



Fly the dog

인적 오류와 비행 훈련

by Captain Pat BOONE

조종사의 관점에서 본 조종사의 인적 오류

오랜 시간 동안 항공기 시스템의 신뢰성은 높아졌지만 조종사의 인적 행동(Human behavior)은 오늘날 항공 안전에 영향을 미치는 가장 중요한 요소가 되었습니다. 시뮬레이터 훈련은 종종 비행 skill 과 emergency checklist 및 표준 운영 절차(SOP)의 올바른 실행에 중점을 둡니다. 그러나 통계에 따르면 항공기 사고에는 전형적인 시뮬레이터에서 훈련한 비정상 상황이 거의 포함되지 않습니다. 우리는 다른 것에 집중해야 할까요?

Engine failure, 모든 electric generator 의 failure 또는 객실 감압은 치명적인 사고로 이어지는 경우는 거의 없었습니다. 다만 후자는 대응이 힘들 수는 있지요. 진압할 수 없는 engine 화재는 10 분 이상 지속되면 날개가 떨어져 나간다는 공포스러운 이야기에 불구하고 생명을 위협하는 사건이 아니었습니다. 최근 싱가포르의 777 날개 화재는 이를 증명하였습니다. 폭우, 얼음 결정 또는 화산재로 인한 모든 engine flameout 은 실제로 발생한 사례지만 지난

수십 년 동안 치명적인 추락으로 이어진 적이 없습니다.

저는 시뮬레이터 훈련에 주어진 그 어떤 failure 도 적절한 운항 승무원의 대응으로 올바르게 관리된다면 다음을 제외하고 비극적인 추락까지 이어지지 않는다고 말할 수 있습니다.

- **Jammed 또는 편향된 flight control:** 기체가 control wheel 입력에 응답하지 않거나 flight control 이 완전히

편향되어 있는 경우. 제 조언은 Flight control 및 engine secondary effect 를 통해 제어를 다시 시도하는 것이 좋습니다.

- **신뢰할 수 없는(Unreliable) 비행 계기:** 혼동스럽고 심지어 모순되는 값을 표시하는 속도계, 고도계 또는 자세계, 예를 들어 overspeed 와 stall 경고가 함께 발생하는 경우. 저의 조언은 두 조종사가 어느 계기가 올바르게 작동하는지 결정할 때까지 몇 초 동안 항공기 자세를 유지하는 것입니다.
- **객실 화재:** 기내에서 시작되는 화재는 단 몇 분 안에 항공기를 파괴할 수 있습니다. 인터넷에서 볼 수 있는 기내 화재 영상에는 불이 붙은 지 몇 분 만에 항공기 천장에서 화염이 나오는 것을 보여줍니다. 저의 조언은 대서양 한가운데 서경 40도(40 west)를 건너고 있더라도 객실 승무원이 화염 높이가 1미터를 초과하는 것을 보고하는 즉시 하강을 시작하고 야외(off-field) 착륙을 고려하는 것입니다.

이것은 시뮬레이터 훈련이 쓸모가 없다는 것을 의미하지는 않습니다. 반대로 항공기를 안전하게 비행하려면 이러한 skill 을 연습해야 합니다. 그러나 시뮬레이터 훈련은 type-rating 요구 사항에만 중점을 두어서는 안됩니다

실제로 시뮬레이터 시간을 두 배 또는 세 배로 늘리면 당신의 시어머니/장모를 포함한 거의 모든 사람이 이전 비행 경험 없이 ILS 를 접근할 수 있습니다.

“당신이 완벽한 ILS 접근을 했다고 해서 안전한 조종사를 의미하는 것은 아닙니다.”

그렇다면 왜 우리는 여전히 비행기를 추락시키고 있을까요? 완벽한 상태의 항공기가 매달 활주로에서 계속 미끄러지는 이유는 무엇입니까?

10 건의 사고 중 6 건이 조종사의 실수로 발생하고 그 중 거의 절반이 착륙 중에 발생한다는 사실은 비밀이 아닙니다. 완벽한 정밀도로 ILS 접근을 한다고 해서 안전한 조종사가 되는 것은 아닙니다. 안전한 조종사가 되는데 필요한 것은 조종사만의 전문적 skill 이 아니라 일반 조종사와 안전한 조종사의 차이를 만드는 일반적인 사람의 skill 입니다. 안전한 조종사가 되는 것이 궁극적인 목표여야 합니다.

조종사의 실수는 결코 근절될 수 없지만, 조종사의 관점에서 차이를 만들고 더 안전한 조종사가 될 수 있다고 믿는 두 가지 영역이 있습니다. 이 영역은 Self-discipline(자기 관리) 과 Cockpit Resource Management (CRM). 입니다.

자기 관리(self-discipline)

비행 기술과 건전한 판단력 외에도 자기관리는 훌륭한 비행 기술의 세 번째 핵심입니다. 불행히도 경험 많은

조종사라도 자제력 부족으로 인해 안전이 위태로울 수 있는 경우가 다수 있습니다. 그것은 서투른 필체와 같이 단순한 것일 수 있습니다.

필체

당신이 몇 년 전에 배운 것을 다시 언급하는 것이 현학적(pedantic, 術學的)으로 들릴지 모르지만 어떤 조종사의 필체는 의사의 필체와 비슷합니다. 읽을 수 없는 필체는 비행 안전을 위협합니다!

FCM completes this section		
	Weight	CG
Zero Fuel	98420	28.7
Landing	723000	24.0
Take-off	756000	26.6

Takeoff weight 는 146.00 인가 156.000 인가?
Landing CG 는 24.0 인가 29.0 인가?

일년에 여러 번 운항승무원이 작성한 숫자들을 읽기가 불분명하여 load sheet 에 잘못된 무게가 기록됩니다.

작년에 이 항공사는 잘못된 필기로 인해 in-flight engine shutdown 하는 일이 있었습니다. 이륙 시 발견된 과도한 fuel imbalance 는 이전 승무원이 maintenance logbook 에 명확하지 않은 잔여 연료 항목을 기재하여 심각한 연료 누출로 인식되었기 때문입니다.

