

## 2장. 물성시험

### 12. 섬유 혼용률 (2) 시험방법

#### 1. 개요

##### (1) 시험의 필요성 및 목적

섬유제품을 생산할 때 일반적으로 원가 문제라든지 기능상의 상호보완을 위하여 2가지 혹은 그 이상의 섬유들을 혼용해서 제품을 생산하는 경우가 많다. 섬유 혼용률은 이 혼용된 제품의 전체 구성에 대한 각 조성섬유의 중량 백분율을 의미한다. 세계 각국들은 자국의 소비자를 보호하기 위하여 공산품 품질관리법을 제정하여 섬유조성 표시(Fiber label)를 의무화하고 있으며, 또한 허용치를 설정하여 그 범위에 들도록 규정하고 있다. 이를 위해 정확한 혼용률을 구하는 것이 필요하다.

##### (2) 시험 원리

섬유제품에 혼용되어 있는 섬유의 혼용률을 구하기 위한 시험방법으로서 기계적인 분리법, 용해법 및 현미경법 등의 시험방법이 있다. 이들의 시험방법을 적용하기 전에 섬유제품 중에 혼용되어 있는 섬유 모두를 감별할 필요가 있다. 먼저 섬유 감별을 알아 본 뒤, 섬유 혼용률을 구하도록 한다. 이에 따라 기계적인 분리법이 적용 가능한 섬유 혼용제품에 대해서는 기계적 분리법을 이용한다. 기계적 분리법을 적용할 수 없는 섬유 혼용제품에는 용해법을 이용한다. 기계적 분리법 및 용해법의 어떤 시험방법도 적용할 수 없는 섬유 혼용제품에는 현미경법 등 기타의 방법을 이용한다.

### (3) 적용 범위

섬유제품 중에 혼용되어 있는 섬유의 혼용률을 구하기 위한 시험이다. 기계적 분리법은 섬유 종류가 다른 실로 짜거나 편성 또는 구성하고 있는 섬유제품에 있어서 실을 풀어서 섬유 종류별로 분류 가능한 제품의 혼용률 산정에 적용한다. 기계적 분리법이 불가능한 것은 용해법이나 현미경법을 적용한다.

용해법은 2종류 이상의 혼용제품의 혼용률 시험방법에 적용한다. 기계적 분리법 및 용해법의 어떤 시험방법도 적용할 수 없는 섬유 혼용제품에는 현미경법 등 기타의 방법을 적용한다.

## 2. 인용 표준

KS A 3251-1 데이터의 통계적 해석 방법-제 1 부 : 데이터의 통계적 기술

KS K 0105 섬유 제품의 물리시험 방법 통칙

KS K 0210-1 섬유 제품의 혼용률 시험방법-섬유 감별

KS K 0301 섬유류의 공정 수분율

KS M 2160 유동 파라핀

## 3. 용어

- ① 혼용률 : 조성섬유 중 섬유의 종류가 2종 이상인 섬유제품에 대하여 각 조성 섬유의 전체 조성섬유에 대한 비율을 무게 백분율로 표시한 것
- ② 오븐 건조 혼용률 : 오븐 건조무게[(105±3) °C 온도의 열풍 건조기에 방치하여 항량이 될 때의 무게, 항량이란 15분 이상의 간격으로 무게를 측정하여 그 전

후의 무게 차이가 무게의 0.1 % 이내로 된 상태를 말함. 다만, 공정 수분을 0 %의 섬유에 대해서는 표준상태의 시료무게를 말함.]로부터 구한 혼용률

- ③ 정량 혼용률 : 혼용되어 있는 섬유에 각 KS K 0301에 나타낸 공정 수분율에 상당하는 수분을 포함시켰을 때의 무게로부터 구한 혼용률

#### 4. 장치, 기구 및 시약

(1) 장치 및 기구

(2) 시약

- ① 70 % 황산
- ② 20 % 염산
- ③ 2.5 % 및 5 % 수산화나트륨
- ④ 디메틸포름아미드
- ⑤ 아세톤
- ⑥ 차아염소산나트륨
- ⑦ 65 % 티오시안산 칼륨
- ⑧ 석유에테르
- ⑨ 유동 파라핀, 미네랄 오일 [현미경법만 사용]
- ⑩ 기타 시약 : 시험법에서 확인 후 사용토록 한다.

