

정기항공사 소속 조종사의 비행경력에 따른 시계접근능력 차이 분석 : 비모수 통계검정을 포함하여

A Difference Analysis on Visual Approach Accessibility of Airline Pilots Based on Flight Experience including Non-parametric Statistical Test

이근영¹ · 황재갑² · 장지승^{3*}

¹한국교통대학교 항공운항학과, ²한국교통대학교 교통대학원 교통정책시스템공학과, ³대한항공 인천여객서비스지점

Gun-Young Lee¹ · Jae-Kap Hwang² · Ji-Seung Jang^{3*}

¹Department of Flight Operation, Korea National University of Transportation, Chungcheongbuk-do, 27469, Korea

²Department of Transportation Policy & System, Korea National University of Transportation, Chungcheongbuk-do, 27469, Korea

³Incheon Passenger Traffic Service, Korean Air, Hanuel-Gil 260, Seoul, 07505, Korea

[요 약]

본 연구는 정기항공사 소속 조종사들을 대상으로 그들의 비행경력과 운항능력에 대한 실증연구를 하였다. 첫째, 정기항공사 소속 조종사들의 비행경력(비행시간 및 기종)에 따른 운항능력의 차이를 분석하였다. 이를 통해 신규로 항공운송용 조종사로 진입하고자 하는 인력들에 대해 항공사가 기대하는 조종사의 운항능력의 수준을 검증할 수 있었다. 분석결과 기장의 경우 해당기종 비행시간이 500시간이든 1500시간이든 시계비행 운항심사 결과 간의 차이가 없는 것으로 나타났다. 부기장은 1,500시간 이상부터는 시계비행 운항심사 결과의 차이가 나타났다. 부기장은 기장과 달리 해당기종 비행시간을 많이 가질수록 안정적인 시계접근을 할 수 있음이 판명된 것이다. 기종특성과 관련하여 cable 또는 fly-by-wire 기종에 따라 기장 집단은 시계비행 운항능력의 차이가 없었다. 즉, 시계접근의 경우는 기종에 관계없이 기장급 조종사의 기량이 평가된다고 할 수 있겠다. 부기장 집단에서는 기종 특성에 따른 유의한 차이가 있는 것으로 판명되었다.

[Abstract]

There are keen competitions among the air operators to recruit competent pilots, which could be adversely affect the safe operation of aircraft. This study is aimed to identify the correlation between the flight experience of the pilot of the air transport operator and competency on visual approach operation. About 2,400 sets of flight training data of several pilots of an air transport operator was analysed for this study. The analysis showed that most captains were able to make stabilized visual approach regardless of his/her flight experience of any type of aircraft, while the first officers were able to make a stabilized visual approach with more than 1,500 hours of flight experience for each rated type of aircraft. This should be considered during making policies for the supply and demand of pilots for the safe operation of air transport.

Key word : Skilled pilot, Visual approach, Commercial pilot, Privileges of pilot, Initial training items.

<https://doi.org/10.12673/jant.2019.23.2.104>



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 18 March 2019; Revised 5 April 2019

Accepted (Publication) 23 April 2019 (30 April 2019)

*Corresponding Author; Ji-Seung Jang

Tel: +82-10-3879-5447

E-mail: alice200@naver.com

I. 서론

1-1 연구의 목적

2018년 국내 항공운송시장 여객증가 추이를 살펴보면 중국의 방한단체여행 제한에도 불구하고 저비용항공사의 운항확대 및 원화강세에 따른 내국인 해외여행수요 증가 등으로 전년대비 11.2%가 증가한 86백만 명을 기록하여 견고한 성장세를 보였다[1]. 항공업계에서는 이런 성장세와 더불어 양질의 항공종사자, 특히 신규 조종사의 양성과 관리에 대한 국가차원의 지원과 대책을 요구하고 있는 상황이다.

UN 산하 국제민간항공기구 (ICAO; International Civil Aviation Association)에서도 2010년부터 2030년까지 세계 항공사들이 매년 평균 약 52,506명의 조종사들을 훈련시킬 필요가 있는 반면, 매년 약 44,360명의 조종사들을 훈련시킬 수 있을 것이라고 예측하였다. ICAO는 global air transport outlook to 2030 and trends to 2040 보고서를 통해 아시아-태평양 지역의 조종사 인력 부족현상은 더욱 심화될 것이라고 전망하였다.

최대 항공기 제작사인 보잉에서도 2016년부터 2035년까지 전 세계적으로 항공업계에 새로운 항공 인력 약 200만 명이 공급될 필요가 있다고 예측하였으며, 이중 상업용 조종사는 약 62만여 명이 필요하다고 추산하고 있다. 특히, 아태지역에 필요한 조종사가 약 25만 명으로 가장 많은 수요를 전망하고 있다[2]. 이러한 국제기구와 글로벌 항공기 제작사 전망을 바탕으로 국토교통부 산하 항공협회는 대한민국의 조종사 수 급현황 및 전망을 조사하였다. 항공운송사업용 항공기를 신규로 조종할 수 있는 사업용 조종사는 매년 1,300여명이 신규 배출되고 있는데 비해, 실제로 항공운송사업에서 신규 조종사의 채용 인원은 퇴직 및 해외 항공사로 이직하는 조종사 등을 고려하여 약 400여명 수준으로 나타났다[3].

최근 2018년에 실시된 국내 항공운송사업 항공사에서 사업용 조종사 자격증명을 소지한 조종사를 대상으로 한 채용모집

표 1. 국내 운송용 조종사 및 사업용 조종사 취득 추이
Table 1. Airline pilot and commercial pilot licenses in Korea.

| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018. 3 |
|--------------------------|-------|-------|-------|---------|
| commercial pilot license | 1,014 | 1,227 | 1,457 | 394 |
| airline pilot license | 5,021 | 5,408 | 5,657 | 6,085 |

표 2. 외국 항공사로 이직한 국내 조종사
Table 2. Domestic pilots switched to foreign airlines.

| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | Total |
|-----------------|------|------|------|------|-------|
| pilots switched | 24 | 92 | 100 | 154 | 361 |

※ source : ministry of land, infrastructure and transport

에 경쟁률이 50:1을 상회하였다는 사실은 이러한 현실을 반영하고 있다. 이런 현실 등을 반영하여 2016년 이후 항공운송사업 항공사가 비행경험이 없는 일반인을 채용하여 훈련을 통해 자격증명을 취득하고 무기장으로 양성하는 사례는 전무하다.

