

3D Scanner를 이용한 인체계측방법 및 플레어스커트의 착의형태평가방법에 관한 연구

김혜경·석은영·서추연*

연세대학교 의류과학연구소, *동아대학교 의상섬유학부

A Study on the Feasibility of the 3D Scanning Method of Body Measurement and Wearing Evaluation

Hae Kyung Kim · Eun Young Suk · Chu Yeon Suh*

Research Institute of Clothing and Textile Sciences, Yonsei University

*Dept. of Fashion and Textiles, Donga University

(2000. 2. 25 접수)

Abstract

The study planned to testify the accuracy of the 3D scanner through analyzing the human body measurement method and the evaluation of flare skirt with 3D scanner.

The results obtained from this study were as follows; First, the results of measurement for the dress form and human body by 3D scanner were more accurate than one or two dimensional measurement method. Second, from the results of the scan for the flare skirts as worn the human body, we could obtain very accurate horizontal section map. Third, in the clothing ergonomics viewpoint, the accuracy of the 3D scanner was very excellent and its utility was higher than that of the moir photography method. Therefore, the 3D scanner is very useful for the human body measurement and the wearing evaluation. In a nutshell, this study illustrates that we have to develop a program of automatic human body measurement system which will enhance the application of the 3D scanner.

Key words: 3D scanner, body measurements, wearing evaluation, cross sectional body figure;

3차원 인체스캐너, 인체계측, 착의평가, 수평단면도

I. 서론

첨단 과학의 발달로 컴퓨터는 모든 학문분야에서 없어서는 안 될 중요한 기능을 수행하고 있다. 최근에는 학문의 영역에서 뿐 만 아니라 음악, 영상 제작 및 만화 애니메이션, 컴퓨터 게임의 소프트웨어 개발에 이르기까지 컴퓨터 산업의 다양성은 일

일이 열거하기 힘들 정도이며 이로 인한 경제적, 문화적 파급효과는 예상을 초월하고 있다. 1990년대에 들어서면서 우리 나라의 의류업계에서도 컴퓨터 부분에 많은 관심을 기울여 왔으며 디자인분야와 생산설계분야에서도 많은 소프트웨어들이 개발되었다. 의류산업에서는 패턴 메이킹(pattern making) 및 그레이딩에 컴퓨터시스템을 도입하여 불특정 다수를 타겟으로 하는 기성복생산과정에서 수작업에

따른 오차나 작업시간을 많이 단축시키고 있다. 현재에는 여러 기종의 패턴캐드(pattern CAD)와 다양한 기능을 가진 소프트웨어들이 경쟁적으로 출시되고 있으며, 특히 퍼스널 컴퓨터의 보급률이 높아짐에 따라 캐드 전용 시스템이 아닌 일반 퍼스널 컴퓨터에서도 작업 가능한 여러 가지의 프로그램들이 개발되고 있다. 이 외에도 봉제공정과 생산설비에서도 컴퓨터의 역할은 다양하여 패턴설계에서부터 제품이 완성되어지기까지의 과정에서 중요한 비중을 차지한다. 이와 같이 의복의 설계와 생산과정에서는 컴퓨터를 이용한 자동시스템이 점차 정착되고 있으나 의복을 설계하는 과정에서 필요한 인체의 치수는 아직도 불안정한 상태이다. 현재 의류업계에서 사용하고 있는 기본치수는 브랜드마다 차이를 나타내고 있으며 심지어 외국 브랜드의 경우는 외국의 치수체계를 그대로 우리 나라에 적용시키는 경우도 있다. 그러나 오늘날 의류업계는 다품종소량생산 또는 개개인에 맞는 부가가치가 높은 주문생산시스템(easy order system)의 시대로 접어들고 있으며 이러한 공정과정에 있어서의 기술레벨의 균일화, 스피드화가 요구되고 있다. 이를 위해서는 인체계측의 자동화는 물론, 패턴제작에 있어서도 인체의 입체형상 데이터로부터 자동적으로 만들어 낼 수 있는 기술개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다(今岡 등, 1989). 우리 나라에서는 의복을 비롯한 인체와 관련된 제품의 생산을 위하여 공업규격을 제시하고 있으며 이를 위하여 6년마다 국민표준체위조사를 실시하고 있다(1980, 1986, 1992, 1997). 그러나 이 계측치는 연령층에 따라서는 샘플링 사이즈가 너무 작아 우리나라의 평균치로 보기에는 어려운 실정이다. 현재 우리나라에서 실시하고 있는 국민표준체위조사에서의 인체계측방법은 1차원적 직접계측방법으로 사람이 직접 계측하는 것이 일반적이나, 이 방법은 계측의 정확성이 부족하고 계측하는데 많은 시간이 걸리며 피계측자의 수가 적어 정확한 데이터를 얻기 힘들다. 또한 인체는 각 연령별, 성별에 따라 차이를 나타내며 특히, 골격과 근육의 발달정도, 피하지방의 축적부위와 축적량 등에 의해 그 형태가 형성된다. 따라서 각 연령층에 적합한 의복을 생산하기 위해서는 정확한 계측에 의해 얻어진 인체의 치수로부터 치수

체계를 설정하여야 한다. 또한 체형파악은 치수에 의한 1차원 정보와 형태에 대한 2, 3차원 정보로부터 정확한 데이터를 구하여야 하며, 인체의 곡면형상을 보다 정확하게 파악하기 위해서는 다각적이고 다차원적인 계측방법이 요구된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 피복인간공학 분야에서는 2, 3차원 인체계측방법을 오래 전부터 연구하여 왔으며 최근에는 컴퓨터를 이용한 3차원 인체계측시스템도 개발되고 있다. 레이저를 이용한 인체의 3차원 데이터는 수작업에서는 생기는 오차를 줄이고 계측하는데 걸리는 시간도 짧아 많은 수의 피험자를 계측할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 3D scanner를 이용하여 이를 새로운 인체계측방법으로 시도해 보고자 하였으며 스캐너를 통하여 얻어진 3차원 데이터의 인체를 다각적인 측면에서 분석하고 착의시와 비교하여 의복의 착의평가방법을 제시하고자 하였다.

