

## 조종사 직급에 따른 CRM 역량과 안전행동의 상관관계

# Correlation between CRM Competency and Safety Behavior According to Pilot Position

고강민<sup>1</sup> · 윤지옥<sup>2</sup> · 이장룡<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>한국항공대학교 대학원

<sup>2</sup>한국항공대학교 항공경영대학원

<sup>3</sup>한국항공대학교 항공운항학과

Kangmin Ko<sup>1</sup> · Ji ouk Yoon<sup>2</sup> · Jang Ryong Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School, Korea Aerospace University, Goyang 10540, Korea

<sup>2</sup>Graduate School of Aviation and Management, Korea Aerospace University, Goyang 10540, Korea

<sup>3</sup>Department of Aeronautical Science & Flight Operations, Korea Aerospace University, Goyang 10540, Korea

### [요 약]

민간 항공기에는 기장과 부기장이 반드시 탑승해야 한다. 일반적으로 기장은 항공기 운항 중 위난방지에 관한 역할과 책임을 이행하고, 부기장은 기장을 보좌하거나 조언하는 기능을 담당한다. 역사적으로 70%~80%의 항공기 사고가 조종사 인적요인에 의하여 발생함에 따라 전 세계적으로 CRM (crew resource management)이라는 운항관리기법을 도입하여 운영하고 있다. 한편 안전행동은 지식과 기술을 사용하여 위험으로부터 보호하려는 인간의 행동이며, 항공기 조종실에서 운항업무를 수행하는 기장과 부기장은 각각의 역할과 책임, 그리고 경험의 차이에 따라 안전행동의 수준 또한 다를 것으로 예상된다. 선행연구는 조종사의 안전행동이 기술적 능력에 영향을 받기보다 CRM skill과 같은 비기술적 요소에 영향을 받는다고 하였으며, 본 연구는 기장과 부기장의 CRM 역량 차이를 파악하고 그 차이가 안전행동과의 상관관계를 가지고 있는지를 검증하고자 수행되었다.

### [Abstract]

Civil aircraft must have captain and first officer. In general, the captain fulfills his role and responsibility for preventing danger during aircraft operation, and the first officer is in charge of assisting the captain. Historically, as 70% to 80% of aircraft accidents have been caused by pilot human factors, crew resource management (CRM) has been introduced and operated worldwide. On the other hand, safety behavior is a human behavior to protect from danger using knowledge and skills, and the captain and the first officer who perform operations in the aircraft's cockpit are expected to have different levels of safety behavior according to differences in competence, responsibility, and experience. Preceding studies have shown that pilots' safety behavior is influenced by non-technical factors such as CRM Skills rather than technical ability, and this study was conducted to identify differences in CRM competencies between captain and first officer and to verify whether the differences are correlated with safety behavior.

**Key word** : Captain, CRM, First officer, NOTECRS, Safety behavior.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2023.27.6.724>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 22 November 2023; Revised 5 December 2023  
Accepted (Publication) 13 December 2023 (29 December 2023)

\*Corresponding Author : Jang Ryong Lee

Tel: +82-02-300-0088

E-mail: jrherky@kau.ac.kr

## 1. 서론

민간항공에서는 비행교범에 따라 2명 이상 조종사가 필요한 항공기 또는 여객운송에 사용되는 항공기에 기장과 부기장이라고도 불리우는 기장 이외의 조종사가 반드시 탑승해야 한다[1].

기장(captain)은 항공기 운항 중 위난이 발생하였거나 발생할 우려가 있을 때에 항공기와 승객의 위난방지에 필요한 수단을 마련해야 하고, 부기장은 기장 이외에 조종업무를 수행하는 자 중에서 지정된 자로서 부조종사 요건에 부합하는 사람이며, 기장을 보좌하고 운항 시 항공기에 위험이 초래되는 상황이 발생 할 경우 즉시 기장에게 조언하는 기능 등을 담당한다[2].

하지만 두 사람이 운영하는 항공기임에도 불구하고 역사적으로 항공기 사고의 70%~80%가 조종사와 관련된 인적요인(human factors)에 의하여 발생하였다[3].

항공기 운항은 운항과 관련된 여러 그룹의 사람들과의 상호작용으로 이루어지는 사회적 노력으로 완성되기 때문에 조종사의 성능(performance)은 이러한 요원들과의 상호작용 품질(quality)에 의해 영향을 받는다[4].

ICAO는 CRM (crew resource management)이 인적요인(human factors)이라는 광의적 개념을 항공기 운항에 적용하기 위해 조종사를 중심으로 운항과 관련된 제반 요인을 효과적으로 활용하여 안전하고 효율적인 항공기 운항을 도모하는 관리 기법이라고 하였다[5].

ICAO 또한 조종사가 성공적으로 CRM 역량을 확보하기 위해서는 의사소통(communication), 리더십 및 팀워크(leadership & teamwork), 문제해결 및 의사결정(problem solving & decision-making), 상황인식(situation awareness), 업무관리(workload management) 등 5가지 스킬 배양이 중요하다고 하였다[6].

ICAO 는 전 세계 민간 항공사에 조종사들이 우수한 CRM 역량을 갖추 수 있도록 초도 훈련 및 정기보수훈련을 주기적으로 실시하도록 하였고[6], 우리나라 항공사들 또한 고정익 항공기를 위한 운항기술기준 [7]에 의거 조종사들의 초도 훈련 및 정기 훈련 시 이론교육과 실습으로 이루어진 CRM 과정을 운영하고 있다[8].

한편 안전행동은 업무수행에 필요로 하는 안전지식과 기술을 사용하여 위험으로부터 보호하려는 인간의 행동으로 정의되며 Gressgård [9], Griffin & Neal [10]은 안전행동의 특징에 ‘안전준수’와 ‘안전참여’가 포함된다고 하였다. ‘안전준수’는 안전을 유지하기 위해 개인이 수행해야 할 핵심 활동이고, ‘안전참여’는 안전을 증진시키기 위한 개인의 구체적 노력 행동을 의미한다.

