

EPTEK 정밀 제조 - 정밀 주조 및 복합재 금형

접착 보드 구조를 넘어

EPTEK 정밀 주조 툴링

접합 보드에서 일체형 근접 윤곽 주조로

자동차 모델 • 항공우주 치공구 • 정밀 지그



접합부는 줄이고 확실성은 높입니다.

EPTEK 비금속 툴링 시스템: 주조 소재, 페이스트 및 경질 폼.

접착 보드 구조

일체형 정밀 주조

일체형 주조 블랭크의 5축 CNC 가공. 접합 보드의 이음선 없이 매끄럽고 연속적인 표면을 구현합니다.

자동차 디자인 모델, 모델 검증 및 정밀 항공우주 치공구에서는 블랭크 품질이 복잡한 곡면의 연속 재현과 설계 치수의 정확한 구현을 좌우합니다. 이후 접착, 보수 및 가공 효율에도 직접적인 영향을 줍니다.

대형 부품, 깊은 캐비티 및 복잡한 형상에는 기존 보드를 여러 조각으로 절단·접합·경화한 뒤 전체를 가공해야 합니다. 이음부, 접착층 및 반복 마감은 공정을 길게 하고 표면 균일성, 진공 기밀성과 장기 치수 안정성에 불확실성을 더합니다.

EPTEK는 접합 보드 구조의 한계를 넘어 정밀 주조 블랭크 기술을 개발했습니다. 고객의 3D 데이터를 바탕으로 전용 근접 윤곽 주조 캐비티를 설계하고 최종 형상에 가까운 일체형 블랭크를 생산하여, 복잡한 모델과 치공구를 보드 조립 방식에서 일체형 주조 방식으로 전환합니다.

“이음부는 줄이고, 제조의 확실성은 높입니다.” EPTEK 정밀 주조 기술의 핵심 원칙입니다.

01 - 접합 모델링 보드의 네 가지 한계

기존 모델링 보드는 보통 표준 직사각형 판재로 공급됩니다. 대형 부품, 깊은 캐비티 및 복잡한 자유곡면에는 네스팅, 절단, 황삭, 접착제 도포, 조립, 클램핑, 경화 및 이음부 마감이 필요합니다. 작고 단순한 부품에는 편리하지만 크기, 곡면 복잡성과 진공 요구가 커질수록 한계가 뚜렷해집니다.

● 이음선 제거의 어려움

접착층과 보드는 색상, 경도, 열팽창계수 및 샌딩 특성이 다릅니다. 충전·샌딩·도장 후에도 고광택 또는 클래스 A 표면, 장기 온도 변화 후에는 이음선이 다시 드러나 디자인 모델, 마스터 모델 및 고급 치공구의 표면 균일성을 해칠 수 있습니다.

● 진공 기밀성 저하 가능성

이음부, 접착층 가장자리 및 국부적인 접착 불량은 숨은 통로나 미세 공극을 만들 수 있습니다. 진공 성형 금형, 복합재 적층 마스터 및 진공 트리밍 지그에서 누설 경로가 되어 진공도를 낮추거나 진공 유지 상태를 불안정하게 할 수 있습니다.

● 접합선이 수명 제한 요인이 될 수 있음

접합선은 구조의 불연속부입니다. 반복 운반, 가공, 진공·기계 하중 및 열사이클로 국부 박리, 균열 또는 단차가 생겨 보수와 재교정 위험이 커질 수 있습니다.

● 긴 제조 공정

기존 보드 조립에는 절단, 접착제 도포, 위치 설정, 클램핑, 경화, 이음부 보수 및 기준 재설정 등이 필요하며, 이후 직사각형 블랭크에서 많은 소재를 제거합니다. 일체형 근접 윤곽 주조는 최종 형상 주위에 필요한 가공 여유만 배치하여 잉여 소재와 황삭 작업을 줄입니다.

접착 보드 구조	네스팅·절단 → 예비 황삭 → 접합·클램핑 → 경화 → 이음부 보수 → 기준 재설정 → 대량 황삭
근접 윤곽 주조	3D 데이터 → 전용 캐비티 → 일체형 주조 → 필요한 마감 가공

표준 보드는 작고 단순한 부품에 여전히 적합합니다. 한계는 대형 치공구, 깊은 캐비티, 복잡한 곡면, 진공 적용과 높은 외관 요구에서 가장 뚜렷합니다.