구체적인 연구목적은 다음과 같다.

1. 3D scanner를 이용하여 인체의 형상을 3차원 데이터로 전환시키고 이를 직접계측에서 얻은 치수와 비교하여 데이터의 정확성을 검토한다.
2. 인체의 입체형상과 착의시의 입체형상을 컴퓨터 화면상에서 중합하고 동일한 부위의 단면을 동시에 도출하여 착의단면도를 구한다.
3. 얻어진 착의단면도로부터 착의시 의복의 공극량을 산출하고 직물 종류에 따른 착의형상을 비교·분석한다.

II. 연구방법

1. 피험자 선정

본 연구는 3D scanner를 인체계측에 활용하기 위한 검증실험이므로 피험자는 20대 전기 여성의 평균 체형에 속하는 1명과 20대 평균 치수로 제작된 인체로 선정하였다. 기본적인 치수는 <표 1>과 같다.

2. 실험의 및 소재선정

레이저광선을 이용한 3D scanner의 성능을 테스트하기 위하여 실험의는 드레이프가 많이 생기는 플레어 스커트로 하였으며 플레어스커트의 패턴(도

〈표 1〉 피험자의 인체치수 (단위: cm)

계측항목	피험자	인대	국민표준체위 조사보고서 (1997)
1. 키	160.5	—	159.3
2. 허리높이(옆)	95.7	—	96.4
3. 엉덩이높이	76.7	—	—
4. 회음높이	70.5	—	72.2
5. 허리둘레	65.2	65.5	65.1
6. 엉덩이둘레	87.7	90.2	89.5
7. 허리너비	24.3	22.9	23.6
8. 엉덩이너비	32.1	32.4	31.7
9. 허리두께	16.9	16.9	16.4
10. 엉덩이두께	21.7	22.9	20.4

재은, 1985)은 세미플레이어 스커트(이하 패턴A)와 180°플레이어스커트(이하 패턴 B)로 선정하였다. 기본 패턴은 [그림 1]과 같다.

또한 스커트의 소재는 드레이프성을 비교하기 위하여 100%의 면(머슬린)과 폴리에스테르(상품명:포그니)로 하였으며 소재의 물성은 <표 2>에 제시하였다. 또한 직물의 울 방향에 따른 드레이프성을 비교하기 위하여 스커트의 중심선을 직서 방향과 정바이어스 방향으로 각각 재단하였다. 이와같이 패턴, 소재, 직물의 울 방향을 각 2종류로하여 전체 8벌의

〈표 2〉 직물의 물성

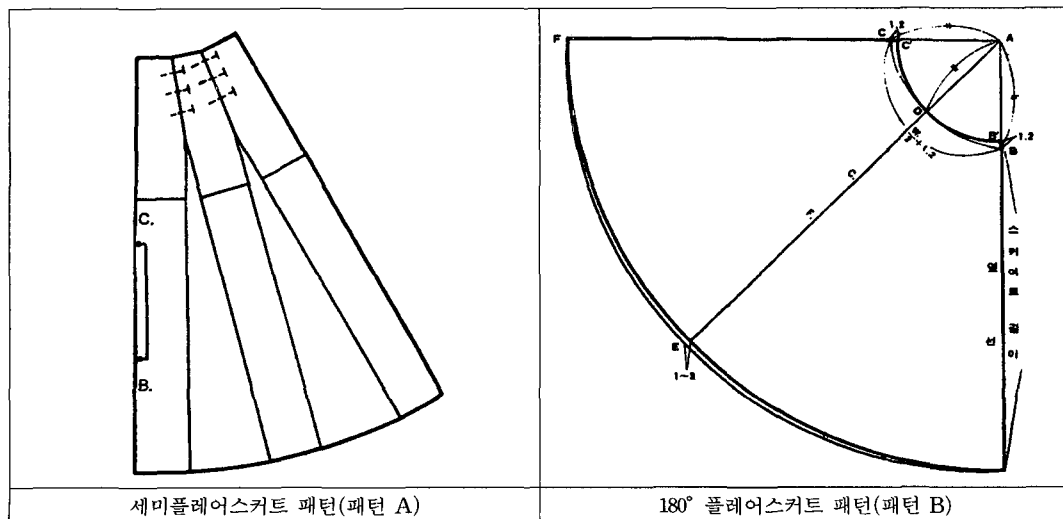
소재	물성	두께 (mm)	평면중 (g/m ²)	강연도*(cm)		
				경사	위사	바이어스
머슬린		0.22	104.556	2.163	1.896	1.788
폴리에스테르		0.24	117.822	1.517	1.521	1.367

*KS K 0539 캔틸레버법

플레이어 스커트를 제작하였다.

3. 3D scanner를 이용한 인체 및 인대 스캔

미국의 Cyberware 사가 개발한 3D body scanner 는 2개의 수직 축과 연결된 4개의 옵티컬 헤드 (optical head: scanning instrument)가 인체의 머리 에서 발 방향으로 단 한번 이동하는 동안, 인체의 형상과 색상을 동시에 스캔하여 컴퓨터 서버에 저장하는 기기이다. 이 scanner의 궁극적인 목적은 단 한 번의 스캔으로 인체의 모든 데이터를 완벽하게 얻는 것이나 인체는 다양한 곡면과 복잡한 구조를 가지고 있으므로 겨드랑 밑 부위나 회음 부위와 같은 가려진 곳의 스캔은 아직 불완전한 상태이다. 그러나 이 scanner는 인체를 2mm 간격으로 스캔하기 때문에 이들 부분의 데이터도 상호 보완하여 사용할 수 있다. 이렇게 스캔된 데이터는 애니메이터, 디자이너, 인체와 관련된 학문분야 등에 다양하게 활



