

파일 니트의 복합 후가공 기술에 의한 고품위 침장제품 개발에 관한 연구 - 원사 종류에 따른 원단의 물리적 특성 고찰을 중심으로 -

Development of Hi-Quality Bedding Items by Multi-Finishing System of Pile Knitted Fabrics

- Physical Properties of Textile according to Yarn Types -

*Corresponding author

Sung Hoon Jeong
(shjeong@hanyang.ac.kr)

손은종, 황영구¹, 박신웅¹, 최윤선², 정성훈^{2*}

부천대학교 섬유패션비즈니스과, ¹덕산엔터프라이즈(주), ²한양대학교 유기나노공학과

Eun Jong Son, Young Gu Hwang¹, Shin Woong Park¹, Yun Seon Choi² and Sung Hoon Jeong^{2*}

Department of Textile Business, Bucheon University, Bucheon, Korea

¹Duck San Enterprise Co., Ltd., Seoul, Korea

²Department of Organic and Nano Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea

Received_July 31, 2017
Revised_August 22, 2017
Accepted_October 18, 2017

Abstract There are many kinds of elements and processes for the development of high quality bedding products like fiber, high-temperature heat treatment, dyeing process, tenter drying with softening agent and multiple final finishing. Especially we examined the mechanical characteristic properties of fabrics according to different yarn types. The critical physical properties of the yarn consisting the pile knitted fabrics were obtained for the development of the hi-grade bedding items. The material property and the exhaustion behaviour of the developed pile knitted fabrics composing of different yarns were measured and observed. The physical properties of the developed fabric were evaluated through the material property analysis of the yarn, the physical nature of the pile knitted fabrics and the data of the exhaustion performance; tensile strength, tensile elongation, tearing strength, cross section of yarn types, dyeing properties etc. And then high-class of bedding items were knitted using the double raschel machine to make the pile knitted fabrics.

Textile Coloration and Finishing

TCF 29-4/2017-12/231-238

©2017 The Korean Society of Dyers and Finishers

Keywords *mechanical properties, pile knitted, functional finish, bedding items, warp knitting, yarn type*

1. 서 론

경편성물은 직물소재에 비하여 신축성, 유연성, 구김에 대한 안정성이 우수하고 때로는 메쉬조직과 같은 편환(loop)의 응용을 통하여 통기성을 부여할 수 있기에 그 수요가 급속도로 성장하였고, 앞으로도 성장 가능성이 매우 큰 분야이다^{1,11)}. 경편파일원단은 많은 생활용품의 소재로 활용되고 있으며 침장류, 가방 및

가구용 재료 그리고 완구와 유아용품 등 많은 분야에서 응용이 되고 있다. 경편성물은 강도가 높고, 내약품성이 강하며, 열세팅(heat set) 및 워시앤드웨어(wash and wear)성 등이 우수한 합성섬유로 폴리에스테르의 복합편환 파일제품은 그라운드(Ground) 조직의 100/48 혹은 150/48 DTY와 파일을 구성하고 있는 원사로 편성하지만, 파일을 구성하는 원사가 열적, 화학적, 물리적 특성에 의하여 다양한 효과를 나타내게 된

다^{2-4,6,11-15}).

경편성물의 후 공정 중에서 염색과 프린트, 특히 발염(D/P, Discharge Print)은 공정 자체도 까다로울 뿐만 아니라 로트(Lot) 차이나 발염의 정도 차이 등 그 변수가 많고 고가이기 때문에 다양한 측면에서 연구가 진행되고 있고, 파일 원사의 구성비, 파일 니트의 중량, 파일을 구성하는 조직 등에 따라 후 공정 적용에 상당한 영향을 주며, 적절한 조건을 찾아 적용하지 않는다면 불량 발생에 주요 원인이 되어 제품화에 큰 걸림돌이 될 수 있다.

본 연구에서는 침장제품에 적합한 외관과 부드러운 촉감을 발현할 수 있는 더블라셀(Double Raschel) 경편파일을 위해 적합한 원사의 조합과 이를 사용한 원단의 물리적 특성 및 염색특성을 파악하였다.

