

# 첨 단 기 술

## 極限材料 / 水素에너지

### 極限材料

『초고압력, 극저온, 극고진공등의 극한 상황에서 새로운 재료를 얻고 있다』

미국은 1973년이래 스카이랩에 의한 16회의 재료실험을 했으며 미소공동으로 약 7회에 걸친 아폴로·소유즈재료실험을 한 것외에도 소형로키트에 의한 재료실험을 헤아릴 수 없을 정도로 많이 했다. 스페이스셔틀에 탑재하는 우주실험에서는 유럽우주기구(ESA)도 셔틀에 탑재하는 우주실험실(스페이스랩)을 개발하고 제1회의 재료실험에서는 36개의 테마가 계획되고 있다.

우주공간은 무중력이기 때문에 비중이 다른 2종이상의 물질을 균질하게 혼합하거나 액체중의 대류가 없기 때문에 완벽한 결정을 성장시킬 수가 있다. 그릇을 사용하지 않고도 재료를 용해할 수 있어 그릇으로부터의 불순물의 혼입을 걱정할 것 없고 고순도의 재료를 얻을 수 있다. 또 공기중에 포함된 성분의 영향을 없애기 위해 진공환경을 지상에 재현하려는 시도가 1950년대부터 활발하게 진행되어  $10^{-11} \sim 10^{-12}$ 토르(1Torr = 1mmHg)의 초고진공을 얻을 수 있게 되었다. 그러나 인공위성이 날고 있는 우주에서는  $10^{-10}$ 토르의 고진공, 지구와 달사이의 공간에서는  $10^{-12}$ 토르의 극고진공, 항성간의 우주에서는  $10^{-16}$ 토르의 극고진공을 쉽게 얻을 수 있어 순수한 금속물질의 제조나 반응을 얻을 수 있다. 앞으로 스페이스셔틀로 많은 기체가 우주로 발사되면 우주에 재료제조공장을 건설하는 것도 현실화 될 것이다.

우주의 무중력 상태라는 환경에서 재료를 만드는 데 이점은 다음과 같다.

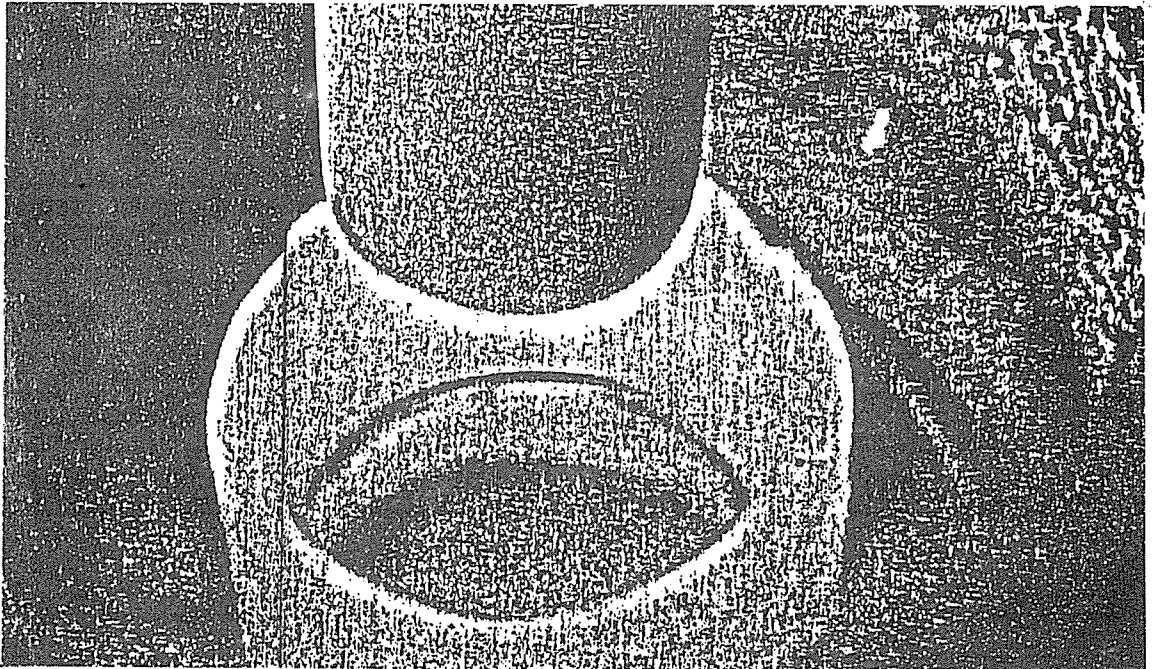
- (1) 결정성장=용융한 재료에서 경정을 성장시켜 가는 경우 지상에서는 용융된 재료내에 온도의 勻配가 생겨 매우 적은 대류가 생긴다. 무중력상태에서는 대류가 없어 완전성이 높고 화학적으로 균일한 결정을 얻을 가능성이 있다.
- (2) 미혼합합금=지상에서는 혼합하지 않는 금속을 분말로 혼합하여 무중력상태에서 용융한다. 침강이나 대류가 없이 그대로 응고하면 지상에서는 생각할 수 없는 새로운 비혼합합금을 얻을 수 있을 것이다.
- (3) 복합 재료=금속내에 비금속의 비중이 다른 재료를 균일하게 섞는다는 것은 지상에서는 어렵다. 무중력상태에서는 침강이 없어 쉽게 비중이 다른 재료의 복합재를 정제할 수 있다.
- (4) 공정(共晶)합금=지상에서 정제한 공정합금은 대류때문에 많은 결함을 내포하고 있으나 무중력상태에서는 이런 결함이 생기지 않을 가능성이 높다.
- (5) 첨가물을 포함한 공정합금=첨가물을 포함한 공정합금을 일방향성응고로 정제할 경우, 길이와 방향 및 첨가물의 분산이 중력으로 복잡하게 바뀐다. 무중력 상태에서는 이런 중력작용이 없이 보다 뛰어난 특성의 공정합금을 얻을 가능성이 크다.
- (6) 스킨·테크놀로지=가스터빈날개와 같은 고온에서 사용하는 부재에 대한 내열층 코팅은 化學氣相折出法이나 침투법등의 복잡하고 정밀한 처리를 요한다. 무중력상태에서 부재주위에 코팅재를 넣어 재용융 응고를 하면 변형없는 완전히 코팅된 부재를 얻을 가능성이 높다.
- (7) 확산=지상에서는 대류와 확산이 동시에 생기지만 대류가 지나치게 커서 열확산계수나 온도의존성을

