

Original Article

항공분야에서의 안전관리 개념과 변천에 관한 연구

문봉섭*, 최연철**, 최진영***

The Research on Trend and Safety Management Concept in Aviation

Baek-Jae Kim*, YounChul Choi**, Jin-Young Choi***

ABSTRACT

Various aviation safety performance and safety oversight programmes including CRM, SMS and USOAP are operated in various sizes, depending on the capacity of each State. Despite such activities, great and small, aviation incidents and accidents are continuously occurred. In relation to this point, this paper suggests a result of comprehensive literature review for the purpose of building an aviation safety performance theory. This paper will define the concept of aviation safety and following created common perception on aviation safety will, as basic materials, contribute to pursue consistence and systematic aviation safety activities.

Key Words : Aviation(항공), Safety Management(안전관리), Safety Culture(안전문화), Crew Resources Management(승무원자원관리), Safety Management System(안전관리체계)

1. 서론

1903년 라이트형제에 의한 동력항공기의 운영 이래 수많은 항공관련 사고가 발생되고 있으며 국제민간항공기구를 필두로 여러 국가들은 당해 국가의 실정과 방향에 따라 항공안전도를 향상시키는 노력을 경주하고 있다. 이러한 활동은 국가가는 물론, 항공기를 직접 운영하는 항공사, 항공기 관련 산업, 교육기관, 항공종사자 등 다양한 분야에서 각자의 특성에 부합되는 항공안전활동을 전개하고 있다.

항공안전은 1938년 미국의 민간항공법이 제정되면서 기초가 제공되었으며 2차 세계대전 이후

항공산업의 급속한 발전에 부응하기 위하여 시작된 1947년의 ICAO와 1958년 FAA 창설로 조직화되기 시작하였다. 특히 1977년의 Tenerife 공항 충돌사고는 타 산업에서의 협력과는 다른 차원의 항공종사자의 안전활동의 중요성을 각인하는 계기가 되었으며 1979년 NASA 워크숍 주제로 Human Factors와 CRM이 제시되면서 항공분야에 부합되며 체계적이고 구체적인 행동이 포함되는 항공안전 활동이 시작되었다.

이후 발전된 CRM, SMS, USOAP 등을 포함한 다양한 형태의 항공안전활동이 추진되었고 항공감독프로그램(Safety Oversight Program)이 각 국가의 실정에 부합되게 다양한 형태로 운영되고 있으나 항공분야에 있어서는 크고 작은 항공안전과 관련된 사고와 준사고가 지속적으로 발생되고 있는 실정이다. 이와 관련하여 본 연구는 항공안전활동의 배경과 개념을 포함하는 이론에 대한 정립을 목표로 문헌연구를 종합하여 제시하였다.

본 연구를 통하여 안전에 대한 개념을 정립함으로써 항공안전에 관한 공통된 인식을 가진다면

Received : 02. Nov. 2017. Revised : 20. Nov. 2017.

Accepted : 14. Dec. 2017

* 대한항공 운항승무원

** 한서대학교 항공산업대학원

** Leiden Law School, Leiden University

연락처, E-mail : j.choi@law.leidenuniv.nl

Steenshuur 25, 2311 ES Leiden, the Netherlands

일관성있고 체계적인 항공안전활동의 추진이 가능할 것으로 사료된다.

II. 안전관리 개념과 변천

2.1 안전관리 개념

Huang(2009)은 안전에 대한 개념을 사고방지(incident prevention) 차원과 연관시키려는 경향을 보였는데 안전의 의미를 무사고, 또는 보다 현실적이고, 사고의 가능성이 없는 것에 중점을 두었다.[34] 2013년 9월에 발간된 European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL) From Safety-I to Safety-II: A White Paper에 의하면, 안전관리 원칙(safety management principle)은 어떤 결함이 일어난 후 적극적으로 대응하거나, 또는 사고는 나지는 않았지만 수용할 수 없는 위험으로 판명된 경우에 한하여 대응하는 것이 형식이었다. 그러므로 사고 조사의 쟁점도 사고 발생원인, 그리고 원인을 제공하는 요소들을 찾아내는 것이고, 위험 평가는 이러한 것들이 얼마나 자주 일어날 수 있는나고 예측하는 것이 목적이었다. 이는 사고의 모든 원인을 제거 하거나 방어책을 더욱 증진하는 것 또는 두 가지를 다 하는 것이었다.[35]

이러한 안전에 대한 사고방식은 1960년대부터 1980년대를 통해서 발전되어 왔는데, 이 시대는 오늘 날과 비교해서 시스템이 단순하고 각각 독립적인 시기였으므로 이러한 형태의 안전관리가 통용 될 수 있는 여건이었다. 그 당시 시스템은 제대로 작동 하든지 아니면 중단되던 지에 대한 명확한 구분이 가능한 특징이 있었으며 대개 이러한 단순한 시스템은 확실한 분석과 상세한 조사가 가능하였으므로 결함을 수정하는 것도 용이하였다.

그러나 이러한 가정들은 오늘날의 상황과는 부합되지 않는데 오늘날의 항공기 운영시스템은 과거방식으로는 분석 자체가 쉽지 않고, 옛날과 달리 흑백으로 명확히 나눌 수 없는 다양하고 유연성을 강조하는 복잡한 시스템으로 변화되었기 때문이다. 즉, 과거의 방식을 적용함에도 불구하고 문제가 발생되지 않고 업무가 진행되었던 이유는 사람들이 지시 받은 대로 해서라기보다, 주어진 상황에 맞게 자신이 행동을 조금씩 변화를 주기 때문에 올바른 결과가 나온다고 보는 것이다. 시스템이 더 발전함에 따라 이런 변화를 줄 수 있

는 능력이 가면 갈수록 더 중요해지고 있다. 성공적이 행동을 위해서 이런 변화에 대한 인식이 중요해 지고 있다.

그러므로 미래의 안전 관리를 위한 과제는 이러한 적응(adjustment) 과정을 통해서 긍정적인 결과를 유도해야 하는 것에 대해서 이해를 하는 것이 출발점이다.

즉, 과거의 안전관리 방식은 현재와 같은 복잡한 시스템에 부합되지 않는 사고방식이므로, 이를 새로운 관점을 받아 들여야 하며 그렇게 하지 않으면 사고의 발생 가능성이 매우 높아질 가능성이 높아지기 때문이다.

그러나 상업항공의 사고통계자료를 살펴보면 우려하는 것만큼 사고발생률이 높지 않은 것으로 나타나는데 그 이유는 항공 종사자들이 주어진 기준을 잘 따라서 그런 것이 아니라, 복잡한 구조 하에서도 주어진 상황에 맞춰 잘 처리하였기 때문에 얻어진 긍정적인 결과로 볼 수 있다. 갈수록 복잡해지는 현대의 항공운항시스템에서는 단순히 규칙을 준수하기보다 상황에 맞게 자신의 행동에 변화를 주는 행동방식의 필요성이 강조되고 있다. 따라서 미래의 안전증진을 위한 도전과제는 주어진 상황에 따라 자신이 행동에 변화를 주며 융통성을 갖고 변화를 줄 수 있는 행동에 대해서 종사자 개개인이 이해를 하는 것이다.

그러나 이와 같은 융통성 있는 사고방식에 대해서 관리자들의 관심도는 그리 높지 않지만 이를 개선하는 것이 요구된다. 즉, '잘못될 가능성을 없애려는 방식'으로부터, 대부분의 것들이 잘 되도록 하는 방식(from ensuring that 'as few things as possible go wrong to ensuring that 'as many things as possible go right)으로 변해야 한다. 또한, 안전관리 원칙도 지속적으로 특정한 상황에 맞춰나가면서 이를 유지하는 것이 필요하다. 이러한 측면에서 사고조사의 목적도 보편적으로 어떻게 일들이 잘 해결되는 지에 대한 이해를 통해서, 왜 가끔씩 잘못된 결함이나 장애가 발생하는지를 이해하는 것으로 바뀌어져야 한다.

