



3차원 바디 스캐너를 이용한 시판용 일체형 작업복 분석

안 인 숙 · 이 상 윤⁺

중앙대학교 예술대학 패션디자인 전공 부교수 · 중앙대학교 패션학과 석사과정⁺

Analysis of Commercial Coveralls Using a 3D Body Scanner

In Sook Ahn · Sang Yun Lee⁺

Associate Professor, Dept. of Fashion Design, Chung-Ang University

Master course, Dept. of Fashion, Chung-Ang University⁺

(received date: 2018. 4. 30, revised date: 2018. 6. 21, accepted date: 2018. 6. 26)

ABSTRACT

The study's purpose is to provide primary data for the development of an advanced winter-time coverall. The specific methodology adopted in this paper is as follows. We first selected six coverall models made by different Korean companies and scanned their major postures using a 3D body scanner. The cross-sectional scanning data to measure gap volumes. Based on these measurements, we conducted a correlation analysis between gap volumes and posture suitability satisfaction scores. According to the results of the gap volume measurements, the gap volume's standard deviation was higher in specific postures. Moreover, the gap volume fluctuation when scanning a posture. In addition, we found a correlation between satisfaction and gap volume in most, which clarifies how gap volume affects posture suitability satisfaction. Ultimately, this study suggests that sufficient margins for activities should be when creating garment patterns and designs, taking into consideration how different postures bend or stretch each part of a garment.

Key words: coverall(일체형 작업복), 3d body scanner(3차원 인체 스캐너), gap volume(공극량), automobile mechanic(자동차 정비사)

I. 서론

국내 자동차 정비 작업은 실외에서 행해지는 경우가 대부분이며 외부적, 내부적 환경 유해요인들에 노출되어 있는 실정이다. 작업 간의 사고나 상해 등을 미연에 방지하고 작업자의 업무 수행 능력을 효율적으로 증대시키는 데에 도움을 주기 위하여 환경 및 작업 특성 등이 반영된 작업복들의 필요성이 중요시되고 있다. 작업복은 작업 동작 시간 동안 인체에 밀접하게 닿아 직접적으로 영향을 줄 수 있는 요인이 되므로 작업 시 착용자에게 편안함과 업무에 방해가 되지 않도록 다각적으로 고려하여 설계되어야 한다. 동절기에 착용하는 동절기용 일체형 작업복은 분리형 작업복에 비해 노출되는 부위가 적어 보온성이 좋고 상해의 우려가 적다는 장점이 있어 다수의 정비사들에 의해 착용되고 있는 실정이다(Ahn & Lee, 2017).

자동차 작업복에 대한 연구의 필요성 및 요구는 지속적으로 제기되며 여러 연구자들에 의해 연구되고 있으나 Ahn & Lee(2017)의 연구에서 제기되었던 문제와 같이 실 착용자의 작업 환경 및 동작 등의 고려가 미비한 시판용 동절기 일체형 작업복의 정량적 분석을 통해 외관 및 동작 적합성의 개선이 필요한 실정이다. 3D Body Scanner는 수동으로 인체를 측정하는 방법과 달리 측정시간이 짧고 오차가 적으며 인체 및 착의 단면도 등의 데이터를 제공한다는 장점이 있다(Park & Kim, 2007). 이미 여러 선행 연구자들에 의해 의류 패턴 제작 및 제품 개발에 사용되어왔으나 이를 작업복에 적용하여 분석한 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 Ahn & Lee(2017) ‘국내 자동차 일체형 작업복 제품 조사 및 착의 기능성 평가’의 후속연구로서 국내 동절기용 일체형 작업복들의 동작 적합성 만족도 데이터와 3D Body Scanner를 이용해 산출한 공극량을 종합적으로 비교·분석하여 작업 동작별로 해당 부위의 공극량에 따라 착용자의 동작 만족도에 영향을 미치는 지를 연구해

봄으로써 개선된 동절기용 일체형 작업복 개발을 위한 기초자료로써 제안하고자 한다.

II. 연구방법

본 연구는 선행 연구(Ahn & Lee, 2017)에서 평가에 사용한 국내 자동차 작업복 업체 6곳의 동절기용 일체형 작업복을 3D Body Scanner를 활용하여 정비 작업 시 취하는 주요 동작 자세를 스캔한 후 스캐닝한 데이터의 단면도를 통해 동작별 특정 부위의 공극량을 측정하였으며, 작업복의 동작 적합성 만족도와 공극량 간의 영향을 확인해보기 위해 작업복 별 동작 적합성 만족도 데이터와 같은 측정 자세를 취했을 시의 공극량 간의 상관 분석을 실시하였다.

1. 국내 동절기용 일체형 작업복의 동작 적합성 만족도 평가








선행연구 Ahn & Lee(2017)의 ‘국내 자동차 일체형 작업복 제품 조사 및 착의 기능성 평가’에서 실시한 동작 적합성 평가는 실무에 종사하는 자동차 정비사 10명을 대상으로 인터뷰 및 video촬영을 실시하고 Kim(2007)의 연구를 참고하여 자동차 정비사들의 작업 간에 반복해 취하는 10가지 동작을 도출하였으며<Table 1>, 피험자가 업체별 작업복을 순서대로 착의하고 앞서 도출된 동작들을 차례로 3회 이상 반복하여 동작을 취해본 후 5점 리커트 척도로 구성된 평가지에 부정적인 평가일수록 (1)점, 긍정적인 평가일수록 (5)점으로 직접 부위별 만족도 및 불편도를 평가하였다.

