

## WELCOME TO PARTICLEFOAMTEC

파티클폼텍은 효율적인 EPP, E-TPU  
비드폼 생산 시스템과 완벽한 노하우  
및 기술력을 제공합니다

## EPP, E-TPU 비드폼 생산 플랜트와 턴키 솔루션

### COMPANY INFORMATION

인천광역시 부평구 청천2동 부평대로 283, C-609

공장 : 경기도 김포시 양촌읍 황금로 23번길 160

Tel 070-8851-5630 Dir 010-6648-5630

E-mail [contact@particlefoamtec.com](mailto:contact@particlefoamtec.com)





# Particlefoamtec

"플라스틱 발포비드의 글로벌 선두기업 파티클폼텍에 오신 것을 환영합니다. 당사는 항상 고객을 위해 최선을 다하겠습니다."

송영국 / 대표이사  
Particlefoamtec Co., Ltd.

## 기업소개

주식회사 파티클폼텍은 발포 플라스틱 가공 설비 및 플랜트 엔지니어링 분야에서 사업을 시작으로 꾸준히 성장해 가고 있으며, 현재는 혁신적인 EPP, E-TPU 비드폼 생산시스템 및 기술 노하우를 제공하는 플라스틱 비드폼 제조설비 분야에 있어서 글로벌 기업으로 자리매김 하고 있습니다.

## 주요 사업

미래에는 스팀체스트 성형업체가 오토클레이브를 설치하여 자체적으로 EPP 비드폼을 생산하게 될 것입니다. 이는 소수 기업이 독점적으로 공급하던 EPP 가격을 내리고, 발포 비드폼의 운송비용을 절감하는 효과를 가져올 수 있습니다.

당사는 EPP 및 E-TPU 비드폼 생산시스템과 함께 오랜 시간동안 축적해온 기술적 노하우를 고객에게 전수함으로써 더욱 효율적이고 안정적인 비드폼 생산이 가능하도록 노력하고 있습니다.



## 'EPP' 란?

EPP는 발포 폴리프로필렌으로서 EPP 비드폼 또는 EPP 폼으로 불리기도 합니다. EPP는 경쟁력 있는 가격과 훌륭한 물리적 특성으로 다양한 산업에서 많은 관심을 받고 있습니다. 특히, 에너지 흡수율, 단열, 방음 효과가 탁월하고, 탄력성, 내구성, 내화학성, 재활용성 및 지속 가능성 등 뛰어난 물리적 특성을 가지고 있어 자동차산업, 건축재, (전자제품) 포장재, 스포츠 용품, 가정용품, 소비재, 장난감 등의 다양한 산업 분야에서 활용되고 있습니다. 최근 EPP 제품의 범위가 확대되고 소비량이 증가함에 따라 EPP 비드폼의 직접 생산으로 인한 원재료 가격의 하락은 전 세계적으로 EPP 시장이 성장하는데 상당한 영향을 끼칠 것입니다.

- 장난감
- 가구
- 건축재
- 소비재
- 가정 용품
- 자동차



# 비드폼의 미래

당사와 토론토 대학의 미세발포 플라스틱 공학 박철범 교수가 바라보는 비드폼의 미래

**Q. EPP의 원료 폴리프로필렌(PP)의 가격은 EPS의 원료 폴리스틸렌(PS) 보다 20-30% 저렴하게 형성되어 있습니다. 하지만 발포 비드폼의 경우는 반대인데요. EPP 비드폼 가격이 EPS보다 두 배 가량 높은 이유는 무엇인가요?**

**A. 박교수 :** 펠탄을 함유하고 있는 PS 펠렛은 1차 발포기를 통해 바로 EPS 비드폼으로 생산 가능합니다. EPS 생산업체가 PS 펠렛을 구입해 1차 발포기와 스티밍을 이용해 발포하는 것이죠. 하지만 E-TPU를 포함해 EPP 비드폼의 발포 과정은 이와 다릅니다. 먼저 압출 과정을 통해 1mg 크기의 아주 작은 EPP (ETPU) 미니 펠렛을 생산합니다. 그렇게 생산된 미니 펠렛을 고온, 고압의 오토 클레이브로 옮긴 뒤 CO2와 결합시키면 아주 작은 크기였던 미니 펠렛은 5배에서 최대 30배에 이르는 비드폼 형태로 탄생합니다. 이 비드폼의 팽창률을 30배에서 70배, 혹은 그 이상으로 높이기 위해서는 2차 발포기를 사용합니다. 하지만 열을 가했을 때 PP의 용융강도가 급격히 하락하여 세포벽 형성이 어렵다는 한계가 있습니다. 때문에 PP가 두 피크 결정을 가지기 위해서는 아주 정교하고 전문적인 고가의 설비가 필요합니다. 물론, EPP와 EPS의 가격이 2배 이상 차이를 보이는 것은 단지 복잡한 생산 공정 때문만은 아닙니다. 기본적으로 EPP의 가격이 높게 책정된 이유는 기존의 특허권과 발포 비드폼을 운반하는데 드는 운송비 때문입니다. 불과 얼마 전까지도 JSP, 카네카, BASF, 한화, 롯데 등과 같은 대기업이 특허권을 선점하여 독점적으로 원료를 공급해왔습니다. 그러나 현재 특허권은 만만료되었고, 이는 더 이상 스티미체스트 성형업체들이 EPS의 두 배가 넘는 비용을 지불하면서 EPP를 구입하지 않아도 된다는 뜻입니다. 성형 업체들이 자체적으로 EPP 비드폼을 생산함으로써 특허 사용료와 불필요한 운송비를 절감한다면, EPP의 가격 역시 큰 폭으로 감소할 것입니다.