당신의 동료 조종사와 지상 조업자는 다른 알파벳을 사용하는 다른 문화권 출신일 수

있습니다. 필체가 명확하지 않으면 간단한 숫자가 잘못 해석될 수 있습니다.

명확하게 쓰기 위해서는 추가적인 노력과 자기관리가 필요합니다. 날씨를 기록하거나, load sheet 를 준비하거나, 연료를 주문하거나, 항공기 성능을 계산할 때마다 명확한 필체를 사용하는 것이 좋습니다.

Checklists 의 사용

조종사가 의도적으로 체크리스트를 건너뛰는 것은 매우 드문 일입니다. 이륙 활주로로 가는 긴 taxiway 에서는 승무원이 운항과 관련 없는 잡담으로 인해 주의가 산만해지고 결과적으로 이륙 전 체크리스트를 건너뛰 위험이 증가합니다.

그러나 더 중요한 것은 체크리스트가 완료되는 방식입니다. 스위치를 보지 않고 체크리스트 항목을 읽고 응답을 하면 체크리스트의 효율성이 무의미해 집니다! 저는 어느 major 제작사의 checklist 에서 FO 가 오버헤드 패널 setting 을 하고 또 본인이 checklist 항목을 읽고 스스로 응답하는 normal checklist 를 보면 놀라울 따름입니다. 여기에서 전형적인 verbal challenge 및 response cross check 은 완전히 배제되었기 때문입니다. 기장이 집중해서 체크리스트를 적극적으로 따르는 것은 지상 직원이 조종석에 call 하거나, 객실 승무원이 탑승 문제를 보고하거나 다른 source 에 의해 주의가 분산되지 않도록 하는 것은 상당한 수준의 자기관리가 필요합니다.

부기장에 대한 제 조언은 체크리스트를 읽는 동안 기장을 모니터링하라는

것입니다. 부주의를 알아차리면, 당신의 침묵이 그 나이든 기장을 깨우고 그가 주의력을 되찾을 때까지 체크리스트를 멈추는 것입니다. 불행히도, 대부분의 부기장은 기장이 수신되는 문자 메시지를 보기 위해 휴대전화를 움켜쥐었을 때도 그저 체크리스트를 계속 진행한다는 것을 알게 되었습니다.

조종사가 근무일에 출근하여 최대 30 번까지 체크리스트를 읽는 것은 일상적인 작업이므로 조종사가 스위치 위치와 조종실 표시를 주의 깊게 확인하지 않고 체크리스트를 완료할 위험이 높아집니다. 스페인 MD-82 에 탑승한 조종사는 체크리스트를 읽으면서 이륙을 위해 설정된 플랩 setting 을 입으로만 확인하였습니다. 몇 분 후 항공기는 이륙 중 flap up 상태로 추락하였습니다.



스페인의 MD-82 는 take off flap 을 setting 하지 않고 이륙 중 추락하였다.

Standard Operating Procedures

표준 운영 절차(SOP)는 항공사마다 다르며 훈련 담당 직원이 바뀔 때 종종 변경됩니다. 매 시즌마다 회사를 옮기는 파일럿도 새로운 SOP 를 적용하는 데 어려움을 겪을 수 있습니다.

SOP 는 multi-crew 조종석에서 두 조종사 사이에 작업을 분배합니다. 각 조종사는 어떤 버튼을 눌러야 하고 어떤 호출이 제공되거나 예상되는지 알고 있습니다. SOP 는 두 개의 톱니바퀴가 차례로 회전하도록 하며 모든 조종석에서의 절차가 체계적인 방식으로 수행되도록 합니다. 하지만 그게 다가 아닙니다.

SOP 는 상식적으로 보이지 않을 수 있으며 처음에 특정 SOP 를 만든 후 그 뒤에 숨겨진 생각을 이해하기 어려울 수 있습니다. 종종 SOP 는 치명적인 사고로 이어지는 조종사의 실수를 방지하기 위해 그 선례를 바탕으로 하여 만들어집니다. 몇 년 전 키프로스 737 항공기의 모든 승무원과 승객은 항공기가 기내에 여압장치를 작동하지 않은 상태로 상승하면서 의식을 잃었습니다. 항공기는 Autopilot 을 계속 유지했고 연료가 바닥난 지 1 시간 후에 추락했습니다. 얼마 후 여러 회사에서 초기 상승 중 여압 시스템에 대한 추가 점검을 포함하여 SOP 를 업데이트했습니다. 따라서 회사 SOP 를 항상 이해하거나 동의하지 않더라도 항상 이러한 절차를 준수해야 합니다. 다시 말하지만 이것은 매일 자기 훈련이 필요합니다.

Switch 조작과 monitoring

지겨운 잔소리가 한가지 더 있습니다. 당신은 아마도 두 살 때부터 라디오를 켜는 방법을 알고 있을 것입니다.

그럼에도 불구하고 많은 항공기 사고에서 switching 이 사고의 원인으로 나타났습니다. 승무원은 시스템을 켜거나 필요한 모드에서 autopilot 을 작동시킨

것으로 생각되지만 스위치가 올바른 위치에 있지 않았거나 스위치가 선택되었을 때 시스템이 올바르게 응답하지 않았습니다.

기본적 switching 을 slow motion 으로 4 단계로 나누어 보겠습니다.

