

# 항공기 사고 예방 운항승무원 인적요인 연구

## Study on Human Factors of Flight Crew for Aircraft Accident Prevention

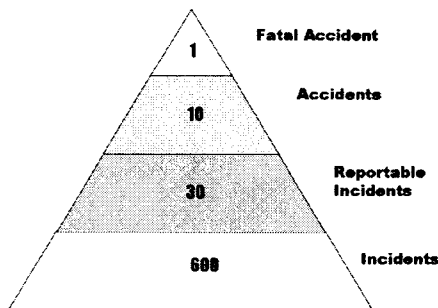
임세훈\* (한국항공대학교), 변순철(건설교통부 사고조사위원회)  
최진국(LOSA Project Manager, Asiana Airlines), 송병흠(한국항공대학교)

### I. 서론

#### 1) 개요

항공기 사고의 위험성을 예측하는 이론인 하인리히의 법칙<그림 1-1>에 따르면 300건의 준사고 발생, 30건의 보고된 준사고, 10건의 사고와 1건의 치명적인 사고가 발생하므로, 현재 지속적으로 발생하고 있는 항공사의 준사고 및 비정상사태의 누적된 통계를 볼 때 가까운 미래에 발생할 수 있는 치명적인 사고가 예고되고 있다. 이를 예방하기 위해서 선진국의 사고 예방 접근방안으로 개인에게 중점을 두는 것이 아닌 시스템적인 접근 및 연구를 통해 사고 예방에 가장 효과적이며 과학적 접근 기법인 HF(Human Factor), SMS(Safety Management System)를 중점으로 ICAO Human Factor document 매뉴얼에 의거하여 사고를 방지하고자 한다.

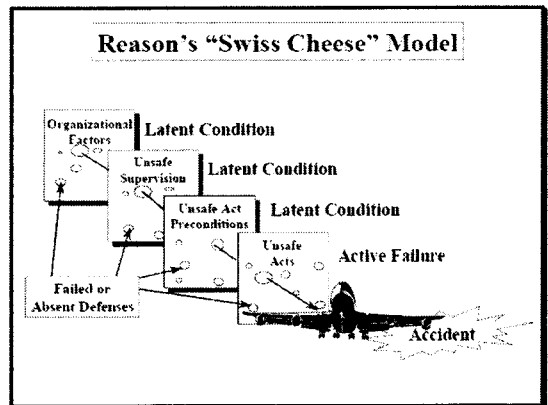
<그림 1-1> Henrich's Ratio(The 1:600 Rule)



Reason의 스위스 치즈 모델<그림 1-2>에서처럼 모든 사고의 연결 고리를 중간에 차단하면 사고를 예방하게 되므로, 운항승무원 본인이 만든

과실을 발견하여 관리하고, 복합적인 위협요소를 효율적으로 관리하며 사고의 전단계인 비정상상황(UAS)발생시 관리하기 위해 최근의 사고예방의 세계적 추세인 TEM(Threat and Error Management; 위협 및 과실관리)이론을 중심으로 사고 예방에 혁신적인 계기로 삼고자 한다. 따라서 항공사 및 항공관련기관의 절차, 규정, 안전관리, 교육 등에 대해 승무원 및 항공관련종사자의 인적 과실을 최소화하고 관리하도록 하여 인적요인이 사고에 영향을 주는 요인분석 및 대책을 수립하고자 한다.

<그림 1-2> "Swiss cheese" model of human error causation



### II. 본론

서론에서 언급한 새로운 개념의 도입으로 준사고 및 사고예방을 할 수 있는 방안과 이를 위한 적용분야에 대해서 언급하고자 한다.

1. 준사고 절감 방안

1) 항공기사고는 대량의 사망자와 막대한 자산의 손실, 국가이미지 및 관광산업의 하락을 초래하게 되므로 선진국에서 진행되고 있는 것처럼 정부/학교/항공산업이 HFRP(Human Factor Research Project)등을 신설 공동 운영하며 외국의 사고사례 및 정보를 공유하는 시스템을 구축하고 홍보 및 교육방안을 모색하여 홈페이지에 안전예방 및 인적요소 분야에 대한 홍보를 하며 정기적인 안전간행물을 발행해야 한다. 또한 항공사고의 인적 원인 조사와 분석을 위한 도구로써 U.S military에서 개발되고 시험되어진 HFACS를 이용하여 항공사고 원인의 70%이상을 차지하는 인적에러의 원인을 분석하고 관리함으로써 항공기 사고 예방에 혁신적인 기여를 할 수 있다.

