

## 반도체 산업환경에서의 방진복 디자인의 개발 Development of Cleanroom Garment Design in Semiconductor Industrial Environment

münster 대학 섬유디자인과, 신구대학 산업디자인계열 패션디자인 전공, 인포패션컨설팅  
이 윤정·정찬주·정재은

münster University, Textile Design, Shingu Collage, Fashion Design, Info Fashion Consulting  
**Yun-jung Lee, Chanjoo Chung, JaeEun Jung**  
(2001. 9. 20 접수)

### Abstract

Based upon literature survey and questionnaire survey, this research tries to develop four new Cleanroom Garment in semiconductor industrial environment. The designs emphasize to minimize workers discomfort so that they can not only cover human body fully but also reduce dust as much as possible during work hour in clean room. The new designs characteristics and results from both function test and dust emission test are as follows:

1. In order to reduce dust-emission, we develop new designs with hood, kimono sleeve, and back zipper. The designs with hood face positive test results in term of motion suitability and dust-emission. The design with seam in front, in particular, is effective to control dust-emission.

2. For the purpose of reducing dust-emission, we also emphasize to minimize ease of dust-proof wear, with reference to previous research and clothing experiment.

The experiment participants report that the new wears are not so comfortable as existing ones, but they accept the new wears positive as effective in reducing dust-emission owing to reduced ease of Cleanroom Garment and sleeves.

3. Also to reduce dust-emission in inner wear, we put inner wear in both Cleanroom Garments and inner wear, resulting to remove discomfort of wearers when changing clothes and of tight waist due to inner-trousers.

4. We develop new designs with elastic bands in both waist through the side lines and with velcro only at the back side. To remove twist in front contributes to reduce emission arising out of friction, also to free the appearance minding woman workers from worrying about exposed stomach.

The new designs need to be accepted as a valuable alternative of Cleanroom Garment, in that they are highly effective to reduce dust-emission, which is the most important factor in the wear, in spite of some drawbacks in terms of motion-suitability, ease and appearance as shown in wearing test.

**Key words:** Cleanroom Garments, to reduce dust-emission, motion-suitability, to minimize ease, function test and dust emission test; 방진복, 분진발생 감소, 동작적합성, 여유량 최소화, 기능실험과 분진발생실험

### I. 서 론

고도의 정밀함을 요구하는 산업분야, 이 중에서도

특히 반도체 분야에서는 품질의 특성상 청정도가 높은 클린룸 환경에서의 작업이 필수적이며, 작업자들의 모발과 피부, 작업복 등 제품 이외에 모든 주변 환경에서 먼지나 미생물에 의하여 오염되는 것을 방지하

는 것이 중요하다.<sup>1)</sup> 특히, 클린룸에서의 환경오염원 중 작업자로부터의 오염이 30~40%를 차지하므로<sup>2)</sup> 작업자들의 방진복은 생산 효율을 높이기 위해 중요한 요소 중 하나이다.

방진복의 우선, 작업자로부터 발생되는 오염을 최소화하여 고정정 환경을 유지하고 제품의 불량을 최소화하는 기능을 가져야 한다. 이를 위해서는 첫째, 소재 자체의 발진성이 적어야 하며 둘째, 먼지의 부착을 막기 위해 대전 방지성이 우수해야 한다. 세째 인체에서 발생되는 표피탈락물을 공기 중으로 통과시키지 않아야 하며, 넷째, 세탁을 자주하므로 세탁에 의해 내구성이 저하되지 않아야 한다. 마지막으로, 통기성 및 투습성을 보완해야 한다. 반도체 산업에서는 분진발생률이 적어야 하므로 통기성이나 투습성이 낮은 소재들이 주로 사용되어 왔으나 최근에는 작업자들의 착용감을 높여주기 위하여 통기성과 투습성을 개선해 주도록 하는 일이 필요하다<sup>3-5)</sup>.

방진복은 소재의 중요성 이외에도, 작업시 발생하는 분진을 줄이고 활동시 안락감과 편안함을 주어 작업능률을 증가시키기 위한 디자인이 매우 중요하다. 방진복은 일정한 환경에서 장시간 착용하는 옷이므로 작업시 안락감을 주고 피로를 경감시킬 수 있도록, 신체의 움직임에 따라 편안하고 행동범위를 제한하지 않는 옷의 길이, 폭, 소매 및 여유분 등 인간공학적인 면에서의 동작 적합성<sup>6)</sup>을 갖도록 적절한 여유분이 포함된 디자인을 개발하는 것이 중요하다.

따라서, 본 연구는 설문조사를 통해 현 방진복에 대한 불만 요소를 파악하고, 분진방출을 최소화하고 작업시 안락감과 편안함을 주어 작업능률을 증가시키며, 인간공학적인 면에서 동작적합성을 갖는 방진복 디자인을 개발하는데 그 목적을 두고 있다.

## II. 이론적 배경

### 1. 여유량 설정

인체동작으로 인하여 피부면은 신축되며 피부와 접촉되어 있는 의복도 인체동작에 대응하려는 방향으로 함께 움직이게 되므로, 비탄력적인 직물로 구성된 의복은 '동작적응성'이라는 개념이 요구된다. 의복의 동

작적응성은 인체가 동작시 압박감이 없이 부드럽게 움직일 수 있도록 하며 운동 및 작업에 맞는 기능성을 갖추는 것<sup>7)</sup>을 말한다.

의복설계에서 동작기능성이 소홀히 취급되면 동작의 진행에 따라 관련 부위의 피로도가 증가되며, 작업 수행능력이 제한되는 경우가 많다. 특히 반복적인 동작이 장시간 지속되는 작업의 경우에는 작업 자체로 인한 피로 현상이 부가되며 의복의 구속감에 의한 피로가 가중된다. 그러므로 기능복, 특히 장시간 근무하는 작업활동이나 사지의 동작 범위가 큰 운동복의 설계 등에서 동작기능성을 주기 위해 여유량 설정이 중요하게 다루어져야 하며<sup>8)</sup>, 또한 여유량이 필요한 부위를 찾아 각 부위마다 심미적인 외관을 해치지 않는 최소의 여유량을 설정하는 것도 중요하다<sup>9)</sup>. 이러한 이유 때문에 동작에 따라 외관과 기능을 만족시키는 의복 설계에 관한 연구가 많이 이루어져 있다. 선행연구를 통하여 허리동작, 팔동작(어깨관절 동작 및 팔꿈치관절 동작), 및 다리동작(엉덩관절 동작, 무릎관절 동작)에 따른 신체의 체표변화를 살펴보고 이를 토대로 의복설계시 필요한 여유량을 살펴보면 다음과 같다.

