

항공우주 소재산업의 기술동향과 전망

이용태 * · 채재우 **

항공우주 소재는 전반적인 재료기술을 이끌어가는 선도 분야로서, 재료기술 수준의 지표가 되고 있다. 항공우주에서 소재는 비행체의 기술적 가능성을 제공하는 기반기술 중의 하나로서 기술 및 산업적 파급효과가 매우 크다. 이렇듯 세계 항공우주 선진국은 소재 분야에 기술개발과 투자를 확대하고 있다. 소재업체는 항공우주관련 업체 중 가장 많은 분포를 가지고 있으며, 최근 완제기 업체들의 합병으로 인해 부품소재공급 업체들의 공급사슬 재정립이 활발히 진행 중이다. 따라서, 본 고에서는 항공우주 소재 기술의 중요성과 국내외 기술 및 시장 동향을 파악하고 국내 항공우주 소재산업의 문제점을 살펴보고 KT-1, T-50 등 성공적인 국내 항공기의 개발을 바탕으로 세계적인 항공우주산업국가로 도약하려는 우리나라의 상황에서 소재기술의 발전을 위한 산업육성과 기술개발 전략 방안 등을 모색해 보았다.

목차

- I. 서론
- II. 세계 기술/시장 동향 및 전망
- III. 국내 기술/시장 동향 및 전망
- IV. 항공우주 소재산업의 문제점 및 육성방안
- V. 결론

I. 서론

항공우주 소재기술은 항공기, 헬기, 미사일 및 우주 발사체에 사용되는 각종 “재료”, “부품”의 연구개발 및 생산과 아울러, 관련 “시험평가”, “보수정비”를 포함하는 전반적인 재료공학 기술의 분야이다.

여기에서 정의하는 “재료”는 기체에 소요되는 경량재료(알루미늄합금, 마그네슘합금, 타이타늄합금, 복합재료, 고분자재료, 등)와, 엔진에 소요되는 고온재료

*한국기계연구원 재료기술연구소 소장, 책임연구원

**한국기계연구원 재료기술연구소 선임연구원

(초내열합금, 타이타늄합금, 내열강, 구조용 고온세라믹스, 탄소, 등)와, 보조기기 및 기능성 부품을 구성하는 재료(고장력강, 기능성 세라믹스, 합성수지, 고분자재료, 고무, 등)를 말한다.

“부품”은 항공우주 비행체에 사용하는 최종단위 부품(단품)으로서 재료 형태와 물성을 변형시키는 공정기술(후처리기술 포함)을 거쳐서 생산된 제품이다. 항공우주용 부품소재 공정기술은 원소재 형태의 재료와 개별 부품들을 일정한 순서와 기술적 절차에 의해 생산하는 과정으로 주조, 단조, 압출, 초소성성형, 분말 야금, 용접, 복합소재 본딩, Filament Winding, Curing, 기계가공 등의 생산기술과 이에 따라 제조된 단품의 물성을 향상시키기 위한 열처리, 표면처리 (코팅, 도금, 부식/방식처리, 페인팅) 등의 후처리 기술을 포함한다.

“시험평가”기술은 항공기와 발사체에 부품으로 사용하기 위한 소재부품의 물리적, 화학적, 역학적, 열적, 전자기적 물성평가, 내구성/신뢰성 평가 등의 소재특성평가 기술과, 파괴적, 비파괴적 시험검사에 의한 재료의 특성평가와 손상된 완제기와 일부 부품의 손상원인분석 등을 말한다.

“보수정비”는 단품과 재료의 수명을 연장하거나 신뢰성을 평가하는 분야로서 보수, 개조, 정비 등이 포함되는데 관련기술로는 용접, 코팅, 기계가공 등이 포함된다.

항공기 시스템은 기계시스템, 추진시스템, 전기전자시스템, 부품소재 등과 같이 세분될 수 있으며, 이들은 다시 <표 1>에 열거한 것과 같이 보다 상세히 분류될 수 있다. 이 표에서 알 수 있는 것과 같이 부품/소재는 모든 시스템 또는 서브

< 표 1 > 항공기 부품의 상세 분류

대분류	기계 시스템		추진시스템	전기/전자 시스템			소재/공정
	기재	기계보기	엔진	항공전자	전자보기	계기	재료
세분류	-동체 -날개 -안정기 -나셀/파이런 -도어류 -프로펠러 -로타	-비행조화장치 -착륙장치 -공기조화장치 -압력장치 -유압장치 -산소장치	-연료장치 -연료제어장치 -오일장치 -냉각장치 -흡입장치 -분사장치 -엔진제어장치 -점화장치 -기어박스 -보조동력장치	-통신장치 -항법장치 -조종장치 -추적장치	-전기장치 -로밍장치	-항법계기 -동력장치 -기타계기	-철강 -알루미늄 -마그네슘 -타이타늄 -초내열합금 -복합재료 -고무/타이어

자료 : 안영수(1997), “한국 항공기 부품산업의 과제와 국산화를 통한 육성방안” 『항공산업연구』 제 44집, 세종대학교 항공산업연구소, p.50.

시스템을 구성하는 기초 원자재와 단품으로서, 조립 등과 같은 시스템 기술과 상반되는 개념의 항공우주 기술로 분류된다.

또한 항공기용 부품소재를 재료공학적 분류에 의해 보다 상세히 구분하면 다음 <표 2>와 같이 부위별, 재료별, 공정별로도 분류하기도 한다. 이와 같이 항공우주 소재기술은 통상적으로 항공우주 소재부품으로 불려지기도 한다.

항공우주산업은 구성요소로서 뿐만 아니라 그 자체가 독립적으로 첨단기술 집약산업, 정밀가공 산업, 고도조립 산업, 고부가가치 산업이며, 산업 연관 효과와 기술파급효과가 크며, 국내 산업구조 고도화에 적합한 대표적인 산업이다. 따라서, 항공우주 소재산업 또한 기술 경제적인 면에서 기계, 금속, 전기, 전자, 화공 등 각각의 요소산업의 최첨단 기술에 의한 종합기술 산업이다.

개발 및 생산 형태 면에서는 항공기가 수십만 개의 부품으로 구성되나, 연간 생산되는 항공기 수가 제한되고 생산규모가 소량이기 때문에, 전형적인 다품종 소량 주문생산 산업이다. 하지만, 항공기 부품소재는 주기적 교환 빈도가 높아 주요 전략품목의 생산규모는 완제기 대수에 한정 받지 않는 장기성을 가지고 있다. 또한, 항공기 부품소재는 고도의 신뢰성 및 안전성, 정밀도가 요구되므로 항공기 제작사의 엄격한 심사를 거쳐 인가된 유자격 업체에 한하여 대부분 장기계약에 의해 생산되며, 주문생산 형태의 특성상 개발자의 의도보다는 수요자 요구가 우선시 되는 특징을 가지고 있다. 아울러 R&D투자가 많이 요구되나 경제 규모와 학습 효과가 큰 특징을 가진다.

또한, 항공우주산업은 수요 및 시장구조면에서 타 산업에 비해 대내적으로는 근수의존도가 높으며, 대외적으로는 초기 시장진입이 어렵고 수출시장 진출이

< 표 2 > 항공기 재료의 상세분류

분류	상세분류	상세내용
부위별	기체재료 엔진재료 보기재료 기능재료	Al합금 60%, Ti합금 10%, 복합재료 20%, 기타10% 초내열합금 55%, Ti합금 40%, 기타 5% 초고장력강, PVC, PE 등 고분자재료, 내장재료 전자재료, 열전재료, 고무류, 등
재료별	Al 및 Mg 합금 Ti 합금 Ni 내열합금	경량구조용 기체부품 경량기체 구조용 부품, 엔진압축용 부품 엔진용 고온재료
	고장력강 복합재료	기체 및 보기부품의 고장력 구조 부품 기체 경량화 부품
공정별	소재기술 공정기술 후처리기술 품질인증/공정시험기술	용해, 압연, 압출 등 소재 생산 기술 주조, 단조, 성형, 기계가공 등 성형기술 열처리, 표면처리, 도장 등 후처리기술 기계적, 화학적, 비파괴적/파괴적분석 및 인증관련기술

필수적인 산업이다. 항공기산업 자체가 군수의존도가 크기 때문에 항공기 부품소재산업도 필연적으로 군수에 크게 의존하고 있다. 이는 후발국은 물론 미국, 영국, 프랑스 등 선진국의 경우도 모두 공통적인 특징을 가지고 있다.