측정하기 어렵다. 무중력상태에서는 대류가 일어나지 않으므로 이런 측정을 쉽게 할 수 있어 물리·화학발전에 크게 이바지 할 것이다.(8) 유리등 비결정물질=지상에서는 확산이나 대류가 혼재하지만 무중력상태에서는 확산이 지배적으로 되어 비결정질의 효율높은 반도체등을 얻을 가능성이 있다. (9) 유체물리=재료정제에는 거의 모든 경우에서 용융응고의 현상을 이용한다. 용융하여 유체화되면 대류나 확산이라는 현상만 아니라 부착이나 젖는 성질에 의해 액체가 번지는 현상이 생긴다. 무중력상태에서의 부착이나 액체의 번지는 현상은 충분히 해명되어 있지 않아 무중력상태에서의 유체물리 연구의 비중은 더욱 커질 것이다.

극한재료기술에는 초고압력, 극저온, 극고온, 극고진공, 초고자계등과 무중력장 이용과 초음파이용기술도 포함된다. 초고압력에서는 超硬 공구재료로서 이용하는 다이아몬드나 고밀도상

질화붕소의 합성, 소결의 연구가 진행되고 있다. 또 극저온에서는 전기저항이 없어지는 초전도 재료등도 계통적으로 연구하는 한편 초고압력이나 극저온, 극고진공, 초고온과 같은 극한상태를 재현하는 장치개발에도 노력하고 있다.

이리하여 초고진공, 무중력장으로서는 우주를 이용하여 고순도의 레이저가스, 광학유리섬유의 제조, 산화물 분산형의 합금, 기초금속, 고양이의 텀과 같이 휘스커금속을 한방향으로 정리하여 응고시킨 강력합금, 섬유강화재료, 서메트의 제조, 그리고 경정성이 완전한 반도체, 유도체, 이온결정, 화합물자성체의 결정, 단결정박막등 각종 재료의 생산이 기대된다. 이들은 지상의 공장의 500분의 1의 시간이면 만들 수 있고 또 지상보다 더욱 질이 좋은 것을 제조할 수 있다면 지상의 500공장분을 한 공장에서 생산할 수 있는 꼴이 되어 우주공장도 충분히 채산을 맞출 수 있게 될지 모른다.



## 水素에너지

『물을 태울 수소에너지를 항공기에 사용하면 소음, 기체의 무게등을 줄이는데 큰 이점을 찾을 수 있다』

『물을 태울 수는 없을까?』라는 질문이 수소

에너지의 발단이다. 물을 분해하면 수소가 생긴다.

수소제조는 화학은 1969년경부터 원자로 핵열의 응용으로서 유라툼(유럽 원자력 공동체)의 이탈리아소재 이스플라연구소에서 시작되었다. 이 연구소의 「마루케티」박사가 어느날 이런 생각을 했다.

