

백서

소개

본 문서는 열가소성 부품에 가장 일반적으로 사용되는 인서트 장착 방법 중 두 가지에 중점을 둡니다. 바로 **열 및 초음파 장착**입니다.

플라스틱 부품의 사용이 폭넓은 산업 분야로 확산되면서 체결 방법의 중요성이 점차 커지고 있습니다. 나사나 볼트를 플라스틱 구성품에 직접 나사로 끼워 장착하면 스레드가 손상되거나 플라스틱 크리프가 발생해 파손될 수 있습니다. 결합 강도가 우수하고 구성품의 특성 저하 없이 조립과 해체가 가능해야 하는 상황에서는 **스레드 인서트**가 이러한 두 가지 요구를 모두 충족시키는 사용성이 우수한 스레드를 제공합니다.

열 대 초음파 장착에 대한 설명을 본격적으로 시작하기 전에 표 1에 나타낸 바와 같이 인서트를 장착하기 위한 다른 방법들도 있다는 점을 알아야 합니다. 금형과 비교하여 성형 후(후압) 인서트를 장착하면 성형 시간이 단축되어 비용이 절감됩니다. 후압 장착 시에는 인서트 분리로 인해 발생하는 잠재적인 금형 손상과 잔폐물 발생 가능성이 줄어듭니다. 표 1과 같이 열 및 초음파 장착은 열가소성 부품에만 사용됩니다. 열가소성 플라스틱은 상온에서 딱딱하고 여러 번 다시 용융시킬 수 있지만, 열경화성 플라스틱은 액체에서 고체로 단 한 번만 전환 반응을 하고 이후 다시 용융시킬 수 없습니다.

열 및 초음파 장착 방법 모두의 경우, 플라스틱을 다시 용융시키고 성형 또는 드릴 구멍 안으로 인서트를 밀어 넣습니다. 인서트의 외부 형상에 맞추어 용융된 플라스틱에 의해 구멍 내에서 고정력이 생깁니다(그림 1). 플라스틱이 굳을 때 인서트가 최대의 성능을 얻도록 이러한 외부 형상을 완전하게 채우려면 충분한 양의 플라스틱이 유동해야 합니다. 충분한 소성 흐름이 인서트의 널,

돌기 및 언더컷으로 유입되었는지 정확하게 알 수 있는 방법은 그림 2 및 3과 같이 장착된 인서트의 단면을 자르고 플라스틱에서 형상이 그대로 전달되었는지 확인하는 것입니다. 토크와 인발 성능에 직접적 영향을 미치므로 인서트의 형상대로 적절한 소성 흐름이 보장되는 것이 매우 중요합니다. 그림 3은 플라스틱이 고정 형상으로 충분히 유동하지 않은 모습을 보여줍니다. 이 경우, 인서트 성능이 저하됩니다.

모두 플라스틱의 국부적 응용에 의존하기는 하지만 열 및 초음파 장착 방법의 성능에는 차이가 있을 수 있습니다. 이 두 가지 장착 방법에는 이점과 단점이 있으며 장착 장비에 투자를 결정하기 전에 이러한 부분을 고려해야 합니다.



그림 1. 인서트 외부에 있는 언더컷, 널 및/또는 스레드가 성능을 개선

표 1. 스레드 인서트 장착 방법

장착 방법	열가소성	열경화성
열	✓	
초음파	✓	
압입	✓	✓
자체 태핑	✓	✓
금형	✓	✓

✓ = 지정된 유형의 플라스틱에 장착 가능

¹크리프는 재료가 정적인 기계적 응력 및/또는 높은 온도에 노출되었을 때 재료가 변형되거나 이동하는 현상을 말합니다. (Materials Science and Engineering An Introduction, William D. Callister, 7th Edition).

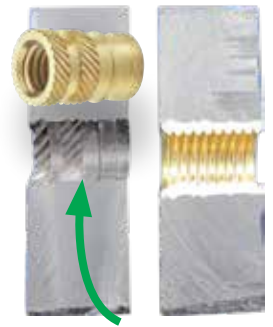


그림 2. 적절한 소성 흐름



그림 3. 부적절한 소성 흐름

일반적 설명

초음파 장착



초음파 삽입 기계는 전기적 힘을 기계적 진동으로 변환하여 출력합니다. 아래로 누르는 힘은 일반적으로 공압 실린더에 의해 제공되며, 초음파 혼은 금속-플라스틱 계면에 기계적 에너지를 제공합니다. 초음파 혼(티타늄 합금, 스테인리스강 및 알루미늄 합금 등 다양한 금속으로 제조)은 금속 인서트에 직접 접촉합니다. 혼이 진동하면 기계적 에너지가 인서트를 둘러싼 플라스틱으로 전달되어 열을 발생시키고, 궁극적으로 삽입에 필요한 용융을 일으킵니다.