현재 항공기 부품소재 시장은 소수의 선진국이 독점하고 있고, 항공기제작사와 부품소재 업체간에 구축된 하청구조로 인하여 시장진입장벽이 매우 높다. 소량 생산으로 인하여 내수시장만으로는 존립이 불가능하므로 수출 여부가 동 산업의 성패와 직결되어 있다고 볼 수 있다. 따라서 수출을 통한 세계시장 진출이 필수적이라 할 수 있다. 또한 항공기 부품소재산업의 궁극적 목표가 항공기 제작 능력 확보 및 민·군 운용항공기 유지보수능력 확충에 있으므로 기술축적 및 능력배양을 위해서는 개발 및 수출이 어려운 품목이라 할지라도 국산화 확대가 필요하다.

국가정책측면에서 항공우주산업은 국가안보 및 자주국방과 직결되는 국방중추 산업이며, 국위선양과 국가경쟁력 강화차원의 전략산업으로서, 국가의 위상과 직결된 국가전략산업이다. 항공우주 부품소재 산업 역시 기술적 선행이 이루어져야 항공기 또는 로켓, 미사일, 우주선 등을 제조할 수 있는 국가전략산업이다.

이와 같이 본 고에서는 항공우주산업에서 중요한 위치를 점하고 있는 소재기술에 대해서 세계 각국의 시장과 기술동향을 살펴보고, 우리 나라의 현황을 분석해 보았다. 이러한 분석을 바탕으로, 국내 항공우주산업의 한 단계 도약을 위해서 소재기술의 육성전략을 모색해 보았다.

< 표 3> 항공기 부품소재 산업의 특성

구분	특성	이유
생산요소	· 첨단기술 집약성 · 자본 집약성 · 숙련노동 집약성	- 고도의 첨단기술 및 종합기술 활용가능 - 고도의 숙련노동자 필요
생산방식	· 다품종 소량생산 · 높은 가공성 · 주문 생산 · 생산준비기간의 장기성	- 수요한계로 대규모 생산곤란, 주기적 교환품목 - 원자재의 가공도가 매우 높음 - 발주자의 납품계약에 의한 주문 방식 - 최소 3년에서 최대 20년까지 장기계약 - 공정설계의 어려움으로 개발기간의 장기간소요
시장구조	· 단일하청구조 · 폐쇄적 시장구조	- 높은 투자비용으로 복수하청구조 형성 곤란 - 기존 거래선 위주의 하도급 구조
손익	· 투자회수기간의 장기성 · 교부가가치성	- 과도한 초기투자에 비해 소량생산으로 회수기간 장기화 - 단위 제품 당 가격이 매우 높음
제품	· 고도의 신뢰성, 정밀도, 안전성	- 엄격한 품질관리로 안전성 요구가 높음

II. 세계 기술 / 시장 동향 및 전망

가. 시장 규모와 동향

세계 항공우주 부품소재 산업은 2001년을 전후하여 연평균 세계시장 규모가 약 600억불(엔진 제외) 수준이다. 완제기 업체들의 합병으로 인해 부품공급 업체들과의 공급사슬 재정립이 활발히 진행 중이며, 독자기술이 없는 업체들은 퇴출 가능성이 증대하고 있다.

항공기 부품소재의 가격은 일반적으로 항공기 전체 가격의 약 30%를 점유한다고 알려져 있다. 항공기에 사용되는 부품 소재의 종류가 너무도 다양하고 항공기 1대에 소요되는 물량 또한 소수이기 때문에 각 분야의 시장규모와 수급동향을 언급하기가 쉽지 않은 상황이다. 다만, 항공기의 제작에 사용되는 소재부품 기술과 품목은 타 산업분야에도 직접적으로 적용이 가능하기 때문에 전 산업분야에 걸쳐 파급효과가 큰 분야이다.

최신 항공기 보잉 777의 무게를 기준으로 할 때 알루미늄 70%, 복합재료 11%, 티타늄 7%, 특수강 11%, 기타 1%의 소재가 사용되고 있다. 항공기용 금속재료의 대표재료인 알루미늄은 1910년 이후부터 사용되어 에너지 절감과 경량화를 위해 80년대 중반부터 Al-Li 합금을 중심으로 연구와 생산이 진행 중이다. 티타늄은 엔진 출력증대뿐만 아니라 고강도 경량화 부품소재로서 랜딩기어, 터빈로터 등에 채용되고 있다. 금속의 대체 재료인 복합재료는 2000년 하반기에는 35%까지 사용량이 증가할 것이라고 예측하는 가운데 내구성향상, 모듈화 등에 대한 시장 규모가 증가하고 있다.

또한 최신 가스터빈 재료의 경우(GE CF6 엔진)에는 무게대비 니켈합금 47%, 티타늄합금 25%, 철강합금 16%, 알루미늄합금 8%, 복합재료 4%가 1대의 가스터빈에 사용되고 있다. 공정기술로는 단조 82%, 판재성형 12%, 주조 6%가 사용되고 있다.

나. 업계 동향

항공기의 기체구조에 가장 많이 사용되는 고강도 알루미늄합금의 판재와 압출재는 항공연구기관과 대학의 지속적인 연구개발의 결과로 다양한 종류의 합금과 열처리 기술이 개발되었다. 판재는 대부분이 기체의 표피(Skin)에, 압출재는 기체(항공기 동체 및 날개)의 기골재(Longeron, Stringer, Spar, Rib, 등)로 사용된다. 대표적인 생산업체로는 ALCOA, ALCAN, 페시니, 등의 세계적인 알루미늄 제조회사가 있다.

마그네슘합금은 상대 금속재료에 비해 비강도와 굽힘 탄성률이 탁월하기 때문

에 도어, 보조날개, 기어박스 하우징, 랜딩기어 부품, 등의 항공기 부품으로 많이 이용되고 있다. 이 합금은 판재로 생산되기 보다는 낮은 용융온도를 이용하여 Die Casting 이나 사형주조, 금형주조 공정에 의한 주물부품이 많이 이용된다. 대표적인 생산업체로는 미국의 Maridian, MEL, Gibbs Die Cast, Dow Chemical, Spectralite, 독일의 Otto Fuchs, 일본의 Tsukuba Die Cast, Tosei 등의 회사가 있다.

타이타늄합금은 상대 금속재료에 비해 비강도와 내식성이 탁월할 뿐만 아니라 저온에서부터 중온까지 비강도가 우수하기 때문에 일찍부터 대표적인 항공우주 재료로 사용되어져 왔다. 이 합금으로는 스텐레스강으로 제조되는 모든 제품이 성형 가능하기 때문에 항공기 기체에는 주로 고온에서 견디어야 하는 리딩에지 부분의 표피재료로 사용된다. 또한 고강도에 견디어야 하는 기체 구조물과 엔진의 흡입기와 압축기의 대표적인 소재로 다양하게 사용되고 있다. 대표적인 세계 기업으로는 모든 형태를 생산할 수 있는 미국의 TIMET, ORAMET, Teledyne Wah-Chang, 일본의 NKK, Sumitomo, SiTiX, Daido, Nippon Steel, 등의 철강제조회사, 독일의 Thyssen, 러시아의 VSMPO, 영국의 RMI 등과 같은 다양한 회사가 있다.

초내열합금은 사용온도가 높고 고온 내부식성이 크기 때문에 주로 엔진소재로 사용된다. 엔진의 작동온도가 높아질수록 연료효율이 좋아지기 때문에 터빈블레이드의 내부에 냉각회로를 설치하여 보다 높은 표면온도를 얻으려는 설계와 아울러 다결정, 주상정, 단결정 터빈블레이드를 일방향응고와 같은 특수주조공법을 이용하여 사용온도를 높이고 있다. 이러한 정밀주조품을 생산하는 대표적인 회사는 미국의 PCC, Howmet, 독일의 Thyssen, 일본의 IHI 등이 있다.

