

Form 4 및 기타 레진 3D 프린터의 독립적 안정성 테스트



목차

서론3

방법론 5

 프린터 및 소재5

 3D 모델 및 슬라이싱6

 표준 운영 절차7

 관찰 및 측정9

테스트 결과12

 하드웨어 안정성..... 12

 프린터 안정성 12

결론16

부록17

 1.0 모델 설명 17

 2.0 프린트 설정 18

 3.0 정의 19

도입

3D 프린팅으로도 알려진 적층제조(AM)는 제품 개발과 다양한 산업의 생산을 가속하는 강력하고 인기 있는 도구입니다. 파트 설계를 위해 설계된 모든 도구에는 안정성이 중요하며 3D 프린팅도 예외는 아닙니다. 3D 프린터는 지난 10년 동안 큰 도약을 이루었지만, 여전히 많은 프린터가 낮은 신뢰성으로 인해 발목을 잡고 있습니다. 3D 프린팅 업계에서 실시한 [2024 설문조사](#)에서 적층 제조 업계의 리더들은 3D 프린팅의 광범위한 채택을 가로막는 가장 큰 장벽으로 '기계 및 공정의 안정성'을 꼽았습니다.

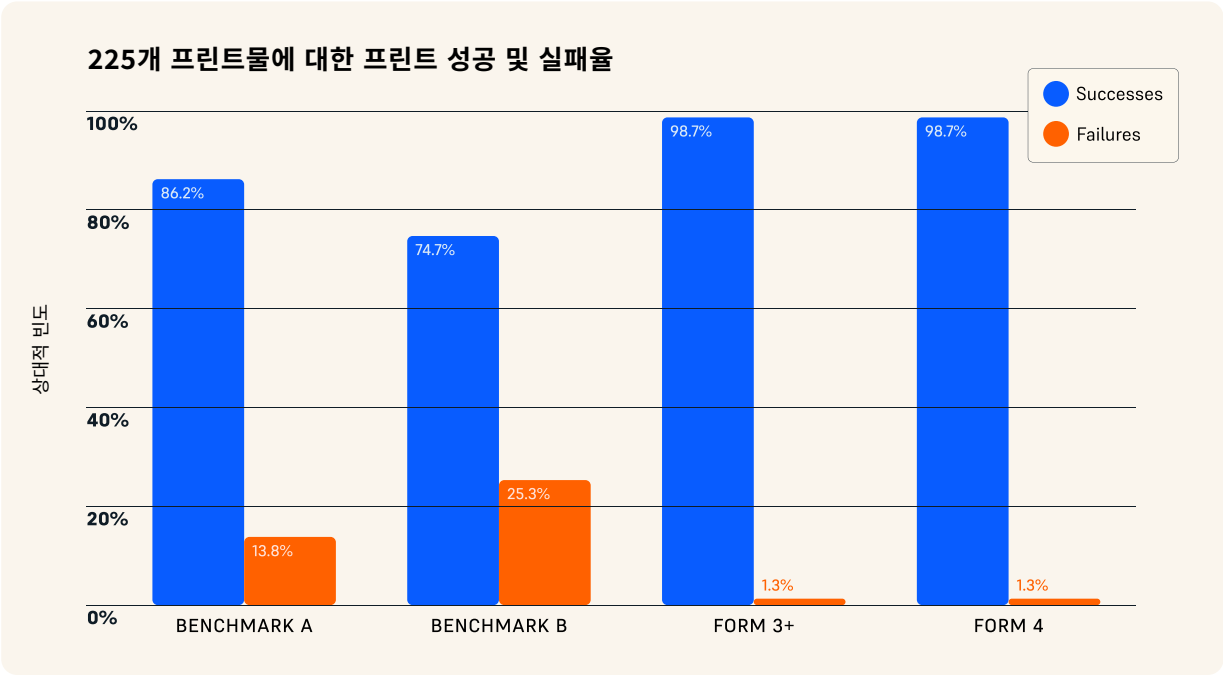
문제: 안타깝게도 지금까지는 고객이 구매 결정을 내릴 수 있는 신뢰할 수 있는 정량적 정보가 없었기 때문에 브랜드 이름과 '투자한 만큼 얻는다'는 사고방식에 의존할 수밖에 없었습니다. 이 문제를 해결하기 위해 Formlabs는 [Form 4](#), Form 3+ 및 비교적 저렴한 레진 3D 프린터 2대를 포함한 일부 광경화성 수지 조형 방식(SLA) 3D 프린터를 대상으로 실시한 일련의 종합적인 성능 테스트를 요약한 이 보고서를 작성했습니다. 이 테스트는 각 프린터에서 프린팅된 파트의 프린트 성공률과 반복 가능성을 평가하기 위한 것이었습니다.

내용: 데이터 품질과 무결성을 보장하기 위해 제품 테스트 분야의 독립적인 글로벌 리더가 제3자 테스트 랩의 시설에서 현장에서 테스트를 수행했습니다. Form 4의 제조업체인 Formlabs는 모든 프린터에서 이 테스트를 표준화하는 것을 목표로 테스트 중에 사용된 시험과 절차를 정의했으며, 이 백서의 뒷부분에 자세히 설명되어 있습니다. 이 표준 운영 절차(SOP)는 크게 표준 설정에서 모델을 프린팅하고 동등한 프로세스를 유지하는 것으로 구성되며, 프로세스의 각 단계에서 품질 검사를 통해 사용자 실수로 인해 결과가 변경될 위험을 제거합니다.

방법: SOP에 따라 각 제조업체의 서로 다른 5가지 공장 상태 프린터로 15개 모델을 각각 3회씩 프린트하여 각 프린터 모델별로 225개의 프린트물을 프린트하고 프린트의 성공 또는 실패를 기록했습니다.

결과: Form 4의 프린트 성공률은 98.7%로 측정되었으며, 이는 현장에서의 성능 향상을 위해 5년 동안 지속적으로 최적화되어 온 Form 3+ 프린터와 동일한 수준입니다. 벤치마크 프린터인 A와 B는 각각 86.2%와 74.7%의 프린트 성공률, 즉 13.8%와 25.3%의 실패율을 기록했습니다(Form 4의 경우 1.3%). 이는 벤치마크 프린터의 실패율이 Form 4의 10배에서 20배에 달하며, 벤치마크 B는 4번의 프린트 중 1번이 실패한다는 것을 보여줍니다. 특히 이 결과에는 벤치마크 B의 프린터 중 두 대가 고장 나서 테스트를 시작하기 위해 교체해야 했던 하드웨어 안정성도 포함되지 않았습니다. 이로 인해 하드웨어를 교체하는 데만 며칠이 걸렸고, 문제 해결, 실패한 프린트물 청소, 프린트 재시도를 위한 프린터 재설정에도 많은 노동 시간이 소요되었습니다.

이 결과는 모두 최적의 조건을 갖춘 실험실에서 테스트한 네 대의 프린터 모두에서 성공적으로 프린팅된 것으로 검증된 프린트물을 사용하여 얻은 것입니다. 사용자가 생성한 모델을 사용하는 실험실 외부의 조건은 일반적으로 전반적으로 더 낫다는 점에 유의해야 합니다. 예를 들어, 작성 당시 (Formlabs에서 측정한) Form 4의 현장 프린트 성공률은 94%였습니다.



이 그래프는 Form 4가 다른 데스크톱 레진 프린터보다 훨씬 더 안정적이라는 것을 보여줍니다.

