

4장. 기능성 시험

35. 투습도

1. 개요

(1) 시험의 필요성 및 목적

투습성이란 땀의 수증기를 의복의 외부에 방출시키는 기능에 관한 것이다. 만일 의복에 투습성이 없다면 땀의 수증기가 의복의 안쪽에 맺혀 결로현상이 발생되어 체열의 손실을 가져오게 된다. 이 시험은 간단한 장치를 사용해서 투과성, 반투과성 물질을 통해 신뢰할 만한 수증기 이동의 값을 얻는 것이 가장 큰 목적이다.

(2) 시험 원리

특정한 온도와 습도 조건하에서 특정의 평평한 표면에 대해 물체의 단위 면적을 통과하는 단위시간당 일정한 수증기의 이동량을 구한다.

현재의 투습성 시험 방법의 원리는 크게 2가지로 대별된다.

첫번째 방법은“염화칼슘법”이다. 이 방법에서는 컵 속에 흡습제(염화칼슘)를 넣어 시료를 통하여 컵 속으로 침입하는 투과 수증기의 양을 흡습제의 증량으로써 측정한다.

두번째 방법은“워터법”이다. 이 방법에서는 컵 속에 물 또는 아세트산포타슘 용액을 넣어 시료를 통하여 컵 밖으로 확산하는 투과 수증기의 양을 물 또는 아세트산포타슘 용액의 감량으로 측정한다.

(3) 적용 범위

이 표준(KS)은 섬유제품의 투습도 시험방법에 대하여 규정한다. 그러나 ASTM의 방법에는 재료 전반을 대상으로 한 투습성의 시험 방법이 규정되어 있다. 이 시험 방법은 두께 32 mm 이하의 광범위한 시트 재료(종이, 플라스틱 필름, 종이상자, 목재, 석고 보드 등)를 대상으로 하고 있다.

2. 인용 표준

KS K 0021 섬유 제품의 취급에 관한 표시 기호 및 그 확인 표시 방법

KS M 8040 염화칼슘(수분 측정용)(시약)

KS M 8318 아세트산포타슘(시약)

3. 용어

① 투습도

규정된 온도 및 습도 하에서 1시간 동안 섬유 제품 1 m²를 통과하는 수증기의 무게(g)

② 시료

직물의 경우에는 양변에서 전체 나비의 1/10씩 양끝에서 100 cm 이상 떨어진 곳에서 채취하고, 편직물의 경우는 양끝에서 50 cm 이상, 변이 있는 것은 변 끝에서 10 cm 이상 떨어진 곳에서 채취한 것

4. 시험 방법

(1) 염화칼슘법

1) 장치 및 재료

- ① 항온 항습 장치 : 규정 온도 및 습도를 유지한 공기가 풍속 약 0.5 m/s로 순환되는 것
- ② 화학 저울 : 1 mg 이상의 감도를 가진 것
- ③ 투습컵 : 원칙적으로 <그림 1>에 표시한 것으로 하고 그 재질이 수증기를 통과시키지 않는 것으로 시험 조건에 따라 부식하거나 투습 면적의 변화가 생기지 않는 것
- ④ 흡습제 : KS M 8040에 규정한 것

2) 절차

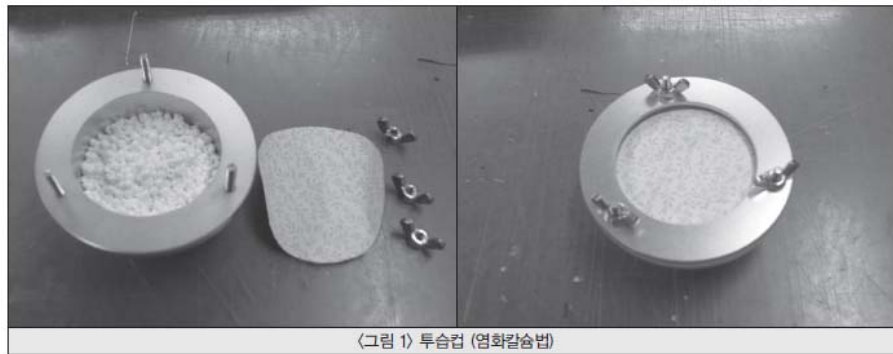
- ① 지름이 약 7 cm의 원형 시험편을 3매 채취한다.
- ② 미리 약 40 °C로 전처리한 투습컵에 흡습제를 33 g 넣은 다음, <그림 1>과 같이 시험편의 표면을 흡습제 쪽으로 하여 흡습제로부터 3 mm가 되도록 놓는다. 투습컵에 동심원이 되도록 하여 패킹과 링을 순차적으로 올려 놓고 나비 너트로 고정한다.
- ③ 다시 장착 측면을 비닐 점착 테이프로 봉합하여 시험체를 준비한다.
- ④ 이 시험체를 온도 (40 ± 2) °C, 상대습도 (90 ± 5) %의 공기가 순환하는 항온 항습 장치에 넣고 1시간 후에 시험체를 꺼내어 곧바로 무게 a1(mg)을 측정한다.
- ⑤ 이 시험체를 다시 항온 항습 장치에 넣어서 1시간 후에 시험체를 꺼내어 바로 무게 a2(mg)를 측정한다.

