Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 26, No. 2 pp.1-13, May 2007

기능성 의복의 인간공학적 평가 체계 개발 및 적용: 방염복의 평가 및 개선 대상 파악*

조자영[1] · 정정림[2] · 연수민[2] · 장준호[1] · 유희천[1] · 김희은[2]

[1]포항공과대학교 기계산업공학부 / [2]경북대학교 의류학과

Development and Application of an Ergonomic Evaluation System for Functional Clothing: Evaluation of Flame-proof Clothing and Identification of Design Problems

Jayoung Cho[1], Jungrim Jeong[2], Soomin Yeon[2], Joonho Chang[1], Heecheon You[1], Heeeun Kim[2]

[1]Department of Industrial & Management Engineering, Pohang University of Science and Technology, Pohang, Kyungbuk 790-784
[2]Department of Clothing and Textiles, Kyungpook University, Daegu 702-701

ABSTRACT

Ergonomic methods have been effectively applied to design and evaluation of functional clothing. The goals of the present study are to: (1) develop an ergonomic evaluation system for the systematic analysis of functional clothing and (2) examine the usefulness of the proposed evaluation system by applying to flame-proof clothing. Based on the survey of literature and the brainstorming of experts in clothing design and ergonomics, factors considered for clothing evaluation were selected, classified, and complemented, resulting in an ergonomic clothing evaluation system consisting of four factor categories (clothing construction, user, work and environment, and user response). Using the proposed system, a field survey and a laboratory experiment were conducted for flame-proof clothing to identify its design problems. The field survey to workers found a comprehensive set of problems on the flame-proof clothing design in terms of pattern, textile, and color. The laboratory experiment identified additional design problems using a questionnaire that was developed based on an analysis on the relationship between clothing design components and ergonomic evaluation measures. The present study showed the ergonomic evaluation system and the relationship analysis of clothing design components and ergonomic evaluation measures are of use to identify design problems of functional clothing in a comprehensive and analytic manner.

Keyword: Ergonomic evaluation system, Relationship analysis, Functional clothing design, Flame-proof clothing, Design problem identification

*이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2004-002-C00236).
교신저자: 유희천
주 소: 790-784 경북 포항시 남구 효자동 산 31, 전화: 054-279-2210, E-mail: hcyou@postech.ac.kr

1. 서 론

기능성 의복의 설계 시 의복의 특성뿐만 아니라 사용자의 특성, 작업 및 환경의 특성을 종합적으로 고려할 필요가 있다. 기능성 의복은 착용자의 수행도 향상을 지원하거나 유해 요인으로부터 보호하기 위해 특정 기능이 부가된 의복을 의미하며(Watkins, 1995), 특정 사용자 집단을 수용하기 위한 의복과 특정 환경에서 적합하게 사용되기 위한 보호복으로 구분된다(최혜선 등, 2003). 예를 들어, 특정 사용자 집단을 위한 의복으로는 노인복 또는 장애인복이 있으며, 보호복에는 물리적, 화학적, 또는 생리적 유해 요인으로부터 착용자를 보호하기 위해 착용되는 소방복, 방염복, 화생방복, 전기작업자복, 방탄복, 무진복 등이 있다. 기능성 의복은 착용자들의 신체적 특성과 작업에 따라 요구되는 성능과 유해 요인이 다르므로 사용자 특성과 작업 및 환경 특성 파악으로부터 도출된 요구 사항을 설계에 반영하는 것이 중요하다(Rosenblad-Wallin, 1985; 최혜선 등, 2003).

기능성 의복의 설계 및 개선 시 생리학적, 운동역학적, 심물리학적 기법을 적용한 인간공학적 평가가 유용하게 활용되고 있다. McLellan and Selkirk(2004)는 소방복 하의 길이에 따른 온열 쾌적성의 비교를 목적으로 피복 생리 반응(피부온, 직장온, 가스교환량) 측정과 주관적 평가(지각 신체 부하, 쾌적감)를 시행하여 선호되는 형태를 제안하였다. 한편, Huck et al.(1997)은 동작성이 향상된 오버롤(overall) 설계를 위해 다양한 작업 자세를 취해 필요한 여유량을 파악한 후, 여유량의 배치 부위에 따른 각 관절 부위의 동작 범위(Range of Motion, ROM)과 주관적 평가(쾌적감, 피로도, 선호도, 착의용이성, 맞음새 만족도)를 비교하였다. 이들 연구들은 사용성 측면에서 적합한 의복 설계 치수를 결정함에 있어 인간공학적 기법의 유용성을 보여 주고 있다.

기능성 의복에 대한 체계적인 인간공학적 평가와 의복 설계를 위해서는 평가 시 고려되는 사항을 전반적으로 종합한 평가 체계의 정립과 의복 설계 요소와 인간공학적 평가 요소 간의 연관성 분석이 필요하다. 인간공학적 기법을 의복 설계 및 평가에 적용한 연구는 많으나(Baker et al., 2000; Bellingar and Slocum, 1993, Faerevik and Reinertsen, 2003; Havenith and Heus, 2004; Huck, 1988; McLellan and Selkirk, 2004; 이윤정 등, 2002), 인간공학적 평가 요소들을 총합적으로 고찰하여 의복 평가 체계를 제시한 연구는 없다. 또한, 기존 연구들은 의복 설계 부위에 따른 연관 인간공학적 평가 요소를 세부적으로 분석하지 않고 인간공학적 평가를 수행하여, 평가 결과에 따른 설계 개선안 도출 혹은 설계 개선 효과를 추정하는데 한계가 있다. 예를 들어, Havenith and Heus(2004)는 다양한 소재와 형태(투피스와 오버롤)가 혼재된 7종의 소방복 형태에 따라 착용자 신체 각 부위별 피부온을 측정하고 착탈의, 맞음새, 쾌적성에 미치는 영향을 비교하여 최적의 의복 형태는 파악할 수 있었지만, 분석 결과에 따른 의복 부위별 개선안을 제안하거나 의복 형태 요소에 따른 효과를 변별하지는 못했다.

본 연구는 기능성 의복의 특성을 인간공학적인 측면에서 종합적으로 분석할 수 있는 체계를 수립하고 개발된 평가 체계를 방염복에 적용하여 그 유용성을 고찰하고자 한다. 인간공학적 평가를 위한 기능성 의복의 특성은 문헌 조사와 의류학 및 인간공학 전문가에 의해 파악되었다. 또한, 의복 설계 요소와 인간공학적 평가 요소 간의 연관성 분석을 통하여 인간공학적 평가 결과를 의복 부위별로 종합하고 설계 개선 대상을 파악하는 방법이 개발되었다. 마지막으로, 개발된 인간공학적 평가 체계는 고열 작업장에서 착용되는 방염복에 대해 적용되어 그 유용성이 고찰되었다.

2. 기능성 의복의 인간공학적 평가 체계 수립

2.1 평가 체계 수립 방법

문헌 조사 결과와 전문가 의견을 기반으로 평가 항목 선정, 분류, 보완의 3단계의 과정을 거쳐 의복 설계 특성, 사용자 특성, 작업 및 환경 특성, 사용자 반응 특성의 4가지 범주로 구성된 기능성 의복을 위한 인간공학적 평가 체계(표 1)가 개발되었다. 첫째 단계에서는, 의류학과 인간공학 분야를 중심으로 의복 평가 관련 논문(국내 15편, 국외 22편)을 수집하고 의류학 전문가 3인과 인간공학 전문가 3인이 기능성 의복의 평가 체계에 적용될 수 있는 항목을 선정하였다. 둘째 단계에서는, 선정된 항목들을 유사성을 기준으로 의복 설계 특성, 사용자 특성, 작업 및 환경 특성, 사용자 반응 특성의 요소로 분류하였으며, 이 중 사용자 반응 특성은 생리학적, 운동역학적, 심물리학적 특성으로 세분되었다. 셋째 단계에서는, 의류학 전문가와 인간공학 전문가의 논의를 거쳐 범주별 항목을 추가 보완하였다. 기능성 의복을 종합적으로 분석 및 평가하도록 구성된 본 체계는 평가 상황에 따라 세부 항목을 선별적으로 활용할 수 있다.