- Step 1: 올바른 스위치를 선택하십시오. 조종실의 스위치는 비슷하게 생겼으며 다른 스위치를 선택할 위험이 있습니다. 당신은 구름을 통과하며 engine anti-ice 대신 HYD SYS B 를 끈 최초의 737 조종사가 아닐 것입니다. 몇 년 전 부조종사는 도어 잠금 해제 대신 RUD trim 을 회전시켜 13 도 bank 로 비행기를 회전시켰습니다
- Step 2: 스위치를 조작하기 전에 예상되는 system indication 에 대해 스스로에게 묻고 확인하십시오. 착륙을 위해 Autobrake 를 선택하는 것은 쉽습니다. 하지만 NORMAL 에서 HIGH Flow 모드로 에어컨을 선택할 때 덕트 압력은 어떻습니까? 덕트 압력이 변하지 않거나 감소하거나 증가할 것으로 예상합니까? engine anti-icing 을 ON 으로 선택하면 일반적인 Boeing 조종석에는 8 개의 indication 이 있다는 것을 알고 계셨습니까? 지금까지 수백 번 했을 것입니다. 그것들이 무엇인지 알고 계시나요?
- Step 3: 스위치를 올바른 위치로 조작하십시오. 이 언급은 여러 항공기 Type 또는 시리즈를 비행하는 조종사와, 동일한 스위치가 다른 선택을 할 수

있는, 특히 제작사의 공장에서 새로 배송된 항공기에 해당됩니다.

- Step 4: Step2 에서 나열한 작업을 모니터링합니다. 모든 light 와 indication 이 예상대로 표시되는지 확인합니다.



Hydraulic Pump switches 가 Engine Anti-Ice switches 대신 조작될 수 있다.

자, 그럼 가장 어려운 step 은 무엇인가요? 항공기 type 을 전환하는 조종사에게 step2 는 아마도 어려운 단계일 것입니다. 안타깝게도 항공기 type 에 대한 경험이 몇 년이나 있는 일부 조종사들도 조종석의 스위치 선택에 대한 respond 를 인지할 수 없음이 밝혀졌습니다.

그러나 숙련된 조종사에게는 step 4 가 걸림돌 입니다. 25 년 동안 같은 항공기 type 을 비행하면서 나는 조종실의 모든 스위치를 약 25,000 번이나 조작하였습니다. 그 light 을 처음 보는 것처럼 그 light 을 응시하는 데 얼마나 자제력이 필요한지 상상이 가시나요? 시스템이 예상대로

응답하는지 확인하기 위해 매일 해당 패널을 확인하는 것은 매우 지루합니다!

잠을 설친 후에 여전히 졸린 이른 아침, 조종석 시스템이나 Autopilot 은 당신의 조작에 반응하지 않아도 당신은 이를 알아차리지 못합니다. 이것들은 당신을 죽음에 이르게 하는 error 입니다! 시스템이 수년 동안 작동했기 때문에 시스템이 결코 fail 하지 않는다고 생각하는 날이 crash 하는 날입니다!

“시스템이 결코 fail 하지 않는다고 생각하는 날이 crash 하는 날입니다!”

터키의 737 은 Auto throttle 시스템이 켜진 상태에서 암스테르담에 접근하는 과정에서 추락했습니다. 조종석에 Safety pilot 이 탑승했음에도 불구하고 Auto throttle 시스템은 승무원들에 의해 모니터링되지 않고 그날 작동하지 않았습니다. 같은 시스템이 모니터링되지 않은 채로 운항중 샌프란시스코에서 발생한 한국의 777 사고에서 Auto throttle 이 SPEED 대신 예기치 않은 HOLD 모드로 전환되었습니다. 많은 사고 보고서에서 시스템 동작이나 오작동이 조종실에 명확하게 시현되어 있지만 두 조종사 모두 이를 알아차리지 못했다는 내용을 읽었습니다!

공부하세요 Know the books

훈련생에게 map display 에 표시되는 terrain 고도에 대해 질문한 적이 있습니다. "green-amber-red 로 표시되는 값을 알고 있습니까?"

놀랍게도 조종사 10 명 중 9 명은 내 질문에 대답하지 못했습니다. 답변은 "녹색은 음... 제 생각에는 minus 2000 피트였던 것 같습니다. 아니... minus 500 피트였습니까? 어, 기억나지 않습니다."라든지 "확실히 4000 피트입니다. 지난 주에 line check 을 했습니다. " 혹은 "웃긴 질문이군요".라는 대답도 있었습니다. 그 어느 것도 정답이 아니었습니다.

N1 engine display 에 대해서도 동일한 green-amber-red 질문을 할 수 있습니다.

일부 조종사는 내 질문에 기분이 상해서 더 이상 질문을 하지 않았습니다.



Terrain relative height 를 시현하는 전형적인 map display 는 green, amber, red 로 표현한다.

당신이 수술을 위해 입원하고 수술대에 누워 있다고 상상해 보십시오. 의사가 새로운 레이저 장치를 사용하여 복개수술을 시작하려 합니다. 하지만 그에게 새 장비의 green-amber-red 표시등에 대해 물으면 그는 "어, - 2000, 아니면 +500 이었는지 기억나지

않습니다..."라고 말합니다. 아마 당신은 살기 위해 도망칠 것입니다.

각 항공기 사고에는 2 단계의 조사가 수행됩니다. 첫 번째는 수사관이 인적 오류나 기술적 오작동과 같은 사고 원인을 찾으려는 기술 조사입니다. 이 보고서에는 항공사 교육 부서, 항공 교통 관제사, 항공기 제조업체 및 일련의 이벤트에 연관된 모든 사람에 대한 권장 사항이 포함되어 있습니다.

그러나 텔레비전에 나오지 않은 두 번째 평행(parallel) 조사가 있습니다. 즉 사법 조사로 누가 책임지고 누가 보상할 것인가? 에 대한 조사입니다. 생존자의 가족에 대한 보상과 부상당한 승객에 대한 의료 비용은 막대하겠지만 누군가는 책임을 져야 합니다. Pilot error 의 경우에도 pilot 이 직접 보상을 할 필요가 없으므로 걱정하지 마십시오. 회사의 보험에서 이를 보장합니다. 그러나 조종사 이자 인간으로서 책임을 져야 할 것입니다.

12 명의 배심원단이 여러분 앞에 앉아 있습니다. 그들 중 일부는 조종사가 아니어서 B707 과 A380 을 구별할 수 없으며 둘 다 날개가 2 개이고 engine 이 4 개 있습니다.

