

# 국내 항공기 부품산업의 구조적 특성과 발전방향

안 영 수 \*

## 〈 목 차 〉

- |                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| I. 국내 항공기 부품산업의 특성과<br>생산과정 분석 | II. 항공기 부품산업의 발전방향 |
| 가. 항공기 부품산업의 특성                | 가. 발전전망            |
| 나. 계약체결과 생산준비단계                | 나. 발전방향            |
| 다. 생산공정분석                      |                    |

## I. 국내 航空機 部品産業의 특성과 생산과정 분석

### 가. 항공기 부품산업의 특성

航空機部品産業은 여타 부품산업에서 볼 수 없는 몇 가지의 특성이 있다. 즉, ① 생산요소면에서는 첨단기술 집약성, 자본집약성, 숙련노동 집약성 ② 생산방식면에서는 다품종 소량생산, 장기계약에 의한 주문식 생산방식, 생산 준비기간의 장기성 ③ 시장구조면에서는 단일하청구조, 폐쇄적 시장구조에 의한 신규진입의 어려움 ④ 손익면에서는 투자회수기간의 장기성, 고부가가치성, 그리고 ⑤ 제품면에서는 높은 신뢰성을 요한다(〈표 1〉 참조).

이를 구체적으로 살펴보면, 먼저 생산요소면에서는 항공기부품 생산에는 최첨단기술과 제조업관련 기술이 종합적으로 활용되며, 막대한 설비투자가 필요할 뿐만 아니라 고도로 훈련된 숙련기능공이 필요하다.

둘째, 생산방식면에서는 완제품의 수요가 수십~수백대에 불과하므로 이에 소

\* 산업연구원 기계산업연구실 항공우주산업연구팀 책임연구원

〈표 1〉 항공기 부품산업의 특성

요 인	특 성	이 유
생산요소	- 첨단기술집약성 - 자본집약성 - 숙련노동집약성	- 고도의 최첨단기술 및 종합기술 활용 가공 - 대규모의 초기투자, 자본집약적 설비 - 고도의 숙련노동자 필요 생산방식
생산방식	- 다품종소량생산 - 높은 가공성 - 주문식 생산 - 장기계약 - 생산준비기간의 장기성	- 수요한계로 대규모 생산의 어려움 - 원자재의 가공도가 매우 높음 - 발주자와의 납품계약에 의한 주문식 생산 - 최소 3년에서 최대 20년까지 장기계약 - 공정설계의 어려움으로 장기간 소요
시장구조	- 단일하청구조 - 폐쇄적 시장구조	- 높은 투자비용으로 복수 하청구조 어려움 - 기존 거래선 위주의 하도급 구조
손익	- 투자회수기간의 장기성 - 고부가가치성	- 과도한 초기투자에 비해 소량생산으로 회수기간 장기화 - 단위제품당 가격이 매우 높음
제품	- 고도의 신뢰성	- 엄격한 품질로 높은 안전성 확보

자료: KIET 설문조사결과.

주: 이 자료는 현재 수출에 종사하고 있거나, 과거 수출경험이 있었던 국내 16개 기업을 대상으로 실시한 설문조사 내용중 회수된 14개 기업의 결과치임. 이하동일.

오되는 부품 역시 소요 완제기수에 비례하는 반면, 여객기 소요 부품수는 수십만개에서 100만개에 이르는 등 매우 많기 때문에 多品種 少量生産 방식에 의존할 수밖에 없다. 또한 동일제품의 생산기간이 수십년간 지속되므로 발주업체와 하청업체간 계약기간도 수년~수십년 정도로 장기화되며 주문에 의한 생산이 이루어지는 것이 특징이다.

세째, 시장구조면에서는 항공기 가격경쟁력과 적정 품질수준을 보장받기 위하여 단일부품에 대해서는 대부분 단일하청업체를 선정하고 있으며, 이러한 이유 때문에 발주업체와 납품업체간에 폐쇄적인 시장구조가 형성되고 있다. 최근들어 완제기 생산업체들이 가격경쟁력을 유지하기 위하여 하청업체 선정시 경쟁을 유도하는 경향이 높아지고 있으나 아직도 상당히 폐쇄적인 관계가 지속되고 있다.

네째, 손익면에서는 대규모 초기투자에 비해 생산수량이 소량이어서 投資回收期間이 상당히 긴 반면, 여타 제품에 비해 부가가치는 매우 높다.

마지막으로, 제품면에서는 항공기가 대량 여객수송을 담당하는 초고속 운송수단이면서도 지상을 떠나 공간을 이동하기 때문에 고도의 안전성이 요구된다. 따

라서 공간이동시 발생할 수 있는 사고에 대한 사전예방 및 정비를 위해서는 이에 사용되는 항공기부품도 고도의 신뢰성과 안전성이 요구될 수밖에 없다.

### 나. 계약체결과 생산준비단계

국내 항공기산업의 생산은 그 용도별로 볼 때 국내 군수물량으로 조달되는 내수용 조립물량과, 미군의 차정부용 물량, 군용기 적도입에 따른 부분품 折衷交易物量(Off-Set), 그리고 민항기 국제하청에 의한 부분품 수출용으로 나눌 수 있다.

이중에서 항공기 부품의 생산과정은 전반적으로 여타제품과 비슷한 경로인 계약체결→원자재 조달→생산→납품→사후서비스의 과정을 거치나, 항공기 부품산업의 특징 때문에 실제로는 이 사업진행과정에서 타산업에서는 볼 수 없는 매우 복잡하고 엄격한 특성이 나타나고 있다. 그러나 현재 국내에서 생산중인 내수용의 군항공기 및 수출용 차정부, 군용기 읍셋을 비롯한 군수물량 등은 단일수요자라는 수요면의 특성과, 민항기사업에 비해 상대적으로 낮은 안전성 요구로 인해 민항기에 비해 생산절차가 상대적으로 복잡하지 않고 품질인증을 비롯한 요구조건도 덜 까다롭다(〈표 2〉 참조). 반면, 民航機는 軍用機에 비해 상

〈표 2〉 용도별 분류에 의한 항공기부품 생산의 상대적 용이성

단위: 업체수, %

구 분	비 중	이 유
민항기가 어려움	6(50.0)	- 많은 인명과 관계있으므로 높은 안전성 필요 - 설계 항공기수명시간이 장기간 - 품질인증기관의 엄격한 통제 - 장거리 비행 - 자유 시장경쟁체제에 맞는 높은 신뢰도 유지 필요
군용기가 어려움	1(8.3)	- 품질보증 규격서의 채용 까다로움
군용기·민항기 동일	4(33.3)	- 민항기와 품질보증체계 유사 - 생산요구조건면에서 민항기와 유사
모르겠다	1(8.3)	
합 계	12(100.0)	

자료: KIET 설문조사결과.

주: 14개 설문업체중 개별업체들의 생산품목 상이, 신규진입 등에 의한 어려움으로 조사에 응할 수 없는 항목은 제외하고 그 결과를 도출하였음. 즉, 위의 결과는 회수된 설문서는 14개이나 위의 항목에 응답한 업체수가 12개임. 이하동일.

당히 긴 운항시간, 장기간 성능유지가 가능하도록 설계된 제품특성, 군용기는 성능위주로 개발하는 데 비해 민항기는 안전성 위주로 개발하는 차이점 등이 민항기 생산과정의 엄격성을 더욱 높게 요구하는 요인으로 작용하고 있다. 현재 국내 기술수준이 전반적으로 열악하여 내수용 군용기사업의 대부분은 라이선스에 의한 기술도입 생산에 치중하고 있기 때문에 제품하자에 대한 책임도 외국기업이 부담하고 있고, 수요자도 국내 정부이므로 생산절차가 상대적으로 용이하다고 볼 수 있다. 실제로 <표 2>에서 보는 바와 같이 설문조사 대상업체의 50%가 군용기에 비해 민항기의 생산과정이 어렵다고 대답하고 있다.

그러나 군용기도 라이선스 생산이 아닌 자체 생산할 경우 이와 같은 개념은 다소 달라질 수 있다. 즉, 민항기, 군용기 모두 정해진 규격과 절차에 의해서 생산이 이루어지며 그 요구조건을 만족시켜야만 제품으로 인정받을 수 있기 때문에 생산과정의 엄격성 면에서는 어느 분야가 까다롭다고 할 수 없다는 것이다. 이는 설문조사업체의 33.3%가 항공기 부품생산에 있어서 군용기와 민항기 중 어느 부문이 더 어렵다고 하기가 힘들다고 대답하고 있는 데서도 잘 알 수 있다.

