

CFIT에 의한 항공기 사고예방 대책에 관한 연구

The Study of Accident Prevention through Controlled Flight Into Terrain Accident

변순철* (건설교통부), 송병흠(한국항공대학교)

1. 서 론

최근 발생한 2002년 4월 15일 11:21:17경 베이징/부산 간을 운항하는 중국국제항공공사 소속 129편, 보잉 767-200ER 항공기가 부산/김해국제공항 활주로 18R로 선회전근 중 활주로 18R 시단(Threshold)으로부터 북쪽 4.6km에 위치한 돛대산 표고 204미터 지점에 충돌 후 추락하여 총 166명의 탑승자 중 기장과 2명의 객실 승무원 포함 37명이 생존하였으며, 2명의 부조종사를 포함 129명이 사망한 사고와 1997년 8월 6일 대한항공 B747-300(HL8468) 항공기가 미국령 괌의 아가나공항에 착륙 접근중 공항으로부터 약 6Km 떨어진 니미즈힐에 추락한 사고와 1993년 7월 26일 아시아나항공 B737-500(HL7229) 항공기가 목포공항 접근 착륙중 운간산에 충돌한 사고로 66명이 사망한 사고와 같이 항공기 조종 및 시스템은 정상이고 관제와 정상적으로 관제가 이루어진 상태에서 목적지 공항에 계기접근 혹은 육안 접근 중에 조종사의 과도한 고도 강하율로 인하여 지표면, 지상장애물 또는 수면에 추락한 사고로서 조종사의 실수 또는 부주의로 인하여 사고가 전세계적으로 줄어들지 않는 사고를 CFIT(Controlled Flight Into Terrain)라고 한다.

CFIT 사고는 항공기 전손사고 및 인명손실의 주요한 요인으로 되어왔으며 상용으로 제트항공기가 운용하기 시작한 이래 1950년 이후 CFIT 사고로 전세계적으로 9,000명 이상이 사망하였으며 국제민간항공기구(ICAO) 자료에 의하면 최근 1989년부터 1999년까지의 CFIT 사고를 확인해 본 결과 총 459건의 CFIT 사고가 발생되었으므로 연평균 약 5건의 사고가 발생하는 것을 알 수 있다.

CFIT 사고율을 반드시 줄여야하는 이유는 상용항공기의 운항횟수가 크게 증가하기 때문이

다. 오늘날 항공교통은 세계를 하나로 권역화하는데 결정적인 역할을 담당하고 있으며, 이러한 항공교통의 기능적 특성과 이점에 따라 항공교통의 수요는 지역간에 약간의 차이는 있으나, 전 세계적으로 지속적인 성장세를 보이고 있다. 특히 최근의 경제, 사회활동은 제 자원에 대한 효용가치의 증대와 보다 많은 부가가치를 생산하기 위하여 인적, 물적 교류가 크게 증가하고 있으며, 이는 새로운 항공수요의 창출과 항공교통의 기능과 역할을 더욱 중요 하게 하는 계기가 되고 있다.

CFIT 사고는 근원적으로 항공기를 조종, 제어하는 운항승무원들이나 항공기가 정상적인 상태에서 발생한다는데 심각한 문제점이 있는 것이다. 일반적인 항공사고는 비상 또는 비정상 상태에서 발생하는 경우 운항승무원들의 응급대처나 항공기가 가지고 있는 성능에 의하여 어느 정도 위험상황을 극복할 수 있지만 CFIT사고의 경우는 항공기가 정상적인 상태에서 운항승무원들이 위험을 미처 인지하지 못하거나 착각한 상황에서 발생하므로 대책을 마련하는데 여러가지 어려운 점이 있다. 그러므로 조종사들은 이러한 사고를 피하도록 훈련을 받아야 하며 CFIT 문제점을 숙지하도록 해야 한다.