- ⑥ 계산 - 3회 시험의 평균값

$$P = 10 \times (a_2 - a_1) / S$$

단, P : 투습도[g/(m² · h)]
 $a_2 - a_1$: 1시간 처리 후 시험편의 무게 변화(mg/h)
 S : 투습 면적(cm²)

- 소수점 이하 첫째 자리까지 구하고 정수 자리로 표기



- 염화칼슘법 : 흡습제(염화칼슘)를 투습컵에 33 g 넣은 후 시험편의 표면을 흡습제 쪽으로 하여 흡습제로부터 3 mm가 되게 한다. 패킹과 링을 순차적으로 끼운 후 나비 너트로 고정한다.

(2) 워터법

1) 장치 및 재료

- ① 항온 항습 장치 : (1)-1)-①에 규정한 것.
- ② 화학 저울 : (1)-1)-②에 규정한 것.
- ③ 투습컵 : 원칙적으로 <그림 2>와 같은 것으로서 그 재질은 수증기가 통과하지 않고, 시험조건에 따라 부식하거나 투습 면적의 변화가 생기지 않는 것

2) 절차

- ① 지름 약 8 cm의 원형 시험편을 3매 채취한다.
- ② 미리 약 40 °C로 전 처리한 투습컵에 약 40 °C의 물을 42 mm 높이로 넣고 물과 시험편 아랫면의 거리를 10 mm로 한다.
- ③ <그림 2>와 같이 시험편의 이면을 물 쪽으로 향하도록 하여 투습컵에 대하여 동심원이 되도록 하고 패킹과 링을 순차적으로 올려 놓고 나비 너트로 고정한다.

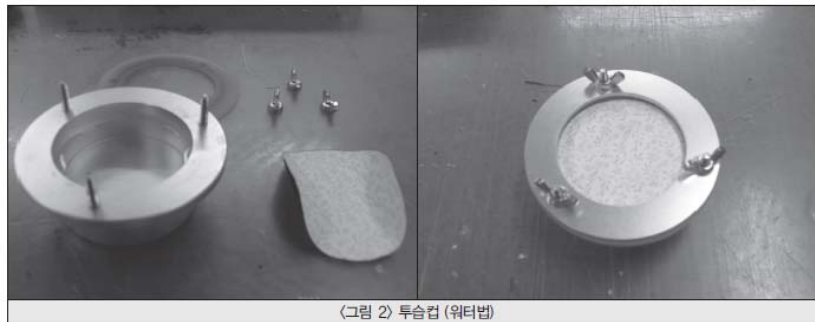
- ④ 다시 장착 측면을 비닐 점착 테이프로 봉합하여 시험체로 한다.
- ⑤ 이 시험체를 온도 $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 상대습도 $(50 \pm 5) \%$ 의 공기가 순환하는 항온
 항습장치에 넣고 1시간 후에 시험체를 꺼내어 곧바로 무게 $a_1(\text{mg})$ 을 측정한다.
- ⑥ 이 시험체를 다시 항온 항습 장치에 넣어서 1시간 후에 시험편을 꺼내어 바로
 무게 $a_2(\text{mg})$ 를 측정한다.

$$P = 10 \times (a_1 - a_2) / S$$

단, P : 투습도 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$
 $a_1 - a_2$: 1시간 처리 후 시험편의 무게 변화 (mg/h)
 S : 투습 면적 (cm^2)

- ⑦ 계산 - 3회 시험의 평균값

- 소수점 이하 첫째 자리까지 구하고 정수 자리로 표기



<그림 2> 투습컵 (워터법)

- 워터법 : $40 ^\circ\text{C}$ 의 증류수를 투습컵의 42 mm 까지 채우고 물과 시험편의 거리는
 10 mm 로 한다. 시험편의 이면을 물 쪽으로 향하게 하여 투습컵에 올리고, 패킹
 과 링을 순차적으로 끼운 후 나비 너트로 고정한다.

