니트의 편성조직에 따른 물성 평가

예수정 · 송화순

숙명여자대학교 의류학과

Physical Properties of Various Structured Knitted Fabrics

Su Jeong Yea and Wha Soon Song

Dept. of Clothing and Textiles Sookmyung Women's University; Seoul, Korea

Abstract : This study analyzed the effects of the knit stitch type, fiber composition, and yarn thickness on the mechanical properties of knitted fabric. The results were as follows: The course density was the highest in the case of the rib stitch. On the other hand, the wale density was the highest in the case of the float stitch. The thickness was the highest in the case of the rib stitch. The same results were obtained even for different fiber compositions and yarn thicknesses considered in this study. The burst strength of wool knit fabric was higher than that of A/W knit fabric. The stiffness was the lowest in the case of the plain stitch. The same results were obtained even for different fiber compositions and yarn thicknesses. The pilling properties were excellent for all knit stitches, fiber composition, and yarn thicknesses as pilling degree : 5. The air permeability decreased in the following order : rib > plain > float stitch. The same results were obtained even for different fiber compositions and yarn thicknesses. The heat retention rate decreased in the following order : rib > float > plain stitch. The same results were obtained even for different fiber compositions and yarn thicknesses.

Key words: knit, physical properties, plain stitch, rib stitch, float stitch

1. 서 론

지금까지 우리나라 섬유산업의 중추적인 역할을 수행해 온 니트산업은 컴퓨터 자동 편직 기술의 발달로 비교적 소규모 설비에 의한 생산이 가능하고, 공정이 간단하여 다품종소량생산의 패션 수요를 충족시킬 수 있는 장점이 있다. 특히, 패션 사이클이 짧아지고, 선진국일수록 니트 의류를 선호하는 경향임을 고려할 때, 니트 산업은 전망이 밝은 고부가가치 패션산업이다.

니트는 신축성과 유연성이 좋아 편안하면서도 다양하게 어울릴 수 있다는 장점 때문에 연령에 상관없이 폭넓게 수용될 수 있어 의류 소재로서의 가치가 높다(김혜경 외, 2004). 또한 최근 다양한 디자인과 구성법이 개발되고, 컴퓨터 자동 편직 기술의 발달로 인해 직물과 니트의 패치워크 및 다양한 편 조직의 조합이 활발해짐에 따라(강숙녀, 권진, 2008) 패션산업에서 니트의 비중이 더욱 커질 전망이다. 그러나 니트의 물성 데이터가 직물에 비해 상대적으로 부족하기 때문에 니트 의류는 대부분 경험에 의존하여 제작과 생산이 이루어짐에 따라 불량률이 높다. 특히 니트와 직물의 패치워크 제품 및 다양한 편 조

직이 조합된 디자인 제품에서 모양이 틀어지거나 사이즈를 맞추지 못하거나 연결부분이 매끄럽지 못함으로 인한 불량이 자주 발생하고 있는 실정이다. 따라서 니트 의류 디자인 및 제작 업체에서 니트 물성의 데이터베이스 구축에 대한 요구가 높다.

니트에 관한 선행연구를 살펴보면, 최경은 외(2000)은 시판 편성물의 두께, 공기투과도 등이 열차단량에 미치는 영향을 분석하였고, 조혜진 외(2004)은 니트의 응용조직 변화에 따른 태의 변화를 분석하였다. 전미선 외(2006)은 cotton yarn을 사용하여 plain, rib 및 rib 변화조직을 편성 후 태에 미치는 영향을 분석하였고, 강숙녀, 권진(2007)은 편성물의 봉제 게이지 변화에 따른 역학적 특성을 분석하였다. Gun et al.(2008)은 cotton에 bamboo, viscose, modal이 각각 혼방된 plain 조직의 물성을 비교하였으며, 김미라 외(2009)은 cotton yarn의 함사 조건이 plain 조직의 물성과 드레이프성에 미치는 영향을 분석하였다. 그러나 이들 대부분은 단일 섬유의 한정된 편 조직에 관한 연구로, 니트 의류에 적용되는 다양한 편 조직의 물성에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구의 목적은 편 조직에 따른 물성 평가의 중요성을 인식하여 니트 의류에 적용되고 있는 다양한 편 조직의 물성 데이터를 제공함으로써 편 조직 별 물성의 데이터베이스 구축에 기여하고 니트 의류의 불량률을 낮춰 국내 니트 산업의 경쟁력을 높이하고자 한다.