**Q. 발포 플라스틱 중 합성 수지의 주재료로 사용되는 것이 폴리우레탄(PUR), PS, 폴리올레핀, 그리고 열가소성 폴리우레탄(TPU)입니다. 또, 압출 방식을 이용해 만든 제품 중에는 압출 PS, PS 페이퍼 (PSP), 가교 폴리에틸렌(XLPE)가 있고, 초임계 CO2와 고압의 오토클레이브를 이용해 발포시킨 발포품으로는 EPP나 E-TPU가 있죠. 그렇다면 교수님께서 오토클레이브 방식을 사용한 비드폼의 미래에 대해서 어떻게 보십니까?**

**A. 박교수 :** 우선, 비드폼 기술은 현재 복잡한 3D 형태의 기하학적 구조를 가진 저밀도 폼을 만들기 위해 사용할 수 있는 유일한 기술입니다. 비드폼은 생산 방식이 오토클레이브인지, 압출 방식인지에 관계 없이 훨씬 저렴한 비용으로 생산 가능합니다. 그 중에서도 오토클레이브 기술은 EPP와 E-TPU가 가진 다양한 특성 중에서 필요한 것들만 골라 독립적으로 컨트롤이 가능하고 설비가 비교적 저렴하다는 장점이 있습니다. 특히 압출식 발포 기술로는 EPP의 두피크 결정 형성이 쉽지 않을 뿐더러, 오토클레이브 방식에 비해 E-TPU 비드폼의 품질이 떨어진다는 점에서 오토클레이브 방식을 이용한 비드폼 생산 기술은 앞으로도 잠재성이 큰 분야라 생각됩니다.



**Q. 교수님께서 반 결정화된 폴리머는 모두 더블 피크를 가진 비드폼으로 만들 수 있다고 하셨는데, 미래에는 또 어떤 새로운 물질이 주목을 받을거라 생각하시는지요? 더불어 나노섬유 고무를 합성하여 EPP와 E-TPU의 장점을 결합시킨 새로운 물질에 대해서도 설명해주시죠.**

**A. 박교수 :** EPP의 뛰어난 훌륭한 특성과 저렴한 가격 덕분에 EPP 시장은 꾸준히 성장하였고, 다양한 기계적 특성의 결합을 필요로 하는 제품과 산업 분야에서 널리 사용되고 있습니다. 특히 강성도(Stiffness)가 낮은 대신, 연성도(Softness)가 높고 아주 부드러운 제품(연신율, 인성, 충격흡수율이 높음)이나 반대로 강성도가 높아 매우 견고하고 단단한 제품(연신율, 인성, 충격흡수율이 낮음)까지 폭넓게 활용 가능합니다. 보통 연성도가 높으면 상대적으로 강성도가 떨어지기 때문에, 기존의 전통적인 방식으로는 강성도와 연성도가 모두 높은 제품을 만들기 어려웠습니다. 그러나 새로 개발한 나노섬유 고무를 활용하면 두 가지 특성을 모두 지닌 비드폼을 생산할 수 있습니다.



# EPP 생산 시스템 패러다임의 변화

"앞으로 EPP 성형 업체들은 독점적으로 비드폼을 공급하는 공급업체에 의존하지 않고 직접 EPP 비드를 생산하여 재료비를 절감하고자 할 것입니다. 따라서 오토클레이브 방식 EPP 설비 가격은 하락할 것이며, AI 기술을 적용한 디지털 생산 플랜트를 통해 EPP 발포 및 생산 조건을 최적화 역시 수월해질 것입니다. 이러한 변화는 보다 쉽고 안정적인 EPP 비드폼 생산의 미래를 불러올 것입니다." - Chul B. Park, Ph.D.

