

한국 소방복 실태에 관한 연구

김 의 경 · 이 미 식

서울여자대학교 의류학과

A Study on the Actual Condition of Korean Firefighter's Protective Clothing

Eui Kyoung Kim · Mee Sik Lee

Dept. of Clothing Science, Seoul Women's University

(1996. 9. 4 접수)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the actual performance of Korean firefighter's clothing through comparisons with protective clothing used in the United State, surveys of firefighter's opinion, and experiments on the material used in Korean firefighter's clothing. The paper presents experimental results as well as ways to improve current standards. The major results are as follows:

1. Korean protective clothing is too thin and too heavy. Thicker, lighter, and more heat-resistant fabric and a lighter trim should be used.
2. Korean protective clothing is not very water-resistant. A Water-resistant outershell and an innerliner which are made of air permeable and water resistant fabric must be used.
3. Korean protective clothing's outershell and innerliner should be made of fabric that is more heat-resistant, flame-resistant, and chemical resistant.
4. Protective clothing should be more brightly colored and its reflective tape should have greater reflectivity to make firefighters more visible.
5. The fastner currently used in Korean protective clothing consists of Velcro, a button, and a D-ring which can not be opened and closed quickly. A better fastener would have just velcro and a zipper.
6. The uniform for Korean firefighters consists of only a protective coat and boots. Protective trousers should be added to the standard uniform. Also, a thermal barrier should be used in winter to protect firefighters from the cold.
7. Korean firefighters should be provided with their own personal sets of protective clothing to ensure a proper fit.

I. 서 론

현대 사회의 화재는 에너지 사용의 다양화로 인하여 화재 발생의 양상이 점차 다양해지고 다량의 인적, 물적 피해가 동반된다¹⁾. 이러한 상황에서 적절한 소방이 더욱 더 중요하게 인식이 되고 있고 그와 더불어 위험한 환경에서 직접 작업하는 소방수들의 안전이 많이 고려되어야 한다. 그러나 현재까지 우리나라에서는 소방수의 안전에 많은 관심이 기울여지지 않고 있으며 특히 소방수들이 입고 작업하는 소방보호복은 위험으로부터 인명을 보호하는 역할을 담당하는 중요한 것인데 반하여 이에 대한 관심과 연구는 아주 미비하다.

소방보호복이란 소방수를 위험 즉, 열, 증기, 유독가스 등으로부터 안전하고 완전하게 보호하는 것을 목적으로 하는 특수보호복이다²⁾. 소방보호복은 화재현장으로부터의 작업거리에 따라 요구되는 단열량과 요구 성능이 다르며 우리나라의 소방복은 이를 2종류로 나누어 방수복과 방열복으로 구분된다³⁾. 방수복은 소방수들이 화재물로부터 어느 정도 거리에 떨어져서 진화 작업을 할 때 착용하며 열이나 수증기를 어느 정도 차단할 수 있어야 한다. 방열복은 화염에 접근해서 작업하는 작업자들을 복사열로부터 보호하기 위해 설계된 것으로 복사열을 반사하도록 알루미늄 라미네이트 소재들로 만들어진다³⁾.

따라서 소방 보호복은 단순하게 화재 진압시 물과 열의 침투를 막기 위한 것 뿐만이 아니라 소방수들을 안전하고 완전하게 보호하는 것을 목적으로 하는 보호복이므로 소재, 디자인 및 검사기준 등이 일반 의복과는 구별이 되어야 한다. 화재 진압 중 불꽃에 의한 점화, 가스 폭발, 화공 약품의 발산 등 여러가지 부산물이 소방관을 위협하게 만들 우려가 있으므로 이런 위협을 막는 소방복은 소재에서 다음과 같은 성질이 고려되어야 한다.

소방복의 소재는 불에 잘 타지 않는 난연성 섬유로 만들어져야 하고 가스 및 유증기 화재시 불꽃의 원인이 되는 정전기 발생을 억제하여야 하며 소재의 연소시 유독가스 발생이 억제 내지 없어야 하며, 화재 현장에서 발생하는 열과 화염에 견디는 내열성이 있어야 한다. 또한 소방복은 화재로부터 보호할 수 있는 열 차단 능력과 수증기 차단 능력을 가짐과 동시에 인체에서 발생

하는 열과 수분을 제거하기 위하여 통풍성과 환기성도 우수해야 한다. 힘든 작업을 능률적으로 수행할 수 있도록 기능적으로 디자인도 되어야 한다. 이러한 소방복은 지속적으로 성능이 개선되어야 하며 이를 위하여 많은 연구가 되어져야 한다. 외국의 경우는 소방복에 관한 연구가 지속적으로 이루어져 계속 발전되고 있으나 한국에서 소방복에 관한 연구는 거의 되어 있지 않은 상태이다. 현재 사용되는 한국의 소방복은 복제규정의 미비함으로 인하여 소재, 디자인에 문제가 있고 그 기능성에서도 개선되어야 할 점이 많다.