Corresponding author; Wha Soon Song
Tel. +82-2-710-9462, Fax. +82-303-0801-1020
E-mail: doccubi@sm.ac.kr

연구내용은 섬유 조성이 다른 편사(wool 100, A/W 70/30)를 thin yarn(4 ply yarn), thick yarn(6 ply yarn)을 사용하여 plain stitch, 1×1 rib stitch, float stitch를 제작 후, 밀도 및 두께, 벌기도, 파열강도, 강연도, 공기투과도, 필링성 및 보온성을 측정·비교·분석하였다.

2. 연구 방법

2.1. 시료 제작

편사는 니트 업체에서 동절기에 보편적으로 사용되는 wool 100과 A/W 70/30 혼방 2종류를 사용하였고, 시료 제작 시 yarn thickness는 합사를 통해 thin yarn(4 ply yarn), thick yarn(6 ply yarn) 2 종류로 설정하였다. 편사 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of yarn

Fiber (%)	Yarn count (Ne)	Yarn Weight(g/m)
Wool (100)	48 / 2	0.033
Acrylic / Wool (70/30)	50.5 / 2	0.041

편성물의 조직은 Table 2에 나타난 바와 같이 plain stitch, 1×1 rib stitch, float stitch 3종류를 선택하였다. 편기는 6.5GG의 Silver SK-280 Knitting M/C(Silver Seiko Ltd., Japan)에 Silver SRP-60N Knitting M/C(Silver Seiko Ltd., Japan)를 부착하여 사용하였다. 편 조직의 편성장력은 편사의 굵기 별로, thin yarn의 편성 장력은 gauge dial 2, thick yarn의 편성장력은 gauge dial 4로 고정하였다.

Table 2. Stitch of knitted fabrics

Stitch	Diagram	Knitted fabric
plain stitch
1×1 rib stitch
float stitch

• : 편침 : knit : float

2.2. 물성 측정

2.2.1. 밀도 및 두께

밀도는 KS K 0512에 준하여 5 cm 내 코스 수와 웨일 수를 5회 측정 하여 평균값을 구한 후, 1 cm 내의 코스 수와 웨

일 수로 환산하였다. 두께는 KS K 0506에 준하여 0.01 mm까지 식별이 가능한 두께 측정기(Mitutoyo, Japan)로 5회 측정 후, 평균값을 구하였다.

2.2.2. 벌기도

벌기도는 KS K 0815에 준해 다음 식에 따라 소수점 이하 둘째 자리까지 산출하였다.

$$\text{Bulky property (cm}^3/\text{g)} = \frac{T}{W} \times 10^3$$

W : weight (g/m²)

T : thickness (mm)

2.2.3. 파열 강도

파열강도는 KS K 0351에 준해 파열 시험기(Sungshin Testing M.C. Co., Korea)를 사용하여 5회 측정 후, 평균값을 구하였다.

2.2.4. 강연도

강연도는 KS K 0815 중 E법(드레이프법)에 준하여 드레이프 시험기(Sungshin Testing M.C. Co., Korea)를 사용하여 드레이프 계수로 산출하였다.

$$\text{Drape ratio} = \frac{A - S_1}{S_2 - S_1}$$

A : the area of vertical projected plane of a material (drape formation area, mm²)

S₁ : size of the material table (mm²)

S₂ : size of material (mm²)

2.2.5. 필링성

필링성은 KS K ISO 12945-1에 준하여 필링 시험기(Sungshin Testing M.C. Co., Korea)를 사용하여 시험 후, 표준사진과 비교하여 판정·평가하였다.

2.2.6. 공기투과도

공기투과도는 단위시간에 단위면적을 통과하는 공기량으로, KS K 0570에 준해 공기투과도 시험기(Sungshin Testing M.C. Co., Korea)를 사용하여 5회 측정 후, 평균값을 구하였다.

