

## 論文

## 민간항공사의 운항승무원에 영향을 주는 위협관리에 관한 연구

최진국\*, 김철영\*\*

## A study of the threats towards the flight crew

Jin Kook Choi\*, Chil Young Kim\*\*

## ABSTRACT

The flight deck crew must manage complexity during daily flight operations. The Airline may obtain data regarding threats and errors through LOSA(Line Operations Safety Audits) on normal flights as predictive safety tool in Safety Management System of the Airline to actively improve the systems such as SOP(Standard Operation Procedure), training, evaluation and the TEM(Threat and Error Management) for the flight deck crew. The flight deck crew make errors when they fail managing threats. The crew mismanage around ten percent of threats and commit errors. The major mismanaged threats are aircraft malfunction, ATC(Air Traffic Communication), and wether threats. The effective countermeasures of TEM for managing threats are leadership, workload management, monitor & cross check, Vigilance, communication environment and cooperation of the crew. It is important that organizations must monitor for the hazards of threats and improve system for the safer TEM environments.

**Key Words** : 위협(Threats), 오류(Errors), 위협 및 오류관리(TEM: Threat and Error Management), 안전관리시스템(SMS: safety management system), 인적요인(Human Factors)

## 1. 서 론

항공사고는 인간이 처한 환경과 오류와 연관되어 발생된다. 전통적으로 사고원인을 운항승무원에 당면한 환경에 의한 영향보다 오류에 초점을 맞추고 있으며, 운항승무원의 오류는 고의적인 것으로 보는 경향이 있다. 따라서 항공기 사고에서 인간의 오류는 발생당시 직접 조종한 운항승무원에게 원인과 책임을 두어 오류가 발생하게 된 원인인 위협에 대한 관리나 중요성에 대한 인식과 훈련은 강조되지 않았다. 그러나 안전관리 방법으로는 지속적인 안전관리가 어려우므로 이로 인하여 지속적으로 준사고 등이 발생되고 있다. [7]

안전운항을 위하여 운항승무원은 위협과 오류관리(TEM: Threat and Error Management)기법을 사용하여 오류를 방지하도록 노력하고 복잡해지는 운항환경에서 발생하는 위협을 관리하며, 운항승무원 본인이 발생시킨 오류와 불안정한 항공기상태(UAS: Undesired Aircraft State)를 식별하고 관리함으로써 사전에 준사고와 사고를 방지하도록 한다. 위협은 항공운항의 복잡성을 증가하게 하므로 운항승무원의 오류를 가중시키게 되므로 위협의 특성과 이에 대한 파악 및 관리가 요구된다.[3,5]

TEM운항안전관리기법을 효과적으로 실시하는데 있어 항공사운항안전감사(LOSA: Line Operation Safety Audit)를 통하여 위협에 대한 이해를 하고 위협의 감소를 위한 시스템개선과 훈련은 사전예방적인 안전관리 활동에 있어 필수적이다.[5]

본 연구는 이러한 측면에서 운항승무원에 영향을 주는 위협관리를 위해서 LOSA실행기관(TLC: The LOSA Collaborative)이 2002년부터 2006년

2010년 5월 10일 접수 ~ 2010년 6월 20일 심사완료

\* 아시아나항공 기장

\*\* 한국항공대학교 항공운항학과 교수

연락처, E-mail : jkhasang@yahoo.co.kr

서울시 강서구 오쇠동 47번지

까지 25개 항공사에서 4532편에 실시한 LOSA 자료의 분석을 통하여 위협의 특성과 관리에 대한 방안을 제시하였으며 이를 통하여 6세대 CRM(Crew Resource Management)인 TEM을 운영하는데 기여하고자 한다. [4]

## II. 위협의 유형과 빈도

### 2.1 위협의 정의

위협(Threat)은 운항승무원의 영향 밖에서 발생한 사건이나 오류들로 비행 운영의 복잡성을 증가시키고, 안전을 확보하기 위해서는 운항승무원의 주의와 관리를 필요로 하는 것으로 정의된다.[1]

