

## 論文

## 2000년대 국내 항공기 사고·준사고 발생유형 사례연구

최영재\*, 안재형\*\*, 유경인\*\*\*, 박정권\*\*\*\*

A case study on the Occurrence Category of aircraft accidents  
and serious incidents in Korea in the 2000's

Young-Jae Choi\*, Jae-Hyung Ahn\*\*, Kyung-In You\*\*\*, Jung-Gown Park\*\*\*\*

## ABSTRACT

Since year 2001 to the present time, the aircraft accidents and serious incidents in our country have surpassed 150 occurrences. The Boeing has published the statistical summary of commercial jet airplane accidents annually for the past 10 years on the basis of the occurrence categories defined by the CICTT(CAST/ICAO Common Taxonomy Team), and the number of occurrences is in order of loss of control(LOC-I), controlled flight into terrain(CFIT) and runway excursion (RE). Like the NTSB and the EASA, when fatal and non-fatal accidents are aggregated, though fatality rate is low, abnormal runway contact(ARC), system/component failure(SCF-PP/NP), ground handling(RAMP) rank high in the CICTT occurrence categories. With the less occurrence frequency, it is difficult to statistically analyze the aircraft accidents in our country, thus customarily the accidents and the serious incidents on aggregate are consolidated, and the statistical analysis is performed. This study categorizes the accidents and serious incidents to the domestic transportation aircraft in the past 10 years according to the CICTT occurrence categories, that is compared with foreign practices, and the implications have been discussed. From years 2001 through 2010, the accidents to the domestic transportation aircraft occurred in order of system failure(SCF-NP), ARC and power plant failure(SCF-PP), and when the accidents and the serious incidents are consolidated and analyzed, it is verified that a distribution appears similar to the European accident occurrence categories defined from 300 accident occurrence data.

**Key Words** : ADREP 2000 Taxonomy(ADREP 2000 분류체계), Comparative Study(비교연구), Accident(사고), Integrative Analysis Approach(통합분석접근),

## 1. 서 론

최근 국제민간항공기구(ICAO)에서는 안전관리

2013년 07월 08일 접수 ~ 2013년 12월 18일 심사완료

논문심사일 (2013.07.12, 1차), (2013.09.11, 2차)

\* 주저자, 교통안전공단 항공안전처 부연구위원

\*\* 교통안전공단 항공안전처 선임연구원

\*\*\* 한국항공대학교 항공안전관리연구소

\*\*\*\* 항공철도사고조사위원회 항공조사팀장

연락처, E-mail : atcone@korea.kr

세종특별자치시 다솜2로 94, 5동 603호

를 위한 항공안전 지식정보(Safety Intelligence)의 중요성을 강조하고 있다. 지식정보는 합리적 의사결정의 근거가 되는 지식과 정보의 결합체로 예측을 위한 안전 의사결정모델(Safety Decision Making Model)을 전제로 한다. 안전정보(Safety Information)는 이러한 의사결정모델의 입력에 해당하며, 현장의 운영자료(Operational Data)를 바탕으로 안전위험모델(Safety Risk Model)로부터 얻어지는 산출물이다<sup>(1)</sup>.

항공기 사고와 준사고 정보는 항공안전 지식

정보를 구축하기 위한 가장 기초적인 자료로써 ICAO뿐 아니라, 항공기 제작사, 항공당국, 항공사 등의 항공에 관계된 모든 기관에서 다양하게 분석하여 왔다. 그러나 상이한 분류기준에 따른 문제를 해결하기 위하여 미국의 CAST와 ICAO는 공통의 Taxonomy를 제정할 것을 합의하였고 CICTT (CAST-ICAO Common Taxonomy Team)를 통해 비행 단계(Flight Phase), 사고발생유형(Occurrence Category), 인적요인(Human Factors), 위해요인(Hazard) 등의 다양한 표준을 제정하였다. 미국의 FAA와 유럽연합의 EASA는 이미 CICTT 표준을 수용할 것임을 공식화했으며<sup>(2)</sup>, 특히 유럽연합은 회원국의 표준데이터베이스프로그램으로 ECCAIRS를 사용함으로써 ICAO의 ADREP 2000 Taxonomy와 함께 CICTT 34개 Occurrence Category를 이벤트 분류기준에 전부 반영하였다. 미국의 사고조사위원회(NTSB) 역시 CICTT 발생유형을 기준으로 사고연감(Review of U.S. Civil Accidents)을 발행하고 있으며 '11년부터는 항공기 사고정보 데이터베이스를 ECCAIRS의 E4F포맷으로 공개하고 있다<sup>(3)</sup>.

