



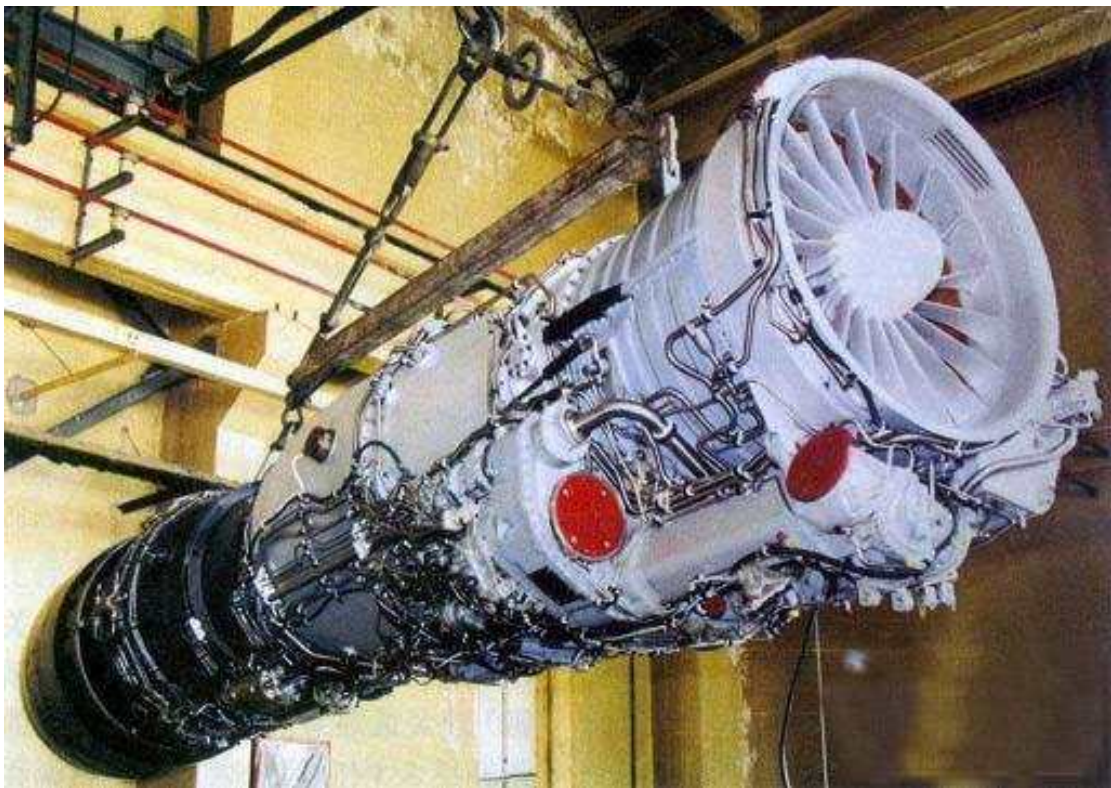
| 2012년 |

# 항공우주재료 개요

## 목 차

- I. 항공우주재료의 분류
- II. 항공우주재료의 소개
- III. 항공우주재료의 특성
- IV. 항공우주재료 발전에 영향주는 요소
- V. 시사점

- 항공우주재료는 특수 재료로서 군사산업과 밀접히 연계되어 있을 뿐만 아니라, 민간산업에도 커다란 영향을 미치고 있다. 항공우주재료의 비약적인 발전으로 우주개발이 이루어지며, 우주기술이 또 민간산업으로 파급되면서 산업을 선도하고 산업경쟁력을 강화시키는 시너지효과로 이어진다. 항공우주재료에 대한 독자의 이해를 돕기 위해 언론에 발표된 관련 자료를 취합하여 정리해보았다.