위협은 운항의 안전을 위협하거나 운항승무원이 오류를 발생하도록 하는 잠재적 요소로서 위협은 항공사 안에서 발생하는 항공사 위협과 항공기 외부 환경적 위협으로 구분 할 수 있다.[2]

항공사위협에는 운항지연 등의 항공사 운영압박위협, 객실위협, 항공기 고장, 지상정비, 지상조업, 운항관리/문서위협 등이 있다. 외부 환경적 위협에는 활주로의 폭과 길이가 짧은 공항위협과, 많은 항공기들의 운행량이 많거나, 지형지물이 많은 기타환경위협, 악기상위협 등이 있다. 운항승무원들은 이들 위협요인을 일상 운항에서 관리하여야 안전 비행을 도모할수 있다. 위협의 유형과 세부내용은 Table 1과 같다.

Table1. 위협의 유형

위협 유형	세부 내용
악기상	뇌우, 난기류, 악시정, 돌풍, 얼음 상태, 계기비행기상조건
공항	희미한 표지판, 희미한 선/숫자 표시, 활주로 폐쇄, 오염된 활주로, 항법시설 장애, 제동상태 불량
ATC	관제사 오류, 언어의 어려움, 경로변경, 따르기 어려운 허가/제한사항
기타 환경	지형, 항적, 공중충돌경고, 통신망 혼잡
항공기	시스템, 엔진, 조종, 자동화 이상(고장), 최소장비목록적용(Minimum Equipment List)
항공사 운영 압박	정시운항의 압박, 지연, 늦게 도착하는 항공기나 운항 승무원
객실	객실사건, 객실승무원오류, 주의분산 방해
운항관리/문서	중량배분표의 오류, 서류탑재지연,
지상조업/램프	탑재 시간 급유오류, 지상조업사의 방해, 지상 조업 오류, 제빙
지상 정비	지상에서의 항공기 수리, 정비기록부 관련 문제, 정비오류
매뉴얼/차트	정보 누락 또는 문서 오류

### 2.2. 위협의 발생 현황

#### 2.2.1 다빈도 위협유형

항공환경의 복잡성으로 인하여, 항공사의 운항 승무원들에게 ATC위협과 악기상, 항공기 고장, 공항위협이 가장 많이 발생하며 이에 대한 적극적인 저감노력이 요구됨을 의미한다.

Table2. 주요 위협 발생률

위협 유형 (Threat Types)	%	
환경 위협	ATC	25
	악기상	25
항공사 위협	공항	7
	항공기	13

ATC위협은 관제사 오류, 언어의 어려움, 경로 변경, 따르기 어려운 허가 또는 제한사항 등으로 위협 중 25%를 차지하여 악기상위협과 함께 가장 많이 발생하였다. ATC위협은 비영어권인 우리나라의 운항승무원들과 세계평균과 큰 차이가 없으며, 항공사의 국제운송 특성 상 동일한 공항에 취항하기 때문으로 해석된다. 제한된 시간 내에 많은 항공기를 관제하여야 하며, 유사한 호출 부호로 인한 혼동의 가능성도 높아지고 있다. 영어를 모국어로 사용하는 국가를 운항 할 경우 영어권 관제사들이 빠른 발화속도와 표준용어를 쓰지 않고 회화체로 관제를 지시하므로 비영어권들의 조종사들은 어려움을 겪게 된다. 또한 동남아, 중국, 인도, 러시아 등의 비영어권국가 운항 시에는 관제사들의 그들의 발음을 알아듣기 어려운데 이들 국가에서는 표준 관제용어를 구사하지만 비정상 상황발생 시 영어를 표현하는 데 어려움이 많아서 의사소통이 어려운 경우가 많이 발생한다. 또한 관제사들도 다양한 형태의 오류를 발생시키며, 항공기의 종류가 다양하여 각 항공기의 성능에 부합하지 못하는 관제지시를 하는 경우에는 조종사가 따르기 어려운 경우가 발생한다. 갑작스러운 접근방법이나 활주로의 변경 시에 운항 승무원의 오류가 발생하게 되므로 충분한 여유를 주고 실시하는 것이 요구된다.

