

운항 환경 변화 요인에 관한 연구

윤승중*, 한경근**

A Study on the Changing Factors of Flight Operational Environment

Seung-Joong Youn and Kyoung-Keun Han

목 차

- I. 서론
- II. 운항 환경의 변화 요인 분석
 - 1. 장비개발 및 Human Factor
 - 2. 항공교통관계 및 항공기운항환경
 - 3. 조종사관리 및 조종환경
- III. 항공기 사고사례분석
 - 1. 세계 항공기 사고
 - 2. 미국 항공기 사고
 - 3. 국내 항공기 사고
- IV. 결론

* 한국항공대학교 항공운항학과 교수

** 한국항공대학교 비행교육원 교관

요 약

항공기 운항과 관련한 환경의 변화는 다른 분야의 환경 변화보다 그속도가 빠르고 변화의 폭이 크다고 할 수 있다. 약 1세기 동안에 항공기 개발기술은 실로 놀라운변화를 거듭해 왔으며 전자시스템의 도입으로 수 십년 전에는 상상조차 할 수 없었던 일들이 현실로 나타나게 되었다.

본 논문은 이러한 환경변화 가운데 비행안전이라는 목표를 실현하기 위해 우선적으로 항공기 운항과 관련한 환경변화 요인들에 내포되어 있는 문제점들을 분석하고자 하였으며 장바개발 및 Human Factor, 항공교통 관제 및 항공기 운항 그리고 조종사 관리 및 조종 환경으로 분야를 나누어 요인 분석을 함으로써 현재와 미래를 통해 예상되는 문제점들을 도출하였다. 또한 항공기 사고사례를 분석하여 공통되는 요인을 도출, 이를 문제점으로 제시하였다. 이러한 문제점들에 대한 대책에 관한 연구는 항공기 운항 분야의 발전과 비행안전을 위해 계속해서 이루어질 것으로 기대한다.

I. 서 론

국제 항공 운송 산업은 1978년 미국의 Civil Aeronautics Board에 의한 Airline Deregulation 정책 이후에 항공사의 거대화 및 범 세계화(Globalization) 경향과 치열한 국제 경쟁시대가 시작되면서 항공의 자유화 시대(Liberalization)가 전개되기에 이르렀다.

또한, 전 세계적으로 꾸준한 증가를 보이고 있는 항공수요는 앞으로도 지속적인 증가추세를 보일것으로 예측되고 있으며, 특히 우리나라를 포함하는 아시아, 태평양 지역 항공시장은 급속한 경제성장에 힘입어 세계 제 1의 시장으로 자리 잡을것으로 전망된다.

항공 운송 산업의 이러한 환경 및 역할변화는 이를 구성하는 요소와 요소들 상호간에 작용하는 Factor의 변화를 유도하였고 항공기 대형화 (Mega-Carrier) 시대의 도래, 각종 첨단 장비의 등장, 항공사간의 과열 경쟁, 우수한 국제 항공사들의 통합체제로의 전환 그리고 항공 교통량 증가에 따른 ATC 체제의 과다한 업무등을 유발하였다.

이러한 항공 운송 산업의 환경과 역할 변화로 인해 항공운송 산업을 구성하는 여러 요소들의 역할 또한 변화하게 되었으며 특히, 항공기 운항 환경의 변화는 비행안전에 영향을 미치는 요인중 가장 중요한 요인으로 주목받게 되었다.

항공기 운항 환경 변화 가운데서도 'Automation', 'Cockpit Electronic System'의 기술혁신 등을 통하여 승무원의 임무가 개인적인 업무 차원인 'Doing'에서 전원의 힘을 합쳐 이룩하는 'Managing'으로 바뀌게 되고 또한 고도의 조화를 필요로 하게 되었으며, 이러한 인적요소의 임무 변화에 따르는 여러 문제가 파생되고 있다고 할 수 있다.

물론, 항공기 및 운항 환경의 변화가 '경제성 추구' 및 '사고예방'이라는 전제하에 이루어지고 있지만 최근 항공기 사고의 분석에서 알 수 있듯이 인적요소에 의한 사고의 비율은 상대적으로 높아지고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 운항환경의 변화와 인적요소에 의한 항공기 사고와의 관계 분석과 운항환경 변화 요인에 대한 연구를 통하여 비행안전에 기여하고자 한다.

II. 운항환경의 변화요인 분석

1. 장비개발 및 Human Factor

가. 1950년대 후반에 제 1세대 장거리 운송용 항공기 (B-707, DC-10)가 개발된 이래 프로펠러기가 제트기로 변하는 동력의 혁신을 가져오면서 고속화에 의한 소요시간의 단축 및 대형화에 의한 경제성과 쾌적성 그리고 Whole Safe System에 의한 항공기의 구조 및 성능 개발로 안전성이 크게 향상되었고 항공기 및 이를 구성하는 각종 장비의 기술 혁신이 계속 되었다. 또한 1978년 미국의회에서 통과된 항공운송 산업에 대한 규제완화는 항공사의 높은 능률과 경제성을 요구하게 되었고 여기에 안전성을 고려한 각종 운항 환경의 변화는 B747-400, A320과 같은 제4세대 항공기의 생산과 Automation 및 FBW Control과 같은 시스템의 개발을 출현 시키게 되었다. (표 1)

표1 항공기 개발과정

1990		○ B777		제 4 세대 FBW CONTROL SYSTEM
	○ B757 ○ DC-9-80	○ A-340 ○ A-320 ○ MD-11	○ B-747-400	
1980	○ CONCORD		○ L-1011 ○ DC-10 ○ B747-100	제 3 세대 WIDEBODY
1970	○ DC-9 ○ B-737 ○ BAC111, ○ B727			제 2 세대 중단거리
1960	○ DC-10 ○ B707			제 1 세대 장거리
	100	200	300	400 (석)

자료: 조육찬외 2명, " 최신 항공전자 기술의 현황과 전망 " 인하대학교 항공관리연구소 P. 1

표 2 항법장비 개발과정

	1950년대	1960년대	1970년대	1980년대	1990년대
통신	VHF/HF	HF/SSB	VHF DATA-COMM	SATELLITE COMM MODE-S DATA	
항공전자	VOR/DME ILS CAT I, II LORAN A	R/D CONTROL CAT-III DOPPLER	INS, PMS LORAN C OMEGA	FMS	GPS MLS
항법	항법사항법	조종사항법	자립항법		

자료 : 박용한외 2명“항공전자계통” 한국항공대학교, P360

이러한 항공기 개발 과정을 거쳐오는 동안 항공기 판매시장에서의 변화를 살펴 보면, 표3 항공기 판매 현황에 나타난 바와같이 현재 전 세계적으로 사용되는 항공기는 Boeing 737, MD 80/90, Boeing 747, Boeing767, A-300 등 이고 Turbo prop 항공기는 DHC-8, ATR-42/72, SAAB SF 340, EMB-120 등으로서 이러한 항공기 운항에 수반되는 항공교통관제, 공항 관리에 따른 계획 수립 및 운영상 절차가 고려되어야 할것을 2장 2절에서 상세히 분석하였다.

