

# 인간공학적 조종실 설계가 항공기 비행 품질에 미치는 영향

오제상

국방과학연구소

## Human Factors Aircraft Cockpit Design and Flying Qualities

Che Sang Oh

Agency for Defence Development

### ABSTRACT

세계적으로 항공기 사고의 통계적 분석에 의하면 항공기 운용자의 인적과실 (Human error) 로 인한 항공기 사고가 약 70 % 이상으로 보고되고 있다. 항공기 운용자의 인적과실에 기인한 요인들 중에서 운용자의 작업량, 작업공간, 작업환경, 인체크기, 인체 생리, 인간 심리 및 습관 등을 항공기 설계단계에서 고려하지 못한 요인이 대부분이다.

일반적으로 항공기 비행품질 (Flying qualities) 의 영향을 주는 설계분야는 크게 세가지로 항공기 형상 (Configuration), 조종체계 (Control system) 및 조종실 배치 (Cockpit layout) 로 분류된다. 이들 세가지 설계분야 중에서 조종실의 운용자 인간공학적인 요구 사항을 고려하지 않으면 항공기 운용성 품질중에서 삼분의 일이 감소될 수 있다. 그리고 항공기 개발시에 전담하는 항공기 설계 분야별로 구분하고 그 전담설계 부서들과 인간공학적 조종실 설계 전담부서가 항공기 비행 품질 및 운용자 인적과실 (Human error) 에 미치는 영향을 분석하고 인간공학의 중요성을 강조한다.

항공기를 개발할때에 개발자는 그 항공기를 운용하는 운용자의 인체, 생리, 심리, 습관 등을 고려하여 항공기 조종실의 인간공학적 최적화 설계 및 배치 (Design and layout) 를 개발초기단계부터 항공기를 설계할때에, 그 항공기의 조종실 품질은 조종사가 항공기 비행 임무를 수행할때에 항공기 비행을 위한 용이한 정보 인식 (Sensing), 용이한 정보 결심 (Deciding) 및 용이한 조종 (Manipulating) 의 특성을 조종사에게 제공할때 항공기 비행 품질이 좋아질 것이다.

# I. 서론

전세계적으로 항공기 사고의 통계적 분석에 의하면, 군용항공기나 혹은 민간항공기를 막론하고 항공기 사고는 운용자의 인적 과실(Human error)로 인한 사고가 약 70 % 이상이며 인명 및 재산 손실이 수천억에 달한다고 보고된다.[2,3] 이러한 운용자의 인적 과실 요인을 최소화 시킬 수 있는 방안은 운용자의 현재 및 미래 작전 임무를 단계별로 상세히 분석하여 인적과실을 유발할 수 있는 요인들을 조사하여 예방할 수 있는 설계를 항공기 설계의 초기 단계부터 적용하는 것이다.

개발된 항공기의 비행품질 (Flying qualities) 에 영향을 주는 설계분야는 크게 세가지로 항공기 형상 (Configuration), 조종체계 (Control system) 및 조종실 배치 (Cockpit layout) 로 분류된다.[1] 이들 세가지 설계분야 중에서 조종실 설계에 운용자 인간공학 기술의 적용이 항공기 운용성 품질에 미치는 영향이 얼마나 중요한가를 조사하고, 항공기 개발에 참여하는 전체 항공기의 분야에서 설계 전담부서별로 구분할때에 인간공학 분야가 비행 품질보증에 차지하는 중요도를 강조한다.

항공기 설계에서 인간공학적 조종실 설계 및 인적과실 예방 설계는, 항공기 운용자가 항공기를 운용할때에, 비행 품질보증 및 인적 과실을 예방할 수 있는 용이한 정보 인식 (Sensing) 및 용이한 정보 판단 (Deciding), 용이한 정보 이용 조종 (Manipulating) 을 가능하게하는 능력을 제공한다. 이러한 운용자의 용이한 항공기 운용성은, 개발자가 운용자 - 항공기 대면관계에서 조종실 및 정비성 설계에서 운용자의 인간공학적 인체, 생리, 심리, 습관 등의 요인을 고려할때에 실현될 수 있다.

