The Research Journal of the Costume Culture

pISSN 1226-0401 eISSN 2383-6334
RJCC Vol.28, No.1, pp.1-14, February 2020
https://doi.org/10.29049/rjcc.2020.28.1.1

[Original Article]

Development of tight-fit patterns for adult males according to the 3D body surface segment method

Eun-Hee Hong†
Adjunct Professor, Dept. of Clothing and Textiles, Hanyang University, Korea

3D 체표면 분할 전개방법에 의한 성인 남성 밀착원형 설계

홍 은 희†
한양대학교 의류학과 겸임교수

Abstract

This study is based on a representative body shape drawn from previous studies that classify adult male torso shapes. In this study, a design method is proposed by developing a tight-fit pattern that can be easily developed into various items and designs using the body surface development figure. This is obtained by converting the 3D body shape of the model representing the representative body shape. The specific design method was conducted as follows. Actual measurement values were used for waist back length, waist-to-hip length, shoulder length. The scye depth was determined as C/4 – 1.7 cm, and the front and back Interscye was set at (1/2 × actual measurements) – 0.2 cm. The front-back neck breadth was set to (1/5 × base neck circumference) – 1.3 cm and (1/5 × base neck circumference) cm. The front-back neck depth was set to (1/5 × base neck circumference) – 1.2 cm and 3.5 cm. Front chest circumference was C/4 – 1 (front-back difference)cm; (1/4 × back chest circumference) was C/4 + 1 (front-back difference) + 0.3 (dart amount) cm. Front waist circumference was W/4 – 0.2 (front-back difference) + 2.2 (dart amount) cm; back waist circumference was W/4 + 0.2 (front-back difference) + 2.5 (dartamount) cm; front hip circumference was H/4 + 0.2 (ease) + 0.2 (front-back difference) cm; and back hip circumference was H/4 + 0.2 (ease) – 0.2 (front-back difference) cm; Front droop was 1.6 cm. The newly developed tight-fit pattern is expected to be of great use as a basis for garment construction.

Keywords: adult males(성인 남성), tight-fit pattern(밀착 원형), body surface development figure(체표전개도), 3D body shape data(3차원 인체형상자료), body surface segment method(체표면 분할법)

Received January 16, 2020
Revised February 14, 2020
Accepted February 16, 2020

†**Corresponding author**
(heh7550@hanmail.net)

ORCID
Eun-Hee Hong
https://orcid.org/0000-0003-2620-723X

This paper is part of a doctoral dissertation.

I. Introduction

어패럴 뉴스(Lee, 2020)의 최근 보도에 의하면 한국섬유산업협회가 발표한 패션 내수 시장의 연평균 성장률은 0.9%를 보였고, 글로벌 컨설팅그룹 매킨지도 2020년 글로벌 패션 산업 성장률을 3~4%로 낮춰 잡으면서, 내수와 수출 모두 불확실성이

Copyright©2020, The Costume Culture Association. All rights reserved.

커지고 있다. 이에 업계의 발 빠른 시장 대응이 필요함을 강조하였고, 남성복의 경우 최근 변화된 마켓의 소비 패턴에 맞는 상품개발에 주력해야함을 역설하였다. 최근에 남성복은 실용화・캐주얼 소비 경향이 더욱 두드러지고 있으며, 업계에서는 활동성과 편안한 착용감을 고려한 상품 개발에 집중하고, 이를 위한 다양한 기능성 소재의 적용과 의복의 맞음새 향상에 노력하고 있다.

의복의 맞음새는 신체적합성과 부합하므로 타깃 소비자의 신체적 특징을 잘 파악하는 것이 무엇보다도 선행되어야 하며, 이를 위해 최근 3D 인체형상 자료의 사용이 활발해지고 있다. 3D 인체형상 자료는 치수 정보뿐 아니라, 입체적인 형상까지 얻을 수 있어 인체의 체형 특성을 더욱 정확하게 파악하여 2D 패턴에 반영할 수 있으므로 신체적합성이 좋은 의복을 설계할 수 있다. 이에 3D 형상을 활용한 연구가 계속해서 시도되고 있다.

3D 인체형상을 활용한 기존 연구로는 3D 형상자료에 의한 체형 분류와 패턴에 적용할 인체치수 연구(Choi, Park, Nam, Jun, & Ryu, 2010; Kim, Nam, & Han, 2016; Lee, 2009), 2차원적 패턴 제작방식에 3D 인체 치수 정보를 적용하는 패턴 설계 연구(Kim, 2007; Kim, 2014)가 대부분으로, 이는 기존의 패턴제도 방식을 사용하고 있어 의류업체에서 적용하기 쉽다는 장점은 가지고 있으나, 3D 인체형상 자체를 직접 사용하지 않아 체형 특성을 반영하고 있는 3D 자료의 장점을 충분히 활용하지 못하고 있다. 3D 인체형상 자료를 그대로 2D 평면으로 전개하여 패턴을 추출하는 연구로는 인체를 그리드(grid)로 나누고, 트라이앵글(triangle)로 분할하여 3D형상을 2D평면으로 전개한 연구(Choi, 2007)와 3D 인체형상을 자동 분할하여 사각조합이나 삼각조합방법에 의하여 2D 평면패턴으로 구성한 연구(Choi, Nam, & Choi, 2006; Jeong, Hong, & Kim, 2005; Suh, 2001) 등이 있다.

3D 인체스캔형상의 체표면 전개를 통해 추출된 패턴을 의복 설계에 적용하는 것은 의복의 신체 적합성을 향상시켜 맞음새에 대한 만족도를 증대시키는데 효율적이며, 또한 여유분을 적용하지 않은 밀착원형은 최근 남성복에서 사용되고 있는 기능성 신축소재 및 신체밀착형 의복 설계 시뿐만 아니라, 동작과 기능에 따라 여유분을 조절하여 다양한 아이템과 디자인으로 전개하기에 용이하므로 이를 연구하는 것은 의의가 있다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 성인 남성의 체간부 형태를 유형화한 선행연구 자료를 바탕으로 성인 남성 대표체형에 해당되는 대표모델의 3D 인체형상을 2D 평면 전개하여 얻은 체표전개도를 이용하여 신축성 소재 및 신체밀착형 의복 설계뿐 아니라, 다양한 아이템과 디자인으로 패턴의 전개가 용이한 밀착원형으로 개발하여 그 설계방법을 제시하는데 목적이 있다.

Ⅱ. Methods

본 연구는 3D 스캔형상이용법을 활용하여 3차원의 컴퓨터 프로그램 상에서 인체의 체표면을 평면 전개하여 성인남성의 대표체형에 해당되는 체표전개도를 추출하였으며, 대표모델에게 가상 착의하여 1・2차의 착의평가를 실시한 후 수정・보완하여 최종 성인남성 대표체형을 위한 밀착원형으로 완성하였다.

1. Selection of representative model of 3D body shape data

본 연구는 3차원 인체스캔데이터에 의해 성인남성(20~75세)의 체간부 형태를 유형화한 선행연구(Hong, 2019)를 참고하여, 그중 대표체형에 해당되는 3D 인체형상자료를 연구에 활용하였다. 선행연구에서 분류된 대표체형은 키가 크고 체간부가 짧으며, 어깨너비가 크고 체간부 굴곡이 있는 마르고 납작한 체형으로 20~75세에 해당되는 성인 남성 1,796명의 인체자료 중에 486명(27.1%), 20대 초반~30대 초반에 가장 많은 인원분포를 보였던 체형 그룹이다.