## 오토클레이브 발포기술을 이용한 EPP 생산 시스템 패러다임의 변화



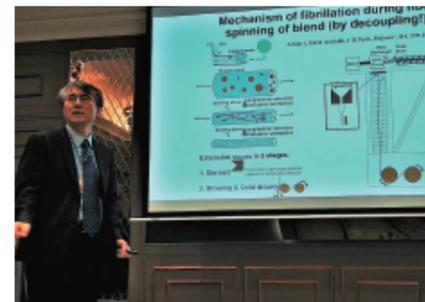
[ About Chul B. Park (박철범 교수) ]

CTO 박 철범 교수는 1993년 MIT에서 박사 학위를 취득하였고, 토론토 대학에서 미세발포 플라스틱 공학 교수로 일임하였으며, 현재는 파티클폼텍의 CTO로 기술적 자문을 담당하고 있습니다. 박 철범 교수는 뮤셀 기술(MuCell) 개발에 큰 기여를 하였고 세포의 결정 핵생성 및 발포 메커니즘을 연구 및 발표하였으며, 세계 최초로 EPP 비드 내 두 개의 결정 피크가 발포에 미치는 영향과 그 역할을 설명하였습니다. 박철범 교수는 현재까지 1,400여 편 이상의 논문을 발표하였으며, 그 가운데 학술 저널 420편, h-index 76인 4권의 저서 등도 포함되어 있습니다. 또한 박 철범 교수는 Journal of Cellular Plastics의 편집장이자 12 여 개의 국제 저널 편집 고문의원으로 폭넓게 활약하고 있습니다.

"즉, 나노섬유고무를 사용해 생산된 EPP는 강성도와 연성도가 모두 필요한 제품과 산업 분야에 적용할 수 있습니다. 특히, 나노섬유 고무 기술을 활용하면, 자동차 부품 생산 시 제품의 성능은 그대로 유지하면서도 중량을 줄일 수 있게 됩니다. 저밀도의 견고한 EPP 비드폼을 생산함과 동시에, 부드럽고 밀도가 높은 기존의 특성까지 그대로 가지게 되어 제품 자체의 중량만 크게 줄어드는 것이죠."

"모든 반결정화 폴리머는 더블 피크를 가진 비드폼으로 만들 수 있고, 또 원하는 특성만 남길 수도 있습니다. 성형업체들이 비드폼을 직접 생산한다면, 새로운 응용 분야의 시장이 성장뿐만 아니라 생산 비용 절감, 제품의 품질 강화, 안정성 및 지속성 강화를 위한 처리 기술 역시 크게 향상될 것입니다."

- 박철범 교수



# EPP 비드폼과 제품 생산

## EPP 제품 생산의 3 단계

1st 미니 펠릿 생산, 2nd EPP 비드 발포, 3rd EPP 성형 공정

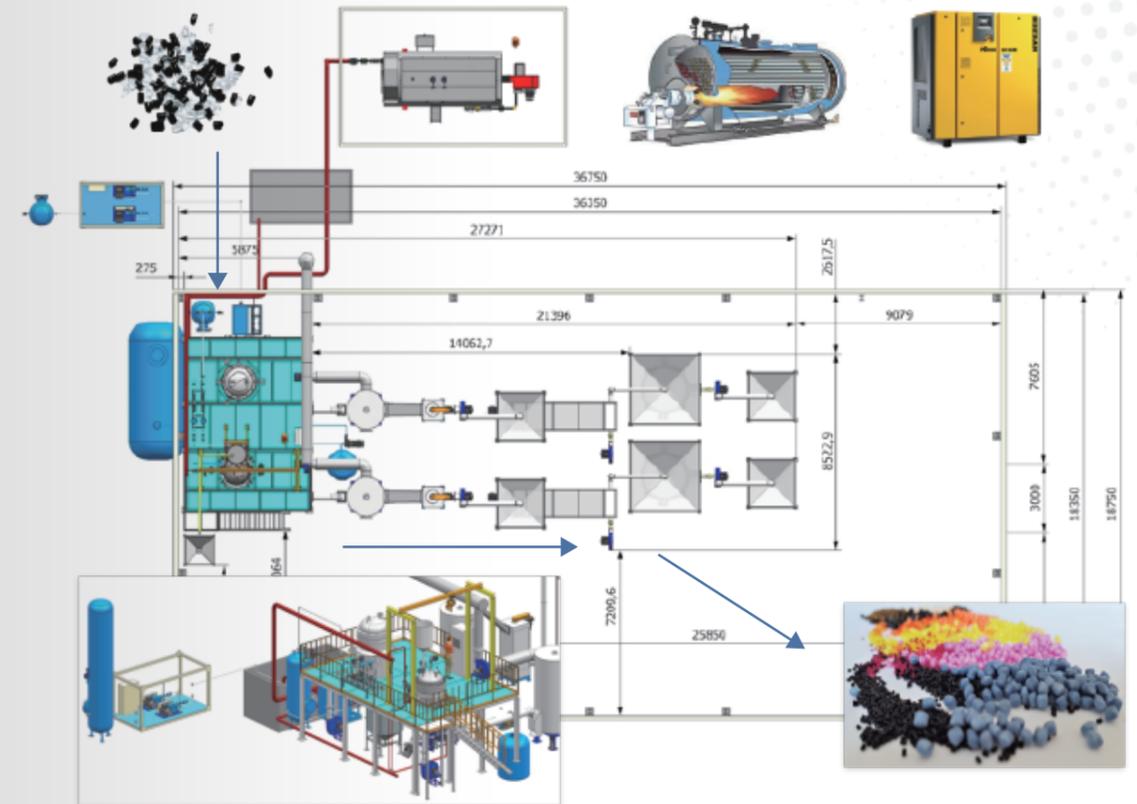


EPP 제품 생산은 압출 공정을 통한 미니 펠릿 제조부터 시작합니다. 이 단계에서 주요 첨가제를 투입하여 무게가 최대 1 mg인 미니 펠릿을 생산합니다.

