

### 3차원 인체 형상을 이용한 실버 여성 패션 산업용 인대 모형 개발

김 수 아 · 최 혜 선<sup>†</sup>  
이화여자대학교 의류학과

## Development of Dress Forms for the Aged Women Based on Their Body Shapes Applying 3D Body Scan Data

Soo-A Kim and Hei-Sun Choi<sup>†</sup>

Dept. of Clothing & Textiles, Ewha Womans University

(2009. 11. 10. 접수일 : 2009. 12. 28. 수정완료일 : 2010. 2. 10. 게재확정일)

#### Abstract

This research aims at developing the dress form for the aged women based on their body shapes using the three-dimensional body scan data with the body shape categorization(according to the previous research). To accomplish this goal, the sample group of representative body shape of the 50% of median was selected by using the high frequency proportion range of each type of body shape of the aged women, and the sample group of representative body shape of each type was averaged in a three-dimensional way by using the morphing method of a three-dimension reverse-engineered software. RP in the form of torso was produced based on the shape data of the final model and the data was formed into an actual object, by which an aged women's dress form model was drawn out. The differences of the girth of the bust, hip and waist between the developed dress form model and the existing dress form model were examined. The result showed that the developed dress form had a bigger size of waist girth than that of bust and hip girth, compared to the existing dress form, which shows that it reflects the aged women's tendency of abdomen obesity, so it's expected to be more proper for the human bodies of the targeted age group than the existing dress form. These research results may help design the clothing suitable for the body shape of the aged women so that their demand for the clothing of good fit will be satisfied in the future.

*Key words: dress form(인대), the aged women(실버 여성), 3D body scan data(3차원 스캔 데이터), morphing(몰핑), rapid prototyping(쾌속 조형).*

#### I. 서 론

우리나라에서는 1980년대 중반에 실버산업이 등장, 고령화 사회로의 확대로 21세기의 유망산업으로 대두되고 있으며, 한국보건사회연구원은 2000년

에 16조 원에 불과했던 65세 이상 연령층 대상 실버마켓 규모가 2010년이면 37조 원으로 성장할 것이라고 전망하고 있으며<sup>1)</sup>, 현대의 실버세대는 기존의 실버세대와 달리 사회활동의 영역이 넓어지고 활발해져 구매력이 높으며, 그에 따라 산업제품에 대한 요구도가 높아지고 있다.

본 연구는 한국학술진흥재단(2006-KRF-531-C00078)의 지원을 받아 수행되었음.

<sup>†</sup> 교신저자 E-mail : hschoi@ewha.ac.kr

높은 수준의 삶을 추구하고자 하는 뉴실버세대의 인구가 증가함에 따라 의류산업에서도 노년층을 하나의 소비대상으로 한 상품 기획 및 마케팅 전략을 개발하고 있으며, 뉴실버세대의 의복 구매력은 실버 의류산업이 거대한 소비시장으로 발전할 수 있는 유망산업으로서, 최근 국내 백화점을 중심으로 한 실버 의류 브랜드들의 성장을 예측하고 있으나<sup>2)</sup>, 실버 의류의 차별화는 디자인이나 소재에 집중되어 있어 만족스러운 디자인의 의복을 구매하더라도 실버세대의 의복 맞춤새에 대한 불만족은 해소되지 않고 있다.

실버층의 맞춤새 불만족의 원인은 의복의 치수 체계 자체가 아니라 형태의 차이에서 기인하는 것임에도 불구하고 실버층의 인체의 앞뒤 차, 두께, 부피 등 3차원 형상으로서의 인체에 대한 연구는 전무하며, 2005년 노년여성복을 위한 KS 의류치수 체계를 제안하였지만 기본 신체치수인 젓가슴둘레, 엉덩이둘레, 허리둘레의 수치가 잘 맞는 기성복을 찾아 착용한다고 하더라도 크기 외 3차원 형상으로서의 체형의 차이가 고려되지 않으면 맞춤새의 불만족에 대한 근본적인 문제는 해결되기 어려울 것으로 추측된다. 또한, 산업자원부 기술표준원에서는 Size Korea 사업을 통해 한국인을 대상으로 직접측정을 실시하였으며, 대규모의 3차원 측정을 실시하여 데이터베이스를 구축-60세 이상 노인 530명-하였으나, 실버층의 경우 체형의 변화 시 자세요인 및 신체비례요인의 특성이 크게 작용하므로 입체 형상으로 표현되는 3차원 데이터를 활용한 연구가 특히 필요한 대상으로 사료되나, 실제 산업으로 연구 및 활용되지 않고 있는 실정이다.

인대에 있어서는 기술표준원(2004<sup>3)</sup>, 2005<sup>4)</sup>에서는 3차원 데이터를 융합하여 40대 남성의 하반신 및 20대 여성의 상반신 인대를 개발한 바 있으며, 그 외에도 인대에 대한 연구는 꾸준히 다양한 연령

대를 대상으로 진행되어오고 있으나, 의류의 입체 설계 및 피팅 과정에 필수적인 도구인 연령층별 인대의 개발은 미흡한 실정이며, 실버층의 경제력 및 의복관심도가 높아지고 실버산업이 활성화되고 있는 현 시점에서, 실제 한국인 전체를 대표할 수 있는 실버 여성 전체 집단을 대상으로 하여 의류업체에서 사용할 수 있는 실버 인대의 실물 개발은 전무한 상태이므로 실버세대들만의 고유한 3차원적 신체 특성을 고려한 체형 유형별 인대의 개발이 필요한 시점이라 사료된다.

그리하여 본 연구에서는 선행 연구<sup>5)</sup>에서 실버 여성의 3D 인체 데이터로부터 인체의 입체 형상을 대표할 수 있는 측정치를 이용하여 이를 요인분석 및 군집분석으로 통계적으로 분석하여 형태적으로 체형을 유형화한 결과를 토대로 본 연구에서는 3차원 형상 데이터를 이용한 실버 여성의 체형 유형별 패션 산업용 인대 모형을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 실버 여성의 체형 유형별 대표 체형 샘플군을 선정하고 3차원 역설계 소프트웨어를 이용하여 유형별 대표 체형 샘플군을 3차원적으로 모델링하여 유형별 최종 모델을 생성하였다. 생성된 최종 모델의 형상 데이터를 바탕으로 RP를 제작하여 데이터를 실물로 형상함으로써 실버 인대 모형을 추출하였다. 그리고 개발된 인대 모형과 기존 인대 모형의 주요 항목의 치수를 비교하여 그 차이를 검증하였으며, 본 연구 결과를 토대로 하여 실버 여성의 체형 형상에 적합한 실버 의류의 설계에 도움이 되고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 유형별 샘플 모델군 선정

본 연구에서는 이정임(2001)<sup>6)</sup>의 표준체형의 정의에 따라, 주요부위의 측정치의 다빈도구간(high fre-

1) 한국섬유경제신문, “뉴 실버세대가 21세기 마케팅의 핵심” (2006년 9월 9일 [2006년 12월 28일 검색]); available from World Wide Web@<http://fashion-news.co.kr>

2) 김정실, “실버의류산업의 마케팅 전략에 관한 연구,” *한국패션뷰티학회지* 5권 3호 (2007), p. 90.