CFIT 사고율은 전세계적으로 1975년 이전에는 백만 이륙 비행 횟수당 0.85건의 사고가 발생하였으며 1975년 이후에는 백만 이륙 비행 횟수당 0.09건의 사고가 발생하였으며 1975년 이후의 항공기 형식에 관계없이 지상충돌경고시스템(GPWS) 개발에 의해서 CFIT 사고율이 급격히 감소하였으며 프로펠라 항공기가 전체의 CFIT 사고의 50%를 차지하였다. 조종사의 인적 요소 및 공항 항법시설의 미비, 최신 장비에 대한 이해 부족 등으로 CFIT 사고의 지속적인 심각성은 여전히 문제점으로 남아있다.

항공·철도사고조사위원회의 통계에 따르면 국

내에는 1995년부터 2006년까지 지난 12년간 총 45건의 항공기 사고가 발생하였으며 260명이 사망하고 309명이 부상당하였으며, 3,438억원의 재산피해가 있었으며, 또한 12년간의 사고중에서 대형사고는 콰사고, 포항사고 및 김해사고와 같은 CFIT에 의한 사고인 것을 알 수 있다.

2000년 이후 정기운송사업용 항공기의 무사고로 인하여 사망자수, 부상자수, 재산피해는 줄어들었지만 사고 건수는 해마다 2~5건씩 발생하고 있는 상황이다.

또한 국내 항공기 기종별 사고발생 현황을 백분율로 나타내면 운송용 고정익항공기가 발생건수에 비해 치명도가 매우 높은 것을 알 수 있다.

미국 보잉사의 2006년 통계에 따르면 전세계적으로 지난 10년간 385건의 상업용 제트항공기 사고가 있었으며 이중 중대한 사고(Hull loss¹⁾ and/or fatal accidents²⁾)는 199건으로, 5,957명이 사망하였으며, 2004년에 32건의 상업용 제트항공기 사고가 있었으며 그 중 중대사고 14건, 사망자 180명이 발생하였고, [그림 3]과 같이 전세계 항공기 사고율은 지속적으로 감소하고 있으며, 탑승한 승객이나 승무원이 입는 인적 피해와 물적 피해를 나타내는 치명도도 96년 이후 감소추세로 볼 수 있으나 크게 줄지는 않음. 10년 정도를 주기로 탑승객 치명도의 변동이 나타나고 있다.

항공 선진국인 미국과 캐나다의 사고발생율을 살펴보면, 1950년대 이후로 급속한 항공기 기술 발전에 의해 항공기 사고율이 대폭 낮아졌으며, 미국과 캐나다의 항공기 사고율이 전세계에 비해 상대적으로 낮다는 것을 알 수 있으며, 60년대 이후 항공기 사고율은 큰 변화를 보이지는 않으나 지속적으로 낮아지고 있는 현상을 볼 수 있다.

2. 본 론

가. CFIT 사고원인 유형

CFIT사고를 유발하는 원인과 변수는 다음과

- 1) Hull loss(전손)는 항공기 손상이 상당하여서 경제적 수리가 불가능할 때를 의미하며 항공기의 실종 및 위치파악을 못하여 잔해수색을 종료하거나 항공기가 상당히 손상되었지만 접근이 불가능한 경우를 포함함(IATA)
- 2) Fatal accident는 사망자가 발생한 사고를 의미함(IATA)

같은 유형으로 분류할 수 있다.

- ① 비행 단계(Flight)
- ② 공항과 접근(Airport and Approach)
- ③ 관제 절차(ATC)
- ④ 항공기 장비(Aircraft Equipment)
- ⑤ 항공기 종류(Air Carrier)
- ⑥ 감시 문제(Regulator Issues)

나. CFIT 사고 요인

CFIT 사고의 요인은 직접적인 요인과 간접적인 요인으로 구분할 수가 있으며 CFIT의 직접적인 사고 요인으로는 인적요소(Man), 환경요소(Environment), 장비요소(Machine)로 나눌 수 있으며 간접적인 사고 요인으로는 관리자의 의사결정 요소와 조직 구조 요소로 나눌 수 있다.