우리나라는 '08년 ICAO의 항공안전종합평가를 기점으로 국가적 차원에서 ICAO ADREP 2000 코드 등 국제 표준을 수용하려는 노력을 경주하여 왔다. 항공철도사고조사위원회의 사고/준사고 데이터베이스뿐 아니라 교통안전공단의 항공안전자율보고 데이터베이스 역시 ICAO의 ADREP 2000을 기반으로 하거나, 이와 호환될 수 있도록 개발되었다. 항공철도사고조사위원회의 항공기 사고 및 준사고 정보에 대한 최근의 경향성 분석에 대한 연구는 이러한 국제 표준분류체계를 바탕으로 수행된 것이다<sup>(4)</sup>.

우리나라는 항공기 사고 발생 빈도가 적어 항공기 사고만으로는 통계적 분석에 어려움이 있다. 지금까지는 관례적으로 사고 및 준사고를 통합적으로 집계하여 통계적 분석을 수행하여 왔으며 최근의 연구도 이와 동일한 방법론을 채택하였다. 본 연구는 국내 운송용항공기가 '01년부터 '10년까지 과거 10년 동안 발생한 사고 및 준사고를 집계하여 해외 항공기 사고의 CICTT 발생유형과 비교 검토함으로써 이러한 사고-준사고의 통합적 분석이 주는 시사점을 검토하고자 한다.

## 2. 항공기 사고/준사고 발생유형

### 2.1 CICTT 발생유형(Occurrence Category)

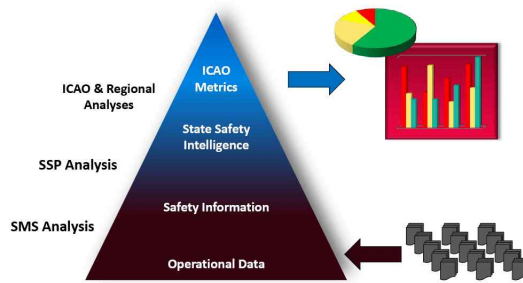


Fig. 1. ICAO의 안전정보 공유전략<sup>(3)</sup>

국제민간항공기구(ICAO)에서는 Fig. 1과 같이 안전정보체계 구축 및 안전정보에 바탕을 둔 안전관리전략을 수립하였다. ICAO 레벨의 가장 최상위 항공안전 지식정보(Safety Intelligence)는 합리적인 의사결정의 근거가 되는 지식과 정보의 결합체로서 예측을 위한 의사결정모델(Safety Decision Making Model)이 필요하다. ICAO의 통합안전관리(Integrated Safety Management) 섹션에서는 ICAO에 보고된 전 세계 항공기 사고 및 준사고 데이터를 Table 1의 Occurrence Category(발생유형)에 따라 통계적 상관성을 분석하는 작업을 하고 있다. iSTARS는 이러한 작업을 수행하는 ICAO의 핵심적 데이터베이스이며 향후 안전을 위한 정책적 의사결정의 근거로 활용될 것이다. Fig. 2는 각 발생유형간의 상호 관계를 나타낸 것으로 유형별 빈도 및 상호작용을 나타낸다.

- 색이 진할수록 다른 원과의 연결이 많음을 의미한다. 회색원은 연결이 없는 occurrence category이다.
- 크기가 클수록 해당 category와 관련된 사고가 많이 발생한다.
- 굵은 연결선일수록 더욱 강한 상관관계를 나타낸다.