## I. 항공우주재료의 분류

- 항공우주재료는 항공우주제품을 개발하는 물질보장이면서 우주항공제품의 고도화를 추진하는 초석이기도 하다. 재료의 특성별로 항공우주재료를 금속재료, 무기비금속재료, 고분자재료와 고급복합재료의 4가지로 분류하며, 사용기능별로 구조재료와 기능성재료의 2가지로 분류할 수 있다.
  - 구조재료의 경우 가장 핵심적인 요구사항은 경량화·고강도·내고온성·내식성이며, 기능성재료에는 마이크로전자와 광전자재료, 센서감응부품, 기능성 세라믹, 광섬유소재, 정보디스플레이 및 에너지저축재료, 스텔스재료 및 지능재료가 포함된다.
  - 항공재료의 경우 항공기 동체재료, 엔진재료, 탑재설비재료의 3가지로 분류된다. 우주재료에는 운반로켓 동체재료, 로켓 엔진재료, 우주비행선재료, 우주기능성재료 등이 포함된다.
  - 우주항공재료는 알루미늄합금, 티탄합금, 마그네슘합금 등의 경합금/ 초고강도강, 고온티탄합금, 니켈베이스 고온합금, 금속간화합물(티탄알루미늄계, 니오브알루미늄계, 몰리브덴실리콘계), 난용성금속 및 그 합금을 포함한 고온금속구조재료/ 유리섬유, 탄소섬유, 방향족 아미드섬유, 방향족 헥테로섬유, 초고분자량 폴리에틸렌섬유 등의 복합재료 강화체재료/ 에폭시수지, 비스말레이미드(Bismaleimide) 수지, 열경화성 폴리아미드수지, 페놀수지, 시안산염 에스테르, 폴리아크릴 아세틸렌(Polyarylacetylene)수지 등 복합재료 기체재료/ 고급 금속 및 무기비금속 베이스 복합재료/ 고급 금속간 화합물 베이스 복합재료/ 고급세라믹재료/ 고급 탄소·탄소 복합재료 및 고급기능성재료 등을 포함하며 미치는 범위가 광범위하다.

## II. 항공우주재료의 소개

### 1. 알루미늄합금

- 항공기 동체 구조재료의 응용구성 비율 예측결과, 21세기 초반에 알루미늄합금이 압도적으로 많이 사용된 것으로 나타났다. 항공우주기술용 알루미늄합금 개발시에 우선 해결해야 할 과제는 높은 사용 신빙성과 뛰어난 가공성을 보장하는 전제하에서 구조물의 질량을 줄일 것이다. 현재 시급히 해결해야 할 문제는 용접성능이 우수한 고강도 알루미늄합금을 개발하는 것이며, 이를 완전체 용접 구조의 제조에 응용하는 것이다.
- 비행기 유효 하중을 높이는 방법은 강도를 높이고 밀도를 낮추는 것이다(강도는 낮추지 않음). 리튬원소를 첨가해 알루미늄 합금을 만들면 합금밀도를 줄이고 탄성계수를 높일 수 있다. 코일압연제조법으로 알루미늄리튬(Al-Li)합금판재를 생산하였는데, 그중에는 두께가 0.5mm미만인 박판이 포함된다.
- 알루미늄계 층상복합재료를 사용하면 비행기 동체의 신빙성, 사용수명과 유효 하중을 대폭 높일 수 있다. 이러한 복합재료의 특징은 균열확장속도가 특별히 낮고(일반 재료의 1/20-1/10) 강도(50%-100% 제고)와 단열 인성이 높은데다가 밀도가 작아(10%-15% 경감) 항공기 동체 재료 및 수선작업용 균열 리벳재료로 사용될 전망이다.

### 2. 고강도강

- 현대 항공기 구조 가운데 강재 사용량이 5%-10% 수준에서 안정되어 있지만 초음속 전투기와 같은 일부 항공기에서 강재는 특수용도재료로 사용된다.
- 고강도강은 일반적으로 고강도, 높은 비강도, 높은 피로수명 및 뛰어난 온도강도, 내부식성과 일부 기타 변수의 구조물에 사용된다. 반제품 생산과정에서든

복잡한 구조물의 제조과정에서든, 특히 용접을 최종절차로 용접구조물을 생산하는 과정에서 강재는 대체 불가능한 재료이다.

