

## 패션성 향상을 위한 신발갑피용 고강도 면직물 개발

이재호<sup>†</sup>

부산대학교 바이오소재학과

### Development of High-strength Cotton Fabrics for Upper of Shoes to Improve Fashionability

Jae-Ho Lee<sup>†</sup>

Dept. of Biomaterial Science, Pusan National University; Miryang, Korea

**Abstract:** This paper considers the moisture permeability and fashion in the upper fabrics of cotton fabric shoes woven into various tissues and properties measured to examine the use as upper fabrics. We measured the tissues of the manufactured upper fabric are 1/3 twill, 4×4 weft rib, Maya, Triple, Deformed twill design (DTD), Diamond tissues and tear strength, tensile strength, breaking elongation, stretching under load at 100N, stitch tear resistance, and fastness. In the case of 4×4 weft rib, the tear strength and tensile strength were excellent; however, the elongation and stitch tear resistance at 100N load were less than the standard value. DTD fabrics are characterized by physical properties in the warp direction that are superior to those in the weft direction; however, the tear strength and tensile strength in the weft direction are less than the standard value. The 1/3 twill fabrics showed high tensile strength value and stitch tear resistance value in the warp direction; however, toughness, the main property of the shoe upper, was below the standard value. Triple and diamond fabrics, which have a significant effect on the performance of the shoe upper fabric, also had less than the standard value of tear strength. Maya upper fabric for shoes has better properties than other upper fabrics except for the elongation at break, and the stitch tear resistance has a value of 178% in the warp direction and 214% in the weft direction compared to the standard value. Therefore, the Maya fabric showed the possibility of being used as an upper textile for shoes.

**Keywords:** upper fabric for shoes (신발 갑피용 직물), tear strength (인열강도), stitch tear resistance (스티치 인열저항), Maya fabric (마야 직물)

## 1. 서 론

신발의 외관 및 제조부문을 자재별로 구분하면 Fig. 1과 같이 크게 발의 상부를 덮으면서 발등과 발목 부위를 보호하는 부분인 갑피(upper)와 발이 지면과 접하는 부분의 바닥재(sole)로 구분할 수 있고, 바닥재는 다시 발바닥과 직접 접촉하면서 착용 시 족저압의 분산효과와 착용감을 부여해 주는 안창(sole), 인체에 가해지는 충격을 흡수해 주는 기능을 수행하는 중창(midsole) 및 보행이나 운동 시 지면과 직접 접촉하여 자세제어와 추진력을 부여해주는 밑창(outsole)으로 구분된다(Lee et al., 2002; Park

& Kim, 2012). 현재 일반적인 신발 자재의 소재로 갑피는 주로 피혁이나 섬유류로 형성되며, 안창은 스폰지나 플라스틱의 상부에 섬유류를 접합한 형태로, 중창은 폴리우레탄이나 에틸렌비닐 아세테이트 발포체로, 밑창은 고무류가 사용되고 있다(Park & Kim, 2012).

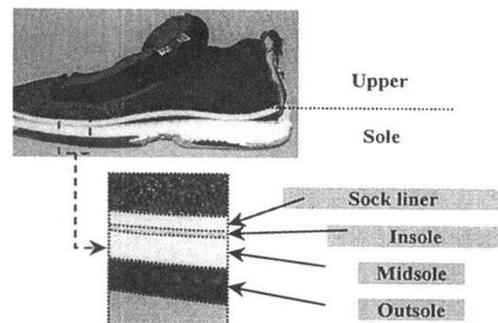


Fig. 1. Composition of shoes (Lim et al., 2000).

<sup>†</sup>Corresponding author; Jae-Ho Lee

Tel. +82-55-350-5386, Fax. +82-55-350-5389

E-mail: james007din@pnu.ac.kr

© 2019 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

일상생활에서 항상 사용하는 이들 신발 제품은 소비자의 요구에 많은 영향을 받는다. 특수한 기능, 다양한 고기능성 신발 제품에 대한 기호도가 점차 증가하고 있고, 디자인과 같은 신발 외적으로 보이는 미관까지도 고려하게 되면서 소비자는 여러 가지 복합적인 특성을 요구하게 되었다. 이러한 요구 특성을 충족시키기 위해서는 신발제품에 사용되는 다양한 소재의 개발과 이와 관련된 기능성 연구가 이루어져야 한다.

