

인체의 3차원 스캔 데이터를 이용한 밀착 바디 슈트 개발*

2D Pattern Development of Tight-fitting Bodysuit from 3D Body Scan Data for Comfortable Pressure Sensation

정연희**

충남대학교 생활과학대학 의류학과

Yeonhee Jeong**

Department of Clothing and Textiles, Chungnam National University

Abstract

Adjusting pressure level in the construction of athletes' tight-fitting garments by reducing the elastic knit pattern is a challenging subject, which influences the performance of the wearer directly. Therefore, in this study, relationship between the reduction rates of the basic pattern obtained from 3D human scan data and resultant clothing pressure was explored to improve the fit and pressure exerted by clothing. 3D scan data were obtained using Cyberware and they were transformed into a flat pattern using software based on Runge-Kutta method. Reduction rate was examined by subjective wear test as well as objective pressure measurement.

As a result, difference in the length between the original 3D body scan data and the 2D tight-fitting pattern was 0.02~0.50cm (0.05~1.06%), which was within the range of tolerable limits in making clothes. Among the five garments, the 3T-pattern was superior in terms of subjective sensation and fit. The pressure of the 3T pattern was 2~4 gf/cm² at five locations on the body, which is almost the same or a bit higher than that of Z-pattern. In the case of tight-fitting overall garment, the reduction rate of the pattern in the wale direction is more critical to the subjective sensation than the course direction. It is recommended that the reduction grading rules of course direction should be larger than that of Ziegert for a better fit of tight-fitting garments. In the case of wale direction, however, reduction grading rule should be kept the same as suggested earlier by Ziegert (1988).

Key Words : 3D body scan data, 2D pattern, tight-fitting bodysuit, clothing pressure

I. 서론

3차원 측정관련 도구의 발전으로 3차원 형상 정보는 빠른 속도로 여러 분야에서 이용되고 있다. 국내에서는 제5차 한국인 인체치수조사 사업을 통해 0세에서 90세까지 남녀 19,200여명을 대상으로 전국 시·도·구에서 인체치수 및 형상을 측정하였다. 측정된 정보는 앞으로 디지털 한국인의 모델 제시 및 여러 산업분야에서 중요한 정보로 사용되어 질 것으로 예상된다(강혜정, 2004). 현재 국내의 3차원 연구는 Size Korea 사업을 통해 3차원 인체측정시의 자세, 3차원 인체 측정 기준점, 인체 측정 기기 및 보조도구, 3차원 데이터 분석 방법 등이 연구되었

다 (남윤자 외, 2004). 3차원 인체계측 데이터는 의류분야에서 그 이용 가능성이 매우 큰데, 이는 인체에 착용되는 제반 착용식 기구(헬멧, 신발, 보호대)의 개발 및 특수 기능복의 개발(군복, 작업복), 완전한 맞춤새가 구현되어야 하는 밀착 기능복의 개발(사이클웨어)에 필수적인 자료를 제공하고 있기 때문이다. 정연희와 홍경희(2006)는 3차원 계측 데이터의 단순한 계측치를 활용하는 것에서 나아가 3차원 남성인대 상체 정보를 2차원 패턴 제작에 곧바로 이용할 수 있는 방법을 보고한 바 있다. 그러나 아직까지 3차원 인체정보를 이용하여 맞춤성이 우수한 2차원 패턴으로 바로 전개된 사례가 없었으며 선행연구에서 제안된 Triangle simplification방법, Runge-Kutta method과 반자동 삼각조합 프로그램이 팔·다리 와 토루소가 포함된 바

* 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구과제(R01-2003-000-10423-02005)의 지원을 받아 수행된 결과의 일부임.

** Corresponding author: Yeonhee Jeong
Tel: 042) 821-7804
E-mail: jlucia@empal.com

다 슈츠패턴 전개에도 적당한 방법인가는 검토되어야 할 것이다.

한편, 국내는 물론 세계적인 웰빙 흐름과 함께 밀착의복의 수요는 나날이 증가되고 있다. 신축성 소재를 이용한 밀착의복은 유연성과 쾌적감, 편안함 등을 제공하기 때문에 내의류 뿐만 아니라 외의용 의류소재로 활용되는 경향이 1980년대 이후 증가하는 추세이다. 밀착의복의 의복압은 설계된 의복의 활동성을 평가하는 기본적인 방법 중의 하나로 의복 쾌적성을 결정하는 중요한 요인이다 (Dongsheng & Qing, 2003; Watkins, 1995).

최근 3차원 도구의 발달과 함께 3차원 모델링 및 이를 이용한 의복 평가가 활발하며 이와 보조를 같이하여 3차원 응용 소프트웨어(i-designer, dressingsim, NARCIS)가 속속 출시되고 있다. Zhang 등(2002)은 3차원 인체 모델 상에서 의복의 착용과정을 역동적으로 구현함과 아울러 착용시의 의복압을 예측하였다. 또한 3차원 모델상에서의 의복압과 주관적 평가의 상관을 고찰하였다. 그러나 이때 주관적 평가 대상과 3차원 모델은 동일인이 아닌 한계를 갖고 있었다. 또한 몇몇 소프트웨어에서 제공하고 있는 의복압은 가상 인체를 기준으로 착의하여 평가하므로 이를 일반화시키기에는 아직 많은 제약이 따르고 있다. 그러므로 3차원 인체를 이용한 의복제작과 함께 동일 피험자의 석고 압력과 인체 압력, 주관적 평가를 종합적으로 평가하여 향후 3차원 모델링 및 착용 평가의 기초자료를 제공하고자 한다. 이때 석고 상의 압력을 측정하는 이유는, 인체는 피하지방량이나 근육량에 따라 개인차가 커 의복을 평가하는 데 개인차가 커지기 때문이다. 즉, 의복 패턴 자체에서 오는 의복압의 적절성을 실험하기 위해서는 먼저 피하지방이나 근육량에 무관한 석고 모델상에서의 압력을 측정하는 것이 선행되어야 한다.