- 그동안 항공기제조업에서 가장 많이 사용되어온 강재는 강도수준이 1,600~1,850MPa이고, 단열인성이 약 77.5~91MPa/m<sup>2</sup>에 달하는 중합금화 고강도강이다. 현재 같은 단열인성지표를 유지하는 조건에서 강재의 최저 강도수준을 1,950MPa까지 높임으로써 높은 단열저항성의 고강도 경제적 용접구조강을 새롭게 개발하였다.
- 고강도강의 발전방향은 야금생산공정을 한층 더 보완하고, 화학성분을 최적화하고 열처리를 규범화하며, 강도성능수준이 2,100~2,200MPa에 달하는 고신빙성 구조강을 개발하는 것이다.
- 활성 부식 매질의 작용에서 사용되는 동체 하중구조물, 특히 전천후 기후조건에서 사용되는 하중구조물에 고강도 내식강이 폭넓게 사용되는데, 이러한 내식강의 강도수준은 중합금구조강과 근접하며, 신빙성 매개변수(단열인성, 부식방지 균열강도 등)는 중합금 구조강보다 훨씬 우수하다.
- 고강도강의 장점은 상이한 용접방법으로 용접을 실시하는데, 하중구조물을 용접한 후 별도의 열처리가 필요 없으며 열상태에서든 냉각상태에서든 인발가공성이 뛰어나다.
- 고강도강으로 가장 적합한 재료는 마르텐 사이트 유형의 저탄소 분산 강화 내식강과 과도유형의 오스테 나이트-마르텐 사이트 강인데, 연구결과 높은 신빙성과 양호한 가공성을 유지하는 조건에서 고강도 내부식강의 강도수준을 대폭 높일 수 있는 것으로 나타났다.
- 저온기술장비는 고강도 내식강의 특수 응용분야 및 발전방향이다. 수소연료엔진을 장착한 항공기는 발전전망이 밝아 액체수소와 수소기체 매질 분위기에서 작동하는 무탄소 내식강을 연구방향으로 하는 것이 바람직하다.

### 3. 고강도 티탄합금

- 티탄합금의 동체 부품에서의 사용비율이 높아질 잠재력이 매우 크다. 티탄합금의 동체 사용비율은 20%에 도달할 것이며, 군용기 동체중의 응용비율도 50%에 달할 전망이다. 그 전제조건은 티탄합금이 보다 높은 강도와 신빙성을 갖추어야 하며, 사용온도를 더욱 높여야 하며, 높은 가공성능 및 우수한 용접성을 갖추며, 각종 반제품을 생산할 수 있어야 하며, 구조를 개선하고 새로운 설계방안을 개발하여 가급적이면 성숙된 구조합금과 공법을 사용해야 한다.
- 고강도 티탄합금을 사용하면 구조질량을 경감할 수 있으며 동시에 구조의 중량효율, 신빙성 및 가공성도 높인다. 고강도(1,350MPa)와 높은 가공성을 겸한 판재합금을 개발할 계획인데, 이러한 합금은 강도가 공업 고순도 철의 4배에 달하지만 가공특성은 공업 고순도 티탄과 비슷하다. 또한 보다 높은 열강성, 열안정성과 장수명의 'near  $\alpha$ -type' 열강성 티탄합금을 개발할 계획이다.

#### 4. 열강성 티탄합금

- 티탄합금의 발전방향중의 하나는 높은 열강성을 지닌 티탄합금, 특히 높은 열안정성과 장수명의 'near  $\alpha$ -type' 열강성 티탄합금을 개발하는 것이다. 제6세대 항공엔진에 고용강화와 금속간화합물 종합강화 열강성 티탄합금판재를 사용할 것으로 예측된다.
- 티탄알루미늄화합물 베이스 합금은 미래의 연구방향이다. ' $\gamma$ '합금은 700~900°C 온도에서 열강성이 강재 및 열강성 합금보다 우수하지만 가소성이 떨어진다.
- 열강성 티탄합금 개발의 새로운 방향은 금속간 화합물 강화형  $\beta$ 고용체 베이스 합금을 채택하는 것이다. 이 합금의 특징은 600~700°C 온도에서 비교적 높은 열강성과 만족할만한 가소성을 지닌다. 기존의 티탄합금과 비교하였을 때 이런 유형의 티탄합금을 개발하여 강도와 열강성을 25%~30% 높인다.
- 강조해야 할 것은 합금의 화학성분, 주조 및 변형공법을 최적화하고, 최적의 열처리 규범을 선택하며, 새로운 방법으로 부품을 설계하여 금속간 화합물을 항공엔진 및 항공우주기술장비의 구조물에 사용하는데 그중에서도 사용온도 제고와 중량 경감이 결정적 요소이다.