정밀단조품 또한 항공기 부품에 다양하게 사용되는데, 이들 단조품을 생산하기 위해서는 주로 유압프레스가 이용된다. 또한 초내열합금과 타이타늄합금 등의 Ring-roll 형태의 제품을 생산하는데 있어서는 Hammer와 Ring Roller가 이용된다. 대표적인 단조회사로는 미국의 Wayman Gorden, Alcoa, Quality Aluminium Forge, Continental Forge, Falcon Forge, Webb Forge, Lefere Forge, 독일의 Otto Fuchs, Hirschvogel, Umformtechnik, Leiberag 등이 있다.

복합재료는 섬유나 Prepreg를 만드는 기초소재회사와 Filament Winding, Autoclave Forming, Resin Transfer Molding, Braiding, Pultrusion 등의 제품 성형 회사로 구분된다. 대부분의 항공기 조립사에서 복합재료 부품이 성형되며, 또한 Bought 등과 같이 전문 복합재료 부품을 생산하는 회사도 있고, Dupon, Toray, Owens Corning 등과 같은 섬유제조회사에서 Carbon 섬유, Alamid 섬유, 유리섬유 등이 제조된다.

이상의 공정위주 단위 사업들은 대부분 항공기 부품제조 전용공장에서 성형되기도 하며, 특수강, 타이타늄합금, 초내열합금 등의 기초소재는 대부분 장치산업 형태로 특수 공장에서 제조된다.

표면처리, 열처리, 용접 등의 후처리는 소규모 단위공장 형태로 운영되기도 하지만, 대부분 기체나 엔진 조립공장에서 직접 이루어지는 것이 대부분이다. 특히 구 공산권 국가 (예로 러시아, 중국 등)의 항공기 제조 공장에서는 한 공장 내에

대부분의 정밀주조, 단조, 복합재료 공장 및 장비를 갖추고 필요한 항공기 부품을 자체적으로 생산하고 있다.

다. 기술의 동향 및 전망

항공선진국가들은 전문적인 항공기 소재부품 전문연구개발기관을 보유하고 있다. 안정성과 투자부담 때문에 소재 및 부품의 개발과 신기술 창출을 민간에게 전가시킬 수 없음을 간파하고 정부가 적극적으로 나서서 정부연구기관을 통해 소재 및 부품의 기술혁신을 지원하고 있다. 미국에서는 NASA 글렌연구소, 공군 재료연구소 (AFML) 등이 연구개발을 담당하고 있으며, 프랑스는 ONERA, 독일은 DLR, 러시아는 VIAM, 중국은 BIAM 등이 항공우주용 소재·부품 연구개발 역할을 수행하고 있다.

일반적으로 항공우주 산업 분야의 선진국들은 발전된 기반기술을 바탕으로 지속적인 항공기 소재에 관한 연구개발이 진행되고 있다. 이러한 연구개발과 생산성 향상을 바탕으로 최선의 항공기가 개발되고 있는 현실을 볼 때, 항공우주 소재분야의 연구에 대해서는 너무도 많은 기술개발이 이루어져야 한다. 하지만, 본 자료에서는 6개의 분야로 나누어 간략하게 기술동향을 소개한다.

1. 초내열합금 주조기술

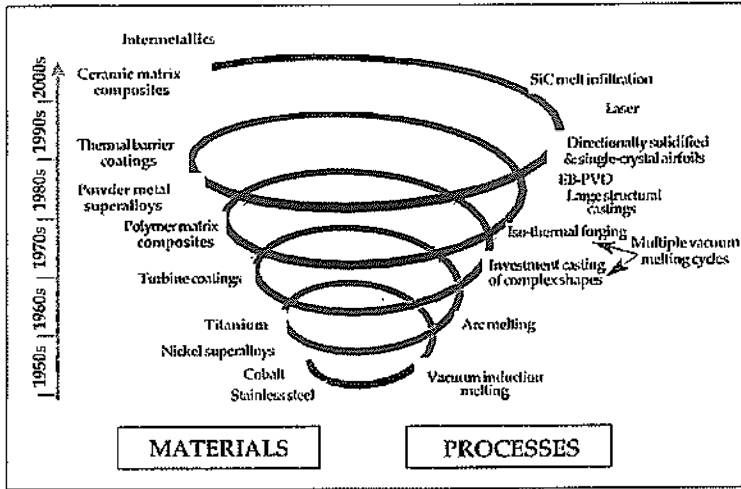
초내열합금 주조기술은 주조용 니켈기 또는 코발트기 초내열합금에 대해 진공정밀주조공정을 적용하여 항공기 엔진, 선박용 및 발전용 가스터빈 등의 핵심부품인 터빈 블레이드와 베인, 그리고 기타 가스터빈 부품을 제조하는 기술이다.

금속조직적인 측면에서, 초내열합금 정밀주조품은 다결정응고, 일방향응고, 그리고 단결정응고 조직으로 구분되는데, 열거된 순서대로 고온 특성이 향상되는 경향이 있다. 따라서 각 조직별로 적합한 합금들이 개발되어져 왔으며, 내열성을 더욱 향상시키기 위한 새로운 합금개발이 계속해서 이루어지고 있다.

< 표 4 > 각국의 항공우주 소재·부품 연구기관

국가	연구기관	인원	연구소 형태
미국	NASA (J. Glenn) 미국군체료연구소	140 명 200 명	차세대 우주항공재료개발 항공재료전문연구소
프랑스	ONERA	120 명	항공재료 Lab.
독일	DLR	100 명	항공재료 Lab.
러시아	VIAM	3,000 명	항공재료전문연구소
중국	BIAM	2,800 명	항공재료전문연구소

< 그림 1 > 가스터빈 엔진의 재료와 공정의 발전과정



공정 측면에서도 진공정밀주조공정을 바탕으로 세부분야에서 지속적인 개발이 이루어지고 있으며, 컴퓨터를 활용한 용고모사 기법의 개발, 더욱 복잡하고 세밀한 냉각통로 제조를 위한 세라믹 코어 제조기술, 단결정 제조 시 요구되는 온도 구배를 증대시키기 위한 LMC(liquid metal cooling) 기법 등을 들 수 있다.

형상이 복잡하고 대형인 단결정용고 주조품의 경우 결정립 크기 제어를 위한 Grainex 또는 Micircast-x 등의 기술이 개발되어지고 있으며, 사용 중 손상된 부품의 보수 및 재생 기술과 각 부품들간의 용접기술도 꾸준히 개발되고 있다.

따라서 초내열합금 주조기술은 확립된 기술이 아니라 계속 발전되고 있는 기술이다. 초내열합금 주조품들은 고온·고응력 환경에서 사용되는 특성상 소모성 부품으로서 주기적인 점검과 교체가 필요하여 그 수요가 매년 증가되고 있다. 최근 초내열합금 주조품의 수요는 항공기 엔진 등 특수한 용도에 국한되지 않고 점진적으로 증가하는 민간 항공우주산업 분야와 더불어 발전산업 분야에서도 급증하고 있다.

2. 경량합금 주조기술

항공산업 선진 외국의 경우 항공기부품의 높은 안정성과 신뢰성을 향상시키기 위해 각국마다 고강도 및 고온강도향상을 위한 부품소재를 개발하고 있다. 지금까지 알루미늄합금에 의한 항공기 주조부품 설계시에 주조성이 우수한 356, 357 합금을 사용하고, 고강도가 요구되면 단조부품으로 설계하고 있으나 최근 Al-Si 합금 대신 고강도용 Al-Cu 합금에 의한 주조부품으로 대체 개발하여 보다 복잡

한 형상을 제조할 수가 있으며 또한 제조단가를 크게 절감시키고 있다.

미국의 경우 기존 단조부품을 인장강도 430MPa, 연신율 7%의 고강도 알루미늄 주조합금으로 대체개발하고 있고 러시아에서는 특수원소를 첨가하여 알루미늄 합금주물이면서 알루미늄 단조재와 유사한 450MPa의 인장강도와 10%정도의 연신율을 갖는 고강도 알루미늄합금을 개발하여 기존 단조부품을 주조방법으로 항공기부품을 개발하고 있다. 또한 고온용 알루미늄합금으로는 300°C까지 개발되어 사용하고 있으며 Ni, Mn, Cr, Ti, Zr, Nd, W 등의 특수원소를 첨가시켜 350°C에서도 사용가능한 합금을 개발하고 있다.