기상위협은 뇌우, 난기류, 악시정, 돌풍, 얼음 상태, 계기비행기상조건 등으로 전체 위협의 25%가 발생하였다. 기상위협은 전 세계의 이상 기상 현상도 많이 발생하며, 이는 복잡상황 등에 대한 훈련이 요구됨을 의미한다. 정부에 요구하는 교육항목과 시간이 정해져 있지만 항공사들은

특성에 맞는 자율적인 교육을 해야 할 것으로 판단된다.

항공기 위협은 시스템, 엔진, 항공기 조종, 자동화의 이상 또는 고장, 최소장비목록적용(Minimum Equipment List: MEL)등이며, 전체 위협의 13%를 차지하여 세 번째 많은 위협이다. 항공기 고장위협이 발생 시 불확실성회피 문화차원이 높은 우리나라에서는 갑작스러운 고장상황이 발생 시에 대처하는 속도나 능력의 향상이 요구된다. 시스템, 엔진, 항공기 조종, 자동화의 이상 또는 고장, MEL적용의 교육이 필요하며, 특히 모의비행장치를 사용한 LOFT에서 악기상과 관련된 훈련이 효과적인 훈련방법으로 활용될 수 있다.

공항위협은 희미한 표지판, 희미한 선/숫자 표시, 유도로/활주로 폐쇄, 오염된 활주로, 항법 시설 장애, 제동상태 불량 등이다. 전체 위협의 7%가 발생하였다. 공항위협은 공항시설과 장비들의 개선이 요구되는 곳이 많다. 정밀접근절차가 없는 공항과 항법시설, 레이다, 저고도경보시스템 등이 고장이 발생하는 경우에 운항승무원들에게 위협이 된다. 공항의 위치 또한 산악으로 둘러싸여 있거나 활주로거리와 폭이 짧은 경우도 역시 위협요인으로 작용한다. 공항의 출항이나 접근절차가 어렵게 되어 있고, 어려운 소음저감절차가 적용되는 경우에도 운항승무원의 주의가 분산되게 된다. 특히 출항절차에 저고도에서 선회를 시작하며, 많은 단계의 고도제한이 있는 경우 중량이 많은 항공기가 따르기 어려운 경우에 부담을 느끼게 된다. 또한 군사구역이나 보안등의 이유로 공역에 제한사항이 많아서 항적이 몰리게 되고, 입항과 출항 절차가 어려운 경우가 있다. 접근차트와 관련하여 운항승무원이 적용하기 쉽고 분명하게 설계하는 것과 접근 시에 고도의 변경이 많지 않게 설계되면 착륙접근 시 조종사의 업무부하가 저감되어 가장 중요한 모니터링에 집중할 수 있어서 오류를 예방할 수 있다. 그리고 취항공항의 수가 많고 난이도가 높은 공항들이 있어서, 공항의 난이도에 따른 운항승무원의 등급관리와 공항의 수를 그룹별로 운영하는 방안도 효과적이다.

### 2.3.2 단계별 위협의 발생 현황

약 40%의 위협이 운항승무원이 비행준비를 하는 출발 전 단계 및 지상활주 단계에서 발생하였다. 이륙도 하기 전에 발생한 다수의 위협을 감소 및 관리 할 수 있도록 시스템적 접근이 요구

된다. 그리고 강하/접근/착륙 단계에서 30%가 발생하였다.