그러나 그들은 매뉴얼을 앞에 두고 있기 때문에 green-amber-red 의 차이점을 알고 있습니다. 그리고 그들은 당신에게 이렇게 말할 것입니다. "기장님, 872 페이지에 보면 green-amber-red 는.... 그런데 당신은 그것을 몰랐습니까?" 그 후 거주 국가에 따라 과실치사죄로 유죄 판결을 받을 수 있습니다.

조종사로서의 경력은 끝났습니다. 그러나 인간으로서도 당신의 삶은 끝났습니다. 말하자면 항공기 사고에서 생존한 조종사 10 명 중 2 명은 승객이나 동료 승무원의 죽음에 대한 책임을 지고 살 수 없다는 이유로 스스로 목숨을 끊고, 2 명은 같은 이유로 정신병원에 입원하게 됩니다. 두 명은 휠체어를 타고, 두 명은 감옥에 갇히며, 마지막 두 명은 직장을 잃게 됩니다. 조종사 과실이라는 꼬리표가 붙은 부상을 입은 사고에서 생존한 후 조종사가 비행을 계속하는 경우는 매우 드뭅니다. 단 1 초 만에 천국에서 지옥으로 바뀌는 것이지요.

숫자를 모른다는 이유로 당신의 경력과 삶(그리고 다른 많은 사람들의 삶)이 끝나기를 원하십니까? 항상 매뉴얼을 알고 있어야 합니다. 몇 주 전에 이론 시험에 합격한 훈련생은 이미 이론적인 내용의 상당 부분을 잊어버렸습니다. 결국 우리는 컴퓨터가 아니라 인간이며 공부해야 할 자료들이 무수히 많습니다. 따라서 정기적으로 공부하십시오. 바쁜 사회생활과 병행하려면 그만큼 자기관리가 필요합니다.

다음 시뮬레이터 check 까지 기다리지 마십시오. 그것은 고가의 게임기일 뿐입니다. 진정한 check ride 는 바로 오늘 그리고 내일, 실제 항공기와 실제 승객들과 함께 하는 비행입니다.!

참고로, 항공사는 처벌 중심 문화(blame culture)에서 이해(understanding) 하는 분위기의 문화로 전환해야 합니다. **내부 안전 조사는 조종사의 실수를 공격하고 비난하기보다는 사고에 기여한 인적 요인에 초점을 맞춰야 합니다.** 이 새로운

문화는 회사와 항공 커뮤니티에 보다 가치 있는 피드백을 제공할 것입니다.

참조 값 Reference values

이륙 시 engine fuel flow 값을 기억해 낼 수 있나요? taxi, takeoff, climb, 및 cruise 중에 hydraulic quantity가 어떻게 변하는지 알 수 있습니까? 많은 조종사는 단순히 이 질문에 관심이 없기 때문에 이러한 질문에 답할 수 없습니다. 이 숫자는 책에 없지만 매일 각핏 계기에 표시됩니다.

시뮬레이터에서 조종사가 engine 을 시동하는 동안 5 초 이상 fuel flow 의 한계를 초과하여 max EGT 이상으로 engine 을 망치는 장면을 보는 것은 좋지 않습니다. 비정상적인 연료 흐름을 인식하기만 하면 MAX EGT+ 200 도가 아닌 200 도에서도 engine 을 끌 수 있습니다.



모든 계기는 정상으로 지시하는가?

또한 항공기 한 기종에 10 년 이상의 경험을 가진 기장이 cruise 중에 electrical generator 에서 일반적으로 표시되는 전류와 전압이 얼마인지 말하지 못하는 것도 실망스럽습니다. 비행기를

좋아한다면 조종실의 모든 계기에 대한 참조 값을 알게 됩니다.

특별한 기념일 저녁 당신의 애인이 "미안, 자기야, 오늘 밤은 안될 것 같아, 나 열이 나는 것 같아"라고 말한다고 상상해 보세요. "그래 어쩔 수 없지 뭐" 라고 대답하기 전에 체온계를 잡고 체온을 측정하니 40°C 라고 나옵니다. 오늘 밤 파티를 할 것인가?, 말 것인가?

먼저 온도계를 자신에게 직접 테스트 해보는 것도 좋습니다. 36.5°C 로 표시되면 기기 오차는 제외되겠죠. 다음으로, 이전의 측정이 잘못되었는지 알아보기 위해 파트너의 온도를 다시 재 봅니다. 이제 41°C 를 보여줍니다. 이제 병원에 갈 시간인가요?

그 이유는 무엇입니까? 이 온도에 문제가 있을까요? 당신은 의사가 아닌데 어떻게 이 체온에 대해 진단할 수 있습니까?

대답은 간단합니다. 참조 값(reference value)을 알고 있기 때문입니다. 36.5°C 는 정상이므로 40°C 는 너무 높다는 것을 알고 있습니다. 너무 깊게 알 필요가 없습니다. 6 시간 수면 동안 체온이 35.5°C 까지 떨어질 수 있거나 혀 아래에서 측정한 온도가 0.3~0.8°C 더 낮아질 수 있다는 정도만 알고 있으면 됩니다. 겨드랑이는 최대 1.5°C 낮을 수 있습니다.

항공기도 마찬가지입니다. Hydraulic system 의 LOW OIL PRESSURE 표시등이 5% 마진과 1,250psi 에서 3 초 후 켜지도록 되어 있다는 사실에 대해 알 필요는 없습니다. 이런 종류의 지식으로 가득 찬 책을 쓰는

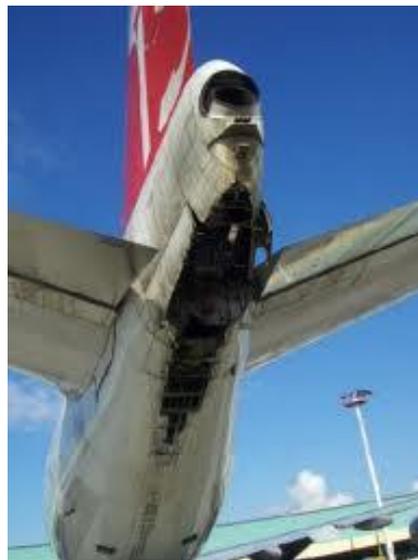
소위 항덕 조종사들이 있습니다. 나 자신도 그런 책의 저자이기 때문에 안전한 조종사가 되기 위해 이정도 수준의 세부 사항을 알 필요가 없다는 것을 확인할 수 있습니다. 약간의 참조점만 있으면 됩니다.