팔과 몸통의 체표변화에 대한 선행연구<sup>10-17)</sup> 결과에서, 팔동작에 따라서 겨드랑밀媪팔둘레 및 팔꿈치둘레, 안소매길이는 크게 신장하고, 팔꿈치동작에 따라서 겨드랑밀媪팔둘레 및 팔꿈치둘레의 신장이 크며 소매길이가 크게 신장함을 알 수 있다. 또한, 팔, 허리동작에 따라 등길이는 큰 변화를 나타내지 않은 반면, 옆선은 현저하게 변화함을 알 수 있으며 어깨길이와 앞면의 가로선 길이는 대부분 수축하고 이에 반해 뒷면은 동작이 클수록 크게 신장함을 알 수 있다. 하반신의 체표변화에 대한 선행연구<sup>18-23)</sup> 결과에서 엉덩관절, 무릎관절동작에 따른 체표면의 신장은 가로방향으로 엉덩이둘레, 무릎둘레에서 가장 크고, 세로방향으로는 허리뒷중심-볼기고랑길이\*에서 가장 큰 것을 알 수 있다.

이상의 선행 연구를 기초로 하여 동작에 따른 의복설계시의 최소 필요 여유량을 설정해 보면 <표 1>과 같다.

\* 측정방법: 뒤정중선상에서 허리뒤중심에서 불기고랑까지의 피부에 연한 길이

〈표 1〉 동작에 따른 최소 필요 치수

항 목	기준자세 평균(cm)		신장률 (%)	동작시 신장량 (cm)	최소필요치수 (cm)
	남자	여자			
가슴둘레	90.6	82.2	4.0	3.6	94.2
허리둘레	80.1	65.3	5.0	4.0	84.1
앞풀	36.1	31.5	8.5	3.1	39.2
어깨 끝점 사이 길이	41.2	39.0	1.4	0.6	41.8
뒷풀	38.1	37.1	16.9	6.4	44.5
옆선	20.7	23.3	68.0	15.9	39.2
등길이	46.0	41.3	6.3	2.9	48.9
진동둘레	42.2	35.5	14.3	2.0	44.2
겨드랑밀윗팔둘레	30.6	27.0	28.4	8.7	39.3
팔꿈치둘레	—	22.5	35.3	8.0	30.5
손목둘레	16.9	15.1	4.7	0.8	17.6
소매길이	56.8	49.7	11.6	6.6	63.4
안소매길이	44.7	41.3	15.2	6.8	51.5
엉덩이둘레	92.9	89.7	8.0	7.4	100.3
허벅지둘레	52.2	52.9	13.0	6.9	59.8
무릎둘레	36.6	35.4	16.0	5.9	42.5
발목둘레	25.6	22.8	4.0	1.0	26.6
뒤허리중심불기고량길이	—	22.4	29.7	6.7	29.1

남자 자료 : 김<sup>20)</sup> 19~27세 자료.여자 자료 : 국민표준체위조사보고서<sup>25)</sup> 18~24세의 자료.

## 2. 소매 디자인의 결정

소매는 디자인에 따라 미적인 면을 강조할 수도 기능성을 부여할 수도 있다. 작업복 디자인 시 그 작업의 종류에 따라 선택되는 소매가 다른데, 기능성을 부여하는 소매 종류로는 셀인 소매와 기모노소매를 고려 할 수 있다.

셀인 소매의 경우 기능성을 부여하기 위해서는 소매 산 길이를 낮추는 것이 중요하다. 소매 산 길이는 동작 각도의 증가에 따라 감소를 보이며 최대 32%의 수축율을 보여 활동성이 큰 의복일 경우 기본원형에 비해 소매 산의 길이가 3~4cm 낮아야 한다<sup>26)</sup>.

기모노 소매는 길과 소매가 한 장으로 마름질되는 간편한 구성법이며 입었을 때 어깨선에서 소매에 이르기까지 부드러운 곡선미를 표현하는 장점을 가지고 있으나 활동성과 외관상 군주름이 생기는 문제점이 있다<sup>27)</sup>. 이를 보완하기 위해서는 소매각도를 기울여 주면서 고켓을 삽입하는 방법이 가장 적절하다<sup>28), 29)</sup>. 또한 김<sup>30)</sup>의 기모노 소매 패턴에 대한 외관과 기능검사 결

과, 소매산 각도와 가슴둘레, 소매폭의 여유량 중에서 소매폭의 여유량이 가장 소매의 외관과 기능에 큰 영향을 미치며, 가슴둘레와 소매폭의 여유량에 따라 겹쳐지는 양이 소매산 각도를 결정하는데 큰 요인으로 작용하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 기모노 소매 패턴 제작시 고켓을 삽입하였으며 소매산 각도보다는 가슴둘레와 소매폭의 여유량에 의해 겹침량을 결정하였다.

## III. 연구방법 및 절차

### 1. 설문지 조사

설문지 조사는 S 전자 반도체 공장 직원 100명을 대상으로 하였으며, 설문지 100부 중 84부(남자 24명, 여자 60명)를 회수하였다.

설문지는 방진복에 대한 문항으로 인구통계학적 특성(성별, 연령, 키, 몸무게, 방진복 착용기간, 소속부서, 작업의 종류), 맞음새, 동작적합성, 미적인 면, 모자 및 마스크, 속옷, 지퍼 위치와 길이, 기타 불편한 점이나요

구사항 등 총 38항목으로 구성되었다.

평가는 각각의 설문지 항목에 대해 리커트 척도의 2점, 3점, 4점 평정척도를 사용하여 판정하게 하였다. 2점 척도에서는 '그렇다'를 2점, '그렇지 않다'를 1점으로, 3점 척도에서는 '크다'를 3점, '작다'를 1점으로, 5점 척도에서는 '매우 좋다'를 5점, '매우 나쁘다'를 1점으로 환산하여 통계처리에 사용하였다. 측정된 자료는 SPSS for windows를 사용하여 통계 처리하였다.

## 2. 방진복 디자인 개발

방진복 디자인 개발을 위한 기본 원형은 남·이<sup>31)</sup>의 남자 셔츠원형과 바지원형을 기초로 하였으며 신체치수는 19~21세 남성의 치수<sup>32)</sup>를 사용하였다.

방진복 기본 패턴을 기초로 4종류의 방진복 디자인을 개발하였다.

## 3. 관능검사 및 분진발생 실험

개발된 방진복 디자인의 실제 클린룸 환경에서의 활용 가능성을 확인하기 위하여 개발된 4종류의 방진복 디자인과 기존 디자인으로 실험복을 제작하여 동작적합성 및 외관에 대한 관능검사와 분진 발생 실험을 실시하였다. 실험복 소재는 S 전자에서 제공 받은 방진복 소재로 하였으며, 붕제 후 바느질 땀 부분에 심실리(Seam Sealing) 처리를 하였다. 기존 디자인은 현재 S 반도체 공장에서 착용하는 디자인으로 하였다.

