

論文

NOTECHS이 安全運航에 미치는 影響

이상민*, 김철영**, 황사식***

The Effect of the Non-Technical Skills on the Rotorcraft Flight Safety

Sangmin Lee*, Chilyoung Kim**, Sasik Hwang***

ABSTRACT

Rotorcraft operating in the domestic aviation safety techniques are applied CRM training is conducted but, aircraft accidents caused by human factors has not shown a declining trend. Thus, knowledge of aviation safety and human factors for the spread of awareness of improved rotorcraft flight operations department managers to understand the complexity of nature and culture, and to perform high-risk mission helicopter pilot study of local activation and enhance safety awareness research was conducted in order to.

In this study, the development direction of CRM training studies in order to identify the leading NOTECHS (Non-Technical Skills; non-technical pilot skills) of the four categories as the independent variable and the dependent variable corresponding to the resulting effect on the key variables awareness of the differences were studied. In addition, the direction and strength of the relationship were analyzed to determine the relationship of each independent variable to assess the impact on the dependent variable regression analysis was performed.

Pilot training and evaluation of non-technical skills related to the teaching reflected in the CRM training and assessment must be carried out with 5 star rating scale was preferred. Therefore, to meet our country rotorcraft operating environment 'NOTECHS' aviation safety by developing training programs reflected in the educational process, implementation, and periodic training and assessment is done in future research on this analysis and feedback is done to reflect the specific performance expect.

Key Words : Human Factors, CRM, NOTECHS(Non-Technical Skills, Pilot Training

I. 서 론

항공 산업의 약 1세기 이내에 비약적인 발전은 항공관계자들의 노력, 기계·장비 개발에 첨단기술의 도입, 운용체계에 컴퓨터시스템 접목 등으로 이루어 졌다. 그러나 2001년부터 10년간 국내의 항공기사고는 45건이 발생하여 인적 요인 32건(71.1%), 기계적 요인 10건(22.2%), 기상 요인 3건(6.7%)으로 인적 요인(Human Factors)의 사고비율이 매우 높다고 할 수 있다.¹⁾

1977년 3월 27일 Tenerife섬에서 팬암-KLM 간 2대의 B-747기가 충돌하여 583명이 사망하였는데 조종사와 관제사간 의사소통, 조종사간의 협력부족 등이 사고 요인으로 밝혀졌으며 1979년 NASA의 항공운송사고 워크숍에서 "Resource Management

2013년 08월 12일 접수 ~ 2013년 09월 23일 심사완료
논문심사일 (2013.08.16, 1차), (2013.09.11, 2차)

* 한국항공대학교 대학원

** 한국항공대학교 항공운항학과

연락처, E-mail : cykim@kau.ac.kr

경기도 고양시 덕양구 화전동 항공대학교 76

*** 한국항공대학교 항공운항학과

1) 이강준외 2명, 항공인적요인 지식정보체계 구축 방안 에 관한 연구, 교통안전공단 2011, pp. 2~7.

on the Flight deck”라는 CRM이 소개되었고 유나이티드 항공이 1981년 최초로 시행하였다. 국내에서는 CRM의 성과를 측정하기 위해 개발된 LOSA의 시행과 관련하여 조종사 관찰거부, 관찰자 수집자료 비밀 유지 및 비 처벌 등의 문제로 준비가 뒷받침되지 않아 시행에 관한 어려움을 지적한 사례도 있다.²⁾

이렇듯 선구적 항공안전 관리기법이 연구되고 적용되어 왔지만, 인적 요인에 의한 사고율은 감소추세를 보이지 않아 안전관리 시스템에 부가하여 CRM 보다 조종사들에게 요구되는 사회적 기술과 인지 기술로 이루어진 NOTECHS(Non-Technical Skills, 비 기술적 조종사 기술)을 도입하여 회전익항공기 조종사들에게 적용하고자 한다. 본 연구의 목적은 인적 요인에 의한 항공사고 예방을 위한 지식의 확산, 관리자의 인식 개선과 더불어 국내의 열악한 회전익항공기 운용 여건에 비추어 NOTECHS이 안전운항에 미치는 영향에 대하여 제시하는 것이다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

회전익항공기는 공간적 제한요소 때문에 저고도에서 악기상 상황에도 고위험 임무를 수행하므로 사고에 노출되는 빈도가 더 높다고 할 것이다.

CRM은 Cockpit Resource Management에서 출발하여 Corporate Resource Management의 개념으로 발전하였고, 공중근무자에서 관리자까지 대상이 확대되어 교육을 실시하고 그 결과에 대하여 모두가 책임을 나누어 가지는 것으로 이해되고 있다. 국내의 인적 요인에 대한 소개와 교육은 1990년대 중반부터 CRM, LOFT(Line Oriented Flight Training), LOSA(Line Operations Safety Audit), TEM(Threat and Error Management) 등에 관한 프로그램을 도입하여 운영하고 있다.

1996년에 JAA 자문단체인 유럽민간항공당국에 의해 후원된 NOTECHS 프로젝트 연구 컨소시엄³⁾그룹이 이 작업을 하기 위해 설립되어 NOTECHS을 평가하기 위한 방법으로 조종석에서 항공기 조종과 관련이 없는 운항승무원의 인지적 및 사회적 기술, 시스템 관리, 표준 운영절차 등을 파악하거나 개발함이 요구되었으며 유럽 내의 운영자가 적용하기에 적합한 포괄적인 최종 프로젝트 보고서를 개발하였다.⁴⁾

2.1 회전익항공기 특성

2.1.1 일반특성

“회전익항공기”란 비행 중 1개 이상의 회전익에 의해서 공기의 반작용으로 지지되는 공기보다 무거운 동력추진의 항공기⁵⁾라고 정의되어 있으며, 헬리콥터와 Tilt Rotor 항공기⁶⁾를 포함한다.

최초는 폭케(獨)의 Fa-61 헬리콥터(1936년 6월)로 1938년 2월 나치스 전국 당 대회에서 육내 비행을 함으로 안정성과 조종성을 실증하였다.

헬리콥터는 자체동력으로 큰 로터를 회전시켜 양력을 얻으므로 기구가 복잡하고 무겁고 날개효과도 좋지 않아 강력한 엔진, 가벼운 동체를 만드는 기술의 발달과 함께 발전하였다.

2.1.2 임무특성

임무는 구조·환자이송, 화재진화, 인원·화물수송, 관광산업, 항공방제, Air Taxi, 고압전선 가설, 석유탐사, 어군 탐지, 항공촬영 등에 운용하고 있다.

2.1.3 사고특성

모든 항공사고처럼 인명손실과 재산피해를 유발하며 운용영역 상 비상절차를 실시할 고도와 시간적 여유가 없고 사고원인이 복잡성을 보인다.

첫째, 구역관리 측면 등에서 고고도 운항에 비효율적이며 이륙 후 MSA⁷⁾공역을 제공받는 운송용 비행기와 달리 AGL 600ft이내의 고도에서 운용으로 비상 시 자동활공⁸⁾ 고도를 유지하기 어렵고, 지상장애물과의 충돌위험을 안고 비행할 수밖에 없다.

둘째, 비행의 전 단계를 조종사의 판단과 기량, 국지적 기상에 따라 비행하므로 조종기술 및 항법능력이나 안전의식, 관리능력과 항공안전 의식, 영세·소규모로 지원부서 및 체계적 안전시스템 적용의 부재 등으로 사고위험의 노출 등을 간과할 수 없다.

셋째, 운항승무원의 안전의식 결여⁹⁾, 조종사의 지휘권 확립, CRM 부족 및 위험예지¹⁰⁾등과 관련

2) 최진국, “항공기 운항안전 위협요인 관리”, 한국항공대학교 박사학위 논문, 2011, pp 145~154.

3) NOTECHS 프로젝트 연구 컨소시엄 : DLR(독일), IMASSA(프랑스), NLR(네덜란드), Aberdeen(영국)

4) NOTECHS Final Report, Van Avermaete & Kruijsen, 1998.

5) 항공용어사전, 한국항공대학교, pp.196, 1999. 4. 1.

6) V-22(1996년 Bell, 미 해병대 운용), AW609(이탈리아 아구스타 제작, 시험비행 중)

7) Minimum Safe Altitude ; 비상상황 시 장애물 회피를 위해 최소한 1000ft를 제공하는 고도, 항공용어사전, 한국항공대학교 항공산업정책연구소, pp.148, 1999. 4. 1.

8) FAA-H-8083-21, Rotorcraft Flying Handbook, pp.11-1~pp.11-4

9) 항공철도사고조사위원회, ARAIB/AAR0801, 항공기사고조사 보고서, pp1~79.

10) 항공·철도사고조사위원회, ARAIB/AAR1102, 항

하여 비전문가에 의한 관리운영의 문제점과 무리한 기상 하 운항으로 사고발생 비율이 높은 현실이다.

