

3장. 역학시험

14. 인열강도(펜듈럼법)

1. 개요

(1) 시험의 필요성 및 목적

의류를 착용하여 활동시 어떤 돌출물 등에 의해 의류가 찢어지는 경우가 있는데, 너무 작은 힘 하에서도 원단이 찢어지는 것은 원단 품질의 큰 결함이 된다. 이에 따라 규정된 조건하에서 인열강도, 즉 천을 찢는데 필요한 힘을 미리 시험하여 원단 품질을 관리할 필요가 있다.

(2) 시험원리

인열강도 시험방법으로는 시험편의 파지방법, 시험편의 모양, 인열방법 등에 따라 펜듈럼법, 텅법 등이 있다. 그 중 펜듈럼법은 엘멘도르프(Elmendorf)형 시험기기를 사용하여 직물에 미리 절단된 곳으로부터 완전히 찢어질 때까지 필요한 강도를 측정하는 시험방법이다.

시험편을 두 개의 클램프 사이에 고정한 후, 커팅 나이프(cutting knife)를 사용하여 밑면으로부터 슬릿(slit)을 만든 후, 펜듈럼 하강에 의하여 시험편이 찢어지는데 발생하는 저항력을 시험기기의 눈금 또는 숫자로 나타낸다.

(3) 적용범위

대부분의 직물, 담요, 파일, 코팅직물 등에 적용이 가능하며, 편성물인 경우는 경편성물의 길이 방향에 대해서만 적용된다. 다른 편성물에 대해서는 적합하지 않다.

2. 인용표준

ASTM D 123 섬유관련 용어

ASTM D 629 섬유에서의 정량분석 시험방법

ASTM D 1776 섬유시험에서의 컨디셔닝 시행

ASTM D 2904 일반적인 분산 데이터 산출을 위한 시험실간의 섬유 시험방법 시행

ASTM D 2906 섬유의 정밀도와 기준에 대한 보고

ASTM D 4848 섬유와 관련된 힘, 변형, 특성에 관한 용어

3. 용어

- ① 모든 용어는 ASTM D 13.59와 관련이 있고, 원단 시험방법 및 규정에 관한 용어는 ASTM D 4850을 참조한다.
- ② 섬유와 관련된 힘과 변형에 대한 모든 용어는 ASTM D 4848에 있는 용어를 참조한다. (예를 들면, cross direction(CD), 원단, machine direction (MD), Peak force, 원단의 인열시험)
- ③ 섬유와 관련된 다른 용어는 ASTM D 123을 참조한다.

4. 장치, 기구 및 시약

(1) 장치 및 기구

- ① Elmendorf type tester (analog type, digital type)

· 시험편을 커터 사이에 파지하고, 커팅 나이프를 이용하여 시험편의 하단을

약간 절개한 후, 펜듈럼을 swing시켜 시험편이 절단될 때의 저항력을 측정하는 기기

- ② Calibration weight (check weight)
- ③ Cutting die, template
- ④ 공기압 조절기
- ⑤ Oil, silicone grease



- ⑥ 진공청소기

5. 안전수칙

- ① 펜듈럼의 swing시에 시험자의 손이 펜듈럼과 충돌하지 않도록 주의한다.
- ② 시험편의 pre-cutting시에 커팅 나이프에 의한 안전사고가 발생하지 않도록 주의한다.

6. 시험편 준비 및 장치보정

(1) 시험편 준비

- ① 시험편은 원단의 폭 1/10의 안쪽에서 주름이나 구김 접힌 부분을 피하여 동일한 경, 위사가 포함되지 않도록 사선방향으로 이동하면서 채취한다.
- ② 시험편은 각 방향 5개씩 채취한다.
- ③ 시험편의 긴 방향이 시험 방향인가를 확인 후 채취한다.
- ④ 경사에 대한 시험은 시험편의 긴 방향이 경사와 평행한 것(MD)이며, 위사에 대한 시험은 시험편의 긴 방향이 위사와 평행한 것(CD)이다.

(2) 장치보정

- ① 시험기 용량의 50 %의 check weight를 사용한다. 펜듈럼을 하강시켜 swing이 완료된 후 영점이 맞는지 확인한다. 만약 영점이 맞지 않는다면 pointer 멈춤장치를 조절한다.
- ② 클램프를 열고 50 %의 check weight를 파지한 후, 하강시켜 pointer가 장착되어 있는 펜듈럼의 (50±0.5) % 값이 나오는지 확인한다.

