

SKOLVAR

소프트 존 다이용으로 설계된
프레스 경화 공정용

Marcus Pettersson

열간 가공 공구강 애플리케이션 매니저

프레스 경화 기술 소개

프레스 경화는 초고장력강(AHSS)으로 초고장력 구조 부품을 제조하는 열역학적 공정입니다. 이 공정은 최대 2000MPa의 인장 강도를 달성하면서 최소한의 스프링백으로 복잡한 형상을 생산할 수 있게 합니다.⁽¹⁾ 이 기술은 무게 감량과 충돌 성능 향상이 최우선 과제인 자동차 및 운송 산업에서 필수적입니다.

기존의 핫 스탬핑 공정에서는 강판 블랭크를 오스테나이트화 온도(일반적으로 약 880°C)까지 가열한 후, 금형으로 신속하게 이송하여 성형과 담금질을 동시에 수행합니다. 27°C/s를 초과하는 급속 냉각 속도는 강철의 미세 구조를 오스테나이트에서 주로 마르텐사이트로 변환하여 경도와 항복 강도를 극적으로 증가시킵니다.⁽¹⁾ 이로 인해 완성된 부품 전체에 걸쳐 일관된 기계적 특성이 구현됩니다.



그림 1 B-필러용 프레스 경화 공구 예시.

금속학적 관점에서 프레스 경화의 성공은 원하는 형상과 미세구조를 달성하면서 완제품에서 원치 않는 상변태를 방지하기 위해 가열, 성형, 냉각을 정밀하게 제어하는 데 달려 있습니다. 이 공정에 흔히 사용되는 판재 재료는 22MnB5로, 담금질 후 기계적 특성을 얻도록 설계되었습니다. 판재 재료는 코팅 처리된 것과 코팅되지 않은 것이 모두 사용될 수 있습니다.

프레스 경화 공정에서는 마모, 소성 변형, 균열, 템퍼 백(temper back)과 같은 고장 메커니즘이 발생하며, 이는 금형 재료에 높은 요구 사항을 부과합니다. 따라서 공구 수명을 연장하기 위해서는 정밀한 생산과 함께 맞춤형 성분을 가진 공구강을 사용하는 것이 중요합니다. 공구강 개발 분야의 글로벌 리더인 우데홀름(Uddeholm)과 아삽(ASSAB)은 이러한 까다로운 요구 사항을 충족하고 공구 수명을 연장하기 위한 고성능 솔루션에 주력하고 있습니다.

소프트 존 다이

차량 충돌 성능 향상과 경량화를 위해 고급 프레스 경화 응용 분야에서 맞춤형 템퍼링 기술이 개발되었습니다. 맞춤형 템퍼링을 적용하면 단일 부품 제조를 유지하면서 설계 자유도를 활용해 안전성을 높이고 무게를 줄일 수 있습니다. 프레스 경화 공정에서 고온으로 유지되는 '소프트 존' 다이를 도입함으로써 특정 영역의 냉각 속도를 제어하여 맞춤형 기계적 특성을 지닌 부품을 생산할 수 있습니다. 이는 다이 세트 내 국부적 열 관리, 특히 능동 가열 구역을 통합함으로써 달성됩니다. 능동 가열 구역은 표면 아래에 전기 가열 요소가 설치된 금형 인서트입니다. 이를 통해 금형이 제어된 방식으로 고온 상태를 유지할 수 있습니다.

금형 세트 간의 열전달을 줄이기 위해 소프트 존과 콜드 존 사이에 절연판을 사용할 수 있습니다. 절연판은 일반적으로 열전도율이 낮은 재료(예: 세라믹 또는 강철)로 구성되며, 완성된 부품의 기계적 특성 전환을 개선합니다.

이러한 가열 영역은 담금질 중 냉각 속도를 감소시켜 경도가 높은 완전 마르텐사이트 대신 더 부드러운 베이나이트 또는 페라이트-마르텐사이트 미세구조 형성을 촉진합니다. 저속 담금질은 국부적으로 경도를 낮추어 연신율을 향상시키고, 결과적으로 더 나은 가소성을 제공합니다. 이는 중요 영역에서 높은 강도를 유지하면서도, 예를 들어 충돌 시 충격 에너지 흡수나 접합·성형과 같은 후속 성형 작업에 필요한 가소성이 개선된 영역을 갖는 부품으로 이어집니다.