항공기가 상승하며 10,000 피트를 통과할 때 예상되는 객실 고도와 differential pressure 는 무엇입니까? 기내 고도 경고에 놀라는 대신 비정상적인 여압 계기를 인식하고 예상할 수 있다면 비행 생활이 훨씬 수월해집니다. 항공기 기준 값에 익숙해지려면 나름대로의 철학 즉, 사랑과 관심이 필요합니다.

항공기 V2 속도가 항공기 이륙 중량에 따라 어떻게 달라지는지 알고 있다면 FMC take off weight 입력 prompt 에서 load sheet 의 오류, 이륙 성능 계산 오류 또는 zero fuel weight 의 입력 오류를 즉시 발견할 수 있습니다.

많은 이륙 중 사고 및 tail strike 는 load sheet 또는 성능 계산의 명백하지만 눈에 잘 띄지 않는 오류로 인해 발생합니다.

그런데, 실제로 일상적인 절차 중에서 cockpit door 가 닫히고 객실승무원, 지상 조업사, ATC 와의 모든 통신을 단호하게 차단해야 하는 3 분이 있다면, load sheet 를 확인하고 이륙 성능을 계산할 때입니다. 또한, load sheet 를 늦게 받아도 정시에 출발하기 위해서 절대 서두르지 마십시오. 활주로 끝 바로 너머 마을에서 멈춰 서게 되면 어쨌든 늦을 것입니다.



ZFW 과 takeoff weight 의 혼동으로 발생한 747 tail strike. 수리 경제성이 없어 폐기하게 된다.



CRM Cockpit Resource Management

각핏에서 당신은 혼자가 아니며 옆에 앉아있는 다른 사람과 상호 작용하는 방법은 전반적인 비행 안전에 매우 중요합니다. 당신의 항공사는 법적 요구 사항을 충족하기 위해 때때로 CRM 과정을 조직합니다. 이 과정이 효과적입니까?

연합군 Combined forces

기장이 신과 같고 부기장의 역할이 비행기 가방을 들고 라디오 통신을 하는 시대는 지났습니다. 불행히도 전 세계의 모든 나라가 다 변한 것은 아닙니다.

유감스럽습니다. 당신의 부기장은 당신 자신의 기량과 실수에 대한 피드백을 주는 귀중한 정보원이기 때문입니다. 연료, 날씨 및 항법에 대한 기본적 의사결정과 같이

항공기의 일상적인 운항에서 어떤 결정을 내려야 하거나 비행 중 비정상 사태를 처리할 때마다 항상 부기장의 의견에 열린 자세 이어야 합니다. 그의 조언이 당신의 하루를 구할 수 있습니다.

많은 항공기 사고에서 cockpit voice recorder 는 부기장이 정확한 조언을 했음을 보여주지만, 그것은 기장에 의해 무시되거나 반복되었습니다. 더 나쁜 것은 기장 외의 다른 승무원이 오류를 알아차렸지만 계급 체계에 의한 문화나 자기 주장의 부족으로 인해 아무 말도 하지 않은 사고였습니다.

CRM 교육은 종교, 성별 또는 문화에 의해 설정된 모든 계층을 무력화 시키고 조종석에서의 '연합군'과 명확한 의사 소통의 중요성에 중점을 두어야 합니다.

많은 항공기 사고 조사에 따르면 한 조종사는 다른 조종사가 문제를 알고 있다고 믿었으므로 우려 사항에 대해

언급하지 않았습니다. Pilot monitoring 은 pilot flying 의 deviation 이 아무리 분명하더라도 이를 알고 있다고 가정해서는 안 됩니다. 모든 비행 경로 또는 항공기 자세의 deviation 은 standard callout 또는 기타 명확한 문구로 항상 전달되어야 합니다.

이것은 지상에서도 유효합니다. 많은 활주로 이탈 사고에서 pilot monitoring 은 spoiler 또는 reverser 의 callout 이 없거나 늦게 callout 되었습니다.

실수에 대해 이야기 해 봅시다. 누가 가장 많이 할까요? 경험이 많은 기장입니까, 아니면 젊은 부기장입니까?

둘 다 같은 수의 실수를 하지만 실수의 유형은 다릅니다. 부기장은 stick-and-rudder 및 일반적 지식에 약하고 기장은 load sheet 오류, terrain 과 obstacle 등을 인식하지 못하는 등 management 에 약합니다.

대부분의 부기장은 스마트폰, 여자 친구, 다음 주에 있을 바비큐 파티를 생각하며 다른 생각은 잘 하지 않습니다. 이제 옆좌석의 노인을 볼까요? 그는 지난 주에 아버지가 돌아가시고, 그의 아내는 그와 이혼하고 싶어하고, 그의 내연녀는 무관심에 대해 불평하고, 그의 15 세 딸은 임신했고, 다른 딸은 약물 실험을 하고 있고, 그의 12 세 아들은 심장 수술을 위해 입원하고, 그의 머리카락과 치아가 빠지면서 몸이 늙어가고 날아오는 고지서를 모두 납부할 여력이 없습니다....

조종사 중 한명 또는 두 조종사 모두가 공항 터미널에 들어가기도 전에 정신력을 소모하는 긴 리스트를 가져올 수 있습니다. 조종사가 일하러 갈 때 이러한 것들을 집에 두고 오는 것은 불가능합니다. 이 조종사의 몸은 비행계기 앞에 앉아 있지만 그의 마음은 다른 곳에 있고 중요한 오류, 경고 및 정보는 인지하지 못합니다.

