

전기용품 안전기준

K 60648

초 판
1979

전기 절연용 플라스틱 필름과 시트의
마찰 계수를 측정하는 방법

전기 절연용 플라스틱 필름과 시트의 마찰 계수를 측정하는 방법

1. 적용범위

1.1 본 방법은 특정한 시험 조건하에서 동일 물질과 또는 다른 물질에 미끄러져 들어갈 때 플라스틱 필름 및 시트의 개시 계수 및 마찰 계수의 결정에 대해 다루고 있다. 절차는 움직이는 면을 가진 고정 슬래드 및 고정면을 가진 동작 슬래드의 사용을 허용한다. 두절차는 주어진 시편에 대해서 동일한 마찰 계수 값을 산출한다.

주 - SI 단위의 표기된 수치를 기준으로 간주한다.

2. 중요성

2.1 마찰 특성의 측정은 동일 조건과 혹은 다른물질이 미끄러져 들어갈 때, 필름 및 시트 시편에 대해 가능할 수 있다. 마찰 계수들은 포장에 적용하는데 있어서 넓은 관심사인 플라스틱 막의 미끄럼 특성에 관계한다. 이 방법들은 필름 생산에서 관리 목적을 위한 경험적인 데이터를 산출한다. 실제동작과 시험결과와의 상호관계는 일상시에 설정될 수 있다.

2.2 미끄럼 특성은 예로 폴리에틸렌 같은 몇몇 플라스틱 필름에 첨가제를 넣으로써 생성된다. 이 첨가제들은 필름 매트리스에 대해 다양한 정도의 호환성을 가진다. 그들의 일부는 표면으로 석출되거나 표면으로 발산하여 필름 매트릭스를 윤활시키고 보다 더 미끄럽게 만든다. 이러한 부풀어 오름 현상은 필름 표면의 모든 면적에 대해 항상 일정하지 않을 수 있으므로, 이러한 시험의 측정치는 재현성에 한계를 가진다.

2.3 플라스틱 필름과 시트의 마찰 특성은 두 표면 사이의 움직임의 비율의 동일성에 달려 있다. 장비의 움직임 속도는 가능한 한 조심스럽게 조절하도록 주의한다.

2.4 이 절차에 의해 얻어진 데이터는 필름이나 시트의 수명과 표면상태에 극히 민감할 것이다. 많은 미끄럼 첨가제의 표면석출 움직임은 시간 의존적이다. 이 이유로 때때로 다른 시간에 만들어진 필름들이나 판들의 미끄럼과 마찰 특성들을 비교하는 것은 이 효과를 고려하지 않는다면 의미가 없다.

2.5 플라스틱 필름과 시트의 마찰과 미끄럼 특성은 표면 현상 측정에 기초한다. 생산물들이 다른 과정이나 같은 과정으로 다른 기계에 의해 만들어짐으로 그들의 표면은 장비나 생산조건에 의존적일 것이다. 그런 요소들은 이 방법들로부터 평가된 데이터에 비중을 주어야 한다.

2.6 정마찰의 계수 측정은 움직임이 시작하기 전의 시간에 있어서의 차이에 기인한 하중이 걸린 슬래드와 플랫폼 사이에 발생하는 블록킹의 양과 하중율에 대해 상당히 관련되어 있다.

2.7 전자식이나 기계식이건 간에, 레코더의 응답 속도는 지나치게 빠르지 않도록 주의를 기울여야 한다.

3. 용어 정의

3.1 미끄러짐

서로 접촉하여 미끄러지는 두 표면의 윤활성을 나타내는 용어. 어떤 의미에서는 높은 마찰 계수는 낮은 미끄러짐을 낮은 마찰계수는 높은 미끄러짐을 의미하는 마찰의 반대어이다.

3.2 마찰

한 물질의 표면이 인접한 자체 물질 또는 다른 물질의 표면으로 미끄러지거나 미끄러지는 경향이 있을 때 발생하는 저항력

접촉하고 있는 고체의 표면 사이에서 마찰은 두 종류이다.