그러나 가열된 다이의 도입은 공구강에 대한 열적·기계적 요구를 증가시킵니다. 소프트 존 다이는 일반적으로 550°C~630°C 사이에서 작동하며, 이는 다이 재료에 높은 요구를 부과합니다. 가장 흔한 고장 메커니즘은 템퍼 백의 결과로 발생하는 마모와 소성 변형입니다. 이는 공구강이 장기간 고온에 노출될 때 발생하며, 이로 인해 표면 경도가 낮아집니다. 다이 표면의 경도 저하는 고장 위험을 증가시켜 유지보수 빈도를 높일 뿐만 아니라 다이 폐기까지 초래할 수 있습니다.

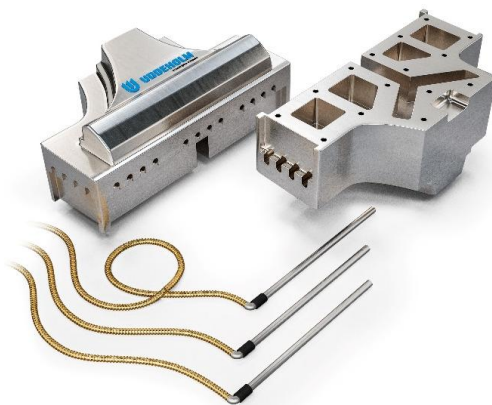
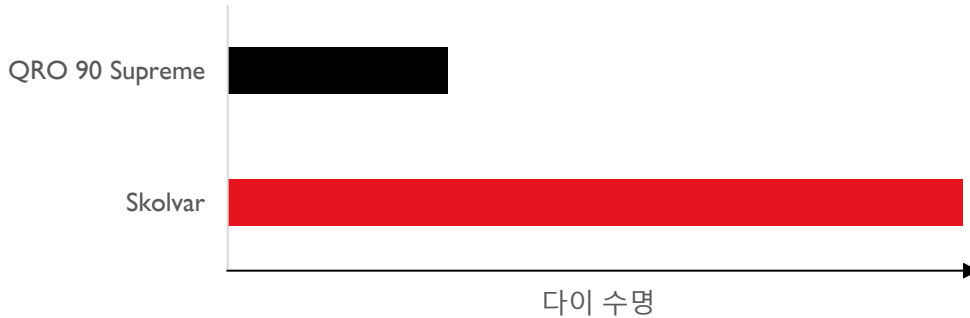


그림 2 가열 요소가 장착된 연성 영역용 다이 인서트.

연성 영역 다이용 공구강 선정

역사적으로 QRO 90 Supreme 은 템퍼 백에 대한 우수한 저항성으로 인해 소프트 존 다이 적용 분야의 업계 표준이었습니다. 이 특성 덕분에 다이는 고온에 장시간 노출되어도 경도와 바람직한 기계적 특성을 유지할 수 있습니다. 그러나 당사가 새로 개발한 소재인 **SKOLVAR** 는 핫 포밍 적용을 위해 특별히 개발되었으며, 소프트 존 다이의 프레스 경화 공정에서 탁월한 성능을 입증했습니다.

최근 산업 현장 시험을 통해 SKOLVAR 는 차세대 대안으로 입증되었으며, 소프트 존 성형 시 발생하는 극한의 열적·기계적 스트레스를 견뎌내 QRO 90 Supreme 대비 3 배 이상의 공구 수명을 제공합니다.



SKOLVAR 는 QRO 90 Supreme 과 동등한 탁월한 열처리 복원 저항성을 제공하면서 두 가지 핵심 개선점을 도입했습니다: 더 높은 경도 달성 가능성(최대 61 HRC)과 향상된 마모 저항성입니다. 이러한 특성들은 뛰어난 연화 저항성과 함께 초기 경도를 높여주며, 연화 후에도 마모를 견딜 수 있는 능력을 제공합니다. 특허받은 화학 성분으로 인해 SKOLVAR 는 바나듐 카바이드가 풍부한 ESR 재용해 공구강으로, 우수한 가공성과 용접성을 유지하면서 냉간 가공 공구강에 필적하는 마모 저항성을 제공합니다. 이는 국부적 손상이나 마모 발생 시 유지보수에 적합합니다. 이러한 특성들의 조합은 예측 가능한 연장된 금형 수명을 보장하고 완제품의 총 비용을 절감합니다.