2.1.4 회전익항공기 사고사례 분석

국내의 헬리콥터는 2002년부터 10년간 총 27건(준사고 6건 포함)의 사고가 발생하여 20명이 사망하고 승무원 및 탑승객 28명이 부상을 당했다.

첫째, 임무별로는 항공방재 10건, 화물수송 5건, 산불진화 4건, 인원공수 1건 및 이동 1건이었다.

둘째, 고도별로는 AGL¹¹⁾ 50ft 이내에서 18건(약 86%)이며 항공방재, 화물인양 등 사고가 대부분이다.

셋째, 사고요인별로는 조종과실 등 인적 요인이 11건으로 52% 이상이었고 악 기상 사고 및 항공기 계통 등 결함에 의한 사고가 각각 5건(24%)이었다.

항공기사고조사보고서 지적대로 기상 요인 또한 회사(상급관서)의 무리한 운항편성 및 진행, 현장 작업담당 역할 등 과중한 업무 부과와 같이 21건의 항공사고 중 16건(76%)이 인적 요인이라고 할 수 있다.

2.1.5 국내 항공기등록 및 항공종사자 현황

2012년 11월 1일 현재 등록항공기는 583대이며, 회전익은 180대(약 31%) 정도이다.

Table 1. 국내 항공기등록 현황

| 구 분 | 항공운송 사업 | 소형항공 운송사업 | 항공기 사용사업 | 자가용 | 계 |
|-----|---------|-----------|----------|-----|-----|
| 비행기 | 266 | 6 | 68 | 61 | 401 |
| 회전익 | | 14 | 74 | 92 | 180 |
| 활공기 | | | | 2 | 2 |
| 소계 | 266 | 20 | 142 | 155 | 583 |

항공종사자는 조종사 4,598명, 정비사 4,088명, 운항관리사 334명으로 총 9,020명이며 이중 회전익 분야에는 조종사 269명, 정비사 277명 및 운항관리사 14명으로 총 560명이 현업에 종사하고 있다.¹²⁾ 이와 같이 고정익 항공종사자가 약 94%를 차지하고 회전익은 항공종사자, 기반시설 및 지원 인력의 최소화 운용으로 과업부하가 많음을 주시하여야 할 부분이라 할 수 있겠다.

2.2 승무원 자원관리 (CRM : Crew Resource Management)¹³⁾

ICAO에서는 “지속적으로 위협요인을 도출·식별하여 Risk를 관리하고 재해로부터 허용 가능한 안전수준을 유지할 수 있도록 관리되어지는 안전관리체제¹⁴⁾”를 「안전」으로 정의하며 SMS 실행방법 중 대표적인 것이 CRM이고 CRM 평가방식이 Non-Technical Skills이다.

2.2.1 CRM 정의 및 목표

CRM은 항공분야 이외에 위험도가 높고 안전관리가 필요한 의학, 원자력, 소방, 화학공업 등의 분야에 적용하고 있으며 NTSB(National Transportation Safety Board)의 심리학자인 John K. Lauber가 정의한 “안전하고 효율적인 비행을 달성하기 위해 모든 가용한 자원(정보, 장비 및 인간)을 활용하는 것”이다. 즉, Human Factors라는 개념을 조종사 중심의 인적 자원, 항공기, 정책과 환경적 요소의 관리방법과 기술에 초점이 맞추어진 적용 기법이다.

CRM의 목표는 의사소통과 조종실 관리능력으로 승무원들이 효과적인 판단과 결심을 할 수 있는 능력을 갖게 하는 것으로, 조종사가 좋은 판단을 할 수 있도록 CRM 기술을 습득하여 적극적으로 효과적인 CRM을 구사하여 안전비행 하는데 있다.

2.2.2 기존 CRM의 한계와 6세대 CRM¹⁵⁾

2.2.2.1 기존 CRM의 한계

항공에서 CRM 훈련의 미흡한 부분들로는, 첫째, 심리노출 기피현상, 보수적 관념의 거부감, CRM 교관의 전문성 부족과 효율적 적용 미흡하였다.

둘째, 수동비행 방식을 선호하는 경우, Flight Management Computer 적용을 꺼려하는 경향이 있으므로 가용 장비 사용법 등도 숙달훈련으로 Skill화 되어야 한다.

셋째, 신개념의 CRM 훈련을 하지 않음으로 기존 방식에 고착되어 있는 승무원의 훈련이 필요하다.

넷째, CRM 적용 시 운용부서의 특성에 맞는 프로그램의 개발과 주기적 분석으로 보완이 필요하다.

다섯째, 조종사는 개인적인 고백이나 부족함을 무시하려는 경향이 있어 Flight Director에 시현 정보를 믿지 못하는 성향을 가지므로 개인능력의 취약점을 보완하는 노력과 체계적 교육이 요구된다.

2.2.2.2 6세대 CRM(TEM)

TEM은 2003년 Helmreich 교수에 의해 개발되었으며, 매 비행에서 관리되어야 할 중요 부분인 Threats와 Errors에 의해 Incident의 전 단계인 Undesired Aircraft Condition이 발생하고 그것을

공기사고조사 보고서, pp1~58.

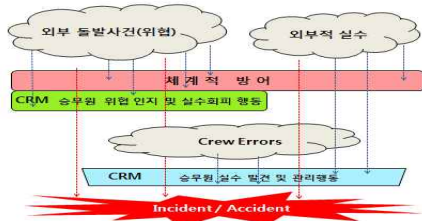
11) AGL(Above Ground Level) : 지면으로부터 고도

12) 2012 항공연감, 항공종사자 확보 현황 pp712~716, 2012. 12. 31.

13) 공군본부, “승무원 자원관리”, 공군교범 6-4/안전, 2009.

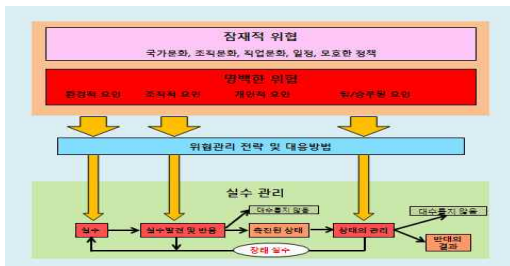
14) ICAO Doc 9859

15) 김철영외 , 항공안전관리론, pp179-183



효과적으로 관리하거나 대처하지 못하면 사고로 이어진다는 개념으로 각 단계별 승무원들의 위협 및 오류관리에 대한 구체적인 행동기술을 제시하였다. <그림 2-1>의 비행환경 진입 시 효과적으로 위협을 관리하고 대응책을 강구하여 실수를 방지할 수 있는 <그림 2-2>를 적용하는 것이다.

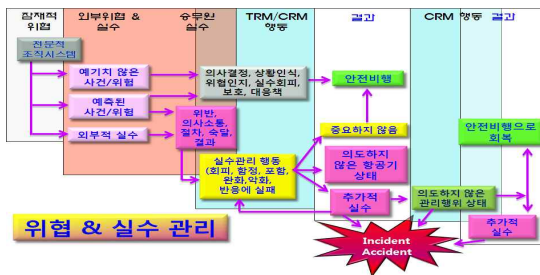
<그림 2-1> 위협과 실수 관리¹⁶⁾



<그림 2-2> TEM 모델 진행과정¹⁷⁾

6세대 CRM에서는 Threats 및 Errors 유발요인을 회피, 제거, 완화하는 Management 기술과 새로운 Skill Model 개발로 협동의 중요성, 효과적인 의사소통, 의사결정 등의 적용 능력을 키워 비행현장에 활용할 수 있게 훈련하는데 가장 큰 특징을 가진다.

또한, 운항현장에서 활용 가능하고 자발적 인식 및 과제해결을 위한 교육생 및 교관의 경험을 토론했고 발표하는 진행방법이며, 실수관리가 추가되어 소그룹 학과장의 전문지식에 의해 팀 단위 해결능력을 배양하는 기술을 익힐 수 있다.



<그림 2-3> TEM 모델(위협 및 실수 관리 모형)¹⁸⁾

2.3 비 기술적 조종사 기술(Non-Technical

Skills)

2.3.1 NOTECHS 배경 및 목적

6세대 CRM은 <그림 2-3> “TEM 모델”에서와 같이 비정상 상황인 Threats 또는 Errors들에 대해 1가지 또는 그 이상의 상황들을 고려하여 Errors를 확인하고 관리하여 사고로 이어지는 연결고리를 차단하기 위해 개발되어 전파된 반면, NOTECHS은 CRM을 바탕으로 방법을 제시하고 절차대로 잘 시행이 되는지를 비행과정에서 평가하고 결과를 피드백 하여 비행안전에 기여할 수 있는 기틀을 제공하는데 그 의의가 있다. 또한, 비행안전을 위해 쉽게 이용 가능한 정보와 지원을 제공하여 TEM을 포함한 CRM 기술의 평가로 한층 더 증강된 안전을 위한 개발이 지속될 수 있게 하는데 그 목적이 있다.