이렇게 신규로 진출을 하고자 하는 조종인력이 풍부한 반면 항공업계 관계자들은 운항승무원으로 활용할 수 있는 숙련된 조종인력을 확보하는 것이 용이하지 않다고 한다. 표 2에 제시된 바와 같이 실제로 숙련 조종사 부족으로 국내 항공사에서 이직한 조종사 수는 2011년 19명에서 2017년 154명으로 8배 이상 증가하였다. 이렇게 과열된 항공공간 숙련 조종사 스카우트 경쟁이 항공운송산업 발전을 저해하고 항공 안전에도 상당한 영향을 주고 있다고 평가하는 등 사회문제화 되고 있는 상황이다. 더욱이 중국, 인도, 베트남 등 항공 수요가 폭발적으로 증가하는 해외에서도 국내 항공사의 숙련된 기장급 운항승무원들에게 지속적으로 스카우트를 제의하고 있는 것이 현실이다.

실제로 2014년 해외로 이직한 한국 국적 항공운송사업 조종사 수는 24명 불가하였으나, 매년 급증하여 2017년에는 145명의 조종사가 해외 항공사로 이직하였다. 출신 항공사별로는 대한항공 소속 조종사가 166명(42.2%)로 가장 많았으며, 아시아나항공 소속 조종사는 81명(20.6%), 진에어 42명(10.7%), 에어부산 41명(10.4%) 순으로 나타났다.

더불어 2019년 3월 국토교통부가 플라잉강원, 에어로케이 및 에어프리미아 3개 항공사에 항공기 운항허가를 승인하면서 해외뿐 아니라 신규 취항한 항공사들로부터 한국인 숙련 조종사에 대한 수요가 지속적으로 증가되고 이들에 대한 대우도 향상될 것으로 전망된다.

1-2 연구의 목적

본 연구는 현재 항공사에 종사하고 있는 항공운송용 조종사 면장을 소유하고 있는 숙련 조종사들을 대상으로 그들의 비행경력(비행시간 및 기종)에 따른 운항능력의 차이를 분석하였다. 이를 통해 신규로 항공운송용 조종사로 진입하고자 하는 인력들이 항공사가 기대하는, 즉 라인 팀에 바로 투입할 수 있는 조종사의 운항능력의 수준을 검증할 수 있었다. 둘째, 항공운송산업에 있어 조종사 수급에 책임이 있는 정부의 향후 항공종사자 양성 및 관리 정책에 관한 정책적 시사점을 제공하고자 하였다.

II. 조종사 훈련 및 자격심사

2-1 조종사 자격증명 체계

항공종사자 자격증명은 특정업무에 있어서 자격을 행사하는 권한(privilege)을 부여하는 것으로 다른 국가 자격과는 달리, 반드시 비행시간 등 일정경험이 요구되는 특징과 국제민간항공기구(ICAO) 체약국 간에 서로 상호 인정이 되는 특징(국제민간항공협약 제37조 국제표준 및 절차의 채택)을 가지고 있다[4].

조종사 자격증명은 자가용(private pilot license), 사업용(commercial pilot license), 운송용(airline pilot license)이라는 세 가지로 구분되며, 항공안전법 제36조에 따라 각 자격증명 별 업무의 범위는 다음과 같다. 자가용 조종사의 경우 비행시간이 40시간 이상이어야 하며 무상으로 항공기를 조종하는 행위를 할 수 있다. 사업용 조종사의 경우 200 시간 이상의 비행경력을 가지고 항공운송사업에서 부기장의 역할 또는 1인 조종 항공기의 기장 역할을 수행할 수 있다. 마지막으로 운송용 조종사는 1500시간 이상의 비행경력을 바탕으로 항공운송사업에서 기장(captain)으로서 비행업무를 수행할 수 있다.

업무범위 외에 항공종사 자격증명의 권한(Privilege)은 종류, 등급, 형식의 조합으로 이루어진다. 종류는 비행기, 헬리콥터, 비행선, 활공기, 항공우주선으로 구분되고, 등급은 육상 단발다발 수상 단발/다발로, 형식은 2명 이상의 조종사가 필요한 일정규모 이상의 항공기를 조종하는 경우에 한정하도록 되어 있다. 예를 들어 boeing 737 항공기의 부기장이 되려면, 사업용 조종사 이상의 자격증명을 가지고 있어야 하며, 아울러 육상 다발과 boeing 737 한정자격을 가지고 있어야 한다. boeing 737 항공기의 기장이 되기 위해서는, 운송용 조종사 자격증명에 육상다발과 boeing 737 한정자격을 가지고 있어야 한다.

2-2 정기항공사 조종사 훈련 체계

다음은 국토교통부에서 규정한 항공사 초기 훈련 항목이다(고정익을 위한 운항기술기준 8.4.8.14). 일반적으로 사업용조종사 자격증명(비행기, 다발 등급 및 계기한정)을 취득하여, 비행시간, 경력, 기량 등의 평가를 통해 항공사에 입사 하게 된다. 항공사 입사 후 운항승무원이 되어 가장 먼저 항공사 고유의 운항절차와 비정상 조치능력 습득을 위해 모의비행장치를 이용하여 초기 훈련(일반적으로 11회 탑승 기준)과 자체 평가를 받게 된다. 이때 기종한정 자격이 없는 신규 조종사는 항공사에서 배정받은 해당기종에 대한 한정자격을 취득하게 된다.

초기 훈련 과정을 이수한 이후 신규 조종사들은 운항경험(operation experience) 과정에 입과 하게 된다.운항경험은 수습부기장의 경우 이.착륙 40회 이상이나 이.착륙 20회가 포함된 100시간 이상의 비행을 교관조종사와 동승하여 비행한 후, 항공사 소속 위촉심사관의 평가를 받아 합격이 되면 정식으로 부기장이 된다.(고정익을 위한 운항기술기준 8.4.8.26)

부기장 (기장도 동일)이 되면 매년 3번의 평가를 받게 되

는데, 2번은 모의비행장치를 이용한 비정상절차에 대한 기량확인(proficiency check)을 1번은 항공기를 이용한 정상운항확인(line check)을 평가받게 된다.