그림 3 은 고온에서의 템퍼 백 저항성을 보여줍니다. SKOLVAR 는 QRO 90 Supreme 은 기준 강종인 AISI H13/W-Nr. 1.2344 와 비교하여 표시됩니다.

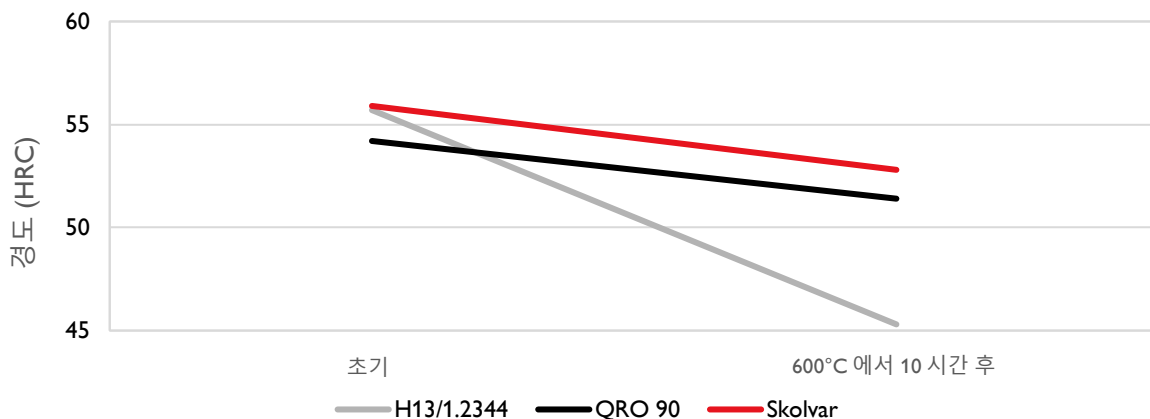


그림 3 600°C 에서 10 시간 후 재료의 연화 현상으로, 템퍼 백 저항성을 보여줍니다.

이러한 이유로 대량 생산 시 소프트 존 다이 재료로 스콜바(SKOLVAR)를 권장합니다. 공구 성능, 가동 시간 및 유지보수 효율이 공정 안정성에 결정적이며 생산 비용 효율성을 높이는 것이 중요한 경우 탁월한 선택입니다.