2.2 인간공학적 평가 체계의 구성 요소

본 연구에서 제안한 기능성 의복의 인간공학적인 평가 체계는 의복 설계 특성, 사용자 특성, 작업 및 환경 특성, 사용자 반응 특성의 4가지 범주로 구성된다. 첫째, 기능성 의복의 설계 특성은 의복의 패턴, 소재, 색상에 의해 파악된다.

표 1. 기능성 의복의 인간공학적 평가 체계

의복 설계 특성		– 패턴: 사이즈, 형태 – 소재: 물성, 문양 – 색상
사용자 특성		– 성별 – 연령 – 인체 측정치: 키, 몸무게, 체표면적 등 – 건강 상태 – 근무 경력 – 전문 훈련 경력
작업 및 환경 특성	작업 특성	– 작업장 – 1일 작업 시간 – 작업 내용 – 신체 부위별 동작의 최대 수준 – 주 사용 신체 부위 – 부자연스러운 자세 발생 부위
	환경 특성	– 온도 – 습도
사용자 반응 특성	생리학적 특성	– 온도: 심부온(직장온, 고막온, 식도온), 피부온 – 심박수 – 호흡성 가스 교환: 산소소비량, 이산화탄소 배출량, 폐환기량 – 발한량 – 지속 시간 – 혈압 – 근전도(EMG) – 심전도(ECG) – 의복내 온습도
	운동역학적 특성	– 목 동작 범위: 굽힘, 폄, 좌·우측 굽힘, 비틂 – 허리 동작 범위: 굽힘, 폄, 좌·우측 구부림, 비틂 – 어깨 동작 범위: 폄, 굽힘, 모음, 벌림, 안쪽 돌림, 바깥쪽 돌림 – 팔꿈치 동작 범위: 굽힘, 엎침, 뒤침 – 손목 동작 범위: 폄, 굽힘, 요골편향, 척골편향 – 엉덩이 동작 범위: 굽힘, 모음, 벌림, 안쪽 돌림, 바깥쪽 돌림 – 무릎 동작 범위: 굽힘, 안쪽 돌림, 바깥쪽 돌림 – 발목 동작 범위: 발등 굽힘, 발바닥 굽힘, 모음, 벌림
	심물리학적 특성	– 사용편이성: 착의성, 동작용이성, 착/탈의용이성, 여유성 – 사용자 만족도: 선호도, 안락도, 만족감 – 착용감: 온열 감각, 습윤 감각, 쾌적성, 촉감, 중량감 – 부하 정도: 지각 신체 부하, 피로감

패턴은 의복 제작을 위한 설계 도면으로서 의복의 치수와 형태 정보를 담고 있으며 의복의 동작성과 기능성에 중요한 영향을 미친다(Brown, 1992). 패턴 분석은 형태 표현에 이용되는 의복의 스타일, 실루엣, 라인, 디테일, 트리밍 등의 파악을 통해 이루어진다. 소재는 의복의 재료로서 의복의 쾌적성, 안전성, 기능성 등에 중요한 영향을 미치는 요소이다(Black et al., 2005). 섬유, 실, 직물, 가공 단계를 거치면서 형성된 소재의 특성은 역학적 특성 및 물리적 특성 분석을 통해 파악된다(Merkel, 1991). 마지막으로, 의복에 사용되는 색상은 주로 심미성을 고려하여 결정되나, 기능성 의복에 있어서는 시각적 안전, 열 흡수 혹은 반사 등의 기능적 요구 특성을 고려하여 선정된다.

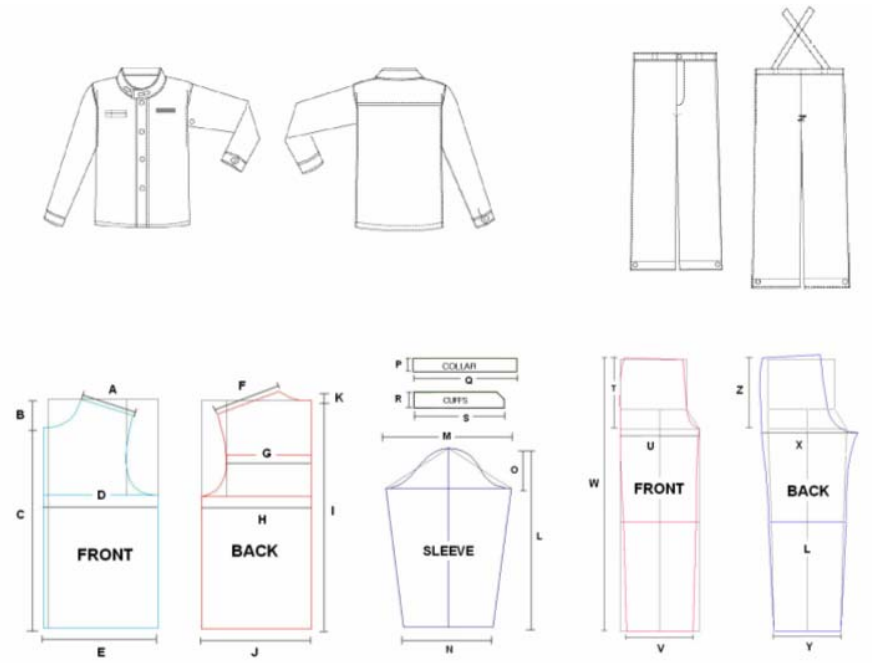
둘째, 사용자 특성은 사용자의 성별, 연령, 인체 측정치, 건강 상태, 근무 경력, 전문 훈련 경력 등을 조사함으로써 파악된다. 기능성 의복은 작업의 성격에 따라 작업자의 자격 요건을 한정시키기도 한다. 일반 의복과는 달리 기능성 의복(예: 조종복, 소방복)은 특정한 성별, 연령, 인체 측정치를 갖는 사용자 집단에 한정될 수 있으므로 사용자의 특성을 체계적으로 조사하여 의복의 설계 및 평가에 반영할 필요가 있다.

셋째, 작업 및 환경 특성은 기능성 의복을 착용한 상태에서 수행하는 작업의 특성과 작업장 환경의 특성을 의미한다. 작업 특성으로서 작업장의 규모 및 동작 여유 공간, 1일 근무 시간, 작업 시 발생하는 신체 부위별 동작의 최대 수준, 주 사용 신체 부위, 부자연스러운 자세 발생 부위 등이 조사될 수 있다. 작업장 환경으로서는 작업장의 온도, 습도 등이 분석된다. 작업 및 환경 특성 분석 결과는 기능성 의복의 패턴 설계 및 소재와 색상 선택에 중요한 영향을 미친다.