경찰공무원에 대한 안전행동 증진활동 연구결과 공무원 안전사고를 줄일 수 있었다는 연구결과가 보고 된 바 있고 오지은 [11], O'Connor et al. [12]은 비행중 조종사의 안전행동이 기술적 능력을 의미하기보다 소통, 협동, 의사결정, 상황인식, 업

무부하의 조절, 비행장치의 관리 등 조종사의 사회 심리적 영향에 크게 의존한다고 보고하였다. 안전하고 효율적인 항공기 운항을 위하여 도입된 CRM은 그것을 수행하는 조종사의 안전 행동에도 영향을 미칠 수 있다는 점을 시사하고 있다고 판단되는 부분이다.

항공기 조종실에서 운항업무를 수행하지만 기장과 부기장은 각각 역할과 책임, 그리고 경험의 차이를 가지고 있을 것이다. 따라서 그들의 CRM 역량 수준에는 차이가 발생할 수 있고, CRM 역량의 차이에 따라 안전행동의 수준에도 변화가 발생할 것으로 예상된다.

이에 본 연구는 민간항공의 기장, 부기장 등 조종사 직급에 따른 CRM 역량과 안전행동의 상관관계를 실증적으로 파악하고자 수행되었다.

## II. 이론적 고찰

### 2-1 조종사의 직급

직급이라 함은 일의 종류와 난이도, 책임 등이 비슷한 직위를 나눈 구분이다 [13]. 항공안전법 시행규칙 [1] 제218조 ‘승무원의 탑승 등’은 비행교범에 따라 항공기 운항에 2명 이상 조종사가 필요한 항공기 또는 여객 운송에 사용되는 항공기에는 기장과 기장 이외의 조종사가 반드시 탑승하도록 규정하고 있고, 민간 항공사에서는 보잉, 에어버스 등 대부분의 항공기 제작사 비행교범에 규정된 2인의 조종사가 필요한 항공기 또는 여객기를 운항하고 있다.

현대 항공기는 첨단 장비를 탑재하고 운영 방법이 복잡화 되면서 두 명의 조종사가 유기적 업무 관계 속에 분업과 협업이 동시에 이루어져야 하는 환경에서 운항업무를 수행한다. 현대 민간 항공기의 조종실 업무는 조종사 개인의 조종 기량보다 비행시스템의 관리 역량 및 승무원간의 운항업무에 관한 상호협력력이 더욱 강조되고 있다[14].

#### 1) 기장

항공안전법 [15] 제62조 '기장의 권한 등'은 항공기의 운항 안전에 책임을 지는 사람을 기장으로 정의하였고, 기장은 항공기나 여객에 위난이 발생하였거나 발생할 우려가 있다고 인정될 때에는 항공기에 있는 여객에게 피난방법과 그 밖에 안전에 관하여 필요한 사항을 명할 수 있으며, 운항 중 그 항공기에 위난이 발생하였을 때에는 여객을 구조하며 위난 방지에 필요한 수단을 마련해야 한다고 하였다. 고정익항공기를 위한 운항기술기준 [7]은 기장(pilot in command)이 기장의 임무를 수행하는 동안 항공기 운항에 대하여 최종적인 권한을 가지며, 항공기의 비행 조작여부에 관계없이 항공규칙에 따라 운항해야 할 책임이 있다고 하였다. 민간 항공사에서는 기장의 역할을 운항과 관련하여 회사를 대표하며 안전하고 효율적인 운항을 위하여 승무원 지휘, 감독을 포함하고 기타 지원업무를 수행하는

인력으로 규정하고 있다 [2].

항공안전법 [15] 제63조 ‘기장 등의 운항자격’은 항공운송사업에 사용되는 항공기의 기장은 지식 및 기량에 관하여 자격인정을 받아야 하고, 운항하려는 지역, 노선 및 공항에 대한 경험요건을 갖추도록 하고 있으며, 이에 관한 자격인정 및 심사를 받도록 함으로써 운항 역량에 대한 엄격한 관리를 요구하고 있다.

2) 부기장

고정익항공기를 위한 운항기술기준 [7]은 부기장에 대하여 기장 이외에 조종업무를 수행하는 자 중에서 지정된 자로서 부조종사 요건에 부합하는 자로 정의하고 있고, 항공안전법 제63조는 부기장, 즉, 기장 외의 조종사가 비행업무를 수행하기 위해서는 기량에 관하여 국토교통부장관의 자격인정을 받도록 요구하고 있다. 또한 부기장은 기량 유지를 위하여 정상상태에서의 조종기술을 매년 1회 이상, 비정상 상태에서의 조종기술 및 비상절차 수행 수행능력을 매년 2회 이상 심사받아야 한다 [1].

우리나라 A Airline [2]에서는 부기장에 대하여 기장을 보좌하고 운항 시 항공기에 심각한 위험이 초래되거나 불안전 상태를 야기 할 수 있는 조작이 발생 할 경우 즉시 기장에게 조언해야 하며, 차기의 기장으로서 지식과 기량을 갖추기 위해 노력할 것을 주문하고 있다.

2-2 CRM

1) CRM 의 배경

항공기 운항은 조종사, 관제사, 운항관리사, 정비사, 객실승무원, 지상조업 요원들과의 상호작용 속에 이루어지는 가장 훌륭한 사회적 노력(social endeavor)으로 인식되기 [3] 때문에 사회심리학적 관점에서 조종사의 성능(performance)은 이러한 요원들과의 상호작용 품질(quality)에 의해 직접적인 영향을 받는다 [4].

ICAO [5]는 승무원자원관리 (CRM; crew resource management)가 Human Factors라는 광의적 개념을 항공기 운항에 적용하기 위해 조종사를 중심으로 주변의 인적자원, 항공기, 환경적 요소를 효과적으로 활용하여 안전과 효율적 운항을 도모하는 관리기법이라고 하였다. 즉, CRM은 항공기를 안전하고 효율적으로 운항하기 위해 적절한 시기에 필요한 자원을 어떻게 활용할 것인가를 판단하고 조치하는 조종사의 운항관리기법이라고 할 수 있다.

2) CRM 역량

ICAO Doc 9995 Manual of Evidence-based Training [6]은 성공적 CRM 역량 확보를 위해 의사소통, 리더십 및 팀워크, 문제해결 및 의사결정, 상황인식, 업무관리등 5가지 Skill 배양이 중요하다고 하였다.

