



ASTM D 4751 – 04

지오텍스타일의 겉보기 구멍 치수 시험방법

Standard Test Method for Determining Apparent Opening Size of a Geotextile

Warranty Disclaimer – “이 번역은 *ASTM International*(*ASTM International*의 소재지 *100 Barr Harbor Dr, West Conshohocken, PA 19428, USA*)의 허가로 한국표준협회 또는 한국표준협회가 지정한 전문기관인 [*FITI Testing and Research Institute*](#)에서 수행하였습니다. *ASTM*에서 이 번역의 정확성에 대한 승인 및 확인은 이루어지지 않은 관계로 공식적인 자료에 대해서는 번역판이 아닌 영문판이 우선함을 알려드립니다.

Warranty Disclaimer – “*This translation has been completed by KSA or its designated translation agent([*FITI Testing and Research Institute*](#)) under the license of ASTM International, 100 Barr Harbor Dr, West Conshohocken, PA, 19428, USA. ASTM does not approve and does not confirm this translation to be accurate, and in all cases, the English published version must be considered as the official version for legal purposes.*”



지오텍스타일의 걸보기 구멍 치수 시험방법¹

이 표준은 지정번호 D 4751로 발행되었다. 지정번호 바로 뒤의 숫자는 최초 채택연도이거나 개정이 이루어진 경우, 최종 개정연도를 뜻한다. 괄호 안의 숫자는 최종 재승인 연도를 의미한다. 위첨자 엡실론 (ε)은 최종 개정 이후 혹은 재승인 이후의 편집상의 변경을 나타낸다.

1. 적용 범위

1.1 이 표준시험방법은 지오텍스타일에서 유리 비드를 체로 걸러내 지오텍스타일의 걸보기 구멍 치수 (AOS)를 측정하는 내용에 대해 다룬다.

1.2 이 시험방법에서는 SI 단위 및 인치-파운드 단위로 표시된 값을 모두 제시하고 있다. SI 단위는 국제 단위로 알려진 단위의 정확한 명칭이다. 인치-파운드 단위는 미국에서 사용되는 관습 단위의 정확한 명칭이다. 인치-파운드 단위로 표시된 값은 단지 정보제공용이다.

1.3 이 표준은 모든 안전 문제를 다루기 위한 취지가 아니라 굳이 의미를 둔다면 이 표준의 사용과 연관된 안전 문제를 다루는 것이다. 적절한 안전 및 보건 실행표준을 수립하고 사용 전에 관리한계의 적용 가능성을 판단하는 것은 이 표준을 사용하는 사용자의 책임이다.

2. 참조 문서

2.1 ASTM 표준:²

C 136 Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

D 123 Terminology Relating to Textiles

D 1776 Practice for Conditioning Textiles for Testing

D 4238 Test Method for Electrostatic Propensity of Textiles

D 4354 Practice for Sampling of Geosynthetics for Testing

D 4439 Terminology for Geotextiles

E 11 Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes

3. 용어

3.1 정의:

3.1.1 지오텍스타일의 걸보기 구멍 치수(AOS), O₉₅ - 지오텍스타일을 실질적으로 통과할 수 있는 가장 큰 입자를 나타내기 위한 특성

¹ 이 시험방법은 토목 합성자재에 대한 ASTM D 35 위원회의 관할권에 속해 있으며, 직접적인 책임은 투과성 및 여과에 관한 소위원회 D 35.03에 있다. 최근 발행본은 2004년 11월 1일에 승인되었으며 2004년 12월에 발행되었다. 이전의 마지막 발행본은 D4751-99a(2004)로 2004년에 승인되었다.

² 참고한 ASTM 표준에 대한 자세한 정보를 원할 경우, ASTM 웹사이트(www.astm.org)를 방문하거나 ASTM 고객센터 센터 (service@astm.org)로 문의해야 한다. ASTM 표준 서적 정보의 연감은 ASTM 웹사이트 상의 표준 문서 개요를 참조할 것.