- 1) 하나의 표면을 또 다른 표면위로 움직이기 시작하는데 필요한 힘에 반대되는 저항
- 2) 다양한, 고정된 또는 미리 정해진 속도에서 한 표면을 다른 표면 위로 움직이는데 필요한 힘에 반대되는 저항

3.3 마찰 계수

세부절 3.2에서 정의된 마찰력의 힘(보통 중력으로 접촉하고 있는 두 표면에 수직으로 작용하는)에 대한 비율. 이 계수는 재료의 표면이 인접한 자체물질 또는 다른 물질의 표면 위를 미끄러져 나가는 것에 대한 상대적인 어려움의 측정이다.

정마찰 또는 마찰개시 계수(μ_s)는 서로에 상대적인 표면의 움직임을 시작하기 위해 측정된 힘에 관련되어진다. 동마찰(μ_k) 또는 미끄러짐 마찰 계수는 이 움직임을 유지하는데 측정된 힘에 관련된다.

4. 시험 시편

4.1 평면에 부착되어진 시험시편은 압출 방향이 존재하고 동일할 때 대개 기계 방향에서 250mm (10in), 역방향에서 130mm(5in)로 자른다.

4.2 sled에 부착된 0.254mm(0.01in)보다 크지 않은 평균 표준 두께를 가지는 필름 시편은 대개 120mm(4 $\frac{1}{2}$ in)정사각형으로 자른다.

4.3 sled에 부착된 플라스틱 시트 시편(0.254mm(0.01in) 평균 표준 두께보다 큰)이나 다른 물질은 63.5mm(4 $\frac{1}{2}$ in) 정사각형으로 자른다.

4.4 플라스틱 시트 시편은 평평하고 뒤틀림이 없어야 한다. 시편의 가장자리들은 부드럽게 둥글려져야 한다.

4.5 명시되어 있지 않는 한, 각 시편 당 다섯 번 측정한다.

주

1 - 플라스틱 필름들과 시트는 비등방성이나 압출 효과 때문에 그 들의 대표적인 원리 방향들에서 다른 마찰적 성질들을 보일 것이다. 시편들은 기계나 횡단 방향에서 그들의 긴 치수로 측정될 것이다. 그러나, 기계 방향에 평행한

긴 치수로 분과조항 4.1절에 명시된 대로 시험하는 것이 보다 일반적이다.

- 2 - 주의 : 시편을 다루는데서 세심한 주의가 있어야 한다. 측정 표면은 시편의 표면 특성을 변화시킬 수 있는 모든 먼지, 실보푸라기, 지문, 외부적 문제들이 없어야 한다.

5. 조 건

5.1 조 건

측정 전에 적어도 40시간 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ($73.4\pm 3.6^{\circ}\text{F}$)와 $50\pm 5\%$ 상대습도에서 측정 시편들을 조건화한다. 검사가 필요하다. 일치하지 않은 경우, 허용오차는 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.8^{\circ}\text{F}$)와 $\pm 2\%$ 상대습도여야 한다.

5.2 시험조건

시험방법에 명시되어 있지 않는 한 대개 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ($73.4\pm 3.6^{\circ}\text{F}$)와 $50\pm 5\%$ 상대 습도의 표준대기 상태에서 측정을 시행한다. 불일치할 경우에 허용오차는 대개 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.8^{\circ}\text{F}$)와 $\pm 2\%$ 상대습도 이어야 한다. 특별한 경우에 조건화 사항이 일치되지 않고 데이터는 작동에 있어서 직접적인 도움이 될 수 있는 대조시험으로서, 다른 조건화과정이 사용되고 측정 보고서에 기록된다. 마찰적인 특성들은 반드시 시편이 대기 상태에서 본질적인 평형에 도달하기 위한 충분한 시간이 지난 후에 측정한다.

6. 기 구

6.1 슬래드(Sled)

한쪽 끝에 나사로 조여져 있는 대개 6mm (0.25in) 두께의 금속 블록 63.5mm^2 ($2\frac{1}{2}\text{in}$). 유연성 있는 필름(sub-4.2절을 보아라)을 부착하였을 때 블록은 중간 밀도의 3.2mm ($\frac{1}{8}\text{in}$)두께의 발포 고무로 덮여져야 한다. sled 끝에서 끝으로 주위에 깔끔하게 덮고 그 위치를 고정시킨다. 플라스틱 시트(sub-4.3절을 보아라)가 부착되었을 때 양 면 테잎을 그 시편을 부착시키는데 사용한다. 포장된 sled와 시편의 총 무게는 $200\pm 5\text{g}$ 일 것이다.

