

# 조종사 상황인식과 지식구조의 상관관계

## A Correlation between Pilot's Situation Awareness and Knowledge Structures

권보현\* (대한항공), 김칠영 (한국항공대학교)

### 1. 서론

운항 승무원은 항상 변화하는 상황하에서 항공기를 운항하고 있다. 상황인식은 항공기를 운항하는 조종사가 역동적인 비행환경에서 자신과 항공기의 상황을 지속적으로 인식하고 인식된 내용을 자신의 지식과 경험을 바탕으로 이해하고 이러한 이해를 기반으로 미래를 예측하며 적절한 의사 결정을 유도해 나가는 과정이다. 상황 인식에 대해서는 심리학 분야뿐만 아니라 항공 안전 분야에서도 많은 연구가 이루어지고 있으며 다른 분야와도 연계되어 연구되고 있다.

그러나 지금까지 운항 승무원에 대한 부분적인 연구는 시도되었으나 실제 Line 조종사들의 상황 인식에 대한 종합적인 연구는 이루어지지 않았다. 본 연구는 운항 승무원들의 상황 인식에 대한 태도와 능력을 측정하고자 하였다. 이를 위해 대한항공 운항 승무원 중 비행 경험과 기량을 겸비한 검열 조종사(LCP:Line Check Pilot)와 비행 경험이 적은 부기장(비행 경험 1,000시간 이하)들을 대상으로 상황인식에 대한 전반적인 설문 조사와 병행하여 상황인식 단계별 인식 정도를 측정하여 비교함으로써 상황인식에 영향을 미치는 요소를 살펴보고 이것이 지식 구조와 어떤 관련이 있는지를 또는 어떤 영향을 미치는지를 밝혀 운항 승무원들의 상황인식 능력 향상과 교육 효과 증대 방안을 모색해 보고자 한다.

### 제1절 연구 대상 및 방법

#### 1. 연구 대상

연구 대상은 각 기종별 검열 조종사와 신입 부기장들을 대상으로 하였다. 검열 조종사는 현장 근무(line operation) 5년 이상, 비행시간 5,000시간 이상으로 하며 신입 부기장은 현장 근무

(line operation) 1년 이내, 비행시간 1,000시간 이내로 하였으며 참여 인원은 각 그룹별 20인 이상으로 하였다.

#### 2. 설문지 구성

설문지는 운항 승무원을 대상으로 상황 인식에 관련된 일반적인 내용들에 관한 설문 사항과 CRM skill의 범주화와 상황 인식 능력에 대한 측정으로 구성하였으며 CRM 범주화를 위한 사례들은 항공 준 사고 보고제도(KAIRS)에 따라 교통안전공단에 보고된 국내 항공사 주요 사례들 중 교통안전공단 소식지 GYRO(2002년 - 2005년)에 등재된 사례들을 발췌하여 사용하였다. 상황 인식 사례 4 문항 역시 국내 항공사에서 발생하였던 사례들을 시간과 장소 등을 삭제한 후 설문 응답자들이 해당 사례들이 가상 상황이라고 여기도록 만든 다음 사용하였다. 이 설문지는 사전에 인지하지 못하도록 설문 직전 배포하였다.

#### 2.1. 설문 사항

- 상황 인식 장애 요소
- 상황 인식 장애 요소별 척도(7점 척도 사용)
- 상황 인식에 도움을 주는 요소
- 서술적 지식과 절차적 지식 선호도
- 잠재적 위험과 인지된 위험 선호도

#### 2.2. 측정 사항

- 24개 준 사고 내용에 대한 CRM skill 범주화
- 4개 가상 상황에 대한 3단계 상황인식 능력

#### 2.3. 측정 방법

설문지 조사는 검열 조종사 정기 보수 교육 기간(2005년 11월 11일 및 11월 18일) 중 실시하였으며 부기장은 EMC(Error Management Course) 보수 교육 기간(2005년 11월 29일)에 실시하였다. 설문 작성 시간은 시간적 통제를

가하기 위해 1시간으로 제한하였다. 설문 시작 전에 작성 방법 및 제한 사항을 알려 주었으며 설문과 관련된 힌트는 제공하지 않았다. 단 설문 작성 방법에 의문이 있을 때만 질문에 응답하였으며 제한시간 이전에 설문을 마친 사람들은 설문 응답지 제출 후 퇴장토록 하였다.