표 3. 항공사 신규 조종사 교육 항목

Table 3. Initial training items of airline cockpit crews.

| |
|--|
| 1) Preparation |
| ① Internal and external check in sight distance |
| ② Cockpit checklist |
| ③ Performance limit |
| 2) Ground operation |
| ① Push-back, engine start-up, ground maneuver |
| ② Before-take off checklist |
| 3) Take-off |
| ① Normal and cross wind |
| ② Rejected take-off (power loss after V1) |
| ③ Instrument take-off in minimum visual range |
| 4) Climb |
| ① Engine failure during climb stage |
| 5) Cruising |
| ① Aircraft rapid turn and stall point |
| ② Engine failure and re-start |
| ③ High speed cruising |
| 6) Descend |
| ① Normal and max. descend rate |
| 7) Approach |
| ① Visual flight rule process and visual approach |
| ② Visual approach with abnormal slat/flap condition |
| ③ ILS malfunction or one engine failure |
| ④ Non-precision approach and one engine failure |
| ⑤ Missed approach due to one engine failure |
| 8) Landing |
| ① Precision approach and normal landing |
| ② Precision approach and landing with engine failure |
| ③ Landing with abnormal slat/flap |
| ④ Crab landing and go-around |
| ⑤ Emergency escape |
| 9) Other flight operation |
| ① De-icing and anti-icing |
| ② Windshear |
| 10) Normal/abnormal and alternative operation |
| ① Air conditioning and pressurization system |
| ② Fuel, oil, electronics and hydraulic system |
| ③ Flight instrument |
| ④ De-icing and anti-icing system |
| ⑤ Flight guidance and landing aid system |
| ⑥ Stall warning system |
| ⑦ Aeronautical meteorology radar |
| ⑧ Communication and navigation system |
| 11) Emergency operation |
| ① Aircraft fire and engine failure |
| ② Electronics, hydraulic and pressurization |
| ③ Flight instrument |
| ④ Landing gear |
| ⑤ Slat/flap |

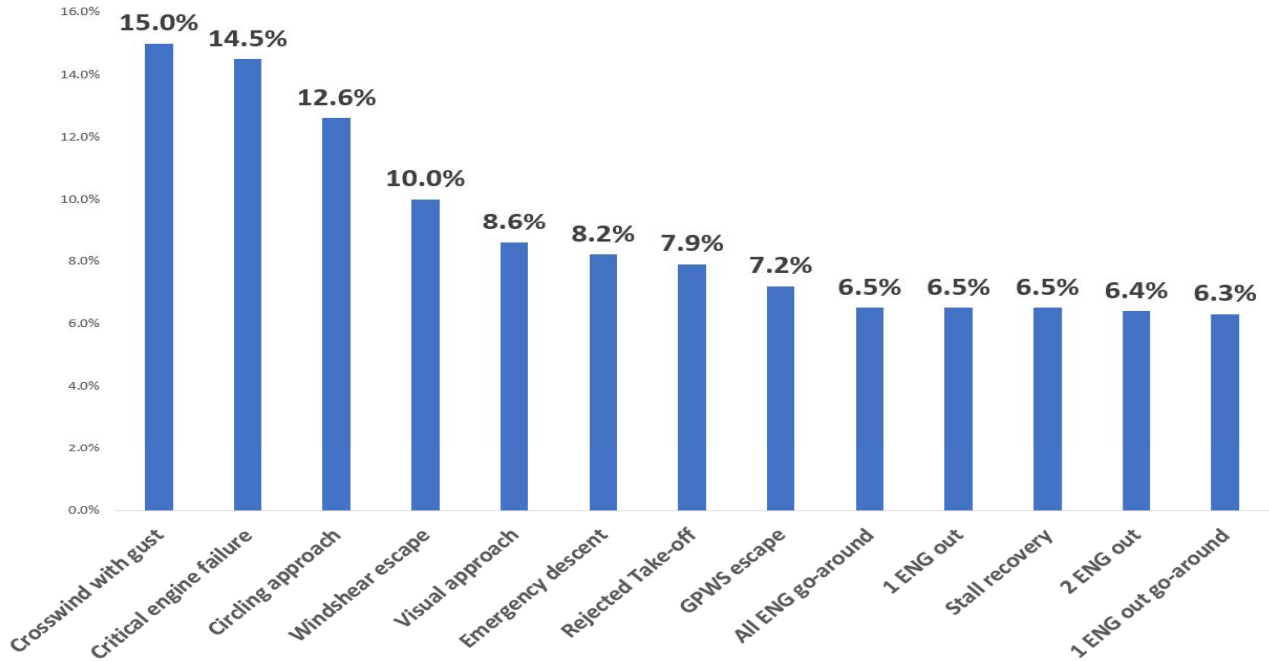


그림 1. 국내 항공사에 대한 운항자격심사 불합격을 (국토교통부 항공안전백서, 2017)
 Fig. 1. Failure ratio of flight operation audit by ministry of land, infrastructure and transportation.

정기 훈련 및 평가 역시 초기 훈련 내용과 유사하게 구성되어 있어 단순 반복 요목만 계속되고 있다는 지적이 나오고 있다. 美 국가교통안전위원회 (NTSB; National Transportation Safety Board)는 조종사의 의사결정 오류의 2/3 정도가 계획지속오류에 의해 발생한다고 지적한 바 있다[5]. 계획지속오류는 비정상적인 상황을 조우했을 때, 초기 비행계획을 상황에 맞도록 수정하는 것이 바람직한데도 불구하고 의사결정자 즉 조종사가 초기 계획을 계속 진행하려고 하는 오류를 말하는데 이 계획지속오류의 원인은 조종사의 상황인식 부족에서 기인한다고 할 수 있다[6]. 일반적으로 조종사가 어떤 문제에 봉착하여 위험하다고 느껴지면 이성적인 해결을 하려하지 않고 즉시 그 상황을 해결하려는 경향을 가진다[7],[8]. 특히 그 문제의 위험도가 높으면 높을수록 그 문제를 빨리 해결하려는 경향이 있다는 것이 입증되었다. 대형사고 직후의 조종사의 뇌를 분석하면, 이성적인 뇌(human brain)가 작동하는 것이 아니라 본능적인 뇌(chimp brain)가 작동된 것을 알 수 있다. 이 본능적인 뇌는 이성적 분석 없이 본능적으로 반응하는 뇌이며 이 본능적인 뇌가 작동하면 이성적인 뇌가 멈추게 되고 본능적 반응으로 인해 상황은 더욱 악화시키는 방향으로 행동한다[9].