6.2 평 면

대략 $150\text{mm} \times 300\text{mm} \times 1\text{mm}$ ($6\text{in} \times 12\text{in} \times 0.040\text{in}$) 크기인 세척된 플라스틱, 나무나 금속 시트, 유리의 부드럽고 평평한 조각은 평면의 상위 표면을 덮는다. 이것은 시편에 부드러운 지지체를 공급한다.

6.3 원하는 치수로 자르는 시편을 자르는데 적절한 가위나 칼

6.4 셀로판이나 압력에 민감하고 단면인 접착 테잎

6.5 양면 접착 테잎

6.6 $0.33\pm 0.05\text{mm}$ ($0.013\pm 0.002\text{in}$) 직경을 가지고 있고 3.6kg (8lb) 하중을 지탱할 수 있는 나일론 단일 필라멘트

6.7 낮은 마찰 도르레

금속 포크에 단단한 철 원뿔 베어링에 놓인 페놀 형태 도르레. 볼 베어링 형태 도르레도 역시 사용할 수 있다.

6.8 힘 측정 기구

그 값의 $\pm 5\%$ 까지 마찰력을 측정할 수 있어야 한다. 스프링 게이지(주의 참조)범용 측정 기계나 스트레인 게이지가 사용된다.

주 - 필요한 스프링 게이지(그림 1a)와 1b), 18쪽)의 용량은 측정 값의 범위에 의존한다. 대부분의 플라스틱들의 경우 10g이나 그보다 적은 값으로 세분된 500g 용량 게이지가 적당하다. 이 스프링은 2.5이하의 마찰 계수를 측정할 것이다.

6.9 지지대

까지 대략 200mm x 380mm의 부드러운 나무나 금속 지지대가 평면을 부양하는데 필요하다. 지지대는 간단한 직각 상자일 것이다. 범용 측정 기계가 움직이는 면을 당기는데 사용된다면 움직이는 크로스헤드와 힘 측정 소자 사이에 확고한 위치를 유지하기 위한 충분한 구조적 강도와 단단함을 가진 지지대가 필요할 것이다.

6.10 슬래드나 평면에 대한 움직임이나 당김 기구

평면은 $150 \pm 30 \text{ mm/min}$ ($0.5 \pm 0.1 \text{ ft/min}$) (그림 1b)) 동일한 표면 속도를 유지할 수 있는 적어도 200mm (8in) 길이의 고무 코팅된 롤의 움직이는 쌍에 의해, 범용 측정 기계(그림 1d), 18쪽, 주의)나 궤도를 도는 모터(그림 1e), 18쪽)로 움직이는, 천천히 움직이는 드라이브의 크로스헤드에 의해 당겨질 것이다. 일정 속도 연쇄-드라이브 시스템도 역시 알맞다. (그림 1a)). 파워-작동 요소는 $150 \pm 30 \text{ mm/min}$ ($0.5 \pm 0.1 \text{ ft/min}$)의 동일한 속도에서 수평으로 쌓여진 시편 위에 잡아 슬래드를 잡아 당기는데 사용된다. 윗쪽 크로스헤드에 하중셀이 장치되어 있고 아래쪽에 일정한 속도로 움직이는 크로스헤드가 장치된 범용 측정 기계가 적당하다. (그림. 1c를 참조)

주 - 범용 측정 장비의 움직이는 크로스헤드가 도르레 시스템(그림. 1d)을 통해 움직이는 면에 사용되는 곳에서 스트레인 게이지나 측정 장비내의 다른 하중 감지 기구가 힘 측정 소자로서의 역할을 한다.

7. 장치 준비

7.1 그림 1, 18쪽은 장치가 조립되어지는 다섯 가지 방법을 보인다. 모든 장치 조립을 위한 지지대는 평준화될 것이다.

7.2 그림 1a), b)의 장치가 사용된다면 스프링 게이지의 눈금을 다음과 같이 보정한다.

7.2.1 스프링 게이지 앞에 낮은 마찰 도르레를 놓는다.

