

한국 소방용 방화복에 대한 만족도 조사

한 설 아* · 남 운 자⁺ · 최 영 림**

서울대학교 의류학과 박사과정* · 서울대학교 의류학과 교수/서울대학교 생활과학연구소⁺
· 서울대학교 의류학과 박사**

A Survey of Korean Firefighters Regarding their Satisfaction with Protective Clothing

Sul-Ah Han* · Yun-Ja Nam⁺ · Young-Lim Choi**

Doctoral Course, Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University*
Professor, Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University/
Research Institute of Human Ecology, Seoul National University⁺
Doctor, Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University**
(투고일: 2008. 8. 28, 심사(수정)일: 2008. 9. 18, 게재확정일: 2008. 10. 15)

ABSTRACT

For the structural firefighting protective clothing, it can show a synergy effect when it satisfies smart fabric to block off a harmful environmental element and ergonomics design that apply range of motion of human body and appropriate size system. There are various standards about the structural firefighting protective clothing, but it's difficult to find a rule about movement suitability because the performance of the material holds a lot of the rules. Therefore, the purpose of this study is to propose a scheme to evaluate the current structural firefighting protective clothing and to improve movement suitability by research on the actual condition. For this, the survey about wearer acceptability scale on design and size and about improvement requirements was executed gathering firefighters' opinion. Questionnaire was composed with 23 items about satisfaction on current structural firefighting protective clothing, body suitability, movement suitability, improvement requirement and subjective information. As a results, Korean firefighters demand ergonomics design of structural firefighting protective clothing which to minimize restriction of body movement and to maximize body suitability.

Key words: structural firefighting protective clothing(소방용 방화복), restriction of body movement(동작제한성), body suitability(신체적합성), wearer acceptability(착용자 만족도), range of motion(동작 범위)

I. 서론

보호복(protective clothing)의 일반적인 요건에 대해 규정하고 있는 KS K ISO 13688¹⁾에 따르면 보호복은 하나 또는 그 이상의 위험으로부터 인체를 보호하기 위해 디자인되거나 평상복을 대체하는 의복이다. 보호복은 크게 열과 불꽃에 대한 보호, 화학 및 미생물로부터의 보호, 기계적 동작에 대한 보호로 구분할 수 있으며 이 중 열과 불꽃에 대한 보호에 소방용보호복(firefighters' protective clothing)인 소방용방화복(structural firefighting protective clothing, 이하 '방화복')이 포함된다.

방화복은 2001년 3월 소방대원 6명이 순직한 서울 홍제동 화재참사를 계기로 2003년이 되야 한국에 보급되기 시작하였다. 이 전에는 소방대원들이 방수복을 착용하였는데 방수복은 말 그대로 내열 및 열 차단 특성에 초점이 맞추어진 것이 아니라 방수가 목적으로 다소간의 열차단 특성이 있으며 외부의 물리적 충격으로부터 안전성도 뛰어나지 못한 것으로 알려져 있다²⁾. 따라서 행정자치부(현 행정안전부)가 방수뿐 만 아니라 열차단 성능 및 물리적·화학적 보호 성능을 가진 방화복 도입을 추진하여 2001년 '소방용방화복규격서³⁾'에서 구조 및 형상에 대한 규정을, 한국소방검정공사의 'FIS 006 소방용방화복의 인정기준⁴⁾(이하 FIS 006)에서 성능시험에 대한 규정을 제정하여 현재에 이르고 있다. 이같이 한국의 방화복 역사가 채 10년이 되지 않음에도 불구하고 현재 전체 방화·내열복용 원단 및 완제품 시장 규모는 약 430억 원으로 추정되고 있다⁵⁾. 또한 전 세계 보호복 시장의 1/3을 차지하고 있는 미국의 방화·내열복 시장 규모는 2005년 429 백만 달러였으며 연평균 성장률 7.2%로 2010년에는 6억 불 정도 증가⁶⁾할 것으로 전망되고 있어 이러한 추세는 우리나라에 까지 영향을 미칠 것으로 보여 진다. 더구나 방화복은 비교적 고가로 가격 영향력을 그다지 받지 않는 고부가가치 제품이며 교체 주기가 5년으로 규정²⁾되어 있는 만큼 소비 성향도 강한 제품이므로 방화복과 같은 보호복은 저임금국가의 제품과 비교하여 가격 경쟁력에서 밀리는 한국의 섬유·의류산업이 기

술력으로 가격경쟁에서 우위를 점할 수 있는 분야라고 할 수 있다.