마그네슘합금은 밀도가 작으면서 강도 및 주조성이 우수하여 헬리콥터부품으로 가장 많은 활용을 하고 있으며 헬리콥터 부품으로는 중량이 4-5 kg 정도의 generator housing과 30 kg 정도의 gear box에서 90 kg의 대형 main transmission 및 main rotor gear box 등의 부품으로 개발되어 사용되고 있다. 특히 복잡하고 대형인 main rotor transmission case는 AZ91E 마그네슘 합금으로 제조되었으며 직경이 1.3 m, 높이 1.15 m정도 순수제품 무게가 286 kg의 대형이면서 복잡한 제품도 개발하고 있다.

3. 단조기술

항공 분야의 단조기술은 단조 산업 분야의 최첨단 기술로 결집한 산업으로서 신뢰성, 안전성, 고성능화, 경량화 등의 점에서 엄격한 기술을 요구하고 있다. 항공산업용 단조품의 경우는 대량생산을 목적으로 하는 것 보다는 제품의 요구 특성 만족을 위해 사용되고 있다. 그 예로 여객기의 주익(Main Wing) 1개에 사용되는 Al 단조품의 경우는 500종류를 초과하고 있으나 그 형상은 모두 다르다. 따라서, 형 단조에 필수적으로 사용되는 금형 또한 제품수와 동일한 수준으로 필요하나 제품은 비행기 생산수량과 비교해 보면 상대적으로 매우 소량에 불과하다. 그러나, 단조품의 경우는 기계가공품과 원소재에 비해 정적 강도는 20~30% 향상되며, 동적 특성(피로 강도 등) 또한 현격히 증가되기 때문에 경량화, 안정성, 신뢰성 향상을 위해 필수적으로 적용되고 있다. 이와 더불어, Ti합금과 내열합금의 경우는 소재가격이 매우 높으며 기계가공성이 매우 떨어지기 때문에 재료 회수율 증대와 가공시간 단축을 위해서도 단조공정을 이용하고 있다.

최근에는 정밀단조 등 형 단조에 있어서도 가장 중요한 금형 설계, 금형 가공에 있어서 컴퓨터를 이용한 CAD/CAM/CAE의 추진이 활발히 진행됨과 동시에 단조용 Expert System 개발이 추진되고 있으며, 단조 데이터 구축, F.E.M.에 의한 단조 시뮬레이션의 이용이 활발히 이루어지고 있다. 이를 통해 설계시 시행착오를 감소시켜 단 기간 내에 제품을 제조할 수 있도록 설계기준을 설정해 줌으로써 소요비용을 감소시키는 효과를 얻고 있다. 항공기 단조품을 생산하는 업체는 주로 미국과 유럽에 편중되어 있고 일본에서 일부 생산하고 있다. 항공기 단조품은 소량 단조품의 특성 때문에 일부 국가에서만 제조 공급하는 특징을 가지고 있고, 난 성형재의 정형기술로, 고온 다이단조 등과 같은 신 가공기술을 개발·적

용하고 있는 추세이다.

4. 복합재료

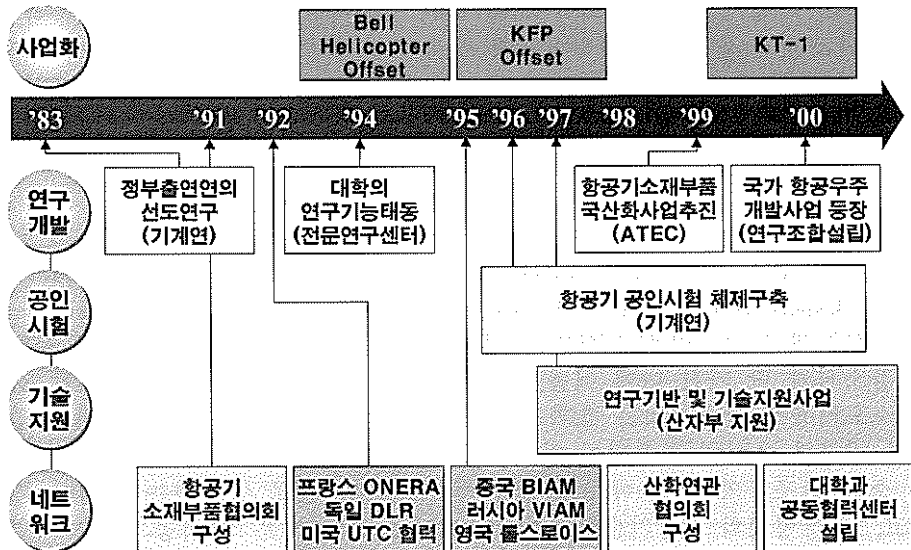
고강도 복합재료가 등장한 이후 많은 연구개발의 성과로 이제는 본격적으로 항공기 구조물에 사용되기 시작하였다. 지속적인 소재기술의 발전으로 취약했던 여러 가지 기계적 성질이 보완되어 그 응용의 폭이 넓어지고 있으며 재료의 신뢰성에 관련된 연구가 진전을 보임에 따라 응용되는 부분도 2차 구조물(secondary structure) 위주에서 고 하중을 지지하는 1차 구조물(primary structure)로 확대되고 있다. 항공기는 초음속에서 극 초음속으로 점점 속도가 빨라짐에 따라 고온구조의 응용이 가능할 수 있도록 고온용 복합재료의 개발도 꾸준히 이루어지고 있다.

III. 국내 기술 / 시장 동향 및 전망

가. 국내 발전과정

창정비 및 조립으로 출발한 국내 항공기산업은 재료 및 부품산업에 관한 한 지금까지도 벌크 재료의 기계가공에 많이 의존하고 있다. 재료기술 분야 또한 극히 초보적인 수준에 있으며, 대부분의 항공용 소재는 거의 전량 수입에 의존하고 있

< 그림 2 > 국내 항공우주 소재기술의 발전과정



으며, 단품 공정기술 중심으로 관련 부품소재의 명맥이 유지되고 있다. 그러나 이들 기업 또한 중소기업형이면서, 항공기 부품 생산 전업도가 매우 낮은 실정이다.

국내 항공우주 소재부품기술은 1980년대 초반 과학기술부의 지원 하에 한국기계연구원의 기술개발이 시초가 되었다. 1990년에 들어 한국로스트왁스, 천지산업, 대신금속, 한국화이버, 서울엔지니어링, 삼선공업(현 알코아 코리아), 한일단조 등이 주축이 된 항공기 소재부품협회가 발족되면서 산업 저변이 확산되기 시작하였다. 본격적인 산업화는 Bell 헬기, KFP 등의 절충교역으로 수출의 길이 뚫리면서 시작되었다. 대학에서도 포항공대(ERC), 경상대학교(RRC) 등이 항공우주 소재부품 연구에 참여하고 있으며, 각종 기반구축사업과 국가적인 연구개발사업이 추진 중에 있다.

국내에서 개발 완제기가 필요로 하는 소재부품 또한 설계단계에서부터 수입에 의존하고 있는 실정이기 때문에 국산화율이 낮은 상태이다. 다만, 그 동안의 경험축적으로 기계가공은 장비와 설비의 외자도입으로 선진국 수준에 진입한 상태이고, 소재를 수입하여 형태를 변형시키는 주조, 단조, 압출 등의 성형공정과 열처리, 표면처리 등은 그간의 경험 축적으로 일부 부품이 국내 개발 항공기 부품으로 채용되고 있다.

나. 항공우주 소재산업의 동향 및 전망

1. 항공우주 소재산업의 시장규모 및 수급현황

국내에서 생산되는 항공기의 기종과 물량이 많지 않은 관계로 국산부품의 국산화가 낮은 반면에 외국회사의 하청에 의한 수출은 보다 다양한 상태에 있다. 이는 국내의 저임금을 이용한 단순 소재가공에 의한 항공기 부품의 수출의 결과이나, 최근의 고임금과 중국 등 저개발 국가의 추격으로 이 분야의 사업 역시 고전을 면치 못하고 있는 실정이다.