지금까지 신발에 관련된 연구들은 합성원료를 사용하는 안창이나 중창 등에 관련된 연구들(Lim et al., 2000; Lin et al., 2013)이나 신발을 착용하였을 때 인체에 미치는 영향(Park & Kim, 2012; Shorten, 2011) 등이 대부분을 차지하고 있고, 갑피에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없다. 그러나 최근 신발에서도 발의 안락함이 강조됨과 동시에 경량화와 기능성을 목적으로 갑피의 재료가 천연피혁이나 합성피혁을 사용하지 않고 섬유소재만을 사용하여 만든 기능성 신발이 많아지고 있다. 특히 운동 시 땀의 배출이 신속히 일어날 수 있도록 투습성의 강조와 더불어 기능성 스포츠화가 다량 생산되고 있다. 스포츠화와 같이 기능성 목적뿐만 아니라 패션성을 높이기 위한 목적에서도 섬유소재의 적용이 증가하고 있다(Lee, 2004).

또한 최근 신발의 수용 추세는 스포츠 운동화의 경우 분야별 전문성으로 바뀌면서 수요가 현저히 감소하고 대신에 다용도로 사용되는 캐주얼화 쪽으로 수요가 확대되어 가고 있다. 이런 신발의 캐주얼화는 의류의 캐주얼화와 동반되어 신발에도 패션화의 요구가 증대되고 있으므로 신발갑피의 소재도 피혁제품에서 직물이나 편직물제품으로 변화되고 있다. 그러나 의류용 섬유를 소재로 한 갑피는 피혁소재 갑피에 비해 신발에서 요구되고 있는 파열강도, 인열강도 등 그 물성을 만족시키지 못하고 있다. 따라서 이러한 물성을 보완하기 위해 혼방이나 코팅을 하고 있으며, 면직물을 소재로 한 신발갑피는 주로 평직으로 제작한 범포 또는 후직 79호, 굵은 능직포인 갈성직 또는 수자직에 한정되어 있다(Lee, 2004).

따라서 본 논문에서는 투습성과 패션을 고려하여 면직물 신발갑피용 직물을 여러 조직으로 제작하고 물성을 측정하여 갑피 직물로서 사용 가능성을 검토하고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 시료 및 갑피 직물

신발 갑피용 직물에 사용한 원사는 면사이고, 갑피 직물의 조직과 제직 성능에 따라 다른 번수들을 사용하였다. 갑피용 직물의 조직은 Fig. 2와 같으며, 사용된 원사와 직물의 특성은 Table 1과 같다. 신발갑피용 합성갑피에 적용되는 기준치가 별도로 정해져 있지는 않고 유명 신발업체마다의 기준에 의해서 신발이 제조되고 있는 실정이다. 따라서 신발업계에서 통용되고 있는 합성갑피에 적용되는 기준치를 조사하여 300g/m<sup>2</sup>을 기준으로 하여 Table 2의 물성치를 만족하는 갑피를 제작하여 그 물성을 조사하였다.

### 2.2. 실험방법

**인열강도;** 인장시험기 United UTM(SSTM-1, USA)을 사용하여 ASTM D 2262에 의해 인열강도를 10회 측정하여 평균값을 구하였다. 이 때 시료의 폭은 75mm, 시료길이 150mm로 하고, 폭 37.5mm에서 길이방향으로 75mm를 절단한 후, 인열속도를 300mm/min로 하여 측정하였다.

**인장강도, 파단신도, 정하중 신장률;** 인장시험기 United UTM(SSTM-1, USA)을 이용하여 ASTM D 5035법으로 측정하였다. 시료 폭 25.4mm, 시료길이 150mm, clamp 간격 75mm, 작동속도 300mm/min로 10회 측정하여 평균값을 구하였다.