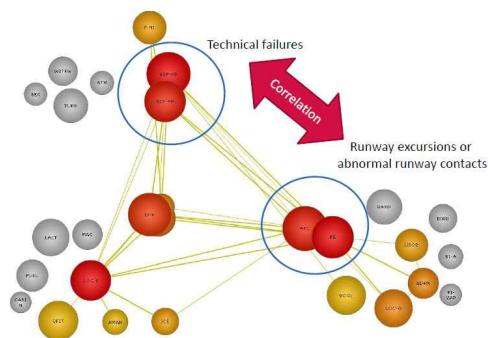


Fig 2 사고유형 상호간의 통계적 상관성<sup>(6)</sup>

Table 1. CICTT Occurrence Category

No	Category	Definition
1	ARC	ABNORMAL RUNWAY CONTACT
2	AMAN	ABRUPT MANEUVER
3	ADRM	AERODROME
4	MAC	AIRPROX/TCAS ALERT/LOSS OF SEPARATION/NEAR MIDAIR COLLISIONS/MIDAIR COLLISIONS
5	ATM	ATM/CNS
6	BIRD	BIRD
7	CABIN	CABIN SAFETY EVENTS
8	CTOL	COLLISION WITH OBSTACLE(S) DURING TAKEOFF AND LANDING
9	CFIT	CONTROLLED FLIGHT INTO OR TOWARD TERRAIN
10	EVAC	EVACUATION
11	EXTL	EXTERNAL LOAD RELATED OCCURRENCES
12	F-NI	FIRE/SMOKE (NON-IMPACT)
13	F-POST	FIRE/SMOKE (POST-IMPACT)
14	FUEL	FUEL RELATED
15	GTOW	GLIDER TOWING RELATED EVENTS
16	GCOL	GROUND COLLISION
17	RAMP	GROUND HANDLING
18	ICE	ICING
19	LOC-G	LOSS OF CONTROL-GROUND
20	LOC-I	LOSS OF CONTROL-INFLIGHT
21	LOLI	LOSS OF LIFTING CONDITIONS EN ROUTE
22	LALT	LOW ALTITUDE OPERATIONS
23	OTHR	OTHER
24	RE	RUNWAY EXCURSION
25	RI	RUNWAY INCURSION
26	SEC	SECURITY RELATED
27	SCF-NP	SYSTEM/COMPONENT FAILURE OR MALFUNCTION (NON-POWERPLANT)
28	SCF-PP	SYSTEM/COMPONENT FAILURE OR MALFUNCTION (POWERPLANT)
29	TURB	TURBULENCE ENCOUNTER
30	USOS	UNDERSHOOT/OVERSHOOT
31	UIMC	UNINTENDED FLIGHT IN IMC
32	UNK	UNKNOWN OR UNDETERMINED
33	WILD	WILDLIFE
34	WSTRW	WIND SHEAR OR THUNDERSTORM

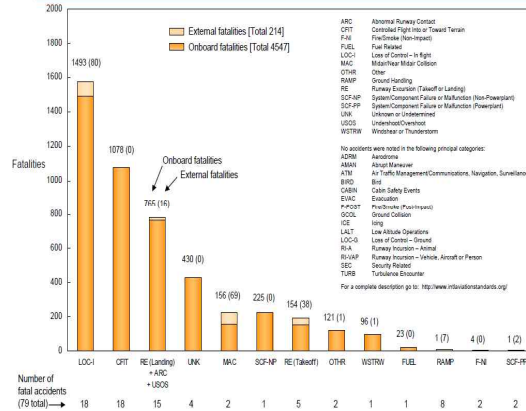


Fig. 3. Fatal Accidents -Worldwide Commercial Jet Fleet -2002 Through 2011

Table 2. 세계 항공기 사망사고 발생유형('01-'10)

No	Occurrence Category
1	LOC-I
2	CFIT
3	RE(Landing)+ARC+USOS
4	RAMP
5	RE(Takeoff)
6	UNK
7	MAC
8	OTHR
9	F-NI
10	SCF-PP
11	SCF-NP
12	WSTRW
13	FUEL