3) 기술표준원, “3차원 인체 형상을 이용한 40대 남자 하반신 가상 피팅 모델 및 의복생산용 바디 개발,” *2004년 표준화 부문 연구용역사업 결과보고서* (과천: 기술표준원, 2004).

4) 기술표준원, 3차원 인체 형상을 이용한 여자 다기능성 의복생산용 바디 개발 (과천: 기술표준원, 2005).

5) 김수아, 최혜선, “인체 형상 데이터를 이용한 실버 여성 3차원 체형 연구,” *복식문화연구* 17권 6호 (2009), pp. 1099-1111.

quency proportion range)을 결합하여 표준체형을 추출하고자 하였다. 즉, 주요 측정치가 중앙치에 해당하는 피험자들을 추출하여 이들의 형상을 평균화하는 방법으로 대표 체형을 추출하고자 하였다. 의복 KS 규격의 주요 인체치수인 키, 젓가슴둘레, 상반신 드롭(영덩이둘레와 젓가슴둘레의 차이), 하반신 드롭(영덩이둘레와 허리둘레의 차이) 항목이 모두 중앙치에 최대한 근접한 모델들을 추출하기 위하여 중앙치 30%에 포함되는 모델부터 시작하여 40%, 50%로 순차적으로 범위를 넓혀 나가 적합한 범위를 선정하고, 그에 따른 샘플 모델군을 1차적으로 추출하였다. 그리고 샘플 모델군의 3차원 형상 데이터를 시각적으로 비교하여 바른 자세를 가지며 상하 밸런스가 좋고 좌우가 대칭에 가까운 피험자로, 각 유형의 특성이 비교적 명확하고 바르게 표현되는 체형을 가진 피험자를 인대 제작을 위한 가상 모델 생성을 위한 대표 체형 집단별 샘플 모델을 2차적으로 선정하였다.

## 2. 유형별 3차원 가상 모델 생성

인체 주요 항목들이 중앙치에 해당되는 바른 자세를 가진 피험자의 3차원 인체 형상 데이터베이스를 이용하여 3차원 형상 평균화 작업을 실시하여 실버 여성을 대표할 수 있는 3차원 대표 모델을 형상화하고자 하였다. 이를 위하여 각 유형별 2차적으로 선정된 샘플 모델군의 3차원 데이터를 개발하고자 하는 토르소 인대 형상에 적용할 수 있도록 동일한 조건 하에 데이터 클리닝 및 세팅하여 전처리 과정을 작업한 후, 3차원 역설계 모델링 소프트웨어인 Rapidform 2006의 물평(Polygon Morphing) 기능을 이용하여 형상의 평균화 작업을 실시하였다. 3차원 가상 모델을 생성하고 이렇게 생성된 대표 체형 3차원 가상 모델의 표면 형상을 정리(smoothing)함으로써 최종 인대의 3차원 모델 생성 작업을 완료하였다.

## 3. 인대 모형 제작

각 유형별 최종적으로 도출된 3차원 인체 형상을 토르소 형태의 인대로 제작하기 위하여 다리 부분을 보완하여 형상 데이터를 완성한 후, 짧은 시간 내에 CAD 그래픽 데이터로부터 3차원 형상의 시제품을 만들어 내는 기술<sup>7)</sup>인 RP(Rapid Prototyping; 폐속조형) 기술을 이용하여 3차원 인대를 실물 형상으로 구현하였다.

기존의 인대 제작은 주로 석고를 이용하여 수작업으로 진행되었으나, 3차원 소프트웨어의 출현과 3차원 모델을 실제 형상으로 실물화 시킬 수 있는 시스템의 개발로 실제 인체 형상에 더욱 근접하여 사실적인 실물 제작이 가능하게 되었다. 이러한 방법은 기존의 모형 제작 방법에 비해 사실성, 정확성이 높으며, 소요 제작 시간을 단축시킬 수 있다.

본 연구에서는 유형화된 대표 체형을 이용한 인대를 가상의 3차원 형상 데이터를 최첨단 시스템인 RP 기술을 이용하여 실물화 하는 방법을 이용하였다. 형상 제작에 사용된 원재료는 많은 산업에 사용되고 있는 아크릴, 브티젠, 스틸렌의 3개의 성분을 화학적으로 통합시키고, 각각의 특성을 균형 있게 유지한 범용성에 뛰어난 열가소성수지로 내충격성과 강성을 겸비하는 범용성 플라스틱<sup>8)</sup>인 ABS(Acrylonitrile-butadiene-styrene Resin)로 하였다. 연구의 RP 기술에 사용된 시스템은 FDM이며, FDM의 사양 및 작동방식의 구체적인 내용은 <표 1>에 제시하였다.

## III. 연구결과

### 1. 유형별 샘플 모델군 선정 결과

샘플 모델군 선정 시 피험자의 30% 내 즉 35 percentile에서 65 percentile 범위에서와 40% 내 즉 30 percentile에서 70 percentile 범위에서 유형별 범위에 해당하는 샘플들을 추출, 분석한 결과, 추출된 샘플 수가 적거나, 샘플의 부위별 체형의 왜곡이 발견되어

6) 이정임, “한국인 여성의 표준체형에 관한 연구: 18~24세를 대상으로” (서울대학교 대학원 박사학위논문, 2001), pp. 6-7.

7) 조석현, 박익민, “폐속조형기술,” *한국구조공학회지* 27권 7호 (2007), p. 40.

8) (주)대동플라스틱 제품소개, “ABS-엔지니어링 플라스틱” [2008년 5월 20일 검색]; available from World Wide Web@<http://www.ddpvc.com/>

〈표 1〉 본 연구의 RP 제작에 사용한 시스템(FDM)의 사양 및 작동방식

모델명	FDM Maxum
System 사이즈(mm)	2,235mm wide × 1,118mm deep × 1,981mm high
제작 크기(mm)	600 × 500 × 600 mm
무게(kg)	1,134kg
Layer thickness(mm)	0.127/0.178/0.254 mm
사용 tip(제작 적층두께)	T16(0.254mm)
재료	ABS, ABS i
Support structures	수용성 재료
전원사양	208 ~ 240V, 50/60Hz, 32amp single phase
재료 cartridge	One filament spool with 4,375 cc
Support cartridge	One filament spool with 4,375 cc
연동 software	Insight S/W
작동방식	Filament wire로 된 열가소성 수지(ABS)를 용융점 바로 위의 온도까지 가열하여 Nozzle을 통하여 분사한다. 분사된 층이 고화되면, 노즐을 움직이면서 다른 한 층을 만들기 위해 고화된 층위에 재료를 분사해 가며 형상을 구현 <sup>9)</sup>

대표 형상으로 사용하기에는 부적합하다고 판단되어 범위를 중앙치 50%로 확대하였다. 주요 항목이 모두 중앙치에 해당하는 샘플 수가 많지 않은 것은 실버 여성의 경우 유전적 경향, 호르몬의 영향, 생활 환경 및 개인의 습관에 의한 영향 등이 연령 증가에 따라 누적되어 점차적으로 자세, 크기, 형태 면에서 성인 여성에 비해 개인차가 크기 때문인 것으로 사료된다. 인체의 둘레항목 측정 시 자세와 무관하게 바닥에서 수평인 둘레를 측정하기 때문에, 피험자들이 실질적으로 몸통을 감싸는 둘레가 유사한 경우라도 자세가 많이 굴신되거나 반신되는 경우 다르게 나타날 수 있어 수치상의 개인차는 더욱 크게 나타날 것으로 예상된다.