넷째, 기능성 의복 착용 시 사용자 반응 특성은 생리학적 특성, 운동역학적 특성, 심물리학적 특성을 분석하여 파악된다. 생리학적 반응 특성의 평가 항목으로는 온도, 심박수, 의복내 온습도, 수분 손실량, 호흡량, 혈압, 근전도(EMG), 심전도(ECG) 등이 있다. 운동역학적 특성은 의복 착용 시의 신체 관절 부위별 ROM을 분석함으로 평가되며, 대상 신체 부위로 골반, 무릎, 발목, 목, 어깨, 팔꿈치, 전완, 손목, 척추 등이 있다. 심물리학적 반응 특성은 의복 착용 시의 주관적인 반응을 평가하는 것으로서 크게 착용편이성과 착용감 평가 항목으로 구성된다. 착용편이성 평가 항목으로는 착의성, 여유성, 착의용이성, 탈의용이성, 동작용이성 등이 있으며, 착용감 평가 항목으로는 온열감, 습윤감, 압박감, 쾌적감, 촉감, Softness, 중량감 등이 있다.

3. 인간공학적 평가 체계의 적용

본 연구에서 제안된 기능성 의복의 인간공학적 평가 체계의 효용성을 알아 보기 위하여, 적용 대상으로서 제철 공장의 고열 작업장에서 착용되고 있는 방염복을 선정하였다. 방염복의 특성과 평가 제약 조건을 고려하여 제안된 평가 체계의 세부 항목을 선택적으로 적용하여 현 방염복의 설계 특성



(a) 상의 (b) 하의

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
18.4	8.0	71.2	30.0	30.0	18.4	24.4	29.0	80.0	28.0	2.7	54.0	51.0
N	**O**	**P**	**Q**	**R**	**S**	**T**	**U**	**V**	**W**	**X**	**Y**	**Z**
32.0	10.2	5.0	26.5	5.0	27.0	37.0	33.0	26.0	110.5	42.8	29.0	37.0

그림 1. L 사이즈 방염복의 패턴 분석 결과(단위: cm)

분석과 개선 대상 파악이 이루어졌다.

3.1 방염복의 설계 특성 분석

의류 전문가에 의해 방염복 사이즈별 패턴 분석이 이루어졌다. 방염복은 M, L, XL의 세 가지 사이즈로 제공되고 있으며, 그림 1은 한국 산업규격 성인 남성복 치수 KS-K0050 2004(안)에 의거하여 신체 사이즈가 가슴둘레 93~101cm, 허리둘레 80~90cm, 엉덩이둘레 92~99cm인 작업자에게 제공되는 규격인 L 사이즈에 대한 의복 부위별 치수 분석 결과를 예시하고 있다. 의복 설계 요소를 분석한 결과, 스탠딩 칼라(collar)와 소매 부위는 직선형으로 설계되어 있고, 상의의 등 부위는 통풍을 위해 메쉬(mesh) 소재가 내부 요크(yoke)에 사용되었으며, 하의는 허리 조임 장치 대신 서스펜더를 부착하였음이 파악되었다.

한국의류시험연구소에 의뢰하여 파악된 방염복 소재와 색상 분석 결과는 표 2와 같다. 방염복 소재는 방염가공 처리된 100% 면직물로서, 일반 의복에 비해 두껍고 높은 인장강도를 가졌다. 방염복의 잔염 시간과 잔진 시간은 관련 법적 기준(잔염 시간 = 3초 이내, 잔진 시간 = 5초 이내; 소방법 시행령 제 11조, 2002) 보다 훨씬 짧아 우수한 방염 특성을 갖는 것으로 파악되었다. 또한, 의복 색상은 밝은 노랑

표 2. 방염복의 소재 및 색상 특성 표

직물 특성	특성치
섬유 조성	면 100%
조직	평직
밀도(올 수 / 인치)	경사방향 85/inch, 위사방향 50/inch
중량	350g/m^2
인장 강도	경사방향: 784N, 위사방향: 490N
잔염 시간[1]	0초
잔진 시간[2]	0초
탄화 거리[3]	10~12cm^2
탄화 면적[4]	18cm^2
색상	밝은 노랑 (흡수율 ≅ 1.65)

[1]잔염 시간: 버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 내며 연소하는 상태가 그칠 때까지의 시간
[2]잔진 시간: 버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 내지 아니하고 숯처럼 연소하는 상태가 그칠 때까지의 시간
[3]탄화 면적: 불꽃에 의해 탄화된 면적
[4]탄화 길이: 불꽃에 의하여 탄화된 길이

(흡수율 ≒ 1.65; 흰색 흡수율 = 1.0, 검정 흡수율 = 2.5; 이순원 등, 2002)으로 착용자의 열적 스트레스를 감소시키기에 유효한 것으로 파악되었다.

3.2 사용자 특성과 작업 · 환경 특성 분석

3.2.1 조사 내용

방염복 사용자의 특성과 작업 · 환경 특성을 파악하기 위해, P 제철소의 고열 작업장에 근무하는 작업자들의 신상 정보를 획득하였고, 관리자와 면담을 하였으며, 방염복 사용자를 대상으로 설문을 실시하였다. 방염복 착용자들의 성별과 연령에 대한 정보를 얻어 사용자 특성 분석에 활용하였으며, 관리자와의 면담을 통해 1일 작업 시간, 고열 환경 노출 시간, 작업장 온도 및 습도에 대해 조사하였다. 또한, 작업 시 방염복의 사용성을 파악하기 위하여 설문(부록 1)을 통해 신체 부위별 동작의 최대 수준(그림 2 예시), 주 사용 신체 부위, 부자연스러운 자세 발생 부위, 착용 시 불편한 신체 부위를 표시하게 하였으며, 현 방염복에 대한 개선 요구 사항을 기술하도록 하였다.

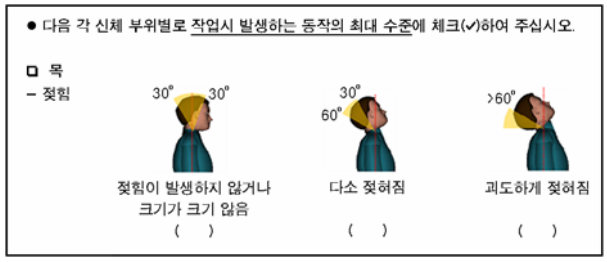


그림 2. 작업 특성 평가를 위한 설문지(예: 목)

3.2.2 사용자 특성과 작업 · 환경 특성의 분석 결과

방염복 착용자는 30~50대 남성으로 파악되었으며, 하루 평균 8시간 동안 방염복을 착용하며 40℃ 이상의 고열 환경 노출 시간은 약 45분으로 조사되었다. 작업장 온습도는 계절에 따라 변동되는데, 작업자의 열적 스트레스가 최고에 도달하는 7~8월에는 온도 40℃, 상대습도 30% 정도인 것으로 조사되었다.

배포된 설문지 중 95명의 설문지가 수거되어 작업 시 방염복 사용성 특성 분석에 이용되었다. 신체 부위별 동작 최대 수준에 대한 설문 응답 분석 결과, 그림 3과 같이 응답자의 약 50%가 전반 신체 부위에 걸쳐 최대 동작 수준이 발생하는 것으로 파악되었다. 이러한 최대 동작 수준 설문 결과는 방염복 착용 시 모든 신체 부위가 최대 동작 수준으로 용이하게 움직일 수 있도록 방염복이 설계되어야 함을 나타낸다. 한편, 주 사용 신체 부위, 부자연스러운 자세 발생 부위, 불편함 발생 부위에 대한 설문 응답 분석 결과, 그림 4와 같이 응답자의 50% 이상이 목을 제외한 모든 신체 부위를 자주 사용하는 것으로 파악되었으며, 사용 빈도가 높은 신체 부위는 부자연스러운 자세나 불편함이 발생하는 신체 부위와 일치하지는 않는 것으로 파악되었다. 부자연스러운 자세 발생 부위는 무릎(49%), 허리(43%), 목(43%)의 순으로 나타났고, 움직임이 불편한 신체 부위는 어깨(39%), 무릎(37%), 목(36%)의 순으로 나타났다. 따라서, 높은 사용 빈도가 반드시 불편함을 유발하는 것은 아니므로, 방염복 설계 개선 시 중요하게 고려해야 할 신체 부위는 움직임이 불편하고 부자연스러운 자세가 발생하는 부위인 무릎, 목, 어깨, 팔꿈치인 것으로 파악되었다.

