

2장. 물성시험

10. 꼬임수(해연 가연법)

1. 개요

(1) 시험의 필요성 및 목적

실의 꼬임은 실의 강력, 외관, 제직성과 편성성 및 촉감 등에 영향을 미치는 것으로 직물 및 편성물 설계시 중요한 실의 구조 인자이다.

(2) 시험 원리

이 해연 가연법은 꼬임수를 측정하는 간접법이다. 이 방법은 시험편을 해연하고, 반대 방향으로 초기 길이가 될 때까지 다시 꼬임을 주어 측정하는 방법이다. 다시 가연하는 과정에서 가해지는 회전수는 시험편의 초기 꼬임과 같다고 가정되며, 검연기에 기록된 회전수의 절반 값이 시험편의 꼬임수를 나타낸다.

이 해연 가연법은 초하중에 민감하므로 본문에 설명되는 것과 같이 A법(싱글법), B법(더블법)을 사용한다. 검연기를 이용하여 시험편을 해연하고 카운터에 표시된 회전수를 통하여 꼬임수를 측정한다.

(3) 적용 범위

이 규격은 간접 방법인 해연 가연법에 의하여 단위 길이당 회전수로 단사의 꼬임수와 꼬임방향을 시험하는 방법에 대하여 규정한다.

2. 인용 표준

3. 용어

- ① 꼬임 : 해연 전에 일정 게이지 길이의 실에 대한 축방향 회전수이며, 꼬임은 미터당 회전수(turns/m)로 표기
- ② 게이지 길이 : 시험장치에 파지된 시험편의 두 유효 파지점 사이의 거리
- ③ 초기 길이 : 시험하기 전 일정 하중으로 시료를 파지했을 때의 길이
- ④ 섬유시험을 위한 수분평형 상태 : 규정된 대기조건에서 시료나 시험편의 무게의 증가속도가 규정된 조건을 넘지 않는 상태
- ⑤ 실 패키지 : 사용, 취급, 보관, 수송에 적합한 길이나 형태의 실
- ⑥ 연계수 : 필라멘트의 필라멘트나 방적사의 나선 배향도
- ⑦ A법(싱글법) : 시험편을 해연하고, 반대 방향으로 초기 길이가 될 때까지 다시 꼬임을 주어 측정하는 방법
- ⑧ B법(더블법) : 첫 시험편은 A법에 따라 시험하고, 두 번째 시험편은 첫 시험편에서 구한 회전수의 1/4만큼 해연하고, 초하중에 의해 발생하는 오차를 보정하기 위해서 초기 길이까지 재가연하는 방법

4. 장치, 기구 및 재료

시험장치 - 검연기

- ① 2개의 클램프로 구성되어 있으며, 한 쪽 클램프는 각 방향으로 회전할 수 있고, 회전 카운터에 연결되어 있다.
- ② 이 시험기는 분당 $1\,000 \pm 200$ 의 회전속도를 낼 수 있는 전동기 구동방식이 선호된다. 1개의 클램프 (또는 2개의 클램프 모두)는 시험편을 물릴 수 있도록 좌우로 위치변경이 가능하여야 한다.

- ③ 이 시험기는 규정된 초하중을 시험편에 적용할 수 있으며, 시험 시작과 종료 시에 이 하중을 완전히 제거할 수 있는 하중 조절장치가 부착되어 있어야 한다.

5. 안전수칙

- ① 검연기가 작동할 때 클램프가 고속으로 회전하므로 신체에 부상이 가해지지 않도록 주의한다.

6. 시험편 준비

① 시험편 준비

시험편의 길이는 (500 ± 1) mm이어야 한다.

② 시험실 표준상태

꼬임수는 상대습도에 직접 영향을 받지 않으나, 길이 변화의 원인이 될 수 있으므로, 전체 시험은 표준상태에서 24시간 이상 컨디셔닝 후 실시하여야 한다.