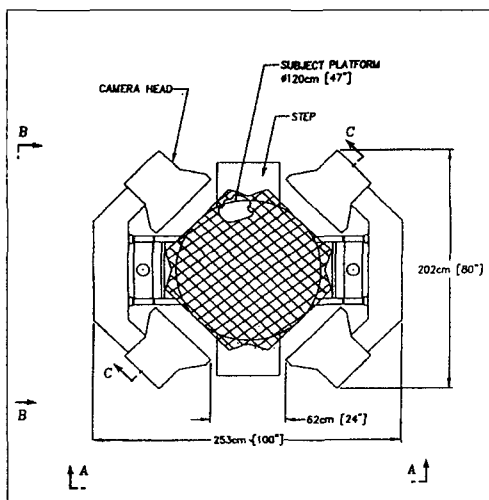
[그림 1] 플레이어스커트의 기본 패턴

〈표 3〉 3D scanner의 specification

항 목	규 격
스캐너의 크기	실린더 형, 200cm(높이)×120cm(직경)
공간적 해상력	5mm×2mm(H×V) typical
범위(range) 해상력	0.5mm typical
속도	2mm 간격 스캔시 16.7초, 4mm간격 스캔시 12초
스캔방향	수직방향(머리에서 발 방향)
Optical heads	4개
Texture map	Luminance or RGB
Host Workstation	Silicon Graphics Indigo2 Extreme
중량	약 450kg
설치환경	일반 사무실 또는 실험실
전력	1500W
호환성	IGES, DXF, Softimage, Alias, 3D-GO, Surfacer by Imageware, Wavefront, OBJ, Ply, Open Inventor

용되어 질 수 있다. 3D body scanner의 구조적인 특성은 <표 3>과 같으며 단면도 및 외형은 [그림 2], [그림 3]과 같다.

본 실험에서는 피사체 대 위에 피험자를 세우고 인체를 2mm 간격으로 스캔하였으며 1회 스캔 시 소요된 시간은 16.7초이다. 정확하게 겨드랑 밑 부위나 회음 부위를 스캔하기 위하여 피험자의 자세는 체표 및 고도를 변화시키지 않는 범위 내에서 팔과 다리를 약간 벌렸으며 발과 발 사이의 거리는 20cm



[그림 2] 3D scanner의 단면도

로 하였다. 스캔은 1999년 7월에 실시하였으며, 스캔의 순서는 인체 및 인대를 먼저 스캔한 다음 착의 상태를 스캔하였고 인체와 착의상태의 데이터를 1cm 간격의 단면으로 전환하여 wire frame으로 만들었다. 화면상에서 이들을 중합하여 데이터의 정확성을 확인하였다.

4. 공극량 산출 및 데이터의 분석

3D scanner에 입력된 데이터는 모니터 상에서 1cm 간격의 wire frame으로 전환하여 확장자 dxf 파일로 저장하였다. AutoCAD 상에서 불러 계측 부위별 인체의 입면도 및 단면도를 얻었다. 인체의 경우와 마찬가지로 착의 상태를 스캔한 데이터를 wire frame으로 전환하여 공극량 산출에 필요한 부위인 허리·배·엉덩이·회음·1/2(회음~무릎)·무릎 부위의 단면을 구하고, 인체단면과의 중합도를 구하였다. 착의시 공극량은 인체에서 의복까지의 거리로 AutoCAD 상에서 구하였으며 계측부위는 허리, 배, 엉덩이, 회음 등 4부위였다. 공극량 계측방법은 [그림 4]에 제시하였다.

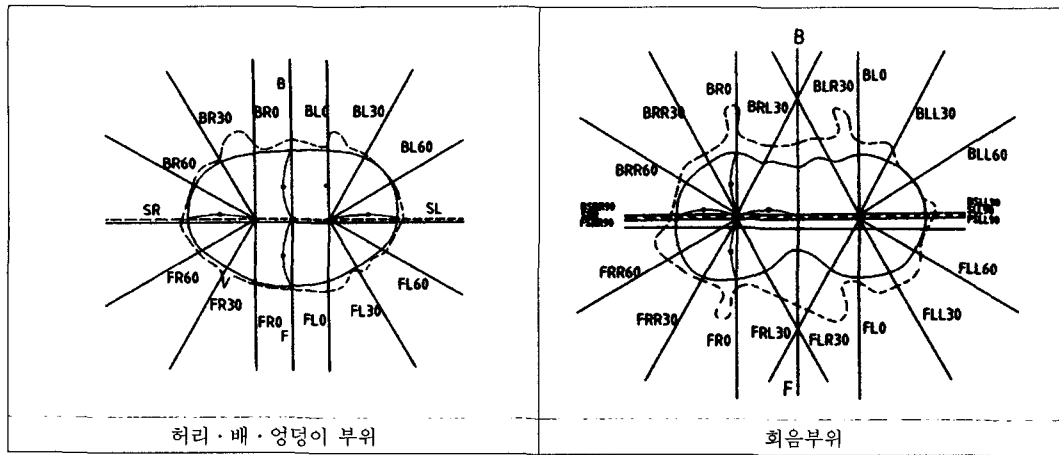
III. 결과 및 고찰

1. 3D scanner의 정확성 검토

3D scanner의 정확성을 검토하기 위하여 먼저 인대를 스캔하고 이를 직접계측치와 비교 분석하였다. 여기서 인대를 피계측자로 선택한 이유는 호흡이나



[그림 3] 3D scanner의 외형



[그림 4] 공극량 계측방법

자세에 따른 직접계측치의 오차를 줄이기 위한 것이며 특히 허리둘레와 같이 계측의 오차가 큰 부위의 정확성을 높이기 위함이다.

