

3장. 역학시험

16. 마모강도(로터리 플랫폼 더블 헤드법)

1. 개요

(1) 시험의 필요성 및 목적

원단의 마모는 섬유 파괴, 절단 등에 의한 원단의 퇴화를 말한다. 원단의 마모는 원단에 작용하는 충격, 굴곡, 마찰 등 여러 인자에 의해 영향을 받으므로 한 가지 인자만 가지고 평가하는 것은 바람직하지 않다. 그러나 그 중 마찰이 가장 중요한 인자이므로 원단의 마모를 평가하기 위해서는 일반적으로 마찰저항 즉, 원단이 마찰에 견디는 능력을 측정하고, 이를 마모 강도로 나타낸다.

(2) 시험원리

규정된 하중 조건 아래에서 시험편의 회전운동에 의한 시험편 표면과 마모륜의 마찰작용을 통해 시료의 마모 저항성을 평가한다.

(3) 적용범위

이 규정은 로터리 플랫폼 더블헤드 마모 시험기를 통해 원단의 마모 저항성을 시험하는 방법에 대해 규정한다.

2. 인용표준

ASTM D 123 섬유관련 용어

ASTM D 1776 섬유 시험실 컨디셔닝 시행

ASTM D 3885 섬유의 마모강도 시험방법 (굴곡 마모법)

ASTM D 3886 섬유의 마모강도 시험방법 (팽창막법)

ASTM D 4158 섬유의 마모강도 시험방법 (유니폼 마모법)

ASTM D 4966 섬유의 마모강도 시험방법 (마틴데일법)

ASTM D 5034 섬유의 인장 강신도 시험방법 (그래브법)

ASTM D 5035 섬유의 인장 강신도 시험방법 (스트립법)

AATCC 93 섬유의 마모성 시험 (Impeller tumble method)

3. 용어

- ① 마모(abrasion) : 또 다른 표면과의 마찰로 인해 닳아지는 현상
- ② 마모 사이클(abrasion cycle) : 마모 시험시, 시험편 표면위로 움직이는 시험편 파지대의 1회 또는 그 이상의 움직임 또는 시험편이 마모자 위를 가로 질러 움직여 출발점에 되돌아오는 횟수
- ③ 절단력(breaking force) : 시료가 절단점에 도달할 때의 힘

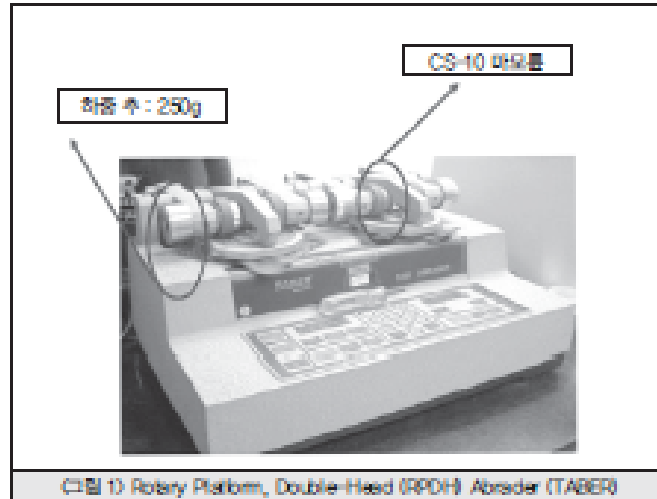
4. 장치, 기구 및 시약

- ① 시험기기 : 편평하고 원형이며, 분리가 가능한 시험편 파지대와 마모륵을 장착할 수 있는 두 개의 축, 그리고 시험편과 파지대를 회전시키는 모터, 모터를 냉각시키는 팬, 마모시 발생하는 찌꺼기를 제거하는 진공 흡입장치, 시험편 파지대의 회전을 측정하는 계수장치 등이 일체형으로 구성되어 있으며, 시험편 파지대는 회전하는 동안 시험편을 유지할 수 있어야 한다. 시험편 홀더

의 회전 동작에 의해 회전하는 마모륵과 홀더 표면 위 시험편과의 마모 내구성을 측정한다.