방화복에 대한 규격으로는 미국과 북미지역에서 사용하고 있는 NFPA(National Fire Protection Association) 1971⁷⁾과 EU의 EN(European Committee for Standardization) 469⁸⁾가 있다. 우리나라에는 KS K ISO 11613⁹⁾이 있으나 이는 ISO(International Organization for Standardization) 11613¹⁰⁾을 그대로 부합화 한 것일 뿐 실질적으로 행정자치부의 '소방용방화복규격서'에 따라 제작하고 한국검정공사의 'FIS 006'을 통과해야만 국가검정품으로써 인정을 받을 수 있다. 이러한 규격들의 내용을 살펴보면 보호에만 치우쳐 소재의 성능과 요구조건에 대한 내용만이 주를 이루고 있는데 현재까지의 방화복에 대한 연구 역시 그 맥락을 같이 하고 있다¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾.

그러나 방화복과 같은 보호복은 작업자의 '안전성(safety)'과 '편안함(comfort)'을 향상시킬 수 있도록 디자인되어야 하며 이 두 가지 요소는 열 피로(heat stress), 작업능률저하, 인체 동작범위(Range of Motion, ROM) 감소 등과 같은 여러 가지 측면에서 작업자의 업무수행 능력에 부정적인 영향을 미칠 수 있다¹⁷⁾. 만약 작업자의 동작이 보호복의 적절치 못한 맞음새(fit)와 디자인으로 인해 제한을 받게 되면 업무효율의 저하는 물론이고 외부의 위험으로부터 인체를 보호하기 보다는 부상을 야기할 수도 있다¹⁸⁾. 이처럼 보호복의 주목적이 보호(protection)와 편안함(comfort)을 동시에 추구하는 것인 만큼 방화복에 있어서도 이 두 가지를 동시에 충족시킬 수 있도록 관련 기술이 개발되어야 하지만 실제 착용시 동작에 지장을 주지 않고 편안함을 느끼게 하면서 해당 업무를 수행할 수 있도록 하는 인간공학적 기능에 소홀한 것이 사실이다. 어떠한 보호복도 첨단 신소재의 물성만으로 외부의 위험으로부터 인체를 완벽히 보호하지는 못한다. 작업자의 안전상의 문제들은 보호복의 적절치 못한 맞음새에 의해 발생하며 이러한 문제점의 해결을 위해서는 인간공학적 의복 디자인과 착용자의 대다수를 만족시킬 수 있는 체계적인 치수체계를 개발해야 한다¹⁹⁾. 의복에서 가장 중요한 인간공학적 디자인은 신체적합성을 향상시킬 수 있

는 정확한 치수에서부터 비롯되며 작업자의 업무수행에 해로운 영향을 미칠 수 있는 의복으로 인한 동작제한을 최소화 할 수 있도록 인체 동작범위를 측정하여 이를 의복 패턴과 디자인에 반영함으로써 완성된다. 패턴은 의복 제작을 위한 설계도면으로서 의복의 치수와 형태 정보를 담고 있으며 의복의 동작성과 기능성에 중요한 영향을 미친다²⁰⁾. 즉 보호복이 갖추어야 할 중요한 두 가지 요건 중 보호는 유해한 환경적 요소를 완벽하게 차단 할 수 있는 최첨단 신소재의 물성으로, 편안함은 인체 동작범위를 적용한 인간공학적 패턴 및 디자인과 치수체계가 동시에 충족되어야만 시너지 효과를 발휘할 수 있는 것이다.

따라서 본 연구에서는 방화복의 신체적합성과 동작제한성에 대한 실태조사를 실시함으로써 관련 문제점을 파악하여 우리나라 소방대원들의 효율적이고 안전한 업무수행에 도움을 주고 편안함이 추구된 인간공학적 방화복을 개발하기 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

II. 연구방법

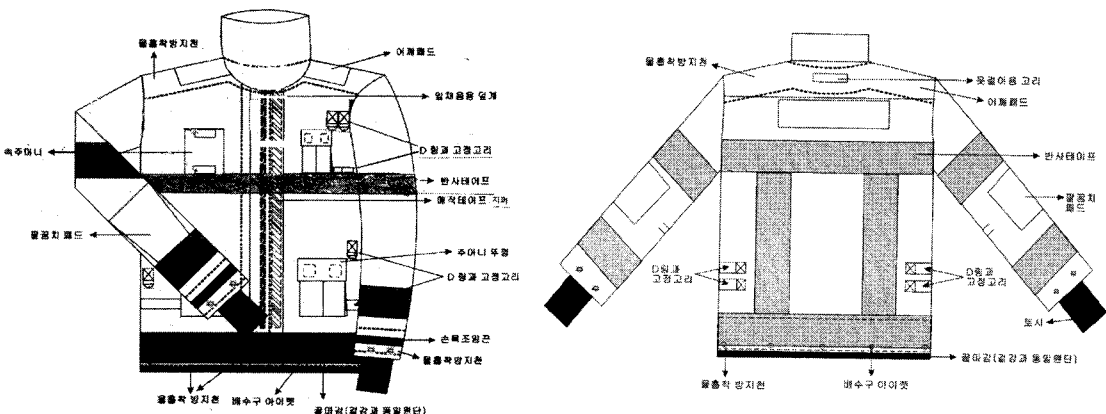
1. 조사기간 및 대상

실태조사를 위해 2008년 4-5월에 걸쳐 인터넷을 통한 예비조사로 미비한 문항을 수정·보완하였으며 본 조사는 2008년 6월 한 달 간 서울 관악소방서, 서

