

# 국내 항공기 재료산업의 현황과 기술개발 전략

김 학 민 \*

## 〈 목 차 〉

- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| I. 서론                | 라. 항공기부품소재협의회                 |
| II. 항공기 재료산업의 특성     | IV. 국내 항공기재료 기술개발의<br>현황 및 전략 |
| 가. 항공기 재료의 분류와 역사    | 가. 기술개발 현황                    |
| 나. 항공기 재료산업          | 나. 항공기재료 기술개발의 전략             |
| III. 국내 항공기 재료산업의 현황 | 다. 정부출연연구소의 역할                |
| 가. PW4000엔진 사업       | V. 결론                         |
| 나. 벨헬리콥터 사업          |                               |
| 다. KFP사업             |                               |

## I. 서론

모든 산업중의 꽃이라 할 수 있는 항공산업은 거의 모든 기술분야가 집적된 종합산업으로, 다른 산업에 비해 늦게 시작하여 상대적으로 낙후된 우리나라에서도 다음 세기의 산업을 선도할 핵심전략분야로 발돋움하고 있다. 아직은 조립과 기계가공 단계의 극히 초보적인 기술수준에 머물러 있는 것이 국내 항공산업의 현실이지만 이와 관련된 뉴스는 항상 매스컴으로부터 집중 취재의 대상이 되는 미래의 꿈을 갖게 하는 전략산업이다.

국내 항공기산업은 6.25 동란 후의 창정비를 시작으로하여 현재는 면허생산 및 부품국산화 생산단계에 있다고 할 수 있다. 1976년 대한항공의 미국 휴즈 헬리콥터사와 기술제휴를 통한 500 MD 헬기 조립생산과 F-5E/F (제공호)의 조립생산<sup>1)</sup> 계기로 면허생산이 정착되었고, 1980년대는 외국 군용기 구입시의

\*한국기계연구원 창원분원장, 재료공학 박사

'절충교역(Offset Program)' 과 B747, MD 11 등의 부품을 하청 제작하는 방식으로 부품 국산화를 이루어 왔다. 최근의 KFP사업은 그 규모가 총 52억불에 달하는데, 이 사업이 앞으로 성공리에 추진되면 국내 항공기산업의 활성화를 이루는 전기가 될 것으로 판단된다. KFP사업 이외에도 미국 Sikorsky사의 UH-60 Black Hawk 헬기의 공동생산<sup>2)</sup>이 이미 착수되었고, 4~5인승의 소형 항공기(창공 91)의 양산, 초등훈련기(KTX-1) 및 고등훈련기(KTX-2) 개발, F-5 전투기의 개량사업, 중국 및 제3국을 포함한 중형여객기 공동개발 등이 착수될 예정으로 있다.

그렇지만, 국내 항공기산업은 다른 산업과 정도만 다를 뿐 핵심소재·부품으로 밀려어지는 재료기술의 대외 의존도가 높기는 마찬가지며, 최종제품 생산중심의 단순조립과 가공이라는 한국산업의 구조적인 취약점을 답습하고 있는 경향도 보이고 있다. 이러한 구조적 취약성에도 불구하고 후발경쟁국으로부터 치열한 추격을 받아 대외경쟁력을 잃고 있는 국내 소재업체들이 항공기 부품 소재산업에 많은 관심을 가지고 있어 항공기 부품 소재산업의 발전 잠재력은 상당히 높다고 할 수 있다. 실제로 KFP 사업을 비롯하여 헬리콥터 사업(Black Hawk) 및 각종 가스터빈 사업 등의 국가주도 정책사업은 항공기 부품 소재산업의 활성제로 작용하여 주·단조를 비롯한 일부 소재업체들의 항공소재 참여가 본격화되고 있다. 특히 중국과의 공동개발을 추진중인 중형항공기 사업은 국내 항공산업과 관련소재 부품에 많은 발전과 변화를 가져올 것으로 기대된다.

특히 1993년 초에는 2000년대 세계 10위권 진출을 목표로 하는 항공우주산업육성방안이 확정되어 '92년의 4,400억원에서 2001년 4조원으로 생산규모를 늘리고 향후 10년간 1조 5,000억원의 연구개발 투자를 계획하고 있다. 구체적인 계획으로는 2000년대 세계 중형항공기 시장의 10%를 점유하기 위해 '94년부터 5년간 개발비용 2,500억원(정부부담 50%)을 투자하고, '96년부터는 중형항공기 엔진을 국제공동으로 개발하기 위한 개발비 1,500억원을 투입할 계획을 하고 있다.

일찌기 이와 같이 항공산업에 대한 관심의 불을 일으킨 경우가 없었다. 이러한 불이 지속적이고 체계적인 체제 속에서 꽃을 피울 수 있도록 산업 및 연구개발

1) 기체는 대한항공, 엔진은 삼성항공.

2) 주계약업체 : 대한항공.

정책이 강구되어야 한다. 특히 시스템 위주의 항공기 산업정책 및 연구개발뿐만 아니라 소외되기 쉬운 항공기 부품 소재산업의 관심과 꾸준한 연구개발이 뒤따라 종합적이고 균형있는 항공기 산업으로 성장될 수 있도록 하여야 할 것이다.