2.4. 분석 방법

배포하여 수거된 설문지는 검열 조종사 1차 52부, 2차 45부였으며 부기장은 29부였다. 이 중 검열 조종사 1차 설문은 부여된 설문 내용이 많고 어렵다는 지적에 따라 검열 조종사 2차 설문과 부기장 설문 시 상황 인식 사례 6문항을 2문항으로 줄여 4문항으로 실시하였다. 따라서 분석은 검열 조종사 2차 설문 45부 중 성실히 응답한 29부와 부기장 29부 중 23부를 대상으로 하였다. 분석 대상이 된 총 52부의 설문지는 CRM 전문가 4명(Human Factor Team 소속)에 의해 점수화되었으며 아래와 같이 분석하였다.

- 각 자격별 설문 응답 내용 분류 및 교차 분석
- CRM skill 및 3단계 상황 인식 능력의 점수화 및 비교

제2절 연구의 한계 및 의의

본 연구는 현업에 근무하고 있는 민간항공 조종사들을 대상으로 하였으며 가상적인 내용을 기술한 설문지를 통해서 측정하므로 설문내용 이해도와 문장 이해도에 따라 실제 상황인식 능력과의 차이를 보일 수 있다. 또한 대상 집단의 참가 동기 정도에 따라 높은 신뢰도를 나타내지 못할 수도 있다. 그러나 이러한 연구를 통해 상황인식 능력을 분석할 수 있는 도구(tool)를 개발하여 측정함으로써 조종사들의 지식 구조에 영향을 주는 요소를 알 수 있고 이러한 지식 구조가 상황인식에 미치는 영향을 분석할 수 있을 것이다. 이러한 분석은 비행 교육/훈련 방법을 개선할 수 있는 하나의 계기가 될 것이다.

2. 실증 연구의 설계

본 연구에서는 외적 환경과 업무 환경 요인은 동일한 조건으로 하고 지식 구조와 태도를 독립 변수로 하고 그에 따른 상황 인식 능력을 종속 변수로 하였다.

본 연구에서 설정한 가설은 다음과 같다.

가. 운항 승무원들은 전문성의 정도에 따라 상황인식 단계별로 인식 능력의 차이가 있을 것이다.

나. 비행 중 복합적인 상황발생이 가장 상황인식에 장애를 줄 것이다.

다. 전문성이 높을수록 잠재된 위험 상황보다 인지된 위험 상황을 선택할 것이다.

라. 전문성이 높을수록 서술적 지식보다 절차적 지식을 선호할 것이다.

마. 전문성이 높을수록 CRM에 대한 척도가 높을 것이다.

III. 설문 분석 및 실증 연구의 검증

제 1절 설문 분석

1. 응답자 평균 비행시간

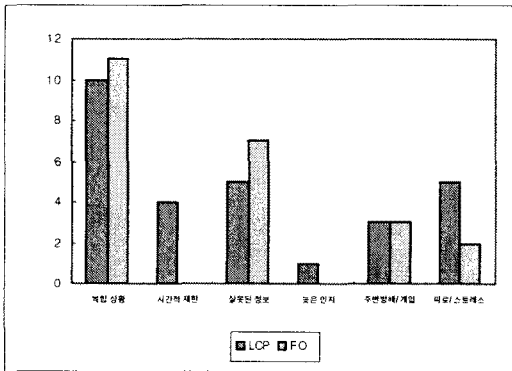
[표1] 자격별 평균 비행시간

총비행시간			
자격별 분류	평균	N	표준편차
LCP	10303.45	29	3402.99
FO	657.83	23	104.40
합계	6037.12	52	5455.49

2. 상황인식 장애 요인

상황인식 장애요인에 대해 제시된 6가지 사항 중 가장 영향을 미친다고 생각하는 요인을 선택하라고 한 설문이다. 주어진 예는 ‘복합적인 상황’, ‘시간적인 제한성’, ‘잘못된 정보’ ‘늦은 인지’, ‘주변의 방해 또는 개입’, ‘피로/스트레스’이다. 상황인식 장애요인 분석 결과 카이제곱 검정 (Chi-Square test)에 의하면 pearson 카이제곱 값이 신뢰도 95% 구간에서 자유도 5일 경우 11.07이상이 되어야 두 집단간 상관관계가 있다고 해석되나 값이 6.779이므로 집단간 상관관계가 약한 것으로 나타났다.