### 1) 동작 적합성 및 외관에 대한 관능검사

동작 적합성에 대한 관능검사의 검사자는 남자 대학생 2명으로 신체적 특징은 <표 2>와 같다. 검사자에게 6종류의 실험복을 착용시킨 후, 직립시 각 부위의 여유량에 대하여 평가하게 하였으며 다음으로, 8가지 동작을 행하게 하여 각각의 동작시 편안함 정도를 평가하게 하였다. 직립시 각 부위에 대한 여유량 평가는 5점 평정척도를 사용하여 판정하였으며, '매우 편하다'를 5점, '매우 불편하다'를 1점으로 환산하여 통계처리에 사용하였다. 또한, 동작적합성 점수는 7점 평정척도를 사용하여 판정하게 하였으며, '매우 편하다'를 7점, '매우 불편하다'를 1점으로 환산하여 통계처리에 사용하였다.

외관에 대한 관능검사의 검사자로서 의복원형에 대

<표 2> 검사자의 신체적 특성

항 목	피험자	
	CM	KJ
나이(세)	20	20
키(cm)	167.8	172.7
몸무게(kg)	62.0	68.1

하여 전문지식이 있으며 의복제작의 경험이 있는 의류학과 대학원생 6명을 선정하였다. 피험자는 동작 적합성에 대한 관능검사의 검사자와 동일한 2명으로 하였으며 2명의 피험자에게 각각 6종의 실험복을 임의로 선택하게 하여 무순으로 착용하게 하고 검사자가 외관을 판정할 수 있도록 동작을 취하였다. 검사항목은 최<sup>33)</sup>, 박<sup>34)</sup>, 구<sup>35)</sup>, 이<sup>36)</sup>이 사용한 방법을 참고로 하여 설정하였는데, 전면에 대한 14항목, 소매에 대한 4개항목, 옆면에 대한 2항목, 후면에 대한 8항목, 전체에 대한 1항목, 후드에 대한 1항목 등 총 30개 항목으로 구성하였다. 평가는 각각의 검사항목에 대해서 7점 평정척도를 사용하여 판정하게 하였으며 '매우 좋다'를 7점, '매우 나쁘다'를 1점으로 환산하여 통계처리에 사용하였다.

실험복간의 동작적합성을 비교하기 위하여 각 항목별 평균과 표준편차 분석을 실시하였고 외관 관능검사 결과를 비교하기 위하여 각 항목별 평균, 표준편차를 구하였으며 일원분산분석과 던컨의 다중비교(Duncan's Multiple Range Test)를 실시하였다. 측정된 자료는 SPSS for windows를 사용하여 통계 처리하였다.

### 2) 분진 발생 실험

개발된 4종류의 디자인과 현재 S반도체 공장에서 착용하고 있는 기존 디자인으로 제작한 방진복을 착용하고 분진발생을 비교하였다.

피험자는 반도체 생산라인에서 일하고 있는 4명으로, 피험자들에게 실험복을 착용시킨 후 아래의 5가지 방법으로 상단, 하단 및 전체에서 방출된 분진의 입자수를 4회 측정하여 평균하였다.

① Normal: 정지상태로 직립하고 있을 때 방출된 입

자수를 상단과 하단에서 측정.

② Type A: 1회/sec의 속도로 팔운동할 때 방출된 입

자수를 상단과 하단에서 측정.

- ③ Type B: 재봉선을 touch할 때 방출된 입자수를 상단과 하단에서 측정.
- ④ Type C: 가슴-허리-다리를 양손으로 touch할 때 방출된 입자수를 상단과 하단에서 측정.
- ⑤ Type D: '일어섰다 앉았다'를 반복할 때 방출된 입자수를 상단과 하단에서 측정.

## IV. 연구결과 및 고찰

### 1. 설문지 분석 결과

설문지에 응한 응답자들의 연령은 남녀 모두 평균 19.6세이고, 키는 남자 평균 172.8cm, 여자 평균 160.7cm이며, 몸무게는 남자 평균 62.0kg, 여자 평균 49.6kg이다. 1일 작업시간은 평균 8시간이며, 방진복 착용기간은 평균 18개월이었다.

동작적합성, 맞음새, 미적인 면, 모자 및 마스크에 대한 설문지 조사 결과는 다음과 같다. 동작적합성은 5점 척도로 측정하였는데, 1점이 '매우 나쁘다', 5점이 '매우 좋다'를 나타낸다.

동작적합성에서는 목부분이 당긴다는 불만이 가장 많았으며(표 3), 맞음새에 있어서는 대부분의 응답자들이 의복 각 부위에 대하여 크기가 적당하고 응답하였으나, 15명이상이 허벅지둘레, 등길이, 밑위길이가 크다고 응답하였고, 14명 이상이 허리둘레, 발목둘레, 손목둘레가 작다고 하였다(표 4). 따라서 이 부위에 대한 고려가 요구된다고 할 수 있다. 또한 '허리 고무줄이 전체적으로 들어가 몸매를 나타냄'이라는 문항에 대하여 응답자 중 64%(52명)가 싫다고 응답하였으며(표 5), 모자의 답답함, 마스크 사이즈, 마스크 착용시의 호흡으로 인한 습함 등에서 큰 불만을 나타내었다.

기타 의견으로 상의의 길이에 대한 불평 등 방진복의 형태 및 사이즈 체계에 대하여 불만을 나타내었으며, 허리 밴드 부분을 비롯한 고무줄 부위의 조임을 호소하였다. 또한 방진복 착용시 속옷이 비치는 것에 대해서 불만을 나타내었다.

### 2. 방진복 디자인의 개발

#### 1) 방진복 기본 원형의 설정

기본 원형을 이용하여 기모노 소매 패턴은 다음과

〈표 3〉동작적합성

항목	평균	표준편차
목부분의 당김	2.45	0.97
겨드랑이 부분이 당김	2.94	0.95
팔꿈치 부분의 당김	3.35	0.79
바지밑의 당김	2.93	0.93
착탈시 불편함	2.60	0.90
길이와 품에 대한 맞음새	2.73	0.88

〈표 4〉맞음새

항목	인원수	작다	적당하다	크다
목둘레	7 명	70 명	7 명	
가슴둘레	2 명	72 명	10 명	
허리둘레	14 명	63 명	7 명	
엉덩이둘레	8 명	66 명	10 명	
허벅지둘레	1 명	63 명	19 명	
발목둘레	15 명	64 명	4 명	
소매통	5 명	70 명	8 명	
손목둘레	20 명	57 명	3 명	
등길이	5 명	62 명	15 명	
밑위길이	5 명	57 명	20 명	

〈표 5〉미적인 면

항목	인원수(%)	싫다	좋다
허리고무줄이 전체적으로 들어가 몸매를 나타냄	52 명 (64.2 %)	29 명 (34.5 %)	
디자인의 남녀 차	51 명 (60.7 %)	30 명 (35.7 %)	

같이 제도하였다.