조종사 정기훈련을 할 때, 반복적인 요목훈련이 아닌 상황부여 훈련을 해야 하는 필요성이 여기에 기인하고 있다. 이런 위험 상황을 계속 학습을 하게 되면 본능적인 뇌의 활동이 줄어들고 이성적인 뇌가 작동하여 사고의 개연성을 줄일 수 있기 때문이다.

2-3 조종사 훈련 관련 국제동향

ICAO는 새로운 기종을 운항할 때는 반드시 신규 훈련을 받아야 한다고 규정하고는 있으나 구체적인 훈련 항목까지는 규정하고 있지는 않다. 따라서 각국에서는 조종사가 조치가 미흡할 경우 대량의 인명피해로 발전될 수 있는 일부 훈련항목을 법제화하고 대부분은 항공사에 일임하고 있는 추세이다[10].

미국의 경우 한국과 유사하게 약 30개의 훈련 항목을 의무화하고 있으나, 유럽의 경우 6개 항목만을(① 이륙포기 ② 엔진고장이륙 ③ 최저기상에서 엔진고장 정밀(precision) 접근 ④ 최저기상 비정밀(non-precision) 접근 ⑤ 최저기상에서 엔진고장 접근 ⑥ 엔진고장 착륙)의무화하고 있다. 국내 항공운송사업 조종사의 의무 훈련과 미국, 유럽 등 주요국가와의 의무훈련에 대한 가장 큰 차이점은 미국 유럽 등은 항공사가 주관적으로 실시하는 자율훈련에 대한 법적근거가 마련되어 있어 정부에서 규정한 의무 훈련 여부와 상관없이 항공기 특성 등을 반영한 자율 훈련 프로그램을 국가로부터 인가받으면, 항공사에서 자체적으로 다양한 상황훈련을 할 수 있도록 하여, 단순 반복적인 요목 훈련에서 비행경향성 등을 반영한 종합적 조치 능력 향상으로 훈련의 개념이 바뀌고 있다는 사실이다[11].

ICAO도 지난 2013년 10월 국제항공운송협회 (IATA; International Air Transport Association)와 공동으로 복잡한 현대 항공기의 특성과 다양해진 운항환경을 고려한 조종사 훈련방식을 개발·시행을 권고 하였는데, 일정요건을 갖

춘 항공사는 단순 요구량 충족위주의 항목별 조종기술 유지 훈련이 아닌 발생 가능한 모든 상황을 대처하기 위한 상황훈련 방식을 권고하고 있다.

2-4 국내 운항자격심사 불합격율

그림 1과 같이 국토교통부는 2017년 기준으로 총 31,437회의 심사를 수행했다. 국토교통부는 항공사 소속 위촉심사관 272명과 정부심사관 11명을 동원하여 운항자격심사를 수행하였다. 운항자격심사결과에 따르면 약 1.4%에 해당되는 440건의 심사 불합격 건수가 있었다. 정기항공사 소속 조종사가 운항자격심사를 불합격한 사유로는 돌풍을 동반한 측풍착륙이 전체 불합격의 15%를 차지하여 가장 많았고, 엔진 고장 이륙, 선회접근 등의 순으로 나타났다.

III. 연구 설계

3-1 연구의 흐름

본 연구는 숙련조종사의 비행경력과 비행능력의 관계성을 검증하기 위한 연구로 다음과 같은 연구 흐름도를 제시하였다. 이를 위해 국내 5개 항공사 비행훈련팀 소속 교관급 이상의 조종사 10명의 포커스그룹인터뷰를 통해 현행 법정 의무 과목 중 조종사의 기량을 가장 객관적으로 판정할 수 있는 과목을 선정하였다. 이렇게 선정된 과목의 심사결과를 수집하였으며, 집단 별 가설을 설정하고 이를 통계적 기법을 이용하여 검증하였다.

3-2 가설의 설정

포커스그룹인터뷰 대상자인 총 10명의 교관급 조종사에 대한 FGI 결과 조종사의 기량을 가장 잘 파악할 수 있는 법정 과목으로 항공기 시계접근(Visual approach)을 선정하였다. 항공기 시계접근을 선정한 주된 이유는 다른 과목보다 비행능력뿐만 아니라 승무원 상호협동, 상황 판단 및 비정상상황 발생 시 대처능력 등을 종합적으로 평가할 수 있기 때문이었다.

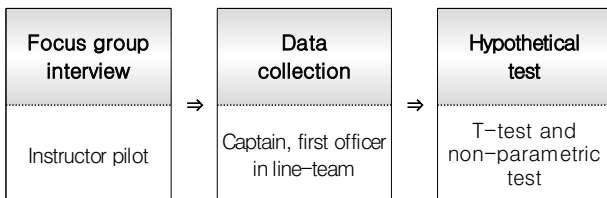


그림 2. 연구 흐름도
Fig. 2. Research flow.

이에 따라 2016년부터 2017년까지 국적항공사인 A 항공사에 소속된 조종사 2,441명(기장 1,404명 및 부기장 1,037명)에 대한 시계접근 운항심사 결과를 수집하였다. 1차적으로 시계접근 운항심사 결과를 살펴보니, 운항심사 불합격자는 총 312명(기장 122명, 부기장 190명)으로 나타났다. 이를 토대로 검정대상에 대한 연구가설별 귀무가설들을 다음과 같이 수립하였다

표 4. 항공사 조종사 훈련을 위한 한미 운항기술기준 비교
Table 4. Comparison of compulsory training items between Republic of Korea and USA.