그래서 본 연구에서는 실버 여성의 이러한 특성을 고려하여 중앙치의 범위를 50%로 확대하여 추출하였으며, 그 결과 유형 1과 유형 2에서 각각 17명의 케이스가 선정되었다. 유형 1의 전체 평균은 키 150.04cm, 젓가슴둘레 100.17cm, 상반신 드롭 -4.44cm, 하반신 드롭 2.62cm이며, 선정된 중앙치 케이스의 주요 항목 평균은 키 150.68cm, 젓가슴둘레 99.57cm, 상반신 드롭 -3.90cm, 하반신 드롭 2.36cm으로 나

타났다. 유형 2의 경우, 전체 평균은 키 152.61cm, 젓가슴둘레 91.41cm, 상반신 드롭 -0.87cm, 하반신 드롭 8.39cm였으며, 선정된 중앙치 케이스의 주요 항목 평균은 키 152.50cm, 젓가슴둘레 92.20cm, 상반신 드롭 -0.89cm, 하반신 드롭 8.30cm로 나타나, 모든 항목에서 평균과 ±1cm 오차 범위에 포함되었으며, 중앙치 선정에 포함되지 않았던 몸무게, 허리둘레, 엉덩이둘레 항목에서도 ±1cm 이상의 차이를 보이지 않았다. 유형별 주요 인체측정치 전체 평균과 선정된 중앙치 케이스의 평균값은 〈표 2〉에 제시하였다.

17명의 케이스 중에서 3차원 몰핑(Morphing-인체의 평균화 작업) 작업에 적용할 최종 대표 케이스를 추출하였다. 선택기준은 상의 선택 시 기준이 되는 인체 주요 항목인 젓가슴둘레와 엉덩이둘레의 KS 호칭이 평균값과 동일한 것으로 우선 선정하였다. 즉, 유형 1은 젓가슴둘레-엉덩이둘레가 100-97에 해당되며, 유형 2는 91-91에 해당하며, 그 외 바른 자세를 가지며 상하 밸런스가 좋고 좌우가 대칭에 가까운 피험자로, 유형의 특성이 비교적 명확하고 바르게 표현되는 체형을 가진 피험자를 인대 제

9) CAD&Graphics “Fused Deposition Modeling System” (2006년 1월 9일 [2006년 12월 30일 검색]); available from World Wide Web@<http://www.cadgraphics.co.kr/>

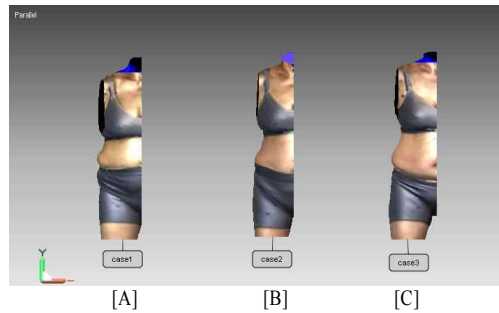
〈표 2〉 유형별 전체 평균과 중앙치로 선정된 케이스의 평균

유형		나이 (세)	키 (cm)	몸무게 (kg)	젖가슴 둘레(cm)	허리둘레 (cm)	엉덩이 둘레(cm)	상반신 드롭(cm)	하반신 드롭(cm)
유형1	선정된 케이스의 평균(n=17)	67.24	150.68	61.58	99.57	93.30	95.67	-3.90	2.36
	전체 평균	67.34	150.04	61.21	100.17	93.10	95.73	-4.44	2.62
유형2	선정된 케이스의 평균(n=17)	66.00	152.50	54.20	92.20	83.00	91.30	-0.89	8.30
	전체 평균	66.42	152.61	53.81	91.41	82.15	90.54	-0.87	8.39

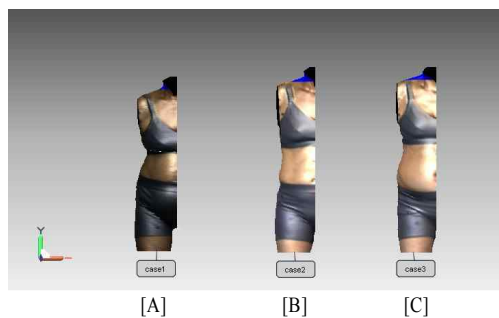
작을 위한 가상 모델 생성을 위한 대표 체형 집단별 샘플 모델로 선정하였다. 그리하여 각 유형별 중앙치 케이스 17명 중에서 각 3명의 피험자가 최종 대표 샘플군으로 선정되었다.

토르소 인대 제작에 필요하지 않은 부위인 머리와 팔부분, 살점 아래 10cm 아래의 다리 부분은 3차원 파일 상에서 제거하였다.

각 유형별 선정된 최종 대표 샘플군은 〈그림 1, 2〉와 같다.



〈그림 1〉 유형 1의 대표 샘플(3 case).



〈그림 2〉 유형 2의 대표 샘플(3 case).

## 2. 유형별 3차원 가상 모델 생성 결과

### 1) 형상 평균화 작업을 위한 데이터 클리닝

형상 평균화 작업에 사용될 인체 형상 데이터를 같은 조건으로 정리하였으며, 그 절차 및 내용은 다음과 같다.

#### (1) 자세 교정

인체는 완전한 좌우대칭이 아니며, 시각적으로 대칭이 되는 경우라 하더라도 3차원 측정 시 다리를 지지하는 방법에 의해서 또는 발의 위치가 정확하더라도 미세한 움직임에 의해 자세가 좌우로 기울 경우 형상 평균화 작업 시 오차가 발생할 수 있어 앞중심선 기준으로 자세를 교정하였다. 앞중심선은 목앞점에서 배꼽점을 지나는 직선으로 하였으며, 임의로 지정한 앞중심선이 바닥에 수직이 되도록 형상의 각도를 조정하였다.

#### (2) 좌측 형상 제거

사람의 체형은 대부분이 비대칭에 가깝지만 대표 형상을 고려한 인대의 개발 시 상품화 및 의복 패턴 설계를 위한 목적으로, 좌우 대칭으로 제작하기 때문에 우측 형상만 남기고 좌측 형상 제거하였다. 형상 평균화는 인체의 우측의 1/2 형상으로 이루어졌다.

