

## 소방복 유지관리시스템의 효율화 방안 Study of the Effective Management and Care System on in-Use Fire Fighter's Turnout Gear

손봉세<sup>†</sup> · 최계연<sup>\*</sup>

Bong-Sae Son<sup>†</sup> · Kye-Youn Choi<sup>\*</sup>

경원대학교 소방방재공학과, \*오클라호마 주립대학교  
(2011. 3. 28. 접수/2011. 6. 10. 채택)

### 요 약

본 연구에서는 국내 소방 환경을 고려한 효율적인 소방복 유지 및 관리 시스템 구축에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다. 국내의 경우 소방복의 유지관리에 필요한 세부기준 및 적절한 사전검사와 사용연한 결정을 위한 시험방안 없이 사용되고 있는 실정이다. 따라서 이 연구에서는 소방복의 사용상의 문제점 및 관리 실태를 분석하고 외국의 관리 현황을 정리하였다. 연구결과, 국내 소방복은 제도화된 관리규정 없이 세탁, 수선, 보관되고 있는 것으로 나타났다. 또한 사용연한도 소방복의 상태와는 별도로 외국 관리규정의 일부를 참고하여 정해 놓은 기간에 따라 처리 되고 있는 것으로 나타났다. 이에 소방예산의 효율적 사용과 소방관의 안전성 확보에 필요한 소방복의 효율적인 관리기준 및 시험기준의 정립이 절실한 것으로 파악되었다.

### ABSTRACT

This study aims to provide fundamental information required to establish an efficient maintenance and management system for fire fighting clothing which takes into account the domestic fire protection environment and situation. There aren't any detailed regulations and appropriate pre-inspection system which would be required for proper maintenance of fire fighting clothing, as well as any test methods to determine the life spans of fire fighting clothing properly. Thus, this study tries to analyze the problems in use of fire fighting clothing and its maintenance situation and summarize overseas maintenance situation for fire fighting clothing. As a result, it is found that domestic fire fighting clothing is washed, repaired, and stored without any systematic management regulations. It is also found that the life spans of fire fighting clothing are determined, based on part of overseas management regulations on fire fighting clothing. Therefore, it is imperative to set up efficient management regulations and test methods for fire fighting clothing which would be required for efficient use of the fire fighting budgets and the life safety of fire fighters.

**Key words :** Fire fighting, Turnout gear, Care and management system

## 1. 서 론

1980년 이후 건설 산업 및 관련 기술의 급속한 발전으로 복합기능을 갖춘 다양한 용도의 고층건축물의 등장으로 방호공간은 더욱 심층화 및 대형화되기 시작하였으며, 소방 환경도 급격하게 변화하게 되었다. 또한 국민의 생활수준 향상 및 생활 패턴의 변화로 과거와

는 다른 개념의 생활공간 구성 및 실내장식의 고급화로 화재유발인자가 생활주변에 폭 넓게 산재하게 되었다.<sup>1)</sup> 이는 소방대상물의 공간적 팽창만이 아닌 화재하중 및 강도를 증가시키는 원인이 되었으며, 결과적으로 소방관의 안전과 원활한 화재진압을 위해 진압장비, 소방복, 그리고 개인보호 장비 등에 대한 성능 및 유지가 더욱 중요하게 되었다. 국내의 경우, 방재 선진국과 비교하여 아직도 개선 보완되어야 할 부분이 많이 있는 실정이라 할 수 있다. 소방호수, 사다리, 호흡보

<sup>†</sup>E-mail: bsson@kyungwon.ac.kr

조기, 소방장비 화재진압장비에 대한 규정은 소방복에 비하여 적절한 관리절차가 마련되어 있다. 하지만 소방관의 안전과 직결되는 소방복은 출시될 때의 성능검사를 제외하고는 사용 중에 있는 소방복에 대한 관리 및 유지관리에 필요한 기준은 매우 미흡하게 마련되어 있다 할 수 있다.