울 서초소방서에서 화재현장에 투입되어 진화 작업을 직접 담당하는 남성 소방대원들을 대상으로 실시하였다. 방화복은 상하일체형과 상하분리형 중 우리나라 소방대원들이 착용하는 상하분리형으로 하였으며 직접 방문을 통해 총 250부를 배부하였으며 그 중 241부를 회수하여 96.4%의 회수율을 보였고 응답이 불완전한 31부를 제외한 209부를 분석 자료로 사용하였다.

2. 조사문항 및 분석방법

방화복은 상하일체형과 상하분리형 중 우리나라 소방대원들이 착용하는 상하분리형으로 하였으며 예비조사를 통해 하의보다 상대적으로 동작제한성을 많이 느낀다고 한 상의를 중심으로 하여 현재 착용 중인 방화복 상의에 대한 불만족 요소, 신체적합성, 동작제한성, 주로 부상을 당하는 신체 부위 및 개선 요구사항, 인적사항 등에 대해 총 21 문항으로 구성하였다. 관련된 문항에 대해 리커트 5점 척도를 사용하였으며 점수가 높을수록 만족도와 편안함을 느끼는 정도가 높은 것으로 자료를 수집하였다. 자료 분석은 통계패키지 Window-SPSS 12.0을 사용하였으며 통계기법은 기술통계, 교차분석, 빈도분석 등을 사용하였다. <그림 1>은 문항 구성에 참고한 행정자치부³⁾에서 규정하고 있는 현 방화복 상의 도면이다.



<그림 1> 방화복 상의 앞면과 뒷면

Ⅲ. 연구결과 및 논의

1. 조사대상자의 일반적 특성

조사대상자 209명에 대한 일반적 특성은 <표 1>과 같으며, 평균연령은 39.2세로 25세~55세 연령 분포를 보였다. 경력은 최소 1년에서 최대 26년으로 비교적 넓은 분포를 보였으며 평균 11.3년인 것으로 조사되었다. 신체 특성에 대한 평균은 키 171.53cm, 몸무게 70.34kg, 허리둘레 77.93cm인 것으로 나타났다.

2. 방화복에 대한 불만족 요소

현재 착용 중인 방화복에 대한 불만족 요소를 복수응답하게 한 결과, <그림 2>와 같이 동작제한성에 대해 불만족하다는 응답이 56.9%로 가장 많았고 그 다음으로 신체적합성이 20.6%인 것으로 나타나 소방

대원들은 업무수행에 있어 방화복 착용에 의한 동작 제한을 많이 받고 있으며, 치수에 있어서도 자신의 신체 치수와 맞지 않아 불편함을 느끼고 있는 것으로 분석되었다.

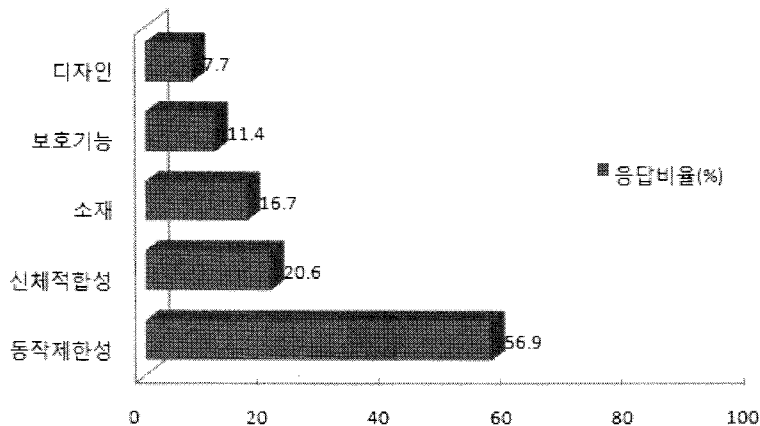
3. 방화복 상의의 신체적합성

방화복 상의 각 부위에 대한 신체적합성을 알아보기 위해 리커트 5점 척도를 사용하여 분석하였다. 그 결과 <표 2>와 같이 방화복 상의 15 부위 전체에 대한 만족도가 평균 2.59로 대부분 만족하지 못하고 있는 것으로 나타났으며 모든 항목에 대해 '매우 만족한다'라는 응답은 한건도 관찰되지 않았다. 특히 칼라높이, 소매길이, 상의길이, 목둘레, 진동둘레, 가슴둘레, 겨드랑앞벽사이길이, 어깨너비에 있어 평균 이하의 신체적합성을 보여 소방대원들의 신체 치수에

<표 1> 조사대상자의 일반적 특성

(n=209, 단위 : cm)