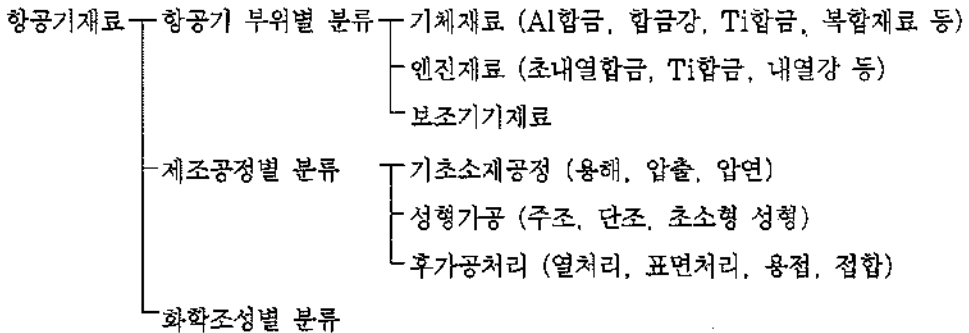
본고에서는 최근의 항공기 재료산업의 동향과 국내 기술개발의 현황을 통하여 기술개발전략을 살펴보고자 한다.

## II. 항공기 재료산업의 특성

### 가. 항공기 재료의 분류와 역사

항공기에 사용되는 재료는 거의 모든 범위의 재료가 모두 망라되어 있으나 본 글에서는 구조용 재료에 국한한다. 항공기 재료의 분류는 타산업 재료와 마찬가지로 몇 가지 방식이 있는데, 첫째는 화학조성에 의한 분류이다. 다음으로는 항공기 부위에 따른 분류방식으로 크게 기체(Air Frame, 이중 동체는 Fuselage), 엔진, 보조기기(보기) 재료로 나눌 수 있다. 보기는 랜딩 기어(Landing Gear), 밸브, 유압장치, 모터 등의 보조기기류를 칭하며 고장력강 등의 다양한 재료가 사용된다. 또 다른 분류방식은 제조공정에 의한 분류로 용해, 압연, 압출 등을 통한 '기초소재공정', 주조, 정밀주조, 단조, 초소성 성형 등의 '성형가공', 열처리, 표면처리, 용접, 접합 등의 '후가공처리' 등이 있다.

그림 1. 항공기 재료의 분류



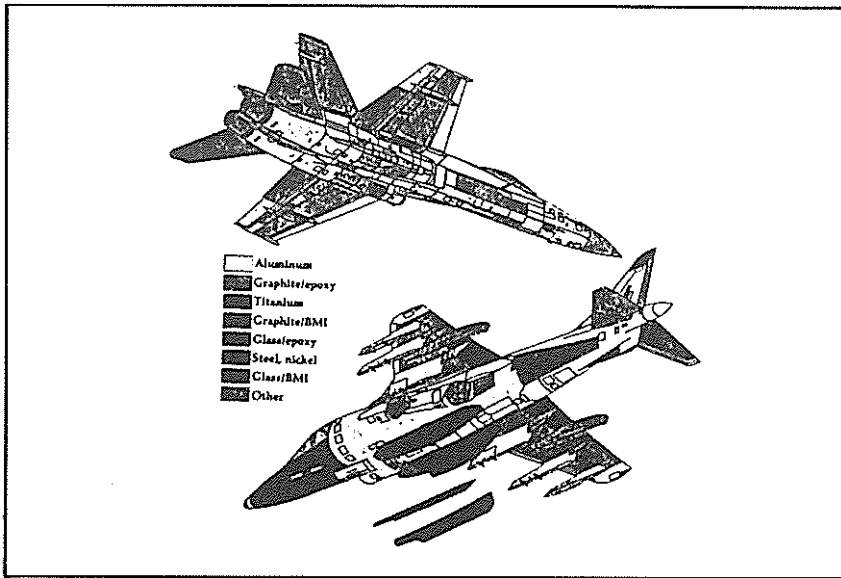
항공기는 보다 빠르고, 안전하고, 가벼워야하는 요구조건 때문에 항공기 재료도 이에 맞춰 단위중량당 강도와 강성이 높고, 반복 응력과 환경변화에 대해 장

기간 신뢰성이 높은 특성을 갖추어야 한다. 항공기 역사 초기에는 목재, 천 등의 비금속 재료를 주로 사용하였으나, 지금은 타이어, 창, 객실내장품, Hose, Seal 등 일부 비금속 재료와 앞으로 더욱 사용의 증가가 예상되는 비금속 복합 재료를 제외하고는 대부분 금속재료를 사용한다.