#### 5. 안전 수칙

- ① 시험실에서는 보호의류(시험가운 등)를 착용한다. 찢어졌거나 허름한 의류는 보호 대신 위험한 것이 될 수 있다.

- ② 눈에 대한 어떤 위험이 있을 때는 눈 보호대(또는 보호 안경)를 착용해야 한다.
- ③ 부식성이 있거나 유해한 약품을 다루어야 할 때는 보호 장갑을 착용한다. 필요하면 얼굴 가리개도 착용한다.
- ④ 시험 후 특히 화학약품을 사용한 경우 손을 씻는다.
- ⑤ 유해한 것으로 알려진 많은 화학약품을 취급해야 할 경우 특별한 주의가 필요하며, 각각의 경우에 대해 유해성을 이해하고, 적당한 예방책을 취하는 것이 중요하다.
- ⑥ 감독자나 부서장에게 모든 사고와 파손을 즉각 보고한다.
- ⑦ 시험을 끝내고 시험실을 떠날 때 작업한 곳을 깨끗이 정리하고, 사용한 장비를 원래의 위치에 놓는다.

## 6. 시험방법

여기에 언급되지 않은 시험 사항들에 대하여는 KS K 0210 : 2007 를 참고하도록 한다.

### (1) 기계적 분리법

- ① 섬유를 KS K 0210-1 에 따라 감별한다.
- ② 전처리가 필요한 시료의 경우 시험할 시료의 무게를 감안하여 충분히 채취하여 전처리를 실시한다.
- ③ 시료를 채취한다. 1완전 조직을 구성하는 실을 포함하여 1 g 이상을 취한다.
- ④ 시료를 풀어서 섬유를 조성에 따라 각각 분리한다.
- ⑤ 분리한 시료를 열풍 건조기 온도 (105±3) °C에서 함량이 될 때까지 건조한다.
- ⑥ 무게를 측정하기 전에 반드시 저울의 영점과 수포(평형)를 확인한다.

- ⑦ 분석용 저울로 분리한 섬유별로 무게를 측정한다. 0.0002 g 정밀도로 무게를 측정한다.
- ⑧ 무게를 혼용률 노트에 기록 유지한다.

#### [참고]

- 일반적인 시료의 전처리

- ① 속슬렛 추출장치에 시료와 석유 에테르를 넣는다 (육비 100 : 1).
- ② 가열하여 1시간에 6회 이상 순환하도록 해서 1시간 추출한다.
- ③ 석유 에테르가 증발하도록 시료를 방치한 후 상온수에 1시간 침지시킨다.
- ④ 다시 (65±5) °C 온수에 1시간 이상 침지시킨다.
- ⑤ 시료에서 여분의 물을 제거하기 위하여 흡습지에 압착한다.
- ⑥ 자연 건조한다.

- 호부 또는 수지 가공을 안한 것의 전처리

- 비닐리덴, 폴리염화비닐, 폴리프로필렌이 섞인 경우

- ① 시료를 100배 양의 약 1 % 비이온 계면 활성제 수용액 중에 넣는다. 물로 충분히 수세한다.
- ② (23~25) °C에서 때때로 액을 흔들어 가면서 15분간 침지한 후 꺼내어 물로 충분히 씻는다.
- ③ 건조해서 시료에 함유된 섬유 중의 천연 비섬유질 및 제조 공정 중에 첨가된 물질을 제거한다.

- 폴리우레탄이 혼용된 경우

- ① 50배 양의 석유 에테르와 함께 마개 달린 삼각플라스크 내에서 10분간 심하게 흔든 뒤 동일한 양의 새로운 석유 에테르를 사용해서 동일한 절차를 반복

한다.

- ② 건조해서 석유 에테르를 제거한 후 다시 시료를 뜨거운 물에 넣고 5분간 처리한 후, 수세 건조해서 시료 중에 함유된 섬유 중에 천연 비섬유질 및 제조 공정 중에 첨가된 물질을 제거한다.