프린터의 안정성에 영향을 미치는 요소는 여러 가지가 있습니다. 예를 들어 Formlabs는 자료를 공개하기 전에 몇 주에 걸쳐 각 자료의 프린트 설정을 검증하고, 자동화된 진단 및 모니터링을 통해 현장에서 지속적으로 개선할 수 있도록 지원합니다. 이는 모든 새 프린터 모델에 대해 여러 차례의 검증 및 테스트를 거치고 모든 프린터가 출고되기 전에 60포인트 보정 및 품질 관리 검사를 거치는 것에 추가됩니다. 하드웨어 엔지니어링, 재료 과학, 설정 튜닝, 현장 모니터링, 엄격한 QC의 조합으로 높은 안정성 수치를 달성할 수 있었습니다.

Formlabs는 이러한 작업을 계속하여 자사 프린터의 성능 기준을 정하고, 그 기준을 공개하여 고객이 신뢰할 수 있는 안정성 정보를 얻을 수 있도록 노력함으로써 Formlabs뿐만 아니라 경쟁사에게도 도움이 될 수 있도록 노력할 것입니다.

프린터	FORM 4	FORM 3+	벤치마크 A	벤치마크 B
고장 상태로 도착	0	0	0	2
목표 프린트물 수	225	225	225	225
완성된 프린트물	225	225	225	216
실패한 프린트물	3	3	31	55
실패율	1.3 %	1.3 %	13.8%	25.3%
출시 연도	2024	2019	2023	2022
빌드 볼륨	7.9 x 4.9 x 8.3 in	5.7 x 5.7 x 7.6 in	7.8 x 4.7 x 8.6 in	8.6 x 4.8 x 9.3 in
기술 방식	MSLA	레이저 SLA	MSLA	MSLA

프린터	FORM 4	FORM 3+	벤치마크 A	벤치마크 B
장애 모드	• 조각 누락(x2) • 프린트 중지(x1)	• 조각 누락(x2) • 워핑 (x1)	• 비준수(x13) • 박리(x7) • 조각 누락(x6) • 크래킹(x5)	• 비준수(x31) • 크래킹(x10) • 조각 누락(x6) • 박리(x5) • LCD 고장(x3)
비프린트 문제	• 오래된 펌웨어(x1)	해당 사항 없음	• 필수 필름 교체(x5)	• 귀환 실패(x7) • LED 모듈 고장(x1) • LCD 고장(x2)
장애로 인한 프린팅 시간 손실	9	17	>100	>250

방법론

프린터 및 소재



Form 4와 함께 제공되는 에코시스템, [Form Wash](#) 및 [Form Cure](#), 빌드 플레이트 및 자동 디스펜싱 레진 카트리지.

선택

다양한 옵션을 완전히 이해하기 위해 이번 테스트에는 [SLA 방식, 즉 레진 3D 프린터](#)의 네 가지 유형이 선택되었으며, 모두 액조 광중합을 기반으로 작동합니다. 첫 번째는 2019년에 출시된 Form 3의 업데이트 버전인 Form 3+와 2024년에 출시된 새로운 Form 4로, Formlabs의 기존 프린터 유형입니다. 또한 비슷한 빌드 면적을 가진 저가형 프린터와 비교하기 위해 두 대의 벤치마크 프린터를 선정했습니다. 첫 번째 벤치마크 프린터의 가격은 미국에서 약 450달러, 두 번째 프린터의 가격은 약 650달러입니다. Formlabs 프린터의 가격은 [웹사이트에서](#) 확인할 수 있습니다. 테스트 당시 프린터의 가격은 Form 3+의 경우 2,500달러, Form 4의 경우 4,500달러였습니다.

각 프린터는 해당 프린터에 맞는 최신 하드웨어(예: Form 3 Resin Tank V2.1 및 Form 3+용 빌드 플랫폼 2)만 사용했습니다. 마찬가지로 각 프린터에 선택된 레진은 각 브랜드에서 생산하고 해당 프린터용으로 광고하는 표준 회색 레진으로 확인되었습니다(예: Form 3+용 [Grey Resin V4](#), Form 4용 [Grey Resin V5](#)).

조달

Formlabs 프린터와 액세서리, 각 레진 30L를 Formlabs 웹사이트에서 구매하여 테스트 랩으로 직접 배송했습니다. 주문에 특별한 대우를 하지 않았으며 프린터를 어떠한 방법으로도 수정하지 않았습니다.

벤치마크 프린터, 하드웨어 및 재료는 아마존에서 구할 수 있는 경우 아마존에서 주문하고, 그렇지 않은 경우 OEM 웹사이트에서 직접 주문했습니다. 테스트에 사용된 프린터는 모두 테스트 랩에서 직접 개봉한 새 제품입니다.

3D 모델 및 슬라이싱

S선거

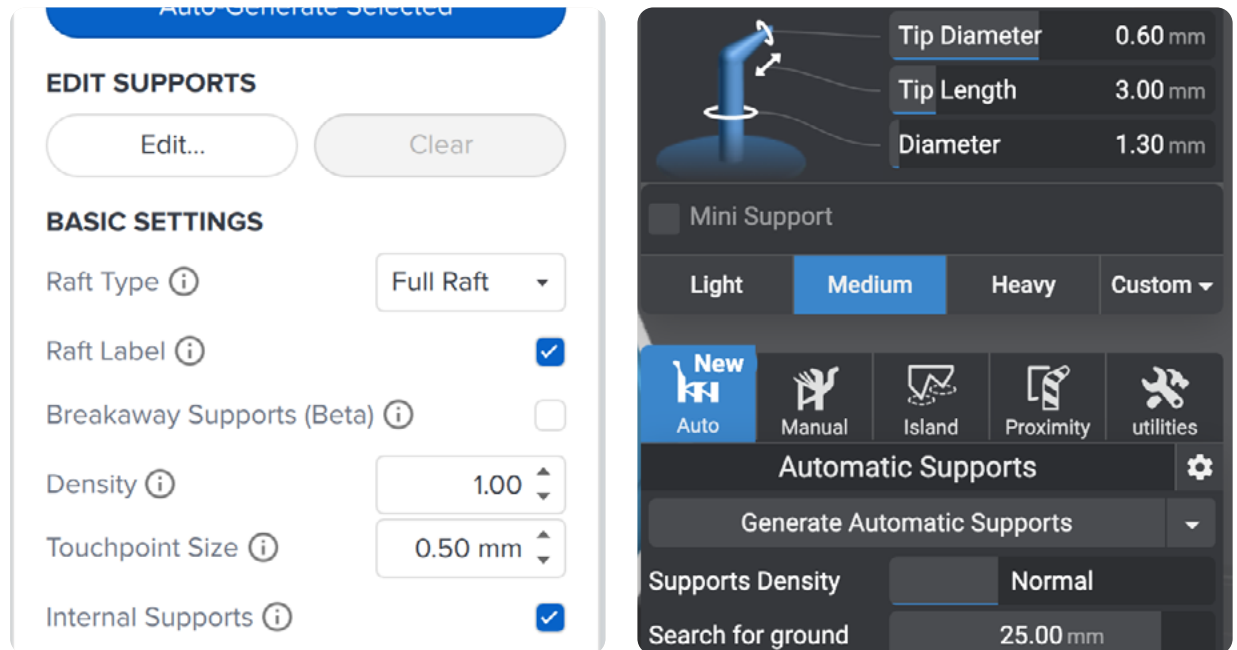
다양한 응용 분야, 크기, 폼 팩터에서 15가지 3D 모델을 선정했습니다. 파트의 크기는 20mm에 불과한 바운더링 박스부터 프린터의 전체 빌드 볼륨(서포트 구조 포함)을 채우는 크기까지 다양했습니다. 모델은 대부분 서포트 구조가 필요하고 빌드 플레이트에 직접 프린팅할 수 없습니다. 파트별 분석은 다음과 같습니다:

- 엔지니어링/제조 애플리케이션: 8개 파트
 - 자동차, 소비자 또는 산업용을 위한 6가지 최종 사용 파트
 - 툴링 지원을 위한 하나의 고정 장치
 - 몰딩을 위한 하나의 양식
- 생물의학 응용 분야: 다섯 가지 파트
 - 수술 가이드 1개
 - 스캔한 장기 모형 1개(대동맥)
 - 프로토타입 의료 장치 1개
- 치과 모형: 파트 2개
- Formlabs 프린트 진단 모형: 두 가지 파트

모든 모델과 디자이너, 설명은 부록에서 확인할 수 있습니다. 대부분의 부품은 디자이너의 허가를 받아 실제 Formlabs 고객 부품을 사용하며, 그렇지 않은 부품은 실제 부품과 기능적으로 동등하게 설계되어 프린트되었습니다. Formlabs는 두 가지 진단 모형을 사용하여 수지와 프린터의 성능을 평가합니다.

라이선스 및 설정

프린트 성공을 위한 최상의 기회를 제공하기 위해 [PreForm](#) 자동 방향 지정 도구를 사용하여 모델을 방향 지정했습니다. 이 방향은 모든 프린터 유형(Form 3+ 및 Form 4는 물론 벤치마크 프린터 유형도 모두 포함)에 동일하게 지정했습니다.



표준 설정의 PreForm(왼쪽) 및 Lychee(오른쪽) 자동 서포트 생성 도구.

서포트 생성 및 최종 슬라이싱은 각 프린터의 슬라이싱 소프트웨어에서 수행했습니다. Formlabs 프린터의 경우 PreForm을, 두 벤치마크 프린터의 경우 [Lychee Slicer](#) 소프트웨어를 선택했습니다. Formlabs 프린터의 서포트 구조는 항상 그림에 보이는 "Auto-Generate selected(선택 항목 자동 생성)" 도구를 사용하여 (수정 없이) 기본 설정으로 생성했습니다. 마찬가지로, 두 벤치마크 프린터의 모든 프린트물에 대한 지원은 Lychee의 자동 서포트 기능(사진)을 사용하여 생성되었습니다. Lychee에서는 평평한 표면이 넓어 뒤틀림이 발생하기 쉬운 D8 모델을 제외한 모든 모델에 중간 지원 설정이 사용되었으므로 박리를 방지하기 위해 무거운 지원 설정을 사용했습니다.

각 프린터는 제조업체 권장 설정 대로 설정했습니다. Formlabs에서는 프린터(Form 3+ 또는 Form 4), 재료(Grey Resin V4 또는 Grey Resin V5), 레이어 높이(100 마이크론)만 선택하면 이러한 설정이 PreForm에 이미 내장되어 있습니다. 벤치마크 레진에는 더 복잡한 설정 편집기가 있지만 선택한 재료에 대한 모든 설정은 프린터의 각 제조업체에서 게시합니다. 또한 두 프린터 모두에서 사용자 검증을 거친 커뮤니티에 게시된 설정이 많이 존재하므로 이를 기반으로 설정이 선택되었으며, 두 프린터의 레이어 높이를 동일하게 유지하기 위해 100 마이크론을 유지했습니다. 전체 설정은 부록에 나와 있습니다.

표준 운영 절차

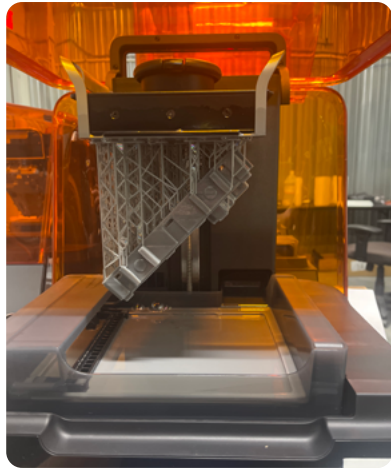
네 가지 프린터 모두에 대해 SOP를 따랐으며, 각 유형마다 약간의 수정만 필요했습니다. 간단한 시각적 참조는 여기에 나와 있습니다.



각 프린터마다 빌드 플랫폼(BP)과 레진 통(탱크)을 해당 프린터에 고정하여 탱크와 BP 간의 변동으로 인한 문제를 최소화했습니다. 매주 손상, 구멍, 흠집이 있는지 육안으로 검사했습니다.

레진이 자동으로 디스펜싱되지 않는 프린터의 경우, 레진이 떨어질 위험을 최소화하기 위해 프린트할 때마다 권장 최대 충전 높이 바로 아래에 레진이 미리 채워져 있습니다. 두 Formlabs 프린터 모두 자동 디스펜싱 기술이 적용되었기 때문에 이 과정이 불필요했습니다. Form 3+의 경우 프린트 속도를 높이기 위해 초기 프리필을 수행했지만, Form 4에서는 새롭게 설계된 밸브 시스템이 Form 3+보다 빠른 충전을 제공하므로 이 역시 불필요합니다. 여기에서 프린터가 필요에 따라 레진이 자동으로 탱크에 분사되고 카트리지가 다 떨어지면 교체됩니다.

대기열에서 프린트물을 선택하고 프린트를 시작하기 전에 이러한 모든 소모품과 액세서리를 확인했습니다. 그런 다음 오류가 생기지 않는 한 프린팅이 간섭 없이 실행되도록 두었습니다. 오류 코드를 기록한 다음 작업자는 화면의 지시에 따라 필요에 따라 프린팅을 재설정하고 다시 시작하거나 프린팅을 실패하고 프린팅을 중지했습니다. 프린트에 실패한 경우 탱크에 남아 있는 재료가 있는지 확인하고 다음 프린트를 시작하기 전에 청소했습니다.



Form 3+(N3)에서 다양한 단계로 완성된 파트: 프린팅 직후 프린터에 그대로 있는 상태(왼쪽), 서포트가 그대로 있는 상태에서 1차 세척 후(가운데), 서포트 제거 및 최종 경화 후(오른쪽).