표 3 항공기판매현황

자료 : ICAO Journal July 1991

Type of Aircraft	판 매 대 수			인도예정 대수	
	1990이전	1990	합 계	90주문대수	90인도예정대수
TURBO-JETS					
AIRBUS INDUSTRIE A-300	318	21	339	35	80
A-310	162	19	181	41	70
A-320	74	58	132	138	526
A-321	-	-	-	117	137
A-330	-	-	-	28	138
A-340	-	-	-	7	89
				162	920
BOEING 737	1,779	174	1,953	172	296
747	774	68	812	97	392
757	254	77	331	52	183
767	283	60	343	49	49
777	-	-	-	30	45
British Aerospace - 146	135	24	159	23	23
Canadian Regional Jet	-	-	-	37	180
Fokker 100	35	31	66	116	400
Mc.Donell-DouglasMD80/90	686	139	825	52	175
Mc.Donell-Douglas MD 11	-	3	3	1,156	3,703
Total of aircraft in production	4,470	674	5,144	1,156	3,703
Total of aircraft not in production	5,963	-	5,963	-	-
Total turbo-jets	10,433	674	11,107		
Turboprops				1,156	3,703
Aerospatiale/Aeritalia AIR-42/72	156	46	202	83	201
British Aerospace ATP	18	11	29		
British Aerospace jet system 41	-	-	-	10	10
Casa/Nurtanio CN-235	9	5	14		
Dehavilland Canada DHC-8	167	59	226	-	17
Embraer EMB-120 Brasilia	147	51	198	31	109
Fokker 50	64	37	101	41	110
SAAB SF-340	168	48	216	14	29
SAAB 2000	-	-	-	10	94
Total of aircraft in production	729	257	986	6	46
Total of aircraft not in production	2,546	-	2,546		
Total Turboprop	3,275	257	3,275	195	626
				195	626

나. 1970년대 이후 Human Error를 감소 시키고 또한 예방하기 위해 개발된 'Automation' 기술은 항공기에 다양하게 응용되기 시작했으며, 이론적으로 '자동화'는 인간의 육체적 정신적 Work Load를 감소시키거나 혹은 운항 통제 체제에서 인간의 역할을 완전히 배제시킴으로서 Human Error를 극소화하거나 방지하게 하기 위한 것이었다. 자동화는 보다 효율적이고 정밀한 운항을 제공하는 반면에 운항중에 이로인해 몇가지의 문제점이 대두되게 되었다.

첫째, 자동화는 조종사의 임무성격을 변화시켜 조종사로 하여금 Monitor(감시)하고, Setting(조작) 해야하는 새로운 Work Load를 만들어 냈으며 이러한 부분에서 Human Error가 발생할 가능성이 높아지고, 더욱이 Cockpit Automation 개념을 적용한 Boeing 757, 767 등 진보된 항공기의 Cockpit Electronic System도 그 이전의 다른 항공기와 동일한 안전성 (Equivalent Safety)을 필요로 하고 있으나 FAR상에는 Cockpit Automation과 관련된 사고 예방적 차원의 관계 조항이 누락되어 있는 실정이다. 다시말해서 Human Error의 위험성 분석을 통한 설계나 시험비행 단계 혹은 Certification 단계에서 필요한 법적 근거를 제정하지 못하고 있다.¹⁾

둘째, 자동화에 따른 새로운 문제점으로 조종사들의 항공기 조종이라는 특수성에 대한 궁지가 감소되고, 수동(Manual)에 의한 비행능력이 저하 될수 있는 위험을 갖게 되었으며 첨단장비의 각 System을 이해하는데 고도의 전문지식을 요구하게 되었다. 이로인해 새로운 승무원 교육훈련 프로그램이 요구되고 승무원 자격 관리에 보다 많은 관심이 촉구된다 할 수 있다.

다. 지난 40여년 동안 꾸준히 지속되어온 자연환경을 극복하기 위한 항공기의 장비개발은 현재 ILS(CAT-III) 및 MLS 등을 통하여 운고 '0'피트, 시정 50미터 (또는 0m) 혼합 강수 현상에 의한 젖은 활주로에서의 운항도 가능하게 되었다.

비록, 계기 비행 기상상태하의 비행에 대한 괄목할 만한 기술 개발과 조종능력이 향상 되었음에도 불구하고 경험이 많은 조종사들도 기상에 의한 지연이나 돌발사태를 겪고 있고, 경험이 부족하거나 부주의한 조종사들은 기상에 의한 항공기 사고를 더 유발하고 있으며 아직도 항공기 운항 지체 요인의 50% 이상이 기상 조건의 악화에 기인하고 있음을 통계 결과로 알 수 있다.²⁾

1) "Safe Skies For Tomorrow", OTA, P 125

2) "공항 운영 정책", 김병중, 한국항공대학교 항공산업 정책연구소 P 11

항공기 운항에 영향을 주는 자연요소(기상현상)로는 바람 및 요란, 심한 강수 현상, 결빙, 활주로 노면상태, 화산폭발에 의한 기상제한, 시정, Windshear 등으로 구분 할 수 있으며 이중, Windshear는 1965년에서 1987년 사이 총 32건의 사고를 유발하여 600여명의 사상자를 기록하였다.³⁾

Windshear는 조종사가 인지후 회복조작을 시도할 시간적 여유가 극히 제한 되어 있고(5 - 15초)⁴⁾, 관제사에 무선 교신을 취할 여유조차 없으며 다른 악기상 현상과 동반되는 경우도 많아 조종사가 이에 조우될 경우 특별한 훈련을 거치지 않으면 이를 인지하고 회복하기 위한 조치를 적절하게 취할 수 없다.

전 세계적으로 Windshear에 대한 각 항공사의 조종사 훈련 Program이 운영되고 있으며 Windshear Warning System의 장착도 의무화하게 될것으로 예상된다. 그러나, Windshear 감지 장치를 장착한다해도 현용 장비는 Windshear에 직접 조우된 후에나 감지할 수 있으며 Windshear를 미리 감지하지 못한다는 한계점을 지니고 있어 조종사들에 대한 실질적인 훈련이 절대적으로 필요하다고 본다.

2. 항공교통관제 및 항공기운항 환경 변화

가. 항공교통관제

항공기운항 환경 변화에서 분석한 바와 같이 현재까지의 증가추세에 못지않게 국제항공여객 수요는 21세기 초반까지 매년 약 4-6%의 성장을 계속할 것으로 보이며 특히 아시아 태평양지역 수요는 매년 7% 이상의 높은 증가를 나타내고 있으며 세계시장에서의 점유율도 30%에서 50%이상의 많은 비중을 차지할 것으로 예상되고 있다.

또한, 우리나라는 동북아시아의 중심지역에 위치해 있고 아직도 일본 등 주변 지역에 Hub 공항으로 사용할 만한 대규모 비행장이 존재하지 않은 상태에서 영종도 신공항이 거점으로 이용될 수 있을때 Hub & Spoke System의 도입이 이루어지고 Trans-Pacific Hub and Spoke Network 이 구축된다고 하는것을 고려하면 예상되는 항공기의 운항 증가는 물론, 그에 따르는 항공교통관제 업무는 안전과 관련되는 운항 환경변화의 가장 큰 몫이 될 것으로 본다. 더욱이 B 747-400, A340, B767과 같은 소위 제 4 세대 항공기의 Cockpit Automation 장비의 개발은 현재의 ATC System으로는 감당할 수 없는 문제가 있다. 즉 LNAV, VNAV, Speed Control 과 같은 신형 항공기의 우수한 능력은 현재는 그것이 Programing된 상태로 비행