#### (3) 인대를 위한 형상 정리

토르소 바디의 생산을 위하여 인체 형상의 살부위 아래 10cm 위치에 바닥에 수평인 단면을 설정하여 다리부위를 제거하였으며, 인체측정 시 사용된 랜드마크 중 겨드랑이앞힘점, 겨드랑이앞벽점, 어깨가

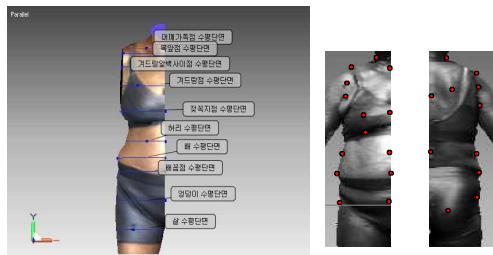
쪽접, 겨드랑사이뒤벽접, 겨드랑뒤접힘점을 지나서 평균 단면을 추출하여 팔부위를 제거하였다. 또한 두상의 경우 의류산업에 사용되는 인대에 불필요하므로 머리와 목의 경계선상을 측면 형상을 검토하여 기울어진 앞분절면을 지정하고 데이터를 삭제하였으며, 데이터 삭제로 인한 형상의 뒤틀어짐 또는 구멍(hole)을 메우는 클리닝 작업을 실시하였다.

2) 최종 모델 생성을 위한 형상 평균화 작업

폴리곤 몰핑(Polygon Morphing)은 하나의 폴리곤 모델(Polygon Model)을 또 하나의 모델로 변형시켜 주고 그 과정 중에 중간 단계의 형상을 보여주고 저장할 수 있다. 3차원 역설계 모델링 소프트웨어 Rapidform은 부피에 의한 몰핑(Volume Morphing) 과정을 수행하는데 landmark를 이용하므로 각각의 모델 형상의 특징적 부위에 landmark를 지정해 주어야 한다. 몰핑(Morphing)은 두 모델의 동일한 landmark를 참조하여, landmark 주위의 polygon들을 평균적인 형상으로 변형시켜주는 작업이다<sup>10)</sup>. 따라서 형상의 평균화 작업을 위하여 각 형상의 같은 부위에 landmark를 생성하고, 프로그램에서 동일한 landmark로 인식할 수 있도록 설정하고 유형별 대표 샘플들 간 landmark를 상호 매칭되도록 설정한 후, 각 유형별 총 3개의 샘플 중 A과 B, B와 C 샘플을 먼저 몰핑 처리하여 평균화 작업하고, 그 결과 추출된 각 2개의 형상을 다시 몰핑하는 방식으로 최종 인대 형상을 생성하였다.

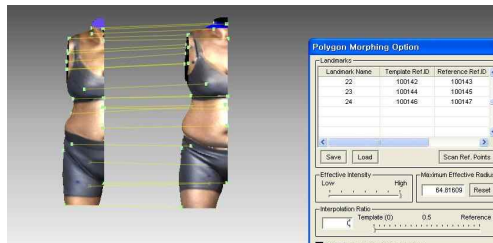
최종인대 3차원 형상 파일 생성을 위한 몰핑의 구체적인 절차는 다음과 같다.

(1) 인체 형상의 특징적인 부위에 landmark를 각각 순서대로 설정하고 각 landmark의 정확한 위치 및 순서를 소프트웨어가 인식할 수 있도록 3차원 좌표에 맞게 순서를 통일하여 입력함으로써 Volume Morphing의 기준이 되도록 하였다. Landmark는 인대를 위해 분절해낸 단면의 외곽점 및 인체의 돌출형상의 최정점 등으로 지정하였으며, 기본적으로 Size Korea(2004) 사업의 피험자의 3차원 측정 시 직



[앞] [뒤]

〈그림 3〉 Landmark 선정을 위한 기준 수평 단면 및 landmark의 위치.



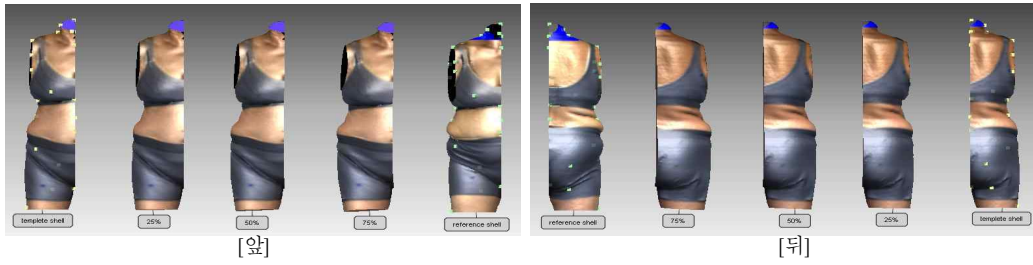
〈그림 4〉 몰핑 작업을 위한 landmark 설정 및 상호 매칭.

접 인체 형상을 시각적으로 보고 골격을 만져보며 설정되어 인체에 표시되어 있는 landmark를 기초로 하였다(그림 3).

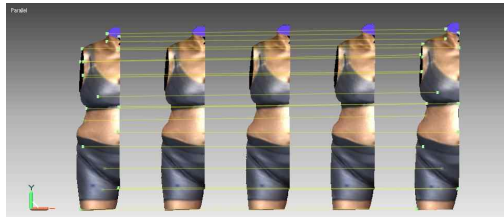
(2) 각 형상에서 같은 위치에 설정된 landmark를 시스템 상에서 상호 연결시킨 후(그림 4), Morphing 처리하였다. Morphing은 template shell에서 reference shell에 가깝게 변화하게 되며, 변화단계별 형상을 시각적으로 확인할 수 있다.

Template shell에서 reference shell로 변화되는 과정을 0%, 25%, 50%, 75%, 100% 상태를 비교해 본 결과 25% 변화된 형상은 template shell에 더 가까운 형상으로 나타나고, 75% 변화된 형상은 reference shell에 더 가까운 형상으로 나타났으며, 50% 변화된 지점이 평균 형상에 가깝다고 볼 수 있었으므로 50% 변화 형상을 평균 형상으로 사용하도록 하였다. 몰핑의 단계별 변화 형상은 〈그림 5〉와 같으며 몰핑 과정의 landmark의 위치 변화 양상은 〈그림 6〉에 제시

10) 기술표준원, "3차원 인체형상을 이용한 40대 남자 하반신 가상피팅모델 및 의복생산용 바디 개발," 2004년 표준화 부문 연구용역사업 결과보고서 (과천: 기술표준원, 2004).



<그림 5> 몰핑(Morphing)의 단계별 변화 형상.



<그림 6> 몰핑(Morphing) 과정의 landmark 위치 변화.

하였다.