02 - 근접 윤곽 주조: 새로운 블랭크 제조 공정

EPTEK 정밀 주조는 국제적으로 알려진 근접 윤곽 주조 방식을 적용하여 최종 제품 형상에 가까운 3차원 블랭크를 만듭니다. 보드를 적층·접합하는 방식보다 소재 제거량, CNC 가공 시간, 공구 마모와 칩 폐기물을 줄이고 이음선 없는 연속 표면을 제공합니다.

이는 소재 형태의 변경을 넘어 블랭크 제조 전체를 재구성합니다. 3D 데이터와 캐비티 설계부터 일체형 주조·정밀 가공까지 최종 윤곽 주위에 소재를 배치합니다. 필요한 가공 여유만 남겨 CNC 또는 5축 마감 가공으로 바로 진행하며, 보드 절단·접합·접착 경화·이음부 보수를 없앱니다.

공정 단계	제품 설명
01 데이터 및 치공구 설계	고객의 3D 데이터로 전용 주조 금형을 설계하고 가공 여유, 인서트 위치, 진공 회로와 기타 공정 조건을 정합니다.
02 캐비티 가공	발포 소재 주조 캐비티를 CNC 가공하여 제품 형상을 정확하게 재현하고 소재 사용량을 제어하면서 최종 윤곽에 가깝게 만듭니다.
03 주조 및 경화	액상 폴리우레탄(PUCAST®) 또는 에폭시(EPCAST®)를 주조하여 일체형 구조로 경화합니다. 두꺼운 단면에는 단계 경화와 후경화를 적용할 수 있습니다.
04 최소 마감 가공	탈형 후 적은 가공 여유를 가진 일체형 블랭크를 얻습니다. 가벼운 마감 가공으로 최종 부품을 완성하며, 적합한 프로젝트에서는 가공 시간을 50% 이상 줄일 수 있습니다.

EPTEK는 부품 크기, 사용 온도, 표면 경도, 압축 성능, 중량 및 가공 요구에 따라 PUCAST® 폴리우레탄 또는 EPCAST® 에폭시를 선택합니다. 두꺼운 단면, 고정밀 또는 고온용 부품에는 단계 경화·후경화로 내부 응력을 줄이고 최종 물성을 안정화할 수 있습니다.

03 - 정밀 주조와 접합 보드 비교

정밀 주조 툴링의 가치는 표준 보드를 대체하는 데만 있지 않습니다. 시작 블랭크의 형상을 최종 형상에 훨씬 가깝게 만들 수 있다는 데 있습니다.

비교 항목	접착 툴링 보드	EPTEK 정밀 주조 툴링
치수 안정성	여러 접착 경계면이 온도 변화에 따라 다르게 변형될 수 있습니다.	연속적인 일체형 구조, 관리된 배합 및 후경화가 균일한 치수 거동을 뒷받침합니다.
진공 기밀성	접합선과 공극이 누설 경로가 되어 진공 유지가 어려워질 수 있습니다.	보드 간 경계면을 줄여 잠재적인 누설 경로를 줄입니다.
가공 효율	보드 절단, 접합, 경화, 이음부 보수 및 대량 황삭으로 공정이 길어집니다.	최종 형상에 가까운 가공 여유가 황삭 경로와 공구 마모를 줄입니다.
사용 수명	접착선은 상대적으로 취약한 부분이며, 열적·기계적 하중을 받으면 접착 박리나 균열이 발생할 수 있습니다.	보드 접합선을 없애 소재 시스템, 밀도와 구조 설계로 수명을 최적화할 수 있습니다.
총비용	작고 단순한 부품에는 경제적이지만 대형 치공구에서는 조립 및 황삭 비용이 크게 증가합니다.	전용 캐비티에는 초기 투자가 필요하지만 대형 복잡한 치공구의 전체 납기와 비용을 더 잘 관리할 수 있습니다.

경량화, 가공 효율과 납기는 부품 크기, 소재 밀도, 구조, 가공 여유 및 합격 기준에 따라 달라집니다. 작고 단순하거나 매우 긴급한 부품에는 표준 보드가 더 경제적일 수 있습니다. 일체형 근접 윤곽 주조는 일반적으로 대형 부품, 복잡한 곡면, 진공 밀봉 및 고품질 마감에 더 효율적입니다.