7. 절차

- ① 시험기기는 흔들림이 없고, 수평이 맞추어진 테이블 위에 위치시켜 펜듈럼의 swing시에 흔들림이 없어야 한다.
- ② 사용하는 시험기기의 측정용량에 따른 유효범위 내에서 시험이 진행되도록 시험편의 종류에 따라 시험기기의 용량을 선택한다. 측정용량이 standard capacity(6,400 gf 이하)인 경우는 최대용량의 (20~80) % 사이, heavy-duty

- capacity(6,400 gf를 초과)인 경우 (20~60) %에서 결과값이 결정되도록 한다.
- ③ 두 개의 클램프사이 간격이 (2.5 ± 0.25) mm인지 점검하고, 클램프는 최소 25 mm의 폭과 (15.9 ± 0.1) mm의 깊이를 유지하는지 점검한다.
 - ④ 펜듈럼이 시작위치에 있을 때, 파지구가 일직선으로 정렬되어 있는지 점검한다.
 - ⑤ Digital type 시험기기의 경우 레귤레이터의 공기압이 (60~90) psi인지 확인한다.
 - ⑥ 펜듈럼을 시험시작 위치에 놓고 펜듈럼 멈춤장치를 눌러 하강시켜 멈춘 후, 펜듈럼의 sector line(표시기호)이 펜듈럼 멈춤장치의 모서리와 일치하는지 확인한다. 만약 일치하지 않는다면 수평조절 나사를 사용하여 수평을 맞춘다.
 - ⑦ 수평이 맞는 후, 클램프를 빈 상태로 잠그고, 펜듈럼을 완전히 하강시켜 pointer가 영점을 가리키는지 반복하여 확인한다. 만약 영점이 맞지 않는다면 zero pointer stop의 나사를 풀고 영점이 맞을 때까지 조절한다.
 - ⑧ 펜듈럼을 시험시작 위치에 놓고 pointer가 영점에 있는지 확인한 후, 시험편의 긴 면을 클램프의 바닥까지 주의해서 넣고 동일한 장력으로 양 클램프를 단단히 고정한다.
 - ⑨ 시험기기에 장착된 커팅 나이프를 이용하여 시험편의 중앙 윗면을 가볍게 잡고 시험편의 밑면으로부터 20 mm의 slit을 만든다.
 - ⑩ 인열이 완전하게 일어날 때까지 펜듈럼 멈춤장치를 완전히 누르고, 유지한 후, 펜듈럼이 back swing을 할 때 펜듈럼을 잡아 시작위치로 원위치시킨다. 이때에 pointer가 흐트러지지 않게 주의하여 pointer가 가리키는 눈금을 읽는다.
 - ⑪ 시험완료 후, 시험의 진행과정의 관찰과 시험편의 특성을 고려하여 시험결과

의 사용여부를 결정한다. 시험편이 파지구에서 slip이 일어났던지 slit에서 6 mm 이상 벗어나 인열이 발생했다면, 이 결과는 사용하지 않는다. 또한 비정상적인 시험편이 발견된다면 시험편의 결과를 버리고, 추가시험을 진행한다.

8. 결과 및 계산

(1) 계산

Digital type 기기는 시험시작 전 단위를 선택할 수 있으나, analog type 기기는 눈금 pointer가 가리키는 눈금에 사용된 펜듈럼에 따른 환산인자를 사용하여 cN(gf) 또는 lbf로 환산한다.

9. 시험 보고서

- ① 시험편의 상태에 대해 명기한다(건조 상태의 시험 또는 습윤 상태의 시험).
- ② 경·위사 인열강도는 최소한 5개씩의 시험편에 대한 측정 결과의 평균값을 최대용량의 1 %까지 표시한다.
- ③ 측정단위는 cN 또는 lbf로 표기한다.
- ④ 시험 중에 주름이 발생했다면 부기한다.
- ⑤ 가로방향으로 인열이 발생된 결과값의 개수를 기록한다.
- ⑥ 요구시 결과값에 대한 표준편차나 변동계수를 기록한다.
- ⑦ 필요한 경우 평균값의 변동계수 및 95 % 신뢰한계