

4장. 기능성 시험

26. 스트레치성

1. 개요

(1) 시험의 필요성 및 목적

의류의 재료가 되는 원단은 인체의 반복적인 운동과 움직임에 의해 신장과 수축과 같은 물리적 영향을 받게 된다. 따라서 의류 원단의 탄성 회복성은 의류 성능의 내구성을 유지하는 중요한 요소로서 이에 대한 시험 평가가 필요하다.

(2) 시험원리

일정 하중 아래에서 원단의 신장률을 측정하거나 일정 거리, 간격을 규정된 시간에 고정시킨 후, 회복되는 정도를 백분율로 측정한다.

(3) 적용범위

편성물에 적용한다.

2. 인용표준

ASTM D 123 섬유 관련 용어

ASTM D 1776 섬유 시험에서의 컨디셔닝 시행

ASTM D 2904 정규분포 데이터 값을 산출하는 섬유 시험 방법에 대한

시험실간의 시험 시행

ASTM D 3107 스트레치 사를 포함하고 있는 직물 원단의 신축성 측정 방법

ASTM D 4849 실과 섬유와 관련된 용어

ASTM D 5035 섬유 원단의 파단 강도와 신도에 대한 시험 방법

3. 용어

- ① 원단에 관련된 사항은 ASTM D 4850의 용어 관련 부분을 따른다.
- ② 실과 섬유에 관련된 사항은 ASTM D 4849의 용어 관련 부분을 따른다.
- ③ 힘과 변형 또는 섬유 특성과 관련된 사항은 ASTM D 4848의 용어 관련 부분을 따른다.
- ④ 섬유와 관련된 용어는 ASTM D 123의 용어 부분을 참조한다.

4. 장치 및 기구

- ① Hanger assembly : Hangers, Hanger rods 및 Chain으로 구성
- ② Tensiometer 또는 Weights : Hanger assembly 의 밑부분에 부착시킬 수 있는 것으로 전체 하중이 시험편에 2.27 kgf (5 lbf) 및 4.54 kgf (10 lbf) $\pm$ 1 %를 줄 수 있는 장치

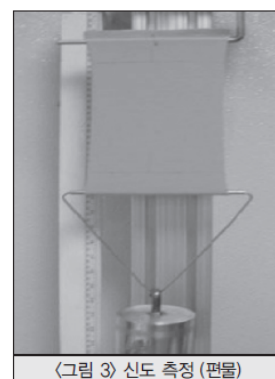
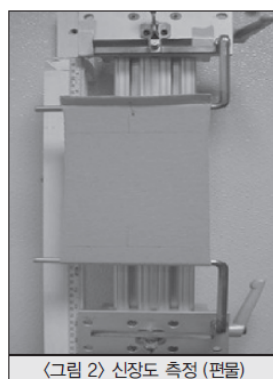
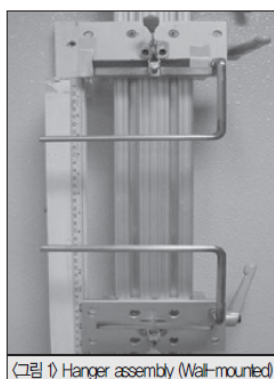
5. 안전 수칙

- ① Weight 사용시 낙하로 인한 사고에 주의한다.
- ② 클램프의 고정상태 등을 확인한다.
- ③ 클램프 끝부분 이동시 낙하등에 대해 주의한다.

6. 시험편 준비

(1) 시험편 준비

- ① 5개의 웨일 방향과 5개의 코스 방향의 시료를 준비한다. 시험편의 크기는 127 mm×530 mm 로 웨일 방향의 시료는 긴 방향이 웨일 방향과 평행하게 하고, 코스 방향의 시료는 긴 방향이 코스 방향과 평행 해야 한다.
- ② 원단 끝단으로부터 1 in 이내의 시료는 채취하지 않는다.
- ③ 시험편의 원래 폭이 127 mm 이하인 경우에는 전체 폭을 시험편의 폭으로 하여 시험한다.
- ④ 시험편 커팅 후, 긴 방향을 기준으로 반으로 접어 루프 형태로 만든 다음, 겹쳐진 반대면 끝단 부분 시험편의 짧은 부분과 평행하게 오버룩하여 봉합한다.
- ⑤ 제작된 시험편을 바닥이 평평한 면에 올려 두고, 시험편 중심부에 제작된 시험편의 길이 방향과 평행하게 (125 ± 3) mm [5 ± 0.01 in]를 마킹 한다(A).
- ⑥ 시험편은 시험 전 $(21 \pm 1) ^\circ\text{C}$, $(65 \pm 2) \% \text{ RH}$ 하에서 4시간 동안 컨디셔닝을 한다.