<표 5>의 최근 수년간의 통계 수치를 살펴보면, 소재분야의 내수와 수출이 모두 급격히 감소하고 있는 추세를 알 수 있다. 또한 소재 분야의 생산실적이 전체 항공산업의 1% 미만이며, 그나마 최근에는 거의 내수와 수출 모두 생산실적이 전무한 처참한 상태에 있다. 아울러 수년 전만 하여도 항공기 재료산업이 전체의 6.1% 까지 달한 적도 있으나, 이 당시에도 종업원 수는 상대 분야에 비해 2배 이상으로 많은 낮은 경쟁력을 가진 분야이었다. 그 마저도 최근에는 항공기 소재부품을 생산하고 수출하여 수입을 올리는 회사가 거의 없어지고 있는 실정이다.

앞에서 언급한 것과 같이, 세계적으로 항공기 가격에서 부품소재가 차지하는 비율은 일반적으로 항공기 전체 가격의 약 30%를 점유한다고 알려져 있다. 그러나 국내 상황은 2002년도에 총 수급규모 27.43억불을 기록하였음에도 불구하고, 표 4에서 알 수 있는 것과 같이 0.02억불을 달성(수출은 전무) 했을 정도로 소재산업의 비율이 현저히 낮은 상황이다. 2002년도 통계자료(『항공우주』 2003, No.80,

p5)에 의하면, 국내 항공산업은 수출이 13.77억불인 반면에 수입은 4.6억불, 민항기 임차 도입비 3억불을 합하여 약 12억불의 적자를 기록하였다. 무역수지 적자의 1/3은 민항기 도입에 기인하며, 나머지 2/3는 부품소재 수입에 기인하고 있다. Avionics 부품, 기능성 부품, 첨단소재와 같은 부품소재의 기술개발과 국산화가 시급한 과제라고 언급하고 있다.

이는 국내에서 제작되는 항공기조차도 대부분의 원자재나 소재는 수입에 의존하기 때문이며, 최근에는 일부 이루어지던 소재를 가공하여 수출하던 회사들조차도 실적이 전무하기 때문이다. 즉, 국내의 소재 회사 대부분이 자동차나 일반 기계 부품을 생산하면서 일부 항공기 소재 부품을 생산하는 전업도가 극히 낮은

< 표 5 > 국내 항공분야 생산실적

(단위: 억원, %)

구분		1998	1999	2000	2001	2002	2003	연평균증가율
완제기	내수	5,137.7	5,418.2	6,502.2	7,338.0	8,487.2	7,710.7	8.5
	수출	-	-	87.4	142.0	477.0	272.3	206.8
	소계	5,137.4	5,418.2	6,589.4	7,480.0	8,964.2	7,983.0	9.2
기계	내수	1,260.5	535.3	612.7	386.5	621.7	522.6	▲ 16.2
	수출	2,549.1	2,157.5	2,234.7	2,544.8	1,667.0	1,648.8	▲ 8.4
	소계	3,809.6	2,692.8	2,847.4	2,931.4	2,288.7	2,171.4	▲ 10.6
엔진	내수	2,576.3	2,409.4	1,191.5	2,203.2	1,787.4	1,946.7	▲ 5.5
	수출	765.0	777.2	1,179.4	2,071.8	1,785.4	1,436.1	13.4
	소계	3,341.3	3,186.6	2,370.9	4,275.0	3,572.8	3,382.8	0.2
전자	내수	176.4	85.3	176.7	281.0	858.4	573.6	26.2
	수출	-	-	-	0.2	52.1	52.3	120.6
	소계	176.4	85.3	176.7	281.2	910.5	626.0	28.9
보기	내수	367.2	85.3	955.3	333.0	463.1	368.1	0.1
	수출	0.3	22.8	27.2	17.8	26.1	57.4	186.0
	소계	367.5	108.1	982.5	350.8	489.2	425.5	▲ 2
소계	내수	5.0	51.6	39.3	28.2	23.4	3.6	▲ 6.4
	수출	97.3	1.0	0.8	9.1	-	-	▲ 59.9
	소계	102.3	52.6	40.1	37.4	23.4	3.6	▲ 48.8
계	내수	9,523.1	8,585.1	9,477.7	10,570.1	12,241.3	11,125.4	3.2
	수출	3,411.7	2,958.5	3,525.6	4,785.9	4,007.8	3,467.1	0.3
	계	12,944.38	11,543.6	13,007.4	15,356.0	16,249.1	14,592.6	2.4

자료: 한국항공우주산업진흥협회(2004), 『항공우주산업통계』

산업구조를 가지고 있기 때문이다. 그럼에도 불구하고 항공우주협회에 등록된 소재부품 회원사가 상대적으로 많은 것은 시장에서의 이윤을 창출하기 보다는, 항공기의 제작에 사용되는 소재부품 기술과 품목은 타 산업분야에도 직접적으로 적용이 가능한 기술적으로 파급효과가 클 뿐만 아니라 항공기 소재를 납품한 실적만으로도 자사 생산품의 인지도를 간접적으로 홍보할 수 있다는 또 다른 이유에서 참여하고 있다.

2. 업계현황

우리나라의 항공기 재료산업은 기체조립 등 완제기 생산 분야에 비하여 그 규모가 매우 작다. 현재 국내 항공기산업은 외국의 주요 항공기 회사의 하청으로 동체날개, 엔진부품 등을 가공·조립 단계에 와 있으나, 항공기의 핵심 소재는 거의 대부분 수입에 의존하는 대외의존도가 매우 높은 상태이다. 또한, 항공기 소재·부품 공급기반은 상당히 취약한 반면 대기업 중심의 최종조립 부문은 국내 항공기산업 규모의 90%이상을 차지할 정도이다. 과거에는 국책 항공사업의 추진에 따라 연 평균 20~30% 이상의 높은 증가 추세를 보인 적도 있으나(연 평균 8.8억불 부품소재 수입), 최근에는 항공산업이 많이 위축되어 있는 상태이다.

먼저 과거 (1995년)에는 항공기용 부품 및 소재산업에 종사하는 기업체는 모두 55개 정도인데, 최근에는 소재부품업체로 등록된 협회 회원사가 33개(<표 6> 참조)로 급격히 감소하였다. 과거에는 부품산업이나 소재산업으로 분류는 되어 있으나 생산실적이 없으면서 향후 사업참여를 목적으로 등록한 경우도 상당 수 포함되어 있기 때문에 많은 차이가 있을 수 있으나, 그럼에도 불구하고 항공기 소재업체로 영업을 하기에는 국내 산업 여건이 열악하다는 반증으로 판단된다. 특히, 항공기 소재부품 기업의 매출기준 항공 전업도는 평균 10% 이하를 밑돌고 있다.

과거에 조사된 자료(1994년)에 의하면, 우리나라 항공기 재료산업에 종사하는 28개 기업의 생산액은 전체 항공기산업 생산액의 6.1%에 불과한 매우 작은 규모였다. 그러나 최근의 자료에 의하면 이 보다 훨씬 낮아진 0.1% 정도 (<표 5> 참조)로 나타나고 있다. 또한, 항공기 재료산업을 종업원 수를 기준으로 볼 때에는 항공기산업 전체 종업원 수를 기준으로 10% 이상을 점하고 있으나 생산액에서는 그 절반 정도의 점유율에 그치는 다소 특이한 현상을 보이고 있다. 이는 각 기업들의 항공기산업에의 전업도가 낮기 때문이 아닌가 생각된다.

반면에, 항공기 재료산업을 투자 및 R&D지출이라는 측면에서 분석해 보면 다른 분야에 비해 투자 및 R&D활동이 활발하다. 또한 R&D지출은 재료산업 전체 투자액의 30%수준으로, 전체 항공기산업 R&D지출의 29.8%를 차지하는 것으로 나타난다. 요컨대, 우리나라 항공기 재료산업은 생산량에서는 항공기산업 전체의 6.1%에 불과한 매우 작은 규모이나 종업원 수에 있어서는 항공기산업 전체의 13.5%를 차지하는 상당한 규모의 산업으로서 현재의 생산수준은 낮지만 영업 잠재력은 큰 산업이라고 할 수 있다. 따라서 재료산업에서는 수요만 충분히 뒷받침

된다면 생산량의 확대는 규모의 면에서 당분간 비교적 순조로울 것으로 기대된다.