1903년 Wright 형제가 만든 인류 최초 비행기의 재료구성비는 목재 47%, 강 35%, 천 18%이었으나, 1915년 독일의 Junkers가 지금의 2017 알루미늄(Al) 합금과 유사한 성분의 듀랄루민(Duralumin)으로 J-1기에 최초의 경금속 재료를 사용하였다. 그후 인장강도 40kg/mm<sup>2</sup>의 초 듀랄루민이 개발되었고 이어 1930년대 후반 아연을 첨가시킨 인장강도 50kg/mm<sup>2</sup>의 극초 듀랄루민을 발명한 것이 현재의 2024, 7075 합금에 상당하는 것이다. 1930년대부터 1950년대에 걸쳐서는 마그네슘(Mg) 합금, 스테인레스강 등의 새로운 재료에 대한 연구가 활발히 진행되었으나 내식성, 중량 등 이들 재료가 지닌 한계를 극복치 못해 제한적으로 이용되어 왔다. 2차세계대전중에 개발된 제트엔진은 고온에서 견딜 수 있는 재료를 요구하여 니켈(Ni)기, 코발트(Co)기, 니켈(Ni)-철(Fe)기의 초내열합금이 개발되었다. 2차대전후 제트엔진의 실용화가 본격화됨에 따라 항공기의 기체 총중량 및 비행속도가 급속히 증대되었고, 기체재료에서도 Al합금으로는 이를 충족시킬 수 없게 됨에 따라 티탄늄(Ti) 합금과 고장력 합금강이 새로 등장하여 기체의 일부에 사용되게 되었다. 현재 세계적으로 널리 사용되는 대부분의 여객기 기체에는 Al합금 65%, 합금강 15~20%, Ti합금 5%, 기타 금속 및 복합재료가 약 10% 정도의 중량 비율로 되어 있다. 엔진에는 터빈, 연소실 등에 사용되는 초내열 합금이 50% 이상을 차지하고 다음으로 압축기에 사용되는 Ti합금과 내열강 및 기타금속이 약간 사용되고 있다.

현재 우리가 사용하는 재료의 상당수는 항공기에의 응용 목적으로 개발되어 사용되다가 다른 산업분야로 응용된 것이다. 고강도 Al합금, 고장력강, Ti합금, 초내열합금, 탄소섬유 및 복합재료 등이 모두 군용 항공기 용도로 미국 등 선진국에서 국가의 지원에 의해 개발된 후 민간 항공기와 나아가 비항공기 분야에 응용된 것이다. 이러한 재료들은 성능 향상 요구에 따라 상대적으로 비싼 소재와 복잡한 공정이 소요되어 기존재료와 가격경쟁이 쉽지 않으나 스포츠나 의료용품같이 특수한 분야나 발전용 가스터빈, 원자력 발전소 같이 고성능의 소재가 요구되는 분야에서 먼저 응용이 되었고, 공정개선과 수요확대에 따른 제조원가 절감노력에 힘입어 보다 넓은 분야로 파급되어 왔다.

그림 2. 항공기 기체재료의 부위별 종류



보다 빠르고 많은 승객을 운송시키려는 인류의 욕망은 이를 위한 새로운 항공기 재료의 출현을 전제조건으로 한다. 대부분 정부의 지원에 의해 개발되는 관련 신소재들을 보면 이미 Air Bus의 기체재료로 사용되는 Al-Li 합금, NASP 등 초음속 여객기에 필요한 금속간화합물 및 복합재료, 보다 높은 온도에서 견딜 수 있는 제트엔진용 세라믹 재료 등이 있고, 기존 재료들의 합금설계나 공정 개선을 통한 성능향상 노력도 지속되고 있다.

#### 나. 항공기 재료산업

항공기 재료산업의 특성을 살펴보기 전에 먼저 제조공정 차원에서 '항공기 재료기술'의 범위를 밝힐 필요가 있겠다. 즉, 항공기 재료분야는 '기초 소재의 용해 혹은 합성', '주조, 단조, 분말성형, Filament Winding, RTM 등의 성형', '열처리, 표면처리, 접합, Curing 등의 후처리' 등의 제조기술과 기초소재의 설계, 특성평가, 보수, 정비, 개조, 손상진단, 수명예측 등의 항공기 부품과 관련된 재료공학 기술범위를 총칭한다. 즉, 항공기를 생산하기 위한 기초소재·부품의 설계 및 제작과 관련된 분야와 항공기를 운용하는 과정에서 요구되는 재료공학적 기술분야의 두 가지로 대별할 수 있겠다.

산업적인 측면에서의 항공기재료 분야는 위에서 언급된 제조기술과 관련된 범위가 주류를 이룰 것이다. 즉, 기초소재부터 시작하여 성형, 후처리에 이르는 일련의 과정이 주대상이 되고 있다. 이 일련의 공정은 항공기 제작과 관련하여 상당한 비율의 원가비중을 차지하고 있으며 엔진의 경우 40% 정도까지 이룬다. 이러한 부품소재 제작차원에서 항공기 재료산업의 단위사업체를 구성할 수 있는 분야의 예를 들면, 우선 기체에 사용되는 Al 판재와 압출재가 있다. Al 압출재는 기체(동체와 날개로 구성)의 각종 기골재(Longeron, Stringer, Spar, Rib 등)에, Al 판재는 기체의 스킨(Skin)에 사용되며 미국의 Alcoa, Kaiser 등이 대표적인 제조회사이다.

주조는 일반 사형주조(Sand Casting)와 정밀주조(Investment Casting)로 구분되는데, 사형주조는 Speed Braker, Intake Duct, 각종 문짝 및 밸브몸체, 엔진전방 프레임 등 기체, 보기 및 일부엔진 부품에 사용되는 Al 및 Mg 주조품이 대부분으로 미국의 Hitchcock, Teledyne Cast Products 등이 대표적인 업체이다. Ni기 초내열합금이나 Ti합금 부품용의 진공정밀주조와 특수강, Al합금, Mg합금의 대기정밀주조로 구별되는 정밀주조분야는 미국의 Howmet을 선두로 미국의 PCC, 독일의 Thyssen 등이 대표적인 업체이다.