PP의 녹는점에 맞춰 가열된 오토 클레이브에 물, 첨가제, 미니 펠릿을 투입합니다. 적절한 압력을 통해 미니 펠릿 속에 CO2 가스를 주입시킵니다. 이 공정을 거치면 미니 펠릿은 원하는 배율로 팽창 가능한 EPP 비드가 됩니다.

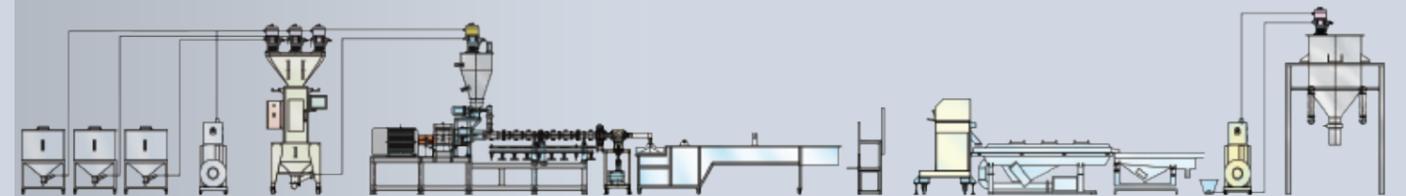
압력 탱크에 EPP 비드를 약 8시간 동안 보관합니다. 비드 내 공기와 대기압의 차이로 수축된 비드를 다시 팽팽하게 부풀리기 위함이며, 추후 스팀 챔브 성형 시 원하는 형태와 품질을 위해 반드시 필요한 작업입니다.

## EPP 비드폼 생산 플랜트 평면도



## PP 미니 펠릿 생산 라인

팽창률이 5~70배인 저밀도 EPP 비드를 만들기 위해서 우선 압출 공정을 통해 1mg의 미니 펠릿을 생산합니다.



# 미니 펠릿 생산 라인



중량측정 블렌더



트윈 스크류 압출기



스크린 체인저



냉각 장치



펠렛타이저



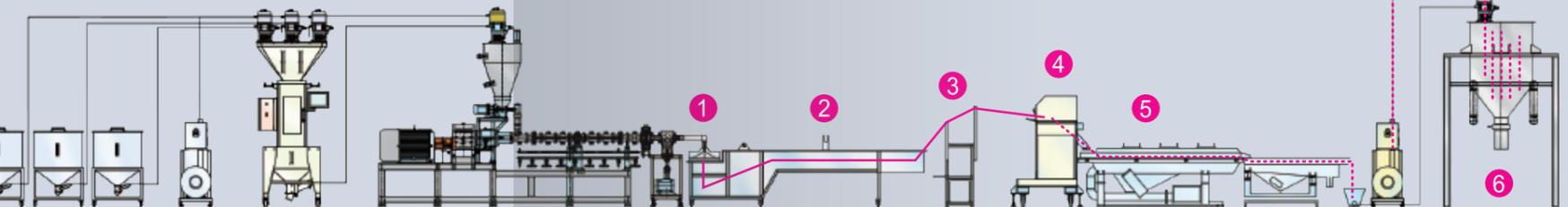
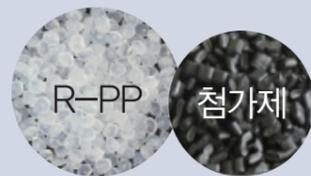
진동 건조기

EPP 생산의 첫 단계는 압출 공정을 통한 미니 펠릿 제조입니다. 싱글 스크류 압출기를 사용해야 하는 몇몇 특정 제품을 제외하고 대부분의 경우 미니 펠릿은 트윈 스크류 압출기를 사용해 생산합니다. 미니 펠릿의 주 재료인 R-PP (random copolymer polypropylene)와 마스터 배치, 셀 강화제, 정전기 방화제, 조핵제 등으로 이루어진 특수 첨가제를 투입하면, 자동 중량 측정 블렌더 (automatic gravimetric blender)가 각종 투입물들의 양을 자동으로 조절하여 혼합합니다.

## 미니 펠릿 압출 라인 (IM-EXS100)

R-PP와 첨가제의 혼합물은 펠렛타이저를 통해 1 mg 무게로 재단됩니다.

미니 펠릿 생산에서 가장 중요한 것은 압출 기술로 특수 첨가제, 다이헤드, 펠렛타이저 등에 대한 노하우가 있어야 정확하고 균일한 크기와 무게의 미니펠릿을 얻을 수 있습니다.