항공사 위협의 73%가 출발전/지상활주 단계에서 발생하였다. 이는 항공사에서 체계적으로 개선을 하여 항공기가 이륙하기 전에 운항승무원들의 위협에 대한 업무부하를 저감하는 대책이 위협관리에 효과적임을 시사한다. 운항승무원들의 오류는 조종실에서 브리핑, 관계교신, 체크리스트 수행, 비행모드나 비행관리 컴퓨터 입력 등, 중요한 업무를 하는 중에 지상직원이나 객실승무원들이 호출을 하거나 대화, 잡담을 하여 업무가 중단이 될 때 발생한다. 시간에 압박을 받으며 스트레스가 존재하는 조종석에서 근무 중인 운항승무원들에게는 의사결정에 취약성이 존재하므로 운항관리사의 적극적인 지원과 브리핑은 항공사 내 위협의 관리를 저감하는데 효과적이다. 또한 정비사의 적극적인 정비와 정비 상황에 대한 조종사와의 협력이 중요하다. MEL적용 시 운항승무원이 시간이 제한된 상황에서 쉽고 빠르게 정확히 적용할 수 있는 지원이 정비관련 위협을 관리하게 한다.

악기상, 공항위협, 관계위협 등의 환경 위협의 43%가 강하/접근/착륙단계에서 발생하였다. 환경위협은 ATC, 악기상위협과, 공항위협의 대부분이 가장 업무부하가 많고 오류가 가장 많이 발생하는 단계에 몰려서 집중적으로 발생한다는 점에서 관리의 중요성을 의미한다.

Table 3. 단계별 위협 발생률

위협 발생단계	발생률(%)	비고
출발전/지상활주	40%	항공사 위협의 73%
강하/접근/착륙	30%	환경위협의 43%

## 3. 위협의 관리

### 3.1 위협의 관리결과

운항 승무원의 오류를 방지하는 차원에서 위협을 인지하고 반응하여 그 영향을 저감하도록 관리하는 것이 위협 관리이다. 운항승무원은 일상 비행 시 위협을 인지해야 하며, 위협을 인지한 후에 관리를 하지 못하면 관리가 실패 된다. 이 경우 운항승무원의 오류로 연계된다. 항공사에서 운항승무원들은 위협을 관리하고 오류를 예방하기 위한 운항안전기법과 방법들을 사용한다.

그동안 위협에 대하여는 특별히 많은 관심을

두지 않았다. 위협에 대해 조종사라면 기본적으로 해야 되는 것으로 여겨서 특별한 훈련을 받거나 관리하지 않았다. 특히 객실 등이나 운항지원 등은 당연한 부분으로 여기어 중요성이 주어지지 않았다. 악 기상 하에서 이륙과 착륙 훈련은 매년 실시하지만 이외의 위협요인에 대해서는 주목하지 않아왔다.

법에서 요구하는 과목과 시간을 충족하는 훈련의 형태에서 항공사가 자율적으로 필요한 항목을 조정하여 운항승무원들이 위협을 관리하여 오류의 수를 줄일 수 있도록 보다 탄력적으로 훈련을 실시하는 방안도 효과적이다. TEM이론이 개발되면서 위협의 관리가 실패될 때 운항승무원의 오류가 발생함이 증명되었다. 위협요인은 운항승무원의 영향 밖에 있으므로, 운항승무원이 원하지 않아도 발생하게 된다. 운항승무원의 업무를 증가시키게 되며, 지속적으로 관리를 해야 된다. 사고를 방지하기 위해서는 위협을 적절하게 대처해야한다. 이 위협의 유형들에 대하여 알기 위해서는 이들 정보를 수집하고 분석하여야 한다.

Table 4에 따르면 전체위협 10%가 관리가 실패되어서 오류로 연계되었다. 항공기위협은 13%가 미관리 되었다. 관제위협은 12%가 미관리 되었다. 악기상 위협은 11%가 오류로 연계되었다. 따라서 항공기고장, 관제, 악기상 등의 주요 실패위협유형에 대한 항공사 내 시스템, 절차, 훈련 등의 지속적인 관리와 개선이 요구됨을 의미한다.