- 벤치 마킹된 지점 사이의 거리를 조절한다<그림 2>.
- 일정한 하중(5 lbs, 10 lbs)이 시험편 하단부에 안전하게 장착이 되도록 한다<그림 3>.

7. 절차

- ① 시험은 $(21 \pm 1) ^\circ\text{C}$, $(65 \pm 2) \% \text{ RH}$ 에서 진행되어야 한다.
- ② Fabric Growth 와 Recovery 측정
 - 시험편을 <그림 2>와 같이 Hook에 장착시킨다.
 - 시험편을 <표 1>에 나온 규정된 길이로 Bottom hook의 조절을 통해 규정된 길이만큼 신장시키고, Bottom hook 을 그 위치에서 고정시킨다.
 - 신장된 길이를 기록한다(B).
 - 시험편은 신장된 상태로 2시간 $\pm$ 5분 동안 고정시킨다.
 - 2시간 $\pm$ 5분 후, Bottom hook 의 고정 나사를 풀어 시험편이 하단 hook로부터 풀리도록 한다.
 - 시험편에 Tension이 가해지지 않은 상태에서 (60 ± 5) 초 후, 마킹한 길이를 측정하고 그 길이를 기록한다(C).
 - 시험편에 Tension이 가해지지 않은 상태에서 (60 ± 5) 분 후, 마킹한 길이를 측정하고 그 길이를 기록한다(D).
 - 각각의 웨일과 코스 방향에 대해 시험하고 결과를 기록한다.

<표 1> 시험 조건

구 분	Wale Direction			Course Direction		
	%	길 이	벤치 마킹하는 총 길이	%	길 이	벤치 마킹하는 총 길이
Loose-fitting (comfort stretch)	15	0.75 in	5.75 in	30	1.5 in	6.5 in
Form-fitting (semi support)	35	1.75 in	6.75 in	30	3 in	8 in

③ Fabric stretch 측정

시험편을 Top hook에 걸고 Loop 봉합 부분인 Seam 부분을 Top hook와 나란히 되도록 시험편을 고정시킨다. 시험편 하단 부분에 Hanger를 삽입하여 적당한 하중을 <그림 3>과 같은 방식으로 장착시킨다. 하중은 <표 2>에 나와 있는 것을 참조한다.

<표 2> 시험 조건

Apparel	Tension
Loose-fitting (comfort stretch)	(0 ~ 5) lbs
Form-fitting (semi support)	(0 ~ 10) lbs

8. 결과 및 계산

- ① 60초 후 Fabric growth 와 Recovery 결과 값을 기록한다.
- ② 1시간 후 Fabric growth 와 Recovery 결과 값을 기록한다.
- ③ Fabric stretch 결과 값을 기록한다.
- ④ Fabric growth 시험에 적용 되는 신장률(%)을 백분율로 기록한다.
- ⑤ Fabric stretch 에 사용된 Tension을 기록한다.

<표 3> 결과 계산

Fabric growth after 60 seconds =	$(C-A)/A \times 100 \%$
Fabric recovery after 60 seconds =	$(B-C)/(B-A) \times 100 \%$
Fabric growth after 1 hour =	$(D-A)/A \times 100 \%$
Fabric recovery after 1 hour =	$(B-D)/(B-A) \times 100 \%$
Fabric stretch =	$(E-A)/A \times 100 \%$

9. 시험 보고서

- ① 각각의 수치와 평균값을 기록한다.
- ② Time option에 따른 Fabric growth(%), Recovery(%) 개별 수치와 평균값을 기록한다.
- ③ 원 마킹 거리를 기록한다.
- ④ Tension에 사용된 기구를 명기한다.

