

한국 소방용 방화복의 치수체계 개발

한설아 · 남윤자*[†] · 최영림

서울대학교 의류학과, *서울대학교 의류학과/서울대학교 생활과학연구소

Sizing System Development of Korean Structural Firefighting Protective Clothing

Sul Ah Han · Yun Ja Nam*[†] · Young Lim Choi

Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University

*Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University/

Research Institute of Human Ecology, Seoul National University

접수일(2009년 3월 17일), 게재확정일(2009년 4월 20일)

Abstract

Sizing system of Korean structural firefighting protective clothing that is national approved should be met for specification of structural firefighting protective clothing that is identified by Ministry of Public Administration and Security(MOPAS). However if you look over the specification of sizing system, the standard is based on only 'height' and the others are indicated as the size of completed product. KS K ISO 13688 and EN 340 which is met on ISO 13688 which indicates sizing system about protective clothing has the standards of height, chest and waist circumference. Also NFPA 1971 that has standards of sizing system is based on chest circumference, cervical to wrist length, waist circumference and inseam. That is different from Korean standards. Therefore, fire fighting protective clothing standards which is based on only height should be compensated and not be relied on foreign standards like ISO. It is indispensable for developing our own sizing system of structural fire fighting protective clothing. In this studying, Korean new sizing system of structural fire fighting protective clothing was developed for providing basic information of ergonomic structural fire fighting protective clothing. The analyzed target age was between 20 and 59 years old fire fighter who extinguish the fire. And it was analyzed by 3D measurement among data of the 5th Size Korea. On conclusion, in case of structural fire fighting protective clothing coat, physical dimension was to be chest circumference, cervical to wrist length. Three dimensions as 5cm space of circumference and four dimensions as 2.5cm space of cervical to wrist length were derived, which means that totally 12 dimensions were defined. Dimension standards of pants was based on the analysis of waist circumference and crotch height. Six dimensions as 5cm space of waist circumference and three dimensions as 5cm space of crotch height were derived, which means that totally 14 dimensions were defined.

Key words: Protective clothing, Structural firefighting protective clothing, Sizing system; 보호복, 소방용 방화복, 치수체계

[†]Corresponding author

E-mail: yunja@snu.ac.kr

본 논문은 2009년 대한민국 정부의 재원으로 지식경제부의 지원을 받아 수행된 연구임(산업기술기반구축사업, 과제번호 2006-나-01호).

I. 서 론

보호복(protective clothing)은 하나 또는 그 이상의 위험으로부터 인체를 보호하기 위해 디자인되거나 평상복을 대체하는 의복이다(한국표준협회, 2007). 냉각

복, 방화복, 방열복, 화학복, 방탄복, 방검복, 자동차 경주복, 의료복, 방사능 보호복 등과 같은 보호복은 작업자의 '안전성(safety)'과 '편안함(comfort)'을 향상시킬 수 있도록 디자인되어야 한다. 이 두 가지 요소는 열 피로(heat stress), 작업능률저하(reduced task efficiency), 인체 동작범위 감소(reduced range of motion) 등과 같은 여러 가지 측면에서 작업자의 업무수행 능력에 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문이다(Adams et al., 1994). 만약 작업자의 동작이 보호복의 적절치 못한 맞음새(fit)와 디자인으로 인해 제한을 받게 되면 업무 효율을 저하는 물론이고, 외부 위험으로부터 인체를 보호하기 보다는 부상을 야기할 수도 있다(Huck, 1988). 이러한 보호복의 한 종류인 방화복(structural firefighting protective clothing)은 2001년 3월, 소방대원 6명이 순직한 서울 홍제동 화재참사를 계기로 2003년이 되어서야 국내에 보급되기 시작하였다. 이 전에는 소방대원들이 방수복을 착용하였다(김도식, 2006). 방화복이란, 화재 현장에서 소방공무원이 진화 작업 시 신속하고 간편하게 착용하도록 만들어진 피복으로서 열 방호성 및 방수성능 등으로 소방공무원의 신체를 보호함을 목적으로 하는 옷(행정자치부, 2004)을 말한다. 방화복에 대한 국내의 선행연구를 살펴보면 '안전성'에 초점을 맞추어 소재의 물성과 이에 대한 효과만을 주로 다루었으며(김도식, 2006; Camenzind et al., 2007; Lawson, 1996; Lawson & Vettori, 2002; Roger & Baker, 2001), '편안함'을 향상시키기 위한 치수체계, 또는 인간공학적 패턴 개발에 대한 연구는 미비한 것을 알 수 있다. 그러나 방화복을 비롯한 어떠한 보호복도 첨단 신소재의 물성만으로 외부의 위험으로부터 인체를 완벽히 보호하지 못한다. 작업자의 안전상의 문제들은 보호복의 적절치 못한 맞음새에 의해 발생하므로 이러한 문제점 해결을 위해서는 착용자 대다수를 만족시킬 수 있는 치수체계 개발이 이루어져야 한다(Eiser, 1988). 의복에서 가장 중요한 인간공학적 디자인은 정확한 치수에서부터 비롯되므로 작업자의 업무수행에 치명적인 악영향을 미칠 수 있는 의복으로 인한 동작제한을 최소화하기 위해서 패턴 개발 이전에 해당 의복에 대한 치수체계 개발이 선행되어야만 하는 것이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 방화복의 인간공학적인 패턴 개발을 위한 선행연구로서 소방대원들의 신체적합성을 향상시킬 수 있는 방화복 상·하의 치수체계를 개발하고자 한다.