대표체형의 체표전개도 추출을 위한 3D 대표모델은 체형 분류를 위해 선정된 인체부위 항목들의 대표체형 평균값에 최대한 근접하는 1명을 선정하였다. 체형유형의 크기 특징을 잘 나타낼 수 있는 가슴둘레, 허리둘레, 배둘레, 엉덩이 둘레 등 둘레항목과 연령에 따른 측면의 형상을 알 수 있는 항목인 등길이, 앞중심길이, 목옆허리둘레선길이, 목옆뒤허리둘레선길이 등을 우선적으로 적용하여 대표모델을 선정하였다. 선행연구에서 분류되어 제시된 대표체형의 주요 인체부위 항목 평균값과 선정된 대표모델의 인체부위 항목별 평균 치수는 아래의 〈Table 1〉과 같다.

<Table 1> Dimensions of main body parts (Unit: cm)

Measurement items	Dimension of 3D representative model	Average value of representative body shape
Neck base circumference	44.20	42.92
Chest circumference	99.70	99.35
Bust circumference	93.30	92.74
Waist circumference	79.00	79.55
Waist circumference (Omphalion)	83.00	84.03
Hip circumference	94.40	94.89
Armscye circumference	43.60	39.25
Front interscye	38.00	38.30
Back interscye	40.60	41.52
Bishoulder length	47.90	44.48
Stature	178.90	173.34
Waist front length	35.80	34.89
Waist back length	41.60	42.24
Waist to hip length	23.90	22.34
Shoulder length	13.60	14.26

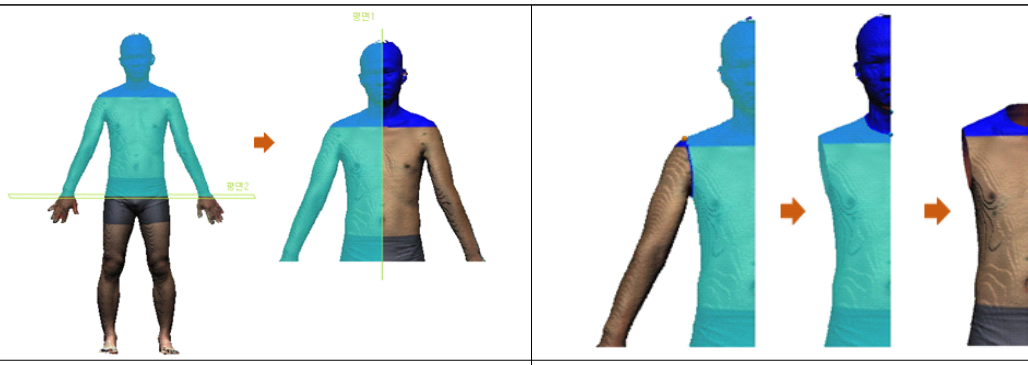
2. Development figure of body surface

1) Basepoint and baseline settings

의복 원형의 구성학적 기준을 고려하여 인체 형상 특징을 대표하는 인체의 기준점을 정하고, 이 점들을 연결하여 인체 체표면을 분할하는 기준선으로 설정하였다. 기준점과 기준선은 대표체형에 해당되는 성인 남성 대표모델의 3차원 인체형상 위에 설정하였으며, Rapidform XOR_3 프로그램이 사용되었다.

본 연구에서 인체기준점은 산업자원부 기술표준원의 표준인체 측정법(Korean Agency for Technology and Standards [KATS], 2004)을 참조하여 인체의 변곡점이나 원형 설계에 필요한 구조적 절개선 또는 다트가 위치할 곳 등을 고려하여 설정하였으며, 인체 기준선은 체표면 분할의 기준이 되며, 패턴의 절개선 또는 다트선 등으로 연결되기 때문에 앞과 뒤의 2피스(piece)로 설계되는 본 연구의 밀착원형의 구성학적 구조를 고려함과 동시에 체표면의 평면 전개 작업이 용이할 수 있도록 인체의 변곡이 심한 곳을 분할할 수 있도록 설정하였다. 이에 따라 설정된 기준점은 목앞·뒤·옆점, 어깨가운데점, 어깨가쪽점, 겨드랑앞·뒤벽점, 겨드랑앞·뒤접힘점, 겨드랑점, 젖꼭지점, 허리옆점, 엉덩이돌출점, 앞·뒤허리너비의 1/2점(뒤허리너비의 1/2점은 앞허리너비 1/2점의 투영점), 앞·뒤엉덩이너비의 1/2점(뒤엉덩이너비의 1/2점은 앞엉덩이너비 1/2점의 투영점), 뒤가슴너비의 1/2점, 등품의 1/2점으로 KATS의 3차원 인체스캔 데이터상에 설정되어 있는 기준점의 위치를 기반으로 하여 설정하였다.

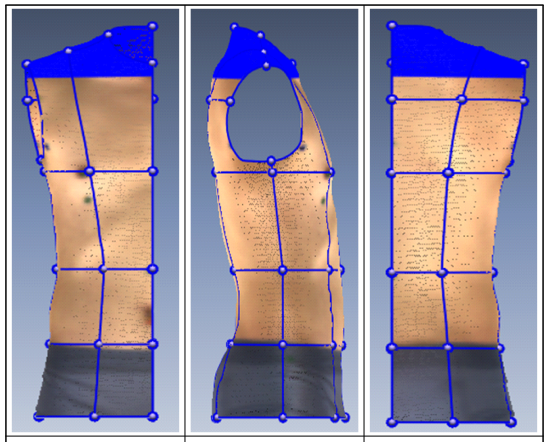
기준선을 설정하기에 앞서 밀착원형을 설계하는데 필요한 인체 부위만을 남겨두기 위해 대표모델의 3차원 인체형상 위에 엉덩이돌출점과 목앞·뒤점을 통과하는 수평·수직단면을 생성하여 인체를 분할·삭제하였다. 또한 어깨가쪽점·겨드랑앞벽점·겨드랑앞접힘점·겨드랑점·겨드랑뒤접힘점·겨드랑뒤벽점을 차례로 지나는 겨드랑선(암홀선)과 목앞·뒤·옆점을 지나는 목둘레선을 기준으로 인체를 분할·삭제하였다(Fig. 1).



