

3장. 역학시험

15. 인열강도(텅법)

1. 개요

(1) 시험의 필요성 및 목적

인열강도란 직물을 찢는데 필요한 힘을 말한다. 실제 원단의 수명과 관련하여 어느 정도 이상의 인열강도가 요구된다. 인열강도는 편성물보다는 직물에서 사고 발생이 많은 항목으로 시험을 통해 사전에 원단의 특성을 파악하여 적절한 조치를 함으로써 소비자의 욕구를 충족시킬 수 있을 것이다.

(2) 시험원리

먼저 시험편을 베어 놓은 다음, CRE type의 인장강도 시험기에서 한쪽 시험편은 윗부분 죠(jaw)에, 다른 한쪽은 아랫부분 죠에 각각 물린 다음 하중을 가하고 인장될 때의 하중을 측정하는 원리이다.

(3) 적용범위

직물을 포함하는 원단에 모두 적용하며, 에어 백 원단, 담요, 보풀이 있는 원단뿐만 아니라, 편성물, 파일, 겹을 이루는 원단에도 적용된다.

2. 인용표준

ASTM D 76 섬유에서의 인장강도 시험기의 규격

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 시험소간의 섬유 시험방법 시행

ASTM D 2906 섬유의 정밀도와 기준에 대한 보고

ASTM D 4848 섬유와 관련된 힘, 변형, 특성에 관한 용어

ASTM D 4850 원단과 관련된 용어

3. 용어

- ① 모든 용어는 ASTM D 13.60과 관련이 있고, 원단 시험방법, 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), machine direction(MD), peak force, 원단의 인열시험).
- ③ 섬유와 관련된 다른 용어는 ASTM D 123을 참조한다.

4. 장치, 기구 및 시약

- ① ASTM D 76에 적합한 CRE 타입의 인장강도 시험기
- ② 클램프 : 조의 표면이 평평하고, 나란히 되어 있으며, 시험 작동시 시료가 미끄러짐을 방지할 수 있는 것이어야 하고, 적어도 25 mm×75 mm의 크기로 긴 방향이 힘이 진행되는 방향에 수직방향이 되도록 한다.

- ③ 공기압 클램프 시스템은 적어도 50 mm×75 mm의 톱니 또는 고무 죠(jaw) 표면으로 되어 있으며, 클램프 압력이 (13~14) kN 정도 되어야 한다. 수동조절 클램프에서는 시험편의 미끄러짐 현상이 발생하지 말아야 한다.
- ④ 어떤 시료에서는 톱니 죠 사용시, 미끄러짐 현상이 일어나는 것을 방지하기 위해 죠 표면에는 No. 80~No. 120의 연마포로 덮여 있는 고무 죠를 사용한다.

5. 안전수칙

- ① 인장강도 시험기(CRE) 사용전, limit switch rod를 사용하여 cross head의 최고 높이와 최저 높이의 이동경로를 조절한다.
- ② 시험편을 조에 물릴 때 손가락이 끼지 않게 한다.
- ③ 비상시 혹은 응급시에 비상 버튼을 눌러 기계의 작동을 멈춘다

6. 시험편 준비 및 장치보정

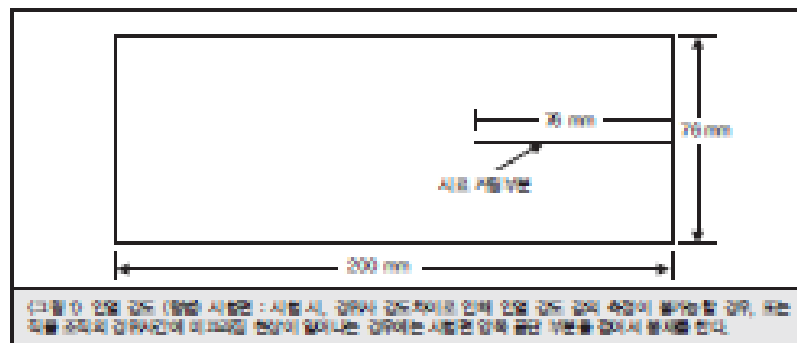
(1) 시험편 준비

- ① 로트 샘플 : 시험에 적합한 로트 샘플링에서는 무작위로 몇 개의 롤을 선택하거나 또는 직접적으로 적용되는 재료 규정 또는 공급자와 구매자 사이의 또 다른 사전 동의에 의해 시료를 선택한다. 사전에 이러한 동의가 없는 경우에는 <표 1>에 규정된 롤의 개수만큼 채취한다.