• 호부 또는 수지가공을 한 것의 전처리

- ① 100 배 양의 0.25 % 염산 용액 중에 넣어 끓는 물에서 15분간 처리한다.
- ② 물로 충분히 수세한다.
- ③ 시료에서 여분의 물을 제거하기 위하여 흡습지에 압착한다.
- ④ 자연 건조한다.

## (2) 용해법

### 1) 시약 및 용해 섬유

| 번호 | 시 약                | 용 해 섬유             |
|----|--------------------|--------------------|
| 1  | 70 % 황산            | 면, 아라, 라미, 레이온     |
| 2  | 20 % 염산            | 나일론                |
| 3  | 25 % 또는 5 % 수산화나트륨 | 양모(25 %) 또는 견(5 %) |
| 4  | 디메틸포름아미드           | 아크릴, 폴리우레탄         |
| 5  | 아세트                | 아세테이트              |
| 6  | 차아염소산나트륨           | 양모 또는 견            |
| 7  | 65 % 티오이온산 칼륨      | 아크릴                |

### 2) 시험절차

| 번호 | 시험번호 | 내 용                                                                                                                            |
|----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①  | 공동사항 | 섬유를 KS K 0210-1 에 따라 감별한다.                                                                                                     |
| ②  |      | 전처리가 필요한 시료의 경우 시험할 시료의 무게를 감안하여 충분히 채워하여 전처리를 실시한다.                                                                           |
| ③  |      | 시료는 1원전 조각이 되도록 채워한다. 전처리한 시료를 약 10 mm로 절단하여서 잘 혼합하여 섞어 그 중에서 약 1 g 이상을 취하거나, 약 10 mm로 절단하지 않을 경우에는 전처리 시료 상태로 약 1 g 이상을 채워한다. |
| ④  |      | 시료를 열풍 건조기(105 ± 3) °C 에서 1시간이 될 때까지 건조한다.                                                                                     |
| ⑤  |      | 무게를 측정하기 전에 반드시 저울의 영점과 수포(영점)를 확인한다.                                                                                          |
| ⑥  |      | 분석용 저울로 무게를 측정한다. 0.0002 g 정밀도로 무게를 측정한다.                                                                                      |