Horizontal and vertical section	Spline

<Fig. 1> 3D body shape segmentation process for body surface extraction

3차원 인체형상의 메쉬(mesh)위에 기준점을 연결하여 기준선을 설정하였다. 설정된 가로기준선은 젖꼭지점 위치에서 앞·뒤중심선에 수평으로 내린 선(가슴둘레선), 허리옆점에서 앞·뒤중심선까지를 연결하는 수평선(허리둘레선), 엉덩이돌출점에서의 수평단면 분할에 의해 생긴 경계면을 연결하는 수평선(엉덩이둘레선), 허리둘레선과 엉덩이둘레선 사이를 이등분하는 수평선, 목뒤점에서 가슴둘레선과 뒤중심선의 교차점까지의 거리를 이등분하는 위치에서 진동둘레선에 수평으로 내린 선(등품선)이며, 세로기준선은 목앞·뒤점을 통과하는 수직단면에 의해 생긴 인체의 앞쪽 경계면을 연결하는 수직선(앞중심선), 목앞·뒤점을 통과하는 수직단면에 의해 생긴 인체의 뒤쪽 경계면을 연결하는 수직선(뒤중심선), 겨드랑점에서 허리옆점을 지나 엉덩이둘레선까지 수직으로 내린 선(옆선), 어깨가운데점에서 젖꼭지점을 지나 앞허리너비의 1/2점과 앞엉덩이너비의 1/2점을 지나는 선(앞다트생성위치), 어깨가운데점에서 등품의 1/2점을 지나 뒤가슴·허리·엉덩이너비의 1/2점을 차례로 지나는 선(뒤다트생성위치)이며, 〈Fig. 2〉에 그 모습을 제시하였다.



Front	Side	Back

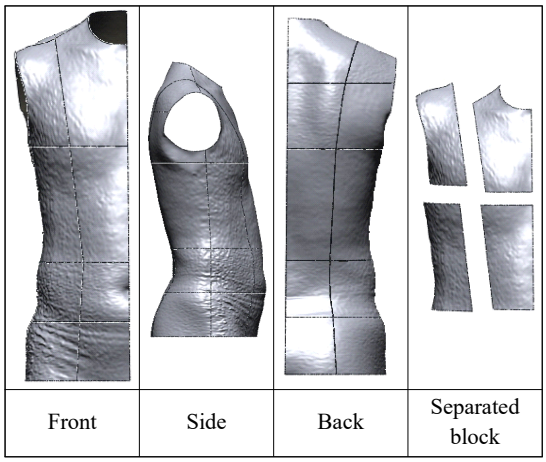
<Fig. 2> Baseline settings of 3D body shape

2) Settings of block and triangle

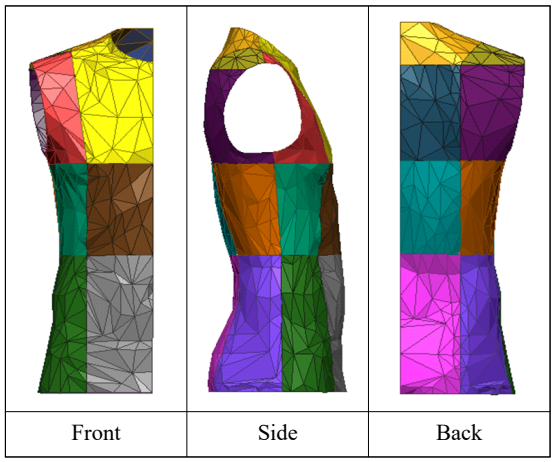
설정된 기준선에 의해 앞면과 뒷면은 8개와 10개의 블록으로 나뉘어졌으며, 이 블록들을 2차원 평면 전개가 쉬운 면(face)의 상태로 만들기 위해 3차원 인체의 mesh형상을 기반으로 한 인체 표면을 boundary fit(경계편집)하여 자유곡면 형태의 surface body(안이비어 있는 바디, surface:곡선의 3차원적 표현으로 곡면)를 생성시키고, 블록별로 surface를 분할(trim-region)하여 저장하였다(Fig. 3).

Surface body를 mesh 상태로 변환하고 global remesh와 decimate 기능을 사용하여 3차원 인체 형상의 형태적인 변형이 최대한 일어나지 않는 범위 내에서 mesh 구조를 재조정하여 triangle mesh의 수를 줄여 평면화 작업이 용이하도록 하였다.

본 연구에서는 Garland(1999)의 triangle simplification 원리를 적용하여 triangle mesh의 수를 줄이는 것이 효과적일 것이라 판단하고, 선행연구(Lee & Hong, 2005)를 참고하여 분할된 surface의 총면적을 4cm^{2}를 나눈 값으로 triangle mesh의 개수를 정하였다. 형태변형을



<Fig. 3> Block settings



<Fig. 5> Triangle-mesh settings

최소화하기 위해 축소율(reduction ratio) 70% 이하에서 반복적인 decimate 명령을 실행하여 3차원 surface를 단순화된 triangle mesh 상태로 전환하였다(Fig. 4). 이상의 과정으로 완성된 triangle mesh의 block들은 〈Fig. 5〉와 같다.

3) Body surface flattening

체표면의 평면 전개를 위해 Rapidform XOR_3 프로그램에서 export한 분할된 triangle mesh 파일들을 X, Y상의 좌표 값만을 갖는 2차원의 개체로 전개가 가능한 Pepakura Designer 3 program에서 import하여 2차원 삼각조각으로 변환하였고, Yuka pattern making program을 이용하여 분할된 삼각조각들의 꼭지점들을 연결하여 기준선에 의해 분할된 block들의 평면패턴을 완성하였다. 삼각조각들의 연결과정에서 조각들 간의 겹침과 벌어짐이 일어나는 현상은 인체 곡면의 형상을 평면화함에 따라 발생되는 자연스러운 결과로, 길이와 면적의 증감을 최소화하는 방향으로 조합되었다.

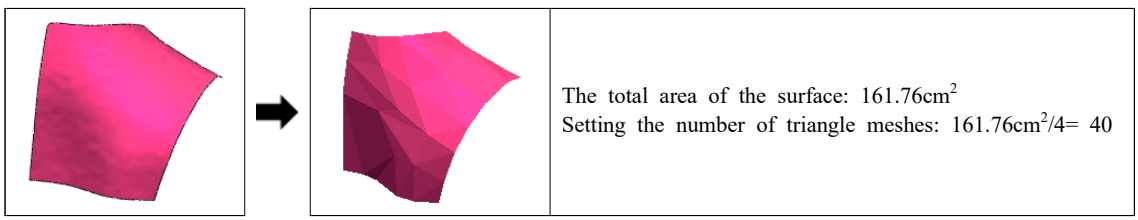
3. Appearance evaluation by virtual garment simulation

1) Making of virtual garment

가상의상 제작은 대표모델의 3차원 인체형상(obj파일)을 3차원 가상 착의 시스템인 (주)클로버츄얼패션의 CLO-3D 프로그램에서 불러와서 가상 Avatar를 생성시킨 후, pattern 프로그램에서 dxf파일로 저장한 체표전개도를 import하여 다트선, 옆선과 어깨선, 중심선 등 봉제선을 설정하여 가상 Avatar의 주변에 배치시키고 시뮬레이션하여 완성하였다. 가상실험복의 소재는 가상 착의 프로그램 내에서 기본적으로 제공되는 cotton 100%, R_cotton _cloth_CLO_V1을 사용하였다.

2) Evaluation items and methods of virtual wearing

제작된 가상의복의 전·측·후면의 외관 사진 자료를 보고, 의류전문가 9인의 평가단이 평가하도록 하였다. 가상 착의 평가항목은 전·측·후면에서의 각 부위의 형태, 위치, 길이 등의 외관 관능평가 항목



<Fig. 4> Settings process of triangle mesh by simplification

40개로 구성되었으며, 매우 적절한 편이다(5점)에서 매우 적절하지 않은 편이다(1점)까지 5점 척도로 평가하도록 하였다. 3점 이하의 낮은 평가 점수를 받은 항목에 대해서는 좁다, 넓다, 앞쪽으로 치우침, 뒤쪽으로 치우침 등의 구체적인 평가 내용을 기술하도록 하였다.