2. 실험

2.1 시료

실험에 사용한 원사와 원단은 실제 더블라셀 경편기를 사용하여 덕산엔터프라이즈(주)에서 개발한 시료를 공급받아 사용하였다. 원사는 경제성이 우수하기에 일반적으로 경편성물에 많이 사용되고 있는 폴리에스테르(Polyester) 100% 성분의 83/36 FD, 100/48 SD, 100/48 DTY 세 종류의 원사를 사용하였다.

Table 1과 Table 2에 실험에 사용한 원사와 원단의 사양을 나타내었다.

Table 1. Yarn specification used in experiments

Yarn specification	Composition	Cross section	Applied structure
83/36 FD	Polyester 100%	Flat type	Pile
100/48 SD	Polyester 100%	Hexagon type	Ground
100/48 DTY	Polyester 100%	Shaped type	Ground

Table 2. Knitted fabrics used in experiments

Specimens	Knit	Yarn specification	Remarks
SD setting fabrics	warp knitting/ double raschel	100/48 SD	Ground
DTY setting fabrics	warp knitting/ double raschel	100/48 DTY	Ground

2.2 원사의 물리적 특성 평가

2.2.1 인장강도/신도 평가

원사의 인장신도 측정에는 정속인장식 시험기(C.R.E)를 사용하여 KS K ISO 2062 : 2012, C.R.E, B법에 따라 측정하였다.

2.2.2 열수축률 평가

원사의 열수축률 측정에는 KS K 0215 : 2012, 7.12.1, A법에 따라 측정하였고, 100℃ 30분의 시험 조건을 두어 측정하였다.

2.3 SEM 평가

원사의 단면 SEM 측정에는 SEM(VEGA3 SB(TES-CAN a.s.))을 사용하였고, 2000 배율로 고정하여 측정하였다.

2.4 원단의 물리적 특성 평가

2.4.1 밀도 평가

원단의 밀도 측정은 KS K 0512:2012에 의하여 최소 5곳 이상 상이한 곳에서 시료를 채취하여 평균치를 구하였다.

2.4.2 인장강도/신도 평가

원단의 인장강도, 인장신도 측정은 정속 인장식 시험기(C.R.E) KS K 0642 : 2013, 8.14.1, B법에 따라 측정하였다. 측정에 필요한 시험편의 조건과 측정 방법

Table 3. Tensile strength measurement condition

	Sample size (width×length, mm)	Type of testing machine	Sample width (mm)	Initial length (mm)	Tension speed (mm/min)	Number of sample
Kintted fabrics	100×150	C.R.E	100	76	300±20 mm/min	5

에 대해 Table 3에 나타내었다.

2.4.2 인열강도 평가

원단의 인열강도 측정은 KS K 0642:2013, 8.17.1, A-1법, C.R.E., 싱클링법에 따라 측정하였다. 인장속도는 150mm/min으로 시행하였다. 시험편의 웨일 및 코스 방향으로 인열할 때의 최대 하중을 측정하였다.

2.4.3 세탁 치수변화

원단의 세탁 치수변화 측정에 필요한 시험편의 조건은 Figure 1에 나타내었다. 세탁 치수변화율 측정은 KS K ISO 6330:2011, 8B에 따라 시험편을 세탁 및 건조하였고, 시험편을 건조할 때는 C 절차에 따라 수평 말 건조(flat dry)를 시행하였다. 시험편을 세탁할 때

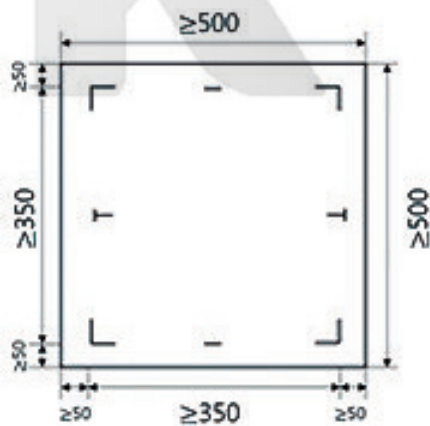


Figure 1. Marking of fabrics specimens.