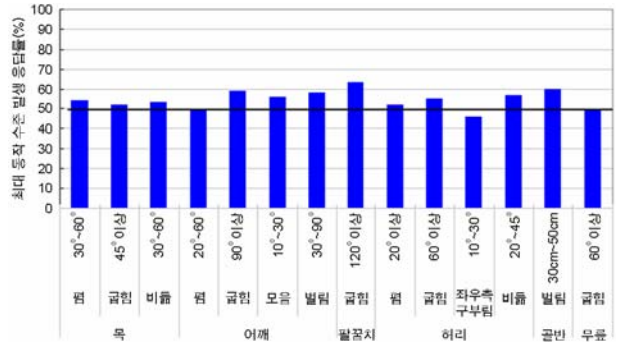


그림 3. 작업 특성 평가를 위한 설문지(예: 목)
신체 부위별 최대 동작 수준 발생 응답률(n=95)

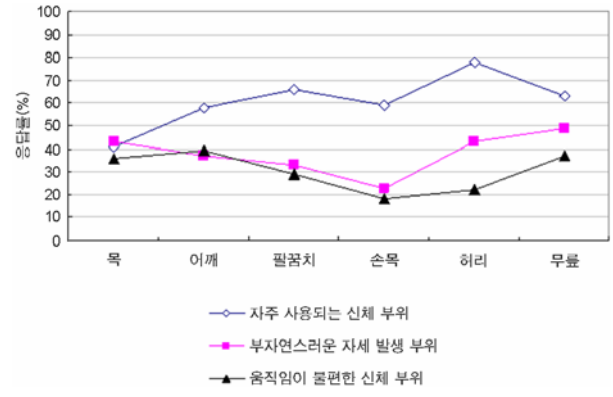


그림 4. 신체 부위별 사용 빈도, 부자연스러운 자세 발생 빈도, 불편함 발생 빈도(n=95)

3.2.3 방염복 개선 요구 사항 분석 결과

현 방염복의 개선 요구 사항에 대해 95명의 작업자를 대상으로 한 설문을 통해 도출된 요구 사항을 패턴, 소재, 색상 관련 사항으로 분류하였다(표 3). 응답 빈도가 높은(빈도수 > 5) 요구 사항으로는 패턴에 대해 통기성 개선, 서스펜

표 3. 현 방염복의 개선 요구 사항(n=95)

부문	세부 항목		개선 요구 사항	빈도수(명)
패턴	사이즈		치수 체계의 다양화	7
	형태	디테일	통기성 개선	13
			팔꿈치, 무릎 부위 동작성	2
			목 부위 마찰 감소	1
			손목 부위 맞음새	1
			안주머니 위치 조정	1
		트리밍	서스펜더 신축성, 길이 조절	8
			허리 벨트 사용	2
			바지단 너비 조절 성능 향상	2
			목 부위 스냅 단추 탈락 방지	1
			상의 여밈 방식 대체	1
소재	태		부드러운 재질 사용	13
			옷 무게 감량	6
			옷 두께 감소	3
	방열성능		방열 효과 개선	3
	가 공		약품 냄새 제거	5
			피부 자극 감소	3
	세 탁		세탁 후 수축 개선	3
색상	염 색		진한 색상 사용	1

더 신축성 및 길이 조절, 그리고 치수 체계의 다양화와 소재에 대해 부드러운 재질 사용과 옷 무게 감량이 파악되었다. 본 연구는 비용과 시간 대비 개선 효과가 높을 것으로 예상되는 패턴 수정을 중심으로 방염복 개선안을 제시하기로 하였다.

3.3 사용자 반응 특성의 실험실 평가 방법

3.3.1 피험자

방염복 L 사이즈 규격(규정된 인체 부위별 치수는 3.1 참조)을 충족하는 신체 건강한 20대 남자대학생 10명이 피험자로 참여하였다. 피험자들의 평균 신장(표준편차)은 178.0(3.9)cm, 평균 체중(표준편차)은 70.0(2.9)kg이었으며, 본 실험 참여에 대한 보상이 이루어졌다.

3.3.2 착용편이성 평가 방법

방염복의 착용편이성 평가는 쾌적 환경 조건에서 의복 부위별 연관된 세부 착용편이성 평가 항목에 대해 Likert 척도를 적용한 설문지를 사용하여 이루어졌다. 실험 환경은 환경 요소의 영향을 통제하기 위해 쾌적한 환경 조건인 25℃, RH 50%로 설정되었다. 평가 설문지는 본 연구에 참여한 의류

표 4. 의복 부위-착용편이성 평가 항목 연관성 분석

			상의								하의					
착용편이성 \ 의복 부위			목둘레	앞품	뒷품	어깨선	겨드랑둘레	소매길이	소매폭	상의길이	허리둘레	엉덩이둘레	밑위길이	바지길이	바지폭	서스펜더
착의성			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
여유성			o	o	o		o		o		o	o	o		o	
착의용이성			o	o	o				o						o	o
탈의용이성			o	o	o				o						o	o
동작용이성	목	폄	o													
		굽힘	o													
		비틂	o													
	어깨	폄		o	o		o	o	o	o						o
		굽힘		o	o		o	o	o	o						o
		모음		o	o		o	o	o	o						o
		벌림		o	o		o	o	o	o						o
	팔꿈치	굽힘					o	o	o							
	허리	폄		o	o					o	o	o	o			o
		굽힘		o	o					o	o	o	o			o
		좌우측구부림								o	o	o	o			o
		비틂		o	o	o										
	골반	벌림										o	o	o	o	
	무릎	굽힘									o		o	o	o	o

학 전문가들에 의해 분석된 의복 부위별 연관 착용편이성 세부 평가 항목 결과(표 4 예시)를 근거로 작성되었다. 표 4는 앞품과 관련된 착용편이성 세부 평가 항목으로 착의성, 여유성, 착의용이성, 탈의용이성, 어깨와 허리의 동작용이성이 있음을 예시하고 있다. 표 5는 표 4의 분석 결과를 근거로 1~5점의 Likert 척도를 적용하여 작성된 착용편이성 평가 설문지를 예시하고 있다.

표 5. 착용편이성 평가 설문지(예)

1. 착의성 평가
본 방염복이 본인의 신체에 잘 맞는 정도를 1~5점으로 평가하여 주십시오.