4. Data analysis

밀착원형을 설계하기 위한 가상 착의 외관평가 결과를 평가자 점수의 평균값과 표준편차를 중심으로 비교·분석하였다. 가상 착의 외관평가의 평가 점수에 대한 평가자 9명간의 상호 일치도를 검토하기 위해 신뢰도 계수(Cronbach's Alpha)를 구하였으며, 1차·2차 외관평가에 대한 평가항목별 유의차를 검증하기 위해 *t*-test를 실시하였다.

Ⅲ. Results and Discussion

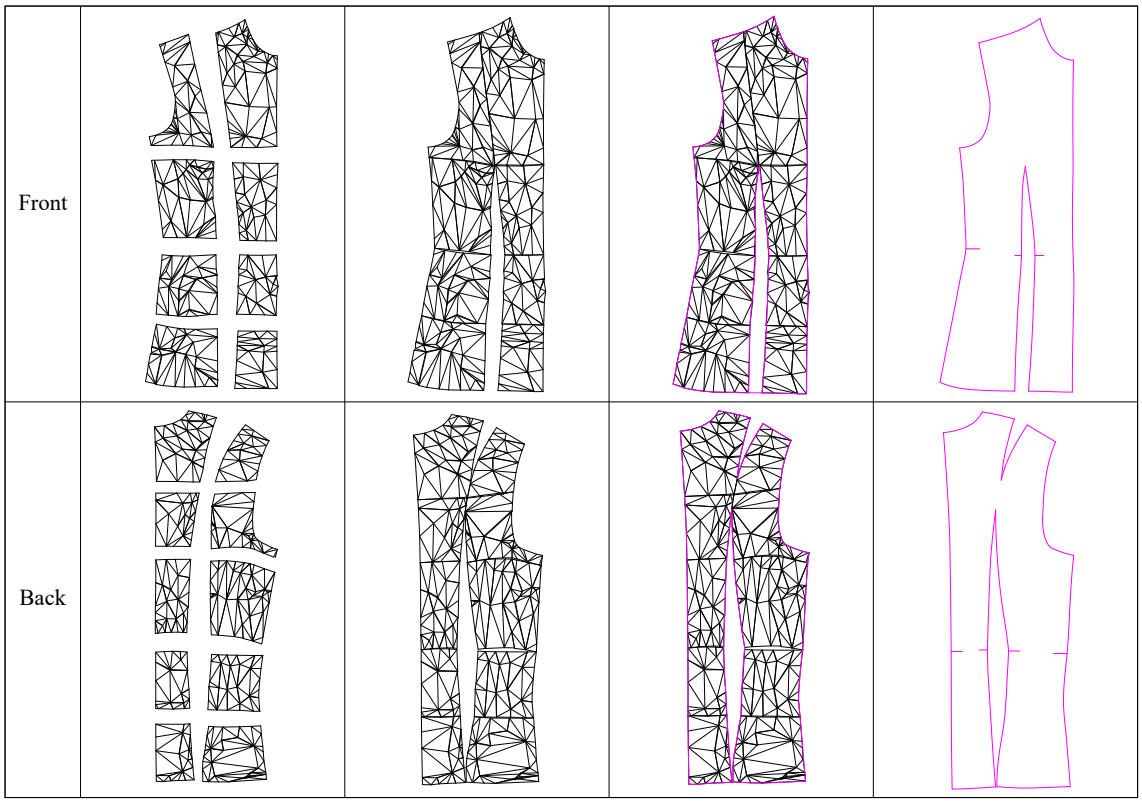
1. Making of body surface development figure

1) Extraction of body surface development figure

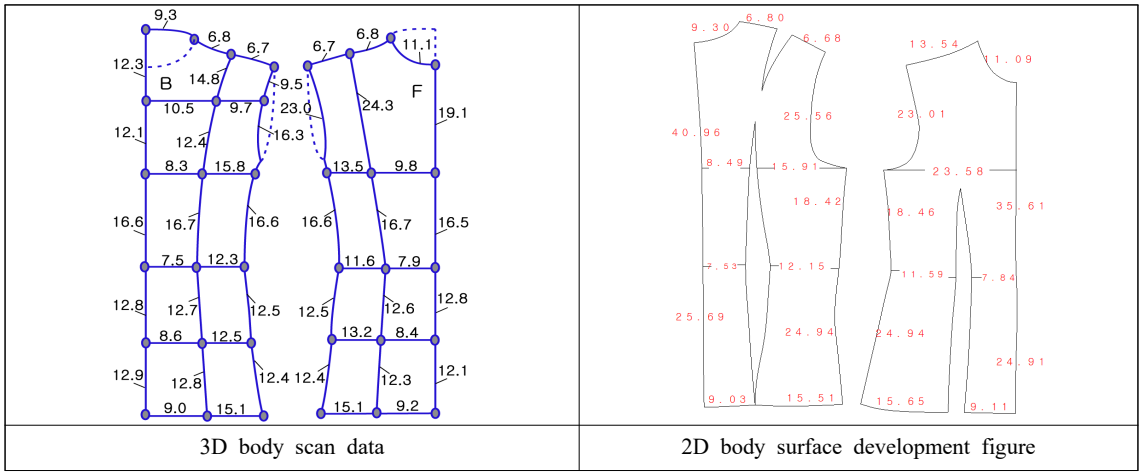
체표면의 평면 전개된 block의 패턴들을 연결하여 앞판과 뒤판의 2 piece로 구성되는 의복 패턴으로 조합하였다. 앞·뒤중심을 수직기준선으로 하여 앞·뒤 허리선과 뒤어깨에 각각 1개의 다트가 생성되도록 유도하면서 block의 꼭지점과 선을 자연스럽게 연결하고, block들의 형태를 유지하면서 외곽을 곡선으로 연결하여 체표전개도로 완성하였다(Fig. 6).

2) Verification of body surface development figure

완성된 체표전개도가 밀착원형으로 활용가능한 정도의 정확성을 가지고 있는지를 확인하기 위하여 2차원 체표전개도와 3차원 인체스캔데이터의 치수를 비교하였다(Fig. 7). 3차원 인체를 2차원 평면으로 전개하고, 블록의 조각들을 연결하는 과정에서 겹침과 벌어짐에 의한 치수의 오차가 발생하였는지에 대해 길이와 둘레 항목별 차이를 백분율로 계산하여 그 오차를 살펴본 결과, 〈Table 2〉에서 제시된 결과와 같이



<Fig. 6> Body surface development figure by block combination



<Fig. 7> Comparison of dimension between 3D body scan data and 2D body surface development

<Table 2> Comparison of dimension between 3D body scan data and 2D body surface development

(Unit: cm / %)

	3D body scan data	2D body surface development figure	Difference	Percentage
Center front line	60.50	60.52	+.02	+.03
Center back line	66.70	66.65	−.05	−.07
Front neck circumference line	11.10	11.09	−.02	−.18
Back neck circumference line	9.30	9.30	.00	.00
Front armhole line	23.10	23.01	−.09	−.38
Back armhole line	25.80	25.56	−.24	−.93
Front chest circumference line	23.30	23.58	+.28	+1.20
Back chest circumference line	24.10	24.40	+.30	+1.24
Front waist circumference line	19.50	19.43	−.07	−.36
Back waist circumference line	19.80	19.68	−.12	−.61
Front hem circumference line	24.30	24.76	+.46	+1.89
Back hem circumference line	24.10	24.54	+.44	+1.83
Front shoulder line	13.50	13.54	+.04	+.30
Back shoulder line	13.50	13.48	−.02	−.15

인체 부위별 오차범위는 100±2% 이내로 아주 높은 정확도를 나타내었다. 이는 3차원 입체형상이 2차원 평면으로 잘 전개되었음을 의미하며, ±2%의 오차가 의복 구성상 허용 가능한 오차이므로 밀착원형을 설계하기 위한 기초데이터로 체표전개도를 충분히 활용할 수 있음이 검증되었다고 할 수 있다.