2. 3D Body Scanning을 통한 공극량 산출

1) 3D Body Scanner

본 연구를 위한 측정은 산업통상자원부 국가기술표준원 SIZE KOREA에서 보유한 국내 3D Body Scanner ‘MediCUBE’를 이용하여 진행되었

<Table 1> Posture of Automobile Mechanic

| | Flats | Movement |
|-----|---|--|
| M1 |  | Stance |
| M2 |  | Squat and Stand up |
| M3 |  | Bend 90 degrees to the upper body |
| M4 |  | Extend forward your Arm as far as possible |
| M5 |  | Stretch upper your arms as much as possible |
| M6 |  | To Lie on your back and Raise your arms 90 degrees |
| M7 |  | Stand one knee and squat, raise your arm. |
| M8 | | Keep walking in standing |
| M9 | | Use Pants Pocket |
| M10 | | Dressing or Undressing |

다(Fig. 1). 'MediCUBE'는 3차원 전신 스캐닝 시스템이 탑재된 기기로 앞, 뒤에 위치한 16개의 센서가 위아래로 움직이면서 그 사이에 위치한 물체를 스캔하기 때문에 신체의 y축(머리마루점, 살아래, 발바닥 등) 부위의 측정이 어렵다는 한계가 있지만 한 번의 스캔으로 인체 측정학 기준에 따른 전신 자세와 체형을 분석하고 체계적인 지표를 제시해주어 의료용으로도 자주 사용되고 있는 3D 인체 측정 분석 시스템이다. 본 측정은 2017년 1월 10일 한국디자인 진흥원 내에 위치한 국가기술 표준원 SIZE KOREA에서 실시하였으며, 본 연구를 진행하기에 앞서 연구방법 및 절차와 내용을 심의 의뢰하여 IRB 승인(1041078-201706-HR-119-01)을 받아 진행하였다.



<Fig. 1> 3D Body Scanner 'Medi CUBE'
 (buyKOREA [3D Whole Body Scanner MEDICUBE] (2018, April 10). Retrieved from <http://www.buykorea.org/product-details/3D-Whole-Body-Scanner-MEDICUBE-3007486.html>)

2) 피험자 및 작업복 선정

일체형 작업복의 3D Body Scanning을 위한 피험자는 국가기술표준원 SIZE KOREA의 제 7차 한국인 인체 치수조사(Korea Agency for Technology and Standards [KATS], 2015) 데이터의 20대 평균 신장, 체중 치수에 근접한 남자 피험자 10명을 모집하였으며, 동일한 치수 기준에서 업체별 작업복 간의 공극량 차이를 비교하기 위해 스캐닝에 가장 평균 치수에 적합한 한 명의 피험자(7번)를 선정하였다(Table 2). 측정에 앞서 연구팀이 선행연구에서 자동차 정비사 10명을 대상으로 실시한 사전 인터뷰에 의하면 동절기에 일체형 작업복의 내의로 주로 어떤 옷을 선택하느냐는 질문에 다수의 정비사들이 경량성과 보온성의 이유로 기능성 발열 내의(U사의 Heat-tech)를 입는다고 응답하였다. 따라서 본 연구에서는 실제 정비사들의 현장 착의 상태와 동일한 상태에서 측정하기 위해 기본 바디를 누드 바디가 아닌 상·하의 기능성 발열 내의를 입은 바디로 설정하고 측정복은 스캐닝 시 레이저 빛을 반사하거나 흡수하여

스캐닝에 문제가 될 수 있기 때문에 흰색과 검은색을 제외한 회색의 기능성 발열 내의를 사용하였다. 스캐닝용 작업복은 선행 연구에서 착의 기능성을 평가했던 국내 자동차 일체형 작업복 전문업체 6곳의 동절기용 일체형 작업복 6벌을 측정에 이용하였다. 선정된 작업복은 'PV', 'ZB', 'KK', 'TBC', 'ATW', 'LB' 등의 제품으로 본문에서는 편의상 순서대로 1번부터 6번 작업복으로 표기하도록 한다.

3) 측정 절차 및 측정 방법

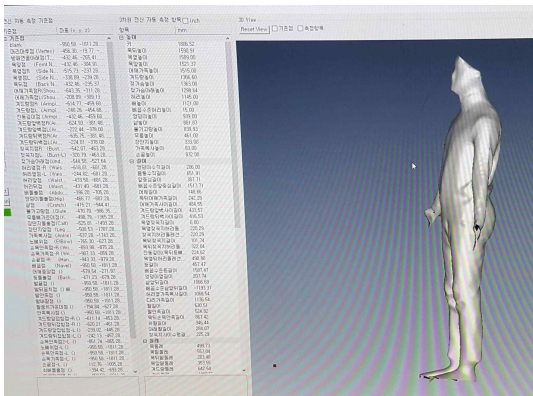
본 연구에 앞서 참여하는 피험자에게 연구의 내용과 측정 절차를 설명하고 참여에 대한 동의를 얻어 측정을 진행하였다. 먼저 피험자는 기본 측정복으로 상·하의 기능성 발열 내의를 착용하고, 머리카락으로 인한 스캔 측정 오류를 방지하기 위해 SIZE KOREA에서 제공하는 측정모를 착용하였다. 평가 동작을 취하기 전 바르게 선 자세에서 3D Body Scanner를 통해 자동으로 설정된 57개의 인체 기준점을 기준으로 87개의 신체 치수들을