구분	항목	평가				
		1 거의 맞지 않음	2 조금 맞지 않음	3 보통	4 조금 맞음	5 아주 잘 맞음
상의	목둘레	1 — 2 — 3 — 4 — 5				
	앞품	1 — 2 — 3 — 4 — 5				
	뒷품	1 — 2 — 3 — 4 — 5				
	어깨선 부위	1 — 2 — 3 — 4 — 5				

표 6. 착용감 평가 프로토콜

순서	실험 환경	부하 작업			소요 시간
준비기	전실 25℃, RH 50%	의자에 앉아 휴식			30분
운동기	인공기후실 35℃, RH 45%	동작 3분	목 40초	젖힘(30~60°) 10초	(동작+ 도보) ×9회 = 45분
				숙임(45° 이상) 10초	
				돌림(30~60°) 10초	
				휴식 10초	
			어깨 50초	폄(20~60°) 10초	
				굽힘(90° 이상) 10초	
				모음(10~30°) 10초	
				벌림(30~90°) 10초	
				휴식 10초	
			팔꿈치 20초	굽힘 120° 이상 10초	
				휴식 10초	
			허리 50초	젖힘(20° 이상) 10초	
				숙임(60° 이상) 10초	
				측면구부림(10~30°)10초	
				비틀림(20~45°) 10초	
				휴식 10초	
			골반 10초	벌림(30~50cm) 10초	
			무릎 10초	굽힘(60° 이상) 10초	
		도보 2분			
휴식기	전실 25℃, RH 50%	착용감 평가 설문			15분

3.3.3 착용감 평가 방법

고열 작업장 작업복인 방염복의 착용감을 심층적으로 파악하기 위해 연중 기온이 최고로 상승하는 7~8월의 작업장 환경 조건(35℃, RH 45%)에서 운동을 부하한 후 주관적 평가를 실시하였다. 평가 절차는 표 6에 제시한 바와 같이 피험자는 전실에서 30분 동안 의자에 앉아 휴식을 취하며 실험 환경에 적응하였다. 인공기후실에 입실하여 목, 어깨, 팔꿈치, 허리, 골반, 무릎 관절을 사용하는 총 14개의 동작으로 구성된 운동과 도보를 45분간 반복 수행하고, 전실에서 15분간 휴식하며 주관적 착용감을 평가하였다. 설문지 제작을 위해 평가 항목과 관련있는 인체 부위를 선정하여 인체 부위-착용감 평가 매트릭스를 구성하였다(표 7). 조사되는 평가 항목에 따라, 전반 평가, 전반+세부 신체 부위 평가, 세부 신체 부위 평가로 구분하여 항목별 설문 문항이 구성되었다. 표 7을 근거로 작성된 착용감 설문지는 표 8에 예시된

표 7. 인체 부위-착용감 평가 항목 연관성 분석

인체 부위 / 착용감	전반적 평가	이마	가슴	등	팔	다리	손발	목둘레	어깨	복부	허리	둔부
온열감	o	o	o	o	o	o	o					
습윤감	o	o	o	o	o	o	o					
압박감								o	o	o	o	o
쾌적감	o											
촉감	o											
Softness	o											
중량감	o											

표 8. 착용감 평가 설문지(예)

1. 온열감 평가

항목	평가				
	0 어느 쪽도 아니다	1 조금 따뜻하다	2 따듯하다	3 덥다	4 아주 덥다
전체	0 — 1 — 2 — 3 — 4				
이마	0 — 1 — 2 — 3 — 4				
가슴	0 — 1 — 2 — 3 — 4				
등	0 — 1 — 2 — 3 — 4				
팔	0 — 1 — 2 — 3 — 4				
다리	0 — 1 — 2 — 3 — 4				
손발	0 — 1 — 2 — 3 — 4				

표 9. 착용감 평가를 위한 평정 척도

항목	평가 척도	참고문헌
온열감	0 어느 쪽도 아니다 1 조금 따뜻하다 2 따뜻하다 3 덥다 4 아주 덥다	ASHRAE, 1972
습윤감	1 아주 습하다 2 습하다 3 조금 습하다 4 어느 쪽도 아니다 5 조금 건조하다 6 건조하다 7 아주 건조하다	ASHRAE , 1972
압박감	1 너무 헐겁다 2 헐겁다 3 조금 헐겁다 4 어느 쪽도 아니다 5 조금 조인다 6 조인다 7 너무 조인다	岡部和代와 山名信子, 1991
쾌적감	1 쾌적하다 2 조금 불쾌하다 3 불쾌하다 4 아주 불쾌하다	中橋美智子와 吉田敬一, 1990
촉감	1 아주 나쁘다 2 나쁘다 3 조금 나쁘다 4 어느 쪽도 아니다 5 조금 좋다 6 좋다 7 아주 좋다	정찬주와 이순원, 1988
softness	1 아주 뻣뻣하다 2 뻣뻣하다 3 조금 뻣뻣하다 4 어느 쪽도 아니다 5 조금 부드럽다 6 부드럽다 7 아주 부드럽다	
중량감	1 아주 무겁다 2 무겁다 3 조금 무겁다 4 어느 쪽도 아니다 5 조금 가볍다 6 가볍다 7 아주 가볍다	정찬주와 이순원, 1988

바와 같으며, 착용감의 7가지 하위 항목인 온열감, 습윤감, 쾌적감, 압박감, 촉감, softness, 중량감에 대해 4~7점 척도로 평가되었다(표 9).

3.3.4 의복내기후 측정 방법

서열 환경에서 작업 부하 시 방염복 착용자의 생리적 변화를 파악하기 위해 의복내기후가 조사되었다. 사용자 반응 중 생리적 반응과 주관적 착용감을 동일 실험 조건에서 비교하고자 의복내기후 측정은 주관적 착용감 실험과 병행하여 실시되었다. 의복내 온도와 습도는 휴대용 의복내기후 측정기(Thermo Recorder TR-72S, T & D Corporation, Japan)를 가슴과 등 부위에 부착하고 준비기(30분), 운동기(45분), 휴식기(15분) 동안 1분 간격으로 측정되었다.

3.4 사용자 반응 특성의 실험실 평가 결과

3.4.1 착용편이성 평가 결과

방염복에 대한 부위별 착용편이성 세부 항목(착의성, 여유성, 착의용이성, 탈의용이성, 동작용이성)에 대한 평가 결과(표 10)는 개선 대상 부위와 개선 방향을 파악할 수 있게 하였다. 착용편이성이 우수한(평가치 > 3.5) 부위로는 상의에서 어깨선(3.9), 앞품(3.8), 소매폭(3.7), 뒷품(3.7)이, 하의에서 허리둘레(3.8), 엉덩이둘레(3.8), 밑위 길이(3.7), 바지 폭(3.7)으로 나타났다. 반면, 착용편이성이 상대적으로 낮아 개선이 요구되는 부위로는 목둘레(3.0), 서스펜더(3.1), 소매길이(3.2)와 겨드랑둘레(3.3)로 나타났다. 이들 개선 대상 부위에 대한 세부 평가 내용을 분석하면, 목둘레의 경우 여유성(2.1)과 착의성(2.8)이 낮게 평가되어 목 패턴 수정을 통해 여유분을 증가시킬 필요가 있음이 파악되었다. 또한, 서스펜더는 어깨, 허리, 무릎 등 상 · 하체의 동작용이성에서 낮은 평가가 나와 재질의 신축성 측면에서 향상시킬 필요가 있음이 파악되었다. 한편, 소매길이와 겨드랑둘레는 어깨를 굽히거나 모을 때 동작용이성이 낮게 평가되어 현재의 직선형 소매 패턴을 동작용이성 측면에서 향상시킬 필요가 있음이 파악되었다.