II. 국내의 방화복 치수체계

우리나라의 방화복 치수는 소방용방화복규격서(행정자치부, 2004)에 제시된 바를 따라야 하며, 미국은 NFPA 1971 'Standard on protective ensembles for structural fire fighting and proximity fire fighting' (NFPA, 2007)의 규정에 준해야 한다. 반면 ISO 13688 'Protective clothing - General requirements'(ISO, 1998), KS K ISO 13688 '보호복의 일반적인 요건'(한국표준협회, 2007), 유럽의 EN 340 'Protective clothing - General requirements'(CEN, 2003)에서는 보호복의 일반적인 요건에 제시된 치수를 방화복에까지 적용시키고 있다. 더구나 KS K ISO 13688과 EN 340은 ISO 13688을 수정·보완 없이 그대로 부합화한 표준이기 때문에 서로 제시된 치수체계가 동일하다. 따라서 우리나라의 소방용방화복규격서와 미국의 NFPA 1971만이 방화복에 관련된 치수를 제시하고 있음을 알 수 있다. 그러나 국내의 방화복 치수체계를 비교한 <표 1>에서 보느냐와 같이 우리나라 소방용방화복규격서만이 '키' 한 항목만을 기준치수로 하고 있으며 다른 해외 표준들은 적어도 3개의 인체치수를 기준으로 하고 있는 것을 알 수 있다. 그리고 NFPA 1971은 우리나라를 비롯한 다른 해외 치수체계와 달리 기준치수에 키를 포함하지 않고 상의의 경우 가슴둘레와 소매길이, 하의인 경우 허리둘레와 바지 안솔기선길이(inseam)를 제시하고 있다. 여기서 소매길이는 목뒤손목안쪽길이(화장)를 뜻한다. 따라서 본 장에서는 미국과 캐나다, 유럽, 우리나라 방화복 치수체계에 대해 살펴보았다.

1. 미국과 캐나다

미국과 캐나다에서 NFPA 1971에 따라 방화복을 생산하고 있는 업체의 치수체계를 조사한 결과 <표 2>와 같이 차이가 있기는 하지만 NFPA 1971과 동일하게 상의는 가슴둘레와 소매길이, 하의는 허리둘레와 바지 안솔기선길이를 기준으로 6~8개의 치수범위를 제시하고 있는 것으로 조사되었다.

미국의 3대 방화복 제작업체인 Morning Pride(Morning Pride, 2008)는 NFPA 1971의 치수체계에 있어서 키에 대한 기준이 없으며 대부분의 사람들이 자신의 가슴둘레와 허리둘레 치수를 알고 있다는 점을 착안하여 이로써 소매길이, 어깨너비 등을 추정할 수 있도록

<표 1> 국내외 방화복 치수체계 비교

(단위: cm)

구 분		소방용방화복규격서	KS K ISO 13688 / EN 340 / ISO 13688	NFPA 1971
기준치수	상 의	키	키, 가슴둘레	가슴둘레, 소매길이
	하 의		허리둘레	허리둘레, 바지 안솔기선길이
키		165-190 (5 편차)	152-194 (6편차)	-
가슴둘레		-	76-124 (4 편차)	86.5-152.5 (최대 5 편차)
소매길이(화장)		-	-	82-96.5 (최대 2.5 편차)
허리둘레		-	56-116 (4 편차)	76-152.5 (최대 5편차)
바지 안솔기선길이		다리길이 64-82 (3 편차)	-	66-91.5 (최대 5 편차)

<표 2> NFPA 1971에 따른 미국과 캐나다의 방화복 치수체계

(단위: cm)

구 분		미 국			캐나다	
		Morning Pride	Fire Dex	Quest Enterprises, Inc.	INNOTEX Inc.	
기준치수	상 의	가슴둘레, 소매길이				
	하 의	허리둘레, 바지 안솔기선길이				
호 칭	상 의	X-Small~3X-Large (7 치수)	X-Small~4X-Large (8 치수)	X-Small~4X-Large (8 치수)	Small~3X-Large (6 치수)	
	하 의	X-Small~4X-Large (8 치수)				
치수편차	상 의	가슴둘레	80-145 (5 편차)	80-155 (5 편차)	75-150 (5 편차)	85-140 (5 편차)
		소매길이	80-90 (2.5 편차)	80-92.5 (2.5 편차)	80-92.5 (2.5 편차)	82.5-95 (2.5 편차)
	하 의	허리둘레	65-140 (5 편차)	65-140 (5 편차)	65-130 (5 편차)	70-125 (5 편차)
		바지 안솔기선길이	any inseam available	72.5	72.5	72.5, 75, 80

록 하고 있다. 즉 가슴둘레 95cm 이하인 소방대원들의 소매길이는 82.5cm, 가슴둘레 100-105cm는 소매길이 83.6cm, 가슴둘레 110cm 이상은 소매길이 85cm로 규정하고 있으며, 어깨너비는 가슴둘레에 20cm를 추가하는 방식을 제시하고 있는 것이다.

2. 유럽

유럽의 방화복 치수체계는 ISO 13688과 동일한 치수체계인 EN 340을 따라 기준치수로 키, 가슴둘레, 허리둘레를 표기하도록 하고 있다. 그러나 유럽 대부분 지역에 방화복을 수출하고 있는 업체인 Firegard Safety Services Ltd.(영국), Rosenbauer International AG(오스트리아)의 치수체계를 보면 <표 3>과 같이 키에 대해 별다른 구분을 하고 있지 않으며, 구분이

있더라도 2~3개 세분화되어 있지 않고 Regular, Tall 등과 같이 범위를 나타내는 호칭 구성법을 사용하고 있는 것을 알 수 있다. 또한 상의에 있어서 가슴둘레 외에 소매길이, 상의길이 등을 기준으로 하고 있어 미국과 유럽에서는 우리나라와 다르게 방화복의 치수체계에 있어서 키를 중요한 인체치수로 하고 있지 않는 것으로 조사되었다.

3. 한국

우리나라 소방용방화복규격서의 방화복 상·하의 치수체계에서는 <표 4>와 같이 1호~7호까지 인체치수 중 '키' 한 항목만을 기준치수로 하고 있으며 키를 제외한 다른 항목들은 신체치수가 아닌 방화복의 완제품 치수를 제시하고 있다.

<표 3> 유럽의 방화복 치수체계

(단위: cm)

구 분		영 국		오스트리아	
		Firegard Safety Services Ltd.		Rosenbauer International AG	
기준치수	상 의	가슴둘레, 소매길이, 상의길이		키, 가슴둘레	
	하 의	허리둘레, 바지 안슬기선길이, 발목너비		허리둘레, 바지 안슬기선길이	
호 칭	상 의	Small~X-Large (8 치수)		Small~2X-Large (5 치수)	
	하 의	X-Small~4X-Large (8 치수)		Small~2X-Large (5 치수)	
치수편차	상 의	키	Regular : 170-182/Tall : 182-196		170-182(치수간 구분 없음)
		가슴둘레	92-124 (4 편차 : 8치수)		92-132 (8 편차 : 6치수)
		소매길이	83-91 (치수간/치수내 2 편차: 5 치수)		-
		상의길이	91-104 (치수간 3편차, 치수내 5편차: 6치수)		-
	하 의	키	Regular : 170-182 Tall : 182-196		SIZE I: 158-170 SIZE II: 170-182 SIZE III: 182-194
		허리둘레	Small~Medium : 94-114 Large~X-Large : 104-124		SIZE I, II, III: 88-124 (4 편차)
		바지 안 슬기선길이	Small~Medium : Regular 66, Tall 76 Large~X-Large : Regular 71, Tall 81		SIZE I: 71 / SIZE II: 77 SIZE : 83
		발목너비	51		-