(3) 아세트산포타슘법

1) 장치 및 재료

- ① 항온
- ① 항온 장치 : 규정 온도로 조절할 수 있는 것
- ② 화학 저울 : (1)-1)-②에 규정한 것
- ③ 투습컵 : 원칙적으로 <그림 2>에 표시한 것으로 하고 그 재질이 수증기를 통과

시키지 않는 것으로 시험 조건에 따라 부식하거나 투습 면적의 변화가 생기지 않는 것

- ④ 시험편 지지틀 : 안 지름 약 80 mm, 높이 약 50 mm, 두께 약 3 mm의 합성 수지제의 원통형의 것
- ⑤ 수조 : 항온 장치에 들어갈 수 있고, 시험편 지지틀을 고정 할 수 있는 구조인 것
- ⑥ 투습도 측정용 보조 필름 : 공극률 약 80 %의 미다공질 구조를 갖고 두께 약 25 μm 인 폴리테트라플루오로에틸렌 필름
- ⑦ 흡습제 : KS M 8318에 규정한 것

2) 절차

- ① 시료에서 약 20 cm × 20 cm 크기의 시험편을 3매 채취한다.
- ② 온도 약 23 °C의 물이 들어 있는 수조를 온도 (30 ± 2) °C의 공기가 순환하는 항온 장치 안에 놓고 시험편을 시험편 지지틀에 시험편의 이면이 지지틀의 바깥쪽으로 향하도록 고무제 밴드로 장착하고, 이 시험편 지지틀을 항온 장치 안의 수조의 물에 떠오를 수 있도록 고정한다.
- ③ 투습컵에 온도 약 23 °C로 유지된 아세트산포타슘 용액을 투습컵 용적의 약 2/3 가량 넣고 투습도 측정용 보조 필름을 고무제 밴드로 장착하여 시험체로 한다.
- ④ 이 시험체의 무게 $a_0(\text{mg})$ 를 필름 장착쪽을 위로 한 상태에서 측정한 후 바로 시험체를 거꾸로 세워 시험편 지지틀 속에 넣고 15분 후에 시험체를 꺼내어 필름 장착 쪽을 위로 한 상태에서 무게 $a_1(\text{mg})$ 를 측정한다. 단, 이 시험방법은 시험 시에 물이 침투하는 시료에는 적용할 수 없다.

- ⑤ 계산 - 3회 평균값

$$P = 40 \times (a_1 - a_0) / S$$

단, P : 투습도 [$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]
 $a_1 - a_0$: 15분 처리 후 시험편의 무게 변화(mg/h)
 S : 투습 면적(cm^2)

- 소수점 이하 첫째 자리까지 구하고 정수로 표기

5. 안전 수칙

- ① 워터법 수행시, 이동 중에 시험 시료에 물이 닿지 않도록 한다.
- ② 시험편이 완전히 밀착할 수 있도록 설치한다.

6. 결과

결과 표시에는 시험의 종류 및 평균값을 표시하고 특히 시험편을 미리 전처리한 경우에는 그 내용을 부기한다.