사실, 외피 손상이나 반복세탁에 의한 소재의 변형은 쉽게 발견되나, 복합고열환경이나 복사열에 의한 손상은 명확하게 드러나지 않기 때문에 분야별 전문가의 체계적인 연구를 바탕으로 정립된 기준이 아닌 소방관의 경험과 판단에 의한 관리만으로는 소방복의 성능안전을 확보할 수 없다. 또한 소방복의 사용연한은 의복의 무게, 제작방법, 사용빈도, 수선했수 및 타입, 세탁방법, 수행된 작업형태, 작업환경, 열, 위험물질, 자외선 복사열에 노출여부 등 사용 및 관리 배경에 의해 영향을 받기 때문에,<sup>2)</sup> 일반적으로 관리보다는 체계적이고 과학적인 시스템구축에 의한 지속적으로 관리되어야 한다.

미국이나 캐나다의 소방복 연구를 살펴보면, 소재의 성능, 착용성, 맞춤형 뿐만 아니라 기존에 사용되고 있는 소방복의 관리에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 국내의 경우, 국내 소방복 디자인 및 성능 개선을 위한 한미간 소방복 실태 비교, 유비쿼터스 패셔너블 컴퓨터로서 미래형 소방복 디자인 제안에 대한 연구, 한국 소방용 방화복의 치수체계 관련 연구, 소방복 소재의 물리적, 역학적, 그리고 열적 특성에 대한 연구, 소방복의 착용성 개선을 위한 연구, 소방용 방화복에 대한 만족도 조사 연구 등이 있다.<sup>3-9)</sup> 이처럼, 국내 소방복 관련 연구는 소방복의 기능성, 성능, 디자인에 대한 것이 대부분이고 소방복 관리, 실태, 문제점, 그리고 관리 규정과 관련된 연구는 거의 없는 실정이다. 이는 그 중요성에도 불구하고, 소방복이나 개인 보호장비의 지속적인 관리는 중요한 문제로 취급되지 못하고 있음을 반영한다. 또한 현실적으로 국내 소방복의 개발, 제작, 관리, 그리고 폐기까지의 생애기준을 살펴보았을 때 첨단 소재나 의복의 개발 쪽에 연구가 집중되고 있어 평균 3~5년 된 소방복 착용에 따른 위험 노출 확률은 그만큼 높아질 것으로 판단된다. 따라서 효율적인 관리시스템의 정립을 통해 진압대원의 안전성 및 공공 소방력을 증진시키는 것은 물론 국가 차원의 예산 낭비를 경감하는 것은 매우 중요하고 시급한 문제라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내외 소방복 관리규정 및 소방복 유지관리 실태에 대해 고찰함으로써 국내 소방복에 대한 과학적이고 효율적 유지 및 관리를 위한 시

스템 구축에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다. 또한 고찰된 연구의 내용을 바탕으로 적절한 사전검사와 시험을 통하여 소방복을 적기에 교체할 수 있는 방안을 제안하고자 하였다.

## 2. 소방복 관리의 중요성

### 2.1 소방복 분류

소방복은 화재시에 발생하는 열, 연기, 증기, 유독 가스, 그리고 혈인성 병원균과 같은 다양한 유해인자로부터 소방진압대원의 원활한 소방 활동과 안전을 보호하는 개인장비이다. 소방복은 일반의복과는 전혀 다른 특수한 기능과 성능을 요구되는 특수복으로써 1992년 내무부령 제 575호에 의해 소방용 방화복은 방수복과 방열복으로 나뉘었다. 이후, 2001년 소방용 방화복에 대한 새로운 복제 규격이 개정되어 작업거리와 환경에 따라 방화복과 방열복으로 구분되었다. 방화복은 화재 현장으로부터 어느 정도 떨어진 환경에서 작업할 때 착용되는 보호복으로 열이나 수증기 차단을 목적으로 하며, 내약품성, 보온성, 통풍성 등을 갖추어야 한다. 방열복은 화재현장에 근접해서 작업하는 소방관들을 복합열전달로부터 보호하기 위해 설계된 의복으로 복사열 반사용 알루미늄 라미네이트 소재로 제작된다. 소방복 소재로는 내열성, 난연성, 방수성, 내화학성, 내약품성 등 고기능성에 착용 쾌적성을 만족시켜줄 수 있는 우수한 성능을 가진 소재가 개발되고 있다.