<표 4> 한국의 방화복 치수체계

(단위: cm)

구 분	방화복 상의 치수체계						
	1호	2호	3호	4호	5호	6호	7호
기준신장	165 이하	165-170	171-175	176-180	181-185	186-190	191 이상
어깨넓이	48	50	52	54	56	58	60
소매길이	57.5	59	60.5	62	63.5	65	6.5
소매밑단둘레	36	36.5	37	37.5	38	38.5	39
가슴둘레	115	120	125	130	140	150	160
상의장	78	80	82	84	86	88	90
밑단둘레	115	120	125	130	140	150	160
구 분	방화복 하의 치수체계						
	1호	2호	3호	4호	5호	6호	7호
기준신장	165 이하	165-170	171-175	176-180	181-185	186-190	191 이상
총 장	94	98	102	106	110	114	118
허리둘레	89	94	99	104	109	114	119
엉덩이둘레	118	122	126	130	134	138	142
다리길이	64	67	70	73	76	79	82
밑둘레	50	53	56	59	62	65	68

완제품에 대한 치수 편차도 가슴둘레와 밑단둘레의 경우 1-3호는 5cm, 4-7호는 10cm 편차로 다른 기준이 적용되고 있다. 또한 호칭 구성이 숫자로만 되어 있기 때문에 1호와 7호 중에 작은 치수는 몇 호인지

혼동하기 쉬울 것으로 보여 우리나라의 현 방화복 치수체계는 많은 문제점이 내포되어있는 것으로 파악된다. 제시된 용어들 역시 표준용어가 아님으로 인해 측정 표준용어(기술표준원, 2004a)를 기준으로 하여

신장은 키, 어깨넓이는 어깨가쪽사이길이, 상의장은 상의길이, 소매밑단둘레는 소매부리둘레, 다리길이는 살높이 또는 바지 안솔기선길이 등으로 수정할 필요가 있다.

우리나라의 방화복 치수체계는 소방용방화복규격서 외에 KS K ISO 13688에서 방화복을 포함한 보호복 치수를 표준화 하고 있다. 그러나 이는 ISO 13688을 부합화한 것이며 EN 340과 동일한 치수체계를 보이고 있어 미국과 유럽의 소방대원들에게 적합할지 모르나 국내 실정에 적합한 치수체계라고 할 수 없다. 방화복으로 인한 업무의 효율성과 편안함은 정확한 맞춤새에서 비롯되기 때문에 방화복에 있어서 정확한 치수체계는 아주 중요하다. 예를 들어 소매와 바지의 다리부분은 정확한 길이로 만들어져야만 손목과 발목을 보호할 수 있으며 부츠와 장갑과 같은 다른 보호 아이템과도 적절이 조화를 이룰 수 있기 때문이다. 따라서 현재 키만을 기준으로 하고 있는 소방용방화복규격서를 보완하고 ISO와 같은 해외 표준에 의존하지 않는 우리나라 실정에 맞는 방화복의 치수체계 개발이 시급하지만 이에 대한 선행연구나 현 치수체계의 적합성을 검증한 논문은 찾아 볼 수 없는 실정이다.

III. 연구방법

1. 분석대상

방화복 상의 치수체계 개발은 화재현장에 투입되어 진화활동을 수행하고 있는 20~50대 남성 소방대원들을 대상으로 하였다. 연구대상의 연령대는 선행연구(한설아 외, 2008)에서 조사대상자의 연령분포가 25~55세인 것과 신규 소방대원 모집 시 연령에 제한을 두지 않는 것을 참고로 하여 20~50대로 정하였다. 자료는 제5차 한국인 인체치수조사사업(기술표준원, 2004b)의 3차원 인체형상 데이터 중 1,547명의 20~59세 남성 인체측정치를 사용한다. 치수분석 대상자의 일반적 특성은 <표 5>와 같으며, <표 6>은 연령별 도수분포표이다.

2. 분석방법

분석은 통계패키지 Window-SPSS 12.0을 사용하였으며 통계기법은 기술통계, 교차분석, 빈도분석 등을 실시하였다. 기준치수에 대한 최적의 편차 선정을 위해서는 다빈도분석 후 커버율과 커버효율(커버율(%)/구간수)을 구하였다. 커버효율은 각 구간별 평균

<표 5> 치수분석 대상자의 일반적 특성

(n=1,547)

항 목	평 균	표준편차	최소값	최대값
연 령(세)	36.09	10.86	20	59
키(cm)	170.3	6.13	149.9	192.2
몸무게(kg)	69.8	10.4	41	114
가슴둘레(cm)	101.1	6.7	78.9	125.6
허리둘레(cm)	83.2	9.1	54	124.5
목뒤손목안쪽길이(cm)	78.4	3.2	66.3	92.3
살높이(cm)	75.3	4.18	61.2	89.4

자료출처: 기술표준원. (2004b). 제5차 한국인 인체치수조사사업 보고서(2차년도 최종보고서). 과천: 산업자원부 기술표준원.

<표 6> 치수분석 대상자의 연령별 도수분포

(n=1,547)

연령대(세)	빈 도(명)	퍼센트(%)
20	519	33.6
30	512	33.0
40	261	16.9
50	255	16.5
합 계	1,547	100

자료출처: 기술표준원. (2004b). 제5차 한국인 인체치수조사사업 보고서(2차년도 최종보고서). 과천: 산업자원부 기술표준원.

커버울을 의미하는 것으로 구간수(호칭수)와 커버울을 모두 고려한 개념이다(이경화, 김혜수, 2007).