2.2.7. 보온성

보온성은 KS K 0466에 준해 보온성 시험기(Sungshin Testing M.C. Co., Korea)를 사용하여 5회 측정 후, 평균값을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 밀도 및 두께

Fig. 1~2는 plain stitch, rib stitch, float stitch의 코스 방향과 웨일 방향의 밀도를 측정한 결과이다. 코스 방향의 밀도는 5.58~6.3 wales/cm의 범위인 rib stitch가 가장 높고, plain stitch

Fig. 1. Effect of fiber contents and yarn thickness on course density of knitted fabrics.

Fig. 2. Effect of fiber contents and yarn thickness on wale density of knitted fabrics.

와 float stitch는 각각 3.3~4.04 wales/cm와 3.62~4.13 wales/cm의 범위로 비슷하게 나타났다. rib stitch의 코스 방향 밀도가 높은 것은 rib stitch가 표환과 이환이 교대로 만들어지는 양면 편 조직으로 표환과 이환이 중첩되기 때문이다. 웨일 방향의 밀도는 float stitch가 9.33~11.15 courses/cm의 범위로 가장 높았으며, plain stitch와 rib stitch는 각각 4.59~6.23 courses/cm, 4.48~5.2 courses/cm의 범위로 비슷하게 나타났다. float stitch의 웨일 방향 밀도가 가장 높은 것은 편성 시 부사를 형성하면서 루프가 조밀하게 편성되기 때문이다. 이상의 결과는 편 조직 조합 디자인으로 의류 제작 시 사이즈가 맞지 않아 생기는 불량률을 줄이는데 중요한 자료로 활용될 것으로 생각된다.

Fig. 3은 plain stitch, rib stitch, float stitch의 두께 측정 결과를 나타낸 것이다. 두께는 용도에 따라 fabric의 성능을 결정짓는 중요한 평가요인이 되며, 편성물의 두께는 실의 벌키성과 같은 구조적 요인을 비교하는 기준이 되기도 한다(김은애 외, 1997). 두께 측정 결과 plain stitch 1.280~1.736 mm, rib stitch 1.957~2.758 mm, float stitch 1.355~2.029 mm의 범위로, rib

Fig. 3. Effect of fiber contents and yarn thickness on thickness of knitted fabrics.

stitch의 경우 편 조직 중에 가장 두꺼운 것으로 나타났다. 이와 같이 rib stitch가 가장 두껍게 나타난 이유는 rib stitch가 양면 편이기 때문이다.

코스 방향의 밀도는 rib stitch가 가장 높았고, 웨일 방향의 밀도는 float stitch가 가장 높았으며, 두께의 경우 rib stitch가 가장 두꺼웠다. 따라서 plain, rib, float stitch의 밀도 및 두께는 편사의 섬유 조성 및 굵기에 상관없이 일정한 경향을 나타냄을 확인하였다.

3.2. 벌키도

Fig. 4는 plain stitch, rib stitch, float stitch의 벌키도를 나타낸 것이다. wool yarn은 각 편 조직에서 3.86~4.49 cm³/g의 범위로 A/W yarn의 2.89~3.57 cm³/g의 범위에 비해 높게 나타났다. 벌키도는 편성포의 다공성 및 함기량과 관련이 높다. wool 100에 비해서 A/W는 더 무겁고, wool이 A/W에 비해 높은 다공성과 함기량을 갖기 때문에 벌키도가 높게 나타난 것으로 생각된다.

Fig. 4. Effect of fiber contents and yarn thickness on bulky property of knitted fabrics.

3.3. 파열 강도

Fig. 5는 plain stitch, rib stitch, float stitch의 파열 강도를 측정된 결과이다. 편 조직에 따른 파열강도는 float stitch가 가장 높고, plain stitch, rib stitch의 순서로 나타났다. float stitch의 파열강도가 가장 높게 나타난 이유는 편 조직 위로 겹쳐 놓이는 부사가 지지대의 역할을 해주었기 때문인 것으로 생각된다(김인숙, 이순홍, 1998). rib stitch의 파열강도가 가장 낮게 나타난 이유는 rib stitch의 조직의 특성 상 표환과 이환이 교대하는 부분의 싱커 루프가 다른 편 조직에 비해 길기 때문인 것으로 생각된다. 이는 편 조직 내에서의 루프 길이가 짧아지면 파열강도가 향상된다는 Kane et al.(2007)의 연구 결과와 일치하는 것이다. 한편 섬유조성에 따른 파열강도는 wool 100의 경우 A/W에 비해 현저히 낮은 것으로 나타났다. 이는 아크릴 섬유의 강도가 모섬유 보다 강해 아크릴 섬유가 혼방됨에 따라 편사의 강도가 증가했기 때문이다.

