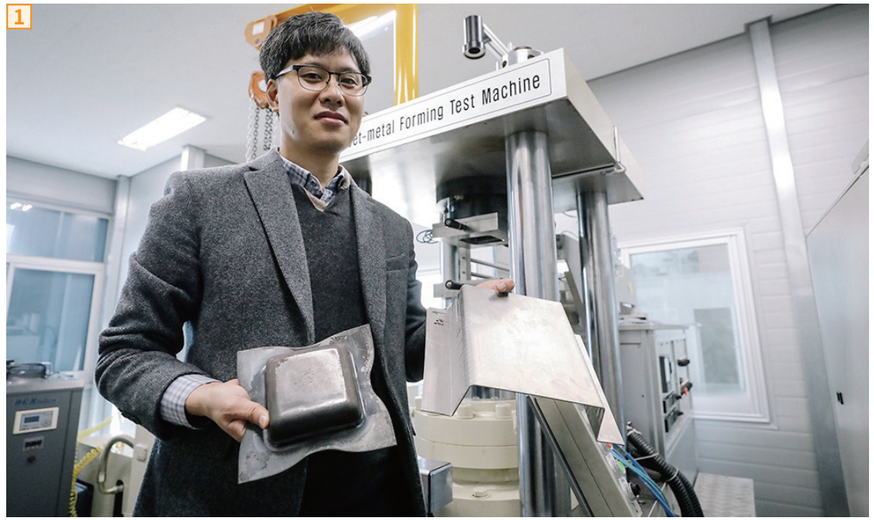
일석삼조(一石三鳥)…친환경차 부품 ‘무게 · 강도 · 생산성’ 모두 잡았다

연구책임자 전북본부 탄소소재응용연구그룹 권의표 수석연구원



1. 권의표 그룹장이 직수냉각 핫스탬핑 성형기술로 만든 성형품을 들고 있다.

권의표 한국생산기술연구원(이하 생기원) 전북본부 탄소경량소재응용그룹장이 금속 판재 성형 시 강도는 높이고 무게는 가볍게 만들면서 생산성까지 높여주는 ‘직수냉각 핫 스탬핑 기술’을 개발해 화제다.
개발된 공정기술은 지역 내 자동차 부품 기업 ‘동해금속’에 이전됐고, 공동연구를 통해 프레임 부품 제작에 성공 했다. 동해금속은 뿌리기술 전문기업 및 전라북도 선도기업으로 선정된 강소기업이다.

‘핫스탬핑’ 기술이란 약 950°C로 고온 가열한 금속소재를 금형에 넣고 프레스 성형한 후, 금형 속에서 꺼내지 않고 급속 냉각시키는 공법이다. 이 공법을 사용하는 자동차 부품은 대개 차체의 주요 골격에 사용된다.
얇고 가벼우면서 단단한 강(Steel)을 만들 수 있어 부품 경량화에 유리하기 때문이다.
그런데 종전의 다이냉각 방식의 핫스탬핑 공법은 냉각 속도가 느려 오래 걸리는 단점이 있었다. 특히 강판이 두꺼울 경우 열전달이 어려워 냉각성능도 크게 떨어졌다. 이를 보완하기 위해, 권 그룹장 연구팀은 냉각수를 금형 내부뿐만 아니라 표면에 새겨진 유로(流路, 물길)에도 동시에 흐르게 할 수 있는 혼합 방식의 ‘직수유로분사’ 냉각법을 새롭게 고안했다.

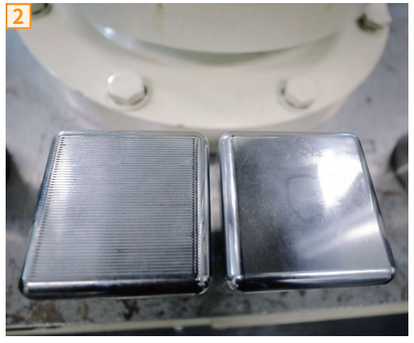
개발된 직수냉각 방식 기술은 무엇보다 3㎜ 이상 두꺼운 판재를 성형하는 데 효과적이다. 3.2㎜ 두께의 강판 핫스탬핑 성형 시험에서 기존 방식보다 최대 78%가량 냉각시간(33초→7초)이 단축돼 초당 89°C의 뛰어난 냉각속도와 인장강도 1,600 MPa(메가파스칼)급 초고강도를 구현해냈다.

나아가, 연구팀은 이 기술을 기반으로 ‘동해금속㈜’와 함께 공동연구에 착수, 지난해 12월 사이드 멤버(Side member) 부품 제작에 성공 했다. 이 부품은 자동차 차체의 뒤틀림과 구부러짐을 막기 위해 사이드로 길게 뻗어 있는 부품으로, 친환경 버스 프레임 제작에 사용된다. 그동안 동해금속에서는 6㎜의 두꺼운 판재가 적용되어 매우 무거운 프레임 부품의 경량화 방안을 고민 중에 있었다.

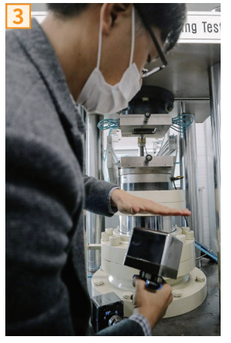
권 그룹장은 직수냉각 핫스탬핑 공정 최적화를 위해 핫스탬핑용 사각 컵 드로잉 직수냉각 금형을 설계해 제작했다. 이 금형으로 보론강의 공정 조건별 핫스탬핑을 시험하고, 표면과 미세조직 및 기계적 특성 등을 평가 분석했다. 핫스탬핑의 돔 장출 성형 시험, 열간 성형성과 성형 한계도 도출 작업도 병행했다. 그 결과, 3.2㎜ 판재에 대한 직수냉각 핫스탬핑 공정 조건을 확립하고 초고강도 달성에 성공했다.

권 그룹장이 개발한 금형은 기존에 개발된 직수냉각 핫스탬핑 금형과도 차별화되는 것으로 이번에 국내 특허 등록을 마쳤다. 또한 버스 프레임용 보론강 부품에 직수냉각을 적용한 사례도 사실상 세계 최초다. 이처럼 부품이 개발된 것은 고무적이지만, 상용화를 위해서는 설비 투자가 전향적으로 이뤄져야 하는 등 아직 풀어야 할 숙제가 많다.

실제로 권 그룹장은 양산화를 위해서는 ‘냉각수 공급·배출 자동제어 시스템’이 필요하다고 보고 기존 장비의 개선 방안을 고민하고 있다. 상용화 공정에 알맞은 용량의 냉각수 공급·배출 제어기술 및 직수냉각 시스템 장비가 도입되어야 상용화에 한 걸음 더 나아 갈 수 있을 것이라는 것이 그의 설명이다.



2. 표면에 한 방향으로 유로(물길)가 새겨져 있는 직수냉각 펀치 금형(左)과 비교품(右)



3. 보론강의 핫스탬핑 성형 과정을 재현하고 있는 권의표 그룹장

4. 핫스탬핑 성형 장비에서 보론강 소재 성형품이 제작되고 있다.

한편 현재까진 스틸 소재를 대상으로 개발되었지만, 원천기술이기에 쾌속 냉각이 필요한 수송기기 분야 및 금속 소재에 응용할 수 있을 것으로 예상된다. 권 그룹장은 현재 알루미늄 소재에 대한 핫스탬핑 성형 기술도 연구 중에 있다.