전반적으로 볼 때 항공기 부품은 매우 복잡하고 까다로운 과정을 거쳐 생산되며, 특히 생산과정에서의 엄밀한 品質認證體系(Quality Assurance System)는 다른 산업에서 볼 수 없는 독특한 시스템이라 할 수 있다. 항공기 부품의 생산에 있어 이와 같이 엄밀한 품질보증체계가 요구되는 이유는 이미 항공기 부품산업의 특성에서 언급한 바와 같이 타산업에서는 요구하지 않는 제품에 대한 고도의 신뢰성과 안전성 때문이다. 그 이유 때문에 항공기부품은 생산이전단계인 원자재 조달에서부터 생산시스템의 확립, 생산, 사후서비스에 이르기까지 완벽한 체계를 갖추어야만 하는 것이다.

특히 현재 국내에서 국제하청에 의해 생산하고 있는 민항기 부품의 경우 외국 발주업체가 요구하는 품질요건을 만족시키기 위해서는 발주기업으로부터 관련 생산설비와 인력수준, 기술수준에 대해 엄격한 사전심사를 받게 되며, 특히 하청업체의 생산시설·장비 보유유무와 가동능력은 발주업체가 판단하는 기준의 핵심이라 할 수 있다.

항공기의 구성품은 크게 기체 구조물, 補機類, 엔진으로 나눌 수 있다. 현재 국내업체들이 국제하청에 주력하고 있는 부문은 기체 구조물과 엔진부분품이며 이 중에서 대부분은 기체부분품이고 보기류의 수출은 전무한 실정이다. 보기류의 국제하청이 원활하지 못한 근본적인 원인은 기체 구조물에 비해 부가가치가 높

고, 고난도의 기술이 요구될 뿐만 아니라 높은 整備性이 필요하기 때문이다. 또한 보기류는 향후에도 계속 量産으로 공급되어야 하기 때문에 대부분의 국가 및 기업에서는 자국 부품업체 위주의 독과점적 하청구조를 형성하고 있으며 해외 발주는 불가피한 경우를 제외하고는 거의 일어나지 않고 있다. 이에 비해 기체구조물은 상대적으로 낮은 부가가치·기술수준, 높은 노동집약성, 가공위주의 생산 등의 요인으로 인해 우리와 같은 후발국의 접근이 비교적 용이한 분야이다. 뿐만 아니라 기술위주의 비가격경쟁력 요인보다는 임금비에 의한 가격경쟁력 요인이 상대적으로 강하게 작용하기 때문에 전세계적으로 수직적 분업에 의한 국제하청 생산이 상당히 활발하다. 다른 한편으로는 과거 우리 정부의 정책유도가 기체부분에 집중된 반면, 보기류는 상대적으로 낮은 결과 관련업체들의 참여폭이 제한되고 있는 것도 보기류 생산부진의 간과할 수 없는 요인이다.

## 1. 계약체결

### 가) 입찰서류 제출

항공기부분품의 일반적인 계약체결 과정은 발주자측의 소요물량 제기 → 입찰 → 1차 서류심사 → 2차 서류심사 → 납품업체 결정 → 계약체결의 순서이다. 소요물량 발생원인은 발주기업의 신규 개발사업 추진과, 기생산품에 대한 하청업체 변경 등 크게 두 가지로 볼 수 있다. 신규개발사업은 새로운 항공기 개발사업, 또는 기존항공기의 패밀리(Family) 생산계획에 따라 발생하는 것이며, 기생산품에 대한 업체변경은 주로 다음과 같은 요인에 의해 발생한다. 즉, ① 당초 계약물량은 종료되었으나 해당 기종에 대한 예상수요보다 많은 수요가 발생하여 추가생산이 필요한 경우 ② 해당부분품의 기술발전으로 새로운 생산방식이 필요한 경우 ③ 기존 생산업체의 도산 또는 생산중단으로 다른 하청업체를 선택할 수밖에 없는 경우 등이다.

서류 심사시에는 납기, 품질, 가격, 생산능력 등이 종합적으로 검토되어 1차적으로 3~4개 대상업체를 분류한 이후, 이들 대상업체들과 가격조건을 중심으로 협상에 임하게 되고, 이 결과 가장 훌륭한 조건을 제시하는 업체와 계약을 체결한다. 입찰시 업체들이 제출하는 서류는 <표 3>과 같다.

<표 3>에서 보는 바와 같이 ①항 ②항 ③항은 일반적인 부품가공 납품을 위한 입찰시에 반드시 구비해야 하는 서류이나 ④항은 자체 설계제작시에 필요한 서류이다. 따라서 현재 국내업체들이 행하고 있는 하청계약의 대부분은 부분품의

〈표 3〉 입찰시 제출서류

제출서류	내용
① Commercial Proposal	가격, 기간, 물량, 결제통화, 납기, 자금조달 등 계약시 일반적인 필요사항
② Management Proposal	생산, 경영, 생산지원, 투자 등 경영전반의 관리에 대한 사항
③ Technical Proposal	품질관리, 공정설계방법, 치공구제작 및 설치 등 생산 및 이와 관련한 기술적인 사항
④ Product Support	생산 종료후의 후속 정비물량 발생에 대비한 조치, 즉, 향후 추가생산에 대비한 공정, 시설, 장비의 존속 등에 대한 사항

자료 : KIET 설문조사결과.

가공·납품수준에 그치고 있으므로 ①~③항의 서류가 대부분이라 할 수 있다. 그러나 향후 국내업체들의 기술수준이 높아져 일부부분품의 자체설계능력을 확보할 경우 ④항의 서류까지 필요할 것으로 보인다. 실제로 대한항공의 경우 미국 MD사로부터 수주한 MD-11 대형여객기 날개 스포일러를 자체제작으로 납품하여 이러한 서류를 제출한 사례가 있다.

#### 나) 情報先占의 중요성

발주자측의 항공기 부분품에 대한 소요물량 발생에서부터 계약체결이 이루어지기까지 수주업체는 사업물량에 대한 정보취득에 상당한 노력을 기울여야 한다. 항공기 구조물은 가격경쟁력 요인이 강하여 국제하청이 비교적 활발히 이루어지고 있는 분야이기는 하나, 그 계약형태와 과정에 있어서는 다른 업종에 비해 상당히 폐쇄적인 시장구조를 형성하고 있다. 그 이유는 이미 언급한 바와 같이 항공기산업이 요구하는 고도의 신뢰성 때문에 순수한 가격경쟁보다는 기술적인 측면이 우선시되기 때문이다. 따라서 물량 배분시에는 자사와 과거에 지속적인 거래 관계를 유지하던 하청업체들에 대해 우선적으로 배려하고 있다.

이러한 비공식적 관행이 보편화되어 있는 구조를 볼 때 수주받고자 하는 업체의 신규사업에 대한 사전 정보취득은 사업의 우선권을 확보하는 데 상당히 유리한 요인으로 작용할 수 있다. 즉, 일반적으로 발주업체가 특정부문에 대해 우선적으로 고려하는 하청업체수는 전세계적으로 1~2개업체에 불과하므로, 신규사업에 대한 사전정보를 취득하여 입찰에 응하고자하는 업체는 경쟁자의 축소에

따라 가격을 비롯한 제반 구비조건에서 다른 하청업체와의 경쟁에서 비교우위를 누릴 수 있는 가능성이 높아지게 된다.

현재 수출에 참여하고 있는 국내업체를 중심으로 한 설문조사 결과에 의하면 하청 참여업체들의 일반적인 입찰경로는 ① 자사의 적극적인 입찰관련 정보취득 노력 ② 發注企業의 제의 ③ 일반적인 공개입찰 ④ 여타기업의 권유, 공동참여 제의의 순서로 나타나고 있다. 이중 전체의 70%가 자사의 적극적인 입찰정보 취득 노력에 의해서 사업이 이루어진다고 대답하여 적극적인 정보취득의 중요성을 충분히 엿볼 수 있다(〈표 4〉 참조). 또한 ①을 응답한 이들 7개업체중에서 기존 거래업체 또는 관련업체와의 지속적인 유대관계를 통해 정보를 취득한다고 응답한 업체가 6개로 나타나 상당히 폐쇄적인 경로를 통하여 하청관계가 형성되고 있음을 보여주고 있다.