2.3.2 NOTECHS 개발

2.3.2.1 NOTECHS 개발 배경

NOTECHS은 승무원의 의사소통 및 관리능력을 향상하는 것으로 임무수행에서의 비 기술적인 측면을 강조한다. 즉, 인간의 인지능력에 대한 고유하고 매우 강력한 방어체계에 대한 숨겨진 약점을 도출하여 효과적이고 안전한 운항을 위한 기술을 설계하여 조종사들을 가르치도록 설계되었다.

유럽공동항공당국은 운항승무원의 CRM 기술의 평가를 요구하는 JAR. OPS 1940, 1945, 1955 및 1965(JAR OPS 1965. “운항승무원은 인가되고 운영자교범에 명시된 대로 허용방법에 따라 자신의 CRM 기술이 평가되어야 한다. 평가의 목적은 총괄적 및 개별적으로 승무원에게 피드백을 제공하고 재교육 식별, 역할 및 CRM교육 시스템을 개선하는데 사용한다.” 2001.)에 포함되어 있는 CRM 규정대로 승무원 자원관리 기술의 교육 및 평가가 필요하다고 결정하여 JAA국가 및 항공사업자에 의해 요구되었다. 1996년에 JAA 자문단체인 유럽민간항공당국에 의해 후원된 NOTECHS 프로젝트 연구 컨소시엄¹⁹⁾그룹이 이 작업을 하기 위해 설립되어 NOTECHS을 평가하기 위한 방법으로 조종석에서 항공기 조종과 관련이 없는 운항승무원의 인지적 및 사회적 기술, 시스템 관리,

16) 공군본부, “승무원 자원관리”, 공군교범 6-4/안전, 2009, pp59
 17) 위기 및 오류상황 관리(TEM)워크숍(Threat and Error Management Training Course) 자료
 18) 위기 및 오류상황 관리(TEM)워크숍(Threat and Error Management Training Course), 2012. 5.30. ~6.1.
 19) NOTECHS 프로젝트 연구 컨소시엄 : DLR(독일), IMASSA(프랑스), NLR(네덜란드), Aberdeen(영국)

표준 운영절차 등을 파악하거나 개발함이 요구되었으며 유럽 내의 운영자가 적용하기에 적합한 포괄적인 최종 프로젝트 보고서를 개발하였다.²⁰⁾

2.3.2.2 NOTECHS 개발 과정

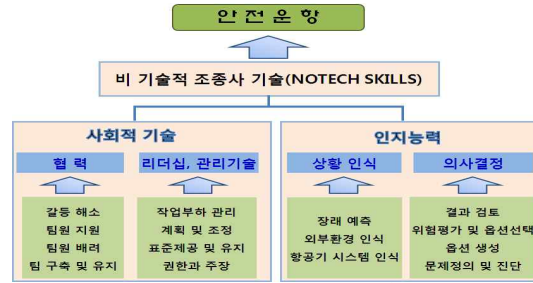
NOTECHS은 'CRM 과정은 조직 항공시스템 내의 비행을 관리하기 위해 필요한 인지와 대인 관계 기술에 대해 조종사를 가르치도록 설계되었고 CRM 교육은 조종석에서 요구되는 행동을 효과적으로 전달할 것으로 보인다.'²¹⁾라고 1993년에 Gregorich와 Wilhelm이 주장하여 6세대 CRM에서 일부가 적용되고 있었으며, 1996년에 JAA-Project Advisory Group(JAA-PAG)은 4개의 연구소와 전문가의 의견을 포함하기 위해 KLM²²⁾에서 NOTECHS에 대하여 연구 중이던 3명의 조종사 참가를 협조 받아 1997년 3월에서 1998년 3월까지 실시되었던 NOTECHS 연구에 협력하였다.

JAR-OPS가 CRM을 심리학적 방향으로 사용한 반면, JAR-FCL²³⁾은 NTS(다중 승무원 협력개념에 근거)의 비행중심의 개념을 사용하였으며 NOTECHS의 결과는 주로 JAR-FCL의 연구방향으로 되었지만 결국은 JAR-OPS의 실현에 사용되었다. 유럽 조종사 협회(ECA)와 JAA가 공식적인 프로젝트 관찰자로 선정되어 실행성과 효과 극대화를 위해 심층적인 검토를 하여 방법의 일반화를 도출하였으며, 조종사 CRM 뿐만 아니라 객실 승무원의 비행 운영에 관한 CRM까지 영역을 확장하였다. 이러한 과정을 통해서 NOTECHS Framework의 기본적 카테고리인 『Cooperation(협력), Leadership and Managerial Skills(리더십 및 관리기술), Situation Awareness(상황 인식), Decision Making(의사결정)』이라는 4가지의 기본적 요소를 개발하였다.

그 후 DGTREN(유럽 공동체의 일반교통 부서)는 JAA 조직의 연구위원회가 5개의 항공연구센터²⁴⁾ 및 4개의 항공 비즈니스 센터²⁵⁾에서 NOTECHS 방법을 테스트하였다. JAR TEL(Joint Aviation Requirements -Translation and Elaboration of Legislation)은 1998년에 시작하여 2001년에 완료하였으며 주요 목표는 평가도구로 NOTECHS 시스템의 사용성에 대하여 평가하였다.²⁶⁾

2.3.3 NOTECHS 카테고리별 구조

NOTECHS 시스템은 <그림 2-4>에서와 같이 협력, 리더십과 관리기술, 상황 인식 및 의사결정의 4가지 주요 카테고리로 구성되어 있으며 각각의 요소 및 행동마커로 세분화되고 있다.



<그림 2-4> NOTECHS 시스템 구조

기본 카테고리 요소는 독립적으로 책정하고, 중요한 행동을 포괄하기 위해 카테고리 및 요소는 간결하게, 용어는 행동에 대한 일상적인 언어를 사용해야 한다. 행동수준은 사회적 기술의 경우 관찰할 수 있는 소통의 형태(언어적, 비언어적)에서, 인지능력은 '조종사의 두뇌 속에서' 발생하므로 통신에서 유추해야 한다. '커뮤니케이션'은 4가지의 범주에 내재하고 하위요인들에 포함되어 있으므로 의사소통은 분리된 카테고리로 표시되지 않는다.

2.3.3.1 협력(Co-operation)

협력은 '팀/승무원이 효과적으로 작업할 수 있는 능력'으로, 다음의 하부요인을 갖는다.

첫째, 팀 구축 및 유지는 공동 작업을 통해 협력함이 승무원의 상호함의에 기초하여 그들의 적극적인 참여를 설정한다. 갈등해소를 위한 개방된 의사소통은 일반적인 정서인 구성요소와 같은 감성과 언어적 대 비언어적 의사소통의 차이에 대한 인지적 기술과 같은 협력을 포함한다.

둘째, 배려한다는 것은 다른 승무원의 제안을 주목하고 다른 사람의 책임사항에 대한 상태를 고려하며 개인적인 피드백을 주는 것이다.

셋째, 팀원 지원은 요구사항이 벽찬 상황에서도

20) NOTECHS Final Report, Van Avermaete & Kruijsen, 1998.
 21) Development of the NOTECHS, Human Factors and Aerospace Safety 3(2), 95-117, 2003, Ashgate Publishing. Gregorich and Wilhelm, 1993.
 22) KLM : KLM Royal Dutch Airlines was founded on 7 October, 1919 and has been part of the AIR FRANCE KLM group since the merger in 2004.
 23) JARFCL : Joint Aviation Requirements Flight Crew Licensing
 24) NLR(N), DLR(G), University of Aberdeen(UK), DERA(UK) and IMASSA(F)
 25) Sofréavia(F), British Airways(UK), Alitalia(I) and Airbus
 26) POSITION PAPER : Human Factors and Aerospace Safety 3(2), 95-117 2003, Ashgate Publishing

다른 승무원에게 적극적인 조력을 제공하는 것이다. 넷째, 갈등 해소는 의견충돌 시 침착하여 갈등을 해소할 수 있는 해법을 제시하고 옳다고 여겨지는 사실에 집중하는 것이다.

2.3.3.2 리더십과 관리기술(Leadership & Managerial Skills)

‘효과적인 리더십과 관리능력은 동기부여가 되어 주어진 과업의 공동완수에 기여하고 조정과 설득을 통해 완벽한 팀 기능을 이루는 것’으로 모든 승무원은 위임받은 작업의 범위 내에서 기장과 동등한 책임이 있다. ICAO는 “사람의 아이디어와 행동이 다른 사람의 생각과 행동에 영향을 미치는 사람”을 리더로 정의하고 있으며 하위요인은, 첫째, 승무원의 참여와 자기주장이 균형 잡혀, 기장의 권한을 적절하게 조화시켜 권위와 주장 중 하나로 결정적인 행동을 기대할 수 있다. 둘째, SOP 등 표준의 준수가 보장·유지되며 상호 감독하고, 표준이탈 시 개입하되 비표준절차를 적용 시에는 승무원들에게 알려야한다. 셋째, 높은 성취도 달성을 위하여 계획과 의도를 전체 승무원이 이해하고 실행할 수 있도록한다. 넷째, 과업을 승무원들 사이에 적절히 분배시키고 내·외부 자원을 활용, 작업을 달성하고 스트레스와 피로가 전달되어 업무부하가 관리되어야 한다.