항목	평균	표준편차	최소값	최대값
연령(세)	39.21	7.39	25	55
경력(년)	11.32	7.21	1	26
몸무게(kg)	70.34	7.91	55.00	95.00
키(cm)	171.53	4.71	160.00	185.00
허리둘레(cm)	77.93	5.38	63.50	88.90





<그림 2> 방화복에 대한 불만족 요소(복수응답 n=237, 단위 : %)

〈표 2〉 방화복 상의의 신체적합성 (n=209)

항목	평균	표준편차	χ^2
칼라높이	2.36	0.70	208.474***
목둘레	2.53	0.78	138.426***
가슴둘레	2.41	0.76	152.282***
허리둘레	2.67	0.75	118.789***
상의밑단둘레	2.71	0.71	127.057***
어깨너비	2.43	0.76	154.311***
겨드랑위앞사이길이	2.42	0.74	156.301***
겨드랑위뒤사이길이	2.79	0.68	167.823***
목옆허리둘레선길이	2.88	0.67	162.770***
목옆뒤허리둘레선길이	2.42	0.73	192.818***
진동둘레	2.44	0.77	155.689***
소매통	2.77	0.72	138.847***
아래소매둘레	2.78	0.71	133.833***
소맷부리	2.77	0.68	160.321***
소매길이	2.46	0.77	106.732***
전체	2.59	0.73	-

*p<0.05, **p<0.01, ***p<.001

〈표 3〉 NFPA 1500에 제시된 'Proper overlap test'

Position A	Position B
	
<p>선 상태에서 팔을 머리위로 최대한 뻗은 자세. 상의와 하의는 적어도 5cm 겹쳐져야 함.</p>	<p>Position A.의 상태에서 앞으로 90° 굽힌 자세. 상의와 하의는 적어도 5cm 겹쳐져야 함.</p>

적합한 치수체계 개발이 요구되었다.

신체적합성이 낮게 평가된 이유에 대해 칼라높이에 있어서 많은 소방대원들이 방화복 칼라가 신체와 잘 맞지 않기 때문에 발생하는 목 부위의 노출에 의해 부상 또는 화상을 입는 경우가 많으므로 목을 보호할 수 있도록 칼라의 높이가 조정되어야 한다고 지적하였다. 따라서 목을 충분히 보호하면서 동작에 제한을 주지 않도록 패턴을 개선함으로써 신체적합성과 더불어 동작제한성까지 고려해야 할 것으로 보인다.

상의길이가 더 길어야 한다는 응답이 많았는데 그 이유는 격한 활동이 주를 이루는 진화 작업시 상의 길이가 충분하지 못하여 업무에 방해가 되거나 화기로부터 허리와 등을 보호하지 못하기 때문으로 조사

되었다. 그러나 우리나라의 FIS 006에서는 상의길이에 대해 '쉽게 열풍이 침입할 수 없는 구조'라고만 규정하고 있는 반면 NFPA 1500²¹⁾ 'Standard on fire department occupational safety and health program'에서는 〈표 3〉과 같이 방화복 상의길이 설정에 있어서 'Proper overlap test'를 실시함으로써 적정 길이를 결정하도록 하고 있다. 이와 같은 규정은 우리나라 방화복 관련 규격에 반영되어야 할 필요가 있다.

이외에도 전반적으로 치수가 잘 맞지 않으며, 품과 둘레가 너무 커서 동작에 제한을 많이 받는다고 하였다. 또한 키를 중심으로 한 획일적인 현행 치수 체계보다는 한국 소방대원 체형에 맞는 치수의 적합성 및 세분화와 소방대원 개개인의 요구에 따른 맞

출형 방화복의 필요성을 강조하였으며 개인에게 적절한 치수의 방화복을 지급하는 것이 아닌 치수 당 정해진 개수를 일괄적으로 지급하는 현행 공급 방식에 대해 개선을 요구하였다.

힘범위 등과 같은 인체 동작범위를 측정하여 패턴에 적용시킴으로써 팔의 움직임에 의한 방화복 상의길이 변화를 최소화 할 수 있는 방안을 모색하여야 할 것이다.

4. 방화복 상의의 동작제한성

1) 신체 각 부위에 대한 동작제한성

방화복 상의를 착용한 상태에서 신체 각 부위와 디자인 요소에 대한 동작제한성 조사 결과 <표 4>와 같이, 상반신 모든 신체 부위에 대한 동작제한성이 2.76이하로 나타났으며 평균 2.30의 만족도를 보여 모든 신체 부위에서 만족하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 또한 신체적합성에 대한 결과와 마찬가지로 모든 항목에 대해 '매우 만족한다'라는 응답은 한건도 관찰되지 않았다. 특히 목동작과 팔동작에 대한 만족도가 평균 이하를 보여 가장 낮았는데 이는 신체적합성에 있어서 칼라높이와 상의길이에 대한 불만족이 가장 높게 나타난 결과와 유사함을 보였다. 즉 칼라 치수의 부적합성이 목동작 제한에도 영향을 미치는 것으로 보이므로 패턴 개선에 있어서 목왼쪽 벌림범위, 목오른쪽벌림범위, 목굽힘범위, 목펴범위, 목왼쪽가쪽돌림범위, 목오른쪽가쪽돌림범위 등과 같은 인체 동작범위에 대한 관찰각을 적용하는 등의 방법을 이용하여 신체적합성과 동작제한성을 동시에 향상시켜야 할 것이다. 팔동작 역시 상의길이에 영향을 미치므로 팔모음범위, 팔벌림범위, 팔펴범위, 팔굽