### 2.2 소방복 관리의 목적

소방복을 포함한 특수 보호복 관리의 목적은 사용에 따른 성능저하를 방지하고 유지시킴으로써 착용자의 건강과 안전을 보장할 수 있는 성능저하를 방지와 사용연수를 연장하는데 있다. 제대로 관리되지 않은 소방복은 내부에 묻어있는 발암물질로 인한 위험성에 노출되어 향후 암유발의 위험성을 증가시킬 가능성이 있다.<sup>11-13)</sup> 이러한 이유로 소재, 디자인, 검사 기준 등이 일반의복과는 구별되어야 하며, 제작에서부터 폐기까지 주기적인 성능 평가를 통해 사용연수를 예측하고 엄격하게 관리될 필요가 있다. 소방복 사용에 따른 성능저하는 피할 수 없기 때문에, 현재 평가 기준은 신규 제작된 소방복에 대한 평가 기준을 가지고 사용 중에 있는 소방복을 동일하게 평가하는 것은 무리가 있다. 소방복의 성능저하로 보호력을 발휘하지 못할 때 소방대원의 생명위험은 물론 효과적인 화재진압활동에도 큰 지장을 초래할 수 있는 가능성이 있다. 반대로, 소방관들이 자신이 착용한 소방복의 성능을 확신할 수 있을 때 보

다 적극적인 화재진압과 인명의 구조작업을 원활하게 진행할 수 있다. 따라서 새로운 제품에 대한 성능평가 뿐만 아니라 사용 중에 소방복에 대한 지속적인 관리와 효과적인 성능 평가는 반드시 필요하다. 실제로 고기능성 소방복이 제작되어도 관리가 제대로 이루어지지 않으면 소방복의 예상 연한까지 사용하지 못하고 비용과 시간을 낭비할 수 있으나, 관리가 제대로 된 소방복의 경우 사용연한을 늘릴 수 있다.<sup>14)</sup>

### 2.3 소방복 관리의 문제점

소방복의 성능을 유지하는 문제는 국민의 안전과 소방대원의 안전을 동시에 확보하는 중요한 문제이다. 최근에 발생한 공장화재현장에서 알 수 있는 바와 같이 소방관 5명이 부상을 당하는 사고가 발생하였다. 화재시에 발생하는 고온의 열기류로 인한 소방대원이 피해를 입는 경우라 할 수 있다. 특히, 최근에 발생하는 화재양상은 과거에 비하여 화재강도 및 심도가 높기 때문에 기존의 소방복보다 높은 내열성과 내수능이 요구되고 있다. 따라서 소방복에 대한 소재 개발을 통한 첨단소방복을 제작하는 것이 최우선되어야 하겠지만 현재 사용 중에 있는 소방복이 제 성능을 유지할 수 있도록 관리하는 문제 또한 매우 중요하다. 따라서 소방복은 일반의복과 동일하게 관리하는 것은 문제가 있으며 소방복 관리에 대한 문제점을 요약하면 다음과 같다. 국내의 경우 소방복을 과학적이고 효과적으로 관리할 수 있는 시설과 별도의 보관 장소가 구축되어 있지 않다. 소방복의 성능을 손상이 발생하지 않도록 세탁할 수 있는 특수 세탁기가 설치되어 없다. 또한 사용자가 육안검사를 통하여 이상여부를 판단하기 때문에 정확한 사전 시험 및 검사에 의한 통한 관리가 되지 않고 있다. 특히, 소방방재청고시(2005-65호)에 따르면 방화복 기준에 개인당 1벌로 규정되어 있으나 개인지급이 되지 않고 안전센터별 또는 구조대별 지급 및 통합관리하고 있다. 특히, 소방대원의 신체에 사이즈가 맞지 않은 경우가 발생하여 화재현장 활동능력을 떨어뜨리고 있다. 소방방재청 고시(2010-31호)의하면 내용연한은 3년으로 규정되어 있으나 안전센터 및 구조대별 통합보관으로 각 방화복의 내구연한에 대한 파악이 되지 못하여 소방복의 성능 저하에 따른 소방대원의 안전이 위협받고 있다. 미국의 경우, USFA(United States Fire Administration)에 따르면 1998년부터 2007년 사이 31명의 소방공무원이 진화현장에서 화상으로 순직한 것으로 나타났다.<sup>15-17)</sup> NIOSH(National Institute of Safety and Health)의 1988년부터 2008년 소방관 사상 관련 리뷰 리포트에 따르면 화상이 1차적 원인이 되어