적절한 의복압은 인체를 보호하고, 운동 효율성을 높이며, 심미성을 향상시키는데 유리한 역할을 한다(中嬌美智子, 吉田 敬一, 1997). 특히 사이클복이나 수영복 등의 기능성 밀착 스포츠 웨어는 의복 내 각 부위의 적절한 압력 분포를 이용함으로써 의복의 기능을 배가시킬 수 있다.

이에 따라 스트레치 소재를 이용한 패턴 개발에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있다(천중숙, 1998; 한진이, 2000; 이진희 외, 2002; 박진아, 2003; 최미성, 2004). Ziegert와 Keil(1988)은 스판덱스가 함유된 신축성 편성물로 의복을 제작하기 위한 원형 설계 방안으로 편성물의 경사와 위사 신장율을 적용하여 원형을 보정하는 방법을 제안하였다. Armstrong(2000)은 밀착의 패턴을 얻기 위하여 원단의 성질을 고려한 축소 패턴 제도를 제안하였으며, 박진아(2003)는 스트레치 소재를 사용하여 여성용 바디슈트(bodysuit)의 원형 설계에 관한 연구를, 최미성

(2004)은 사이클 팬츠 패턴 설계에서 라이크라 소재의 인장신도를 고려하여 전체적으로 패턴을 15% 축소하는 방법을 제안하였다.

그러나, 이제까지의 스트레치 소재를 이용한 밀착의복 연구는 인체의 길이 및 둘레에 여유분을 넣어 제도한 원형에 소재 신장율을 고려하여 축소하였으나, 3차원 인체 스캔 데이터를 2차원 패턴으로 전개한 경우(여유분이 전혀 없는 경우)에는 어느 정도의 축소율이 적당한가를 가늠하기 어렵다. 최근 3차원 인체정보 자료를 이용하여 2차원 패턴을 전개할 수 있는 가능성이 입증되었으나(정연희 외, 2005), 3차원 인체 표면을 그대로 전개하여 얻은 2차원 패턴에 소재를 고려하여 몸에 피트 되는 2차원 패턴 제작 방법은 아직 밝혀지지 않았다. 특히 바디슈트 타입은 사이클 웨어, 인라인 스케이트복, 전신 수영복, 레슬링복, 리듬체조복 등의 기본 패턴으로 이용되기 때문에 바디슈트에 대한 적정 축소 패턴 연구는 그 의의가 크다 하겠다.

본 연구의 세부목적은 다음과 같다.

첫째, 인체의 3차원 스캔데이터를 이용하여 바디슈트 스타일의 인체와 밀착된 2차원 전개 패턴을 제작하는 방법의 타당성을 알아보려고 한다.

둘째, 3차원 데이터로부터 얻어진 밀착 바디슈트 패턴을 소재의 신축율을 고려하여 다양한 축소 패턴을 제작한 후 석고에 착의시킨 후 압력값을 측정하여 적절한 축소율을 검토하고자 한다.

셋째, 다양한 축소율로 제작된 실험복을 인체에 착의하여 주관적·객관적 평가를 수행하며 석고상에서의 압력값을 참고로 밀착패턴을 위한 최적 축소율을 제안하고자 한다.

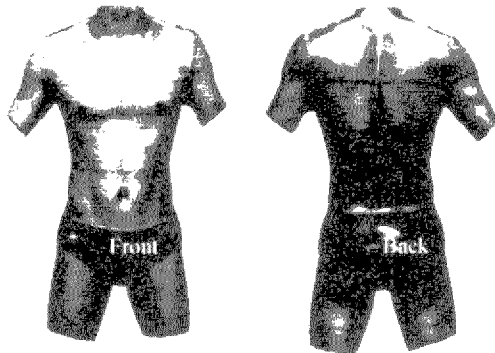
II. 연구 방법

1. 3차원 측정 기기

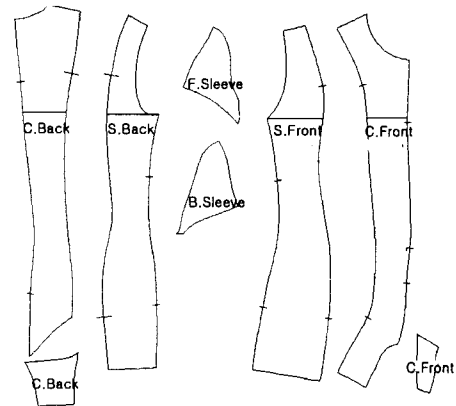
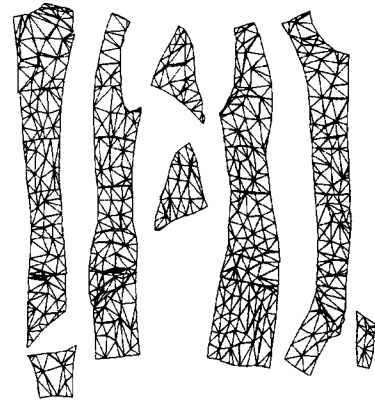
본 실험에 참여한 피험자는 20대의 남성으로 피험자의 3차원 스캔 데이터는 Cyberware로 측정하였으며, 측정 기기의 성능은 <Table 1>와 같다. Cyberware로 측정된 3차원 인체 데이터는 [Fig. 1]과 같으며, 피험자는 26세의 남자로 키는 177.5cm, 가슴둘레 95.0cm, 허리둘레 77.5cm, 엉덩이둘레 89.5cm였다. 피험자는 마틴 계측기를 이용하여 기준선 및 계측점이 표시되었다. 석고제작 및 3차원 스캔시에는 이 기준선이 동일하게 사용되었다.