〈표 4〉 하청업체들의 입찰경로

단위: 업체수

순위	자사의 적극적인 입찰관련 정보 취득 노력	발주기업의 제의	일반적인 공개입찰	여타협력기업의 권유, 공동협력 제의	기타	계
1	7	1	—	3	1	12
2	—	8	1	—	—	9
3	2	—	3	2	—	7
4	—	—	2	4	—	6
5	—	—	—	—	2	2

자료: KIBT 설문조사 결과  
 주: 복수응답 포함

다) 하청업체 선정요건

기체 구조물에 있어서 발주업체가 하청업체를 선택하는 가장 중요한 요소는 품질, 가격, 납기, 생산능력이다. 품질에 대한 신뢰성은 항공기산업이 추구하는 최우선의 목표로서, 발주업체는 높은 품질수준을 보장받기 위한 판단지표로서 주로 과거에 자사에 대한 납품실적과, 현재 하청업체의 품질관리에 대한 능력 및 생산, 관리와 관련한 인력수준 등을 중요하게 보고 있다. 납품실적이 없을 경우는 해당 부분품 생산에 필요한 대상업체의 품질관리 시스템이 발주업체의 요구수준을 만족시킬 수 있는지의 여부가 매우 중요한 판단요인이다. 특히 각 공정별 품질관리 시스템은 필요한 생산설비의 확보유무에 따라 결정되며 수주업

체는 각 공정별로 발주업체로부터 해당 시스템에 대해 認證(Certification)을 획득해야만 생산이 가능하다. 설문조사 결과에 의하면 발주업체의 하청업체 선정 우선순위는 품질이 가장 우선이고, 납기와 투자능력을 포함한 생산능력은 두 번째, 가격은 세번째 우선 고려요소로 나타나고 있다(〈표 5〉 참조). 실제로 전체 응답업체의 76.9%가 품질이 발주업체의 최우선 고려요소라고 대답하였다.

〈표 5〉 발주업체의 하청업체 선정시 고려요소

단위: 업체수

순위	가 격	납 기	품 질	생산능력	기 타	계
1	3		10			13
2	3	4	1	4		12
3	5	4	1	1		11
4	1	4		7		12
5					2	2

자료: KIET 설문조사 결과

주: 복수응답 포함

納期는 완제기의 생산이 주문에 의해 이루어지고, 생산자는 수요자와의 체결된 계약에 의해 반드시 인도기간을 지켜야하기 때문에 하청업체들도 발주업체가 요구하는 인도기일내에 제품을 납품해야 한다. 항공기산업은 수십만개의 부품을 조합함으로써 완제품에 이르게 된다. 따라서 완제기 생산업체는 수많은 하청업체들을 거느리고 있어야 하며 이들 하청업체의 적기납품은 완제기 적기 생산 및 인도의 필수 전제조건이다. 즉, 수많은 하청업체들 중에서 1개업체가 약속한 부분품의 납품기일을 지키지 못했을 경우, 결국에는 그것이 완제품 생산 및 인도에도 직접적인 영향을 미치게 되므로 납기부분도 하청업체의 선정기준에 상당히 중요한 요인으로 작용한다. 〈표 5〉에서 보는 바와 같이 응답자 전체의 30%는 납기의 중요성을 인정하고 있다.

생산능력은 발주요자하는 물량에 대해 부품업체가 이를 생산할 수 있는 시설과 장비 등이 구비되어 있는지에 대한 판단이다. 항공기 부분품을 생산하기 위해서는 타산업에서 볼 수 없는 특수시설과 고정밀도의 장비를 구비하여야 한다. 중요한 항공기부분품 가공장비로는 초대형 5축가공기, 전용 공작기계, 복합소재 절단기 등이 있으며, 특수장비로는 특수원자재를 일정한도로 유지시키기 위한 대형 냉장고, 복합소재 등을 고온·고압상태에서 가열하는 오토 클레이브(Auto

(Clave), 고도의 정밀도를 요구하는 각종 시험기기, 그리고 비파괴 검사장비 등을 들 수 있다. 특수시설로는 열처리시설, 표면처리 시설, 복합소재 본딩을 위한 특수 공정시설 등이 있다.

뿐만 아니라 이 장비들이 대부분 고가이기 때문에 해당기업의 투자여지와 능력도 발주기업에서 볼 때 중요한 판단기준이 될 수 있다. 이와 같은 사실은 <표 5>에서 보는 바와 같이 응답업체의 30%가 하청업체의 생산능력이 발주업체의 중요한 판단요인이라고 대답하고 있는 것에서도 잘 알 수 있다.

가격의 경우, 부품품 가격은 완제기의 국제경쟁력에 미치는 영향이 크기 때문에 항공기산업이 여타산업에 비해 국제하청구조가 발달한 직접적인 요인이 되었다. 즉, 부품품가격이 경쟁력에 상당한 영향을 미치기 때문에 전통적으로 임금비가 높은 미국, 유럽업체들은 임금비가 비교적 저렴한 한국, 대만을 비롯한 아시아 개도국들에 대해 하청을 활발하게 추진하고 있는 것이다. 따라서 수주업체는 발주업체가 요구하는 품질수준에 적절한 수준의 제품을 합리적인 비용에 의해 생산하여 납품가능한지의 여부가 상당히 중요하다.

#### 라) 하청업체의 계약전 고려사항

한편 하청업체가 발주업체와의 거래시 고려해야 할 중요한 사항으로는 가격, 기술이전, 부가가치성, 제품의 난이도, 수주물량과 보험을 비롯한 여타의 계약조건에 대한 것이다. 발주업체와 하청업체간의 우선적인 고려사항은 이미 위에서 본 바와 같으나 그 대부분은 발주업체측에서 일방적으로 요구하고 판단할 수 있는 부분이다. 그러나 가격의 경우는 하청업체가 발주업체에 대하여 어느 정도의 교섭력을 가지는 부분이며, 가격이 실질적으로 기업의 손익에 직접적인 영향을 미치기 때문에 하청업체의 입장에서는 가격협상이 가장 중요한 요소라고 볼 수 있다. 하청업체는 가격협상에 임할 때 납품기간과 자사의 시설·장비·인력의 능력, 기타 자재조달을 비롯한 지원 능력 등을 종합적으로 고려하여야 하나, 보다 중요한 사항은 경제여건 변화에 따른 변동사항을 충분히 예상하여 가격에 전가시켜야 한다는 점이다. 일반적으로 항공기부품의 계약은 각 개별 부품품 단위로 이루어지며 각각의 개별부품은 발주기업이 생산하고자하는 특정기종(예: B-767-200)의 총예상 판매대수(확정 수주를 포함한 장기예상 판매대수) 기준으로 계약되기 때문에 대부분 장기성을 띠게 된다. 항공기 1개제품의 생산대수는 일반적으로 300~500대이며 그 생산기간도 최소 5년에서 수십년에 이르기

까지 다양하다. 따라서 부품생산도 이러한 생산대수에 따라서 결정된다.

특히 하청계약상의 어려운 점은 年度基準이 아닌 臺數基準으로 계약이 체결되기 때문에 세계 항공기시장의 시황변동에 따라 계약 당시의 예상기간보다도 단축, 또는 연장 생산해야 하는 경우가 상당히 많이 발생하고 있다는 점이다. 따라서 하청업체의 입장에서 볼 때 예상기간에 비해 사업종료가 앞당겨지는 기간은 1~2년에 불과한 데 비해, 연장되는 기간은 5~8년까지 이르는 경우도 있어 매우 불리한 처지에 놓일 가능성이 높다. 그러므로 하청업체는 예상 계약기간 동안의 물가인상, 임금인상, 원자재 인상을 비롯한 경기변동요인과, 장기간 환율변동에 대한 예상 등을 충분히 감안하여 계약을 체결해야 한다.

또한 발주업체의 技術移轉 노력과 제품의 부가가치의 정도여부도 하청업체가 계약전에 고려해야 할 중요한 요소이다. 항공기 부품산업은 그 특성에서 나타나는 바와 같이 투자위험이 상당히 높기 때문에 이에 대한 하청기업의 간접적인 이익확보 측면에서 기술이전 및 부가가치의 정도는 계약전에 반드시 고려할 필요가 있다.

여타의 조건으로는 발주업체가 하청업체에 대한 품질 하자책임 보상에 대한 방안의 하나로 해당제품에 대해 일정한 품질보증기간(일반적으로 3년) 동안의 보험가입을 요구하는 경우가 있다.

## 2. 생산준비

일반적으로 계약에서 초도품을 납품하기까지는 단순가공품의 경우 약 11~12개월이 소요되나 약간 복잡한 부분품의 경우는 18~24개월이 소요된다. 납품과정은 크게 계약체결→원자재 발주 및 계약→공정설계→치공구 설계→라인설치→원자재 수입→가공→검사→납품의 순서이다.

항공기 부품생산과정에서 나타나는 가장 큰 특징은 다른 산업에 비해 생산을 위한 준비기간이 장기간이라는 점이다. 위에서 본 흐름도 중에서 생산준비단계로 볼 수 있는 부분은 생산을 위한 원자재 발주에서부터 수입까지로 볼 수 있는데 이 과정의 소요기간은 전체공정의 약 70% 이상이다. 그러나 위에서 본 생산과정이 반드시 지켜지는 것은 아니다.