순직한 소방관이 9명이었으며,<sup>18)</sup> 2~3차 원인이 되어 목숨을 잃은 소방관은 13명이었다. IAFF(International Association of Fire Fighters)의 조사에 의하면 1994년 96,431명의 소방관 중 2,418명이 심각한 화상을 입었다고 응답했으며,<sup>19)</sup> 화상은 전체 37,775건의 부상 중 6.4%에 해당한다. 또한 NFPA(National Fire Protection Association)은 1994년 전체 6,485건의 부상 중 화상이 6.8%에 달한다고 보고하였다.<sup>20)</sup>

국내의 경우, 화상으로 인한 순직률이 1970년대까지 매 10년간 1명 이내이던 것이 1980년 1.6명 1990년 2.9명, 2005년에는 연평균 4.0명으로 급격하게 증가한 것으로 나타났다. 이와 같이 소방복을 착용하였음에도 불구하고 화상이 큰 비중을 차지한다는 것은 부상 발생 시 소방관 주위의 취약한 열환경에 대응할 수 있는 소방복의 보호성능에 대한 의구심을 가지게 한다. 소방복이 제작 당시에는 관련기준에 적한 성능을 가진다 하더라도 사용 후 철저한 관리가 되지 않을 경우 성능 확보할 수 없기 때문이다. 따라서 소방복 관리 미비점에 대한 개선대책이 마련되어야 한다. 소방복 관리에 필요한 예산에 대하여 관할 정부기관에 질의를 하였으나 답변을 못하였다. 또한 관리규정에 대한 세부내용이 없는 실정이라 할 수 있다. 소방대원의 안전을 확보하기 위하여 개인보호 장비 중에서 가장 중요한 소방복에 대한 사전 점검을 통한 교체시기 결정 및 세탁에 대한 연구가 국내의 경우 거의 수행된 바가 없다. 고기능성 소방복이 제작되었다고 하더라도 적절한 관리가 이루어지지 않는다면 소방복의 기대수명에 도달하기 어려운 뿐만 아니라 시간적, 경제적 손실을 유발하게 된다.<sup>21)</sup> 그러나 반대의 경우, 안전성과 착용감은 물론이고 한정된 예산을 가지고도 사용연한을 충분히 늘릴 수 있다.<sup>14)</sup> 또한 장비 불량으로 발생할 수 있는 문제점에 사전 교육함으로써 소방대원의 안전을 도모할 수 있는 대책도 필요하다.

## 3. 국내외 소방복 시험기준 및 관리 규정

### 3.1 국내 소방복 시험기준 및 관리규정

국내 소방복 관련 인증 및 인정 기준을 살펴보면, 특수방화복에 대한 인정기준(한국소방산업기술원 KFIS 032 2009. 12. 16 제정), 소방용 방화복의 인정기준(KFIS 018 2004. 5. 30 제정, 2006. 9. 28 개정), 방화복 성능시험기준(방염제품인정위원회, 제정 2003년 12월 19일, 최종교정 2010년 1월 21일) 등이 있다. 이들 시험기준은 용어의 정의, 시험편의 내구성, 내열성, 인열성, 방수성, 내수도, 내약품성 등 물리 화학적, 역학

적 성능과 견본 의복의 봉제성, 접합저항성 등에 대해 표준 환경에서 평가가 이루어진다. 하지만 인정시험 및 제품검사를 신청한 제품 등의 부속부품이 국제적으로 공인된 규격(KS, UL, FM, JIS 등)에 합격한 것일 경우에는 인정기준에서 정한 규격에 적합여부를 서류심사로서 같음할 수 있으며 당해 부품에 대한 시험의 일부 또는 전부를 생략할 수 있다. 이 밖에, 한국소방산업기술원은 일반적으로 샘플링 된 소재에 대해 15로트당 1회의 비율로 부정기시험을 실시하며, 기술원 원장이 제품의 품질확보를 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 수시로 부정기시험을 실시할 수 있다.