- 3.1.2 지오신세틱 시험을 위한 실험실 환경 - 상대 습도 50 ~ 70 % 및 온도 21 ± 2 °C (70 ± 4 °F)의 표준 대기 환경.
- 3.1.3 보완 설명 - AOS 시험 시에는 실험실의 조건이 매우 중요하다. 예를 들면 습도가 과할 경우(70 % 이상), 비드(bead)가 서로 달라붙을 수 있고 습도가 너무 낮을 경우(50 % 미만) 정전기 발생률이 증가할 수 있다.
- 3.1.4 지질공학기술 - 지구 표면의 재료에 대한 지식의 획득, 해석 및 사용에 과학적 방법 및 엔지니어링 원리를 적용하는 것.
- 3.1.5 보완 설명 - 지반 공학에는 토질 역학, 암석 역학, 지질학, 지구 물리학, 수문학과 관련된 다양한 엔지니어링 분야가 포함된다.
- 3.1.6 지오텍스타일 - 다양한 인공구조물을 건설할 때 기초, 토양, 암석, 토사 또는 기타 지반공학적 소재들과 함께 사용되는 투수성을 갖는 섬유 재료
- 3.1.7 지오텍스타일과 관련된 기타 용어에 대한 정의는 용어집 D 4439 를 참조한다.
- 3.2 섬유에 관련된 기타 용어에 대한 정의는 용어집 D 123 을 참조한다.

4. 시험방법 요약

4.1 지오텍스타일 시험편을 체 틀 안에 넣고 사전에 치수를 측정된 유리 비드를 지오텍스타일 표면에 놓는다. 지오텍스타일과 틀을 가로로 흔들어 비드가 서로 부딪히며 시험편을 통과하도록 한다. 시험편의 겉보기 구멍 치수가 측정될 때까지 동일한 시험편에서 다양한 크기의 유리 비드를 사용해 상기 절차를 반복한다.

5. 사용법 및 유의사항

5.1 지오텍스타일은 토양 입자를 보강하는 중간재 기능을 하면서 주변 토양과 공존한다. 이 표준시험 방법은 지오텍스타일의 겉보기 구멍, 즉 토양을 관통시킬 수 있는 구멍의 최대 치수를 측정하는 방법에 대해 다루고 있다.

5.2 이 D 4751 표준시험방법은 지오텍스타일의 겉보기 구멍을 측정하는 방법으로 지오텍스타일의 상거래를 위한 측정방법으로 사용이 가능하다. 실험실간 정확도에 대한 데이터는 현재 수립 중에 있다.

5.2.1 이 표준시험방법을 통해 보고된 시험결과를 상업적인 용도로 사용할 때 데이터의 차이로 인해 구매자와 판매자 간에 논란이 생길 경우, 실험실 간의 통계에 편차가 있는지 비교시험을 실행해야 한다. 편차 조사 시 유능한 통계 전문가의 도움을 받을 것을 추천한다. 우선 당사자들은 가장 문제가 되는 재료에서 추출되었고 시험에 사용되었던 시험편과 가장 유사한 것을 추출해내야 한다. 그 후 동일한 개수의 시험편을 무작위로 선별해 두 실험실에 할당된 후 시험을 실행한다. 각 실험실에서 얻은 평균 값을 재시험 전 당사자들이 선정한 적절한 스튜던트의 t -검정과 확률 수준을 통해 비교한다. 만약 편차가 발견되었다면 그 원인을 찾아내 시험법을 수정하거나 차후 시험결과에 대해 구매자와 판매자가 통계상의 편차를 고려해 해석하도록 합의한다.

표 1. 유리 비드의 크기

비드 크기의 범위				비드 크기를 표현하는 법 ^A	
통과		걸러짐			
mm	체 번호 ^B	mm	체 번호 ^B	mm	
2.0	10	1.70	12	1.7	12
1.4	14	1.18	16	1.18	16
1.00	18	0.850	20	1.850	20
0.710	25	0.600	30	0.600	30
0.500	35	0.425	40	0.425	40
0.355	45	0.300	50	0.300	50
0.250	60	0.212	70	0.212	70
0.180	80	0.150	100	0.150	100
0.125	120	0.106	140	0.106	140
0.090	170	0.075	200	0.075	200

^A 비드 사이즈로 명시된 숫자는 체에 “걸러지는” 비드의 크기를 의미한다. 가령 No. 40에서 40은 No. 35번 체에서는 통과되지만 No. 40 체에서는 비드가 걸러짐을 뜻한다. 상업적으로 판매를 할 때 보통 이를 35~40번 비드라 부른다.