위험분석에 대한 평가도 새로운 개념으로 이해해야 하는데, 행동의 다양성을 관리하고 통제하는 것이 점점 어려워지는 상황을 이해하려는 노력을 해야 한다. 항공교통의 수요가 증대되고 시스템이 복잡해질수록 안전에 대한 관점도 변화되어야 한다.

사고방지의 관점에서 특정 사례를 적용하는 것

도 중요하지만 이러한 관점만으로는 해결이 어려운 상황이 점차 늘어나고 있다. 그러므로 바람직한 방법은 Fig 1과 같이 사고관리와 안전관리를 병행하면서 그 범위를 넓혀 안전문화 관리로 가는 것이 해결책이다. 안전문화 관리로 가는 것은 현존하는 대부분의 해결책들은 계속 적용해도 되지만, 사고 또는 사고 가능성이라는 특수한 상황에 몰입하는 것이 아니라 다양한 관점에 강조점을 찾는 것이 필요하다.

안전문화 관리의 관점에는 무엇이 잘되고 있는지를 지향하고, 자주 발생하는 사건에 집중하고, 결함의 가능성에 대한 민감한 태도를 유지하고, 세부적이면서 효율적인 방식을 추구하고, 안전에 대한 투자를 생산에 투자하는 것처럼 여기는 것도 포함 되는 것이다.



Figure 1 Accident Management and Safety Management

Source: From Safety-I to Safety-II, A White Paper, EUROCONTROL,(2013) The imbalance between things that go right and things that go wrong(2009), p6을 근거로 연구자가 작성[34][35]

항공기 운항 측면의 미시적 관점에서는 사고방지의 측면에서 안전을 바라보는 것도 도움이 되지만 정책이나 관리적 측면을 고려한 거시적 관점으로 보면, 사고방지라는 개념은 안전이라는 개념을 너무 협의적으로 속박하는 것과 같다. 그러므로 항공안전은 단순히 ‘사고방지’로 제한해서는 안 되며, 위험관리라는 곳까지 그 영역을 넓혀야 한다. 즉, 안전관리라는 확률적으로 발생 가능성이 낮은 사고나 준사고와 같은 것에 집중하는 방식은 사고관리 개념에 속하므로, 안전관리 영역을 전체로 보고 관리하는 개념이 필요하다. 이러한 전체적인 관점에서 관리를 더욱 심화시키는 것이 안전문화 관리라고 할 수 있다.

근대적 안전관리 기법은 높은 신뢰도를 필요로 하는 High Reliability Organization (HRO)분야에서, 주요 대형사고를 처리 하는 과정에서 비롯되었다. 안전관리기법은 매 시대마다 큰 재앙을 일으킨 사고원인의 쟁점이 반영되어 변천되어왔는데, 1970년대는 미국 NASA와 FAA가 주도하여 항공 우주분야를 선도하여 왔다.

항공분야가 두 기관을 중심으로 1980-1990년대에 걸쳐 인적요인(Human Factors)을 기반으로 하는 CRM(crew resource management)에 집중하는 동안, 항공 이외 HRO 분야는 SMS(safety management system)나 안전문화 관리와 같은 개념을 통해서 괄목할 만한 성과를 내고 있었다.

HRO 분야에서의 근대적 안전관리 기법은 1980년대에 발생한 주요 대형 사고를 처리 하는 과정에서 비롯되었다.

예컨대, 1987년 11월 영국 King’s cross 지하철역 화재사고, 1987년 3월 Zeebrugge에서 Dover로 가던 Herald of Free Enterprise 여객선 침몰사고, 1988년 7월 북해의 Piper Alpha 폭발사고, 1988년 12월 Clapham 교차로 여객열차 충돌사고, 1986년 1월 우주왕복선 Challenger호와 2003년 1월 Columbia호 폭발사고, 2003년 7월 위베링겐(Uberlingen) 공중충돌사고, 그리고 2005년 3월 텍사스 BP 정유공장 사고 등이다.

이처럼 사회적 관심이 큰 사고들이 발생할 때마다 해당분야는 유사사고 재발을 방지하기 위한 새로운 안전관리기법을 제시하였는데 이러한 시대별 안전관리 쟁점의 변천과 HRO분야의 안전관리기법을 살펴보고, HRO에서 항공분야를 분리하여 두 분야의 안전관리기법을 비교하는 것은 매우 의미가 있는데, 이를 정리하면 표 1과 같다.

Table 1 Aviation Safety Chronological table

시대	연도	분야별 내용	
		항공분야(Aviation)	HRO (high reliability organization)
직관적 안전관리	1914-1818	항공생리, 항공심리학의 개발과 적용	
	1926	항공산업법 제정(미국)	Domino Theory
	1938	민간항공법 제정(미국)	Hienrich Accident Pyramid(삼각형)
	1940년대	항공우주분야 시스템안전 개념 소개(미국)	Maslow’s Hierarchy of Needs
행정적 안전	1945부터	인간공학연구와 인간능력 발휘를 위한 인간 중심 장비 설계 개념도입	User-centered design concept : PCP(pilot centered principle)
	1947	ICAO 창설	

이적요인 통한 안전관리	1958	FAA 창설(미국)		
	1967	NTSB 창설(미국)		
	1974	TWA 514 (B727)사고	영국 Flixhorough 사고; CIMA 방법	
	1977	Tenerife 공항 충돌사고	이탈리아Seveso 사고; Seveso II 훈령	
	1979	NASA 워크숍 주제 CRM	미국 Three Mile Island 원전사고	
	1983	캐나다Dryden공항 이륙사고	기업 조직관점으로 접근 계기	
	1986	Chernobyl사고; 안전문화용어사용		
	1988	영국 북해 Piper Alpha 사고; SMS 개념 도입		
	1980 년대	1세대 CRM; 관리유형과 조종실내 그룹간 상호작용	80년대 ESM(enhanced system management) 거대 국제기업(Du Pont & Shell)의 11가지 원칙	
		2세대 CRM; Crew 개념확대		
1990 년대	항공안전절합; 조직요인이 포함된 조직안전관리시대	기술, 인가, 조직요인을 포함한 시각으로 전환		
	3세대 CRM; Crew 개념 확립	정비사, 운항관리사, 관제사		
이적요인 과 조직관점의 안전관리	4세대 CRM; AQP 도입			
	1991	미국 Continental Express 2574 편 추락사고	J. Lauber: CF의 기업 문화 결함으로 언급	
	1993	MPK 사고(한국)	영국보건의정성; 안전문화정의	
	1995	항공안전절정기(미국기준)		
	1997	GUM 사고(한국)	Reason's 치즈모델(1998)	
	1999	STN 사고(한국)		
	90년 대	5세대 CRM; TEM		
	2000 년대 초	ICAO SMS for Air Traffic Service	GAIN 안전문화 조사 설문지(2000) 산업분야 안전관리와 안전문화 (2001 네덜란드 호주 항공안전 환경 조사(2004)	
	2006	ICAO SMS 출발 (1)안전정책 (2)안전관리 (3)안전확신 (4)안전장려		
	2006	ICAO SMS 1stEd Manual SMM FAA Circular120-92 Introduction SMS		
2007	FAA SMS pilot Project 시행			
2008	ATM Whitepaper 2008 (SMS에 적용하기 위한 안전문화 정의)	FAA 안전문화조사 도구(SCISMS) 2008년 2차 설문(문봉섭)		
2009	ECAST 안전문화 프레임 워크	남아공 정비사 안전 문화(논문)		
공유물 통한 체계적안전관리	2010	FAA 항공사로부터 관리 당국까지 영역 확대	아일랜드: 국가항공안전 문화조사안전문화연구 (글로라도대학 논문)	
	2011		미국NRC: 좋은(good) 안전문화특성정리	
	2013	ICAO SMM 3rd Ed SFO사고 (한국) 발행	ICAO 통계: Fewest number of fatalities (173) year	
	2014	CAO통계; Highest number of fatalities(904) year in the last 5 year	스웨덴 안전문화 평가조사 중추; 안전문화정의 조사연구	
	2015	CRM을 자동화 기술 피로까지 관심을 넓힘 HJ 사고(한국)	미국 TCRP 안전문화 증진 연구	
	2020	예측과 안전을 위한 양적 기법으로 CRM, SMS를 강화; FAA: SMS를 주요 규정으로 범위 확대		