Table 4. Determination of dimensional change in washing and drying

Procedure No.	Agitation during washing, rinsing	Total load (air dry mass) kg	Wash			Rinse water level ^a	Spin
			Temp. (°C)	Water level	Wash time (min.)		
8B	Gentle	2±0.1	40±3	Full level	8	Full level	Low spin

a : The water used for rinsing is cold

의 조건을 Table 4에 나타내었다. 세탁 및 건조 후 시험편은 KS K ISO 3759의 규정된 절차에 따라 치수 변화를 계산하였다.

2.4.4 흡진특성

원단의 흡진특성 측정에 사용한 염료는 경인양행의 SE type(Synolon Red SE-3B 3%owf)를 사용하였다. 염료에는 분산제 1g/L, 초산 0.5g/L도 함께 섞어 사용하였다. 측정기 자체는 Dye-o-meter(실시간 분산염료 흡진거동 분석장치)를 사용하여 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 원사 물성

3.1.1 인장강도/인장신도

원사의 인장강도와 인장신도 측정 결과 100/48 DTY(100 denier and 48 filament, Draw Textured Yarn)의 원사의 인장강도가 가장 높게 나타났으며, 100/48 SD(Semi Dull)의 원사가 다음으로 높게 나타났고, 83/36 FD(Full Dull) 원사가 가장 낮은 인장강도를 나타내었다.

원사의 인장강도 결과는 Figure 2에 나타내었다. 원사의 인장신도 결과는 83/36FD, 100/48 SD, 100/48DTY의 순으로 인장신도(%)가 높아짐을 볼 수 있다. 원사의 인장신도 결과는 Figure 3에 나타내었다. 따라서 인장강도가 강한 원사소재인 100/48을 가

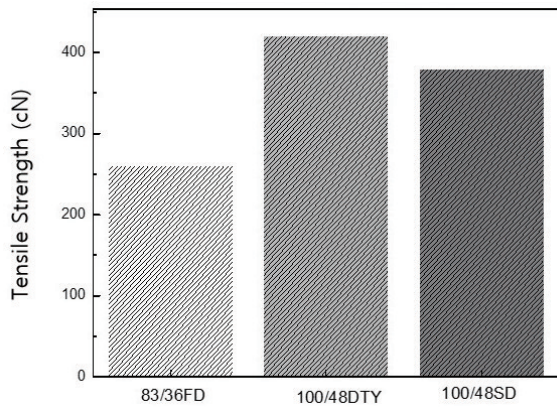


Figure 2. Tensile strength values according to yarn type.

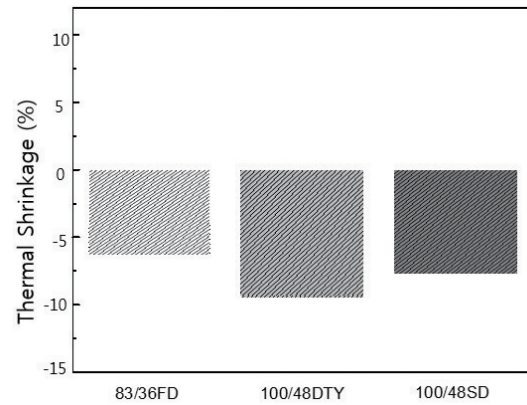


Figure 4. Thermal shrinkage according to yarn type.

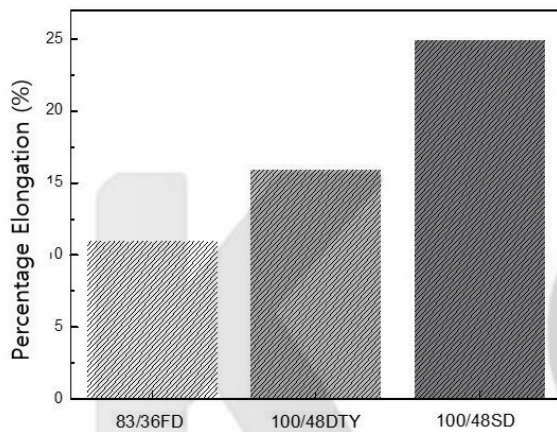


Figure 3. Percentage elongation according to yarn type.

장 많은 양의 비율을 차지하는 더블라셀 조직의 그라운드(Ground structure)부분에 적용하는 것이 적합하다고 판단되고 원사의 변수가 가늘고 대량 공급이 가능한 83/36FD 인장신도가 클수록 터치와 외관에 좋은 영향을 주기 때문에 파일조직(pile structure)부분에 적용하는 것이 적합할 것으로 사료된다.