^B 규격서 E 11을 참조할 것.

6. 시험 장치

6.1 기계식 체 셰이커(mechanical sieve shaker) – 체를 측면 및 수직으로 움직여 체의 표면에서 입자가 다양한 방향으로 튕 수 있도록 하는 기계식 체 셰이커(sieve shaker)가 사용되어야 한다. 체 셰이커는 유리 비드가 적절하게 움직일 수 있도록 태핑 암을 이용하는 일정한 주파수를 가진 장치여야 한다.³

주 1 – 코르크나 고무를 내려 치는 암(arm)에서 수직 운동이 전달될 경우, 셰이커 위의 코르크나 고무 접점에 주의 기울여야 한다. 코르크나 고무가 과도하게 마모될 경우, 유리 비드에 전해지는 운동 및 시험 결과가 변질될 수 있다.

6.2 받침통, 덮개 및 200 mm(8 in) 직경의 체 여러 개

6.3 표 1에 제시된 크기의 구체 유리 비드⁴. 시험해야 할 지오택스타일에 사용될 범위 내의 비드가 요구된다. 사용 전, 표 1에 제시되어 있는 여러 쌍의 체로 비드를 체질해 시험에 사용되는 모든 비드의 크기를 확인해야 한다. 시험 시작 전, 사용될 여러 크기의 비드를 최소 50 g씩 준비한다. 이 시험방법에 사용될 비드의 치수가 표 1에 제시되어 있다.

6.4 예상되는 시료의 중량에 적합한 용량을 가졌고 정확도가 ± 0.05 g의 저울

6.5 비드가 지오택스타일⁵ 위에서 흔들릴 때 정전기의 축적을 방지하기 위한 대전 방지 장치. 상용으로 판매되는 장치 또는 정전기 방지 분무기도 허용된다.

6.6 체를 통과한 비드를 모으기 위한 받침통.

³ 이 종류의 체 셰이커는 오하이오 44060, Mentor, Tylor Blvd. 8200 번지 소재 W. S. Tyler, Inc.에서 입수가 가능하다.

⁴ 유리 비드는 미시시피 39205, Jackson, 사서함 2369 Ferro Corporation의 Cataphote Division 또는 뉴저지 07604, Hasbrouck Heights, Rout 17, 377-T, Potters Industries, Inc.로부터 입수할 수 있고, 이와 유사한 품질의 비드 또한 이 시험방법에 적절하게 사용될 수 있음이 확인되었다.

⁵ 대전 방지 장치는 캘리포니아 91733, El Monte, 사서함 5178, Nuclear Products Co.(Staticmaster Ionizing Units, 모델 번호 2U500) 또는 일리노이주 60612, 시카고, Western Avenue, 215-219S, Western Static Eliminators Co.에서 입수가 가능하고, 해당 장치가 이 시험방법에 적절하게 사용될 수 있음이 확인되었다. 다른 공급 가능 업체들의 주소는 시험방법 D 4238의 각주 7을 참조할 것.

7. 샘플링

7.1 로트 시료 - 일상적인 품질 관리 시험에 사용할 경우, 실습 D 4354의 7 절 중 절차 B, '품질 보증 시험을 위한 샘플링 방법'에 지시된 대로 제품을 로트(lot)로 나눠 로트 시료를 추출한다. 규격서와 부합하는지의 여부를 검증하기 위한 시험의 경우, 실습 D 4354의 6절 중 절차 A, '규격서에 부합하는 시료 샘플링 방법'에 지시된 대로 시료를 추출한다.

7.2 실험실용 시료 - 수납시험을 위한 실험실용 시료로, 각 로트 시료의 섬유 두루마리의 끝에서 최소 1 m(1 yd) 길이의 섬유를 잘라 버린 후 폭은 그대로 유지한 채 다시 1 m(1 yd) 길이의 조각을 취한다.

7.3 시험편 - 실험실용 시료의 각 조각으로부터 체 받침통에 꼭 맞는 크기의 시험편 5개를 잘라낸다. 견본 하나의 대각선에서 모든 시험편을 취하도록 한다.