보기 1. 염화칼슘법 200 g/(m²·h) 또는 염화칼슘법 4 800 g/(m²·24h)

보기 2. 아세트산포타슘법 1 000 g/(m²·h) 또는 아세트산포타슘법 24 000 g/(m²·24h),

KS K 0021의 103의 절차를 3회 반복 처리

7. 국가별 시험법 비교

시험법	ASTM E 96-2005	ISO 2528- 1974
Dish Diameter (투습도 컵의 직경)	원형	(79.8±0.4) mm
Dish Depth (투습도 컵의 깊이)	19 mm(3/4 in)	15 mm, 8 mm
Dish Area (투습도 컵의 면적)	최소 30 cm ² (4.65 in ²)	50 cm ²
Chamber Air Velocity (공기순환 속도)	(0.002 ~ 0.3) m/s	(0.5 ~ 2.5) m/s
시험편 개수	3개(표리가 다를 시 각 2매씩)	직경 90 mm 3매
시험 조건	@Procedure A : Desiccant Method at 73.4 °F(23 °C) @Procedure B : Water Method at 73.4 °F(23 °C) @Procedure BW : Inverted Water Method at 73.4 °F(23 °C) @Procedure C : Desiccant Method at 90 °F(32.2 °C) @Procedure D : Water Method at 90 °F(32.2 °C) @Procedure E : Desiccant Method at 100 °F(37.8 °C)	@Condition A : Temp.(25±0.5) °C 상대 습도 (90±2) % @Condition B : Temp. (38±0.5) °C 상대 습도 (90±2) % @Condition C : Temp. (25±0.5) °C 상대 습도 (75±2) %

시험 절차	1) Desiccant method ① 시험편 하단과 흡습제와의 거리를 6 mm(1/4 in.)까지 채운다(depth : 12 mm). ② chamber내에서 dish 무게를 매 시간 별로 단다 (8~10회의 data point). ③ 수분 흡수량이 10 %넘기 전에 시험완료 2) Water method ① 시험편 하단과 컵 안의 물과의 거리를 (20±5) mm [(0.8±0.2) in.]로 채운다(depth : 5 mm). ② dish를 chamber내에 수평으로 넣는다. 이하 desiccant method과 동일하다.	① 시험편 아래 (3~4) mm까지 건조제를 채운다. ② 시험편 위에 cover template나 ring template를 놓고, wax를 부어 냉각시킨 후 중량을 측정한다. ③ 시험체를 규정된 조건의 chamber내에 넣고 24, 48, 96시간대별로 무게를 단다. (각 시간대별 무게 차가 5 mg 이상인 것은 3, 4, 8 시간대별 무게를 단다.) ④ 무게 차가 5 % 이하일 때까지 계속 진행한다.
시험결과 계산	1) Water Vapour Transmission $\therefore WVT = G/A = g/h \cdot m^2$ G=무게변화, grains t=(무게변화)가 일어난 동안의 시간, h G/t=직선의 기울기, grains/h A=시험 면적(투습컵의 입구 면적), ft WVT=수증기 투과율, grains/h · ft²	1) $WVT = (240 \times m_1)/S$ • m_1=중량의 증가 (Graph로 부터 결정된 시간당 중량의 증가) (mg/h) • S=시험편 표면적(m²) →대개 50 cm²

시험법	JIS L 1099-1993	—
Dish Diameter (투습도 컵의 직경)	1) 60 mm(JIS A-1,A-2)	—
Dish Depth (투습도 컵의 깊이)	1) 25 mm(JIS A-1,A-2)	—
Dish Area (투습도 컵의 면적)	—	—
Chamber Air Velocity (공기순환 속도)	0.5 m/s	—
시험편 개수	원형 3매	—
시험 조건	1) 염화칼슘법 : (40±2) °C, (90±2) % 2) Water법 : (40±2) °C, (50±2) %	—
시험 절차	1) 염화칼슘법 ① 직경 7 mm시험편과 흡습제와의 거리를 3 mm로 한다(시험편의 표면이 흡습제 쪽). ② 패킹 후 chamber내에서 1시간 방치 후 중량을 단다(a_1). ③ 다시 1시간 후 중량을 단다(a_2). 2) Water법 ① 직경 8 mm시험편의 이면과 물과의 거리가 10 mm가 되도록 패킹(시험편의 이면이 물이 있는 쪽). ② 패킹 후 chamber내에서 1시간 방치 후 무게를 단다(a_1). ③ 다시 1시간 후 중량을 단다(a_2).	—
시험결과 계산	1) 염화칼슘법 $\therefore P = 10 \times (a_2 - a_1)/S$ P : 투습도 [g/(m² · h)], S : 투습 면적(cm²) 2) Water법 $\therefore P = 10 \times (a_1 - a_2)/S$ P : 투습도 [g/(m² · h)], S : 투습 면적(cm²)	—