(3) 최종 Morphing 형상을 얻은 뒤, 인체의 평균화된 형상을 패션 산업용 인대로 사용하기 위하여 인체 자체의 불필요한 미세 굴곡 및 지방이 침착된 인체 부위의 측정복의 압박으로 인한 표면의 왜곡 현상의 결과로 나타난 부적절한 부위를 제거 또는 스무딩(smoothing) 작업하여 shell의 표면을 클리닝 하였다.

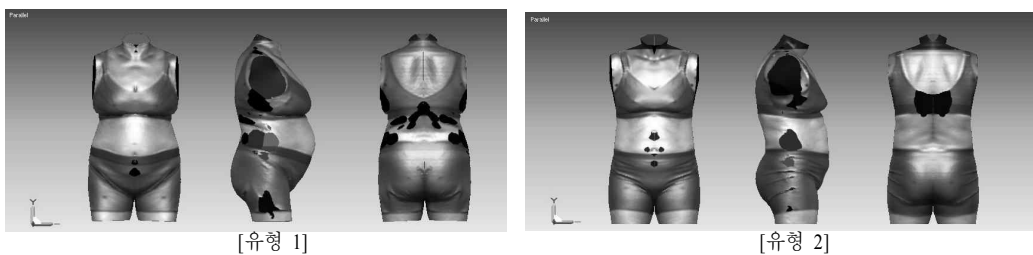
클리닝 작업 시, 실버 여성은 노화 또는 호르몬의 효과로 인하여 복부에 지방이 다량 침착되었으며, 피부의 노화로 의복 등의 작은 압박으로도 형상 표면의 굴곡이 심화되는데, 특히 유형 1의 경우 키에 비해 비만한 특징을 가지고 있어 복부의 지방이 많은 체형으로 측정복 하의 허리부위 압박에 의

해 배 및 옆구리부위의 지방이 상부 방향으로 집중되는 경향을 보여 정면 및 측면상에서의 인체 굴곡이 자연스럽게 연결될 수 있도록 shell을 분리하여 삭제하고 삭제하여 자연스러운 인체 표면을 갖도록 수정하였다. 그 외 측정복 상의 하단 압박으로 인한 등부위의 지방의 돌출된 부위의 경우에도 같은 방법으로 형상을 정리하였다.

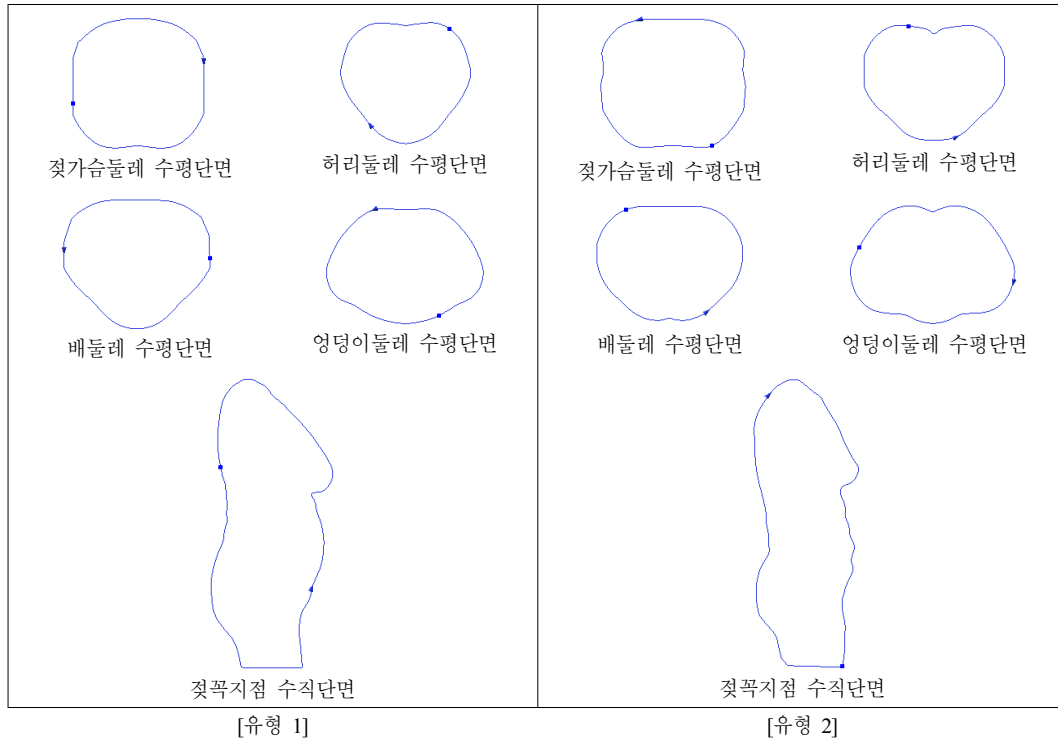
(4) 형상의 데이터 클리닝 작업을 완료한 뒤 앞 중심 단면을 기준으로 mirror 기능을 이용하여 좌우대칭의 형상을 완성하였다. 완성된 3차원 형상은 인체 샘플들의 형상 및 부피감이 그대로 표현되었으며, 데이터의 오류가 발생하기 쉬운 인체의 살부위, 엉덩이 부위, 목 부위의 근육, 뒤 어깨 부위의 건갑골 형상 등이 사실적으로 변화되었다. 유형 1과 유형 2의 Morphing된 최종 형상은 <그림 7>에 제시하였으며, 유형별 최종 모델 3차원 형상의 주요부위 수평·수직 평균 단면은 <그림 8>에 제시하였다.

### 3. 인대 모형 제작 결과

#### 1) 토르소 인대 형태 수정



<그림 7> 유형별 최종 가상 모델의 3차원 형상.



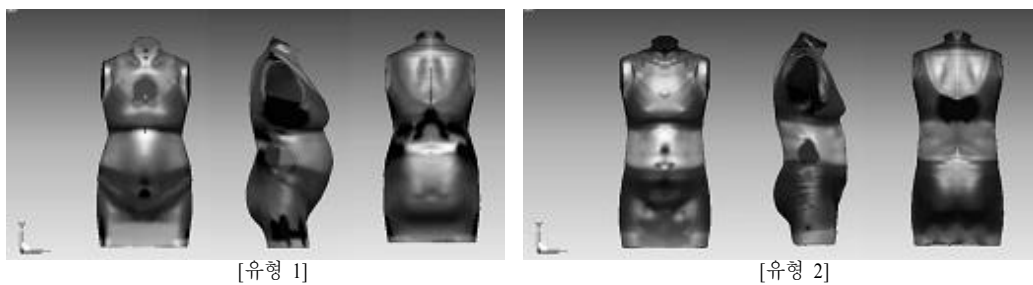
〈그림 8〉 유형별 최종 가상 모델의 부위별 3차원 형상의 평균 단면.