의사소통은 효과적인 언어 사용을 통해 계획에 대한 피드백과

모호한 상황을 해결하는 기술이고 [6], 승무원 상호 간 정보교환을 위해 표현되는 행위로서 효율적 CRM은 적절한 의사소통으로부터 시작된다 [16]. 대부분 조직에서 명확하고 효과적인 의사소통 필요성이 자주 언급되는 것처럼 조종사에게도 의사소통은 핵심적인 역량으로 인식되고 있다. 즉, 의사소통 역량은 올바른 상황인식과 의사결정을 위한 기본기술이며 효과적인 TEM(threat and error management)의 공유된 정신 모델(shared mental model)에 기초가 되기도 한다 [17].

리더십 및 팀워크는 임무 수행에 집중하기 위해 구성원들이 단결되고 통일된 방법으로 팀워크를 촉진 시키는 행동 및 방안을 의미한다 [6]. 팀워크의 개념은 개인이 팀 내에서 얼마나 효과적으로 기능하느냐에 초점을 맞추고 있으며, 조종실 내 기장과 부기장이 중심이었던 과거와 달리 항공기술의 발전과 운항 환경이 변화하면서 정비사, 운항관리사, 객실승무원 등으로 그 적용 범위가 확대되었다. 또한 효과적인 팀워크는 비행업무에 관한 개개인의 숙련도와 규정, 절차의 준수를 전제로 하고, 리더십과 팔로워십, 원활한 의사소통, 변화에 적응하는 유연성 등과 밀접한 관련이 있다 [18].

문제해결 및 의사결정은 원하는 비행 상태로부터의 이탈을 감지하고, 문제점 및 위험을 분석하여 최상의 대안 조치를 선정하는 기술이다 [6]. 승무원들은 항공기에 탑승한 시점부터 착륙 후 게이트에 정지하는 순간까지 끊임없이 문제해결 및 의사결정 과정에 직면한다. 실제로 의사결정은 상당한 복잡성을 띠고 있는데 예상치 못한 위험에 대하여 상황을 올바르게 판단하고 위험 수준 및 가용시간을 평가하고, 의사결정의 제약사항이나 예상되는 결과를 고려해야 한다. 아울러, 의사결정이 이루어진 후에는 결정의 수행 방법, 업무분배 및 진행 상황의 지속적인 모니터링 등을 복합적으로 생각하여야 한다 [19].

상황인식은 현재 비행 환경에서의 항공기 상태에 대한 이해를 통해 앞으로 필요하게 될 것을 미리 투시하는 것을 의미한다 [6]. 일반적으로 상황인식은 세가지 과정으로 구성되는데 첫째는 주변 환경으로부터의 단서(clues)를 인식하는 것, 둘째는 얻어진 단서의 의미를 이해하는 것, 마지막으로 이러한 정보의 영향을 미래에 투영하는 것이다 [20]. Sumwalt et al. [21]은 상황인식의 핵심 요소로 항공기의 상태(위치, 경로, 에너지)를 올바르게 인지하기 위하여 계기를 지속적으로 스캔하고 의미를 이해하는 감시과정이 필수적이라고 하였다. 이러한 상황인식 역량을 판단하는 행동 지표(behavior marker)로는 시스템의 상태의 변동사항에 관한 감시 및 보고, 외부 환경(항공기의 위치, 기상, 주변 항공기 등)에 관한 정보수집, 중요한 정보의 공유, 향후 발생 가능한 문제 파악 등이 있다.

업무관리는 비행 진행 과정에 대한 지속적 모니터링을 통해 필요한 조치들을 시기적절하고 효과적으로 완수할 수 있도록 현재 및 미래 요구사항을 충족시킬 수 있는 행동과 방안을 선택하는 것으로써 업무량이 많은 시간을 대비하여 업무량이 적은 시간에 업무계획을 수립하는 것 등을 포함한다 [6]. 즉, 업무관리는 부과된 업무를 잘 분배하여 과부하를 최소화 하는 것이며 [4], 업무관리를 통해 덜 중요한 업무에 집착(fixation)하여

중요한 것을 놓치거나 또는 주의가 산만해지는 것을 예방할 수 있다.

3) CRM 훈련

(1) ICAO

ICAO는 ANNEX 6(operation of aircraft) [22], 9.3(flight crew member training program)에 따라 항공사들이 당국의 승인을 받은 운항승무원 지상 학술 및 비행훈련 프로그램을 운영토록 하고 있으며, Doc 9683(human factor training manual) [5]에 명시된 위협 및 오류관리 등 인적 성능(human performance)에 관한 교육을 포함하도록 하고 있다.

아울러, ICAO AC (advisory circular) - Crew Resource Management Training Program은 승무원들이 라인 업무에 투입되기 전 초기 CRM 교육을 이수해야 하고 이 교육에는 각종 절차 및 운영자의 기업 문화 그리고 악기상이나 비정상 상황을 포함시키도록 하고 있다. 또한 사전에 인적요인에 관한 교육을 받지 않은 승무원일 경우 초기 CRM 교육을 진행하기 전 또는 초기 CRM 교육과 병행하여 운송용조종사 훈련과정(ATPL; airline transport pilot licence)에 포함된 인적 성능 및 한계(human performance and limitation)에 관한 교육을 이수하여야 한다.

CRM 훈련은 운항승무원 정기훈련(recurrent training)에 반드시 포함되어야 하고, 모든 훈련단계에 통합하여 수행되어야 하는데, 강의 및 브리핑 형태(modular classroom or briefing room)의 CRM 교육과 함께 실습, 피드백이 포함되어야 한다. CRM 훈련에 포함되어야 할 주요 주제는 아래와 같다.

표 1. CRM 훈련 주요 주제

Table 1. Main subjects of CRM training

(1)	Human error and reliability, serial error, error prevention and detection
(2)	Company safety culture, SOP, organizational elements
(3)	Stress, stress management, fatigue and vigilance
(4)	Acquire and process information, context awareness, workload management
(5)	Decision making
(6)	Communication and cooperation in and out of the control room
(7)	Leadership and team action, synergies
(8)	Automation and automation usage philosophy (if relevant to a particular aircraft type)
(9)	Checklists and briefings
(10)	Differences in specific aircraft types
(11)	Case-based research
(12)	Matters requiring additional attention identified by accident prevention and flight safety programs

또한 운항승무원이 새로운 항공기 형식 한정을 취득 할 경우 CRM 훈련은 전환훈련에 포함될 수 있으며 LOFT(line-oriented flying training)를 통해 CRM 요소의 중요성이 강조되어야 한

다. 이때 CRM 훈련을 접목한 LOS(line operational simulation)가 LOFT CRM 훈련을 대체할 수 있다.