### 가) 원자재 조달

설문조사 결과에 의하면 항공기 부품가공을 위한 資材調達 期間은 납품계약

체결부터 원자재 발주, 구매까지는 대략 5~7개월이 소요되는 것으로 나타나고 있다. 그러나 품목에 따라 최저 2개월에서 최고 18개월의 장기간에 이르는 제품도 있다. 일반적인 경우를 볼 때 계약체결후 원자재의 소요물량 산정에서 발주까지의 기간은 사업규모에 따라 틀리나 대략 1~2개월이 소요되며, 발주후 원자재업체의 생산기간은 약 4~5개월, 원자재의 생산완료시점부터 수입되는 기간은 1.5~2개월이 소요된다.

원자재 발주를 위해서는 부품생산에 투입되는 정확한 소요물량의 산정이 필수적이다. 그 이유는 소요물량 산정이 잘못되었을 경우 막대한 시간·비용의 낭비가 초래될 뿐만 아니라 심지어는 납기불이행에 따른 발주업체측으로부터 클레임을 당하는 등의 결과를 낳을 수 있기 때문이다. 따라서 이의 정확한 산정을 위한 생산·공정설계 관련부서들의 긴밀한 협조가 수반된다. 현재 항공기부품 총 제조비용 중에서 원자재가 차지하는 비중이 상당히 높아 자금운용면에서 볼 때 원자재에 대한 예상 소요물량 산출은 중요한 의미를 갖고 있다. 설문조사결과에 의하면 원자재비중은 부문에 따라 차이가 있으나 대략 30~40%를 차지하고 있다(〈표 6〉 참조). 그러나 소재부문은 원자재비중이 10~52%로 그 폭이 매우 크게 나타나고 있어 소재부문의 원자재 비중은 여타부문에 비해 높다는 일반적인 사실과는 상당히 다른 결과를 보이고 있다. 이와 같이 원자재 비중이 낮은 이유는 설문조사에 응한 업체들이 최근에 항공기부품 사업을 개시하였기 때문에 부품가공도가 낮고, 제품불량율도 높아 원자재 비중이 높게 나타나는 반면, 초기단계에서 品質認證費用이 제조원가에서 차지하는 비중이 대부분이기 때문이다. 실제로 어떤 기업의 경우 원자재비용은 10%에 불과한 반면, 품질인증비용은 70%로 대단히 높게 나타나고 있다. 그러나 품질인증비는 공정설치와 혼합적으로 계상되는 경우가 많아 이를 엄격히 구분한다는 것은 현실적으로 어려움이 많다는 점을 염두에 둘 필요가 있다.

원자재 발주시의 또다른 고려요인은 생산품 자체가 多品種 小量生産體制로 이루어져 있고, 원자재 가격이 매우 높다는 점을 인식하여 원자재 구매시에는 재고물량 최소화와 자사의 제품불량율 정도 등을 충분히 감안해야 한다는 점이다. 만약 원자재 수요예측에 오류가 발생하여 과도한 원자재 재고를 부담했을 경우 원자재 구매비, 창고보관비를 비롯한 과다비용이 발생하게 될 수도 있다.

부품생산업체는 소요예측 오류와 불량율 과다발생에 따른 원자재의 과다 소요 등으로 인해 원자재 부족이 발생한 경우에는 이의 추가구입을 위해서 원자재 공

〈표 6〉 총제조비용중 원자재 비중

단위: %

분 야	원 자 재 비	인 건 비	공정설치비	기타*
기 체	30~43	28~36	13~34	0~15
보 기	40	50	5	5
소 재	10~52	10~50	4~28	1~70
엔 진	32~50	15~28	15~33	6~30

자료: KIET 설문조사결과

주: \* 품질인증 포함.

기체 4, 보기 1, 소재 3, 엔진 2개업체 기준.

급업체와 재주문을 체결해야 하는 번거로움이 생길 수 있다. 뿐만 아니라 원자재 발주에서 구매까지 장기간이 소요되기 때문에 완제품의 適期納入에도 직접적인 영향을 미칠 수도 있다. 이 결과는 발주업체와의 계약사항에 악영향을 미치게 되고 이러한 인도기일 지연은 여타사업에 대한 계약에도 영향을 미칠 수 있는 요인으로 작용할 수도 있다. 또한 다품종 소량생산의 항공기부품생산 특성은 원자재 공급자에게도 큰 영향을 미치게 되어 수요자와 공급자 상호간의 거래관계를 변화시키는 요인으로 작용할 수 있다. 원자재 생산자측에서는 자사의 최소가동을 유지와 이윤 극대화를 위해 최소 가동물량 단위로 원자재를 생산하게 된다. 이에 따라 원자재 생산자는 발주자에 대해서도 최소물량 단위로 발주할 것을 요구(Minimum Order)하는 경우가 많다. 이 경우 구매자는 불리한 입장에 설 수밖에 없어 불필요한 원자재를 과다구입해야 하는 악순환을 반복하게 되는 것이다.

이와 같은 원자재 생산자와 수요자간에 형성되어 있는 판매자 위주의 시장(Seller's Market) 구조는 기본적으로 원자재 생산업체들의 과점시장체제에서 기인한 바가 크다. 과점체제로 이루어진 근본원인은 항공기 생산업자가 항공기 완제품의 신뢰성 제고와 안전성을 확보하고 품질보증을 보다 확고하게 하기 위한 방안으로 생산업체들이 원자재 생산업체에 대하여 요구하는 일정수준의 생산시설 및 장비·인력·품질인증 시스템·기술을 갖춘 업체에 대해 인증(Certification) 해주는 항공기산업의 특성 때문이다. 따라서 이의 인증을 받은 원자재 생산업체만이 해당품목에 대한 생산권과 공급권을 가질 수 있다.

이같은 국내업체들의 원자재 구매기간 장기화와 재고부담 가중의 가장 큰 원인은 항공기 완제품 생산업체들이 요구하는 품질인증 시스템에 의한 것으로 볼

수 있다. 따라서 구매기간 장기화방지와 판매자 위주의 시장구조를 탈피하기 위해서는 국내 생산업체에 의한 원자재 조달이 이루어져야 하는 것이 필수적이다. 그러나 현실적으로 국내 항공기 관련 원자재 생산업체는 1994년 11월말 현재 6개업체에 불과할 정도로 극소수이고, 그것도 일부품목에 한해서 외국 생산업체로부터 인증을 획득하여 생산하고 있어 원자재 수입의 악순환이 반복되고 있다.

원자재 발주에서 부품이 도입되는 데 장기간이 소요되는 또 다른 요인은 원자재 시장의 상황변화에 따라 원자재 생산업체 스스로의 노력에 의한 적극적, 공격적 마케팅에 의해 생산이 이루어지는 것이 아니라, 수요자의 주문에 따라서 생산에 착수되는 수동적 마케팅에 의해 이루어지기 때문이다. 이와 같이 원자재 생산업체들이 수동적 마케팅방식에 의존할 수밖에 없는 이유는 원자재의 수요가 항공기에 국한되어 있을 뿐만 아니라, 이미 언급한 바와 같이 다품종에 따른 다양한 종류의 원자재가 요구되는 데 비해, 필요한 수량은 소량이기 때문에 해당 원자재의 생산에 있어서 規模의 經濟를 확립하기가 어렵다는 데 있다.

#### 나) 공정설계

제품생산을 위한 공정설계 과정에서 포함되는 사항들은 일반적으로 설계도면 파악, 부품가공 체계, 조립체계, 관련 시설 장비 구매 및 배치, 생산에 필요한 전용 치공구 설계·구매, 인력훈련 등이다. 공정설계시 생산과 관련한 엔지니어들의 설계도면 파악과 이의 현장 응용능력, 기존 장비의 활용능력, 부품가공체계의 효율적 구축, 어셈블리 라인에 대한 정밀체계 분석과 적용, 전용치공구 설계에 따른 정밀도 검증, 불량률 감소와 생산 효율성 증대를 위한 인력 훈련, 유경험인력의 적재적소 배치 등은 제품의 질과 납기 등에 큰 영향을 미칠 수 있는 요인으로 작용하기 때문에 상당히 중요하다고 볼 수 있다.

공정설계 과정은 생산품의 난이도와 수요자가 요구하는 공정수 및 공정자체의 난이도에 따라 상당한 차이가 발생하는데 복잡한 공정을 요하지 않는 단품의 경우는 공정설계에서 조립라인 설치까지의 준비기간이 약 7~8개월에 그치나, 보다 복잡한 경우인 부품들의 조립형태인 어셈블리로 납품해야 할 경우는 약 15~18개월로 비교적 장기화된다.