**스티치 인열저항;** 인장시험기 United UTM(SSTM-1, USA)을 이용하여 ASTM D 751법으로 측정하였다. clamp 간격은 50 mm, 작동속도는 100mm/min로 하여 측정하였다.

**황변 견뢰도;** Carbon arc type Fade-O-Meter(Han Won Test-

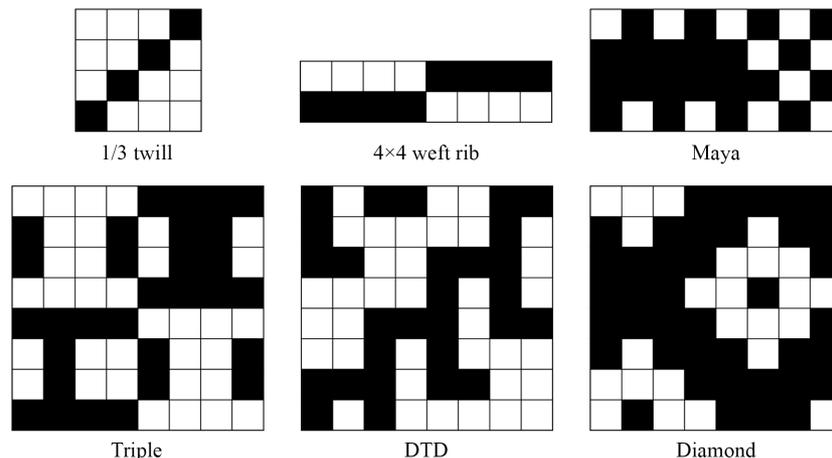


Fig. 2. Weave design of the upper fabric for shoes.

**Table 1.** Specification of yarn and fabric used in upper fabrics

Fabric name	Yarn fineness (warp×weft)	Fabric density (unit/in)	Fabric weight (g/m <sup>2</sup> )
1/3 twill	CD10S/1×CD10S/1	80×50	320
4×4 weft rib	CD23S/3//4×CD10S/7	20×15	484
Maya	CD23S/5×CD23S/5	44×33	461
Triple	CD23S/2×CD10S/1	96×49	351
DTD	CD23S/2×CD23S/4	123×64	522
Diamond	CD23S/2×CD10S/1	96×57	351

CD : Cotton Card

**Table 2.** Standard value of shoe upper fabric

Items	Tear strength (N)	Tensile strength (N)	Breaking elongation (%)	Stretching under load at 100N (%)
Standards	Warp direction : 40N	Warp direction : 100N	Warp direction : 40%	Warp direction : 3%
	Weft direction : 40N	Weft direction : 90N	Weft direction : 60%	Weft direction : 6%
Items	Stitch tear resistance	Light fastness	Migration fastness	Colour fastness
Standards	Warp direction : 40N Weft direction : 40N	4	4	4

ing Machine HT-700, Korea)를 사용하여 KS K 0430에 준하여 실험하였다. 변퇴색용 Gray Scale(JIS L0804)과 오염용 Gray Scale(JIS L0805)로 등급을 판정하였다.

**이염 견뢰도;** Crock Meter(Atlas Electric Devices Co., USA)를 사용하여 KS K 0650에 준하여 실험하였다. 변퇴색용 Gray Scale(JIS L0804)과 오염용 Gray Scale(JIS L0805)로 등급을 판정하였다.

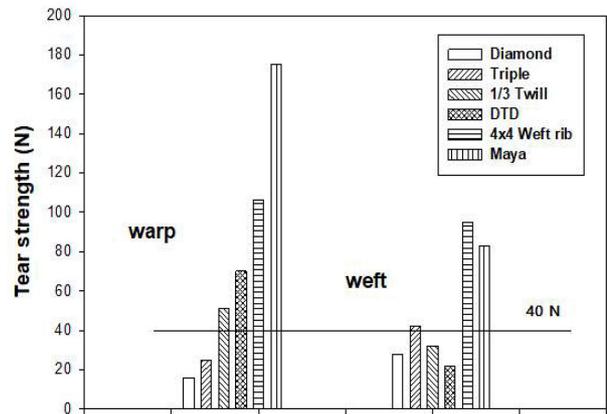
**염색 이염;** Launder-O-Meter(Atlas Electric Devices Co., USA)를 사용하여 KS K 0430에 준하여 실험하였다. 변퇴색용 Gray Scale(JIS L0804)과 오염용 Gray Scale(JIS L0805)로 등급을 판정하였다.

