 신뢰도를 제공하기 위함이었다. EOD 슈트에 대한 NIJ 표준의 필요성은 NIST (National Institute of Standards and Technology)가 지원하는 NBSCAB (National Bomb Squad Commanders Advisory Board)에 의해 시작되었으며, NIJ (National Institute of Justice)의 후원으로 DoD (전문가들이 상주하는 다양한 국방부 실험실) 및 산업계 참가자들의 지원을 받았다.

NIJ 인증은 NIJ가 승인한 인증 기관을 통해서만 획득할 수 있으며, 공인된 제3의 실험실에서 표준 테스트 방법을 준수해야 한다. 이 조직은 초기 테스트는 물론 연간 테스트 절차와 슈트 제조 시설에 대해 감사를 시행하여 전체 인증 과정에 대해 긴밀하게 관여한다. 이러한 제3자 감독 활동은 표준과 규정에 따라 제조된 방폭보호의를 인증함으로써 최종 사용자에게 신뢰를 주기 위한 것이다. 방폭 보호의의 설계는 최소한 NIJ 0117.01에 규정된 것을 충족해야 한다. 최소 기준 내에서 명시적으로 규정되지 않은 많은 추가 기능 및 특성을 최종 사용자가 인지해야 하며, 조명, 통신, 냉각, 기능 환경 설정, 배터리 전원 수명, 그리고 전자 서명 관리 등과 같은 사항들은 현재 사용 가능한 대부분의 최신 방폭보호의를 구매할 때 고려해야 한다.

따라서 NIJ 표준은 모든 공학 분야 (예 : 모든 폭발 위험, 인적 요소, 광학, 시야, 전자 장치, 제조 품질, 라벨 표시 등)에서 방폭보호의를 적절하게 평가하고 확인하기 위해 광범위한 전문지식 없이도 정부 기관이 EOD PPE(Personal Protective Equipment)를 선택하고 조달하는 데 도움을 줄 수 있다.

## 공공 안전 방폭 보호의에 대한 NIJ 0117.01 표준의 하이라이트

### 보호

NIJ 0117.01 V50 파편 측정법은 MIL-STD-662에서 영감을 얻었다. 합격 불합격의 기준은 발사체를 시뮬레이션하는 세 가지 파편을 기반으로 한다 (17, 44, 207 - 그레인, 그림 1 참조).

207-그레인 (13.4g)의 큰 파편으로 슈트에서 고도로 보호되는 영역 (가슴 전면부, 목 및 사타구니 판)에 대해 신뢰할 수 있는 V50 등급을 결정한다. 이 보호 영역에 대해 실제 위협을 나타내는 고에너지 207-그레인파편을 기반으로 V50 파편보호 등급을 획득하는 것은 당국이 권고하는 실용적인 접근법이다.

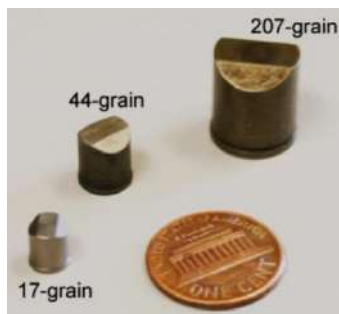


그림 1 : NIJ 0117.01 파편 발사체 시뮬레이션 (17, 44, 207 - 그레인)

과거에는 17-그레인 파편 시뮬레이터를 기반으로 한 V0 등급이 슈트 파편보호 영역 특성으로 사용되는 경우가 있었다. 그러나 STANAG 2920을 기반으로 한 보호 등급인 17-그레인 V0 등급은 추정된 V0 속도의 1.5 배로 파편을 발사해야 하는 요구 사항을 감안 할 때 사실상 불가능 하다.(현재 알려져 있는 공인 실험실에서 이 속도로 파편을 발사할 수 없다)



그림 2 : NIJ 0117.01 폭발 과압 시험에 대한 고속 비디오 이미지. 무릎꿇고 마주하여 2 ft (0.6m) 거리에서 1.25 lbs (0.567kg)의 C-4 폭발. 더 많은 데이터를 위해 2개의 마네킹을 이용.

기준에는 슈트의 폭발 후 무결점에 대한 질적 평가가 포함되는데 이는 무릎을 꿇은 자세의 Hybrid III 마네킹과 2 ft (0.6m) 떨어진 거리에서 구체 모양의 C-4 폭발물 1.25 lbs (0.567kg)를 터트렸을 때의 폭발에 대한 것이다 (그림 2).