Table 4 위협 관리 결과

위협 유형	관리 실패율(%)
전체 위협	10%
항공기 위협	13%
ATC 위협	12%
악기상	11%

그동안 LOSA를 실시한 25개 항공사에서 전체 위협의 평균10%가 오류로 연계되었다는 것은 위협이 운항승무원으로 하여금 오류를 일으키게 한다는 것을 의미한다. 운항 환경의 복잡성으로 인해 운항승무원에게 오류를 발생하게 하였으므로, 항공사에서 많이 실패하는 위협요인을 시스템적으로 집중적인 관리를 통해 오류를 저감하여야 하는 필요성을 의미한다.

### 3.2 위협과 대응책

공항주변의 지형과 복잡한 항적 등의 환경위협

이 있는 경우 공항의 입항 및 출항절차가 어려울 수밖에 없으므로 공중충돌 및 고도오류 등에 유의하여야 한다.

정상적인 운항 상황의 경우 관계기관과의 의사소통은 주로 표준용어를 사용하므로 소통에 문제가 없지만, 항공기 고장 등이 발생한 비정상상황의 경우 익숙하지 않은 용어를 영작하여 사용하여야 하므로 의사소통의 오류가 발생할 확률이 높다. 또한 이 경우에 늦은 관제지시, 무리한 관제지시, 관제오류, 이해하기 어려운 발음 등의 관제위협에 더욱 취약하여 오류발생 가능성이 높아지므로 항공기 고장의 경우를 대비한 관제 예문을 작성하고 훈련하는 것이 관리에 도움이 된다.

중량과 균형(wight and balance), 연료량, 비행계획 이나 기상정보 등이 늦게 변경되거나 오류가 있는 운항관리/문서위협 발생 시와, 복잡하거나 혼동되는 이륙성능분석차트와 썸스차트 등의 매뉴얼/차트위협 발생 시 운항승무원들이 속도와 고도 등의 callout 오류 등을 많이 범할 수 있으므로 비행준비와 관련된 시스템의 적극적인 지원이 요구된다.

상호확인 대응책, 계획평가대응책이 미흡한 경우에 위협이 미 관리되어 오류로 연계되기 쉬었으며, 위협이 관리되지 않아 오류로 연계된 경우 시스템 오류, 체크리스트 오류를 많이 발생시킴으로 이에 대한 훈련 및 절차개선이 요구되었다.

호주 항공안전국 연구 프로젝트로 40회의 모형 비행장치 훈련에서 LOSA기법을 적용하여 자료 수집 및 분석을 통한 연구에서 위협을 효과적으로 관리한 편조의 대응책 평가결과가 <Table5>에서 나타난 것과 같이 모니터링과 상호확인이 가장 우수하였으며 주의 및 경계, 의사소통환경, 협동 그리고 문제를 인식하는 순으로 나타났다. 이는 우수편조의 특징으로 위협을 효과적으로 관리하기 위해서는 아래 대응책항목의 훈련이 요구됨을 의미한다.

Table 5 위협관리 우수 편조의 대응책 평가 결과

대응책 유형	%
모니터링과 상호확인	82
주의 및 경계 (Vigilance)	80
의사소통 환경	74
협동	66
문제 인식	63

따라서 위협이 미 관리되어 오류로 연계되는 위협 항목을 우수하게 관리하기 위해서는 상호확

인 대응책과 주의 및 경계, 의사소통환경이 가장 중요하다.

위험을 취약하게 관리한 편조의 대응책 평가결과는 <Table6>과 같이 주의 및 경계, 모니터링과 상호확인, 문제인식, 업무부하관리 그리고 자동비행관리의 순으로 나타났다.

Table 6 위험관리 취약 편조의 대응책 평가 결과

대응책 유형	%
주의 및 경계 (Vigilance)	47
모니터링과 상호확인	45
문제 인식(Problem Identification)	36
업무부하 관리(Workload)	20
자동비행관리	20

우수편조와 취약편조와 가장 큰 격차를 보이는 대응책은 의사소통환경, 팀워크, 리더십, 업무부하관리, 모니터링과 상호확인, 주의 및 경계의 순으로 이 항목들의 개선으로 취약편조와의 격차를 줄이는 것이 요구된다.