### 3. 결과 및 논의

#### 3.1. 직물조직에 따른 신발갑피용 직물 물성의 변화

Fig. 3~7은 신발 갑피용 직물을 경위사 방향으로 인열강도, 인장신도, 스티치 인열저항, 파단신도, 100N 하중 시 신장률을 측정하여 각각의 값을 비교하여 놓은 것이다.

Fig. 3의 신발갑피용 직물에서 중요한 물성인 인열강도의 경우는 경사방향으로는 마야(Maya) 직물이 가장 우수하였고 다음으로는 4×4 위두독직(4×4 weft rib), 변화능직(Deformed twill design, 이하 DTD), 1/3 능직(1/3 twill), 3중직(Triple), 다이아몬드(Diamond) 직물 순이었다. 그 중에서 기준치 40N을 넘는 조직은 마야, 4×4 위두독직, DTD, 1/3 능직뿐이다. 위사방향으로는 4×4 위두독직 직물이 가장 우수하였고, 다음으로 마야, 3중직, 1/3 능직, 다이아몬드, DTD 순으로 그 중에서 기준치 40N을 넘는 조직은 마야, 4×4 위두독직, 3중직뿐이었다. 따라서 경, 위사 방향에서 인열강도 기준치 모두를 만족하고 있는 조직은 마야 직물과 4×4 위두독직뿐이다. 그러나 4×4 위두독직이 마야



**Fig. 3.** Comparison of tear strength of upper fabrics for shoes according to weave structure.

직물보다 위사방향의 인열강도는 조금 큰 값을 보이고 있지만 이 4×4 위두독직은 Fig. 5의 스티치 인열저항과 Fig. 7의 100N 하중 시 신장률의 경우 기준치보다 적은 값을 가지고 있어 마야 직물이 다른 직물보다 우수한 것으로 생각된다.

그리고 Fig. 4의 인장강도에서는 경, 위사 방향 모두에서 마야 직물이 다른 직물보다 우수한 것을 알 수 있고 경사방향으로는 모든 직물이 기준치 100N을 만족하지만 위사방향으로는 1/3 능직, 3중직, 다이아몬드, DTD 직물은 기준치 90N보다 작은 값을 나타내고 있다. 따라서 인장강도면에서도 마야 직물이 다른 직물보다 우수한 특성을 보이고 있다고 생각된다.

Fig. 5의 스티치 인열저항은 침에 의한 인열저항을 나타낸 것으로 경사방향의 스티치 인열저항은 모든 직물이 기준치 50N/cm를 만족하고, 그 중 1/3 능직과 DTD 직물이 가장 뛰어난 반

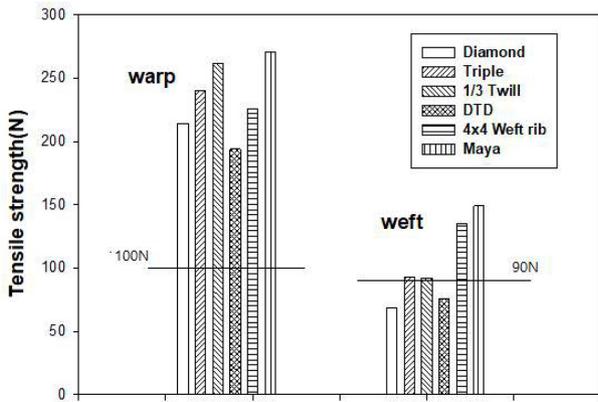


Fig. 4. Comparison of tensile strength of upper fabrics for shoes according to weave structure.

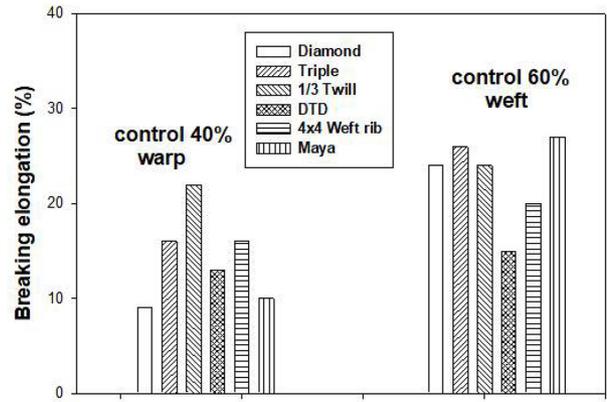


Fig. 6. Comparison of the elongation at break of upper fabrics for shoes according to weave structure.