[표2] 상황인식 장애요인



위 도표에서 상황인식 장애 요인에 대해 LCP 들은 '복합적인 상황'(34.5%)과 피로/스트레스'(20.7%)를 주요 원인으로 응답한 반면 FO 들은 '복합적인 상황'(47.8%), '잘못된 정보'(30.4%)로 응답해 차이를 보이고 있으며 두 집단 모두 상황인식 장애요인은 '복합적인 상황'(전체평균:40.4%)이 주원인이라고 보고 있다. 복합적인 요인은 주의를 분산시키고 대응해야 할 과제가 많은 반면 상황이 악화될 수 있는 여지가 많다. 경험이 부족한 초보자일수록 상황을 이해하기가 힘들고 이를 기반으로 한 상황 예측은 더 어려워진다. 상황에 대한 이해와 예측이 어려워질수록 문제에 몰두하게 되고 다른 상황에 대해서는 간과하게 된다. 따라서 3차원 공간에서 움직이는 항공기를 조종하면서 여러 가지 복합 상황을 인지하고 이해하며 예측한다는 것은 상당한 훈련을 필요로 한다고 볼 수 있다.

2.1. 상황인식 장애요인 산포도

상황인식 장애 요인별 상관관계에 대한 산포도를 찾아 본 결과 6가지 요인 중 서로 상관관계를 보인 부분은 '늦은 인지'와 '잘못된 정보'로서 정(正)의 상관관계를 나타내고 있으며 다른 부분들은 특별한 관계를 보이지 않았다.

2.2. 상황인식 도움 요인

상황인식에 도움을 주는 요인에 대한 설문은 5가지의 보기를 예로 주었다. 내용은 '시스템 지식' '규정 절차의 숙지' '주변의 도움' '많은 비행 경험' '에어맨십(Airmanship)' 이다. 카이제곱검정 결과 집단간 상관관계가 있음을 나타내고 있다. 즉 집단별로 상황인식에 도움을 주는 요인에 대한 응답에 차이가 있다는 것을 나타내

었다. LCP는 상황인식에 도움을 주는 요인이 'Airmanship(34.5%)으로 가장 많았으며 규정절차의 숙지(27.6%), 시스템 지식(24.1%)로 응답했다. 반면 FO는 규정절차의 숙지(43.5%), 많은 비행 경험(39.1%)으로 응답해 집단간 차이를 보이고 있다. LCP들은 많은 비행 경험을 가졌지만 비행 경험만으로는 여러 가지 상황을 다 체험할 수 없으므로 에어맨십이 더 중요하다고 판단하고 있고 FO들은 규정 절차의 숙지가 중요하며 많은 비행경험을 통해 다양한 경험을 하는 것이 중요하다고 보고 있다.

3. 잠재위험/인지된 위험 선호도

사람은 상황인식 과정의 최종 단계 즉, 의사 결정과 중복되는 단계에서 잠재된 위험 상황과 인지된 위험 상황 중 자신이 선호하는 방향으로 선택을 하게 된다. 이러한 과정은 존재하고 있는 위험 상황을 받아들이고 해결할 것인지 현재는 불확실하지만 위험해질 수 있는 상황을 선택할 것인지에 대한 개인의 선호도인 것이다. 본 연구에서는 LCP들이 인지된 위험 상황을 선택할 것으로 유추했다. 그러나 분석 결과 LCP와 FO간의 집단간 상관관계가 미약하거나 오히려 LCP들이 잠재된 위험상황을 선택하는 것으로 나타났다.