\*아웃풋 : 약 200 kg to 300 kg/hr



다이헤드 (100 가닥)



냉각 장치



미니 펠릿 펠렛타이저



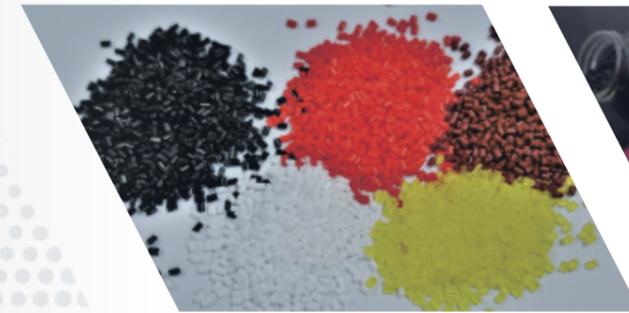
건조 및 선별기



미니 펠릿  
(최대 무게 약 1 mg)

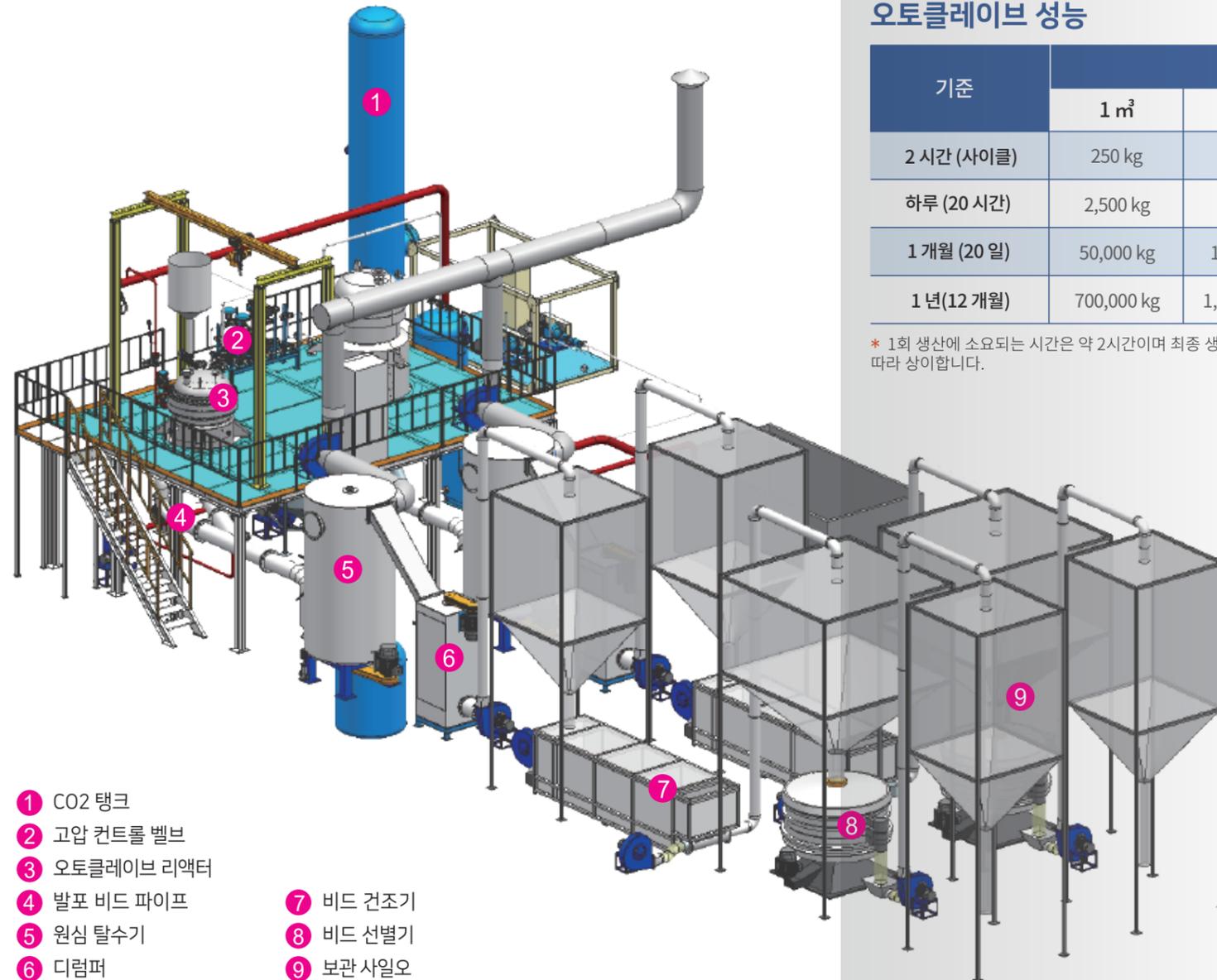
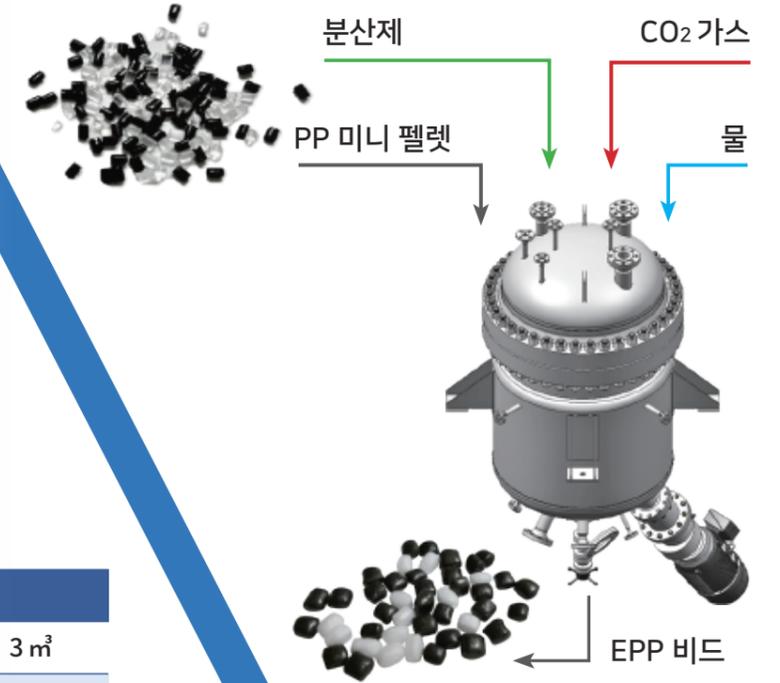
## 다운 스트림 시스템(Downstream System)

