

군수용 섬유 소재



<그림 1> 사막형 전투복을 착용한 모습.

나일론/면 50/50 립스탑, 3색 사막용 위장 패턴 사용.

1. 서언

섬유 산업은 군부대에 탱크, 무기나 탄약을 제공하지는 않지만, 섬유 없이는 어떤 군부대도 제 기능을 하지 못한다. 군사력은 부대원들의 전투복, 위험 요소로부터의 보호, 이송 수단 및 부대용품, 침장류 및 그 외 다양한 많은 아이템에 사용되는 섬유 소재에 의해 결정된다.

아직 섬유 산업이 이러한 기본적인 수요를 만족시키지 못하고 있는 반면, 오늘날의 현대식 군대는 더욱 뛰어난 성능을 가진 제품을 필요로 한다. 군수용 섬유는 일반적인 무기로부터의 보호만이 아니라 적외선, 레이더, 극한의 기후, 질병을 옮기는 곤충류 및 테러리스트들이 사용하는 IED(사제폭발장치,

improvised explosive device) 등과 같은 다양한 위험에 대한 보호 성능을 가져야 한다.

군수용 섬유 제품의 제조 분야는 매우 다양하다. 면, 마, 양모와 같은 천연 섬유부터 나일론, 폴리에스터와 같은 인조 섬유 및 아라미드와 같은 특수 섬유까지 대부분의 섬유가 사용되고 있다. 각 제품에 사용되는 섬유는 제품에 필요한 요구 성능에 따라 미생물에 대한 저항, 기계적 강도, 탄성, 흡습성, 열응력하에서의 거동, 광안전성, 정전기적 성질 등을 고려하여 선택된다.

2. 군수용 섬유 제품

세계적인 군수업체인 Apexical사에 의하면 군수용 섬유 제품으로 첫 번째로 고려해야 할 것은 군수용 난연 소재라고 한다. 그 다음으로 중요한 것은 투습성과 흡습성이 우수한 제품이다. 또한 정글과 같은 환경에서의 군사 작전이 증가함에 따라 모기나 다른 곤충에 대한 보호 성능에 대한 중요성이 증가하고 있다.

군수용으로 사용되는 섬유 소재는 직물, 편물, 부직포뿐만 아니라 심지어 재봉사, 레이스, 로프와 같은 실 형태의 섬유 제품 등 모든 타입의 섬유 소재가 사용되고 있다. 그리고 오늘날 군수용 섬유 소재에 사용되고 있는 기술은 소재가 가진 성능만큼이나 복잡하다. 섬유 생산업체는 축열 기능과 대전 방지 성능을 부여하기 위해 특수 방적 기술을 사용한다. 직편물 제조업체는 3차원 편성과 같은 특수 소재 제조 기술을 활용하고 있다. 염색업체에서는 적외선 보호 성능 부여 기술을 활용하고 있으며, 가공 및 코팅 업체에서는 레이더, 열, 물 등에 대한 보호 성능을 부여하는 기술을 활용하고 있다.

CHT 그룹의 Bezema Color center에 의하면 군수용으로 사용되는 물품은 군사용 목적의 특수 요구 성능을 만족시키기 위해 하나의 아이템에도 여러 종류의 소재가 사용되고 있다. 이를 위해 라미네이팅이나 본딩과 같은 특별한 기술을 활용하고 있다. 군수용 제품은 최고의 성능을 나타내어야 하므로 활

용되는 기술 또한 최첨단의 기술을 사용한다. Apexical사에 의하면 오늘날의 전장은 이전과는 다른 새로운 형식으로 이루어지므로, 섬유 제품에 요구되는 성능도 달라지고 있다고 한다. 난연성은 가장 중요하게 고려되는 성능이다. Apexical사의 R&D는 FR(난연재) 성능의 향상에 초점을 두고 있다. 이 때 중요한 것은 난연 요구 성능을 유지하면서 동시에 경량화가 가능한가이다.