<Table 1> Specification of 3D scanner

| | |
|-------------------|--|
| | Whole body color 3D scanner Model WB4 |
| Measurement range | 120cm(depth), 200cm(height) |
| Sampling pitch | 5mm (X) , 2mm (Y), 0.5mm (Z) |
| Light source | Laser |
| Accuracy | ± 0.5mm |
| Power | 1500W |
| Optical heads | 4 pieces |



[Fig. 1] Acquired 3D human data using Cyberware



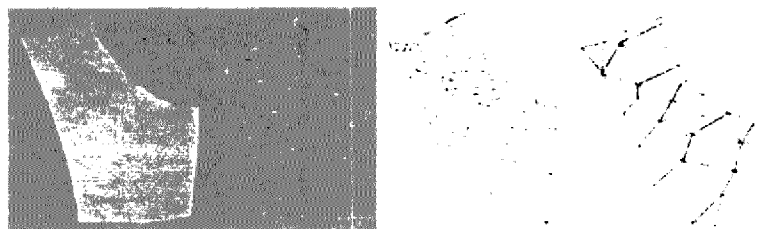
[Fig. 3] Developed 2D pattern by attaching together each of the blocks and an original pattern

2. 분석

획득된 3차원 영상을 구획화하고 분리하는 작업은 RapidForm 2004(INUS Technology, Inc., Korea)를 사용하였다. 구획화 된 영역은 Garland(1999)의 Triangle Simplification 과 Runge-Kutta Method 프로그램을 이용하여 작은 삼각조각으로 평면화하였다. 삼각조각들은 조각사이의 연결선을 기준으로 아래의 [Fig. 2]와 같은 방법으로 결합되었다.

이러한 과정을 통해 얻어진 삼각 블록 조각은 상용프로그램인 Yuka CAD System(Youthhitech, Co, Ltd.,

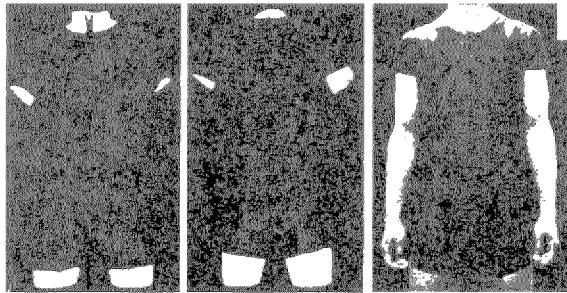
Korea)을 사용하여 블록간 꼭지점과 꼭지점을 연결하여 조합하였다. 이러한 블록 조합은 3차원 형상 정보를 2차원 평면으로 형성함에 있어 스트레스를 풀고루 분산하는 방법으로 선행 연구(이희란, 2005, 정연희 외, 2005)에 의해 검증된 바 있다. [Fig. 3]은 남성 피험자를 Yuka CAD 를 이용하여 2차원 평면패턴으로 전개한 모습이다. 이러한 방법으로 얻어진 패턴은 Yuka 프로그램을 이용하여 면적, 길이 등의 항목으로 분석하였다.



(a) 3D scan data (b) triangle simplification (c) triangular patches (d)attachment each block

[Fig. 2] Obtained 2D triangular patches using triangle simplification and the Runge-Kutta method

개발된 패턴은 바디슈트로 제작하였으며 [Fig. 4]의 (a)는 석고에, (b)는 인체에 실험의복을 착용한 모습을 보여주고 있다.

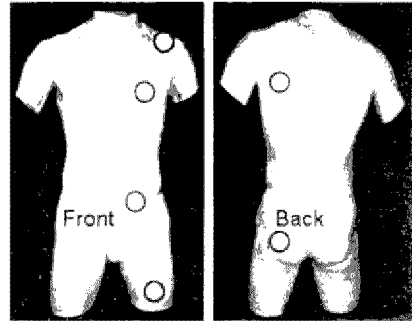


(a) Plaster figure (b) Subject

[Fig. 4] Experimental suit worn on the plaster figure and a subject

3. 압력 측정 및 주관적 평가

본 실험에서는 석고형상 및 인체와 의복간의 의복압을 측정하고자 공기주입식 의복압 센서AMI-3037-2(AMI Techno,Co, Ltd., Korea)를 사용하여 어깨, 가슴, 배, 넓적다리, 등, 엉덩이 부위 등 6부위에서([Fig. 5 참조])압력을 측정하였다. 압력측정부위는 맞춤새를 평가하는 대표적 부위로 가슴둘레 부위는 가슴과 등, 허리둘레 부위는 배, 엉덩이둘레 부위는 뒤엉덩이 돌출점으로 설정하였다. 특히 어깨부위는 바디 슈트 타입의 의복에 있어 인체의 동작에 의해 세로방향 신장, 축소와 크게 관여되는 부위임으로 설정하였다. 의복압 측정 센서는 직경이 2cm의 크기였으며 부직포로 된 공기팩에 가스 실린더로 공기를 주입하여 사용하였다. 피험자의 석고형상은 [Fig. 5]와 같다. 피험자는 축소를이 다르게 제작된 실험의복을 착용



○ Locations of pressure measurement

[Fig. 5] The six locations on the body for measuring the clothing pressure

한 후 [Fig. 6]과 같은 기본 동작을 10회 반복한 후 주관적 설문지를 작성하였다. 설문항목은 의복의 맞춤새에 대한 질문으로 진동, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 배, 살앞, 살뒤 부위 등 7부위에 대하여 7점 척도로 수행하였다(1점: 전혀 맞지 않음, 7점: 아주 잘 맞춤).

4. 실험의복

본 연구에서는 밀착 형태의 바디슈트를 제작하기 위하여 원단의 신장률을 고려하여 패턴 원형에 축소를을 배분하여 적용하는 방법(Ziegert and Keil, 1988)을 이용하였다.

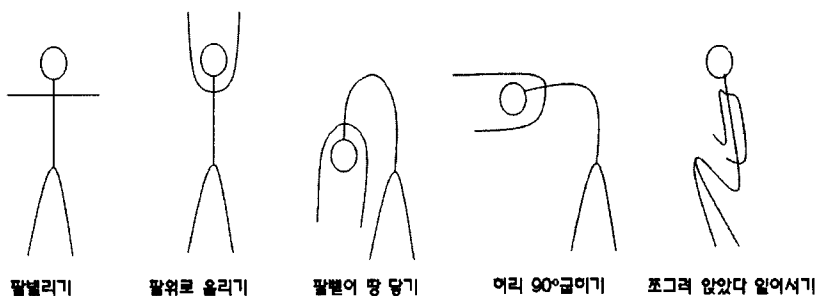
원단의 신장율은 아래의 식에 의해 계산되었다(4-1).

$$\% \text{ fabric stretch} = 100[(C-A)/A] \text{ ----- (4-1)}$$

Where A = distance between benchmarks prior to extension

C = distance between benchmarks under load (500g)

모든 실험복 착용 후 아래 동작 10회 반복



[Fig. 6] Five postures for the wear sensation

본 실험에 사용한 직물의 성분은 91.4% polyester와 8.6% polyurethane의 jersey였으며, 식서방향·푸서방향 신장율은 16%와 20.5%이었다.