2. Complete of tight-fit pattern for adult males' representative body shape

완성된 체표전개도를 대표체형의 대표모델에게 가

상 착의하여 1차・2차의 착의평가를 실시한 후 수정・보완하여 최종 성인남성 대표체형을 위한 밀착원형으로 완성하였다. 작업자의 의도가 많이 반영되는 체표면의 평면화 과정에서 인체 곡면형태가 변형없이 잘 유지되었는지를 착의평가에 의해 확인한 후 수정과정을 거친 후에 밀착원형으로 제시하는 것이 타당하다고 판단되어 착의평가에 의한 수정・보완 작업을 진행한 후 밀착원형으로 제시하였다.

1) Appearance evaluation results of body surface development figure

1차・2차 외관평가를 실시한 결과는 〈Table 3〉과 〈Fig. 8〉에 제시한 것과 같다. 1차 외관평가에서 40개 평가항목에 대한 전체 평균은 3.64점으로 나타났으며, 전면의 옆목너비 항목에서 2.56점, 측면의 앞암홀 너비와 암홀선형태 항목에서 2.44점과 2.89점, 후면의 옆목너비와 뒤목깊이, 뒤품너비, 뒤길이 항목에서 2.67점과 각각 2.89점으로 낮게 평가되었다.

1차 외관 평가 결과를 바탕으로 평가점수 3.5점 이하의 항목에 대해 패턴을 수정・보완하였다. 체표원형을 완성하기 위한 패턴의 보정작업임을 감안하여 최대한 체표전개도의 형태는 유지하면서 기준점을 설정하는 과정과 평면화를 진행하는 과정에서 생긴 불안정한 곡선들을 정리하는 범위 내에서 최소한의 수정・보완작업을 하였다. 먼저, 전・후면의 평가에서 옆목너비가 좁다고 평가되었으므로 앞・뒤 패턴의 어깨선을 옆목점에서 0.1cm를 줄여 옆목너비를 키워주었다. 측면에 대한 평가에서 앞암홀의 너비가 넓다고 평가되어 앞품을 0.2cm 늘려 주면서 앞암홀의 너비를 줄여주었고, 앞・뒤목깊이는 얕다고 평가되어 중심선을 따라 앞목점은 0.1cm를, 뒤목점은 0.15cm를 내려주었다. 뒤품너비는 넓다고 평가되어 0.3cm를 줄여주었고, 뒷길이가 길다고 평가되어 뒤밑단선을 0.4cm 줄여주면서 앞과 자연스럽게 연결될 수 있도록 앞밑단선의 높이를 함께 줄여 수정하였다. 그 외 앞목둘레선과 암홀선의 형태를 자연스러운 곡선이 되도록 수정하였다.

1차 외관평가에 의해 수정・보완된 패턴으로 다시 가상의상을 제작하고, 2차 외관평가를 실시한 결과, 40개 평가항목에 대한 전체 평균이 4.56점, 모든 항목에서 4.00점 이상의 높은 평가점수를 얻은 것으로 나타나, 체표전개도의 가상 착의 외관이 1차에 비해 많이 개선되었음을 확인할 수 있었다.

외관평가의 분석결과에 대한 평가자간의 신뢰도를 검토하기 위해 구한 종합적 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)는 .907로 나타나 평가자간의 일치도가 매우 높다고 해석할 수 있으며, 외관평가에 의해 얻어진 결과

<Table 3> Results of 1st・2nd appearance evaluation of body surface development figure

	Evaluation item	1st		2nd		*t*-test
		M	SD	M	SD	
Front	Is the shape of the front neckline natural?	3.11	.78	4.56	.53	−5.965***
	Is the side neck width appropriate?	2.56	.73	4.67	.50	−6.825***
	Is the depth of the front neck appropriate?	3.11	1.36	4.56	.73	−2.871*
	Is shoulder length appropriate?	3.33	1.32	4.67	.50	−3.266*
	Is the width of the front Interscye appropriate?	3.78	1.09	4.44	.73	−2.828*
	Is the shape of an armhole line natural?	3.78	.67	4.67	.50	−4.438**
	Is the location of the starting point of the waist dart appropriate?	4.22	.97	4.44	.73	− .610
	Is the waist point position of the waist dart appropriate?	4.22	.67	4.22	.44	.000
	Is the location of the lower end of the waist dart appropriate?	3.44	1.01	4.44	.53	−2.683*
	Is the waist dart line natural?	3.67	.50	4.22	.44	−3.162*
	Is the center front line vertical?	4.44	.73	4.67	.50	−1.512
	Is the bottom line horizontal?	4.00	1.00	4.56	.53	−1.890
	Is the front length appropriate?	3.89	1.17	4.67	.50	−2.135

<Table 3> Continued

	Evaluation item	1st		2nd		*t*-test
		M	SD	M	SD	
Side	Is the location of the side neck point on the shoulder line appropriate?	4.11	.60	4.56	.53	−8.315***
	Is the end point of the shoulder line appropriate?	3.89	.93	4.44	.53	−1.474
	Is the shoulder line natural?	3.44	1.01	4.44	.53	−3.464**
	Is the shape of the armhole line natural?	2.89	.78	4.44	.53	−5.292***
	Is the depth of the armhole appropriate?	4.00	.87	4.56	.53	−2.294
	Is the width of the front armhole appropriate?	2.44	.53	4.56	.53	−8.102***
	Is the width of the back armhole appropriate?	3.89	.78	4.44	.53	−2.294
	Is the Axilla point of the side line appropriate?	4.22	.67	4.67	.50	−1.835
	Is the waist point position of the side line appropriate?	4.00	.50	4.44	.53	−1.512
	Is the location of the hip point on the side line appropriate?	3.89	.93	4.56	.53	−2.828*
	Is the side line balanced back and forth?	3.89	.33	4.33	.71	−1.835
	Is the side line natural?	3.33	.71	4.22	.44	−2.530*
	Is the bottom line horizontal?	4.00	1.12	4.56	.53	−1.644
Back	Is the shape of the back neckline natural?	3.56	.53	4.67	.50	−4.264**
	Is the side neck width appropriate?	2.67	1.00	4.44	.73	−3.600**
	Is the depth of the back neck appropriate?	2.89	.93	4.44	.73	−2.935*
	Is the width of the back Interscye appropriate?	2.89	.78	4.78	.44	−5.376***
	Is the shape of an armhole line natural?	3.33	.71	4.56	.53	−3.051*
	Is the shoulder line start point of the shoulder dart appropriate?	4.33	.50	4.78	.44	−2.530*
	Is the location of the shoulder dart end point appropriate?	4.33	.50	4.78	.44	−1.170
	Is the location of the starting point of the waist dart appropriate?	3.56	.73	4.67	.50	−3.162*
	Is the waist point position of the waist dart appropriate?	3.89	.78	4.67	.50	−2.401*
	Is the location of the lower end of the waist dart appropriate?	3.56	.88	4.78	.44	−3.355**
	Is the waist dart line natural?	3.33	.87	4.33	.50	−2.449*
	Is the center back line vertical?	4.22	.67	5.00	.00	−3.500**
	Is the bottom line horizontal?	4.56	.73	4.89	.33	−1.155
	Is the back length appropriate?	2.89	1.17	4.78	.44	−4.154**
Average		3.64		4.56		