자료원; SMS and CRM : Parallels and Opposites in

their Evolution, J. Velazquez et al., 2015에서 제시한 5가지 시대 구분을 근거로 연구자가 작성[36]

2.2 안전관리 변천

Wiegmann et al., (2007)는 HRO 전체적인 관점에서 시대를 대표하는 주요 사고의 원인에 따라 네 가지 단계로 구분하고 있다.[37]

첫 단계는 기술 관리(technical period)시대이다. 이 시기는 공학기술의 발달로 새로운 성능의 하드웨어가 출현하던 시대적 특성에 따라, 대형 사고원인도 기계적 결함이나 장비의 신뢰성과 구조적 안정성의 문제로 보고, 이에 부합되는 이론을 수립하여 관리를 하였다.

두 번째 단계는 인간실수(human error period) 관리시대이다. 이 시대에 발생한 사고들의 특징은 기계적 고장이나 결함에 의해서 일어난 사고보다 인간의 한계에서 비롯된 사고가 많이 발생한 시기로 사람의 실수에서 유발된 인적요인(Human Factors) 이론으로 안전관리 쟁점이 전환되기 시작한 시기이다.

세 번째 단계는 사회공학(social technology period) 관리시대이다. 이 시기는 시대를 대표하는 주요 사고가 단순히 생산과 직접 관련된 특정 사람의 실수가 아니라, 생산라인 전체를 관리하는 복합적 시스템 내에 속한 사람들 간의 상호작용의 결함에 의해서 실수가 유발되고, 그것이 결과적으로 사고로 발전된다고 보는 시대이다.

네 번째 단계는 안전문화(safety culture period) 관리시대이다. 이는 주요사고가 단순히 일선 종사자들의 근무 태도나 역량 그리고 기술분야의 상호작용의 문제가 아니라 조직이 갖고 있는 독특한 조직문화 속에 스며들어 있는 팀 협조 능력수행 성패에 달려 있다고 보는 시대를 말한다.

2.3 항공이외 HRO분야 안전관리 변천

항공분야를 제외한 석유화학, 해양유전 등 HRO 분야에서는 80년대 초부터 유럽을 중심으로 보다 강화된 안전관리기법을 개발하였다.

Hudson(2001)은 HRO분야의 안전관리의 대표적인 흐름은 Fig 2와 같이 다국적 석유탐사 및 생산업체인 Shell Exploration & Production (SEP)사의 안전관리 사례처럼 ESM(enhanced safety management), SMS (safety management system), HSE-MS(healthy Safety & environment-management system)과 같은 기법을 거쳐 현재

는 안전문화(Safety Culture)관리가 정착 되고 있다고 주장하였다.[38]

이 회사는 1987년 영국의 북해 유전에서 발생한 사고가 전환점이 되었는데 이 사고를 계기로 SEP에 의해서 추진된 것이 Safety Management System(SMS)이다. SEP는 1985년에는 LTIF(Lost Time Injury Frequency)가 전체 OGP(Oil Gas Product) 평균보다 높았으나 SMS 적용 이후 현저하게 낮아지고 안정된 성과를 내고 있는 것이 SMS 추진 결과라고 주장하고 있다(Hudson, 2001).[38]

2.4 항공분야 안전관리 변천

항공운송 분야에서도 초기에는 안전에 대한 관심이 대부분 기술적 결함을 밝히는데 초점을 두었으며 비행 중이거나 지상이동단계에서 의도되지 않은 사건과 사고에 대한 문제를 실행착오를 통해서 해결하는 도미노 이론과 같이 단순한 선형적인 방법이 통용되었다(Heinrich, 1931).[39]

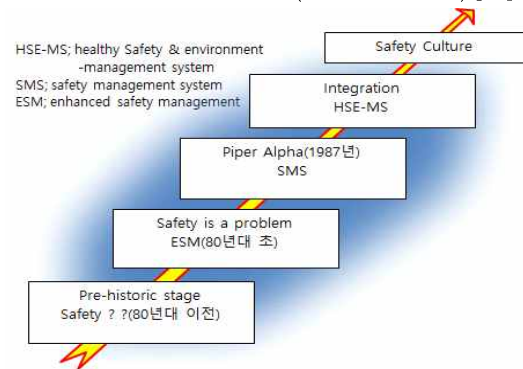


Figure 2 The evolution of safety in Shell's Exploration and Production function. Source; Hudson(2001), safety management and safety culture, the long Hard. figure 5[38]

20세기 중반을 거치면서 공학적 환경의 급격한 변화는 기술적인 문제에서 인적요인의 문제로 초점이 변화하였고, 확대되어 조직 차원의 문제로 보는 시각을 넘어 안전문화의 개념으로 보는 시대가 되었다.

하지만 현실적으로는 대부분의 사고 조사와 분석과 설명에 쓰이는 모델들은 이러한 추세에 맞게 변화되지 못하였으며 안전에 대한 생각이나 안전관리 관행들은 원하지 않는 결과를 설명하는데 더 이상 시행착오만을 가지고는 적응하기 어

려운 복잡한 시스템으로 발전하였다.

2.5 심리학 관점의 항공안전관리 변천

Johnston N. et al.(1994)는 항공안전관리의 변천을 심리학의 접근방법에 따라 시대적인 구분을 하였다.[40]

첫 번째는 행동심리학과 인지심리학시대이다. 1940년대 초부터 1970년대 중반까지는 인간의 인식과정과 직무분석 방법을 통하여 인간의 능력과 한계에 대한 이론을 항공운항에 적용하였다. 이 시기는 일선 종사자인 조종사와 정비사, 운항관리사 그리고 관제사들의 선발과정, 훈련기법, 비행시간과 근무시간의 제한, 장비의 설계분야에 중점을 두었던 시대이다.

두 번째는 사회심리학의 시대이다. 1970년대 후반부터 1980년대로 학문적으로 인간의 의사결정에 대한 자료 축적과 조직심리학적 분석을 통해 얻은 소그룹의 역동성 증진을 위한 사회심리학적 접근법이 전성을 이룬 시기로 소그룹 내에서의 의사결정과정과 정보흐름의 파악에 관한 학문적 이론을 통하여 리더십과 follower ship을 중심으로 문제 해결방법을 찾은 결과 CRM(Cockpit resource management) 교육 프로그램이 개발되었다. 이 시기는 항공안전관리는 모든 문제를 Human Factors로 접근하였으며 정형화된 사회심리학의 전성기로 불리게 되었다. 또한, Human Factors에 근거한 CRM기법의 발전과 LOFT(line oriented flight training) 프로그램과 같은 실질적 관리 도구가 된 범세계적인 프로그램의 개발로 이어졌다. 이러한 개념의 정착은 개인 간의 문제에서 집단 내의 문제해결 방식과 조직 전체를 포괄하는 방식으로 확대되었으며 실수관리(error management)와 위험관리(threat management)로 발전되면서 CRM의 세계화 과정을 통해서 프로그램을 만든 사람들과 그것을 적용하는 사람들 간의 문화적 문제에 부딪히게 되었다.