식서방향, 푸서방향의 축소율 세부 공식은 다음 (4-2), (4-3)와 같다:

Length Reduction

$$X \times S = Z \text{ ----- (4-2)}$$

X: Distance from neck to hip (66.8 cm)

S: (% fabric stretch) / 100

Z: Total pattern length reduction

Width Reduction

$$Y \times S = T \text{ ----- (4-3)}$$

Y: Distance from CF(center front) to CB(center back) at the bust level (46.5 cm)

S: (% fabric stretch) / 100

T: Half body width reduction

Ziegert(1988)는 기본 패턴에도 이미 여유분량이 들어간 패턴을 사용하였는데, 이때 원단의 신장률을 고려하여 밀착 패턴용 축소율을 식서, 푸서 방향 신장률의 50%로 제안하였다. 즉, 의복의 활동을 고려한 여유분으로 실제 축소량은 Z/2(식서 방향), T/2(푸서 방향)을 적용하였다. 그러나 본 실험에서 이용한 의복은 일반 의복구성에 의해 얻어진 패턴이 아닌 인체의 3차원 데이터를 이용한 패턴이므로 어느 정도의 축소율이 적당한가를 고찰하고자 다음과 같이 5단계로 축소율을 검토하였다. 1) O-pattern은 3차원 스캔 데이터를 2차원 패턴으로 전개한 오리지널 패턴을 말하며, 2) Z-pattern은 Ziegert(1988)가 제안한 축소율로 구성된 패턴이고, 3) 3T-pattern은 식서, 푸서 방향 모두 Z2/3, T2/3으로 하였으며, 4) T-pattern

은 원단의 신장율을 100% 적용한 Z, T로 하였다. 5) A-pattern은 short cut 방식으로 식서, 푸서 방향으로 15% 축소하였다. <Table 2>는 각 패턴의 실측길이와 축소율(reduction rate), 그레이딩값 및 이에 의한 패턴 면적변화를 보여주고 있다. 길이나 면적에 대한 축소율은 피험자의 3차원 데이터상의 길이나 면적을 기준으로 하여 각 패턴의 축소에 따른 패턴길이 및 면적 변화를 나타내었다.

[Fig. 7]의 (a)는 Z-pattern의 축소율에 따라 O-pattern에 그레이딩 라인을 넣은 것이며, 그레이딩 방법은 Ziegert(1988)가 제안한 방법에 준하여 수행하였다. [Fig. 7]의 (b)는 O-pattern이 그레이딩 되어 Z-pattern으로 축소된 것을 보여주고 있다.

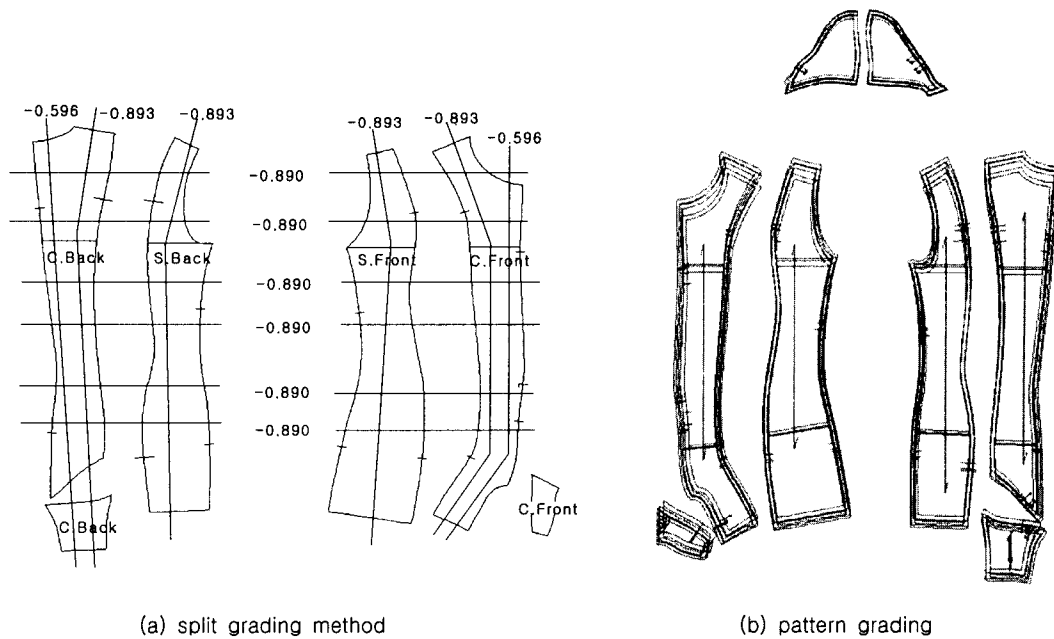
III. 연구 결과

1. 3D data를 이용한 패턴 전개의 정확도

먼저, 3차원 인체 스캔 정보와 전개된 2차원 패턴간의 비교를 통하여 본 연구에서 수행한 삼각단순화(Triangle simplification)방법이 인체 스캔 정보의 전개시에도 적절한 한가를 고찰하고자 하였다. <Table 3>은 3차원 인체 스캔 정보와 전개된 2차원 패턴간의 길이, 둘레차이를 고찰한 것으로 길이항목에서는 -0.21~0.40cm(-0.25~2.92%) 범위내의 차이가 보였으며, 둘레항목에서는 0.02~0.50cm(0.05~1.06%)차이가 발생하였다. 이 결과를 남성인대 상체의 3차원 스캔 데이터를 이용한 2차원 전개 패턴(정연희와 홍경희, 2006)과 비교하여 보았을 때 인대 상체에 대한 길이 및 둘레오차 범위가 -0.27~0.05cm(-0.60~0.20%)인데 비하여 오차가 증가하였음을 알 수 있다. 이는 선행연구가 남성 인체의 상체부위만을 전개하였다면, 본 연구는 남성 상체와 하체 및 팔다리의 주요부위까지 모두를 전개