4. 서술형/절차형 선호도

이 설문에서는 운항 승무원이 개념적인 서술형 문항에 대해 먼저 반응하는지 혹은 절차형 문항에 대해 반응하는지를 알아보고자 하였다. 일반적으로 교육/훈련 시 시스템이나 절차와 같은 개념적 학습을 먼저 하게 된다. 개념적 학습이 이루어지고 난 후 업무 숙달을 위한 절차 훈련을 하게 되는데 이런 과정이 Mockup이나 시뮬레이터에서 이루어진다. 따라서 업무에 숙련될수록 절차형 문항을 선택할 것으로 예측하였다. 주어진 설문별 빈도와 교차 분석을 실시하였다. 그러나 10개 문항 모두 집단별 변별을 보이지 않았다. LCP들은 기대와 달리 서술형 문항을 많이 선택하여 FO들의 선택과 차이를 보이지 않았다.

5. CRM 사례 분석

CRM 사례는 교통안전 공단 소식지 GYRO(2002년 - 2005년)에 등재된 내용 중 주요 사례 24가지를 발췌하여 사용하였으며 사례별로 내용을 기술한 후 사례 발생 원인이 5가지 CRM skill 중 어디에 해당하는지 고르도록

하였다. 분석 결과 LCP는 46.67/72로 문항 당 평균 1.95/3 이며 FO는 48.61/72로 문항 당 평균 2.03으로 집단간의 점수 차는 의미가 없으나 근소하나마 FO 집단이 1.94/72점이 높아 CRM 이론적 교육 효과가 FO들에게 더 남아 있는 것으로 판단된다. 사례별로 집단간 변별은 보이지 않아 실제적으로 경력에 따른 CRM 이론 능력은 차이가 없는 것으로 볼 수 있다. 다만 이러한 기본적인 이론 능력을 종합적으로 운항에 어떻게 적용하느냐에 대한 판단은 추후 과제로 유보한다.

6. 상황인식 사례

상황 인식 사례는 실제 발생하였던 사례들을 가상 상황으로 만들어 제공되었다. 사례 1의 경우 2005년 8월 14일 발생한 Helios Airways Flight HCY 522에 관한 내용으로 약 3개월 전에 발생한 사례였으나 정확한 전파나 교육이 실시되지 않아 설문에 영향을 주지 않았다. 4개의 사례 모두 상황 인지 및 이해 정도에서 유사한 능력을 보였으나 상황 예측 부문에서 차이를 보이고 있다. 특히 사례 3에서는 예측 부문에서 LCP 점수가 80.48, FO가 59.43으로 큰 변별력을 보이고 있다.

사례 3은 화물 전용항공기의 화물 탑재 물품에서 헬륨 가스가 누출된 사례를 가정한 것이다. 이 사례를 이해하고 예측하기 위해서는 화물기에 탑재 될 수 있는 물품을 알고 헬륨 가스의 특성을 이해해야 해야 상황을 예측할 수 있다. LCP들은 경험과 과거 사례를 통해 문제점을 이해하고 예측할 수 있었지만 FO들은 이 사례에서 문제해결 스키마를 활성화할 수 없었다. 따라서 이 사례에서 상황 예측 부문에서 LCP는 80.48점, FO는 59.43점으로 두 집단 간의 점수 격차가 커졌으며 각 자격별 표준 편차도 차이가 발생하였다.

제2절 실증 연구의 검증

본 연구에서 제시한 가설에 대한 검증을 하면 다음과 같다.

1. '운항 승무원들은 전문성의 정도에 따라 상황인식 단계별로 인식 능력의 차이가 있을 것이다'. 에 대한 가설에서 상황 인식 사례 검증 결과 전문성이 높을수록 상황인식 1단계보다 3단계에서 높은 점수를 나타내어 본 가설을 증명해 주었다. 특히 상황이 규정이나 절차를 적

용하기 어려운 사례일수록 예측 능력에서 전문가(LCP)들의 점수가 높은 본포를 나타내었다.

2. '비행 중 복합적인 상황발생이 가장 상황인식에 장애를 줄 것이다'. 라는 가설에서 전문가(LCP), 초보자(FO) 모두 47.6%와 52.4%로 높게 나타나 본 가설을 증명해 주었다.