정밀단조 분야는 Al합금 전문단조 공장과 초내열합금, Ti합금, 특수강 등의 단조공장으로 구별된다. 항공기와 관련된 단조공장에는 유압프레스가 가장 많이 사용되며 Hammer와 엔진 바깥쪽의 초내열합금 및 Ti합금 Ring을 위한 Ring Rolling 기계가 사용된다. Al은 다른 소재와 별도의 공장에서 단조되는데, 대표적인 기업으로는 미국의 Alcoa, Quality Al Forge, Continental Forge사 등이 있다. 복합재료는 섬유나 Prepreg를 만드는 기초 소재와 Filament Winding, Autoclave Forming, RTM(Resin Transfer Molding), Braiding, Pultrusion 등의 성형공정으로 나뉘어진다. 이상의 공정위주 단위 사업들은 대부분 항공기 목적에의 전용공장으로 운용되고 있으며, 특수강, Ti합금, 초내열합금 등의 빌렛트, 잉고트 등 기초소재들은 대부분 장치산업 형태로 기존의 비항공기 시설을 이용하여 제조된다.

표면처리, 열처리, 용접 등의 후처리공정은 소규모 단위 공장형태로도 운영되지만 기체나 엔진조립 공장에서 직접 이루어지는 경우가 대부분이다. 러시아나 중국의 대부분 엔진공장과 프랑스의 SNECMA 엔진회사는 정밀주조와 단조공장을 자체내에 갖고 있으며, 헬기나 기체조립공장도 대부분 복합재료 성형시설

을 보유하고 있다.

### III. 국내 항공기 재료산업의 현황

창정비 및 조립으로 출발했던 국내 항공기산업은 한마디로 부품 기계가공 수준에 머물러 있다. 재료분야도 극히 초보적인 수준에 있으며 관련 부품 소재업체를 손으로 꼽을 수 있을 정도다. 그러나, 삼성항공, 대한항공, 대우중공업의 기체 및 엔진 조립공장에서 부품제작 목적의 열처리, 표면처리, 용접 등 후처리 기술로 시작했던 항공기 재료산업은 Bell 헬리콥터 및 KFP 사업의 주단조분야 절충교역(Offset Program)과 국내 항공기 업체의 경쟁력 확보차원에서 재료 기술 확보 필요성으로 인해 도약의 이륙단계에 있다고 할 수 있겠다. 임금의 급격한 상승과 단순가공 차원에 있는 국내 항공산업의 현실에서 국내의 협력 업체나 자체내에 항공기 재료산업이 정착되지 않고서는 피나는 국제경쟁에서 살아남기 어려움을 절감하게 된 것이다.

항공기 재료분야가 연계되어 있는 대형국책 사업을 통해서 국내항공기 재료산업 현황을 살펴 보겠다.

#### 가. PW 4000 엔진 사업

미국 Pratt & Whitney사의 PW 4000엔진(보잉 747 등 대형 터보팬 엔진) 프로그램에 2%의 출자지분을 갖고 있는 삼성항공의 주도적인 노력에 의해 다음의 몇 가지 소재가 국산화 개발되어 생산되고 있다. 큰 하중이나 열을 받는 핵심부품은 아니지만 삼미종합특수강의 401 내열강 사각튜브, 한국화이버의 Nose cone(유리섬유 복합재료의 RTM 공정으로 만든 엔진의 맨 앞쪽 Cone), 한국로스트왁스의 turbine Air Seal (IN 713의 진공정밀 주조품)이 Pratt & Whitney사로부터 인증을 받아 전세계의 PW 4000엔진에 공급하고 있고 Alloy 718 소재의 Compressor Blade 정밀단조품을 한국기계연구원 창원분원(KIMM) 및 세명전기가 삼성항공과 함께 공동개발중이다.

#### 나. 벨 헬리콥터 사업

벨 헬리콥터(412 SP)의 절충교역으로 뒤늦게 참여한 항공기 재료분야는 작년엔 천지산업과 한국로스트왁스의 정밀주조품, 서울엔지니어링의 AI주조품,

삼선공업의 AI 압출품(Rotor Blade용)이 계약되어 (대부분 AI 합금 및 일부 특수강) 일차 시제품을 공급하여 항공기 재료산업의 본격적인 개시와 수출의 장을 열게 하였다. 이 사업은 당초 국내에서 Transmission 관련 기계류의 절충 교역으로 시작된 후 상당량의 투자와 관련 사업이 지연되다가, 그 일부가 항공기 주·단조품으로 바뀌게 된 것으로 KFP 주단조 절충교역보다 늦게 시작되었으나 벨 헬리콥터사의 노력 덕분에 오히려 빨리 결실을 맺게 된 것이다.