3) "Air Travel, How Safe is it? ", P 90

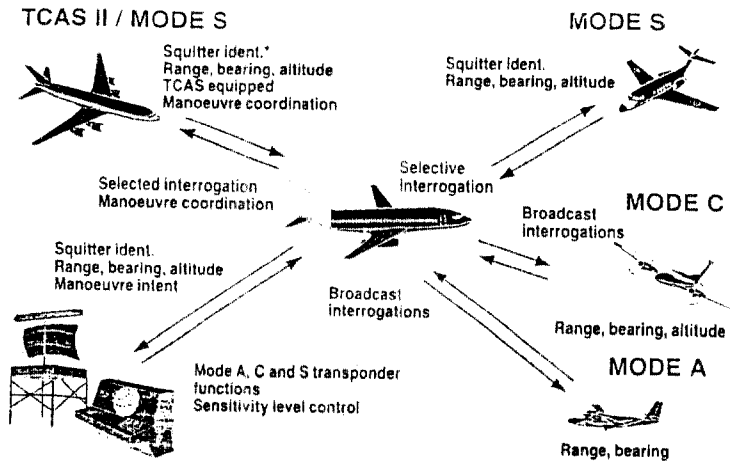
4) Ibid, P 91

이 완료될때까지 이용이 불가능하고 Reprogramming 해야하는 엄청난 작업량을 조종사에게 부담시키고 있으며 이와같이 첨단화된 Cockpit Automation을 현재의 ATC 환경은 수용할 수 없다는 문제점이 있다. 특히 Terminal에서의 교통량 혼잡시 현저하게 감소되는 첨단 장비의 효능은 ATC 환경 개선의 문제점으로 대두되게 되었다. 또 현재의 활주로, 유도로, 공항(Terminal), 지상장비를 포함하는 각종 시설 및 장비등도 효과적이고 안전한 항공운송 업무를 위해 공항 및 공항관리 관련업무가 통합 관리되어야 하고 그외에 기상예보 및 보고, 항공정보 체계등 비행 안전에 영향을 주는 분야들이 포함되어야 할 것이다. 최근 우리나라는 운송산업 가운데 항공운송의 비중이 꾸준히 증가되고 있으며 항공운항의 수적 증가는 직, 간접적으로 이를 지원하는 공항관리 및 항공교통관제 업무의 능력 향상을 필요로 하게되었고 이를 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

항공교통량의 증가에 따른 비행안전 저해요소를 최소화 하기위한 항공교통관제 분야의 연구는 충돌방지시스템(Traffic Alert Collision Avoidance System)을 개발하게 하였다. 이는 1955년 미국 항공운송협회(ATA)에서 정부와 산업체의 노력으로 실질적인 충돌방지 시스템 개발에 착수하여 오늘날의 TCAS의 기초가 되었다.

이 연구를 통해 조종사가 경계하여 회피하는데 소요되는 시간을 약 25초로 산정하고 있다. 그리고 최근 TCAS는 두가지 종류를 이루고 있는데 이는 고도변화에 의한 충돌방지 정보를 제공해주는 TCAS-II와 고도변화와 수평방위 변화정보를 제공하는 TCAS-III가있다. (그림 1)

그림 1 TCAS II



자료 : ICAO Journal, OCT, 1989 P10

또한, Mode S는 항공교통관제상 개별 식별능력의 향상(Roll Call)과 관제 이양시 장점 그리고 관제상 효율성 증대(Lock Out)등으로 장차 날로 복잡해지는 항공교통관제상 관제사의 Work Load 감소와 항공기식별 및 충돌 방지등을 위해 Mode S의 장착이 강하게 요구된다 할 수 있다. Mode S의 특성을 SSR Mode와 비교하여 표-4에 나타내었다.

표4 SSR과 SSR Mode-S 특성비교

OPERATION	SSR	MONOPUL SSR	SSR MODE S
Replies per scan	20-30	4-8	1
Range Accuracy(rms)	230 m	13m	7m
Bearing Accuracy(rms)	0.08 ⁰	0.04 ⁰	0.04 ⁰
Height Resolution	100ft	100ft	25ft
Garble Resistance	poor	Good	Best
Data capacity(uplink)	0	0	56-1280 bits
Data capacity(Down link)	23 bits	23bits	56-1280 bits
Number of codes/ Addresses available	4096	4096	16 million

자료 : ICAO Journal, OCT. 1989년 P12

또한 군용비행장에서 민항기 운항에 따른 문제점을 살펴보면 1988년 7월 3일 이란의 민간기와 군용기간의 사고조사 결과 요청에 의한 ICAO 120차 회의에서 민항기에 대한 잠재적 위험요소인 군용기 활동에 관련하여 안전 측정에 관한절차를 수립하게 되었다. 그 주요내용으로는 군부대와 민간관제기관과의 협조 문제를 다루고 있다.⁵⁾ 이는 우리나라의 경우에도 심각한 문제로 대두되고 있으나 현실적으로는 현행 항공법에서는 구 항공법 보다도 군비행장에 민간 여객기가 취항하는

경우 관제사에 대한 항공관제사 자격증 소지 문제는 완화되어 있는 형편이다.⁶⁾
 이는 비행안전을 고려 군관제사에 대한 항공관제사 자격시험시 실무 경력을 인정하는 문제와 항공관제사자격증 구비요건을 법제화 하는 문제는 심각하게 재고되어야 한다고 본다.

표 5 ICAO 등록 General Aviation 항공기 수

Classification	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Fixed-Wing Aircraft						
Turbo-Jet						
4 Engines	473	474	391	393	343	330
3 Engines	272	251	248	276	330	341
2 Engines	4,609	4,827	4,893	4,947	4,958	5,135
1 Engine	196	199	223	233	228	257
Propeller-Driven(Turbine)						
4 Engines	126	139	131	131	131	142
2 Engines	6,334	6,435	6,345	6,523	6,544	6,704
1 Engine	440	520	623	700	720	757
Propeller-Driven(piston)						
4 Engines	351	356	355	344	355	359
3 Engines	57	57	45	42	48	49
2 Engines	34,355	34,410	34,546	34,173	33,615	32,888
1 Engine	274,804	276,001	277,154	276,361	275,501	274,803
Total	322,017	323,579	325,044	324,124	322,773	321,765

5) ICAO, Manual Concerning Safety Measures Releting to Military Activities potentially Hazardous to Civil Aircraft Operations 1990. pp 1- 14

6) 구항공법 제 25조(업무범위) 기능증명을 가진 자가 아니면 항공업무에 종사하지 못한다.(민간항공의 용에 공하는 항공기가 이용하는 군 관제시설에서 관제업무에 종사하는 군인을 포함하지 않는다.) 현행 항공법 제 27조(업무범위) 3호 1항의 규정은 민간 항공기가 이용하는 군의 관제시설에서 민간항공기에 대한 관제업무에 종사하는 군인에 대하여는 이를 적용하지 아니한다.

그리고 중소형 항공기로 구성되어있는 General Aviation 항공기에 대한 관제상 문제점을 살펴보기로 한다. 전 세계적으로 ICAO가맹국에(구 소련 및 중국 제외) 운송용 항공기를 제외한 민간항공기(주로 경비행기)의 항공기 대수는 1984년 335,541대에서 1989년말 336,089대로 적은 폭의 증가를 나타냈다.

표5에서와 같이 고정익 단발 및 다발엔진 항공기의 항공기 대수는 1984년 322,017대에서 1989년 321,765대로 감소하는 경향을 보이고 있다.

이상에서 General Aviation분야는 외형적으로 정체기를 맞이하는 것 같지만 문제는 지금까지 살펴본바와 같이 장비와 운항환경이 급격히 변화하는데 있다고 본다. 다시말하면 미래 항행 시스템과 자동화되는 항공기 항공보안 시설 및 항공 관제시설등이 마련되어 현대화된 대형 여객기에 대한 항공교통관제 및 운항관리의 효율이 높아진다해도 전 항공 분야 가운데 약 96.3%를 차지하고있는 일반항공에 대하여는 재래적 방식에 의한 운영이 불가피하기 때문에 효율적인 운항관리를 위해서는 제도적으로 항공기 등급이 분류되고 또한 장착해야할 계기 등 구비조건을 법으로 지정하는 작업이 동시에 이루어져야 된다고 본다.

나. 항공기 운항환경

항공기 운항환경 가운데 항공기의 수적인 변화와 항공운송산업 분야의 변화내용을 과거 10년간의 변화추세를 통하여 살펴보기로 한다.