| Flight stage | Flight technical standard (ROK) | Federal aviation regulation (USA) |
|--------------------------------|---|-----------------------------------|
| Preparation and ground service | Internal/external check | ○ (same) |
| | Cockpit check | ○ |
| | Engine start-up | ○ |
| | Ground maneuver | ○ |
| | Power plant check | ○ |
| Take-off | Normal take-off | ○ |
| | Instrument take-off (low visual range) | ○ |
| | Crosswind take-off | △ (different in conditions) |
| | Engine failure during take-off | △ (different in conditions) |
| | Rejected take-off | ○ |
| Climb descend and cruising | Take-off/landing stage | ○ |
| | Hold in position | ○ |
| | Rapid turn | ○ |
| | Stall recovering | ○ |
| | Special flight condition | ○ |
| Landing | Normal landing | △ (different in conditions) |
| | Crab landing | △ (different in conditions) |
| | ILS approach/landing | ○ |
| | Engine failure | △ (different in conditions) |
| | 2 engines failure | △ (different in conditions) |
| | FLAP malfunction | X |
| | Go-around | ○ |
| Missed approach | 2 missed approach or 1 missed approach following ILS approach | ○ |
| Abnormal procedure | Process and knowledge in all the process/system | △ (different in conditions) |
| | Engine failure, in-flight fire emergency landing and etc. | ○ |

H-1. 기장의 경우 해당 기종 비행시간(1,500시간)에 따른 합격률은 차이가 없다.

H-2. 부기장의 경우 해당 기종 비행시간(1,500시간)에 따른 합격률은 차이가 없다.

H-3. 부기장의 경우 항공기 기종 특성에 따른 합격율은 차이가 없다.

아울러 해당 기종 비행시간을 500시간을 기준으로 하여 재차 검증하는 것으로 연구가설을 수립하였고 이에 따른 가설은 다음과 같다.

H-4. 기장의 경우 해당 기종 비행시간(500시간)에 따른 합격률은 차이가 없다.

H-5. 부기장의 경우 해당 기종 비행시간(500시간)에 따른 합격률은 차이가 없다.

3-3 표본의 특성

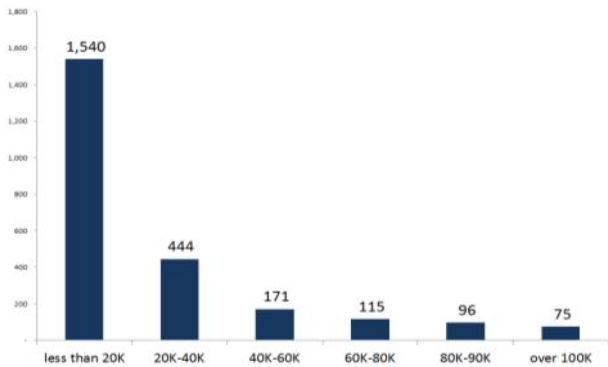


그림 3. 비행경력
Fig. 3. Flight hour.

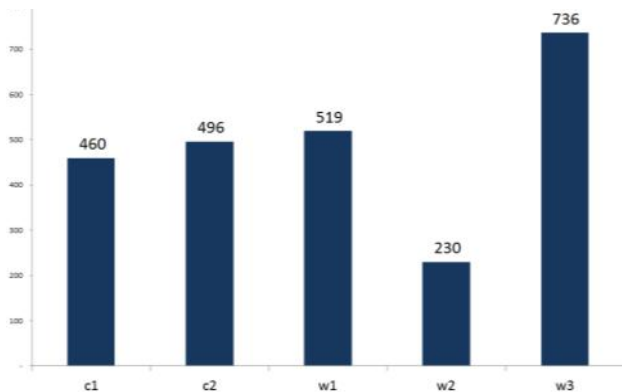


그림 4. 운항심사 대상기종
Fig. 4. Aircraft type.

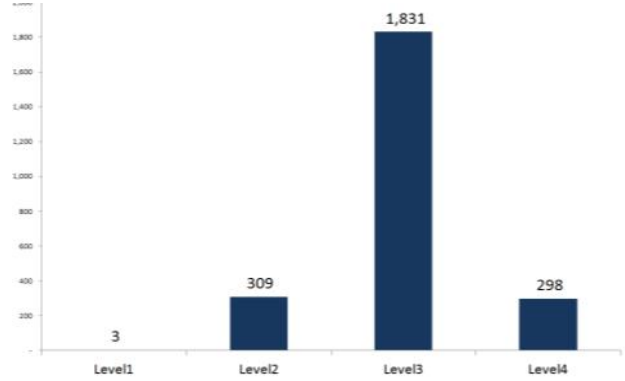


그림 5. 시계접근 운항심사결과
Fig. 5. Flight audit test result for visual approach.

비행경력 2,000 시간미만 조종사가 전체의 63%인 1,540 명을 차지하였으며, 4,000 시간미만 2,000시간 이상인 조종사도 전체의 19%를 차지하였다. 시계접근 운항심사에 사용된 기종은 총 5개 기종이며, 기종 별 조종사의 분포는 230 명에서 736명까지 다양한 분포를 보여주었다. 아울러 시계 접근 능력을 평가하는 운항심사 기준은 총 4등급으로 구분되어 있었으나, 가설검증의 편의성을 증진하기 위해 운항심사결과가 하위등급인 1등급과 2등급을 기록한 조종사들은 ‘불합격’으로 상위등급인 3등급과 4등급을 기록한 조종사들은 운항심사 ‘합격’으로 분류하였다.

IV. 실증 분석

4-1 비행경력에 따른 차이 분석

첫째, 집단을 비행시간 1,500시간에 따라 구분하여 기장급 조종사의 시계접근 운항심사 결과의 차이를 분석하였다. 실증분석 결과 H-1은 채택되었고, H-2는 기각되었다. 둘째, 기장과 부기장에 대한 해당기종 비행시간에 따른 합격률을 재차 검증하기 위해 해당기종 비행시간을 500시간으로 구분하여 95% 신뢰수준에서 그 차이를 분석하였다. 그 결과 기장의 경우 H-1 검증 결과와 동일하게 H-4 역시 채택되는 것으로 판명되었으며, 부기장의 경우는 H-2 검증결과(기각)와 다르게 H-5가 채택된 것으로 판명되었다.