세 번째는 문화심리학 시대이다. 1970년대부터 1990년대를 인적요인의 황금기라고 보았다. 그 가운데 1990년대를 문화시대로 보게 된 것은 1989년 3월 10일, 캐나다 Ontario주 Dryden 공항에서 일어난 Air Ontario 항공사의 F-28 추락 사고가 계기가 되었다.

65명의 탑승객 가운데 21명의 승객과 3명의 승무원이 사망하였는데 이 사고는 날개에 쌓인 눈을 제거하지 않고 이륙하면서 일어나면서 캐나다

의 항공업계뿐 아니라 사회 전체에 커다란 충격을 주었는데 사고결과에 대한 1,500쪽에 달하는 최종보고서에서는 기장의 의사결정 상의 문제점을 가장 중요하게 강조하였다. 사고는 기장의 결정에 가장 중요한 문제가 있었는데, 여기서의 잘못된 의사결정은 기장 단독으로 이루어진 것이 아니라, 항공운송시스템의 총체적 결함에 의해서 비롯됐으며 만약, 시스템이 적절한 기능을 발휘했다라면 그 잘못된 사전에 방지될 수 있었다.

이러한 사실은 관리자, 운영자 그리고 승무원들이 기장의 의사결정에 어떤 영향을 주는지를 시스템적인 관점에서 접근하게 하는 교훈이 되는 사고로 분석되고 있다.

또한 이 사고를 통해서 항공업계는 사고조사에서 부분적인 접근보다 전체를 보기 시작했으며, 항공사의 문화(cooperate culture)와 그것이 개인의 행태에 영향을 주는 안전과 안전문화가 쟁점화하게 되었다.

2.6 인적요인 관점의 항공안전관리 변천

Velazquez J. et al.(2015)은 항공분야의 안전관리변천을 Human Factors관점에서 20세기 초부터 오늘날까지를 다섯 단계로 구분하였다[41].

1900년대부터 1990년대까지를 항공분야에 안전과 인적요인의 도입 단계로 보고 ①직관적 안전관리 시대, ②행정 위주의 안전관리시대 ③인적요인을 통한 안전관리 시대로 구분하였으며 1990년대 이후는 ④인적 요인과 조직관점의 항공 안전관리 시대, ⑤공유를 통한 체계적 항공 안전관리 시대로 세분하고 있다.

2.7 연대별 항공안전관리 쟁점의 변천

상업항공이 보편화되던 초기에는, 항공기가 비행을 하다가(Fly) 사고가 나면(accident), 조사를 하여 원인을 알아내고, 그것을 수정(fix)한 다음 다시 비행(fly)하는 식의 FAF(fly-accident-fix)의 순환과정이었다. 이런 과정에서 비롯된 항공 안전관리는, 그 시대에 발생한 사고의 원인에 대한 쟁점의 변화와 더불어 발전해 왔다. ICAO는 사고원인을 Fig 3과 같이 시대적 변화에 따라 기술요인, 인적요인, 그리고 조직의 요인 등 세 가지로 구분하였다.

1900년에서 1960년대 후반까지는 기술시대

(Technical Period)이었다. 이 시기는 항공이 대중 교통 수단의 형태로 기틀을 잡아가는 태동기였으므로 발생한 주요 사고들은 기술적 결함에 의해서 일어난 사고가 대부분을 차지하였다. 그러므로 이 시기는 항공기 사고조사도 주로 기술적 요소에 대한 규명에 집중 하였다. 이어서 1970년대 초부터 90년대 중반까지를 인적요인시대(Human Factor Period)라고 지칭되었다.

이 시기에는 항공기 제작 기술의 향상으로 안전성이 기술적 안정성이 확보되었다. 그 결과 항공기 사고의 횟수는 현저히 줄어들어 항공운송이 안전한 교통수단으로 정착 되었다.

기술적 원인에 의한 사고가 줄어든 반면, 상대적으로 인적요인에 의한 사고 비율이 높아졌다. 항공 관련 제도나 법규가 제정되고 절차 등이 개선되었다. 이때부터 안전관리 분야는 인간과 항공기 간의 상호작용을 포함한 인적요인 분야로 영역이 확장되면서, 인간의 성능을 향상시키고, 실수를 관리하기 위한 기법을 도입하게 되었다. 이 시기에 인적요인의 관점은 운영시스템이나, 조직적인 역동성에 대한 전반적인 고려이기보다는 운영 일선에 있는 개인에게 그 초점을 맞추었다는 한계점을 갖고 있었다. 이후 1990년대 초에는 항공운항시스템이라는 복합적인 환경에서 일하는 각 개인의 행태에 영향을 주는 조직적 요소가 있다는 점을 인식하기에 이르렀다.

1990년대 중반부터 2000년대까지를 조직의 요인시대라고 불리어 진다.

조직의 시대를 거치는 동안 안전관리 쟁점은 기술이나 인적요인에 추가적으로 조직요소를 더 하는 시스템적 관점으로 바뀌었다.

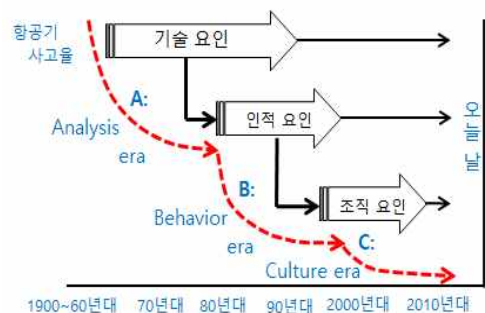


Figure 3 The evolution of safety
Source: ICAO SMM 3rd Ed 2-2 그림 2-1을 근거로 연구자 작성[42]

그 결과 조직요인에 의한 사고라는 개념이 도입되어, 조직문화나, 안전을 위협하는 위험관리 효율을 높이는 정책의 영향 등을 고려하기 시작하였다. Fig 3과 같이 분석(Analysis)과 행동(Behavior)과 문화(Culture) 등 3가지 단계로 구분하고 ‘안전관리 변천의 ABC’로 부르기도 한다.

2.8 Safety-I 에서 Safety-II로 변화[43]

(1) 제1의 안전(Safety- I)

제1의 안전은 “무엇인가 잘못되는 것을 막아내는 것”이 목적이었다. 역사적으로 볼 때 안전은 사고가 발생하거나 잘못된 결과가 나올 수 있는 위험이 인식될 때에 강조되어 왔다. 기대하지 않던 잘못된 일들이 일어난 경우에는 문제를 제거하거나 억제하는 것이 대처방법이었으며 끊임없이 일어나는 공학(재질 피로), 사람의 실수(업무 강도, 실수) 또는 조직(안전문화) 관련 등 새로운 유형의 사고원인에 대한 대응의 수단이 되었다.

이러한 대응 방식들은 단기적으로 해결책을 강구하는 데는 효과적이었기 때문에 원인과 결과, 대응방식으로 사고를 설명하는 것이 보편적으로 통용 되었다.