2.3.3.3 상황 인식(Situation Awareness)

조종사 상황 인식은 ‘앞선 항공기의 존재’, ‘조종석과 항공기 외부에서 무슨 일이 일어나는지 정확하게 인지하는 하나의 능력’으로 정의²⁷⁾할 수 있으며, ICAO(1989b)는 상황 인식 항목으로 주변 환경에 대한 총체적 인식, 실제 대 현실의 인식, 심리적 고착 및 무능력의 극복을 나열하고 있다. 상황 인식 능력을 배양하기 위한 하위요인은, 첫째, 항공기 시스템 상태의 인지, 연료량과 같은 비행가능 시간 등의 계통을 인식해야 하며, 둘째, 기상, 항공교통 상황, 지형의 변화 등의 예측을 위해 주요 정보를 수집하여 조종실의 경계를 넘어 외부환경에 대한 인식을 하여야 한다. 셋째, 가용한 시간, 미래의 조건 및 만일의 사태를 고려할 수 있는 예지감각으로 승무원간에 미래문제를 식별하는 시간 인식을 하여야 한다.

2.3.3.4 의사결정(Decision Making)

의사결정은 ‘판단에 이르거나 옵션을 선택하는 과정’으로 정의된다. NASA의 연구 심리학자인 Orasanu(1993)는 ‘승무원 의사결정은 한 가지가 아니며, 승무원은 여러 종류의 결정을 하지만 모든 상황평가, 대안 중 선택, 위험평가를 포함한다.’(p.138) 기장이

책임을 다하는 동안, 조종실 내에서 팀 의사결정은 다른 요원들에 의해 지원을 받으므로 승무원 의사결정으로 관리된다. NOTECHS의 초점은 응용인지 심리학에서 현재의 연구를 기반으로 하여 정보 처리의 근간이 되고 있다.

Gary Klein 박사²⁸⁾는 어려운 의사결정을 내릴 때 필요한 능력에 대한 사례로 생명이 경각에 달린 상황에서 순간순간 의사결정을 내려 행동하는 소방관, 비행기 조종사, 간호사, 군 지휘관, 원자력 발전소 엔지니어, 체스 마스터가 부족한 정보, 시간의 압박, 모호한 목표, 상황 변화와 같은 혼란과 악조건을 극복하는 방식을 실증적 사례를 들어 설명하였다. 의사결정 능력을 배양하기 위한 하위요인으로는, 첫째, 자원을 활용, 팀의 요인을 검토하고 명시적 문제를 정의 및 진단하는 분석이 필요하다. 둘째, 정보를 입수하여 장애의 위험을 예측하고 객관성 있는 대체적 옵션을 생성하여야 한다. 셋째, 예상된 위험을 고려하고 공유하며 선택한 옵션의 평가와 옵션 선택의 과정을 거친다. 넷째, 새로운 옵션에 대한 객관적, 건설적, 시기적절성을 평가하는 결과 검토가 필요하다.

III. 연구 설계 및 방법

3.1 연구 설계

3.1.1 연구모형

선행연구에서 나타난 4가지 변수를 독립변수로 설정하고, 각각의 변수에 상응하는 하위요인들이 수행되었을 때 예측 가능한 효과를 종속변수로 설정하여 연구모형을 수립하였다.



<그림 3-1> 연구 모형

3.1.2 변수 선정

독립변수는 NOTECHS의 4가지 구성요소인 협력, 리더십 및 관리기술, 상황 인식, 의사결정에 대하여 등간척도, 종속변수들은 각 독립변수의 실행으로

27) ICAO, 1989b, p13.
 28) “의사결정의 가이드 맵” 게리 클레인, 은하량 역, 2005. 9. 21. (주)제우미디어

인해 얻어지는 효과인 임무성취도, 동기부여, 예측 대응, 옵션선택을 도출하여 숫자로 부여한 명목적도가 적용되었다. 설문지에서는 독립·종속변수를 구분하지 않고 통합하였는데 첫째, 협력 및 임무성취도를 둘째, 리더십·관리기술을 동기부여로 셋째, 상황 인식에 따른 예측대응을 넷째, 의사결정과 옵션선택에 대하여 서열적도를 적용하였다.

3.1.3 설문구성

설문 구성은 JAR-FCL의 NOTECHS 평가표의 요소별 행동요인을 참고하고 전문가로부터 의견수렴을 받아 문항을 구성하였다. 설문의 제1부는 인구통계학적 특징, 제2부(협력 및 임무성취도, 11개 문항), 제3부(리더십·관리기술 및 동기부여, 13개 문항), 제4부(상황 인식 및 예측대응, 5개 문항), 제5부(의사결정 및 옵션선택, 8개 문항)로 구성하였다. 제2부 부터 38개 문항 외에 협력 2개, 리더십 및 관리기술 6개, 상황 인식 2개와 NOTECHS 적용에 대한 12개 문항을 포함, 총 22개 문항을 추가하여 도합 60문항으로 구성하였다.

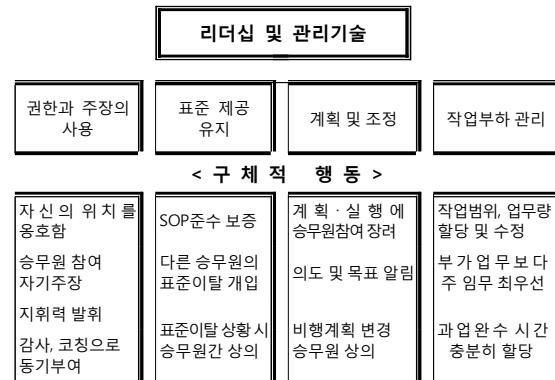
<표 3-1> 설문지 구성 및 질문내용

| 평가 영역 | 측정지표 | 질문 내용 | 설문번호 |
|---------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 개인적 특성 | 연령, 운항기종, 비행교육, 근무기간, 자격요건, 비행시간, 부서 | | I-1 ~ 7 |
| | 협력 | 팀 구축 및 유지 갈등 해소 | II-1 II-9 ~ II-13 |
| 협력 | 권한과 주장의 사용 | 의사소통과 관여 정도 동승 승무원과의 경쟁 | II-1 II-3 |
| | 표준 제공 유지 | 의견충돌 및 갈등해소 방안 | II-9 ~ II-13 |
| 평가 영역 | 측정지표 | 질문 내용 | 설문번호 |
| 임무성취도 | 제안 및 참여 | 제안의 주목 및 아이디어 제시 | II-2, II-4 ~ II-6 |
| | 직무 할당 | 직무범위 인지 및 조력 | II-7 ~ II-8 |
| 리더십 | 권한과 주장 | 권한의 사용, 지휘통제력 확인 | III-1, III-3 |
| | 표준 제공 | SOP 준수, 표준이탈 시 개입 | III-5 ~ III-7, III-10 |
| 동기부여 | 관리능력 | 비행한계 통제, 관리기술 구사 | III-13 ~ III-15, III-17 |
| | 계획 및 조정 | 자기주장과 요청 참여 여부 비행계획 변경 조치 | III-2, III-4 III-8 ~ III-9 |
| 상황인식 | 작업부하 관리 | 작업범위 할당, 인간관계 구축 | III-11 ~ 12, III-16, 18 |
| | 시스템 | 시스템 변화 및 인지 정도 | IV-1 ~ IV-2 |
| 예측대응 | 외부자원 | 기상 등 환경정보 인지, 활용 | IV-3 ~ IV-4 |
| | 인지정보 활용 | 미래상황 조치 능력 | IV-5 ~ IV-6, IV-9 |
| 의사결정 | 의사결정 과정 | 문제점 확인 및 대체방안 수행 | V-1~2, V-7~8 |
| | 옵션선택 | 선택가능 대안의 적용 | V-3 ~ V-6 |
| NOTECHS | NOTECHS 적용 | NOTECHS 적용 의견 | VI-1 ~ VI-9 |
| | 평가 | 평가방법의 선호도 | VI-10 ~ VI-12 |

<표 3-2> 협력 요인 및 행위²⁹⁾



<표 3-3> 리더십 및 관리기술 요인 및 행위³⁰⁾



<표 3-4> 상황 인식 요인 및 행위³¹⁾



29) NLR-TP-98518, Non-technical skill evaluation in JAR-FCL 1998.

30) NLR-TP-98518, Non-technical skill evaluation in JAR-FCL, 1998.

