한국의류산업학회지
제13권 제4호, 2011
<연구논문>

J. Kor. Soc. Cloth. Ind.
Vol. 13, No. 4, pp.624-634(2011)

# 산불진화용 안전복 패턴 개발을 위한 연구

**최미성**
동신대학교 의상디자인학과

# A Study on the Pattern Development for Forest Fire Safety Clothing

**Mee-Sung Choi**
*Dept. of Costume Design, Dongshin University; Naju, Korea*

**Abstract :** The purpose of this study is to develop the pattern of safety clothes used at flat or mountainous areas and to identify the pattern of safety clothes by conducting experimental evaluation of virtual wear. Three subjects were selected, based on fire fighters' physical constitution. A prototype design for safety clothing was determined after in-depth interviewing of professionals and surveying of Forest service staff and related agency. Wearing test should be carried out in the order of pattern making, virtual and real wearing evaluation. For data analysis, technical statistical values should be obtained by using body measurements of subject, frequency analysis and T-test. The jacket is designed to have a front extension and the entire length of clothing enough for wearer to put on it over ordinary shirts or sweater. The collar of jacket is of round type. Cyber reality enables to identify the movement and activity of virtual fitting model and to find out errors or problems in safety clothing prior to on-the-spot wear test, thus raising the precision level of pattern. There was significant difference between real and virtual fit preference. The results show that the virtual try-on system need the development of a specific style.

**Key words:** Safety Clothing, Pattern Development, Virtual wearing test, Jacket, Pants

## 1. 서 론

최근에 이르러 기상이변이 심해지고 자연재해와 인적재난이 점점 심각해지는 시점에서 2007년 8월, 밤나무 방제작업을 나섰던 산림청 헬기가 충남 공주에서 추락해 조종사 등 탑승자 3명이 모두 숨지는 사고로 산불진화나 방재작업의 어려움이 널리 알려지게 되었다.

인체를 보호하는 작업복의 경우, 가장 중요한 기능은 인체 착용의 적합성과 보호성능이라 할 수 있다. 산업현장에서 사용하는 일반 작업복이나 산불진화, 항공방제, 산악구조, 교정업무, 밀수단속, 해양방제, 경호 업무 등의 특수 직업에 종사하는 보호복은 재해의 종류와 상황에 따라 다양하게 발전되어 왔다. 그 중 산불진화 작업자와 같은 일반 산림지역민들도 안전복 구비가 필수적이다("봄산불, 지역 옮겨 다닌다", 2009).

지구촌 각지에서 안전에 대한 필요성이 증대되면서 세계 보호복 시장이 점점 커지고 있기 때문에 방화·내열복용 원단 및 완제품 시장규모는 약 430억원으로 추정되고, 윤기종(Industrial Protective Clothing에서 재인용, 2004)에 따르면 2004년에 Global Industry Analysts가 보고한 시장 규모가 1991년에 3,452백만 달러, 2000년까지 연평균 4.33%로 성장하여 5,057백만 달러에 이르렀고, 2001년은 5,301백만 달러 규모였으며, 2010년까지는 연평균 6.46%로 성장하여 9,308백만 달러 규모에 이를 것으로 추정하였다.

스위스에 있는 EMPA연구소에서는 보호성능과 쾌적성을 동시에 충족시킬 수 있는 최상의 소재 및 특수복 개발을 위하여 매우 활발하게 연구들이 진행 중이며 특히 의복생리 및 위생, 방화성능 향상 소재, 의료소재, 개인 보호장비 개발을 위해 복사열원 앞에서 소방복을 착용한 인체생리반응 파악 등 다양한 연구를 수행해 오고 있다(홍성애, 2004). 미국은 각 상황에 따라 소방보호협회의 규정으로 NFPA 1971, NFPA 1975, NFPA 1976, NFPA 1977 등이 정해져있다. 그밖에 방화복에 관련된 국제 규격으로 ISO 2801, 6492, 9151등이 있고 ASTM의 F1930-00 등 다양하게 제정되어 있어 민감하게 대응하고 있다(Ftaiti et al., 2001; Trovi & Hadjisophocleous, 1999; Willford et al., 1999).

그러나 국내의 경우는 FIS 006의 소방용 방화복의 인정기준에 의한 방화복에 대한 내용과 2001년에 행정자치부에서 제정된 소방용 방화복 규격서만 있다. 지금까지 경찰특공대 작전복, 육군전투복(최지숙, 2002), 소방보호복(김영희, 2002; Huck & Kim, 1997) 등과 같은 보호복의 경우 동작적응성을

Corresponding author; Mee-Sung Choi
Tel. +82-61-330-3373, Fax. +82-61-330-2839
E-mail: mc102@dsu.ac.kr

평가하기 위해 관절각 범위 및 특정 작업동작을 적용하여 관능평가 한 연구는 있지만 시뮬레이션과 같은 3차원적 가상실험 절차를 거치지 않고 주관적 평가에 의해 도출된 디자인과 패턴을 개발하였다.

따라서 본 연구는 산불진화용 안전복에 대한 실태조사 후 진화작업을 하는 사람의 착의 용이성과 동작기능성을 고려한 패턴을 개발하여 제작한 후 이의 검증방법으로 가상착의 실험평가를 실시하여 복잡한 스타일의 가상착의평가 가능성을 살펴보고, 이를 실제 착의시켜 평가함으로써 부가가치가 높은 산불진화용 안전복 패턴설계에 대한 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 2.1. 산불진화용 안전복 디자인 및 설계를 위한 실태조사

산불진화시 착용할 안전복 디자인과 패턴 설계를 위한 기초자료를 수집하기 위해 실태조사를 실시하였다. 현재 국내에서 생산되고 있는 산불진화복은 조달청 방염검사를 합격한 상하분리형의 형태로 방염·발수 가공이 된 소재 사용에 중점을 두고 생산되고 있으나 특정집단을 위해 소량 생산하고 있어 실무자 혹은 지역민들이 착용하기에 어려움이 있으므로 다품종 대량생산을 위한 패턴개발이 필요하다고 판단하였다.

설문조사는 2008년 11월부터 2009년 8월 사이에 실시하였으며, 전문성을 요구하는 특성을 고려하여 전국 각지의 지방자치단체에 근무하는 진화대원들과 관련 공무원들을 대상으로 860부 설문지 조사를 실시하였고 그 중 829부를 자료로 사용하였다. 설문지 내용은 일반적인 사항, 기존 산불진화복의 착용현황, 착용자의 의견 등에 대하여 8문항, 새로운 산불안전복에 대한 요구사항, 개선해야 할 부분과 색상 등에 관한 내용으로 8문항을 합하여 총 24문항으로 구성되었다. 연령분포에 대한 내용은 Table 1에 나타내었으며, 전체 조사대상자 중 30세-39세의 사람이 274명으로 33.1%를, 40-49세의 사람이 267명으로 32.2.%에 해당되어 30대와 40대에 541명(65.3%)으로 거의 대부분을 차지하고 있다. 직업군으로 볼 때 전문진화대원이 차지하는 비중이 286명(34.5%)이며 공무원의 비중은 423명(51.0%)이다.