<Table 2> Data of Participants Body Size

(Shown In: Cm, Kg)

| Item | Height | Weight |
|------------|---------------------------------------|---------------------|
| Size Korea | M. | 173.946 |
| | S.D. | 5.717 |
| | Range ($M \pm \frac{1}{2} S.D.$) | 171.0875 - 176.8045 |
| 1 | 180 | 74 |
| 2 | 177 | 75 |
| 3 | 177 | 69 |
| 4 | 170 | 66 |
| 5 | 175 | 80 |
| 6 | 179 | 73 |
| 7 | 173 | 72 |
| 8 | 172 | 66 |
| 9 | 176 | 77 |
| 10 | 169 | 70 |

측정하였다(Fig. 2). 평가 동작은 선행 연구에서 제시된 자동차 정비사들의 10가지 반복 작업 동작 중 '누워서 팔올리기', '하의 주머니 사용하기', '착·탈의 동작', '체자리 걷기' 등 스캐너의 기술적 한계로 인해 정확한 스캔이 어렵다고 판단되는 동작을 제외한 6개의 동작을 취한 후 스캔을 실시하였다. 각 동작 별 정확한 스캐닝을 위해 수직자와 수평자, 줄자, 각도기 등을 이용하여 피험자의 자세를 보조하고 한 자세 당 최소 3회 이상 스캔을 실시하였으며, 동작에 따라 스캔이 안되는 부위가 생길 수 있어 오차범위를 줄이고자 추가적으로 스캔을 실시하였다. 기본 바디 스캔을 완료한 뒤, 같은 방법으로 1번 작업복부터 6번 작업복까지 순서대로 착의하여 스캔을 진행하였다.

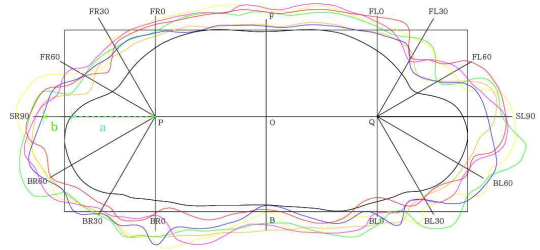


(Fig. 2) 3D Body Scanner Item of Measurement

4) 공극량 산출

시판되는 일체형 작업복의 착의 후 인체와의 공극량을 비교·분석하기 위하여 3D 스캔한 데이터를 *.stl 파일로 저장하여 3D 모델링 프로그램인 Rhinoceros 5.0을 통해 부위별 단면도를 추출하였다. 추출한 단면도는 기본 바디 단면도 위에 착의 단면도를 중첩하여 공극량을 측정하였다. 공극량 측정 방법은 선행연구(Choi & Ashdown, 2010; Kim, 2001; Lim & Chun, 2015; Park & Kim, 2007; Shim, Kim & Lee, 2000; Suh, 2002)를 참

조하여 기준선을 설정한 후 Rhinoceros 5.0 프로그램을 통해 측정하였다. 인체와 의복 단면의 공극량 측정은 다음과 같이 실시하였다(Fig. 2). 인체 단면의 앞뒤 최대 두께의 이등분점을 원점 'O'로 정하고, 양쪽 옆 점에서 앞뒤 최대 두께/2의 길이만큼 들어온 점을 'P'와 'Q'로 정한다. 'P'와 'Q'에서 수직선을 그린다. 이러한 이유는 가능한 인체표면에서 공극길이를 직각 방향으로 측정하기 위한 기준으로 그 외의 측정각도는 임의로 정할 수 있으나 일반적으로 30도씩 측정하여 표시한다(Kim, 2002). 따라서 측정에 있어서 앞중심을 F, 뒷중심을 B로 정하고 착의 기준 오른쪽을 FR, BR로 지정하고 왼쪽을 FL, BL로 지정하였다. 양쪽 옆선은 각각 SR, SL로 지정하였다. 또한 공극량 산출 공식은 Lim & Chun(2015)의 공식을 참고하여 'P'점과 'Q'점에서 각 각도별 길이를 측정하여 기본 바디선까지를 'a', 작업복 착의선까지를 'b'로 지정하여 공극량을 산출하였다(Fig. 3).



(Fig. 3) The cross sections between the body and coveralls

Ⅲ. 연구결과

1. 선행연구 동작 적합성 만족도 데이터

선행연구(Ahn & Lee, 2017)에서 실시한 동작 적합성 평가는 작업복 마다 동작을 취하고 부위별 평가를 실시하였으며, 종합적으로 가장 긍정적인 평가의 빈도가 높은 작업복은 3번 작업복, 4번 작업복 순이었으며 1, 2, 5, 6번 작업복은 평균 이하의 만족도로 나타난 것을 확인할 수 있었다(Table 3).

2. 공극량 데이터 분석

각 작업복의 동작별 공극량 측정 결과는 <Table 4>와 같이 나타났다.

1) 기본 선 자세

기본 선 자세는 바르게 서서 앞을 보고 받은 3D Body Scanner 'MediCUBE'의 가이드라인에 맞춰 벌리고 몸통과 팔 사이의 정확한 스캐닝을 위해 손목 가쪽뼈와 몸통 사이의 거리가 18~19cm가 되도록 떨어트려 유지한 상태로 반복하여 스캐닝을 실시하였다. 스캔한 데이터를 바탕으로 가슴부위, 허리부위, 어깨부위, 앞목부위, 엉덩이부위, 무릎부위의 단면도를 중첩하여 공극량을 측정하였다(Fig. 4). 상·하의의 전체적인 평균 공극량은 3번 작업복(54.84%)이 가장 많은 것으로 나타났으며 다음은 4번 작업복(51.43%)으로 나타났다. 전체 작업복의 기본 서있는 자세의 부위별 공극량 평균을 비교해 본 결과 무릎, 앞목, 어깨, 허리, 엉덩이, 가슴, 등 부위 순으로 공극량이 많은 것을 확인하였다.