31) NLR-TP-98518, Non-technical skill evaluation in JAR-FCL, 1998.

<표 3-5> 의사결정 요인 및 행위³²⁾



3.2 조사 설계

3.2.1 조사방법

본 연구를 위해 회전익항공기 조종사를 대상으로 NOTECHS에 대해 실시하였으며, 모집단의 10%내외의 표본을 적용하여 오차를 최소화하려고 하였다. 국내에 NOTECHS 이론교육이나 적용사례가 거의 없으므로 인해 설문 문항구성에 다소 애로점을 느꼈으며 조종사의 연령, 최초 조종교육 이수 부서, 근무경력, 비행자격 요건 및 현 근무부서를 각각 4개 그룹으로 구분하였고, 비행시간은 6개 그룹으로 주 기종은 8개 그룹으로 구분하여 분석하였다.

3.2.2 표본의 특성

현직 회전익항공기 조종사는 대략 2,200여명으로 추산되며 이중 약 10%이상의 표본추출로 신뢰성과 타당성을 확보하려고 하였다. 육군 기종별 1개 부대, 공군 및 해군 각각 1개 부대와 경찰 및 해양경찰 각각 1개 및 3개 소방항공대와 2개의 산림항공관리소, 민간항공사 1곳을 선정 2013년 4월 2일부터 조종사 280명을 대상으로 실시하여 263명(94%)의 설문지를 회수하였다.

<표 3-6> 표본의 구성

| | | 구 분 | 인원 수 | 비율(%) |
|------------|--|-----------------|------|-------|
| | | 전체 표본 | 263명 | 100 |
| | | 부적합 표본 | 29명 | 11.0 |
| | | 적합 표본 | 234명 | 89.0 |
| 비행자격 요건 | | 교관조종사 | 108명 | 46.2 |
| | | 기장 | 65명 | 27.8 |
| | | 부기장 | 58명 | 24.8 |
| | | 기 타 | 3명 | 1.3 |
| | | 국가기관(군, 경찰) | 199명 | 85.0 |
| 현 근무부서 | | 국가기관등(소방, 산림) | 29명 | 12.4 |
| | | 민간항공사 | 4명 | 1.7 |
| | | 기 타 | 2명 | 0.9 |
| 근무 기간 | | 5년 미만 | 37명 | 15.8 |
| | | 5 ~ 9년 | 46명 | 19.7 |
| | | 10 ~ 19년 | 49명 | 20.9 |
| | | 20년 이상 | 102명 | 43.6 |
| | | 500시간 이하 | 35명 | 15.0 |
| 비행시간 | | 501 ~ 1,000시간 | 28명 | 12.0 |
| | | 1,001 ~ 2,000시간 | 32명 | 13.7 |

| | | | |
|-----|-----------------|-----|------|
| 연 령 | 2,001 ~ 3,000시간 | 46명 | 19.7 |
| | 3,001 ~ 5,000시간 | 66명 | 28.2 |
| | 5,000시간 이상 | 27명 | 11.5 |
| | 30세 미만 | 5명 | 2.1 |
| | 30세 ~ 39세 | 96명 | 41.0 |
| | 40세 ~ 49세 | 94명 | 40.2 |
| | 50세 ~ 59세 | 39명 | 16.7 |

3.2.3 분석 방법

SPSS 통계프로그램을 이용하여 제시한 변수들 사이의 상호관련성을 규명하여 독립, 종속변수 간 영향요인을 분석함으로 타당성을 측정하였으며, 연구가설은 회전의 항공기사고 사례를 포함하여 신뢰도 분석을 하였다. 제4장에서는 NOTECHS에 대한 독립·종속변수를 추출하여 빈도분석을 하였으며, 인지도 및 평가등급 선호도를 분석하였다.

또한, 응답자의 인식의 차이를 분석하기 위하여 ANOVA분석과 T-검정을 부분적으로 실시하였다. NOTECHS를 CRM 교육에 적용하기 위하여 다중 회귀분석과 평가반응에 대한 선호도 조사 및 제3장의 가설을 검증하기 위하여 NOTECHS의 4가지 독립변수와 종속변수간의 영향요인을 분석하였다.

3.3 연구가설의 설정

3.3.1 협력과 임무성취도

가설 1. 『운항승무원과 지상요원의 효과적 협력은 임무성취도를 증진할 것이다.』

비행 중 열린 의사소통과 참여 분위기가 조성되고 의견충돌 시 옳은 사실에 집중하여 해법을 제시하여 피드백 함이 비행임무 성취도를 증진한다.

사례) 2005년 4월 29일 K-1200헬기는 경기도 광주에서 송전탑 철거 임무를 하였다. 기장은 대표이사에게 지상요원의 유도절차 경험미숙을 이유로 교체를 건의하였으나 인력부족을 이유로 기각되고, 임무 중 미숙한 유도로 헬리콥터가 송전탑 철제빔에 걸려 추락하였다. 이는 충분한 의사소통이 기반이 된 협력이 부족하여 발생한 사례라 할 수 있다.³⁴⁾

3.3.2 리더십 및 관리기술과 동기부여

가설 2. 『리더십과 관리기술은 동기부여에 기여할 것이다.』

기장은 승무원의 리더십 배양으로 그들이 리더의 역할을 수행할 수 있는 관리능력과 조정과 설득의 기법을 전수하고 동기부여를 활성화하여 임

32) NRTP-98518, Non-technical skill evaluation in JAR-FCL, 1998.

33) CoA : Course of Action

34) 항공기 사고조사 보고서, 보고서 번호 KAIB/A0502

무완수와 안전비행이라는 공동의 목표를 달성할 수 있다.

사례) 2011년 3월 19일 W-3A 헬기는 해미에서 발생한 산불현장에 출동하여 담수접근 중 동력고착으로 추락하였고 탑승 승무원 중 1명이 사망하였다. 사고조사 결과 부기장의 비행업무 전 새벽 3시까지 순찰 및 상황근무를 시킨 운항승무원 관리능력 부족, 기장의 항공대장 직위해임으로 인한 사기저하, 표준이탈 시 기장의 조치 미흡 등을 시정할 것을 권고하였다. 이는 기장으로서 리더십 및 관리기술이 상실되게 한 현저한 사례이다.³⁵⁾

3.3.3 상황 인식과 예측대응

가설 3. 『비행 중 시·공간적 상황 인식은 미래 상황을 예측 및 '처리'와 '반응'에 효과적일 것이다.』

조종사는 가용한 정보를 접촉하고 활용하여 특정시간과 공간 내 환경에서 요소들에 대한 인지, 미래문제를 식별하고 대처하는 시간적, 공간적 유리한 위치를 확보할 수 있다.

사례) 2009년 11월 6일 KA-32A는 인제에서 송전탑 화물수송 중 악 기상 조우로 조종사 2명이 사망하였다. 산 정상 부근에서 이류무가 형성 중이었고 지형특성상 산악과가 소용돌이치는 지역이었음에도 운항관리사에 의한 사전 정보제공이나 운항승무원의 상황 인식과 이에 대한 예측 및 대응 등이 적절히 이루어지지 못한 결과라 하겠다.³⁶⁾

3.3.4 의사결정과 옵션선택

가설 4. 『조종실 팀내 의사결정은 안전운항에 기여할 것이다.』

가용자원을 활용, 획득한 정보를 이용하여 예측되는 결과를 검토하고 위험평가가 고려된 의사결정 옵션을 선택함이 비행안전에 중요요소로 작용한다.

사례) 2008년 7월 19일 S-92 헬기는 잠실에서 가평으로 향하였다. 00관제탑에서 시계비행 상태가 아니라고 하였으나, 기상이 가능하다고 교신 후 비행하였고 접근 중 착륙장 식별이 되지 않는 데도 '가면 보이겠지'하는 기대 속에 야산에 불시착하여 16명이 중경상을 입었다.³⁷⁾ 이는 선택 불가능한 옵션을 향해 가는 의사결정의 결과로 보인다.

IV. 실증분석

NOTECHS이 안전운항에 미치는 영향을 측정하기 위하여 총 60개의 문항으로 263개의 샘플을 확보하였으나 응답의 일관성이 떨어지는 29개를

제외한 234개를 사용하여 분석하였다. 각각의 독립 및 종속변수로 세분하여 요인분석 및 상관관계 분석을 하였다. 8가지 세부요인에 대한 집단 간 차이를 알기 위한 분산분석과 모집단의 평균 차이 비교를 위한 t-검정을 실시하였고 독립변수에 포함된 각 변수들에 대해 회귀분석을 이용하였다.

4.1 평가척도의 신뢰도 분석

본 연구의 경우 <표 4-1>에서와 같이 Cronbach's alpha값이 0.924로 나타나, 사회과학 연구에서 요구하는 0.70을 넘었으므로 다항목적도의 내적일관성이 유지되는 신뢰성 있는 도구로 인정할 수 있다.