본 연구는 한국 소방복의 소재, 디자인, 기능성을 관련법규 및 실물을 통하여 소방 선진국인 미국의 소방복과 비교 분석하였다. 설문조사를 통하여 일선 소방관들의 의견을 들어 한국 소방복의 실태 및 문제점을 파악하고자 하였으며 설문조사를 기초로 한 성능 실험을 통하여 실제 우리나라 소방복의 품질을 평가하고 문제점을 파악한 후 개선방안을 제시하였다.

II. 연구 방법

1. 설문조사

1) 조사 대상

응답자들은 서울과 인천지역의 소방소에서 근무하는 일선 소방관들을 대상으로 하였다. 총 380 부의 설문지를 배포하여 354 부가 회수되었으며 불성실한 5개의 설문지를 제외하고 연구자료로 적합하다고 생각되는 349 부를 사용하여 분석하였다. 본 조사를 하기전에 1994년 8월 7일 예비조사를 실시함으로써 설문지의 구성 및 응답항목에서의 미비한 부분을 보완하였으며, 1994년 8월 29일-9월 9일에 걸쳐 본 조사를 하였다.

1994년 조사 당시 새로운 소재로 만든 신형 방수복이 나와 일부 지역에서 착용이 되기 시작하였다. 그때 서울지역에서는 구형 방수복만을 착용하고 있었으므로 구형은 서울지역의 5개 소방소를 대상으로 조사하였고 신형에 관한 조사는 인천지역의 4개 소방소를 대상으로 각각하였다 <표 1>.

2) 설문지 구성

본 연구의 설문 내용은 구형과 신형의 조사내용을 같게 하였고 설문지 표지에 구형과 신형에 대한 설문지라고 각각 표시하였다. 설문지의 문항은 크게 4부분으로 나뉘어 구성되었다. 방수복 및 소방모, 소방화, 소방장

<표 1> 설문조사 지역과 부수

구형	서울	217 부	62.2%	노원, 영등포, 종로, 동대문, 강남소방서
신형	인천	132 부	37.8%	북구, 서구, 남구, 중구소방서

갑을 포함하는 소방복의 일반적인 사항에 관한 문항과 보호복의 목적을 수행하기 위한 방수복의 기능성에 관한 문항, 방열복에 관한 문항들로 나누어지고, 끝으로 응답자들의 인적 사항을 포함시켰다.

5점 척도로 만족도를 조사하였고, 통기성은 2점 척도로 통기성이 있는지 없는지만 알아보았고, 불만족하다고 응답한 문항의 경우에는 그 이유에 대해서 알아보았다.

3) 자료분석방법

자료의 분석에 사용된 통계 패키지는 SPSS PC+였으며, 각각의 문항에 대한 만족도점수와 불만족하다고 응답한 경우 그 이유의 빈도를 평균과 표준편차를 통해 알아보았다. 신형과 구형간의 만족도의 차이를 보기 위해 t-검증을 하였다.

2. 실험

방수복의 기능성 검증은 앞으로 모든 소방관들이 착용하게 될 신형 방수복에 사용된 직물의 두께, 무게, 공기투과도, 투습도, 발수도, 내수도, 연소성, 인광휘도를 KS에 규정된 방법으로 측정하였다. 방수복은 세탁하지 않은 새것을 사용하여 실험하였다. 필요에 따라 구형 방수복과 미국의 소방복 소재 샘플을 실험한 항목도 있다.

1) 재 료

- 한국 소방복 (한국소방본부, 서울)
- 미국 소방복 (LION APPAREL 사, ILLINOIS, USA)

2) 실험방법

- ① 두께 : KS K 0506의 방법에 따라 걸감, 안감, 전체(걸감+안감)를 측정하였다.
- ② 무게 : 표준 상태에서 신형과 구형 방수복 전체의 무게를 측정하였다.
- ③ 발수도 : KS K 0590의 스프레이법으로 걸감을 실험하였다.

④ 내수도 : KS K 0591의 저수압법으로 걸감, 안감을 각각 실험하였다.

⑤ 공기 투과도 : KS K 0570의 프라지어법으로 1mm 노즐을 사용하여 걸감과 안감을 각각 실험하였다.

⑥ 투습도 : KS K 0594의 방법 중 열화칼슘법으로 안감을 실험하였다.

⑦ 연소성 : KS K 0585의 수직법으로 세탁하지 않은 상태에서 걸감과 안감을 각각 실험하였다.

⑧ 인광휘도 : KS A 3509의 방법으로 야광반사포의 야광도를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 한국 소방복과 미국 소방복의 비교

한국 소방복의 실태를 알아 보기 위해서 소방선진국인 미국의 소방복과 한국의 소방복을 비교해 보았다.