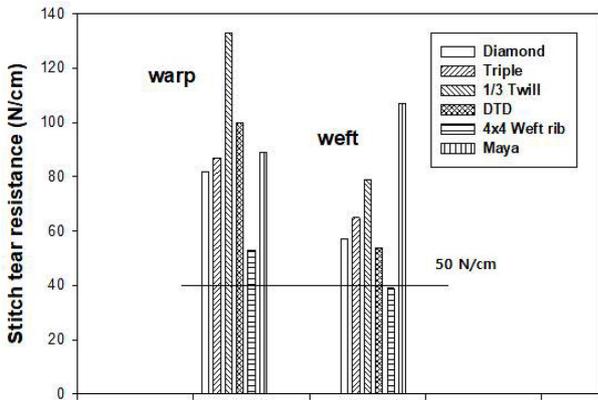


Fig. 5. Comparison of stitch tear resistance of upper fabrics for shoes according to weave structure.

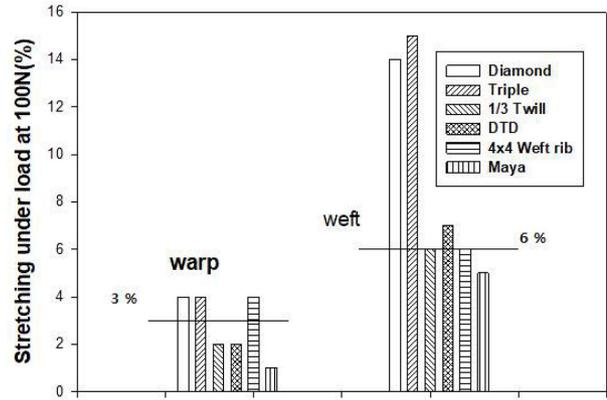


Fig. 7. Comparison of elongation at 100N load of upper fabrics for shoes according to weave structure.

면, 위사방향으로는 인열강도와 인장강도의 경우와 같이 마야 직물이 가장 우수한 값을 보이고 다음으로는 1/3 능직 순이었다. 4x4 위두독직은 기준치에 미달되는 것으로 나타났다.

Fig. 6은 파단신도를 나타낸 것으로 모든 직물이 기준치에 미달하는 현상을 보이고 있다. 이런 현상은 면방직사의 특징에 의해서 나타났다고 생각되므로 파단신도의 기준치를 낮추어 면직물 압피에 맞는 적정기준치를 새롭게 선정하여야 한다고 보며, 압피직물의 경우 기준치 이하의 파단신도 결과만을 가지고 신발 압피용 직물로 부적절하다고 판단하기는 어렵다고 생각된다.

Fig. 7은 100N 하중을 가했을 때의 신장률을 나타낸 것으로 마야 직물이 경위사 양방향 모두 가장 낮은 값을 보이고 있는 반면 위사방향으로는 3중직, 다이아몬드 직물이 기준치를 크게 넘고 있으므로 고강도 신발압피용 직물에는 이 직물조직이 적절하지 않다고 생각된다.

압피직물의 기준으로 보았을 때 고강도 신발압피용 직물로 적당한 직물조직은 인열강도, 인장강도, 100N 하중 시 신장률, 위사방향의 스티치 인열저항이 가장 좋은 마야 직물이라고 생각

된다.