“당신의 동료 조종사에게 인지력 저하의 가능성에 대해 브리핑 하십시오”

인지 저하의 원인은 피로, 음주, 약물 등일 수 있습니다. 우리 모두는 사생활이 있고 이중 여러 가지 이유로 부족한 수면을 취한 후에 show-up 할 때 발생합니다. 늦게까지 회식에 참석, 집에서 휴식 중 다른 가족에 의한 방해, 호텔에서 휴식 중 다른 투숙객이나 직원의 소음에 의한 방해에 의해서도 발생할 수 있습니다. 당신의 동료 조종사에게 정신적 상태와 잠재적 인지력 저하의 가능성에 대해 브리핑 하십시오.

모를 때는 모른다 인정하라.

Admit your lack of knowledge

조종사에 대한 전반적인 이미지는 실수를 하지 않거나 용납되지 않는다는 모습일 것입니다. 조종사는 또한 실수를 허용하지 않는다는 경향이 있습니다. 그 자체로 비행안전에 영향을 미치는 매우 위험한 발상입니다. 모르는 것이 있으면

인정하십시오. 무지에 대해 숨기고 알아들을 수 없는 이상한 대답을 하지 마세요.

어느 조종사가 green-amber-red 에 대한 값에 대해 말할 수 없더라도, 마술사의 모자 속에서 꺼내온 것 같은 애매한 숫자들로 속임수를 하는 것보다는 잘 모르겠다고 인정하는 대답이 더 좋습니다. 속임수를 쓰는 조종사는 그의 이미지를 지키기 위해 위해 위험을 감수하는 조종사입니다.

제가 훈련생에게서 기술적인 질문을 받고 대답할 수 없을 때 난처 하다고 느낄까요? 지난 25 년간 교관기장 생활로 모든 것을 알아야 하기에 제 이미지는 추락할까요? 이 함정에 빠지지 마시고 무결점에 대한 환상을 만들려 하지 마십시오. 당신이 100% 알고 있다고 생각하는 대답이라도 다른 동료 조종사에게 확신하지는 마십시오. 이는 당신의 다음 비행, 당신 동료의 다음 비행에서 잠재적인 위험으로 작용할 수 있기 때문입니다. 모르는 것에 대해 인정하는 것이 CRM 의전부입니다. 당신은 인간이기 때문에 자연스레 망각을 합니다. 저는 비행 교관으로써, 이러한 경우 질문을 집으로 가지고 가서 내일 e-mail 로 답을 찾아 줄 것이라 이야기 합니다.

ATC 와 통신을 할 때도 같은 문제가 발생합니다. 의심의 여지가 있을 때는 동료에게 절대 확신하지 마십시오. 잘 못 들었으니 다시 물어보라고 하십시오. 그게 벌써 오늘 3 번째라고 하더라도...

최근에 발생한 air miss 사례는 ATC 의 25000ft 의 강하 지시를 15000ft 로 잘 못 이해하여 발생하였습니다.

70 년대에는 Tenerife 공항의 저시정 상태에서 부기장이 takeoff clearance 를 받았는지 확실치 않다는 우려를 경험 많은 747 기장이 억누름으로 인해 600 명의 사상자를 발생시켰습니다.

또한 miscommunication 의 또 다른 사례는 결국 CFIT 으로 끝이 났으며 위와 다른 점이 있다면 두 조종사 모두가 계기나 FMC 와 같은 것에 몰두하여 fly the aircraft 를 망각하였기 때문입니다.



1977 년 Tenerife 사고: 두대의 Boeing 747 항공기가 안개 속 활주로에서 충돌하였다.

착륙할 수 없음을 인정하라.

Admit you cannot make the landing

매달 세계 어딘가에서 상업용 항공기가 활주로 종단을 넘어 이탈합니다. 대부분의 경우 항공기는 운항이 가능한 상태였습니다. 어떻게 이런 일이 일어날 수 있을까요

많은 활주로 이탈 사고는 traffic 이 많은 상태에서 top-of-descent 에서 강하 지시를 제때 받지 못할 때부터 시작됩니다. 그 후 20 분 동안 조종사 중 누구도 오늘 착륙이 어렵다는 사실을 인정(pilot flying) 하거나 우려를 말하지 않습니다(pilot monitoring). 이것은 진정 CRM 문제입니다!

이를 포함한 많은 시나리오에서 조종사의 skill 을 보여주는 것이 사람으로써의 skill 을 보여주는 것보다 더 중요한 것처럼 보여집니다. 이 조종사들은 안전한 조종사로서 항공기를 조종하지 않습니다. 그들은 자신의 자아를 쓰다듬는 데에만 관심이 있습니다.

Long floating 및 late touchdown 도 마찬가지입니다. 여기서 할 일은 남은 활주로 거리 내에 항공기를 활주로에 억지로 가져다 붙이는 대신 착륙할 수 없다는 사실을 인정하는 것 뿐입니다.

항상 go-around 할 수 있다는 자세를 가지세요! Main gear 가 touchdown 된 후에도 go-around 하는 것은 좋은 판단력과 전문적인 역량을 보여주는 것입니다.

나는 out bound 에서 부기장의 형편없는 착륙에 대해 언급하며 그에게 굴욕감을 주었고 이제 in bound 에서는 home

base 에 엉망으로 착륙하는 제 자신을 발견합니다. 착륙을 계속 진행해서 더 나빠진 기량을 감추려 할 것인가, 아니면 go-around 를 시작하고 노련한 기장으로서는 체면을 잃을 것인가?

일부 조종사는 go-around 를 착륙을 망쳤다는 것을 인정하며 체면을 구기는 것으로 간주합니다. 동료 조종사가 당신의 착륙에 대해 어떻게 생각하는지 걱정하지 마십시오. 그에게도 내일 같은 일이 일어날 것이기 때문입니다. 지연에 대해 걱정하지 마십시오. 항공사 경영진은 go-around 및 그 후 10 분 지연 착륙에 대해 이유를 물어서는 안 됩니다. 그러나 그들은 당신의 항공기가 활주로에서 미끄러지면 분명히 질문할 것입니다.