## 5. 고분자화합물 복합재료

- 항공우주기술 개발수준을 가늠하는 중요한 지표는 고분자화합물 복합재료의 사용비율이 어느 정도인가에 달려 있다. 고분자화합물 복합재료는 비강도와 비강성이 월등하고 양호한 구조성능과 특수성능을 두루 갖추고 있어 항공분야에서 광범위하게 응용된다. 에어버스 A3XX항공기의 고분자화합물 복합재료 사용비율은 25%에 달한다.
- 탄소섬유 강화플라스틱 베이스 고분자화합물 복합재료를 사용하는 것은 구조질량을 경감하는 효과적인 대책이다. 고분자화합물 복합재료는 일반적으로 고탄성 계수의 탄소섬유 강화플라스틱을 가리키는 것으로, 강성이 높고(탄성계수 196GPa), 고온 치수 안정성이 우수하며 높은 압축강도(1,000MPa)를 유지하는 것이 특징이다. 차세대 항공기술장비에 탄소섬유 강화플라스틱을 사용하면 미익부위, 특히 꼬리끝 부품의 공기동력학 강도를 높이고, 구조질량을 경감하며, 비행기술품질을 보장할 수 있다. 고탄성계수의 탄소섬유 강화플라스틱은 또 개방된 우주공간에서 작동하는 수신 및 발신 안테나 부품, 무선전자설비의 하중구조물, 로켓부품, 셀부품 및 막대모양 부품에 응용되는데 열응력은 금속구조품의 1/20~1/10에 불과하다. 고탄성계수 탄소섬유 강화플라스틱의 앞서 언급한 특성과 저밀도를 결부시켜 우주정거장의 조립 및 수선용 로봇 매니퓰레이터(Robot manipulators)를 제작할 수 있다. 향후 몇 년간 해결해야 할 문제로 탄소섬유 강화플라스틱의 구조특성과 특수성능을 개선하되, 특히 작동온도를 400°C로 높이는 것을 꼽을 수 있다.
- 구조재료로서 신규 복합재료인 유기플라스틱은 갈수록 큰 역할을 발휘할 것이다. 최근 몇 년간 제2세대 유기플라스틱을 연구제작중에 있다. 단일용도의 유기플라스틱의 ob(인장강도)가 3,000~3,200MPa에 달하였고 E를 130GPa로 높였다. 시험연구결과, 탄성계수가 200~250GPa에 달하는 유기 플라스틱을 획득할 수 있음을 나타내었다. 실제로 작업온도범위를 1배(205~300°C)정도 확대하면 복합재료의 수분흡수율을 뚜렷이 낮출 수 있다. 비강도와 비탄성계수 부분에서 현대 유기플라스틱, 특히 미래의 유기플라스틱은 모든 기존의 고분자화합물,

금속과 세라믹 베이스 복합재료를 초과할 것이다.

- 현재 predipping공법으로 제조한 유리섬유 강화플라스틱과 탄소섬유 강화플라스틱 구조물이 갈수록 많이 응용되고 있다. 이러한 공법을 채택하면 한 개 공정으로 일반 곡률과 복잡한 곡률의 부품을 제조할 수 있다. 전통 고분자 복합재료와 비교하였을 경우, predipping 베이스 복합재료의 특징은 단열저항성을 40%~50% 높였고, 전단저항강도를 20%~50% 높였으며, 피로강도와 지구강도를 20%~35% 높였다. 이러한 복합재료를 채택하면 노동의 양과 에너지 소모량을 1/2정도 줄일 수 있다. 구조질량(특히 셀룰러 충전재를 사용할 경우)을 50% 줄이고, 구조 밀봉성을 5배 가까이 높일 수 있다.

## 6. 니켈계 초내열합금

- 합금 최적화 및 조직 최적화의 방법으로 특수합금을 개발하면 단결정 날개의 사용성능을 뚜렷이 높일 수 있다. 그중 가장 인기높은 합금으로는 니켈계 초내열합금이다.
- 니켈기합금은 보다 높은 작업온도와 보다 높은 지구적인 강도특성을 지닌다. 6%~7% 함유 합금으로부터 테스트한 지구적인 강도값은  $\sigma_{1000/100} > 300\text{MPa}$ 에 달하는 것으로, 제6세대 엔진용 냉각채널을 지닌 단결정 날개의 연구제작을 보장하였다. 니켈합금을 사용하면 터빈입구온도를 2,000~2,100K로 높일 수 있어, 냉각공기의 소모량을 30%~50% 줄이며, 냉각공기 소모량이 같을 경우 날개 사용수명을 1~3배 연장할 수 있다.