10. 주의 사항

- ① 경, 위사 방향의 혼동이 없도록 시험편에 방향 표시를 한다.
- ② 마킹시 선명하고 얇게 표시하여 측정한다.
- ③ 시험편이 구김이나 오염이 되지 않도록 주의한다.
- ④ 시험편 제작 시 박음질이 밀리지 않도록 주의한다.
- ⑤ Stretch tester의 고정 장치가 조절이 잘 되는지 확인한다.
- ⑥ 하단 Hanger에 부착시킬 Weight가 잘 고정이 되도록 조절한다.
- ⑦ 제작된 시험편의 Seam 부위가 휘어지거나 풀어지지 않은 상태로 되었는지 확인한다.
- ⑧ 정확한 시험 방법(Loose-fitting, 또는 Form-fitting 여부)을 확인하고 시험한다.
- ⑨ 벤치 마킹 후, Ruler로 원 상태 길이를 측정한다.
- ⑩ Timer는 이상 유무를 확인한 후 사용하며, 시험 중 시험원이 즉시 조치할 수 있는 곳에 위치한다.

11. 국가별 시험법 비교

시험법	ASTM D 4964-96(2008)	BS 429 : 1968
	Tension and elongation of elastic fabrics	Stretch & Recovery Properties of Fabric
적용범위	천연, 합성 고무사로 만든 넓고, 좁은 탄성 원단의 Tension과 elongation의 측정을 다루고 있다.	탄성이 있는 Stretch Fabric의 직물과 편물에 적용한다.
시료준비	각 방향 5개	각 방향 5개
시험편	Wide Elastic Fabric : 길이 350 mm×폭 75 mm (5매) Narrow Elastic Fabric : 원단길이에 평행하는 350 mm (5매) Loop시험편 제작 : 250 mm간격의 두개의 Marking을 하고, 시험편을 접어서 loop를 만들어 두 개의 Marking을 일치시켜서 재봉한다.	Woven : 경위 방향으로 각각 5개씩 width : (75±1) mm(3±0.05) in - length : Clamp length 200 mm에 물리 수 있는 충분한 길이 Knit : 웨일, 코오스방향으로 각각 5개 width : (75±1) mm (3±0.05) in - length : Clamp length 75 mm에 물리 수 있는 충분한 길이
시험절차	모든 시험은 표준상태(21±1) °C, (65±2) % RH에서 시험한다. Clamp 사이에 Seam을 가지는 시험편을 올려놓는다. 아래의 조건으로 시험편을 3회 왕복시키고, chart에서 세 번째 cycle의 하중과 신도를 기록한다. * Loop distance around clamp : (250±2) mm * Loading crosshead speed : (500±15) mm/min * Return crosshead speed : (500±15) mm/min Cycling control : 최대하중 100 N(20 lbf) 나머지 시료를 위와 같이 시험한다.	Clamp 간격을 적당하게 조정한다. 시료를 Clamp에 고정하고, Jaw 중앙에 marking을 한다. (3±5) g 또는 (6±5) g까지 시료에 하중을 가하고, (10±2)초동안 이 하중을 유지하고 원래 위치로 return시킨다. 다시 시료에 하중을 가하고, 1분동안 방치하고 10초안에 측정한다(L ₂), 하중을 감소 시키고 원래의 위치까지 Return한다. Clamp로부터 시료를 제거하고 즉시 평평한 곳에 놓고 1분간 방치하고 marking의 바깥의 길이를 측정한다(L ₃). 더 긴 시간의 완화 후 잔류 신장의 결정이 요구된다면, 30분의 완화 시간 후 Reference mark 간의 길이를 측정한다(L ₄).
결과	Loop tension at specified elongation 계산된 Extension값을 사용해서 30 % 50 % 70 % 신도에 일치하는 Loop Tension값을 구한다. Elongation at specified loop tension 특정 최대 Loop tension (100 N(20 lbf))에서 % Elongation을 구한다.	Mean extension percent(E) Mean residual percent after 1min(R1) Mean residual percent after 30min(R30)
신장 회복률 (KS & JIS) - 정하중법		
시험법	KS K 0352 : 2000 JIS L 1096-8.14.2(B-1법) : 1999	JIS L 1018-8.15.2 (B법) : 1999
시험편	경위 방향으로 각각 5개씩 (5×30) cm	Wale과 Course방향으로 각각 5개씩 (5×25) cm
조작	파지 거리 : 20 cm, 일정 하중 : 15 N (1.5 kgf) 시험편에 일정 하중을 가한 상태로 1시간 방치후 표시간격을 측정한다. (L ₀)하중을 제거하고, 30초 후에 다시 표시간격을 측정한다.(L ₁)	파지 거리 : 20 cm, 초하중 : 3 g 일정 하중 : 100 gf/cm or 300 gf/cm 시험편에 일정 하중을 1분간 적용하고 Marking 길이를 측정(L ₀)하고, 하중을 제거하고 3분간 방치 후 다시 길이(L ₁)를 측정한다.
결과	L : Original Length (20 cm) L ₀ : Elongation Length (일정 하중하에서 일정시간 방치후 길이) L ₁ : Recovery Length (하중 제거후 일정 시간 방치후 길이)	