IV. 결과 및 고찰

1. 기준치수 선정

방화복 치수체계의 개발을 위해서는 우선 상·하의 별 기준치수를 선정해야 하므로 외국 방화복 치수체계를 참고로 하고 소방업무의 특성을 감안하여 상의의 경우 가슴둘레와 목뒤손목안쪽길이를 기준치수로 하였다. 가슴둘레는 착용자의 인지도가 높고 국내의적으로 남성의 상의 치수체계에 있어서 기준으로 하고 있는 인체치수이므로 선정하였다. 목뒤손목안쪽길이는 소방업무 특성상 상반신의 경우 팔동작이 주를 이루고 동작범위가 가장 넓은 것을 감안하였으며, 선행연구 결과 소방대원들이 방화복 착용 시 가장 불편함을 느끼는 부위 중의 하나로 조사되었기 때문에 이 부위에 대해 세분화된 치수체계가 요구되므로 기준치수로 선정하였다. 또한 방화복 상의 특성상 몸에 피트되는 의복이 아니며 팔동작에 있어서 소매가 위로 따라 올라가거나 내려가지 않아야 하고 소매 끝부분에 토시를 부착해야 하므로 팔길이 보다는 어깨너비까지 반영된 목뒤손목안쪽길이를 기준치수로 하는 것이 타당할 것으로 판단되었다. 키는 다른 신체부위보다 인지도가 높고 대부분의 치수체계에 있어서 가슴둘레와 함께 기본 인체치수로 사용되기도 하지만 가슴둘레와 목뒤손목안쪽길이와의 상관관계를 알아본 결과 <표 7>과 같이 90% 수준에서 유의함을 보여

기준치수 선정에서 배제하였다.

방화복 하의의 기준치수는 NFPA 1971과 미국을 비롯한 유럽의 방화복 제작업체에서 다리동작에 제한을 주지 않기 위해 허리둘레와 더불어 바지 안솔기 선길이를 제시하고 있는 것을 고려하여 허리둘레와 살높이를 방화복 하의의 기준치수로 정하였다. 허리둘레는 가슴둘레와 마찬가지로 착용자의 인지도가 높으며 국내의적으로 하의 치수체계에 있어서 기준으로 하고 있는 인체치수이므로 선정하였다. 그러나 살높이는 일반인들이 쉽게 인지하지 못하는 인체치수 중 하나이며 용어 또한 생소한 면이 있으므로 <표 7>에서 보는바와 같이 살높이와 키의 상관관계가 0.980으로 높은 것에 착안하여 키로 살높이를 인지할 수 있도록 하의 치수체계를 구성하였다.

방화복 상·하의 치수체계 개발을 위해 선정된 기준치수와 참고치수는 <표 8>과 같다. 참고치수는 KS K 0050 ‘성인 남성복의 치수’(한국표준협회, 2004) 중 피트성이 필요하지 않은 의류의 참고치수를 사용하였다.

2. 방화복 상의 치수체계 개발

1) 치수편차에 따른 커버울과 커버효율

방화복 상의 기준치수에 대한 최적의 치수편차 선정을 위해 가슴둘레는 KS K ISO 13688, ISO 13688, EN 340의 보호복 치수에서 제시한 4cm와 남성복 치수규격인 KS K 0050에서 피트성이 필요하지 않는 경우, 그리고 NFPA 1971에서 제시한 5cm 편차 두가지를 비교하였다. 목뒤손목안쪽길이는 NFPA 1971과 미국 방화복 제작업체에서 2.5cm 편차를 두고 있

<표 7> 키, 가슴둘레, 목뒤손목안쪽길이, 살높이에 대한 피어슨의 상관계수 (n=1,544)

	키	가슴둘레	목뒤손목안쪽길이	허리둘레	살높이
키	1.000				
가슴둘레	0.124**	1.000			
목뒤손목안쪽길이	0.486**	0.420**	1.000		
허리둘레	-0.016	0.828**	0.218**	1.000	
살높이	0.980**	0.031	0.560**	-0.136**	1.000

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

<표 8> 방화복 치수체계 개발을 위한 기준치수와 참고치수

구분	기준치수	참고치수
상의	가슴둘레, 목뒤손목안쪽길이	키, 허리둘레, 어깨가쪽사이길이, 등길이, 팔길이
하의	허리둘레, 살높이	키, 배꼽수준허리둘레, 엉덩이둘레, 넙다리둘레, 다리가쪽길이, 살앞뒤길이

으며, 유럽 방화복 제작업체에서 2cm 편차를 사용하고 있으므로 2cm와 2.5cm 두 가지를 비교하였다. 다빈도분석을 사용하여 전체 1%, 2%, 3% 이상의 출현율을 보이는 구간의 커버율과 커버효율을 분석한 결과, <표 9>와 같이 전체적으로 출현율이 높아질수록 커버율은 낮아지고, 커버효율은 높아지는 경향을 보였다. 출현율 1% 이상의 구간에서는 가슴둘레 5cm와 목뒤손목안쪽길이 2.5cm 편차인 경우, 다른 치수 편차에 비해 구간수에 있어서 22구간으로 가장 작으나, 커버율은 88.41%, 각 구간별 평균 커버율을 의미하는 커버효율(이경화, 김혜수, 2007)은 4.02로 가장 높게 나타났다. 출현율 2% 이상의 구간에 있어서도 가슴둘레 5cm와 목뒤손목안쪽길이 2.5cm 편차인 경우, 다른 치수편차에 비해 구간수가 16구간으로 역시 가장 작으나, 커버율은 80.32%, 커버효율은 5.02로 출현율 1% 이상의 구간보다 커버효율은 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 3% 이상의 출현율을 보이는 구간에서도 마찬가지로서 가슴둘레 5cm와 목뒤손목안쪽길이 2.5cm 편차인 경우 12구간에서 커버율 70.68%, 커버효율 5.89로 다른 치수편차에 비해 높게 나타나 방화복 상의 기준치수에 대한 편차는 가

슴둘레 5cm, 목뒤손목안쪽길이 2.5cm로 하는 것이 타당할 것으로 분석되었다.

따라서 <표 10>과 같이 KS K 0050 중 피트성이 필요하지 않는 경우의 인체치수를 참고로 하여, 가슴둘레는 100cm를 기준으로 5cm 편차를 두어 연속하였으며, 각 치수에 표기된 값의 ±2.5cm 범위를 커버하도록 하였다. 목뒤손목안쪽길이는 78cm를 기준으로 2.5cm 편차를 두어 연속하였으며, 각 치수에 표기된 값의 ±1.25cm 범위를 커버하도록 하였다. 편의상 소수점 이하는 반올림하였고, 인체치수의 평균값은 밑줄로 표시하였다.