8. 시험편 준비

8.1 시험편의 중량을 측정한 후 모든 시험편을 시험을 위한 표준 대기 환경에서 증류수에 1시간 동안 담가 놓는다. 시험편을 지오텍스타일 시험을 위한 대기 환경에서 수분 평형에 이르도록 한다. 2시간 미만의 간격으로 시험편의 중량을 연속해서 잴 때 중량 변화가 0.1 g 이하이면 평형 상태에 도달했다고 간주한다.

주 2 - 실제 시험에서는 일단 수분평형이 이루어지면 지오텍스타일 재료의 질량을 재측정해 평형상태를 검증하는 절차는 생략한다. 그러나 양자간에 분쟁이 생겨 이와 같은 생략절차가 인정되지 않는다면, 통상 시험의 경우 시험편을 표준 실험실 조건 하에 일정 시간 동안 노출시켜 두는 것만으로도 충분하다. 대부분의 경우 최소 24시간이면 충분하다. 특정 섬유 중에는 수분평형에 도달하는 속도가 매우 더딘 것들이 있는데, 이러한 경우 실습 **D 1776**에 나와 있는 내용을 참고하여 당사자 간에 사전 조건에 대한 합의를 보도록 한다.

9. 절차

9.1 정전기가 시험절차에 미치는 영향을 최소화하기 위해 지오텍스타일 시험을 위한 환경에서 시험을 진행한다. 표준 대기 환경이 유지되지 않고 정전기가 발생하는 것을 방지하기 위해 두 가지 방법을 사용할 수 있다:

9.1.1 체의 둘레에 대전방지 장치를 동일한 간격 또는 그 중 하나만 덮개의 중앙에 설치하거나;

9.1.2 상용으로 판매되는 대전방지 분무기로 지오텍스타일에 물을 골고루 분무한다.

9.2 주름이나 볼록한 곳이 없도록 지오텍스타일을 팽팽하게 고정시킨다. 지오텍스타일이 늘어지거나 변형되어 구멍이 변하거나 일그러져선 안 된다. 지오텍스타일 시료를 고정하기 위해 두 가지 시스템을 사용할 수 있다:

9.2.1 두 체틀 사이에 웨지(wedge)를 넣는다.

9.2.2 체틀 내부에 테(hoop)를 넣어 고정시킨다.

9.3 사용 전, 비드의 치수를 확인하기 위해 실험실에서 유리 비드를 체질한다.

주 3 - 지오텍스타일의 평균 두께가 2.3 mm(0.091 in) 이상이 아닌 한, 모든 비드는 하나의 지오텍스타일 시험편을 통해 체질(sieve)된다. 이 두께 이상의 지오텍스타일(특히 부직포들)에서는 다른 비드 치수로 시험할 때 시험편을 통과할 수 있는 비드가 섬유 층 내에 끼어 시험 결과에 오류를 야기할 수 있다. 더 두꺼운 지오텍스타일의 경우, 각 비드 치수별로 다른 시험편이 사용될 수 있다; 단, 다른 시험편이 사용되었다는 사실을 시험 보고서에 기록해야 한다.

9.4 직경이 가장 작은 유리 비드부터 체질한다. 해당 크기의 유리 비드 50 g을 지오텍스타일 중앙에 놓는다.



9.5 덮개 및 받침통을 체틀 위에 놓고 셰이커를 올려놓는다. 10분간 체를 흔들어서 준다.

9.6 시험편 표면에 남아 있는 유리 비드를 받침통 안에 넣고 중량을 측정한다. 시험편을 뒤집고 체의 테두리를 가볍게 쳐서 떨어지는 비드의 중량을 포함한다.

주 4 - 이 단계는 지오택스타일에 낀 유리 비드의 양 및 시험 도중 손실된 모든 비드의 양에 관한 정보를 구하는데 사용된다.

9.7 시험편을 통과한 유리 비드의 중량을 재고 데이터를 기록한다(데이터를 기록 시 사용할 수 있는 시료 작업기록표가 그림 1에 제시되어 있다).

9.8 다음으로 직경이 큰 비드를 선택해 9.3 ~ 9.7절을 반복한다. 시험편을 통과하는 비드의 중량이 5% 이하가 될 때까지 더 큰 비드를 사용하여 시험을 반복한다. 비드가 시험편을 통과하는 수량이 전체 수량의 5% 이상에서 5% 또는 그 이하로 줄어들 때까지 시험을 수행한다.