**Table 1.** Ages of subjects

| 연 령 | 20세 이하 | 20-29세 | 30-39세 | 40-49세 | 50-59세 | 60세 이상 | Total(*n*) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 조사 대상자(명) | 8 | 167 | 274 | 267 | 96 | 17 | 829 |
| 비 율(%) | 1.0 | 20.1 | 33.1 | 32.2 | 11.6 | 2.1 | 100.0 |

### 2.2. 착의실험

2.2.1. 디자인 및 소재

산불진화용 안전복은 크게 호스를 잡아끌어 화재현장으로 옮기는 사람, 펌프를 매고 직접 물을 뿌리는 사람, 갈퀴를 이용해 산불 번짐을 막는 사람이 착용하는 안전복과 아주 높은 열이 발생하는 환경에서 작업하는 사람이 착용하는 진입복이 있으며 본 연구에서는 보조장비가 조합된 안전복에 중점을 두었다.

실험용 안전복의 스타일은 실태 조사에서 가장 중요하다고 조사된 신체 보호를 위해 안전성과 입고 벗기 편리함에 중점을 두었고, 전문가와 심층인터뷰 내용, 산림 관련기관의 의견을 조사한 내용을 바탕으로 하여 이동시간이 길고, 오랜 시간동안 머물러야 되며 외진 곳에서 활동하는 점, 겉감에 방화용 소재를 이용하면서도 안쪽으로는 물이 흡수되는 것을 막을 수 있어야 된다는 점을 고려하여 상하분리 형태로 실험용 안전복을 디자인하였다.

하의인 바지는 반바지 혹은 내복 바지위에 덧입을 수 있도록

**Table 2.** Characteristics of fabrics

| Items | | | Value | Test methods |
|---|---|---|---|---|
| Outfit | Thickness(mm) | | 0.68 | KS K 0506-2006 |
| | Weight($g/m^2$) | | 352.6 | KS K 0514-2006 |
| | Air Permeability ($cm^3 \cdot min/cm^2$) | | 105.0 | KS K 0570-2006 |
| | 방염성(탄화면적 30 $cm^2$) | | 27.3 | 소방방재청고시 제2008-24호 |
| Lining | Weight($g/m^2$) | | 77.1 | KS K 0514:2006 |
| | Density(stitch/0.5 cm) | Wale | 93.6 | KS K 0512:2008 |
| | | Course | 70.8 | |
| | Tensile strength(N) | Wale | 160 | KS K 0815:2008그래브(CRE type) |
| | | Course | 110 | |
| Knitted Fabric | Weight($g/m^2$) | | 264.2 | KS K 0514:2006 |
| | Density(stitch/0.5 cm) | Wale | 41.4 | KS K 0512:2008 |
| | | Course | 58.6 | |
| | Tensile strength(N) | Wale | 720 | KS K 0815:2008그래브(CRE type) |
| | | Course | 360 | |

**Fig. 1.** Prototype garment being worn by a subject for design.

하고 벨트 여밈에서 벨크로 혹은 투터치 버튼을 동시에 배합하여 착용한 후 허리치수에 따라 크기조절을 용이하게 하였다.

산불진화복 동작적응성 평가항목을 설정하기 위해서 선행연구 중 보호복을 위한 연구, 관절각 범위 및 특정 작업동작을 적용하여 관능평가한 연구(최지숙, 2002; 홍경희 외, 1996), 몸통 측곡이나 회전이 의복의 패턴설계에 중요하다는 연구(류신아, 박길순, 2000)를 바탕으로 동작 범위를 선정하였으며 Fig. 1은 예비착의평가를 위해 피험자에게 실험용 안전복을 착용시킨 모습이다.

가상착의평가를 위한 의복색상은 화면에서 잘 볼 수 있도록 청녹색계를, 실제착의평가를 위한 실험용 안전복의 겉감에 사용된 방염직물 소재의 색상은 한국인에게 가장 선호도가 높은 청색계를 사용하였으며 겉감, 안감, 바지 사이드에 사용된 시보리 소재의 특성은 Table 2에 제시하였다.

2.2.2. 패턴설계

패턴설계에 필요한 인체 치수 항목은 KS A 7003의 의복설계를 위한 인체측정, KS A 7004의 인간공학적 설계를 위한 인체측정 항목과 각 복종별 패턴설계에 관한 자료(김영희, 2002; 남윤자, 이형숙, 2005; 정정숙, 1998; 최혜선 외, 2003)를 토대로 필요항목을 정하였으며 산불진화를 위한 실험용 안전복의 패턴제작에 필요한 치수를 얻기 위하여 남성복 전문가가 치수를 측정하였다.

실험용 안전복을 제작하기 위한 패턴은 예비착의평가와 가상착의평가를 통하여 수정 및 보완하여 완성하였다. 아직까지 안전복 패턴에 대한 내용이 전문서적이나 일반인들에게 공개되지 않았기 때문에 본 연구에서 의류학의 의복구성 교육과정에서 사용하는 남성복 패턴설계 방법(남윤자, 이형숙, 2005; 허동진 외, 2006)을 도입하여 몸판 원형위에 품의 여유량, 옷길이, 여밈 방법, 진동, 소매통, 칼라, 포켓, 바지길이, 바지통, 앉고서는 동작에 편리하도록 패턴을 설계하였다. 상의 여밈은 벨크로와 앞 채움 방식으로 내열성과 강도가 높은 장치를 사용하였다(유화숙 외, 1999; 정기수, 권명숙, 2004).

2.2.3. 피험자 선정

본 연구의 착의평가를 위한 피험자는 의류학에서 체형특성과 형태적 분류에 일반적으로 사용되고 있는 로러지수(Rohrer index), BMI지수 및 드롭치(Drop value)와 소방수 체격조건을 참고하여 40세~50세 사이의 남성 평균체형을 대상으로 피험자를 3명으로 선정하였고 그 중에서 가장 평균치에 가까운 1명을 예비착의와 가상착의 피험자로 하였으며 실제착의 평가자 3명에 대한 인체 치수는 Table 3에 나타내었다.

**Table 3.** Measuring items and anthropometric data of subjects

(Units: cm, kg)

| 계 측 항 목 | 평균[1)] | S1 | S2 | S3 | 계 측 항 목 | 평균[1)] | S1 | S2 | S3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 키 | 168.6 | 170 | 175 | 172 | 장딴지둘레 | 36.8 | 35 | 34 | 37 |
| 목뒤높이 | 143.9 | 140 | 147 | 146 | 가슴너비 | 31.7 | 31.5 | 29 | 32 |
| 어깨가쪽사이길이 | 42.9 | 43.5 | 41 | 41 | 허리너비 | 28.8 | 30 | 25 | 31 |
| 겨드랑뒤벽접힘사이길이 | 39.5 | 37 | 39 | 35 | 엉덩이너비 | 33 | 33.2 | 31.5 | 35 |
| 겨드랑앞접힘사이길이 | 36.7 | 35 | 37 | 37 | 가슴두께 | 21.6 | 32 | 21 | 23 |
| 등길이 | 42.6 | 47 | 49 | 45 | 허리두께 | 23.1 | 30 | 18.3 | 20 |
| 목둘레 | 38.3 | 37 | 36.5 | 39 | 엉덩이두께 | 24.3 | 22 | 20 | 25 |
| 가슴둘레 | 97.5 | 97.5 | 92 | 97 | 머리둘레 | 57.1 | 55.5 | 56.5 | 60 |
| 배꼽수준허리둘레 | 86.4 | 85 | 79 | 87 | 몸무게 | 70.6 | 65 | 64 | 72 |
| 목뒤손목안쪽길이 | 81.3 | 76 | 82 | 80 | Drop 치 | 11.1 | 12.5 | 13 | 10 |
| 엉덩이옆길이 | 20.4 | 17 | 20 | 18 | Rohrer 지수 | 147.3 | 132.3 | 119.4 | 143.9 |
| 엉덩이둘레 | 94.8 | 97 | 100 | 100 | BMI 지수 | 24.8 | 22.5 | 20.9 | 24.3 |
| 넙다리둘레 | 55.2 | 53 | 47 | 57 | | | | | |