『물을 수소와 산소로 분리할 수 없을까? 다만 온도를 너무 올리지 않은 조건하에서...』

물을 열로 산소와 수소로 분해하자면 보통 2500℃로 가열해야 한다. 그러나 마루케티 그룹은 물을 700℃로 가열한 뒤 브롬화카륨과 수은을 사용하여 분해했다. 이때 수은은 회수하여 되풀이 사용할 수 있다. 그때까지 세계의 어떤 과학자도 700℃에서 물을 분해한다는 것은 생각조차 못했었다.

그뒤 각국의 과학자들은 여러가지 금속을 사용하여 물의 열분해 연구에 착수했다. 낮은 온도에서 분해할 수 있다면 수소를 싸게 제조할 수 있다.

1956년부터 미공군과 항공기엔진 메이커인 프래트·앤드·휘트니사가 협력하여 액체수소를 연료로 하는 로켓엔진과 제트엔진 개발을 추진했다. 이 로켓엔진은 아폴로우주선을 발사하는데 쓰인 새터5형 로켓의 제2단에 적용되었다. 그뒤 수소를 제트비행기의 케로신연료 대신 사용하는 실험을 했고 이어 자동차엔진도 조금만 개량하면 수소로 움직일수 있다는 것이 밝혀졌다. 이 배기가스는 깨끗한 수증기여서 배기가스규제상으로도 수소는 최고의 연료라는 것이 밝혀졌다.

수소를 자동차나 항공기연료에 쓰는 경우(空氣比가 가솔린의 2배가 넘는 混合比로 해야 하고 연료의 사용비가 커져서 큰 연료탱크가 필요하다. 또 노킹이 일어나기 쉽다는 결점도 있다. 그러나 배기가스 용적이 커진다는 장점도 있다. 연료의 중량당 칼로리가 가솔린의 2.8배나 큰데 비하면 비중이 적어 比進力이 커지며 항공기 연료로서는 적합하다. 수소를 사용하는 제트엔

진은 소음이 적고 수분이 1의 소음밖에 나지 않는다. 미국의 상업용 제트기 모델을 사용하여 시험한 결과 앞의 이점외에도 ① 배기가 매우 깨끗하고 ② 이륙거리가 적어도 되어 이륙조작이 쉽고 ③ 조종성능이 향상되며 ④ 항공기 전체의 무게가 40% 줄어 들고 ⑤ 엔진구조가 간단해져서 수명이 길어진다는 것이 확증되었다.

수소는 연료전지에서도 효율이 높은 에너지라는 것이 밝혀졌으며 석탄대신 제철의 還元材로서도 쓰인다. 또 석탄액화에서도 중요한 몫을 한다. 현재의 액화법에 필요한 수소는 석탄으로 만들지만 다른 방법으로 싸게 양산할 수 있다면 석탄액화는 크게 촉진된다.

그런데 수소는 액화에서 저장해야 한다는 문제가 있다. 탄산가스는 -78.5℃에서 고체가 되고 천연가스는 -162℃에서 액화(LNG) 하지만 수소는 -253℃라는 초저온으로 내려주지 않으면 액화가 안된다. 그래서 저장이나 수송에 비용이 너무 많이 들기 때문에 수소를 금속에 흡수시키는 방법을 연구하고 있다. 티탄화철, 란탄, 니켈합금, 마그네슘 동합금등 수소를 빨아들이는 여러가지 금속이 있다. 이렇게 흡수한 뒤 조금만 가열하면 수소를 토해낸다. 식히면 거꾸로 또 흡수한다.

석유다음은 수소에너지시대가 온다고 한때 떠들썩 했으나 그뒤 정체의 늪에 빠진듯한 인상을 주고 있는 배경에는 수소를 싸게 생산할 전망이 서지 않기 때문이다. 원자로의 열을 사용하여 금속에 의한 열분해법이 주류를 이루었으나 최근에는 광을 사용하는 분해법이 주목을 받고 있다. 금속의 촉매작용으로 빛을 쬐면 물이 분해한다. 금속촉매대신 半導體를 사용하여 태양광선을 쬐어주어도 분해한다는 것이 밝혀졌다. 또 남해에 태양열을 이용한 거대한 댐목을 띄워 태양에너지로 발전해서 해수를 전기분해하여 수소를 만들자는 계획도 있다.

수소는 폭발하기 쉽기 때문에 위험하고 금속에 스며들어가서 불안간 붕괴시키는 수소메짐성(水素脆性)의 위험등이 있어 다루기도 어렵다.