#### IV. 결론

전체 위협의 10%가 오류로 연계되어 운항 환경의 복잡성이 운항승무원으로 하여금 오류를 발생하게 하였으므로, 일상적인 운항 환경에서 일어나는 복잡성들을 관리해야만 한다. 이러한 복잡성들은 위협으로 정의되며 운항승무원과는 독립적으로 발생하며 운항승무원들의 업무를 증가시키므로 TEM운항안전기법을 사용하여 위협에 대한 관리가 필요하다.[6]

예상되는 위협은 사전에 브리핑을 하여 관리가 가능하다. 운항승무원들이 복잡성에 대비 방안은 지속적으로 발생할 수 있는 돌발상황을 재검토하여 사전에 준비하는 것이다. 예기치 못한 위협(Unexpected threat)은 경고 없이 발생한다. 미리 브리핑을 하지 않은 위협이 발생하는 경우를 대비하여 비행 중 지속적으로 “이런 경우엔 어떻게 하지”라는 가정법을 사용하여 갑자기 생길 수 있는 돌발 위협에 대한 대비를 해야 하며 갑작스러운 활주로 교체나 입출항절차 등의 변경과 악기상으로 인한 복행이나 회항 시를 대비한 브리핑으로 위기관리가 가능하다. 화재발생, 엔진부작동 등 예상치 못한 우발상황을 대비한 상황인식과 위기관리 브리핑이 요구된다.

운항승무원들에게 ATC위협과 악기상, 항공기

고장, 공항위협이 가장 많이 발생한다. 특히 불확실성회피 문화차원이 높은 우리나라에서는 갑작스러운 항공기 고장상황이나 기상이변 등의 상황이 발생 시를 대비하여 예측적 관리 및 훈련이 요구된다.

공항위협과 지형지물등의 기타 환경위협을 관리하기 위해서는 공항별의 특성과 절차와 운항승무원의 상황인식을 보조하기 위하여 관제교신 사항이 도식되어 있는 차트의 활용이 효과적이다. 어려운 이륙 및 착륙절차의 공항 위협요인과 지형과 항적위협과 관계가 있으므로 이착륙 접근절차에 대한 숙지 및 훈련으로 효과적 관리가능하다.

비정상적인 항공기 상황의 ATC훈련과 이 경우 현장에서 참고하여 사용할 수 있는 관제와의 의사소통 용어집과 절차는 유용하다. 항공기 고장 등의 비정상상황에 대한 ATC훈련 및 ATC기관과의 업무협조도 요구되었다.

예기하지 못한 상황발생과 복잡한 운항환경 등으로 인해 오류들이 발생한다. 운항관리사의 비행 전 브리핑은 운항승무원에게 비행에 필수적인 정보들을 제공하며 지상활주방법과 입출항 절차, 그리고 공항상황들에 대해 미리 대처하는 방안에 대해 상세한 이해를 돕는다. 특히 취항공항의 수가 많은 경우에는 해당공항에 최근운항경험이 적어서 익숙하지 않으므로 매우 유익하다. 운항관리의 능동적인 지원이 당면한 시간압박과 제한된 정보환경에서의 운항승무원들로 하여금 효과적으로 위협을 관리하고 오류를 저감할 수 있으므로, 적극적인 운항관리를 통한 지원이 필요하다. 운항승무원이 비행에 필요한 모든 의사소통창구를 통일하며, 사전에 운항승무원에게 정보를 제공하고, 돌발 상황 발생 시 운항승무원이 비행현장에서 의사결정을 할 때 바로 적용할 수 있도록 비행 중 필요한 정보와 비행계획을 제공하도록 하여 운항승무원의 업무부하를 감소하도록 한다.