〈표 1〉 로트 샘플에서 롤 또는 원단의 수

로트에서의 롤 또는 원단의 수	로트 샘플 수
1~3	모두
4~24	4
25~50	5
50 이상	10 % (최대 10롤 또는 원단)

- ② Laboratory sample : 시험에 적합하기 위해서는 길이 방향으로 1 m 혹은 1 yd 정도의 전폭 원단을 채취하는데, 특히 롤 원단인 경우에는 최외각 부분의 원단과 롤 원단의 가장 안쪽 부분의 원단은 제외시킨다.



시험편 제작시, 시료의 넓은 영역에서 길이와 폭 방향에 대해 대각선 방향으로 채취하며, 변 부위에 서부터 전폭의 1/10의 시료 부분이 포함되어 있지 않도록 한다. 시험편은 접혀 있거나 구김, 또는 주름이 없어야 하며, 기름, 물, 그리스 등의 오염이 묻어 있으면 안된다.

- ③ 시험편 제작 : 커터 또는 템플레이트를 사용하여 75 mm×200 mm (3 in×8 in) 크기의 직사각형 시험편을 <그림 1>과 같이 절단한다. 시험편은 machine direction 방향으로 5매, cross direction 방향으로 5매를 채취한다. 시험편 채취시 machine direction 시료의 긴 부분은 cross direction 방향과 일치되어야 하고, cross direction 시료의 긴 부분은 machine direction 방향과 일치되어야 한다. 시험편의 절단 부분은 <그림 1>과 같은 위치에서 76 mm 길이로 76 mm 폭의 중앙 부분에서 절단되어야 한다. 시험편 절단시, 실이 길이 방향과

평행이 되도록 하고, slit 부분을 절단할 경우에는 연속적으로 실들 사이에 인열 현상이 일어날 수 있도록 실들이 교차되지 않도록 주의한다.

(2) 시험기기 점검 (인장강도 시험기)

• 메인 컨트롤 패널

- ① 스위치를 ON 하여 전기가 공급될 때 우측 중앙에 있는 디스플레이 액정에 Instron 4465 모델과 4466 모델은 3999 값이, 그리고 4467 모델에서는 3399 값이 나왔다가 사라지는지를 확인한다.
- ② GL RESET 버튼 옆의 지시등이 깜박거리는지 확인한 다음 버튼을 눌렀을 때 깜박거림이 멈추는지 확인한다.
- ③ 상단 디스플레이 액정 중에서 load와 extension 액정에 숫자가 나타나는지 확인한다.
- ④ 사용하기 전에는 항상 디스플레이 하단에 있는 5개의 버튼 중에서 가장 우측에 있는 track 버튼을 누른 다음 우측 하단에 있는 CAL 버튼을 눌러 load 값이 0이 되는지 확인한다.
- ⑤ 사용 중에 조를 바꾸었을 경우에는 우측 하단에 있는 bal 버튼을 눌러 tare 값이 0이 되는지를 확인한다.
- ⑥ Jog 스위치를 사용하여 상하로 기계적인 멈춤 장치가 있는 곳까지 이동하고, 그곳에서 멈추는지 확인한다.
- ⑦ 필요시에 break 기능, 그리고 load 및 extension의 max. 값과 min. 값을 설정했을 때 그 값에서 off, stop, return, cycle의 기능을 하는지 확인한다.

- ⑧ 비상시나 응급시에 눌러 작동을 멈추게 하는 비상 버튼이 작동하는지 확인한다.
- ⑨ IEEE 488 버튼을 눌러 컴퓨터와 연결되었을 때 소프트웨어가 정상적으로 작동하는지 확인한다.
- ⑩ Main control 패널의 각 해당 버튼에 따라 아래 <표 2>와 같이 작동되는지 확인한다.
- ⑪ 하단 제한 스위치 조정. cross head가 하한선까지 갔을 때 정지하는지를 확인한다.

(표 2) 인장 강도 시험기 제어 기능

CONTROL	기능
STOP	Cross head 정지
UP	위쪽으로 Cross head가 움직임
DOWN	아래 쪽으로 Cross head가 움직임
RETURN	Cross head가 원위치까지 되어서 정지

- ⑫ 모든 배선은 단단히 고정되었는지, 손상되지는 않았는지를 확인한다.
- ⑬ 점검 결과 교정 또는 수리를 요할 때는 공인된 서비스 요원에 의해서 교정 또는 수리가 이루어져야 한다.
- ⑭ 검정 방법
- 자체 캘리브레이션이 이루어지는지를 확인한다.
 - 캘리브레이션용 dead weight를 사용하여 정상적인 값이 나오는지 확인한다.
 - 초시계를 이용하여 일정시간 동안 움직였을 때의 거리가 맞는지를 확인한다.
 - 자를 이용하여 이동한 거리가 정확한지 확인한다.
 - 검정 방법에서 정상적인 값이 나오지 않을 때는 반드시 공인된 교정기관에 의뢰하여 교정을 받아야 한다.