(Table 2) Reduction rates and grading values of five experimental garments

| | O-pattern | Z-pattern | 3T-pattern | T-pattern | A-pattern |
|---|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Length (N.P. ~ Crotch), (cm) (reduction rate, %) | 85.75 (0%) | 80.35 (7%) | 78.55 (9%) | 74.94 (13%) | 72.89 (15%) |
| Chest width, (cm) (reduction rate, %) | 23.31 (0%) | 21.28 (9%) | 20.58 (12%) | 19.21 (18%) | 19.81 (15%) |
| grading value, wale (cm) | 0 | 5.34 | 7.13 | 10.69 | 12.85 |
| grading value, course (cm) | 0 | 2.38 | 3.18 | 4.77 | 3.5 |
| total area of pattern (cm ²) (reduction rate, %) | 3918 (100%) | 3313 (16%) | 3114 (21%) | 2731 (31%) | 2830 (28%) |



(a) split grading method (b) pattern grading
 [Fig. 7] Split grading method using the Yuka Pattern CAD (Z-pattern)

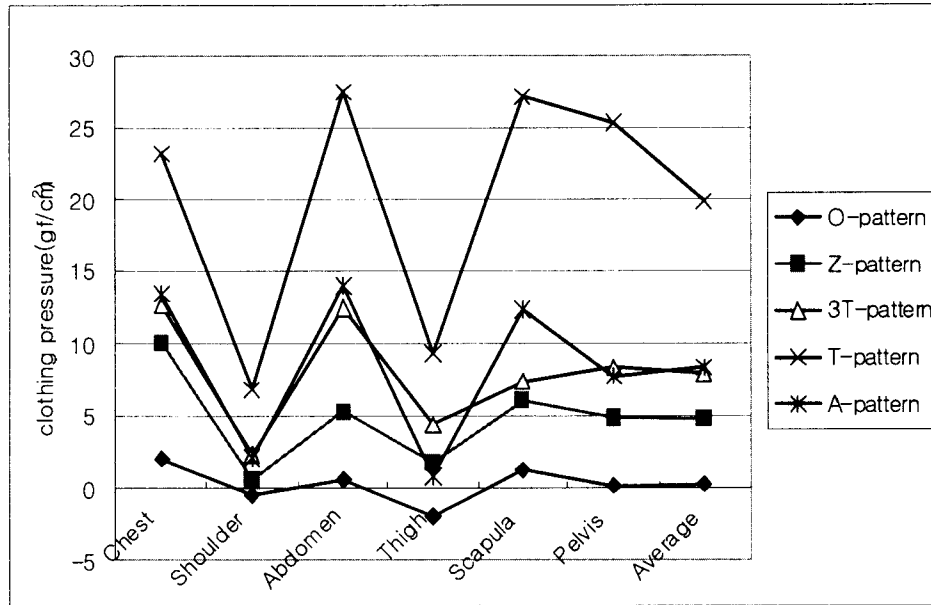
하였고, 복곡률이 상체 보다 심한 남성 하체를 전개하였기 때문에 오차발생이 커진 것으로 보인다. 그러나 이러한 차이는 의복구성시 의복제작의 오차범위에 들어가는 범위이므로 3차원 인체정보를 이용한 2차원 패턴 전개는 의복구성 방법으로 유용하다고 사료된다. 이러한 오차를 줄이기 위해서는 선행연구에서 Triangle simplification의 기본단위로 제한한 9cm^2 보다 작은 크기의 삼각형으로 곡면을 분할하고 이를 2차원 패턴으로 전개하는 것이 유리할 것으로 보인다. 본 연구에서 이용한 2차원 패턴 전개 방식은 인체 정보를 그대로 반영하는 비접촉식 패턴 제작 방법으로 인체정보를 정확히 반영하여야 하는 특수 기능성 밀착의에 활용가능성이 크다 하겠다.

2. 석고에 착의된 실험의복의 의복압

각기 다른 패턴 축소율을 가지고 있는 실험복을 정자세의 석고상에 착의하여 의복압의 변화를 고찰하였다. [Fig. 8]은 정자세의 석고에서 여섯 부위의 압력 측정 데이터 변화를 보여주고 있다. 모든 실험의복에서 어깨부위와 넓적다리부위의 압력이 낮고 가슴부위, 배부위, 등부위, 엉덩이부위의 압력이 높았다. 또한 의복은 면적이 적어짐에 따라 압력이 높아짐을 알 수 있었다. 특히 3T-pattern(전체 면적 축소율: 21%)과 A-pattern(전체 면적 축소율: 28%)은 축소율에서 차이가 있었음에도 여섯 부위에서의 평균 압력차이는 크게 발생하지 않음을 알 수

(Table 3) Comparison of the length and the girth between 3D human scan data and the obtained 2D pattern data

| Items | 3D data (cm) | 2D pattern (cm) | The difference (cm) | Percentage (%) |
|-------------------|--------------|-----------------|---------------------|----------------|
| Neck girth | 25.16 | 25.49 | -0.33 | -1.31 |
| Chest girth | 47.00 | 46.50 | 0.50 | 1.06 |
| Waist girth | 37.02 | 37.00 | 0.02 | 0.05 |
| Hip girth | 45.27 | 45.63 | -0.36 | -0.80 |
| Thigh girth | 48.12 | 47.65 | 0.47 | 0.98 |
| Shoulder length | 13.68 | 13.28 | 0.40 | 2.92 |
| F.Princess length | 85.54 | 85.75 | -0.21 | -0.25 |
| B.Princess length | 85.29 | 85.55 | -0.26 | -0.30 |
| C. Front length | 74.47 | 74.71 | -0.24 | -0.32 |
| C. Back length | 81.19 | 80.81 | 0.38 | 0.47 |



[Fig. 8] Clothing pressure of experimental clothes at six locations on the plaster

있었다. 정자세시의 석고상에서의 의복별 압력평균은 <Table 4>와 같다.