- ① 기모노 소매는 어깨끝점에서 길과 소매가 2cm 겹치도록 한다.
- ② 기모노 소매 각도는 13°이다. 기모노 소매의 대표적인 경사각도는 20°, 32°, 45°인데, 방진복의 패턴은 뒷소매가 연결되고, 기능성의 부가를 위하여, 각도를 조정하였다.
- ③ 절개위치는 길과 소매폭이 겹쳐지는 부분으로서 고켓이 삽입되는 곳인데, 그 절개선의 길이를 11cm로 하였고, 그 방향은 길과 소매의 겹침부위를 이등분하는 선상에 오도록 조정하였다. 고켓

의 폭과 길이는 13.1cm × 17.1cm로 하였다.

후드는 Armstrong<sup>37)</sup>의 패턴을 기초로 하였으며 운동 랑을 고려한 예비 착의 실험 결과 길이는 2cm, 폭은 5cm 넓혀 제작하였다. 예비 착의 실험을 통하여, 다양한 폭과 길이의 후드에 대하여 고개의 돌림, 굽힘, 젖힘의 동작에서의 동작 적합성에 대하여 평가한 결과 길이가 2cm, 폭을 5cm 넓혔을 때 동작에 적절하였다.

하의는 남·이<sup>38)</sup> 원형을 기초로 하여, 다음과 같이 제도하였다.

- ① 동작에 따라 체표면 신축에 대응하는 길이 여유분을 주기 위하여 밑위앞뒤길이를 4cm 벌여 주었다. 박<sup>39)</sup>은 밑위앞뒤길이에 여유량의 크기를 달리 한 7종의 슬랙스에 대한 외관과 기능성 검사를 실시하였는데, 그 결과 기능성이 중요한 작업복의 밑위앞뒤길이 부위 적정 여유분은 3.3cm라고 하였다. 따라서 후드부착 분량을 고려하여 밑위앞뒤길이의 여유량을 4cm로 정하였다.
- ② 하의의 허리선 부분의 여유분을 증가시키면 기능성이 향상되므로, 허리선에 신축을 좋게 하는 고무밴드를 부착하였다.

## 2) 방진복 디자인의 개념 및 형태적 특징

분진방출의 최소화를 위해 방진복의 여유분을 줄여 몸에 밀착시키고, 설문조사를 통하여 현 방진복에 대한 불만 요소를 반영하였으며, 착용자들이 자신의 일에 대한 긍지를 가질 수 있도록 디자인하였다.

디자인 과정은 다음과 같다.

- ① Coverall style과 Separate style 두 종류로 분류하여, 부분적으로 디자인을 달리 하였다.
- ② 작업시 생리적으로 쾌적감을 느끼고 신체에 적합하도록 하였다.
- ③ 작업시 인간공학적인 측면을 고려하여 동작이 용이한 디자인을 하였다. 후드 부착시 목부분의 활동성 증가를 위해 립조직의 스판덱스를 부착시켰고, 동작이 많은 겨드랑이, 허리부분에도 고무밴드와 립조직의 스판덱스를 부착하였으며, 엉덩이 부분과 팔 부위에 동작적 합성을 고려하여 활동성을 증가시켰다.
- ④ 분진방출을 차단하기 위해 바느질땀 부분에

seam sealing을 하였다. 또한 손목과 목부분의 밴드 길이를 증가시켜 개구를 통한 분진방출을 감소시켰다.

- ⑤ 작업시 발생하는 정전기를 줄이고, 마찰면적을 최대한으로 줄이는 디자인을 하였다.

이상의 개념을 적용시켜 다음과 같은 형태로 디자인하였다.

- ① 후드를 상의와 부착시켰다. 이를 통해 후드와 상의가 겹쳐져 생기는 동작의 불편함과 상의 목부분을 통한 분진방출을 줄이고, 착탈을 용이하게 하였으며 후드의 부착 때문에 목둘레선을 아래로 내릴 수 있어 목동작의 활동성을 높였다. 후드를 상의와 부착시켰기 때문에 후드의 여유량이 많아져, 머리와 후드와의 공간이 많아지고 이에 모발에서 생기는 분진의 방출이 많아지므로<sup>40)</sup> 이를 방지하기 위해 후드 안쪽에 hair net을 사용하여야 한다.
- ② 상의품, 소매통, 바지통을 축소하였다. 이는 여유량으로 인해 생기는 분진 발생을 감소시키기 위한 것으로 관능검사와 선행연구자들의 피부신축량에 의해 적정 여유분을 설정하였다. 소매통의 축소로 인해 팔꿈치의 활동성이 감소하므로 플리츠를 넣었다.

상의품, 바지통, 소매통을 좁게 할 수 있는 근거는 <표 1>을 기초로 하였으며 <표 6>에 나타내었다.

- ③ 허리벨트는 양옆에서만 조절하였다. 이를 통해 비만정도에 따라 허리를 조절하여 조임에 대한 불만을 줄이고 전체 허리 고무줄에 의해 생기는 체형 노출을 줄였으며, 앞부분에 생기는 주름을 없애주었다.

<표 6> 상의품, 바지통, 소매통을 좁게 할 수 있는 근거

신체부위	최소필요치수	현치수
가슴둘레	94.2cm	110.0cm
진동둘레	44.2cm	50.0cm
겨드랑미위팔둘레	39.3cm	48.0cm
팔꿈치둘레	30.5cm	40.0cm
허벅지둘레	59.8cm	70.0cm
무릎둘레	42.5cm	56.0cm

- ④ 분진방출을 줄이기 위해 소매부리의 럽조직의 스판덱스밴드 길이를 14~15cm로 증가시켰다.
- ⑤ 클린룸의 공기 흐름이 위에서 아래로 흐름으로 몸에서 생기는 분진을 아래로 방출시키기 위해 서, 무릎아래 부분을 절개하여 raschell net를 부착하였다. 겹치는 양을 5cm, 7cm, 9cm로 하여 실험한 결과, 5cm는 웅크리고 앉았을 때 사이가 벌어져 외관이 나빴으며, 9cm는 불편함을 호소하였기 때문에 7cm로 결정하였다. 또한, 발목 조임에 대한 불만 해소를 위해 바지부리의 조임 밴드를 제거하였다.
- ⑥ 속옷을 걸옷에 안감으로 부착시켰다. 하의부분은 안감을 반바지로 제작하여, 발목 조임의 불편함을 줄이고, 의복 중량 및 의복내 공기층의 감소로 온열감과 발한량을 감소시켰다. 상의부분은 바디스와 위소매 안쪽에 raschell net를 부착하여 착용감을 향상시키고, 비치는 것을 방지하였으며 내의의 착용을 줄여 착탈을 용이하게 하였다.