(2) IATA

IATA의 ISM (IOSA standard manual) [23], FLT 2.2.30은 운영자가 시뮬레이터, 항공기 및 라인 훈련(line training)을 통해 승무원이 CRM 기술에 관한 훈련을 받도록 하고 있다. 이러한 CRM 훈련은 운항하는 항공기 형식에 따라 초기 및 전환 훈련(initial/transtion training)시 수행되어야 하고 이후에는 정기훈련 및 자격유지(recurrent training/continuing qualification)를 위해 매 12개월마다 수행되어야 한다. 아울러, 승인된 AQP/ATQP/EBT 프로그램을 통하여도 CRM 교육훈련을 수행할 수 있다.

(3) EASA

EASA의 CRM 훈련기준은 Commision Regulation No 965/2012의 Annex III, PART-ORO (organization requirement for operation), Subpart FC(flight crew)에 명시되어 있다. 모든 운항승무원은 비행임무를 수행하기에 앞서 역할에 따른 CRM 교육을 받아야 하고, 보수훈련(recurrent training)에도 CRM 훈련요소가 포함되어야 한다.

ORO.FC.215에 따라 운항승무원은 단독임무를 수행하기 전 최소 한명 이상의 적절한 CRM 자격을 갖춘 교관이 지도하는 초기 CRM 과정을 이수하여야 한다. 아울러, 초기 운항승무원이 이전에 운송용자격(ATPL) 수준에 부합하는 인적요인에 관한 이론교육을 받지 않은 경우에는 초기학술교육 이전에 이에 상응하는 CRM 과정을 이수하여야 하는데, 이 과정은 ANNEX I(Part-FCL)에 규정된 ATPL 수준의 인적성능 및 한계 교육 요강에 기초하여야 한다.

또한, ORO.FC.230에 따라 모든 승무원들은 6개월마다 운항하는 항공기의 형식에 대한 정기훈련 및 평가(recurrent training and checking)를 통해 정상, 비정상 및 비상절차에 관한 숙련도를 점검해야 하는데 이러한 훈련 및 평가에도 CRM 요소가 포함되어야 한다.

(4) 대한민국

우리나라 항공사들은 고정익 항공기를 위한 운항기술기준 [7]에 의거 조종사들의 초도훈련 및 정기훈련시 ICAO DOC 9683, 9868과 같은 국제적 지침을 적용하여 이론교육과 실습으로 이루어진 CRM 과정을 운영하고 있다. 이론교육 내용으로는 CRM의 목적과 필요성, 의사소통, 상황인식, 팀빌딩, 회사정책 등 10여개 과목이 포함되고, 시뮬레이터 훈련을 통해 팀 개념 하의 CRM 숙달에 중점을 둔 과정을 운영한다. 아울러 조종사의 LOFT (line oriented flight training)시에도 CRM은 주요한 훈련과목 중 하나로 운영하고 있다 [8].

2-3 안전행동

1) 안전행동의 특징

안전행동은 업무수행에 필요로 하는 안전지식과 기술을 사용하여 위험으로부터 보호하려는 인간의 행동으로 정의된다



[24].

또한 Piers et al.은 안전행동이 안전을 유지하거나 향상하기 위해 조직적 측면에서 관리해야 할 직원들의 행동이라고 주장하였다 [25].

Griffin & Neal은 안전행동의 특징으로 ‘안전준수’와 ‘안전참여’를 들 수 있다고 하였다 [10]. Neal et al.은 ‘안전준수’를 안전을 유지하기 위해 개인이 수행하여야 할 핵심 활동이라고 하였고, ‘안전참여’는 개개인이 안전회의 참석, 안전목표의 설정, 안전문제 해결방안의 제안, 작업장의 안전을 증진시키는 노력 등의 행동을 포함한다고 하였다 [26].

우상천은 현재의 위험 요인 및 잠재적인 위험 요인이 사고로 연계되지 않도록 제반 안전 규정과 절차를 준수하며, 조직 내 안전 활동에 자발적으로 참여하여 안전 확보에 기여하는 행동으로 정의하였다 [27].

오지은은 경찰공무원을 대상으로 한 연구에서 경찰의 안전 행동 증진 활동을 통해 공무원 상 재해, 특히 안전사고를 줄일 수 있다고 하였다 [28].

O'Connor et al.은 비행 중 조종사의 안전행동이 기술적 능력을 의미하기보다 비행 중에 나타나는 조종사의 사회 심리적 능력으로써 소통, 협동, 비행 의사결정, 상황인식, 업무부하의 조절, 비행장치의 관리 등을 포함하는 것이라고 하였다 [12].

김영록은 학생 조종사의 비기술적(non-technical skills; notechs) 요소와 안전행동의 상관관계 연구를 통해 비기술적 요소 중 리더십, 상황인식, 의사결정은 학생 조종사의 안전행동을 증가시켰다는 결과를 보고하였다 [29].

2) 불안전 행동

Heinrich는 재해 발생 도미노 이론을 통해 세 번째 도미노인 인간의 불안전 행동과 환경적으로 불안정한 상태가 사고의 직접 원인이며, 사고의 방지를 위해 첫 번째 도미노인 인간의 유전적, 사회적 결함, 그리고 두 번째 도미노인 인간의 개인적 결함 등도 있지만 직접 원인인 세 번째 도미노를 중점적으로 제거하는 것이 중요하다고 강조하였다 [30].

또한 Reason [31]은 조직(organization)에서의 사고 패러다임을 설명하기 위한 스위치즈 이론을 통해 잠재적 상황(latent condition)이라 불리우는 조직의 영향, 불안정한 감독, 불안정한 행위의 전제조건 등이 휴면상태로 존재하다가 능동적 실패(active failure)라고 불리우는 인간의 불안전 행동과 결부되면 사고로 이어지며, 불안전 행위에는 지각이나 인지의 실패, 절차 또는 지식기반의 실수, 그리고 위반(violation) 등이 포함된다고 하였다.