7.2.2 스프링 게이지에 나일론 필라멘트의 한쪽 끝을 고정시킨다. 도르레를 넘어 필라멘트를 가져 오고 아래로 작동하도록 필라멘트의 보다 낮은 끝에 알 수 있는 무게의 추를 매단다.

주의 - 저울의 눈금은 $\pm 5\%$ 안에서 알고 있는 무게에 일치해야 한다. 이 측정을 위해 사용된 추는 게이지에서 눈금 범위의 50%와 75% 사이여야 한다.

7.3 그림 1a)와 b)의 장치를 위한 드라이브 속도는 $150 \pm 30 \text{ mm/min}$ ($0.5 \pm 0.1 \text{ ft/min}$)로 맞춘다. 이 속도는 면 옆에 150 mm (0.5 ft) 부분을 표시하고 150 mm (0.5 ft)로 이동하는 면에 대해 필요한 시간을 결정함으로써 알 수 있다.

7.4 범용 측정 기계를 고용하는 그림 1c)와 d)의 장치가 사용된다면 $150 \pm 30 \text{ mm/min}$ ($0.5 \pm 0.1 \text{ ft/min}$)의 크로스헤드의 움직임에 대해 적절한 속도를 선택한다. 하중 재배치 기록기에 대한 비슷한 속도가 바람직하다. 그러나, 기록기의 속도는 펜 추적을 읽는데 있어서 원하는 정확성을 줄 수 있도록 조절될 수 있다.

7.5 그림 1c)(움직이는 슬래드/고정되어있는 면) 장치가 사용되었을 때, 지지대에 외부 물질이 없도록 닦아내고 중심 조각들의 사이가 대개 100 mm (4 in)가 되도록 지지대의 길이를 따라 양면 접착 테잎의 두 조각을 놓는다.

7.6 테잎 조각들 위치에 면을 고정하고 꼭 누른다.

8. 절 차

8.1 250 mm 방향에서 시편의 기계방향으로 평면에 $130 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ ($5 \text{ in} \times 10 \text{ in}$) 필름이나 시트를 평면에 붙인다. 필요하다면 주름을 제거하기 위해 필름 시편을 부드럽게 한다. 시편 표면에 오염물이 묻지 않도록 조심한다.

주

1. - 몇몇 샘플의 경우, 평면에 시편의 이끄는 가장자리를 붙이는 것을 필요로 하는 것이 발견된다. 몇몇 경우에 그 시편은 평면 없이 그림 1b)의 작은 물 장치를 통해 잡아당긴다. 그러나, 어떤 논쟁이 일어나는 모두 네 가지 가장자리들의 붙임은 조정 방법일 것이다.
2. - 측정 시편이 미끄러질 때 일정함과 나중의 비교를 위해 시편들은 움직이고 있고 고정되어 있는 시편 모두를 위해 시편이 접촉면으로 사용될 수 있도록 놓여져야 한다.
3. - 마찰 측정 계수는 시편의 역방향에서 만들어진 움직임에서 그 자체물질이나 다른 물질 표면 위로 미끌어질 때 필름이나 시트 시편위에 만들어질 것이다. 그러나, 여기에 묘사된 그 방법들은 그 시편의 기계 방향에서 움직임에 제한된다.

8.2 필름 시편의 경우 퍼짐없이 주름을 제거하기 위해 시편을 단단하게 당기고 접착 테잎을 사용하여 슬래드의 뒤에 120 mm^2 ($4 \frac{1}{2} \text{ in}$) 필름 시편의 가장자리를 붙인다. 시트 시편의 경우 양면 테잎으로 슬래드면에 63.5 mm^2 ($2 \frac{1}{2} \text{ in}$) 시트시편이나 두 번째 기관을 붙인다. 슬래드(이런 방향이 존재하고 동일한 경우에)의 길이에 평행한 시편의 기계 방향을 유지한다.

8.3 나일론 필라멘트에 나사를 이용하여 시편이 덮힌 슬래드를 부착한다. 범용 측정 기계가 사용(그림 1c), 1d)된다면 도르레를 통하여 필라멘트를 통과하여 하중 감지 소자의 바닥 위 방향으로 향하게 하여 안전하게 붙인다. 스프링 게이지가 사용(그림 1a), 1b)되었다면 필라멘트를 안전하게 붙인다. 나일론 필라멘트는 최대 슬래드나 평면 이동을 허용하는 충분한 길이여야 한다. 나일론 필라멘트에서 몇몇 슬랙스로 수평한 면(주의 참조.)위의 위치에 슬래드를 위치시킨다.