- ② 마모륵 : 축에 장착되어 있는 마모륵은 시험편 표면 위의 가장자리를 회전하며, 마모륵과 시험편의 접촉각은 예각을 이루고, 두 개의 마모륵은 서로 반대 방향으로 회전한다. 마모륵 재질은 고무와 유리 형태의 두 종류가 있다. 두 재질 모두 여러 가지 등급으로 나뉜다. 마모륵의 두께는 13 mm이고, 지름은 약 50 mm이다. 시험편이 섬유인 경우, 주로 고무형의 마모륵이 사용되는데, 이 마모륵은 마모입자가 고무속에 박혀 있는 탄력성있는 형태이기 때문에 시험 중에 뒤틀리게 된다. 따라서 뒤틀림을 보상하기 위해서 마모륵을 장착하여야 한다.
- ③ 유리형 마모륵은 고무형 마모륵과 달리 경질이다. 마모륵의 거칠기를 조절하기 위하여 다이아몬드 재질의 뾰족한 끝으로 연마하여 사용한다.
- ④ 시험편 파지대는 모터로 구동되는 회전판 위에 설치되어 회전운동을 하게 된다.
- ⑤ 조임쇠는 시험편 파지대에 시험편을 단단히 고정하는데 사용하며, 가벼운 직물을 파지하는 조임쇠와 무거운 직물을 파지하는 조임쇠가 있다.
- ⑥ 시험편 위에 가해지는 마모륵의 무게를 조정하는 하중 조절장치가 있어야 한다. 축의 무게를 제외하고, 마모륵 하나에 250 g의 하중을 가한다. 마모 시험기의 제조자는 하중을 500 g 또는 1,000 g으로 증가하여 사용할 수 있도록 추를 제공하고 있다. 또한 마모륵 하나에 125 g의 하중을 제거할 수 있는 보정추를 사용할 수도 있다.
- ⑦ 보조장치 : 고무형 마모륵의 경우 표면을 재생시키기 위해 탄화규소 연마지로 만든 재생 디스크를 사용하고, 마모륵에서 떨어져 나간 입자를 제거하기 위

해 브러시를 사용한다.



5. 안전 수칙

(1) 시험편 제작시

시험시 울퉁불퉁한 면이 없도록 하며, 평평한 면 위에 마모시험이 잘 진행되도록 파지대에 구김이 없이 잘 파지시킨다.

(2) 시험기기 작동시

- ① 시험기기의 회전수가 70 rpm이 되는지 확인한다. 사용되는 마모륵에 균열이나 파단의 흔적이 없어야 한다.
- ② 회전수 카운터의 작동과 실제 회전수가 일치하는지를 확인한다.

6. 시험편 준비 및 장치보정**(1) 시험편 준비**

- ① 재료에 적용할 수 있는 규정에 따라 또는 구매자와 판매자 사이의 동의에 의해 로트 샘플링을 한다.

시험실 샘플링은 아래와 같은 방법에 따라 시행한다.
- ② 로트 샘플링에서 원단의 폭 방향으로서는 전폭을, 길이 방향으로서는 적어도 50 cm가 되도록 시료를 채취한다. 롤과 원단의 끝단으로부터 1 m 이내의 부분이 포함되어서는 안된다.
- ③ 만약 시험편 수가 규정되어 있지 않으면 5개의 시험편으로 시험한다.
- ④ 시료를 15 cm×15 cm로 10개의 시험편을 제작하는데, 5개의 시험편은 마모 시험용이고, 다른 5개의 시험편은 비교 확인용이다. 정사각형 모양의 시료를 두 번 접어서 접혀진 코너 부분을 절단하여, 시험편의 중앙 부위에 6 mm 직경의 구멍이 생기도록 한다.

- ⑤ 시험편의 폭이 125 mm 또는 그 이상이 되도록 하며, 변부 끝단으로부터 25 mm 이내로 근접하지 않도록 한다.
- ⑥ 시험편은 접혀있지 않아야 하고, 주름이나 구김이 없어야 하며, 시험편을 다룰 때 기름, 물, 그리스 등이 묻어 있어서는 안된다.
- ⑦ 패턴이 있는 원단의 경우에는 대표되는 패턴 부분에서 시험을 진행한다.