다이헤드를 통해 압출된 가느다란 폴리머 가닥①들이 냉각 장치로 이동합니다②. 재단 전, 공기 분사기를 통해 물기를 털어내고 증발기를 통해 남은 수분까지 건조시킵니다. 완전 건조한 폴리머 가닥들은 펠렛타이저④로 이동하여 작은 펠릿 모양으로 재단됩니다. 그 후 미니 펠릿은 분류 및 냉각 과정을 거쳐⑤ 저장 사일로에서 보관 및 저장됩니다 ⑥.



# EPP 비드폼 발포 시스템

압출 공정을 통해 생산된 1mg의 미니 펠릿을 고온, 고압의 오토 클레이브로 투입, CO2를 주입합니다. 이 작업을 통해 아주 작은 크기의 미니 펠릿은 팽창률이 5배~최대 30배에 이르는 비드폼으로 탄생합니다. 팽창률을 30배에서 70배, 혹은 그 이상으로 높이기 위해서는 2차 발포기를 사용합니다.



- ① CO2 탱크
- ② 고압 컨트롤 밸브
- ③ 오토클레이브 리액터
- ④ 발포 비드 파이프
- ⑤ 원심 탈수기
- ⑥ 디럼퍼
- ⑦ 비드 건조기
- ⑧ 비드 선별기
- ⑨ 보관 사일오

## 오토클레이브 성능

기준	크기		
	1 m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>
2 시간 (사이클)	250 kg	650 kg	1,000 kg
하루 (20 시간)	2,500 kg	6,500 kg	10,000 kg
1 개월 (20 일)	50,000 kg	130,000 kg	200,000 kg
1 년 (12 개월)	700,000 kg	1,500,000 kg	2,400,000 kg

\* 1회 생산에 소요되는 시간은 약 2시간이며 최종 생산물의 양은 생산 환경 및 조건에 따라 상이합니다.



전통적인 EPP 생산 방식은 배치 발포(batch foaming process)로 단단한 R-PP 미니 펠릿 속에 CO2 발포제를 주입시키는 방식입니다.

당사의 EPP 생산 플랜트는 오토클레이브 두 대로 구성되며, 주요 제품 생산용과 소량 제품 / 부품 생산용으로 분류됩니다. 필요 시 오토클레이브를 추가로 설치할 수 있습니다.