2) 치수체계 선정

제5차 한국인 인체치수조사사업(기술표준원, 2004b)의 3차원 인체형상 데이터 중 20~59세 남성 1,545명에 대해, 가슴둘레 5cm, 목뒤손목안쪽길이 2.5cm 편차를 적용하여 교차분석을 실시하였다. 이에 따른 치수별 분포도를 분석한 결과는 <표 11>과 같다.

방화복 상의 치수 구간은 커버효율이 가장 높은 출현율 3% 이상 구간으로 선정하였다. 따라서 3% 이상의 출현율을 보인 가슴둘레 95cm, 100cm, 105cm, 110cm 구간과 목뒤손목안쪽길이 75cm, 78cm, 80cm,

<표 9> 방화복 상의 기준치수에 대한 커버율과 커버효율

(n=1,545)

구 분	가슴둘레	4cm		5cm	
	목뒤손목안쪽길이	2cm	2.5cm	2cm	2.5cm
출현율 1% 이상	사람수(명)	1,284	1,330	1,321	1,366
	구간수(개)	27	25	22	22
	커버율(%)	83.11	86.08	85.5	88.41
	커버효율	3.08	3.44	3.89	4.02
출현율 2% 이상	사람수(명)	1,087	1,143	1,165	1,241
	구간수(개)	18	16	18	16
	커버율(%)	70.36	73.98	75.4	80.32
	커버효율	3.91	4.62	4.19	5.02
출현율 3% 이상	사람수(명)	807	1,016	940	1,092
	구간수(개)	9	13	15	12
	커버율(%)	52.24	65.76	60.85	70.68
	커버효율	5.81	5.06	4.06	5.89

*커버효율=커버율(%) / 구간수

<표 10> 방화복 상의 기준치수에 대한 편차

(단위: cm)

기준치수	인체치수
가슴둘레	80, 85, 90, 95, <u>100</u> , 105, 110, 115, 120, 125
목뒤손목안쪽길이	68, 70, 73, 75, <u>78</u> , 80, 83, 85, 88, 90, 93

<표 11> 방화복 상의 기준치수에 따른 20-50대 남성의 분포도

(n=1,545)

S	B	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	전 체
68		1/0 0.1%		2/0.3 0.1%	1/0.8 0.1%							4 0.3%
70			4/0.3 0.3%	5/1.5 0.3%	8/4.4 0.5%	3/6.6 0.2%	1/5 0.1%					21 1.4%
73			2/0.9 0.1%	13/4.7 0.8%	19/13.4 1.2%	19/20 1.2%	8/15.2 0.5%	3/6.3 0.2%				64 4.1%
75		1/0.4 0.1%	9/3.9 0.6%	34/20.8 2.2%	76/59.6 4.9%	102/89.3 6.6%	53/67.7 3.4%	9/27.9 0.6%	1/11.4 0.1%			285 18.4%
78			3/6.7 0.2%	40/36.1 2.6%	119/103.3 7.7%	160/154.8 10.4%	122/117.3 7.9%	34/48.3 2.2%	15/19.8 1%		1/1.9 0.1%	494 32%
80			2/5.3 0.1%	14/28.6 0.9%	70/81.7 4.5%	131/122.5 8.5%	97/92.5 6.3%	47/38.2 3%	25/15.7 1.6%	4/4 0.3%	1/1.5 0.1%	391 25.3%
83			1/2.8 0.1%	5/15.2 0.3%	27/43.5 1.7%	53/65.2 3.4%	62/49.4 4%	41/20.3 2.7%	13/8.3 0.8%	5/2.2 0.3%	1/0.8 0.1%	208 13.5%
85					2/13.4 0.1%	12/20 0.8%	19/15.2 1.2%	16/6.3 1%	6/2.6 0.4%	6/0.7 8.4%	3/0.2 0.2%	64 4.1%
88					1/2.3 0.1%	3/3.4 0.2%	4/2.6 0.3%	1/1.1 0.1%	1/0.4 0.1%	1/0.1 0.1%		11 0.7%
90						1/0.6 0.1%	1/0.5 0.1%					2 0.1%
93									1/0 0.1%			1 0.1%
전 체		2 0.1%	21 1.4%	113 7.3%	323 20.9%	484 31.3%	367 23.8%	151 9.8%	62 4%	16 1%	6 0.4%	1,545 100%

*B(가슴둘레), S(목뒤손목안쪽길이): 단위, cm *관측빈도/기대빈도, 유형별 %

*실선구간: 출현율 1% 이상 구간, 음영구간: 출현율 2% 이상 구간

*점선구간: 선정된 치수구간(출현율 3% 이상 구간)

83cm 구간에서 3% 미만의 출현율을 보인 가슴둘레 95cm와 목뒤손목안쪽길이 83cm 구간, 가슴둘레 110cm와 목뒤손목안쪽둘레 78cm 구간, 가슴둘레 110cm와 목뒤손목안쪽길이 83cm 구간을 제외한 총 12개 구간을 방화복 상의 치수체계로 정하였다. 선정된 상의 치수체계 구간 중 가장 높은 분포를 보인 구간은 평균값과 동일하게 가슴둘레 100cm와 목뒤손목안쪽길이 78cm이었으며, 이 구간의 분포율은 10.4%인 것으로 나타났다. 호칭에 있어서 소방대원들이 1-7호와 같이 연속되는 숫자로 표기하는 현 방식에 대해 혼동하고 있으므로, 일반적으로 인지도가 높은 가슴둘레의 치수와 S, M, L과 같이 범위를 나타내는 호칭 구성법을 적절히 혼용하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다. 따라서 <표 12>와 같이 성인 남성복 치수구

격인 KS K 0050에 제시된 범위를 나타내는 호칭 구성법을 참고로 하여 치수체계를 구성하였다. 이러한 방법으로 최종 개발된 소방용 방화복 상의의 12개 치수체계는 <표 13>과 같다.

3) 상의 치수별 기준치수 및 참고치수

개발된 소방용 방화복 상의의 호칭별 기준치수와 참고치수는 <표 14>와 같다. 음영으로 표시된 부분은 방화복 상의 표준치수이다.