### 3.2 국내 소방복 내용연수 규정

소방방재청은 2010년 10월 4일 소방장비관리규칙 제 13조에 의거 소방복에 대한 내용연수를 지정하여 고시하였다. 본 고시는 소방용 주요 물품에 대하여 내용연수를 정하고, 적용기준을 정함으로써 효율적인 장비의 관리를 목적으로 한다. 소방장비의 내용연수가 경과하여도 사용에 지장이 없는 물품은 계속 사용할 수 있으며, 내용연수가 경과하지 않아도 경제적 수리한계가 초과되었을 경우에는 불용 처분할 수 있다. 또한 보호복, 위생용품, 기타 일회용품으로 보관기간을 정한 품목은 보관기간 경과 이전이라도 사용 후 즉시 불용, 처분될 수 있다. Table 1은 소방복의 내용연수를 나타낸 것으로 신체보호용 방열복은 10년, 특수 작업용은 3년으로 명시되어 있으나, 이를 정한 근거나 기준은 나타나 있지 않다. 또한 국내 소방복 관련 규정은 신규 의복 및 직물에 대한 성능시험만이 이루어지고 있을 뿐, 사후 세탁, 수선, 보관 등 관리에 대한 규정은 없는 실정이다.

### 3.3 국외 소방복 시험기준 및 관리규정

소방복은 유럽과 북미 그리고 각 국가별로 차이가 있지만 대부분 외의, 수분 방어막, 열 보호막 등 세 가지를 바탕으로 구성된다. 소방복 분야의 국제 기준은 ISO 11613과 근접의류를 위한 ISO 15538로 소방복은

ISO 11613 파트 A&B가 충족되어야 하고, 최근에는 모든 섬유층이 내열성, 열수축도, 세탁내구성, 방수성, 파열강도도 우수해야 한다. 미국의 경우는 NFPA 1971 (2000), 캐나다의 경우는 CGSB155(1998)에 따라 소방복의 성능이 평가되며 미국과 캐나다의 기준은 기술적 성능 요구만 비슷할 뿐만 아니라 ISO 11613 파트B와도 밀접하다. 영국의 경우, A26로 정립되었으며, 현재 유럽 내의 주요 성능 기준은 EN469(1995년)가 있으며 세부적으로는 EN1486 “소방관에게 특화된 특수 보호복”, EN 531과 EN 531/A1 “열에 노출된 근로자를 위한 보호복” 그리고 EN ISO 15384 “황무지 소방 활동을 위한 보호복” 등이 있다.

소방복 관리 규정은 지속적인 관리를 통한 소방관 안전 도모와 소방복의 생애주기 동안 기능성을 기대할 수 있다는 점에서 체계적으로 정립되어 오고 있다. Drainville(2005)는 소방복 검사의 목적에 대해 소방복의 기능성 유지 및 문서화된 기록을 통한 원활한 관리 체계 정립 등 두 가지로 요약하고 있다.<sup>11)</sup> 점검의 방식은 기본(Routine)과 고급(Advanced) 점검으로 나눌 수 있다(Haskett, 2002). 기본점검은 소방복 출시나 구매 초기에 외투, 수분막, 씌털 라이너 등 세부부에 대해, 세탁, 오염, 그리고 수선 후 한달 단위로 각 소방관들에 의해 실시된다.<sup>22)</sup> NFPA 1851(2008)는 소방복 관리규정을 나타낸 것으로,<sup>23)</sup> 소방복의 물리적 손상, 오염, 반사소재의 분실, 봉합파열, 사이즈 적합성, 구조장치 작동성 등의 항목에 대해 검사가 행해져야 하며, 부서 내 훈련된 사람이나 전문 서비스 공급자에 의해 고급 검색이 실시되어야 한다고 기술하고 있다.