#### 다. KFP 사업

KFP 사업은 거론된지 벌써 10여년이 되었지만 여러 가지 우여곡절을 겪어 지연되었고 주·단조분야도 같은 과정을 겪었다. 결국, KFP사업을 통해 기계 분야 주·단조품에 1억불, 엔진의 진공정밀주조품 (터빈블레이드 등)에 5천만불의 절충교역 물량을 확보하게 되었다. 엔진에서는 한국로스트웍스공업(주)이 국방부로부터 지정되어 Pratt & Whitney사와 기술이전 계약을 끝내고 미국 정부의 기술수출 허가를 최근에 획득하여 생산착수 단계에 들어가 있다. 5천만불의 Offset Credit는 1,000만불의 진공정밀 주조품 수출과 4,000만불 Credit에 해당하는 관련제조기술 이전이 그 핵심으로 되어 있다. 기계는 Lockheed Fort Worth사로 부터의 7천6백만불어치의 주·단조품 구입이 핵심 내용으로, 금년 초 AI 압출에서 삼선공업, 정밀단조 분야에서 한일단조 및 한라중공업, AI 주조에서 대신금속과 서울엔지니어링, 정밀주조에서는 한국 로스트웍스 및 천지산업 그리고 이들 소재의 각종 공인 시험과 관련하여 한국기계연구원 창원분원(KIMM)이 정부로부터 일차 지정되었다. Lockheed의 전문가들이 3주에 걸쳐 이들 후보업체 및 연구소에 대해 정밀실사를 하였는데, 이 결과는 곧 업체 시설 및 인력에 관한 자세한 분석, 최적 전문분야 권유와 인증을 받기 위한 보완대책 등에 관한 보고서로 제출될 것이다.

#### 라. 항공기 소재부품협의회

항공기 재료분야가 앞과 같은 여러 사업에 참여하게 되었고, 그 중요성이 국내에서 인식이 된 배경에는 항공기 소재부품협의회<sup>3)</sup>의 활약이 중요했다. '91년 초에 KFP 사업의 기종이 F-16으로 변경되어 주 단조분야 절충교역이 확정될 무렵 협의회 소속의 산업체 및 연구기관의 전문가 20여명으로 미국의 항공기 및 항공기재료 산업계 시찰단을 구성하여 '91년 7월 Texas주의 Fort Worth



소재 General Dynamics사에서 이 회사의 주·단조 재료분야 협력업체와 함께 항공기재료 심포지엄을 가진 후 관련업체들을 방문하였다. 당초 General Dynamics사의 의도는 지사의 협력업체들과 한국의 소재업체들을 연결시켜 절충교역을 수행하려 하였으나 의도대로 진행되지 못하였다. 이어 협의회는 국방부, 상공부 등 대정부 활동을 전개하기도 했다. 또한, 제조기술의 확보를 위해 '92년에 중국과 러시아의 항공기재료 연구 및 산업시설을 방문했었다. 그 동안 협의회는 노력과 대정부 활동 결과로 Bell Helicopter의 절충교역에 참여하게 되었고, 이러한 활동이 기폭제가 되어 '92년 후반기에 한국항공우주산업진흥협회가 창립되어 조직적이고 체계적인 활동을 수행 중에 있다.

국내업체 삼성항공도 '과' 규모의 국내 소재업체 활성화를 위한 전담팀까지 구성하였고, 소재업체를 모아 항공기 재료산업의 활성화 의지를 다지기도 하였다. 이는 소재 부품산업의 중요성에 대한 대기업의 인식차원에서 매우 고무적인 일이라고 평가할 수 있겠다.

## IV. 국내 항공기 재료 기술개발의 현황 및 전략

### 가. 기술개발현황

국내의 항공기재료와 관련된 산업체의 연구개발 노력은 미약하며, 관련 정부 연구기관으로는 한국기계연구원 창원분원, 국방과학연구소 등이 있다. GNP를 포함한 우리나라의 현재 경제수준, 특히 자동차, 반도체, 전자산업 등을 볼 때 항공산업은 상대적으로 뒤떨어져 있으며, 우리나라 항공기산업의 나아갈 방향으로 인식되고 있는 부품산업의 핵심부분인 항공기 재료분야는 앞에서 언급한 바와 같이 초보단계에 있다. 이의 이유는 여러 가지가 있겠으나 소재 부품산업 경시 풍조의 한국산업구조의 취약점과 정부의 무관심이 가장 크다고 하겠다. 물론 정부의 무관심은 이 분야와 관련될 수 있는 과학기술자들의 노력이 적었던 것과 가시성이 별로 없는 재료산업의 특성에도 기인한다고 하겠다. 그렇지만 알루미늄 주 단조품, 일부 복합재료 등에서는 상당한 연구개발 활동 및 기술축적이 이

- 
- 3) 협의회는 KFP사업의 Lockheed사 실사대상 업체인 삼선공업, 한일단조, 대신금속, 서울엔지니어링, 한국로스트왁스, 천지산업, 한라중공업, 한국기계연구원과 그의 포함제철, 삼미종합특수강, 삼미금속, 일진금속 등으로 구성되었음.

투어지고 있으며 몇 가지 괄목할 만한 성공사례도 있다. 이러한 잠재력으로 미루어 보아 꾸준한 기술개발지원이 뒷받침되어 준다면 결코 항공기 부품 소재 기술개발이 어둡지만은 않다.

항공기재료라 하여 타산업용 재료와 본질적으로 다른 것이 아니기 때문에, 항공기재료에 비해 상대적으로 훨씬 활성화된 일반재료의 축적된 기술이 항공기재료에 미치는 영향은 적지 않다고 하겠다. 이러한 면에서 볼 때, 아직 항공기용으로 사용될 수는 없지만 국내에서 지난 10여년 이상 산업화된 고장력 Al합금이나 특수강 등은 시설보강과 기술개발 등을 통해 AMS(Aerospace Material Specification)규격 등을 만족시킬 수 있을 것이다. 이에 비해 Ti합금과 초내열합금은 기본시설과 기술개발실적 등이 모두 미약하다. 특히 국내항공산업의 현황을 고려할 때 Ti합금이나 Billet 등의 기초소재는 수입하여 주조나 단조 등을 통한 성형공정과 표면처리 등의 후처리공정이 주로 이루어지고 있으므로 이와 관련된 기술개발이 우선적으로 요구되는 상황이다. 따라서 정부연구기관은 이러한 분야에 대해 국내 항공산업체 등으로부터 관련 규격과 도면 등을 입수하여 이를 토대로 구체적인 개발품목을 목표로 연구개발을 하는 전략이 검토될 수 있다.