(3) 시험기기 준비

- ① 시험기의 파지 거리를 (75 ± 1) mm [(3.0 ± 0.05) in]로 조정한다.
- ② 시험 속도를 (50 ± 2) mm/min [(2 ± 0.1) in/min]으로 조정하고, 구매자와 공급자간의 사전 동의가 있는 경우에는 (300 ± 10) mm/min [(12 ± 0.5) in/min]로 조정해도 된다.

7. 절차

(1) 컨디셔닝

- ① 컨디셔닝 1 . 표준 시험조건
 - 특별한 규정이 없는 경우에는 시험 전, 시험하고자 하는 시료는 ASTM D 1776에 따라 항온 항습조건에서 수분평형에 도달할 수 있도록 한다(프리 컨디셔닝).
 - 특별한 규정이 없는 경우 시험 진행은 ASTM D 1776에 규정된 항온항습 조건에서 이루어져야 한다.
- ② 컨디셔닝 2 . 습윤상태 시험조건
 - 습윤시험을 진행하기 전, desizing 처리가 규정되어 있으면, ASTM D 629 시험 절차에 규정된 원단의 물성에 영향을 주지 않는 desizing 처리를 한다.
 - 시료가 완전히 적셔질 때까지, 용기 안의 상온 상태인 증류수에 시료를 담근다.
 - 침지시간은 시료가 충분히 적셔질 때까지이며, 오랜 시간 침지로 인해 인열 강도 값의 현저한 변화가 있으면 안된다. 대부분의 침수시간은 1시간으로 하며, 발수가공된 원단인 경우에는 0.1 %의 비이온 계면활성제를 증류수에

포함시킨다.

(2) 시험절차

- ① 시험은 온도 $(21 \pm 1) ^\circ\text{C}$ [$(70 \pm 2) ^\circ\text{F}$] 와 상대습도 $(65 \pm 2) \%$ 에서 실시되어야 한다.
- ② 인장시험기 상부 클램프에 커팅한 시험편의 한쪽을 고정시키고, 다른 한쪽은 하부 클램프에 고정시킨다. 이 때 커팅한 시험편의 중간 위치가 시험편 클램프 파지거리의 정중앙에 위치하도록 한다.
- ③ 습윤시험인 경우에는 시험편에서 물을 제거하는 즉시 위와 같은 절차로 시험편을 파지시킨다. 시험편에서부터 물을 제거하고 나서, 2분 이내에 시험을 진행한다.
- ④ 만약 2분 이상 경과 되었을 경우에는 다른 시험편으로 재시험을 한다.
- ⑤ 대략적으로 6 mm 정도 인열현상이 일어나는 경우, single-peak 값이 산출되거나 multiple-peak 값이 나타나게 된다. 75 mm 정도 시험편에 인열현상이 일어나거나 완전히 찢어질 때 시험을 중지하고, 상부 클램프가 원 위치에 오도록 한다.
- ⑥ 시험편이 조에서 미끄러짐 현상이 일어나거나 25 % 혹은 그 이상의 시험편 부분이 조에서 5 mm 이내에서 파단현상이 일어나는 경우에는 조의 표면에 미끄러지지 않도록 코팅시킨다.
- ⑦ 적용하려는 힘의 방향에 대해 직각 방향으로 인열현상이 일어나는 경우에는 결과값을 기록하고 그 현상을 기록한다.
- ⑧ 각 방향에 대해 시험편 5개씩 시험을 진행한다.

8. 결과 및 계산

(1) 평가

각 시험편의 인열강도 결과값은 0.1 lbf 단위로 하되, 결과 산출 방법은 option 1 과 option 2의 방법이 있다:

- ① Option 1 : 초기 6 mm 인열후, 최고 Peak 5개의 평균값을 0.1 lbf 단위로 강도값을 측정한다.
- ② Option 2 : 최고 peak 값을 0.1 lbf 단위로 강도값을 측정한다.
- ③ 결과 : 각 시험편의 평균값을 계산하여 산출한다.

9. 시험 보고서

- ① 각각의 시험편 방향에 따라 시험을 진행하고, 시료에 대한 정보를 기록한다.
- ② 샘플링 방법에 대해 언급을 하고, 적용할 수 있는 규정을 기록한다.
- ③ 결과 표기방법이 option 1 인지, option 2 인지를 기록한다.
- ④ 시험편 조건을 기록한다(습윤상태 또는 컨디셔닝 상태 여부).

10. 주의사항

- ① 시험 진행 중, 시료가 죠에서 미끄러짐 현상이 일어나는지를 확인한다.
- ② 시험편 제작시, 길이 방향의 시료와 폭 방향의 시료가 혼동되지 않도록 채취한다.
- ③ 시험하고자 하는 방향에 직각으로 인열현상이 일어나는 경우에는 보고서에 그 현상에 대한 상세한 기록이 있어야 한다.