2.2 미국(NTSB) 운송용항공기 사고 발생유형

현재 많은 연구에서 참조하는 항공기 사고의 발생유형은 Fig. 3의 미국 보잉사 자료이다. 보잉사에서는 서구에서 제작된 민간상업용 고정익 제트기 제트가 관계된 사망사고를 CICTT 발생유형에 따라 분류하였다. Table 2는 '01년부터 '10년까지 10년 동안 발생한 항공기 사망사고의 발생유형을 높은 빈도별로 정리한 것이며, 비행불능(LOC-I), 비행중지상충돌(CFIT), 활주로이탈(RE) 순으로 집계된다. 이 자료는 사망사고를 대상으로 분류한 것이므로 각 발생유형별로 치명도(criticality)에 대한 정보를 제공해 줄 수 있다(6).

미국의 NTSB도 최근 이러한 CICTT 표준에 따라 Accident Data Management System

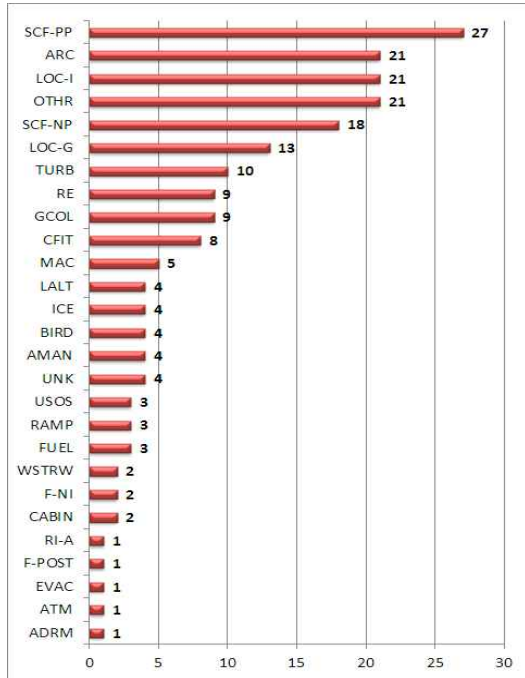


Fig. 4 미국(Part 121) 사고 발생유형('08-'13.2)

(ADMS)에 수록된 과거 항공기 사고분석 결과를 홈페이지를 통해 공개하고 있다. Fig. 4는 Part 121 운송용항공기에서 '08년 1월부터 '13년 2월까지 발생한 사고 발생유형을 나타낸다(7).

NTSB 자료는 사망사고뿐 아니라 비사망사고를 포함한 사고통계를 바탕으로 작성되었다. 따라서 보잉사의 자료와는 달리 비행 중 발생빈도가 높은 사고유형인 동력시스템고장(SCF-PP), 비정상착륙접촉(ARC), 비행불능(LOC-I), 시스템고장(SCF-NP)의 순으로 나타났다. 난류(TURB), 지상충돌(GCOL), 램프(RAMP), 조류충돌(BIRD)이 상위에 위치한다.

### 2.3 유럽(EASA) 운송용항공기 사고 발생유형

유럽연합에서는 이미 EU회원국의 표준 데이터베이스 프로그램으로 ECCAIRS를 사용하고 있으며, EASA를 통해서 회원국 간의 사고 및 준사고 정보를 공유하고 있다. ECCAIRS는 EASA 산하 Joint Research Center(JRC)에서 개발한 사고 및 인시던트의 분석/분류/데이터베이스/보고 체계를 통합적으로 지원하는 전산프로그램으로 현재 Release 5.1까지 개발되었다. Fig. 5는 EASA에 보고된 항공기 사망/비사망 사고를 CICTT 발생유형에 따라 분류한 것이다. 유럽(EASA)의 경우도 사망사고와 비사망사고를 함께 집계하므로,