3.4.2 착용감 평가 결과

열적 스트레스가 높은 작업 환경과 유사하게 설정된 인공기후실에서 방염복의 착용감을 평가한 결과(표 11), 현 방염복은 전반적으로 덥고(3.0), 습하며(2.1), 약간 헐거우며(3.3), 불쾌감(2.6)을 주고, 양분된 선호 촉감(4.0)을 가지며, 약간 뻣뻣하고(2.6), 조금 무거운(3.4) 것으로 파악되었다. 방염복 착용 시 신체 부위별 온열감으로 등 부위가 가장 덥다고(3.3) 평가되었고 가슴과 팔, 다리 또한 덥다고(3.0) 평가되어 의복 전반에 대해 열적 쾌적성 향상이 필요한 것

표 10. 기존 방염복의 착용편이성 평가 결과*(n=10)

의복 부의 / 착용편이성			상의								하의					
			목둘레	앞품	뒷품	어깨선	겨드랑둘레	소매길이	소매폭	상의길이	허리둘레	엉덩이둘레	밑위길이	바지길이	바지폭	서스펜더
착용편이성			2.8 (0.9)	3.8 (0.6)	3.8 (0.4)	4.1 (0.7)	3.5 (0.8)	3.4 (1.6)	3.7 (1.2)	3.5 (0.5)	2.6 (1.3)	3.2 (1.5)	3.6 (0.5)	3.2 (0.9)	3.0 (0.8)	2.9 (1.2)
여유성			2.1 (0.6)	3.7 (0.5)	3.9 (0.6)		3.5 (0.7)		3.5 (0.7)		4.6 (0.7)	4.4 (0.7)	4.1 (0.7)		3.8 (1.0)	
착의용이성			3.3 (1.2)	3.6[a] (0.5) 3.8[b] (1.1)					3.9 (0.9)		3.5[c] (0.8) 3.9[d] (0.9)				4.1 (0.7)	3.1[e] (1.1) 3.5[f] (1.1)
탈의용이성			3.8 (1.1)	4.0[a] (0.5) 4.0[b] (0.5)					3.9 (0.7)		4.2[c] (0.8) 4.2[d] (0.4)				3.8 (0.9)	3.2[e] (0.8) 3.9[f] (0.9)
동작용이성	목	폄	3.4 (0.9)													
		굽힘	3.4 (0.6)													
		비틂	3.3 (0.8)													
	어깨	폄		3.5 (0.8)	3.8 (0.6)		3.4 (1.0)	3.5 (1.0)	3.6 (0.5)	3.6 (0.7)						2.9 (0.7)
		굽힘		3.6 (0.7)	2.9 (0.9)		2.6 (0.8)	2.6 (0.8)	3.3 (0.5)	3.2 (0.9)						3.0 (0.5)
		모음		3.6 (0.7)	2.4 (0.8)		2.6 (0.8)	2.8 (1.0)	3.6 (.05)	3.6 (0.7)						2.8 (0.6)
		벌림		3.6 (0.7)	3.3 (0.8)		3.1 (0.7)	2.9 (0.9)	3.6 (0.5)	3.6 (0.5)						3.1 (0.6)
	팔꿈치	굽힘					3.3 (0.7)	3.5 (0.7)	3.2 (0.8)							
	허리	폄		3.4 (0.8)	3.9 (0.3)					3.4 (0.7)	3.8 (0.4)	4.1 (0.3)	3.4 (0.8)			2.8 (0.9)
		굽힘		3.7 (0.7)	2.9 (1.0)					3.5 (0.7)	3.9 (0.6)	3.5 (1.1)	3.2 (0.8)			2.5 (0.7)
		좌우측 구부림								3.7 (0.7)	3.9 (0.6)	3.9 (0.6)	3.5 (0.8)			3.0 (0.9)
		비틂		3.6 (0.7)	3.6 (0.7)	3.6 (0.7)										
	골반	벌림										3.9 (0.3)	3.8 (0.4)	3.8 (0.6)	3.9 (0.3)	
	무릎	굽힘									3.7 (0.5)		2.7 (0.7)	3.2 (0.9)	3.3 (1.1)	2.4 (0.5)
	동작용이성 평균		3.0	3.6	3.3	3.6	3.0	3.1	3.5	3.5	3.8	3.9	3.3	3.5	3.6	2.8
평 균			3.0	3.8	3.7	3.9	3.3	3.2	3.7	3.5	3.8	3.8	3.7	3.4	3.7	3.1

*1: 불편함, 2: 약간 불편함, 3: 보통, 4: 약간 편안함, 5: 편안함; 괄호 안은 표준편차
a: 앞여밈위치, b: 앞여밈종류, c: 허리여밈위치, d: 허리여밈종류, e: 서스펜더 길이, f: 서스펜더 여밈
음영 처리한 간: 평가치<3.0

으로 나타났다. 온열감 평가 결과와 유사하게, 방염복의 습윤감에 대해서도 전반 신체 부위에 대해 낮은 평가가 나와 의복 전반에 대해 습윤감 측면에서 개선이 필요한 것으로 파악되었다.

한편, 방염복의 압박감에 대한 신체 부위별 평가 결과는 방염복이 너무 헐겁거나 조이지 않는 것으로 나타났다. 온열감, 습윤감, 압박감에 대한 종합적 평가인 쾌적감 평가는 '조금 불쾌(2)'와 '불쾌(3)' 사이인 2.6으로 나타났으며, 이들 관련 결과를 종합하면 방염복의 쾌적감 향상을 위해서는 온열감과 습윤감을 향상시키기 위해 현재 방염복의 통기성을 개선시킬 필요가 있음이 파악되었다. 마지막으로, 방염복의 재질적 측면에 대한 평가는 촉감에 대해 양분된 선호도 결과(4.0)를 보였으며, softness에 대해 '조금 뻣뻣하다(3)'에 근접하게(2.6) 나타났으며, 중량감에 대해 '조금 무겁다

표 11. 기존 방염복의 착용감 평가 결과*(n=10)

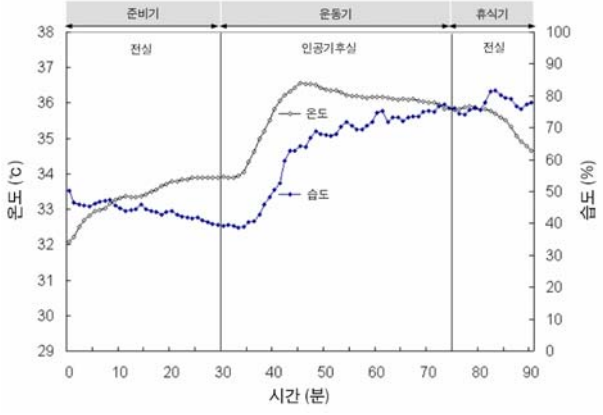
착용감 \ 인체 부위	전반적 평가	이마	가슴	등	팔	다리	손발	목둘레	어깨	복부	허리	둔부
온열감 (0: 어느 쪽도 아니다 ~ 4: 아주 덥다)	3.0 (0.0)	3.0* (0.8)	3.0 (0.8)	3.3 (0.5)	3.0 (0.6)	3.0 (0.6)	2.0 (0.6)					
습윤감 (1: 아주 습하다 ~ 7: 아주 건조하다)	2.1 (0.4)	1.7 (0.8)	2.0 (0.8)	2.1 (1.1)	2.1 (0.7)	2.1 (0.9)	2.7 (0.5)					
압박감 (1: 너무 헐겁다 ~ 7: 너무 조인다)								4.3 (0.5)	4.4 (0.5)	2.6 (0.5)	2.3 (0.8)	2.7 (0.5)
쾌적감 (1: 쾌적하다 ~ 4: 아주 불쾌하다)	2.6 (0.5)											
촉감 (1: 아주 나쁘다 ~ 7: 아주 좋다)	4.0 (0.8)											
Softness (1: 아주 뻣뻣하다 ~ 7: 아주 부드럽다)	2.6 (0.5)											
중량감 (1: 아주 무겁다 ~ 7: 아주 가볍다)	3.4 (0.8)											

* 괄호 안은 표준편차

(3)'에 가까운 것으로(3.4)로 나타났다. 이들 방염복의 재질에 대한 평가 결과는 화염에 대한 보호를 위해 두꺼운 직물 위에 방염처리를 부가한 특성으로 인해 일반 의복에 비해 뻣뻣하고 무거운 단점이 있음을 보여 준다.