Table 3은 각 압피직물의 물성 측정치를 기준치(100)에 대한 대비치로 환산하여 나타낸 수치이다. Table 3을 보면 마야 직물이 위사방향의 인열강도, 경사방향의 파단신도, 경사방향의 스티치 인열저항을 제외한 모든 물성이 타 조직직물에 비해 우수한 것으로 나타났다. 위사방향의 인열강도의 경우 4x4 위두독직보다 낮은 값을 보이지만 기준치보다 2배의 높은 값을 보이고 있고, 그 외의 직물과 비교하여도 높은 값을 가지고 있다. 특히 경사방향의 인열강도와 위사방향의 스티치 인열저항의 값이 각각 300, 438%로 다른 압피직물 보다 매우 높게 나타나고 있다. 그리고 3종의 견뢰도는 모두 기준치보다 높은 값을 가지고 있다. 그러나 파단신도의 경우 기준치보다 낮아지는 현상을 보이고 있으나 소재가 되는 면사의 신도가 낮아서 압피직물의 경우 이 기준치보다 파단신도가 낮아도 신발업체에서 무시하기 때문에 큰 문제가 되지 않을 것으로 생각된다. 파단신도를 보강하기 위해서는 합성섬유와의 혼방에 의해 어느 정도 파단신도를 상승시킬 수 있을 것으로 생각된다.

**Table 3.** Comparison of physical properties by fabric structure compared to standard value

Fabric structure name		Standards	Maya	4×4 weft rib	DTD	1/3 twill	Triple	Diamond
Tear strength (N)	Warp direction		438 (↑)	265 (↑)	175 (↑)	127.5(↑)	62.5 (↓)	40 (↓)
	Weft direction		208 (↑)	238 (↑)	55 (↓)	80 (↓)	105 (↑)	70 (↓)
Tensile strength (N)	Warp direction		271 (↑)	226 (↑)	194 (↑)	262 (↑)	240 (↑)	214 (↑)
	Weft direction		166 (↑)	150 (↑)	84.4 (↓)	92 (↓)	103.3 (↑)	70 (↓)
Breaking elongation (%)	Warp direction	100	25 (↓)	40 (↓)	32.5 (↓)	55 (↓)	40 (↓)	22.5 (↓)
	Weft direction		45 (↓)	33.3 (↓)	25 (↓)	40 (↓)	45 (↓)	41.7 (↓)
Stretching under load at 100N (%)	Warp direction		300 (↑)	75 (↓)	150 (↑)	150 (↓)	75 (↓)	75 (↓)
	Weft direction		120 (↑)	100	85.7 (↓)	100	40 (↓)	42.9 (↓)
Stitch tear resistance	Warp direction		178 (↑)	106 (↑)	200 (↑)	266 (↑)	174 (↑)	164 (↑)
	Weft direction		214 (↑)	78 (↓)	108 (↑)	158 (↑)	130 (↑)	114 (↑)
Light fastness		4	4-5	5	5	5	4	4-5
Migration fastness		4	5	5	5	5	5	5
Colour fastness		4	5	5	4-5	5	4-5	4-5

4×4 위두독직의 기준치 대비 물성치는 경위사 방향의 인열강도와 경사방향의 인장강도가 기준치보다 200~300% 높은 값을 가지고 위사방향의 인장강도는 150%의 값을 가지는 반면 위사방향의 100N 하중 시 신장률과 경사방향의 스티치 인열저항은 기준치와 유사하다. 그리고 경위사방향의 파단신도, 경사방향의 100N 하중 시 신장률, 위사방향의 스티치 인열저항은 기준치 이하의 값을 보이고 있다.

DTD 직물의 기준치 대비 물성치는 경사방향의 물성들이 위사방향의 물성보다 우수한 특징을 가진다. 파단신도를 제외한 경사방향의 모든 물성치들은 기준치와 유사하거나 200% 높은 값을 가지는 반면 위사방향의 스티치 인열저항은 기준치와 유사하고 나머지 물성은 기준치 이하의 값을 가지는 것으로 나타났다.

1/3 능직의 기준치 대비 물성치는 경사방향의 인장강도와 경사방향의 스티치 인열저항의 값이 기준치보다 250% 정도 높은 값을 가지고 있고 경사방향의 인열강도와 위사방향의 인장강도, 경위사 방향의 100 N 하중 시 신장률은 기준치와 유사하거나 150% 높은 값을 가진다. 그러나 위사방향의 인열강도, 경위사방향의 파단신도는 기준치 이하의 값을 보이고 있다.

3중직의 기준치 대비 물성치는 경사방향의 인장강도는 262%, 위사방향의 인열강도와 인장강도는 기준치와 유사하고, 경위사방향의 스티치 인열저항은 각각 174%, 130% 높은 값을 가지는 반면, 경사방향의 인열강도, 경위사방향의 파단신도, 경위사방향

의 100N 하중 시 신장률은 기준치 이하의 값을 보이고 있다.