(1) 항공기의 수적변화

Commercial Transport Fleet의 변화 추세를 보면 Piston-Engine Aircraft의 년 평균 감소율이 0.7%인 것에 비해 Turboprop Aircraft는 0.22% Turbo-Jet Aircraft는 연평균 0.5%의 증가를 보이고 있고 Gas Turbine Engine 의 전체항공기 점유율도 1981년 89.2%, 1983년 90.4%, 1986년 93.2%, 1988년 94.4%, 1990년 95.5%의 높은 성장율을 보이고 있어 아음속, 천음속과 같은 고속비행과 기체의 대형화에 따르는 고출력항공기의 출현이 요구되고 있음을 알수 있다.

또 앞에서도 언급한 국제항공여객 수요의 높은 신장율은 1981년에 비해 90년대에는 총대수 12,120대로서 38%의 증가를 나타내고 있다.

표6 ICAO 가맹국의 운송용 항공기 대수 (1980-1990)

year	Turbo-jet		Turboprop		piston-engined		total aircraft All type
	Number	percentage	Number	percentage	Number	percentage	
1981	6355	72.4	1470	16.8	945	10.8	8770
1982	6596	73.4	1485	16.5	906	10.1	8987
1983	6732	73.8	1513	16.6	878	9.6	9123
1984	6818	74.4	1540	16.8	809	8.8	9167
1985	7039	75.2	1590	17.0	736	7.8	9365
1986	7356	75.7	1705	17.5	662	6.8	9723
1987	7721	76.1	1800	17.7	624	6.2	10145
1988	8179	76.4	1932	18.0	601	5.6	10712
1989	8696	76.6	2073	18.3	584	5.1	11353
1990	9290	76.7	2280	18.8	550	4.5	12120

자료 : ICAO Journal July 1991 P 19

표7 ICAO 가맹국의 판매 및 인수 대기중인 Turbo-jet 항공기대수 (1981 - 1990)

구 분	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
4-engine: ordered	30	14	46	22	65	96	165	86	114	200
delivered	55	25	30	26	41	56	46	44	80	97
3-engine: ordered	35	11	1	9	3	3	49	44	38	5
delivered	142	46	20	13	-	5	3	8	-	2
2-engine: ordered	207	181	138	326	565	570	550	985	1411	895
delivered	237	220	264	222	302	329	364	459	480	571
Annual totals ordered	272	206	185	357	633	669	764	1115	1563	1156

구 분	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
delivered	434	291	314	261	343	390	413	511	560	674
Cumulative totals										
ordered	8162	8368	8553	8910	9543	10202	10976	12091	13654	14810
delivered	7350	7641	7955	8216	8559	8949	9362	9873	10433	11107
remaining to be delivered	812	727	598	694	984	1263	1614	2218	3221	3703

자료 : ICAO Journal July 1991 P 16

(2) 항공운송 실적변화

과거 10년간 세계항공실적을 살펴보면 국내항공 운송 실적을 포함한 국제 정기항공운송 실적도 여객인 경우 81-90년 사이에 연평균 4.5%, 화물에서 연평균 5.1%의 증가를 나타내고 지역별 정기항공 운송실적도 81년 대비 90년의 실적이 중남미, 중동, 유럽, 아프리카가 국내 및 국제 항공운송 분야에서 공히 감소추세를 보인 반면 북미가 세계시장 점유율 37.5%에서 38.5%, 아시아 태평양지역이 16.5%에서 19.8%의 높은 증가를 나타내고 있다.

표8 전세계 항공운송실적

년 도	인 백만	원(명) 연간증가율(%)	화 백만	물(톤) 연간증가율(%)
1981	752	0.5	10.9	- 1.6
1982				
1983	798	4.2	12.3	6.0
1984	848	6.3	13.4	9.4
1985	899	6.0	13.7	2.4
1986	960	6.8	14.7	6.9

년 도	인 원(명)		화 물(톤)	
	백만	연간증가율(%)	백만	연간증가율(%)
1987	1027	7.0	16.1	9.5
1988	1082	5.4	17.3	7.5
1989	1118	3.2	18.1	4.6
1990	1159	3.7	18.2	0.6

자료 : ICAO Journal July 1991 P 19

표9 1981년 대비 1990년도 지역별 정기운항실적

구 분	총 계		국 제 운 송		국 내 운 송	
	1990	1981	1990	1981	1990	1981
북 미	38.5	37.5	22.9	19.7	58.2	55.6
유 럽	31.9	34.6	35.5	38.9	27.3	30.3
아시아태평양	19.8	16.5	28.2	24.8	9.2	8.0
중남미및카리비안	4.7	5.4	5.6	6.7	3.5	4.0
중 동	2.9	3.1	4.5	5.3	0.9	0.9
아 프 리 카	2.2	2.9	3.3	4.6	0.9	1.2
총 계	100%	100%	100%	100%	100%	100%

자료 : ICAO Journal July 1991 P 25

이와 비교하여 국내 항공 운송산업 분야의 변화추세를 살펴보기로 한다. '교통 통계연보 (1992)'에 의하면 1982년 국내외 항공수송 인원은 5,344,627명, 화물수

송 264,420톤에서 1992년 25,811,750명, 화물수송 1,078,832톤으로 증가 하였으며 특히 국내 항공수송 인원 및 화물은 각각 789%, 819%의 놀라운 증가를 기록하였다. 또한 운항 횟수에 있어서도 1982년 국내외 운항 횟수(정기 및 부정기 항공운항) 42,041회에서 1992년 177,627회로 증가하였고, 국내항공운항 횟수는 593%의 증가추세를 기록하였다. 그리고 과거 10년간 항공운송 산업분야의 실적 변화를 (표10-1)에 나타내었다. 따라서 이러한 항공운송산업의 수요가 급증함에 따라 활주로를 포함하는 공항 시설 및 항공교통관계 체제의 양적, 질적, 향상이 절실히 요구되고 있다.