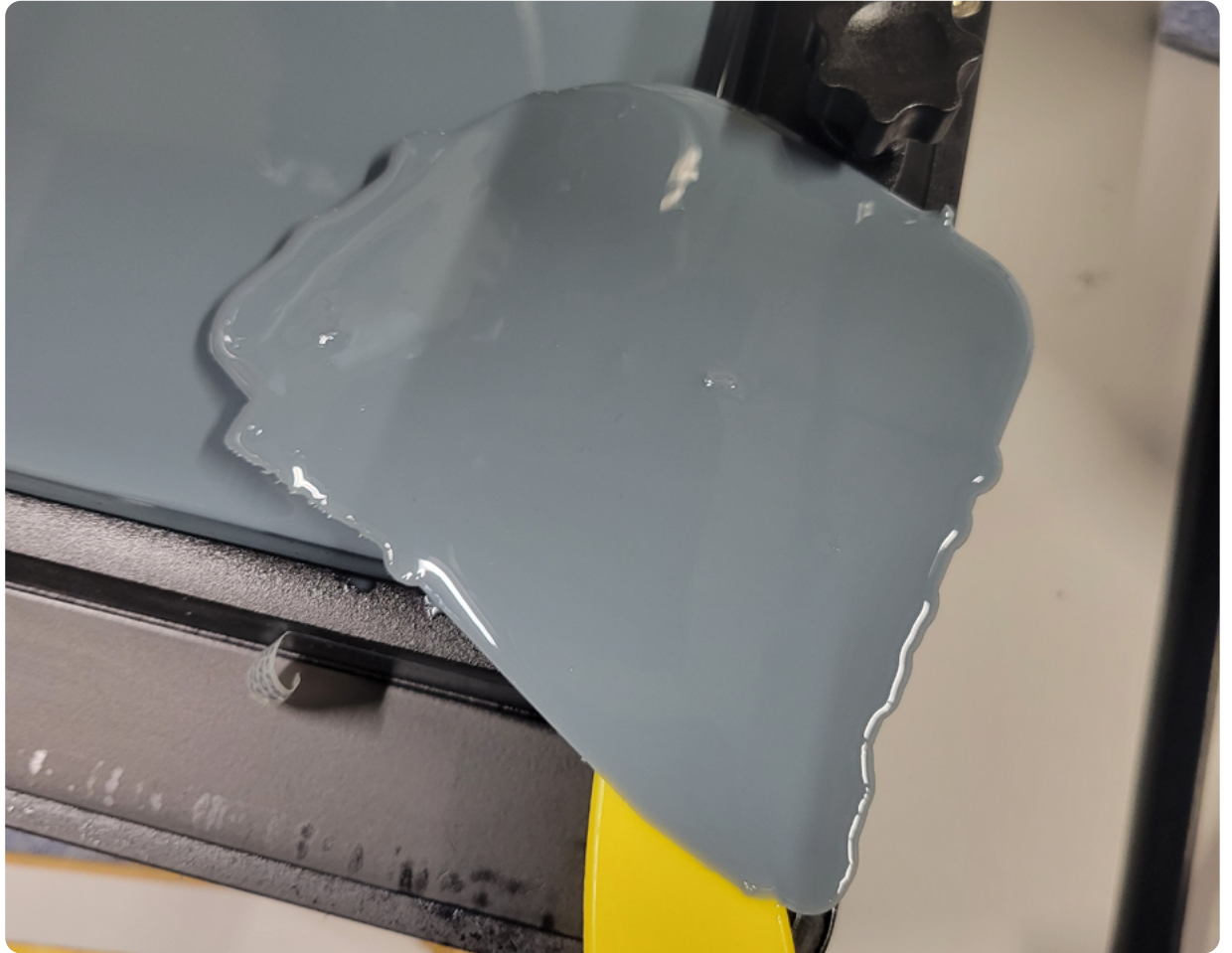
프린트가 완료되면 모든 프린트물을 프린터에서 바로 촬영한 다음 필요에 따라 스크레이퍼를 사용하여 BP에서 제거했습니다. 그런 다음 젖은 파트를 이소프로필 알코올(IPA)이 담긴 Form Wash로 옮겨 5분간 세척했습니다. 그런 다음 파트를 꺼내서 서포트 구조가 부착된 상태로 사진을 찍었습니다. 그런 다음 서포트 구조를 제거하고 파트를 두 번째 IPA 세척액에 10분간 넣어 표면의 레진을 완전히 제거했습니다. 그런 다음 모든 파트를 자외선 아래에서 Form Cure를 사용하여 경화시켜 파트를 완전히 경화시키고 표면의 점착력을 제거했습니다. 이 시점에서 파트의 최종 이미지 세트가 촬영되었습니다.

후처리의 경우, 모든 통 광중합 기술의 후처리 요구사항이 유사하기 때문에 세척 단계(Form Wash)와 경화 단계(Form Cure) 모두 Formlabs의 장비를 사용했습니다. 과도한 교차 오염을 방지하기 위해 프린터 유형별로 두 번의 세척을 사용했습니다. 대부분의 레진을 제거하는 1차 세척과 남은 레진을 제거하기 위해 훨씬 더 깨끗하게 세척하는 2차 세척이 그것입니다. 이 세척 사이클은 100회 세척할 때마다 새로운 IPA로 교체하여 IPA가 레진으로 포화되어 효능을 잃는 것을 방지했습니다.

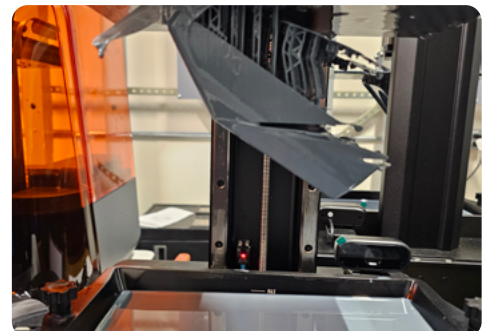
관찰 및 측정

각 프린팅 후 프린팅의 성공/실패가 결정되었으며, 프린팅에 심각한 문제가 있어 파트가 작동하지 않는 것이 분명한 경우 실패로 표시되었습니다. 다음은 몇 가지 예입니다.

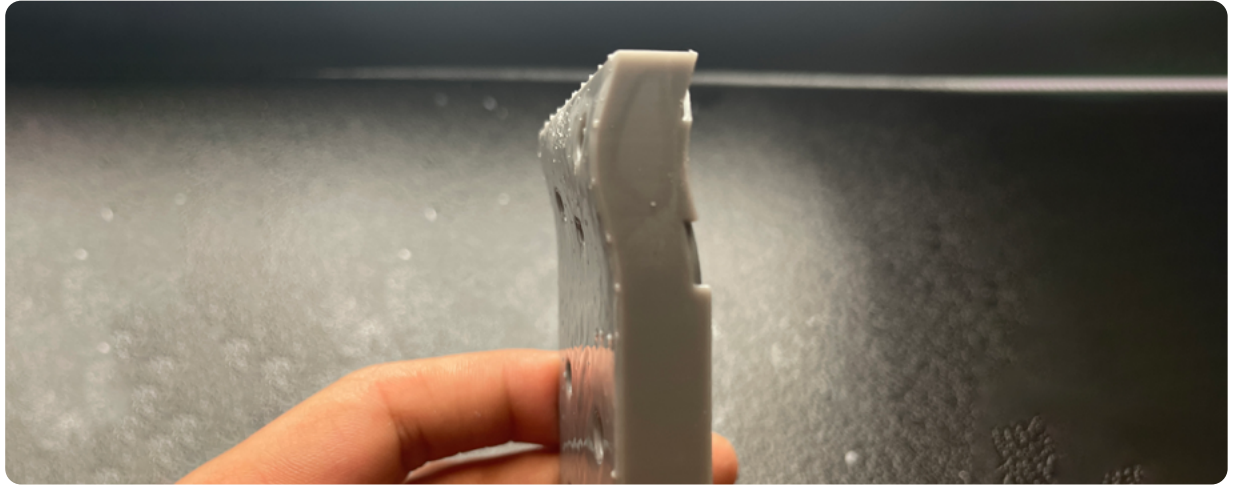
- 빌드 플랫폼에 부착되지 않음: 첫 번째 레이어가 빌드 플랫폼에 부착되지 않았거나 프린트 중 어느 시점에서 빌드 플랫폼에서 분리되어 빌드 플랫폼에 프린트되지 않았습니다.