열 장착



인서트의 열 삽입은 인서트를 통과하는 가열 팁으로부터 플라스틱으로 열을 전달하거나 인서트를 사전 가열한 다음 압입시키는 식으로 이루어집니다. 두 경우 모두, 인서트가 장착되기 전에 플라스틱이 충분히 용융되도록 인서트에 제어된 힘이 인가됩니다. 열 장착을 위해서는 금속-플라스틱의 계면만이 아니라 전체 인서트를 가열시켜야 하기 때문에 인서트 재료는 열전도성이 뛰어나야 합니다(브라스 및 알루미늄이 일반적으로 선택됨). 그래야 인서트가 플라스틱으로 열을 효율적으로 전달할 수 있습니다. (장착 후 인서트가 빠르게 냉각될 수도 있습니다.) 플라스틱이 용융 온도에 도달하면 인서트의 고정 형상을 채우기 시작하고 굳으면서 최소한의 응력만 발생시킵니다.

초음파 및 열 삽입의 주요 특징, 이점 및 한계

초음파 삽입은 빠른 삽입과 짧은 냉각 시간의 특징을 가지고 있어 사전 가열되지 않은 단일 인서트를 장착하는 경우에 일반적으로 열 삽입보다 주기 시간이 짧습니다. 그러나 인서트를 사전 가열하는 열 장비는 초음파 장비와 비교했을 때 대등한 장착 시간을 갖습니다. 또한 여러 개의 인서트를 동시에 장착하는 경우에는 열 삽입의 처리 속도가 보다 빠릅니다.

초음파 장착의 이점

- **소형 인서트의 경우에 짧은 주기 시간.** 초음파 장착은 작은 인서트(1/4" OD 미만)의 경우에 일반적으로 빠르며, 인서트 크기가 증가할수록 느려집니다.
- **용도 변경이 가능합니다.** 초음파 기계는 종종 다시 사용하거나 처음에 플라스틱간 용접 프로세스에 사용하다가 인서트 장착으로 전환할 수 있습니다.
- **상호 교환성** — 여러 인서트 크기에 맞게 혼 크기와 모양을 쉽게 교체할 수 있습니다.

초음파 장착의 단점

- **불충분한 용융.**
 - 구성품의 고정/클램핑이 부족하여 인서트가 저온 상태로 압입되는 경우가 종종 발생합니다. 이러한 문제는 기계적 에너지의 소산을 지칭하는 댐핑에 기인합니다. 댐핑 효과는 기계적 에너지가 인서트 주변에 집중되지 못해 장착이 불량해지는 결과를 초래합니다.
 - 인서트를 너무 빠르게 삽입하면 플라스틱이 완전히 녹을 시간이 없습니다. 초음파 삽입에서 일반적인 이러한 문제는 플라스틱 내에서 높은 응력을 발생시키고 고정력을 떨어뜨려 부품이 파손되는 결과를 초래할 수 있습니다. 파손은 장착 중에 발생할 수 있지만, 최악의 경우 현장에서 사용 중에 발생할 수도 있습니다.
 - 혼을 통해 인가되는 진동의 힘은 제어하기가 어려우며 때로 완전한 용융이 일어나기 전에 구멍으로 부품이 삽입되는 경우도 생깁니다. 인서트나 플라스틱 호스트가 크게 손상될 수 있습니다. 정교한 제어 시스템으로 이 문제를 해결하는 데 도움을 얻을 수는 있지만 이로 인해 이미 고가인 초음파 삽입 기계의 비용이 거의 두 배로 뛰어올 수 있습니다.
 - 인서트 및/또는 구멍의 크기가 약간만 변하더라도 불충분한 용융 문제가 쉽게 발생하며, 삽입 속도를 떨어뜨려도 도움이 되지 않을 수 있습니다.
- **금속 입자 및 조각.** 초음파 혼이 인서트를 진동시켜 인서트 재료를 깎아낼 때 금속 입자와 조각이 나타날 수 있습니다.
- **과도한 소음.** 금속간(초음파 혼과 인서트) 접촉으로 인해 발생하는 소음 문제가 심각합니다. 인서트가 클수록 장착 중 발생하는 소음도 큼니다.
- **여러 개의 인서트를 동시에 장착하기가 어려움.** 여러 개의 인서트를 동시에 장착하기가 불가능하지는 않지만 매우 많은 비용이 들어갑니다.
- **인서트 손상.** 주파수 및/또는 누르는 힘이 잘못되면 인서트가 손상될 수 있습니다. 경우에 따라 초음파 혼으로 인해 인서트 스레드가 손상되어 나사나 볼트를 장착하지 못하는 문제가 생길 수도 있습니다.