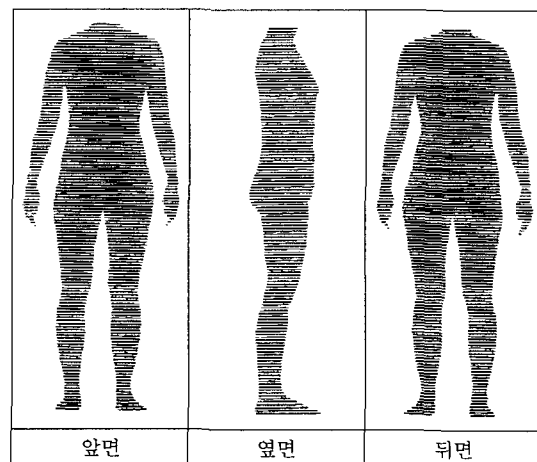
3D scanner에서 얻은 데이터 파일을 AutoCAD 파일로 전환하여 컴퓨터 화면상에서 구한 계측치수 및 직접계측치는 <표 4>와 같다. 컴퓨터 화면상에서 구한 데이터는 사진계측에서 얻을 수 있는 투영도와 달리 치수 환산작업이 필요 없으며 실제의 치수를 그대로 반영하므로 왜곡정도도 적다. 또한 전신 스캔에 소요되는 시간이 16.7초 정도이므로 인체의 호흡이나 자세의 불안정감에서 오는 흔들림 등에 의한 오차도 최소한도로 줄일 수 있어 계측결과

의 정밀도도 높다.

AutoCAD에서 계측한 인체의 계측부위는 가슴, 허리, 엉덩이부위의 둘레, 두께, 너비부위로 허리둘레를 제외한 모든 항목에서 스캔된 인체의 계측치가 조금씩 더 큰 것으로 나타났으며 오차범위는 0.1~0.5cm로 비교적 정확한 것으로 사려된다. 특히 허리두께의 항목에서는 오차값이 0.1cm로 매우 정확하였으며 둘레항목의 절대값 평균오차는 0.33cm, 두께항목의 절대값 평균오차는 0.2cm, 너비항목의 절대값 평균오차는 0.47cm로 두께항목의 계측치가 가장 정확하였고 그 다음 둘레, 너비의 순으로 나타났

<표 4> 데이터의 정확성 검증 (단위: cm)

계측항목		인체계측치		
		직접계측치 (A)	스캔된 인체계측치 (B)	오차치 A-B
가슴	둘레	85.2	85.7	0.5
	두께	20.9	21.2	0.3
	너비	28.3	28.9	0.5
허리	둘레	65.5	65.2	0.3
	두께	16.9	17.0	0.1
	너비	22.9	23.3	0.4
엉덩이	둘레	90.2	90.4	0.2
	두께	22.9	23.1	0.2
	너비	32.4	32.9	0.5



[그림 5] 인체의 wire frame (1cm 간격으로 구한 인체의 입면도)

다. 그러므로 3D scanner는 현재까지 사용되어 왔던 연구방법보다 더 정확하게 인체계측을 할 수 있으며 다른 프로그램으로 전환하지 않고 스캔한 데이터를 바로 계측할 수 있는 자동 인체 계측프로그램의 개발이 절실히 요구된다.

2. 3D scanner를 이용한 인체 및 착의인체의 스캔결과

스캔 받은 인체의 데이터를 1cm 간격의 단면으로 전환한 인체의 wire frame은 [그림 5]와 같다.

또한 인체의 입체형상을 분석하기 위하여 3차원 입체 영상으로 얻어진 데이터로부터 인체의 입면도 및 단면도를 얻었으며 13개 계측부위의 입면도, 단면도 및 단면중합도는 [그림 6]에 제시하였다. 3D scanner에 의해 얻어진 인체의 단면도는 지금까지 행하여 왔던 슬라이딩게이지법이나 무아레법보다 단면을 정확하고 빠르게 얻을 수 있으며 단 한번의 스캔으로 필요한 부위의 단면에 대한 결과를 얻을 수 있어 인체계측에서의 활용이 더욱 용이한 것으로 나타났다.

인체의 경우와 마찬가지로 착의 상태를 스캔한 데이터를 wire frame([그림 7])으로 전환하여 인체 단면과의 중합도를 구했으며, 스커트 및 착의시의 입면도, 단면중합도 및 착의단면중합도는 [그림 8]에 제시하였다.

3D Scanner의 또 다른 장점은 한번 스캔된 데이터로부터 필요한 부위의 단면을 마음대로 활용할 수 있다는 점이며, 컴퓨터 화면상에서 중합 및 계측을 할 수 있기 때문에 정확도가 뛰어난 것으로 나타났다. 그러므로 지금까지 3차원 간접계측방법으로 사용되어온 무아레사진계측법과 비교하면 무아레사진계측방법은 저렴한 비용으로 인체 및 착의시의 복에 대한 평가가 가능하나 사진촬영의 조건이나 피사체의 선정이 자유롭지 못하며, 수작업을 통하여 얻어지는 데이터므로 정확도면에서 3D Scanner에 비해 다소 떨어지는 편이다. 특히 각도가 넓은 플레어스커트의 경우 무아레사진촬영법으로는 드레이프가 많아 그늘진 부분의 드레이프 형상을 구하기 어려우나 3D Scanner는 단시간에 단면상의 드레이프 선을 정확하게 계측할 수 있으므로 착의평가에 매

우 유용한 것으로 판단된다.

3. 패턴·직물의 올 방향·소재 별 스커트의 단면중합도 분석

패턴별, 올방향별, 소재별 종류에 따른 인체 각 부위의 착의단면중합도는 [그림 9]~[그림 11]에 제시하였다. 사용한 기호는 다음과 같다. 패턴 A·B는 1·2, 올방향(바이어스방향, 식서방향)은 g·b, 소재(머슬린, 폴리에스테르)는 m·p를 의미하며 각 부위에 대하여 이들 조합에 의한 스커트의 단면을 중합하였다.

이와 같이 3D 스캐너는 한번의 스캔으로 원하는 부위의 단면계측 및 단면중합이 가능하며 그 정확도도 높아 인체계측 및 패턴설계에 매우 유용할 것으로 기대된다. 특히 하반신과 스커트의 단면중합도는 인체의 입체형상이 스커트의 드레이프 형상에 영향을 미치는지를 정확히 볼 수 있는 장점이 있다.