(2) 장치 보정

- ① 휠의 위치 : 시험편 파지대의 중앙에서 고무형 마모륵의 휠까지 거리는 시험의 중요한 요소가 된다. 시험편 파지대의 중앙에서 왼쪽 마모륵의 플랜지까지의 거리는 25.8 mm가 되어야 하고, 오른쪽 마모륵의 위치는 27.4 mm가 되어야 한다. 유리형 마모륵의 시험편 중앙에 대한 휠의 위치는 중요하지 않다. 일반적으로 시험편 파지대의 중앙에서 마모륵의 플랜지까지의 거리가 양쪽 모두 동일하게 26.6 mm로 하는 것이 좋다.
- ② 휠 베어링 : 마모륵을 지지하는 축의 끝에 장착되는 2쌍의 휠 베어링은 회전이 빠를 경우 서로 달라붙지 않아야 한다.
- ③ 시험편 파지대의 위치 : 시험편 파지대와 마모륵의 회전축 사이의 수직 거리는 약 25 mm가 되어야 한다. 이 거리는 베어링을 설치하거나 시험편 파지대를 설치할 때 발생할 수 있는 실수를 방지하기 위해 규정하고 있다. 플랫폼이 규정된 거리를 유지할 수 있도록 어댑터를 만들어야 하며, 시험편 파지대는 플랫폼 위에서 회전해야 한다.
- ④ 플랫폼의 속도 : 플랫폼은 약 70 rpm으로 회전해야 한다.
- ⑤ 하중 조절용 보정추 : 보정추는 시험편 위에 가해지는 마모륵의 하중을 감소시킬 목적으로 사용된다. 보정추를 사용하면, 두 축에 서로 다른 하중이 가해

저 편차를 일으킬 수 있기 때문에 권장하지 않는다.

- ⑥ 유리형 마모륵을 사용할 경우, 두 개의 마모륵이 유사한 마모 특성을 나타내어야 하며, 표준직물을 사용하여 이를 확인한다. 이를 만족하는 한 쌍이 선택되면 이를 계속적으로 사용하여도 무방하다.
- ⑦ 마모륵의 선택 : 고무형의 마모륵에는 여러 종류의 등급이 있으며, 같은 등급 내에도 편차가 있을 수 있기 때문에 마모륵을 선택할 때 이러한 편차를 줄일 수 있는 방법을 따라야 한다. 이미 알고 있는 마모강도의 편차가 작은 표준직물에 개개의 마모륵을 시험하여 규정된 오차 내에 있도록 마모륵을 3쌍으로 나눈다. 유리형의 마모륵을 사용할 경우 두 개의 마모륵이 유사한 마모특성을 나타내어야 하며, 표준직물을 사용하여 이를 확인한다. 이를 만족하는 한 쌍이 선택되면 이를 계속적으로 사용하여도 무방하다.

7. 절차

- ① 모든 시험은 표준상태[(21±1) °C, (65±2) % RH]에서 진행한다.
- ② 시험편의 장착 : 시험편 파지대 위에 고무판을 놓고, 시험편의 표면을 위로 또는 규정된 방식대로 장착한다. 조임쇠를 가볍게 조이고, 시험편의 중앙에서 시험편을 고정하는 너트를 조인다.
- ③ 회전수 : 시험편에 적용할 회전수는 시험할 시료의 종류, 사용할 마모륵의 종류와 시험방법에 따라 다르며, 마모에 의한 강도감소, 마모에 의한 중량감소, 또는 실의 파괴발생 등에 근거하여 적용이 달라진다. 특별히 지정하지 않는 한 마모 회전수는 의뢰자와 협의하여 정한다.
- ④ 시험편의 이물질 제거 : 마모 중에 발생하는 린트와 마모입자를 주기적으로 제거한다. 이를 위해 진공흡입 장치와 브러시를 이용한다. 시험이 완전히 끝

나기 전까지는 시험편을 파지대에서 빼내지 않는다.

시험이 끝날 때마다 고무매트를 닦아준다. 기기에 흡입장치가 부착되어 있는 경우 흡입기를 시료 표면 위 0.8 mm에서 1.6 mm 사이에 위치시킨다. 진공의 세기는 마모된 입자를 흡입할 수 있는 정도로만 하고, 유연한 시험편의 경우 진공에 의해 들어 올려지지 않도록 한다.