안전관리 당국이나 관리자들은 사고나 준사고가 발생하면 절차나 규정을 잘 지켰는지 아닌지 등을 포함한 상세한 보고서를 제출하도록 요구한다. 그래야 이를 통하여 어디서 잘못됐는지를 설명할 수 있으며 원인을 해결하기 위해서 많은 방법이 제시될 수 있기 때문이며 이러한 결과에 의하여 많은 양의 데이터베이스가 축적 되었고, 수많은 사고조사의 결과가 책, 보고서, 국가나 국제기구 차원의 간행물로 발간되었으며, 국제적인 회의 등에서 활발히 다루어지고 있다. 그러나 이러한 방법은 결과적으로 수많은 정보를 통하여 보편적인 해결방법은 찾아서 고치는 것(find and fix)이다. 제1의 안전은 사고를 최소화 하는 것이 목표이다. 현재 수행하는 사무처리 방식은 일반적인 안전에 대한 이해를 표현하고 있으므로 이를 제1의 안전이라고 할 수 있다. 즉, 제1의 안전은 사고를 최소화 시키는 것에 초점을 맞추고 있다.

제1의 안전에서의 안전 목표는 사고발생 가능성을 최소화하고 유지하는 것으로 사고가 감소함에 따라 대책을 강구 하는 것이다. 제1의 안전에는 두 가지 모드가 있다. 하나는 모든 시스템이

의도하는 대로 작동하고, 사람들도 또한 지시한 대로 행동 했을 때 얻어지는 것이다.

두 번째는 기계의 결함이나, 고장 난 것이 있을 때 사고가 나는 것이다. 그래서 첫 번째 모드를 유지 하는 것이다.

(2) 제2의 안전(Safety-II)

IATA에 따르면 2012년 한 해 동안 약 30억 명이 3,750만 편의 항공기를 이용하였는데 이는 일일 10만 여회의 항공편이 운영된 것이다. 그 가운데 75건의 항공기 사고가 발생하였고, 총 414명이 사망했는데 이는 매 500,000만 편당 1건의 사고율이다. 이 가운데 서방국가에서 제작한 항공기에 의한 손실은 6건으로 매 5,000,000회 비행당 1건의 비율이다.

사고원인이 인간의 실수가 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 대두되면서 높은 사고원인으로 간주되지만 또 다른 측면에서 인적요인에 의하여 사고가 예방되지만 이에 대한 설명은 쉽지 않다.

결국 현재와 같이 단순히 결함이나 사고에만 관리역량을 집중하고 있다면, 안전증진에 도움이 되지 않는다. 이것에 대한 해결책은 의외로 단순하다. 예를 들어 1만 번 당 1번 일어나는 사고에 집중하는 것은 물론 나머지 9,999건의 잘 되고 있는 정상적인 부분에 대한 집중이 필요하다.

Fig 4에서 보여 주고 있는 것처럼 초록색은 제2의 안전, 빨간색은 제1의 안전이다. 제1안전을 완성시키기 위해서는 초록과 빨강이 같이 하지만 제1안전과 제2안전을 합쳐서 조화로운 관리를 할 때 빨간색만 집중하는 습관을 버리고 제1안전과 제2안전을 합쳐서 가야 한다.

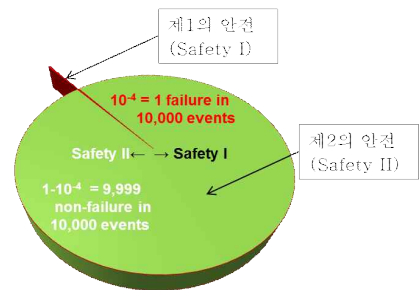


Figure 4 Concept of Safety-I to Safety-II

Source; From Safety-I to Safety-II: A White Paper(2013)를 근거로 연구자가 작성[44]

현재 Air Traffic Management(ATM)의 경우 지극히 보편적인 상황을 제외하고는 주어진 상황

에 어떻게 대응해야 된다. 것을 예측하기에는 시스템이 너무 복잡해졌다. 그러나 수많은 다양한 변화가 생김에도 불구하고 사람들이 사고를 내지 않고 안전한 운항을 하는 가장 근본적인 이유는 상황에 알맞게 대처할 수 있는 능력 때문이다.

다른 사람이 어떻게 하는지 또는 어떻게 할 것 인지를 인지하는 것을 포함해서, 효율적이고 융통성 있는 종사자의 행동의 변화가 지속적으로 복잡성을 더해 가는 시스템에 알맞는 마음가짐이기 때문에 이를 이해하고, 이것을 기회로 삼는 것이 안전 관리의 가장 큰 과제이다.

Table 2 Compare of Safety-I to Safety

구분	Safety - I	Safety - II
안전의 정의	잘못될 가능성을 없애는 방식(사고방식)	잘되도록 하는 방식
안전관리 원칙	사후대응, 잘못되거나 수용할 수 없는 위험상황에서 처리	사전대응, 일어날 상황에 대해 지속적으로 대비, 관리
인적요인에 대한 시각	사람들이 문제나 장애의 원인	사람이 유연하고 탄력적인 시스템의 필수적인 구성요소.
사고조사	사고의 원인은 결함과 실책. 조사의 주목적은 발생원인을 규명하는 것	사고조사의 목적도 보편적으로 어떻게 일들이 잘 해결되는지에 대한 이해를 통해서, 왜 가끔씩 잘못된 일이 일어나는지를 이해하는 것
위험분석	사고원인은 결함과 실책이며, 사고조사의 주목적은 발생원인과 그것을 유발한 요인을 규명하는 것	행동의 다양성을 관리하고 통제하는 것, 어려워지는 상황을 이해하려는 노력

Source; From Safety-I to Safety-II: A White Paper(2013)을 근거로 연구자가 작성[44]

발생 빈도가 극히 낮은 특이한 실패 사례를 고유한 것처럼 일반화시키기 보다는 일상적으로 생기는 일 가운데 하나라고 생각하는 것이 바람직하다. 그러나 큰 사고의 경우는 예외인데 무엇이 잘못된 일이 과거에는 잘 되었던 경우도 있고, 현재 잘못된 일도 미래에는 잘될 수도 있는 것이기 때문이다.

만족할 수 있는 결과가 나오는 이유를 이해하는 것이, 만족할 수 없는 결과를 이해하는 지름길이

다. 달리 말하면, 뭔가 잘못 되었을 때, 다른 상황에서는 문제를 일으키지 않았던 이유에 대해 이해해야 한다. 그저 사고의 원인만을 찾으려고 하는 것 대신에 평소에 어떻게 해서 문제를 일으키지 않고 넘어 갔는지를 확인하는 것이 필요하다.

제2안전이라는 것은 특정 사고가 일어났을 때, 그 사고 원인만을 직접 규명하려 하기보다, 평소에 이런 일을 다른 상황에서는 사고로 발전되지 않고, 어떻게 잘 넘겨왔는지를 이해하려는 것에서 시작 되어야 한다.

대부분의 사람들은 사고가 안 일어나는 것 (또는 수용할 수 있는 범위 내에서 일어나는 것; or as an acceptable level of risk)을 안전이라고 생각한다. 이러한 사고방식이 제1의 안전인데, 이런 관점에서 보면 안전성이란 결함이나 장애(failures and malfunctions)가 얼마나 적게 발생 하느냐에 따라 안전의 정의가 내려진다.

제1의 안전에 의하면 결함이나 장애가 일어나는 이유는 기술적 원인이나, 사람과 조직의 원인에 의해서 생기는 것으로 본다. 그러므로 인적요소가 주로 실책 또는 장애 요소로 분류 된다.