| 번호 | 시험번호    | 내 용                                                                                                     |
|----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ㉑  | 1       | 삼각물라스크(또는 비커)에 시료 1 g 당 100 ml의 비율로 70 % 황산을 넣는다.                                                       |
|    | 2       | 삼각물라스크(또는 비커)에 시료 1 g 당 100 ml의 비율로 실온의 20 % 황산을 넣는다.                                                   |
|    | 3       | 삼각물라스크(또는 비커)에 시료 1 g 당 50 ml의 비율로 2.5 또는 5 % 수산화나트륨용액을 넣는다.                                            |
|    | 4       | 삼각물라스크(또는 비커)에 시료 1 g 당 80 ml의 비율로 디메틸포름아미드를 넣는다.                                                       |
|    | 5       | 삼각물라스크(또는 비커)에 시료 1 g 당 100 ml의 비율로 아세톤을 넣는다.                                                           |
|    | 6       | 삼각물라스크(또는 비커)에 시료 1 g 당 100 ml의 비율로 실온의 차아염소산나트륨을 넣는다.                                                  |
|    | 7       | 삼각물라스크(또는 비커)에 시료 1 g 당 100 ml의 비율로 65 % 티오시안산 칼륨을 넣는다.                                                 |
| ㉒  | 1       | 오픈 건조된 시료를 용액이 든 삼각물라스크(또는 비커)에 넣는다.                                                                    |
|    | 2       | 오픈 건조된 시료를 20 % 황산 용액이 든 삼각물라스크(또는 비커)에 넣는다.                                                            |
|    | 3       | 오픈 건조된 시료를 2.5 % 또는 5 % 수산화나트륨용액이 든 삼각물라스크(또는 비커)에 넣는다.                                                 |
|    | 4       | 오픈 건조된 시료를 디메틸포름아미드 용액이 든 삼각물라스크(또는 비커)에 넣는다.                                                           |
|    | 5       | 오픈 건조된 시료를 아세톤 용액이 든 삼각물라스크(또는 비커)에 넣는다.                                                                |
|    | 6       | 오픈 건조된 시료를 차아염소산나트륨 용액이 든 삼각물라스크(또는 비커)에 넣는다.                                                           |
|    | 7       | 삼각물라스크(또는 비커)에 시료 1 g 당 100 ml의 비율로 65 % 티오시안산 칼륨을 넣는다.                                                 |
| ㉓  | 1       | 삼각물라스크를 사용하는 경우에는 23~25 °C의 온도에서 10분간 진탕하고, 비커인 경우에는 유리 막대로 휘저으면서 용해한다. 완전히 용해되지 않는 경우 10분간 더 실시한다.     |
|    | 2       | 실온에서 15분간 저어서 용해한다. 완전히 용해되지 않는 경우, 새로운 20 % 황산용액으로 15분간을 더 용해한다.                                       |
|    | 3       | 끓는물 속에서 20분간 진탕하며 양모를 용해한다.                                                                             |
|    | 4       | 90~95 °C 로 유지하며 20분 또는 30분 동안 용해 시킨다.                                                                   |
|    | 5       | 실온에서 15분간 저어서 용해한다. 완전히 용해되지 않는 경우, 새로운 아세톤 용액으로 15 분간을 더 용해한다. 완전히 용해 될 때 까지 반복한다.                     |
|    | 6       | 시험편이 습윤되도록 심하게 저은 다음 30분간 방치한다. 이 사이에 가끔 심하게 젖는다.                                                       |
|    | 7       | 70~75 °C 로 유지하며 10분 동안 휘저으면서 용해 시킨다. 완전히 용해 되지 않는 경우는 다시 반복한다.                                          |
| ㉔  | 1,2     | 잔여분을 1 g 당 약 50 ml 암모니아 황색액(1 %)이나 세제가 들어있는 세제로 산을 중화시킨다.                                               |
|    | 3       | 잔여분을 1 g 당 약 25 ml 황산 황색액(2 %)으로 2.5 % 또는 5 % 수산화나트륨용액을 중화하거나 물로 여러 번 세척해 2.5 % 또는 5 % 수산화나트륨 용액을 세척한다. |
|    | 4,5,6,7 | 잔여분을 세제가 들어있는 세제로 세척한다.                                                                                 |
| ㉕  | 공동시험    | 잔여분을 체(sieve) 위에서 깨끗하게 될 때까지 물로 반복하여 수세한다. 아주 적은 양의 시료라도 놓치지 않도록 한다.                                    |
| ㉖  |         | 잔여분에 남아 있는 잉여 물기를 제거하기 위하여 흡습지에 시료를 놓고 입착시킨다. 이렇게 하면 건조 시간이 더 단축될 수 있다.                                 |
| ㉗  |         | 열중 건조기(105 ± 3) °C 에서 항량이 될 때까지 건조한다.                                                                   |
| ㉘  |         | 저울의 영점과 수포(空)함을 확인한다. 분석용 저울로 무게를 측정한다. 0.0002 g 정밀도로 무게를 측정한다.                                         |
| ㉙  |         | 무게를 혼용을 노트에 기록 유지한다.                                                                                    |

### (3) 현미경법

- ① 섬유를 KS K 0210-1에 따라 감별한다.
- ② 전처리가 필요한 시료의 경우 시험할 시료의 무게를 감안하여 충분히 채취하여 전처리를 실시한다.
- ③ 시료를 채취한다.
  - 섬유 상태 및 심 상태 : 각 부분으로부터 무작위로 조금씩 채취하여 전체 약