운용자를 위한 인간공학 기술은 개발자가 인간 - 항공기 무기체계 개발시에 운용자를 무시한 기계 우선주의를 지양하고, 운용자 우선인 인간존중 철학을 추구하는 이것으로부터 출발하게 한다. 운용개념이나 작전임무 분석을 통한 운용자의 인체, 생리, 심리, 습관 등 인간공학적 요인을 항공기 조종실 및 기타 분야 설계에 고려할때에 비로소 이 항공기의 작전임무 수행을 위한 인적과실 예방성, 조종성, 정비성, 신뢰성, 안정성 등이 증대할 수 있으며, 운용적 측면에서 고도의 부가가치를 창출하게 된다.

## II. 인간공학적 조종실 설계와 비행 품질

항공기 조종사가 비행임무를 수행할때에 요구하는 비행 품질과 역할 중에서 서로 상충되는 기민성 (Agility) 과 순항성 (Steady cruise) 이 존재한다. 기민성은 항공기의 주익, 미익 및 수직 방향타의 조합된 운동으로 항공기를 기민하게 비행속도와 방향을 변경하는 능력이고, 순항성은 경제적 연료 소모가 요구되며, 조종사를 피곤하게 함이 없이 가능한 장시간 체공 및 장거리 비행성이다.[1]

이러한 항공기 비행 품질에 영향을 미치는 항공기 설계 분야는 표 1 과 같이 세가지로 대별 된다.

표 1. 비행 품질에 영향을 주는 설계분야

설 계 분 야	성 능
<u>형 상</u> 모양, 면적, 추진기관	속도, 상승, 최대 임무고도, 이.착륙, 기동성
<u>조종 체계</u> 비행조종, 추력조절의 기계적 특성	조종성, 안전성, 기동성, 조종반응속도
<u>조종실 배치</u> 눈, 손, 발에 적합한 배치	인간공학, 인간-기계 적합성, 시야, 조종사 효율성

표 1 에서 처럼 항공기 비행품질에 영향을 주는 세가지 관련 설계 분야의 중요도를 평가한 것으로서, 항공기 기민성과 순항성에 영향을 미치는 항공기 인증 (Airworthiness) 요구 분야와의 관계를 표한한 것이 표 2 와 같다.

표 2. 항공기 비행 품질에 영향을 주는 설계분야 평가

기본 비행 품질 요 구 내 용	역 할 요 구		설 계 분 야		
	기 민 성	순 향 성	형상	조종 체계	조종실 배 치
.성 능	단거리 이착륙속도 높은 상승각 높은 추력 가벼운 중량 신속한 반응	고속도 저속도 큰 연료탱크 장거리	3	2	1
.조종면 .감작스런 힘/마찰	적은것보다 보통쪽	적음	0	3	2
.속도, 방향 및 선회각 에서 조종력 및 간격	적음, 선형, 정확한 센서	보통보다는 많은쪽 선형, 정확한 센서	2	3	1
.중력(G)에서 조종간 힘 및 간격	"	"	2	3	1
.조종 우선권	많음	보통	1	3	2
.선회시 초기반응률 및 회전률	빠름	보통 빠름	3	3	3
.선회각의 역방향	적음	적음	3	2	1
.나선형 특성	없음	적음	3	2	0
.지그재그 회전	보통저지 조종간 고정 및 움직임	보통저지 조종간 고정 및 움직임	3	2	0
.단기간 진동	많은 저지	많은 저지	3	2	0
.장기간 진동	약간 저지	보통 저지	3	2	0
.추력효과 및 형상변화	적음	적음	3	2	0
.실속 및 회복	용이, 정확한 회복	보통, 정확한 회복	3	3	3
.실속에서 제어	양호	양호	3	3	2
.측풍 착륙	보통 측풍 능력	높은 측풍 능력	3	3	2
증 합	-	-	38	38	17

표 2 에서 설계 분야에서 요구되는 품질에 영향을 미칠 수 있는 상대적 중요도는 다음과 같이 정의한다.