- 주요 박리: 파트가 부분적으로 프린트되었거나 빈 공간이 큰 경우



- 프린트 끝 뒤틀림: 파트가 빌드 평면을 벗어나서 사용할 수 없게 되는 방식으로 뒤틀림.



- 프린트물의 미완성 피쳐: 일반적으로 프린트물의 일부가 박리되어 연쇄적으로 오류가 발생하기 때문에 발생합니다.



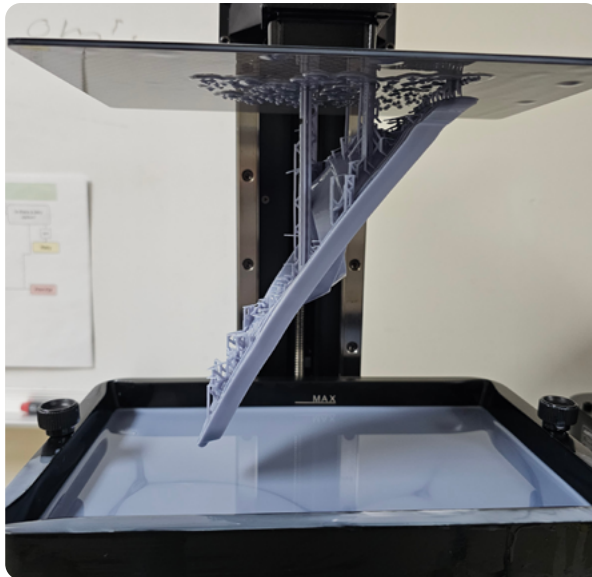
사소한 결함이 발견되었지만 프린트가 성공적으로 완료되었으므로 여전히 성공으로 표시되었습니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

- 표면 핀스트라이핑: 파트에 일련의 선 또는 잔물결로 나타나는 표면 결함
- 한정적인 뒤틀림: 프린트를 방해하지는 않지만 끼워맞춤에 문제를 일으킬 수 있는 방식으로 파트가 뒤틀림.

- 프린트물에 생긴 핀홀: 프린트물에 의도하지 않은 구멍, 일반적으로 세로로 뚫린 경우



- 서포트 잔여물이 심한 경우: 서포트가 파트의 기능을 방해할 수 있는 손상을 남긴 문제



나머지 파트는 외관상 문제나 치수 정확도 문제를 무시하고 완벽한 것으로 간주했습니다.

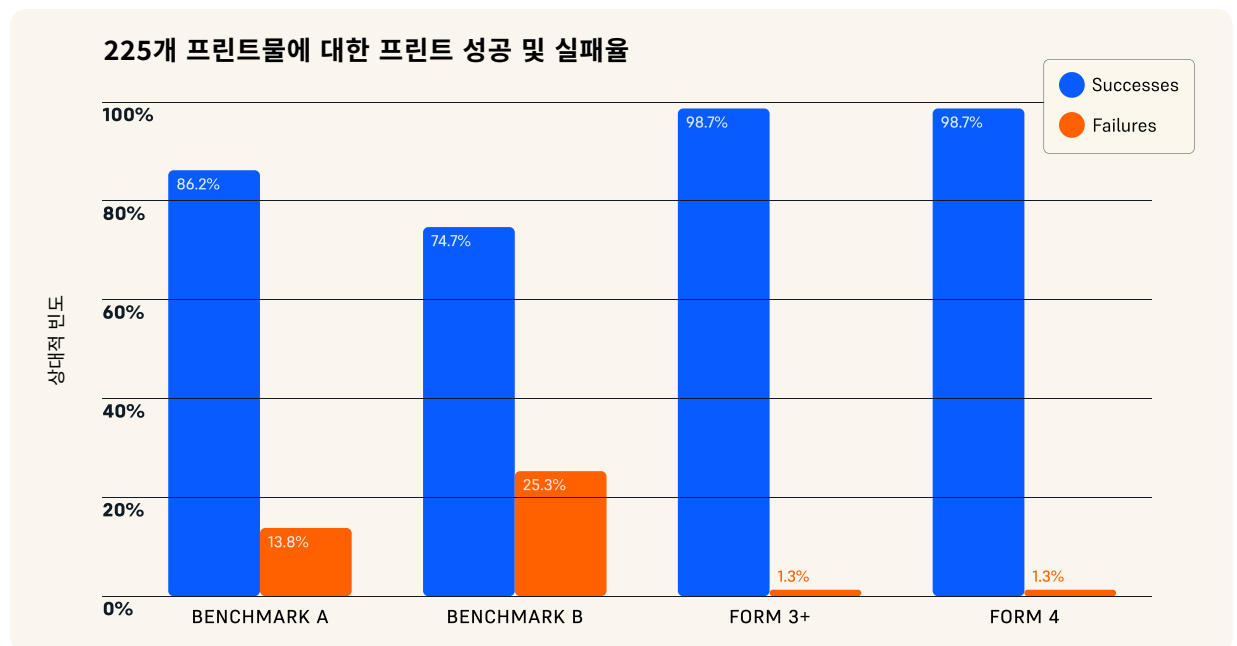
테스트 결과

하드웨어 안정성

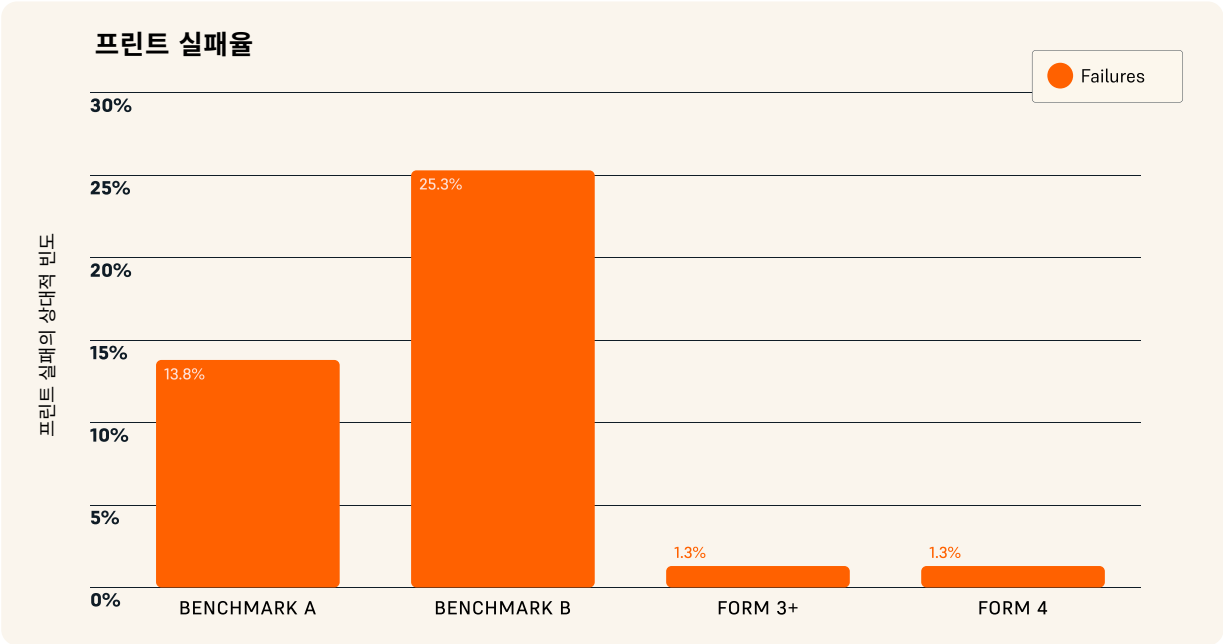
프린터의 안정성에 대한 첫 번째 결과는 프린터가 정상적으로 작동하는지 여부와 테스트 기간 내내 계속 작동하는지 여부였습니다. 5대의 Form 4 프린터, Form 3+ 프린터, 벤치마크 A의 프린터는 모두 문제 없이 15 분 이내에 설정 및 시작이 가능했으며 문제 해결이나 보정 절차가 필요하지 않았습니다. 이는 테스트 과정 내내 대체로 유지되었으며, Form 4 또는 벤치마크 A의 프린터에서 발생한 기계적 문제는 없었고, Form 3+ 프린터에서 발생한 유일한 문제는 테스트 2.5주 후 5대 중 한 대에서 X축에서 삐걱거리는 소리가 발생했지만 프린트 문제가 발생하지 않은 것이었습니다. 벤치마크 A의 프린터는 프린트 3주 후 예방적 이형 필름 교체가 필요했으며, 이는 UI에 표시되었지만 이 시점에서 화면에는 손상이 보이지 않았습니다.