2) 쪼그려 앉는 자세

쪼그려 앉은 자세는 'MediCUBE'의 가이드라인에 발 모양을 맞추어 앉아서 팔은 몸통을 따라 자연스럽게 붙여서 내려놓고 엉덩이를 지면에서 15~20cm 정도 떨어지게 들어 올려 스캐닝을 실시하였다. 6벌의 작업복 모두 쪼그려 앉은 자세를

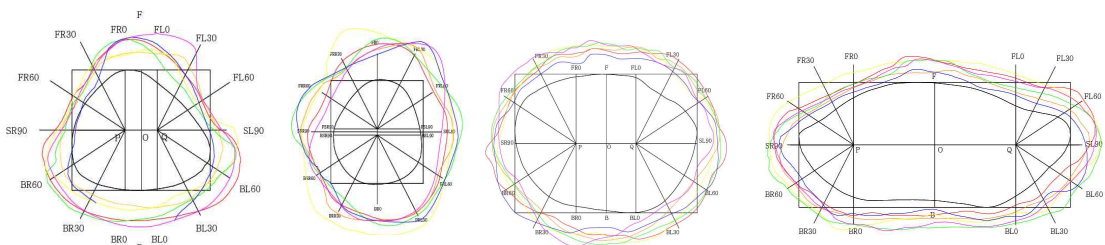
취할 시 엉덩이가 뒤로 빠지면서 허리와 등, 목 부위의 옷이 당겨지는 것을 외관상 확인할 수 있었다. 허리와 앞목, 무릎, 엉덩이 부위의 단면도를 중첩하여 공극량을 측정해보니 측정 부위 중에서는 앞목 부위의 평균 공극량이 다른 부위에 비해 높게 나타났다. 쪼그려 앉은 자세를 취할 시 6벌의 작업복 모두 앞목, 허리, 무릎, 엉덩이 부위의 공극량이 감소함을 확인할 수 있었으며 다른 부위에 비해 무릎 부위의 공극량의 평균 증감량이 가장 크게 감소(-57.92%)한 것으로 나타났다.

3) 상체 앞으로 굽힌 자세

상체 앞으로 굽힌 자세는 가이드라인에 발 모양을 맞추어서서 두 팔을 가슴높이로 들어 올린 후 그대로 앞으로 상체를 90도로 굽힌 자세를 취해 스캐닝을 실시하였다. 자세를 취하게 되면서 작업복의 여유량이 상체 쪽으로 몰리는 것을 외관으로 확인할 수 있었다. 공극량은 어깨와 가슴, 등 부위의 단면도를 중첩하여 측정하였다. 공극량을 측정해본 결과 상체 부위 중에서도 상대적으로 어깨 부위에서 작업복 6벌의 평균 공극량이 가장 많은 것(53.54%)으로 나타났다. 상체를 앞으로 굽히는 자세를 취할 시 어깨와 등 부위의 평균 공극량이 서있는 자세에 비해 증가하는 것으로 나타났으며 가슴 부위의 공극량은 소폭 감소하였다.

4) 서서 팔 앞으로 뻗은 자세

서서 팔 앞으로 뻗은 자세는 가이드라인에 맞



<Fig. 4> The cross sections between the body and coveralls(Front neck, Knee, Hip, Waist)

추어 서서 시선은 자연스럽게 앞을 바라보고 양 팔을 가슴 높이로 평행하게 들어 올린 자세로 스캐닝을 실시하였다. 팔을 들어 올리게 되면서 어깨부위에 여유량이 이동하는 것을 외관상으로 확인할 수 있었으며, 어깨와 등 부위의 공극량을 측정해본 결과 외관상으로 확인된 바와 같이 어깨 부위의 평균 공극량이 등 부위에 비해 높은 것으로 나타났다. 서서 팔을 앞으로 뻗은 자세를 취할 시 서있는 자세에 비해 어깨와 등 부위의 평균 공극량이 감소함을 확인할 수 있었다.

5) 두 팔 위로 뻗은 자세

두 팔 위로 뻗은 자세는 가이드라인에 맞추어 바르게 선 상태에서 양 팔을 귀 옆으로 붙여 위로 뻗은 자세를 취한 후 스캐닝을 실시하였다. 팔을 앞으로 뻗은 자세와 마찬가지로 팔을 들어 올리게 되면서 여유량이 외관상 옆목점 쪽으로 몰리게 되는 것을 확인할 수 있었으며, 전체 작업복 어깨

부위의 평균 공극량이 다른 자세(M1, M4, M6)에서의 어깨 부위 공극량 보다 높게 나타났다.

6) 한쪽 무릎만 세우고 쪼그려 앉은 자세

한쪽 무릎만 세우고 쪼그려 앉은 자세는 가이드라인에 맞추어 선 뒤 한쪽 무릎(오른쪽)은 지면과 90도가 되도록 세우고 나머지 무릎은 접어 쪼그려 앉아 양 팔은 자연스럽게 몸통 옆에 붙여 내려놓았으며 시선은 앞을 바라보고 스캐닝을 실시하였다. 한쪽 무릎만 앉은 자세를 취하게 되면서 굽혀지는 무릎과 엉덩이 부위가 작업복과 밀착되고 하체 부위의 여유량이 상대적으로 상체 부위로 분산되며 외관상으로도 등이나 허리부위에 여유량이 생기는 것으로 나타났다. 어깨와 허리, 등 부위의 단면도를 종합하여 측정하여 보니 기본 서있는 자세에 비해 허리와 등의 평균 공극량이 증가치를 보였으며 어깨부위의 평균 공극량은 감소함을 확인하였다.