우리나라 소재산업이 항공기산업에서 차지하는 비중은 매우 작은 편이다. 그 예로, 1995년 국내 항공기 부품산업에 종사하는 업체 50여개 중에서 소재산업 업체들의 협의체인 『소재협의회』에 소속되어 있는 기업체 수는 21개이다. 이들 회사는, 한국로스트왁스, 한국화이바, 삼선공업(현, 알코아 코리아), 대신금속, 대한항공, 한라중공업, 한화기계, 금호, 만도기계, 삼미금속, 삼미종합특수강 (현, 창원 특수강), 서울엔지니어링, 제일모직, 천지산업, 한국금형, 한일단조, 재영금형정공 (현, 재영솔루텍), 신라항공, 한화, 동양강철, 서울차륜공업, 등 이다. 이들 기업 중에는 대한항공 등과 같이 주요 사업 분야는 다른 분야이지만 부분적으로 소재산업으로 분류할 수 있는 기업들도 포함되어 있다. 또한 항공기용 소재를 생산할 수 있는 능력은 있으나 생산경험은 없는 경우도 있다. 따라서 실제 소재생산 기업의 수는 더 적은 것으로 추정된다. 반면에 현재 협회에 등록된 회사 중에서 필자가 분류한 소재업체는 4개로 10년 전에 비하여 항공기 소재를 생산하여 영업을 하고자 하는 의욕이 월등히 감소된 것을 알 수 있다. 이는 그간의 국내 항공산업, 그 중에서도 소재산업이 얼마나 위축되었는지를 극명하게 보여주고 있다.

항공기 소재를 생산하는 업체별 생산품목을 보면 다음과 같다. KAI에서 분사한 테크는 항공기용 복합재 브레이크, 보조 연료탱크, 등을, 현대기공은 철계 및 고력 알루미늄 단조품을, WIA는 랜딩기어용 단조품을, 대신금속은 항공기용 도어류, 베어링 (Premium Casting) 등을, ALCOA (구 두레어에메탈)은 각종 항공기용 알루미늄 압출체를, (주)금호는 항공기용 타이어를, 한국화이바는 항공기용 복합소재 및 부품소재를, 한국로스트왁스는 터빈 Air Seal, 등 정밀주조 부품소재를, 서울엔지니어링은 Inlet Frame용 알루미늄 사형주조품을, 천지산업은 항공기용 각종 하우징을, 창원특수강은 항공기 엔진용 사각튜브·가스터빈 브레이드영 소재 등을 생산하고 있다. 이들 10개 업체 외에 아직 생산실적은 없으나 생산능력을 가진 업체로서 서울차륜은 주조 및 단조품, 동양강철은 항공기 도체·날개 등의 알루미늄 압출품, 한일단조는 항공기용 알루미늄 단조품, 한라중공업은 항공기용

< 표 6 > 국내 항공우주 조합회사 현황 (2004 년)

분류	회사명
조립회사	KAI, 대한항공, 삼성테크윈, 한벨헬리콥터, 안산항공
부품회사	아스트, 연합정밀, 영풍전자, ASA, 네비콤, 오리엔탈공업, 위아, 한화, KBTM, 넥스원픽쳐, 삼성할레스, 퍼스텍, 로템, 선영중공업, 동명중공업, 두원중공업, 한정ILS, 세트텍아이, 서진이스텍, 경주전자, 삼흥전공, 동진전기, 가나항공산업, 수송기계, 뉴로스, 동성전기, 예보항공, STX, 송죽테크놀로지,
소재회사	한국로스트왁스, 한국화이바, 천지산업, 보원경금속

주단조품, 기타 기체 및 엔진관련 부품 등을, 보원경금속은 알루미늄 압출재를 생산할 수 있는 기업들이다.

다. 기술동향 및 전망

1. 기술수준

우리나라 항공기산업의 부문별 생산 비중을 보면 전체 생산액 중 기체부문이 70%정도, 엔진이 20% 정도로 기체 및 엔진 부문이 전체 생산액의 90%이상을 점유하는 것으로 나타난다. 나머지 부문의 비중은 매우 미미한 편으로, 전자부문이 1.1%, 보기부문이 6.2%, 소재부문이 0.1%를 각각 기록하고 있다 이는 우리나라의 항공기산업이 기체조립과 엔진부문 이외에는 매우 낙후되어 있음을 보여준다. 특히 전자제품이 우리나라 수출에서 주종상품이라는 점을 감안하면 항공전자부문의 부진은 우리나라 항공기산업의 성장이 얼마나 편향적인 것이었는가를 잘 보여주고 있다. 향후의 항공기산업 발전의 방향은 우리나라의 여러 가지 산업여건을 고려하여 전자부문과 같이 우리나라가 경쟁력을 갖고 있는 분야를 집중 육성한다든지 또는 소재부문과 같이 기술의 파급효과가 커서 전체 산업을 견인하는 효과가 큰 분야를 육성하는 것이어야 한다.

항공기 생산에 관련된 국내의 기술수준은 기계분야의 일부 조립 및 가공기술을 제외하고는 초보적인 수준을 보이고 있다. 우리나라 항공기산업의 분야별 기술수준을 선진국의 기술수준과 비교해 보면, 기체분야 조립을 포함한 전 분야의 조립기술은 선진국 대비 90%, 기체의 조립기술 이외에는 대부분의 분야에서 50%미만의 기술수준을 갖고 있다. 한마디로 우리나라의 항공기산업 생산기술은 매우 낮은 수준에 있다.

또한 시험평가기술과 설계기술은 기체분야를 제외한 나머지 분야에서 경험과 기술이 모두 부족하여 선진국 대비 30% 수준에 불과하다. 그리고 제작 가공기술에 있어서는 기체분야 80%, 엔진분야 40%, 항공전자분야와 보기분야 모두 30% 수준에 머물렀다. 소재분야는 몇 가지 괄목할 만한 기술개발 성과에도 불구하고, 선진국대비 10%수준으로 우리나라 항공기산업분야 중 기술수준이 가장 낮은 것으로 조사되었다.

우리나라의 항공기 및 부품산업은 군용항공기 조립 생산의 경험에 의해 축적된 조립부문을 제외한 대부분의 부문에서 기술수준이 극히 초보적인 단계에 있다고 할 수 있다. 이와 같은 결과를 놓고 볼 때 항공기산업 전 부문의 동시? 균형적 성장을 위해서는 가장 낙후된 소재분야에 중점적인 투자 지원이 있어야 할 것으로 판단된다.

2. 취약기술 분석

항공기 소재를 생산하는 기술은 앞에도 언급한 것과 같이 모든 산업에 기반이

되는 재료기술, 생산기술, 시험평가기술 들이기 때문에, 한 나라의 2차 산업의 기반기술의 정도라고도 할 수 있다. 이러한 관점에서, 우리나라의 생산기술은 역사적으로 조립기술과 모방기술을 바탕으로 산업이 발전되어 왔기 때문에 전반적으로 항공기 소재를 생산하기에는 전반적으로 많은 기술적 어려움을 지니고 있다. 따라서 항공우주 소재산업은 전반적인 소재생산기술을 발전시켜야 항공산업의 국산화가 도모되는 기반 기술 분야이다.

라. 주요 연구개발 프로젝트 현황

항공우주 소재를 실제 국내 항공기에 사용하고 있는 분량이 극히 한정적인데 반하여 연구개발은 상대적으로 활발한 국가지원 의지가 있어 왔다. 물론, 연구비나 연구과제의 규모는 비교적 작고, 단품 위주의 단기성 과제가 주로 지원되어 왔으나, 낙후된 항공소재 부분의 활성화를 위한 작은 토대가 되고 있다.