집단별 비교분석을 위한 t-검정을 수행하기에 앞서 항공사 기장의 표본 집단(n=1404)에 대한 정규분포 및 표본의 정규성을 확인하였다. 기장 표본 집단의 경우 평균비행시간은 3,156.64 시간으로 나타났으며 아래의 그림 6과 같이 좌측으로 다소 기울어진(skewed) 분포를 보여주고 있다. 1,500시간 구분에 따른 차이분석을 위해 t-검정을 수행하였다. Levene의 등분산 검정결과 유의확률은 .059로 나타나 등분산 가정이 채택되었음을 확인하였다. 등분산 가정이 채택됨에 따라 독립표본 t-검정의 t값이 .943으로 유의

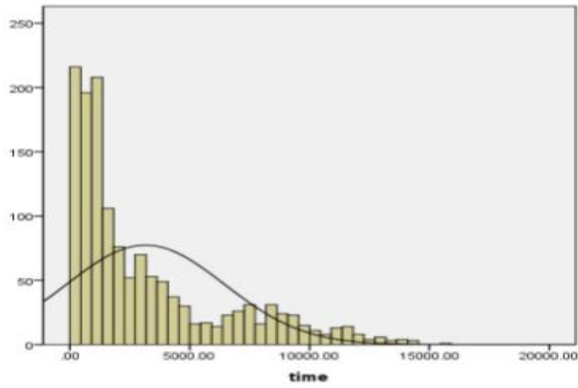


그림 6. 기장 표본정규분포
Fig. 6. Normal distribution curve for captain.

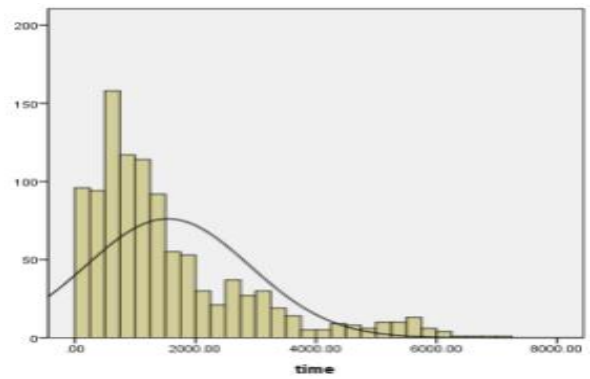


그림 7. 부기장 표본정규분포
Fig. 7. Normal distribution curve for first officer.

표 5. 기장 집단 1500시간 구분에 따른 t-검정
Table 5. The t-test for captain with 1,500 flight time.

| classification | N | Mean | Standard deviation | Standard error |
|---------------------|-----|------|--------------------|----------------|
| less than 1500 hour | 644 | 1.92 | .270 | .011 |
| 1500 hour or more | 760 | 1.91 | .291 | .011 |

| classification | Levene's test equality of var. | | t-test for equality of means | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------------------------------|------|------|
| | F | sig. | t | df | p |
| Equal var, assumed | 3.573 | .059 | .943 | 1402 | .346 |
| Equal var. not assumed | | | .949 | 1390 | .343 |

확률 .346으로 분석되었다. 즉 비행시간 1500시간 구분에 따른 합격률의 차이가 없다는 귀무가설을 채택한 것이다 (표 5 참조).

다음으로 그림 7과 같이 비행경력 1,500시간에 따라 구분하여 부기장급 조종사의 시계집근 운항심사 결과의 차이를 분석하였다. 부기장 표본 집단의 경우 비행시간은 평균적으로 1,540.94 시간으로 나타났으며, 그림 7에 제시된 바와 같이 기장 표본의 정규분포 모형과 유사하게 좌측으로 다소 기울어진(skewed) 분포를 보여주었다.

기장 집단과 마찬가지로 부기장 표본 집단에서도 비행경력 1,500시간 구분에 따른 차이분석을 위해 t-검정을 수행하였다. Levene의 등분산 검정결과 유의확률은 .000으로 등분산 가정이 기각되었다. 등분산이 가정이 기각됨에 따라 t-검정의 결과값 및 유의확률은 각각 2.461 및 .014로 분석되었다. 다시 말해서 95% 신뢰수준에서 비행시간 1,500시간 구분에 따라 부기장급 조종사들의 시계비행 운항심사결과에서 유의한 차이가 있는 것이 확인되었다. 결론적

표 6. 부기장 집단 1500시간 구분에 따른 t-검정
Table 6. The t-test for first officer with 1,500 flight time.

| classification | N | Mean | Standard deviation | Standard error |
|---------------------|-----|------|--------------------|----------------|
| less than 1500 hour | 671 | 1.80 | .403 | .016 |
| 1500 hour or more | 366 | 1.86 | .352 | .018 |

| classification | Levene's test equality of var. | | t-test for equality of means | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------------------------------|------|------|
| | F | sig. | t | df | p |
| Equal var, assumed | 23.991 | .000 | 2.366 | 1035 | .018 |
| Equal var. not assumed | | | 2.461 | 839 | .014 |

으로 H-2는 기각되었으며 비행시간이 1500시간 이상일수록 부기장의 운항심사 합격률은 상승하는 것으로 판명되었다.

표 6과 같이 비행시간에 따른 부기장 표본 집단의 시계집근 테스트 합격률에는 유의한 차이가 있는 것으로 판명되었다. 하지만 정규분포 곡선에서 나타났듯이 연구자는 정규성 가정을 충족하지 못하는 것으로 판단하여 비모수 통계검정을 통해서 이러한 합격률의 차이를 재차 확인하고자 하였다.

비모수 통계검정을 위해서 다음의 표 7과 같이 Mann-Whitney U 검정을 사용하였다. Mann-Whitney U 검정은 모집단의 형태나 모집단의 모수에 관한 가정이 필요 없는 방법으로서 모집단의 정상성에 의구심이 갈 때 사용하는 대표적인 비모수 검정방법으로 알려져 있다. 항공사 부기장 표본 집단의 수가 1,037개이므로 충분한 표본이 확보되었기 때문에 모집단을 추정하는 데 무리가 없다고 판단하였다.

표 7. 비행경력 구분에 따른 맨-휘트니 U 비모수 검정

Table 7. Mann-Whitney U non-parametric test by flight hour.

| classification | non-parametric statistics |
|------------------------------|---------------------------|
| Mann-Whitney U | 1,037 |
| Wilcoxon W | 130,082.500 |
| z score | 197,243.500 |
| Asymptotic significance | 130,082.500 |
| Standard error | 3,088.236 |
| Exact significance (p-value) | 2.360 (.018) |

상기 제시된 Mann-Whitney 비모수 검정통계량을 살펴 보면 표준화 검정통계량은 2.360이며 유의수준은 .018로 나타나 95% 신뢰수준에서 H-2를 기각하는 것으로 파악되었다. 따라서 부기장 표본의 검정통계량을 근거로 부기장의 경우 비행경력에 따른 합격률의 유의한 차이가 있음이 확인되었다.