준비기간 장기화의 가장 큰 원인은 수많은 품목을 동시에 생산해야 하는 생산 측면의 특성과, 전제조업에서 사용되는 모든 기술을 종합적으로 활용해야 하는

기술특성 때문이다. 따라서 엔지니어의 설계도면 파악능력과 관련 장비구입 및 설치 등 생산과 관련한 전반적인 준비과정이 충분히 검토되어야 한다. 그러나 소량의 부품 생산에 머물러 있는 국내업체의 현실에서 볼 때 생산관련 엔지니어의 절대 보유인력 규모도 한계가 있을 수밖에 없다. 따라서 이러한 소규모 인력으로 완제품업체가 요구하는 다양한 종류의 부품품을 생산하고 이를 지원하기 위해서는 기술지원 등 설계를 위해 많은 시간이 소요된다. 항공기는 부문별, 공정별로 수많은 전문 엔지니어를 필요로 하나(대형여객기의 경우 1개 개발사업당(예: MD-11) 약 3,000~5,000명), 다품종 소량생산체제에 의존하고 있는 국내 부품업체들의 현재 여건으로 볼 때 각 분야별 전문 기술인력을 모두 확보하고 있기에는 경영상의 비효율성이 작용할 수밖에 없다. 이 때문에 국내에서 규모가 가장 크다고 볼 수 있는 항공 3사 각각의 기술개발 관련 보유인력 수준도 약 80~150명에 불과한 실정이며 이 결과가 기간장기화로 나타나는 것이다. 또 다른 이유로는 국내 부품업체들이 세계시장에 진입한지 6~8년에 불과하기 때문에 이 업체들이 수십만개의 부품으로 완성되는 부품품의 전 공정에 대한 전반적인 숙지능력을 확보하기에는 아직도 어려움이 많은 것도 무시할 수 없는 요인으로 작용하고 있다.

또한 장비의 경우 주문식 생산에 의존하기 때문에 장비의 구매발주에서부터 입고까지는 기본적으로 상당한 기간이 소요될 뿐만 아니라, 대부분의 장비가 수입품이므로 구매기간이 더욱 장기화 될 수밖에 없다. 대부분의 항공기부품의 설계는 컴퓨터에 의한 CAD/CAM이나 항공기 설계전용 프로그램인 카티아(CATIA)로 이루어지나, 발주업체로부터 입수되는 설계도면은 서류형태인 것이 대부분이므로 이를 인지하고 다시 컴퓨터를 통해 활용하기까지의 준비기간도 필요하다.

한편, 부품생산 공정과정에서도 발주업체가 특수공정과 이에 대한 試片(본 생산이 이루어지기 이전의 시험생산)을 요구할 경우가 있다.

## 다. 생산공정분석

항공기부품의 생산공정은 크게 부품가공 공정과 조립공정으로 나눌 수 있다. 부품가공 공정은 원자재형태의 개별부품들을 일정한 순서와 절차에 의해 생산하는 과정이며, 조립공정은 가공부품들이 일정한 기능을 하도록 조립하는 공정이다.

## 1. 부품가공공정

부품공정은 용도에 따라 크게 기계가공, 성형, 튜브가공, 鎔接, 복합소재 본딩, 기타공정으로 구분할 수 있다(〈표 7〉 참조). 기계가공에는 NC공작기계만 가지고 가공하는 방식과, 밀링이나 선반가공 등을 통한 범용가공과 열처리를 혼합한 가공방식이 있다. 성형에는 원자재를 각종 성형장비를 동원하여 형상을 바꾼 후 재질강도를 강화시키거나 부식방지 또는 중량감소를 위해 열처리나 표면처리 등 특수처리를 행하는 것으로서 약 5단계가 있다. 튜브가공은 항공기 유압라인, 연료라인, 산소공급라인 등을 구성하는 알루미늄 튜브, 스텐레스 튜브 조립품으로서 벤딩(Bending), 스웨깅(Swagging)작업 등을 통해 조립하게 된다. 복합소재 본딩은 복합재료를 고온, 고압상태에서 성형가공하거나 하니콤(Honeycomb) 부품을 가공하는 공정이다. 기타로는 라우팅(Routing, 주로 비철금속류의 가공시 사용, 가공목적물과 동일한 형태로 모형을 제작한 후 이 모형에 일치하도록 원재료를 절단하여 생산함)과 용접이 있다.

순서에 따른 부품가공 공정절차는 크게 소재 → 가공 → 열처리 → 표면처리로 분류되며 각 공정마다 세부공정이 다시 나누어진다. 원자재의 공정은 용도와 목적에 따라서 기계가공과 성형가공을 행하며 재질강화와 부식방지를 위한 특수공정으로 열처리와 표면처리가 있다.

그러나 이러한 공정절차는 모든 제품에 동일하게 적용되는 것은 아니고 각 부분품의 용도와 사용목적에 따라 중간공정들이 반복되는 경우가 많다. 특히 고정밀성과 높은 인장·압축강도를 필요로 하는 제품일수록 복잡한 공정과정을 요구하는 경우가 많은데, 이에 따라 각종 검사를 비롯한 많은 시간과 노력이 추가적으로 투입된다.

가장 단순작업인 NC공작기계에 의한 기계가공제품의 경우 소재 → 기계가공 → 사상 → 바로펴기 → 사상 → 가공검사 → 침투탐상검사 → 표면처리 → 도장(Paint) → 창고입고의 경로를 거친다. 사상은 표면거칠기나 홀(Hole)작업을 수작업으로 행하는 과정이며, 바로펴기는 소재의 열처리과정에서 나타난 비틀어짐과 각도불일치 등을 조정하는 과정이다.

검사방법은 가공상태에 대해서 마이크로미터를 비롯한 각종 측정기기를 이용하여 측정하며 수작업으로 측정 불가능한 부분은 3차원 측정기를 이용하여 검사하기도 한다. 가공품의 龜裂(Crack)여부를 판단하는 방법으로는 침투탐상검사,

엠펙아이(MPI) 검사, 비파괴검사 등이 있는데, 침투탐상검사는 형광물질이 포함된 침투액을 사용하여 제품의 균열유무를 확인하는 방법이며, 엠펙아이검사는 자기장을 이용하여 균열을 판단하는 등 재래식 방법이다. 그러나 비파괴검사는 레이저 투사를 통해 이를 컴퓨터에 촬영하여 사진촬영상태로 균열유무를 판단하는 첨단방식이다.

표면처리방식은 부식방지, 표면경화 또는 도장상태를 원활하게 하는 방법으로 이용되는데 크게 물리적인 방식과 화학처리방식으로 분류할 수 있다.

먼저 물리적인 방식은 가공품을 때리거나 두들겨서 외부충격으로 표면을 경화시키는 작업이며, 화학처리방식은 화공약품을 통해 부식방지, 표면경화, 도장의 밀반침으로 활용한다. 물리적방식에는 수작업으로 하는 방식과 기계를 통해서 하는 방식이 있는데, 후자는 미세한 철구로 가공품의 표면에 수없이 충격을 주어 표면의 상태를 강화시키므로 특수한 장비를 필요로 한다.

〈표 7〉 부품가공 공정

대분류	소분류	공정내용
기계가공	기계가공 1 기계가공 2	NC 가공+홀(Hole) 가공 범용가공+열처리+범용가공
성형	성형 1 성형 2 성형 3 성형 4 성형 5	성형+에칭 성형+에칭+시효처리 성형+라우팅 성형+시효처리 라우팅+성형
튜브가공		튜브가공+열처리+스웨이징
용접		티그(Tig), 스폿(Spot) 용접
복합소재 분당		복합재료 고온, 가압 성형가공
기타		라우팅+열처리

자료 : 업체현황자료 참조 KIET 제작성

성형에 의한 보다 복잡한 제품생산의 경우는 소재 - 라우팅 - 블랭킹(Blanking) - 성형 - 용체화처리 - 최종성형 - 바로퍼기 - 에칭(Etching) - 가공검사 - 성형검사 - 시효처리 - 오스트나이트 킨디셔닝(Austenite Conditioning) - 프리시피테이션 하드닝(Precipitation Hardening) - 디스케일링(Descaling) - 표면처리 - 도장 - 창고입고의 경로를 거친다. 블랭킹은 다이(Die)로 된 금형을

이용하여 원자재의 외곽을 절단하고 홀(Hole)을 가공하는 방식이다. 용체화처리는 항공기 원자재의 대부분을 차지하는 알루미늄의 경도와 표면강도를 강화시키기 위해 열처리(일정은도까지 가열후 담금질)하는 과정을 의미한다. 그리고 에칭은 화학약품을 사용하여 알루미늄판의 두께를 줄이는 특수처리 공정으로서 항공기의 경제성 제고를 위한 중량감소 목적으로 사용된다. 주로 활용되는 분야는 기계가공에 의한 절단이 불가능한 부분이며 특수약품을 이용하여 불필요한 부분을 부식시켜서 부분품의 중량을 줄인다.