1) 형 태

소방복을 생산하는 업체는 한국의 경우 특정한 한 회사가 독점 생산하고 있어 소재, 디자인, 색상이 모두 획일적인 반면 미국은 생산업체가 많아서 자유 경쟁을 하고 있으므로 각 회사들이 제품개발에 많은 투자를 하고 있다. 따라서 미국의 소방복은 소재나 색상, 디자인 면에서 상당히 다양하다.

한국의 방수복은 걸감과 수증기 차단벽의 2중 구조로 되어 있고 방수복의 경우 하의가 없고 근무바지 위에 소방 장화를 착용하여 하의의 기능을 대신하고 있다. 동복과 하복의 구분이 없어 겨울에는 기존의 하복에다 조끼 형태의 내피를 끼워 입는데 겨울철 작업시 소방수들이 추위를 많이 느낀다. 여밈장치도 벨크로, 단추, 디링(D-ring)의 구조로 되어 있어 부속품의 무게가 무겁고 신속한 개폐가 어렵다. 색상은 간부용으로 사용되는 노랑색과 비간부용 회색이 있다⁴⁻⁸⁾.

미국의 방수복은 걸감, 수증기 차단벽, 열차단벽의 3중 구조로 되어 있으며, 상의와 하의가 구분되어 나오는 것과 원피스식이 있다. 이들은 동복의 경우 겨울 안감 직물이 첨가되어 제작된다. 여밈 장치도 개폐가 용이한 것이 많이 개발되었으며 요즘은 지퍼가 많이 사용된다. 또한 야광 반사포를 사용하는 면적도 상당히 넓고 야광도도 우수한 제품이 사용된다. 색상은 노랑, 주황, 빨강 등으로 다양하다⁹⁾.



[그림 1] 한국의 방수복 (구형)



[그림 3] 한국의 방열복



[그림 2] 한국의 방수복 (신형)



[그림 4] 미국의 방수복



[그림 5] 미국의 방열복

2) 소 재

<표 2>는 한국과 미국의 소방복 소재를 비교한 표이다. 미국은 겹감, 안감, 수증기 차단벽의 3중구조로 되어 있고, 한국은 겹감과 수증기 차단벽의 2중구조로 되어 있다.

겹감의 소재는 미국의 경우 노멕스, PBI, 케블라 등을 사용하고, 한국은 난연비닐론을 사용해야 할 것으로 규정했다⁴⁾. 열차단벽은 미국의 경우 노멕스로 되어 있고, 한국은 열차단벽이 없다. 수증기 차단벽은 미국은 고어텍스, 네오프렌 소재를 사용하고 한국은 네오프렌 코팅된 나일론 안감을 사용하도록 되어 있다⁵⁾.

3) 시험 방법

한국의 소방복규정은 매우 간단하고 또한 검사 기준이 매우 허술한 반면 미국의 규정은 매우 엄격하고 까다롭다⁶⁾(표 3).

2. 설문조사 분석

1) 방수복의 일반적 사항

방수복의 일반적인 성질인 디자인, 색상, 착탈성, 싸

<표 2> 소 재

	미 국	한 국
겹 감	성분 : 100% 노멕스 조직 : 평직 중량 : 239 g/m ²	성분 : 내열원단 - 난연비닐론 70% 이상의 교직물 조직 : 평직 중량 : 200 g/m ²
열차단벽	100% 노멕스	없음
수증기 차단벽	고어텍스, 네오프렌	나일론 안감 네오프렌 코팅

이즈에 대한 만족도, 봉제상태 그리고 야광 반사포의 기능에 대하여 구형, 신형 그리고 전체에 대한 평균값과 표준 편차를 <표 4>에 나타내었다. 구형과 신형간의 유의적인 차이가 나는 항목은 없었다.

디자인은 3.65의 불만족하는 편으로 치우쳤고 색상에 대한 만족도는 구형과 신형에 대한 평균값이 각각 3.56과 3.64로 나타났고 전체평균은 3.59로 불만족하는 편으로 치우친 응답을 하였다. 구형과 신형에 대한 평균 값이 3.56과 3.64로 유의적인 차이는 없었지만 신형의 색상에 더 불만족하였다. 그 이유는 현재 사용중인 소방복의 구형은 검정색이고 신형은 회색이다. 회색의 방수복이 구형보다 오염이 잘 되어 지저분해 보이고, 색상이 눈에 잘 띄지 않기 때문으로 나타났다.

사이즈에 대한 만족도는 3.29로 나타났다. 현재 한국의 소방복의 사이즈는 대, 중, 소의 3개 칫수로 나누어진다. 이들 소방복은 소방서에서 관할하고 있어 개인의 칫수에 맞게 지급되지 않고 소방수들은 개인의 신체 사이즈와는 상관 없이 상황에 따라 아무 사이즈나 입는다. 이런 상황에서도 만족도가 3.29로 나타난 것은 소방수들이 의복의 편안함에 대한 인식이 적어 나타난 결과로 생각된다. 야광반사포의 기능에 대해서는 3.70으로 불만족하는 편으로 나타났다. 그 이유로는 밝기가 어둡다. 반사포의 색이 눈에 잘 띄지 않는 색이라는 의견이 많았다.