III. 항공인적요인 관리와 안전문화 관계

3.1 CRM(Cockpit/Crew Resources Management)

항공안전관리에는 Human Factors(인적요인)를 기반으로 하는 CRM은 매우 중요한 역할을 하고 있다. CRM은 모든 자원을 효과적으로 사용하여 실수를 최소화 하고, 비행 안전을 증진 시켜 성과를 높이는 것이다.

이는 1970년대에 이룩한 인적요인(Human Factors) 연구 분야의 결과물로서 그 근원은 NASA가 개최한 1979년의 “조종실의 자원관리”라는 제목의 워크 샵에서 시작되었다.

70년대까지 발생한 사고 조사에 의하면 66%의 운송용 항공기 사고, 79%의 사업용 항공기 사고, 88%의 소형기사고가 운항승무원의 조종기술의 부족이 아니라, 승무원 간의 상호작용, 의사소통, 의사결정과정과 리더십의 결함에 의해서 일어났다는 것이다. 그 결과 항공사들은 비행훈련 프로그램에 팀 내 융합을 증진시키기 위한 방법에 관한 내용을 포함시키기로 하였다.

자원 관리라는 용어는 팀 성과를 위한 심리학

적이고 행태학적인 분야를 중심으로 사용되었고, 기장의 과도한 권위주의적 리더십, 대다수 부기장의 참여 부족 등과 같은 문제에 초점을 맞췄다. 그래서 CRM과 관련된 인적요인 항목에 의사소통, 의사결정 그리고 팀워크를 포함시켰다. 인적 요인 분야는 지속적인 새로운 개념을 적용하여 CRM 프로그램을 발전 시켜 가고 있다.

제1세대 CRM 과정은 조종사들 간의 상호작용을 관리유형을 심리학적 관점으로 구분하는 GRID STYLE을 위주로 하는 세미나형식의 강의였다. 이 시기의 CRM 훈련 중에는 일부 '자신의 성격을 교묘하게 조종하려 한다.'고 보는 조종사들로부터 심한 저항에 직면하기도 했지만, 그 동안에 이를 수 없었던 높은 수준의 안전성과를 얻을 수 있었고, 소위 인적요인 관리의 황금기를 열게 한 중요한 역할을 했다.

그러나 조종실처럼 구성원들의 계층 간 거리가 큰 계급구조에서 문화적 차이를 어떻게 다루어야 하는가에 대한 문제를 찾는데 실패하였다.

제2세대 CRM은 팀워크를 강조했다. 팀을 만드는 것과 브리핑 전략, 상황판단, 스트레스관리 등을 포함시키고, 명칭을 Crew Resources Management로 바꿨다. 나아가 팀의 역동성과 실제 항공기운항과 비슷한 상황을 훈련에 도입하였다.

제3세대 CRM은 1990년대 초에 등장 했고, 객실 승무원, 운항관리사, 정비사 등 다른 분야로 확대 됐다. 이 시기에는 조직의 문화라는 주제와 안전 수행능력의 증진을 위한 조종사 행동의 유용성 등이 새로운 쟁점이 되었다.

제4세대 CRM은 1990년대에 FAA가 AQP(Advanced Qualification Program)라는 새로운 훈련기법을 제시 한 것으로부터 시작 되었다. AQP는 특정 조직의 필요에 의해서 개발된 훈련 항공사에 허용된 자발적인 프로그램이다.

항공사는 CRM 개념이 필요한 모든 운항승무원의 기술적 훈련에 요구되는 CRM과 LOFT(Line-oriented flight training)을 모두 제공하는 매우 탄력성 있는 훈련으로 변모하였다.

AQP의 완성은 항공사로 하여금 모든 훈련의 내용에 인적요인으로서의 CRM 개념과 항공기 기종에 부합되는 훈련요구량을 상세하게 수립하는 것이다. 추가적으로 LOE(line operational evaluation), 승무원 자격, 승무원의 Full Mission 시뮬레이션의 평가 등이 포함된 특별 훈련이 추가 되었다.

제5세대 CRM은 TEM(Threats and Error Management) 개념을 도입하였는데 이것은 실수 가능성을 없앨 수 없고, 다만 피하거나, 통제하거나 효과적으로 완화 시킬 수 있다는 것을 받아들인 것이다. Helmreich 등은 CRM이 실수를 회피하고, 억제하고 완화시키는 확실한 대응 수단이라고 주장하고 있다. 제5세대 CRM은 모든 구성원들에게 확고한 안전문화를 만들고 실수들을 미리 탐지하고 효과적으로 관리하기 위한 수단으로 CRM을 근거로 하는 인적 요인을 인용하고 있다 (Block et al., 2007).[45]

오늘날 항공업계는 이와 같은 5세대 CRM을 포괄적이고, 국가문화적인 요소를 받아들일 수 있는 훈련개념으로 삼고 있으므로 상당기간 본 개념이 현장에서 적용될 것이며 보다 넓고 효과적인 수단과 도구로 남을 것이다.

인간과 조직 요소는 그들이 불안정하게 되기 전에 시스템 붕괴 가능성을 알아차리고 이해하기 위한 훈련을 위한 CRM의 토대가 된다.

CRM은 매 비행 마다 조종사들이 직면하는 위협요소와 실수들을 관리하기 위한 아주 좋은 기술을 개발하는 것으로 CRM이 비정상을 다루는 훈련에서 정상적인 상황을 다루는 훈련으로 전환된 것은, 연습을 통한 실패가능성을 예견하고 숙지하는 경험을 통해서 심각한 항공사고의 가능성을 피할 수 있는 계기가 됐다.

실수나 장애요인이나 위협요인을 관리하고 통제하는 것들은 SMS라고 정의하는 안전시스템의 모든 파트를 망라하는 것인데, CRM은 그것의 핵심이 된다.

3.2 SMS(Safety Management System)

SMS는 항공업계가 지금까지 새로운 기록을 넘기 위해 도입한 기법이다. SMS는 사람의 실수, 인적 업무에 걸리는 과부하, 그리고 인식상의 결함, 사람 또는 하드웨어의 직접적인 결함 등과 같은 인적시스템의 조화요소를 동원하여, 항공기 운영상의 위협요소를 찾아내고 평가하는 것이다.

2000년대 초 ICAO는 조약국에게 항공교통관제를 위한 SMS의 적용을 요구 하였다. 항공분야 전반에 SMS 도입은 항공안전에 대한 관점이 사람의 실수에서, 광의적 시스템으로 바뀌는 계기가 되었다. 이는 그 동안의 한계를 넘어 항공운항에 영향을 주는 기술적, 인적 그리고 조직요소까지를 포함하게 되었다.

SMS는 시스템 안전관리방법 가운데 하나로서 ICAO는 SMS를 안전관리를 위해 필요한 조직의 구조, 책무, 정책과 절차 등을 포함하는 조직적 접근이라고 정의된다.

SMS을 이루는 4개의 요소는 (1) 안전 정책, (2) 위험 관리 (3) 안전 확신 (4) 안전의 장려 등이며 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

①안전 정책(Safety Policy)

안전 목표를 지속적으로 충족할 수 있는 방법, 과정 그리고 조직구조와 같은 내용을 명시한 실행을 경영진의 최고위층이 제정하는 것

②안전위험관리(Safety and Risk Management)

수용 가능한 위험에 대한 평가를 기반으로 새로운 위험이나 수정된 위험을 관리하기 위한 필요하고 충분한 조치를 명확히 하는 것

③안전 보증(Safety Assurance)

위험관리 전략 도구의 효율을 지속적으로 유지하기 위한 평가로, 새로운 위험을 분류하는데 도움을 준다.

④안전 증진(Safety Promotion)

전 종업원을 망라하는 모든 계층에서 적극적인 안전 문화가 형성되는데 필요한 훈련, 의사소통 그리고 다른 필요한 조치를 포함한다.