1) 직접적인 사고 요인

가) 운항승무원의 인적 요소(Human Factor)

미국 비행안전기구(FSF) 자료에 의하면 기장이 비행조종(Pilot Flying)를 수행중 사고가 발생한 경우가 74%를 차지하고 있는데 주목할 필요가 있으며, 이러한 기장이 비행조종중 CFIT 사고를 분석한 결과

첫째, 기상이 나쁘거나 열악한 환경으로 인해 기장이 비행조종(PF) 임무를 수행함으로 인해서 일 수도 있으며,

둘째, 기장이 비행조종임무를 수행하는데 부기장이 기장에게 적극적으로 기장에게 조언을 하지 못하거나 협조를 하지 못함으로 인해서 사고가 발생하였다.

다음은 인적인 요소로 인하여 발생할 수 있는 7가지 주요한 오류에 대하여 살펴본다.

① 상황 판단(Situational Awareness)의 불량 적절한 상황 판단에 실패하였을 경우, 예를 들면 강하최종접근지점(FAF)에 도달하기 전에 최저강하지점(MDA)까지 강하하는 것 등이며 상황 판단(Situational Awareness)의 불량으로 인하여 사고가 전체 CFIT 사고의 가장 많은 44.9%를 차지하고 있다.

② 의사 결정(Decision Making)의 불량 부적절한 의사결정을 했을 경우, 예를 들면 착륙을 위하여 공항접근 중에 아무 이유 없이 공항으로부터 멀어지는 관제지시를 받아들인다는 지 활주로 시각 참조물을 발견하지 못한 채 결심고도(Decision Height)이하로 강하하는 것 등이다. 의사 결정(Decision Making)의 불량으로 인하여 사고가 전체 CFIT 사고의 44.2%를 차지하고 있다.

③ 비행 절차(Procedure)의 불량

비행 절차(Procedure)의 불량으로 인하여 발생한 전체 CFIT 사고의 34%를 차지하고 있으며 사고의 유형은 다음과 같다.

- 체크리스트(Checklist)나 브리핑을 하지 않았거나 완전히 하지 않았을 경우

- 체크리스트(Checklist)에 기술된 사항을 따르지 아니하였을 경우

④ 감시 및 조치(Monitoring & Challenging)의 불량

다른 승무원에 의한 부적절하거나 잘못된 행동에 대한 감시 또는 교정 제의를 하지 못했을 경우, 예를 들면 기장이 비행조종(PF) 임무를 수행하면서 결심고도(DH)에서 활주로 시각 참조물을 발견하지 못한 상태에서 계속 강하시기에 대한 감시 또는 복행(Go-around)를 제의하지 아니한 경우 등이다. 감시 및 조치(Monitoring & Challenging)의 불량으로 인하여 사고가 전체 CFIT 사고의 28.7%를 차지하고 있다.

⑤ 항법(Navigation)의 불량

항법 보조 시설의 주파수를 잘못 맞추었을 경우에 항공기가 공항으로부터의 방향(Radial)을 잘못 맞추었을 때와 항공기 방위각(Heading)를 잘못 맞추었을 경우에 비행시 조종사가 공항접근시 참조하는 쥘슨(Jeppesen) 차트를 잘 못 판독하였을 경우가 전체 CFIT 사고의 11.5%를 차지하고 있다.

⑥ 항공기 운영(System Operation)의 불량

항공기 조종에 관련된 시스템을 부적절하게 조작했을 경우, 예를 들면 지상충돌경고시스템(GPWS)를 끄고 비행을 하거나 자동조종장치(AutoPilot)를 잘못 사용하였거나 연료계기를 잘못 판독하는 경우 등으로 인하여 사고가 전체 CFIT 사고의 8.3%를 차지하고 있다.

⑦ 의사 소통(Communication)의 불량

부정확한 복명 복창으로 인한 부정확한 의사 전달이 전체 CFIT 사고의 7.1%를 차지하며 예를 들면 주파수 변경을 복명 복창(Read Back)하지 않거나 관제탑에서 지시한 내용에 대하여 부정확한 위치 정보를 제공하는 등 의사 소통에 불량한 상태에서 CFIT 사고를 발생할 수 있다.