<표 4-1> 주요 측정변수의 신뢰도 분석결과

| 변수 | 항목 | Cronbach's α | 표준화된 Cronbach's α |
|------------|----|---------------------|--------------------------|
| 협력 | 7 | .487 | .538 |
| 임무성취도 | 6 | .773 | .799 |
| 리더십 | 10 | .681 | .722 |
| 동기부여 | 8 | .687 | .708 |
| 상황 인식 | 5 | .829 | .831 |
| 예측대응 | 4 | .772 | .782 |
| 의사결정 | 4 | .807 | .808 |
| 옵션선택 | 4 | .781 | .791 |
| NOTECHS 평가 | 3 | .470 | .503 |
| NOTECHS 적용 | 9 | .812 | .828 |
| 전체 변수 | 60 | .924 | .936 |

4.2 NOTECHS에 대한 인지도

4.2.1 협력 및 임무성취도에 대한 인지도

협력 중 동승 승무원과의 경쟁배제 필요성 질문에서 전체 234명의 응답자 중에서 <표 4-2>와 같이 나타나 비행안전을 위한 지속적인 CRM 교육훈련 등을 통하여 인지도를 유지하고 발전시켜야 할 것이다. 또한, 임무성취도 중 승무원과의 조력 및 피드백 활용·적용하는 것은 국내 회전익 항공기 조종사의 비행안전에 지대한 영향을 미친다고 할 수 있으며 CRM 훈련 등을 통해 습득시킴으로 협력을 통한 임무성취도를 극대화시키는 데 이바지 할 것이다.

35) 항공기 사고조사 보고서, 보고서 번호 ARAIB/AAR1102

36) 항공기 사고조사 보고서, 보고서 번호 ARAIB/AAR0904

37) 항공기 사고조사 보고서, 보고서 번호 ARAIB/AAR0801, pp10~53.

<표 4-2> 협력/임무성취도에 대한 인지도

| 변수 | 분류 | 빈도 | 비율 (%) | 평균 | 표준편차 |
|-------------|-------------|--------|-----------|------|------|
| 협력 / 임무 성취도 | ① 전혀 그렇지 않다 | 3/1 | 1.3/0.4 | 4.03 | .888 |
| | ② 그렇지 않다 | 15/1 | 6.4/0.4 | | |
| | ③ 보통이다 | 26/5 | 11.1/2.1 | 4.56 | .607 |
| | ④ 그렇다 | 119/87 | 50.9/37.2 | | |
| | ⑤ 매우 그렇다 | 71/140 | 30.3/59.8 | | |
| 합 계 | | 234 | 100.0 | | |

<표 4-4> 상황 인식/예측대응에 대한 인지도

| 변수 | 분류 | 빈도 | 비율 (%) | 평균 | 표준편차 |
|---------------|-------------|---------|-----------|------|------|
| 상황 인식 / 예측 대응 | ① 전혀 그렇지 않다 | ·/· | 0/0 | 4.18 | .623 |
| | ② 그렇지 않다 | 2/4 | 0.9/1.7 | | |
| | ③ 보통이다 | 22/26 | 9.4/11.1 | 4.09 | .636 |
| | ④ 그렇다 | 142/150 | 60.6/64.1 | | |
| | ⑤ 매우 그렇다 | 68/54 | 29.1/23.1 | | |
| 합 계 | | 234 | 100.0 | | |

4.2.2 리더십 및 관리기술과 동기부여 인지도

리더십 중 기장의 지휘통제력 발휘 필요성 여부를 묻는 질문에서 <표 4-3>과 같이 나타나 대부분의 조종사가 비행 중 기장의 강력한 리더십이 필요하다고 인식하고 있으며 CRM 훈련과 기장교육에 적극적 리더십을 고양시킬 필요성이 있다고 하겠다. 또한, 동기부여 중 승무원 참여와 자기주장의 필요성 질문 분석결과, 조종사 비행 기술이나 표준절차 준수 등에 대해 하급 비행자격자의 관여를 터부시하는 권력거리가 존재하므로 참여와 자기주장을 할 수 있는 분위기 조성 및 기성 조종사의 의식전환을 통해 의사소통이 활성화되어야 보다 더 효과적인 안전관리가 될 수 있을 것이라고 판단된다.

<표 4-3> 리더십/동기부여에 대한 인지도

| 변수 | 분류 | 빈도 | 비율 (%) | 평균 | 표준편차 |
|-------------|-------------|---------|-----------|------|------|
| 리더십 / 동기 부여 | ① 전혀 그렇지 않다 | ·/· | 0/0 | 4.44 | .607 |
| | ② 그렇지 않다 | 2/30 | 0.9/6.0 | | |
| | ③ 보통이다 | 8/73 | 3.4/31.2 | 3.47 | .765 |
| | ④ 그렇다 | 108/122 | 46.2/52.1 | | |
| | ⑤ 매우 그렇다 | 116/9 | 49.6/3.8 | | |
| 합 계 | | 234 | 100.0 | | |

4.2.3 상황 인식 및 예측대응에 대한 인지도

기상, ATC 등 환경정보는 외부자원을 획득하여 이용한다는 질문에서 <표 4-4>과 같이 나타나 상황 인식 기술이 적절히 활용된다면 상황판단을 더 신속하게 함으로써 안전운항에 기여할 것이다. 또한, 상황 인식을 위한 예측대응은 유연성 있는 전략적 토론이 필요하다는 질문의 분석결과 토론문화를 정착하고 교육훈련 등을 통하여 비행에 적용한다면 예측대응력은 높아질 것으로 예상된다.

4.2.4 의사결정 및 옵션선택에 대한 인지도

의사결정에 대한 선택적 대체방안을 검토해야 한다는 질문의 분석결과 <표 4-5>와 같이 나타나 비행 중 대체방안의 검토에 대한 인지정도는 매우 높아 안전운항에 기여할 것이다. 또한, 옵션선택 중 대체방안의 위험을 공유해야 한다는 필요성에 대한 인지정도는 매우 높은 것으로 조사되었다. 추론한 결과 동승 승무원과 커뮤니케이션이 활성화된 의사결정의 필요성을 중요시 해야 할 것이다.

<표 4-5> 의사결정/옵션선택에 대한 인지도

| 변수 | 분류 | 빈도 | 비율 (%) | 평균 | 표준편차 |
|---------------|-------------|---------|-----------|------|------|
| 의사 결정 / 옵션 선택 | ① 전혀 그렇지 않다 | ·/· | 0/0 | 4.08 | .564 |
| | ② 그렇지 않다 | 2/3 | 0.9/1.3 | | |
| | ③ 보통이다 | 21/16 | 9.0/6.8 | 4.15 | .588 |
| | ④ 그렇다 | 168/157 | 71.8/67.1 | | |
| | ⑤ 매우 그렇다 | 43/58 | 18.4/24.8 | | |
| 합 계 | | 234 | 100.0 | | |

4.3 주요 변수에 대한 인식의 차이

응답자 유형에 따라 항공종사자 비행자격별, 시간별, 근무 부서별 주요변수에 대한 인식의 차이를 통계적으로 분석하고자 하였으나 가장 차별화가 잘 나타난 측정대상의 비행시간별과 근무연수별로 일원배치 분산분석(ANOVA)을 실시하였다.

4.3.1 비행시간별 및 근무연수별 인식의 차이

NOTECHS 적용에 대하여 나이, 근무기간, 비행시간은 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, '3,001시간~5,000시간'대가 3.70의 평균값으로 제일 긍정적이었고 비행시간에 비례하였다. CRM 훈련에 NOTECHS를 적용하는 것은 '20년 이상'이 3.70의 평균값으로 CRM 평가 수용에 제일 긍정적이었고 근무연한 순이었으며 비행시간별 인식과 차이가 있는 것으로 나타났다.

4.3.2 항공종사자 자격요건별 차이 검증

동기부여에 대한 T-test 분석결과 기장이 65명

(평균 4.00), 표준편차는 0.366이었으며, 부기장이 58명(평균 4.15), 표준편차는 0.412의 수치를 보이고 있다. 2가지 표본 모두 등분산이 가정되었으며, t 값이 ±1.96보다 크고 유의확률은 0.029로 0.05보다 작은 수치를 보인다. 즉, 자격요건에 따라 동기부여를 다르게 지각한다는 것이며 통계적 유의수준 하에서 자격요건이 낮은 집단에 동기부여가 더 효과적이라는 것을 보여주므로 일정 수준의 항공종사자 자격요건을 갖추기 전까지는 동기부여를 고양시킴이 운항안전에 효과적이라고 할 수 있다.

4.4 NOTECHS과 안전운항과의 상관관계

본 연구에서 안전운항의 효과성과 관련이 있을 것으로 기대되는 독립 및 종속변수 각각 4개와 운항승무원에 대한 NOTECHS의 적용에 대하여, 총 9개의 주요변수를 선정하여 상관관계분석을 하였고 각각의 독립변수가 종속변수에 영향을 미치는지를 살펴보기 위하여 회귀분석을 활용하였다.