- 1.5 g을 채취하여 충분히 섞는다.
- 식물 : 조직을 대표하도록 분리하여 약 1.5 g을 채취한다. 경, 위사가 다른 경우는 풀어서 각각 약 1.5 g을 채취한다.
  - 편성물 : 조직을 대표하도록 분리하여 약 1.5 g을 채취한다. 다른 종류의 경우는 풀어서 각각 약 1.5 g을 채취한다.
- ④ 시험편을 마이크로 톨에 삽입하여 면도칼로 현미경 관찰이 용이하게 절단한다.
  - ⑤ 절단된 섬유를 예비 슬라이드 글라스에 적재하고, 유동 파라핀이나 글리세롤이 떨어뜨려진 슬라이드 글라스 위에 놓고, 해부침으로 원을 그리는 것처럼 섞어서 균일하게 분포되게 한다. 이 처리를 행한 섬유를 해부침으로 채취하여 슬라이드 글라스의 2.5 cm 간격의 선 사이에 전개시킨다.
  - ⑥ 커버 글라스의 한 끝을 슬라이드 글라스 위에 놓고 다른 한 끝을 가만히 놓아, 슬라이드 글라스 위의 시험편을 덮어 관찰용 시험편으로 한다.
  - ⑦ 현미경에 올려놓고 개수가 1,000개 또는 그 이상이 되도록 <그림 3>에 따라 개수를 센다.
  - ⑧ 섬유의 지름은 섬유 종류마다 100개 또는 그 이상을 측정한 평균값으로 한다. 측정시에는 화상 장치가 장착된 현미경과 컴퓨터를 이용하여 지름과 단면적을 측정한다.



## 7. 결과 및 계산



## (1) 기계적 분리법

오븐 건조무게 또는 공정 수분율을 적용하여 시험방법에 나온 수식에 준하여 값을 구한다. 결과의 평균값 합이 100 %가 되는지 확인한다. 2개의 시험편 결과 값의 평균을 기록한다.

## 1) 오븐 건조 혼용률

## ① 2종류 섬유 혼용인 경우

$$X_A = \frac{W_A}{W_A + W_B} \times 100$$

$$X_B = 100 - X_A$$

여기에서,

$X_A$  : A 섬유의 오븐 건조 혼용률(%)

$X_B$  : B 섬유의 오븐 건조 혼용률(%)

$W_A$  : A 섬유의 오븐건조 무게(g)

$W_B$  : B 섬유의 오븐건조 무게(g)

## ② 3종류 섬유 혼용인 경우

$$X_A = \frac{W_A}{W_A + W_B + W_C} \times 100$$

$$X_B = \frac{W_B}{W_A + W_B + W_C} \times 100$$

$$X_C = 100 - (X_A + X_B)$$

여기에서,

$X_A$  : A 섬유의 오븐 건조 혼용률(%)

$X_B$  : B 섬유의 오븐 건조 혼용률(%)

$X_C$  : C 섬유의 오븐 건조 혼용률(%)

$W_A$  : A 섬유의 오븐 건조 무게(g)

$W_B$  : B 섬유의 오븐 건조 무게(g)

$W_C$  : C 섬유의 오븐 건조 무게(g)

## 2) 정량 혼용률

## ① 2종류 섬유 혼용인 경우

$$X_A = \frac{W_A \times (1 + \frac{R_A}{100})}{W_A \times (1 + \frac{R_A}{100}) + W_B \times (1 + \frac{R_B}{100})} \times 100$$

$$X_B = 100 - X_A$$

여기에서,

$X_A$  : A 섬유의 정량 혼용률(%)

$X_B$  : B 섬유의 정량 혼용률(%)

$W_A$  : A 섬유의 오븐 건조 무게(g)

$W_B$  : B 섬유의 오븐 건조 무게(g)

$R_A$  : KS K 0301에 표시된 A 섬유의 공정 수분율(%)

$R_B$  : KS K 0301에 표시된 B 섬유의 공정 수분율(%)

## (2) 용해법

오븐 건조무게 또는 공정 수분율을 적용하여 시험 방법에 나온 수식에 준하여 값을 구한다. 용해법은 각 시약에 용해분 섬유의 보정계수(시험법 참고, KS만 적용)를 고려하여 계산한다. 측정은 2회 행하고, 시험결과는 그 평균값을 구한다. 단, 오븐 건조 혼용률이 1.5 % 이상의 차이가 있을 때에는 다시 2회 이상의 측정을 행하고, 이것의 평균을 구한다. 결과의 평균값 합이 100 %가 되는지 확인한다.