두 번째로 빈번하게 나타나는 실수유형으로 비교의적인 절차 이탈이나, 고의적인 절차 불이행이 이 범주에 포함된다.

① 접근(Approach) 브리핑을 실시하지 않거나 부적절한 브리핑 실시

② 표준속도와 고도 복명 복창(Call-out) 미 실시

③ 절대고도(Radio Altimeter) 확인 미 실시

④ 최신기상정보 미 획득

⑤ 체크리스트(Checklist) 항목의 생략

⑥ 비행관리시스템(FMS), 자동조종장치(Auto-Pilot), 항법장비 입력 소홀 및 미확인

나) 환경 요소(Environment Factor)

환경 요소에는 기상(Weather) 요소와 공항 시설 요소가 포함되어 있다.

① 기상 요소

총 156건의 CFIT 사고 중 확인 가능한 107건 중 93건(87%)가 계기비행조건에서 발생하였으며 주간(Day), 야간(Night)은 CFIT 사고에 영향을 미치지 않았으며, 안개의 경우는 특별히 CFIT 사고 78건 중에서 55건으로 약 71%를 차지하였다.

② 공항 시설 및 접근 절차 요소

접근절차상의 문제로는 CFIT 사고의 60%가 비정밀 접근절차를 수행 중이었고 VOR/DME 절차 수행은 약25%를 차지하고 있어 비정밀 접근이 정밀 접근에 비해 사고 발생 위험도가 높은 것으로 알 수 있다.

다) 장비 요소(Equipment Factor)

새로운 지상충돌경고시스템(GPWS)의 표준 장착절차는 1998년 12월 31일부터 최대이륙중량이 5,700kg(12,500lbs) 이상 또는 9인승 이상 수송하는 국제운송 또는 일반항공기도 의무 장착토록 권고를 하였다. 이후 지상충돌경고시스템(GPWS)는 CFIT 사고예방에 크게 기여하였으며 최근에는 기능을 강화한 개선된 지상충돌경고시스템(EGPWS)가 개발되어 보다 CFIT 사고 예방에 도움을 주고 있다.

2) 간접적인 사고 요인

가) 관리자의 의사 결정 요소

CFIT 사고와 관련된 많은 요인들이 결정을 내릴 수 있는 관리계층에서 운항에 관련된 사항을 계획하는 회사 정책과 지침에 따라 영향을 미칠 수 있으므로 CFIT 사고를 예방하려는 노력은 비행승무원과 다른 운영자뿐만이 아닌 회사의 정책과 지침을 결정하는 관리자가 승인하고 지원할 때만 달성 가능하다.

의사결정능력에서 각 조직마다 다르겠지만 항공 회사 관리가 일반적으로 안전에 매우 큰 영향을 미치며 특히 CFIT 사고를 예방하는데 매우 중요한 역할을 한다는 사실을 인식하는 것이 무엇보다도 중요하다. 항공회사의 관리자는 조직의

안전문화를 창조하며 조직 구성원 모두에게 비행안전에 큰 영향을 미친다.

항공사들이 수행할 경우에 많은 CFIT 사고방지대책들은 동 사고를 유발하는 조직요소 및 기타 요소들을 관리함으로써 CFIT 사고에 대한 위험요소를 감소시킬 수 있으며 조직요소들은 CFIT 사고요인으로 노출되기 전까지는 계속적으로 노출되지 않고 존재한다.

최초에 운항 잘못된 것으로 보이는 상황이 전면적으로 전반적인 훈련 프로그램에 CFIT 사고 예방훈련이 빠진 결과일 수도 있고 또는 효과적인 안전실태 파악 프로그램이 없는 결과일 수도 있다. 항공사의 의사결정위치에 있는 관리자들은 운항 안전대책이 성공적으로 수행되도록 체계적으로 관리 수행을 하여야 한다.