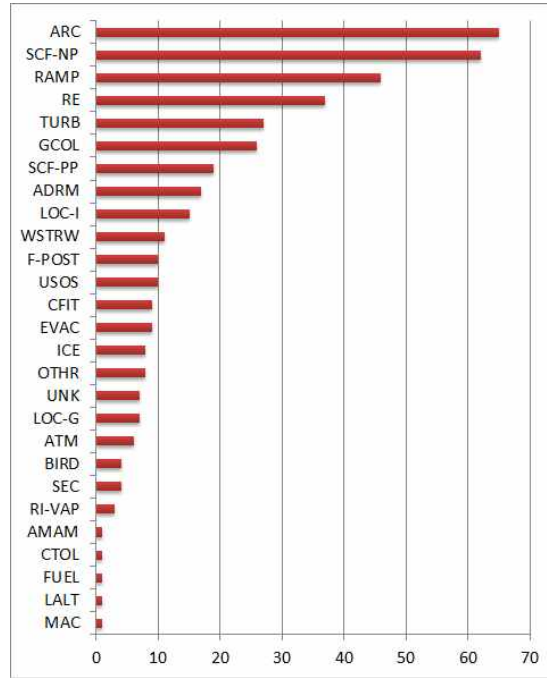


Fig. 5 유럽(Part 121) 사고 발생유형('01-'10)<sup>(8)</sup>

치명도는 낮지만 발생빈도가 높은 비정상착륙주요 접촉(ARC), 시스템고장(SCF-NP), 램프(RAMP)가 상위에 위치한다(8).

### 3. 우리나라 사고/준사고 발생유형

우리나라는 항공기 사고 발생 빈도가 적어 사고만으로는 통계적 분석에 어려움이 있다. 지금까지 관례적으로 사고 및 준사고를 통합적으로 집계하여 이러한 통계적 분석을 수행하여 왔으며 지금까지 많은 연구에서 이와 같은 접근법이 적용되었다. 본 연구에서는 국내 운송용항공기가 '01년부터 '10년까지 과거 10년 동안 발생한 사고 및 준사고를 집계하여 해외 항공기 사고의 CICTT 발생유형과 비교 검토함으로써 이러한 사고-준사고의 통합적 분석이 주는 몇 가지 시사점을 도출하고자 한다.

#### 3.1 운송용항공기 사고/준사고 발생유형

Fig. 6은 '01년부터 '10년까지 국내에서 발생된 운송용항공기의 사고 및 준사고를 CICTT 발생유형에 따라 분류한 것이다. 항공기 사고만을 놓고 볼 경우에 가장 높은 빈도를 보이는 것은 시스템고장(SCF-NP), 비정상착륙주요접촉(ARC), 동력시스템고장(SCF-PP) 순이다. 사고와 준사고를 통합적

으로 분석할 경우에는 가장 높은 빈도를 보이는 발생유형은 비정상할주로접촉(ARC), 시스템고장(SCF-NP), 동력시스템고장(SCF-PP) 순이며, 앞의 사고 발생유형과 유사한 형태를 보이고 있다.

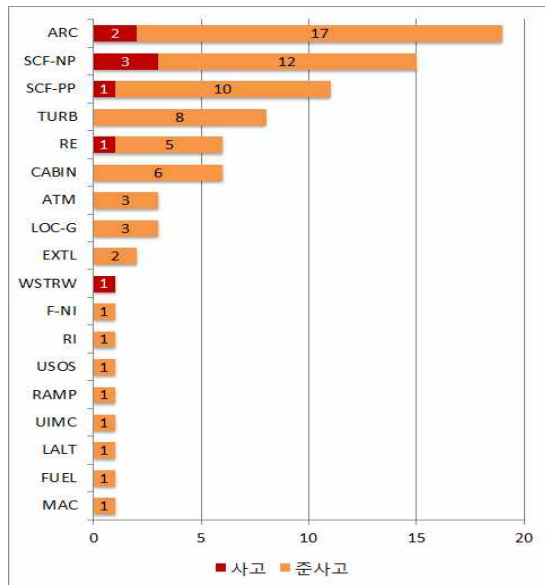


Fig. 6 국내(Part 121) 사고 발생유형('01-'10)

### 3.2 해외 발생유형 및 국내 사고/준사고 통합분석의 상사성 검토

2장의 각국의 사고 및 준사고 정보를 바탕으로 CICTT 발생유형에 따라 분류한 결과를 소개하였다. 본 연구에서는 Table 3과 같이 서로 다른 조건의 총 5개 사례를 비교 검토함으로써 상위 10개의 CICTT 발생유형에 나타나는 상사성을 검토하였다.