<Table 3> Evaluation of Movement Compatibility Satisfaction

| M1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| Whole Body | 2.60 | 3.20 | 4.20 | 4.00 | 3.40 | 2.60 |
| M2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Waist | 1.80 | 2.80 | 3.60 | 3.40 | 3.00 | 3.20 |
| Front Neckline | 2.00 | 2.60 | 3.60 | 3.40 | 2.20 | 3.00 |
| Knees | 2.40 | 2.80 | 3.40 | 3.60 | 2.60 | 3.40 |
| M3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Arms | 3.00 | 2.80 | 3.60 | 3.20 | 2.60 | 3.00 |
| Back | 2.40 | 1.80 | 3.40 | 3.20 | 2.00 | 2.80 |
| Shoulders | 2.60 | 2.20 | 3.80 | 3.40 | 2.40 | 3.00 |
| Pants Cuffs | 2.80 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 2.60 | 3.40 |
| M4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Cuffs | 2.60 | 3.00 | 3.20 | 3.40 | 2.40 | 3.00 |
| Back | 2.60 | 2.20 | 3.60 | 3.60 | 2.40 | 2.80 |
| Shoulders | 2.80 | 2.60 | 3.20 | 3.60 | 2.60 | 2.80 |
| M5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Armpits | 2.80 | 3.20 | 3.20 | 3.00 | 2.60 | 3.00 |
| Shoulders | 3.00 | 2.20 | 3.20 | 3.20 | 2.40 | 3.00 |

| | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|
| Cuffs | 2.40 | 2.80 | 2.60 | 2.80 | 2.60 | 3.00 |
| Crotch | 1.40 | 1.60 | 2.60 | 1.80 | 1.60 | 1.60 |
| M6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Armpits | 3.00 | 2.40 | 3.20 | 3.00 | 2.80 | 3.00 |
| Shoulders | 3.20 | 2.60 | 3.00 | 3.20 | 3.00 | 3.00 |
| Back | 3.00 | 2.60 | 3.00 | 3.20 | 2.80 | 2.80 |
| M7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Back | 2.40 | 2.80 | 3.20 | 2.80 | 2.60 | 2.40 |
| Shoulders | 2.60 | 2.60 | 2.80 | 2.60 | 2.20 | 2.80 |
| Waist | 2.20 | 3.00 | 3.20 | 3.00 | 2.80 | 3.00 |
| Pants Cuffs | 2.20 | 2.20 | 2.80 | 2.40 | 2.60 | 2.20 |
| M8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Top | 3.20 | 3.00 | 3.80 | 4.00 | 3.80 | 2.80 |
| Bottom | 3.20 | 3.20 | 3.60 | 3.80 | 3.80 | 2.60 |
| M9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Shoulders | 3.60 | 3.40 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.00 |
| Arms | 3.80 | 3.60 | 3.80 | 4.20 | 3.80 | 3.00 |
| M10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Crotch | 2.40 | 2.40 | 2.80 | 3.00 | 3.00 | 2.20 |
| Shoulders | 2.00 | 2.00 | 2.60 | 2.60 | 2.20 | 2.40 |
| Back | 3.00 | 3.00 | 3.20 | 3.20 | 2.60 | 2.60 |
| M | 2.66 | 2.68 | 3.28 | 3.23 | 2.73 | 2.81 |

(Ahn & Lee, 2017, pp. 111-112)

3. 동작 적합성 만족도와 공극량의 관계

국내 동절기용 일체형 작업복의 동작 적합성 만족도와 공극량 간의 상관관계를 알아보기 위해 각 측정 자세별 부위 만족도와 공극량의 상관분석 결과는 다음과 같다. M3(상체 앞으로 굽힌 자세) 자세의 등 부위 만족도와 등 부위 공극량이 아주 밀접한 관계($r=.731$)가 있는 것으로 나타났으며 어깨 부위 만족도와 어깨 부위 공극량도 약하지만 상관관계를 보였다($r=.258$). 또한 M6(한쪽 무릎만 세우고 쪼그려 앉는 자세)자세에서도 어깨 부위 만족도와 어깨 부위 공극량 간의 관계가 깊은 것($r=.645$)으로 나타났으며 M2(쪼그려 앉는 자세)자세에서는 허리 부위 만족도와 허리 부위 공극량 사이의 상관관계가 높은 것($r=.526$)으로 나

타났다. M1(서 있는 자세)자세에서도 상·하체 부위의 공극량과 만족도간에 상관관계가 밀접한 수준($r=.633$)의 값으로 나타나 작업복에 반영된 여유량에 따른 공극량이 작업 활동 시 동작 적합성에 영향을 미칠 수 있는 것을 유추할 수 있다.

국내 동절기용 일체형 작업복의 공극량과 동작 적합성 만족도 및 공극량 간의 상관관계를 종합하여 분석해본 결과는 다음과 같다. 기본 서있는 자세인 M1 자세에서 평균 공극량은 무릎(72.30%), 앞목(67.10%), 어깨(45.93%), 허리(40.35%), 엉덩이(37.01%), 가슴(36.64%), 등(29.50%) 부위 순으로 많이 나타나 주로 움직이는 관절부 여유량이 우선적으로 분배가 되었음을 알 수 있다. 또한 M1 자세의 전체적인 부위 만족도와 공극량 간의 상관관계가 양(+)의 상관관계를 보여 밀접한 것