3. 인체착용시의 의복압 고찰

실험의복을 피험자에게 착의시킨 후 석고와 동일한 여섯 부위에서 의복압을 측정하였다. 측정된 압력값은 [Fig. 9]에서 보는 바와 같으며, 부위별 압력값은 <Table 5>와 같다. O-pattern은 모든 측정부위에서 아주 작은 의복압 (-0.29~1.31 gf/cm² 평균 0.33 gf/cm²)을 보였으며,

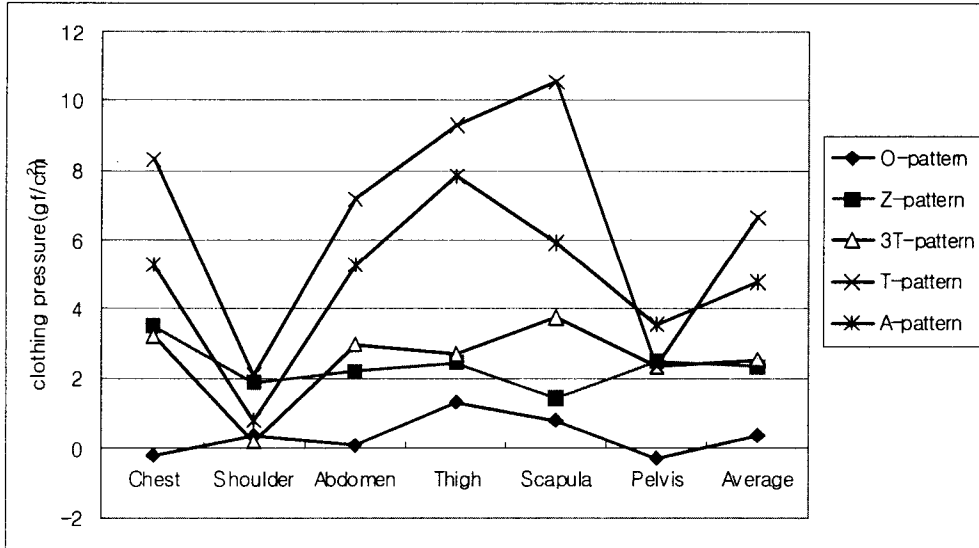
Z-pattern과 3T-pattern은 여섯 측정 부위에서의 압력값이 2~4 gf/cm²범위 안에 있었으며 부위에 따라 압력값의 큰 차이를 보이지 않았다. 이에 반해 T-pattern은 어깨부위와 엉덩이 부위를 제외하고 가슴, 배, 넓다리, 등부위에서 7~10 gf/cm² 정도의 상대적으로 가장 높은 압력값을 보여 부위에 따른 압력차이를 보였다. A-Pattern도 평균적으로 T-pattern 다음으로 의복압이 높았을 뿐 아니라, 넓다리나 등 부위에서 압박감이 두드러지게 컸다. <Table 5>에서와 같이 정자세에서의 의복압 평균을 보면 O-pattern이 가장 작고(0.33gf/cm²), Z-pattern과 3T-pattern이 2.34gf/cm², 2.53gf/cm²으로 의복압이 거의 같으며, A-pattern이

<Table 4> Clothing pressure of five garments worn on the plaster (Unit: gf/cm²)

| Garment type | Chest | Shoulder | Abdomen | Thigh | Scapula | Pelvis | Average |
|--------------|-------|----------|---------|-------|---------|--------|---------|
| O-pattern | 1.98 | -0.52 | 0.55 | -1.95 | 1.29 | 0.15 | 0.25 |
| Z-pattern | 10.07 | 0.55 | 5.36 | 1.73 | 6.13 | 4.94 | 4.80 |
| 3T-pattern | 12.71 | 2.33 | 12.48 | 4.38 | 7.35 | 8.30 | 7.92 |
| T-pattern | 23.21 | 6.86 | 27.53 | 9.37 | 27.20 | 25.35 | 19.92 |
| A-pattern | 13.43 | 2.13 | 13.93 | 0.79 | 12.29 | 7.71 | 8.38 |

<Table 5> Clothing pressure of five garments worn by a subject (Unit: gf/cm²)

| Experimental garments | Chest | Shoulder | Abdomen | Thigh | Scapula | Pelvis | Average |
|-----------------------|-------|----------|---------|-------|---------|--------|---------|
| O-pattern | -0.21 | 0.34 | 0.06 | 1.31 | 0.79 | -0.29 | 0.33 |
| Z-pattern | 3.50 | 1.89 | 2.22 | 2.46 | 1.44 | 2.51 | 2.34 |
| 3T-pattern | 3.21 | 0.18 | 3.00 | 2.72 | 3.75 | 2.33 | 2.53 |
| T-pattern | 8.31 | 2.10 | 7.16 | 9.27 | 10.54 | 2.37 | 6.63 |
| A-pattern | 5.28 | 0.79 | 5.24 | 7.82 | 5.90 | 3.56 | 4.76 |



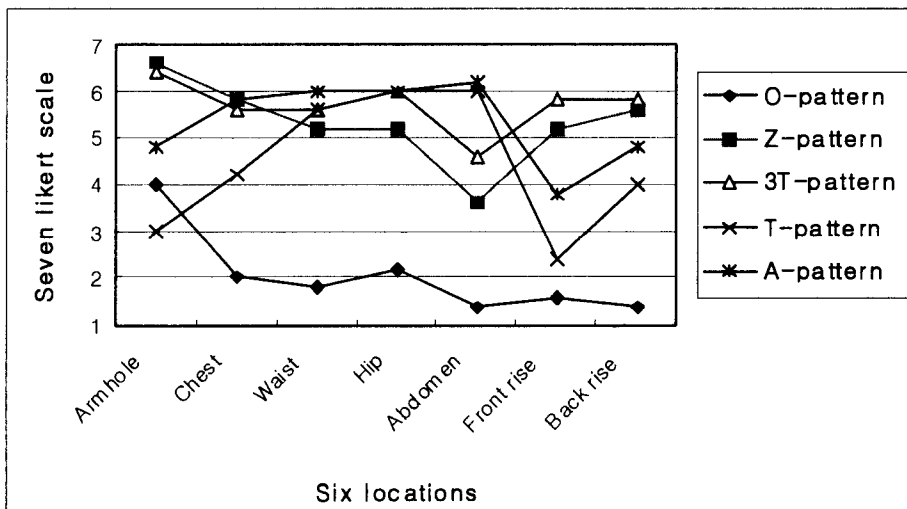
[Fig. 9] Clothing pressure of experimental clothes at six locations on the body