Fig. 5. Effect of fiber contents and yarn thickness on burst strength of knitted fabrics.

3.4. 강연도

Fig. 6은 plain stitch, rib stitch, float stitch의 강연도 측정 결과를 드레이프 계수로 나타낸 것이다. 드레이프 계수가 큰 것은 수직으로 드리워지기 어려워 드레이프성이 나쁘고 드레이프 계수가 작은 것은 수직으로 드리워지기 쉬워 드레이프성이 우수한 것을 의미한다(최연주, 유효선, 2005). 측정 결과, 드레이프 계수가 가장 낮게 나타난 편 조직은 plain stitch로서 0.517~0.729의 범위를 나타냈다. rib stitch와 float stitch는 실의 굵기에 따라 달라진다. thin yarn으로 편성한 경우 rib stitch의 드레이프 계수가 float stitch보다 높게 나타난 반면 thick yarn으로 편성한 경우 float stitch의 드레이프 계수가 rib stitch 보다 다소 높게 나타났다.

섬유 조성에 따른 드레이프 계수는 wool 100의 경우 A/W 보다 현저히 크게 나타나 A/W가 wool 100 보다 드레이프성이 우수한 것을 알 수 있다. 드레이프성은 무게가 무거운 소재일 수록 우수하므로 A/W가 wool 100 보다 무겁기 때문이다. 또한 A/W thick yarn으로 편성 시와 wool 100 thin yarn으로

Fig. 6. Effect of fiber contents and yarn thickness on drape properties of knitted fabrics.

편성 시 드레이프 계수를 비교한 결과, A/W thick yarn으로 편성 시 작게 나타나 드레이프성이 더 우수하였다. 이는 A/W thick yarn 편성 시 wool 100 thin yarn 편성 시 보다 두께는 두껍지만 무게가 훨씬 무겁기 때문에 나타난 결과로 생각된다. 이 결과로부터 소재의 두께와 무게가 드레이프성에 미치는 영향이 확인되었다(Choi & Ashdown, 2000). plain, rib, float stitch 편 조직 중 plain stitch는 편사의 섬유 조성 및 굵기에 상관없이 가장 드레이프성이 우수하게 나타났다.

3.5. 필링성

Table 3은 plain, rib, float stitch의 필링성을 판정한 결과이다. 필링성은 편사의 섬유 조성, 굵기에 상관없이 plain stitch, rib stitch, float stitch 모두 5등급으로 항필링성이 우수한 것으로 나타났다. 필링은 섬유나 다른 섬유로부터 얽힌 털이 뭉쳐서 실 외부에서 만들어지게 된 보풀이다(Cooke & Arthur, 1981(Wan & Yu, 2011, 재인용)). 직물 표면의 보풀 수는 필의 형성과 필의 탈락이라는 두 반대 효과가 역동적으로 평형을 이루는 상태이다(Gintis & Mead, 1959(Wan & Yu, 2011, 재인용)). 일반적으로 모섬유는 강도가 약해 마찰에 의해 필이 형성됨과 동시에 제거되기 때문에 항필링성이 우수하지만, 아크릴 섬유는 강도가 강하기 때문에 항필링성이 매우 낮은 것으로 알려져 있다. 본 실험 결과, wool의 우수한 항필링성은 편 조직에 영향을 받지 않으며, A/W 70/30 혼방 시에도 필링성이 5등급으로 유지됨을 확인하였다.