표10-1 항공운송실적 변화추이

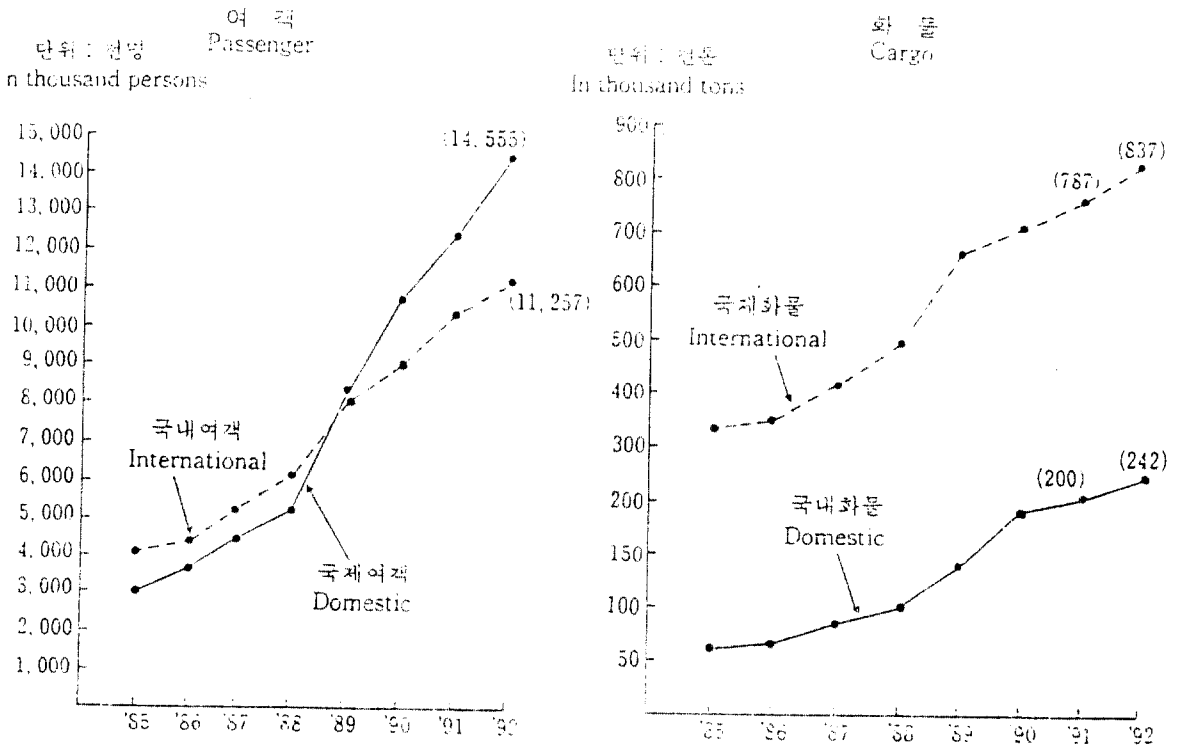


표10-2 국내 항공운송 실적

구분	인 원 (Passenger)			화 물		
	계 Total	정 기 Scheduled	부 정 기 Non-Scheduled	합 계 Grand Total	정 기	부 정 기
					계 Total	계 Total
1962	1,843,739	1,757,714	86,025	29,502	28,085	1,417
1983	2,362,683	2,240,824	121,859	43,028	41,033	1,995
1984	2,869,201	2,763,623	105,578	57,840	55,640	2,200
1985	3,467,382	3,329,593	137,789	67,439	65,694	1,745
1986	4,092,450	3,905,639	186,811	78,000	75,394	2,606
1987	5,100,839	4,725,318	375,521	92,755	88,357	4,398
1988	6,297,295	6,023,608	273,687	110,604	106,539	4,065
1989	8,951,716	8,726,742	224,974	154,418	150,742	3,676
1990	11,063,820	10,833,303	230,517	182,831	179,784	3,047
1991	12,253,071	11,889,704	363,367	199,542	195,202	4,340
1992	14,554,737	14,134,246	420,491	241,617	237,053	4,564

자료 : 교통통계 연감 1992

표10-3 국제 운송실적

구분	인 원 (Passenger)			화 물		
	계 Total	정 기 Scheduled	부 정 기 Non-Scheduled	합 계 Grand Total	출입국	화물수
					화물계 Total	우편계 Total
1962	1,843,739	1,757,714	86,025	29,502	28,085	1,417
1983	2,362,683	2,240,824	121,859	43,028	41,033	1,995
1984	2,869,201	2,763,623	105,578	57,840	55,640	2,200
1985	3,467,382	3,329,593	137,789	67,439	65,694	1,745
1986	4,092,450	3,905,639	186,811	78,000	75,394	2,606
1987	5,100,839	4,725,318	375,521	92,755	88,357	4,398
1988	6,297,295	6,023,608	273,687	110,604	106,539	4,065
1989	8,951,716	8,726,742	224,974	154,418	150,742	3,676

구 분	인 원 (Passenger)			화 물		
	계 Total	정 기 Scheduled	부 정 기 Non-Scheduled	합 계 Grand Total	출입국	화물수
					화물계 Total	우편계 Total
1990	11,063,820	10,833,303	230,517	182,831	179,784	3,047
1991	12,253,071	11,889,704	363,367	199,542	195,202	4,340
1992	14,554,737	14,134,246	420,491	241,617	237,053	4,564

자료 : 교통통계 연감 1992

3. 조종사 관리 및 조종환경

승무원, 특히 조종사의 수요와 공급은 현재 심각한 사회문제화 되어 있으며 이는 항공산업의 주기적인 경기변화에 따라 영향을 받고 있다. 항공사의 필요한 조종사 선발 인원 에 비하여 많은 지원자가 있을 경우 항공사는 보다 좋은 조건의 조종사를 선발할 수가 있으나 조종사 수요가 급증하여 조종사 수급에 문제가 생길 경우 항공사의 선발기준은 상대적으로 낮아지게 된다.

우리나라의 경우 88년 이후 복수 민항 체제로 운영되면서 조종사 수요의 급증으로 인한 조종사 부족 현상이 계속되고 있고 항공사의 자체 훈련을 통한 조종사 양성이 불가피한 상황에 이르렀다.

미국의 경우에도 조종사 수요가 급증했던 80년대 중반기에 각 항공사에 취업한 조종사의 선발기준은 80년대 초반에 비하여 현저하게 낮아졌음을 알 수 있다.

표11 미 항공사 조종사 자격(년 백분율)

	Major airlines		National airlines		Other jet airlines		Regional airlines	
	1983	1986	1983	1986	1983	1986	1983	1986
Pilots with Less than 2,000 hours total flight time.....	1	13	0	11	14	12	9	29
No military experience.....	46	56	18	66	55	70	83	88
No jet turboprop flight time.....	1	2	1	6	24	29	32	28
No air transport pilot certificate and no flight engineer certificate.....	18	26	24	41	42	56	77	76

자료:OTA. Based on future aviation professionals of America data, MAY 1987

이러한 비교적 적은 경험을 갖고 있는 조종사의 선발은 선발에서 운항 실무 투입까지 보다 많은 훈련과정을 필요로하게 되었으며 각 항공사는 자체 PROGRAM에 따라 조종사의 훈련에 임하고 있으나 자격관리 기준상 요구되는 교육수준과 실제 운영을 위한 수준의 조종사 확보시기가 비용절감이라는 문제 때문에 실제로 일치되고 있지 않은 것이 현실이다.

미국의 OTA (Office of Technology Assessment)는 미국내 다수 항공사에서 이러한 문제점을 해결하기 위해 임시 방편적으로 선발 기준 하향조정, 조종사와 정비사의 근무시간 연장, 노후항공기의 사용 연장, 임금의 재조정 혹은 삭감 등이 이루어졌던 사실을 밝혀 낸 바가 있다. 이밖에도 조종사의 운항 환경 변화 가운데 크게 주목해야할 것은 2명의 조종사 만으로 조종이 가능하도록 설계된 항공기 (Two-Pilot System)의 등장이라고 할 수 있다. 1965년 이전까지 최대이륙 중량 36,300kg을 초과하는 운송용 항공기의 최소 승무원 수는 항공기관사를 포함하여 3명이었으며 경우에 따라 항법사가 탑승하였다. 그러나 1965년에 FAR을 수정하여, 운송용 항공기의 최소 승무원수를 항공기 형식증명을 인정하는 과정에서 정할 수 있도록 하였다. 이는 FAA에서 항공기 운항 승무원의 Work Load를 연구하는 과정에서 다음과 같은 6가지의 기능을 고려하여 결정되었다.

1. 비행 경로 조종
2. 충돌 회피
3. 공중 항법
4. 통 신
5. 운영 및 감시(엔진과 그밖의 시스템)
6. 결 심

그 연구결과를 살펴보면 이러한 6가지 기능을 평가하는데 있어서 비행조건은 IFR로 가정하였고 임무 혹은 부수적 임무와 관련된 10가지의 주요 Stress 요소를 대상으로하고 Work Load가 최고와 보통치를 나타내는 기간의 Cabin-Crew 환경하의 조종사 Work Load를 100명의 조종사를 표본으로 조사하여 표 12에 나타내었다.