4.76gf/cm², T-pattern 6.63gf/cm²으로 의복의 축소율에 비례하여 압력값이 증가함을 보여주고 있다. 인체상에서의 평균의복압과 석고에서의 평균의복압을 비교하여 보면 O-pattern패턴을 제외한 모든 패턴에서 석고에서의 압력값이 2~13 gf/cm² 정도 크게 나타남을 알 수 있었다.

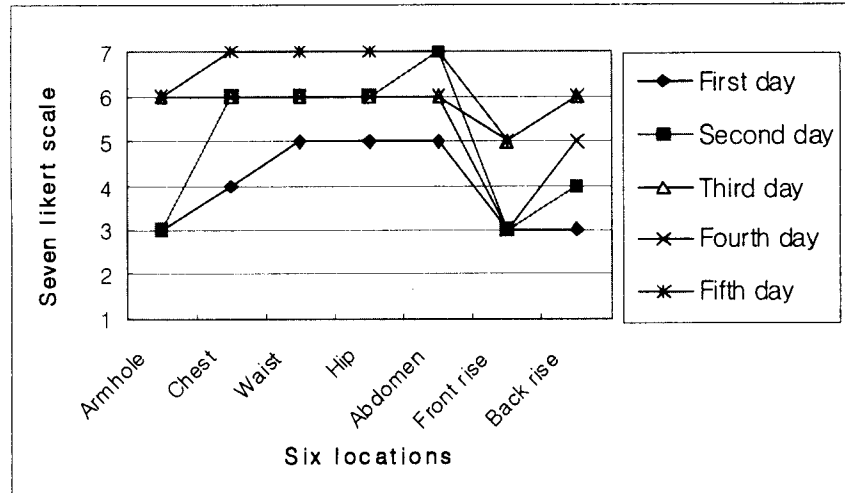
4. 착의실험에 의한 주관적 감각 평가 결과

[Fig. 10]은 피험자에 의한 착의평가를 보여주는 것으로 3T-pattern이 맞음새가 가장 좋다고 평가되었다. 주관적 평가에서 3T-pattern, A-pattern 과 Z-pattern등은 5.69,

5.34과 5.31로 맞음새가 우수하다고 평가되었다(p<0.001). 특히 O-pattern은 소재의 신축율을 전혀 적용하지 않은 의복으로 맞음새가 가장 나빴으며 T-pattern은 살앞·뒤부위 및 겨드랑부위에서의 맞음새에 문제가 있음을 보여주고 있다. 3T-pattern과 Z-pattern은 대체로 많은 부위에서 착용감이 좋았으며 거의 유사한 경향으로 피험자가 답변하였다. 그러나 착용감 평가에서 피험자는 밀착 바디슈트인 경우 살부위에 대한 압박감이 다소 크게 나왔으며 살부위는 매우 민감하게 반응하였다. 그러므로 푸서방향의 패턴 축소율은 Ziegert가 제시한 축소율보다 더 커도 상관없었으나 식서방향 패턴 축소율은 최소한 Ziegert가 제시한 수준을 유지하는 것이 바람직할 것이다.



[Fig. 10] Fitness evaluation of the five experimental clothes



[Fig. 11] Change of subjective sensation of A-pattern as wearing time passes

[Fig. 11]은 5일 동안 피험자 착용실험이 진행됨에 따라 A-pattern의복의 주관적 평가가 변화하는 것을 살펴본 것이다. 피험자는 시간이 지나감에 따라 밀착의복의 압박감에 적응하여 첫날보다는 마지막 날 압박에 대한 평가가 달라졌다. 그러나 살앞부위와 같은 민감한 부위는 적응이 더디게 진행되며 의복의 미묘한 차이를 평가하는 중요한 부위임을 알 수 있었다. 그러므로 밀착의복 착의 평가에 있어서 시간요인이 충분히 고려되어야 함을 알 수 있었으며 의복형태에 따라 민감한 평가부위 설정이 중요함을 알 수 있었다.

IV. 결론

본 연구에서는 성인 남성의 3차원 스캔 데이터를 이용하여 2차원 패턴 전개를 수행하였으며 얻어진 패턴을 적당한 압력을 갖는 의복으로 구성하기 위하여 패턴 축소율을 단계적으로 주어 다섯 벌의 바디슈트를 제작하였다. 패턴 축소율의 변화에 따라 제작된 의복의 압력이 석고 인대와 인체 착용시 어떻게 변화하는지 고찰하였으며 주관적 감각평가를 수행하여 착용 쾌적감이 우수한 패턴 축소율을 알아보고자 하였다.

1. 인체의 3차원 스캔 정보와 전개된 2차원 패턴의 길이 및 면적을 고찰한 결과는 다음과 같다. 3차원 인체 스캔 정보와 전개된 2차원 패턴은 길이항목에서는 -0.21~0.40cm (-0.25~2.92%) 범위내의 차이가 보였으며, 둘레항목에서는 0.02~0.50cm (0.05~1.06%)

차이가 발생하였다. 이러한 오차는 의복구성시 오차 범위내에 드는 것으로 본 연구에서 이용한 삼각단순화(Triangle simplification)방법이 3차원 인체 스캔 정보의 2차원 패턴 전개시에도 적절한 방법임을 확인할 수 있었다. 오차를 줄이기 위해서는 3차원 인체 데이터를 삼각단순화 할때 기본 삼각형의 면적이 9cm² 보다 작은 것이 우수할 것으로 제안된다.