### 3) 방진복 디자인

개발된 4종류의 디자인은 다음과 같으며 [그림 1]에 나타내었다.

#### ① 방진복 A : 앞부분의 봉제선을 최소화한 형태로 Coverall style의 후드부착형

〈상반신〉 후드를 상의에 부착시키는 형으로, 뒷지퍼는 머리의 뒤통수에서 시작하여 허리 아래 15cm까지 길이로 하였다. 목둘레를 기준의 방진복보다 앞은 2cm, 뒤는 1cm더 깊게 파서 목둘레의 조임을 최소화하였고, 앞은 기모노소매로 뒤는 라글란소매로 하였다. 소매의 팔꿈치 부분에 2cm 간격의 2개의 폴리츠를 잡고, 소매부리를 14~15cm 길이의 스판덱스를 사용하여

소매부분에서의 분진 방출을 최소화하였다.

상의에는 바디스와 웨이퍼부분에 안감으로 raschell net을 부착하였으며, 허리를 옆구리 부분은 고무밴드로, 뒤통분에서 velcro로 조절하도록 하였다.

〈하반신〉 형태는 통바지로 밀착형이다. 기능성을 부여하기 위해, 무릎 부분에 raschell net을 부착 시켜 분진을 아래로 방출시키고자 하였다.

#### ② 방진복 B : Coverall style로 후드분리형

〈상반신〉 후드를 분리시키는 형으로, 목둘레 부분에는 5cm너비의 스판덱스를 대고, 나머지 부분은 방진복 A와 동일하다.

〈하반신〉 방진복 A와 동일하다

#### ③ 방진복 C : Separate style로 후드부착형

〈상의〉 후드를 상의에 부착시키는 형으로 뒷지퍼이며, 상의의 길이는 허리 아래 30cm로 정하였다.

〈하의〉 형태는 통바지로 밀착형이며, 허리에 고무줄을 넣고 옆에 지퍼를 달았고, 허리밴드는 5cm넓이로 하여 작업시 상의의 이탈을 방지하고자 하였다.

#### ④ 방진복 D : Coverall style, 셀인 소매로 후드부착형

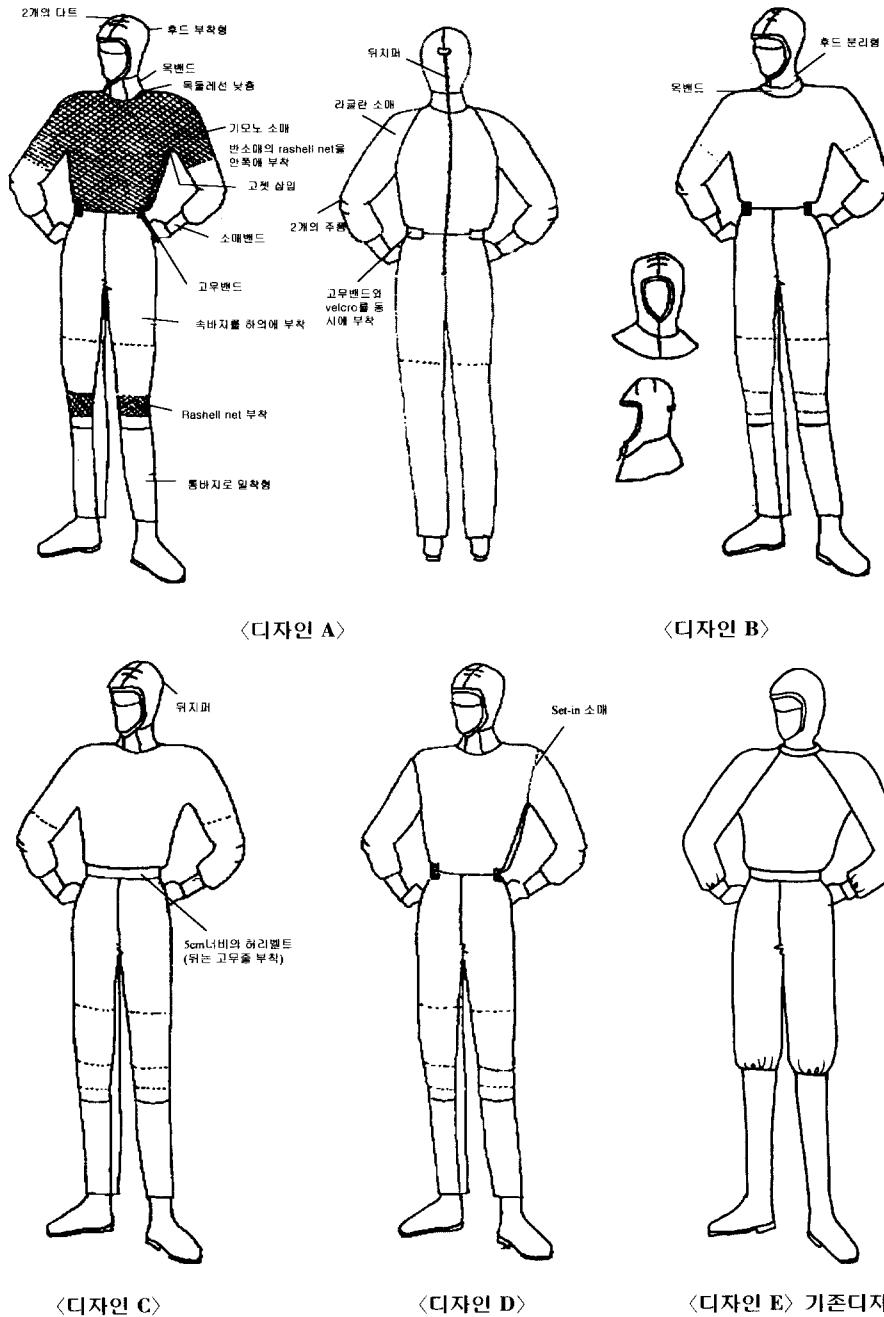
〈상반신〉 소매산이 가장 낮은 셀인 소매로, 나머지 디자인은 방진복 A와 동일하다.

〈하반신〉 방진복 A와 동일하다.

