



EVERFLON™ PTFE

기능 가이드

Polytetrafluoroethylene

EVERFLON ACADEMIC

# 서론

에버플론™(Everflon™)은 C&F 그룹의 불소수지 등록상표입니다. 에버플론™ PTFE 불소수지는 에버플론™ FEP, 에버플론™ ETFE, 에버플론™ PFA 불소수지 및 에버플론™ PVDF 불소수지를 포함하는 C&F 그룹의 불소계 제품군에 속합니다.

이러한 소재는 기계적, 전기적, 화학적, 온도 및 마찰 저항성을 비롯한 다양한 특성을 결합하여 다른 어떤 소재로 만든 제품보다 뛰어난 제품을 제조하는 데 사용될 수 있습니다. 이러한 우수한 특성들이 하나의 소재에 결합되어 상업적으로 널리 사용됨에 따라, 에버플론™ PTFE 수지는 다양한 산업 및 군사 분야에서 탁월한 엔지니어링 소재로 자리매김했습니다. 또한, 에버플론™ PTFE 수지는 사용 환경에 따라 성능을 개선하기 위해 충전제 또는 보강제와 배합할 수 있습니다.

이 핸드북에 제시된 설계 및 엔지니어링 데이터는 설계 엔지니어가 에버플론™ PTFE 수지를 가장 효과적으로 사용할 수 있는 분야와 방법을 결정하는 데 도움을 주기 위한 것입니다. 설계 엔지니어는 숙련된 제작업체와 긴밀히 협력하는 것이 좋습니다. 제작 방식은 생산 비용뿐만 아니라 완제품의 특성에도 상당한 영향을 미칠 수 있기 때문입니다.

# 시중에서 판매되는 Everflon™ PTFE 불소수지

Everflon™ PTFE	수지 특성	용도
M40 Granular	성형에 적합한 수지	탁월한 최종 사용 성능이 요구되는 고성능 기계/전기 응용 분야 가공 테이프, 필름, 시트 가공 가스켓, 패키징, 기계식 씰
G401 Granular	등방성 성형에 이상적인 유동성이 뛰어난 수지, 낮은 예비 성형 압력에 적합하며 표면 평활도가 향상되었습니다.	얇은 금형 불 밸브 시트 파이프 라이닝 씰 밸브 밸브 플러그
F100 Fine Powder	낮은 감압비, 고압 수지	비소결 테이프 동축 케이블 저감축률 전선 및 케이블 코팅
F500 Fine Powder	다용도 수지, 중간 감압비, 우수한 색상 및 투명도, 필터 수용성이 탁월합니다.	전기 테이프 및 슬리빙 전선 및 케이블 코팅 무지지 튜브 열수축 튜브
F1000 Fine Powder	높은 응력 균열 저항성	전선 및 케이블 절연 소형 튜브
D60 Dispersion	고형분 함량 60% 분산	코팅
MV1 Micropowder	입자 크기 1 μm	윤활제 첨가제
MV3 Micropowder	입자 크기 3 μm	잉크 및 코팅 첨가제
MVP Micropowder	입자 크기 9 μm	플라스틱 및 엘라스토머 첨가제

# Everflon™ PTFE의 일반적인 특성

Property	ASTM Method	Unit	PTFE Granular Resin	PTFE Fine Powder
인장 강도, 23°C	D4894/4895	MPa (psi)	31.0	20.7 min
신장률, 23°C	D4894/4895	%	400	200 min.
MIT 플렉스, 2kg 하중	D2176		Did not break at 10 <sup>6</sup> cycles	
플렉스 탄성률, 23°C	D790	MPa	345–620	275–620
신장 공극 지수	D4895	—	—	15–200+
충격 강도, 아이조드 시험	D256	J/m		
–40°C		—	80	133–267
21°C		—	106	—
24°C		—	160	—
77°C		—	>320	—
204°C		—	No break	No break
경도, 듀로미터	D2240	Shore D	55	50–65
선형 열팽창 계수(°C당)	E228	mm/mm·°C	10 x 10 <sup>-5</sup>	—
열전도율, 4.6mm당		W/m·K	0.25	—
비열	D4591	kJ/kg·K		
20°C			1.4	1.5
40°C			1.2	1.5
150°C			1.3	1.3
260°C			1.5	1.4
열 불안정성 지수	D4894/4895		50 max.	50 max.
하중 하에서의 변형률, 23°C	D621	%		
3.4MPa			<0.5	<0.5
6.9MPa			2	2
14MPa			10	5
열 변형 온도	D648	°C		
450kPa			73	140
1800kPa			45	55
단시간 절연 강도	D149	kV/mm (V/mil)	24	24
표면 아크 저항	D495	sec	>300	>300
체적 저항률	D257	ohm·cm	>10 <sup>18</sup>	>10 <sup>18</sup>
표면 저항률	D257	ohm·sq	>10 <sup>18</sup>	—
유전 상수, 60 ~ 2 x 10 <sup>6</sup> 주파수(Hz)	D150		2.1	2.1
소산 계수, 60~2 x 10 <sup>6</sup> Hz	D150		<0.0001	—
24시간 수분 흡수율	D570	%	<0.01	<0.01
UL 94 난연 등급			94 V-0	94 V-0
내후성			Excellent	Excellent
정적 마찰 계수			0.05–0.08	—
광택 처리된 강철 표면 기준				
비중	D4894/4895		2.16	2.1–2.3