이러한 전략에 의한 국내 기술개발 성공사례를 살펴보자. 제트엔진에서 온도와 용력의 조합이 가장 높고 고온부식 및 산화상태에서 사용되므로 가장 핵심부품중의 하나이고, 소모성이 높아 주기적으로 교체시켜야 하는 경제성이 높은 품목으로 초내열합금의 제트엔진 터빈브레이드와 소형 제트엔진의 일체형 터빈로터(Integral Turbine Rotor) 등이 있다. 이 부품 제조의 핵심공정기술로 진공정밀주조기술이 필요하다. 또한 일체형터빈로터는 다결정법에 의하여, 터빈브레이드는 다결정법과 함께 柱狀조직과 단결정조직을 얻는 보다 첨단기술인 일방향응고법에 의해 제조된다. 국내에서도 이러한 다결정 터빈브레이드, 일방향응고 터빈브레이드(柱狀조직), 단결정 터빈브레이드 그리고 일체형 터빈로터를 개발하여 기업체 전수 및 KFP 절충교역에서 성과를 올리고 있다<sup>4)</sup>

또한 1988년부터는 과학기술처 특정연구사업에 의해 항공기재료개발을 본격적으로 시작하여 상기 주조용 초주조재료외에 Landing Gear용 고장력강, Al 주조품, Al-Li재료, Transmission Shaft용 복합재료, Thermal Barrier

4) 한국기계연구원(KIMM) 창원본원이 10년간의 연구 노력끝에 개발 성공하였음.

Coating 공정, Al판재의 Adhesive Bonding기술 등의 연구개발이 수행되고 있다. 또한 기업주도 특정연구사업으로 VAR(Vacuum Arc Remelting : 진공아크 재용해)에 의한 鍛練用 초내열 합금 공정을 개발하고 있으며 미래 제트 엔진재료로 유력하게 부상되고 있는 금속간화합물의 기초연구도 수행하고 있다.

그외 산업체 등에서 알루미늄 하니컴, 노멕스 하니컴 등의 항공기용 복합재료 개발에 성공을 거둔 바 있다.

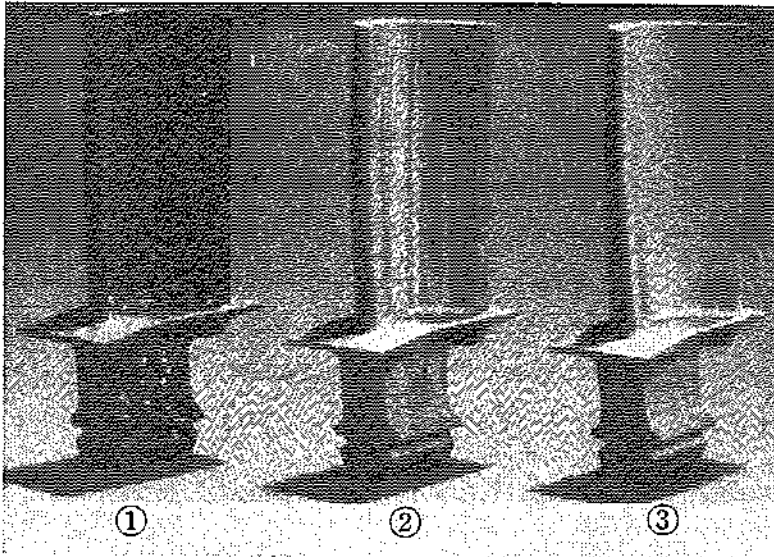


그림 3. 국내에서 개발한 제트엔진용 초내열합금 정밀주조품  
 (①다결정 터빈블레이드 ②일방향응고 터빈블레이드 ③단결정 터빈블레이드)

#### 나. 항공기재료 기술개발의 전략

항공기재료의 기술개발전략을 한마디로 표현한다면, 정부의 주도적이고 지속적인 노력이 있어야 한다는 것이다. 미국의 경우 80% 이상을 정부가 항공기관 관련 기술개발을 지원하고 있는 등 선진국의 모든 예가 정부주도적 기술개발이 이루어지고 있다. 국내의 항공기산업이 본격적으로 시작된 지 10년이 훨씬 넘었고 근래 들어 여러 기업체들이 많은 투자를 하고 있으나 재료분야만은 기술개발과 관련된 투자가 미진한 것에서도 그 이유를 찾을 수 있다고 하겠다. 이러한 면에서 기술개발전략의 첫째로는 정부의 지속적인 연구개발지원과 이를 추진하는 중점적인 정부기관이 있어야 하겠다. 여기서 말하는 정부기관이라 함은 행정

적인 면에서가 아니고 미국 NASA 연구소나 공군재료연구소(AFML)같이 범국가적인 연구개발체제의 중심적인 역할을 갖는 전문국가연구기관을 의미한다.