3. 방화복 하의 치수체계 개발

1) 치수편차에 따른 커버율과 커버효율

방화복 하의 기준치수에 대한 최적의 편차 선정을

<표 12> KS K 0050에 제시된 범위를 나타내는 호칭구성법

호 칭		의 미
체격 표시 호칭	M	체격이 보통인 medium의 의미를 나타내는 약자
	L	체격이 큰 large의 의미를 나타내는 약자
	XL	체격이 가장 큰 extra large의 의미를 나타내는 약자
키표시 호칭	R	키가 보통인 regular의 의미를 나타내는 약자 (157cm 이상, 170cm 미만)
	T	키가 큰 tall의 의미를 나타내는 약자 (170cm 이상, 182cm 미만)

<표 13> 개발된 방화복 상의 치수체계

가슴둘레 (cm)	목뒤손목안쪽길이 (cm)	기 호	상의 호칭
95	75	Short	95(S)
	78	Medium	95(M)
	80	Long	95(L)
100	75	Short	100(S)
	78	Medium	100(M)
	80	Long	100(L)
	83	X-Long	100(XL)
105	75	Short	105(S)
	78	Medium	105(M)
	80	Long	105(L)
	83	X-Long	105(XL)
110	80	Long	110(L)

<표 14> 방화복 상의 기준치수 및 참고치수

호 칭	평균연령(세)	기준치수(cm)		참고치수(cm)				
		가슴둘레	목뒤손목 안쪽길이	키	허리둘레	어깨가쪽 사이길이	등길이	팔길이
95(S)	37	95.1	75.3	165.6	77.3	41.8	41.1	53.2
95(M)	35	95.3	77.5	169.7	76.5	43	41.9	55
95(L)	31	95.6	79.8	173.9	75.7	43.7	42.5	56.9
100(S)	41	100.1	75.1	164.4	83.2	42.7	41	52.7
100(M)	38	99.9	77.6	169.3	82.2	43.4	42.2	54.7
100(L)	34	100	79.9	173.1	80.7	44.8	42.8	56.6
100(XL)	33	99.8	82.1	175.9	80.3	45.7	43.2	58.1
105(S)	42	104.7	75.3	164.7	90	43.5	41.5	52.7
105(M)	39	104.8	77.6	168.6	88.1	44.6	42.2	54.1
105(L)	36	104.6	80	172.2	86.5	44.9	42.6	56.2
105(XL)	33	105.4	82.3	175.5	87.2	46.1	43.6	57.6
110(L)	38	109.3	80	172.4	92.5	45.3	43	56

위해 허리둘레는 KS K ISO 13688, ISO 13688, EN 340의 보호복 치수에서 제시한 4cm와 남성복 치수 규격인 KS K 0050에서 피트성이 필요하지 않는 경우와 NFPA 1971에서 제시한 5cm 편차 두 가지로 구분하여 비교하였다. 살높이는 우리나라 소방용방화복규격서에서는 바지길이에 있어서 3cm 편차를 두고

있으며 NFPA 1971에서 바지 안솔기선길이에 대해 5cm 편차를 규정하고 있으므로 3cm, 4cm, 5cm 세 가지로 구분하여 비교하였다. <표 15>는 다빈도분석을 통해 방화복 하의의 기준치수에 있어서 출현율 1%, 2%, 3% 이상을 보이는 구간의 커버율과 커버효율을 분석한 결과이다. 이와 같이 허리둘레 5cm, 살

높이 5cm 편차인 경우 다른 치수 편차에 비해 커버율과 커버효율이 가장 높았다. 특히 커버율은 전체 1% 이상 구간에서 가장 높았으며 구간의 커버율을 나타내는 커버효율은 전체 3% 이상에서 가장 높은 것으로 나타나 전체 %가 높아질수록 커버율은 낮아 지지만 커버효율은 높아지는 양상을 보였다. 이러한 경향은 허리둘레 4cm인 경우에도 동일하여 허리둘레 4cm인 경우 살높이 5cm에서 전체 1% 이상에서 24구간 커버율 87.02%, 커버효율 3.63, 전체 2% 이상에서 19구간, 커버율 79.82%, 커버효율 4.20, 전체 3% 이상의 구간에서 13구간, 커버율 64.05%, 커버효율 4.93으로 나타났다. 그러나 커버율과 커버효율이 가장 높은 편차는 허리둘레 5cm, 살높이 5cm로 조사되어 방화복 하의 기준치수 편차로 허리둘레 5cm, 살높이 5cm 편차가 타당할 것으로 분석되었다.

따라서 <표 16>과 같이 KS K 0050 중 피트성이 필요하지 않는 경우의 인체치수를 참고로 하여 허리둘레는 85cm를 기준으로 5cm 편차를 두어 연속하였으며 각 치수에 표기된 값의 ±2.5cm 범위를 커버하도록 하였다. 살높이는 75cm를 기준으로 5cm 편차를 두어 연속하였으며 각 치수에 표기된 값의 ±2.5cm 범위를 커버하도록 하였다. 인체치수의 평균값은 밑줄로 표시하였다.

2) 치수체계 선정

방화복 하의 치수개발을 위해 허리둘레 5cm 편차, 살높이 5cm 편차로 제5차 한국인 인체치수조사사업(기술표준원, 2004b)의 3차원 인체형상 데이터 중 20~59세 남성 1,541명에 대해 교차분석을 실시하여 분포도를 분석한 결과는 <표 17>과 같다.

사용자 분포가 가장 높은 구간은 허리둘레 80, 살높이 75구간이었으며 방화복 상의의 치수체계 선정과 동일하게 출현율 3% 이상의 구간에 대해 14개의 방화복 하의 치수체계가 선정되었다. 그러나 사용자 입장에서 살높이에 대해 쉽게 인지하지 못하는 경향이 있으므로 <표 18>과 같이 살높이로 키를 추정할 수 있는 회귀식을 도출하였다.

이와 같이 선정된 3개의 살높이를 회귀식에 대입하여 <표 19>와 같이 살높이 70cm-키 162cm, 살높이 75cm-키 170cm, 살높이 80cm-키 178cm로 키가 추정되었으며 8cm 편차를 적용하여 최종적으로 키의 범위가 158-165cm, 166-173cm, 174-181cm로 결정되었다. 이와 같은 결과는 KS K 0050에서 키 범위를 나타내는 호칭이 R(regular)이 157cm 이상-170cm 미만, T(tall)가 170cm 이상-182cm 미만으로 제시한 것과 그 범위가 거의 동일 한 것으로 나타났다.