3.4.3 의복내기후 변화

의복내기후 변화를 분석한 결과, 방염복 착용 상태에서 운동 전에 비해 운동기와 휴식기에서 의복내 온 · 습도가 현저하게 상승됨이 파악되었다(그림 5). 구간별 의복내 평균 온도는 33.4℃, 35.8℃, 35.5℃(최대 변화 폭 = 4.46℃)로, 평균 상대 습도는 43.9%, 64.1%, 77.6%(최대 변화 폭 = 43.2%)로 변화되었다.



	준비기(30분)	운동기(45분)	휴식기(15분)
환경 조건	전실 25℃, 50%	인공기후실 35℃, 45%	전실 25℃, 50%
의복내온도	33.4℃	35.8℃	35.5℃
의복내습도	43.9%	64.1%	77.6%

그림 5. 의복내기후 변화

3.5 개선 항목 종합

사용자 설문 조사와 실험실 평가를 통해 파악된 개선 요구 사항은 표 12에 종합적으로 정리되었다. 총 11가지 개선 요구 사항 중 대부분이 사용자를 대상으로 한 설문 조사에 의해 파악되었으며, 의복 부위별 착용편이성과 착용감에 불편을 주는 구체적 개선 요구 사항이 실험실 평가를 통해 추가 파악되었다.

표 12. 현 방염복의 개선 요구 사항 종합

패턴 요소 \ 개선 요구 사항		설문 조사	실험실 평가	
			착용편이성	착용감
사이즈		치수체계의 다양화		
형태	디테일		겨드랑둘레의 동작용이성	
		통기성		온열감, 습윤감
		팔꿈치, 무릎 부위 동작성		
		손목 둘레 사이즈		
		목 부위 마찰	목둘레 여유성	
		안주머니 위치 조정		
	트리밍	서스펜더 신축성, 서스펜더 길이 조절	서스펜더 관련 동작용이성	
		허리 여밈 방식		
		바지단 너비 조절		
		상의 여밈 방식 대체		

4. 토 의

본 연구에서는 기능성 의복의 특성을 종합적이고 체계적으로 분석하고자 인간공학적 평가 체계를 정립하고 방염복 평가에 적용함으로써 의복의 체계적 분석이 설계의 개선에 유용함이 파악되었다. 제안된 인간공학적 의복 분석 체계는 기능성 의복의 평가에 활용되어 온 다양한 항목들을 취합 분류하여 4개 부문(의복 설계 특성, 사용자 특성, 작업 및 환경 특성, 사용자 반응 특성)으로 체계화하였다. 본 체계는 타 기능성 의복 평가 시 적합한 항목 선정에 유용한 참고 자료가 되며, 종합적이고 세부적인 의복 평가를 통해 의복의 문제점을 체계적으로 분석하는 장점이 있다.

사용자 반응 특성 평가를 위해 의복 설계 요소와 인간공학적 평가 요소 간의 연관성 분석을 근거로 개발된 설문지는 각 요소들 간의 인과 관계 추론을 가능하게 하여 의복의 설계 문제점을 구체적이고 종합적으로 파악하는데 유효하였다. 기존 연구는 다양한 인간공학적 기법을 의복 평가에 적용하였으나 의복 설계 요소와 인간공학적 평가 요소 간의 연관성을 체계적으로 분석하지 않아, 평가 결과를 토대로 의복 설계 요소별 개선점 도출보다는 선호되는 의복 설계 선정에 국한되었다. 예를 들어, Havenith and Heus(2004)는 다양한 형태의 소방복 7종에 따라 착용자의 피복 생리 반응과 주관적 반응(착탈의, 맞음새, 쾌적성)을 비교하여 선호되는 의복 형태를 파악하는데 국한되었다. 또한, Huck et al.(1997)은 의복 여유량의 배치 부위에 따른 동작성을 ROM과 주관적 평가로 파악함으로써 단일 설계 요소에 따른 인간공학적 효과를 분석하였으나, 전반적인 측면에서 의복 설계 요소-인간공학적 평가 요소 간 관계 분석을 토대로 의복 평가를 하지는 않았다. 반면, 본 연구는 의복 설계 요소-평가 요소 간 연관성 분석을 시도함으로써 의복 설계의 문제점 발견 및 실질적으로 반영 가능한 개선점 도출 효과가 있으며, 의복 설계 요소-평가 요소 간 연관성 분석 결과는 평가 설문 시 의복 부위별로 관련 평가 항목만으로 한정함으로써 효율적인 설문 진행에 유효하였다.

방염복을 착용하는 산업 작업자들을 대상으로 개발된 설문지(부록 1 참조)는 설문 문항을 시각화하여 신속한 응답 확보에 용이하고 기능성 의복의 사용 특성 정보 획득에 유용한 것으로 파악되었다. 시각화된 인체 모델을 적용한 설문지는 사용 빈도가 높은 부위, 불편 부위, 부자연스러운 자세 부위 및 동작 최대 수준에 대한 정보를 작업자가 쉽고 신속하게(<10분) 제공하는데 유용하였다. 또한, 신체 부위별 동작 차원과 ROM별로 세분화 되어 개발된 설문 문항은 폭넓은 동작 특성을 반영하므로 다양한 기능성 의복의 사용 특성 파악에 적용될 수 있다.

본 연구에서 기능성 의복에 대한 사용자 설문 조사와 실험실 평가를 병행하여 수행된 인간공학적 평가는 의복의 개선 대상 도출에 있어 상호 보완 효과가 있었다. 의복 착용 경험을 통해 사용자들이 갖고 있는 개선 요구 사항에 대한 조사는 짧은 시간 안에 의복의 전반적 설계 부문(패턴, 소재, 색상)에 대한 문제점을 파악할 수 있다는 장점이 있었다. 반면, 실험실 평가는 시간이 많이 소요되는 단점이 있으나 설정된 평가 측면에 대해 심층적으로 분석하여 문제점을 파악하므로 의복 설계 요소에 대해 사용자가 쉽게 제기할 수 없는 문제점 파악(예: 겨드랑둘레의 동작용이성)에 유효하였다. 이러한 양방향적 접근은 의복 설계 문제에 대해 종합적이고 분석적으로 파악하는데 상호 보완 효과가 있었다.

추후 연구로는 기능성 의복의 인간공학적 평가 체계를 통해 도출된 개선 요구 사항을 반영하여 개선 전 후 방염복에 대한 정량적인 비교를 실시함으로써 평가 체계의 효용성의 검증이 필요하다. 추후 연구를 통해 개선 선정 항목별 구현 가능한 대안 제안, 최적의 대안 선정, 그리고 개선 효과의 정량적 분석 과정을 통해 인간공학적 평가 체계의 적용 가능성과 효용성이 구체적으로 입증되어 다양한 종류의 기능성 의복 평가에 일반적 평가 틀로서 활용될 것이다.

참고 문헌

이순원, 조성교, 최정화, *의복과 환경*, 한국방송통신대학교출판부, 2002.

이윤정, 정찬주, 정재은, 고청정 작업 환경에서 방진복 디자인이 인체 생리 반응에 미치는 영향, *한국의류학회지*, 26(6), 811-820, 2002.

정찬주, 이순원, 면과 폴리에스테르의 혼방비율에 따른 착용감에 관한 연구, *한국의류학회지*, 12(3), 285-294, 1988.

최혜선, 손부현, 도월희, 김은경, 강여선, *테크니컬 웨어 설계*, 수학사, 2003.