평균[1)] : Size Korea의 40-49세 평균치수
Drop 치 : 가슴둘레-배꼽수준 허리둘레

2.2.4. 착의실험 방법

착의실험은 가상착의평가와 실제착의평가 방법으로 나누어 실시하였다. 가상착의평가는 *i*-designer 가상착의 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 피험자 인체를 대신하는 가상 피팅(fitting) 모델을 생성하고, 패턴 디지타이징 과정을 통해 DXF파일 상태로 저장한 후 원단의 물성을 고려하여 가상봉제하여 컴퓨터 화상을 보고 평가하는 방법이다. 의류학을 전공한 전문평가자 3인이 컴퓨터 화면상에서 착의된 상태의 디자인과 외관에 대한 모습을 평가하여 결과를 얻는다.

가상착의평가는 3D화면으로 외관에 대한 적합성을 미리 관찰할 수 있기 때문에 실제 안전복 제작을 위한 패턴설계 과정에서 여유량, 옷길이 등의 오차를 피할 수 있다. 임지영(2010)의 연구에서 가상착의 방법을 활용하여 중년남성의 재킷 길 원형의 여유량을 설정하였고, 도월희, 박현정(2010)의 체형별 니트 재킷의 맞음새에 대해 가상착의 평가한 연구결과에서 볼 수 있듯이 착의평가의 적용가능성이 넓어지고 있다.

실제착의평가는 외관착의 평가와 피험자의 동작적합성 평가로 구성되었으며 외관평가 항목은 기능성 작업복에 대한 선행연구(김희은 외, 2006; 조자영 외, 2007)를 참고하여 동작과 인체형태와의 적합성, 그리고 착의 용이성을 평가할 수 있도록 상의에서 9항목, 하의에서 9항목, 전체 외관을 위한 1항목으로 총 19항목으로 구성되었다. 피험자의 동작적합성 평가는 상의 5동작, 하의 5동작 외 전체움직임 등 총 15동작으로 구성되었으며 동작 자세는 Table 4와 같다. 평가자는 의복구성에 대한 전문지식을 가진 의류학 전공자 5명으로 구성되었으며 평가 방법은 5점 평점척도에 의하여 '매우 좋다'는 5점으로, '매우 나쁘다'는 1점으로 하여 해당점수를 기록하도록 하였다. 평가자에게 평가항목에 대해 설명하여 충분히 인지시키고 Table 4에 제시된 바와 같은 동작을 하도록 하고, 이때 평가자가 해당되는 항목에 점수를 기록하도록 하였다.

2.2.5. 자료분석

본 연구에서는 자료분석을 위하여 SPSS 통계 프로그램을 이용하였다. 착의실태조사 내용은 회수된 설문지 829부를 대상으로 조사대상자의 신체적 특성에 대해 기술통계분석을, 안전복의 개선사항, 기능적요소에 대해서는 빈도분석을 실시하였다. 가상착의평가는 디자인에 대한 서술적 표현으로 기술하였고 실제착의평가는 평균과 표준편차, t-test를 이용하여 분석하였다.

## 3. 연구결과 및 고찰

### 3.1. 착의실태 조사 결과

3.1.1. 조사대상자 신체 특성

산불진화시 필요한 안전복에 대한 착의실태 조사대상자의 신체 특성을 Table 5에 나타내었다. 신장은 171-175 cm인 사람이 371명(44.8%)을 차지하였으며, 가슴둘레는 96-100 cm인 사람이 323명(39%), 101-105 cm인 사람이 328명(39.6%), 몸무게는 71-75 kg인 사람이 285명(34.4%)로 나타났다.

3.1.2. 산불진화용 안전복 개발의 필요성

기존의 산불진화복에 만족하는지와 새롭게 개발될 필요가 있는지에 대한 설문결과를 Table 6에 제시하였으며 "새로운 산불진화복을 개발할 필요가 있는가"에 대한 질문에 공무원 중 "필요하다"고 응답한 사람이 290명(68.6%), 전문산불진화요원은 214명(74.8%)이 응답하였고 전문가일수록 새로운 산불진화복이 개발될 필요성을 강조하였으며 이와 같은 결과는 본 연구의 필요성을 뒷받침하고 있다.

**Table 4.** Working movement for safety clothing

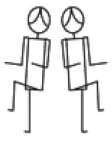
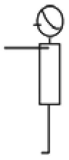
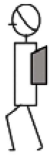
| 상체45° 굽힘 | 상체90° 굽힘 | 상 체 비틀기 | 팔90° 들어올리기 | 팔135° 들어올리기 | 다리45° 굽힘 | 다리 90°굽힘 | 쭈그리고 앉기 | 호스끄는 자세 | 등짐메고 오르기 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | |  |  | | | | | |  |

**Table 5.** Physical characteristics of subjects

| Items | Subjects(*n*=829) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 신 장(cm) | 165 이하 | 165-170 | 171-175 | 176-180 | 181-185 | 185 이상 | |
| | 10( 7.3) | 188(22.7) | 371(44.8) | 157(18.9) | 44( 5.3) | 8( 1.0) | |
| 가슴둘레(cm) | 90-95 | 96-100 | 101-105 | 106-110 | 111-115 | 116-120 | 120이상 |
| | 66(8.0) | 323(39.0) | 328(39.6) | 89(10.7) | 13(1.6) | 8(1.0) | 2(0.2) |
| 체 중(kg) | 60-65 | 66-70 | 71-75 | 76-80 | 81-85 | 86-90 | 90이상 |
| | 132(15.9) | 183(22.1) | 285(34.4) | 163(19.7) | 42(5.1) | 9(1.1) | 13(1.6) |

**Table 6.** Number and percent of subjects who perceived a need for safety clothing

| 구 분 | 관련공무원 (*n*=423) | | 공익요원 (*n*=44) | | 전문산불진화요원 (*n*=286) | | 일반주민 | | Total(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % | n | % | |
| 필요함 | 291 | 35.1 | 31 | 3.7 | 214 | 25.8 | 55 | 6.7 | 591(71.3) |
| 필요치 않음 | 105 | 12.7 | 12 | 1.4 | 63 | 7.6 | 18 | 2.1 | 198(23.9) |
| 잘 모르겠다 | 27 | 3.3 | 1 | 0.1 | 9 | 1.0 | 3 | 0.3 | 40(4.9) |
| Total | 423 | 51.0 | 44 | 5.3 | 286 | 34.5 | 76 | 9.1 | 829(100.0) |