Table 3. Pilling of Knitted Fabrics

Stitch		Plain	Rib	Float
wool	thin	5	5	5
	thick	5	5	5
A/W	thin	5	5	5
	thick	5	5	5

3.6. 공기 투과도

Fig. 7은 plain, rib, float stitch의 공기투과도를 측정한 결과이다. 공기투과도는 쾌적한 의류환경을 만들어주는 중요한 역할을 부여하는 특성치이다. 편성조직별 공기투과도를 살펴보면 rib stitch는 $174.98 \sim 217.43 \text{ cm}^3/\text{min}/\text{cm}^2$ 의 범위로 가장 높았고 float stitch는 $102.35 \sim 144.97 \text{ cm}^3/\text{min}/\text{cm}^2$ 의 범위로 가장 낮았다. rib stitch의 공기투과도가 가장 높은 이유는 양면 편 조직으로서 코의 표리가 이웃하면서 싱커루프가 늘어나므로 편 조직에 느슨한 부분이 있어 공기의 유통이 원활하기 때문이다. 반면 float stitch는 floating 부분의 부사가 루프로 한 번 더 엮여지는 조직형태로서 plain stitch나 rib stitch 보다 실과 실 사이의 공간이 적고 조밀해지기 때문에, 공기투과도가 낮은 것으로 판단된다.

Fig. 1~2의 결과와 비교해 볼 때, 편 조직의 밀도가 높아짐에 따라 공기투과도는 낮아지는 것을 알 수 있다. 이는 편 조직의 밀도가 높아지면서 단위면적 당 무게와 편 조직 내의 루프 곡률이 증가했고 그 결과 공기투과도가 낮아지게 된 것이다 (McGregor & Postle, 2009). 편 조직에 따른 공기투과도는 편사의 섬유 조성 및 굵기에 상관없이 일정한 경향을 나타냄을

Fig. 7. Effect of fiber contents and yarn thickness on air permeability of knitted fabrics.

확인하였다.

3.7. 보온성

Fig. 8은 plain, rib, float stitch의 보온성을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 보온성은 구성 섬유의 열전도율이 낮고, 함기량이 많은 섬유소재일수록 우수하다. 측정 결과 보온율은 rib stitch가 $55.1 \sim 62.47\%$ 의 범위로 가장 높고 다음으로 float stitch와 plain stitch의 순서로 나타났다. 이는 편 조직에 따라 함기량이 다르기 때문에 나타난 결과이다. 이 결과를 공기투과도와 비교한 결과, 3가지 조직 중 rib stitch는 공기투과도와 보온성이 동시에 가장 우수하였다. 보온성은 주로 시료의 두께와 비

Fig. 8. Effect of fiber contents and yarn thickness on heat retention rate of knitted fabrics.

례하여 증가하지만 편 조직의 밀도, 가공성 및 편사의 hairness에 의해서도 영향을 받는다(Kane et al., 2007; Oglakcioglu et al., 2009). plain stitch의 경우 공기투과도는 float stitch보다 우수하지만 보온율은 float stitch보다 낮아 공기투과도와 보온율이 반드시 비례하지는 않음을 알 수 있다. 이는 공기투과도는 이동하는 공기량을 나타내는 값이고 보온율은 정지한 공기량을 나타내는 값이기 때문이다.

4. 결 론

본 연구에서 편사의 섬유 조성, 굵기를 달리하여 편성한 plain, rib, float stitch의 물성을 측정·분석한 결과는 다음과 같다.

1. 편 조직에 따른 코스 방향의 밀도는 rib stitch가 가장 높고, 웨일 방향의 밀도는 float stitch가 가장 높았다. 두께는 rib stitch가 가장 두꺼웠다. 이상의 편 조직에 따른 밀도 및 두께는 모든 변수(편사의 섬유 조성, 굵기)에서 같은 순서로 나타났다.
2. 파열강도는 float stitch가 가장 높고, plain stitch, rib stitch의 순서로 나타났다. 섬유 조성에 따른 파열강도는 wool 100의 경우 A/W에 비해 현저히 낮은 것으로 나타났다.
3. 드레이프 범을 이용한 강연도는 plain stitch가 섬유 조성 및 굵기에 상관없이 가장 부드러웠으며 rib와 float stitch의 강연도 순위는 편사의 섬유 조성 및 굵기에 따라 달라지는 것으로 나타났다.
4. 필링성은 plain stitch, rib stitch, float stitch 모두 5등급으로 우수하여 편 조직의 종류에 따른 영향을 받지 않았다.
5. 공기투과도는 rib stitch가 가장 높고, float stitch의 공기투과도가 가장 낮았다. 이상의 편 조직에 따른 공기투과도는 모든 변수(편사의 섬유 조성, 굵기)에서 같은 순서로 나타났다.
6. 보온성은 rib stitch가 가장 우수하였고 다음으로 float