## 1) 오븐 건조 혼용률

## ① 2종류 섬유 혼용인 경우(잔여분에 대한 보정을 행하는 경우)

$$X_A = 100 - X_B$$

$$X_B = \frac{W' \times f}{W} \times 100$$

여기에서,

$X_A$ : 용해분 섬유 A의 오븐 건조 혼용률(%)

$X_B$ : 잔류 섬유 B의 오븐 건조 혼용률(%)

$W$ : 시험편의 오븐 건조 무게(g)

$W'$ : 잔류 섬유 B의 보정 전 오븐 건조 무게(g)

$f$ : 잔류 섬유 B의 시약에 의한 무게 변화에 대한 보정 계수

## ② 3종류 섬유 혼용인 경우

$$X_A = 100 - (X_C + X_B)$$

$$X_B = \frac{(W_{AC} - W' \times f_1 f_2) \times f_2}{W} \times 100$$

$$X_C = \frac{W' \times f_1 f_2}{W} \times 100$$

여기에서,

$X_A$ : 최초로 용해한 섬유 A의 오븐 건조 혼용률(%)

$X_B$ : 2번째 용해한 섬유 B의 오븐 건조 혼용률(%)

$X_C$ : 잔류 섬유 C의 오븐 건조 혼용률(%)

$W$ : 시험편의 오븐 건조 무게(g)

$W_{AC}$ : A섬유를 용해한 후, 잔류 섬유 B와 C의 오븐 건조의 합(g)

$W'$ : 잔여분 C의 보정 전 오븐 건조 무게(g)

$f_1$ : A섬유를 용해한 경우, 잔류 섬유 C의 시약에 의한 무게 변화에 대한 보정계수

$f_2$ : B섬유를 용해한 경우, 잔류 섬유 C의 시약에 의한 무게 변화에 대한 보정계수

$f_3$ : A섬유를 용해한 경우, 잔류 섬유 B의 시약에 의한 무게 변화에 대한 보정계수

## 2) 정량 혼용률

## ① 2종류의 섬유 혼용인 경우

$$X_A = 100 - X_B$$

$$X_B = \frac{100x_B[1+0.01(a_B)]}{x_A[1+0.01(a_B)]+x_B[1+0.01(a_B)]} \times 100$$

여기에서,

$X_A$  : 공정 수분율에 해당하는 수분을 함유하는

용해분 섬유 A의 백분율(정량 혼용률)(%)

$X_B$  : 공정 수분율에 해당하는 수분을 함유하는

잔류 섬유 B의 백분율(정량 혼용률)(%)

$x_A$  : 용해분 섬유 A의 오븐 건조 혼용률(%)

$x_B$  : 잔류 섬유 B의 오븐 건조 혼용률(%)

$a_1$  : 용해분 섬유 A의 공정 수분율(%)

$a_2$  : 잔류 섬유 B의 공정 수분율(%)

## ② 3종류의 섬유 혼용인 경우

$$X_A = \frac{100x_A[1+0.01(a_1)]}{x_A[1+0.01(a_1)]+x_B[1+0.01(a_2)]+x_C[1+0.01(a_3)]} \times 100$$

$$X_B = \frac{100x_B[1+0.01(a_2)]}{x_A[1+0.01(a_1)]+x_B[1+0.01(a_2)]+x_C[1+0.01(a_3)]} \times 100$$

$$X_C = \frac{100x_C[1+0.01(a_3)]}{x_A[1+0.01(a_1)]+x_B[1+0.01(a_2)]+x_C[1+0.01(a_3)]} \times 100$$

여기에서,

$X_A$  : 공정 수분율에 해당하는 수분을 함유하는 섬유 A의 백분율(정량 혼용률)(%)

$X_B$  : 공정 수분율에 해당하는 수분을 함유하는 섬유 B의 백분율(정량 혼용률)(%)