9.9 5개의 시험편에 대해 9.2 ~ 9.8절을 반복한다.

10. 계산

10.1 다음의 식 1을 이용해 각 시험편을 통과하는 비드의 양을 % 단위로 계산한다:

$$B = 100 P/T \tag{1}$$

여기에서,

B = 시험편을 통과한 비드, %

P = 받침통에 있는 유리 비드의 중량, g

T = 사용된 전체 유리 비드의 중량, g

10.2 통과하는 비드의 양을 백분율로 계산하고 기록한다(그림 1 참조).

10.3 시험편 시험 시 5% 미만이 통과한 비드의 크기를 밀리미터 단위(6.3 참조)로 표시해 해당 시험편의 걸보기 구멍 치수로 지정한다.

10.4 시험편 5개의 걸보기 구멍 치수의 평균을 구해 이 시험의 걸보기 구멍 치수를 구한다.

지오텍스타일의
겉보기 구멍 치수 결정

일자: _____
 시험자: _____
 확인자: _____
 검토자: _____

범위 (mm) 미표준 그물망	최소 직경(m m)	비드 포함 F+G 중량	F+G 중량	비드 중량	잔존 %	비드 포함 받침통 무게	받침통 무게	비드 무게	통과 %	이전 F+G 무게	이후 F+G 무게	지오텍스타일에 긴 무게	지오텍스타일에 긴 %
2.0 ~ 1.70	1.70												
1.4 ~ 1.18	1.18												
1.0 ~ .850	.850												
.710 ~ .60	.600												
.50 ~ .425	.425												
.355 ~ .30	.300												
.25 ~ .212	.212												
.18 ~ .15	.150												
.125 ~ .106	.106												
.09 ~ .075	.075												

지오텍스타일 설명:

* F = 틀, G = 지오텍스타일

그림 1. 시료 작업기록표



D 4751 - 04

표 2. 정확도

통계	직물, 슬릿 필름	직물, 단일 섬유	바늘 교착 부직포	열 접촉 부직포
평균 겉보기 구멍 치수, mm	0.179	0.142	0.182	0.137
실험실 내 반복성 한계, CV %Sr	8.3	3.4	4.0	5.9
실험실간 재현성 한계, CV %SR	13.9	8.6	22.7	10.8
실험실 내 반복성 95 % 신뢰 한계, CV %r	23.4	9.4	11.7	16.5
실험실간 재현성 95 % 신뢰 한계, CV %R	39.1	24.2	63.4	30.2

12. 보고서

12.1 시험방법 D 4751에 지시된 바와 같이 시험편을 시험했다는 사실을 기록한다. 시료로 취한 재료 또는 제품 그리고 사용된 샘플링 방법에 대해 기술한다.

12.2 다음 정보를 포함시킨다:

12.2.1 사용된 비드 치수 범위를 밀리미터로 나타낸 서면 양식의 보고서

12.2.2 요청할 경우, 11절에 설명된 각 시험편의 ‘비드 통과율 대 비드의 크기’ 그래프

12.2.3 밀리미터 단위로 측정된 5개 시험편의 겉보기 구멍 치수의 평균(겉보기 구멍 치수 = O_{95})

12.2.4 각 시료의 중량

12.2.5 사용된 체 셰이커 종류

12.2.6 요청할 경우, 겉보기 구멍 치수를 체 번호로 나타낸다. 이 때 미국 표준 체(규격서 E 11 참조)는 상기에 구한 겉보기 구멍 치수(mm)와 같거나 이보다 한 단계 큰 직경을 가져야 한다.

12.2.7 이 시험방법에서 벗어난 모든 사항.

13. 정확도 및 편차

13.1 정확도:

13.1.1 실험실 간 시험 프로그램 – 이 시험방법에 대한 실험실 간 시험이 1999년에 수행되었다. 총 5개의 실험실에서 2개의 직물 및 2개의 부직포에서 임의로 추출한 3그룹(각 5개의 시험편으로 구성됨)의 시험편에 대해 겉보기 구멍 치수를 시험했다. 실습 E 691과 유사한 시험 설계 및 실험실간/실험실 내 데이터 분석이 ASTM 연구보고서¹에 제시되어 있다.