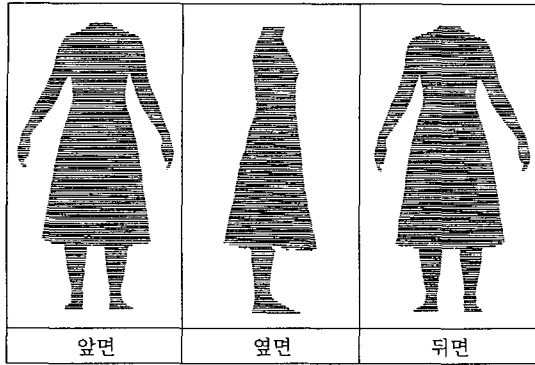
패턴에 따른 착의 단면 중합도([그림 9])를 살펴보면 허리, 배 부분에서는 뚜렷한 차이가 나타나지 않으나 엉덩이 부위에서부터는 패턴간의 드레이프 단면형상에 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 패턴 A에 비해 패턴 B가 앞뒤방향으로 더 넓게 드레이프를 나타내고 있어 패턴 치수의 차이를 알 수 있다.

[그림 10]에 제시한 직물 올 방향에 따른 착의 단면 중합도를 비교해 보면 모든 계측 부위에서 유사한 단면형상을 나타내고 있으며 이는 스커트의 폭이 넓은 플레어스커트의 경우에는 직물의 올 방향이 스커트의 드레이프 형상에 큰 영향을 미치지 않고 있음을 알 수 있다.

또한 소재에 따른 착의 단면 중합도([그림 11])에서는 머슬린과 폴리에스테르와의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 <표 2>에 제시한 소재의 물성 검사 결과, 면과 폴리에스테르의 두께차이가 0.02mm로 거의 같으며 무게는 폴리에스테르가 조금 더 무거우나(13.3g/m²) 강연도에서는 면이 조금 더 뻣뻣한 것으로 나타났다. 그러나 두 직물의 물성 차이는 매우 근소한 것으로 스커트의 착의 형상에는 영향을 미치지 못한 것으로 사려된다. 이상의 착의 단면 중합 결과를 살펴보면 스커트의 폭이 점차 넓어짐에 따라 허리에서 단 부분으로 내려갈수록

1			
2			
3			
4			
5			
6		1. 뒤목	2. 어깨점
7			
8			
9			
10		3. 윗가슴	4. 가슴
11			
12			
13		5. 밑가슴	6. 허리
인체의 입면도			
↓			
단면중합도		7. 배	8. 엉덩이
		9. 회음	10. 1/2(회음~무릎)
		11. 무릎	12. 장딴지
		13. 발목	

[그림 6] 인체 각 부위의 입면도 · 단면도 및 단면중합도



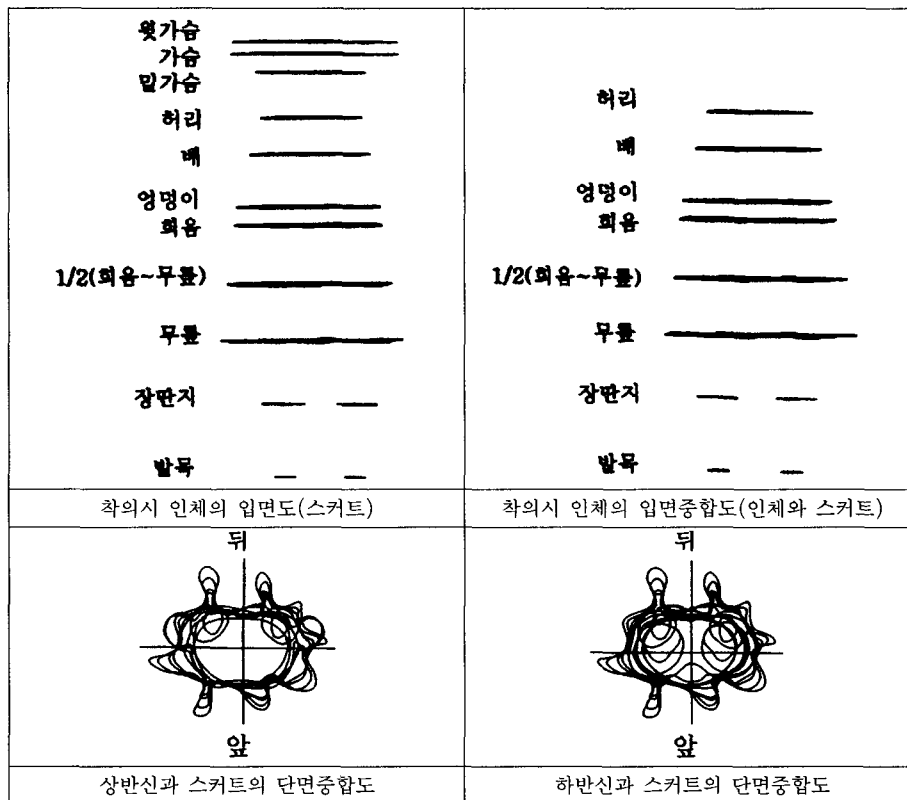
[그림 7] 착의 상태의 wire frame (1cm 간격으로 구한 착의 상태의 입면도)

드레이프의 량이 증가하였으며 공극의 분포정도도 앞, 뒤, 옆으로 고르게 나타나 패턴, 올방향, 소재의 조합에 따른 스커트의 드레이프 형상이 뚜렷하게 나타났다.

4. 패턴·직물의 올 방향·소재 별 스커트의 착의평가를 위한 공극량 분석

착의단면상의 공극량을 정확히 평가하기 위하여 360° 방향으로 허리, 배, 엉덩이 부위에서는 16부위, 회음부위에서는 단면형상을 고려하여 22부위의 공극량을 계측하였다. 공극량은 인체와 스커트 사이의 길이를 계측하는 것으로 허리·배·엉덩이부위와 회음부위에 대하여 각각의 공극량을 측정하였다. 공극량 계측을 위한 착의단면중합도는 [그림 12]와 같으며 공극량계측결과는 <표 5>, <표 6>에 제시하였다.