2) 디자인 요소에 의한 동작제한성

방화복 상의의 디자인 요소가 동작제한성에 미치는 영향을 분석한 <표 5>의 결과와 같이, 전체 항목에 대한 평균이 2.50으로 모든 디자인 요소에 대해 불편함을 느끼는 것으로 나타났다. 또한 신체적합성, 동작제한성에 대한 결과와 마찬가지로 모든 항목에 대해 '매우 편하다'라는 응답은 한건도 관찰되지 않았다. 전반적으로 무게(1.86), D링과 고정고리(2.33), 칼라(2.37), 앞채움용 덮개(2.52), 걸주머니(2.56), 소매(2.58), 속주머니(2.70)의 순으로 불편함을 느끼는 것을 알 수 있었으며 세부적으로는 칼라(디자인, 높이), 소매(손목조임끈, 토시, 거드랑이 아래 솔기), 걸주머니(크기, 개수), 앞채움용 덮개(지퍼 및 벨크로 여밈), 무게, D링과 고정고리에 대한 만족도가 평균이하인 것으로 나타났다.

가장 불편하다고 느끼는 디자인 요소 3가지를 기재하도록 한 결과, <그림 3>과 같이 무게, 소매끝 토시와 칼라디자인, 앞채움용 덮개의 지퍼 여밈인 것으로 나타났다. 그 원인에 대해서는 무게의 경우 방화복이 불에 질 경우 무거워져서 활동에 제약이 많이 받는다고 하였으며 소매 끝부분의 토시는 손가락을 끼우게 되어있는 구조와 소재, 그리고 사이즈 때

<표 4> 방화복 상의 착용에 따른 신체 각 부위 동작제한성

(n=209)

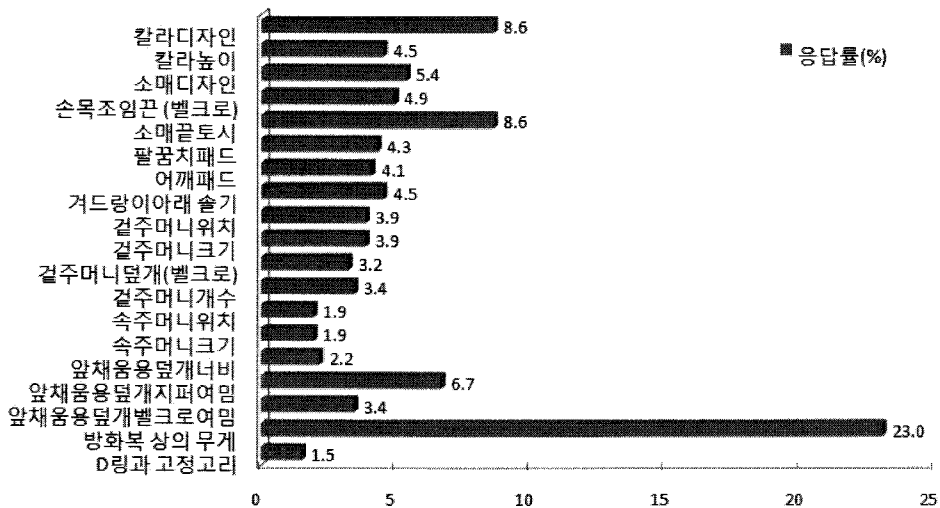
항목	평균	표준편차	χ^2
목 동작	1.54	0.80	179.191***
어깨 동작	2.39	0.70	139.077***
가슴부위 동작	2.76	0.68	148.033***
허리 동작	2.70	0.70	129.239***
등부위 동작	2.38	0.70	180.455***
상반신 전체 동작	2.40	0.71	120.053***
팔 동작	1.78	0.85	109.105***
손목 동작	2.43	0.70	139.421***
전체	2.30	0.73	-

*p<0.05, **p<0.01, ***p<.001

〈표 5〉 방화복 상의 디자인 요소에 의한 동작제한성(n=208)