4.4.1 주요 변수 간 상관관계

변수간의 상관관계는, 예측대응과 상황 인식이 0.733으로 가장 높고, 옵션선택과 의사결정이 0.716, 의사결정과 예측대응이 0.701, 동기부여와 리더십이 0.677, 임무성취도와 협력이 0.588, 상황 인식과 동기부여가 0.571로 나타났다. 이해 반해 낮은 상관관계를 보인 변수들로는 NOTECHS 적용과 협력의 상관관계가 0.146, 상황 인식과 협력의 상관관계가 0.194 등이었다. <표 4-6>의 상관관계에서 0.8이하의 상관관계를 보여주고 있어 회귀분석을 실시하여도 무방하다고 판단된다.

<표 4-6> 주요 변수 간 상관관계

| 변수명 | 협력 | 임무성취도 | 리더십 | 동기부여 | 상황인식 | 예측대응 | 의사결정 | 옵션선택 | 비기술 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|-----|
| 협력 | 1 | | | | | | | | |
| 임무성취도 | .588 (**) | 1 | | | | | | | |
| 리더십 | .424 (**) | .447 (**) | 1 | | | | | | |
| 동기부여 | .338 (**) | .386 (**) | .677 (**) | 1 | | | | | |
| 상황인식 | .194 (**) | .297 (**) | .480 (**) | .571 (**) | 1 | | | | |
| 예측대응 | .215 (**) | .305 (**) | .463 (**) | .476 (**) | .733 (**) | 1 | | | |

| | | | | | | | | | |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| 의사결정 | .320 (**) | .369 (**) | .500 (**) | .593 (**) | .673 (**) | .701 (**) | 1 | | |
| 옵션선택 | .254 (**) | .283 (**) | .482 (**) | .552 (**) | .568 (**) | .562 (**) | .716 (**) | 1 | |
| 비기술 | .146 (*) | .303 (**) | .345 (**) | .259 (**) | .310 (**) | .382 (**) | .353 (**) | .422 (**) | 1 |

* p < 0.05

** p < 0.01

4.4.2 안전운항에 미치는 NOTECHS의 영향

<표 4-7> NOTECHS 요인 다중회귀분석

| 구분 | 비표준화 계수 | | 표준화 계수 | | t | 유의확률 | B에 대한 95% 신뢰구간 | |
|-------|---------|------|--------|----|--------|------|----------------|-------|
| | B | 표준오차 | 베타 | 베타 | | | 하한값 | 상한값 |
| (상수) | 1.339 | .392 | | | 3.420 | .001 | .568 | 2.111 |
| 협력 | -.145 | .091 | -.117 | | -1.592 | .113 | -.324 | .034 |
| 임무성취도 | .195 | .067 | .218 | | 2.916 | .004 | .063 | .326 |
| 리더십 | .275 | .129 | .180 | | 2.136 | .034 | .021 | .529 |
| 동기부여 | -.172 | .119 | -.128 | | -1.446 | .150 | -.406 | .062 |
| 상황인식 | -.049 | .100 | -.045 | | -4.85 | .628 | -.246 | .149 |
| 예측대응 | .203 | .093 | .204 | | 2.182 | .030 | .020 | .386 |
| 의사결정 | -.048 | .118 | -.041 | | -4.04 | .687 | -.281 | .185 |
| 옵션선택 | .312 | .085 | .314 | | 3.673 | .000 | .144 | .479 |

R² = .260 수정된 R² = .233 F=9.859 p=.000 Durbin-Watson=2.105

※ 종속변수 : NOTECHS 적용

<표 4-7>의 안전운항에 대한 NOTECHS 요인 다중회귀분석에서와 같이 '비 기술적 조종사 기술'에 영향을 미치는 주요 요인들은 임무성취도, 리더십 및 관리기술, 예측대응, 옵션선택이며 그 중 표준화계수(β값)가 가장 큰 요인이 옵션선택이었으며 임무성취도, 예측대응, 리더십 및 관리기술 순으로 나타났다.

4.5 가설 검정

4.5.1 가설 1의 검정

• 설정한 연구가설 3.3.1의 사례에서와 같이 항공기사고에는 복합적인 요인이 작용하지만, 임무수행에 최상의 운항승무원 편성은 필수적이다.

<표 4-8> 협력과 임무성취도간의 영향요인

| 변수 | R ² | 수정된R ² | 표준화 계수 베타(β) | t | 유의 확률 | 평균제곱 | F | Durbin-Watson |
|----|----------------|-------------------|--------------|--------|-------|----------------|---------|---------------|
| | | | | | | 잔차 | | |
| 협력 | .346 | .343 | .588 | 11.075 | .000 | 25.275 .206 | 122.651 | 1.905 |

결정계수가 .346으로 협력과 임무성취도의 관계가 34.6% 설명하고 있으며 회귀선의 변량이 잔차 변량보다 122.651배 더 크며 유의수준 P<.001을 충족하고 유의확률 p<.05이므로 가설은 채택되었고 협력은 임무성취도에 긍정적인 역할을 한다고 할 수 있다.

4.5.2 가설 2의 검정

- 연구가설 3.3.2에서와 같이 기장의 리더십 및 관리 기술, 관리자의 항공안전의식 부족은 치명적인 사고로 직결됨으로 안전관리에 대한 총체적 계획 및 실행 시 CRM 기술의 활성화 등이 필요하다고 할 것이다.

<표 4-9> 리더십 및 관리기술과 동기부여간의 영향요인

| 변수 | R ² | 수정된R ² | 표준화 계수 베타(β) | t | 유의 확률 | 평균제곱 | F | Durbin-Watson |
|-----|----------------|-------------------|--------------|--------|-------|----------------|---------|---------------|
| | | | | | | 잔차 | | |
| 리더십 | .459 | .457 | .677 | 14.028 | .000 | 14.722 .075 | 196.773 | 1.955 |

리더십 및 관리기술과 동기부여의 관계가 45.9%이며, 회귀선의 변량이 잔차 변량보다 196.773배 더 크며 유의수준 P<.001을 충족하므로 리더십 및 관리기술은 동기부여에 긍정적인 역할을 한다고 할 수 있다.

4.5.3 가설 3의 검정

- 연구가설 '비행 중 시·공간적 상황 인식은 미래상황을 예측 및 '처리'와 '반응'에 효과적일 것이다. 는 운항승무원의 상황인식이 대응능력에 정(+의 효과를 미칠 수 있는 환경적 요인에 대한 정보를 제공하지 못했으며 상황 인식에 대한 예측 대응이 지연 또는 무시되었다고 추론할 수 있다.

<표 4-10> 상황 인식과 예측대응간의 영향요인

| 변수 | R ² | 수정된R ² | 표준화 계수 베타(β) | t | 유의 확률 | 평균제곱 | F | Durbin-Watson |
|-------|----------------|-------------------|--------------|--------|-------|----------------|---------|---------------|
| | | | | | | 잔차 | | |
| 상황 인식 | .538 | .536 | .733 | 16.430 | .000 | 31.814 .118 | 269.940 | 1.780 |

상황 인식과 예측대응의 관계가 53.8% 설명하고 있으며, 회귀선 변량은 31.814, 잔차의 변량은 .118로 회귀선의 변량이 잔차 변량보다 269.94배 더 크며 유의확률 p<.05를 충족하므로 가설은 채택 되었고 상황 인식은 예측대응에 매우 긍정적인 역할을 한다고 할 수 있다.

4.5.4 가설 4의 검정

- 연구가설 3.3.4 '의사결정과 옵션선택'에서 가용자원을 최대한 활용하여 정보를 획득하고 이용하

여 예측되는 결과에 대한 대체방안을 검토하여 위험을 최소화하는 옵션선택 방안을 제시하였다.

<표 4-11> 의사결정과 옵션선택간의 영향요인

| 변수 | R ² | 수정된R ² | 표준화 계수 베타(β) | t | 유의 확률 | 평균제곱 | F | Durbin-Watson |
|-------|----------------|-------------------|--------------|--------|-------|----------------|---------|---------------|
| | | | | | | 잔차 | | |
| 의사 결정 | .513 | .510 | .716 | 15.619 | .000 | 30.340 .124 | 243.955 | 1.994 |

의사결정과 옵션선택의 관계가 51.3% 설명하고 있으며, 회귀선 변량은 30.340이며, 잔차의 변량은 .124로 회귀선의 변량이 잔차 변량보다 243.955배 더 크기 때문에 유의수준 P<.001을 충족하고 유의확률 p<.05를 충족하여 가설 4.는 채택되었고 의사결정은 옵션선택에 상당히 긍정적인 역할을 한다고 할 수 있다.