04 - 자동차 디자인, 모델 및 치공구

자동차 용도는 EPTEK 정밀 주조 프로젝트의 약 50%를 차지합니다. 초기 디자인 검증과 설계 데이터 확인부터 내·외장 모델, 기능 모델, 검사 지그 및 소량 생산 금형까지 지원합니다.



자동차 디자인 모델: 일체형 주조 블랭크는 이음매 없는 클래스 A 표면 재현에 도움이 됩니다.

● 디자인 모델 및 마스터 모델

완성차 외관과 차체 부분, 범퍼, 팬더, 전·후면 패시아, 스포일러, 휠 아치, 램프, 그릴 및 공력 부품의 디자인 모델에 적합합니다. 큰 곡면, 깊은 캐비티와 불규칙 구조에서 일체형 블랭크는 고광택 도장 아래 이음선이 드러날 위험을 줄여 클레이 모델의 CAD 전환, 클래스 A 곡면 검토 및 최종 디자인 승인에 기여합니다.

● 데이터 검증 및 큐빙 모델

차량 또는 하위 어셈블리 데이터로 데이터 검증, 맞춤 및 조립 검증 모델을 제작하여 간극, 단차, 경계 관계와 조립 호환성을 확인합니다. 높은 치수 안정성, 모서리 유지성과 양호한 표면 마감이 핵심 소재 요건입니다.

● 내·외장 모델 및 치공구

계기판, 도어 패널, 센터 콘솔, 필러, 헤드라이너, 시트 부품, 트렁크 내장재, 램프 및 신에너지 차량 차체 패널에 적용합니다. 진공 성형, 저압 RIM, 발포 성형, 소프트 트림 및 소량 복합재 금형에도 사용할 수 있습니다.

● 검사·조립 지그 및 부품 지지구

차체 패널, 내·외장 및 구조 부품의 윤곽 검사 지그, 위치 지그, 조립 지지구, 측정 베이스와 전시 치공구에 적합합니다. 필요한 지지 윤곽에 가깝게 주조한 뒤 기준 구멍, 위치 핀, 검사 블록과 금속 인서트를 가공하여 정밀도, 중량 및 취급성을 조화시킵니다.

05 - 항공우주 치공구 용도

항공우주 복합재와 판금 부품은 대형·박벽이며 강성이 낮고 곡률이 복잡해 높은 정밀도를 요구하는 경우가 많습니다. 적층·성형, 트리밍·드릴링, 검사 및 조립 전 과정에 전용 치공구가 필요합니다. 현재 항공우주 용도는 EPTEK 정밀 주조 프로젝트의 약 50%를 차지합니다.

대형 툴링: 제작 단계 비교



대형 툴링: 제작 단계 비교

주조 상태 / 최종 형상에 가까운 블랭크

정삭을 마친 툴링

대형 치공구 블랭크의 가공 전후. 최종 형상에 가까운 주조 블랭크는 필요한 표면 가공 여유를 유지하면서 소재 제거량을 최소화합니다.

● 복합재 금형용 마스터 패턴

마스터 패턴은 생산용 복합재 금형을 만드는 고정밀 기준 모델입니다. EPTEK는 복합재 부품 또는 최종 금형 데이터로 일체형 블랭크를 직접 주조할 수 있습니다. 5축 가공으로 연속 표면을 만든 뒤 실링, 코팅, 겔코트 또는 이형 처리를 합니다. 대표 용도는 탄소섬유 날개 스킨, 동체 패널, 도어, 페어링, 윙팁, 스파 및 리브용 마스터입니다.

- 저·중온용 복합재 마스터는 적층 소재, 경화 온도, 열사이클 수 및 정밀도에 따라 폴리우레탄 또는 에폭시를 선택합니다.
- 프리프레그 금형용 마스터는 열변형온도, 열팽창계수, 후경화 일정 및 겔코트 호환성을 확인합니다.

● 진공 고정 및 트리밍 지그

경화한 복합재 부품은 보통 표면에 맞는 진공 고정·트리밍 지그에 위치시킵니다. EPTEK는 지그 몸체를 일체형으로 주조하고 CNC로 맞춤 면, 진공 홈, 공기 통로, 실링 홈과 위치 기준을 가공합니다. 접합 보드 지그와 달리 작업면을 가로지르는 이음선이 없어 접합선 누설 위험을 줄입니다.

- 대표 부품: 탄소섬유 날개 스킨, 동체 패널, 도어, 페어링, 허니컴 샌드위치 패널 및 복합재 내장 부품.
- 가공 후 표면 실링, 실링 연속성 검사, 구역별 진공 시험 및 전체 지그의 진공 유지 시험을 실시합니다.