# 기계적 특성

## 강도 및 강성

### 에버플론™ PTFE

불소수지(플루오로폴리머)는 다른 엔지니어링 재료와 마찬가지로 특정 용도에서의 성능을 계산을 통해 예측할 수 있는 엔지니어링 재료입니다. 그러나 목재의 특성이 금속의 특성과 다르듯이, 에버플론™ PTFE

불소수지(플루오로폴리머)의 특성도 다른 엔지니어링 재료와는 다릅니다. 다음 데이터에서 적절한 안전 계수를 적용하여 표준 엔지니어링 공식을 사용하여 부품을 설계할 수 있는 강도 및 강성 값을 선택할 수 있습니다.

## 압축 응력

### 에버플론™

불소수지(플루오로폴리머)의 압축 및 변형률은 세 가지 온도에서 측정되었습니다. 압축 응력-변형률 곡선은 낮은 변형률 값에서 인장 응력-변형률 곡선과 유사합니다.

그러나 변형률이 증가함에 따라 곡선의 유사성은 감소합니다. 압축 및 인장의 항복점은 거의 동일한 응력 값에서 발생합니다. 압축의 경우, 높은 응력에서 낮은 변형률이 나타나는 것은 원래 단면 기준으로 시험 데이터를 분석한 결과일 수 있습니다.

### PTFE

## 푸아송 비

푸아송 비는 23°C에서 0.46이며, 온도가 증가함에 따라 0.50의 극한값에 접근합니다.

# 전기적 특성

## 유전 상수

Everflon™ PTFE 불소수지(플루오로폴리머)의 유전 상수는 다른 어떤 고체 재료보다 넓은 온도 및 주파수 범위에서 변화가 적습니다. 이 값은 전체 주파수 범위에서 거의 2.1로 일정하게 유지됩니다.

Everflon™ PTFE 불소수지 시편을 300°C에서 6개월 동안 열 노화시킨 후 실온으로 냉각하여 측정했을 때에도 유전 상수의 변화는 나타나지 않았습니다. 비불소수지 절연 재료는 이러한 특성을 나타내지 않습니다.

## 손실 계수

Everflon™ PTFE 불소수지 수지의 손실 계수는 최대 10<sup>8</sup>Hz의 주파수 범위에서 0.0004 미만으로 유지됩니다.

Everflon™ PTFE 불소수지 수지의 손실 계수는 매우 일정하게 유지됩니다. 상온에서 Everflon™ PTFE 불소수지(플루오로폴리머 수지)는 약 10<sup>8</sup>Hz에서 피크를 나타냅니다. Everflon™ PTFE 불소수지에서 이 피크 값은 0.0004입니다. 이 현상에 대한 이론적 분석과 현장 검사 결과, 온도가 증가함에 따라 피크가 더 높은 주파수에서 나타나는 것으로 확인되었습니다.

## 유전 강도

Everflon™ PTFE 불소수지(플루오로폴리머)의 유전 강도는 높으며 온도 및 열 노화에 따라 변하지 않습니다. ASTM 단시간 시험에서 측정된 초기 유전 강도는 매우 높습니다(두께 1.5mm 기준 600V/mil). 다른 재료와 마찬가지로 시편 두께가 증가함에 따라 유전 강도는 감소합니다.

고전압 스트레스에서의 수명은 코로나 방전에 따라 달라집니다. 특수 전선 구조와 같이 코로나 방전이 없는 경우, Everflon™ PTFE 불소수지(플루오로폴리머)는 손상 없이 매우 높은 전압 스트레스를 견딜 수 있습니다. 상대 습도 변화 또는 재료에 가해지는 물리적 스트레스는 이러한 전압 스트레스에서의 수명을 단축시키지 않습니다.

# 화학적 특성

## 화학 반응 저항성

에버플론™ PTFE 불소수지(fluoropolymer resins)는 본질적으로 화학적으로 불활성입니다. 에버플론™ PTFE 불소수지(fluoropolymer resins)의 최대 사용 온도(260°C)까지, 용융 알칼리 금속, 난류 액체 또는 기체 불소, 그리고 고온에서 쉽게 유리 불소를 방출하는 삼불화염소(CIF<sub>3</sub>) 또는 이불화산소(OF<sub>2</sub>)와 같은 몇몇 불소화합물 등 극히 소수의 화학 물질만이 이 수지와 화학적으로 반응하는 것으로 알려져 있습니다.