3. '전문성이 높을수록 잠재된 위험 상황보다 인지된 위험 상황을 선택할 것이다'. 라는 가설에서는 가설과 다르게 전문가(LCP)들이 인지된 위험 상황보다 잠재된 위험상황을 선택(65% 이상)함으로써 본 가설은 기각되었다.

4. '전문성이 높을수록 서술적 지식보다 절차적 지식을 선호할 것이다'. 라는 가설은 전문가, 초보자 모두 서술적 지식을 절차적 지식보다 높게 선택함으로써 본 가설 역시 기각되었다.

5. '전문성이 높을수록 CRM에 대한 척도가 높을 것이다'. 라는 가설에서 초보자(FO) 집단의 척도가 오히려 높게 나타나 이 가설 역시 기각되었다.

3. 결론

본 연구를 종합적으로 정리하면 첫째, 상황 인식 장애 요인으로서는 LCP들은 '복합적인 상황'(34.5%)과 피로/스트레스'(20.7%)를 주요 원인으로 응답한 반면 FO들은 '복합적인 상황'(47.8%), '잘못된 정보'(30.4%)로 응답해 차이를 보였다.

둘째, 상황인식 도움요인에 관한 집단간 상관관계가 존재하고 있다. LCP는 상황인식에 도움을 주는 요인이 'Airmanship(34.5%)으로 가장 많았으며 규정절차의 숙지(27.6%), 시스템 지식(24.1%)로 응답했다. 반면 FO는 규정절차의 숙지(43.5%), 많은 비행 경험(39.1%)으로 응답해 집단간 차이를 보이고 있다. 상황 인식 3단계 능력 측정에서 볼 수 있듯이 에어맨십이 상황인식(예측부분)에 도움을 준다고 응답한 LCP들의 생각이 옳은 것으로 볼 수 있다.

셋째, 잠재된 위험 요인과 인지된 위험 요인 선호도에서 LCP들이 FO집단보다 인지된 위험요인을 선호할 것으로 예측했지만 LCP와 FO간의 집단간 상관관계가 미약하거나 오히려 LCP들

이 잠재된 위험상황을 선택하는 것으로 나타났다. 이는 전문가일수록 상황에 대한 통제 자신감이 높기 때문으로 판단된다.

넷째, 서술형과 절차형 선호도에서 업무에 숙련될수록 절차형 문항을 선택할 것으로 예측하였다. 주어진 설문별 빈도와 교차 분석을 실시한 결과 10개 문항 모두 집단별 변별을 보이지 않았다. LCP들은 기대와 달리 서술형 문항을 많이 선택하여 FO들의 선택과 차이를 보이지 않았다. 이는 교육을 담당하는 위치에 있어 다른 일반 직장들보다 개념적인 면을 많이 접해서 그런 것인지 혹은 절차적인 부분과 분리해서 생각하는지는 명확하지 않아 추후 연구 과제가 될 것으로 판단된다.

다섯째, CRM 사례 설문에서는 집단간의 점수차는 의미가 없으나 근소하나마 FO 집단이 1.94/72점이 높아 CRM 이론적 교육 효과가 FO들에게 더 남아 있는 것으로 판단된다. 사례별로 집단간 변별은 보이지 않아 실제적으로 경력에 따른 CRM 이론 능력은 차이가 없는 것으로 볼 수 있으며 선택 문항도 유사하였다. 다만 이러한 기본적인 이론 능력을 종합적으로 운항에 어떻게 적용하느냐에 대한 판단은 추후 과제로 유보한다.

여섯째, 상황인식 3단계에 대한 분석을 해 본 결과 시스템과 규정을 적용할 수 있는 부분에서는 두 집단간 큰 차이를 나타내지 않고 있으나 상황이 규정이나 절차 적용보다 응용을 요하는 사례에서는 LCP들이 좋은 점수를 기록한 것으로 볼 때 비행 경험이나 에어맨십이 상황 예측 능력을 향상시킨다고 판단할 수 있다.