비행경력 500시간 구분에 따른 시계접근 운항심사 결과의 차이분석을 위해 표 8과 같이 독립표본 t-검정을 수행하였다. 1500시간 구분에 따른 차이분석과 마찬가지로 500시간 구분에 따른 t-검정을 수행 하기 앞서 Levene의 등분산 검정결과 유의확률은 .010로 나타나 등분산 가정이 기각되었음을 확인하였다. 등분산이 가정 기각에 따라 독립표본 t-검정의 t값이 -1.214로 유의확률 .226으로 분석되었다. 즉, 95% 신뢰수준에서 기장 집단의 비행시간 500시간 구분에 따른 기장의 시계접근 운항심사 합격률의 차이가 없다는 가설 H-4를 채택한 것이다.

부기장 표본 집단에서도 500시간 구분에 따른 시계접근 운항심사 합격률의 차이를 분석하기 위해 독립표본 T-검정을 수행하였다. Levene의 등분산 검정결과 유의확률은 0.014로 나타나 등분산 가정이 기각되었음을 확인하였다.

표 8. 기장 집단 500시간 구분에 따른 t-검정

Table 8. The t-test for captain with 500 flight time.

| classification | N | Mean | Standard deviation | Standard error |
|--------------------|------|------|--------------------|----------------|
| less than 500 hour | 239 | 1.89 | .312 | .020 |
| 500 hour or more | 1165 | 1.92 | .275 | .008 |

| classification | Levene's test equality of var. | | t-test for equality of means | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------------------------------|---------|------|
| | F | sig. | t | df | p |
| Equal var, assumed | 6.696 | .010 | -1.319 | 1402 | .187 |
| Equal var. not assumed | | | -1.214 | 318.302 | .226 |

표 9. 부기장 집단 500시간 구분에 따른 t-검정

Table 9. The t-test for first officer with 500 flight time.

| classification | N | Mean | Standard deviation | Standard error |
|--------------------|-----|------|--------------------|----------------|
| less than 500 hour | 190 | 1.72 | .412 | .030 |
| 500 hour or more | 847 | 1.82 | .3581 | .013 |

| classification | Levene's test equality of var. | | t-test for equality of means | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------------------------------|---------|------|
| | F | sig. | t | df | p |
| Equal var, assumed | 6,099 | .014 | -1.284 | 1035 | .199 |
| Equal var. not assumed | | | -1.221 | 266.088 | .223 |

표 10. 부기장 집단 500시간 구분에 따른 t-검정

Table 10. The t-test for first officer with 500 flight time.

| classification | N | Mean | Standard deviation | Standard error |
|----------------|-----|------|--------------------|----------------|
| cable(c) | 469 | 1.75 | .432 | .020 |
| fly by wire(w) | 568 | 1.87 | .337 | .014 |

| classification | Levene's test equality of var. | | t-test for equality of means | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------------------------------|---------|------|
| | F | sig. | t | df | p |
| Equal var, assumed | 98,191 | .000 | -4.901 | 1035 | .000 |
| Equal var. not assumed | | | -4.788 | 874.230 | .000 |

등분산 가정이 기각됨에 따라 독립표본 t-검정의 t값이 -1.221이고 유의확률은 .223으로 분석되었다. 즉, 95% 신뢰수준에서 비행시간 500시간 구분에 따른 부기장 집단의 합격률의 차이가 없다는 가설 H-5를 채택한 것이다.

4-2 기종에 따른 차이 분석

부기장은 항공사에서 오랜 비행경력을 쌓아 해당 기종의 기장으로 승급되기 전까지는 다양한 기종을 비행하기 때문에 부기장 집단에서 기종 특성에 따른 시계비행 운항심사합격률의 차이가 있는지를 통계적으로 분석하고자 하였다. 부기장 표본 집단에 대한 기종 구분에 따른 차이분석을 위해 독립표본 t-검정을 수행하였다. Levene의 등분산 검정결과 유의확률은 .000으로 등분산 가정은 기각되었다.

표 11. 기종에 따른 맨-휘트니스 U 비모수 검정

Table 11. Mann-Whitney U non-parametric test by type.

| classification | non-parametric statistics |
|------------------------------|---------------------------|
| Mann-Whitney U | 1,037 |
| Wilcoxon W | 148,787.000 |
| z score | 310,383.000 |
| Asymptotic significance | 148,787.500 |
| Standard error | 3,216.394 |
| Exact significance (p-value) | 4.847 (.010) |

등분산이 가정이 기각됨에 따라 독립표본 t-검정의 t값이 -4.788로 유의확률은 .000으로 분석되었다. 다시 말해서 95% 신뢰수준에서 기종 특성에 따라 합격률의 유의한 차이가 있는 것이 확인되었다. 따라서 가설 H-3을 기각하였다. 표 11과 같이 기종 구분에 따른 부기장 표본 집단의 시계접근 운항심사 합격률에는 유의한 차이가 있는 것으로 판명되었다. 아울러 H-3 가설 검정에서도 비모수 통계검정을 통해 이러한 합격률의 차이를 재차 확인하고자 하였다. 표 10에 제시된 비모수 검정통계량을 살펴보면 표준화된 검정통계량은 4.847로 매우 높게 분석되었다. 유의수준 역시 .000으로 나타나 99% 신뢰수준에서 H-3를 기각하는 것으로 파악되었다. 따라서 부기장 표본 집단의 경우 기종 특성에 따른 시계비행 운항심사 합격률의 유의한 차이가 있음을 재차 확인하였다.

V. 결론

5-1 연구결과의 요약

앞선 실증분석 결과, 기종의 경우 해당기종 비행시간이 500시간이든 1500시간이든 시계비행 운항심사 합격률 간의 차이가 없는 것으로 나타났다. 부기장의 경우는 500시간까지는 합격률과 상관없이 나오지만 1,500시간 이후부터 운항심사 합격률의 차이가 나타났다. 다시 말해서 1,500시간 이상부터는 합격률에 차이가 있을 수 있다는 것을 알 수 있다. 부기장은 기장과 달리 해당기종 비행시간을 많이 가질수록 안정적인 시계접근을 할 수 있음이 판명된 것이다.