에버플론™ PTFE 불소수지(fluoropolymer resins)의 독보적인 불활성은 그 화학 구조에서 비롯됩니다. 에버플론™ PTFE 불소수지 분자는 강한 탄소-탄소 결합과 매우 강한 탄소-불소 결합으로 이루어져 있으며, 불소 원자는 각 분자의 탄소 핵 주위에 보호막을 형성합니다. 이 구조는 불용성, 낮은 표면 점착성 및 마찰력과 같은 다른 특수한 성질을 나타냅니다.

할로겐화 유기화학물질은 불소수지 수지에 소량 흡수될 수 있습니다. 이로 인해 아주 작은 무게 변화가 발생하고, 경우에 따라 약간의 팽창이 나타날 수 있습니다. 흡수율이 매우 높으면 일반적으로 제조된 부품의 다공성이 높다는 것을 의미합니다.

## 투과성

불소수지 수지는 일부 물질에 의해 제한적으로 투과될 수 있습니다. 투과율은 일반적으로 다른 열가소성 수지에서 관찰되는 것과 유사합니다. Everflon™ PTFE 불소수지 수지의 화학 물질 노출에 대한 자세한 데이터는 담당자에게 문의하십시오.

## 내후성

Everflon™ PTFE 불소수지 수지로 제작된 부품은 날씨의 영향을 거의 받지 않습니다. 거의 모든 기후 조건에 15년 동안 노출된 샘플에 대한 결정적인 테스트는 이러한 내후성을 입증합니다.

따라서 이러한 조건에서 최고의 신뢰성이 요구되는 응용 분야에는 이러한 수지가 적합합니다. 레이더 및 안테나 부품과 같은 기타 전자 부품에서 발생하는 극한의 열, 추위 및 자외선에 대한 내성은 산업 설계자에게 이 소재의 가치를 보여주는 훌륭한 예입니다.

# 열적 특성

## 열 팽창

에버플론™ PTFE 불소수지는 18~25°C의 전이 영역에서 1.0~1.8%의 현저한 부피 변화를 보입니다. 이 영역의 양쪽에서 가공된 부품은 이 영역을 통과할 경우 치수가 변할 수밖에 없습니다. 따라서 정밀 부품의 최종 작동 온도를 정확하게 결정해야 합니다.

생산 과정에서 부품의 제조 또는 작동 중에 전이 영역을 통과하는 경우, 이러한 부피 변화를 고려하여 측정해야 합니다.

## 저온 특성

에버플론™ PTFE 불소수지로 제작된 부품은 저온에서도 높은 강도, 인성 및 자체 윤활성을 나타냅니다. 에버플론™ PTFE 불소수지는 -268°C부터 사용 가능하며 -79°C부터는 높은 유연성을 유지합니다.

## 열전도율 및 비열

에버플론™ PTFE 불소수지(플루오로폴리머)의 평균 열전도율은  $1.7 \pm 0.3$  Btu·in/hr·ft<sup>2</sup>·°F입니다. 평균 비열은 0.3 Btu/lb·°F입니다. 이 데이터는 20~260°C 온도 범위에서 측정되었습니다.

## 열변형

에버플론™ PTFE 불소수지의 열변형 온도는 66psi 응력에서 122°C, 264psi 응력에서 56°C입니다(ASTM D648).

## 탄성 복원력

에버플론™ PTFE 불소수지로 제작된 부품은 변형 후 원래 치수로 복원되는 경향이 있지만, 복원 과정에는 오랜 시간이 걸릴 수 있습니다. 응력 하에서 시간이 지남에 따라 크리프 또는 변형되는 가공 부품은 응력이 제거되고 부품이 소결 온도까지 올라가면 원래 형태로 복원됩니다. 그러나 낮은 온도에서는 부분적인 복원만 발생합니다. 특정 온도에서 예상되는 복원은 15분 이내에 실질적으로 완료되지만, 온도가 높아질수록 복원 정도가 증가합니다.

## 고온에서의 분해

에버플론™ PTFE 불소수지 부품의 분해 속도는 특정 수지, 온도, 열 노출 시간, 그리고 어느 정도는 압력 및 환경 조건에 따라 달라집니다. 대부분의 용도에서 이러한 분해 속도는 최대 사용 온도(에버플론™ PTFE 불소수지의 경우 260°C) 미만에서는 매우 작으므로 특별한 예방 조치가 필요하지 않습니다. 제조 과정에서 온도가 343°C를 초과하는 경우에는 적절한 환기가 필요합니다.



# Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

저희 회사, 제품 및 서비스에  
대한 자세한 정보는  
[www.everflon.com](http://www.everflon.com) 또는  
[www.everflonultra.com](http://www.everflonultra.com)  
웹사이트를 방문해 주십시오.