2) 방수복의 기능성

방수복의 기능성인 실제 보호능력, 무게, 내열성, 난연성, 통기성, 방수성, 내화학약품성, 활동성, 세탁성에 대하여 구형, 신형 그리고 전체에 대한 평균값과 표준 편차를 <표 5>에 나타내었다.

방수복의 실제 화재 진입에서의 보호능력에 대해서는

<표 3> 검사기준

미국 NFPA 규정	한국 소방복계 규정
세탁시험(Washing & Drying Procedure) : AATCC 135	조 직 : —
열보호능력(Thermal Protective Performance Test) : AATCC 4108	중 량 : KS K 0514
열수축저항(Thermal Shrinkage Resistance Test) : AATCC 135	두 게 : KS K 0506
열, 재, 점화저항(Heat, Char, Ignition Resistance Test)	겉보기번호 : KS K 0415
인열강도(Tear Resistance Testing)	인 장 강 도 : KS K 0409
반사도(Retroreflectivity Test) : ASTM E 809	연 소 시 험 : KS K 0585
솔기강도(Searn Breaking Strength) : ASTM D 1683	혼 용 율 : KS K 0210
내연성(Flame Resistance)	반 사 성 능 : KS A 3570
내수축성(Shrinkage Resistance) : AATCC 135	인 광 휘 도 : KS A 3509
흡수성(Water Absorption Test)	
투습성(Water Penetration Resistance)	
재봉사내열성(Thread Heat Resistance)	
내부식성(Corrosion Resistance) : ASTM 117	

주) NFPA : National Fire Protection Association.

미국 검사기준 중 실험방법이 기재되지 않은 것은 NFPA 자체 검사기준에 의함.

<표 4> 방수복의 일반적인 성질

	구 형		신 형		구형과 신형의 t-value	전체(구형+신형)	
	평 균	표준편차	평 균	표준편차		평 균	표준편차
디 자 인	3.55	.92	3.58	.86	-.28	3.65	.89
색 상	3.56	.94	3.64	.84	-.89	3.59	.90
착탈용이성	3.10	.98	3.14	.98	-.37	3.11	.98
싸 이 즈	3.28	1.03	3.31	.90	-.28	3.29	.99
봉제상태	1.61	.49	1.65	.48	-.81	1.63	.49
야광반사포	3.73	.95	3.64	.87	.89	3.70	.92

구형과 신형 두 집단간의 유의적인 차이는 없었으며 전체 평균은 3.21로 나타났다.

방수복의 무게에 대해서는 전체 평균 3.57로 대답하여 무거운 편으로 치우친 응답을 하였다. 신형은 구형에 비하여 무게를 감소시켰는데도 구형과 신형간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이 정도의 무게감소는 소방수들이 느끼지 못하므로 무게의 감소가 더 이루어져야 할 것으로 생각된다. 피복중량이 크면 몸을 압박하거나 운동이 구속되어 충분히 기능을 발휘하지 못하고 작업능률이 저하되고, 피로도 쉽게 오므로 피복재료의 선정이나, 디자인을 고려하여 총 착의중량을 가볍게 할 필요가 있다¹⁰⁻¹²⁾.

내열성에 대한 전체 평균은 3.74로 화기를 느끼는

편이라고 응답하였다. 구형과 신형의 평균값은 각각 3.82, 3.61로 유의한 차이가 나타났다. 신형의 방수복이 구형보다 내열성이 조금 나아진 것으로 볼 수 있으나 신형 자체의 만족도도 3.61로 화기를 느끼는 편으로 치우쳐 신형의 방수복도 아직 개선할 여지가 있음을 시사한다.

통기성에 대해서는 2점척도를 이용해 조사하였으며 전체 응답자 중 88.8%가 방수복을 입고 화재 진화 작업시 공기가 통하지 않아 답답함을 느낀 경험이 있다고 응답하였다.

방수성에 대한 응답은 3.43으로 가끔 스며든다고 응답하였다. 방수복의 기능성이 물이 스미지 않게 하는 역할을 하는 것인데 그 기능을 제대로 수행하지 못하여

<표 5> 방수복의 기능성

	구 형		신 형		구형과 신형의 t-value	전체(구형+신형)	
	평 균	표준편차	평 균	표준편차		평 균	표준편차
보호능력	3.21	.85	3.20	.84	.13	3.21	.84
무 게	3.60	.69	3.52	.80	1.11	3.57	.72
내열성	3.82	.82	3.61	.83	2.30*	3.74	.83
난연성	2.22	.86	2.13	.83	.97	2.19	.85
통기성	1.12	.37	1.11	.32	.20	1.12	.35
방수성	3.48	.93	3.35	.93	1.31	3.43	.93
내화학약품	2.38	.88	2.27	.93	1.03	2.34	.90
활동성	3.76	.72	3.89	.66	-1.81	3.81	.70
세탁후변화	3.00	.92	3.15	.89	-1.47	3.06	.91

p<0.1: *

방수복 안으로 물이 스민다는 것은 심각한 문제이다. 물이 스며들어 생기는 문제점으로는 방수복이 무거워지고 겨울철에는 물을 흡수한 후 얼어 한기를 많이 느낀다고 한다.