그러나 많은 조종사들은 flight parameter 들이 곧 허용 범위 내로 돌아오고 바로잡을 수 있을 것이라는 잘못된 믿음으로 회사에서 정의한 stable approach gate¹를 통과합니다. 매번 이를 성공 시킬 때마다 stable approach gate 를 통과하는 것은 당신의 경력에 비하면 별로 중요하지 않다는 믿음이 강화되고 보이지 않는 선은 앞으로 더욱 멀리 밀려납니다. 의심할 여지없이 언젠가는 실패하고 활주로의 끝을 넘어 서게 될 것입니다!

인터넷에서 여객기가 활주로 중간에 착륙하여 안전하게 정지하는 모습을 보여주는 멋진 영화를 찾을 수 있습니다. 미안하지만 이 조종사들은 CRM 태도에 문제가 있습니다. 과신 또는 late touchdown 을 감행하는 것과 관련된

¹ 1000ft VMC, 500ft IMC

위험을 과소평가하는 것은 활주로 이탈 사고의 전형적인 요소입니다.

조종사가 go-around mind 를 가졌는지 여부를 판단하는 것은 매우 쉽습니다. Thrust lever 에 있는 그의 손을 보세요. 메인 기어가 touchdown 되기 전에 long floating flare 동안 손이 앞으로 움직이는 것을 본다면 조종사는 reverser 를 신속하게 작동할 준비를 하는 것입니다. 이러한 사고방식은 안전한 go-around 대한 모든 가능성을 제거합니다.



인도의 737 기장은 reverser 작동 후에 go-around 를 실시하였다.

오늘은 날씨가 맑고 하늘이 아름다운 날입니다. 착륙 활주로나 바로 앞에 있지만 고도는 너무 높고 노련한 기장이 조종을 하고 있고 continue 하기로 결정했습니다. 당신은 경험이 많지는 않지만 항공기가 착륙할 수 없다는 것은 분명합니다. 당신은 무엇을 할 것인가요?

당신은 그에게 너무 높다고 말하지만 당신의 불안한 눈동자는 그의 얼굴에 미소를 만들고 그는 모든 것을 알고 있다는 태도로 당신의 명백한 불안에 응답합니다. "괜찮아....걱정하지마. 난 이 비행기를

1 만시간 탔어. 충분히 내릴 수 있거든. 오늘 뭔가 가르쳐 줄 테니 잘 지켜봐."

3 step 으로 설명하겠습니다.

- Step 1: 생각을 말하십시오. "기장님, 우리가 너무 높은 것 같아요." 여기에서 당신은 겸손한 미소를 보게 될 것입니다.
- Step 2: 조언을 하십시오 - "기장님, go-around!" 이것은 그를 구제 시켜줄 수 있는 좋은 방법 입니다. 그 동안 그는 자신이 착륙할 수 없다는 것을 깨달을 것이기 때문입니다. 이 제안을 통해 그는 자신의 체면을 살리고 "부기장(또는 부기장)이 하자고 했기 때문에..."로 돌릴 수 있습니다.
- Step 3: Go-around 를 요구하십시오 - "GO-AROUND, I say again GO-AROUND!" 두번째 call out 은 의도가 명확하고 조종석 음성녹음기에 녹음되었는지 확인하기 위한 것 입니다.

이 세 단계는 대부분의 경우 모두를 구할 수 있습니다. 몇 년 전 인도네시아 737 은 250 노트의 속도로 threshold 를 넘어 착륙을 계속 시도했습니다. 지상 200 피트에서 control 을 인수한 다음 반대 방향 활주로로 push-pull-turn 을 하시겠습니까? 하지 마세요!

불가능 한 것이 분명한데도 왜 조종사들은 continue 할까요? 계획 지속 편향(plan

continuation bias)²은 인간이 계획된 행동 과정에서 이탈을 받아들이지 않는 자연스러운 경향입니다.

이 단계에서 부기장이 할 수 있는 궁극적인 조치는 landing gear 를 올려 다른 조종사를 tunnel vision 에서 벗어나게 하는 것입니다. 그는 당신의 행동에 감사하지 않을 것이지만 자연스러운 반사 작용으로 착륙을 계속하지 않을 것입니다. 참고로 이것을 SOP 로 받아들이지는 마십시오.

착륙이라는 주제로 돌아가서, 기상 조건과 관제 지시도 많은 활주로 이탈 사고에서 중요한 역할을 합니다.

조종사는 새로 발부 받은 clearance 에 따라 증가된 위험을 의식적으로 분석하지 않고 어떤 상황에서도 수행할 수 있다는 전문적인 자부심으로 인해 어려운 ATC 지시를 받아들일 수 있습니다. ATC 지시가 당신을 급하게 approach 하도록 유도 할 때는 거절해야 합니다.

Go-around 는 좋은 판단력과 전문가로서의 성숙함을 보여줍니다.

텔레비전 뉴스는 종종 악천후로 인해 항공기가 추락했다고 보도합니다. 그러나 악천후라는 것은 더 이상 존재하지 않습니다. 뛰어난 기상 레이더와 예측

가능한 wind shear 시스템을 갖추고 있어 악천후를 미리 경고하기 때문입니다.

우리는 날씨가 아니라 자신감이 넘치고 자신의 경험이 어떤 날씨에도 문제 없다고 믿는 조종사에 대해 이야기 하고 있습니다. 정시성, 손실이 큰 diversion, 목적지에 착륙하려는 원래 계획으로 인해 조종사는 날씨가 좋은 대체 공항으로 우회하는 대신 악천후에서 두 번째 착륙 시도를 선택합니다. 모든 선행 항공기는 덴버에 안전하게 도착했으므로 divert 해야 하는 패자는 원하지 않습니다.