**Table 7.** Number and percent of subjects identifying two of seven as important elements for safety clothing

| 구분 / 순위 | 신체 안정성 | 활동성 | 입고벗기 편리함 | 보관관리용이성 | 체격적합성 | 디자인트렌드 | 기타 | Total (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1순위 | **502** (60.6) | 204 (24.6) | 60 (7.2) | 14 (1.7) | 27 (3.3) | 17 (2.1) | 5 (0.6) | 829 (100.0) |
| 2순위 | 96 (11.6) | **359** (43.3) | 84 (10.1) | 14 (1.7) | 70 (8.4) | 32 (3.9) | 173 (21.0) | 829 (100.0) |
| Total(%) | 598 (72.2) | 563 (67.9) | 144 (17.3) | 28 (3.4) | 97 (11.7) | 49 (6.0) | 178 (21.6) | |

3.1.3. 산불진화용 안전복의 기능적 요소에 대해 고려할 사항과 개선사항

새롭게 개발될 산불진화복의 요소로 가장 중요시하게 생각하는 기능에 대한 내용을 Table 7에 나타내었으며, 1순위는 신체를 보호해줄 안전성이고, 2순위는 활동성이 중요하다고 응답한 사람이 359명(43.3%)로 나타났다. 한편 조사대상자 중 산불진화용 안전복 제작 시 디자인, 소재, 사이즈, 색상, 의복종류의 다양성 중에서 가장 고려해야 할 요소가 소재라고 응답한 사람이 479명(57.8%)으로 가장 많았고, 다음 순서로는 디자인이 고려되어야 된다고 189명(22.8%)이 응답하였다.

기존의 산불안전복이 갖고 있는 문제점과 개선되기를 원하는 부분을 파악하기 위하여 상의, 하의를 도식화로 보여주고 그림 상에 표시하도록 한 결과를 Table 8에 제시하였다. 전체응답자 829명 중 상의 재킷에서 개선되어야 할 부분으로 선택된 곳은 앞지퍼가 204명(24.6%), 칼라모양이 207명(25.0%)이고, 하의의 경우는 바지통을 개선해야할 항목으로 215명(59%)이다.

### 3.2. 안전복 디자인과 패턴설계

실험용 안전복의 1차 디자인은 안전성과 활동성을 주기 위해 후드가 있는 사파리 스타일이며 광목으로 제작된 실험용 안전복을 피험자에게 착의시켜 평가과정을 거쳐 디자인을 수정·보완하였다. 재킷의 후드는 물 분사 시 의복안으로 물이 스며드는 것을 방지하고 따가운 햇빛을 가리는데 사용하려 하였으나 민첩한 동작에 후드가 방해되고, 옷의 무게를 무겁게 하는 등의 문제점이 지적되어 이를 얇은 감으로 대체하여 필요에 따라 칼라 안에 지퍼주머니를 만들어 접어 넣도록 하였고, 고무줄 허리 벨트가 있는 사파리 재킷은 바지 안으로 넣어 입기 곤란함 점을 반영하여 프린세스 라인 스타일로 수정하였다. 하

**Table 8.** Number and percent of subjects identifying two as need to modification elements for safety clothing

| | 구 분 | 관련공무원 (*n*=423) | | 공익요원 (*n*=44) | | 전문산불진화요원 (*n*=286) | | 일반주민 | | Total(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | |
| 1순위 | 디자인 | 61 | 7.4 | 16 | 1.9 | 82 | 9.9 | 16 | 1.0 | 175(21.1) |
| | 소재 | 258 | 31.1 | 20 | 2.4 | 113 | 13.6 | 37 | 4.5 | 428(51.6) |
| | 사이즈 | 46 | 5.5 | 2 | 0.2 | 30 | 3.6 | 8 | 1.0 | 86(10.4) |
| | 색상 | 17 | 2.1 | 2 | 0.2 | 32 | 3.9 | 5 | 0.6 | 56(6.8) |
| | 다양한 의복 | 35 | 4.2 | 4 | 0.5 | 29 | 3.5 | 8 | 1.0 | 76(9.2) |
| | 기타 | 6 | 0.7 | - | - | - | - | 2 | 0.2 | 8(1.0) |
| 2순위 | 디자인 | 60 | 7.2 | 7 | 0.8 | 74 | 8.9 | 15 | 1.8 | 156(18.8) |
| | 소재 | 45 | 5.4 | 5 | 0.6 | 40 | 4.8 | 7 | 0.8 | 97(11.7) |
| | 사이즈 | 93 | 11.2 | 1 | 0.1 | 35 | 4.1 | 9 | 1.1 | 138(16.6) |
| | 색상 | 61 | 7.4 | 6 | 0.7 | 29 | 3.5 | 9 | 1.1 | 105(12.7) |
| | 다양한 의복 | 47 | 5.7 | 11 | 1.3 | 38 | 4.6 | 18 | 2.2 | 114(13.8) |
| | 기타 | 117 | 14.1 | 14 | 1.7 | 70 | 8.4 | 18 | 2.2 | 219(26.4) |

의는 무릎부위에 가로의 절개선을 넣어 입체감을 주어 움직임이 편하도록 하였다.

실험용 안전복의 2차 디자인은 1차 재킷 디자인 수정・보완 후 피험자에게 착의평가한 결과를 반영하여 딱딱하고 경직된 느낌을 탈피하도록 제작하였다. 팔의 움직임은 물론 올리고 내리는 동작과 갈퀴를 사용하는 동작에 편리하도록 라글란 소매로 하였으며 팔꿈치에 잔잔한 주름을 넣었다. 외관의 미적 감각을 높이기 위해 프린세스 라인과 함께 셔링 포켓을 만들었고, 소지품을 담을 수 있는 아코디언 포켓이 있다. 칼라는 몸 안으로 이물질이 들어가지 않으며 목을 보호하는 스탠드형으로 하였다. 재킷의 앞뒤 허리위치에 반사띠를 부착하여 멀리서도 위치를 파악하여 안전상황을 점검할 수 있도록 가시성을 확보하였다.

하의는 산에 오르내리거나 앉고 서는 동작이 편하도록 허리에 전체 고무밴드를 사용했던 디자인에서 부분적 고무와 허리 다아트를 넣도록 수정하였고 넙다리 안쪽에 아코디언 주름을 부여했다. 하의 무릎 부위의 절개선은 무릎 중앙에 1 cm 깊이의 맞주름을 넣었고 무릎의 곡면을 보호하고 앉았을 때 주름이 벌어져 움직임이 편하도록 디자인하였다. 포켓은 뒤쪽에 지퍼를 사용하여 과격한 동작에도 소지품분실의 위험을 줄이도록 하였으며, 하의 옆 양쪽에 두어 소지품수납을 용이하게 하도록 아코디언 포켓을 두었다. 하의 밑단 안쪽에 필요시 바지부리를 여밀 수 있는 스트링이 들어가 있다. 재킷과 하의의 도식화는 Fig. 2에 제시하였다.