<Table 4> Data of gap volume between body and coveralls

(Shown In:%)

| Item | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | M | (S.D.) | |
|------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| M1 | Chest | 30.76 | 28.84 | 47.61 | 42.74 | 30.64 | 39.23 | 36.64 | 7.69 |
| | Waist | 36.13 | 40.51 | 40.53 | 43.93 | 35.12 | 45.86 | 40.35 | 4.2 |
| | Front Neckline | 66.9 | 56.75 | 78.72 | 58.31 | 57.78 | 84.12 | 67.1 | 11.8 |
| | Shoulders | 43.35 | 36.68 | 59.83 | 54.71 | 31.98 | 49.04 | 45.93 | 10.65 |
| | Knees | 62.71 | 70.52 | 85.26 | 80.11 | 77.39 | 57.8 | 72.3 | 10.59 |
| | Hip | 40.09 | 34.77 | 37.94 | 41.15 | 32.79 | 35.31 | 37.01 | 3.26 |
| | Back | 27.02 | 25.42 | 33.97 | 39.06 | 26.22 | 25.29 | 29.5 | 5.7 |
| | M | 43.85 | 41.93 | 54.84 | 51.43 | 41.7 | 48.09 | | |
| M2 | Front Neckline | 47.83(-19.07) | 31.86(-24.89) | 35.96(-42.76) | 37.36(-20.95) | 32.99(-24.79) | 53.65(-30.47) | 39.94(-27.16) | 8.79 |
| | Waist | 16.88(-19.25) | 14.27(-26.24) | 21.98(-18.55) | 24.79(-19.14) | 12.89(-22.23) | 24.24(-21.62) | 19.18(-21.17) | 5.17 |
| | Knees | 9.66(-53.05) | 23.68(-46.84) | 10.42(-74.84) | 23.09(-57.02) | 23.78(-72.88) | 14.91(-42.89) | 17.59(-57.92) | 6.74 |
| | Hip | 8.46(-31.63) | 5.74(-29.03) | 9.32(-28.62) | 9.85(-31.30) | 4.51(-28.28) | 6.88(-28.43) | 7.46(-29.55) | 2.11 |
| M3 | Shoulders | 53.07(+9.72) | 47.16(+10.48) | 57.90(-1.93) | 66.11(+11.40) | 61.77(+29.79) | 35.22(-13.82) | 53.54(+7.61) | 11.15 |
| | Chest | 40.90(+10.14) | 24.60(-4.24) | 42.73(-4.88) | 28.76(-13.98) | 35.10(+4.46) | 35.11(-4.12) | 34.53(-2.10) | 6.93 |
| | Back | 37.14(+10.12) | 23.27(-2.15) | 48.52(+14.55) | 36.61(-2.45) | 38.72(+12.50) | 37.48(+12.19) | 36.96(+7.46) | 8.06 |
| M4 | Shoulders | 48.47(+5.12) | 42.20(+5.52) | 40.20(-19.63) | 28.35(-26.36) | 44.14(+12.16) | 35.62(-13.42) | 39.83(-6.10) | 7.05 |
| | Back | 24.03(-2.99) | 18.83(-6.59) | 19.05(-14.92) | 13.86(-25.20) | 16.50(-9.72) | 18.58(-6.71) | 18.48(-11.02) | 3.36 |
| M5 | Shoulders | 53.73(+10.38) | 56.49(+19.81) | 48.05(-11.78) | 61.95(+7.24) | 52.00(+20.02) | 51.33(+2.29) | 53.93(+7.99) | 4.82 |
| | Armpits | 43.68 | 41.57 | 53.94 | 46.38 | 51.72 | 45.64 | 47.16 | 4.75 |
| M6 | Shoulders | 31.66(-11.69) | 22.4(-14.28) | 42.9(-16.93) | 56.29(+1.58) | 47.63(+15.65) | 46.7(-2.34) | 41.26(-4.67) | 12.22 |
| | Waist | 38.15(+2.02) | 35.24(-5.27) | 48.18(+7.65) | 46.74(+2.81) | 37.81(+2.69) | 49.35(+3.49) | 42.58(+2.23) | 6.18 |
| | Back | 39.56(+12.54) | 48.89(+23.47) | 41.4(+7.43) | 49.89(+10.83) | 41.9(+15.68) | 45.1(+19.81) | 44.46(+14.96) | 4.23 |

($r=.633$)으로 나타났으며, M1 자세의 동작 적합성 만족도가 가장 높았던 3번(4.2) 작업복의 공극량(54.84%)이 만족도가 가장 낮았던 1번(2.6), 6번(2.6) 작업복의 공극량(43.85%, 48.09%)보다 높게 나타난 것으로 보아 작업복 전체 부위의 평균 공극량이 적절히 증가될수록 작업복의 동작 적합성 만족도에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 유추할 수 있다.

쪼그려 앉는 동작인 M2 자세에는 무릎 부위의 평균 공극량이 크게 감소(-57.92%)하는 것을 외관상으로는 공극량 데이터에서 확인할 수 있었으

나 M2 자세의 무릎 부위의 공극량과 무릎 부위의 만족도 간의 상관관계는 미미($r=.025$)한 것으로 나타났으며, 허리 부위(-21.17%)의 평균 공극량의 증감량이 앞목(-27.16%)이나 엉덩이(+29.55%), 무릎(-57.92%) 부위에 비해 상대적으로 낮은 감소량을 보였으나 허리 부위의 공극량과 만족도 간의 상관관계는 밀접한 것($r=.526$)으로 나타났다. 또한 M2 자세의 허리 부위 동작 적합성 만족도가 가장 높았던 작업복인 3번(3.6) 작업복의 공극량(21.98%)은 만족도가 가장 낮았던 1번(1.8) 작업복의 공극량(16.88%)보다 크게 나타나 양(+)

상관관계를 보이는 분석 결과대로 M2 자세를 취할 시에 착용자가 느끼는 동작 적합성 만족도에 직접적으로 가장 영향을 미치는 부위는 허리 부위이며 허리 부위의 공극량이 여유 있을수록 긍정적인 만족도로 나타난다는 것을 유추할 수 있다. 따라서 작업복 설계 시 허리 부위의 밴드나 적절한 여유량을 부여하여 앉는 자세를 취할 시에 변화되는 신체의 굴곡에 따라 허리 부위 공극량이 유지될 수 있도록 고려해야 할 것으로 사료된다.