일반적으로 패션산업에 사용되는 토르소 인대 모형은 상의 및 스커트의 피팅 및 제작에 사용되어 다리의 형상이 불필요하므로 3차원 역설계 모델링 소프트웨어를 이용하여 살 아래 부위의 형상을 넓 다리 돌출선상을 기준으로 두 다리 부위를 연결하였다.

각 유형별 RP(Rapid Prototyping) 제작에 사용될 최종 토르소 인대 3차원 형상 데이터는 〈그림 9〉와 같다.

2) 3차원 형상 RP(rapid Prototyping) 제작 및 실버 여성용 토르소 인대의 실물 완성

각 체형 유형별 추출된 대표 형상들의 Morphing 작업을 통해 실버 여성 토르소 인대의 3차원 모델을 각각 만들었으며, 데이터의 좌우대칭, 불필요한 굴곡의 완만화, 측정복으로 인한 인체 왜곡 현상 처리, 렌더링 작업 등 인대 생성에 필요한 3차원 형상의 데이터 처리 과정을 수행하였다. 이어 3차원 형상을 실물화하기 위한 RP 제작 과정을 진행하였으



〈그림 9〉 토르소 인대 제작에 사용될 토르소 인대 3차원 형상.



며, 이는 먼저 제작 장비와 연동되는 소프트웨어를 사용하여 데이터의 분할 및 support 생성 등의 전처리 작업을 완료하여 제작 장비에 파일을 전송함으로써 시작되어 지정된 ABS 재료로 구성된 시제품을 후처리함으로써 완성된다.

본 연구에서는 RP 제작 진행에 FDM 방식의 Insight 소프트웨어를 연계하여 사용하였으며, 구체적인 전처리 과정 및 제작단계는 다음과 같다.

**(1) 3D Modeling Data** 형성 및 데이터 전처리

확장자가 STL인 3차원 파일을 RP 제작에 사용할 시스템과 연동되는 FDM 방식의 Insight 소프트웨어에 불러온 뒤, 제작하고자 하는 장비를 소프트웨어에서 선택한 후 적층 두께 및 재료 등을 선택하였다. 제작할 수 있는 모형의 크기가 한정되어 있으므로 장비의 시제품 제작 가능 크기를 고려하여 소프트웨어의 3차원 공간에서 최적의 제작형상으로 형상을 분할하고 STL을 배치한 뒤 STL 파일을 적층두께에 따라 자동 Slice를 진행한다. 본 연구의 인대의 경우 상하의 두 부분으로 분할하여 제작하였다.

Slice한 STL 파일의 이상 유무를 점검·파악한 뒤

제작될 형상을 지탱할 수 있는 Support를 생성하고 작업에 필요한 Toolpath를 자동 생성하도록 한 뒤, 제작하는 장비(FDM)에 3차원 파일을 전송함으로써 작업이 시작되었다(표 3).

**(2) RP(Rapid Prototyping)** 제작, 후처리 및 완성

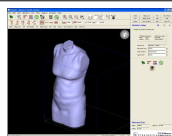
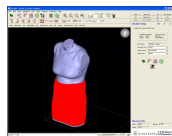
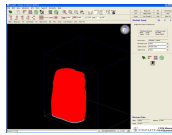
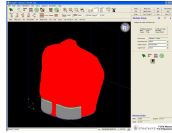
FDM을 이용한 RP 제작에 소요되는 시간은 형상의 부피에 따라 다르며, 본 연구에서 제작한 인대의 경우 유형 1은 약 8일, 유형 2는 약 7일이 소요되었으며, 부위별 표면 마무리 및 분할 형상의 부착 등 마무리 작업에 각각 1일이 추가적으로 소요되었다.

두 부분으로 분할하여 제작된 RP 형상을 장비에서 꺼내고 부착되어 있는 Support를 각각 제거하였다. Support에 사용된 재료는 수용성이므로 쉽게 제거되었다. 완성된 두 부분으로 나누어져 제작된 상부, 하부 인대 형상은 접착제를 이용하여 연결하여 부착하였다(표 4).


**(3) 인대 형상 표면 클리닝 및 고정대 설치**

RP가 완성된 인대 형상의 표면을 사포로 이용하여 클리닝하였으며, 이 과정에서 3차원 형상 운용 소프트웨어 상에서는 발견하기 어려웠던 미세한 형상

<표 3> RP 작업을 위한 데이터 전처리 과정

단계	과정	사진
1	제작하고자 하는 STL 파일을 FDM 방식의 Insight S/W에 불러와 제작하고자 하는 위치로 배치한다. 장비 선택 후 적층두께, 재료를 선택한다.	
2	제작하는 파일의 크기가 크므로 제작하는 RP 장비(Maxum)의 제작 크기에 맞추어 STL을 자른다. 최적의 제작형상으로 STL을 배치한다.	
3	자른 STL 파일을 제작할 수 있게 설정한 적층두께에 따라 slice한다. Slice한 STL 파일의 이상 유무를 파악한다.	
4	제작하는 파일이 무너지지 않게 Support 생성한 다음 Toolpath를 형성한다. 제작 장비에 파일을 전송한다.	

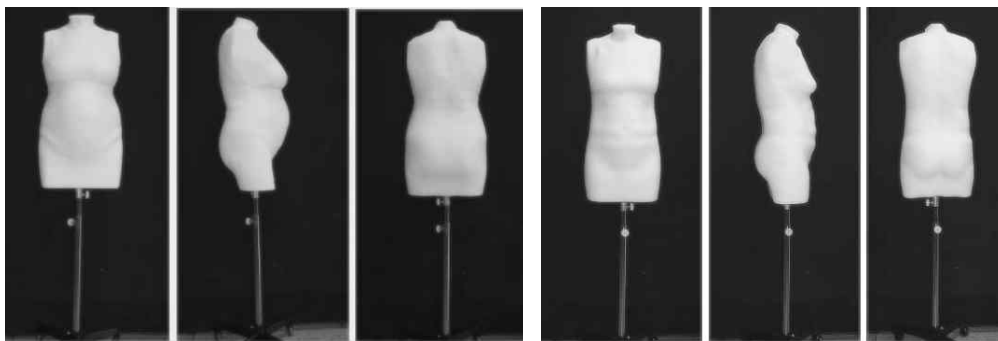
<표 4> RP 제작 과정의 단계

단계	과정	사진
1	Insight에서 생성한 FDM 방식의 RP 제작 파일(CMB 파일)을 RP 장비(Maxum)로 전송하여 시제품을 제작한다.	
2	일정 시간 경과 후(약 7~8일 소요) 지정된 재료(ABS)로 구성된 시제품이 완성된다.	
3	완성된 시제품의 Support 제거 후 처음 자른 형상 외 나머지 시제품도 동일한 방법으로 제작한다.	 ▼ 
4	나누어 제작한 시제품을 접착제로 결합하여 원하고자 하는 시제품을 완성한다.	