③ 시험편의 선정

시험편은 가능한 패키지의 옆에서 풀어내는 방법으로 가능한 최소의 인장력이 걸리도록 하고, 풀어낼 때 손상되는 부위를 피하기 위해 패키지의 처음과 끝 부분은 버린다. 각 실 패키지에서 2개 이상의 시험편을 채취하는 경우, 제조 공정시 가해진 반복 변동효과를 최소화하기 위해서 적어도 1 m 이상의 랜덤한 간격으로 채취하여야 한다. 직물의 경우 각 경사가 서로 다른 패키지를 대표하는 시료가 되므로, 각 경사에서 경사용 시험편을 채취하고, 직물은 다양한 직기로 제직되므로 가능하면 대표 데이터를 구하기 위해서 랜덤하게 위사 시

험편을 채취한다. 급사구가 여러 개인 위편물은 시료의 한 부분의 연속된 여러 코스에서 시험편을 채취한다. 급사구가 1개이거나 급사형태를 알 수 없는 위편물은 전체 시험편에서 랜덤하게 시험편을 채취한다. 경편성물은 대부분의 경우 필요한 길이만큼 시험편을 풀어내는 것이 불가능하므로 일반적으로 경편성물에는 이 해연 가연법을 적용하지 않는다.

④ 시험편의 개수

시험편의 개수에 대한 규격이 있는 경우는 규정된 개수의 시험편을 채취한다. 규격이 없는 경우 95 % 신뢰 수준을 만족할 수 있는, 즉 시험결과가 로트 평균의 참값, $\pm 5 \%$ 를 벗어나지 않게 시험편 개수를 채취한다.

- a) v의 신뢰성 있는 추정법 : 이 시험방법에 나타난 것처럼 사용자의 시험실에서 유사한 시료에 대해 시험한 과거의 방대한 결과에 대한 기록을 바탕으로 한 v에 대한 신뢰성 추정값이 있으면, 식(1)에 따라 필요한 시험편 개수를 계산한다.

$$n=(t^2 \times V^2)/A^2 = 0.154 V^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

여기에서 n : 시험편의 수(n이 50 미만일 때 정수로 반올림하거나 50 이상일

때는 5의 배수인 정수로 수치 맺음한 것)

t : 1.96, 95 % 신뢰수준의 양쪽 신뢰구간을 구할 경우 무한 자유

도일 때의 t값($t^2 = 3.842$)

v : 시험자 1명이 시험하는 조건에서 유사한 재료를 여러 번 측정

한 결과의 변동계수에 대한 신뢰성 있는 추정값

A : 평균의 5 %에 해당하는 허용 변동계수 값이며, 0.154는 식

t^2/A^2 으로 계산한 값이다

- b) v의 신뢰성 있는 추정치 없는 경우 : 사용자의 시험실에 신뢰성 추정 값이 없는 경우 위의 식을 사용할 수 없으며, 고정 값인 16개의 시험편을 사용한다.

7. 절차

- ① 꼬임 방향의 측정 : 적어도 10 cm 정도 짧은 실을 수직으로 들어서 실의 꼬임 방향이 'S' 또는 'Z'인지 관찰한다.

② 꼬임수 측정

예비시험(허용 신장의 측정) - 허용신장은 표준상태에서 컨디셔닝된 시험편을 사용하여 로트별로 결정되어야 한다.

- a) 시험편이 길이는 500 mm로 한다.
- b) ISO 2060에 따라 변수를 측정한다.
- c) 초하중을 (0.50 ± 0.10) cN/tex로 조절한다.
- d) 회전하지 않는 클램프에 시험편을 물린다.
- e) 시험편을 회전하는 클램프에 물리고 포인터를 0에 맞춘다.
- f) 실이 풀려서 미끄러지는 현상이 눈에 띄지 않으면, 클램프를 800 rev/min 이하의 속도로 돌린다.
- g) 시험편이 끊어질 때 미끄럼 양을 ± 1 mm까지 읽는다.
- h) 실이 끊어지지 않으면, 반대 방향으로 재가연하기 전에 최대한 신장된 값을 취한다.
- i) 이 방법으로 5번 시험을 하고, 평균값을 계산한다.
- j) 이 미끄럼 값의 25 %가 되는 값이 허용신장이 되도록 고정위치를 결정한다.