Heinrich의 재해 발생 도미노 이론은 개인적 측면에서의 불안전 행동의 위험성을 중요시하였고, Reason의 스위치즈 이론 또한 조직의 사고를 예방하기 위해 인간의 불안전 행동 위험을 강조하였다.

이처럼 인간의 불안전 행동은 모든 사고의 직접 원인이 되기 때문에 특히 항공분야에서 조종사의 안전행동 증진을 도모할 수 있는 방안에 대한 관심은 무엇보다 중요한 이슈가 아닐 수 없다.

III. 연구설계와 분석방법

3-1 연구모형

이론적 고찰을 통해 항공기의 안전하고 효율적 운항을 위해 도입된 CRM 운용 역량이 조종사의 안전행동에도 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 파악하였다. 특히 선행연구를 통해서 학생 조종사의 운항 관련 비기술적 요소(NOTECHS)와 안전행동에 인과관계가 있다고 보고된 바를 참고하여 본 연구는 민간항공의 기장과 부기장 간에 비기술적 요소인 CRM 역량의 차이가 있는지를 파악하고, 이러한 차이가 기장과 부기장의 안전행동에 영향을 미치는지를 검증하고자 아래와 같은 연구모형을 수립하였다.

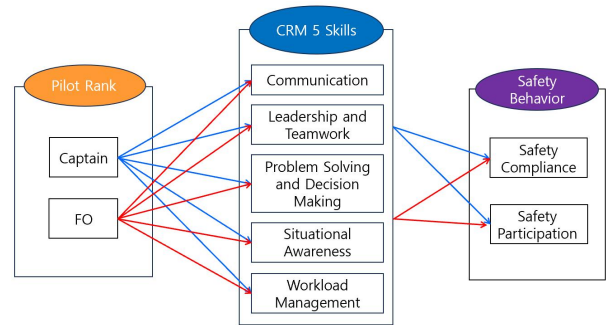


그림 1. 연구모형  
Fig. 1. Research Model

3-2 연구가설

가설 1. 조종사 직급에 따라 기장과 부기장의 안전행동 수준은 유의한 차이를 보일 것이다.

가설 2. 조종사 직급에 따라 기장과 부기장의 CRM 역량은 유의한 차이를 보일 것이다.

가설 3. 조종사 직급에 따라 기장과 부기장의 CRM 역량 차이가 안전행동에 미치는 영향은 유의한 차이를 보일 것이다.

3-3 변수의 조작적 정의와 측정도구의 구성

1) CRM

민간항공 기장과 부기장의 CRM 역량을 측정하기 위해서 ICAO Doc 9995 Evidence-based Training [6]이 제시하는 5가지 CRM 핵심역량에 대응하는 행동지표 (behavior indicator) 10개를 반영하여 리커트 5점 척도(likert scale)로 작성하였다. 하위요인으로는 의사소통, 리더십 및 팀워크, 문제해결 및 의사결정, 상황인식, 업무관리 등 5가지 요인으로 구성하였다.

2) 안전행동

민간항공 기장과 부기장의 안전행동 구성요소를 측정하기 위해 Neal et. al., [26]과 오지은 [28]의 연구에서 안전행동을 측정하기 위해 활용했던 6개 문항을 기반으로 민간항공 조종사의 입장에 맞게 일부 문구를 수정하여 리커트 5점 척도(likert scale)로 작성하였다. 하위요인으로는 안전참여 및 안전준수 등 2가지 요인으로 구성하였다.

**3-4 분석방법**

설문을 통해 수집된 자료의 분석과 통계적 유의도를 검증하기 위해 인구통계학적 분석, 요인분석 및 신뢰도 검증, 상관관계 분석, 집단별 평균 차이 검증, 집단 차이에 따른 위계적 회귀 분석을 실시하였다. 각 분석 및 데이터 코딩은 Excel 및 Jamovi 를 활용하였다.

**IV. 실증분석**

**4-1 표본의 일반적 특성**

1) 조사대상자의 인구통계학적 특성

**표 2.** 조사대상의 인구통계학적 특성

**Table. 2.** Demographic characteristics of the specimen

		Number	Rate(%)
Age	20-29	2	1.7 %
	30-39	65	56.0 %
	40-49	47	40.5 %
	50-59	2	1.7 %
Rank	FO	76	65.5 %
	Captain	40	34.5 %
Years of Service	1-5	34	29.3 %
	5-10	28	24.1 %
	10-	54	46.6 %
Flight Time	-1000	7	6.0 %
	-3000	39	33.6 %
	-5000	35	30.2 %
	-10000	34	29.3 %
	10000-	1	0.9 %

본 설문은 국내 민간 항공사에 재직 중인 조종사 중 무작위 선정한 130명을 대상으로 2023년 10월부터 약 20일간에 걸쳐 실시하였다. 설문에 응답한 인원은 총 116명 이었으며 CRM의 숙달 차이를 확인하기 위해 입사 1년~5년차, 5년~10년차, 10년 이상으로 구분하였다.

대상 표본의 특성은 표1과 같으며, 연령대는 30대~40대가 96.5%로 대부분을 차지하였다. 직책별로는 기장이 65.5%, 부기장이 34.5%이었으며, 근무연수는 1년~5년 29.3%, 5년~10년 24.1%, 10년 이상이 46.6%의 분포를 보였다. 비행시간은 3,000시간~10,000시간이 93%를 차지하였다.

2) 요인분석 및 신뢰도 검증

**표 3. 안전 행동**

**Table. 3.** Safety Behavior

	Safety Participation	Safety Compliance
SB1	0.783	0.240
SB2	0.847	0.032
SB3	0.848	0.175
SB4	0.766	0.221
SB5	0.114	0.914
SB6	0.257	0.872
SS Loadings	2.71	1.73
% of Variance	45.2	28.9
Cumulative %	45.2	74.2
Cronbach'α	0.848	0.804

KMO Measure Overall : 0.768  
Bartlett Test of Sphericity :  $\chi^2=285$ ,  $df=15$ ,  $p<0.001$

표 2의 Varimax에 의한 직각 회전 결과, Bartlett's 구형성 검정에 대한  $\chi^2=285$ ,  $df=15$ ,  $p<0.001$ 로 나타났고, KMO 측도값은 0.768로 나타나 모형은 적합하였다. 누적 분산은 74.2%로 나타났고, 고유값(eigen value)은 각 성분에서 모두 1.0 이상으로 나타났다. 그리고 이 도구는 2개의 요인으로 구성됨이 확인되었다. 모든 요인들이 0.7 이상으로써 높은 요인 적재량(factor loading)을 보인다. 이러한 결과는 '안전행동(safety behavior)' 측정도구가 안전 참여, 안전 준수 요인들로 구성되어 있음을 확인하며, 각각의 요인별로 타당성이 확보되었음을 나타낸다.