항목		평균	표준편차	χ^2
칼라	디자인	2.36	0.68	201.923***
	높이	2.38	0.66	168.346***
소매	디자인	2.75	0.66	162.846***
	손목조임끈 (벨크로)	2.38	0.75	118.269***
	소매끝 토시 디자인	2.39	0.76	95.808***
	팔꿈치 패드	2.78	0.61	207.769***
	어깨 패드	2.77	0.62	181.038***
	겨드랑이아래 솔기	2.39	0.65	174.962***
걸주머니	위치	2.75	0.70	140.962***
	크기	2.46	0.75	129.808***
	주머니덮개(벨크로)	2.53	0.77	120.808***
	개수	2.50	0.77	138.038***
속주머니	위치	2.69	0.74	152.731***
	크기	2.70	0.74	158.885***
앞채움용덮개	너비	2.75	0.71	150.500***
	지퍼 여밈	2.41	0.81	87.731***
	벨크로여밈	2.41	0.76	130.500***
방화복 상의 무게		1.86	0.88	69.769***
D링과 고정고리		2.33	0.75	111.692***
전체		2.50	0.72	-

*p<0.05, **p<0.01, ***p<.001



〈그림 3〉 디자인 요소에 의한 동작제한성(복수응답 n=465, 단위 ; %)

문에 동작에 제한을 받는다고 하였으며 칼라 디자인에 있어서는 구성과 크기, 앞채움용 지퍼에 있어서는 사용상 문제점(신속한 착용 불가) 등을 지적하였다.

이 외에 걸주머니의 부적절한 위치와 무전기, 렌턴 등과의 크기가 맞지 않는 수납공간, 불필요한 걸주머니 및 고정고리의 개수 등을 디자인 요소에 있

어서 동작을 제한하는 원인으로 지적하였다. 특히 너무 강력하여 신속한 사용이 불가능한 앞채움용 덮개와 걸주머니의 벨크로 여밈 때문에 착의시 복장을 수정하는 과정에서 너무 많은 시간이 지체되는 단점이 있다고 하였다.

5. 주 부상 신체 부위 및 개선 요구사항

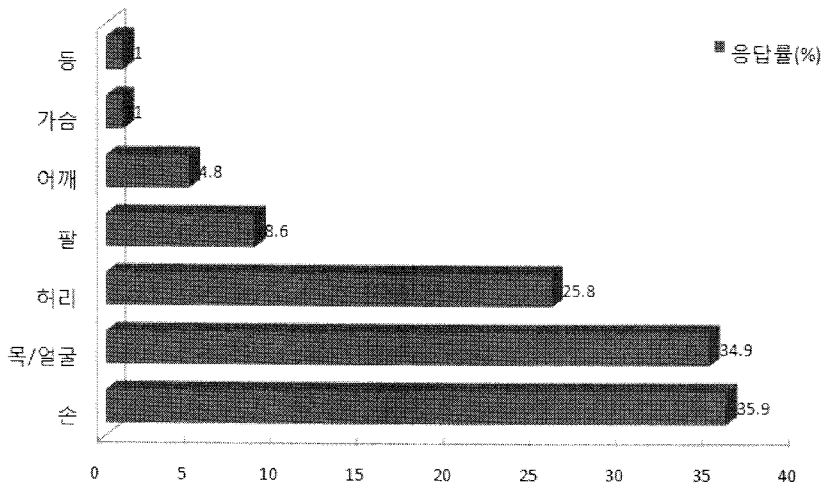
1) 진화 작업시 주로 부상을 당하는 신체 부위 및 원인

소방대원들이 진화 작업시 발생하는 유해요인으로 심리적 유해요인, 물리적 유해요인, 화학적 유해요인이 있으며 이중 물리적 유해요인에는 벽, 천장, 바닥 붕괴 등 다양한 불안정한 상황에서의 진화 활동으로 인한 각종 손상과 부상, 화재 현장의 고열로 인한 고열 장해와 화상, 높은 노동 강도 및 인간공학적 위험요인으로 인한 다양한 근골격계 질환이 포함된다. 물리적 유해요인은 무거운 진화장비와 SCBA(Self-contained breathing apparatus 공기호흡기), 방화복 등으로 인한 업무 및 체온조절 기능 방해가 주요 요인에 해당하며 특히 가장 많이 발생하는 근골격계 질환인 염좌, 긴장, 근육통 등은 소방호스나 화재 시 구조에 필요한 장비를 챙길 때, 사다리 오르기, 중량