$X_C$  : 공정 수분율에 해당하는 수분을 함유하는 섬유 C의 백분율(정량 혼용률)(%)

$x_A$  : 섬유 A의 오븐 건조 혼용률(%)

$x_B$  : 섬유 B의 오븐 건조 혼용률(%)

$x_C$  : 섬유 C의 오븐 건조 혼용률(%)

$a_1$  : 섬유 A의 공정 수분율(%)

$a_2$  : 섬유 B의 공정 수분율(%)

$a_3$  : 섬유 C의 공정 수분율(%)

## (3) 현미경법

측정한 각 섬유의 종류의 개수, 비중 및 측정한 각 섬유 종류의 지름 또는 단면적을 적용하여 시험법에 나온 수식대로 계산하여 결과를 구한다. 측정은 2회 행하고, 시험 결과는 그 평균값을 구한다. 2회 계산결과에 3 % 이상의 차이가 있을 경우에는 다시 2회 이상의 측정을 하여 그 평균값을 구한다. 결과의 평균값 합이 100 % 가 되는지 확인한다. 비원형 단면 섬유의 계산에는 식①을 사용하고, 원형 단면 섬유의 계산에는 식②를 사용한다.

$$\textcircled{1} \quad X_A = \frac{N_A \times A_A \times S_A}{N_A \times A_A \times S_A + N_B \times A_B \times S_B} \times 100$$

$$\textcircled{2} \quad X_A = \frac{N_A \times D_A^2 \times S_A}{N_A \times D_A^2 \times S_A + N_B \times D_B^2 \times S_B} \times 100$$

$$X_B = 100 - X_A$$

여기에서,

$X_A$  : A 섬유의 혼용률(%)

$X_B$  : B 섬유의 혼용률(%)

$N_A$  : A 섬유의 개수

$N_B$  : B 섬유의 개수

$A_A$  : A 섬유의 평균 단면적

$A_B$  : B 섬유의 평균 단면적

$D_A$  : A 섬유의 평균 지름

$D_B$  : B 섬유의 평균 지름

$S_A$  : A 섬유의 비중

$S_B$  : B 섬유의 비중

(표 1) 섬유의 비중

| 섬유의 종류 | 비중   | 섬유의 종류 | 비중   |
|--------|------|--------|------|
| 면      | 1.58 | 케시미어   | 1.32 |
| 린넨     | 1.50 | 잉고라    | 1.15 |
| 라이     | 1.50 | 모헤어    | 1.32 |
| 양모     | 1.32 | 알파카    | 1.32 |
| 카펫     | 1.32 | 밍크     | 1.32 |

## 8. 시험 보고서

- ① 적용 시험방법을 기록한다.
- ② 전처리한 경우에는 그 방법을 기록한다.
- ③ 혼용률의 수치는 소수점 이하 1자리까지 상세히 기록한다.
- ④ 계산이 오본 건조무게 또는 공정 수분율에 의한 것인지를 기록한다.

## 9. 주의사항

- ① 폴리우레탄 용해 후 꼭 폴리우레탄이 완전히 용해되었는지 확인한다
- ② 시료가 스트라이프인 경우 모든 색을 감별하고 풀어서 감별한다.
- ③ 용해 후 최종적으로 남은 섬유는 시약이나 현미경 또는 연소 냄새로 반드시 확인한다.

- ④ 양모가 주성분인 경우 앙고라, 알파카, 견이 들어 있는지 주의한다.
- ⑤ 아크릴과 양모가 혼용된 경우는 아크릴부터 용해하는 것이 좋다.
- ⑥ 본딩 또는 코팅 원단인 경우 아세톤이나 DMF를 사용하여 본딩 물질을 제거한 후 시험한다.
- ⑦ 2종 이상의 혼용률 시험 표기시 계산결과의 합이 100 %가 맞는지 확인한다.
- ⑧ 아세테이트는 염산과 디메틸포름아미드(DMF)에도 용해되므로 주의한다.
- ⑨ 폴리에스터에 폴리우레탄이 섞인 경우, 진한 색상의 시험편을 DMF에 용해시 염료의 과다한 방출로 인하여 폴리우레탄의 혼용률이 크게 나타나는 경우가 있다. 이런 경우에는 70 % 황산에 용해하여 다시 한번 확인한다.
- ⑩ 직물인 경우 경사와 위사에 대하여 각각 감별하도록 한다.
- ⑪ 반드시 1완전조직을 채취하여 시험을 한다.
- ⑫ 아크릴 섬유에 폴리에스터가 소량으로 포함되어 있을 경우, 연소법으로는 감별하기 어려우므로 100 % 아크릴이라고 생각되어도 반드시 DMF에 용해시켜 완전히 용해되는지 확인한다.
- ⑬ 산 (염산 또는 황산 등)을 사용한 후 남은 섬유는 반드시 알칼리(비눗물 등)로 헹구면서 중화시킨다.