다이아몬드 직물의 경우는 3중직과 유사한 형태를 가지며 경사방향의 인장강도는 214%의 값을 가지고 경위사방향의 스티치 인열저항은 각각 164%, 114%의 값을 가지는 반면, 그 외 모든 물성치는 기준치 이하의 값을 가진다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 투습성과 패션을 고려하여 면직물 신발갑피 직물을 여러 조직으로 제작하고 물성을 측정하여 신발 갑피용 직물로서 사용 가능성을 검토하였다. 제조된 갑피직물의 조직은 1/3 능직, 4×4 위두독직, 마야, 3중직, DTD, 다이아몬드 조직이며, 이들 직물에 대해 인열강도, 인장강도, 파단신도, 100N 하중 시 신장률, 스티치 인열저항, 견뢰도 등의 물성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

마야 갑피직물의 경우는 파단신도를 제외한 모든 값이 다른 갑피 직물보다 우수하거나 비슷한 값을 가지면서 스티치 인열저항이 경사방향은 기준치보다 178%, 위사방향은 214% 높은 값을 가지므로 가장 우수한 고강도 신발갑피용 면사직물 조직이라고 생각된다. 파단신도는 합성섬유와의 혼방에 의해 어느 정도 파단신도를 상승시킬 수 있을 것으로 생각된다.

4×4 위두독직의 경우는 인열강도 및 인장강도 모두 우수한 성

능을 가지지만 나머지 100N 하중 시 신장률, 스티치 인열저항 값은 기준치 미만이거나 가까운 값을 가지고 있어서 고강도 신발갑피용 직물에는 적절하지 못한 것으로 판단된다.

DTD 직물은 경사방향의 물성들이 위사방향의 물성보다 우수한 특징을 가지고 있으나, 위사방향의 인열, 인장강도 등이 기준치보다 미달되고 있어 고강도 신발갑피용 직물에는 적절하지 못한 것으로 판단되었다. 1/3 능직은 경사방향의 인장강도 값과 경사방향의 스티치 인열저항 값이 높게 나오고 있지만 신발갑피의 주요 물성인 인열강도는 기준치 근처에 머물고 있거나 미달되고 있어서 고강도 신발갑피용 직물에는 적절하지 못한 것으로 판단되었다. 3중직, 다이아몬드 직물의 경우는 신발갑피용 직물의 성능에 중요한 영향을 주는 인열강도의 값이 기준치에 미달하고 있어서 고강도 신발갑피용 직물에는 적절하지 못한 것으로 판단되었다. 3중직, 다이아몬드 직물은 신발갑피용 직물의 성능에 중요한 영향을 주는 인열강도의 값이 기준치에 미달하였다.

### 감사의 글

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

### References

- Lee, J. Y. (2004). Research trends of textile materials for sports shoes. *Fiber Technology & Industry*, 8(3), 266-270.
- Lee, J. Y., Park, C. H., & Kim, D. S. (2002). Polymer materials used in footwear. *Polymer Science & Technology*, 13(4), 447-452.
- Lim, S. W., Yoon, J. S., & Yoo, C. S. (2000). Development of material for shoes sole. *Rubber Technology*, 1(2), 168-172.
- Lin, S. C., Chen, C. P., Tang, S. F., Wong, A. M., Hsieh, J. H., & Chen, W. P. (2013). Changes in windlass effect in response to different shoe and insole designs during walking. *Gait & Posture*, 37(2), 235-241. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.07.010
- Park, C. C., & Kim, H. J. (2012). Analysis of patented technology for health related footwear. *Fashion & Textile Research Journal*, 14(1), 144-151. doi:10.5805/KSCI.2012.14.1.144
- Shorten, M. R. (2011). Biomechanics of sports shoes, by Benno M. Nigg. *Footwear Science*, 3(2), 125-126. doi:10.1080/19424280.2011.570794

(Received 30 July, 2018; 1st Revised 3 August, 2018;  
2nd Revised 20 February, 2019; Accepted 8 March, 2019)