물 들기, 몸통 비틀기 또는 뺨기에 해당하는 작업동작, 구조물 파괴, 창문 깨기 등이 요인이 된다²²⁾. 이러한 물리적 유해요인으로 인해 화재 진압 시 부상을 당하는 신체부위에 대해 복수응답 하도록 한 결과 <그림 4>와 같이 손과 목/얼굴 부위에 부상을 자주 당한다는 응답이 전체의 70.8% 인 것으로 조사되었다. 부상의 원인에 대해 자유롭게 기재하도록 한 결과 손의 부상은 진화 작업이나 적치물 제거 시 방화복 소매 끝에 부착된 편물 토시가 불편하여서 사용하지 않기 때문이거나, 방화복 소매 끝부분과 장갑과의 연결부분이 좋지 않아서, 또는 장갑이 신체에 부적합하기 때문이라는 답변이 많았다. 특히 목 부위에 대한 부상은 방화복 칼라가 신체와 잘 맞지 않기 때문에 발생하는 목의 노출에 의한 것으로 목을 보호할 수 있도록 칼라높이가 개선되어야 하는 것으로 나타났다. 그 밖에 부상에 대한 전반적인 원인으로 방화복에 의한 동작 제한을 가장 많이 지적하였다. 특히 진화 작업시 물과 땀에 젖은 방화복의 무게에 SCBA 등과 같은 개인보호장비의 무게가 더해져 동작의 민첩성이 저하된다는 응답이 가장 많았다.

2) 개선요구사항

방화복의 개선 방안에 있어서 동작에 적합한 디자



<그림 4> 주 부상 신체 부위(복수응답 n=234, 단위 ; %)

인(37.3%), 치수의 세분화(36.4%), 화재의 종류와 계절변화에 따른 방화복 종류의 다양화(12.4%)를 통한 개선이 시급하다고 응답하였다. 또한 방화복이 개선될 경우, 동작제한성의 저하(80.9%)와 작업능률의 향상(79.9%)을 기대하고 있는 것으로 나타났다.

이상의 결과와 같이, 현직 소방대원들에게 요구되는 소방용방화복은 기존 연구에서 강조되어온 소재 성능과 환경으로부터의 보호 기능을 넘어서 진화 작업시 동작에 적합하고 인체에 잘 맞는 방화복이 요구되는 것으로 관찰되었다. 따라서 한국인 인체에 적합한 치수체계와 화재 환경으로부터 인체를 보호하며 진화 작업시 동작을 제한하지 않는 방화복 패턴 개발이 절실하다고 판단되었다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 우리나라 소방대원들의 효율적이고 안전한 업무수행에 도움을 주고 편안함이 추구된 인간공학적 방화복을 개발하기 위한 기초자료로 제공하고자 서울시내 남성 소방대원 209명을 대상으로 방화복 상의에 대한 실태조사를 실시하였으며 이에 따른 결과는 다음과 같다.

1. 방화복 상의 각 부위에 대한 신체적합성을 조사한 결과 모든 항목에 대해 만족하지 못하고 있는 것으로 나타났으며 특히 칼라높이, 소매길이, 상의길이, 목둘레, 진동둘레, 가슴둘레, 겨드랑앞백사이길이, 어깨너비에 있어 소방대원들의 신체 치수에 적합한 치수체계 개발이 요구되었다. 또한 전체적으로 치수가 잘 맞지 않고 품과 둘레가 너무 커서 동작에 제한을 많이 받으므로 현 소방대원의 인체치수가 반영된 방화복 치수세분화와 소방대원 개개인의 요구에 따른 맞춤형 방화복의 필요성을 강조하였다.

2. 신체 각 부위와 방화복 상의 디자인 요소에 의한 동작제한성을 조사한 결과 상반신 모든 신체 부위에 대해 동작제한성을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 특히 목동작과 팔동작에 대한 만족도가 가장 낮았는데 이는 신체적합성에 있어서 칼라높이와 상의 길이에 대한 불만족이 높게 나타난 결과와 유사함을 보였다. 또한 방화복 상의 디자인 요소에 있어서도

모두 불편함을 느끼며 특히 소매끝 토시와 칼라디자인, 앞채움용 덮개의 지퍼 여밈에 대해 동작제한성을 가장 많이 느끼는 것으로 나타났다. 그 원인에 대해서는 무게의 경우 방화복이 물에 젖을 경우 무거워져서 활동에 제약을 많이 받는다고 하였으며 소매 끝부분의 토시는 손가락을 끼우게 되어있는 구조와 소재, 그리고 사이즈 때문에 동작에 제한을 받는다고 하였다. 칼라 디자인에 있어서는 구성과 크기, 앞채움용 지퍼에 있어서는 사용상 문제점(신속한 착용 불가) 등을 지적하였다.

3. 소방대원들의 화재 진압 시 부상을 자주 당하는 신체부위는 손과 목/얼굴 부위 인 것으로 조사되었다. 손의 부상은 진화 작업이나 적치물 제거 시 방화복 소매 끝 토시가 불편하여 사용하지 않기 때문이거나, 방화복 소매 끝부분과 장갑과의 연결부분이 좋지 않아서, 또는 장갑이 신체 치수에 적합하지 않기 때문이라는 답변이 많았다. 특히 목 부위에 대한 부상은 방화복 칼라가 신체와 잘 맞지 않기 때문에 발생하는 목의 노출에 의한 것으로 목을 보호할 수 있도록 칼라높이가 개선되어야 하는 것으로 나타났다.