여기에는 제자리를 유지하는 보호력, 폭발 후 노출된 틈이 생기지 않아야 하는 등 많은 질적 요건이 포함된다. NIJ 표준은 현재 폭발압력의 감소를 명시하지 않기 때문에, ASTM 작업 그룹 WG22759는 Bomb Suits의 정량적 폭발압력 평가를 위한 시험 방법의 표준화 작업을 시작했다. 이 방법론은 NIJ 슈트 폭발 후 무결점 시험을 보완할 것이다. 이 새로운 ASTM의 작업은 최종 사용자들, NIST 및 업계 전문가들의 지원을 받는다.

NIJ 방폭 보호의 표준이 발표되기 전에는, 여태껏 초점이 충격에 대한 내용보다는 폭발압력과 파편 방호에 맞춰져 있었다. 실제 폭발 사건의 현장 경험을 통해서 폭발 또는 직접적인 충격으로 인하여 매우 흔하게 발생하는 외상성 뇌손상 발생을 줄이기 위해 헬멧 충격 보호의 필요성이 강조되었다. 따라서 NIJ 0117.01 표준은 EOD 헬멧이 높은 충격 보호를 제공하는지 확인하기 위해 엄격한 헬멧 테스트가 요구된다. 테스트 방법은 9개의 헬멧을 각각 8번씩 떨어뜨려 총 72회의 충격을 가한다 (그림 3).

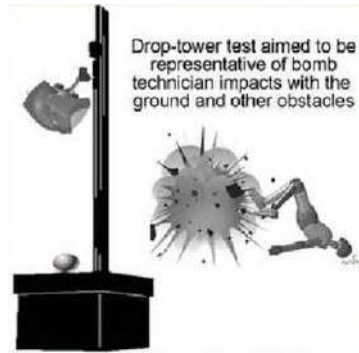


그림 3 : 헬멧 드롭타워에서 외상성 뇌 손상에 관한 테스트 실시. 3가지 온도에서 72번 실시.  
- 지반 및 기타 장애물에 대한 폭발물 기술자의 충격을 나타내는 드롭타워 테스트

충격 에너지 및 합격 / 불합격 기준치는 머리 충격 보호의 중요성을 인식하여 외상성 뇌 손상의 위험을 완화하기 위해 EOD 작업에 맞게 맞춤화 되어있다. 테스트는 세 가지 온도에서도 수행된다. (68° F / 14° F / 131° F 또는 20° C / -10° C / +55° C). 이러한 온도는 폭발물 기술자가 극도의 고온 및 저온 조건에서 작업 시에도 헬멧에 의한 보호를 보장한다. 이 표준에는 슈트를 위해 특별히 개발된 다중 온도 척추 보호 테스트(특정 슈트 제조업체가 때로는 사용하는 오토바이 표준 테스트와는 다른 테스트)도 적절한 기준치를 적용하여 포함한다.

이 유형의 테스트는 기술자가 폭발력에 의해 강제로 날아가게 되는 경우 척추에 대한 충격 보호에 대한 필요성을 실험한다.

NIJ 표준에는 ASTM D6413-99를 기반으로 한 슈트 외피 및 헬멧 셀에 대한 내화성 테스트가 포함된다. 합격 / 불합격 요구 사항은 EOD 애플리케이션에 맞게 맞춤화 되어 IED가 폭발할 때 발생 되는 순간적인 고온의 열 위협으로부터 보호를 보장한다.

## 인적 요소

Bomb Suits의 주요 목표는 주요 폭발 위협으로부터 사용자를 보호하는 것이지만, EOD 슈트는 폭발물 처리 작업에 대한 방해도 최소화해야 한다. 따라서 NIJ 표준에는 엄격한 시야 요구 사항이 포함된다. 정적 시야 테스트 (그림 4)는 헤드폰과 레이저 시스템으로 수행되어 실제 폭발물 기술자의 요구 사항에 따라 결정된 기준으로 객관적인 측정을 보장한다 (예 : 장치를 조작할 때 하향 시야, 주변 시야를 위한 수평 시야).



그림 4 : 헬멧을 헤드폼에 장착하고 다양한 각도에서 시험된 NIJ 정적 FOV 장비

동적 시야 테스트 (그림 5)는 헬멧과 보호 플레이트가 적절하게 결합이 되는지를 평가한다. 이러한 테스트는 옷깃 또는 전면 플레이트와 같은 슈트 구성 요소에 의해 시야가 차단되지 않도록 한다. 왜곡 수준, 빛 투과, 굴절력 및 안개 저항 수준을 평가하는 바이저 광학 테스트도 세심하게 수행하여 명확한 가시성을 보장하고 시각적 산만함을 방지한다. 마지막으로 NIJ 0117.01의 규정에 따라 바이저 김서림을 방지하는 까다로운 헬멧 시스템의 능력을 평가하기 위한 런닝머신 테스트를 수행한다.