시효처리는 알루미늄을 비롯한 비철금속류의 열처리후 변형을 방지하기 위해 냉장고 또는 온장고에 일정시간 동안 일정온도가 유지된 상태에서 저장하여 경화시키는 과정이다. 오스티나이트 컨디셔닝은 가공품(주로 스텐레스강)의 산화방지를 위해 진공로에서 필요시간 동안 일정온도로 유지하는 방식이다. 프리시피케이션 하드닝은 가공품(주로 스텐레스강)의 강도상승을 목적으로 템프링로(Tempering)에서 일정시간동안 일정온도를 유지시킨 상태에서 가열시키는 것을 의미하며 디스케일링은 금속류의 열처리시 발생하는 부품표면의 산화막을 제거하는 공정을 뜻한다.

한편, 복합재료 공정은 재료의 특성으로 인해 기존의 공정과는 전혀 상이한 과정을 거친다. 공정과정은 소재-소재의 재단-적층-경화-리우팅-사상-창고 입고의 차례를 거친다. 이 과정에서 복합재료 설비는 기존의 알루미늄을 비롯한 비금속 자재가공과는 전혀 다른 설비를 필요로 한다. 특히 중요한 장비로는 복합소재의 재단 및 적층(복합소재의 재단후 이를 본드 등을 가지고 여러겹 붙임)을 위한 청정실(Clean Room)과, 경화작업을 통해 제품의 강도를 증가시키기 위하여 고온 고압상태로 일정시간을 유지시키는 오토클레이브(Auto Clave) 등을 들 수 있다.

이렇게 공정과정이 복잡하고 엄격하게 이루어지는 가장 근본적인 이유는 경제성 향상과 안전성제고 때문이다. 최근 가속화되고 있는 항공기의 고속화, 장거리화 추세에 적극 부응하고, 경제성 향상을 위해서 중량이 가벼운 알루미늄과 복합소재의 사용이 증가하고 있다. 그러나 이들 원자재는 인장강도 또는 압축강도 등에 상당히 약하기 때문에 제품 안전성 확보와 신뢰성 제고라는 측면에서 이를 보완시킬 필요가 있다. 따라서 중량감소 및 강도강화라는 요구수준을 모두 충족시키기 위해서 각종 고가장비와 시설을 이용하여 복잡한 공정과정을 거치는 것이다. 또한 이 공정들이 진행되는 과정에서 발생하는 각종 문제점을 해결하고

제품의 원활한 생산과 높은 품질을 보장받기 위해서 제조업에 사용되는 대부분의 관련기술들이 종합적으로 집약되어 사용된다.

## 2. 조립공정

조립공정은 가공이 완료된 부품류들을 취합하여 일정한 기능유지가 가능하도록 하는 공정으로서 이를 통칭하여 어셈블리(Assembly)라고 한다. 그러나 항공기는 수많은 부품류들의 조합으로 이루어진 것인 만큼 이러한 어셈블리에도 매우 다양한 과정이 있다. 즉, 가장 초기단계는 부품과 볼트, 너트류의 조합(Sub-Sub Assembly)이며, 이들이 조합품(Sub Assembly)으로 연결되고, 이러한 과정들이 계속적으로 반복되면서 마침내 완제품을 생산하는 최종조립(Final Assembly) 단계로 진행하게 된다. 그러나 작업(공정)현장에서 사용하고 있는 최종조립의 개념은 작업자들이 부여받은 생산제품에 대한 최종생산 과정을 의미하는 경우가 많아 완제기를 생산하는 것과는 약간 다르게 사용되고 있다. 따라서 공정현장에서의 최종조립 개념은 단품의 생산을 제외하고는 일반적으로 받아들여지고 있는 서브서브 어셈블리나 서브 어셈블리도 포함한다고 볼 수 있다.

어셈블리는 수개의 부품류를 결합하는 것에서부터 수백, 수천개의 부품류를 결합하는 과정에 이르기까지 매우 복잡하고 다양한 과정이 있다. 어셈블리는 각각의 부품들이 결합된 하부어셈블리에서 에셈블리들이 결합한 상부어셈블리로, 이것들이 다시 결합한 형태의 상위 어셈블리들이 계속적으로 연계되면서 수많은 연결성을 갖고 있다.

따라서 각 어셈블리 공정 역시 매우 중요하며 이 과정에서 공정의 정확도는 부품과정에서보다도 더욱 높게 요구된다. 그 이유는 매우 복잡한 과정을 거쳐 가공, 조립된 부분품들이 어느 단계에서의 조립실수로 인해 불량률이 발생할 경우 그 때까지 투입했던 모든 노력이 허사가 될 수 있기 때문이다. 또한 제품불량의 경우 해당공정까지 흘러오기까지 투입된 원자재비, 시설장비 감가상각비, 인력, 납기 등에서 엄청난 손실이 발생될 뿐만 아니라 이러한 원자재의 재구매까지에는 상당한 시간이 소요된다는 사실은 이미 언급한 바와 같다. 자동차나 여타의 기계류들은 일부 리베팅이 잘못되었을 경우 부분적으로 이의 재활용이 가능하나 항공기 부분품류의 불량품은 대부분이 안전성이 위협받을 수 있기 때문에 이를 재활용하기가 어렵다. 실령 불량품을 재활용코자 하더라도 이는 하청업체측의

자체적인 판단으로 가능한 것이 아니라, 발주업체측의 승인을 얻어야 하며 그 과정도 매우 까다롭고 복잡하다.

한편, 최종조립 과정에서는 각부분품의 안전성과 신뢰성을 입증하기 위한 검사장비도 상당히 필요하다. 그 이유는 최종조립 과정에서는 기체부분품간의 조립뿐만 아니라 항공전자, 각종 전기배선, 계기류 등이 종합적으로 조립되어야 하기 때문에, 해당 기기들의 독자적인 기능에 대한 시험뿐만 아니라 각 기기들 간의 유기적인 연계에 대해서도 엄격한 시험을 행해야 하기 때문이다.

### 3. 항공전자(Avionics) 관련사항

항공전자분야는 항공기산업의 첨단화가 가속화됨에 따라 전세계적으로 항공전자부문의 채용비중이 크게 늘어나고 있는 추세이다. 1993년 말 현재 항공기산업에 대한 항공전자부문의 비중은 전체의 19%에 달하는데 이는 1970년대 말의 10%내외 수준에 비해 그 비중이 크게 향상된 것이다. 특히 보잉 777을 비롯한 첨단기종은 항공전자부문의 비중이 전체의 약 30%에 달하는 등 향후 이 분야의 중요성은 더욱 커질 전망이다. 따라서 국내 항공기 부품산업의 균형적 발전차원에서 볼 때, 이 분야의 중요성을 깊이 인식해야 할 필요가 있다.

항공전자부문은 크게 電氣系統과 電子系統, 計器系統으로 분류할 수 있다(〈표 8〉 참조). 전기계통에는 각종 전선과 발전기, 동력변환기를 비롯한 전기장치와 각종 조명장치가 있다. 전자계통에는 각종 수신기를 비롯한 통신장치와, 방향판단장치, 방향기목기를 비롯한 항법장치, 자동조종장치, 추적장치로 구분할 수 있다. 계기류에는 각종 항법계통의 계기와 동력장치계기, 기압계기, 동·정압계기, 기타계기 등이 있다.

전기장치부문의 최근 동향을 보면 항공기에 플라이 바이 와이어(Fly-by-Wire:전기제어)방식 채용이 확대된 결과 무게감소로 인한 경제성이 향상되고 있다. 따라서 과거 기계식 유압장치에 의한 각종 제어장치들이 전기적 신호에 의한 제어장치로 교체됨에 따라 편의성이 크게 향상되고 있다.

항공전자부문에서 비중이 크게 증가하고 있는 분야는 전자계통인데, 이 중에서도 특히 航法裝置는 운항에 있어서 가장 기본적인 요소로 매우 중요하며 기술적 난이도도 상당히 높은 특성이 있다. 항법장치는 최첨단 전자기술과 소프트웨어기술이 혼용되어 활용될 뿐만 아니라 항공기 운항상의 특성을 고려하여 개발·생산되므로 이 분야에는 장기간의 기술축적과 대규모 투자가 지속되어야 한

다. 항법계통에는 통신항법과 관성항법이 있는데, 통신항법은 안테나에서 발생하는 주파수감지를 통해 방향을 측정하는 방식이며 관성항법은 외부와의 상호정보없이 독자적인 판단에 의해 비행하는 방식이다. 통신항법의 대표적인 방식은 衛星通信(Global Positioning System:GPS)에 의한 것인데, 이는 위성(항법 위성)에서 발사하는 주파수를 통해 각 위성간 거리를 파악하고 이 분석 결과자료를 토대로 항공기의 현재 운항위치를 파악하는 방식이다.