고급검사는 기본검사 후 1년 이내에 이루어져야 하며, 맞춤, 토시를 포함한 소재, 수분제어막, 레이블, 후크와 루프의 기능성, 라이너 부착 시스템, 여밈성, 그리고 약세서리의 상태에 대해 검사하도록 되어 있다. 수선은 제작사나 ISP에서 인정한 숙련자나 NFPA 1851에 의해 인정받은 제작자에 의해 행해진다. 화재 현장의 오염물질은 불이 붙기 쉽고 독성이나 발암성 물질일 가능성이 있기 때문에 인체에 매우 위험하며(Jorgenson, 2002 & 2005)소방복의 수명을 단축시키는 요인이 된다. 따라서 오염물질이 묻은 즉시 제공된 클린 소재로 세탁되어야 한다(NFPA 1951, 2008 A.7.1.1). 세탁 방법은 소방서로 돌아온 즉시 응급을 요하거나 짧게 실시되는 기본(Routine) 세탁, 오염으로 훼손되었거나 기본세탁으로 해결되지 않을 경우 연2회 실시되는 고급(Advanced) 세탁, 그리고 위험물질이나 생물학적 물질이 묻었을 경우 실시되는 특수 세탁으로 나눌 수 있다.<sup>24)</sup> 소방복은 보관 방법에 따라 수명이 결정될 수 있는데

Table 1. Lifetime on Firefighting Turnout Gear

연번	개별 목록 번호	소분류	세부분류	내용 연수
505	4272-111	신체보호용	방열복	10
506	4272-112	신체보호용	구조작업방수복	5
525	4273-100	특수작업용	방화복	3
526	4273-101	특수작업용	화학보호복	5(보관)
527	4273-102	특수작업용	생화학보호복	5(보관)

기능성 감퇴에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 자외선으로 복합열전달 및 태양광과의 직접접촉 장소, 습기 찬 곳, 극심한 온도 차이를 보이는 환경, 탄화수소와 접촉 가능한 장소, 거주구역 등 적절하지 못한 곳에서의 보관에 의해 단축될 수 있다.<sup>11)</sup> 따라서 소방복 체계적인 관리지침과 전문가에 의한 관리가 매우 중요하며, 국내의 경우, 위에서 살펴본 바와 같이 관리지침의 정립이 시급하다.

## 5. 결 론

국내의 소방복 관리규정 및 실태에 대해 고찰함으로써 소방복에 대한 과학적이고 효율적 관리 시스템구축에 필요한 기초자료를 제공하고 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 소방복의 제 성능을 유지할 수 있도록 관리규정에 대한 세부적인 규정의 제정 및 보완이 필요하다.
- 2) 소방복을 교체 및 관리에 필요한 합리적인 예산 확보와 검사, 시험기준 등에 대한 관련기준이 필요하다.
- 3) 관리과정에 발생할 수 있는 문제를 방지할 수 있도록 관할 소방서별로 오염방지기능, 살균소독 등 성능에 장애를 방지할 수 있는 별도의 관리장소나 보관함이 필요하다.
- 4) 소방복의 폐기는 과학적인 심험 및 검사절차를 통하여 처리 할 수 있는 제도적인 장치가 필요하다. 결과적으로 소방복 관리 소홀로 인한 소방대원의 안전사고를 미연에 방지하고, 사용연한을 과학적으로 평가함으로써 국민의 안전과 국가의 예산낭비를 방지할 제도적 보완이 있어야 한다.

## 감사의 글

“이 논문은 2011년도 경원대학교 교내연구비 지원에 의한 결과임”(KWU-2011-R089).

## 참고문헌

1. 김희경, 이미식, “한국 소방복 실태에 관한 연구”, 한국의류학회지, Vol.21, No.1 pp.93-103(1997).
2. D.A. Torvi and G.V. Hadjisophocleous, “Evaluating the Useful Lifetime of Firefighters’ Protective Clothing”, Performance of Protective Clothing: Issues and Priorities for the 21st Century, ASTM STP 1386, American Society for Testing and Materials, C.N. Nelson and N.W. Henry, Eds., West Conshocken, PA(2000).