3. 공급

Bezema Color center에서는 군수용 섬유 제품에서는 세계 공통의 표준이 책정되기는 어려울 것으로 보고 있다. 전 세계의 많은 구매자들은 DIN, EN, ISO, AATCC와 같은 공식적인 섬유 제품의 표준을 이용하고 있다. 군수용 섬유의 공급처는 나라마다 다르지만, 일반적으로 두 가지로 나눌 수 있다. 국내에서나 해외의 군수업체에서 공식적인 군용 물품을 공급하거나 국방부나 국가 직속의 자체기관에서 특수화시킨 아이템을 공급한다. 이러한 공급업체의 개발자들은 고도의 지식을 가지고 있으며, 충분한 장비를 갖춘 실험실을 구비하고 있다. 업체에 따라서는 자체 R&D 조직을 가지고 있기도 한다.

군수물품의 소싱 절차는 매우 복잡하고, 군부의 소싱 관련 부서와 효과적인 접촉이 필요한 것은 사실이다. 군 조직은 항상 새로운 물품과 장비를 찾고 있고, 이러한 물품들은 때때로 실제 개발이 필요하기도 하다. 이러한 경우, 개발을 효과적으로 진행하기 위해서는 구매자와 섬유, 실, 제품 등의 공급자들이 협력하여 함께 진행할 필요가 있다.

4. 재료

(1) 섬유

면, 폴리에스터, 나일론 및 이들의 혼방 소재는 군수 분야에서 가장 중요한 섬유들이다. 반면, 양모와 린넨은 그 중요성이 감소하고 있다. 아라미드와 FR 비스코스는 특수한 용도에서 필수불가결한 중요한 소재로 활용되고 있다.

<표 1>은 군수용 섬유 소재 아이템을 다섯 가지로 분류하여, 사용되고 있는 주요 섬유들을 나타낸 것이다.

<표 1> 군수용 제품에 사용되는 섬유의 분류

구분	아라미드	아라미드-비스코스	면	면-나일론	면-폴리에스터	비스코스	아마	나일론	폴리에스터	폴리에스터-비스코스	미가공 양모	양모-나일론	양모-폴리에스터
밀착의류			O		O			X	X		O	O	
스포츠웨어			O	O	O			X					
외의류	X	O	O		O	X	X	O	X	O	O	O	O
전투복	X	O	O	O	O								
장비	O	X	X		O		O	O	O	O			

*O : 주로 사용, X: 제한적 사용

*출처 : Benzema Color Center, CHT group

(2) 염료

군수 분야에서 가장 중요하게 사용되는 염료는 배트 염료, 분산 염료와 금속 복합 타입이 있으며, 안료 염색도 사용한다. 견뢰도 요구 수준이 높기 때문에 반응성 염료와 산성 염료는 거의 사용되지 않는 편이다. 배트 염료와 안료들은 특정 적외선 반사값을 부여하기 위해 사용되기도 한다. 인조섬유의 경우 규정된 적외선 파장에 맞게 선염하여 사용한다. <표 2>는 군수용 섬유 제품에 사용되는 염료를 보여주고 있다.

<표 2> 군수용 섬유 제품에 사용되는 염료

구분	아라미드	아라미드-비스코스	면	면-나일론	면-폴리에스터	비스코스	아마	나일론	폴리에스터	폴리에스터-비스코스	양모	양모-나일론	양모-폴리에스터
분산 염료	X	X			O				O	O			O
배트 염료		X	O	O	O	O	O			O			
산성/금속 복합 염료								O			O	O	O
안료		X	X	X	X	X	X	X	X	X			

* O : 주로 사용, X : 제한적 사용

* 출처 : Benzema Color Center, CHT group

5. 군수용 섬유 제품의 요구 성능

군용 섬유 제품과 요구 성능은 사용면에서 다음과 같은 범주로 나눌 수 있다.

- 밀착 의류
- 외의류
- 스포츠웨어류
- 전투복
- 장비

장비는 반드시 환경적 영향에 대한 저항성을 가져야 한다. 주변 환경에 따른 광학적 적합성이 축축한 기후용 보호구, 텐트, 위장막 등에 필요한 주요 성능이다.

밀착 의류의 경우는 기본적인 생리학적 요구 성능이 핵심적으로 적절한

온도와 습도의 유지 성능이 중요하다. 또한 착용자의 위생과 건강을 위해 세탁과 관리 성능이 가장 중요하다. 이러한 의류는 생리학적으로 위험한 물질을 포함해서는 안 된다. 밀착 의복은 속옷, 양말, 스타킹, 장갑 등이 있다.