둘째는 절충교역을 이용한 안정적인 시장수요 확보로 기술개발을 유도하는 것이다. 외국으로부터 구입하는 항공기 등에 부과하는 절충교역(Offset Program)을 활용하여 기술이전, 품질인증, 수출물량확보 등을 이루는 것은 국내항공기재료산업의 활성화를 효과적으로 이룩하는 필수조건이다. 따라서 국가는 KFP 사업과 같은 국책사업을 추진할 때 절충교역을 정책적으로 이용할 수 있도록 배려하여야 할 것이다.

세째는 기술개발단계에서 기초소재보다는 주조, 단조 압출 등 반제품의 성형 및 가공기술을 먼저 개발하여, 이와 관련된 산업체들로 하여금 생산을 유도시키는 것에 우선적으로 초점을 맞추는 것이다. 일단 기업에서 이 분야의 생산활동을 하면 정부의 연구개발방향은 기초소재의 연구개발을 통하여 실용화를 유도하고, 물론 기초소재의 실용화는 국내의 소비량과 수출 가능성 등 투자에 대한 물량확보, 즉 경제성이 가장 큰 관건이므로 일부 품목을 제외하고는 상당한 기간이 소요되리라 예상된다. 그리고 보다 성능이 우수한 항공기용 신소재개발을 통해 항공선진국들과 동등한 기술수준을 확보하는 데에 궁극적인 목표를 두어야 할 것이다.

마지막으로 이러한 항공재료 기술개발전략의 가장 중요한 요소는 정부의 지속적이고 강력한 지원과 産·學·研이 각기 맡은 역할을 공동협조체제안에서 효율적으로 수행하는 데에 있다고 하겠다.

#### 다. 정부출연연구소의 역할

국내 항공기 부품 및 소재산업의 활성화를 위해 정부 출연연구소의 역할은 매우 중요하다. 즉, 이윤을 추구하는 산업체와 정책을 수립하며 집행하나 소수의 행정관료로 구성되고 그나마 주기적으로 인사이동이 이루어지는 항공산업 관련 정부부문은 그 특성상 핵심기술을 구체적으로 파악하여 실체를 확보하기가 어렵다. 이에 비해 기술인력이 분야별로 모여있고 장기적인 목표아래 연구개발을 수행할 수 있는 정부출연연구소들의 역할이 현재와 같은 항공산업의 초기단계에는 특히 중요하다. 국내의 여전상 기업은 기술개발의 전제가 생산으로 연결되어야 함으로 구체적인 시장이 불확실한 항공기산업에 장기적인 기술개발을 수행한다는 것은 어려운 일이며, 따라서 정부주도적일 수밖에 없는 항공산업의 특성상

정부출연연구소는 정부의 정책수립과 집행을 뒷받침 하는 데 있어서 적합한 연구 및 관리기관이다.

국내의 항공기 관련 전문 정부연구기관으로는 대덕연구단지에 위치하고 있는 항공우주연구소<sup>5)</sup>와 국방과학연구소가 있으며, 이들 연구소는 주로 항공기 설계 제작과 관련 연구를 수행하고 있다. 이에 반해 창원에 소재한 한국기계연구원 창원분원은 재료공학과 시험평가의 전문연구소로 지난 수년간에 걸쳐 항공기 부품 및 소재 연구개발을 수행해 왔다. 이러한 측면에서 항공우주연구소(민항기 중심)와 국방과학연구소(군용기 중심)가 시스템 중심의 설계 통합기술 연구개발과 시험평가 기능을 담당하고, 한국기계연구원 창원분원은 재료공학에 근거한 항공기 소재 및 부품의 연구개발과 시험평가를 중점사업으로 추진하는 것이 국가적인 항공기 기술개발의 역할 분담차원에서 바람직한 추진체제라 할 수 있다.

이러한 추진체제하에서 항공기 부품 소재의 기술개발을 위한 구체적인 출연연구소 역할을 살펴보기로 하자.

첫째, 국제협력의 당위성이 더욱 절실하게 요구되는 시대적인 배경에서 항공기의 시스템 및 재료 전문 외국연구소와를 교류를 추진하는 것이다. 미국 NASA의 루이스연구소, 러시아의 항공재료연구소(VIAM), 중국의 북경항공재료연구소(BIAM), 독일의 우주항공재료연구소(DLR), 프랑스의 우주항공연구소(ONERA)와 국제공동연구 및 협력관계를 더욱 강화하여 선진국의 기술확보와 국내업체와의 기술교류 중간자 역할을 수행하는 것은 정부출연연구소가 해야 할 중요한 일 중의 하나이다. 현재 러시아의 VIAM과 중국의 BIAM과는 이미 많은 협력관계가 이루어져 한국기계연구원(KIMM)을 통해 국내 3개 업체에 항공기 재료기술이 이전되고 있으며 특히 최근에는 모스크바 현지에 「항공재료 연구기지」를 설립한 바 있다.

둘째는 항공기 부품 소재산업의 중소기업을 지원하는 것이다. 소재 부품산업은 전형적인 중소기업형 산업이고 따라서 연구개발 능력이 대기업보다 상당히 부족하다. 이는 항공기 부품 소재산업에서도 그대로 적용되는 경우이다. 결국, 기업체의 부족한 연구능력과 기술력을 정부출연연구소가 채워주어야 하는 것이다. 정부출연연구소는 목적지향적 기술개발 전략으로 임해야 할 것이며 정부는 부품 소재산업의 균형적 발전으로 산업구조 조정이라는 산업정책적 차원에서 지

5) 한국기계연구원(KIMM) 부설 연구소

원을 아끼지 말아야 할 것이다.