3.3 CRM과 SMS의 비교

(1) 두 개념 간의 상충점

CRM이나 SMS이 공통적으로 인적요인을 근거로 하는 것은 같은데 이는 “조직의 문제로부터 비롯된 사고”라는 용어를 낳게 한 인적요인 연구의 결과이로 CRM은 각 세대마다 현저한 새로운 개념으로 진보되어 왔다.

CRM은 미국에서 시작되었으며 SMS는 HRO에서 정립한 개념을 ICAO에서 차용하여 회원국에게 권고하며 항공에 적용되고 있다. SMS는 안전관리에 필요한 조직의 구조, 책무, 정책과 절차 등을 포함하는 체계적인 접근이라면, CRM은 안전 시스템이 핵심 도구다.

SMS는 안전에 대한 견해 자체를 평가하는 것으로 CRM 만큼 항공업계 전반에 정착되지는 않았지만 각 국가들이 SMS를 기본적인 안전정책 요소로 활용하면서 전반적인 분야에 적용되고 있다. ICAO는 항공운송 서비스를 제공하는 모든 분야에 SMS를 적용하도록 모든 조약국에게 권고하고 있다.

ICAO가 수차례 걸친 SMM 매뉴얼의 개정판을 발간하면서 각 국가는 자국의 고유한 절차를 만들 것을 권고함에 따라, 본 매뉴얼은 안전이 조직적 관리개념과 기술적용 기준으로 활용되고 있다.

(2) 두 개념의 상호 교차점

두 개념의 상호 교차점으로는 제1세대 CRM은 조종사들이 성격이나 항공기 사고의 원인이 될 수 있는 위험스런 태도에 초점을 맞췄는데, 이것은 SMS의 초기 개발과는 같지 않다.

제 2세대 CRM은 조종실 내에서 그룹간의 역할 관계를 강조 하였다. SMS와 CRM은 제 3세대 CRM에서 만나게 된다. 메리노와 머레이에 의하면, CRM은 객실 승무원, 운항관리사, 관제사 등을 포함하는 광범위한 시스템을 유효시키기 위해 출발하였다. 실제로 CRM 훈련을 통해서 조종실이라는 한계를 넘어 시스템 안전으로 영역이 넓어 졌다.

제 3세대 CRM은 안전 패러다임의 기본이 바뀐 것이다. 안전이라는 것은 방지하는 것이 아니라 대응하는 것이었고, CRM 적용 과정에서도 5세대에 오면서 인적요인을 기반으로 하면서 모든 관련 종사자들에게 안전문화를 공고히 할 것을 강조하고 있다(Block et al., 2007). 특히 TEM을 추진함에 있어서 “긍정적인 안전문화를 그 기반으로 해야 한다.”고 명시하고 있다(Flight Safety Foundation, 2014, para. 1).[46] 실제로 SMS는 아직은 CRM처럼 널리 대중화 되는 못한 상태지만, 머지않아 CRM처럼 우선적인 관리 도구가 될 것이라고 예측한 Stolzer et al. (2011)는 SMS 정착을 지원할 수 있는 긍정적인 안전문화의 조성하여 조직의 위험관리에 적용하여 안전성과를 높여야 한다고 주장하고 있다.[47]

3.4 CRM과 SMS, 안전문화의 관계

이상에서 논한 바와 같이, 안전이란 위험을 관리하여 사람의 손상이나 재산의 손실 환경위해를 가져올 장애와 위험으로부터 벗어난 상태이다. 항공기 운항 중에는 여러 가지 장애로부터 오는 고유한 위험이 따르므로 장애와 위험으로부터 완전히 벗어날 수 없다. 그러나 장애와 위험은 방향성이 있기 때문에 관리되지 않으면 사고로 발전한다. 그러므로 장애를 식별하고 위험을 적절

히 관리하기 위한 체계적인 시스템 활동을 통해서, 우리가 받아들일 수 있는 수준의 장애와 위험 정도를 지속적으로 유지하는 것이 안전 관리다. 안전관리는 시대적 상황에 따라 변천해 오고 있다. 변천 과정이란 새로운 것이 나오면 이전 것을 버리는 것이 아니라 기존 개념과 방법에 새로운 개념을 꾸준히 더해 가는 과정이다.

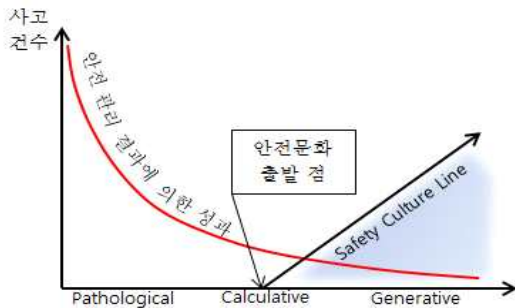


Figure 5 Kick off point for Safety Culture
Source; Safety Culture-Theory & Practice(P. Hudson, 1999) Fig1 [48]

직관적 안전관리방식으로 출발한 항공안전관리는, 인적요인과 조직의 관점을 더해 오늘날은 공유를 통한 체계적 안전관리가 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

여기서 공유를 통한 체계적 안전관리를 위한 기본 바탕으로 안전문화 관리의 중요성에 공감하는 추세이다. 따라서 항공안전의 개념에 안전문화에 대한 고찰함으로써 다양한 문화에 의한 항공안전활동의 기반을 조성하는 것이 매우 중요할 것이다. Fig 5는 항공안전관리 유형의 변천과 안전 문화의 개념을 보여주고 있다.

IV. 결론

본 연구는 항공안전의 배경과 개념을 포함하는 안전에 대한 이론 정립을 통하여 공통적인 목표를 구현하기 위하여 문헌연구를 종합하여 제시하였다. 모든 연구와 시스템의 개발과 자료종합을 위해서는 정확한 개념과 이를 기초로 하는 공통적인 인식에 의한 접근이 요구된다. 이러한 의미에서 본 연구는 중요한 의미를 가진다. 우리나라의 경우도 항공안전의 중요성을 강조하지만 이에 대한 역사와 명확한 개념을 공유하는 것에 대해

서는 적극적이지 않았다. 이러한 이유로 항공산업을 처음 접하는 학생들이나 타 분야에서 항공분야로 진입하는 종사자의 경우 항공안전의 개념에 대한 인식과 안전개념을 정립하는데 많은 애로를 가졌으며 특히 항공안전을 논하는 것에 있어서는 기본적인 부분에 미흡한 것이 현실이다.

향후의 항공안전은 명확한 개념 아래 다양한 데이터를 종합하여 빅 데이터화하고 이를 통한 항공안전을 전망하고 사고를 예방하기 위한 시스템의 구축이 중요하다. 따라서 본 연구를 통하여 정립된 항공안전에 대한 개념에 근거한 항공안전에 대한 공통된 인식과 근거에 의거하여 일관성 있고 체계적인 항공안전활동의 추진이 가능할 것으로 사료된다. 향후 연구로는 본 고찰을 기초로 다양한 항공안전의 용어를 정립함으로써 완전한 데이터 구축이 가능하게 될 것이다.

후기

본 연구는 제1저자의 박사학위 논문 “FSC 조종사의 안전문화 변화추이에 관한 연구” 가운데 항공안전문화의 변화에 관련된 내용을 정리, 수정 보완한 논문입니다.