슬래드의 위치는 슬래드의 길이, 나일론 필라멘트의 근접한 길이 그리고 평행하게 시편에 올려진 면의 긴 치수(기계 방향)는 평행하다.

주 - 슬래드는 과정 진행 중 어떤 부자연스러운 결합을 막기 위해 평면 위에 가볍게 깔끔하게 놓여야만 한다. 마찰의 높은 시작계수는 평면에 놓여질 때 슬래드 위의 예정되지 않은 압력에 의해 야기될 수 있다.

8.4 드라이빙 메커니즘이 시작한다.(150±30mm/min(0.5±0.1ft/min)의 속도가 공급되도록 조절됨) 접촉 표면 사이에서 마찰력의 결과로서 즉흥적이고 상대적인 움직임이 슬래드 위에 당김이 접촉 표면에서 작용하는 정마찰력에 대해 같거나 초과할 때 까지 슬래드와 움직이는 평면 사이에서 일어날 수 없다. 정마찰 계수의 힘의 요소로서 최초 최대 눈금값을 기록한다.

8.5 표면들이 또 다른 하나를 넘어 균일하게 미끄러지는 동안 대략 130mm(5in)의 작동 동안 보일 수 있는 평균 값을 기록한다. 이 것은 표면 사이에서 움직임을 유지하기 위해 필요한 운동력(kinetic force)에 상당하고, 일반적으로 최초 움직임을 위해 요구되는 고정력(static force)보다 낮다. 슬래드가 130mm(5in)넘어 이동한 후에 멈추고 장치를 시작 지점으로 되돌린다.

8.6 스트레인 게이지와 하중 재배치 기록기가 사용되었다면 슬래드가 움직였던 동안 차트 위에 보이는 최대점과 최소점 사이에 가장 곧은 선 중간 방향을 그리거나 기록기 추적의 완성에 의해 평균 하중을 얻는다. 평균 하중은 슬래드위에 움직임을 유지하기 위해 필요한 동마찰력이다.

8.7 슬래드와 수평면으로부터 필름이나 시트 시편을 제거한다. 장치는 시편의 다음 세트를 위해 준비된다. 시편의 새로운 세트는 각각 작동을 위해 사용된다. 시편 표면이 각 측정들이 연구를 위해 다양한 것 중 하나를 구성하지 않으면 어느 때보다 더 많이 측정되지는 않는다.

주 - 슬래드와 수평면 사이에서 일어난 최초의 움직임에서 최대 지점은 하중 비율과 감지 소자의 응답 속도를 참고하여 조심스럽게 검사되어야 한다. 이 요소를 고려하기 위한 실패는 정마찰계수의 값에 대한 의미없는 결과들을 이끌 수 있다.

9. 계산

9.1 정마찰 계수(μ_s)(Static coefficient of friction)를 아래처럼 계산한다.

$$\mu_s = \frac{A_s}{B}$$

A_s = 최초 움직임을 눈금 값(g)

B = 슬래드의 무게(g)

9.2 동마찰계수(μ_k)(Kinetic coefficient of friction)를 아래처럼 계산한다.

$$\mu_k = \frac{A_k}{B}$$

여기서 :

A_k = 그래프로 나타낸 필름 표면의 동일한 미끄러짐 동안 얻어진 평균 단위 값

B = 그래프로 나타낸 sled의 무게

9.3 각 세트의 관찰값의 산술평균을 계산하고 이 값들을 기록한다.

9.4 아래에 있는 표준 편차(마찰 계수의 값이 $\pm 15\%$ 로 추정됨)를 계산하고, 이 기록한다.

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - nx^2}{n-1}}$$

여기서 :

S = 시편 표준 편차

x= 단독 관찰 값

n= 관찰 수

x= 관찰 세트의 산술평균

10. 보고서

10.1 보고서는 아래의 사항을 포함해야 한다.