세제는 국내항공재료 산업체를 위한 공인시험 평가기관으로서의 기능이다. 공인기관이 국내에 없으면 모든 소재부품이 미국에 보내어져 검사를 받아야 하며, 불합격되면 다시 돌려 보내거나 폐기처분 되어야 하므로 국내업체들이 많은 경제적 부담을 감당해야 한다. 기업들이 자체내에 이러한 시설들을 각각 갖추면 가장 이상적이겠지만 그렇지 않아도 설비, 인력, 기술을 새로 투자하여야 하는 국내 업체들의 현실에서 생산설비가 아닌 시험설비에 투자하기는 매우 어려울 수밖에 없는 것이다. 따라서 국가출연연구소의 역할에서 관련기술의 연구개발은 물론이지만 양의 적고 많음을 불문하고 이러한 공인시험을 대행해 주어야 한다는 것이다. 국가출연연구소는 상대적으로 우수한 해당 연구개발 인력이 있기 때문에, 시험검사 기능과 상호보완을 통해 양립시키는 것도 시험검사기술의 향상 면에서 매우 바람직할 것이다. 또한 국가의 연구 기술력 자원배분면에서도 효율적이라고 할 수 있다.<sup>6)</sup>

## V. 결 론

지금까지 항공기 재료산업의 특성과 함께 국내의 기술개발 현황과 전략을 살펴 보았다. 미래 산업의 선도적인 특성과 경제 및 전략적 차원에서 중형항공기 개발 등 항공산업을 육성하려는 정부의 의지가 확고하고 선진국 진입에의 필수 불가결한 요건중의 하나인 이상, 항공기 재료산업의 활성화는 국내 항공기산업의 질적인 발전을 좌우하는 요인임도 아울러 기술하였다.

앞에서도 소개하였지만 항공기산업과 마찬가지로 항공기재료 산업은 정부의 장기적인 지원의지가 그 성패의 주요인이다. 항공기산업은 현재까지의 국책사업에서 보듯이 조립위주의 체계개발에 의해 주도되었으므로 일부는 정착되었다고 할 수 있지만, 하청방식을 통해 성립하는 항공기 재료산업은 보다 더 큰 정부의 의지가 필요하다고 하겠다.

---

6) 한국기계연구원 창원분원은 지난 6여년전에 미국의 Pratt & Whitney사로 부터 항공기 소재 및 부품의 시험평가에 대한 공인시험을 대행하여 왔으며, 최근에는 Bell 헬리콥터사로부터도 공인을 취득한 바 있다. Lockheed사도 KFP사업과 관련하여 재료시험에 관한 공인을 위해 한국기계연구원 창원분원을 방문 실시한 바 있다.

예컨대 현재 논란이 되고 있는 중형항공기의 주관업체 선정에서 보듯이, 이 항공기에서 국제 항공기 재료의 자급을 등 질적인 내용보다는 대기업들의 이권 문제에 더 관심들이 모아지고 있는 것도 그 한 예라 하겠다.

현재 일부 경제관료나 학자들의 시각과 같이 '투자에 대한 회수' 하는 단순 경제 논리만으로 접근하면 과학기술 분야는 질적인 발전이 어려울 것이다. 이렇게 될 경우 내용보다는 단기적인 실적 위주로 모든 기술개발이 진행될 것이며, 항공재료 산업은 그 특성상 발을 붙이기가 더욱 불가능할 것이다. 모두들 우리의 산업구조가 '껍데기'의 조립에 치중되어 있고 중소기업형인 핵심소재나 부품은 대부분 외국에 의존하고 있는 구조적 취약점을 지니고 있고 이를 극복치 못하면 기술자립국으로 들어가지 못할 것임을 지적하고 동의하지만, 대부분의 산업관련 정책은 이를 무시한 채 결정되는 것이 비일비재한 것 같음이 필자가 갖는 느낌이다.

항공기 및 항공재료 산업이 선진국에서 어떻게 발전해 왔나를 보면 금방 해답이 나온다. 결국은 정부의 장기적이고 지속적이며 구체적인 지원책이 이 분야의 국내정착을 좌우하는 관건인 것이다.

### [참고문헌]

- 김학민, "항공기 부품 소재의 국산화 개발 유도를 위한 조사 연구", 「한국기계연구소 연구보고서」, 1984.
- 김학민, "터빈 브레이드 제조공정", 「항공산업연구」 제17집, 세종대학교, 1988.
- 항공우주연구소, "우리나라 항공우주기술의 발전방향과 전략", 「항공우주기술정책 심포지움자료」, 1992.
- 한국기계연구소, 「항공우주재료 심포지움 초록집」, 1989.
- 한국과학기술연구원, 「항공기용 금속재료 심포지움 초록집」, 1990.
- 한국항공우주산업진흥협회, "항공기산업의 진흥정책 방향", 「정책세미나논문집」, 1994.
- Hoppin III, G. S. and W. P. Danesi, *The superalloys II*, C.T.Sims, N. S. Stoloff and W. C. Hagel(Ed.), John Wiley & Sons, N. Y., 1987.