<표 15> 방화복 하의 기준치수에 대한 커버율과 커버효율

(n=1,541)

구 분	허리둘레 살높이	4cm			5cm		
		3cm	4cm	5cm	3cm	4cm	5cm
출현율 1% 이상	사람수(명)	1,232	1,281	1,341	1,333	1,362	1,426
	구간수(개)	31	20	24	31	26	24
	커버율(%)	79.95	83.13	87.02	86.50	88.38	92.54
	커버효율	2.58	4.16	3.63	2.79	3.40	3.86
출현율 2% 이상	사람수(명)	996	1,114	1,230	1,033	1,226	1,253
	구간수(개)	20	19	19	17	19	16
	커버율(%)	64.63	72.29	79.82	67.03	79.56	81.31
	커버효율	3.23	3.80	4.20	3.94	4.19	5.08
출현율 3% 이상	사람수(명)	650	885	987	884	968	1,179
	구간수(개)	11	13	13	13	12	14
	커버율(%)	42.18	57.43	64.05	57.37	62.82	76.51
	커버효율	3.83	4.42	4.93	4.41	5.23	5.46

*커버효율=커버율(%) / 구간수

<표 16> 방화복 하의 기준치수에 대한 편차

(단위: cm)

기준치수	인체치수
허리둘레	55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125
살높이	60, 65, 70, 75, 80, 85, 90

<표 17> 방화복 하의 기준치수에 따른 20-59세 남성의 분포도

(n=1,541)

W	C	60	65	70	75	80	85	90	전 체
55						1/0.3 0.1%			1 0.1%
65			1/0.7 0.1%	6/7.3 0.4	19/13.2 1.2%	3/8.4 0.2%	2/1.3 0.1%		31 2.0%
70			5/3.4 0.3%	28/33.3 1.8%	55/59.8 3.6%	49/38.2 3.2%	4/5.9 0.3%		141 9.1%
75	1/0.3 0.1%	1/6.1 0.1%		42/60.2 2.7%	114/108.2 7.4%	85/69.0 5.5%	11/10.6 0.7%	1/0.5 0.1%	255 16.5%
80			4/7.9 0.3%	65/77.2 4.2%	133/138.8 8.6%	107/88.5 6.9%	18/13.6 1.2%		327 21.2%
85			7/7.4 0.5%	91/73.0 5.9%	127/131.1 8.2%	66/83.6 4.3%	17/12.8 1.1%	1/0.6 0.1%	309 20.1%
90			10/6.1 0.6%	60/59.8 3.9%	113/107.4 7.3%	61/68.5 4.0%	9/10.5 0.6%		253 16.4%
95	1/0.2 0.1%	6/2.8 0.4%		32/27.9 2.1%	53/50.1 3.4%	25/31.9 1.6%	1/4.9 1%		118 7.7%
100		3/1.7 0.2%		24/16.5 1.6%	25/29.7 1.6%	17/18.9 1.1%	1/2.9 0.1%		70 4.5%
105				12/5.4 0.8%	6/9.8 0.4%	3/6.2 0.2%	1/1.0 0.1%	1/0.0 0.1%	23 1.5%
110				3/1.7 0.2%	4/3.0 0.3%				7 0.5%
115				1/0.9 0.1%	3/1.7 0.2%				4 0.3%
120					1/0.4 0.1%				1 0.1%
125					1/0.4 0.1%				1 0.1%
전 체		2 0.1%	37 2.4%	364 23.6%	654 42.4%	417 27.1%	64 4.2%	3 0.2%	1541 100%

*W(허리둘레), C(살높이): 단위, cm *관측빈도/기대빈도, 유형별 %
 *실선구간: 출현율 1% 이상 구간, 음영구간 : 출현율 2% 이상 구간
 *점선구간: 선정된 치수구간(출현율 3% 이상 구간)

<표 18> 키 추정을 위한 회귀식

독립변수	종속변수	회귀식	β	t 값	R ²	F 값
살높이	키	460+살높이×1.649	0.908	85.322	0.825	7279.857***

***p<.001

<표 19> 살높이로 추정된 키의 범위

(단위: cm)

살높이	추정된 키	편 차	선정된 키의 범위	호 칭
70	162	8 (±4)	158-165	Short
75	170		166-173	Regular
80	178		174-181	Tall

개발된 소방용 방화복 하의 치수체계에 대한 호칭 역시 방화복 상의의 치수체계와 동일한 호칭 구성법

을 사용하여 인지도가 높은 허리둘레의 치수와 키의 범위를 나타내는 S, R, T와 같은 호칭 구성법을 혼용

하였다. 이에 따라 최종적으로 개발된 소방용 방화복 하의 치수체계는 <표 20>과 같다.

V. 결론 및 제언

3) 하의 치수별 기준치수 및 참고치수

개발된 소방용 방화복 하의의 호칭별 기준치수와 참고치수는 <표 21>과 같다. 음영으로 표시된 부분은 방화복 하의 표준치수이다.

현재 ‘키’만을 기준으로 하고 있는 소방용방화복규격서를 보완하고 ISO와 같은 해외 표준에 의존하지 않는 우리나라 실정에 맞는 방화복의 치수체계 개발이 시급한 실정이므로 본 연구에서는 인간공학적 소방용 방화복을 개발하기 위한 기초자료를 제공하고 자 새로운 우리나라 방화복의 치수체계를 개발하였

<표 20> 개발된 방화복 하의 치수체계

허리둘레(cm)		살높이(cm)		하의 호칭
인체치수	인체치수	키 범위	기 호	
70	75	166-173	Regular	70(R)
	80	174-181	Tall	70(T)
75	75	166-173	Regular	75(R)
	80	174-181	Tall	75(T)
80	70	158-165	Short	80(S)
	75	166-173	Regular	80(R)
	80	174-181	Tall	80(T)
85	70	158-165	Short	85(S)
	75	166-173	Regular	85(R)
	80	174-181	Tall	85(T)
90	70	158-165	Short	90(S)
	75	166-173	Regular	90(R)
	80	174-181	Tall	90(T)
95	75	166-173	Regular	95(R)