2) 운항승무원에게 매 편당 30%이상의 위협요소를 제공하고 있는 관제부문과 지속적으로 발생하고 있는 항공기 공중충돌, 활주로 침범, 항로 및 고도이탈 등의 문제가 여전히 존재한다. 또한 운항 승무원들이 정비로 인한 위협요소로 추가적인 과실을 하게 되는 요인이 약20%에 달하고 있다. 그리고 운항의 위협요소중 일부인 운항관리,지상조업, 화물, 위험물관리, 객실, 스케줄, 기상, 지형 등에 대해 연구 분석하여 효과적인 위험 관리를 해야 한다.

따라서 TEM(Threat and Error Management)및 SMS를 도입하여 항공사나 관련기관 내에서 사고예방의 실질적이고 효율적인 운영이 되도록 주요위험 및 주요과실, 비정상상황과 주요인중 하나인 정비분야의 인적요소를 관리하여 정비결함 감소시켜야 한다.

3) NASA의 ASRS(Aviation Safety Reporting System)에 보고된 준사고의 20% 이상이 피로가 관련되어 발생하므로 피로관리 매뉴얼 제작 및 전파하고 안전 및 HF 관련 사고예방교관을 양성하여 각 기관 및 항공사의 교육에 지원하며 안전 및 사고 예방 세미나를 주최해야 한다.

2. 사고예방을 위해 도입되어야 할 연구 분야

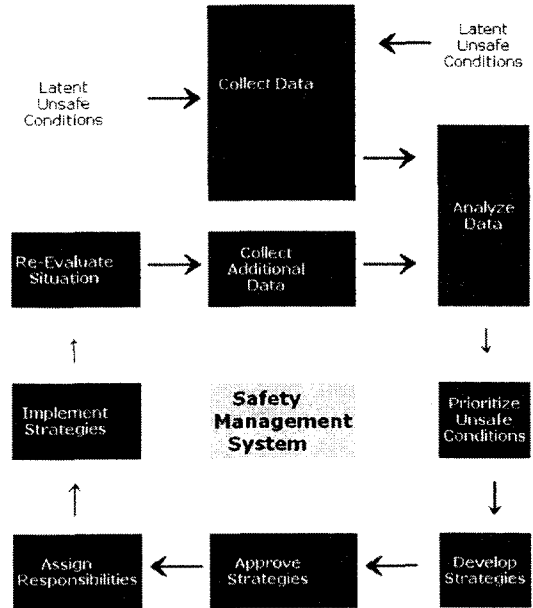
2.1 안전관리 시스템(SMS)

1) 안전관리 시스템(SMS) 개념

SMS는 비용을 고려한 효과적인 안전 계획, 프

로그램과 항공기 사고 예방을 위한 적절한 행동을 발전시키기 위한 시스템적인 접근이다. SMS는 4개의 주요 핵심이 있다. 첫째 안전을 위한 최고위 경영자의 헌신, 둘째 Hazards 인지와 보고를 위한 시스템, 셋째 Risks 관리를 위한 행동, 마지막으로 안전행동의 평가로 구성되어진다.

<그림 2-1> The Flow of Safety Information in an SMS Process



위의 흐름도<그림 2-1>는 SMS를 통해 기초적인 정보 흐름을 보여주고 있다. 처리과정과 정보 흐름은 잠재적이고 인지되지 않은 불안정한 조건을 인지하도록 설계되어 있고 그 조직에 영향을 주기 위해 그것들을 분석한다. 따라서 불안정한 조건을 적절하게 조절하고 어떤 행동을 취할 수 있게 되는 것이다.