3. 김종선, 하지수, “소방대원을 위한 UFC(Ubiquitous Fashionable Computer) 디자인 연구”, 한국차세대컴퓨팅학회지, pp.35-46(2007).
4. 한설아, 남윤자, 최영림, “한국 소방용 방화복의 치수 체계 개발”, 한국의류학회지, Vol.33, No.5, pp.827-839(2009).
5. 배진화, 하정은, 이재호, 박정환, 안승국, “소방용 보호복의 물리적 특성”, 한국섬유공학회 2007년도 학술발표회 논문집, pp.413-414(2007).
6. 방창준, “복사열에 노출된 소방용 방수복의 열적 특성에 관한 연구”, 한국화재소방학회, Vol.17, No.1, pp.21-25(2003).
7. 유화숙, “노출시간과 열강도에 따른 복사열 노출후의 소방보호복의 물리적 특성과 역학적 특성변화”, 한국의류학회지, Vol.23, No.6, pp.853-863(1999).
8. 정정숙, 이연순, “한국 소방방수피복의 착용만족도 및 개선방안에 관한 조사연구”, 대한가정학회지, Vol.37, No.12, pp.59-67(1999).
9. 한설아, 남윤자, 최영림, “한국 소방용 방화복에 대한 만족도 조사”, 한국복식학회, Vol.58, No.9, pp.166-175(2008).
10. 화재통계자료, <http://www.rescue.go.kr>.
11. D. Drainville, “Care and Maintenance for Structural Fire Fighting PPE”, Asia Pacific Fire Magazine, pp.17-22(2005).
12. H. Jorgensen, “Dirty Gear Isn’t Cool It’s Dangerous”, Fire Chief, Vol.46, No.54(2002).
13. H. Jorgensen, “Expert Advice on Contaminated Gear Hazards and Cleaning”, Firehouse, Vol.30, pp.82-83 (2005).
14. J. Schenck, “Reviving Trunout Gear, Occupational Health & Safety”, Vol.72, No.34, pp.38-40, 44, 48 (2003).
15. United States fire Administration, USFA 5 year operational objectives, [http://www.usfa.dhfs.gov/about/usfa/statistics\(2003\)](http://www.usfa.dhfs.gov/about/usfa/statistics(2003)).
16. United States fire Administration, (Fire-related Firefighter Injuries in 2004, [http://www.usfa.dhfs.gov/statistics/firefighters\(2004\)](http://www.usfa.dhfs.gov/statistics/firefighters(2004))).
17. United States fire Administration, Fire-related Firefighter Injuries report for 1998-2007, Emmitsburg, MD (2008).
18. National Institute for Occupational Safety and Health (1984-2007), Firefighter fatality investigation reports, [http://www.ede.gov/niosh/fire/fatalityreports\(2008\)](http://www.ede.gov/niosh/fire/fatalityreports(2008))).
19. International Association of Fire Fighters, AFL-CIO, Fire Fighters Protective Clothing: Moisture Barrier Alert and Recall, [http://www.iaff.org\(1999\)](http://www.iaff.org(1999)).
20. Michael J. Karter, Jr., “Patterns of Firefighter Fire Ground Injuries”(NFPA)(2009)

21. Melvyn Owen, "Firefighter Clothing - A Global Perspective", Fire Magazine, January(2009).
22. J.L. Reed, "Maintaining Turnout Gear, Fire Engineering", Vol.156, pp.90-92(2003).
23. NFPA 1851, "Standard on Selection, Care and Maintenance of Structural Fire Fighting Protective Ensembles"(2008).
24. M.J. Haskett, "Ready to Wear", Fire Chief, pp.46, 62, 64, 66-68(2002).
25. D. Drainville, Care and maintenance for structural fire fighting ppe, Asia Pacific Fire Magazine, pp.17-22 (2005).
26. James Austad, "Evaluation of Turnout Gear Maintenance Program for the Oshkosh Fire Department", Oshkosh Fire Department(2008).