허리부위의 공극량은 아주 적은 양으로 패턴에서 허리의 여유량을 거의 주지 않았기 때문이며 배 부위에서부터는 앞보다는 뒤쪽에 더 많은 공극량이 분포하고 있음을 알 수 있다. 이는 인체의 형상이



[그림 8] 스커트의 입면도 및 단면중합도

허리				
배				
엉덩이				
회음				
1/2 (회음~ 무릎)				
무릎				
패턴	패턴A		패턴B	
	mg-□ mb-●	mg-◇ mb-▲	pg-△ pb-◆	pg-○ pb-★

[그림 9] 패턴에 따른 인체 각 부위의 착의단면중합도

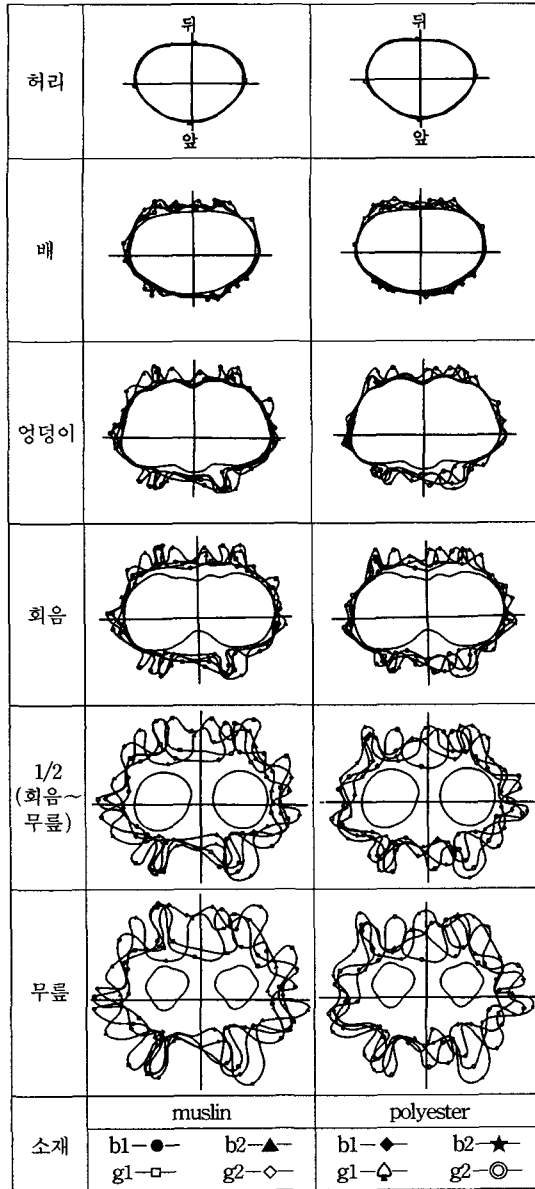
착의시 입체형상에 영향을 미친 것으로 복부의 돌출로 인하여 앞부분의 공극량이 뒤 부분 보다 적게 나타난 것임을 알 수 있다. 또한 엉덩이 부위에서는 배 부위와 반대로 엉덩이부분이 돌출되어 스킷트 뒤 부분 보다는 앞부분의 공극량이 더 큰 것으로 나타났다. 그러므로 공극량의 분포는 인체의 입체형상

허리				
배				
엉덩이				
회음				
1/2 (회음~ 무릎)				
무릎				
패턴	식서		바이어스	
	m1-□ m2-◇	m1-● m2-▲	p1-△ p2-◆	p1-○ p2-★

[그림 10] 직물의 울방향에 따른 인체 각 부위의 착의단면중합도

에 절대적인 영향을 받으며 이에 따라 외관의 형상도 다르게 나타남을 알 수 있다.

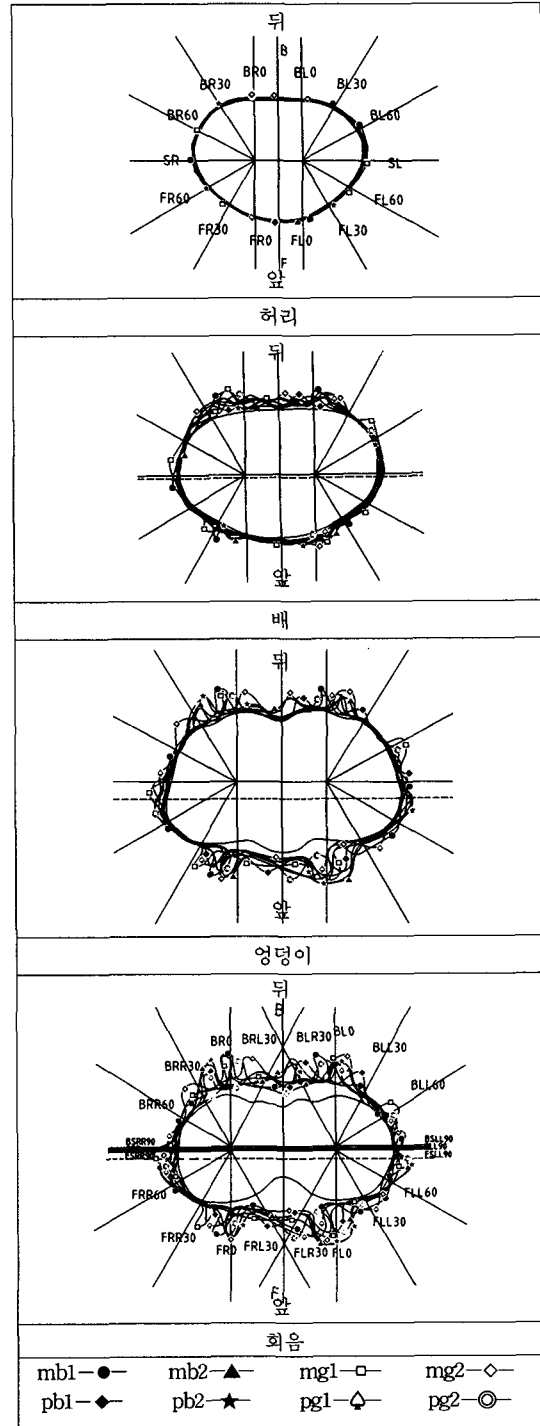
회음부위에서는 편평률이 더 크게 나타나므로 기준계측선을 다르게 그었다(김혜경 등, 1997). mb2를 제외한 머슬린 스킷트에서는 뒤공극길이가 길었으며 모든 폴리에스테르의 스킷트에서는 앞공극길이



[그림 11] 소재에 따른 인체 각 부위의 착의단면중합도

가 더 긴 것으로 나타났다.