외의류는 착용자를 환경적 영향에서 보호하는 역할을 한다. 외의류에 요구되는 성능은 기후 조건과 착용의 목적에 따라서 달라진다. 높은 내광성과 세탁 내구성 수준이 필요하다. 또한 격렬한 움직임에 의한 외력에도 쉽게 손상되지 않아야 하며, 위장 패턴이 사용되어야 한다. 외의류에는 상의, 하의, 재킷 등을 포함한다.

군용 스포츠웨어의 일반적 사항은 민간용과 같다. 가장 중요한 성능은 생리학 적 적합성, 위생성 등이다.

전투복은 훈련이나 전투 중에 착용하는 의복으로 착용자의 움직임을 보조한다. 전투복에 요구되는 성능 수준은 매우 엄격하다.

-전투복용 소재에 대한 최소 요구 성능

- 우수한 내마모성 소재
- 우수한 생리학 적 성능
- 주변 기후 환경으로부터 보호 성능
- 상해로부터 보호 성능
- 전장에 적합한 위장 성능
- 환경 및 세탁 등에 관리에 대한 우수한 내구성

이와 같은 군수용 섬유 제품에는 매우 우수한 견뢰도와 보호 성능이 필요하다. 요구 성능은 최대 인장강도, 인열 강도, 파단 강도뿐만 아니라 절단 신포, 파열강도, 일반적인 사용 시의 마모 및 인열 성능, 환경적 영향에 대한 저항성, 세탁 중 온도의 영향에 따른 수축률의 최소화, 낮은 필링성, 마모 등에 따른 색변화, 코팅 시 우수한 접착성, 만족스러운 연소 거동, 미생물에 대

한 저항성, 공기투과성, 기후에 따른 착용 쾌적성, 투습성 및 열투과성, 액체 및 기체 투과에 대한 저항성, 효과적인 위장 무늬와 적외선 관련 특성 등을 포함한다.

전투복은 특수한 목적에 맞도록 최적화하거나 부합하여야 한다. 방탄 조끼는 최근 적용 사례가 늘고 있다. 넓은 지역에서 이루어지는 전투에서는 파편에 대한 보호가 필요하다. 시가전 상황에서는 탄환에 대한 방탄성이 중요하다. 이전에 사용되었던 세라믹 플레이트나 금속 플레이트를 사용한 무거운 방탄 조끼는 현장 상황에 적합하지 않다. 경량, 유연성을 갖춘 얇은 두께의 조끼에 대한 요구가 높아지면서 새로운 보호용 소재의 개발이 이루어졌다. 파라-아라미드, 강력 나일론, 폴리에틸렌, PBO 등의 고성능 인조 섬유를 활용한 복합 재료의 개발이 이루어졌다.

이 섬유들은 높은 절단 강도와 낮은 신장률을 가진 것이 특징이다. 멀티필라멘트 형태로 직물이나 실로 만들며, 열가소성 수지에 함침하여 고정시킨다. 이렇게 만든 소재는 방탄 요구 성능에 따라 여러 겹으로 겹쳐 사용한다.

방탄 조끼에 주로 사용되는 파라-아라미드는 안타깝게도 UV에 의해 손상을 입고, 항상 건조 상태를 유지해야 하는 단점이 있다. 이러한 이유로 파라-아라미드계 제품은 빛과 수분을 차단할 수 있는 내부 격리층으로 밀봉한다. 군용으로 사용할 경우, 방탄 조끼는 가장 바깥쪽에 입는 제품이다. 따라서 조끼 가장 바깥쪽에 적절한 위장 패턴층을 붙일 수 있도록 생산한다.