3.1.2 열수축

원사의 열수축 시험 결과 83/36FD가 -6.4%로 열수축률이 가장 낮게 나타났으며, 100/48DTY가 -7.4%, 100/48SD는 -9.0%의 열수축률을 보이고 있다. 원사의 열수축에 관한 시험 결과는 Figure 4에 나타내었다. 본 결과를 통하여 열수축이 높은 원사는 그라운드 조직으로 사용할 경우 축소율이 크게 발생할 수 있기에 100/48 SD와 같은 사가공 처리가 되지 않은 Semi dull(SD)을 사용하기 보다는 DTY와 같은 가공처리가 된 원사를 사용하는 것이 더 적합할 것으로 판단된다. 83/36 FD는 열에 의한 수축이 타 소재에 비하여 적기 때문에 파일용 원사로 적합하다는 것을 확인 할 수 있었으며 수축률은 제품화에 대한 불량과 원사 특성 파악에 도움이 될 수 있으리라 사료된다.

3.1.3 전자현미경(SEM) 단면

Figure 5의 원사 단면 전자현미경(SEM) 이미지를 보면 83/36FD는 평편사 모양의 단면을 가지고 있으며, 100/48SD는 육각사 모양의 단면을 나타내고 있



Figure 5. SEM images of cross section according to yarn type (a) 83/36 FD, (b) 100/48 SD, (c) 100/48 DTY.

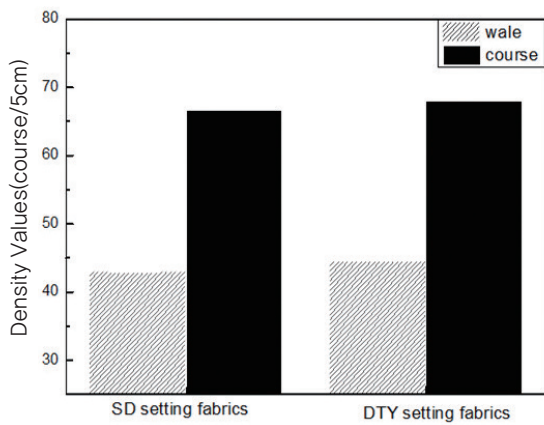


Figure 6. Density values according to textile type.

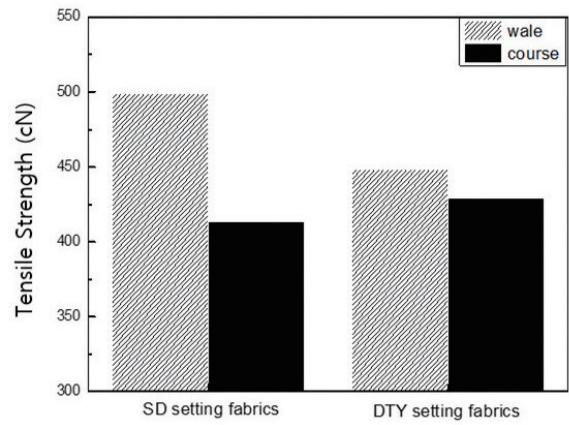


Figure 7. Tensile strength according to textile type.

고, 100/48 DTY는 이형단면 형태를 나타내고 있다. Figure (a)에서 볼 수 있듯이 평편(flat) 형태의 모양을 갖는 평편사가 일반 원형, 삼각, 이형단면에 비하여 입모성이 좋으면서 부드러운 터치를 발휘하기에 파일사로 적용할 필요가 있다는 것을 확인할 수 있었으며, 그라운드 조직으로 적용가능한 100/48 원사의 형태를 알아보았다. Figure (c) 또한 Figure (b)에 비하여 섬도가 낮은 타원에 가까운 형태로 변형된 모양으로 확인된다. 이러한 원사는 파일보다는 그라운드 조직으로 편성하여 제품화 하는 것이 바람직하다고 판단되며, 특히 원단의 유연성 즉 터치, 생산성, 단가, 불량률을 발생이 낮은 원사를 사용하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

(course) 방향 모두 SD 고열 셋팅지 보다 DTY 고열 셋팅지의 밀도가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 가연공정에 의하여 발생한 축이 원사내에 내재되어 있기 때문에 약간의 밀도차이가 발생한 것으로 사료된다. 이는 제품화시에 부드러운 터치를 발휘하며 파일의 신축성을 부여할 것으로 사료된다.