- ⑤ 마모륵의 재생 및 청소 : 시험 도중 섬유입자, 호제, 가공제 등으로 마모륵의 표면이 무디어지거나 불균일해진 경우, 이를 일정한 시간 간격마다 청소하거나 표면을 재생하여야 한다. 그 주기는 시험하는 재료와 마모륵의 종류에 따라 달라진다. 고무형 마모륵은 시험중 불균일하게 마모되고, 무디어지므로 적절한 시간 간격으로 청소 또는 재생시켜야 한다. 이를 위해 여러 등급의 거칠기를 나타내는 재생 디스크(탄화규소 마모지)를 시험편 대신 장착하여 재생한다. 마모륵의 표면에 부착되어 있는 입자를 제거하기 위해 강모의 브러시를 사용할 수 있다.
- ⑥ 새로운 마모륵의 사용 : 고무형 마모륵은 50회전 동안 두 번 재생해야 하는데, 재생 디스크는 50회전에 하나를 사용한다. 두 번의 재생 후 마모륵의 색깔은 균일해야 한다. 만약 균일하지 않으면 다른 디스크를 사용하여 한 번 더 재생한다.
- ⑦ 여러 재료에 대해 시험하기 위하여 재생과 청소의 일정을 설정한다. 시험편을 규정된 회전수로 마모한다. 예를 들어 300회(마모될 표면에 따라 횟수가 달라질 수 있음.)를 마모시킨 후 재생 디스크로 25회 동안 재생하고, 브러시로 청소한다. 시험편을 다시 장착하고, 마모와 재생을 시험이 완결될 때까지 계속한다. 재생 디스크는 50회전만 사용하고 버린다.

- ⑧ 유리형 마모륜은 표면이 갑자기 잘려 나가거나 흠이 생기지 않는 한 불균일한 마모가 발생하지 않기 때문에 재생이 필요하지 않다. 사용 중에 마모륜의 틈이 시험편으로부터 탈락된 입자들로 인해 막힌 경우, 주기적으로 제거해야 한다. 예를 들면 300회마다 청소하는 것이 좋다. 이를 위해 압축공기를 사용하는 것이 가장 적절하다. 유리형 마모륜을 표면 코팅된 직물에 사용하는 것은 적절하지 않다. 왜냐하면 마모륜의 틈이 너무 빨리 막혀 무디어지고, 이를 제거하기가 쉽지 않기 때문이다. 이러한 재료의 제거를 위해 특정한 용매를 사용해야 하거나, 마모륜의 재생이 필요하다면, 이 시험에 유리형 마모륜을 사용하지 않는 것이 바람직하다.

8. 결과 및 계산

- ① 잔류 인장강도 : ASTM D 5034, 5035의 직물의 인장강도 및 신도 시험방법에 따라 인장강도를 측정한다. 단, 파지거리를 25 mm로 인장 시험기 클램프의 중앙에 마모된 시험편을 마모 방향과 수평이 되도록 파지하여 인장강도 시험을 하고, 0.5 kg(lb) 단위까지 표시한다.

주의) 시험편을 파지대에 완전히 평편하게 장착시키고, 마모 시험시, 시험편이 평편하게 유지되도록 하는 것이 중요하다. Mounting card는 대략적으로 108 mm 원 직경 혹은 사각형이며, 중앙부의 홀은 6.35 mm 직경으로 한쪽 면이 시료를 부착시킬 수 있는 스티커 접착 형식으로 되어 있다. 시험편의 뒷면을 부드러운 브러시로 잔류물을 제거하고, Mounting card 표면에 구김이나 접힘이 없는 상태에서 부착시킨다.

- ② 인장강도 저하율 : 원래의 시험편과 마모된 시험편으로 인장강도 시험을 한다. 단, 파지거리를 25 mm로 하고, 인장 시험기 클램프의 중앙에 마모된 시험

편을 파지하여 시험을 한 후, 인장강도 감소율을 다음 식에 따라 1.0 % 까지 계산한다.

$$AR (\%) = 100(A-B)/A$$

AR : 인장강도 감소율, %

A : 마모 전의 인장강도, g(lb)

B : 마모 후의 인장강도, g(lb)

- ③ 파괴시까지의 마모 회전수 : 특정한 파괴점을 기준으로 할 경우, 파괴점이 나타날 때까지의 마모 회전수를 측정한다(예 : 실이 파단되는 경우, 코팅이 닳아질 때, 광택이 사라지는 경우, 변퇴 등).

9. 시험 보고서

- ① End point를 기록한다.
- ② 사용한 휠 타입과 하중을 기록한다.
- ③ 결과값의 평균값을 기록한다.

10. 주의사항

- ① 정확한 마모륵이 장착이 되어 있는지 확인한다.
- ② End point를 정확히 기입한다.
- ③ 유리형 마모륵을 재생할 경우, 한 쌍의 마모륵의 표면이 고르게 연마되도록 재생기 내의 연마 나사를 고정시킨다.
- ④ 고무형 마모륵을 재생할 경우, 재생 디스크의 표면이 마모가 되어 있는지 여

부를 확인한다.

- ⑤ 진공 흡입구와 시료간의 간격이 0.8 mm~1.6 mm이 되도록 조절한다.