의 굴곡을 깎아내었다. 산업용 인대로 사용하기 위해서는 인대가 눈높이에 위치해야 사용이 용이하므로 수직 바(bar)를 설치하였으며, 설치 위치는 무게 중심을 유지하게 위하여 앞, 뒤 무게 및 부피를

이등분하는 점으로 설정하였다. 이 때, 인대를 이용한 작업 시 이동이 용이하도록 바퀴가 달린 바를 사용하였다.

그리하여 본 연구에서 개발한 실버 여성 패션 산



[유형 1]

[유형 2]

<그림 10> 토르소 인대 제작을 위한 형태 수정.

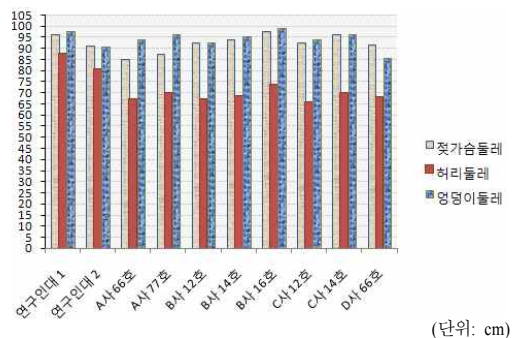
업용 인대 모형 유형 1과 유형 2의 최종 결과물은 <그림 10>과 같다. 인대 1은 인체의 수직길이가 짧고 비만한 형이고 전체 실버 여성의 55.6%를 포함하며, 인대 2는 인체의 수직길이가 길고 마른 형으로 전체 실버 여성의 44.4%에 해당되며 인대별 연령의 차이는 나타나지 않아 전반적인 피험자의 체형이 골고루 분포하는 체형 유형으로 분석되었다.

4. 연구 인대 모형과 기존 인대 모형의 치수 비교

실버 여성 연구 인대 모형과 기존의 인대 생산업체 4곳에서 실버 대상 브랜드에 판매하는 8개 인대 모형의 주요 항목 수치 및 드롭치 및 유형별 인대의 치수차이 비교·분석한 결과는 <그림 11> 및 <표 5>와 같다.

젓가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레가 인대 1은 96.2cm, 87.8cm, 97.8cm로 나타났으며, 인대 2는 91.4cm, 80.9cm, 91.0cm로 상반신 드롭(엉덩이둘레와 젓가슴둘레의 차이)과 하반신 드롭(엉덩이둘레와 허리둘레의 차이)의 경우 연구인대 1은 -1.4cm, 1.5cm로, 연구인대 2는 -0.4cm, 9.1cm였다. 연구인대 1은 전체적으로 연구인대 2에 비해 둘레가 크지만 하반신드롭은 1.5cm로 허리둘레와 엉덩이둘레의 차이가 매우 적은 형태를 띄며, 인대 2는 젓가슴둘레와 엉덩이둘레의 차이가 거의 없으나 엉덩이둘레와 허리둘레의 차이는 9.1cm로 크게 나타나, 연구인대 1은 H형, 연구인대 2는 N형 또는 X형에 해당된다고 볼 수 있다.

기존 인대의 경우, 8개 인대 모두 하반신 드롭이 17.8~26.7cm의 범위에 해당되는 것과 비교해 볼 때



<그림 11> 인대 종류별 주요 항목 치수 비교. (단위: cm)

연구인대 1과 연구인대 2는 허리둘레와 엉덩이둘레의 차이가 매우 적은 것으로 나타났으며, 이는 기존 인대의 경우 주로 20대 여성을 대상으로 제작된 성인 여성 인대에서 일률적으로 치수만 증가시켜 제작하기 때문인 것으로 추측된다. 또한 실버 여성의 체형이 복부비만의 경향이 두드러지는 것을 감안할 때 복부와 함께 허리둘레가 증가함으로써 엉덩이둘레와의 차이가 줄어드는 바, 개발한 인대 모형에 실제 타겟 연령의 체형 정보가 고려되었기 때문인 것으로 사료된다. 특히 연구인대 1의 경우 B사의 16호와 C사의 14호 인대와 전체적인 크기는 유사하여 젓가슴둘레와 엉덩이둘레의 경우 ±2.5cm 내외의 차이를 보이지만, 허리둘레의 경우 각각 차이가 각각 18.6cm, 22.4cm로 KS 규격의 호칭을 기준으로 볼 때 각 6단계, 8단계로 치수범위를 크게 벗어났으며, 연구인대 2의 경우에도 B사의 12호와 젓가슴둘레와 엉덩이둘레 차이가 1.3cm, 1.7cm에 지나지 않았으나, 허리둘레의 경우 14.6cm, 하반신드롭은 16.3cm의 큰 차이를 보여 연구인대의 경우 노년 여성의 복부비만 경향이 고려되지 않고 있는 기존의 인대에 비해 인체적합도가 높을 것으로 추측된다.

IV. 결론 및 제언

앞서 시행한 연구에서 3차원 인체 형상 데이터를 이용하여 실버 여성의 인체를 구성하는 주요 측정치를 도출하고 요인분석 및 군집분석 등의 통계적 처리방법으로 인체를 유형화하였다. 본 고에서는 유형화된 집단별 실버 여성 고유의 체형형상 데이터를 이용하여 유형별 대표 체형 샘플군을 선정하고 3차원 모델링 기법으로 샘플군을 평균화하여 유형별 최종 가상 모델을 도출한 후 토르소 형태로 수정, 제시함으로써 실버 여성 소비자의 체형적합도가 높은 기성복 생산을 위한 기초자료로 사용되는 패션 산업용 인대를 개발하는 것을 목적으로 하였다.

3차원 인체 형상을 이용한 인대 개발의 구체적인 절차 및 결과는 다음과 같다.

첫째, 체형 유형별 샘플 모델군을 선정하기 위하여 의복 구성 및 체형 구분에 용이한 주요 인체 측

<표 5> 실비용 인대(인대 1과 인대 2)과 생산업체의 인대 주요 항목 치수 비교 (단위: cm)

종류	호칭	젓가슴둘레	허리둘레	엉덩이둘레	상반신드롭	하반신드롭	
인대 1	-	96.2	87.8	97.8	-1.4	4.5	
인대 2	-	91.4	80.9	91.0	-0.4	9.1	
A사	66	85.1	67.3	94.0	8.9	26.7	
	차이값	인대 1	13.1	25.0	2.8	-10.3	-22.2
		인대 2	6.3	14.6	-3.0	-9.3	-17.6
	77	87.6	69.9	96.5	8.9	26.6	
	차이값	인대 1	10.6	22.4	0.3	-10.3	-22.1
		인대 2	3.8	12.0	-5.5	-9.3	-17.5
B사	12	92.7	67.3	92.7	0.0	25.4	
	차이값	인대 1	5.5	25.0	4.1	-1.4	-20.9
		인대 2	-1.3	14.6	-1.7	-0.4	-16.3
	14	94.0	68.6	95.3	1.3	26.7	
	차이값	인대 1	4.2	23.7	1.5	-2.7	-22.2
		인대 2	-2.6	13.3	-4.3	-1.7	-17.6
16	97.8	73.7	99.1	1.3	25.4		
차이값	인대 1	0.4	18.6	-2.3	-2.7	-20.9	
	인대 2	-6.4	8.2	-8.1	-1.7	-16.3	
C사	12	92.7	66.0	94.0	1.3	28.0	
	차이값	인대 1	5.5	26.3	2.8	-2.7	-23.5
		인대 2	-1.3	15.9	-3.0	-1.7	-18.9
	14	96.5	69.9	96.5	0.0	26.6	
	차이값	인대 1	1.7	22.4	0.3	-1.4	-22.1
		인대 2	-5.1	12.0	-5.5	-0.4	-17.5
D사	66	91.9	68.1	85.9	-6.0	17.8	
	차이값	인대 1	6.3	24.2	10.9	4.6	-13.3
		인대 2	-0.5	13.8	5.1	5.6	-8.7