05 - 항공우주 치공구 용도: 계속

● 스트레치 성형 및 판금 성형용 금형 블랭크

항공기 알루미늄 스킨과 박판 부품은 저온 인장, 스트레치 성형, 수작업 및 교정 성형에서 정확한 금형 곡면, 충분한 압축강도와 내마모성을 필요로 합니다. 개발, 소량 생산 및 복잡한 곡면에는 수지 금형을 신속하게 5축 가공할 수 있으며 금속 블랭크보다 운반과 수정이 쉽습니다.

● 검사 치공구 및 조립 지그

항공우주 부품 검사·조립에는 신뢰할 수 있는 기준 전달, 윤곽 위치 설정과 반복 가능한 클램핑이 필요합니다. EPTEK 정밀 주조는 윤곽·표면 게이지, 조립 위치 지그, 드릴 템플릿 베이스 및 접착 지그에 적용할 수 있습니다. 비교적 가벼운 일체형 블랭크로 복잡한 지지면을 만들고 위치 핀, 부시, 나사 인서트, 볼 시트와 측정 타깃을 넣을 수 있습니다.

항공우주 프로젝트는 사용 온도, 열사이클 수, 치수 정밀도, 코팅·겔코트 호환성, 진공 요건과 최종 검사 계획을 기준으로 소재 선택 및 경화 일정을 검증해야 합니다.

06 - EPTEK 제품 포트폴리오

EPTEK는 자동차 디자인, 항공용 금형 및 정밀 툴링에 필요한 소재와 장비를 종합적으로 제공합니다. 스타일링 클레이, 경량 코어 소재, 툴링 보드부터 정밀 주조 툴링, 툴링 페이스트, 수용성 코어 소재 및 5축 가공 시스템까지 폭넓은 제품군을 갖추고 있습니다.

제품군	주요 특성 및 용도
PUCAST® 폴리우레탄 정밀 주조 툴링 소재	빠른 경화, 우수한 절삭 가공성, 적은 분진 발생 및 다양한 밀도 선택이 특징입니다. 자동차 디자인 모델, 검사·조립 지그, 진공 고정식 트리밍 지그 및 저온 복합재 성형용 마스터 패턴에 적합합니다.
EPCAST® 에폭시 정밀 주조 툴링 소재	우수한 치수 안정성, 양호한 고온 성능 및 낮은 열팽창이 특징입니다. 고온용 복합재 금형 마스터 패턴, 프리프레그 금형용 마스터 패턴 및 정밀 검사 지그에 적합합니다.
PUBOARD® / EPBOARD® 툴링 보드	소형 모델, 신속 툴링 제작, 검사 지그 및 프리프레그 금형용 마스터 패턴에 사용하는 폴리우레탄 및 고온용 에폭시 툴링 보드입니다.
PUFOAM® / LBOARD® 경량 코어 소재	미세 기포의 경질 폴리우레탄 폼으로, 대형 마스터 패턴, 경량 마스터 모델, 복합재 금형용 마스터 패턴 및 형상을 따라 설계한 구조물의 내부 지지체에 사용합니다.
EPMOLD® 툴링 페이스트	대형 마스터 패턴의 표면층, 복잡한 곡면의 형상 다듬기, 국부 수정 및 수동·기계 도포를 통한 툴링 제작에 사용합니다.
EPMOLD® 금형용 수지 및 프리프레그	항공용 복합재 금형을 위한 고성능 시스템으로, 진공 인퓨전 금형, 프리프레그 금형 및 고온용 복합재 툴링에 사용합니다.
iClay 스타일링 클레이	자동차 디자인 개발 및 디자인 검증에 사용합니다. 재수정이 가능하고 마감이 쉬워 클래스 A 표면 모델 제작에 적합합니다.
수용성 코어 소재	복잡한 중공 복합재 구조물을 성형하는 데 사용합니다. 경화 후 물로 코어를 제거할 수 있어 기존 코어 툴의 탈형 한계를 극복합니다.

프로젝트 문의

맞춤형 이음매 없는 주조 툴링 블랭크, 모델, 금형 및 지그

3D 데이터를 보내 주십시오. EPTEK는 정밀 주조 블랭크부터 5축 가공을 마친 완성 부품까지 종합 솔루션을 제공할 수 있습니다.