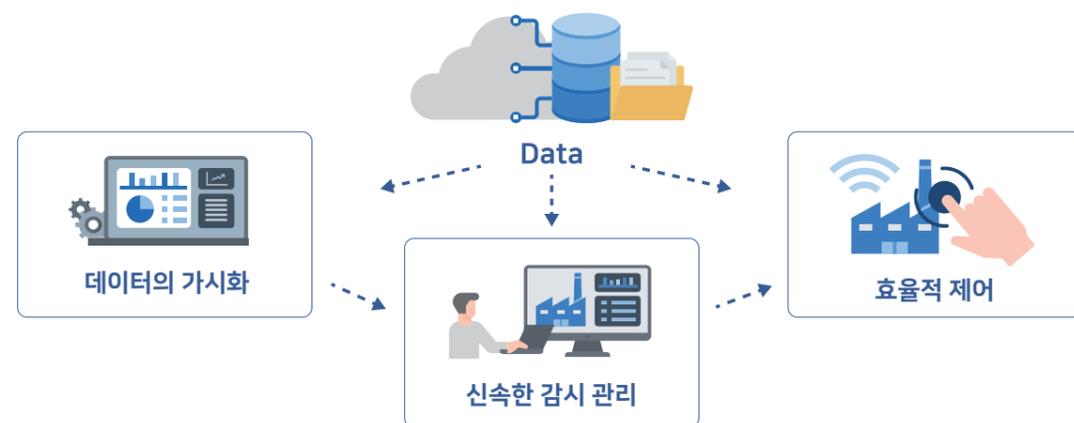
# 디지털 EPP 플랜트

당사는 최적의 비드폼 생산 조건을 제공하는 턴키 솔루션 스마트 팩토리를 지원합니다. 시가 적용된 오토클레이브 방식의 디지털 플랜트를 통해 보다 효율적이고 안정적으로 EPP 비드폼을 생산할 수 있습니다.

디지털화를 통해 우리의 삶의 방식은 눈에 띄게 변화했습니다. 비드폼 산업 역시 마찬가지입니다. 파티클폼텍의 디지털 플랜트는 방대한 양의 정보를 장기적이고 체계적으로 보관 및 관리하고, 생산 과정을 보다 효율적이고 신뢰할 수 있는 방식으로 감시, 제어합니다. 이를 통해 생산 과정의 변수와 생산 환경의 불필요한 요소들을 통제하고 지속적인 생산을 실현할 수 있습니다.

SMART FACTORY

## 디지털 플랜트 네트워크



파티클폼텍의 디지털 플랜트는 온라인 제어 서비스를 기반으로, 공장 내 모든 생산 설비와 네트워크를 하나로 통합하여 작업 시 발생할 수 있는 오류를 즉시 발견하고 제어할 수 있습니다.

# SCADA 시스템

SCADA 시스템은 소프트웨어 PLC와 하드웨어 RTU를 결합한 것으로 공장 내 설비를 효율적으로 관리할 수 있습니다. PLC와 RTU는 공장 내 설비와 센서에 연결되어 기계별 데이터를 수집합니다. 수집된 데이터는 컨트롤룸으로 전송되며 작업자는 HMI 스크린을 이용해 PLC와 RTU를 제어함으로써 각 기계의 상태를 점검 및 관리할 수 있습니다. HMI 스크린이란 스카다 시스템의 중요한 요소 중 하나로 작업자와 시스템 간 원활한 소통을 지원합니다.

## 공장 제어



# EPP 비드폼 생산 플랜트 설치 예

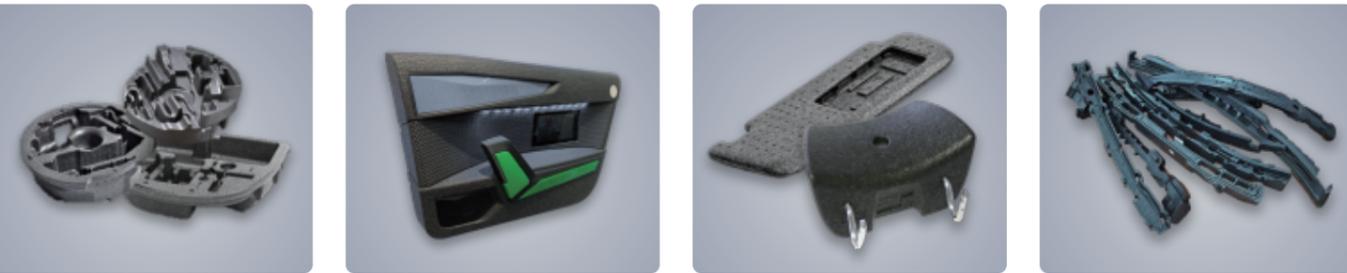
"앞으로 EPP 성형 업체들은 독점적으로 비드폼을 공급하는 공급업체에 의존하지 않고 직접 EPP 비드를 생산하여 재료비를 절감하고자 할 것입니다. 따라서 오토클레이브 방식 EPP 설비 가격은 하락할 것이며, AI 기술을 적용한 디지털 생산 플랜트를 통해 EPP 발포 및 생산 조건을 최적화 역시 수월해질 것입니다. 이러한 변화는 보다 쉽고 안정적인 EPP 비드폼 생산의 미래를 불러올 것입니다."



# EPP 비드폼 활용 분야

## 기술 성형 제품

EPP는 뛰어난 충격 흡수율 덕분에 자동차 산업에서 자동차 범퍼, 머리 받침대 등 다양한 부품으로 활용되고 있습니다. 특히 EPP로 만든 자동차 부품은 사고 발생시 탑승자의 피해 최소화를 위한 자동차의 안전 대책(Passive Safety) 를 향상시킵니다. 철과 결합할 경우 충격 흡수율이 더욱 커지는 장점이 있습니다.



