

금속이 재주를 부린다

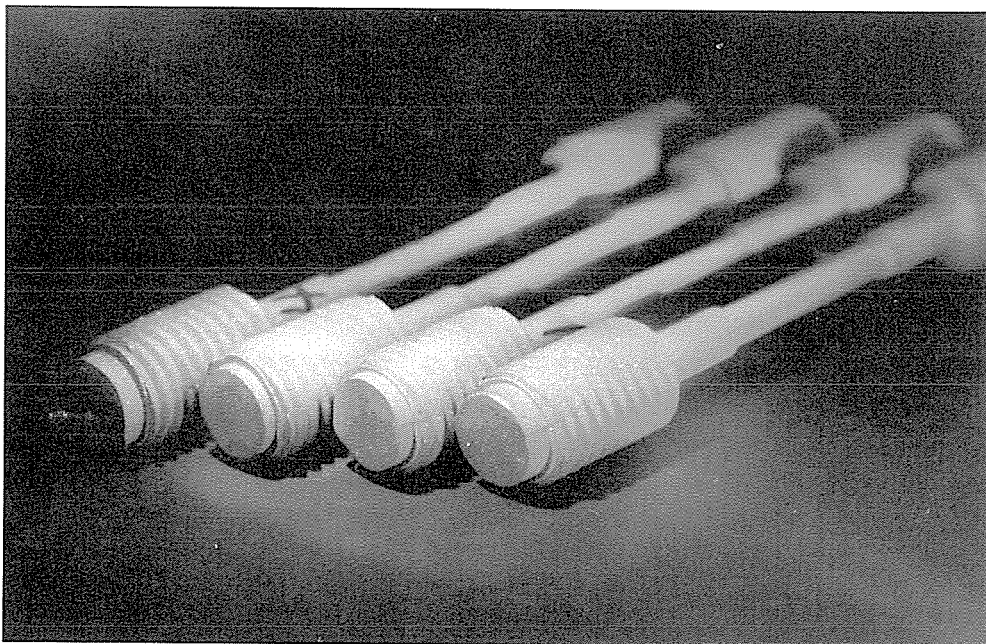
李 光 榮 <한국일보기획위원/과학평론가>



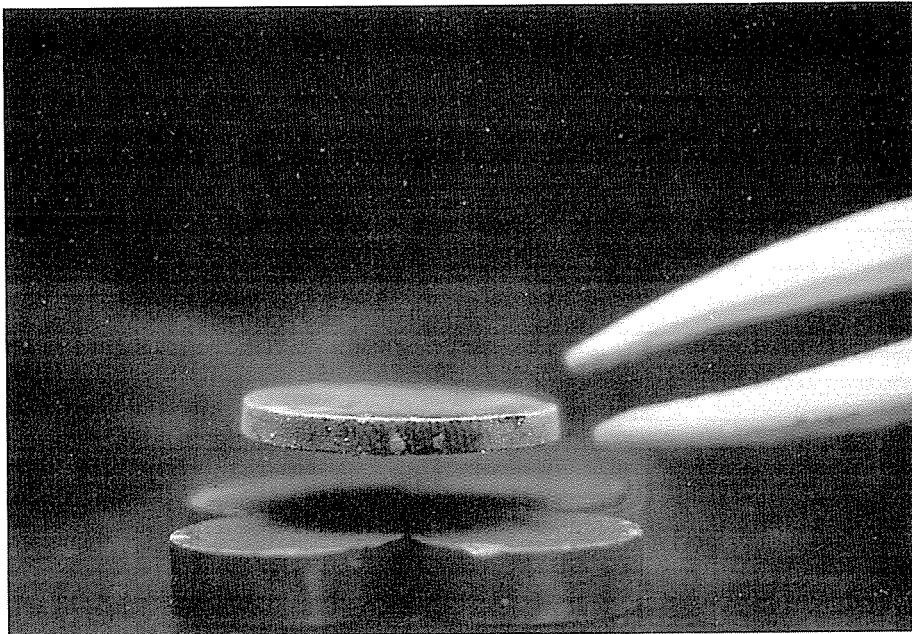
금속이 여러 가지 재주를 부린다면 놀랄 것이다. 그러나 금속도 재주를 부린다. 실제로 요즘 독특한 기능을 갖는 여러 가지 기능성 신소재 합금이 등장해서 우리의 생활을 크게 바꿔놓고 있다. 그중 우리의 관심을 끄는 기능성 신소재 합금은 형상기억합금과 초내열합금을 비롯해서 초소성합금, 방음과 방진합금, 비정질