이상의 개발된 방진복 디자인 및 기존 디자인에 대한 관능평가를 위하여 제작한 5종류의 실험복을 정리하면 〈표 7〉과 같다. 상의 부분의 경우 방진복 E는 100% 면내의를 착용하였으며 방진복 A, B, C, D에서는 몸통 및 위팔부분에 raschell net를 부착하여 제작했으므로 별도로 내의를 착용하지 않았다. 하의 부분에서도 실험복 E는 기존의 속바지를 따로 입고 그 위에 방진복을 입었으며 A, B, C, D의 경우는 속바지를 방진복에 안감

〈표 7〉 실험복

종류	디자인	기타
A	Coverall, 후드부착형, 기모노소매(앞), 라글란소매(뒤)	몸통부분에 raschell net부착
B	Coverall, 후드분리형, 기모노소매(앞), 라글란소매(뒤)	몸통부분에 raschell net부착
C	Separate, 후드부착형, 기모노소매(앞), 라글란소매(뒤)	몸통부분에 raschell net부착
D	Coverall, 후드부착형, 셀인소매	몸통부분에 raschell net부착
E	Separate, 후드분리형, 라글란소매	상의 100% 면내의 착용



[그림 1] 개발된 방진복 디자인(디자인 A, B, C, D)과 기존디자인(디자인 E)

〈표 8〉 동작적합성 검사에 대한 결과

동작	종류	A	B	C	D	E
팔	1. 90° 옆으로 올리기	6.0	5.0	6.0	3.0	6.0
	2. 180° 위로 올리기	3.5	3.0	5.0	1.5	4.0
	3. 팔꿈치 앞으로 굽히기	4.5	4.0	3.5	3.0	6.0
	4. 팔꿈치 옆으로 굽히기	5.0	5.0	5.0	3.5	5.0
목	5. 좌우. 앞뒤 운동 6.0	3.0	5.0	3.5	5.0	
허리	6. 90° 앞으로 허리굽히기	3.0	3.0	5.0	2.5	5.0
무릎	7. 90° 의자에 바로 앉기	4.0	4.5	6.0	3.0	4.5
	8. 180° 다리굽혀쓰그리고 앉기	2.5	2.5	3.0	1.5	5.0

으로 부착하여 제작하였다.

### 3. 동작적합성과 외관에 대한 관능검사

#### 1) 동작적합성 검사 결과

〈표 8〉는 동작적합성을 7점 척도로 평가한 통계분석 결과이다.

팔운동작시 방진복 E가 '편하다'로 나왔고, 다음이 방진복 C, 방진복 A순이었다. 셀인소매인 방진복 D는 여유량이 적어 모든 동작에서 불편함을 호소하였다.

목운동시에는 후드부착형인 방진복 A가 가장 편하였고, 방진복 C와 방진복 E가 '조금 편하다'였다.

허리운동시 상하 분리형인 방진복 C, 방진복 E가 '조금 편하다', 방진복 A, 방진복 B는 '조금 불편하다'였다.

무릎운동시 '90° 의자에 바로 앉기'에서는 상하분리형인 방진복 C와 방진복 E가 '편하다'로 나왔고, '180° 다리 굽혀 쪼그리고 앉기'는 디자인 E를 제외하고는 모든 종류의 방진복에서 '불편하다'고 하였다.

방진복 D는 모든 동작에서 '불편하다'고 하였으므로 이를 보충하기 위하여 소매 겨드랑이 부분에 고сет을 넣어 팔운동에서의 불편함을 없애도록 디자인을 개선하였다.

이상의 동작적합성에 따른 통계분석 결과를 종합해 보면, 방진복 E는 모든 부위에서 충분한 여유량을 가지고 있기 때문에 가장 좋은 결과가 나왔다. 그러나 동작시 불편함은 없지만 여유량으로 인해 주름이 많이 생겨 마찰에 의해 분진 발생의 우려가 있으므로, 이러한 점을 고려하여야 한다.

새로 개발한 디자인들은 이러한 점을 보완하기 위

해 모든 부위의 여유량을, 동작 시 피부의 신축량과 직물의 신축성 등을 고려하여 줄였으므로 방진복 E에 비해 상대적으로 불편함을 느끼고 있다. 그러나 후드부착형은 목운동시 후드분리형보다 더 높은 점수를 받았으므로 후드부착형은 동작적합성에 있어서 바람직한 디자인이라 할 수 있다.

한편, 피험자들은 착탈시 뒷지퍼의 불편함을 호소했는데 이는 피험자가 남자로 이러한 디자인의 옷을 접할 기회가 없어 익숙지 않은 결과이며, 반복 착탈에 의해 불편함은 감소될 수 있는 문제이다. 분진방출의 억제를 위해 앞부분의 솔기를 최소화해야 되는 입장에서는 채택되어져야 할 디자인이라고 할 수 있다.

직립시 여유량의 평가에서는 목둘레는 방진복 B와 방진복 E, 즉 후드분리형이 크기가 '작다'고 평가되었는데, 이는 후드 아랫부분과 상의의 겹침으로 인한 불편함을 반영하는 것이다. 둘레항목에 대하여는 모든 디자인에서 '적당하다' 이상으로 디자인간에 유의한 차이는 없었다.

#### 2) 외관에 대한 관능 검사 결과

〈표 9〉 개발된 디자인과 기존 디자인의 방진복에 대한 외관에 대한 관능검사에 대한 통계분석 결과이다. 외관 평가 항목 중 통계적으로 유의한 차이를 보인 결과에 대하여 그 결과를 제시하였다.

전체적인 외관검사에서는 셀인소매인 방진복 D가 통계적으로 유의하게 가장 좋은 결과로 나타났는데, 이는 방진복에서 기모노소매가 활동성과 앞의 솔기를 없앤다는 점에서는 우수하나 활동성을 위해 어깨 경사각도를 크게 하여 앞부분에 군주름이 생기므로 외

〈표 9〉 외관관능 검사 결과

관능검사항목	종류	A	B	C	D	E	분산분석 결과				
							A	B	C	D	E
앞의 전체적인 외관은 좋은가?		5.25	5.17	5.17	5.83	5.00	ab	ab	ab	b	a
목둘레선은 제 위치에 놓여 있는가?		5.42	5.25	5.25	4.75	4.42	c	bc	bc	abc	a
배부분이 끼거나 군주름이 없는가?		5.80	5.67	5.67	6.17	5.33	b	ab	ab	b	a
소매곡선은 자연스러운가?		5.25	5.50	5.50	5.75	4.67	ab	ab	ab	b	a
고겟포인트의 앞에서의 외관은 어떠한가?		5.83	5.00	5.00	5.64	4.75	b	ab	ab	b	a
소매의 전체적인 외관은 좋은가?		5.25	5.42	5.42	5.42	4.25	b	b	b	b	a
옆의 전체적인 외관은 좋은가?		5.00	4.92	4.92	5.58	4.75	ab	ab	ab	b	a
뒷중심선은 수직인가?		6.00	5.25	5.25	5.50	4.50	c	abc	abc	bc	a
뒤품의 여유는 적당한가?		5.17	4.92	4.92	5.33	4.25	ab	ab	ab	b	a
밑위곡선은 쳐지는 감이 없이 편안한가?(뒤)		4.33	3.67	3.67	4.00	3.25	b	ab	ab	ab	a
뒷소매 진동부위에 군주름은 없는가?		4.08	4.17	4.17	5.25	3.92	a	a	a	b	a
고겟포인트의 뒤에서의 외관은 어떠한가?		3.83	4.17	4.17	5.45	4.00	a	a	a	b	a
전체적인 외관은 좋은가?		5.25	4.67	4.67	5.50	4.33	ab	ab	ab	b	a
후드의 외관은 좋은가?		4.42	3.92	3.92	4.83	5.25	a	a	a	a	b

주) 집단간에 차이가 있을 경우 다른 알파벳으로 표시함. a<b<c

관 관능 검사에서는 셀인소매보다 나쁜 결과가 나타난 것으로 해석된다.