3.2 원단 물성

3.2.1 밀도

Figure 6 밀도 측정 결과를 보면 웨일(wale), 코스

3.2.2 인장강도/인장신도

원단의 인장강도 측정 결과 웨일 방향으로는 SD셋팅지의 인장강도가 높지만 코스 방향으로는 DTY셋팅지의 인장강도가 더 높음을 볼 수 있다. 원단의 인장강도 결과는 Figure 7에 나타내었다. 이는 가연공정의 적용 여부에 따라서 강도의 변화가 나타남을 알 수 있다.

Figure 8의 인장신도 결과를 보면 웨일 방향으로는 DTY셋팅지의 인장신도가 SD셋팅지 보다 높은 것으로 나타났고, 코스 방향으로는 SD셋팅지의 인장신도가

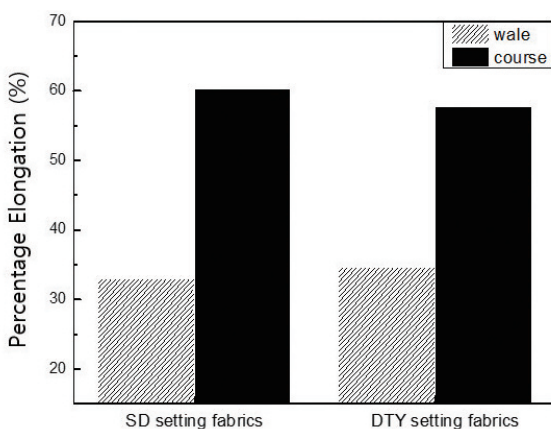


Figure 8. Percentage elongation according to textile type.

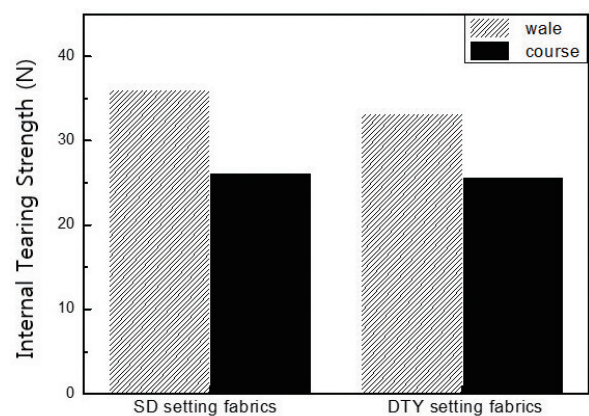


Figure 9. Comparison of the internal tearing strength of the developed fabrics.

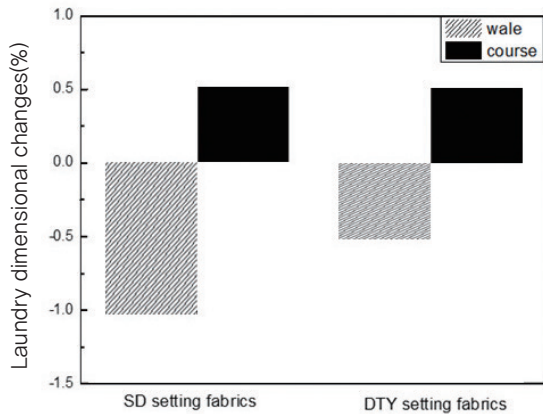


Figure 10. Laundry dimensional changes according to textile type.

높은 것으로 보여진다. 가연사를 적용하게 되면 원사의 가연공정에 의하여 원사에 내재되어 있는 굴곡성과 조직의 신장성에 의하여 나타난 결과인 것으로 판단된다. 따라서 가연사를 활용한 경편원단이 신축성과 유연성에 좋은 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

3.2.3 인열강도

Figure 9의 원단의 인열강도 결과를 보면 웨일, 코스 방향 두 방향 모두 SD셋팅지가 DTY셋팅지의 인열강도 보다 높게 나타났다. 이는 원사에 가연 가공과 같은 원사가공을 적용할수록 원단의 강도가 약화되고 후에 구멍과 사절과 같은 불량 발생할 수 있는 확률이 높아진다는 것을 생각할 수 있다.