합금, 기록재료합금 등 무척 다양하다.
형상기억합금은 본래의 형태를 기억

하고 있다가 일정온도가 되면 원상태로 되돌아가는 특성을 갖고 있는 금속을 뜻한다. 금속은 단단하고 열에 안전하며 변형이 탄성한계를 넘어서면 원상회복이 되지않는 것이 특징이다. 하지만 형상기억합금은 탄성한계를 넘어 변형된 형태가 일정온도로 열을 가해 주던가 온도를 낮추면 원상태로 되돌아 간다.



◇ 한국과학기술원(KAIST)이 개발한 초내열합금이다. 산성환경속에서 섭씨 1천도의 고열을 견뎌낼 수 있다.



◇ 한국표준과학연구원이 개발한 고온 초전도체. 10K(영하 133도)에서 자기부상효과로 초전도체가 떠올랐다.

금속의 형상기억효과는 1950년대 초 미국 일리노이대학에서 금-카드뮴합금과 인듐-탈륨합금에서 처음 발견됐으나 당시 별다른 흥미를 끌지 못했다. 형상기억합금이 사람들의 관심을 끌기 시작한 것은 1963년 미국해군병기연구소에서 기계적 성질과 형상기억능력이 우수한 니켈-탈륨합금이 발견되면서부터다.

형상기억합금은 효과에 따라 일방향, 이방향, 전방향 등 세가지로 나뉜다. 일방향은 가열할 때만 형상기억효과가 있는 것이고, 이방향은 가열은 물론 냉각할 때에도 형상기억효과가 나타나는 것이며 전방향은 가열할 때 형상기억효과가 나타나고 냉각하면 모양이 가열할 때와 정반대로 바뀌는 것을 말한다.

형상기억합금의 이같은 특성은 현재 파이프의 정밀접속과 손이 닿지 않는 곳에 물체를 설치하는 일 등에 이용되고 있다. 여성용 브래지어와 우주선의 안테나를 진공의 우주공간에서 펴는 일에서 항공기의 유압계통파이프를 연결하는 일은 물론 60도정도의 낮은 온도에서 전력을 얻는 저온발전이 쓰이고

있다. 공장폐열과 온천수를 이용하는 10kw급 저온발전기가 이미 미국의 맥도널 더글러스사 등에 의해 개발되어 사용되고 있다. 우리나라는 한국과학기술원(KAIST)이 최근 5kw급 저온열엔진을 개발하는 데 성공했다. 형상기억합금을 이용해서 온실의 창문을 일정한 온도에서 자동으로 여닫을 수 있는 길도 열렸다. 형상기억합금을 이용한 온실 자동창문개폐장치는 바이오메탈이나 온도센서를 이용하는 것보다 값이 싸게 먹히는 이점이 있다. 현재 알려진 형상기억합금은 금-카드뮴, 은-카드뮴, 구리-알루미늄-니켈, 칼슘-아연-주석, 구리-아연-알루미늄, 니켈-알루미늄, 니켈-칼륨 등 30여종에 이르고 있다.

초내열합금은 철강과 특수강으로 견디기 어려운 높은 온도 또는 극한의 부식환경에서 잘 견딜 수 있는 금속을 말한다. 주원료의 종류에 따라 니켈기초내열합금, 코발트기초내열합금, 철-니켈기초내열합금으로 나뉜다. 현재 니켈기초내열합금은 석유화학공업장치의 크래킹튜브를 비롯해서 원자력발전설비의

구조용재료, 열교환용파이프, 제트엔진의 터빈 블레이드 등에 쓰이고 있다.

우리나라에서 초내열합금연구가 시작된 것은 1969년 한국과학기술연구원이 일본으로부터 대형전자현미경을 도입하면서부터였다. 이 현미경을 이용해서 초내열합금에 대한 여러 가지 기초연구를 할 수 있게 된 것이었다. 초내열합금연구가 본격적으로 시작된 것은 1970년대 후반부터였다. 그 결과 현재 단조합금 3건, 주조합금 2건 등 도합 5건이 국내 및 국제특허를 획득했다. 특히 KM1557로 이름 붙여진 단조합금은 섭씨 1천도이상의 고온에서 황산, 질산, 염산 등 강산에 대한 내산화성이 우수해 세계최강을 자랑하고 있다. 또 최근 개발된 니켈기초합금인 KM1601은 대량생산단계에 들어가 방산업체에서 요긴하게 쓰이고 있다.