벤치마크 B의 프린터에는 훨씬 더 많은 문제가 발생했는데, 한 대의 프린터는 도착하자마자 고장이 났고 한 대는 프린트한 지 3일 만에 LCD가 고장났습니다. 이러한 프린터는 사용 전에 빌드 플랫폼 수평을 조정해야 했으며, 이 중 3대의 프린터는 프린터가 원점 위치를 잃고 BP를 LCD 아래로 내리려고 시도하여 프린트를 시작할 때 BP가 충돌하여 수평 조정 절차를 변경해야 했습니다. 이 문제는 프린트를 시작할 때 모터 걸림 현상이 더 이상 발생하지 않을 때까지 작업자가 수동으로 원점 복귀 높이를 높여 해결했습니다.

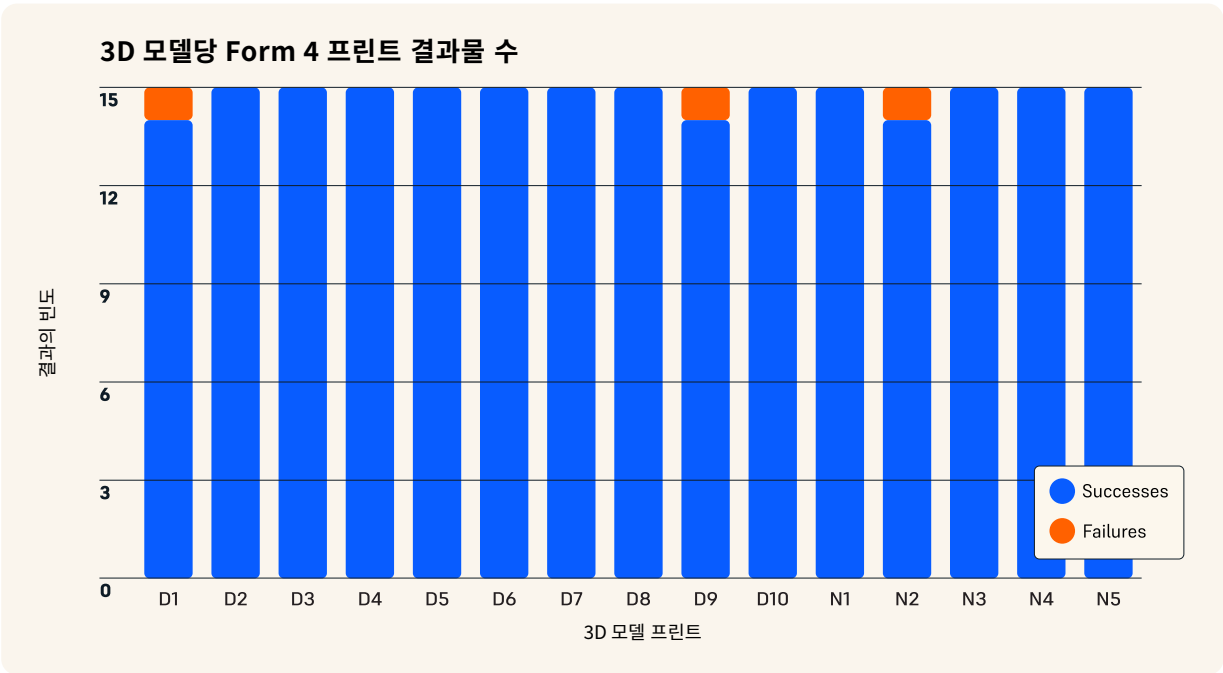
프린터 안정성



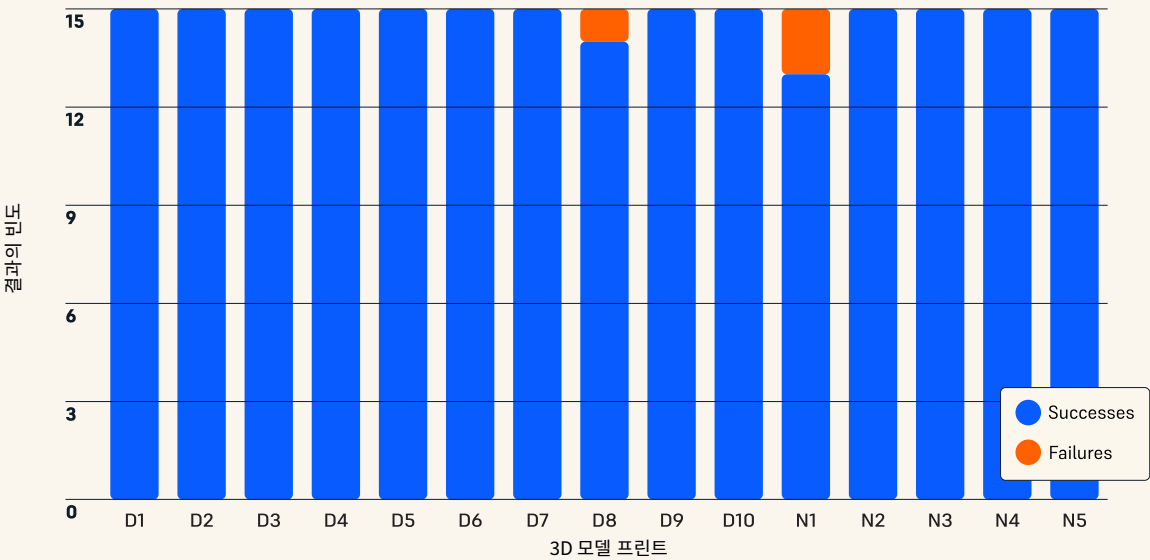
테스트 결과 Formlabs의 Form 4와 Form 3+는 각각 1.3%, 1.3%의 실패율을 보였고, 벤치마크 A는 13.8%, 벤치마크 B는 25.3%의 실패율로 가장 낮은 성능을 보였다. 문제 수준을 실제로 확대하려면 아래와 같이 오류율에 간단히 초점을 맞출 수 있습니다. 이러한 고장률은 종종 파트 비용, 고장 모드 및 영향 분석(FMEA) 및 기타 여러 가지 중요한 기준에 직접적으로 기인합니다. 또한 잠재적인 이상점을 제거하기 위해 이를 개별 모델로 더 세분화하여 장애를 일으키는 특정 지오메트리에 편향이 있는지 확인할 수 있습니다.