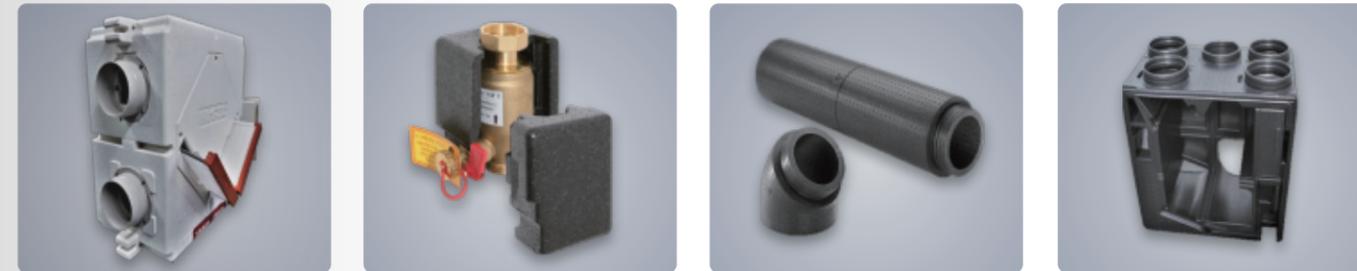
## 전자제품용 EPP 포장재

일반 포장재 및 전자제품용 정전기 방지 포장재



## EPP HVAC & 단열재

EPP는 훌륭한 단열 성능으로 냉난방 시스템, 환기, 보온 및 보냉 기능이 필요한 산업에서 활발히 활용되고 있습니다.



## EPP 벌통

EPP 벌통은 기존 벌통들의 문제를 해결할 수 있습니다. EPP 벌통은 단열 및 방수 기능이 뛰어나 춥거나 습한 날씨에도 벌들에게 편안하고 안전한 환경을 제공하며, 이는 기존 벌통과 비교하였을 때 벌꿀 수확량을 30% 이상 증가시키는 결과로 이어졌습니다. 또한, EPP 벌통은 견고하면서도 가벼워 관리와 유지가 쉽다는 점에서 많은 양봉업자들의 사랑을 받고 있습니다.



- 벌꿀 수확량 30% 증가
- 확실한 단열 성능
- 내수성
- 초경량
- 100% 재활용 가능



## EPP 가구, 빈백(Bean Bag)충전재

EPP로 만든 가구는 가벼우며 이동과 조립이 쉽습니다. 또한, 100% 재활용 가능하고 친환경인 EPP로 만들어져 아이들도 안심하고 사용할 수 있습니다. 견고하고 내구성이 좋아 의자, 침대, 매트리스의 재료로 사용 가능하며, 다양한 색상으로 생산 가능합니다. EPP 가구는 실용성과 심미성을 모두 충족할 수 있으며, 따라서 앞으로도 관련 시장은 꾸준히 성장할 것으로 예상됩니다.



## EPP 가정 용품

EPP는 가정 용품으로도 활발히 사용 중입니다. EPP 로 만든 가정용품 으로는 유아용 카시트, 다림질 판, 욕실 매트, 쿠션 매트, 아동용 변기 커버, 화분, 책상 매트, 와인 쿨러 등이 있습니다.



## The next-generation filler



## EPP 보온 보냉 용기 및 아이스 박스

EPP 아이스 박스는 혁신적인 기술로 탄생한 고밀도 보관 용기입니다. 보온과 보냉 기능이 탁월하여 -40°C 에서 120°C의 음식을 보관할 수 있으며, 온도 손실량은 시간 당 평균 ± 1°C 정도로 우수한보온 성능을 자랑합니다.



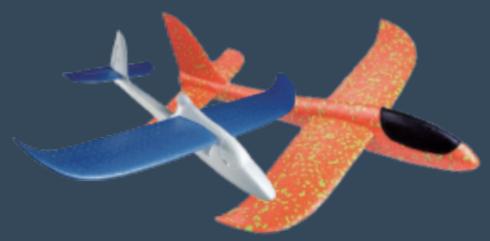
## EPP 스포츠 용품

EPP 는 다양한 스포츠 용품의 재료로 암벽등반, 스키, 승마, 스케이트보드, 서핑, 농구, 자전거 헬멧, 스키 부츠 밑창, 수영 킥판, 정강이 보호대, 자전거 림, 요가 폼롤러 제조에 사용되고 있습니다.



## EPP 레저

EPP로 만든 모형 비행기, 장난감, 인조 잔디는 안전하고 가벼우며 제작 시 치수와 크기를 정확하게 조절할 수 있습니다.



## EPP 부표

EPP는 부표 생산에 가장 적합한 재료입니다. EPP 부표는 해양 생태계에 해로운 중금속을 포함하지 않아 친환경적이며, 또한 내구성이 좋고 깨짐이 적어 그로 인한 해양 오염을 최소화할 수 있습니다.