- 0 = 거의 없음 (almost nil)
- 1 = 적 음 (small)
- 2 = 보 통 (moderate)
- 3 = 많 음 (large)

표 2 에서 보면, 항공기 전체 설계분야에서 비행품질에 미치는 영향이 형상 및 조종체계 설계분야는 동등한 수준으로 중요하지만, 상대적으로 조종실 배치 설계 분야는 보통 중요함을 알 수 있다. 그러나 항공기 사고발생 요인적인 측면에서 조종사의 실수를 유발할 수 있는 가능성을 예방할 수 있는 것은 조종실 설계 분야이므로 가장 중요한 분야가 조종실 설계 분야이다.[1]

표 2 에서 항공기 비행 품질에 영향을 미치는 세가지 설계 분야를 항공기 개발시 설계 관련 전담부서별로 비행품질의 영향 평가를 계산해 보면 표 3 과 같다. 항공기 분야별 설계 전담부서수는 공력, 비력, 구조, 세부계통, 무장, 엔진, 전기/전자, 체계통합 및 비행시험평가인 총 9 계 분야로 나누어 설계를 담당하고 있으나 현재는 조종실 설계를 위한 인간공학 분야는 거의 없는 실정이다.

표 3. 항공기 설계 전담 부서별 비행품질 영향 평가

설계 과제별 전담부서별 중요도		설 계 분 야		
		형 상	조종체계	조종실 배치
A	항공기 전체 비행품질 영향 설계 분야별 중요도	38	38	17
B	항공기 분야별 설계 전담 부서수	9	9	1
C	비행품질 관련 설계 전담 부서별 중요도 (C=A/B)	4.2	4.2	17
종합	비행품질에 영향을 주는 설계 전담부서별 중요도	적음 (small)	적음 (small)	많음 (large)

표 3 에 의하면 항공기 개발시에 항공기 비행 품질에 영향을 주는 항공기 분야별 설계 전담 부서별 중요도는 현재 전담부서 9 개 분야 보다 조종실 배치 설계 전담 부서가 4 배로 더 중요함을 알 수 있다. 현실적으로 항공기 개발시에 개발자들의 의식 구조는 아직도 인간존중 의식이 결여되어 있는 반면에 기계 (항공기) 우선주의 의식 때문에 항공기 운용자를 위한 항공기 개발이 아니라 항공기 개발을 위한 개발이 되고 있는 실정이다. 이러한 실정으로 보아 장차 운전자 실수에 의한 항공기 사고발생 요인은 많을 것으로 예측된다.

## Ⅲ. 결 론

조종사가 항공기를 운용할때에 항공기 비행품질을 좋게하는 주요한 세가지 설계 분야에 조종실 설계의 인간공학의 중요성을 강조한 것처럼 개발자는 운용자를 위한 항공기 개발이라는 것을 명심해야하고 또한 소비자가 왕이라는 평범한 진리를 잊어서는 안 될것이다.

항공기 개발시에 항공기 설계 전담부서들 중에서 인간공학적 조종실 배치 설계 분야가 항공기 비행 품질에 가장 많은 영향을 주는 것으로 분석되었다. 항공기 사고의 발생요인이 운전자 실수가 대부분이므로 개발자는 하드웨어인 항공기 자체 개발에만 주력할 것이 아니라 비행 품질 및 운전자 실수 방지 개발에 더 주력해야 한다. 오늘날의 항공기 사고는 단지 항공기 뿐만아니라 수많은 인력 및 재산 손실을 초래하므로 항공기 사고 예방을 위한 설계는 인간존중 철학으로부터 출발한 인간공학 기술을 개발자가 적용해야함은 오늘날 현실로 보아 아무리 강조하여도 무리가 아닐 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] International Test Pilots & School, Airworthiness course, Korea, January 1991. pp AWC 7:2 - AWC 7:17
  
- [2] Liloyd Hitchcock, "F/A-18 Human Engineering program - a Retrospective View", Proceeding of the Human Factors Society-26th Annual Meeting-1982 pp 950 - 953
  
- [3] 오제상, "무기체계개발 소요군 무엇을 요구하나", 국방과학기술 3 월호, 제 157 호, 한국방위산업진흥회 발행, pp 48 - 53