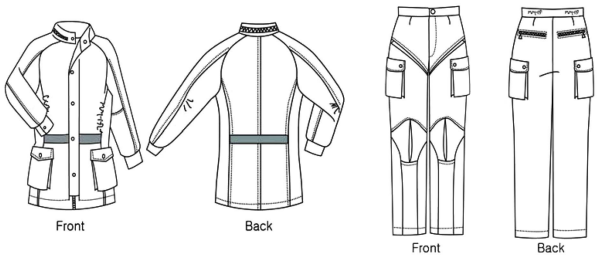



**Fig. 2.** Sketchs of jacket and pants.

재킷의 옷길이는 등길이+28 cm로 하였으며, 가슴둘레는 B/4+6.5 cm를, 엉덩이둘레의 활동성을 주기 위해 허리에서 9 cm 내려온 지점에 여유량을 주었다. 라글란 소매는 어깨 끝점에서 1 cm내려온 점을 지나도록 하고, 앞 소매단에서 8 cm기울도록 하고 뒤소매단에서는 4 cm기울도록 하여 소매단 둘레는 34 cm로 하였다.

바지의 앞허리둘레는 W/4+d(3 cm)로, 뒤허리둘레는 W/4+d(3 cm)+0.5 cm로 뒤허리둘레에 여유를 주도록 하였다. 무릎부위에 동작의 편안함을 주기위해 맞주름이 있고 양옆에 1×1 rib 직물을 사용하도록 한다. 완성된 패턴설계는 Fig. 3과 Fig. 4에 제시하였다.

김희은 외(2006)의 연구에서 서스펜더 방염복을 제강, 철강 작업시 착용시켜 여유성에 대해 평가한 결과, 착용감이 앞품에서 3.7값을, 뒤품에서 3.9값을, 허리둘레에서 4.6값을, 엉덩이둘레에서 4.4값을 각각 나타내었으나 신체 크기 대비 여유량에 대한 수치가 없고, 이유진, 최혜선(2004)의 119구조대원복에 대한 연구에서 상의 가슴둘레 여유량은 XL기준으로 신체크기보다 16 cm를, 기동복보다 5 cm를 더 넓게하였고, 하의 허리둘레의 여유량은 1 cm 주어 불편함은 개선하였다고 보고하였다.

그러나 이와 같은 연구는 패턴의 구체적인 설계방법은 제시

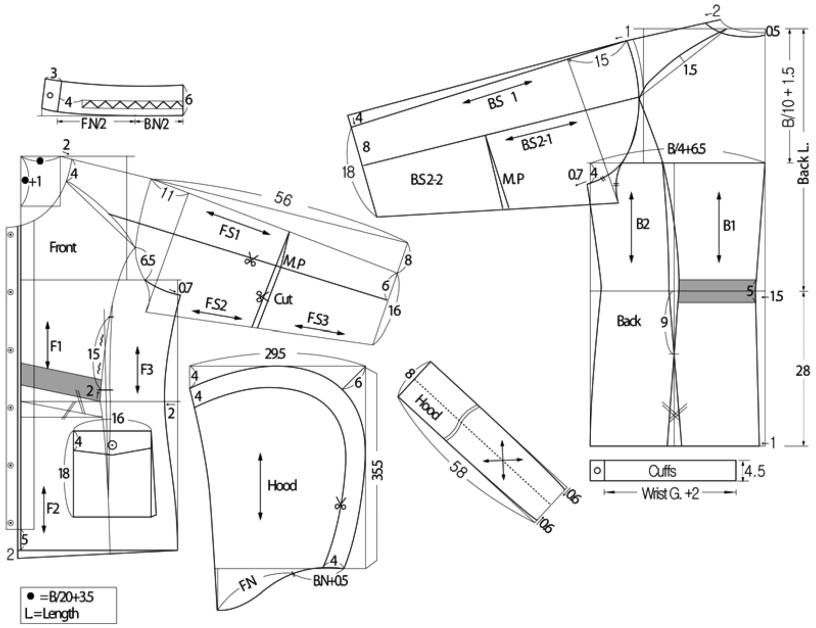



**Fig. 3.** Pattern of jacket.

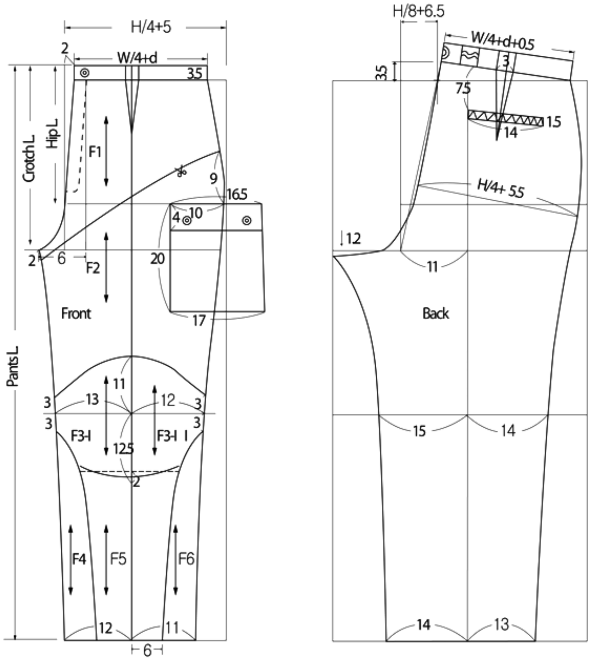



**Fig. 4.** Pattern of pants.

되어 있지 않고 도식화와 착의평가 결과만 제시되어 있어 본 연구에서와 같이 신체 크기 대비 구체적인 사이즈와 패턴 제작 방법의 제시는 앞으로 산불진화복 생산에 중요한 기초자료가 될 수 있다.

### 3.3. 착의평가 결과

3.3.1. 가상착의평가

가상착의 평가는 착용 시뮬레이션을 통해 실시하며, 이를 위하여 Body order tool로 피험자의 신장, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 중간엉덩이둘레 등의 사이즈를 입력하고 생성된 가상모델에게 방염직물 소재의 특성을 적용하여 가상 봉제하여 재킷과 바지를 착장시켰다. Fig. 5에서 볼 수 있듯이 실험용 안전복 재킷을 착장시킨 후 인체와 재킷의 투명도에 차이를 두어 여유량을 확인할 수 있도록 하였다.

지금까지의 단순 실루엣 착장기술에서 벗어나 복잡하고 섬세한 실루엣을 가상착의시키기 위해 여러 조각의 패턴을 봉제해야 했기 때문에 수차례의 수정착의를 시도하였고 가상 착의 평가의 어려움을 극복하는 연구 결과를 가져왔다.