## [참고] 2종 이상인 경우 용해순서 요약

| 섬유의 혼용                 | 시험 방법 및 순서                                                                                                        |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Polyurethane + Acrylic | ① 65 % KSCN사용 → Acrylic 용해<br>② DMF → Polyurethane 확인<br>※ KSCN에는 Acrylic이 잘 녹지 않는 경우도 발생하므로 시료의 양을 너무 많이 하지 않는다. |
| Wool + Acrylic         | ① DMF → Acrylic 용해<br>② 2.5 % NaOH → Wool 확인                                                                      |
| Wool + Nylon           | ① 2.5 % NaOH → Wool 용해<br>② 20 % HCl → Nylon 확인                                                                   |
| Wool + Rayon           | ① 2.5 % NaOH → Wool 용해<br>② 70 % 황산 → Rayon 확인<br>※ 별법<br>① NaOCl 용액 → Wool 용해                                    |
| Nylon + Acetate        | ① Acetone(상온) → Acetate 용해<br>② 20 % HCl → Nylon 확인                                                               |
| Nylon + Cotton         | ① 20 % HCl → Nylon 용해<br>② 70 % 황산 → Cotton 확인                                                                    |
| Nylon + Acrylic        | ① 20 % HCl → Nylon 용해<br>② DMF → Acrylic 확인                                                                       |
| Nylon + Polyester      | ① 20 % HCl → Nylon 용해<br>② 70 % 황산 → Polyester 확인                                                                 |

| 섬유의 혼용                                        | 시험 방법 및 순서                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nylon + Wool + Silk                           | ① 5 % NaOH → Wool, Silk 용해 → Nylon 확인<br>② 35 % HCl → Nylon, Silk 용해 → Wool 확인                                                                                                                                                           |
| Acrylic + Modacrylic + Polyester<br>(파일 + 기포) | ① 65 % KSCN (60~70)℃에서 10분간 저어준다] → Acrylic 용해<br>② 실온 DMF → Modacrylic 용해<br>③ 70 % 황산 → Polyester (기포) 확인<br>※ DMF를 사용할 때는 실온에서 녹여도 매우 잘 녹는다.<br>※ 기포가 100 % Polyester인지 반드시 확인<br>※ 제를 이용하여 남은 섬유파일에 섞여져 있는 Modacrylic 등의 손실을 최소화시킨다. |
| Acrylic + Cotton + Polyurethane               | ① 65 % KSCN 사용 → Acrylic 용해<br>② DMF → Polyurethane 확인<br>③ 70 % 황산 → Cotton 확인                                                                                                                                                          |
| Acrylic + Polyurethane + Cotton<br>+ Nylon    | ① 65 % KSCN 사용 → Acrylic 용해<br>② DMF → Polyurethane 용해<br>③ 20 % HCl → Nylon 용해<br>④ 70 % 황산 → Cotton 확인                                                                                                                                 |
| Nylon + Polyester +<br>Polyurethane + Rayon   | ① DMF → Polyurethane 용해<br>② 20 % HCl → Nylon 용해<br>③ 70 % 황산 → Rayon 용해, Polyester 확인                                                                                                                                                   |
| Polyester + Polyurethane                      | ① DMF → Polyurethane 용해 (황산 70 % 도 사용 가능)                                                                                                                                                                                                |