## 7. 가스터빈엔진 디스크 용재와 열장(Thermal field) 용접구조 용재

- 가스터빈엔진 디스크용재에 대한 요구와 날개용재에 대한 요구가 다소 다르다. 첫째, 터빈디스크의 작업온도가 날개의 작업온도보다 낮다. 둘째, 재료의 신빙성 요구가 높다. 터빈 디스크용 합금 사용성능의 앞서 언급한 요구를 개선하려면 종합적인 방법으로 해결해야 한다. 예를 들면 합금화 원리, 강화메커니즘 개선, 제련, 변형 및 열처리 신규 공정방법 등을 개발해야 한다.

- 항공엔진 제조업이 현재 직면한 특수 과제가 바로 용접케이싱, 연관과 일부 기타 열장 용접 구조물을 연구제작하는 것이다. 연관재료 개발의 주요 문제점은 그 구조강도를 높이는 것인데, 이 문제를 해결하려면 우수한 용접성, 높은 가공소성과 같은 까다로운 종합성 공정요구를 충족시켜야 한다. 앞서 언급한 합금을 사용하면 연관의 작업온도를 150~200℃ 높이기엔 신빙성과 사용수명을 50%~100% 연장할 수 있다. 용접케이싱의 비강도를 대폭 높이고 질량을 15% 줄인다.

## ■ 8. 항산화 방호코팅층

- 항산화 방호코팅층을 사용하는 것은 초내열 합금(우선 터빈날개)의 사용수명을 연장시키는 중요한 요소이다.
- 현재 혼합분말에 알루미늄을 첨가하는 방법으로 방호코팅층을 획득하는 공법의 대체기술로서 신규공법이나 복잡한 성분을 이용한 다양한 코팅기술 사용을 시도하고 있다. 연구자들은 부동한 원소이온 기반의 플라즈마 진공코팅 신규방법을 개발해내었다. 코팅층 두께가 대체로 같은 상황에서(50~70 $\mu$ m) 합금화 처리한 오리지널 스프레이합금을 이용하면 날개를 황화물이나 산화물 부식으로부터 효과적으로 보호할 수 있으며 대량 생산한 알루미늄을 첨가하여 획득한 코팅층에 비해 날개 수명을 한자리수 연장할 수 있다.
- 다성분계 재료의 고에너지 진공플라즈마공법을 이용한 신규 코팅방법가운데 고속플라즈마의 고체표면에 대한 작용을 통해 처리표면의 성분, 조직, 미세 사이즈, 물리화학성능을 목적성 있게 강화시킬 수 있다. 이 공법의 주요 특징은 코팅품질이 우수하고 치밀하여 기공이 없으며 가소성이 좋고 부착력이 높고(100MPa) 범용성이 뛰어나, 모든 유형의 방호코팅을 하나의 공업장치에서 코팅할 수 있으며 부착정밀도가 높다.
- 코팅설비와 공법의 원가가 저렴한 편이다. 다성분계 재료의 고에너지 진공플라즈마 코팅법을 통해 다양한 코팅층을 얻을 수 있다. 그중 하나는 확산코팅은 물론이고, 응집코팅과 응집-확산 코팅층도 획득할 수 있다.