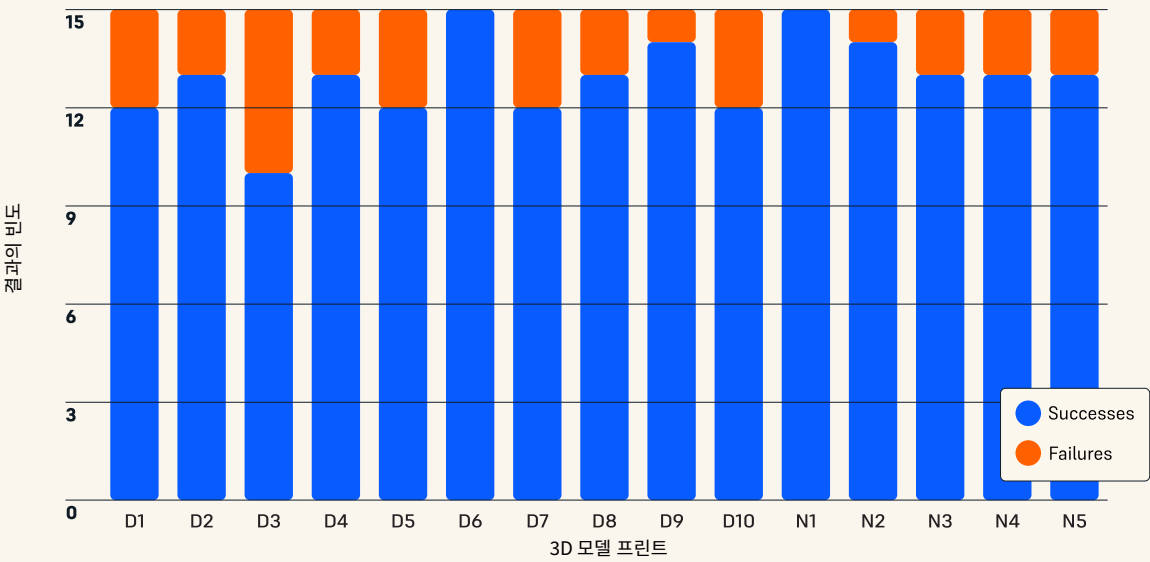
모델별 프린터 안정성

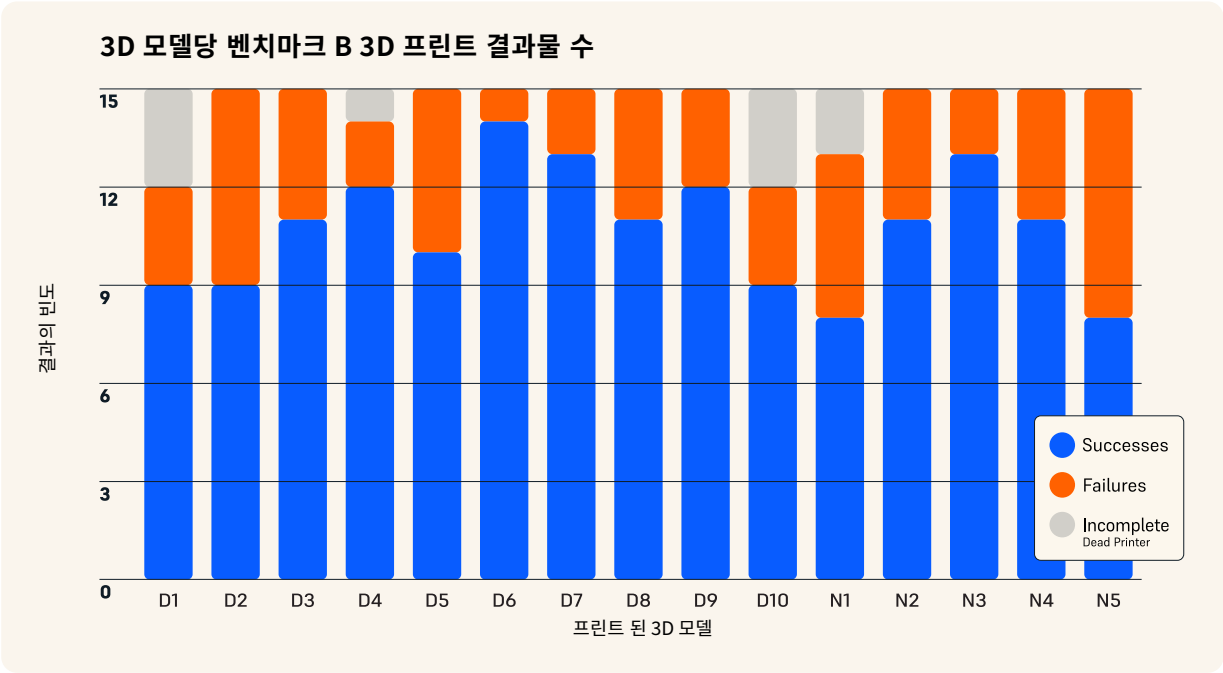


3D 모델당 Form 3+ 프린트 결과물 수



3D 모델당 벤치마크 A 프린트 결과물 수





일부 지오메트리는 개별 프린터 유형에서 더 많은 실패를 보이지만, 실패는 여러 프린트물에서 상당히 균일하게 발생하는 것으로 보입니다. Form 3+ 및 Form 4의 대부분의 지오메트리는 프린트 실패 없이 잘 작동합니다.

결론

지난 10년 동안 3D 프린팅은 많은 전문가들이 사용하는 도구가 되었으며, 이는 신뢰할 수 있는 프린터에 대한 필요성이 그 어느 때보다 커졌다는 것을 의미합니다. 이 보고서는 편견 없는 제3자가 수집한 데이터를 제시함으로써 현재 통 광중합 프린터의 성능을 살펴보기 위한 것입니다.

이 데이터는 사용자의 특정 요구 사항에 가장 적합한 프린터를 결정하는 데 도움이 됩니다. 까다롭지 않은 응용 분야에서는 저비용 프린터가 올바른 선택일 수 있지만, 파트를 안정적이고 정확하게, 수작업 없이 프린트해야 하는 전문가에게는 Formlabs의 프린터가 훨씬 더 우수한 성능을 제공합니다. 프린트 실패는 레진 및 소모품 손실뿐만 아니라 시간 손실, 추가 노동력, 불만 증가로 이어질 수 있습니다.

데이터 품질과 무결성을 보장하기 위해 제품 테스트 분야의 독립적인 글로벌 리더가 테스트를 수행했습니다. Form 4 및 Form 3+의 제조업체인 Formlabs는 모든 프린터에서 이 테스트를 표준화하기 위해 타사 테스트 랩이 테스트할 때 사용한 테스트와 절차를 정의했습니다.

제3자 테스트 기관을 통해 테스트를 완료함으로써 Formlabs는 이러한 결과의 유효성, 무결성 및 데이터 품질을 유지할 수 있으며, 신뢰성 테스트 표준화 프로세스를 시작하고 있습니다. 이전에는 신뢰성, 정확성, 속도 등에 대한 주장은 확립된 방법론을 따르고 종종 제3자 실험실에서 검증하는 재료 특성과 달리 개별 기업이 검증하는 데 크게 의존했습니다. 현재 작업은 이러한 표준을 만들기 시작하고 적층 제조 업계에 대한 더 많은 ASTM/ISO 표준을 지속적으로 추진하여 모든 프린트 회사가 자신의 주장을 쉽게 검증하고 프린트를 사용하여 생산용 파트를 생산하려는 제조업체에 신뢰할 수 있는 데이터를 제공할 수 있기를 바라는 마음에서 시도하고 있습니다.