stitch, plain stitch 순서로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 숙명여자대학교 2010학년도 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

- 강숙녀, 권진. (2007). 봉제원사와 봉제방법에 따른 니트웨어의 역학적 특성. *복식*, 57(2), 1-10.
- 강숙녀, 권진. (2008). 편성조직별 봉제게이지 변화에 따른 역학적 특성에 관한 연구. *한국디자인문화학회지*, 14(2), 1-12.
- 김미라, 전연희, 안승국. (2009). 위편성물의 합사조건에 따른 역학적 특성과 드레이프성의 변화. *한국의류산업학회지*, 11(3), 460-464.
- 김은애, 박명자, 신혜원, 오경화. (1997). *의류소재의 이해와 평가*. 서울: 교문사.
- 김인숙, 이순홍. (1998). 위편조직의 물성에 관한 연구. *한국패션비즈니스학회지*, 2(4), 93-101.
- 김혜경, 이지영, 이혜성. (2004). 단청문양을 응용한 니트웨어 디자인. *한국의류산업학회지*, 6(4), 415-420.
- 전미선, 박기윤, 고순영, 김미진, 정승령, 박명자. (2006). 리브편과 리브변화조직 편성물의 역학적 특성과 태 평가. *한국생활환경학회지*, 13(4), 336-347.
- 조혜진, 이원자, 김영주, 서정권. (2004). 편성조직이 위편성물의 태에 미치는 영향 -싱글니트의 객관적 태평가를 중심으로-. *한국의류학회지*, 28(8), 1153-1164.
- 최경은, 김학용, 이덕래. (2000). 더블 니트 편성물의 열차단 효과. *都市 및 環境研究*, 15(1), 41-47.

- 최연주, 유효선. (2005). 방추가공된 셀룰로오스 소재의 드레이프성. *한국의류학회지*, 29(2), 340-346.
- Choi, M., & Ashdown, S. P. (2000). Effect of Changes in Knit Structure and Density on the Mechanical and Hand Properties of Weft-Knitted Fabrics for Outerwear. *Textile Research Journal*, 70(12), 1033-1045.
- Cooke, W. D., & Arthur, D. F. (1981). A simulation model of the pilling process. *Journal of the Textile Institute*, 72, 111-120.
- Gintis, D., & Mead, E. J. (1959). The mechanism of pilling. *Textile Research Journal*, 29, 578-585.
- Gun, A. D., Unal, C., & Unal, B. T. (2008). Dimensional and Physical Properties of Plain Knitted Fabrics Made from 50/50 Bamboo/cotton Blended Yarns. *Fibers and Polymers*, 9(5), 588-592.
- Kane, C. D., Patil, U. J., & Sudhakar, P. (2007). Studies on the Influence of Knit Structure and Stitch Length on Ring and Compact Yarn Single Jersey Fabric Properties. *Textile Research Journal*, 77(8), 572-582.
- McGregor, Bruce A., & Postle, Ron (2009). Wear Attributes of Cashmere Single Jersey Knitted Fabrics Blended with High and Low Crimp Superfine Merino Wool. *Textile Research Journal*, 79(10), 876-887.
- Oglakcioglu, N., Celik, P., Ute, T. B., Marmarali, A., & Kadoglu, H. (2009). Thermal Comfort Properties of Angora Rabbit/Cotton Fiber Blended Knitted Fabrics. *Textile Research Journal*, 79(10), 888-894.

(2011년 8월 31일 접수/ 2011년 10월 27일 1차 수정
2011년 11월 28일 2차 수정/2011년 11월 28일 게재확정)