가상착의 평가결과, 재킷의 경우, 목 부분의 맞음새는 적절하였고, 재킷 소매길이가 인체보다 길어 길이를 조정하였다. 후드를 쓸 경우 이마를 많이 덮어, 시야 확보에 문제점이 발견되

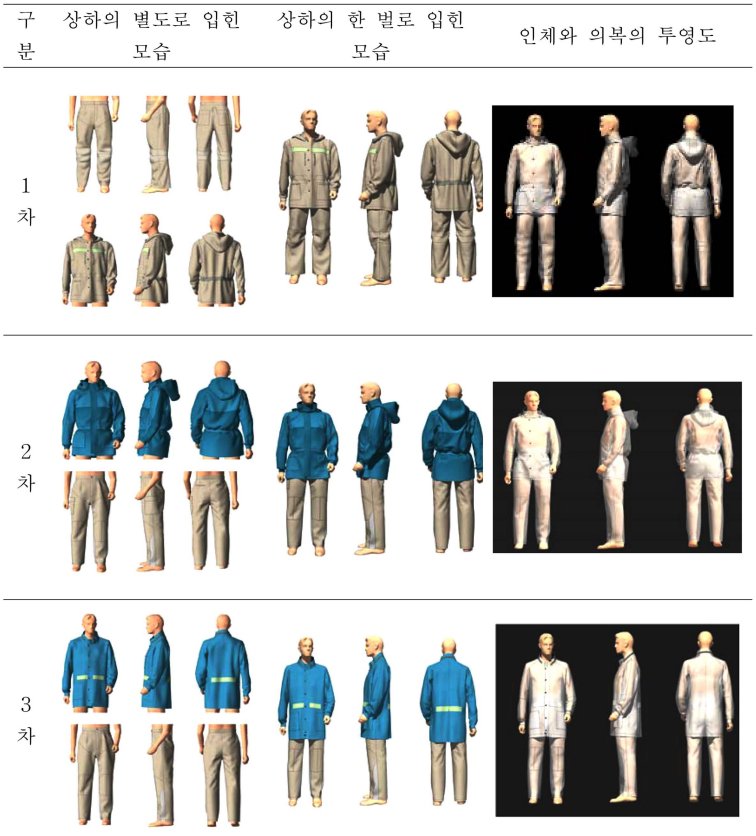



**Fig. 5.** Virtual images.

어 얼굴까지 흘러내리지 않고 머리만 감싸줄 수 있도록 패턴을 수정하였다. 바지의 무릎부분은 신축성 있는 직물을 사용했고, 평가 시 인식하기 편하도록 흰색으로 표현했다.

1, 2차 수정된 재킷과 바지 패턴으로 가상 봉제한 모습을 볼 때 재킷에 후드가 있어 움직임에 다소 불편함을 초래하고 등짐을 질 때 거추장스럽다고 판단되어 이를 수정하였다. 칼라 높이가 높아 턱에 걸리는 불편을 해소하기 위해 칼라 패턴에서 높이를 수정하였으며, 허리 벨트로 인해 옷을 안으로 넣어 입을 수 없는 상황이 발생되지 않도록 재킷의 허리 조임 벨트를 제거하였다.

이와 같이 1, 2, 3차에 걸쳐 재킷을 가상 착의시켰으며 투명도에서 볼 때 재킷 안쪽에 다른 의복을 입히지 않은 상태이므로 재킷의 가슴부위, 허리부위에서 fit하게 한 반면, 엉덩이 부위는 여유량이 다소 많아 보여 이를 수정하였다. 재킷은 외투와 달리 셔츠나 남방 등을 안에 넣어 입을 수 있도록 다소 많은 여유를 주었으며 후드는 칼라에 지퍼주머니를 두어 안으로 접어 넣을 수 있도록 패턴을 수정하였다. 칼라 패턴의 옆목점을 줄여 좀 더 몸에 맞게 하였으며, 옷길이는 엉덩이 바로 아래쪽까지로 하였다.

3.3.2. 실제 착의 평가

현직 산불진화 대원인 피험자 3명에게 실험용 안전복을 착의시켜 외관과 동작기능성 평가를 실시하였으며 그 결과를 Table 9에 제시하였다. 외관에 대한 평가에서 재킷에 대한 목 부분의 맞음새와 착용감 평가, 진동둘레와 옆면의 편안함, 재킷의 입고 벗기 편안함에 대한 평가는 아주 좋은 점수를 얻었고, 후드의 모양과 기능이 적절한가에 대한 항목은 3.73으로 보통의 점수를, 팔을 최대로 굽힐 때 팔꿈치 부위의 편안한가에 대한 항목은 3.87이며, 양옆으로 90° 팔을 올릴 때 앞품이 편안한가에 대한 항목은 3.80으로 보통의 점수를 얻었다.

**Fig. 6.** Safety clothing being worn by a subject for real test

바지에서는 허리둘레의 맞음새, 앉았다 설 때의 엉덩이 부위의 맞음새, 허리를 90° 구부릴 때 밑위가 편안한가, 무릎 앞뒤 부분의 당김이 없는가, 바지를 입고 벗기가 편안한가와 같은 항

**Table 9.** Mean rating and composite reliability coefficient of fit and acceptability of safety clothing by expert judges

| Items | | M | SD | C.R.C |
|---|---|---|---|---|
| *Jacket* | 1. 목 부분 맞음새와 착용이 편안한가 | 4.33 | .62 | 0.36 |
| | 2. 앞 진동과 옆선에 당김이나 군주름없이 편안한가 | 4.27 | .46 | 0.52 |
| | 3. 팔을 최대 위로 올릴 때 겨드랑이와 옆선부위가 편안한가 | 4.33 | .62 | 0.52 |
| | 4. 양옆으로 90° 팔을 올릴 때 앞품이 편안한가 | 3.80 | .86 | 0.49 |
| | 5. 포켓 위치와 모양은 적절한가 | 4.06 | .88 | 0.33 |
| | 6. 팔을 최대로 굽힐 때 팔꿈치 부위가 편안한가 | 3.87 | .83 | 0.45 |
| | 7. 뒤 진동과 옆선에 당김이나 군주름없이 편안한가 | 4.47 | .52 | 0.52 |
| | 8. 팔을 앞으로 90° 올렸을 때 뒤품이 편안한가 | 4.27 | .46 | 0.49 |
| | 9. 상의가 기능적인 측면에서 입고벗기 편한가 | 4.80 | .41 | 0.56 |
| *Pants* | 10. 허리둘레선 부위에 맞음새가 잘 맞는가 | 4.67 | .49 | 0.49 |
| | 11. 앉았다 일어설 때 엉덩이 부위의 맞음새가 적절한가 | 4.40 | .83 | 0.41 |
| | 12. 허리를 90° 굽힐 때 밑위가 편안한가 | 4.53 | .74 | 0.43 |
| | 13. 바지주머니의 위치와 모양이 기능적으로 되어 있는가 | 3.07 | 1.09 | 0.27 |
| | 14. 다리를 90° 굽힐 때 무릎부위가 편안한가 | 4.60 | .51 | 0.51 |
| | 15. 무릎절개선 위치와 모양은 적절한가 | 4.06 | .88 | 0.33 |
| | 16. 무릎 뒤 부분은 당김없이 맞음새가 적합한가 | 4.60 | .51 | 0.52 |
| | 17. 후드의 모양과 기능이 적절한가 | 3.73 | .70 | 0.51 |
| | 18. 바지가 입고 벗기 편한가 | 4.33 | .49 | 0.45 |
| *Full Silhouette* | 19. 전체적인 외관은 좋은가 | 4.73 | .45 | 0.49 |