한편, 통신계통은 장거리 통신에 이용되는 2~130Mhz의 HF(High Frequency), 민항기에 적용되는 130~300Mhz의 VHF(Very High Frequency), 군용기에 적용되는 300~1,000Mhz의 UHF(Ultra High Frequency) 등의 방식이 있으나 이를 활용하는 데 필요한 기기류의 생산기술 수준은 그다지 높지 않다.

계기류에서 가장 중요한 분야는 항법 시스템과 관련이 있는 항법계기와, 엔진의 모니터링을 행하는 엔진계기 등인데 이 분야는 계기의 엄밀성으로 인해 비교적 높은 기술수준을 요한다. 그러나 각종 기압을 측정하는 기압계기와, 고도계·속도계·압력계를 비롯한 동·정압계기는 기술적 난이도가 그다지 높지 않다. 최근에는 급속한 전자화의 추세에 따라 각종 계기류가 기계식에서 전자식으로 전환되고 있으며 계기판도 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 바뀌는 등 변화가 가속화되고 있다.

다른 한편으로 전자화의 급속한 발달은 안전성과 경제성을 높이고 있다. 항공전자의 발달에 따라 과거 수동으로 작동시켜야 했던 많은 작동장치들이 자동으로 가능하게 되었으며 이 결과 조종의 편의성 향상, 조종인력의 감소를 가져왔을 뿐만 아니라 전자화에 따른 정비성이 크게 향상되었다. 또한 운항측면에서도 항공기 고정관리비용의 혁신을 가져오는 등 전부문에 큰 파급영향을 일으키고 있다.

한편, 항공전자부문의 가장 큰 특성은 전문업체에 의한 생산이 이루어지고 있다는 점이다. 항공전자업체와 항공기 최종조립업체는 외형적으로는 수직적 분업관계에 있으나 실질적으로는 그 전문성 때문에 수평적 분업관계를 형성하고 있다. 즉, 상호간의 기술적 기반이 상이하기 때문에 최종조립기업이 전자부문의 기업을 지배하는 관계에 있는 것이 아니라 서로가 보완하고 협력하는 관계에 있다. 따라서 최종조립업체의 입장에서는 특정 개발사업 추진시 항공전자업체와의 긴밀한 협의하에서 개발필요부문의 기술적 접근 가능성을 모색하게 되는 것이다.

〈표 8〉 항공전자분야의 분류

분 야	대 분 류	소 분 류
전 기 류	전기장치	직류발전기 교류발전기 축전지 케이블 등
	조명장치	일반조명 승객용 조명 외부조명 등
전 자 류	통신장치	라디오 수신기 앰프 스피커 등
	항법장치	방향판단장치 방향지시기 변환기 등
	자동조종장치	자이로 플랫폼 일렉트로닉스
	추적장치	센서 시이카 등
계 기 류	항법계통	조종면 지시계기 정압계기 속도지시계 등
	동력장치계기	온도지시계 연료흐름지시기 압력기 등
	기타계기	스모크 감지기 화재감지기

자료 : 산업연구원, 「21세기를 향한 항공기산업 발전방향」, 1994.

## Ⅱ. 항공기 부품산업의 발전방향

### 가. 발전전망

항공기는 수십만개 이상의 부분품들이 유기적인 결합을 통해서 생산이 이루어 지므로 전체조업에 사용되는 기술이 총합되는 종합시스템적 제품임을 감안해 볼 때 여러 분야에서 다양한 기술축적의 기회를 갖는다는 것은 항공기산업의 下部

基盤強化라는 측면에서 매우 중요하다. 또한 항공기 부품산업의 발전은 최종조립제품의 시장규모에 의존하는 바가 크므로 완제기산업의 발전은 곧 부품산업의 발전으로 이루어진다는 것은 익히 잘 알려져 있는 사실이다.

그러나 최근들어 정부주도에 의한 「中型航空機」 개발사업이 중국과의 산업협력에 의해 본격화되면서 국내 부품산업의 발전가능성을 밝게 해주고 있다. 항공기 개발·생산에 있어 구조적인 한계점으로 깊이 인식되어 왔던 협소한 시장문제가 중국이라는 공동개발 파트너를 통해 상당부분 해소될 수 있을 것으로 보이기 때문이다.

최근 중국은 경제개발에 따른 소득증가로 항공여객이 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 수요신장에 힘입어 운항사들의 공급능력 확충을 위한 항공기 도입이 활발하게 일어나고 있다. 특히 1992년, 1993년기간에 각각 56대, 53대의 대형항공기를 신규로 구매하는 등 놀라운 능력을 보이고 있다. 뿐만 아니라 이미 발주하여 도입을 기다리고 있는 대형 여객기만도 100여대가 넘어 단일국가로는 세계 최대의 시장으로 부상하고 있다.

실제로 중국의 대표적인 6대 운항사들의 항공기 보유대수는 1991년에 194대였으나 1992년에는 리스 항공기를 포함하여 무려 70대가 증가한 264대였다. 세계 최대의 여객기 생산업체인 미국 보잉사는 1992-2006년 기간동안 중국시장에 대해 금액기준 410억 달러, 대수기준 796대의 신규수요를 예상하는 등 향후에도 가능성이 높음을 보여주고 있다.

따라서 이러한 중국 여객기수요의 일부가 향후 개발될 100석급 여객기인 「中型航空機」수요로 연결된다고 가정할 경우 국내 항공기 부품산업은, 양적인 측면에서는 부분품의 대량생산에 따른 규모의 경제 확보로 비약적인 발전을 예상할 수 있고, 질적인 측면에서도 부분품 설계능력의 확보 등을 통해 기술수준이 상당히 高度化될 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 완제기 개발에 따른 다양한 분야에서의 부분품 생산이 가능하게 되어 산업하부기반이 대폭 강화되는 계기를 마련할 수 있을 것으로 보인다. 이에 따라 국내 항공기 부품산업내에서 취약분야로 지적되어 온 機械補機, 素材, 航空電子分野의 발전이 급진전될 것으로 보이며, 기체분야는 현재보다 더욱 고부가가치 부품생산 위주로의 이행이 예상된다.

## 나. 발전방향

### 1. 부품국산화 및 계열화 적극 추진

부품산업의 효율적인 육성을 위해서는 부품국산화의 적극적인 추진과 국산화를 제고가 이루어져야 하며, 항공기부품산업이 가진 기술과급효과를 극대화하기 위해서는 부분품 생산업체들의 육성이 선행되어야 한다. 부품국산화를 원활하게 추진하기 위해서는 계열화가 우선적으로 이루어져야 하고 계열화 우선품목을 선정하여 이의 단계적인 국산화를 유도해야 할 것으로 보인다. 각종 계열화 대상 품목에 대해서는 특정연구개발사업자금, 공업기반기술개발자금 등 정부자금의 우선적인 지원이 필요하다.

### 2. 부문별 계열화 품목 및 생산업체 선정

계열화 품목의 선정은 기체부문의 가공기술은 어느 정도 축적한 상태이므로 기계보기와 전기·전자보기를 집중적으로 육성하여 생산품목의 다양화와 산업하부기반을 강화해야 할 것으로 보인다. 기계 및 전기·전자보기분야의 기술은 그 난이도가 상당히 높으므로 현재 기술수준으로 접근가능한 품목위주로 국산화를 추진해야 할 것으로 보인다.

항공기부분품 생산업체는 기존의 유사품목 생산관련 업체들을 최대한 활용하도록 적극 유도하여야 한다. 예를 들어 항공기 공기조화장치의 일종인 에어컨디셔닝(Airconditioning)의 경우 자동차 에어컨 전문제작업체들을 추천할 수 있다. 이 중에서 육성 대상품목의 가장 우선적인 선정기준은 현재의 국내기술로 접근 가능한 것이어야 한다는 점이다. 개발초기에는 가공품에 주력하다가 이것이 일정단계에 이르면 독자적인 설계능력을 확보하도록 유도하여야 한다.

한편, 기체부문에서는 동체, 날개, 안정기를 비롯해서 전분야의 국산화를 적극 추진하여야 할 것이며, 기계보기류에서는 현재 군용기 국산화사업으로 추진되고 있는 것과 연계하여 추진하도록 하여야 한다. 현재 생산중에 있는 군용의 강착장치류와 유압장치류를 우선적으로 민간부문에 전환시키되 단계적인 육성 품목으로 비행조종장치, 공기조화장치, 압력장치 등을 선정하여야 한다.