표12 임무에 따른 조종사 Stress 분포
(stress, on a scale of 1 to 4, varies from 1-not stressful to 4 -extremely stressful)

Stress Factors	Peak Period		Normal period		
	Extremely Stressful		Moderately Stressful	Moderately Stressful	Slightly stressful
Task-related					
#3 Fear of accident	3.7		3.1	2.9	
#6 Fear of legal liability	3.5			3.1	
#2 Training received			3.2	3.0	
#1 Report on co-worker			3.1	3.1	2.2
#8 Over time work			3.2	2.9	
Contxt-related					
#5 Ability to operate cabin equipment	3.8			3.1	
#9 Require cockpit-crew assistance (equipment)	4.0			2.5	
#10Require cockpit-crew assistance (long flights)	3.5				2.2
#4 Directing/helping other attendants	3.7				2.3
#7 Resolve conflict without cockpit assistance			3.0		2.2

자료 : ICAO JOURNAL MAY , 1991 P 9

표 12에서 알수 있듯이 # 4, 7, 10을 포함하는 요소들은 Context-Related Peak Period에서 극도로 Stress가 가해지는 것으로 나타나는 반면에 Normal Period에서는 약간의 Stress가 가해지는 것으로 나타났다. 이러한 요소의 발생빈도는 도움이나 지시를 받을경우 전체시간의 10%정도이나 그렇지 못할경우 15%로 증가된다.

또한 장비의 작동 능력이나 조종사 상호협조, 기타 보조요원의 도움에 관련된 Stress요소들은 Peak Period에서 극도의 Stress를 유발하며 Task-Related Stress를 유발하는 것으로 분석되고 있다. 따라서 Two-Pilot System의 경우 Work Load가 급증하는 시기의 조종사 Stress정도가 장비 및 조종사 상호협조등에 관련하여 매우 높아짐을 뜻하며 이는 사고 유발의 위험성을 증가시킨다고 볼 수 있다.

앞에서 언급한 조종사 선발 기준의 하향조종이나 Two-Pilot System항공기의 증가등은 안전운항의 측면에서 적절한 조종사 훈련을 통해서 해결이 가능하나 조종사 Work Load증가 및 경험부족에 의한 항공기 사고를 예방하기 위해서는 제도적인 뒷받침이 요구되고 있다.

위와 같은 Two-Pilot System은 B 747-400이나 A320과 같은 제 4세대 항공기에서 달성되었는데 이는 1970년대에 개발된 Microprocessor가 연료의 효율성등 항공기의 안전성과 경제적인 운영을 Computer에 의해 가능하게 하는 Cockpit Automation의 시대를 열어놓았기 때문이고 특히 아래와 같은 가정을 인정함으로써 가능하게 되었다.

- 첫째 : 대형항공기의 대양횡단시에도 Two-Pilot System 으로 가능하게 할 수 있는 Work-Load Reduction
- 둘째 : Cockpit Crew가 수행하는 각종 Human Function을 Machine Function으로 대체함으로써 인간에 의한 Mistake나 Error를 감소시킴.
- 셋째 : Automation 장비에 대한 Crew의 무조건적인 수용.

이와같은 일련의 일들을 고려 할 때 Automation 환경에서 발생할 수 있는, 즉 새로운 환경이 가져올 수 있는 안전위협에 대해서도 연구해야 할 시점에 도달되었다고 보아야 할 것이다.

III. 항공기 사고 사례 분석

항공기 사고요인 분석은 여러가지 방법에 의해 행하여 질 수 있으나 본 논문에서는 총사고와 인적요소에 의한 항공기 사고와의 관계 및 비행 단계별 사고 발생 비율에 초점을 맞추어 세계 항공기 사고 사례, 미국내 항공기 사고사례, 국내항공기 사고사례등을 분석하고자 한다.

1. 세계항공기 사고사례 분석

Boeing Commercial Airplane Group 에 의한 안전분석에 따르면 세계주요 항공기 사고의 원인분석 결과 최근 사고의 75%가 Human Error에 기인된 것이며 1959년-1979년 기간중 항공기 사고의 75%가 항공기 승무원에 의한 것이었음을 지적하고 있다. 또한 1980년대에는 전 비행시간의 4%에 불과한 접근 및 착륙단계에서 많은 사고가 발생하였다.

이는 비행 단계별 항공기 사고 분석을 필요로 하게 되었고 이러한 분석 결과 많은사고에도 불구하고, ILS의 Glide Slope 정보제공이 항공기 사고 방지에 기여하고 있음을 밝혀 내었다.

이는 기술혁신 (Technical Enovation)이 실제로 항공기 안전운항에 기여하고 있음을 나타내 주고 있다고 할 수 있다. (그림2)

그리고 이연구 결과에 따라 항공 운송용 항공기에 FDR을 장착하여 항공기와 승무원의 성능과 능력을 재점검하여 밝혀지지 않은 위험 요소를 도출하고 GPWS의 장착 또한 요구하고 있다.

특히, GPWS의 경우 1975년-1988년 사이에 44대의 항공기가 GPWS를 장착하지 않았거나 GPWS가 작동되지 않으므로 인하여 사고를 당하였음을 지적하고 있다. 1980년-1989년 기간 동안의 항공기사고에 대하여 비행단계와 사고요인별 분석 결과를 그림2.

표13에 나타내었다.

그림 2 비행단계별 항공기 사고

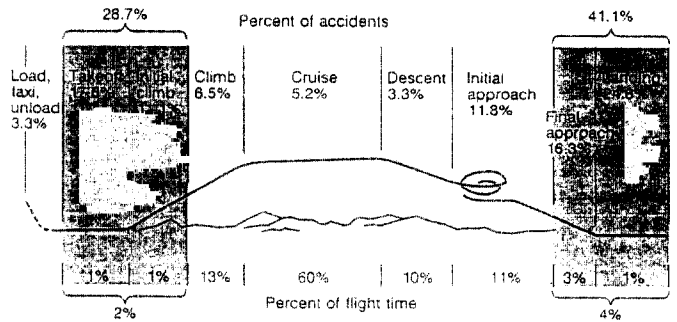


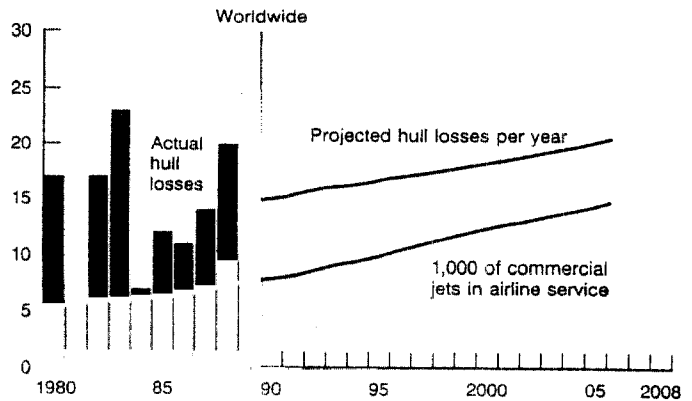
표 13 항공기 사고 요인별 분석

Primary factor	Number of accidents		Percentage of total accidents with known causes						
	1959 to 1979	1980 to 1989	10	20	30	40	50	60	70
Flightcrew	183	88	75.6						
Airplane	27	13	11.1						
Maintenance	3	3	2.5						
Weather	12	6	4.9						
Airport/ATC	9	6	3.7						
Miscellaneous other	8	5	3.3						

Legend:
 — 1959 to 1979
 — Last 10 years (1980 to 1989)

또한 지난 10년동안의 항공기 증가율과 사고 증가율을 기준으로 지속적인 증가가 되었음을 가정하여 2005년까지의 전망을 표 14에 나타내었다. 표 14에서 알 수 있듯이 전 세계적인 항공기(Commercial Airline)의 수적 증가는 20-05년에 약 1만5천대로 추정되고 있으며 중 사고건수는 20건 정도로 예측하고 있다.