## 9. 금속간화합물 합금

- 가스터빈엔진의 작업온도를 높이고 부품사용수명을 연장시켜야 한다는 긴박함 때문에 니켈베이스 상(phase) 강화 고용체보다 안정성이 뛰어난 신규 합금베이스를 찾아내야 한다는 요구가 제기되고 있다. 신규합금 베이스는 Ni<sub>3</sub>Al 유형의 금속간 화합물을 사용하는 것이 적합한데 고용체의 보통금속결합과 비교하였을 때 금속간화합물의 공유결합은 금속 열강성의 문제점을 보다 효과적으로 해결할 수 있다. Ni<sub>3</sub>Al베이스에 대한 합금화 보충 및 주조공정에 의해 결정된 주조물 조직에 근거해 이러한 합금의 열강성 수준을 조정할 수 있다. 이때 등축정조직(equiaxed structure)에서 주상조직(columnar structure)으로 이동하고 다시 단결정조직(single crystal structures)으로 이동하면서 합금의 열강성이 높아진다.
- 단결정조직의 금속간 화합물합금은 종합성능이 우수하다. 열강성 수준이 같은 상황에서(온도 1,100°C) 금속간 화합물 합금이 함유한 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo) 등 희소/귀금속과 난용성금속의 함량이 뚜렷이 낮아졌다.
- 금속간화합물 베이스 합금은 작업온도범위가 900~1,150°C사이의 냉각식과 비냉각식 노즐방향 날개, 연관 및 노즐 부품 제조에 효과적으로 응용할 수 있다. 이 분야의 최신 연구성과를 응용하면 합금의 열강성을 50~70MPa이상 높일 수 있다.

## 10. 금속복합재료

- 열강성 재료연구 분야(작업온도를 1,300°C이상으로 높임)에서 돌파하려면 금속 복합재료에 의존해야 한다. 금속복합재료의 기체(基體)는 티타늄이나 금속간화합물과 같이 다양한 재료를 사용할 수 있으며 강화재료는 필라멘트 결정(filament crystal), 탄화규소 입자를 포함한 분산형 난용성 화합물입자, 산화물 섬유거나 텅스텐섬유를 사용할 수 있다.

- 특수 복합재료는 이른바 자연복합체를 가리키는 것으로, 이런 복합재료는 공정 합금(eutectic alloy)의 방향성 결정공법에 따라 만든 것이다. 이 합금중의 공정 상(eutectic phase)은 모두 결정과 수직방향으로 성장하기에 평면결정을 이동하는 방법으로 방향성이 있는 섬유상 조직을 얻을 수 있다. 이런 재료의 강화제는 난용성 금속탄소화물(TaC, NbC) 단결정의 필라멘트 결정과 서로 뒤얽힌 연속 뼈대구조이다. 개발한 자연복합체 재료는 1,200°C의 고온에서 높은 지구적 강도수준( $\sigma_{1200b} > 70\text{MPa}$ )을 유지할 수 있다. 복합재료의 고급 가스터빈 엔진에서의 응용비율이 대폭 늘어나 40%에 달할 것으로 예측된다.

### Ⅲ. 항공우주재료의 특성

#### 1. 내노화성, 내식성

- 재료가 각종 매질과 대기환경에 노출되면 부식·노화 현상이 일어난다. 항공우주재료에 접촉되는 매질은 항공기용 연료(예 경유, 석유), 로켓용 추진제(예 농질산, 사산화이질소, 히드라진)와 각종 윤활제, 유압오일 등인데, 그중 대부분의 매질은 금속재료나 비금속재료에 대해 부식작용과 팽창작용이 강하다. 대기중 태양 복사, 비바람의 침식, 지하의 습한 환경에 장기간 노출되었을 때 생기는 곰팡이균은 고분자재료의 노화과정을 가속화시키기에, 내부식성, 노화방지성능, 곰팡이 방지성능은 항공우주재료가 갖추어야 할 특성이다.

#### 2. 우주환경 적응

- 재료는 우주환경에서 고진공( $1.33 \times 10^{-10}\text{Pa}$ )과 우주방사선 복사에 노출되어 있다. 금속재료가 고진공 상태에서 상호 접촉되면 표면이 고진공환경에서 정화되면서 분자확산과정이 가속화되며 ‘냉각용접’현상이 나타난다. 비금속재료가 고진공과 우주방사선에 노출되면 쉽게 휘발되고 노화과정이 가속화되며 심지어 광학렌즈에 휘발물질이 증착되어 오염되거나 밀봉구조가 노화되어 실효하게

된다. 우주재료는 일반적으로 지면모의시험을 통해 선택적으로 발전시킨 것으로 우주환경에 적응해야 한다.