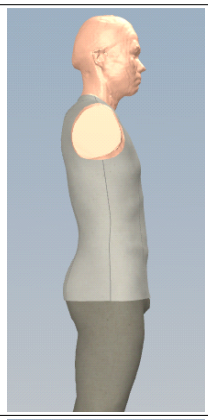
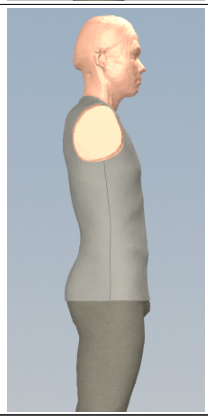
* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$
(Shaded cells indicates less than 3.0 GPA).

는 매우 객관적이고 신뢰할 만하다고 할 수 있겠다.

2) Complete of tight-fit pattern

① Straight line work

체표원형의 곡선들을 의복설계에 적합한 선들로 변환하기 위하여 직선화 작업을 실시하였다. 일반적으로 의복의 원형설계는 불특정 다수의 복잡 다양한 체형을 커버할 수 있도록 효율적으로 설계가 되어야 하기 때문에 특정 개인의 인체곡선이 그대로 표현된 체표원형의 곡선들을 원형 설계에 그대로 적용하는 것은 효율적이지 않다. 또한 설계하고자 하는 원형의 구성학적인 형태를 고려해야 하므로 본 연구에서는 체표원형의 앞중심을 수직선으로 수정하고, 곡선다트

	Front	Side	Back
1st			
2nd			

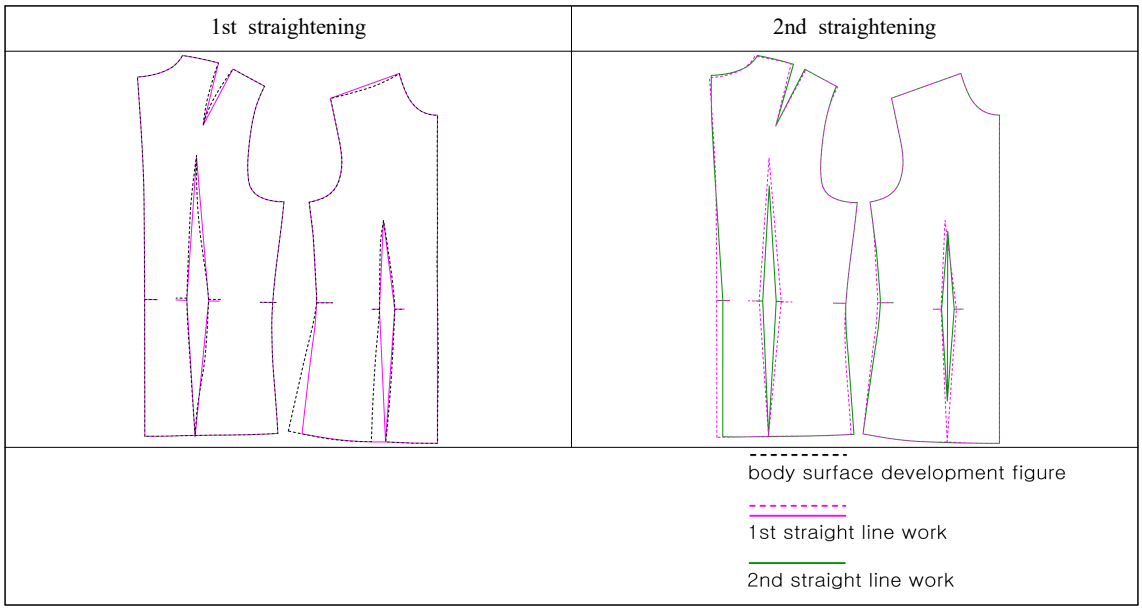
<Fig. 8> Photograph of 1st·2nd virtual wearing of body surface development figure

의 끝점들을 직선으로 연결하여 닫힌 구조의 직선다트를 설계하였으며, 이에 따라 옆선을 재설정하여 1차의 직선화 작업을 실행하였다. 본 연구에서는 체표원형에 다트량을 줄여주고 그 양만큼을 뒤중심선과 옆선에서 조절하였으며, 앞·뒤허리다트의 길이는 체표전개도의 외관평가점수를 참고하여 수정하는 것으로 2차의 직선화 작업을 실행하였다.

직선화의 과정들을 구체적으로 살펴보면, 1차로 직선화한 체표원형을 기준으로 하여 유형1은 뒤중심 허리선을 1.2cm 줄이고, 그 양만큼을 뒤허리다트에서 줄여주고 뒤중심 엉덩이선에서도 1.2cm를 줄여주고 그 양만큼을 옆선의 엉덩이선에서 늘려주었다. 앞허리다트량을 0.5cm 줄여주고, 옆선의 허리선에서 0.5cm를 줄여 재설정하였으며 뒤어깨다트 끝점에서 뒤중심선에 수평으로 선을 그려 절개하면서 뒤중심 패턴을 회전시켜 뒤어깨다트량을 줄여주었다. 앞다트의 허리선 위·아래의 다트길이는 2cm와 7.5cm를 줄여주었고, 뒤다트의 허리선 위다트길이는 5.5cm를 줄여 설계하였다(Fig. 9).