3) 방열복

방열복의 내열성, 난연성, 감전, 통풍성에 대한 평균과 표준 편차를 <표 6>에 나타내었다.

방열복의 내열성에 대해서는 평균값이 3.16으로 나타나 보통 정도로 느꼈고 난연성에 대해서는 1.95로 불이 붙은 경험은 없는 편으로 나타났고 전체 응답자 255명 중 27명(10.4%)이 피해 경험이 있었다고 응답하였다.

통기성은 응답자 중 87.6%가 공기가 통하지 않아 답답함을 느낀적이 있다고 응답하였다.

<표 6> 방열복의 기능성

	평 균	표준편차
내열성	3.13	.89
난연성	1.95	.73
감 전	3.16	.84
통기성	1.12	.33

3. 성능 결과 분석

본 실험은 설문 조사에서 구형과 신형의 유의적인 차이가 없었고 또한 앞으로는 신형의 방수복이 사용될 것

<표 7> 방수복 소재의 물리적 특성

	겉 감	안 감	전 체
두 게(mm)	0.36	0.23	0.60
무 게(g)	-	-	1360
발수도(점수)	50	-	-
내수도(cm)	17.1	152.0	-
공기투과도(cc/cm ² /sec)	0.83	0	-
투습도(g/m ² /24 hr)	-	77.52	-

이므로 신형을 사용하여 실험을 하였고 필요한 경우에 대해서는 구형과 미국 소방복 소재도 함께 실험하였다.

본 실험에서 측정된 신형 방수복에 사용된 소재의 물리적 특성은 <표 7>과 같다.

1) 직물의 두께

직물의 두께는 겉감이 0.36 mm, 안감이 0.23 mm 이었고 겉감과 안감을 합한 두께는 0.60 mm 였다. 이 데이터를 비교해 보기위해 미국 소방복의 소재로 사용되고 있는 LION APPAREL 의 겉감(100% 노멕스 III) 과 안감(100% Nomex III, Gore-Tex coated)소재의 두께를 같은 조건에서 측정해 보았다. 그 결과는 겉감이 0.51 mm, 안감이 0.28 mm로 나타났었다. 즉 미국의 소방복이 한국의 소방복보다 좀 더 두꺼운 소재를 사용하고 있는 것으로 나타났었다.

일반적으로 서열환경에서는 체내에서 발산된 수분의 의복구조를 통하여 방출되거나 증발 할 수 있도록 두께가 얇은 소재를 입어야 한다²⁾. 그러나 소방보호복의 목적은 화재 현장의 열로부터 소방수들을 보호하는 것이

다. 화재 현장의 열은 복사의 형태로 인체에 들어온다. 복사열은 두표면 사이에 매개체가 있으면 열의 강도가 감소하는데 이 매개체가 열흐름을 막아주게 된다¹³⁻¹⁵⁾. 따라서 두께가 두꺼우면 복사열이 통과하는 시간이 길어지게 되고 열흐름은 더많은 감소를 가져오게 된다. 즉, 화재 진압 활동과 같은 극한 고온환경에서는 외부의 온도가 의복내의 온도보다 높으므로 소재가 외부의 열이 의복내로 침투하는 것을 막을 수 있도록 어느 정도의 두께를 가지고 있어야 한다고 생각된다.

2) 방수복의 무게

방수복의 무게는 구형과 신형 각각의 전체 무게를 측정하였다. 구형 방수복의 무게는 1560g, 신형방수복의 무게는 1360g으로 신형방수복의 무게가 구형보다 12.07%가 감소된 것으로 나타났다. 그러나 앞의 설문조사 결과 신형 방수복도 무겁게 느끼므로 무게의 감소가 더 필요한 것으로 생각된다. 소방복의 무게가 무거우면 몸을 압박하거나 운동이 구속되어 충분히 기능을 발휘하지 못하고 작업 능률이 저하되므로 소방복의 소재는 최대한 가볍게 제작되어야 하는 반면 두께는 어느 정도 가지고 있어야 외부의 열을 차단시킬 수 있다. 따라서 어느 정도의 두께를 가지면서도 가벼운 소재를 사용하여야 하는 어려운 문제점이 있다. 무거운 부속품보다는 가벼운 부속품을 사용하여 디자인하는 것도 무게를 줄일 수 있는 좋은 방법으로 생각된다.