행정자치부, *소방법 시행령 제 11조 3항*(일부개정 2002. 3. 30 대통령령 제 17558호). Retrieved Jan 5, 2007 from http://www.mogaha.go.kr/

岡部和代, 山名信子, デイスーツ着用による寸法變化と壓迫感, *日本纖維製品消費科學誌*, 32(2), 72-78, 1991.

中橋美智子, 吉田敬一, *新しい衣服衛生*, 南江堂, 東京, 1990.

ASHRAE, *ASHRAE Handbook of Fundamentals*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, New York, 1972.

Baker, S. J., Grice, J., Roby, L. and Matthews, C., Cardiorespiratory and thermoregulatory response of working in fire-fighter protective clothing in a temperate environment, *Ergonomics*, 43(9), 1350-1358, 2000.

Bellingar, T. A. and Slocum, A. C., Effect of protective gloves on hand

movement: an exploratory study, *Applied Ergonomics*, 24(4), 244-250, 1993.

Black, S., Kapsali, V., Bougourd, J. and Geesin, F., Fashion and function-factors affecting the design and use of protective clothing, In R. A. Scott(Ed), *Textiles for Protection*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2005.

Brown, P., Ready-To Wear Apparel Analysis, Macmillan Publishing Co., 1992.

Faerevik, H. and Reinertsen, R. E., Effects of wearing aircrew protective clothing on physiological and cognitive responses under various ambient conditions, *Ergonomics*, 46(8), 780-799, 2003.

Havenith, G. and Heus, R., A test battery related to ergonomics of protective clothing, *Applied Ergonomics*, 35, 3-20, 2004.

Huck, J., Maganga, O. and Kim, Y., Protective overalls: evaluation of garment design and fit, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 9(1), 45-61, 1997.

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

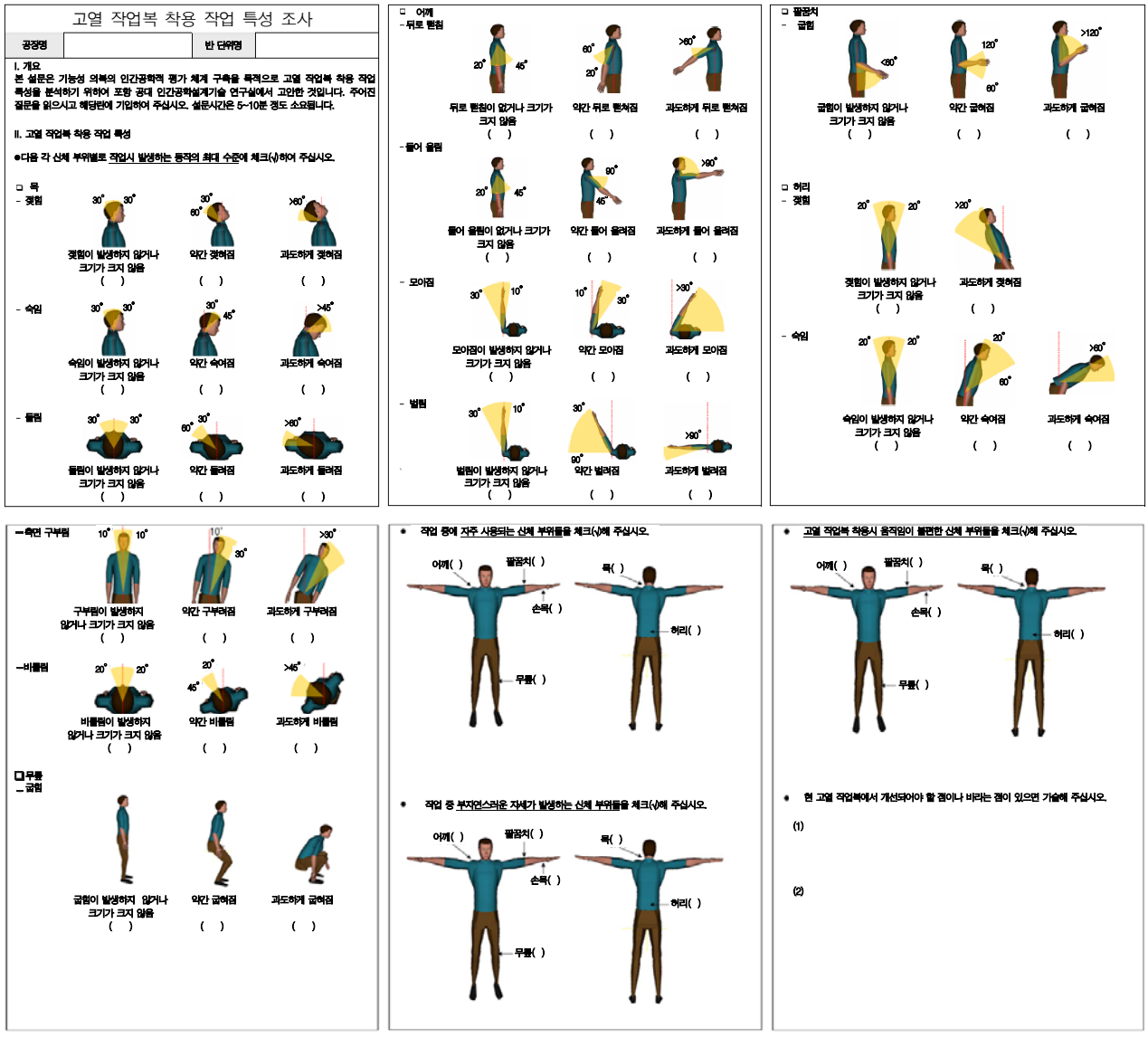
McLellan, T. M. and Selkirk, G. A., Heat stress while wearing long pants or shorts under firefighting protective clothing, *Ergonomics*, 47(1), 75-90, 2004.

Merkel, R. S., *Textile Product Serviceability*, Prentice Hall, 1991.

Rosenblad-Wallin, E., User-oriented product development applied to functional clothing design, *Applied Ergonomics*, 16(4), 279-287, 1985.

Watkins, S. M., Clothing: the Portable Environment. 2nd Ed., Iowa State University Press, 1995.

부록 1. 작업 특성 조사를 위한 설문



◐저자 소개◑

❖ 조 자 영 ❖ cjy5104@empal.com
연세대학교 의류환경학 박사
현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 박사후연구원
관심분야: 피복과학, 감성의류설계, 스마트의류

❖ 정 정 림 ❖ jrjeong@knu.ac.kr
경북대학교 의류학과 석사
현 재: 경북대학교 의류학과 박사과정
관심분야: 피복환경학, 피복인간공학, 의복구성학

❖ 연 수 민 ❖ fdyeon@yahoo.co.kr
경북대학교 의류학과 석사
현 재: 경북대학교 의류학과 연구원
관심분야: 피복환경학, 피복인간공학, 의복구성학

❖ 장 준 호 ❖ junozard@postech.ac.kr
성균관대학교 시스템경영공학부 학사
현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 석사과정
관심분야: 인간공학적 제품설계, 사용자 중심의 제품설계

❖ 유 희 천 ❖ hcyou@postech.ac.kr
미국 펜실바니아 주립대학교 산업공학과 박사
현 재: 포항공과대학교 산업경영공학과 부교수
관심분야: 인간공학적 제품설계 기술, 사용자 중심의 제품설계, 가상 환경 기반 인간공학적 제품 설계 및 평가, 사용성 공학, 근골격계질환 예방 및 통제

❖ 김 희 은 ❖ hekim@knu.ac.kr
일본 나라여자대학교 생활환경학과 박사
현 재: 경북대학교 의류학과 교수
관심분야: 피복환경학, 피복인간공학, 피복설계학

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2007년 02월 24일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2007년 05월 01일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2007년 05월 04일