② Proposal of drafting method of tight-fit pattern

3차원 인체형상을 평면 전개하여 체표전개도를 추출하고, 대표모델에게 가상 착의하여 1·2차의 착의평가를 실시한 후 수정·보완 작업과 직선화 작업을 거쳐 최종 완성된 성인남성 대표체형을 위한 밀착원형의 설계법을 아래에 제시하였다. 체표면을 전개한 패턴을 그대로 제시하기에는 활용성에 한계를 가지므로 원형의 일반화를 위하여 패턴의 항목들을 제도식으로 환산하여 제시하였다. 설계법은 인체의 맞음새와 제도 시 편의성을 고려하여 등길이와 엉덩이옆길이, 앞·뒤품, 어깨길이 등은 인체 실측치를, 목너비와 목깊이는 목밑둘레를, 진동깊이는 인체항목 중에



<Fig. 9> Straight line work process of body surface development figure

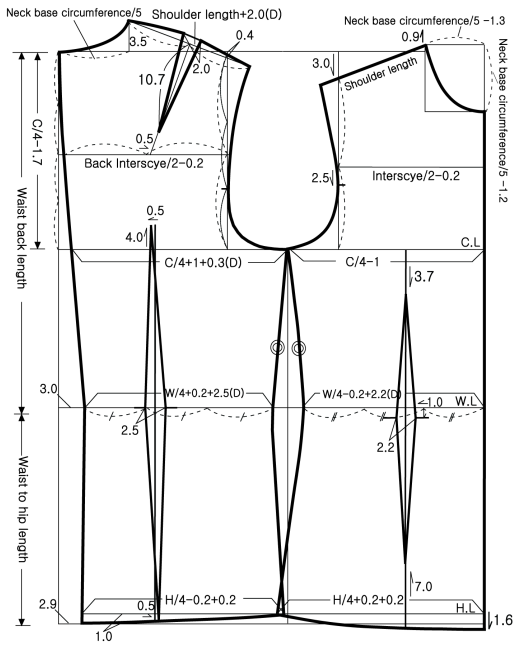
겨드랑둘레와 상관관계가 높은 가슴둘레를 적용하여 설계하도록 하였다. 구체적인 항목별 적용 치수와 설계법은 아래의 〈Table 4〉 및 〈Fig. 10〉에 제시하였으며, 연구의 내용은 다음과 같다.

등길이와 엉덩이옆길이는 실측치를, 진동깊이는 대표체형이 등길이가 짧은 유형이므로 C/4−1.7cm로 설정하고, 앞품과 뒤품은 실측치/2−0.2cm, 어깨길이는 실측치로 설정하였다. 앞목너비는 목밑둘레/5−1.3cm, 뒤목너비는 목밑둘레/5cm로 앞목너비를 1.3cm 좁게 설정하였고, 뒤목깊이는 3.5cm, 앞목깊이는 목밑둘레/5−1.2cm로 설정하였다. 어깨다트는 어깨길이의 이등분점과 뒤품선의 이등분점에서 암홀쪽으로 0.5cm를 이동한 점을 연결하여 다트길이 10.7cm, 다트량 2.0cm로 설정하였다. 뒤어깨경사는 뒤목높이 3.5cm 올린 옆목점과 뒤목점의 기준수평선에서 뒤품선에 0.4cm를 내린점을 연결하여 설정하였고, 앞어깨경사는 뒤목점의 기준수평선에서 앞품선에 3.0cm를 내린점과 뒤목점의 기준수평선에서 0.9cm 올린 옆목점을 연결하여 설정하였다. 뒤중심경사는 진동깊이의 1/4등분점에서 뒤허리둘레선과 뒤엉덩이둘레선에서 3.0cm, 2.9cm 들어온 점을 연결하여 설정하였다. 앞가슴둘레는 C/4−1(앞뒤차)cm, 뒤가슴둘레는 C/4+1(앞뒤차)+0.3(다트분)cm, 앞허리둘레는 W/4−0.2(앞뒤차)+2.2(다트분)cm, 뒤허리둘레는 W/4+0.2(앞뒤차)+2.5(다트분)cm, 앞엉덩이둘레는 H/4+0.2(앞뒤차)+0.2(여유분)cm, 뒤엉덩이둘레는 H/4−0.2(앞뒤차)+0.2(여유분)cm로 설정하였다. 뒤허리다트의 양은 2.5cm, 다트길이는 위로는 가슴둘레선보다 2.7cm 길고 아래로는 밑단선까지로 설정하였다. 앞허리다트의 양은 2.2cm, 다트길이는 가슴둘레선과 엉덩이둘레선보다 3.7cm, 7.0cm를 짧게 설정하였다. 앞처짐분량은 1.6cm로 설정하였다.

이상의 연구방법과 같이 3차원 인체스캔형상을 체표면 분할 전개하여 얻은 밀착원형은 기존의 2차원적 설계법에 의해 단순 치수를 적용하여 얻은 원형보다 체형의 특징을 더욱 잘 반영할 수 있으므로 인체밀착도와 활동성이 향상된 원형이라 할 수 있다. 본 연구에서 개발된 밀착원형은 키와 어깨너비가 크고 체간부가 짧고 굴곡이 있는 마르고 납작한 특징을 가지는 대표 체형을 위한 것으로 그 체형의 특징이 원형에 잘 반영되었다. 실측치를 그대로 사용하는 인체부위 항목을 제외하고 가슴둘레에 의한 환산식이 적용된 진동깊이 항목은 C/4−1.7cm로 일반적인 남성의 토르소 원형 설계법에서 적용되는 C/4+(1~2)cm보다 짧게 설계되었고, 뒤중심 허리선이 3cm 들어와서 설계되며, 허리다트 분량이 2.2~2.5cm로 설계된 것은 체간부의 굴곡이 있는 이 체형의 특징이 잘 반영되었다. 또한 가슴

<Table 4> Applied dimension of tight-fit pattern (Unit: cm)

ltems		Applied dimension
Waist back length		Actual measurement
Armhole depth		C/4−1.7
Waist to hip length		Actual measurement
Chest circumference	F	C/4−1(front-back difference)
	B	C/4+1(front-back difference)+0.3(dart amount)
Waist circumference	F	W/4−0.2(front-back difference)+2.2(dart amount)
	B	W/4+0.2(front-back difference)+2.5(dart amount)
Hip circumference	F	H/4+0.2(front-back difference)+0.2(ease)
	B	H/4−0.2(front-back difference)+0.2(ease)
Neck breadth	F	Neck base circumference/5−1.3
	B	Neck base circumference/5
Neck depth	F	Neck base circumference/5−1.2
	B	3.5
Interscye	F	Actual measurement(front interscye)/2−0.2
	B	Actual measurement(back interscye)/2−0.2
Shoulder slope	F	Connecting the point that was pulled down 3.0cm in the front interscye line from the standard horizontal line of the back neck with the point of the side neck that was raised by 0.9cm
	B	Connecting the point of the side neck that had been raised by 3.5cm in the back neck with the point that was pulled down 0.4cm in the back interscye line from the standard horizontal line of the back
Shoulder length	F	Actual measurement
	B	Actual measurement+2.0(dart amount)
Back shoulder dart amount		2.0
Back shoulder dart length		10.7
Back shoulder dart slope		Line connecting point 0.5cm towards the armhole from point 1/2 of shoulder length and point 1/2 of back Interscye line
Center back slope		Connecting the points pulled 3.0cm, 2.9cm from the back waist-hip circumference at the 1/4 point of armhole length
Waist dart amount	F	2.2
	B	2.5
Waist dart position	F	A point that moves 1.0 cm below the side line at 1/3 point of the front waistline
	B	The 1/3 point of the back waist line
Front drop		1.6



<Fig. 10> Drafting method of tight-fit pattern for adult males' representative body shape

둘레와 허리둘레는 뒤판보다 앞판이 작게 설계되었으나, 엉덩이둘레는 뒤판보다 앞판이 크게 설계된 것이 일반적인 남성의 토르소원형과 구별되는 것으로 대표체형을 위한 밀착원형의 특징으로 나타났다.