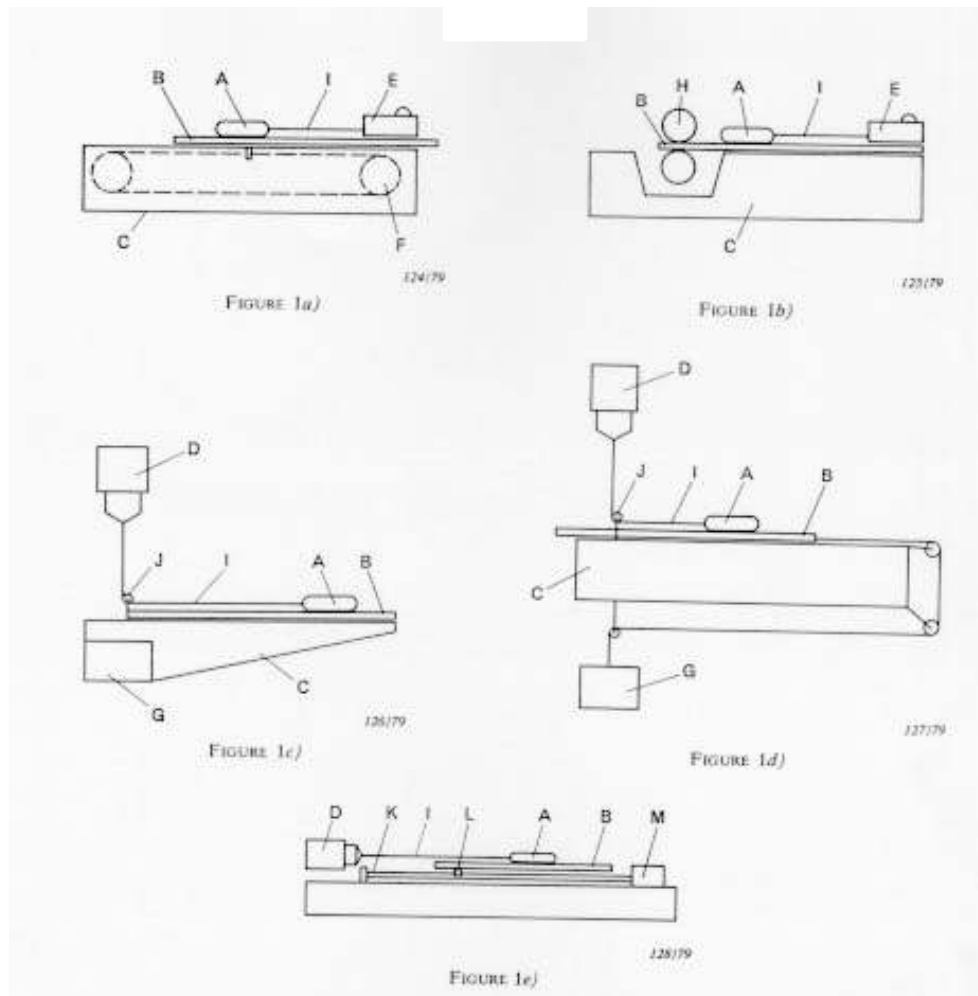
10.1.1 제조자의 코드 구분, 두께, 생산 방법과 표면 측정된 , 측정된 주요 방향과 제조 후의 샘플의 대략적인 수명을 포함한 플라스틱 샘플에 대한 완벽한 설명.

10.1.2 사용한다면, 두 번째 물질의 설명.

10.1.3 사용하는 장치

10.1.4 정마찰, 동마찰 계수의 평균, 표준 편차

10.1.5 각 마찰 계수의 측정에 사용된 시편의 수



A = 슬래드(Sled)

B = 평면

C = 부양 기초

D = 스트레인 게이지

E = 스프링 게이지

F = 연속-속도 체인 드라이브

G = 연속-속도 인장 측정기 크로스헤드

H = 연속-속도 드라이브 롤

I = 나일론 모노필라멘트

J = 낮은 마찰 도르레

K = 웜 스크루

L = 반 너트

M = 이력(히스테리시스), 동시 작동 모터

Fig.1 - 플라스틱 필름 마찰 계수 결정을 위한 장비 조립의 다섯 가지 방법들