컨설팅 전문업체인 Hillcrest Group의 설립자인 Eileen Shapiro(2005)는 저서 'Make Your Own Luck'에서 예측 지능(Predictive Intelligence)라는 용어를 사용하였다. 예측 지능은 타고나는 것이 아니며 12가지 O-O-P-A(Orient - Organize - Plan - Action)기법을 통해 형성할 수 있다고 했다. 이것은 상황 인식 능력은 개발하기에 따라 큰 차이를 보일 수 있다는 것을 시사하고 있다. 따라서 어떤 방법으로 교육을 하느냐에 따라 초보자가 어느 정도로 빨리 전문가가 되느냐 하는 문제와 직결된다는 것을 알 수 있다. 이는 지금까지의 기본적 이론적 교육에 능력별, 단계별 향상 교육을 해야 한다는

것을 의미한다. 수학 문제를 잘 푸는 비법은 기본 공식을 잘 응용하는 것처럼 계속 기본 공식만 외우게 할 게 아니라 응용문제를 많이 접해 보게 해야 한다는 것이다. 이러한 방법으로는 사고 사례 전과 및 교육, 잘 구성된LOFT(Line Oriented Flight Training) 프로그램의 활용, 다 경험자와의 토론 등이 있을 것이다. 그러기 위해서는 교육 훈련 프로그램의 전문화, LOFT 개발자(프로그래머)의 전문화, 사례 전과 체제 및 방법 등을 개선하여야 할 것이다.

#### 4. 논의 및 시사점

본 연구에서 운항 승무원들을 전문가 집단과 초보자 집단으로 나누어 설문과 상황 인식 능력을 측정된 결과 기본적인 교육은 기준 이상으로 잘 되어 있어 전문가 집단과 초보자 집단간 큰 차이를 보이고 있지 않으나 상황 인식 예측 부문에서 차이를 보였듯이 경험과 에어맨십은 상황 인식 능력에서 큰 기능을 한다고 볼 수 있다. 다만 본 설문과 측정 방법이 실시간 측정이 아니라 설문지를 통한 측정이라서 문장 인식 능력과 응답자의 태도에 따라 차이를 보일 수 있다. 그러나 응답자 대부분이 성실한 응답을 해 주어 신뢰도를 높일 수 있었지만 판단이 유보된 부분(서술형과 절차형의 선호도, CRM의 실 비행 적용 능력 등)과 응답한 문항에 대한 사유를 재 설문 한다면 보다 정확한 원인을 찾아낼 것으로 판단된다. 이러한 연구가 보다 광범위한 지원과 협조를 통해 이루어진다면 교육 질의 향상과 평가의 효율성 등에 기여할 것으로 기대한다.

#### 참고문헌

1. 박 수애, 김 민영, 김 용석, 손 영우, '위험 사건에 대한 민항기 조종사의 인식 구조 및 의 사결정 요인 연구'제7회 항공안전 세미나, 2004.
2. 이 순철, Human Error의 심리학적 이해', 제 5회 항공안전과 Human Factor 세미나, 1999.
3. 이 정모, '이해의 심리적 과정의 한 모델', 대우 학술 총서, 1989.
4. 이홍주, '선형지식구조이론과 영어독서' 한국 영어교육학회, 1985.

5. 한덕웅외, '인간의 마음과 행동', 박영사, 2005.
6. Boeing, 'Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents' Aviation Safety Boeing Commercial Airplanes, 2005.5.
7. Debra G. Jones and Mica R. Endsley, 'Use Real-Time Probes for Measuring Awareness' The International of Aviation Psychology, 2002.
8. Mica R. Endsley, 'Automation and Awareness' In R. Parasuraman & Automation and Human Performance: Theory and applications, 1996.
9. Renee J. Stout and Eduardo Sales, Kurt 'The Role of Trainee Knowledge in Aviation Team The International Journal of Aviation' 1996.
10. Ute Fisher, Judith Orassanu, Mike Wich, 'Expert Pilot's Perceptions of Problem In R. Jensen (Ed.), Proceedings the 8th International Symposium on Psychology, April 1995.
11. Eileen Shapiro, Howard Stevenson, 'Make Your Own Luck' Penguin USA, 2005.5