정치인 키, 젓가슴둘레, 상반신 드롭, 하반신 드롭 항목이 모두 중앙치 50%에 해당하는 피험자들을 선별한 결과 유형별 각 17명이 추출되었으며, 이들 중 3차원 형상 데이터를 확인하여 자세가 비교적 바르고 상하 좌우 밸런스가 좋으며 유형별 특징을 비교적 명확하게 표현하며 샘플군의 평균에 근접한 체형을 가진 피험자를 최종 샘플군으로 선정한 결과, 유형 1과 유형 2 모두 3개의 케이스로 요약되었다.

둘째, 유형별 최종 샘플군의 인체 형상 데이터를 평균화함으로써 3차원 가상 모델을 생성하였다. 이를 위하여 3차원 역설계 소프트웨어를 이용하였으

며, 샘플군 형상의 자세 교정, 좌측 형상 제거, 인대에 불필요한 형상 정리의 데이터클리닝 작업을 한 후, 최종 가상 모델 생성을 위하여 각 형상의 같은 부위에 landmark를 생성하고 프로그램에서 각 형상 간 같은 위치로 인식할 수 있도록 상호 매칭되도록 좌표를 설정하였다. 설정이 완료된 후 각 유형별 추출된 3개의 케이스를 순차적으로 A와 B, B와 C로 조합하여 2개씩 몰핑(Morphing) 처리하고, 그 결과 형성된 A-B의 평균화 형상, B-C의 평균화 형상을 다시 매칭하여 평균화함으로써 유형별 최종 가상 모델을 생성하였다.

셋째, 실버 여성 토르소 3차원 가상 모델을 실제로 형상화하기 위하여 각 유형별 3차원 파일의 인대 형상을 ABS 재료를 이용하여 RP(Rapid Prototyping) 제작하였으며, 제작에는 FDM 장비를 사용하였다. FDM 방식의 Insight 소프트웨어를 이용하여 RP 장비에 맞게 슬라이스 하고 배치한 후 RP 장비 Maxum으로 전송하여 시제품을 제작하고 분할된 시제품을 결합하여 최종 인대 시제품을 완성하였다. 완성된 인대 형상은 산업체에서의 작업 및 이동이 용이하도록 바퀴가 달린 수직 바(bar)를 설치하였다.

넷째, 개발된 실버 여성 연구인대의 체형적합성을 검증하기 위하여 기존의 4개 업체 인대와 인체 부위별 치수를 비교하였다. 젓가슴둘레, 엉덩이둘레, 허리둘레 사이즈 차이를 비교분석한 결과, 연구인대는 기존인대에 비해 젓가슴둘레, 엉덩이둘레에 비해 허리둘레가 약 10cm 이상 크며, 상반신 드롭 및 하반신 드롭의 치수가 작게 나타나 실버 여성의 북부비만 경향이 반영된 것으로 보이며, 기존 인대에 비해 타겟 연령의 인체적합도가 높을 것으로 예상되었다.

본 연구는 선행 연구인 ‘인체 형상 데이터를 이용한 실버 여성 3차원 체형 연구’의 결과로 분류된 두 가지 종류의 인체 유형별 대표 형상 데이터를 평균화하여 실물화한 것으로, 체형의 구분이 두 종류로 한정되어 형상의 구분이 극단적일 수 있으므로, 차후 의류생산업체의 수요를 고려하여 체형 유형을 더욱 세분화할 필요가 있을 것이다.

실버세대의 의복관심도가 높아지며 제품 구매력이 증가하고 있는 현 시점에서, 실버 여성의 3차원 형상이 고려된 패션 산업용 인대의 개발은 생산업체에서는 인체공학적 제품 설계 시 기초자료로 사용될 수 있을 것이며, 체형의 입체 형상이 고려된 인대의 사용으로 인해 맞춤새가 향상된 의류 제품의 생산이 이루어져 체형의 변화로 기인한 맞춤새 문제로 적절한 기성복을 찾기 어려운 실버세대들의 맞춤새 좋은 의복의 욕구가 충족될 수 있을 것으로 기대되며, 나아가 실버산업의 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

실버 여성 토르소 인대의 개발 외에도 다른 연령대와 구분되는 고유한 신체 특성을 가지고 있는 이들 실버 여성의 체형에 적합한 전신 인대, 하반신 인대와 같은 형태별 인대 모형과 브래지어용 인대, 모자용 인대 등 용품별 인대 모형의 개발 역시 후속연구로 이루어져야 할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- (주)대동플라스틱. “ABS-엔지니어링 플라스틱-제품 소개” [2008년 5월 20일 검색]; available from World Wide Web@http://www.ddpvc.com
- CAD & Graphics. “Fused Deposition Modeling System” (2006년 1월 9일 [2006년 12월 30일 검색]); available from World Wide Web@http://www.cadgraphics.co.kr
- 기술표준원 (2004). “3차원 인체 형상을 이용한 40대 남자 하반신 가상피팅모델 및 의복생산용 바디 개발.” 2004년 표준화부문 연구용역사업 결과보고서. 과천: 기술표준원.
- 기술표준원 (2005). “3차원 인체 형상을 이용한 여자 다기능성 의복생산용 바디 개발.” 2005년 표준화부문 연구용역사업 결과보고서. 과천: 기술표준원.
- 김수아, 최혜선 (2009). “인체 형상 데이터를 이용한 실버 여성 3차원 체형 연구.” 복식문화연구 17권 6호.
- 김정실 (2007). “실버 의류산업의 마케팅 전략에 관한 연구.” 한국패션뷰티학회지 5권 3호.
- 이정임 (2001). “한국인 여성의 표준체형에 관한 연구: 18~24세를 대상으로.” 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 조석현, 박익민 (2007). “쾌속조형기술.” 한국구조공학회지 27권 7호.
- 한국섬유경제신문. “뉴 실버세대가 21세기 마케팅의 핵심” (2006년 9월 9일 [2006년 12월 28일 검색]); available from World Wide Web@http://fashion-news.co.kr