기종에 대하여는 조종사와 조종면 사이를 기계적 혹은 유체를 연결해 왔던 케이블 방식이나, 조종사와 조종면 사이를 컴퓨터를 이용해서 전기적인 신호로 연결한 fly-by-wire(FBW) 방식이나 차이가 없는 것을 알 수 있다. FBW 방식의 항공기가 조종사가 조종하기에 편하게 설계되었다고 하지만, 시계접근의 경우는 기종에 관계없이 기장급 조종사의 기량이 평가된다고 할 수 있겠다.

항공운송사업 조종사는 8가지 능력을 모두 갖추어야 한

다고 통상적으로 알려져 있다. 첫째는 절차수행 능력, 둘째는 수동비행기량 능력, 셋째는 자동비행 능력, 넷째는 의사소통, 다섯째는 승무원 협동, 여섯째는 의사결정, 일곱째는 상황인식 능력이고 마지막으로 여덟째는 비행계획 및 업무분담 능력이다. 그러나 기장이 되기 위해서는 항공사 노선 특성 등에 따라 다소 차이가 있을 수 있으나, 통상적으로는 최소 3,500시간에서 5,000시간 이상이 비행시간이 필요하다. 시계비행 운항심사결과를 분석한 본 연구를 토대로 숙련조종사는 비행시간 4,000시간 이상이거나 해당기종 1,500시간을 비행한 조종사로 정의할 수 있을 것이다.

5-2 연구의 한계점 및 시사점

상기 모든 능력을 분석하여 숙련조종사의 정의가 다루어져야 하나 데이터 수집의 한계, 정성적 평가 등으로 전문가 인터뷰에 의존한 것이 이 논문의 한계라고 생각된다. 외국에서 국내조종사 스카우트 시 요구되는 경력도 위와 유사한 것을 고려하면 숙련조종사의 비행시간에 대한 정의는 무리한 것은 아니라 생각한다.

조종사가 근무하게 되는 최초의 항공사는 조종사가 선택하는 것이 아니라 항공사가 선택하고, 두 번째 항공사부터는 조종사가 선택할 수 있다는 말이 있다. 이는 항공운송사업의 숙련 조종사가 되기 전까지는 선택되어지는 것이고 숙련 조종사가 되었을 때 비로써 항공사를 선택할 수 있다고 한다. 현재 국내의 사업용조종사의 과다배출에 대한 논의가 이루어지고 있고 향후 더욱더 심화될 것으로 예측된다. 이런 문제와 더불어 항공운송사업의 숙련조종사 부족은 항공운송사업 환경 조성 등 고민과 개선이 필요하다고 하겠다.

References

- [1] Korea Civil Aviation Association (KCA), Aviation market trend and analysis, No. 79, pp.4-5, Jan, 2019.
- [2] S. S. Hwang and S. H. Choi, "A study on improvement of the air carrier pilot's qualification check in Korea," *Journal of Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol. 22, No. 1, pp. 32-43, March, 2014.
- [3] S. H. Choi, Y. C. Choi and Y. H. Lee, "Flight operation ; A study on situation awareness of helicopter pilot," *Journal of Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol. 15, No. 1, pp. 54-60, March, 2007.
- [4] Federal Aviation Administration, Instrument rating - airplane airman certification standards, FAA-S-ACS- 8B, Flight Standard Service, Washington D.C., pp. A-1 to A-7, June, 2018.
- [5] C. Chou, D. Madhavan, and K. Funk, "Studies of cockpit task

- management errors,” *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 6, No. 4, pp. 307- 320 1996.
- [6] M. Raby, and C. D. Wickens, “Strategic workload management and decision biases in aviation,” *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 4, No. 3, pp. 211-240, 1994.
- [7] Federal Aviation Administration, Advanced qualification program, FAA AC 120-54A, AFS-200, *Advisory Circular*, pp.17-23, Jan., 2017.
- [8] Federal Aviation Administration, Flight crew member line operational simulations : line-oriented flight training, special purpose operational training, line operational evaluation, FAA AC 120-35D, AFS-200, *Advisory Circular*, pp.24-31, March, 2015.
- [9] S. Yule, R. Flin, N. Maran, D. Rowley, G. Youngson, and S. Paterson-Brown, “Surgeons’ non-technical skills in the operating room: reliability testing of the NOTSS behavior rating system,” *World Journal of Surgery*, Vol. 32, No. 4, pp.548 - 556, 2008.
- [10] P. Gontar and H. Hoermann, “Reliability of instructor pilots’ non-technical skills ratings,” in *Proceeding of the 18th International Symposium on Aviation Psychology Conference*, Dayton: OH, pp. 1-5, May, 2015.
- [11] W. T. Park, “An investigation of the aircraft pilots licence acquisition standard reference material providing,” *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 20, No. 6, pp.580-587, 2016.



이근영 (Geun-Young Lee)

2013년 8월 : 한국항공대학교 항공경영학과 (경영학박사)
 2015년 9월 ~ 현재 : 한국교통대학교 항공운항학과 조교수
 ※관심분야 : 항공안전, 항공정책, 항공기엔진, 기체구조



황재갑 (Jae-Kap Hwang)

2006년 3월 ~ 2017년 5월 : 국토교통부 항공정책실
 2017년 6월 ~ 현재 : 서울지방항공청 항공운항과
 2017년 2월 : 한국항공대학교 운항관리학 석사
 2018년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 교통정책시스템공학과 박사과정
 ※관심분야 : 항공운항, 항공정책, 안전감독



장지승 (Ji-Seung Jang)

2011년 2월 : 한국항공대학교 항공경영학과 (항공경영학석사)
 2015년 8월 : 한국항공대학교 항공경영학과 (경영학박사)
 2000년 3월 ~ 2018년 6월 : 대한항공 객실승무본부
 2018년 7월 ~ 현재 : 대한항공 인천여객서비스지점
 ※관심분야 : 항공운송, 항공서비스, 항공사 운영