Form 4 알아보기

무료 샘플 파트 요청

formlabs 

전문가 상담

North America
sales@formlabs.com
+1 617 702 8476

formlabs.com

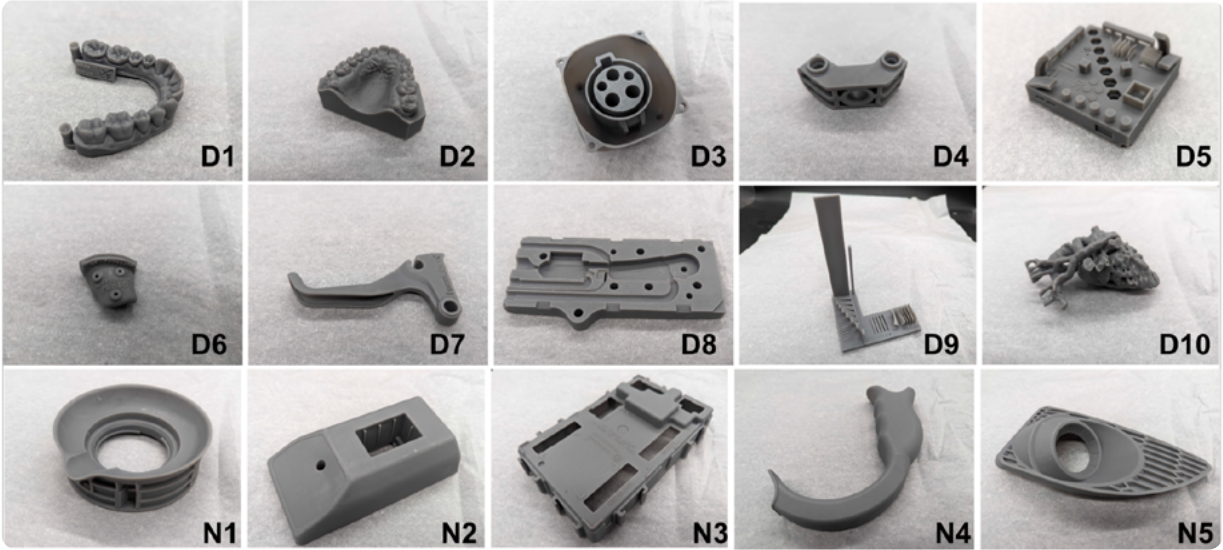
유럽
eu-sales@formlabs.com
+44 20 4525 5876 (UK)
+49 30 917 343 06 (EU)
formlabs.com/eu

APAC 영업 문의
apac.sales@formlabs.com
으로 문의해주세요

formlabs.com/asia

부록

1.0 모델 설명



ID	명칭	디자이너
D1	치과용 아치 모형	Formlabs
D2	치과 구개 모형	Formlabs
D3	EV J1772 커넥터 포트	J1772 표준에 따른 Formlabs
D4	드릴 위치 지정용 지그	Formlabs
D5	Formlabs 테스트 기사 1	Formlabs
D6	골반 수술 가이드	Insight Surgery
D7	자전거 브레이크 레버	Formlabs
D8	소프트 액추에이터 오버몰딩 금형	RightHand Robotics
D9	Formlabs 테스트 기사 2	Formlabs
D10	스캔한 대동맥	Northwell Health
N1	푸어 스파우트 프로토타입	Formlabs
N2	배터리 인클로저 커버	Avance Design
N3	자동차 커버	Continental
N4	기도 장치	VIDA Medical Devices
N5	안개등 커버	Formlabs

Formlabs에서 디자인한 모델은 [여기에서 ZIP 파일로 다운로드](#)할 수 있습니다. STL 파일은 성공적인 레진 프린팅을 위해 이미 방향이 정해져 있지만, 테스트 중인 슬라이서에서 서포트 구조를 생성해야 합니다.

2.0 프린트 설정

2.1 벤치마크 A 프린터 설정

Global Parameters ?

Two Stage Motion Control (TSMC) on off

Light off Delay (On) / Resting time (Off) on off

Burn In Layers ?

Number of Layers ? 6

Exposure Time ? 35 s

Transition Layers Count ? 6

Lift Distance ? 4 > 4 mm

Retract Distance ? 4 > 4 mm

Lift Speed ? 60 > 180 mm/m

Retract Speed ? 180 > 60 mm/m

Light Intensity ? 100 %

Scene Scale compensation ?

Scale X ? 100 %

Scale Y ? 100 %

Scale Z ? 100 %

Price

Bottle Price 0 USD

Bottle Capacity 1 l

Normal Layers

Layer Thickness ? 100 um

Exposure Time ? 3.5 s

Lift Distance ? 4 > 4 mm

Retract Distance ? 4 > 4 mm

Lift Speed ? 60 > 180 mm/m

Retract Speed ? 180 > 60 mm/m

Wait Before Print 1 s

Wait After Print 0 s

Wait After Lift 0 s

Light Intensity ? 100 %

Compensation ? PRO

Compensation Type Grey Pixel Pixel Removal

Burn In Layers ? 0

Normal Layers ? 0

Support resin compensation ? on off

Print Time Override ? on off

Time per Burn in layer 0 s

Time per layer 0 s

2.2 벤치마크 B 프린터 설정

Global Parameters ?

Two Stage Motion Control (TSMC) on off

Light off Delay (On) / Resting time (Off) on off

Burn In Layers ?

Number of Layers ? 6

Exposure Time ? 40 s

Transition Layers Count ? 6

Lift Distance ? 8 > 4 mm

Retract Distance ? 8 > 4 mm

Lift Speed ? 60 > 180 mm/m

Retract Speed ? 180 > 60 mm/m

Light Intensity ? 100 %

Scene Scale compensation ?

Scale X ? 100 %

Scale Y ? 100 %

Scale Z ? 100 %

Price

Bottle Price 0 USD

Bottle Capacity 1 l

Normal Layers

Layer Thickness ? 100 um

Exposure Time ? 3.5 s

Lift Distance ? 8 > 4 mm

Retract Distance ? 8 > 4 mm

Lift Speed ? 60 > 180 mm/m

Retract Speed ? 180 > 60 mm/m

Wait Before Print 2 s

Wait After Print 0 s

Wait After Lift 0 s

Light Intensity ? 100 %

Compensation ? PRO

Compensation Type Grey Pixel Pixel Removal

Burn In Layers ? 0

Normal Layers ? 0

Support resin compensation ? on off

Print Time Override ? on off

Time per Burn in layer 0 s

Time per layer 0 s

3.0 정의

용어	이 보고서에 적용되는 정의
프린터	개별 3D 프린터에서 각 장치는 직렬화되어 있습니다
모델	특정 지오메트리의 디자인 파일
프린트	모델의 실제 3D 프린트
기계적 안정성	프린터가 의도한 대로 작동하는 안정성(예: 모터 움직임, LCD 화면, 전원 기능 등)
프린트 안정성	파트가 작동하지 않는 중대한 문제 없이 모델을 성공적으로 프린트할 수 있는 프린터의 안정성