그림 5 : NIJ Dynamic FOV 테스트 - 머리 및 신체 움직임

추가로, NIJ 0117.01에는 인체 공학과 관련하여 EOD 작업 운동에 대한 요구 사항이 있다. 예를 들어, 장애물 극복과 관련된 장애물 코스를 비롯하여, "뒤로 눕고 일어서기"와 "무릎 꿇었다가 일어나기"와 같은 다른 테스트도 포함된다. 이러한 시험을 통해 착용자는 자신의 작업에 필요한 중요한 동작을 쉽게 수행할 수 있다.

크기 치수, 최대 무게 및 라벨 가독성도 명시적으로 규정되어 있다. 따라서 NIJ 표준 인증은 EOD와 관련한 광범위한 테스트 방법을 통해 방폭보호의에 대한 명확하고 독립적인 평가를 제공한다. 모든 테스트는 NIJ의 후원하에 수행되며, 자격을 갖춘 제

3자 및 공인 실험실의 공인 표준 기관이 감독한다. 따라서 최종 사용자와 해당 조달 기관은 더이상 공급 업체의 신뢰성, 주장 또는 서로 다른 실험실 및 테스트 방법에 따른 많은 시험 성적서들에 전적으로 의존하지 않아도 된다.

## NIJ 표준을 넘어서

EOD 커뮤니티를 위한 중요한 진전이지만 NIJ 0117.01은 "최소 표준"으로 남아 있는데, 이는 최종 사용자가 요구할 수 있는 가능한 모든 보호 및 기능 요구 사항을 다루지 않기 때문이다. 따라서 조달 기관은 방폭 보호의를 선택할 때 다른 요구 사항도 고려해야 한다. 머리의 가속도, 귀 및 가슴 압력을 포함하여 통계적으로 유의미한 데이터 샘플을 기반으로 한 폭발압력양 측정이 필요하다. 보호와 직접적으로 관련되지 않은 기타 슈트 기능들도 신중하게 고려해야 한다. 예를 들어 폭발물 기술자는 안전한 방식의 원격 통신이 (음성, 데이터, 이미지) 필요할 수 있다.

방폭 보호의와 헬멧 내의 모든 전자 장치는 비교적 덜 엄격한 산업 표준 (EN, FCC) 과는 달리 전자와 적합성 (MIL-STD 및 DEF-STAN에 따른 방출 및 민감성)은 보다 관련성이 높고 엄격한 군사 표준을 충족해야 한다. EOD 슈트는 어두운 영역에서 작업할 수 있는 적절한 조명을 제공해야 하며 다양한 신체 크기와 모양에 맞아야 한다 (여성 5 백분위 수에서 남성 95 백분위 수 권장). 또 한 고온의 환경에서 작업을 수행할 때에는 개인 냉각 또는 환기 장치가 필요할 수 있다. 인체 공학적 측면 또한 시뮬레이션 된 시나리오에서 기본 기능만 보장하는 NIJ 요구 사항 이상으로 평가되어야 한다.

또한, 구매 대행사는 방폭보호의 제조업체가 확실한 고객 지원과 함께 오래 지속되고 품질 및 신뢰성이 높은 제품을 제공하여야 한다. NIJ의 제조 시설 감사는 이러한 측면에서 중요한 역할을 한다.

CE 인증이나 RoHS 준수, 그리고 일부 지역 표준과 같은 제품에 대한 기타 인증은 특정 국가에서 조달하여 사용할 방폭 보호의에도 적용될 수 있다. 끝으로 보호의에 대한 NIJ 인증은 일정 기간이 경과하거나 다수의 보호의가 제조된 후 정기적인 재 인증을 받아야 하므로 품질과 성능에 대한 지속적인 확인과 감독을 해주어야 한다.

## 결론

NIJ 0117.01 표준에 대한 방폭보호의 인증은 관련 EOD 위협에 대해 완전히 독립적이고 포괄적이며 신뢰할 수 있는 성능 검증을 보장하는 방법이다. 이는 문서화 된 제조 공정을 공식 임명 및 인가된 조직에 의한 정기적 독립 감사를 통해 수행된다.

---

NIJ 0117.01에 대한 자체 인증 또는 근거 없는 "NIJ 기준 충족"에 대한 주장은 허용되지 않는다.

최종 사용자는 NIJ 표준에 공식 인증된 슈트를 소유하는 것을 넘어, 기준상에는 명시적으로 언급되지 않았지만 중요할 수 있는 슈트의 추가적인 기능들을 지정해야 한다.