나) 조직 구조(Organization Factor)

조직구조는 사고의 간접적인 요인으로 많이 작용하고 있다. 예를 들면 정시운항에 대한 강박관념을 심어 준다거나 연료 절감에 대한 지나친 요구 또는 복행(Go-around)에 대한 그릇된 인식 등이 사고를 유발하고 있으며 CFIT 예방훈련에 대한 적절한 교육 훈련이 이루어지지 않을 경우도 사고를 유발하는 요인이 된다.

3) 종합적인 CFIT의 사고원인

CFIT 사고의 원인을 규명하고 사고 방지를 위한 수단과 도구의 개발을 위하여 다음과 같이 종합적인 CFIT의 사고원인을 제기할 수 있다.

① 운항 승무원이 접근 중에 복행(Go Around)의 필요를 느끼지 못하고 이를 실시하지 않은 것은 예방할 수 있었던 사고의 주원인이다.

② 안정되지 않고 성급한 접근은 접근 및 착륙 사고에 기여한다.

③ 표준 운항 절차의 준수와 비행 승무원간의 효과적인 승무원자원관리(CRM)은 항공기 사고의 개연성을 감소시킨다.

④ 비행 중 항공기 성능과 비행승무원 변수요인의 감시는 사고위험을 감소시킨다.

⑤ 절대 고도(Radio Altimeter)를 사용하는 것은 사고방지를 위한 효과적인 수단이다.

⑥ 비정밀 접근 절차는 CFIT 사고의 위험 요소이다.

다. CFIT 사고예방 대책

1) 운항승무원의 인적 요소(Human Factor)

운항승무원의 인적 요소(Human Factor)로 인한 CFIT 사고를 방지하기 위해서는

① 첫째, 승무원자원관리(CRM)를 극대화시켜야 한다.

② 둘째, 비행절차의 잘못된 수행이나 생략을 함으로써 발생하는 사고가 약34%를 차지하고 있으며 이와 같은 요인으로 인하여 CFIT 사고가 발생하는 것을 방지하기 위하여 현장 감독(Line Audit) 또는 현장위주 실제훈련(LOFT)와 같은 훈련 및 절차를 통하여 절차를 재점검해야 한다.

③ 셋째, 항공기 시스템 운영의 실수로 인하여 발생할 수 있는 사고는 충분한 지상 교육이나 주기적인 시스템 교육을 통하여 CFIT 사고를 최소화시킬 수 있다.

④ 넷째, 기능이 강화된 개선된 지상충돌경고시스템(EGPWS)을 항공기에 장착하여 사용함으로써

2) 환경 요소(Environment Factor)

① 기상 요소

기상 요소는 CFIT 사고의 결정적인 요소로 작용하고 있다. 특별히 계기 비행조건(IMC)에서는 CFIT 사고에 증대한 영향을 미치고 있는 것으로 보여지며 안개와 저운고(Low Ceiling) 역시 사고에 큰 영향을 미치고 있다.

② 공항시설 및 접근 절차 요소

공항 주변 장애물, 시설 및 접근 절차 또한 사고에 큰 영향을 미치고 있다. 예를 들어 비정밀 접근절차로 인한 CFIT 사고의 약 57%를 차지하고 있다. 이에 대한 대처 방안으로 승무원들은 정확한 위치 파악, 비정밀 접근에 대한 위험도 인식을 하여 승무원자원관리(CRM)를 적극적으로 활용하고 접근 차트 제작사는 주변 장애물에 대한 명확한 표기 및 색깔을 사용한 시각적 인식도를 높여야 한다. 항공사에서는 CFIT 체크리스트(붙임 1)를 활용하여 접근 공항의 위험도 분석과 조종사 교육에 활용하여야 한다.

③ 장비 요소(Machine Factor)

항공기 탑재장비는 위험에 노출되었을 때 또는 승무원이 인지하지 못한 위험에 직면했을 때에도 이를 경고해 줄 수 있는 기능이 사고예방에 도움이 된다. 특히 지상충돌경고시스템(GPWS)은 CFIT 사고를 방지할 수 있는 중요한 장비중의 하나이다. 최근에는 이의 기능이 강화된 개선된 지상충돌 경고시스템(EGPWS)이 개발되어 사용 중에 있으며 이장비의 장착으로 인하여 CFIT 사고 예방에 도움을 줄 것으로 예상된다. 또 하나는 항공기 항법 표시기(Navigation Display)에 전시되는 그래픽을 3차원으로 나타

내 주는 프로그램을 채택한다면 더욱 바람직할 것이다.