주요 미 관리 항목인 관제위협과 악기상 위협의 관리를 하게 되면 운항승무원의 오류가 감소하게 된다. 이를 위해서는 관제기구와의 협력, 지역별 관제 정보분석 및 교육, 기상정보의 적시 제공, 정확한 기상해석, 원활한 기상조언과 의사소통, 기상 레이더 작동, 출항 전 철저한 점검, 합리적인 의사결정 등이 요구된다.

운항승무원이 위협의 관리를 실패하게 되면 다른 오류를 유발하게 된다. 위협이 미 관리된 편 경우, 오류와 불안정한 항공기 상태(UAS)등도 미관리되는 경향이 높으며, 상호확인 대응책과 기존 계획이 필요시에 재검토 및 수정을 하

는 계획평가 대응책으로 관리가 가능하다. 위협이 미 관리되어 오류로 연계되는 위협 항목을 관리하기 위해서는 무엇보다도 원활한 의사소통 속에서 기장의 리더십으로 업무부하관리를 통해 해당 편조 승무원의 임무수행과 항공기 시스템을 지속적인 감시하고 상호 확인하며, 기존 계획을 필요시 재검토하고, 원활한 의사소통을 할 수 있는 환경을 조성하도록 이들 대응책에 대한 훈련이 요구된다. 즉 상호확인 대응책과 주의 및 경계, 의사소통환경, 리더십, 업무부하관리 대응책 본 연구에서 분석되고 제시된 것과 같이 위협관리에 매우 중요하다.

운항승무원들의 위협관리에 필요한 교육항목을 훈련하여 운항승무원들의 오류의 수를 저감하여 안전운항을 성취하는 제도적 보완이 필요하다. 오류의 수를 줄이기 위해서는 위협에서 연계되는 오류의 수를 줄일 때 가능하므로 이론적인 TEM 교육에서 탈피하여 실질적이고 효과적인 TEM 훈련을 연구 개발하여야 하며 이를 기초로한 훈련을 지속적으로 실시해야 할 것 이다.

또한 LOSA의 결과는 Date를 수집하여 나타난 매우 유용하고 신뢰성 있는 사례이므로 이를 활용한 안전활동이 절실히 요구된다.

실질적인 TEM훈련을 실시하기 위해서는 LOSA를 활용하여 식별된 위협에 대한 정확한 진단과 분석을 통하여 위협이 감소되도록 업무환경 및 절차를 시스템적으로 개선하며, 6세대 CRM/TEM을 통해 특히 이착륙단계에서 발생하는 위협을 관리하여 오류를 줄이도록 하여 실질적인 안전관리를 해야 할 것 이다.

## 참고문헌

- [1]Maurino, D., Threat and Error Management, p.2, Canadian Aviation Safety Seminar, Vancouver, BC, 2005.
- [2] Ashleigh Merritt, Ph.D. & James Klinect, Ph.D, "Defensive Flying for Pilots: An Introduction to Threat and Error Management" The University of Texas Human Factors Research Project1, TLC, Dec. 2006.
- [3] Klinect, J.R., Murray, P., Merritt, A., & Helmreich, R. "Line Operations Safety Audit : Definition and operating characteristics." In Proceedings of the Twelfth International Symposium on Aviation Psychology, The Ohio State University 2003.

[4] Helmreich, R., Resource Management in Aviation: Coping with Culture and Error, University of Texas Research Project, SAS Training Symposium, Copenhagen23 May, 2000.

[5] Helmreich R. L., Klinect, J.R., &Wilhelm, J.A.(2001) System Safety and Threat And Error Management:LOSA. 11th International Symposium on Aviation Psychology, Columbus, Ohio

[6] FAA AC 120-90, Line Operations Safety Audits, 2006.

[7] 최진국, 김칠영, "운항승무원 오류 특성에 관한 연구" 한국 항공운항학회, 제17권, 제2호, 2009.

[8] ICAO DOC 9803, Line Operations Safety Audits, 2002.