항공전자보기분야는 국내기업들의 기반이 매우 취약한 분야이며 생산활동도 상당히 불안정하다. 그러나 다양한 품목에서의 생산활동을 통해 산업하부기반을

강화하고 관련기업들의 進入機會를 확대해야 한다는 측면에서 볼 때 이 분야는 상당히 중요하다고 할 수 있다. 그러나 이 분야의 육성은 각 부문별로 요구되는 기술수준과 현재 국내 보유기술 수준간의 격차를 잘 파악하여 점진적·장기적으로 추진해야 할 필요가 있다. 전반적으로 볼 때 전기장치 및 계기류의 요구기술 수준은 그다지 높지 않고 어느 정도 대량생산이 가능한 반면, 전자분야는 고부가가치인 데 비해 요구기술수준 및 투자비용은 매우 높기 때문에 초기단계에 있는 국내 산업여건으로 보아 다소 무리가 있는 것으로 판단된다. 그러므로 전기장치의 대부분 품목은 현재의 국내 기술수준으로 접근가능하므로 전기장치와 조명장치 모두를 우선육성품목에 포함시켜야 할 것으로 보인다. 계기류는 타분야에 비해 기술수준이 전반적으로 낮으므로 항법계통, 동력장치 계기, 기타계기 등 모든 품목을 우선 육성품목에 포함시켜야 할 것이다. 기내장비와 안전장비는 모두 상당부분 기술 표준화가 이루어졌으므로 우선 국산화 대상품목에 포함시켜야 할 것이다. 이러한 사실은 항공기전기·전자분야의 優先 育成品目에 대한 설문조사 결과에서 ① 전기계통 ② 계기계통 ③ 전자계통의 차례로 육성해야 한다고 응답한 것을 보아도 잘 알 수 있다(〈표 9〉 참조).

한편, 전자보기의 경우 대부분의 통신장치 품목은 국내기술이 상당히 표준화되어 있으므로 이들을 우선적으로 육성할 필요가 있다. 그러나 항법장치는 고난도의 기술과 대규모 투자가 필요하므로 장기적인 안목에서 점차적으로 육성품목을 확대하여야 할 것으로 보인다.

각종 소재류의 우선 육성품목은 현재 수요가 많이 이루어지고 있는 품목을 중심으로 해야 할 것으로 보인다. 현재 국내에서 대량으로 소요되는 제품들은 알루미늄 합금과 철강 및 철합금, 복합재료 등이므로 이들을 우선육성 대상품목으로 선정할 필요가 있다. 특히 소재류는 국내개발이 매우 미흡하여 부품의 생산준비기간 장기화의 중요한 요인이 되고 있으므로 공정기간 단축과 비용절감을

〈표 9〉 항공전자분야 육성 우선순위

단위: 업체수

순 위	전기계통	전자계통	계기계통	계
1	8	—	2	10
2	2	2	6	10
3	—	8	2	10

자료 : KIET 설문조사결과

위해서도 우선적으로 육성할 필요가 있다.

엔진과 관련한 각종 동력장치 부착장치는 추후 항공기 엔진 국제공동개발이나 라이선스 생산시 구체적으로 검토해야 할 것으로 보인다.

### 3. 국내 업체간 분업추진

이미 언급한 바와 같이 항공기부품산업의 장기적인 발전을 위해서는 다양한 분야에서의 투자와 생산이 지속적으로 이루어져야 한다. 그러나 국내 부품업체들의 경우 대규모투자가 이루어지지도 못한 현상황에서 투자의 편중에 따른 중복투자와 생산가동율의 저하를 초래하고 있다.

따라서 향후 수행될 정부의 각종 신규사업추진시에는 업체간 투자분야 조정 등 업체간 분업을 통해 중복투자를 최소화하면서 투자의 다양화를 통해 투자의 양적·질적 향상을 도모할 필요가 있다. 이와 같은 업체간 분업을 통해 부품산업의 하부기반을 강화시킴과 동시에 다양한 분야에서 각 업체들이 전문화된 업체로 발전해 나갈 수 있을 것으로 예상된다. 업체간 분업을 통한 전문화는 항공기부품의 계열화 품목 선정시에 계열업체도 동시에 선정하는 등 사전 조정하는 방법으로 가능할 것이다. 그러나 품목에 의존한 지나친 전문화는 오히려 산업발전을 저해시킬 수도 있음을 잘 감안해야 한다. 즉, 기술특성을 무시한 전문화를 추진하거나 시장성이 미미하고 규모의 경제에 미달하는 품목에 대해서만 생산하도록 특정업체를 제한할 경우, 오히려 중복투자와 기업비용을 과다하게 발생시킬 수 있다. 따라서 계열품목과 전문업체선정에는 충분한 사전검토와 다양한 분야에서의 의견이 집약되어야 하며 신속적·탄력적으로 운영되어야 할 것으로 보인다.

### 4. 품질인증체제 확립

「중형항공기」 개발사업과 부품산업을 효율적으로 육성하기 위해서는 국내 품질인증체제의 확립이 시급하다. 항공기는 다른 제품과 달리 생산에 있어 품질의 안전성과 신뢰성의 확보가 가장 중요하며 이를 보장하기 위한 품질인증체제의 확립이 무엇보다 중요하다. 국내 품질인증기관으로는 항공우주연구소가 있으나, 인력이 부족하고 시험장비를 비롯한 관련시설·장비가 매우 취약할 뿐 아니라 전반적인 품질인증 능력을 구비하고 있지 못하다. 따라서 이의 단기간내 추진을 위한 자금지원과 대폭적인 인력보강, 해외 우수기관에서의 연수강화 등을 통해

빠른 시일내에 완벽한 품질인증체계를 구축하도록 유도하여야 할 것이다.

또한 항공기 개발과 관련하여 가장 시급히 추진해야할 과제로는 각종 樣式 (Material Spec, Process Spec)의 구비를 들 수 있는데, 이 경우 선진업체가 활용하고 있는 양식을 참조로 하여야 할 것이다. 양식 마련시 이와 관련한 각종 시설·장비의 활용이 필요하게 되므로, 이를 위해서는 관련인력의 해외연수 등을 적극적으로 추진하여 빠른 시일내에 완비토록 해야 할 것이다.

### (참 고 문 헌)

- 산업연구원, 「國內 航空機産業의 現況과 國際收支 改善方案」, 1992.  
 —————, 「21世紀를 향한 航空機産業의 發展方向」, 1994.  
 —————, 「國內 航空機 部品産業의 現況과 課題」, 「月刊 産業動向」, 1989. 8.  
 —————, 「21世紀를 향한 主要産業의 비전과 發展戰略(航空機産業)」, 1993.  
 —————, 「産業構造高度화와 尖端技術産業」, 1989.  
 —————, 「KIET 實物經濟」(격주간), 각호.  
 —————, 「UR 細部點檢」- 분야별·업종별 影響과 對策(항공기산업)-, 1994.  
 상공부, 「航空宇宙産業開發促進法」, 1989.  
 ———, 항공방위산업과, 「航空産業 育成方案」, 1992.  
 ———, 항공방위산업과, 「航空産業育成 基本計劃」, 1992.  
 이건형, “空機 部品産業의 特性과 推進戰略” 「仁荷大學校 航空經營管理研究所 研究誌」, 제11집, 1994.  
 臺灣經濟研究院, 「臺灣地區中長程運輸産業與件技發展計劃Ⅱ」, 1993. 7.  
 日本通産省, 「航空工業振興法」, 1958, 1959, 1992.  
 日本航空宇宙工業會, 「世界の 航空宇宙工業」, 1994.  
 —————, 「日本の 航空宇宙工業」, 1994.  
 —————, 「YS-11の 成果」, 1987.  
 中華民國 航太工業發展推動小組, 「中華民國 航空工業簡介」, 1993.  
 —————, 「排戰二十一世紀 航太工業與市場」, 1993. 8.  
 中華民國 經濟部 工業局, 「航太工業發展推動專案計劃」, 1993. 6.  
 A McGraw-hill Publication, *Aviation Week & Space Technology*, 각월호.  
 A Reed Business Publication, *Flight International*, 각월호.

Air Cosmos Sa, *Interavia*, 각월호.

Asian Aviation Publications Pte Ltd, *Asian Aviation*, 각월호.

Bowonder, B.외, "Creating and Sustaining Competitiveness : an Analysis of the World Civil Aircraft Industry", *World Competition*, Vol.16, No.4, June 1993.

Boeing, *Current Market Outlook*, 1994.

Commission of the EC, "International Market and Industrial Affairs", *The European Aerospace Industry Trading Position and Figures 1990,1990*.