항공소재에 관련된 연구비는 주로 산자부에서 지원되는 항공우주기술개발사업(120억원, 2004년) 및 경상남도에서 지역특화사업으로 추진하는 항공과제(2억원 x 2년), 등이 주요 재원이다. 한국기계연구원이 총괄 수행한, 중기저점기술개발사업은 최근 2004년 7월부터 종료되었다. 최근에 지원된 연구과제의 목록을 기존의 항공과제에서 비교적 항공소재에 분류될 수 있는 과제만 <표 7>에 정리하였다.

IV. 항공우주 소재산업의 문제점 및 육성방안

가. 문제점

우리나라 항공우주 소재산업이 당면하고 있는 가장 중요한 사항은 전업도가 낮다는 것이다. 이는 소재산업의 수요가 절대적으로 영세한데 기인한다. 즉 수요가 부족하기 때문에 전문업체가 육성되고 생존하기가 어렵기 때문이다. 더욱이 항공재료산업에 관한 한 조립전문회사에서 재료부문을 자체 생산하는 체제를 가지고 있기 때문이기도 하다. 이들은 모두 국내 항공재료산업의 수요가 극히 제한적이라는 현실 때문이기도 하다. 이러한 문제는 국내 항공소재업체의 기술수준이 항공기의 안전성을 보장할 수 있을 만큼의 신뢰도가 낮고 (국내 조립기술 세계대비 80%, 소재기술 40%), 이에 따라 소요 필수기술조차도 확보하지 못하는 또 다른 상황을 유발하고 있다.

특히 항공소재기술은 세계적으로 높은 기술장벽이 존재하기 때문에 기술도입이나 자체개발이나 모두 높은 비용을 감수해야 하나, 국내 소재업체의 영세성에

< 표 7 > 국내 연구개발 과제수행 현황

(단위 : 억원)

구분	개발기간	개발비	개발내용		
항공기 부품 소재 사업	· KT-1X Brake System	02-05	20	· KT-1 장착 ABS DCU, HILS 시스템개발 · 수출용 증기 사이클 환경 제어시스템 설계및시험 · 설계/제조/공정 기술개발 · 레이돔설계/해석기술개발 · 비상발전기 설계/해석/시험개발 · 패널/PCB제작 및 측정기술개발 · KT-1X, F-16, B747-400등 · F-16/민항기용 · MD-95 Wing · Flight Control Unit · 고성능 동동복합제 작동기 개발 · 정밀 각속도 자이로 장치 개발	
	· KT-1X ECS System	02-05	12		
	T-50 탄소 브레이크디스크	03-05	10.37		
	T-50 항공기용 레이돔	05-07	39		
	T-50 항공기용 비상발전기	03-05	6.5		
	T-50 조종실용 패널(IPL)	03-04	10.39		
	군용 및 민간기 타이어 개발	91-98	24		
	헬기연료펌프	97-99	1.7		
	복합재 꼬리날개 설계 개발	92-95	5.3		
	항공기 복합재 구조물 설계/해석기술 개발	89-90	0.4		
	F-4, F-5 브레이크 디스크	87-90	3.6		
	중대형C-C 브레이크 디스크	91-02	150		
	복합재료 Aileron Control Tab	97-99	7		
	Mock up 일체성형 기술개발	96-97	1.2		
	고강도합금 주조부품개발	99-02	5		
	항공우주용 동동복합제 작동기개발	00-05	2.25		
	항공기용 초소형 각속도 자이로개발	01-04	1.95		
	항공우주	· 항공기엔진용 진공정밀주조품의	00-03		10.4
기술 개발 사업	표준화 기술개발	· 항공기 부품소재 품질인증 기술 지원 · 항공기용 Sr첨가 고기능성 알루미늄 압출부품 개발 · B737용 Transmission Housing 주물품 개발 · Gear Shaft의 2종(공군) · Cold Press method를 적용한 고밀도 carbon재 및 mechanical seal(공군) · Brake Disk(공군) · 비전도성 세라믹 레이돔 개발 · T-50/A-50 고동윤련기/경공격기 탄소 브레이크 디스크 개발 · KT-1 부품 국산화 (착륙장치제어기개발) · 항공기엔진 디스크 수명예측 및 평가기술개발	00-03	3.7	· 구조품의 작업 표준화 · 국내외 품질인증 획득 방안 제시 및 기술지원 · 압출 및 공정별 제조 기술 개발 · 고정밀 열처리 공정 제어 기술 및 시험 기술 개발 · 기어 부품 가공 및 표면 처리 개발, 평가 · Mechanical Seal 제조 및 성능시험 · 소결 마할 재료의 후처리 기술 개발 · 항공기 및 미사일의 전두부를 고속, 고온에 견딜 수 있는 세라믹 레이돔개발 · 항공기 탄소 브레이크 디스크 설계기술 및 제조공정 개발 · 수출용 KT-1 항공기 전가제어식 LCGU개발 · 항공기엔진 디스크 부품 수명예측 및 평가기술 개발
	· 항공기 부품소재 품질인증		01-04	10	
	· 항공기용 Sr첨가 고기능성 알루미늄 압출부품 개발		01-03	5.5	
	· B737용 Transmission Housing 주물품 개발		01-02	0.7	
	· Gear Shaft의 2종(공군)		01-02	1.2	
	· Cold Press method를 적용한 고밀도 carbon재 및 mechanical seal(공군)		01-03	2.8	
	· Brake Disk(공군)		02-05	11.8	
	· 비전도성 세라믹 레이돔 개발		02-05	10	
	· T-50/A-50 고동윤련기/경공격기 탄소 브레이크 디스크 개발		02-04	2.5	
	· KT-1 부품 국산화 (착륙장치제어기개발)		03-06	7	
항공우주용 소재부품개 발사업 (중기거점 사업)	· 고강도주조부품개발사업 · 고강도 구조용 정밀단조 부품개발사업 · 비행조종장치용 복합재 개발사업 · 복합재 외부연료탱크 개발사업 · 가스터빈부품의 후처리기술개발사업	99-04	100억 (현물 40억)	· Inlet frame 외 20여종 · 랜딩기어 단조품 10여종 · 비행조종장치/봉 및 랜딩기어 도어류 · 외부연료탱크	

< 그림 3 > 국내업체의 초기 투자비 및 개발비 구조

외국업체	인건비	시설비 (감가상각비)	개발비 (품질인증 포함)
국내업체	인건비	시설비 (초기 투자비)	개발비 (초기개발비 및 품질인증 포함)

정부지원 필요

비추어 정부의 적극적인 도움 없이는 해결하기가 어려운 실정이다. 즉 국내 부품·소재업체들은 시장 진입시에 과다한 투자비 때문에 외국사에 비해 가격경쟁력이 떨어지고 있다. 이러한 부담을 정부차원에서 보조해 줌으로써 업체들의 소재·부품 국산화 의욕을 적극적으로 자극해야 한다. 따라서 산업의 초기 단계에서는 필요한 대규모 투자와 국내수요의 지속적인 창출 및 유지를 위해서는 정부의 적극적인 산업정책만이 항공소재산업의 활성화를 도모할 수 있을 것이다

이와 같이 소재는 거의 전적으로 외국에 의존하고 있으며 국내에서는 주로 부품 성형공정을 중심으로 연구개발이 이루어지고 있다. 특히 소재의 설계데이터의 전무로 인해서 외국기업이 제공하는 소재에 의존할 수밖에 없는 기술종속 관계가 심화되고 있다. KT-1, T-50, KMH 등의 국산 항공기가 외국의 유사 기종과 경쟁하기 위해서는 부품소재의 국내 조달을 통한 가격 경쟁력 확보가 중요한 관건이 되고 있다.

나. 육성방안

항공우주 재료산업은 앞에서 언급한 것과 같이 기술적인 측면에서나 경제적인 측면에서나 항공기 조립산업과는 확연히 구별되는 중요한 특징을 가지고 있고, 그 파급효과도 다른 분야임을 관계자들이 공통으로 인식을 공유하는 것이 필요하다. 이를 통하여, 최근에 산자부에서 전략적으로 지원하고 있는 부품소재사업의 일환으로 규모의 경제 차원을 넘어서 필수 극복기술의 일환으로 인식하여 차별적인 지원이 필요하다. 아울러 산자부와 항공우주연구조합이 지원하는 항공과제 (12억원/2004년)에서도 시스템 분야보다는 소재부품의 연구개발에 보다 많은 지원이 필요하다. 최근 지역진흥사업 일환으로 경상남도에 지원되는 지역특화개발사업(항공우주부문)에서도 보다 많은 소재관련 과제의 지원이 필요하다.