3) 발수도

방수복에 사용된 직물의 발수도는 걸감을 가지고 측정해 본 결과 50점(전 표면에 습윤을 나타내는 상태)으로 나타났다 <표 7>. 일반적으로 방수기능을 가지려면 발수도가 최소한 80점(물이 떨어진 자리에만 습윤을 나타내는 것) 이상은 되어야 한다. 그러나 결과에서 보는 것처럼 한국의 방수복은 발수도가 50으로 방수기능을 전혀 발휘하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 방수복의 전체 표면이 습윤이 되면 화재 진압시 의복표면에 물이 흡수되고 이로 인한 문제점이 발생한다. 일단 옷이 물을 흡수하면 뻣뻣해지고 무거워져 활동하기가 불편해지고 겨울철에는 옷이 얼어 소방수들이 한기를 느끼게 될 것이다. 또한 수분이 있는 상태에서 열이 전달되면 수분의 높은 열전도율로 인하여 화재 현장의 열이 인체에 잘 전달되어 소방수들이 느끼는 열적 스트레스가 커질 것으로 생각된다. 따라서 방수복의 기능을 하는 소방복의 발수도가 50점을 나타내는 것은 대단히

심각한 문제로 생각된다.

4) 내수도

직물의 내수도는 걸감이 17.1cm, 안감이 152.0cm로 나타났다 <표 7>. 안감은 비교적 높은 값을 나타냈으나 걸감은 낮은 값을 나타내었다. 안감은 네오프렌 코팅이 되어 있어 내수도가 높게 나왔으나 걸감은 내수도가 낮아 방수복 표면에 묻은 수분이 안으로 이동하기 쉬울 것으로 생각된다. 또한 실험시 안감의 내수도는 편차가 커 최소 87.7cm에서 최대 180cm까지 분포가 되었다. 따라서 네오프렌 코팅이 균일하게 되어 있지 않아 상황에 따라서는 내수도가 낮은 부분으로 물이 침투할 가능성이 많다.

5) 공기투과도

방수복 직물의 공기투과도는 걸감이 0.83, 안감이 0 cc/m²/sec으로 나타났다. 방수복은 일반 투습방수직물(듀스포-2.36, 조위-2.00)에 비해 공기투과도값이 현저히 낮다는 것을 알 수 있다. 즉 걸감과 안감 모두 공기투과도가 어려운 상태이며 특히 안감의 공기투과도는 0으로 전혀 공기가 통하지 않는다는 것이다. 이로 인해 소방복이 통기가 전혀 되지 않아 소방수들은 화재 진화 작업시 점차 덥게 느껴지게 되고 땀이 발생되지 않아 답답함을 느끼게 된다.

6) 직물의 투습도

방수복의 투습도는 안감에 대해서 측정을 하였는데 77.52 g/m²/24 hr로 나타났다. 이 값은 일반 투습 방수 직물(듀스포-8000 g/m²/24 hr)보다 상당히 낮은 값을 나타내고 있다¹⁶⁾. 즉 방수복 내부의 수증기나 땀의 발산이 거의 이루어지지 못하고 있는 상태이다. 미국 소방복의 경우는 안감에 투습방수포를 사용하여 수증기나 땀의 발산을 원활히 하고 있다.

현재 사용되는 소방복의 방수효과를 위한 네오프렌 코팅은 방수기능을 제대로 하지 못할 뿐만 아니라 통풍도 전혀 되지 않고 있다. 따라서 앞으로 소방복은 걸감은 발수도가 좋아 방수기능을 제대로 하고 안감은 방수기능도 하면서 통기성도 우수한 투습 방수 직물을 사용해야 한다. 미국의 경우는 투습 방수가 잘되는 고어텍스 소재를 많이 사용하고 있다. 따라서 한국의 소방복도 소방수의 안전을 위하여 고어텍스와 같은 투습방수 소재가 사용되어야 할 것으로 생각된다. 또한 봉제한 솔기부분으로도 물이 침투하므로 재봉사도 방수가공된 실을 사용해야 할 것으로 사료된다.

<표 8> 방수복 절감과 안감의 연소성

		잔염시간 (sec)	잔진시간 (sec)	탄화거리 (cm)
절감	경사방향	0	4.6	5.3
	위사방향	0	3.6	12.5
안감	경사방향	24.7	0	30
	위사방향	42.2	0	30