References

- [1] 1. Reason J., Human error, Cambridge University Press, pp. 192-193, 1999.
- [2] Salas E. and Maurino D., Human Factors in Aviation, 2nd Ed., Elsevier, San Diego, p.96, 2013
- [3] GE-Kim, “Polytechnical approach to culture”, Seoul National University Press, p.183, 1988.
- [4] Johnston N., McDonald N., Fuller R., Aviation Psychology in Practice, Avebury, England, p.23, 1994
- [5] Salas E. and Maurino D., Human Factors in Aviation, 2nd Ed., Elsevier, San Diego, p.96, 2013
- [6] Hudson P. Safety Management and Safety Culture The Long, Hard and Winding

- Road, Prof. Patrick Hudson Centre for Safety Research Leiden University, Netherlands, pp.9-10, 2001
- [7] Hofstede, G., *Culture and Organizations, Software of Mind*, McGraw-Hill, New York, p.6, 1997
- [8] Velazquez, J., & Bier, N. SMS & CRM: Parallels & Opposites in their Evolution. *Journal of Aviation/Aerospace Education Research*, 24(2). p71.. 2015, <http://dx.doi.org/10.15394/jaer.2015.1616>
- [9] GE-Kim, "Polytechnical approach to culture", Seoul National University Press, p.169, 1988.
- [10] Helmreich and A. C. Merritt, eds. *Culture at Work in Aviation and Medicine*. Brookfield, VT: Ashgate, p.84, 1998
- [11] Focused on the Typology of Preferring Value = A Study on the Cultural Trait of Korean Pilots, *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol.9 No.1, pp.15-30, 2001
- [12] Salas E. and Maurino D., *Human Factors in Aviation*, 2nd Ed., Elsevier, San Diago, p.97, 2013
- [13] Lupton D., *Risk*, Routledge, New York, 1999
- [14] Huang J., *Aviation Safety through the Role of Law*, Wolters Kluwer, Netherlands, p.7, 2009
- [15] Beck U., *World Risk Society*, Wiley, 1999
- Darryl S.L. Jarvis, *Theorizing Risk: Ulrich Beck, Globalization and the Rise of the Risk Society*, 469C Bukit Timah Road Singapore 259772. Website: www.lkyspp.nus.edu.sg, arsiv.setav.org/ups/dosya/17647.pdf, p.1
- [16] Dowener. J., *Anatomy of a Disaster: Why Some Accidents Are Unavoidable* Centre for Analysis of Risk and Regulation, An ESRC Research Centre DISCUSSION PAPER NO: 61 DATE: March 2010, eprints.lse.ac.uk/36542/1/Disspaper61.pdf
- [17] Antonsen S., *Safety Culture: Theory, Method and Improvement*, Ashgate, Aldershot, 2009
- [18] Ericson II A., *Hazard Analysis Techniques for System Safety*, 2nd Edition,, New Jersey, 2011
- [19] Reason J., *Human error*, Cambridge University Press, pp.206-207, 1999.
- [20] Wood, R. H. *Aviation Safety Management Programs: A Management Handbook*. 2nd Edition. Englewood, Colorado: Jeppeson..1996
- [21] Huang J., *Aviation Safety Through the Role of Law*, Wolters Kluwer, Netherlands, p.6, 2009
- [22] ICAO, Doc 9859-AN/474, *Safety Management Manual*, 1st ed, 2006.
- [23] ICAO, Doc 9859-AN/474, *Safety Management Manual*, 2nd ed, 2009.
- [24] FAA, *System Safety Handbook*, Appendix A Glossary, December 30, 2000
- [25] Roland, H.E. & Moriarty, B., *System Safety Engineering & Management*, A Wiley-Interscience Publication, JOHN WILEY & SONS, Toronto and Singapore, 1983.
- [26] Bong Sup-Moon, A Study on Degree of Perception Changes of Korean National Carriers' Pilots in Safety Culture, *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics* v.23 no.3, pp.88 - 93, 2015.
- [27] Bong Sup-Moon, A Study on the Definition, Classification and Measurement of Safety Culture, *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, pp.271-274, 2015
- [28] Wiegmann D.A. Terry L., Gibbons A.M., A Review of Safety Culture Theory and Its Potential Application to Traffic Safety, AAA Foundation for Traffic Safety, p.1, 2 0 0 7 <https://www.aaafoundation.org/sites/.../WiegmannVonThadenGibbons.pdf>
- [29] Reason, J., *Human error: Models and Management*. *BMJ* 320:768 - 70, 2000
- [30] Perrow C., *Normal Accidents: Living with High Risk Technologies*, Princeton University Press, New York, 1999
- [31] Ladkin, A., 1996, *The Profile of Tourism Studies Degree Courses in the UK: 1995/6*, Summary Report of a Survey Undertaken by the NLG, Guideline No. 4, NLG, London.
- [32] John J. Sammarco P.E. A Normal Accident Theory-Based Complexity Assessment Methodology for Safety-Related Embedded Computer Systems, Pd.D. Thesi West Virginia University in Partial Fulfillment of the

- Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Computer Engineering, 2003
- [33] Reason J.(1998) Achieving a Safe Culture: Theory & Practice, p.295. European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL) From Safety-I to Safety-II: A White Paper
- [34] Huang J., Aviation Safety Through the Role of Law, Wolters Kluwer, Netherlands, p.6, 2009
- [35] EUROCONTORPOL, From Safety-I to Safety-II: A White Paper, p.6, 2013
- [36] Velazquez, J., & Bier, N. SMS and CRM: Parallels and Opposites in their Evolution. Journal of Aviation/Aerospace Education & Research, 24(2). pp.66-72, 2015, <http://dx.doi.org/10.15394/jaaer.2015.1616>
- [37] Wiegmann D.A. Terry L., Gibbons A.M., A Review of Safety Culture Theory and its Potential Application to Traffic Safety, AAA Foundation for Traffic Safety, pp.1-2, 2007 https://www.aaafoundation.org/sites/.../Wiegmann_VonThaden_Gibbons.pdf
- [38] Hudson P. Safety Management and Safety Culture The Long, Hard and Winding Road, Prof. Patrick Hudson Centre for Safety Research Leiden University, Netherlands, pp.9-10, 2001
- [39] Heinrich, H.W. (1930). Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach. New York: McGraw-Hill., Williamson, Dr Mike(2003) Revisiting Heinrich's Accident Triangle, <http://www.ishn.com>
- [40] Johnston N., McDonald N., Fuller R., Aviation Psychology in Practice, Avebury, England, 1994
- [41] Velazquez, J., & Bier, N. SMS and CRM: Parallels and Opposites in their Evolution. Journal of Aviation/Aerospace Education & Research, 24(2).p.65, 2015, <http://dx.doi.org/10.15394/jaaer.2015.1616>
- [42] ICAO, Doc 9859-AN/474, Safety Management Manual, 3rd ed, 2013.
- [43] From Safety-I to Safety-II: A White Paper (2013) - European Organisation for the Safety of Air Navigation(EUROCONTROL) ,pp.6-7
- [44] From Safety-I to Safety-II: A White Paper(EUROCONTROL, 2013),p.6 Figure 2:
- [45] Block, 2007 Remarks on Chauvinism And the Mind-body Problem. In: Consciousness, Function, & Representation, vol. 1, ed. N. Block
- [46] Flight Safety Foundation. (FSF). Threat and Error Management. Retrieved, para. 1, 2014 from: <http://flightsafety.org/archives-and-resources/threat-and-error-management-tem>
- [47] Stolzer, A., Halford, C., Goglia, J. , Implementation of Safety Management Systems in Aviation. Burlington, VT: Ashgate. 2011
- [48] Hudson, P. . "Safety Culture Theory and Practice." Center for Safety Science. RTO MP-032. Presented at RTO HFM Workshop, The Human Factor in System Reliability – Is Human Performance Predictable? Siena, Italy. pp. 8-5 Figure 1, 1999