2) 안전관리 시스템 운영방안

① SMS 연구

- SMS 외국사례 분석
- SMS Development

② SMS 시스템 구축

- Coporate Safety Culture
- Organizational Structure
- Safety System (Program Report, Audit)

- Safety Management Policy, Standards and Procedures
- Safety Trends Analysis
- ③ SMS 활성화
  - Application
  - Training and Implementation
  - Safety Audit

**2.2 TEM(위협 및 과실 관리) 연구**

1) 연구 및 도입

- ① TEM의 항공사 및 항공관련 조직내 적용 방안 연구
- ② 사고의 주요위협 요인(Threat Management) 관리
  - Weather, Terrain
  - ATC, Maintenance, Dispatch, Cabin
  - Ground service, Cargo, Dangerous goods

2) APPLICATION

- ① 주요과실(Error management분야) 관리
  - Automation, Monitoring, SOP,
  - Checklist, ATC
- ② Countermeasure Management 분야 향상 안 연구, 비정상 사례 관리 방안
  - Stable Approach, Communication, Leadership
  - Briefing, Monitor, Workload management
  - Automation Management, Runway management

**2.3 인적 요소(Human Factor)**

1) HF 관리

- ① FATIGUE 피로 및 Stress관리
- ② HF REPORT 도입 및 운영
- ③ 항공사 및 항공관련조직의 Safety Culture 분석 및 설문
- ④ 정비/ ATC /Dispatch 분야 HF 향상

2) 적용 방법

- ① CRM 관리기법 향상연구
- ② 사고사례 HF 분석, Decision Making,
- ③ Situation Awareness, Communication 관리
- ④ Information Processing

3) HFACS(Human Factors Analysis & Classification System)의 도입

① HFACS 배경

인간은 천성적으로 실수를 하기 마련이다. 따라서 군/민항공에서 항공기 사고의 인적에러가 70%-80%를 차지한다는 것이 놀랄만한 일도 아니다. 사실 지난 40년동안 기계적인 결함에 의한 미 해군/해병대 항공기 사고가 감소된 비율에 비해 인적요소에 의한 사고는 훨씬 더 느린 비율로 완만하게 감소되어져 왔다.

오늘날 항공사고의 인적에러를 조사하는 일반적인 수단은 어떤 인적 에러의 이론적 프레임 을 기초로 하지 않는다.

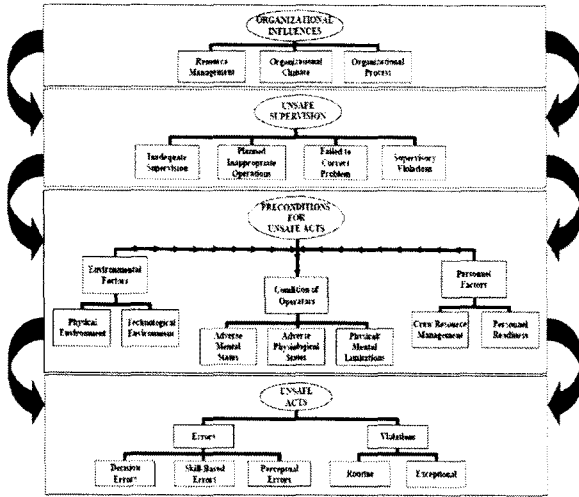
대부분의 사고 보고 시스템은 인적에러에 대해 제한된 배경지식을 가지고 있는 자에 의해 설계되고 쓰여졌다. 결과적으로 이러한 시스템이 공학과 기계적 결함을 인지하는데는 유용했지만 상대적으로 인적 에러가 어디에 존재하는지에 대해서는 시야도 좁고 효율적이지 못했다. 따라서 인적에러의 결과와 발생을 감소하기 위해 기계적인 결함을 찾던 방식대로 연구하는 것은 효과적이지 못하다는 것이 드러났다. 이제 앞으로 항공기사고를 감소시키기 위해서는 인적에러의 분야를 좀 더 강조해야 한다.

② HFACS 개념

HFACS는 항공사고의 인적 원인 조사와 분석을 위한 도구로써 U.S military에서 개발되고 시험되어진 일반적인 인적에러 프레임이다. Reason's model에 근거하여 HFACS는 시스템의 전반에 걸친 인적에러에 초점을 맞추고 있다. 게다가 HFACS를 이용한 자료의 분류는 조정을 필요로 하는 한계적인 안전 논쟁을 강조하고 있다.

이 모델은 네가지 수준으로 이루어졌다. 첫째 Unsafe supervision, 둘째 Organizational influences, 셋째 Preconditions for unsafe acts, 마지막으로 the Unsafe acts of operators 이다. 이러한 인적 실수의 네가지 수준안에는 표 [2-2]에서 보는 것처럼 19개의 원인 목록으로 분류하였다.