### 3. 수명과 안전

- 비행체의 구조 질량을 경감하기 위해 가급적 안전 여량을 적게 두어 절대적으로 믿음직한 안전 수명에 도달시키는 것이 비행기 설계의 분투목표이다. 미사일이나 운반로켓과 같이 짧은 시간에 한번 사용하는 비행체에 대해 사람들은 재료의 성능을 극한수준으로 도달시키기 위해 노력하고 있다. 재료강도를 충분히 이용하고 안전을 보장하기 위해 금속재료는 이미 ‘손상극한설계원칙’을 적용하였는데 이는 재료의 높은 비강도(specific strength)를 요구할 뿐 아니라 높은 단열인성도 요구한다. 사용모의조건에서 측정된 재료의 균열 시작수명과 균열의 확산속도 등 데이터를 측정하였고 또 허용 균열길기와 상응한 수명을 계산해내었으며, 이를 설계, 생산과 사용의 중요한 근거로 삼고 있다. 유기비금속 재료에 대해서는 자연노화와 인공가속노화시험을 통해, 수명의 보험기간을 확정할 것을 요구한다. 복합재료의 파손모델, 수명과 안전역시 하나의 중요한 연구과제이기도 하다.

## IV. 항공우주재료 발전에 영향주는 요소

- 항공우주재료의 진전은 다음의 3개 요소에 의해 결정된다. 이 3가지가 성숙단계로 발전한 후에야 비행체에 응용할 수 있다. 따라서 세계 각국은 항공우주재료를 우선순위에 올려놓고 발전시키고 있다.
- ① 재료과학이론의 새로운 발견. 예를 들면 알루미늄합금의 시효(aging)강화이론은 경질알루미늄합금의 발전을 선도하였고 고분자재료 강성(stiffness) 분자사슬의 방향성배열이론은 고강도, 고탄성계수의 아라미드 유기섬유 발전을 촉진시켰다.

- ② **재료가공공정의 진전.** 예를 들면 낙후된 주조단조기술로부터 방향성 응고기술, 정밀단조기술로 발전하였고 고성능의 날개재료에 실제로 응용시켰다. 복합재료 강화섬유 적층설계와 공정기술의 발전으로 서로 다른 하중을 받는 방향에서 최적의 특성을 갖추도록 하였기에 이러한 복합재료는 응용전망이 무한하다. 열간정수압기술, 초미세분말제조기술 등 신규 공정기술 성과로 전혀 새로운 성능의 차세대 항공우주재료와 부품을 만들어낼 수 있다. 예를 들면 열간정수압기술의 분말야금 터빈디스크, 고효능 세라믹 부품 등이 그러하다.
- ③ **재료의 성능측정과 비파괴측정기술의 진보.** 현대 첨단 전자광학측정장비로 재료의 분자구조를 관찰할 수 있게 되었다. 재료기기성능 측정장비로 비행기의 하중스펙트럼을 시뮬레이션할 수 있으며 게다가 비파괴측정기술도 비약적으로 진보했다. 재료성능측정과 비파괴측정기술은 갈수록 많고 정밀한 정보를 제공하면서 비행기 설계를 위해 실제 사용조건에 보다 접근한 재료성능데이터를 제공하는 등 제품품질을 보장하기 위한 측정수단이 되고 있다.

## V. 시사점

- **항공우주산업은 국력을 가늠하는 중요한 지표이며, 그중에서도 항공우주 재료를 먼저 개발해 사용하는 국가가 우주분야의 주도권을 확보한다고 해도 과언이 아니다.** 지금 세계 각국은 항공우주 재료의 기술력을 확보하기 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 중국이 항공우주분야에서 무인우주선 선저우(神舟) 8호와 실험용 우주정거장 모듈 티엔궁(天宮) 1호의 도킹에 성공하고, 미국 러시아에 이은 제3의 우주강국으로 도약할 수 있는 것도 우주항공재료 분야의 기술력이 뒷받침되었기 때문이다. 우리나라도 이제는 항공우주재료 기술을 포함한 원천과학기술 개발에 더욱 박차를 가할 때가 되었다.

## 참고문헌

1. 劉馨. "항공우주재료 개요". 「신소재산업」 2012.3
2. 寧興龍. "21세기의 항공우주재료(하)[J]". 「금속세계」, 2011.4
3. 李成功, 傅恒志, 于翹. "항공우주재료[M]". 국방공업출판사, 2002