13.1.2 시험 결과 – 정확도에 대한 정보가 표 2에 제시되어 있다. 정확도는 겉보기 구멍 치수의 시험 결과에 대한 것이며, 변동계수 CV %로 표시되었다.

13.2 편차 – 겉보기 구멍 치수는 특정 시험방법에 의해 정의될 수 있기 때문에 지오텍스타일의 겉보기 구멍 치수를 측정하기 위한 시험방법 D4751의 절차상에는 어떠한 편차도 존재하지 않는다.

14. 중요 단어

14.1 겉보기 구멍 치수; 지오텍스타일; 유리 비드; 체

¹ ASTM 연구보고서는 ASTM 본사에서 확인할 수 있다. RR:D35-1006을 요청할 것.

부록

X1. 절차: 걸보기 구멍 치수 측정용 비드 세척

X1.1 사용된 모든 걸보기 구멍 치수 측정용 유리 비드(구형)를 수집 용기에 담는다.

X1.2 유리 비드를 #20(비드가 100 % 통과하는 적절한 크기의 체)과 같은 큰 체로 체질하여 큰 불순물(털, 보풀 등)을 제거한다.

X1.2.1 용기에 다시 담는다.

X1.3 세척 기구(#4 체, 커피 필터)를 준비한다.

X1.3.1 커피 필터를 #4 체에 놓는다.

X1.3.2 분무기를 사용하여 싱크대 위에서 이온을 제거한 물로 커피 필터를 적신다.

X1.4 유리 비드의 두께가 1/4 in가 되도록 커피 필터 위에 붓는다.

X1.5 이온이 제거된 물을 사용하여 유리 비드를 씻은 후 물을 비운다. 유리 비드는 일반적으로 가라 앉게 된다. 털, 보풀 등 많은 부유물이 제거될 수 있다. 최소 3번 씻는다.

X1.6 이소프로필 알코올을 사용하여 유리 비드를 씻는다. 이 과정을 통해 모든 잔여물과 물이 제거되게 된다.

X1.7 알코올이 증발하면 유리 비드가 담긴 커피 필터를 꺼내 용기 안에 넣는다. 모든 비드가 세척될 때까지 X1.5 ~ X1.8절을 반복한다.

X1.8 용기를 오븐(110 °C)에 넣고 밤새 건조시킨다.

X1.9 체 셰이커 위에 일련의 체(#20 ~ #200)를 놓고 유리 비드를 체질한다.

X1.10 유리 비드를 체를 통과한 것과 통과하지 않은 것으로 나눠 용기에 담는다.

*ASTM International(미국재료시험학회)*은 이 표준에서 언급된 모든 항목과 관련될 수 있는 모든 특허권의 유효성에 대한 어떤 입장도 취하지 않는다. 이러한 특허권의 유효성과 그 침해의 위험성을 파악하는 것은 전적으로 이 표준의 사용자에게 있다.

이 표준은 담당 기술위원회에 의해 언제든지 개정될 수 있으며, 매 5년마다 검토되어야 하기 때문에 개정하지 않는 경우, 재승인 또는 철회하여야 한다. 이 표준의 개정 또는 표준의 추가에 대한 사용자의 의견은 언제든지 접수 가능하며, *ASTM International* 본사에 제시하여야 한다. 사용자의 의견은 해당 기술 위원회의 회의에서 상세히 다룰 것이며, 이러한 회의에 사용자가 직접 참석할 수도 있다. 자신의 의견이 적절하게 처리되지 않은 것으로 판단되는 경우에는 다음 주소를 참조하여 *ASTM Committee on Standards(ASTM 표준위원회)*에 이러한 사실을 통보하여야 한다.

이 표준의 저작권은 *ASTM International*에 있다(*ASTM International*의 소재지 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States). 이 표준의 사본(한 부 또는 여러 부)은 위 주소 또는 610-832-9585(전화), 610-832-9555(팩스), service@astm.org(이메일)를 통해 문의하거나 *ASTM* 웹사이트(www.astm.org)를 방문하여 입수할 수 있다.