4.6 소결론

첫째, NOTECHS에 대한 인지도는 4.56으로 가장 높은 "임무성취도"는 임무수행 중 조력과 피드백이 안전운항에 지대한 영향을 미치는 사실을 나타내며, 평균값 2.46인 "NOTECHS에 대한 인식"은 CRM 훈련의 일부로 NOTECHS를 교육하고 반영하여야 한다는 기술의 전파 필요성을 보여주고 있다.

둘째, NOTECHS의 적용에 대한 인식차이 분석에서 비행경험이 많을수록 기술적 측면은 일정 수준에 도달하여, NOTECHS의 적용 및 평가 시 안전운항에 기여할 것이라는 조종사들의 의식이 반영되어 있다고 할 수 있다.

마지막으로 NOTECHS이 안전운항에 미치는 영향 중 옵션선택이 가장 높은 이유는 순간순간의 옵션선택이 안전운항, 항공사고 중 하나로 귀착될 수 있음을 경험을 통해 느끼는 결과라 할 수 있다. 또한, 임무성취도에 대하여는 조종사로서 책임감과 개인으로 평가받는 교육문화가 반영되었고, 예측대응이 필요한 이유는 비행 중 발생 가능한 문제를 인지정보와 시스템에 대한 지식을 활용할 필요성 때문이며, 다양한 인성의 조종사 중에서 리더십을 겸비한 기장을 선호한다는 것이다.

V. 결론 및 제언

JAA NOTECHS 프로젝트는 1998년, 조종석에서 항공기 조종과 직접 관련이 없는 인지적·사회적 기술, 시스템 관리, 표준운영절차 등을 파악하고 비행현장에 적용하는 방법을 개발하였다. 본 연구에서는 조종사에게 적합한 CRM 훈련의 발전방향을 규명하기 위하여 NOTECHS의 4가지 카테고리를

독립변수로 하고 이들의 수행으로 얻어지는 효과를 종속변수로 하여 각각에 미치는 영향평가를 위한 회귀분석 등을 실시함으로 'NOTECHS'을 회전의 항공기 조종사에게 적용했을 때 안전운항에 미치는 영향, 선호도와 효과성을 파악하려고 하였다.

3장에서 설정한 가설은 모두 채택되어 순서대로, 첫째, 시스템의 인지를 위한 외부 환경정보의 획득 활용과 예상되는 문제 등을 인지하는 훈련이 시뮬레이터 훈련 등에서 이루어지고 인지정보를 타 승무원과 공유하는 상황 인식으로 예측대응할 수 있도록 팀 분위기를 조성하여야 한다.

둘째, 의사결정과 옵션선택 부분에서는,

비행경험을 바탕으로 조종실 내에서의 팀 의사결정 능력을 구비하여 장애의 위험에 대체할 수 있는 옵션선택 및 결과를 검토할 수 있을 뿐만 아니라 의사결정자인 기장에게 조직 시스템 내의 신뢰와 책임의 한계가 명확히 분장되어야 한다.

셋째, 리더십/관리기술로 동기부여 함양을 위하여, 승무원 간의 의사소통 활성화와 안전비행 목표 달성을 위해 각 승무원의 작업범위 및 업무량의 적절한 분배·할당, 참여와 코칭, 기장의 권한과 다른 승무원 배려 등이 조화를 이루어야 한다.

넷째, 협력으로 임무성취도를 높이기 위하여,

비행은 1인의 엔터테이너에 의해 목표를 달성할 수 없음을 인지하여 적극적이고 개방된 의사소통을 바탕으로 팀원 간 갈등을 해소하고 공동목표인 안전운항 실현을 위해 협력하여 나가는 것이 임무성취도를 극대화시킨다고 할 수 있다.

또한, 안전운항의 보증을 위한 NOTECHS은 숙달 및 관리되어야함이 증명되었으며 CRM 훈련에 반영하고 교육 후 평가해야하는 것으로 나타났다.

따라서 우리나라 회전의항공기 운항환경에 맞는 'NOTECHS' 교육훈련 프로그램의 개발과 항공안전교육 프로세스에 반영하여 시행하며 주기적인 교육과 평가로 이에 대한 분석과 피드백이 반영되기를 기대한다. 실행을 위해 학술발표 등을 통하여 홍보하고 외국의 NOTECHS 적용 운항안전 사례 전파로 인식의 전환을 가져와, 이 기술의 도입으로 인한 인적 요인 사고율 감소를 위한 제도적, 교육적 기반을 구축하기 위하여 향후 항공정책기관의 안전권고 및 항공안전 전문교육기관의 교육과정 개설이 필요함을 제언한다.

참고 문헌

- [1] 김철영, "항공과 인적요소", 한국항공대학교 출판부, 2012
- [2] 김철영 외, "항공안전관리론", 한국항공대학교 출판부, 2011

- [3] 박수애 외, "항공심리학", 학지사, 2011
- [4] 한국항공진흥협회, 항공연감, 2010
- [5] Dr. Gary Klein 저, 은하량 역, "의사결정의 가이드맵" 제우미디어, 2005
- [6] 알렌 N. 와이너 저, 이선희 역, "소통의 기술", 시아퍼블리셔스, 2010
- [7] 전도근 외, "리더를 키우는 공정의 힘", 해피 & 북스, 2008
- [8] 이수갑, "헬리콥터 공학", 인터뷰전, 2003
- [9] 이상희 외, "헬리콥터 비행원리", 2005
- [10] 이강희, "헬리콥터 조종학", 비행연구원, 2008
- [11] 박용한, "조종사 지식심사 지침서", 동명사, 1997
- [12] 우수명, "마우스로 잡는 SPSS 14.0", 인간과 복지, 2007
- [13] 송지준, "SPSS/AMOS 통계분석방법", 21세기사, 2010
- [14] 공군본부, "승무원 자원관리", 2009
- [15] 항공철도사고조사위원회 홈페이지 항공사고조사보고서, araib.molit.go.kr
- [16] "항공용어사전", 한국항공대학교, 1999
- [17] 이강준의 2명, 항공인적요인 지식정보체계 구축 방안에 관한 연구, 교통안전공단 2011, pp. 2.
- [18] 이강희, "항공용어사전", 비행연구원, 1998
- [19] 황명신 외, "항공기는 어떻게 뜨는가" 한국항공대학교, 1989
- [20] 김윤옥 외, "질적연구 실천방법", 교육과학사, 2012
- [21] "항공인적요인 지식정보체계 구축 방안에 관한 연구", 교통안전공단, 2011
- [22] 국토해양부 운항기술기준(고시 제2012-280호), 2012
- [23] 김철영, 최연철, "헬리콥터의 사고추세와 안전대책에 관한 연구" 「한국항공운항학회지」 제12권 제2호, 2000.
- [24] 장조원, "비행이론 특론", 2012
- [25] 최성호, "헬리콥터 조종사의 상황인식 평가에 관한 연구", 항공대학교 대학원 박사학위 논문, 2011
- [26] 최진국, "항공사 운항안전 위협요인 관리", 한국항공대학교 대학원 박사학위 논문, 2011
- [27] 권보현, "조종사 지식구조와 상황인식의 상관관계에 관한 연구", 한국항공대학교 대학원, 2007
- [28] 해외 전문가 초청-위기 및 오류상황 관리워크숍, 2012
- [29] 국무총리실 안전환경정책관, "국가기관 회전의항공기 안전점검 결과 시달", 2011.7.4. 내부문서
- [30] 국토교통부 항공정책실 "ATIS(Aviation Technical Information System)", 2013
- [31] FAA-H-8083-21, "Rotorcraft Flying Handbook", 2000
- [32] Gregorich, S. and Wilhelm, J. "Crew resource management training assessed. *Cockpit Resource Management*." San Diego: Academic Press.(1993).
- [33] Nicklas Dahlström 외, "Crew Resource Management, Threat and Error Management, and Assessment of CRM Skills", Lund University School of Aviation
- [34] ICAO Doc 9859, "Safety Management Manual", 653, 2009
- [35] O'Connor, P. 외, "Techniques used to evaluate Crew

- Resource Management training: A literature review", 2001
- [36] JAR OPS (2001) 1.940, 1.945, 1.955, and 1.965
- [37] Rhona Flin 외, "Development of the NOTECHS system for assessing pilots' CRM skills", Position Paper, Human Factors and Aerospace Safety 3(2), 95-117, Ashgate Publishing, 2003
- [38] DG TREN "Final Report, JAR TEL, Consolidation of Results", WP7 Draft Report, 2002
- [39] Mr A Mishra 외, "The Oxford NOTECHS System", Oxford University, 2008
- [40] Van Avermaete 외, "NOTECHS Final Report", 1998.
- [41] Hans-Juergen Hoermann, "Crosslinking NOTECHS to Lufthansa's Interpersonal Competences", April 30, 2004
- [42] NLR-TP-98518, "Non-technical skill evaluation in JAR-FCL", 1998.
- [43] Endsley, M. (1995). "Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*", 37, 32-64.