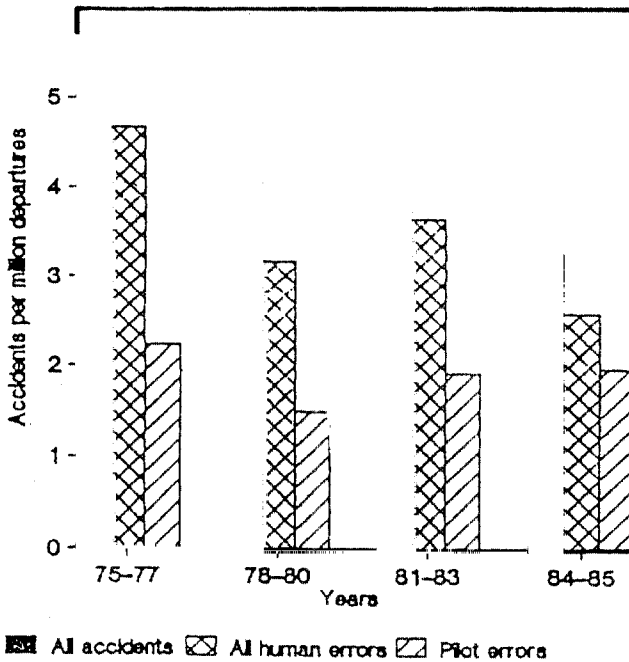
표 14 2005년까지의 사고전망



2. 미국 항공기 사고 분석

NTSB (National Transportation Safety Board) 자료에 의하면 미국 국적기의 총 사고 건수는 매년 감소 추세에 있으며 특히 항공기 좌석 30석 이상 7500 Pound이상의 Part 121에 있어서 괄목할 만한 사고 건수의 감소를 나타내고 있다.

표 15 총사고 및 인적요소 관련 사고(Part 121)



1978년 Airline Deregulation 전후로 부터 80년대 중반 까지의 사고 통계에 의하면 총 사고 건수의 감소에도 불구하고 사고 원인 분석에 따르면 Human Error 에 의한(특히 조종사 과실) 사고 건수는 감소율이 상대적으로 작거나 증가하고 있음을 알 수있다. (표15)

위 도표를 사고 원인 별로 세분화하여 나타내면 사고 초기단계 (사고를 유발한 원인 제공 단계) 사고원인과 전반적인 사고원인으로의 분류도 가능하며 초기 단계의 사고 원인 중 조종사에 의한 사고 발생이 46%, 전반적인 사고 원인에서는 54%로 각각 나타나고 있어 항공기 사고 원인 중 조종사에 의한 사고가 절반 이상을 차지하고 있다. (표16)

표16 항공기 사고원인 (Part 121)

	Fatal accidents (1975-86)	Fatal accidents (by percent)	Total accidents (1982-85)	Total accidents (by percents)
initiating causal factor.				
Pilot.....	15	43	23	46
Personnel.....	5	14	4	8
Aircraft.....	9	26	18	36
Weather.....	3	9	2	4
Miscellaneous.....	3	9	3	6
All causal factor:				
pilot.....	20	57	27	54
Personnel.....	5	14	4	8
Aircraft.....	12	34	23	46
weather.....	9	26	11	22
Miscellaneous.....	3	9	3	6
Total accidents.....	35		50	

자료 : Safe Skies For Tomorrow OTA data

3. 국내 항공기 사고 분석

국내 항공기 총 사고 건수는 미국의 경우와 달리 해마다 증가를 계속하여 80년 이후 92년까지 61건에 달하는 각종 항공기 사고가 발생하였다. 이는 급격한 항공

수송에 부응한 항공기 운항횟수 증가와 운항 환경에 변화등이 영향을 준것으로 특히 항공기 총사고에서 인적요소에 의한 사고의 비율이 미국등 선진국과 비교할 때 높은 것으로 분석되고 있다. 표17은 1957년 이후 국내 항공기 총사고 건수와 인적요소에 의한 사고 비율을 나타낸 것으로 평균 85%라는 높은 비율을 나타내고 있다.

표17 국내항공기 사고원인

연도	총사고(건)	인적요소 사고(건)	총사고 대 인적요소 사고 비율(%)
1957-'60	3	2	67
1961-'65	10	10	100
1966-'70	28	19	68
1971-'75	27	21	78
1976-'80	24	23	96
1981-'85	27	27	100
1986-'90	41	33	81
1991-'92	18	16	89
	178	151	85

자료 : 교통부 통계자료 1992

이처럼 국내 항공기 사고 원인 중 조종사 과실에 의한 사고의 비율이 높은 것은 2장에서 언급된 운항환경의 변화, 즉 항공기 및 항법 장비의 개발에 따른 조종사 훈련, 운항횟수 및 수송량 증가에 따른 공항 관리 및 항공교통 관제 분야의 변화, 자연 환경 및 승무원 관리 등 전반적인 운항 환경 변화에 대한 적응 및 대비가 미비했기 때문으로 판단된다. 또한 조종사의 Work Load 증가에 따른 비행단

계별 사고 발생건수를 비교해 보면 조종사의 Work Load가 증가하는 Landing 단계에서의 사고가 약 50%에 달하고 있어 Margin Of Safety가 적은 부분에서 항공기 사고발생 빈도가 높은 것을 알 수 있다. (표18)

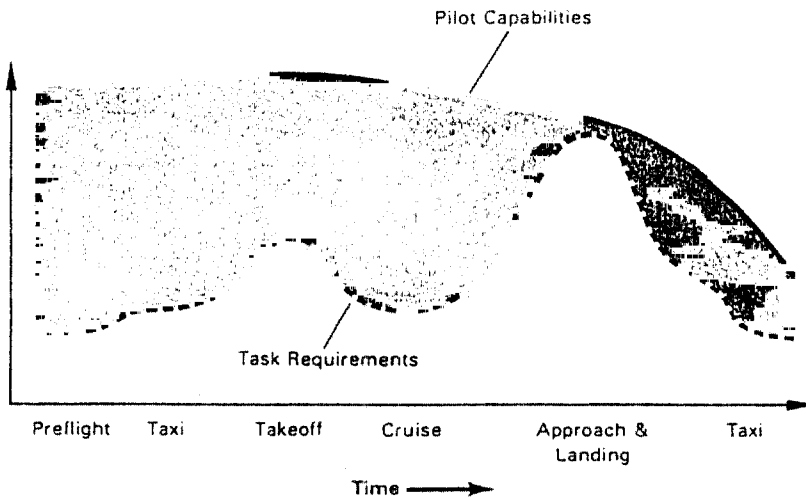
표18 비행단계별 항공기사고 발생 빈도

비행단계	지상활주 및 이륙	상승	순항	강하	접근 및 착륙	총계
발생 건수(건)	23	4	16	7	56	106
비율(%)	22	4	15	6	53	100

자료 : 교통부 통계자료 1992

- * '57년-'92년 국내 항공기 사고에 대한 분석임.
- * 공중 납치 3건은 순항 단계에 포함되었음.

그림3 조종사 조종능력과 작업 요구량의 관계



자료 : Jappesen Sanderson, Private Pilot Manual P 9-16

이상의 세계, 미국 그리고 우리나라의 항공기 사고를 종합하여 비교하여 보면 다음과 같다.

첫째 : Human Error에 의한 분석 내용으로는 세계항공기 사고의 경우 1979년까지의 75.6%에서 1989년까지 10년동안 72.5%로 감소하였으며 미국의 경우 전체 사고의 62%가 Human Error에 의한것으로 나타나고 있다. 반면에 우리나라의 경우 전체사고의 85%가 Human Error에 의한것으로 나타나고 있어 우리나라의 항공기 사고가 Human factor에 의한 비중이 높음을 깊이 인식하여 이에대한 연구와 대책이 요구된다고 할 수 있다.