[표2-2] The HFACS framework



- Monitor
- Workload management
- Automation Management
- Runway management

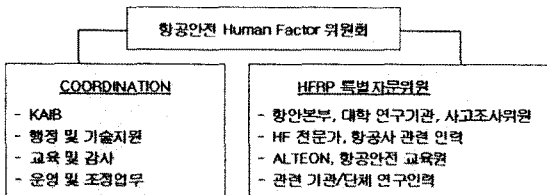
② SOP (PROCEDURE)분석

3) HF(Human Factor)

① HFACS 도입 및 운영

- 관리기법 향상 공동 연구
- HF AUDIT
- 사고예방감사 활동
- 각종 절차(POM), 지침, 규정의 HF적 통합 및 점검
- 홍보자료 연구 및 분석, 교육,
- 사고사례 HF 분석
- HF 리포트 제도 운영, 분석
- HF 매뉴얼제작
- 안전 및 HF 관련 사고예방교과양성 교육 지원
- CRM 향상방안관리

2.4 효율적인 사고예방을 위한 조직도



3. 각 분야별 공동 연구

1) SMS Research

① SMS 및 안전 품질관련 제도 개선

- SURVEY 분석 및 해결방안
- 홈페이지 안전칼럼 및 분석 운영
- SMS연구 및 정기 간행물 발간

2) TEM(Threat and Error Management)

① 위협 및 과실 관리

- 주요위협요인 관리 분석
  - Weather
  - 장애물
  - ATC
- 잠재 위협, 실제 위협 및 과실 관리(TEM) 운영
- 과실 및 비정상상황 대응책(Countermeasure) 개발
  - TCAS Avoidance
  - Stable Approach,
  - Communication
  - Leadership
  - Briefing

III. 결론

사고 처리비용이 한 사고 당 100만\$에 달하며 2003년 한해에만 대형 사고가 없었음에도 국내 항공사고비용이 56억에 달하여 사고처리비용보다 사고 예방활동이 매우 저렴하므로 보다 활발한 사고 예방활동이 요구되고 있고 우리나라는 선진국보다 백만편 당 사고율이 약20배에 달하고 있다.

이러한 항공기 사고를 예방하기 위한 노력은 수십년 전부터 행해져왔다. 하지만 사고조사는 오로지 두가지의 초점에 맞추어왔다. 하나는 누가 사고를 일으켰느냐이고 두 번째는 그 사고가 일어나기 바로 전의 원인은 무엇인가를 찾는 것이었다.

이러다 보니 자격이 있고 잘 훈련되어진 승무원이 사고를 일으키는 경우도 있었고 따라서 항공기 사고가 무작위로 일어나는 것처럼 보여졌다.

이러한 것에 의문을 가지고 좀더 시야를 넓혀서 근본적으로 사고의 원인을 찾는 노력이 계속 되어왔다.

최근 선진국에서는 예방 안전 프로그램을 과학화 선진화 하여 안전관리 및 예방능력을 시스템적으로 향상함으로써 안전문화를 체계적이고 효율적으로 증진 시키고 있으며 그 일환으로

HFRP(Human Factor Research Project)등을 신설 활용하여 인적요인 및 SMS를 적용한 사고 예방활동에 적극적인 활동을 하고 있다.

우리나라도 HFRP(인적요인 연구 프로젝트)를 통해 사고 예방활동에 근본적으로 HF위주 연구 및 예방활동으로의 변화가 필요하며, 이를 통해 준사고 발생율을 50% 감소할 수 있게 된다.

#### \*참고문헌

Shappell, S.A. & Wiegmann, D.A.(2000). The human factors analysis and classification system(HFACS). (Report Number DOT/FAA/AM-00/7). Washington DC:FAA

Wiegmann, D. & Shappell, S. (2003). A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system. Aldershot, Great Britain: Ashgate Publishing Company.

Dr Scott Shappell & Dr Doug Wiegmann(2004). HFACS Analysis of Military and Civilian Aviation Accidents: A North American Comparison.

Douglas A. Wiegmann & Scott A. Shappell(2001). Applying the Human Factors Analysis and Classification System(HFACS) to the Analysis of Commercial Aviation Accident Data.

James T. Luxhoj(2004). The Science and Art of Safety Risk Assessments for the Aviation Industry.

ICAO Safety Management System Manual(2005); DOC 9859, AN/460

Transport Canada(2002), Safety Management System for Flight Operations and Aircraft Maintenance Organizations.

Helmreich, R.L, & Foushee, H.C.(1993). Why crew resource management? Empirical and theoretical bases of human factors training in aviation.