3.2.4 세탁치수변화

Figure 10의 세탁치수변화 결과를 보면 SD셋팅지와 DTY셋팅지는 웨일 방향으로 수축하였고, 코스 방향으로 신장을 하였다. 코스방향으로 신장을 할 때 SD셋팅지와 DTY셋팅지 모두 0.5% 신장률을 보였고, 웨일 방향으로 SD셋팅지는 0.1% 수축하고 DTY셋팅지는 0.5% 수축률을 보였기 때문에 SD셋팅지가 DTY셋팅지 보다 세탁치수변화에 안정적임을 나타내고 있다. 본 결과를 통하여 원단의 신장과 수축의 방향에 대한 거동을 파악할 수 있으며 봉제와 제품에 대한 변화를 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

3.2.5 염료 흡진 특성

Figure 11의 원단의 염료 흡진특성 결과를 보면 SD

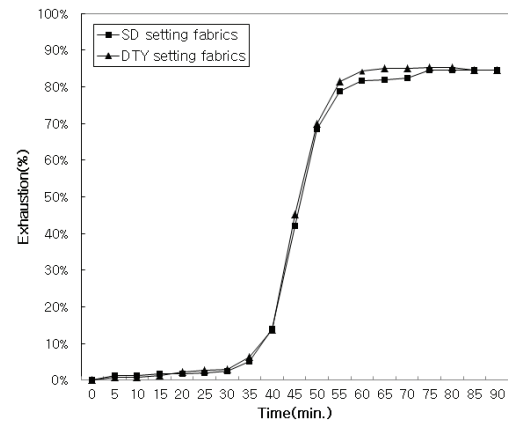


Figure 11. The dye uptake according to textile type.

셋팅지, DTY셋팅지 두 원단은 유사한 염착거동을 나타내고 있다. 초기 흡진율은 SD셋팅지와 DTY셋팅지 모두 비슷하였으나, 시간의 흐름에 따라 DTY셋팅지의 염착속도가 조금 빠른 것을 확인 할 수 있다. 최대흡진율(%)은 SD셋팅지가 85%, DTY셋팅지가 84%로 나타났다. 두 원단 모두 75분 130℃ 이상으로 염착이 일어나지 않음을 확인 할 수 있다. 이는 후에 완제품에서 색상의 농도를 판단하고 적용하는데 유용한 자료가 될 수 있으리라 본다.

4. 결 론

본 연구에서는 침장제품에 적합한 더블라셀 경편파일 제품 개발을 위해 원사의 가공에 따른 변화와 물리적 특성을 비교 연구하였고, 원사에 따른 원단을 편성하여 물리적 특성을 비교 관찰하였다. 원사의 물성평가 결과 인장강도에서 83/35FD가 가장 낮은 인장강도를 보이고 있지만 열수축에는 가장 안정적임을 확인 할 수 있었다. 이는 원사의 중량비가 낮기 때문으로 보여진다. 중량비가 같지만 연사방법이 다른 두 원사에 대해서는 일반 필라멘트사보단 DTY 연사 방법이 인장강도가 더 높음을 확인 할 수 있었고, 열수축은 100/48SD가 100/48DTY 보다 안정적임을 보였다. 이는 원사의 선정에 따른 제품화에 원사 물성이 어떠한 영향을 미치고 있는지를 파악하는 중요한 정보가 될 수 있다고 사료된다.