상위 10개의 CICTT 발생유형에 나타나는 상사성을 검토하였다.

- (1) CASE A : 사망사고만 집계(10년간 87건)
- (2) CASE B : 사망/비사망사고 집계('10년 202건)
- (3) CASE C : 사망/비사망사고 집계(10년간 300여건)
- (4) CASE D : 사망/비사망사고 집계(10년간 8건)
- (5) CASE E : 사고/준사고 집계(10년간 82건)

**CASE A** : 사망사고만을 집계하므로 LOC-I, CFIT과 같이 치명도가 높은 발생유형이 상위에 위치하고 사망사고 발생율이 낮은(치명도가 낮은) 발생유형은 나타나지 않는다.

**CASE B** : 사망/비사망사고를 함께 집계하며 비행 중 발생빈도가 높은 발생유형이 상위에 위치한다. FAA의 경우 '08년 1월부터 '13년 2월까지 발생한 사고정보로 CICTT 발생유형을 분류했지만, 빈도가 높은 상위 몇 개의 발생유형은 Table 3에서 확인할 수 있다.

**CASE C** : 10년간 약 300여건의 사망/비사망사고를 CICTT 발생유형으로 분류했기에 통계적 안정도가 가장 높다. 본 연구에서 사고/준사고의 통합 분석한 결과를 비교 검토하기에 가장 적합한 사례인 것으로 확인되었다.

**CASE D** : 우리나라에서 지난 10년간 발생한 8건의 사고를 CICTT 발생유형을 분류한 것이다. FAA나 EASA의 연간 30여건의 항공기 사고발생건수와 비교할 경우 모집수가 적어 통계적 분석이 어렵다.

**CASE E** : D의 경우와 달리 사고와 함께 준사고를 함께 집계하여 통합적으로 분석한 것이다. CASE C와 비교할 경우 상위 5개의 유형이 공통적으로 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

Table 3. 항공기 사고 발생유형 및 국내 사고/준사고 통합분석 상호비교

No	CASE A	CASE B	CASE C	CASE D	CASE E
	보잉(사망사고)	미국	유럽	한국(사고)	한국(사고/준사고)
1	LOC-I	SCF-PP	ARC	SCF-NP	ARC
2	CFIT	LOC-I	SCF-NP	ARC	SCF-NP
3	RE(Landing)+ARC+USOS	ARC	RAMP	SCF-PP	SCF-PP
4	RAMP	SCF-NP	RE	RE	TURB
5	RE(Takeoff)	LOC-G	TURB	WSTRW	RE
6	UNK	TURB	GCOL	-	CABIN
7	MAC	RE	SCF-PP	-	ATM
8	OTHR	GCOL	ADRM	-	LOC-G
9	F-N	CFIT	LOC-I	-	EXTL
10	SCF-PP	MAC	WSTRW	-	WSTRW

### 3.3 국내 사고/준사고 발생유형의 특수성 검토

Table 3을 통해 확인할 수 있는 우리나라의 발생유형의 특수성은 비동력계통과 동력계통의 시스템고장(SCF-NP/PP)의 발행유형이 높은 순위로 나타남을 알 수 있다. CASE A에서 확인할 수 있듯이 SCF-PP는 사망사고로 연결될 수 있는 치명도가 있는 발생유형으로 볼 수 있다. 우리나라의 경우 CASE C와 달리 치명도가 높은 SCF-PP의 발생유형이 높은 특성을 보이고 있다.

또한 LOC-I의 경우 CASE A를 통해서 치명도가 가장 높은 발생유형임을 확인할 수 있으며, CASE B(C에서는 9번째)에서 발생빈도가 2번째로 높은 것과 달리 우리나라의 LOC-I 발생유형은 발생빈도가 매우 낮음을 확인할 수 있다.