다음은 현재 항공기의 항법 표시기(Navigation Display)에 재현되는 횡적 정보(Lateral Information)와 종적 정보(Vertical Information)이 조종사의 모드(Mode) 선택에 따라 재현된다면 최종 접근단계에서의 CFIT 사고는 방지될 것으로 판단된다. 현재 종적 모드 표시기(Vertical Mode Display)는 비행 강하각 벡터(Flight Path Vector)로만 사용할 수 있으며 실질적으로는 비정밀 접근 중에는 별 효용가치가 없다. 따라서 종적 모드(Vertical Mode)를 항법 표시기(Navigation Display)에 그래픽으로 나타내 준다면 조종사로 업무량이 줄어들고 정확한 판단을 하는데 도움이 될 것이다.

④ 조직 구조 요소

조직 구조는 사고를 유발할 수 있는 잠재 요인으로 볼 수 있다. 따라서 사고를 방지하기 위하여서는 임무에 대한 강박관념을 갖지 않도록 유도하고 승무원자원관리(CRM) 훈련과 교육을 강화하여 조직 전체가 안전을 지향하는 풍토를 조성해 주어야 한다.

3. 결론

이상에서 우리는 CFIT 사고의 유형과 사례를 살펴보고 CFIT 사고를 유발하는 요인을 분석하였으며 그에 대한 대책을 알아보았다.

CFIT 사고는 단일 사고로서는 가장 큰 인명 피해와 항공기 손실을 유발하는 치명적인 사고이다. 항공기의 장비가 아무리 첨단화되고 최신화 되었다고 할지라도 이를 운영하는 승무원이 실수를 일으키는 한 사고율 0%를 기대할 수 없다. 다만 그 실수를 최소화하여 치명적인 사고를 막아야 한다는 명제하에 CFIT 사고를 방지하기 위한 새로운 경각심을 고취하여야 하며, 끝으로 우리가 해야 할 일을 다시 한번 정리하면 다음과 같다.

① 첫째, CFIT 사고를 방지하기 위하여 승무원 자원관리(CRM)를 극대화시켜야 한다. 의사 소통, 상황 판단, 의사 결정, 감시 및 조치는 모두 승무원자원관리(CRM)에 관련된 사항으로 승무원자원관리(CRM) 훈련을 통하여 CFIT 사고를 감소시킬 수 있다.

② 둘째, 비행절차의 잘못된 수행이나 생략을 함으로써 발생하는 CFIT 사고를 방지하기 위하여 CFIT 사고예방 위주의 현장 감독(Line Audit) 또는 현장위주 실제훈련(LOFT)와 같은

훈련 및 절차를 지속적으로 교육시켜야 한다.

③ 셋째, CFIT 사고를 방지하기 위하여 기능이 강화된 개선된 지상충돌경고 시스템(EGPWS)을 항공기에 장착하도록 하며 개선된 지상충돌경고 시스템(EGPWS)의 위치와 항공기 데이터 베이스(Data Base)내에 저장된 지형지물(Terrain)과의 접근속도를 계산하여 장애물에 충돌하기 전에 경고해 주는 방식에 대한 교육 및 훈련 프로그램을 개발·운영하도록 한다.

④ 넷째, 항공기 접근용 쥘슨 차트는 장애물 판독이 용이하도록 칼라를 사용하여 장애물의 위험도를 승무원에게 인식시키도록 한다.

⑤ 다섯째, 공항 주변 장애물, 시설 및 접근 절차 또한 사고에 큰 영향을 미치고 있으므로 항공사에서는 CFIT 체크리스트(Check List)를 활용하여 접근 공항의 위험도 분석과 조종사 교육에 활용하여야 한다.