또한 타당성이 확보된 문항으로 내적 합치도에 의한 Cronbach's  $\alpha$  값을 조사한 결과, 모든 요인이 0.8 이상으로 나타났으므로 이 요인들은 높은 신뢰도를 보인다고 판단하였다.

표 3의 Varimax에 의한 직각 회전 결과, Bartlett's 구형성 검정에 대한  $\chi^2=477$ ,  $df=45$ ,  $p<0.001$ 로 나타났고, KMO 측도값은 0.866로 나타나 모형은 적합하였다. 누적 분산은 81.6%로 나타났고, 고유값(eigen value)은 각 성분에서 모두 1.0 이상으로 나타났다. 그리고 이 도구는 5개의 요인으로 구성됨이 확인되었다. 모든 요인들이 0.6 이상으로써 높은 요인 적재량(factor loading)을 보인다. 이러한 결과는 'CRM 5 Skill' 도구가 각각의 요인별로 타당성이 확보되었음을 나타낸다.

또한 타당성이 확보된 문항으로 내적 합치도에 의한 Cronbach's  $\alpha$  값을 조사한 결과 모든 요인이 0.6 이상으로 나타났으므로, 이 요인들의 신뢰도는 연구 결과 검증에 활용할 수 있는 수준으로 판단하였다.

3) 상관관계 분석

CRM 5 Skills를 활용한 CRM 역량과 안전행동 간의 미치는 영향을 규명하기 위하여 Pearson의 상관계수를 산출하였다. 각 변인간의 상관관계를 분석한 결과는 표 4와 같이 나타났다.

표 4. CRM 5가지 요소

Table. 4. CRM 5 Skill

	C	L & T	WM	SA	PS & DM
C3	0.82	0.16	0.22	-0.04	0.06
C4	0.80	0.29	0.17	0.08	-0.09
C2	0.72	0.02	0.24	0.37	0.19
C1	0.68	-0.10	0.04	0.38	0.46
LT3	0.27	0.84	0.18	0.04	0.11
LT2	0.02	0.83	0.15	0.24	0.22
WM2	0.23	0.13	0.87	0.15	0.18
WM5	0.31	0.33	0.66	0.30	0.10
SA4	0.18	0.26	0.29	0.83	0.03
PSDM3	0.09	0.34	0.22	0.02	0.85
SS Loadings	2.55	1.83	1.52	1.16	1.1
% of Variance	25.5	18.3	15.2	11.6	11
Cumulative %	25.5	43.9	59.1	70.7	81.6
Cronbach'α	0.827	0.786	0.753	-	-
KMO Measure Overall : 0.866					
Bartlett Test of Sphericity : $\chi^2=477$ , $df=45$ , $p<0.001$					

표 5. 요인간 상관관계 분석

Table. 5. Analysis result of correlation between the factors of research

	CRM	SB
CRM	1	
SB	0.593***	1

\*\*\* $p<.001$  \*\* $p<.01$  \* $p<.05$

변수간의 상관관계를 분석한 결과 모든 변인간에 유의미한 상관관계를 나타냈고, 변수간의 상관관계를 나타내는 모든 변인에서 다중공선성의 기준치인 0.8보다 낮게 나타났기 때문에 다중공선성의 문제는 없다고 판단된다.

#### 4-2 집단별 평균 차이 검증

Table. 5의 상단은 독립표본 T-test 결과 CRM 역량에 대한 기장과 부기장의 차이를 비교한 결과를 보여준다. 기장의 평균 점수는 4.34이고, 부기장의 평균 점수는 3.99이다. 또한 하단의 안전 행동에 따라서 기장과 부기장의 차이는 기장의 평균이 4.07이고 부기장의 평균은 3.64이다. 이 두가지 모두 통계적으로 유의미한 차이( $p<.001$ )가 있음을 보여준다.

표 6. 집단별 CRM 역량과 안전행동의 평균 차이

Table. 6. Difference in competency of CRM 5 Skill and Safety Behavior by Rank

	Rank	N	Mean	SD	t
CRM	FO	76	3.99	0.462	-3.89***
	Captain	40	4.34	0.428	
SB	FO	76	3.64	0.493	-4.11***
	Captain	40	4.07	0.592	

\*\*\* $p<.001$  \*\* $p<.01$  \* $p<.05$

따라서 본 연구에서는 기장과 부기장의 CRM 역량과 안전 행동에는 차이가 있다고 판단하였다.

#### 4-3 위계적 회귀분석

표 7. 조종사 직급별 안전행동에 미치는 영향

Table. 7. Effect of the rank of pilot on safety behavior

Step		b	S.E	t	B	Model
1	-	3.643	0.061	60.07		R2=0.129
	Captain	0.424	0.103	4.11***	0.752	F=16.9 ***
2	-	1.132	0.375	3.02		R2=0.379
	Captain	0.209	0.093	2.24*	0.37	F=34.5
	CRM	0.628	0.093	6.75***	0.533	***

\*\*\* $p<.001$  \*\* $p<.01$  \* $p<.05$

분석 결과 모형의 잔차 독립성(DW)은 1.83으로 2에 가까우므로 적절한 모형이라고 볼 수 있다. 통제변수가 들어간 1단계 모형과 독립변수가 추가된 2단계 모형의 위계적 회귀분석 결과는 다음과 같다.

1단계 모형은  $F=16.9$ ,  $p<0.001$ 로 통계적으로 유의한 결과를 나타냈다. 회귀모형의 설명력은 12.9%( $R^2=0.129$ )이다. Rank의 경우 기장이일 때 종속변수의 예측값은 0.752정도 높아지고,  $p<0.001$ 로 유의한 것으로 확인되었다.