■ **부록** : 스트레치사 직물의 스트레치성 시험(ASTM D 3107-07)
(Stretch Properties of Fabrics Woven from Stretch yarns)

1. 용어

- ① Fabric stretch : 특정 조건하에서 적용된 하중으로 인한 직물 시료의 길이 증가
- ② Fabric growth : 시료의 원래 길이와 정해진 시간 동안 특정 하중을 가한 후와 계속해서 그 하중을 제거한 시료의 길이와의 차이

2. 시험편

- ① 6개 시료(3pairs) : 2.5 in×22 in (64 mm×560 mm)
- ② 각 시료의 측면으로부터 폭이 50 mm가 되도록 실을 풀어낸다.
- ③ 마킹 : 최소 250 mm (O)

3. 시험절차

(1) Fabric stretch & immediate fabric growth

- ① 시료에 3 lbs 또는 4 lbs(일반적으로 4 lbs)의 하중을 cycle당 대략 5초 정도로 3회 cycling을 행하고, 세 번째 cycle후에 네 번째 하중을 가하고, 10초 내에 시료의 Bench mark간의 거리를 측정한다(A).
- ② 하중을 가한 상태로 30분간 유지한 후 Bench mark 거리를 측정한다(B).
- ③ 두 가지(A, B) Stretch 시험에서 하중과 하부 Clamp를 제거하고 Immediate fabric growth의 계산을 위해 10초 이내(C), 30초 후(D), 30분 후(E), 1시간 후(F),

2시간 후(G)의 Bench mark 거리를 측정한다.

④ 나머지 두 개의 시료도 ①~④과 같이 반복한다.

(2) Fabric growth after stretching to specified extension

① 3.(1)의 ①에 따라 pair 중에 두 번째 시료를 올려 놓는다.

② 3.(1)의 ① 또는 ② 에서 얻은 Stretch의 85% 만큼 시료를 신장시키고 고정한다(H).

③ 30분 동안 신장된 상태로 시료를 고정한 다음, 하부 Clamp에서 시료를 제거하고 30초 방치 후(I), 30분 후(J), 1시간 후(K), 2시간 후(L)의 Bench mark간의 거리를 측정한다.

④ 나머지 두 개의 시료도 ①~③과 같이 반복한다.

4. 계산 및 결과

1) Fabric stretch, 10's after tension, % = $[(A-O)/O] \times 100$

2) Fabric stretch, 30 min after tension, % = $[(B-O)/O] \times 100$

3) Fabric growth, after growth by tension, % = $[(a-O)/O] \times 100$

a는 적용하중을 제거한 후의 C, D, E, F, G의 값.

4) Fabric growth, after growth by extension, % = $[(b-O)/O] \times 100$

b는 85 % 신장후의 I, J, K, L의 값.

5) Fabric recovery, after growth by tension, % = $[(y-c)/(y-O)] \times 100$

y는 하중을 가한 상태의 A, B이며, c는 하중을 제거한 후의 C, D, E, F, G의 값

6) Fabric recovery, after growth by extension, % = $[(H-d)/(H-O)] \times 100$

H는 85 % 신장시킨 값이며, d는 신장을 제거시킨 후의 I, J, K, L의 값.