초소성합금은 엇가락처럼 끊어지지 않고 늘어나는 금속을 뜻한다. 대부분의 금속은 원래의 형태가 5~50% 늘어나면 끊어지기 마련이다. 초소성합금은 2~10배까지 늘릴 수 있다. 초소성합금



◇ 꿈의 열차로 불리는 자기부상열차도 재주를 부리는 기능성 신소재 합금이 개발됨으로써 가능해졌다. 사진은 대전엑스포에 선보인 국내 자기부상열차이다.

은 보통합금으로 만들기 어렵거나 여러 공정을 거쳐야 가능한 복잡한 형상의 부품을 단순공정으로 만들 수 있는 길을 열어준다.

1970년대 이후 수십종의 알루미늄계 합금이 개발되어 헬리콥터와 여객기, 전투기 등의 외부구조물로 쓰이고 있으며 각종 건축의 내·외장재, 전기 및 전자제품용기 등에 활용되고 있다. 초소성합금을 이용하면 금형비를 90%정도 절감할 수 있어 생산비를 최대 60%까지 줄일 수 있다.

우리나라에서는 아직 초소성재료 생산이 되지않고 있다. 다만 대학과 연구소 등에서 재료개발과 성형기술을 위한 기초연구를 하고 있다.

방음과 방진합금은 진동을 잡아먹는 특성을 지닌 금속을 말한다. 종래의 금속은 금속 특유의 「맑은 소리」를 내는 것이 특징이다. 방음과 방진합금은 금속으로서 충분한 강도를 유지하면서 두드러지면 마치 나무와 같이 「둔탁한 소리」를 낸다. 따라서 기계의 진동이나 소음을 없애는 데 이용된다. 가전분야에서 에어

컨과 세탁기는 물론 변압기와 스피커, 턴테이블에, 사무기기분야에서 타자기와 프린터, 철도분야에서 차륜과 레일연결부분, 선박분야에서 차체와 엔진회전부, 우주항공분야에서는 미사일제어반과 엔진커버 등에 널리 쓰일 전망이다.

신일본체철이 바이브레스(Vibrationless의 약칭), 신호제철이 댐플레(Damping Plate의 약칭)란 이름으로 상품을 내놓았으나 사용온도가 섭씨 1백2도 이하로 낮고 접착성이 좋지 않아 널리 쓰이지 못하고 있다.

현재 미국이 소노스톤(Sonostone), 일본이 사일렌트앨로이(Silent alloy)란 이름으로 상품화를 하고 있으나 값이 무척 비싸 이용도가 극히 한정돼 있는 실정이다. 따라서 값을 지금보다 3분의1정도로 낮추는 연구가 진행중이다.

비경질합금은 물질을 구성하고 있는 원자가 액체처럼 무질서하게 배열된 상태의 금속을 뜻한다. 1960년대 이후 결정금속의 2~3배에 달하는 강도와 3~5배에 이르는 높은 전기저항을 나타내는 것에서 강한 자력을 띠고 화학적으로

안전하고 가스를 흡수하는가 하면 촉매 작용을 지니고 있으며 전기적으로 초전도성과 열을 받아도 늘어나지 않는 특성을 갖고 있는 것까지 알려져 이용폭이 무척 넓어졌다. 자기적 특성을 각종 자기센서와 자기헤드 등에, 기계적 특성은 와이어와 복합재료, 칼날재료 등에 화학적 특성은 기름정화 필터와 수소흡수재료 등에, 촉매특성은 환원반응 촉매와 유기합성촉매 등에, 초전도 특성은 초전도체료로, 열적 특성은 정밀기기용으로 널리 쓰이고 있다.

기록재료합금은 각종 전자기록을 할 수 있는 특성을 갖는 금속을 말한다. 각종 녹음과 녹화테이프에 사용된다. 예를 들어 광디스크는 플라스틱 원판위에 테르븀-철-코발트를 주 원료로한 기록재료합금을 1만분의 1mm 두께로 입힌 것이다. 각종 최신 정보기기의 발달은 기록재료합금의 발전 덕분이라 해도 과언이 아니다.

이렇듯 여러 가지 특성을 갖는 새 합금이 등장함으로써 우리의 생활을 크게 바꿔놓고 있다.