2단계 모형은  $F=34.5$ ,  $p<0.001$  통계적으로 유의한 결과를 나타냈다. 1단계 모형과 비교하면 설명력은 37.9%( $R^2=0.379$ )로 향상되었으며, 이는 통제변수를 추가하여 모형의 설명력이 개선되었다는 의미이다. 그리고 Rank의 경우 기장이일 때 종속변수의 예측값은 0.37정도 높아지고,  $p<0.001$ 로 유의한 것으로 확인되었다.

독립변수 CRM이 종속변수 안전행동에 미치는 영향을 파악한 결과,  $\beta=0.553$ ( $p<0.001$ )로서 55.3%의 유의한 정(+)의 영향력을 보이는 것을 할 수 있다. 또한, 기장이일 경우(1.341) 부기장(1.132)로 기장이 부기장에 비해 안전행동에 0.209 더 높은 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

### V. 결론

#### 5-1 연구요약 및 논의

본 연구의 목적은 민간항공 조종사들이 기장, 부기장과 같은 직급에 따라 CRM 역량에 차이를 가지는지 확인하고, CRM 역량과 안전행동의 상관관계를 파악하는 것이었다.

이를 위해 민간항공의 기장과 부기장의 역할과 책임, 민간항공이 CRM을 도입하게 된 배경과 운영목적, CRM 훈련의 특징, 그리고 조종사들의 안전행동에 영향을 미치는 비기술적 요소에 관한 선행연구 결과를 고찰하였고, 항공기의 안전하고 효율적 운항을 위해 도입된 CRM 운용 역량이 조종사의 안전행동에도 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 예측하였다.

이후 일선 조종사를 대상으로 실시한 설문조사로 수집한 데이터를 기반으로 분석한 결과, 다음과 같이 연구가설을 검증할 수 있었다.

가설 1. 조종사 직급에 따른 기장과 부기장의 안전행동 수준은 기장 그룹이 부기장 그룹에 비해 평균 0.43 높아 유의한 차이를 보였다.

가설 2. 조종사 직급에 따른 기장과 부기장의 CRM 역량은 기장 그룹이 부기장 그룹에 비해 평균 0.35 높아 유의한 차이를 보였다.

가설 3. 조종사 직급에 따른 기장과 부기장의 CRM 역량 차이가 안전행동에 미치는 영향은 기장 그룹이 부기장 그룹에 비해 0.209 높은 (+)의 영향을 미쳐 유의한 차이를 보였다.

본 연구를 통해 파악한 실무적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 기장 그룹의 안전행동 수준이 부기장 그룹에 비해 높은 이유는 항공기 운항 시 담당해야 할 역할과 책임이 상당 부분 작용하였기 때문으로 추정된다. 고정익항공기를 위한 운항 기술기준 [7]은 기장이 항공기 운항에 대하여 최종적인 권한을 가지고 항공규칙에 따라 운항하여야 할 책임이 있다고 하였고, 모두가 그렇다고 할 수는 없으나 부기장은 기장을 보조하고 항공기에 위험이 초래되거나 불안전 상태를 야기할 수 있는 조종이 발생 할 경우 즉시 기장에게 조언하도록 하는 역할을 부여하고 있다는 [2] 점은 Griffin & Neal [10]이 안전행동의 특징으로 제시한 ‘안전준수’와 ‘안전참여’ 중 부기장 그룹에서는 적극적 (active)인 조치로 받아들여질 수 있는 ‘안전참여’의 역할이 기장 그룹보다 다소 낮을 수 있다고 추정되는 부분이다.

둘째, 기장 그룹의 CRM 역량이 부기장 그룹의 CRM 역량보다 높게 나타난 점은 CRM 5 Skills 중 리더십 및 팀워크 Skill이 Ginnett [32]가 언급했던 것처럼 주체 간의 역할 갈등 및 모호성을 최소화하는 것이 중요한데 이런 역할을 주도할 수 있는 것은 기장이기 때문일 것으로 판단되고, 문제해결 및 의사결정 Skill 측면에도 ICAO [6]가 설명한 것처럼 항공기 운항 중 문제점 및 위험을 분석하여 최상의 대안 조치를 선정하는 기능을 주로 기장이 담당하고 있으며, 비행 진행 과정에서 필요한 조치를 시기적절하고 효과적으로 완수할 수 있는 행동과 방안을 선택하는 역할을 부기장 보다 기장 그룹이 더 많은 경험을 하였기 때문으로 해석된다.

셋째, 부기장 그룹과 비교하여 상대적으로 높은 기장 그룹의 CRM 역량이 안전행동에 좋은 (+)의 영향을 미친 이유로는 O'Connor et al., [12]이 주장한 바와 같이 조종사의 안전행동이 기술적 능력 보다 조종사의 사회 심리적 능력에 해당하는 소통, 협동, 비행의사결정, 상황인식, 업무부하의 조절 등 비기술적 요소가 더 큰 영향을 주게 되며, 이러한 요소들 대부분이 CRM 역량에 포함되어있기 때문으로 판단된다.

본 연구는 민간항공 조종사를 기장과 부기장으로 분류하여 그들의 CRM 역량 수준과 안전행동의 수준이 (+)의 관계에 있다는 것을 파악하였다는 것에 의의를 가지며, 이러한 결과를 관리적 측면에서 바라본다면 부기장이라 하더라도 CRM 운영에 관한 체계적 훈련과 충분한 경험을 쌓게 한다면 항공사가 희망하는 안전행동의 수준을 높일 수 있는 좋은 방안이 될 것으로 예상된다.

## 5-2 연구의 한계

본 연구가 가지는 한계는 다음과 같다고 판단한다.

첫째, 본 연구는 민간항공 조종사의 직급을 독립변수로 설정하였고 여기에는 근무경력, 비행시간 등의 세부 요인들이 포함되었다. 하지만, 설문 참여자들이 얼마나 주기적으로 CRM 훈련을 받았으며, 실제 운항 시 어느 정도 CRM Skill을 활용하고 있는지에 대해서 파악하지 못하였다는 한계를 가지고 있다.

둘째, 본 연구는 항공사별 문화적 특성을 반영하지 않고 수행되었다. CRM Skills 중 의사소통, 리더십 및 팀워크 등은 조직문화의 영향을 받을 수 있는데, 그러한 요인을 반영하지 못하였다.

셋째, 안전행동은 개인별 안전지식과 안전태도의 영향을 받기도 한다. 하지만 본 연구는 이에 관한 고려를 반영하지 않은 상태에서 수행되었다.