## 4. 결 론

우리나라는 연간 발생한 항공기 사고 빈도가 적기 때문에 지금까지 관례적으로 항공기 사고분석에 준사고를 통합하여 분석해왔다. 이러한 통합 분석의 장점은 준사고가 사고에 이르는 최종단계의 안전방호막(Safety Defence)의 유용성을 확인할 수 있을 뿐 아니라, 향후 확률통계적 분석을 위한 안전위험모델(Safety Risk Model)의 안전정보를 확보할 수 있는 단초가 된다.

이전까지의 연구에서 사고와 준사고를 관례적으로 통합 분석한 것과 달리 본 연구에서는 서로 다른 조건의 총 5개 사례를 비교 검토함으로써 사고/준사고의 통합 분석이 300여건의 사고데이터를 CICTT 발생유형으로 분류한 유럽연합의 상위 발생유형 5개와 상사성을 가지고 있다는 것을 검토하였다.

통상적으로 정보 부족을 해소하는 방법은 시간적 범위나 공간적 범위를 확대하는 방법을 고려할 수 있다. FAA의 경우 연간 30여건 발생하는 사고를 '09년부터 CICTT 발생유형으로 집계하고 있으며, 이것이 바로 시간적 범위를 확대하는 방법이다. 반면 EASA는 개별 국가에서 수집하기에 충분하지 않는 사고정보를 EU 전체 회원국과 정보공유를 통해 확보함으로써 공간적 범위를 확대하는 전략을 채택하였다. 우리나라 역시 부족한 안전정보를 확보하기 위한 방안으로 이러한 거시적 전략을 수립해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 이러한 전략적 검토와 별도로 안전정보를 효율적으로 활용할 수 있는 통합적 분석의 유용성을 검토하였다. 각 기관이 개별적

으로 수집 분석하는 사고/준사고, 항공안전장애, 항공안전자율보고 등을 표준화된 Taxonomy에 따라 통합적으로 분석할 경우 향후 의사결정모델 및 안전위험모델 구성에 필요한 안전정보를 보다 효과적으로 수집할 수 있다. 일반적으로 사고/준사고는 경미한 인시던트와 비교해 더 많은 정보를 갖고 있으며, 사고의 최종단계에 이르는 결정적 단서를 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 항공안전자율보고와 같은 자발안전프로그램(Voluntary Safety Program, VSP)을 통해 수집된 미시적 정보일지라도 사고/준사고 정보와 함께 통합적으로 분석된다면 사고/준사고 정보를 대량으로 확보한 것과 같은 효과를 가질 수 있을 것으로 기대된다. 다음 연구에서는 항공안전정보의 통합적 분석의 유용성을 통계적 방법으로 입증할 계획이다.

## 후 기

본 연구는 2011년 국토해양부 항공선진화사업의 연구비지원("항공 사고위험 예측·분석 및 정비신뢰성관리 프로그램 개발", 과제번호 : 항공-안전06)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] John Illson, "ICAO Safety Information Sharing," ICAO ISM Section, 11 Oct. 2010, p.3, p.11.
- [2] Corey Stephens et al., "Standardizing International Taxonomies," ISASI Forum Jan. - Mar. 2008, pp. 8-13.
- [3] C. Stephens and others, "Standardizing International Taxonomies: Common taxonomy is an indispensable tool to define common safety issues and complementary ways to globally enhance aviation safety" Presented at the ISASI 2007 Seminar, Singapore, August 27 - 30, 2007.
- [4] 홍승범 외 2명, "ECCAIRS Data에 의한 한국의 항공사고·준사고에 대한 경향 분석," 한국항공학회논문지 제16권 제4호, 2012년 8월, pp. 687-696.
- [5] CICTT "Aviation Occurrence Categories - Definitions and Usage Notes," Release 4.2, Oct. 2011.
- [6] Aviation Safety, "Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents :

Worldwide Operations 1959 - 2010", Boeing Commercial Airplanes, June 2011.

[7] NTSB, "Review of U. S. Civil Aviation Accidents - Calendar Year 2010," NTSB/ARA-12/01, Oct. 10, 2012, pp. 4-11.

[8] EASA, "Annual Safety Review 2010," [easa.euroopa.eu](http://easa.euroopa.eu), pp. 15-19.