많은 사고 사례에서 항공기는 두 번째 또는 세 번째 접근에서 추락했습니다. 동일한 기상 조건의 동일한 공항에서 세 번째 접근을 시도하지 마십시오. 그리고 맑은 날씨의 대체 비행장으로 우회하기로 결정하고 두 번째 접근 조차도 필요 없다 생각한다면 그마저 생략하십시오.

악천후 비행장에서 비행 할 때 실제 기상 조건을 사용하여 착륙 거리를 계산하지 마십시오. 계획된 착륙 중량 및 활주로 길이에 대해 허용 가능한 최대 측풍 또는 배풍과 최악의 활주로 contamination 을 적용하여 계산하는 것이 좋습니다. 모든 approach 과정 중 실제 바람과 활주로 상태를 이러한 한계와 비교하고 계산된 한계를 초과하는 즉시 접근을 포기합니다.

² 계획 지속 편향: 변화하는 조건에도 불구하고 원래 계획을 계속하려는 무의식적 인지 편향.

뒤쳐져 있음을 인정하라

Admit you are running behind

조종석에서 가장 많이 쓰이는 상위 10 개 문구 중 "커피가 필요해" 다음으로 2 위를 차지한 한가지는 "지금 뭐하고 있는거야?"입니다. 수많은 모드와 다양한 소프트웨어 업데이트가 포함된 오늘날의 복잡한 비행 자동화로 인해 종종 조종사가 항공기 보다 뒤쳐지게 됩니다.

저는 집에 반려견이 없지만 비행기를 개에 비유하겠습니다. 잘 훈련된 개는 절대 당신 보다 앞서서 걸지 않습니다. 당신 옆이나 약간 뒤에서 걸어가며 누가 보스인지 분명히 합니다. 당신의 개가 당신 앞에 발을 내딛는 순간 당신은 목줄을 당기고 당신이 주인임을 분명히 할 것입니다. 항공기와 자동 조종 장치도 마찬가지입니다. 1 분(또는 1 초) 뒤쳐지면 누가 주도권을 잡고 있는지 보여줘야 합니다. 그러나 당신이 뒤쳐지고 있다는 것을 어떻게 인식할까요?

4 가지 항공기 차원(위치, 고도, 속도 및 configuration) 중 하나에서 벗어날 때마다 당신은 뒤쳐지게 됩니다. 전형적인 예는 autopilot 이 glide slope 을 capture 해야 할 순간에 capture 하지 않고 수평 비행을 유지하는 것입니다. 많은 조종사가 autopilot control panel 의 여러 버튼을 눌러 이 상황을 해결하려고 하는 것을 보았지만 해결책은 단순히 autopilot 을 끄고 이 덩치 큰 개를 조종하는 것일 수 있습니다!

실제의 위험은 두 step 뒤쳐져 있을 때 나타납니다. Autopilot 이 glideslope 을 capture 하지 않을 때 조종사는 descend profile 에만 집중을 하게 되고 바로 이 시기에 해야 할 landing gear 를 내리는 것을 잊게 됩니다. 이제 그는 2 step 뒤쳐져 있습니다. 고도와 configuration! 접근을 취소하고 go-around 하십시오.

적절한 수준의 Automation 사용

Use appropriate automation level

Automation 은 workload 를 경감시킬 목적으로 항공기에 도입되었습니다. 그러나 잘못된 automation 을 사용하는 것은 오히려 workload 를 증가 시킵니다. 많은 조종사들에게 해당하는 이야기입니다. 조종사가 항공기에 뒤쳐졌다고 생각하는 순간 그들은 autopilot 을 켭니다. Automation 이 이를 바로잡아 주기를 기대하면서.

신임 조종사들은 목적지가 임박한 순간에 ATC change 를 받고 FMC 에 반영하기 힘들어합니다. 최악의 경우는 두 조종사 모두가 머리를 숙인 채 FMC 를 편집하며 waypoint 를 하나씩 제거해 가는 동안 복잡한 traffic 속에서 또는 terrain 환경에서 상황 인식을 잃게 되고 CFIT 을 발생시킬 가능성을 높이게 됩니다.

Autopilot 이 켜진 상태로 5000'까지는 손을 control wheel 과 thrust lever 에 올려 놓으십시오. 항공기의 control 과 물리적 접촉은 기대하지 않은 system 의 변화와 결함을 감지하고 계획된 flight path 나

performance 에서 deviation 하는 것을 막을 수 있도록 해줍니다.

**“언제든 뒤쳐져 있다고 생각
되면 automation 의 level 을
낮추거나 끄고 조종하십시오.”**

최고 높은 단계의 automation 을 사용하면서 manual flying skill 을 유지하십시오. 3 마일의 시정에서 manual 로 ILS 접근을 해본 적이 언제인가요? 가능 하긴 한가요? 항공기 제작사와 항공사들은 가장 높은 수준의 automation 의 사용을 권장하지만 날씨와 traffic 이 허락한다면 조종사에게 15000ft 이하에서 autopilot 을 끄고 manual 로조종할 수 있도록 권장해야 합니다. 장거리 wide body 조종사가 3000 시간을 logging 하여도 manual 조종은 단지 20 시간에 불과합니다. 이는 이륙 후 2 분, 착륙 전 2 분에 해당하는 것입니다.

언제든 automation 보다 뒤쳐지게 되면 autopilot 의 level 을 낮추고 heading, V/S mode 를 사용하거나 또는 autopilot 을 끄고 마치 반려견을 데리고 산책 시키듯 비행(fly the dog)하십시오.



Pat BOONE 는 기장이자 교관이며 15,000 시간의 Boeing 항공기 운항 경력을 가지고 있다. 수만명의 독자를 가진 Boeing 737 Management Reference Guide 의 저자이기도 하다.

벨기에에 본사를 둔 소프트웨어 회사인 MCC 의 임원으로 CrewLounge PILOTLOG app 을 개발하였다.

www.CREWLOUNGE.aero
www.B737MRG.net
www.B787MRG.net

December 2021 - 항공안전과 공익을 위해 이 글은 전체 또는 부분적 재배포가 가능합니다.

Contact the author- pat.boone@b737mrg.net