C.R.C. = Composite reliability coefficient, 신뢰도계수

**Table 10.** Comparison of the virtual and real test

| Items | Virtual | | Real | | *T*-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | M | SD | M | SD | |
| *Jacket* | | | | | |
| 목 부분 맞음새와 착용이 편안한가 | 3.67 | .62 | 4.33 | .62 | -2.96** |
| 앞 진동과 옆선에 당김이나 군주름없이 편안한가 | 3.80 | .77 | 4.27 | .46 | -2.00 |
| 뒤 진동과 옆선에 당김이나 군주름없이 편안한가 | 3.13 | .99 | 4.47 | .52 | -4.62*** |
| *Pants* | | | | | |
| 허리둘레선 부위의 맞음새가 잘 맞는가 | 4.00 | .76 | 4.67 | .49 | -2.87** |
| 바지주머니의 위치와 모양이 기능적으로 되어 있는가 | 3.60 | .74 | 3.07 | 1.09 | 1.56 |
| 무릎절개선 위치와 모양은 적절한가 | 3.67 | .82 | 4.06 | .88 | -1.28 |
| *Full Silhouette* | | | | | |
| 전체적인 외관은 좋은가 | 4.07 | .79 | 4.73 | .45 | -2.80** |

*** P<.001, ** P<.01, * P<.05

목에서는 좋은 평가 결과를 얻었으나, 바지주머니의 위치와 모양이 기능적인가에 대한 항목에서 낮은 점수(3.07)를 얻었다.

산불진화 대원이 Fig. 3의 패턴으로 제작된 산불진화용 안전복을 착용한 모습은 Fig. 6에 제시하였다.

가상착의평가 결과와 실제착의평가 결과를 비교한 결과를 Table 10에 나타내었다. 재킷 목 부분의 맞음새와 착용이 편안한가에 대한 항목에서 실제착의 상태의 평가가 4.33으로 가상착의에서 보다 더 좋은 점수를 얻었다. 앞과 뒤 진동둘레의 당김이나 군주름 없이 편안한가에 대해서도 실제착의평가 때 4.27, 4.47로 더 좋은 점수를 얻었다. 바지의 경우는 허리둘레선 부위의 맞음새에 대한 항목과 무릎절개선의 위치와 모양의 적절함에 대한 평가는 실제착의 결과가 더 좋게 평가되었으나, 바지 포켓의 위치와 모양이 기능적으로 되어 있는가에 대한 평가는 가상착의 평가 에서 더 좋은 점수(3.60)를 얻었다.

도월희, 박현정(2010)의 3차원 가상착장시스템을 이용한 체형별 니트 재킷의 맞음새에 관한 연구에서 니트 재킷의 외관 항목에 대하여 실제착의와 가상착의 평가를 비교한 결과 대부분의 항목에서 실제착의와 가상착의 평가의 차이가 나타나지 않는다는 결과가 도출되었으나 본 연구에서는 재킷의 목 부분, 뒤 진동부분, 허리둘레 맞음새, 전체 외관항목에서 유의한 차이($p \leq .01$)를 두고 실제착의 평가가 더 좋게 평가되었다.

3.3.3. 동작적합성 평가

동작 적합성은 온도 20±0.5°, 60±10%RH 상태에서 피험자가

**Table 11.** Evaluation of mobility and donning/doffing of subjects wearing prototype design

| | Items | Subject | | Expert | | *T*-value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | M | SD | M | SD | |
| *Jacket* | 상체 45° 굽혀 갈퀴질 자세 | 4.00 | 1.00 | 3.67 | 1.15 | .38 |
| | 상체 90° 굽혀 호스 잡아당기는 자세 | 4.33 | 0.57 | 3.67 | 1.15 | .89 |
| | 상체를 옆으로 비틀때 | 4.67 | 0.57 | 4.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 팔을 90° 앞으로 올려 물뿌리는 동작 | 4.33 | 0.57 | 3.33 | 0.57 | 2.12 |
| | 팔을 135° 앞으로 올리기 동작 | 3.67 | 0.57 | 4.00 | 1.00 | -.50 |
| | 상의 착탈시 편안함 | 4.00 | 1.00 | 4.67 | 0.57 | -1.00 |
| | 상의 지퍼나 도트단추 사용 편안함 | 4.33 | 1.15 | 4.33 | 0.57 | .00 |
| *Pants* | 다리를 45° 구부리는 자세의 동작 | 4.33 | 0.57 | 4.33 | 0.57 | .00 |
| | 다리를 90° 구부리는 자세의 동작 | 4.33 | 0.57 | 4.00 | 0.00 | 1.00 |
| | 쭈그리고 앉은 자세의 동작 | 4.67 | 0.57 | 4.33 | 0.57 | .70 |
| | 물호스 끌어당기기는 자세의 동작 | 4.33 | 0.57 | 4.00 | 1.00 | .50 |
| | 등짐메고 오르기 편한함 | 3.67 | 1.15 | 3.67 | 0.57 | .00 |
| | 바지 입고벗기 편안함 | 4.33 | 0.57 | 4.00 | 1.00 | .50 |
| | 바지지퍼나 포켓 사용의 편안함 | 3.67 | 0.57 | 4.00 | 1.00 | -.50 |
| *Full Silhouette* | 전체적인 움직임의 편안함 | 4.33 | 0.57 | 3.67 | 1.15 | .89 |

상의와 하의를 착용하고 5분 동안 계단 오르내리기를 한 후 평가하였으며 그 결과는 Table 11에 나타내었다. 피험자의 상의에서는 팔을 135°를 앞으로 올리는 동작에서 가장 불편하다(3.67)고 평가하였고, 상체를 옆으로 비틀 때 가장 편하다(4.67)고 평가되어 여유량이 적절히 분포되어 있음을 알 수 있었다. 상체를 45° 굽혀 갈퀴질하는 자세와 상의 착탈시 편안한가에 대한 문항에서 보통 이상의 점수를 얻어 비교적 동작적합성이 좋은 것으로 평가되었다. 하의는 등짐지고 오르내리기와 바지 지퍼나 포켓 사용이 약간 불편한 것으로 평가(3.67)되었으며, 쭈그리고 앉은 자세의 동작에서 좋게 평가(4.67)되었다.

전체적으로 움직임이 편안한가에 대해 피험자는 아주 좋게 평가하였다. 이는 과격하게 움직여야 하는 산불진화대원의 겉옷이기 때문에 여유량이 일상복보다 많아 다소 커 보이는 시각적 요소 때문이라 판단된다. 김희은 외(2006)의 연구에서는 고열작업장에서 사용되는 방염복의 착용상 문제점을 파악하여 개선안을 제시하고자 소매다트, 무릎개더 주름첨가, 밑위길이 앞뒤차를 부여하였듯이 본 연구의 실험의(衣)는 착의용이성과 동작적합성을 고려한 디자인임을 확인할 수 있었다.