7) 연소성

방수복의 연소성 실험결과는 <표 8>에 나타내었다. 절감의 경우 경사방향은 잔염은 없었으며 잔진시간은 4.6초였고 탄화거리는 5.3cm였다. 위사방향은 잔염이 역시 없었으며 잔진은 3.6초였고 탄화거리는 12.5cm로 나타났다. 경사방향 탄화거리의 경우 짐계 탄 곳까지의 거리는 위사방향의 탄화거리와 비슷하였으나 직조형태의 문제때문인지 잘 찢어지지 않아서 탄화거리가 실제보다 작게 나타났다. 안감의 경우에는 경사방향은 24.7초동안, 위사방향은 42.2초동안 시험편 전체가 모두 타버렸다. 따라서 절감이 타고 나서 안감에 불이 붙거나, 혹은 안감에 먼저 불이 붙게 되면 옷전체가 쉽게 타게 될 것이다. 즉 절감의 연소성도 나쁘지만 방염처리 되지 않은 안감의 사용도 큰 문제라고 생각된다. 현재 사용되는 안감은 나일론 소재로 소방복의 난연, 내열기능을 하지 못한다. 따라서 절감, 안감에 내열성 소재를 사용하여야 한다. 미국의 경우를 보면 절감에 PBI, 탄소섬유, 노멕스, 케블라 등의 소재를 사용하고 안감도 노멕스나 케블라 등의 내열성 소재를 사용하고 있다. 한국도 소방수들의 안전을 위하여 내열성 소재로 개선이 되어야 할 것으로 사료된다. 또한 한국방수복에 사용된 재봉사는 방염성이 없어 쉽게 타서 위험하므로 재봉사도 방염사를 사용해야 할 것이다. 미국의 경우는 법령에 재봉사도 방염성능 시험을 통과해야 사용할 수 있도록 되어 있다.

한국 소방복 복제 규정⁴⁾에 의하면 방수복으로 사용되는 직물의 연소성은 잔염, 잔진 시간은 5초 이내, 탄화거리는 20cm 이내여야 한다고 규정되어 있다. 따라서 이 방수복에 사용된 직물의 규정은 통과할 수 있었다. 그러나 미국의 NFPA 1971 Standard on Protective Clothing for Structural Fire Fighting⁹⁾ 규정에는 잔염, 잔진 시간이 2초 이내, 탄화거리가 10cm 이내로

<표 9> 미국과 한국의 연소규정 비교

	잔염(sec)	잔진(sec)	탄화거리 (cm)
미국 NFPA	2	2	10
한국소방복제규정	5	5	20

우리나라 보다 훨씬 엄격하게 규정되어 있다. 연소성은 소방수들의 생명과 직결되는 성질인만큼 엄격한 규정이 소방수의 안전을 위하여 필요하다. 그러므로 우리의 소방복제 규정이 앞으로 심도있게 검토되어야 할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

8) 인광휘도

방수복에 사용된 야광 반사포의 인광휘도를 측정된 결과는 램프를 끈 시간으로부터 5분이 경과한 후에는 4.2mcd/m², 10분 경과후는 1.8mcd/m², 20분 경과후에도 0.3mcd/m²로 나타났다 <표 10>. 한국 소방복 복제 규정에는 5분, 10분, 20분 후에 인광휘도가 각각 10, 4, 1.5mcd/m² 이상이 되어야 한다고 규정되어 있다⁴⁾. 즉 현재 착용되는 신형 방수복에 사용된 야광반사포는 국내 규정에도 합격하지 못하는 소재가 사용되고 있다.

<표 10> 야광 반사포의 야광도

경과시간	복제규정 인광휘도 (mcd/m ²)	측정된 한국소방복 인광휘도(mcd/m ²)
5분 후	10 이상	4.2
10분 후	4 이상	1.8
20분 후	1.5 이상	0.3

한국방수복의 야광 반사테이프는 4.5cm 폭으로 등, 앞, 소매, 도련에 부착이 되고 반사테이프 중간에 2cm 폭의 측광 테이프가 덧대어 진다. 복제 규정에는 반사테이프의 폭과 측광 테이프에 대한 기준은 있으나 야광 반사포의 전체 면적에 대한 기준은 없다. <표 11>은 한국 방수복의 야광반사포의 면적, 넓이, 측광 테이프 분량을 측정하여 미국 NFPA 1971 규정⁹⁾과 비교한 표이다. 이 표에서 보면 미국 규정에는 야광반사포의 면적이 상의의 경우 325in², 하의의 경우는 80in² 이상이 되어야 한다. 그러나 한국 방수복의 야광반사포의 전체 면적을 측정된 결과는 176.75in²로 미국의 규정에

〈표 11〉 야광반사포의 면적, 넓이, 반사분량

		미국 NFPA 규정	한국 소방복
야광반사포의 면적(sq in)	상의	325 이상	176.75
	하의	80 이상	-
야광 반사포 넓이(in)		2 인치 이상	1.75 인치
측광 테이프 넓이(in)		0.625 인치 이상	0.625 인치

는 상당히 미달되는 것으로 나타났다. 야광반사포의 폭도 1.75 in로 미국 규정치 2 in 이상에 미달되며 측광 테이프의 폭은 0.625 in로 미국의 규정과 동일하였다.