전술한 바와 같이, 항공우주 소재부품의 내수를 기반으로 성장할 수 없는 한계를 가진 만큼 수출 중심의 개발 촉진정책이 필요하다. 글로벌 시장을 목표로 연구개발을 국가적 차원에서 지원하여 기본 역량을 확충하고 향후에 있을 국내 항

공기 개발에 이러한 역량을 활용하는 방안이다.

소재부품 조달이 어려운 노후 군용기의 유지보수품에 대한 규제 장벽(품질인증, 개발비 등)을 풀어서 국내 기업들이 적극적으로 개발 및 생산할 수 있도록 하는 제도 전환이 필요하다. 현재 추진되고 있는 국가 연구개발과제에서 노후 기종의 소재부품 개발이 성공한 사례가 있으며, 새로운 내수시장으로 부각되고 있다.

산업적인 독자성과 아울러 현실적으로 전문가 집단을 양성하여 항공소재산업을 선도할 수 있는 국가적인 기관의 육성이 필요한 시점이다. 항공우주연구소가 항공사업에 관한 국가적 연구기관임에도 항공기 제작과 관련된 소재에 관한 연구 집단이 결여되어 있고, 한국기계연구원의 재료기술연구소에서 항공소재의 연구개발과 공인시험과 같은 일부 이러한 기능을 수행하고 있으나, 국가 전반적으로 이러한 전문분야의 차별적 육성이 필요하다. 이를 위해서는 연구개발 자금의 지원이 반듯이 수반되어야 한다. 항공소재 연구개발에는 막대한 연구비가 소요되나 개발의 결과물인 제품에 관한 수요가 많지 않고, 인증이 완료된 제품만 사용되는 항공산업의 특성상 정부지원이 결여된 민간차원에서만의 연구개발을 기대하기에는 어려움이 있다.

항공소재 연구개발 분야의 특성상 고가의 생산장비와 특성평가 장비가 다량 소요되는 관계로 이러한 분야의 공동연구센터를 국가적으로 지원할 필요가 있다. 최근에 경상남도의 특화사업의 일환으로 항공사업을 선정하여 센터를 설립하려는 계획이 착수되었으나, 지원되는 예산의 규모로 볼때 아직 먼 감이 있다. 공인 시험평가 체제 역시 국가적인 지원 하에 공동연구센터를 추진함으로써 항공소재의 생산비용을 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

끝으로, 단품의 개발, 품질인증 및 생산중심의 공정기술은 몇 번의 경험과 시행착오로 안정화 단계에 접어들고 있으나, 소재분야의 기술은 전적으로 외국에 의존하고 있다. 신소재 개발은 말할 것도 없고, 소재 데이터베이스도 외국에 의존하고 있다. 궁극적으로 항공기 설계의 국산화를 달성하기 위해서는 소재의 데이터베이스 구축이 반드시 이루어져야 한다. 선진국에서는 우수한 신소재를 채택·실용화되고 있으나, 우리나라는 소재 데이터 부족으로 과거 90년대 초반의 재래식 소재를 사용하고 있는 실정이다. 따라서 항공기 기술 인프라 구축 차원에서 항공기 소재 데이터의 구축을 국책사업과 연계하여 추진하는 방안을 적극 모색할 단계에 이르렀다.

V. 결 론

본 고에서는 항공우주 소재기술의 중요성에서부터 국내외 시장 및 기술의 동

향과 전망을 바탕으로 국내 항공우주 소재산업육성방안을 모색해 보았다.

앞으로 T-50, KMH 사업을 비롯하여 국산 항공기 개발과 생산의 증가와 인공 위성 개발사업의 진행으로 항공우주 소재부품 수요가 크게 증가할 것으로 예상된다. 하지만, 국내 항공우주 개발은 국산 부품소재의 설계데이터 전무, 촉박한 부품 개발기간, 개발비 부담가중, 소량주문, 기술 신뢰성 부족 때문에 외국에서 소재부품을 수입하는 악순환이 되풀이될 가능성이 매우 높다.

산업자원부의 항공우주기술개발사업으로 부품소재에 대한 정부차원의 지원이 이루어고 있으나, 절대 연구비 규모가 적어 급진적인 국산화율 제고를 기대하기가 어려운 실정이다. 한 예로 국내 개발 항공기의 경우 연간 2,000억원 이상의 투자에도 불구하고 부품개발은 약 3%에 불과한 수준이다.

다행히도, 그 동안의 소재부품 개발 및 실패 경험을 통해서 외국 수입품과 대등한 수준의 제품을 생산할 수 있는 국산 성형 공정기술은 확립되었으며, 적은 숫자이지만 까다로운 품질인증 단계를 거쳐 성공적으로 항공기에 장착한 사례가 있다. 이러한 공정기술의 확립은 수 많은 소재부품개발에 적극 응용될 수 있어, 정부의 개발비 지원 및 시장여건이 개선된다면 경쟁력을 확보할 것으로 보인다. 또한 기업 스스로도 국내 수요에 한정하지 말고 수출 등을 통한 수요창출에 적극적으로 나선다면 미래의 우리나라 항공우주 소재기술은 더욱 밝을 것으로 예상된다.

부품 성형공정기술과 달리, 항공우주 소재합금 개발은 미래의 국산 항공기 개발에 대비하여 대학 및 연구소를 중심으로 장기적으로 선도 개발할 분야이다. 특히, 항공기 소재 데이터와 같은 인프라는 항공기 설계의 자립을 위해서 반드시 갖추어져 할 것으로 장기적인 정부 투자가 이루어져야 할 것이다.

끝으로 항공우주 소재부품 개발에 대한 정부의 강력한 의지가 무엇보다 필요하다. 항공우주 소재부품의 소량 다품종 특성상 규모의 경제를 기대하기 어렵고, 시장자율에 맡겨 놓아서는 산업저변 확대와 업체의 전문화 등을 기약할 수 없다. 정부는 항공우주 소재부품 개발에 대한 인식 제고와 개발비 확대에 기본적인 생산역량 배양에 노력해야 할 것이다.

[참고문헌]

1. 김학민(1994), “국내 항공기 재료산업의 현황과 기술개발 전략”, 『항공산업연구』, 제 30집, 세종대학교 항공산업연구소
2. 박병희(1998), “우리나라 항공재료산업의 현황과 육성방안”, 『항공산업연구』, 제 46집, 세종대학교 항공산업연구소
3. 정경진(2002), “항공기부품 기술개발현황과 추진전략”, 『항공산업연구』, 제 55집, 세종대학교 항공산업연구소
4. 안영수(1997), “한국 항공기 부품산업의 과제와 국산화를 통한 육성방안”, 『항공산업연구』, 제 45집, 세종대학교 항공산업연구소
5. 이용태(2003), “항공우주용 소재부품 개발사업”, 『기계와 재료』, 15권 1호, 한국기계연구원 2003.
—— (2001), “항공기부품소재산업에서 한국과 중국의 협력”, 『항공산업연구』, 제 55집, 세종대학교 항공산업연구소
—— (1995), “국내 항공기 공인시험의 현황과 발전방향”, 『항공산업연구』, 제 36집, 세종대학교 항공산업연구소
6. 이무영(2002), “우리나라 항공기부품산업의 현황과 육성방안”, 『항공산업연구』, 제 61집, 세종대학교 항공산업연구소
7. 한국항공우주산업진흥협회(2003), 『세계의 항공우주산업』
8. 한국기계연구원(1999), 『항공우주 부품용 신소재 기술개발 연구기획사업 최종 보고서』, 산업자원부
9. 항공우주연구원(2002), 『항공기부품 개발사업 추진전략수립』
10. 중소기업청·한국기계연구원(1998), 『항공우주 부품소재 산학연 실태조사 보고서』
11. Schaftrick, R, Sprague, R.(2004), “Gas Turbine Materials”, *Advanced Materials & Processes*, Vol. 162, No.3-5, 2004