- **비헤드 인서트.** 비헤드 인서트를 사용할 때는 인서트와 혼 사이에 적절한 접촉면이 형성되도록 각별한 주의를 기울여야 합니다. 그렇지 않으면 내부 스레드가 손상될 위험이 큼니다.
- **초음파 혼은 고가입니다.** 초음파 혼은 마모성 부품이며 교체 비용이 매우 큼니다. 보통 1,000달러 이상입니다.

열 장착의 이점

- **안정성 및 균일성.** 장착력이 낮아 초음파 장비로 파괴되기 쉬운 얇은 벽의 부품에도 삽입이 가능합니다. 온도, 힘 및 깊이 설정이 균일하고 조절 가능하기 때문에 해당 애플리케이션에 인발 및 비틀림 파손력을 예측할 수 있는 장착 인서트를 설계할 수 있습니다.
- **정속성.** 초음파 장착 시의 심한 소음이 없습니다.
- **보다 경제적.** 열 장착 기계는 비교적 단순하고 많은 구성품이 필요하지 않기 때문에 비슷한 초음파 장비에 비해 약 50% 저렴합니다. 열 장착에는 가열 팁이 사용되며, 일반적으로 50lb 미만인 작은 힘에서 삽입력이 공압 방식으로 구동됩니다. 초음파 장착에는 전자식 전원 공급기, 주기 제어 타이머, 전기 또는 기계 에너지 트랜스듀서 및 초음파 혼이 필요합니다.
- **안쪽 깊은 곳까지 쉽게 삽입.** 긴 가열 팁을 사용하여 초음파 혼으로는 접근이 불가능한 부품 내의 안쪽 깊은 곳까지 삽입할 수 있습니다.
- **범용성.**
 - 열 장착 방법은 적응력이 대단히 우수합니다. 압반 스타일 열 기계를 이용하여 여러 면에 여러 개의 인서트가 필요한 애플리케이션 요구를 충족시킬 수 있습니다. 수동 열 기계를 이용하여 시제품 제작이나 소량 생산 분야 요구를 충족시킬 수 있습니다.
 - 상호 교환이 가능한 가열 팁을 바꾸는 식으로 동일 기계에서 매우 다양한 크기의 인서트를 사용할 수 있습니다.
 - 헤드 또는 비헤드 인서트 등 모든 인서트를 장착할 수 있습니다.
 - 열 삽입 모듈에는 진동식 보울 피더를 장착할 수 있어 전체 장착 공정에서 작업자가 인서트를 물리적으로 접촉할 필요가 없습니다. 인서트는 진동 피더에 로드되고 가드 가열 챔버까지 공급관을 따라 이동합니다. 작업자가 치공구에 플라스틱 성형 구성품을 넣고 기계를 작동시키면 인서트가 장착됩니다.
 - o 이러한 이점은 하나하나를 구분하고 방향을 설정하기가 어려운 매우 작은 인서트의 경우에 대단히 중요합니다.
- **유지 보수가 거의 필요 없음.** 열 기계에는 유지 보수가 거의 필요하지 않습니다. 유지 보수 및 스페어 부품 비용이 저렴합니다(교체용 가열 팁의 가격은 약 55달러).
- **우수한 성능.** 인서트를 "관통시켜 가열"하기 때문에 일반적으로 열 장착 방식에서는 우수한 성능을 기대할 수 있습니다. 용융된 플라스틱이 모든 고정 형상으로 완벽하게 유동할 수 있습니다. 초음파로 장착된 인서트는 플라스틱이 고정 형상으로 완전하게 유동하지 못하는 문제 때문에 성능이 떨어지는 경우가 많습니다. 그 이유는 인서트와 호스트 사이의 계면에서만 최소한의 열이

발생하기 때문입니다.

열 장착의 잠재적 단점

- 열 삽입 시 단일 인서트를 장착하는 처리 시간이 약간 길지만(인서트를 사전 가열하지 않은 경우) 초음파 장착과 비교되는 많은 이점들이 있으므로 이 정도 단점은 충분히 감수할 만합니다.

유연성, 균일성, 고성능 및 열 삽입 가격을 고려했을 때 열 삽입은 많은 애플리케이션에서 플라스틱에 인서트를 장착하기 위한 최상의 선택으로 제안됩니다.