앞의 전체적인 외관에서는 방진복 D가 가장 좋았고, 다음 방진복 A였으며, 방진복 E가 가장 나쁘게 나왔다. 목둘레선의 위치에 관한 질문에서는 개발된 후드부착형 디자인의 목둘레선이 기존 디자인보다 통계적으로 유의하게 좋은 결과를 보였다. 기존 디자인은 목둘레 가 위로 올라가 답답함을 느껴 외관이 '좋지 않다'라고 응답하였다. 소매의 전체적인 외관과 옆의 외관은 개발 디자인이 기존 디자인보다 통계적으로 유의하게 좋았다. 후드에 대한 외관은 방진복 E가 가장 좋았고, 개발 후드는 좋지 않았는데, 이는 개발후드가 후드부착형이므로 활동시 여유분을 생각하여 충분한 여유량을 두고 디자인하였기 때문이다.

#### 4. 분진 발생 실험

운동별 분진발생 결과를 살펴보면 다음과 같다.

정지상태에 있는 경우 실험복 B, C, A의 순으로 분진 방출이 적게 나타났으며 E, D는 많은 입자가 방출되었다. Type A 즉, 1회/sec 속도로 팔운동을 한 경우 실험복 A, B는 입자가 30개 이하였으며 실험복 D에서 가장 많은 입자가 방출되었다. Type B 즉, 재봉선을 touch하는

운동에서는 실험복 B, E, D가 150개 이상의 많은 입자가 방출되었다. Type C 즉, 가슴-허리-다리를 touch하는 운동에서는 실험복 B, D가 1,000개 이상의 많은 입자를 방출하였다. Type D 즉, 가장 심한 운동으로 '일어났다 앉았다'를 반복한 경우 실험복 B와 C가 3,000개 이상의 많은 입자를 방출하였다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 방진복 중에서 coverall style에 후드가 부착된 실험복 A가 분진의 발생이 가장 적은 것으로 나타났다. 이것은 상의 앞부분에서의 분진방출을 최대한으로 억제하기 위해 솔기를 모두 없애고, 후드도 부착하여 상단에서의 입자수가 다른 실험복들에 비해 적었기 때문으로 생각된다.

Coverall style의 후드가 분리된 실험복 B가 분진의 발생율이 현저히 높았는데 이는 상단의 후드부분에서 분진입자가 많이 방출되었기 때문으로 생각된다.

#### V. 결 론

설문조사와 문헌조사를 바탕으로 새로운 4가지 방진복 디자인을 제시하였다. 방진복에서 가장 중요시 다루어지고 있는 클린룸에서의 작업시 분진 발생을 최소화하여야 하는 특수성을 충분히 고려하고, 기본

적으로 몸을 다 감싸야하는 작업복의 특수성을 고려하여 작업자들의 불편함을 최소화하는 디자인에 중점을 두었다. 새로 제시된 4종류의 디자인에 대한 특징과 새로운 디자인에 대한 관능검사 및 분진발생 실험 결과를 종합하면 다음과 같다.

1. 기존방진복에서 후드와 바디스 부분의 분리에 따른 분진 방출로 작업에서의 정밀도가 떨어진다는 점을 고려하여 후드 부착형을 개발하였다. 후드부착에 대해서는 동작적합성, 분진방출 실험 결과 모두 긍정적인 결과가 나왔으므로, 후드를 부착하여 목둘레선을 낮추는 디자인은 바람직하다.

2. 분진 발생을 줄이기 위해 가장 좋은 방법의 하나인 앞부분에 솔기를 최소화하기 위해 기모노소매와 뒷지퍼가 채택되었다. 많은 피험자들이 뒷지퍼에 대한 불만을 제시하고 있으나, 후드분리형과 상하분리형을 제외한 방진복 A, 방진복 D, 방진복 E의 분진 방출 실험 결과, 앞에 솔기가 전혀 없는 방진복 A의 분진 실험 결과가 가장 좋게 나타났다. 방진복 D는 세트인 소매로 앞에 솔기가 있고, 방진복 E는 지퍼가 앞에 있어 솔기가 앞에 있는 것과 같은 효과가 있으므로 앞에 솔기가 없는 것이 더 효과적인 것을 알 수 있다. 따라서 불편하더라도 작업라인에 따라 고정정을 원하는 라인에서는 뒷지퍼를 사용하는 것이 바람직하다.

3. 설문조사 결과 작업자 중 여성의 비율이 높아 허리 부분의 전체 주름에 대한 불만이 높았다. 이러한 점을 고려하여 허리부분에서 옆선 뒤로 양 옆구리에 고무밴드를 넣고 뒷부분만 velcro를 달는 디자인을 개발하였다. 앞부분의 주름을 없애서 마찰에 의한 분진방출을 줄였을 뿐만 아니라, 작업자 중 외형에 관심이 많은 여성들의 배부분의 체형노출에 대한 불만을 해소시켜주었다.

4. 새로운 디자인에서 방진복의 가장 중요한 요소 중의 하나인 분진 방출을 줄이기 위해 여유량을 최소로 하는 데 중점을 두었다. 기존 문헌 조사와 착의실험을 참고로 하여 동작시 필요한 최소의 여유량을 두어 디자인하였다. 실험자들이 기존 방진복보다는 다소 불편함이 있다고 하였으나, 작업의 특성상 상의품과 소매통, 다리통을 줄이는 디자인이 분진방출을 줄인다는 점에서 긍정적으로 받아들여지고 있다.

5. 기존의 방진복은 개인적으로 속내의를 입음으로 인해 분진 발생도에 영향을 끼칠 수 있으며, 분진 방출을 줄이기 위해 속바지를 착용함으로써 착탈시 옷을 여러번 입어야 되는 불편함이 있다. 또한, 속바지의 경우 허리 부분에 주름이 생겨 착용자들이 허리부분에서 조임을 호소하였다. 이러한 점을 고려하여 상·하의 속옷의 부착은 착탈시 옷을 여러 번 입어야 되는 불편함 및 착용자들의 불편함을 해소시켜 주었고, 속내의에 의해 발생하는 분진 발생을 줄여주는 효과도 가져왔다.