Ⅳ. Conclusion

본 연구는 3D 인체스캔데이터에 의해 성인 남성의 체간부 형태를 유형화한 선행연구 자료를 바탕으로, 성인 남성 대표체형에 해당되는 대표모델의 3D 인체형상을 2D 평면 전개하여 얻은 체표원형을 이용하여 신축성 소재 및 신체밀착형 의복 설계뿐 아니라, 다양한 아이템과 디자인으로 패턴의 전개가 용이한 밀착원형으로 개발하여 그 설계방법을 제시하고자 하였다.

연구방법은 3D 스캔형상이용법을 활용하여, 선행연구에서 대표체형으로 구분되었던 3D 인체형상자료 중 인체부위 항목별 치수가 대표체형의 평균값에 가장 근접하는 대표모델을 선정하였다. Rapidform XOR_3 프로그램에서 선정된 대표모델의 3D 인체형상 위에 기준점과 기준선, block과 triangle를 설정하고, 2차원의 개체로 전개가 가능한 Pepakura Designer 3 program에서 import하여 2차원 삼각조각으로 변환하였고, Yuka pattern making program을 이용하여 분할된 삼각조각들의 꼭지점들을 연결하여 기준선에 의해 분할된 block들의 평면패턴을 완성하고, 이것을 연결하여 앞판과 뒤판의 2 piece로 구성되는 의복 패턴으로 조합하여 체표전개도로 추출을 완성하였다. 추출된 체표전개도 대표모델에게 가상 착의하여 1·2차의 착의평가와 직선화 작업을 실시한 후 수정·보완하여 최종 성인남성 대표체형을 위한 밀착원형으로 완성하고 그 설계법을 제시하였다. 가상 착의 평가 결과에 대한 자료분석은 평가자 점수의 평균값과 표준편차를 중심으로 비교·분석하였다.

개발된 밀착원형의 구체적인 설계법은 다음과 같다. 등길이와 엉덩이옆길이, 어깨길이는 실측치를, 진동깊이는 C/4−1.7cm, 앞품과 뒤품은 실측치/2−0.2cm, 앞목너비는 목밑둘레/5−1.3cm, 뒤목너비는 목밑둘레/5cm, 뒤목깊이는 3.5cm, 앞목깊이는 목밑둘레/5−1.2cm로 설정하였다. 어깨다트는 어깨길이의 이등분점과 뒤품선의 이등분점에서 암홀쪽으로 0.5cm를 이동한 점을 연결하여 길이 10.7cm, 다트량 2.0cm로 설정하였다. 뒤어깨경사는 뒤목높이 3.5cm 올린 옆목점과 뒤목점의 기준수평선에서 뒤품선에 0.4cm를 내린 점을 연결하여 설정하고, 앞어깨경사는 뒤목점의 기준수평선에서 앞품선에 3.0cm를 내린점과 뒤목점의 기준수평선에서 0.9cm 올린 옆목점을 연결하고, 뒤중심경사는 진동깊이의 1/4등분점에서 뒤허리둘레선과 뒤엉덩이둘레선에 3.0cm, 2.9cm 들어온 점을 연결하여 설정하였다. 앞가슴둘레는 C/4−1(앞뒤차)cm, 뒤가슴둘레는 C/4+1(앞뒤차)+0.3(다트분)cm로, 앞허리둘레는 W/4−0.2(앞뒤차)+2.2(다트분)cm, 뒤허리둘레는 W/4+0.2(앞뒤차)+2.5(다트분)cm, 앞엉덩이둘레는 H/4+0.2(앞뒤차)+0.2(여유분)cm, 뒤엉덩이둘레는 H/4−0.2(앞뒤차)+ 0.2(여유분)cm로 설정하였다. 앞·뒤허리다트의 양는 2.2cm와 2.5cm로, 앞처짐분량은 1.6cm로 설정하였다.

이상과 같이 3D 인체스캔형상의 체표면 전개를 통해 추출된 패턴을 의복 설계에 적용하는 것은 의복의 신체 적합성 향상에 효율적일 것이며, 여유분을 적용하지 않은 밀착원형은 다양한 기능성 신축 소재 및 신체 밀착형 의복 설계 시 뿐만 아니라, 동작과 기능에 따라 여유분을 조절하여 다양한 아이템과 디자인으로

전개하기에 용이하므로 의복설계 시에 기초자료로써 그 활용도가 클 것으로 생각된다. 다만 본 연구가 체형분류에 의해 구분되었던 성인 남성 대표체형을 위한 밀착원형으로 개발되었고, 의복설계 시 여유분 조절의 용이성을 고려하여 여유분이 전혀 포함하지 않은 원형으로 제시되었기 때문에, 다양한 체형에 적용하는 것은 한계가 있으므로 활용에 신중을 기해야 할 것이다.

References

Choi, K. M., Park, S. M., Nam, Y. J., Jun, J. I., & Ryu, Y. S. (2010). Characteristics and classification of armscye circumference using 3D scan data. *Fashion & Textile Research Journal, 12*(1), 80-85. doi:10.5805/KSCI. 2010.12.1.080

Choi, M. H. (2007). *Classification of mens shoulder types and flattening 2D pattern using 3D scan data*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea.

Choi, Y. L., Nam, Y. J., & Choi, K. H. (2006). Optimal matrix standardization for pattern flattening using grid method - Focused on young women's upper front shell -. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 30*(8), 1242-1252.

Garland, M. (1999). *Quadric-based polygonal surface simplification*. Unpublished doctoral dissertation, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA.

Hong, E. H. (2019). Classification of adult male torso shapes using 3D body scan data. *Journal of the Korean Fashion & Costume Design Association, 21*(4), 165-179.

Jeong, Y. H., Hong, K. H., & Kim, S. J. (2005). Method of 3D body surface segmentation and 2d pattern development using triangle simplification and triangle patch arrangement. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 29*(9), 1359-1368.

Kim, H. S. (2007). *Study on body shapes using 3D measurement and torso pattern of obese women*. Unpublished doctoral dissertation, Sungshin women's University, Seoul, Korea.

Kim, H. S. (2014). *A study on comparative analysis of outdoor slacks pattern with the use of 3D body shape*. Unpublished master's thesis, Sungshin women's University, Seoul, Korea.

Kim, K. S., Nam, Y. J., & Han, H. S. (2016). A study on the automatic measurement of 3D body angle for apparel. *Korean Society of Basic Design & Art, 17*(5), 73-81.

Korean Agency for Technology and Standards. (2004). The fifth Korean national physical standard reports]. *Size Korea*, Retrieved June 11, 2012, from http://sizekorea.kats.go.kr/

Lee, H. R., & Hong, K. H. (2005). Development of a fitted bodice pattern using a 3D replica of women's upper body. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 29*(7), 1008-1017.

Lee, J. S. (2020, January 3). 신년 사업 계획-남성복…뚜렷해진 소비패턴 변화 상품・유통 대응전략 가동 [New year business plan-Menswear…Distinct consumption pattern changes, commodity and distribution response strategies]. *apparel news*, Retrieved January 05, 2020, from http://www.apparelnews.co.kr/news/news_view/?idx=180239

Lee, S. J. (2009). *Study on the 3-D human body shape and size for pattern making*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul University, Seoul, Korea.

Suh, D. A. (2001). *A study of development men's jacket pattern based on 3-D laser scan data*. Unpublished doctoral dissertation, Yonsei University, Seoul, Korea.