또한 단 부위에서 최대 너비와 두께를 비교한 결과는 <표 7>에 제시하였다. 머슬린의 경우에는 동일조건(mb, mg)에서 패턴간의 차이가 거의 없는 것으로 보이나 폴리에스테르의 경우에는 너비에서 약30~50mm, 두께에서는 최대 79.6mm의 차이를



[그림 12] 공극량 측정을 위한 인체계측 부위별 착의단면중합도

〈표 5〉 허리·배·엉덩이 부위의 각도별 공극량계측 결과 (단위: mm)

부위	각도 종류	FRONT									BACK									앞평균	뒤평균	평균
		SR	FR 60°	FR 30°	FR 0°	F	FL 0°	FL 30°	FL 60°	SL	BL 60°	BL 30°	BL 0°	B	BR 0°	B 30°	BR 60°					
허리	mb1	2.8	0.0	2.1	0.0	1.0	1.3	1.3	2.0	1.6	5.7	2.2	1.3	2.4	1.3	1.1	1.1	1.31	2.09	1.70		
	mb2	2.0	1.0	1.2	0.8	1.2	1.3	1.8	1.2	2.0	2.1	1.5	1.2	2.6	1.6	1.4	0.8	1.31	1.65	1.48		
	mg1	0.7	0.0	2.2	1.0	1.1	0.0	1.6	2.5	4.7	1.9	1.6	0.0	1.8	2.4	2.1	3.5	1.14	2.25	1.69		
	mg2	1.3	0.9	1.5	1.1	1.1	1.1	0.9	1.0	2.0	1.1	0.5	2.2	3.4	2.6	0.2	0.5	1.11	1.56	1.34		
	pb1	1.4	0.3	2.2	0.8	0.6	1.0	2.2	1.3	1.1	1.9	0.0	0.8	0.0	0.8	0.7	0.0	1.35	0.66	1.01		
	pb2	1.6	2.4	1.6	0.0	1.9	0.0	2.3	1.2	2.7	1.2	0.7	1.8	1.7	2.0	3.1	0.9	1.38	1.76	1.57		
	pg1	0.0	0.0	1.1	1.5	2.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.77	0.00	0.39		
	pg2	2.1	0.7	1.0	0.0	0.0	0.6	0.3	1.1	1.5	1.5	0.7	1.0	0.8	0.0	0.0	1.0	0.73	0.81	0.77		
배	mb1	8.2	5.5	12.3	3.7	5.0	13.5	5.7	6.5	6.7	1.9	4.6	9.4	14.9	12.1	4.5	3.7	7.43	7.23	7.33		
	mb2	1.9	1.7	1.3	4.8	1.2	9.3	2.9	3.5	5.4	0.0	6.7	13.2	16.9	8.8	16.0	5.0	3.33	9.00	6.16		
	mg1	7.8	7.2	2.4	4.8	7.2	8.5	6.1	9.3	9.6	9.0	7.7	8.9	8.9	12.4	9.0	6.2	7.91	8.96	8.44		
	mg2	1.1	1.0	5.7	2.7	2.5	19.0	3.7	4.5	7.1	0.0	5.5	7.2	16.1	18.2	22.2	4.0	5.03	10.04	7.53		
	pb1	2.1	4.1	10.8	3.6	3.8	9.4	10.1	4.4	4.1	0.7	7.8	6.4	2.6	13.6	18.3	0.0	6.04	6.69	6.36		
	pb2	1.2	2.2	1.9	5.3	2.6	11.3	5.7	5.1	6.9	0.0	2.9	13.4	14.8	5.3	13.1	2.9	4.4	17.4	15.91		
	pg1	1.5	3.6	11.7	0.0	4.1	8.3	1.8	6.7	3.0	3.0	7.0	9.3	5.7	14.8	21.2	3.1	4.7	18.39	6.55		
	pg2	2.8	3.0	5.2	3.0	7.8	5.2	3.1	1.8	2.2	5.3	2.5	17.6	3.7	23.4	1.3	0.5	3.99	7.06	5.53		
엉덩이	mb1	10.8	12.4	11.9	15.1	22.9	57.8	21.3	11.4	10.1	0.0	0.0	24.0	2.3	0.0	0.0	6.62	0.45	5.38	12.91		
	mb2	6.9	4.7	1.5	40.5	12.1	63.0	6.4	4.8	0.0	0.0	1.5	2.9	19.9	3.7	27.8	2.2	17.49	7.25	12.37		
	mg1	22.8	3.0	36.0	23.9	15.7	56.4	4.0	5.1	1.2	23.5	2.1	3.5	8.7	4.1	7.6	8.7	20.86	7.43	14.14		
	mg2	23.0	0.6	4.5	23.1	8.1	59.0	1.9	3.7	4.0	4.9	1.5	4.4	18.2	10.7	8.9	7.6	15.49	7.53	11.51		
	pb1	3.8	2.1	3.8	16.5	17.1	52.0	0.8	3.0	11.8	0.0	12.1	1.1	1.2	1.3	21.2	0.4	12.39	6.14	9.26		
	pb2	6.6	3.6	2.6	31.2	11.3	63.4	4.3	6.0	0.0	0.0	0.9	4.2	23.0	2.7	30.7	2.21	6.13	7.96	12.04		
	pg1	15.5	3.3	2.3	18.8	23.7	34.4	10.7	0.0	5.5	0.8	0.0	6.6	6.3	4.9	24.2	1.9	13.59	6.28	9.93		
	pg2	10.6	5.2	4.8	14.0	27.0	26.4	8.7	2.2	0.6	3.4	0.5	21.8	3.0	22.7	3.1	1.6	12.36	7.09	9.73		