2. 석고에 착의한 의복의 압력측정 결과, 패턴의 면적이 적어짐에 따라 압력이 높아졌으며 인체 착용시 보다 대체로 2~13gf/cm² 큰 값을 나타내었다. 피험자 착용시 의복압 변화를 살펴보면, Ziegert와 Keil이 제안한 축소율(세로방향: Z/2(7%), 가로 방향: T/2(9%)) 또는 세로로 Z2/3(9%), 가로로 T2/3(12%) 줄인 3T 패턴의 경우 부위별로 2~4gf/cm²의 고른 의복압 분포를 보였다. 이보다 축소율이 더 커지는 경우에는 전반적으로 15%를 줄이는 A-pattern의 경우에도 압력값 평균이 커질 뿐 아니라 부위별로 불균일하게 큰 압력값을 나타내었다.
3. 살부위의 평가를 포함한 주관적 착의 평가에서는 3T-pattern, A-pattern과 Z-pattern등은 5.69, 5.34과 5.31로 맞춤새가 우수하다고 평가되었다(p<0.001). 착용 쾌적감 실험결과 밀착패턴 개발에 있어 가로 방향의 패턴 축소율은 Ziegert가 제시한 축소율(T/2(9%))보다 다소 커도 상관없었으나 세로방향의 패턴 축소율은 최소한 Ziegert가 제시한 수준(Z/2(7%))을 유지하는 것이 필요하였다. 이는 동작시의 세로 방향의 신장율에 대응해 줄 필요가 있기 때문이다.
4. 결과적으로 인체의 팔, 다리를 포함한 토루소의 밀

착 체표면인 3D 스캔 자료를 이용하여 스트레칭성이 있는 바디 슈츠를 제작하기 위해서는 세로 방향에서는 Z/2(7%), 가로 방향에서는 T/2(9%) 보다 다소 큰 축소율(T2/3(12%))로 2차원 패턴을 제작하면 착용감이 좋은 바디 슈츠를 만들 수 있었으나, 동작시의 자료를 좀 더 검증한 패턴을 제작하기 위해서는 동작시의 체표면적을 고려한 추후 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 피험자는 시간이 지나감에 따라 밀착의복의 압박감에 적응함으로 밀착의복 착의평가에 있어서 시간요인이 충분히 고려되어야 함을 알 수 있었다.

본 연구를 통하여 3차원 인체 스캔 데이터를 이용하여 맞춤새가 우수한 2차원 바디 슈트 패턴 제작 방법을 제안하였다. 앞으로는 시판되고 있는 밀착 바디 슈트와의 패턴 비교, 의복압 비교, 착용감 비교를 통하여 보다 맞춤새와 착용쾌적감이 좋은 바디 슈트 패턴을 제안하는 것이 필요하겠다.

주제어 : 3차원 인체 스캔 데이터, 2차원 패턴, 밀착 바디슈트, 의복압

참 고 문 헌

- 산업자원부(2005) 제5차 한국인 인체치수조사 자료-직접측정에 의한 인체치수 통계.
- 강혜정 (2004) 한국인 인체치수조사. 패션정보와 기술지, 81-88.
- 남윤자, 최경미, 정의승, 윤명환 (2004) Size Korea 3차원 인체 측정 방법 표준화-전신스캐너를 중심으로. 패션정보와 기술지, 1, 6-19.
- Ziegert, B, Keil, G (1988) Stretch fabric interaction with action wearables: Defining a body contouring pattern system. *Clothing and Textiles Research Journal*, 6(4), 54-64.
- 정연희, 김시조, 홍경희 (2005) Triangle simplification에 의한 3D 인체형상분할과 삼각조합방법에 의한 2D 패턴 구성. *한국의류학회지*, 29(9/10), 1359~1368.
- 정연희, 홍경희 (2006) 3D 스캔 데이터를 활용한 밀착 패턴 원형 개발. *한국의류학회지*, 30(1), 157-175.
- 박진아 (2003) Stretch 소재를 사용한 여성용 Bodysuit 원형 설계에 관한 연구. *한국섬유공학학회지*, 40(6), 562-571.
- 이진희, 최혜선, 도윤희 (2002) 하의용 시판 신축성 소재의 물리적 특성과 맞춤새에 관한 연구-스커트를 중심으로. *한국의류학회지*, 26(9/10), 1467-1477.
- 천종숙, 석은영, 박순지 (1998) 바지원형설계에 직물의 신축성을 적용하는 방법에 대한 사례연구. *한국의류학회지*, 22, 185-191.
- 최미성 (2004) 사이클 선수들을 위한 투피스형 사이클복의 패턴개발과 관한 연구. *한국의류학회지*, 28(5), 637-647.
- 한진이, 조진숙 (2000) 신축성소재 셔츠 블라우스의 여유량에 관한 연구. *한국의류학회지*, 24, 289-300.
- 中嬌美智子, 吉田 敬一 (1997) 권오경, 김희은 번역 (1998). *새로운 의복위생*. 경춘사.
- Burden, R (2003) 수치해석. 사이텍미디어
- Dongsheng, C, Qing, Z (2003) A study on clothing pressure for men's suit comfort evaluation. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 15(5), 320-334.
- Garland, M (1999) Quadric-Based Polygonal Surface Simplification. Doctoral dissertation, School of Computer Science Carnegie Mellon University
- Joseph-Armstrong, P (2000) Pattern marking for fashion design (3rd ed.). Prentice hall.
- Watkins, S. M (1995) Clothing: The portable environment. Iowa state university press: Ames.
- Zhang, X, Yeung, K. W, Li, Y (2002) Numerical simulation of 3D dynamic garment pressure. *Textile Research Journal*, 72(3), 245-252.
- 3차원 응용 소프트웨어. 자료출처
<http://www.i-designer-web.com>
<http://www.dressingsim.com>
<http://www.dnmco.com/narcis>

(2006. 03. 23 접수; 2006. 06. 07 채택)