<표 21> 방화복 하의 기준치수 및 참고치수

호 칭	평균연령(세)	기준치수(cm)		참고치수(cm)					
		허리둘레	살높이	키	배꼽수준 허리둘레	엉덩이둘레	넙다리둘레	다리가죽 길이	살았뒤길이
70(R)	31	69.9	75.3	169.1	71.6	88.6	52.6	104.3	72.1
70(T)	26	70.4	79.6	174.7	72.7	90.1	51.9	107.1	73
75(R)	32	75.1	75.1	169.1	77.1	92	55.2	104.5	74.3
75(T)	27	74.9	79.3	174.5	77.6	92.8	55.7	108.5	75.1
80(S)	39	79.6	70.7	163.8	81.3	92.6	57	100.7	76
80(R)	36	79.9	74.8	169.7	82	94.4	57.7	105.1	76.8
80(T)	30	79.7	79.3	175.4	82.5	95.6	58.6	109.9	78.6
85(S)	43	84.8	70.5	164.1	86.3	94.5	59	101.1	77.6
85(R)	37	84.9	75	170.1	87	96.2	59.4	105.5	78.5
85(T)	32	84.9	79.3	175.7	87.6	98.9	60.7	109.8	79.5
90(S)	46	89.7	70.4	165.1	91.4	97.3	61.1	101.8	79.9
90(R)	40	89.9	74.8	170	91.4	98.8	61.4	106.1	80.7
90(T)	35	89.6	78.9	175.5	91.8	100.5	63	110	81.5
95(R)	42	94.8	74.6	171.4	95.9	101.2	63.9	106.3	82.6

다. 분석대상의 연령대는 진화 작업을 직접 담당하는 20~59세 소방대원들을 대상으로 하였으며 제5차 한국인 인체치수조사사업 자료 중 3차원 측정치를 바탕으로 분석하였다. 그 결과 방화복 상의의 경우 기준 신체 치수는 가슴둘레와 목뒤손목안쪽길이를 하여 가슴둘레는 5cm 간격으로 3개의 치수, 목뒤손목안쪽길이는 2.5cm 간격으로 4개의 치수가 선정되어 모두 12개의 치수체계가 도출되었다. 하의의 기준치수는 허리둘레와 살높이로 하였으며 분석을 통해 허리둘레는 5cm 간격으로 6개 치수, 살높이 역시 5cm 간격으로 3개의 치수가 선정되어 모두 14개의 치수체계를 제안하였다. 또한 상의와 하의 모두 범위를 나타내는 호칭 구성법을 이용하여 착용자들로 하여금 치수체계를 쉽게 인지하도록 하였다. 최종적으로 개발된 방화복의 치수체계는 상의 12개, 하의 14개로 기존의 7개에 비해 5~6개 치수가 더 증가하였다. 따라서 제작단계와 비용 증가와 같은 면에 있어서 기존의 치수체계보다 비효율적이라는 견해가 있을 수 있다. 그러나 선행연구인 방화복에 대한 실태조사를 통해 현 소방대원들이 치수 세분화를 원하고 있으며, 현재 군복 상의의 치수체계가 28개(“군복도 이제 맞춤형서비스 시대”, 2004), 예비군복 상의 41개의 치수체계(병무청, 2002)를 보유하고 있는 것으로 파악되었다. 따라서 현재의 치수체계보다 세분화 된 것은 적절하다고 판단된다. 방화복은 단순한 의류가 아닌 소방대원의 목숨을 지키는 보호복이다. 따라서 치수개발을 비롯한 모든 제작단계에 있어서 과학적인 근거가 뒷받침되어야 하며, 이에 대해 생산비용과 단가를 적용하여 효율성을 따지는 것은 무의미하다고 본다.

본 연구에서는 방화복의 치수체계만을 개발하였으나 실제로 소방대원이 현장에 투입되기 위해서는 기동복 위에 방화복을 착용해야 하고 장갑과 헬멧, 안전화, 공기호흡기까지 구비해야 한다. 따라서 화재현장에서의 효율적이고 안전한 업무수행을 위해서는 이러한 일체의 장비에 대해서도 치수체계 개발이 함께 이루어져야 할 것이다. 또한 실제로 방화복을 착용하고 현장에 투입되는 여성 소방대원들이 존재하는 만큼 향후 이들을 위한 방화복의 치수체계 개발 역시 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

군복도 이제 맞춤형서비스 시대. (2004, 4. 29). 국방일보 전자신문. 자료검색일 2008, 10. 17, 자료출처 <http://kookbang.dema.mil.kr/>

기술표준원. (2004a). *인체측정 표준용어집*. 과천: 산업자원부 기술표준원.

기술표준원. (2004b). *제5차 한국인 인체치수조사사업 보고서(2차년도 최종보고서)*. 과천: 산업자원부 기술표준원.

김도식. (2006). *방화복의 열화특성에 관한 연구*. 송실대학교 대학원 박사학위 논문.

병무청. (2002). *전문연구요원 및 산업기능요원의 관리규정 (예규 3-7호)*. 대전: 병무청.

이경화, 김해수. (2007). 태권도복 표준치수체계 개발. *한국 의류학회지*, 31(11), 1530-1541.

한국표준협회. (2004). *KS K 0050 성인 남성복의 치수*. 서울: 한국표준협회.

한국표준협회. (2007). *KS K ISO 13688 보호복의 일반적인 요건*. 서울: 한국표준협회.

한철아, 남윤자, 최영림. (2008). 한국 소방용 방화복에 대한 만족도 조사. *복식*, 58(9), 166-175.

행정자치부. (2004). *소방용방화복규격서*. 서울: 행정자치부.

Adams, P. S., Slocum, A. C., & Keyserling, W. M. (1994). A model for protective clothing effects on performance. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 6(4), 6-16.

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, 285-295.

CEN. (2003). *EN 340 Protective clothing-General requirements*. Brussels: CEN.

Eiser, D. N. (1988). Problems in personal protective equipment selection. *Performance of Protective Clothing: Second symposium, ASTM STP 989*, 341-346.

Huck, J. (1988). Protective clothing systems: A technique for evaluating restriction of wearer mobility. *Applied Ergonomics*, 19(3), 185-190.

ISO. (1998). *ISO 13688 Protective clothing-General requirements*. Geneva: ISO.

Lawson, J. R. (1996). Fire fighter's protective clothing and thermal environments of structural fire fighting. *U.S Department of Commerce, NISTIR 5804*, 334-350.

Lawson, J. R. & Vettori, R. L. (2002). Thermal measurements for fire fighters' protective clothing. *Thermal Measurements: The Foundation of Fire Standards, ASTM STP 1427*, 168-182.

Morning Pride. (2008). *Morning pride protective clothing (2008 Catalog)*.

NFPA. (2007). *NFPA 1971 Standard on protective ensembles for structural fire fighting and proximity fire fighting*. Massachusetts: NFPA.

Roger, K. & Barker, L. (2001). *Modeling of thermal protection outfits for fire exposure. National textile Center Annual Report*. Pittsburgh: NTC.