둘째 : 비행단계별 사고분석결과로는 세계항공기 사고의 경우 이착륙 단계에서의 항공기 사고비중이 69.8%이며 우리나라의 경우에도 75%로 전비행중 6%를 차지하는 이,착륙시 항공기 사고 비율이 공히 높게 나타나고 있다. 이는 항공교통관제와도 깊은 관계가 있는것으로도 사료되며 2장 2절에서 항공교통관제에 관하여 언급하였다.

IV. 결 론

본 연구는 "II"장에서 운항환경변화에 관해서 구체적으로 분석하였고 "III"장에서는 이러한 운항환경요소들에 의해서 발생된 항공기 사고내용을 검토함으로써 "II"장 내용을 뒷받침하였다.

1978년 미국 정부의 규제완화 정책이후 세계 우수한 항공사의 통폐합은 항공운송산업의 높은 능률과 경제성을 요구하게 되었고 B747-400, A320과 같은 항공기 개발은 새로운 운항환경을 탄생하게 하였다.

또 항공기 조종과 항법에 필요한 조종사의 각종 조작행위는 Computer에 의해 이루어지는 Cockpit Automation 장비가 개발되면서 항공기의 모든 Operation 상 Human Error가 극소화 되면서 정밀성을 보장받을 수 있게 되었다. 이는 승무원의 Work Load 감소와 Two-pilot Crew system 을 가능하게 하였으나 다음과 같은 새로운 운항환경 요소와 문제점들을 노출시키게 되었다.

1. 첨단화된 Cockpit Automation은 Crew의 업무내용과 업무성격을 Doing업무에서 Monitor하고 Setting하는 개념으로 전환시켜 놓았으며 또한 Automation 장비에 대한 무조건적인 수용은 새로운 Human Error를 유발하게 하였다. 즉 Windshear와 같은 기상 현상에 따르는 조종사의 역할은 종전과 큰차이가 없겠으나 INS와 같은 Auto-Navigation System에 틀린 Waypoint를 입력시킨다거나 Automation System에 비행에 적합하지 않은 Data를 사용하게될때 이들 자료는 비행이 완료될때까지 계속 잠복되어 영향을 주게되는 문제가 있다.

2. 아시아 태평양 지역에서 국제항공여객수요의 높은 성장율을 감안하면서 동북아시아의 중심지역에 위치해있는 우리나라에 영종도 신공항과 같은 거점 공항이 건설될때 Trans-Pacific Hub and Spoke Network이 구축될 것이고 이에 따르는 항공교통관제업무는 첨단화된 운항장비를 보유한 항공기들이 폭주하여 현재의 관제 능력으로는 수용할 수 없는 상황에 놓이게 되는것이 ATC환경변화의 문제로 지적되지 않을 수 없다.

3. 항공기의 시스템이 자동화 되면서 항공기를 조종한다고 하는 기존의 조종사 금지가 감소되고 Manual에 의한 고도의 비행능력이 저하하게 되며 이러한 Automation System을 이해하고 숙달하기 위한 전문지식과 노력이 요구되는 것이 새로운 문제점으로 대두된다.

4. 항공교통량의 증가에 따르는 현 관제제도의 처리능력에 대한 연구검토를 통해 제도적, 기능적, 개선과 함께 관제시설의 자동화와 미래 항행시스템을 수용하기 위한 단계적 준비가 마련되어야 할 것이다. 또한 군공항에 취항하는 민항기의 안전을 위해 민,군 관제기관과의 협조체제 강화와 군관제사에 대한 자격인정 및 유지관리 문제를 심각히 다루어야 할 것이다.

5. 항공산업의 경기에 영향을 받고있는 조종사의 수급 문제에서 요즘과 같이 조종사의 수요가 급증하는 경우 입사하는 조종사의 질 저하(비행경험과 전문지식), 항공사의 비용절감등에 기인된 근무조건(근무시간과, Two-Pilot System)등이 과거의 운항환경과 같지 않게 됨으로써 발생하는 안전성 문제와 조종사 관리 문제가 예상되며 또한 항공수요의 증가에 대처하기 위해 항공기 운항횟수의 증가

나 혹은 항공기 규모의 확대가 요구되나 국내의 실정(공항시설, 활주로 길이등.)을 고려하면 연차적인 공항시설 확대와 더불어 공항시설에 적합한 중형여객기에 의한 항공기운항을 적극 권장하고 기 계획된 중형여객기 개발도 적극 추진 되어야 할 것이다.

6. 사고사례의 검토에서 몇가지의 Technical Enovation 이 안전운항에 기여하고있는 것으로 판단되었으나 아직도 Human Error가 큰 비중을 차지하고 있으며 그중에서도 승무원 과실에 기인되는 것이 큰 부분이되고 있는것으로 평가되었다. 더욱이 우리나라의 경우 세계 항공기사고 원인보다 Human Error가 상대적으로 높은 비중을 차지하고있어 조종사 관리측면에 문제가 있는 것으로 분석된다.(이러한 분야의 Human Factor에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 추가적으로 “비행절차 점검표” 사용시 나타나는 Human Factor에 관한 연구자료는 본 학회지에 소개 되어 있다.)

7. 첨단화된 항공기의 Cockpit Electronic System도 기존의 항공기와 동일한 안전개념 (Equivalent Safety)을 요구하고 있으나 설계 및 제작단계에서 운용에 이르기까지 Cockpit Automation과 관련된 사고 예방적 차원의 법적, 제도적 장치가 마련되어 있지 못한 점들이 문제점으로 인정된다.

조종사의 활동 영역인 공역과 항공기는 장비의 개발과 Human Factor에서 High Technology가 요구 되면서 새로운 변화에 적응하고 대처 하기전에 또 다른 변화에 직면하게 되는 것이 현실이므로 새로운 운항 환경을 계속적으로 추구하고 연구하여 대처 방안을 강구해야 할 것이다. 따라서 지속적인 항공기운항 환경변화 요인마다 개별적으로 심층적인 연구가 이루어져 이에 대한 대책이 마련되어 항공기 안전 운항에 기여하기를 기대한다.

참고문헌

- 박용한외 2명 “ 항공전자계통 ” 한국항공대학교 출판사 1989.
- 윤승중 “ 항공보안시설 ” 한국항공대학교 출판사 1992.
- 교통부 “ 항공보안시설의 현대화 방안에 관한 연구및 기본설계 ” 삼신인쇄 1990.
- 교통부 “ 교통통계연보 ” 교통부 1992.
- 김병중 “ 공항운영정책 ” 한국항공대학교 항공산업정책연구소 1993.
- 김철영 “ Cockpit내 Human Factor에 관한연구 ” 1992.
- “ 국내항공법 ” 노해출판사 1993.
- Laurie Taylor “Air Travel. How Safe Is It?” Bsp Professional Book. 1988
- Frank H.Hawkins “Human Factors In Flight” Gower Technical Press. 1987
- Congress of The U.S OTA “ Safe Skies For Tomorrow” 1988
- Stephen B. Hall “ The Human Role In Space ” Noyes Pub. 1985
- Jeppesen Sanderson “ Private Pilot Manual ” 1991
- Donald S. Alausing “ The Aviator's Guide To Modern Navigation ” TAB Books Inc. 1972
- ICAO. “Accident Prevention Manual”. 1984
- ICAO. “Satellite - Aided Search and Rescue The Cospas-Sarsat System” 1986
- ICAO. “Manual Concerning Safety Measures Relating to Military Activities Potentially Hazardous to Civil Aircraft Operation”. 1990
- ICAO Journal