4. 방화복의 개선 방안에 있어서 동작에 적합한 디자인, 치수세분화가 시급하다고 하였으며 방화복이 개선될 경우, 동작제한성의 저하(80.9%)와 작업능률의 향상(79.9%)을 기대하고 있는 것으로 나타났다.

이상의 실태조사 결과와 같이 우리나라의 소방대원들은 기존 연구에서 강조되어온 소재 성능과 환경으로부터의 보호 기능을 넘어서 진화 작업시 동작에 제한을 주지 않고 인체에 잘 맞는 인간공학적 측면이 고려된 방화복을 요구하고 있는 것으로 나타났다. 이를 위해서는 먼저 현재 인체치수 중 키만을 기준으로 하고 있는 비효율적인 방화복 치수체계를 개정해야 할 것이다. 외국의 경우 방화복 상의는 진화활동 동작을 고려하여 목뒤손목안쪽길기와 대부분의 사람들이 인지하기 쉬운 가슴둘레를 기준치수로 하여 치수체계를 정하고 있다. 이처럼 우리나라 방화복도 소방대원들이 업무 중 주로 행하는 동작들을 분석하여 기준치수로 정하고 이에 따라 합리적인 치수체계를 수립해야 할 것이다. 또한 동작제한성이 최소

화된 인간공학적 방화복 개발을 위해서는 인체 동작 범위를 3차원 동작분석을 통하여 정확하게 측정하고 여기서 도출되는 관절각(joint angle)을 패턴과 디자인에 반영하는 방법을 개발하여 정지상태에서의 인체가 아닌 3차원 공간상에서의 동작까지 반영한 패턴개발 기술이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 1) 한국표준협회 (2007). 보호복의 일반적인 요건(KS K ISO 13688). 한국표준협회.
- 2) 김도식 (2006). 방화복의 열화특성에 관한 연구. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 3) 행정자치부 (2004). 소방용방화복규격서.
- 4) 한국소방검정공사 (2004). 소방용방화복의 인정기준(FIS 006). 한국소방검정공사.
- 5) 윤기종 (2006). 첨단 보호복 산업과 기술. 섬유기술과 산업, 10(4), pp. 325-338.
- 6) Crull, A. W. & Hooker, R. D. (2005). *Protective clothing and gear: Body/Vehicle Armor*. Fire, Chem/Bio. Business Communication Company, Inc.
- 7) NFPA (2007). *Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting (NFPA 1971)*. NFPA.
- 8) CEN (2005). *Protective clothing for firefighters-Performance requirements for protective clothing for firefighting(EN 469)*. CEN.
- 9) 한국표준협회 (2003). 보호복-소방관용 보호복의 시험 방법 및 요구 성능(KS K ISO 11613). 한국표준협회.
- 10) ISO (1999). *Protective clothing for firefighters-Laboratory test methods and performance requirement (ISO 11613)*. ISO.
- 11) Lawson, J. R. (1996). Fire fighter's protective clothing and thermal environments of structural fire fighting. U.S Department of Commerce, *NISTIR 5804*, pp. 334-350.
- 12) Roger, K. & Barker, L. (2001). Modeling of thermal protection outfits for fire exposure. *National textile Center Annual Report*, pp. 2-8.
- 13) Lee, C., Kim, Y. I. & Wood, A. (2002). Investigation and correlation of manikin and bench-scale for testing of clothing systems. *Fire and Materials*, 26, pp. 269-278.
- 14) Krasny, J. F. (1986). Some characteristics of fabrics for heat protective clothing. *Performance of Protective Clothing, ASTM STP 900*, pp. 463-474.
- 15) Lawson, J. R. & Vettori, R. L. (2002). Thermal measurements for fire fighters' protective clothing. *Thermal Measurements: The Foundation of Fire Standards, ASTM STP 1427*, pp. 168-182.
- 16) Camenzind, M. A., Dale, D. J. & Rossi, R. M. (2007). Manikin test for flame engulfment evaluation of protective clothing: Historical review and development of a new ISO standard. *Fire and Materials*, 31, pp. 285-295.
- 17) Paul, S. A., Ann, C. S. & W. M. Keyserling. (1994). A model for protective clothing effects on performance. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 6(4), pp. 6-16.
- 18) Janice H. (1988). Protective clothing systems : A technique for evaluating restriction of wearer mobility. *Applied Ergonomics*, 19(3), pp.185-190.
- 19) Eiser, D. N. (1988). Problems in personal protective equipment selection. Performance of Protective Clothing: Second symposium. *ASTM STP 989*, pp. 341-346.
- 20) Brown, P. (1992). *Ready-To Wear Apparel Analysis*. Macmillan Publishing Co.
- 21) NFPA (2002). *Standard on fire department occupational safety and health program (NFPA 1500)*. NFPA.
- 22) 김규상 (2005). 소방공무원의 위험노출과 건강 영향. *산업보건*, 7월호, pp. 9-19.