〈표 6〉 회음부위의 각도별 공극량계측 결과 (단위: mm)

각도 종류	FRONT											BACK											앞평균	뒤평균	평균
	S R R	F S R R	F R R	F R R	F R	F R L	F L R	F L	F L L	F L L	F S L L	S L L	B S L L	B L L	B L L	B L	B L R	B R L	B R	B R R	B R R	B S R R			
mb1	7.9	8.6	20.7	4.8	12.8	40.1	62.8	6.3	20.6	10.1	9.0	10.6	12.3	0.0	16.8	18.3	33.6	24.7	63.1	12.9	10.5	7.5	18.52	19.12	18.82
mb2	4.6	3.1	17.8	6.1	53.6	37.7	37.7	68.4	7.0	14.3	2.1	0.0	0.0	4.1	11.0	46.8	59.6	39.2	13.7	25.4	5.6	5.2	22.95	19.15	21.05
mg1	34.1	33.9	1.4	1.5	10.4	41.7	42.0	1.8	2.7	16.8	9.4	8.1	7.1	32.4	8.3	48.6	37.1	44.2	62.2	23.5	6.9	33.4	17.79	28.35	23.07
mg2	26.9	27.4	3.3	4.1	57.8	29.5	30.7	10.2	6.9	13.9	1.0	1.5	2.2	10.9	9.8	59.3	61.6	43.4	23.7	35.0	5.3	25.2	19.25	25.26	22.25
pb1	3.6	4.2	11.5	1.8	17.4	58.3	35.6	36.3	2.9	2.3	5.9	7.7	9.9	2.3	13.4	17.4	48.6	46.4	11.5	6.2	1.7	3.6	16.35	15.34	15.84
pb2	3.2	2.6	16.4	3.8	53.9	37.4	38.9	67.5	7.4	15.6	5.9	4.6	3.8	5.6	12.8	41.2	60.3	41.0	14.9	23.0	5.3	3.6	22.96	19.65	21.30
pg1	14.5	14.1	15.1	5.4	25.3	49.9	68.4	5.7	23.4	1.0	3.4	2.8	2.1	8.5	8.2	52.7	32.7	42.3	9.6	12.2	1.5	15.8	20.56	17.13	18.85
pg2	8.8	8.1	18.7	7.3	50.4	33.7	74.5	49.7	10.1	6.0	3.6	1.6	0.0	15.9	7.3	37.2	20.8	22.3	43.4	5.4	5.5	10.2	24.63	15.42	20.02

〈표 7〉 단 부위에서의 최대 너비·두께(단위: mm)

조건	너비	두께
mb1	466.6	398.5
mb2	476.3	400.9
mg1	475.6	389.1
mg2	465.4	404.8
pb1	444.1	323.5
pb2	475.6	403.1
pg1	423.6	347.4
pg2	472.3	399.0

나타내어 패턴간의 차이가 나타났으며 모든 조건에서 너비보다는 두께에서 더 많은 차이를 나타내었다. 그러나 이 경우에서도 동일조건(소재, 패턴)에서의 바이어스방향과 직서방향의 플레어스커트 너비, 두께차이는 약10~20mm 정도로 나타나 직물의 울 방향에 따른 차이는 적은 것으로 나타났다.

그러므로 유사한 패턴일 경우에는 소재의 차이가 착의형상에 가장 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제의

본 연구는 3D scanner를 이용한 인체계측방법 및 플레어 스커트의 착의평가에 관한 연구로 3D scanner의 정밀도를 검증하였으며 결론은 다음과 같다.

1. 3D scanner에 의한 인체 및 인대의 스캔결과는 매우 정확한 것으로 나타났으며 1차원 직접계측에 의한 결과보다 소요시간이나 정확성이 뛰어나므로 이를 이용한 인체계측 프로그램의 개발이 절실히 요구된다.

2. 인체 및 착의시 인체의 스캔결과는 2차원적 간접계측인 사진계측과 달리 왜곡도가 적으며 드레이프가 많은 플레어스커트의 단면이 정확하게 얻어져 지금까지의 연구방법보다 정확도가 우수한 것으로 나타났다.

3. 착의실험으로 플레어스커트의 착의평가를 실시한 결과 3D Scanner에 의한 단면은 무아레사진촬영법에 의한 단면보다 단시간에 구할 수 있으며 요철이 심한 경우에도 단면의 형상을 정확히 얻을 수 있어 3D scanner는 피복인간공학 측면에서의 효용성이 높은 것으로 나타났다.

참고 문헌

- 1) 권숙희(1994), 여대생의 의복설계를 위한 체형분류 및 인대제작에 관한 연구, 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 2) 김민효 외(1999), 레이저광 주사방식 3차원 인체 스캐너의 제작 및 정밀도 검증에 관한 연구, 1999 추계 인간공학회 학술발표.
- 3) 김혜경(1991), Flare skirt 의 Drape성과 착장형태 파악에 관한 연구, 한국의류학회지, 15(1).
- 4) 김혜경 외(1992), 스커트의 드레이프성 평가를 위한 피복인간공학적 접근, 생활과학잡지, 6.
- 5) 김혜경 외(1997), 피복인간공학 실험설계방법론, 교문사.
- 6) 도재은(1985), 패턴디자인 및 제작법, 신광출판사.
- 7) 석은영(1999), 학령후기 여아의 하반신 체형분석에 의한 바지 원형설계 및 인대개발, 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 8) 조정미(1992), 한국 미혼 여성의 하반신 체형분석과 체형변인이 플레어 스커트의 입체성능에 미치는 영향, 연세대학교 대학원, 박사학위논문.
- 9) 今岡 春樹 外(1989), 力學的 面展開手法を用いた自動型紙作成法, 纖維學會誌, 45(10), 427-434.
- 10) 今岡 春樹 外(1989), 衣服立體形狀豫測法, 纖維學會誌, 45(10), 420-426.
- 11) 三吉滿智子 外(1992), 非接觸三次元人體計測裝置の改良とその精度について, 文化女子大學研究紀要, 23.
- 12) <http://www.cyberware.com>
- 13) <http://www.tc2.com>