상체를 앞으로 굽히는 동작인 M3 자세에서는 상체에 여유량이 몰리게 되는 것을 외관상으로 확인할 수 있었으며 가슴 부위(-2.10%)의 평균 공극량이 줄어든 것에 비해 어깨(+7.61%)와 등 부위(+7.46%)의 평균 공극량이 증가한 것으로 나타났다. M3 자세의 등 부위의 공극량과 만족도간의 상관관계는 양(+)의 상관관계로 매우 밀접한 관계($r=.731$)가 있는 것으로 나타났으며 M3 동작의 등 부위 동작 적합성 만족도가 가장 높았던 3번(3.4) 작업복의 공극량(48.52%)이 만족도가 가장 낮았던 2번(1.8) 작업복의 공극량(23.27%)보다 높게 나타나 M3 동작 시 등 부위의 공극량이 여유 있게 적용됨에 따라 착용자가 느끼는 만족도에 긍정적인 영향이 있음을 알 수 있다. 따라서 굽혀지는 동작 시 등 부위의 적정한 공극량이 유지될 수 있도록 패턴 설계 시 고려되어야 할 것으로 사료된다.

서서 팔을 앞으로 뻗는 동작인 M4 자세 시 어깨 부위의 공극량의 경우 작업복 별로 기본 자세 대비 공극량의 증감의 차이가 있었으나 평균 공극량은 감소(-6.10%)하였으며 등 부위(-11.02%)의 평균 공극량 또한 감소한 것으로 나타났다. 어깨 부위의 공극량과 만족도 간의 상관관계는 아주 밀접한 관계($r=-.748$)가 있으나 음의 상관관계를 보이므로 어깨의 공극량이 많을수록 만족도가 낮아지는 것을 알 수 있으며, M4 동작 시 어깨 부위의 만족도가 가장 높았던 4번(3.6) 작업복의 공극량(28.35%)이 만족도가 가장 낮았던 2번(2.6),

6번(2.6) 작업복의 공극량(42.2%, 44.14%)보다 낮게 나타난 것을 통해서도 확인할 수 있었다. 또한 등 부위의 공극량과 만족도 간의 상관관계도 약하지만 음의 상관관계($r=-.372$)를 보이는 것으로 나타났으며 등 부위의 만족도가 높았던 4번(3.6) 작업복의 공극량(13.86%)과 만족도가 낮았던 2번(2.2) 작업복의 공극량(18.83%)에서도 차이를 확인할 수 있었다. 따라서 서서 팔을 앞으로 뻗는 동작 시에는 어깨나 등 부위의 공극량이 착용자의 동작에 따라 줄어들게끔 패턴 및 디자인이 설계되어야 착용자의 만족도가 높아질 것으로 사료된다.

두 팔을 위로 뻗는 동작인 M5 자세에서는 어깨 부위의 공극량이 M1(45.93%), M4(39.83%), M6(41.26%) 자세에서 보다 공극량이 높게(53.93%) 나타나 동작을 취할 시 어깨 부위의 여유량이 집중됨을 확인할 수 있었으나 어깨 부위와 겨드랑이 부위의 공극량 및 만족도 간의 상관관계는 두 부위 모두 매우 약한 음의 상관관계($r=-.027, -.16$)인 것으로 나타나 어깨나 겨드랑이 부위의 공극량이 팔을 위로 뻗는 동작 시 착용자의 만족도에는 크게 영향을 미치지 않는 것을 시사하였다.

마지막으로 한쪽 무릎만 세우고 쪼그려 앉는 M6 자세에서는 M1 자세에 비해 어깨의 평균 공극량은 감소(-4.67%)하였으나 허리(+2.23%)와 등(+14.96%)의 평균 공극량이 증가하는 것으로 나타나 몸통 부위에 여유량이 집중됨을 알 수 있다. 또한 등 부위에서의 만족도와 공극량 간의 상관관계는 매우 낮은 상관관계($r=-.069$)로 나타났지만 M6 자세에서의 어깨 부위 만족도와 공극량 간의 상관관계는 밀접한 관계($r=.645$)로 나타났고 어깨 부위의 만족도가 가장 높았던 4번(3.2) 작업복의 공극량은 56.29%, 만족도가 가장 낮았던(2.6) 작업복의 공극량은 22.4%로 M6 자세와 같은 동작을 취했을 시 어깨 부위의 공극량이 증가될수록 만족도에 긍정적인 영향을 미친 것을 확인할 수 있다.