100/48SD, 100/48DTY 원사를 이용하여 원단 편성시 DTY 셋팅지의 밀도가 SD 셋팅지보다 약간 높은

것으로 나타났으며, 웨일 및 코스 방향으로 DTY 셋팅지가 SD 셋팅지보다 인장강도 차이가 작은 것으로 나타나기 때문에 DTY 셋팅지가 인장강도에 있어 안정적인 모습을 보여지고 있다. 인열강도에서는 SD 셋팅지가 웨일방향으로 DTY 셋팅지 보다 높게 나왔지만 세탁치수 변화률에서는 웨일방향으로 DTY 셋팅지가 안정적인 모습을 보여지고 있다. 염착율과 관련하여서는 SD 셋팅지와 DTY의 모두 비슷한 염착특성을 갖고 있음을 확인할 수 있다. 본 연구를 통하여 원단의 물성평가 결과와 원사의 물성결과는 각각 독립적인 결과를 보여주고 있으며, DTY 셋팅지는 제품화하기 위한 물성 조건으로 볼 때 SD 셋팅지 보다 좋은 것으로 보여지고 있다. 그리고 경제적인 측면에서는 SD 셋팅지가 추천할 만하다고 사료된다. 그러나 일반적으로 더블라셀 원단의 터치, 유연성, 신장성, 복잡한 공정상 발생할 수 있는 파일의 빠짐 등은 DTY 셋팅지가 침장제품용으로 더욱 대체 가능한 원사소재라고 예상된다.

감사의 글

이 논문은 서울산업진흥원 “파일 니트의 복합 후가공 기술에 의한 침구품위 침장제품 개발”의 일부결과임을 보고드립니다.

References

1. M. H. Song, H. G. Chung, S. W. Park, B. C. Kang, and Y. H. Roh, Studies on Dimensional Stability of Single Bar Warp Knitted Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **43**(1), 31(2006).
2. S. H. Jung, Y. S. Ho, Y. C. Kang, G. H. Jung, H. R. Jung, and E. J. Son, “Development of Functional Bedding Textiles using Chemical Fiber of Fusion Type Nanotechnology”, Ministry of Knowledge Economy, Final Report of Collaboration Technology Development between Textile Industry Streams, 2011.
3. Y. G. Hwang, G. J. Yong, Y. S. Shin, and E. G. Kim, “Development of High-Sensitivity Knit Product using Double Raschel Warp Knitting File Texture”, Final Report of SME Technology Innovation Development Project, 2008.
4. S. W. Park and M. S. Kim, Knitting Engineering”, Moun Eun Dang Press, Seoul, p.285,1979.
5. S. Kawabata, “The Standardization and Analysis of Hand Evaluation”, 2nd Ed., Textile Machinery Society of Japan, Osaka, 1980.
6. B. C. Kang, S. W. Park, C. K. Bae, and Y. G. Hwang, Studies on the Bending Behavior of Tricot Warp-knitted Fabrics, *Korean Fiber Society*, **36**(11), 815(1999).
7. D. J. Spencer, “Knitting Technology : A Comprehensive Handbook and Practical Guide Third Edition”, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, pp.357-369, 2001.
8. A. R. Horrocks and S. C. Anand, “Handbook of Technical Textiles Volume 1: Technical Textile Processes Second Edition”, Woodhead Publishing Limited, UK, pp.305-311, 2016.
9. S. W. Park and Y. G. Hwang, “Measuring and Fuzzy Predicting Total Handle from Selected Mechanical Properties of Double Weft-Knitted Fabrics”, *Textile Research J.*, **69**(1), 19(1999).
10. S. W. Park and Y. G. Hwang, “Comparison of Total Hand of Single Knitted Fabrics Made from lineLITE® and Conventional Wool Yarns”, *Textile Research J.*, **72**(10), 924(2002).
11. SME, Development of Double-sided Polishing System with High Efficiency Energy Saving, Final Report of SME Technology Development Support Project, 2011.
12. E. J. Son, S. H. Jung, Y. G. Hwang, and H. M. Jung, Effect of Raising Process of Warp-knitted Fabric Containing Silver Nano-particles, *Textile Coloration and Finishing*, **22**(4), 356(2010).
13. Ministry of Knowledge Economy, “Development of Eco-Friendly Must Sleep Bedding Products”, Ministry of Knowledge Economy, Final Report of Collaboration Technology Development between Textile and Fashion Industry Streams, 2014.
14. M. H. Song, H. G. Chung, S. W. Park, B. C. Kang, and Y. H. Roh, Studies on Dimensional Stability of Single Bar Warp Knitted Fabrics, *Textile Science and Engineering*, **43**(1), 31(2006).
15. E. J. Lee, S. H. Jung, B. S. Lee, B. H. Lee, and J. Y.

Jaung, Color Depth of PET Fabrics with Nano Sized
Metallic Powder, *Textile Science and Engineering*,
39(1), 67(2002).

K C I