향후 이러한 내용을 반영하여 추가 연구가 진행된다면 민간항공 조종사의 CRM 역량과 안전행동의 상관관계에 대한 보다 객관적인 결과를 식별할 수 있을 것으로 예상된다.

## References

- [1] MOLIT, Enforcement rules of the aviation safety law, 2023.
- [2] A Airline, Flight operation manual, Jeju air, 2023
- [3] D. A. Wiegmann and S. A. Shappell, "Human error perspectives in aviation", *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 11, No. 4, pp. 341-357, 2001.
- [4] R. L. Helmreich and H. C. Foushee, Why CRM? Empirical and theoretical bases of human factors training, in *Crew Resource Management*, 3rd ed. Academic Press, pp. 3-52, 2019.
- [5] ICAO, Doc 9683 AN/950: Human factors training manual (First edition), 1998.
- [6] ICAO, Doc 9995 AN/497: Manual of evidence-based training (first edition), 2013.
- [7] MOLIT, Operation Technical standards for fixed-wing aircraft, 2017
- [8] K Airline, Flight training policy and procedure manual. Korean Air, 2016.
- [9] L. J. Gressgård, "Knowledge management and safety compliance in a high-risk distributed organizational system," *Safety and health at work*, Vol. 5, No. 2, pp. 53-59, 2016.
- [10] M. A. Griffin and A. Neal, "Perceptions of safety at work: A framework for linking safety climate to safety performance, knowledge, and motivation," *Journal of Occupational Health Psychology*, Vol. 5, No. 3, pp. 347-358, 2000.
- [11] J. Oh, Effects of job stress and safety atmosphere on police safety behavior, Ph.D. dissertation, Dongguk University, Seoul: Korea, 2017.
- [12] P. O'Connor, A. O'Dea, Q. Kennedy, and S. E. Buttrey,



- “Measuring safety climate in aviation: a review and recommendations for the future,” *Safety Science*, Vol. 49, No.2, pp. 128-138, 2011.
- [13] National Institute of Korean Language, Standard Korean dictionary, 2023.
- [14] K. Mjof, “Basic cultural elements affecting the team function on the flight deck,” *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 14, No. 2, pp. 151-169, 2004
- [15] MOLIT, Aviation Safety Law, 2023.
- [16] B. G. Kanki, Communication and crew resource management, in *Crew Resource Management*. 3rd ed. Academic Press, pp. 103-137, 2019.
- [17] J. A. Cannon-Bowers, E. Salas, and S. Converse, *Individual and group decision making: Current issues*, Psychology Press, pp. 221-246, 1993.
- [18] F. J. Tullo, Teamwork and organizational factors. In *Crew Resource Management*, 3rd ed. Academic Press, pp. 53-72, 2019.
- [19] J. Orasanu and U. Fischer, Finding decisions in natural environments: The view from the cockpit. In *Naturalistic decision making*, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 343-357, 1997.
- [20] M. R. Endsley, “Toward a theory of situation awareness in dynamic system. Human Factors,” *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 37, No. 1, pp. 32-64, 1995.
- [21] R. L. Sunwalt, K. A. Lemons, and R. McKendrick, The accident investigator’s perspective. In *Crew Resource Management*, 3rd ed. Academic Press, pp. 489-513, 2019.
- [22] ICAO, Annex 6 operation of aircraft: part I-international commercial air transport-aeroplanes, 12th Ed. 2022.
- [23] IATA, IOSA standards manual(ISM) 16th ed. 2023.
- [24] L. J. Gressgård, “Knowledge management and safety compliance in a high-risk distributed organizational system,” *Safety and Health at Work*, Vol. 5, pp. 53-59, 2014.
- [25] M. Piers, C. Montijn, and A. Balk, Safety culture framework for the ECAST SMS-WG, European Commercial Aviation Safety Team (ECAST), 2009.
- [26] A. Neal, M. A. Griffin, and P. M. Hart, “The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior,” *Safety Science*, Vol. 34, No. 1-3, pp. 99-109, 2000.
- [27] S. C. Woo, The relationship between the determinants of safety motivation and safety behavior of air force pilots, Ph.D. dissertation, Sangji University, Wonju, Korea, Jun. 2014.
- [28] J. E. Oh, The effects of job stress and safety atmosphere on police safety behavior, Ph.D. dissertation, Dongguk University, Seoul, Korea, Dec. 2017.
- [29] Y. R. Kim, Study on the effect of non-technical factors (NOTECHS) of pilots on safety behavior, Ph.D. dissertation, Hanseo University, Seosan, Korea, Feb. 2020.
- [30] H. W. Heinrich, Industrial accident prevention - a safety management approach, 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1980.
- [31] J. Reason, Managing the risks of organizational accidents, 1st ed. Burlington,VT: Ashgate, 1997.
- [32] R. Ginnett, R. Hughes, and G. Curphy, Leadership: enhancing the lessons of experience, 9th ed. McGraw-Hill, 2018.



**고강민 (Kangmin Ko)**

2008년 2월 : 한국항공대학교 항공운항학과  
 2022년 9월 ~ : 한국항공대학교 항공운항관리학과 석사과정  
 2023년 3월 ~ : 한국항공대학교 항공운항학과 강사  
 ※ 관심분야 : 안전행동, 안전문화, 인적요인



**윤지욱 (Ji ouk Yoon)**

2011년 2월 : 한국항공대학교 항공운항학과  
 2012년 8월 ~ : 제주항공 운항승무원  
 2021년 3월 ~ : 한국항공대학교 항공운항관리학과 석사과정  
 ※ 관심분야 : 안전행동, 인적요인, 운항품질



**이장룡 (Jang Ryong Lee)**

1998년 8월 : 美 센트럴미주리주립대학교 (이학석사),  
 2005년 12월 ~ 2011년 1월 : 공군본부 감찰실 안전과 안전계획담당,  
 2015년 12월 ~ 2018년 12월 : 공군항공안전단 부단장/단장  
 2019년 3월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공운항학과 부교수  
 ※ 관심분야 : 안전관리시스템(SMS)/안전정책, Aviation human factors  
 2005년 5월 : 美 Purdue대학교 (이학박사)  
 2014년 12월 ~ 2015년 12월 : 공군본부 감찰실 안전과장