NBC 보호 제품(화생방 보호 제품)은 방사능, 생물학적, 화학적 위협에 대한 보호를 목적으로 한다. 이러한 보호용 슈트의 1세대는 방수·방유 코팅된 소재를 사용하였다. 폴리우레탄을 사용하여 활성탄을 두껍게 폼코팅하여 보호복 내부에 부착하는 형태였다. 이러한 구조의 의복은 착용 시 생리학적으로 매우 불편하였다. 현재 사용되는 보호용 슈트는 착용 쾌적성이 상당히 향상되었다. 외부의 커버층은 두껍고 물과 기름에 저항성을 가지고 있다. 내부는 구형의 활성탄소로 이루어진 활성탄소 섬유로 코팅한다. 부직포와 피부

친화적 편물로 활성탄이 덮여 있고, 표면의 라미네이팅은 제한적이지만 어느 정도의 공기투과성을 나타내며 체온을 더 쉽게 유지시켜준다. 응급 상황에서 인명을 구할 수 있는 이러한 물품들은 군 관계자들과 섬유 제품 생산자 및 화학약품 공급자들이 서로 가깝게 공조했을 때만 생산이 가능하다.

6. 첨단 보호 성능

오늘날 전쟁에서 가장 중요한 것은 군인뿐만 아니라 민간인에게도 많은 상해와 사망을 일으키는 IEDs에 어떻게 대처하느냐이다. IEDs의 사용은 계속해서 증가 추세에 있기 때문에, 군에서는 새로운 방염 의복으로 군인의 심각한 화상 사고를 줄이고자 하고 있다. 현재는 안면, 목, 상체 및 전신에 427 °C 이하의 상황에서 불꽃, 열, 섬광 등에 견딜 수 있는 보호복을 제공하고자 하고 있다.

전장에서 많은 부상과 죽음은 IEDs에 의해서 일어난다. IEDs는 이라크 전쟁에서 주로 사용되었으며, 실제로 전쟁이 시작된 이후 이라크에서 일어난 사고는 1/3이 IEDs에 의한 것이다.

Potomac사의 직물은 방염성과 자기소화성을 가지기 때문에 불이 붙었을 때 섬유가 녹아 용융물이 떨어지는 현상이 발생하지 않는다. 군인들은 흡한 속건 성질을 가진 유명 상표의 합성섬유 의류를 입기를 원한다고 한다. 그러나 만약 온도가 너무 높은 상황에서는 이 합성섬유는 용융하여 오히려 더 큰 화상을 일으킬 수 있다. Invista사 역시 용융 문제를 해결한 고성능 Cordura Baelayer 소재를 생산한다. 이 소재는 용융하지 않고 연소 시 용융물이 떨어지지 않는 높은 성능의 편물로 특히 독특한 열 특성을 가지는 만큼 내구성 및 강도가 우수한 소재이다. 내구성에 더하여 수분 조절 성능을 가지고 있는 Cordura Baelayer 나일론/면 혼방 소재 또한 용융하거나 용융물이 떨어지지 않고 면 주변에 겔과 검댕(char)을 형성하도록 제조되었다.

이러한 재료들은 지속적인 불길로부터는 인체를 보호할 수 없지만, 소재

자체가 인체에 상해를 입히지는 않는다.

Potomac Field Gear 역시 발전된 열역학/유체역학적인 섬유를 생산하고 있으며, 피부에서 습기가 소재로 빠르게 이동할 수 있도록 제조하였다.

Invista Cordura Nyco 소재는 P140 대전방지 섬유로 구성되어 있으며, 내구성이 중요하고 정전기 발생이 위험한 환경에서 입도록 고안되었다. 군 정비병의 전신용 의복, 전투기 비행복과 전투 차량의 전투복, 로켓 연료를 다루는 작업자의 의류는 모두 대전 방지가 되어 있어야 한다.

Potomac Field Gear는 X-static 은(silver) 섬유를 사용하여 대전방지뿐만 아니라, 항균과 UV 차단성능을 가지고 있다. 만약 군인들이 IED 폭발물의 파편에 의해 상처가 발생하고 착용한 셔츠의 섬유가 상처로 침투하게 될 경우, 은 섬유의 우수한 항박테리아 성능과 항균성은 상처의 추가적인 감염을 막을 수 있다고 한다.

7. 결론

군수용으로 사용하는 섬유 제품의 제조는 매우 어렵고 힘든 사업이다. 최고의 성능과 가장 엄격한 규격에 부합하는 첨단 소재는 전투병들의 작전 성공의 열쇠가 될 수 있다. 군수용 섬유의 효과는 많은 상황에서 목숨과 연관되어 있다. 세계의 군인들은 모두 섬유 제품의 성능에 의존하고 있다.