종합적으로 국내 동절기용 일체형 작업복의 동

작 적합성 만족도에 영향을 미치는 자세별 공극량 부위를 정리해보면 서 있는 자세일 때는 상,하체 부위의 공극량이 많을수록 정(+)의 만족도에 영향을 미치지만 착용자가 취하게 되는 자세마다 만족도에 영향을 줄 수 있는 부위별 공극량이 다르기 때문에 패턴 및 디자인 설계 시 부위별로 굽혀지거나 신장되는 동작의 특성을 고려하여 활동 여유량을 부위별로 다르게 반영하는 것이 효율적일 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 실 착용자의 작업 환경 및 동작 등의 고려가 미비한 시판용 동절기 일체형 작업복의 정량적 분석을 통해 개선된 일체형 작업복 패턴 개발을 위한 기초자료로써 제안하고자 3D Body Scanner를 이용해 공극량을 측정하고, 이를 선행 연구의 동작 적합성 만족도 데이터와 비교·분석하였다. 연구 결과를 바탕으로 시판용 동절기 일체형 작업복의 종합적인 분석 내용은 다음과 같다.

첫째, 시판되고 있는 동절기 일체형 작업복의 인체와 의복 간의 공극량을 측정한 결과, 부위별로 각 작업복의 공극량을 살펴보면 동작별 특정 부위마다 표준편차가 높게 나타난 것으로 보아 업체 별로 동일한 사이즈의 작업복이지만 세부 치수 및 여유량 설계에 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다.

둘째, 기본 선 자세에서 다른 주요 작업 동작을 취할 시의 공극량의 증감을 살펴본 결과 같은 동작이지만 부위마다 작업복 별로 증감이 다르게 나타난 것을 확인할 수 있었는데 이는 해당 부위의 패턴상 설계된 여유량 차이와 적용한 디자인(허리밴드, 무릎 닥트 등)에 따라 공극량의 분산 정도가 다르게 이루어지기 때문인 것으로 사료된다. 또한 선행연구 Ahn & Lee(2017)의 연구에서 동작 적합성 만족도가 제일 높았던 3번 작업복이 공극량 측정에서도 전체적인 공극량이 가장 많았으

며, 이를 통해 부위별로 여유량은 다르게 설계되지만 전체적인 부위에 평균 공극량이 적절히 증가될수록 작업효율성 및 동작 적합성에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 국내 동절기용 일체형 작업복의 공극량과 동작 적합성 만족도 간의 영향이 있는지 파악하기 위해 동일한 자세의 부위별 상관분석을 실시한 결과 M1(서 있는 자세)-상·하체 부위, M2(조그려 앉는 자세)-허리 부위, M3(앞으로 상체를 굽히는 자세)-등 부위, 어깨 부위, M6(한쪽 무릎 세우고 조그려 앉는 자세)-어깨 부위에서 양(+)의 상관관계를 보이며 작업복별로 공극량 데이터가 높으면 만족도 데이터도 높게 나타남을 확인하였으며, 반대로 M4(서서 팔을 앞으로 뻗는 자세)-등 부위, 어깨 부위에서는 음(-)의 상관관계로 공극량이 적을수록 만족도가 높아지는 것으로 나타나 공극량에 따라 동작 적합성 만족도에 영향이 있는 것으로 밝혀졌다.

종합적으로 본 연구에서는 자동차 정비사들의 작업 동작을 고려하여 동절기용 일체형 작업복의 동작 적합성 만족도를 향상시키기 위해 3D Body Scanner를 활용해 공극량 데이터를 바탕으로 동작 적합성 만족도 데이터와의 비교·분석에 근거하여 개선 방안을 제안하고자 하였으며, 본 연구의 결과는 일체형 작업복의 동작 자세별 공극량에 관한 기초 자료로서의 의의가 있다고 사료된다. 그러나 본 연구의 결과는 제한된 수의 피험자를 대상으로 한 실험 결과이므로 일반화하기 어렵다는 점과 3D Body Scanner의 기술적 한계로 인해 좀더 다양한 자세와 부위의 측정을 하지 못한 제한점이 있으며, 향후 본 연구에서 제안한 결과를 바탕으로 실험용 작업복을 제작하여 실무에 종사하는 다수의 자동차 정비사들을 대상으로 평가를 진행한다면 학문적, 산업적으로 의의가 있는 데이터를 구축할 수 있을 것으로 기대해 본다.

References

- Ahn, I. S., & Lee, S. Y. (2017). Survey on the wearing of coveralls for automobile maintenance workers. *The research Journal of the Costume Culture*, 25(4), 488-498. doi:10.7741/rjcc.2017.25.4.488
- buyKOREA [3D Whole Body Scanner MEDICUBE] (2018, April 10). Retrieved from <http://www.buykorea.org/product-details/3D-Whole-Body-Scanner-MEDICUBE-3007486.html>
- Choi, S. Y., & Ashdown, S. P. (2010). Application of lower body girth change analysis using 3D body scanning to pants patterns. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(6), 955-968.
- Shim, K. N., Kim, J. S., & Lee, W. J. (2000). Computation of ease-rate in basic bodice pattern by analysis of multiple cross section, using 3-D measuring instrument. *Fashion & Textile Research Journal*, 2(4), 360-365.
- Kim, H. K., Kwon, S. H., Kim, S. J., Park, E. J., Suh, C. Y., Lee, S. N., & Jo, J. M. (2001). *Clothing Ergonomics Experimental Methodology*. Seoul, Korea: Gyomoonsa.
- Lim, H. S., & Chun, J. S. (2015). Analysis of cross sections and silhouette in body shape according to girdle worn using 3D body scanner. *The research Journal of the Costume Culture*, 23(2), 242-253. doi:10.7741/rjcc.2015.23.2.242
- Park, J. E., & Kim, H. E. (2007). Body shape variations measurements with 3D scanner for wearing foundation. *Fashion & Textile Research Journal*, 9(6), 651-657.
- Suh, C. Y. (2002). A study on the evaluation of ready-made jacket for women according to pattern size using 3D scanner. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26(3/4), 390-401.