## 4. 결 론

본 연구는 국내 산불진화용 안전복에 대한 실태조사를 실시하고 그 결과를 바탕으로 산불진화대원의 안전을 최우선으로 하면서 착의 용이성과 동작기능성 측면을 고려한 실험용 안전복 디자인을 도출하고 패턴을 개발하여 제시하였다. 착의실험은 40대 남성 3명의 피험자를 대상으로 예비착의실험을 통해 개발된 패턴을 가상 봉제하여 평가하는 가상착의평가와 방염처리 직물로 제작하여 평가하는 실제착의평가로 나누어 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 착의실태조사 결과, 전문가일수록 새로운 산불안전복의 필요성을 강조하였으며 산불진화복의 요소로 가장 중요하게 생각하는 사항은 신체를 보호하는 안전성이고, 2순위는 활동성이 중요하다고 응답하였다. 한편 조사대상자 중 산불안전복 제작시 디자인 요소로서 가장 고려할 요소는 소재가 57.8%를 차지하고, 다음 순서로는 디자인이 중요하다고 응답하였다.

2. 실태조사 결과를 바탕으로 동작이 용이하고 신체를 안전하게 보호할 수 있도록 상하 분리형 디자인을 결정하였으며 후드 내장 칼라, 소매 팔꿈치 부분의 주름처리, 앞판의 셔링 포켓, 바지 무릎의 입체디자인, 사선 아코디언 주름, 반사띠, 라글란 소매 등의 디자인 특징이 있다.

3. 가상착의를 통해 패턴을 수정하였으며 그 결과, 재킷의 목부분의 맞음새는 적절하였고 바지의 무릎 부분과 옆선의 신축성 소재의 적절함을 확인하여 안전복으로서 최대의 효과를 얻을 수 있는 패턴을 개발하였다.

4. 외관에 대한 평가에서 재킷에 대한 맞음새와 착용감 평가 결과는 양옆으로 90° 팔을 올릴 때 앞품에 대한 항목을 제외하고 아주 좋은 점수를 얻었다. 하의에서는 바지주머니의 위치와 모양에 대한 평가를 제외하고 대부분의 항목에서는 좋은 평가 결과를 얻었다.

5. 동작 적합성 평가 결과, 상의에서는 상체를 옆으로 비틀 때 가장 편하다고 평가되어 여유량이 적절히 분포되어 있음을 알 수 있었다. 하의는 등짐지고 오르내리기와 바지 지퍼와 호주머니 사용을 제외하고 전체적으로 움직임에 대해 피험자는 아주 좋게 평가하였다.

이와 같이 3차원 가상착의 시스템을 통하여 섬세하고 복잡한 디자인 라인이 있는 산불진화용 안전복에 대한 가상착의평가의 적용 가능성에 대해 탐구하여 착의평가 활용범위를 확대시켰다. 아직까지는 소재 질감 표현의 한계와 완벽한 동작평가가 불가능하지만, 웹사이트에서 활용가능성, 대량생산 직전 단계의 외관평가를 할 수 있는 장점이 있음을 확인하였다. 기존에 생산되고 있는 산불진화복이 면직물로 된 단순 셔츠형태이기 때문에 본 연구의 실험의(衣)와 비교분석 할 수 없었음을 감안해 볼 때 앞으로 계속 디자인 및 적절한 소재 개발 연구가 병행되어야 하겠다.

## 감사의 글

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-0112(C00990)).

## 참고문헌

김영희. (2002). 소방용 coverall의 기능적 디자인 연구. *한국의류학회지, 26*(12), 1739-1748.

김희은, 연수민, 정정림, 이민정, 장준호, 유희천. (2006). 기능성 작업복의 인간공학적 평가 -방염복을 중심으로-. *한국의류산업학회지, 8*(5), 597-603.

남윤자, 이형숙. (2005). *남성복 패턴 메이킹*. 서울: 교학연구사, pp. 38-174.

도월희, 박현정. (2010). 3차원 가상착장 시스템을 이용한 체형별 니트 재킷의 맞음새 연구 -3040대 성인여성을 중심으로-. *한국의류학회지, 34*(10), 1632-1646.

류신아, 박길순. (2000). 한국성인 남자의 하체 동작 범위 연구 -3D 동작 분석 장치를 이용하여-. *복식문화연구, 8*(5), 741-752.

봄산불, 지역 옮겨 다닌다. (2009, 3. 7). *YTN 뉴스*. 자료검색일, 2009. 3. 10, 자료출처 *http://search.ytn.co.kr*.

유화숙, Pan N., Sun G. (1999). 노출시간과 열강도에 따른 복사열 노출 후의 소방보호복의 물리적 특성과 역학적 특성변화. *한국의류학회지, 23*(6), 853-863.

이유진, 최혜선. (2004). 119구조대원복의 기능성 향상을 위한 연구 -서울시내 119구조대를 중심으로-. *한국의류학회지,* 28(11), 1384-1394.

임지영. (2010). 가상착의 평가에 따른 복부비만 중년남성의 재킷 길원형 여유량 설정. *한국의류학회지, 12*(6), 789-795.

조자영, 정정림, 연수민, 장준호, 유희천, 김희은. (2007). 기능성 의복의 인간공학적 평가 체계 개발 및 적용: 방염복의 평가 및 개선대상 파악. *대한인간공학회지, 26*(2), 1-13.

정기수, 권명숙. (2004). 인체보호용 특수복. *섬유기술과 산업, 8*(4),

421-431.

정정숙. (1998). *소방복 설계를 위한 인간공학적 연구.* 영남대학교 대학원 박사학위논문.

최지숙. (2002). *육군전투복의 기능성 향상에 관한 연구.* 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.

최혜선, 손부현, 도월희, 김은경, 강여선. (2003). *테크니컬 웨어 설계.* 서울: 수학사, pp. 76-89.

홍경희, 박길순, 권애현, 송양숙, 오승희, 정유미. (1996). 동작기능성 향상을 위한 작업복 연구. *한국의류학회지, 20*(2), 311-322.

홍성애. (2004). 특수 기능복 개발을 위한 국제 규격 적용과 평가. *한국생활환경학회지, 11*(1), 1-14.

허동진, 나미향, 이정순, 김정속, 정복희. (2006). *산업패턴설계-남성복-,* 서울: 교학연구사, pp. 193-238.

Ftaiti, F., Duflot, J. C., Nicol, C., & Grelot, L. (2001). Tympanic temperature and heart rate changes in fire fighters during treadmill runs performed with different fireproof jackets. *Ergonomics, 44*(5), 502-512.

Huck, J., & Kim, Y. H. (1997). Coverall for grass fire fighting. *International Journal of Clothing Science and Technology. 9*(5), 346-359.

Industrial Protective Clothing. (2006). *A Global Strategic Business Report, Global Industry Analysts.*

Torvi, D. A., & Hadjisophocleous, G. V. (1999). Research in protective clothing for firefighter: State of the art and future direction. *Fire Technology, 35*(2), 111-130.

Willford, H., Duey, W., Olson, M., Howard, R., & Wang, N. (1999). Relationship between fire fighting suppression tasks and physical fitness. *Ergonomics, 42*(9), 1179-1186.

(2011년 6월 2일 접수/ 2011년 7월 4일 1차 수정/2011년 7월 4일 게재확정)