결론

인서트 성능의 75%가 장착 방법과 직접 연관됩니다. 따라서 성능을 최대화하기 위해서는 장착에 영향을 미치는 모든 요인을 신중하게 제어해야 합니다. 인서트 유형, 플라스틱 유형 및 성능 요구 사항의 조합이 다양한 만큼 제조업체는 인서트 제품의 체결과 조립에서 업계를 선도하는 전문기업과 협력하는 것이 좋습니다. 인서트와 장착 공정을 올바르게 선택한다면 현장에서 부품이 파손되는 문제를 방지하고 어셈블리의 본래 수명 내내 부품 무결성을 유지할 수 있습니다.

인서트 장착 장비 및 플라스틱용 스레드 인서트 제조업체이자 설계업체로서 **SPiROL**은 고객의 모든 요구를 해결할 준비가 되어 있습니다.

기술 지원

SPIROL은 인서트 설계 및 장착 분야에 45년 이상의 경험을 보유하고 있습니다. 당사의 인서트는 인장(인발) 및 회전 토크 성능을 극대화하고 균형을 잡도록 설계됩니다. 기술적인 노하우와 경험을 갖춘 당사의 애플리케이션 엔지니어가 고객과 협력하여 애플리케이션 요구 사항에 맞는 비용 효율적인 솔루션을 개발합니다.



장착 지원

당사는 장착 기술 지원과 장착 장비를 제공합니다. 수동부터 완전 자동화된 모듈까지 표준화되고 오랜 기간에 걸쳐 성능이 검증된 당사의 모듈식 설계는 강력하고 신뢰할 수 있으며 쉽게 조절이 가능하여 응용 분야의 특정한 요구에 맞게 간편한 개별 구성이 가능합니다.



무료 애플리케이션 엔지니어링 지원



당사의 엔지니어 직원은 귀하의 애플리케이션 요구 사항을 검토하고귀사의 설계 팀과 협력하여 최저 총 조립 비용으로 최상의 솔루션을 추천합니다. 시작하려면 www.SPIROL.kr 을 방문하거나 QR 코드를 스캔하시기 바랍니다.

원래 Christopher Jeznach 가 쓴 기사

© 2023 SPIROL International Corporation
법률로 허용되는 경우를 제외하고 SPIROL International Corporation의 서면 허가 없이는 본 문서의 어떤 부분도 전자 또는 기계적인 어떤 형태나 수단으로도 재생산 또는 전송할 수 없습니다.

기술 센터

아시아 태평양 지역 **SPIROL 대한민국**
16층, 396 Seocho-daero,
Seocho-gu, 서울, 06619, 대한민국
전화: +82 (0) 10 9429 1451

SPIROL 아시아 본부
1층, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
상하이, 중국 200131
전화: +86 (0) 21 5046-1451
팩스: +86 (0) 21 5046-1540

유럽 **SPIROL 영국**
17 Princewood Road
Corby, Northants
NN17 4ET 영국
전화: +44 (0) 1536 444800
팩스: +44 (0) 1536 203415

SPIROL 프랑스
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, 프랑스
전화: +33 (0) 3 26 36 31 42
팩스: +33 (0) 3 26 09 19 76

SPIROL 독일
Ottostr. 4
80333 뮌헨, 독일
전화: +49 (0) 89 4 111 905 71
팩스: +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL 스페인
Plantes 3 i 4
Gran Via de Carles III, 84
08028, 바르셀로나, 스페인
전화/팩스: +34 932 71 64 28

SPIROL 체코
Evropská 2588 / 33a
160 00 프라하 6-Dejvice, 체코
전화: + 420 226 218 935

SPIROL 폴란드
ul. Solec 38 lok. 10
00-394, 바르샤바, 폴란드
전화: +48 510 039 345

미주 지역 **SPIROL International Corporation**
30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239, 미국
전화: +1 860 774 8571
팩스: +1 860 774 2048

SPIROL 심 (Shims)사업부
321 Remington Road
Stow, Ohio 44224, 미국
전화: +1 330 920 3655
팩스: +1 330 920 3659

SPIROL 캐나다
3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1, 캐나다
전화: +1 519 974 3334
팩스: +1 519 974 6550

SPIROL 멕시코
Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607, 멕시코
전화: +52 81 8385 4390
팩스: +52 81 8385 4391

SPIROL 브라질
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini,
Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, 브라질
전화: +55 19 3936 2701
팩스: +55 19 3936 7121

이메일: info-kr@spirol.com

SPIROL.kr