③ 초하중의 선택

소모사를 제외한 방적사는 (0.50 ± 0.10) cN/tex의 초하중을 적용하며, 소모사인 경우 연계수 a 에 따라 다음의 초하중을 적용한다.

- a) $a < 80$: (0.10 ± 0.12) cN/tex
- b) $80 \leq a \leq 150$: (0.25 ± 0.05) cN/tex
- c) $a > 150$: (0.50 ± 0.05) cN/tex

④ A법(싱글법)

- a) 시험편이 길이를 (500 ± 1) mm로 조절한다.
- b) (2~3) m의 실을 제거한다.
- c) 꼬임이 풀리지 않도록 조심해서 회전하지 않는 클램프의 그립에 시험편을 물린다.
- d) 미리 결정된 초하중을 가한 상태에서 시험편을 회전하는 클램프의 그립에 삽입하고, 포인터를 움직여서 길이를 0으로 조절한 후 그립을 조인다.
- e) 시험편을 (1000 ± 200) rev/min의 속도로 해연하고, 포인터가 0을 가리킬 때까지 다시 가연한다. 해연시 시험편이 미끄러짐이 생기지 않도록 멈춤장치를 (2~4) mm이내로 조정하여 시험한다.
- f) 회전수/m의 단위로 꼬임수를 나타내는 카운터의 회전수를 기록한다.
- g) 시료에서 약 1 m의 실을 제거하고, 다음 시험편을 채취한다.

⑤ B법(더블법)

- a) A법의 절차에 따라 시험을 진행한 후, 카운터를 0으로 맞추지 않고, 두 번째 시험을 위의 방법으로 그립을 물린다.
- b) 시험편을 (1000 ± 200) rev/min의 속도로 예비시험에서 측정한 꼬임수나 제품

- 에 기록된 꼬임수의 1/4이 될 때까지 해연하고, 포인터가 0이 될 때까지 다시 가연한다.
- c) 회전수/m의 단위로 꼬임수를 나타내는 카운터의 회전수를 기록한다.
- d) 전체 시험편에 대해 위의 절차를 반복한다.
- e) 시료에서 약 1 m의 실을 제거하고 ,다음 시험편을 채취한다.

8. 결과 및 계산

- ① 시험편의 길이가 500 mm이므로 카운터에 표시된 회전수는 회전수/m의 단위로 나타낸 꼬임수가 된다.
- ② 시료의 평균 꼬임수 : 다음 식을 사용하여 회전수/m의 단위로 나타낸 평균 꼬임수를 계산한다.

$$\bar{t}_x = \frac{\sum t_x}{n}$$

여기에서

t_x : 시료의 평균 꼬임수

$\sum t_x$: 모든 시험편의 꼬임수 합

n : 시험편 수

- ③ 측정값의 변동 : 측정한 꼬임수의 변동계수와 95 % 신뢰구간에 있는지의 여부를 확인하기 위해서는 표준 통계법으로 계산한다.
- ④ 연계수 a : 다음 식으로 계산한다.

$$a = t \left[\frac{T}{1000} \right]^{\frac{1}{2}}$$

여기에서

a : 연계수

t : 회전수/m의 단위로 표기한 꼬임수

T : 텍스로 표시한 선밀도

9. 시험보고서

- ① 시험한 재료의 확인
- ② 시험 날짜
- ③ 사용한 시험기
- ④ 시료의 형태(실 패키지, 경사, 직물)
- ⑤ 사용한 샘플링 방법
- ⑥ 시험한 시험편의 수
- ⑦ mm 단위로 나타낸 시험편의 길이
- ⑧ 적용된 초하중
- ⑨ 각 패키지에 대해 회전수/m의 단위로 표기한 평균 꼬임수와 필요시 변동계수
- ⑩ 전체 패키지에 대해 회전수/m의 표기한 평균 꼬임수와 필요시 %로 표기한 변동계수
- ⑪ 필요시 적당한 단위로 표기한 95 % 신뢰수준
- ⑫ 'S' 또는 'Z'로 나타낸 꼬임방향
- ⑬ 필요시 연계수
- ⑭ 규정된 시험절차에서 벗어난 부분의 상세한 내용