개발된 디자인은 동작적합성, 여유량 및 외관에 대한 관능검사 결과에서 기존 디자인보다 나쁘게 평가 받기도 하였으나, 방진복에서 가장 중요한 요소인 작업시 분진방출을 줄인다는 점을 고려할 때 방진복 제작시 채택되어져야 할 디자인이라 하겠다.

## VI. 제 언

1. 방진복 개발시 생산라인별로 다른 방진복을 착용시킬 것을 가정하면, 고정정도를 요하는 라인에서는 앞부분에 솔기선이 없어 분진방출이 덜되는 뒷지퍼의 Coverall style 디자인을 채택하는 것이 바람직하며 착탈시의 불편함을 고려하여, 다른 라인에서는 목 스판덱스에서 시작하여 사선방향으로 지퍼를 넣는 디자인을 채택할 수 있을 것이다.

2. 손목부분이 제품에 가장 가까워 분진방출에 많은 영향을 미치기 때문에, 손목의 spandex를 손등부분까지 연결시켜, 손가락에 고리를 만들어 손목부분으로부터 빠져나오는 먼지와 습기를 줄이는 디자인도 고려해볼 수 있다.

3. 기모노소매 제작시 원단의 폭이 좁아 바이어스로 재단하여야 하는 문제점에 대하여 다음과 같은 점을 고려할 수 있다. 기모노 소매의 각도를 많이 주어 옷감의 사용폭을 줄이고, 운동성의 보완을 위해 각도에 따른 고정의 폭과 길이를 조절한 디자인을 할 수 있다.

4. 경제적인 문제로 남녀의 작업자가 있음에도 불구하고 남자를 기준으로 하는 디자인만이 개발되고 있는 실정이다. 특히 개발된 디자인이 몸에 부착되는 형식으로 남녀의 성차를 고려한 패턴 개발이 필요하다.

즉, 남녀 신체비율의 차이에 대해 각 부위의 위치를 고려하여, 동작시 불편함을 줄일 수 있게 하여야 한다.

### 참 고 문 헌

- 1) 이순원 · 조길수 · 이영숙 역(1991), *피복과학총론*, 교문사, 468
- 2) 中川幸夫, 森内昭夫(1986), 無塵衣の開発と旭化成"ブリ-タ"シリーズについて, *纖維科學*, 28(8), 15-20
- 3) 塚口實紀 · 福本 明 · 服部信美(1989), 高清淨クリーンルームと衣料, *日本纖維學會誌*, 45, 19-21
- 4) 이순원 · 조길수 · 이영숙 역(1991), *피복과학총론*, 교문사, 470
- 5) 조경래 · 장정재 공지(1989), *피복위생학*, 형설출판사, 360
- 6) 和子(1967). *皮복 학개론*, 동경, 建帛社. 84
- 7) 間壁治子, 百田裕子(1991), 上肢動作と衣服パターンと之の關聯について(第1報), *纖消誌*, 32(1), 34-42.
- 8) 구미지(1996), 팔동작시 체표변화에 따른 길원형의 다트와 여유량에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문.
- 9) 구미지(1996), op. cit.
- 10) 정옥임(1982), 의복의 동작적합성에 관한 인간공학적 연구, 대한가정학회지, 20(3), 1-8.
- 11) 함옥상 · 신선우(1984), 동작에 따른 의복의 여유량에 관한 연구 — 상체의 괴부면 변화량을 중심으로 —, 대한가정학회지, 22(1), 33-42.
- 12) 박영득(1985), *Sleeve*의 기능성에 관한 인간공학적 연구, 대한가정학회지, 23(3), 1-8.
- 13) 최해주(1989), 소매설계를 위한 상지체표변화모형에 관한 인간공학적 연구, 서울대학교 박사학위논문.
- 14) 田村照子 外 2人(1979), 上肢運動に伴う胴上部體表面變化(第1報), *家政學雜誌*, 30(7), 631-637.
- 15) 김진경아 · 박정순 · 이경희(1983), 채형별 상지동작에 따른 상체의 체표면 변화에 관한 연구 — 남자대학생을 중심으로 —, 대한가정학회지, 26(2), 1-13.
- 16) 間壁治子 外 2人(1988), op. cit.
- 17) 이정란(1996), 팔동작시 진동주변 체표변화와 진동들레 선에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문.
- 18) 강순희(1974) 피부신축에 따른 작업복 구성에 관한 연구, 한양대학교 논문집 8권
- 19) 日本人間工學會 衣服部會編(1981), 新編 衣服ど 人體, 日本出版 Service
- 20) 田村照子 외 2명(1980), 下肢動作に伴う 胸下部 および 大腿部 皮膚面の 變化(第1報)— 形態 および 面積について, *日本家政學雜誌*, 31(7)
- 21) 박영득 · 함옥상(1982), 동작에 따른 하지괴부면의 변화에 관한 연구(제1보) — 고관절과 슬관절 굴신을 중심으로 —, 대한가정학회지, 20(4), 1-12.
- 22) 박영득 · 함옥상(1983), 동작에 따른 하지괴부면의 변화에 관한 연구(II) — 고관절과 슬관절을 중심으로 —, 대한가정학회지, 21(2), 19-28.
- 23) 박재경(1995), 슬랙스 원형의 밑위앞뒤길이 여유분에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 24) 김구자(1991), 남성복의 치수규격을 위한 체형 분류, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 25) 국민표준체위조사 보고서(1992), 공업진흥청.
- 26) 이정란(1996), op. cit.
- 27) 三吉滿智子(1976), 袖部周邊のゆとりを考える, 衣生活研究 3(3)-3(6)
- 28) 高橋春子 외 4名(1984), 身體の運動と被服構成(第3報) — 上肢の動作とキモノスリの関連, *日本家政學雜誌*, 25(3)
- 29) 김수연(1996), 기모노 슬리브의 소매각도와 고겟의 구성에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 30) 김옥경(1989), *Kimono Sleeve Pattern*에 관한 연구, 성균관대학교, 석사학위논문.
- 31) 남윤자 · 이형숙著(1996), 남성복 연구, 교학연구사.
- 32) 김구자(1991), op. cit.
- 33) 최해주(1989), op. cit.
- 34) 박재경(1994), op. cit.
- 35) 구미지(1996), op. cit.
- 36) 이정란(1996), op. cit.
- 37) H. J. Armstrong(1987), *pattern Making for Fashion Design*, New York: Harper & Row Publisher Inc.
- 38) 남윤자 · 이형숙著(1996), 남성복 연구, 교학연구사.
- 39) 박재경(1994), op. cit.
- 40) 口實紀, 福本 明, 服部信美(1989), 高清淨クリーンルームと衣料, 일본섬유학회지, 45(7), 19-21