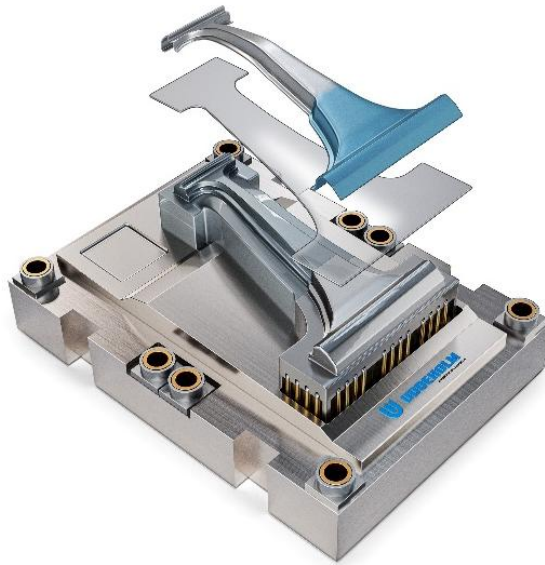
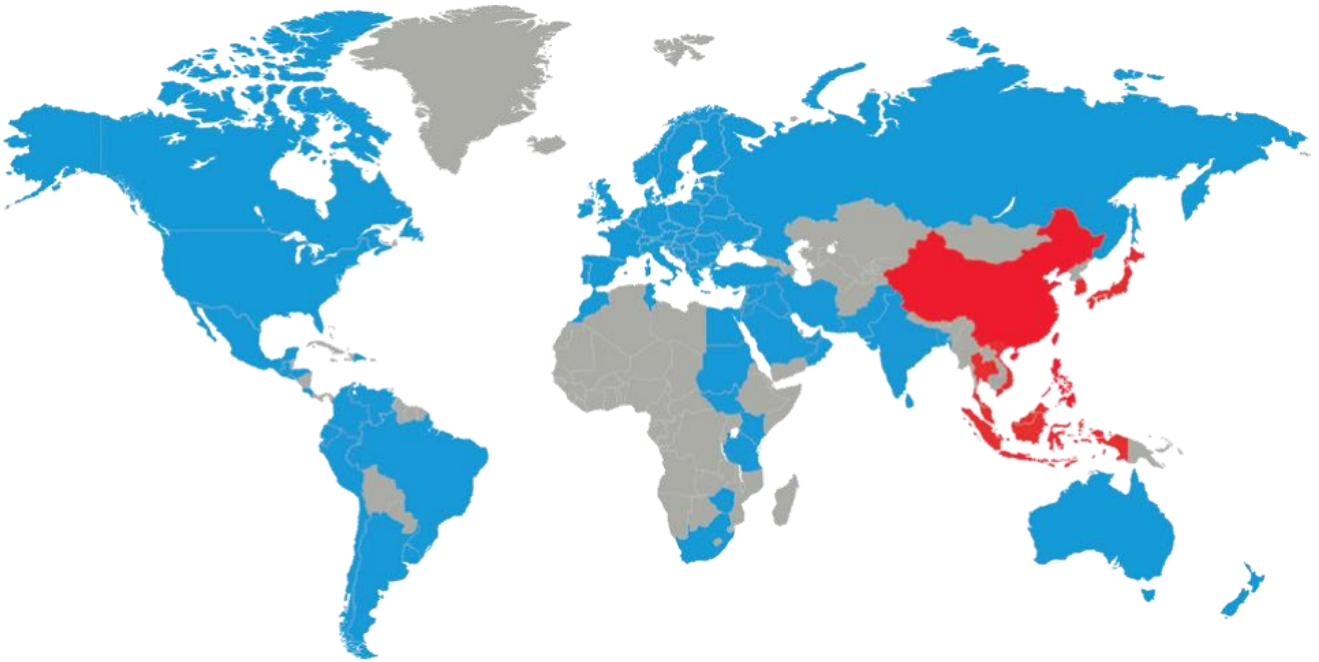


그림 4 연화 영역 인서트가 적용된 다이 세트의 예시.

참고문헌

[1] E. Billur, *Hot Stamping of Ultra High-Strength Steels*, 1st ed. Cham: Springer, 2018. ISBN: 978-3-319-98870-2.



올바른 강재를 선택하는 것은 매우 중요합니다. ASSAB의 엔지니어와 야금 전문가들은 각 용도에 맞는 최적의 강종과 가장 적합한 처리를 선택할 수 있도록 항상 도움을 드릴 준비가 되어 있습니다. ASSAB은 우수한 품질의 철강 제품을 공급할 뿐만 아니라 최첨단 가공, 열처리, 표면 처리 서비스 및 적층 가공(3D 프린팅)을 제공하여 고객의 요구 사항을 최단 기간에 충족하면서 톨링 성능을 향상시킬 수 있도록 지원합니다. 원스톱 솔루션 제공업체로서 총체적인 접근 방식을 사용하는 당사는 단순한 공구강 공급업체 그 이상입니다.

아시아 태평양 지역에서 ASSAB은 공구강 산업에서 350년 이상의 경험을 가진 스웨덴의 공구강 제조업체인 우데홀름의 유통망을 확보하고 있습니다. 두 회사 모두 1995년부터 비엔나 증권거래소에 상장된 오스트리아에 본사를 둔 저명한 기업인 voestalpine AG의 필수적인 부분입니다. 양사는 함께 다양한 제품과 서비스를 제공하며 철강 및 기술 분야의 핵심 기업으로 자리매김하고 있습니다.

자세한 내용은 다음을 참조하세요.

www.assab.com