미국 소방복의 야광 반사포는 색상이 다양하고 면적이 넓고 야광도도 우리나라의 야광반사포보다 우수한 것을 사용하고 있다. 야광반사포는 어두운 곳에서 작업할 경우 또는 위험한 환경에서 작업할 경우 눈에 잘 띄도록 하여 위급한 상황에서 신속한 구조가 가능하도록 하는 것이기 때문에 소방수들의 생명보호를 위하여 매우 중요하다고 하겠다. 그러므로 야광 반사포의 면적을 넓히고 색도 눈에 더 잘 띄는 것으로 개선하는 것이 필요하다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 한국 소방복과 미국 소방복의 비교, 일선 소방관들을 통한 설문조사, 성능 실험을 통하여 한국 소방복의 문제점을 알아보고 개선 방안을 제시하였다.

1. 한국 소방복은 두께가 얇은 편인데 소방수들이 느끼는 무게는 무거운 편으로 가벼우면서도 방열성이 높은 소재와 가벼운 부속품을 사용하여 가능한 한 중량을 감소시켜야 한다.

2. 한국 소방복은 방수성이 좋지 않은 편으로 물이 자주 스며들므로 발수성과 내수성이 우수하고 통기가 가능한 투습방수 직물을 안감 소재로 사용하여 의복내부의 수증기나 땀이 잘 발산되도록 하고 통풍이 용이하도록 디자인이 되어야 한다.

3. 한국 소방복의 소재는 절감과 안감 모두 더 우수한 내열성, 난연성이 요구된다.

4. 한국 소방복의 색은 눈에 잘 띄지 않고 야광 반사포는 반사도가 좋지 않은 편이므로 눈에 잘 띄는 색으로 개선하고 또 야광반사포의 반사도를 높여 위험으로부터 소방수들을 더 잘 보호할 필요가 있다.

5. 한국 방수복의 여밈장치는 벨크로, 단추, 디링의 구조로 되어 있다. 이 구조는 신속한 개폐가 어려우므로 벨크로, 지퍼와 같은 손쉬운 여밈 장치를 사용하는 것이 바람직하다.

6. 한국 방수복에는 하의가 따로 없이 평소의 근무바지 위에 장화를 신고 작업하므로 방수복 하의가 필요하다. 또한 등복과 하복의 구분이 없으므로 겨울철 작업 시 소방수들이 추위를 느끼지 않을 보온성이 우수한 등복이 필요하다.

7. 한국 소방복은 개인 지급의 소방복이 없어서 자신의 사이즈와는 상관없이 상황에 따라 아무 사이즈나 입는 실정이므로 개인별 체형에 맞는 소방복 지급이 필요하다.

본 연구는 조사 당시 신형과 구형방수복이 교체되기 시작한 시점으로 신형을 착용하는 소방서가 거의 없었기 때문에 신형과 구형의 방수복을 동일한 사람들에게 조사하지 못한 문제점을 가지고 있다.

참 고 문 헌

- 1) 서울소방, 소방본부, 1994.
- 2) 최혜선 역, 의복과 환경, 이화여자대학교 출판부, 1987.
- 3) 이순원, 조성교, 최정화, 피복환경학, 한국방송통신대학 출판부, 1991.
- 4) 한국 소방복 복제 규정, 소방본부, 1992.
- 5) 한국 소방복 복제 규정, 소방본부, 1981.
- 6) 한국 소방복 복제 규정, 소방본부, 1982.
- 7) 한국 소방복 복제 규정, 소방본부, 1983.
- 8) 한국 소방복 복제 규정, 소방본부, 1984.
- 9) NEPA 1971 Standard on Protective Clothing for Structural Fire Fighting, 1991.
- 10) Reischl, U. and A. Stransky, "Assessment of Ventilation Characteristics of Standard and Prototype

- Firefighter Protective Clothing", *Textile Res. J.*, **50** (3), pp. 193-201 (1980).
- 11) Reischl, U. and A. Stransky, "Advanced Prototype Firefighter Protective Clothing : Heat Dissipation Characteristics", *Textile Res. J.*, **52**(1), pp. 267-273 (1982).
 - 12) Reischl, U. and A. Stransky, "Comparative Assessment GORETEX & NEOPRENE Vapor Barriers in a Firefighter Turn Out Coat", *Textile Res. J.*, **50**(11), pp. 643-647 (1980).
 - 13) Barker, L. K. Stamper and I. Shalev, "Measuring the Protective Insulation of Fabrics in Hot Surface Contact", *ASTM STP 989*, pp. 87-100 (1988).
 - 14) Barker, L. and I. Shalev, "Analysis of Heat Transfer Characteristics of Fabrics in an Open Flame Exposure", *Textile Res. J.*, **53**(8), pp. 475-482 (1984).
 - 15) King, M, X.Li, B. Doupe, and J. Mellish, "Thermal Protective Performance of Single-Layer and Multiple-Layer Fabrics Exposed to Electrical Flashovers", *ASTM STP 989*, pp. 59-81 (1988).
 - 16) 토프론 섬유, 통권 141 호, 동양폴리에스터, pp. 28-29 (1993).