



등록번호	
등록일자	
처리과	

항공기 사고조사 보고서

착륙 중 전방착륙장치 파손

한성항공

ATR72-202, HL5229

제주국제공항 활주로 24

2006. 11. 28



항공기 사고조사 보고서

착륙 중 전방착륙장치 파손
한성항공

ATR72-202, HL5229

제주국제공항 활주로 24

2006. 11. 28



2007. 8. .

※ 대한민국 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제4장 제30조에 의하면

「사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법절차, 행정처분절차, 또는 행정
쟁송 절차와 분리·수행되어야 한다.」 고 규정하고 있으며,

※ 국제민간항공조약 부속서 13, 제3장 3.1항과 제5장 5.4.1항에 의하면

「사고나 준사고 조사의 궁극적인 목적은 사고나 준사고를 방지하기 위함
이므로 비난이나 책임을 묻기 위한 목적으로 사용하여서는 아니 된다.

비난이나 책임을 묻기 위한 사법적 또는 행정적 소송절차는 본 부속서의
규정 하에 수행된 어떠한 조사와도 분리되어야 한다.」 고 규정하고 있다.

그러므로 대한민국 항공·철도 사고조사에 관한 법률과 국제민간항공조약
부속서 13에 의거 실시한 한성항공 205편 사고조사 결과에 따라 작성된
본 사고조사보고서(조사결과 포함)는 항공안전을 증진 시킬 목적 이외에
사용하여서는 아니 된다.

만일 이 사고조사보고서의 해석에 있어서 한글본과 영문본의 차이가 있을
경우, 한글본이 영문본에 우선한다.

항공기 사고조사 보고서

항공·철도사고조사위원회. 착륙 중 전방착륙장치 파손, 한성항공 205편, ATR72-202, HL5229, 제주국제공항 활주로 24, 2006년 11월 28일. 항공기 사고조사 보고서 ARAIB /AAR 0605. 대한민국, 서울.

(Aviation and Railway Accident Investigation Board. Nose landing gear collapse during landing, Hansung Airlines Flight 205, ATR72-202, HL5229, Jeju International Airport Runway 24, Nov 28, 2006. Aircraft Accident Report ARAIB/AAR 0605. Seoul, Republic of Korea.)

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공·철도사고조사를 위한 정부 기구이며, 항공·철도 사고조사에 관한 법률 및 국제민간항공조약 부속서 13의 규정에 의거하여 사고조사를 수행한다.

항공·철도사고조사위원회의 사고 또는 준사고 조사 목적은 비난이나 책임을 묻고자 하는 것이 아니라 유사 사고 및 준사고의 재발을 방지하고자 하는 것이다.

주 사무실은 김포국제공항 인근에 위치하고 있으며, 비행기록분석실 및 잔해 연구실은 김포국제공항 내에 위치하고 있다.

주소 : 서울특별시 강서구 공항동 281번지(2층) 우편번호 : 157-815

전화 : 02-6096-2001~8

팩스 : 02-6096-1013, 1031

홈페이지 : <http://www.araib.go.kr>

차례

차례(Contents)	i
I. 제목(Title)	1
II. 개요(Executive Summary)	1
III. 본문(Body)	6
1. 사실정보(Factual Information)	6
1.1 비행경위(History of Flight)	6
1.2 인명피해(Injuries to Persons)	7
1.3 항공기 손상(Damage to Aircraft)	7
1.4 기타 손상(Other Damage)	9
1.5 인적사항(Personnel Information)	9
1.5.1 기장(The Captain)	9
1.5.2 부조종사(The First Officer)	9
1.6 항공기 정보(Aircraft Information)	10
1.6.1 항공기 이력(Aircraft History)	10
1.6.2 전방착륙장치 이력(Nose Landing Gear History)	10
1.6.3 중량배분(Weight and Balance)	11
1.6.4 비행특성(Flight Characteristics)	12
1.6.4.1 착륙 접지 중 바운싱(Bouncing during Touchdown)	12
1.6.4.2 착륙 접지 중 퍼포징(Porpoising during Touchdown)	13
1.6.5 최종접근속도(Vapp : Final Approach Speed)	14
1.6.6 측풍 제한치(Crosswind Limitations)	15
1.6.7 표준통화절차(Standard Callouts Procedure)	15

Contents

1.7 기상 정보(Meteorological Information)	18
1.7.1 출발 전 브리핑 기상(Weather Briefing Data)	18
1.7.2 공항자동정보방송시스템으로 제공된 기상(ATIS)	18
1.7.3 정시 및 특별 관측 기상(METAR and SPECI)	18
1.7.4 자동기상관측시스템의 기록(AMOS)	19
1.7.5 저고도돌풍경고장치의 기록(LLWAS)	20
1.8 항행안전시설(Aids to Navigation)	21
1.9 통신(Communications)	21
1.10 비행장 정보(Aerodrome Information)	21
1.11 비행기록장치(Flight Recorders)	23
1.11.1 비행자료기록장치(Flight Data Recorder)	23
1.11.2 조종실음성기록장치(Cockpit Voice Recorder)	26
1.12 잔해 및 충격 정보(Wreckage and Impact Information)	27
1.13 의학 및 병리학적 정보(Medical and Pathological Information)	29
1.14 화재(Fire)	29
1.15 생존분야(Survival Aspects)	30
1.16 시험 및 연구(Tests and Research)	30
1.16.1 착륙 수직속도 평가(Vertical Speed Evaluation in Landing)	30
1.16.2 전문가 검사(Specialist Examinations)	31
1.16.3 모의비행 및 애니메이션(Flight Simulation and Animation)	33
1.17 기타 사항(Additional Information)	34
1.17.1 기장 진술(The Captain's Testimony)	34
1.17.2 부조종사 진술(The First Officer's Testimony)	35
1.17.3 참고인 진술(The Extra Crew's Testimony)	36
1.17.4 객실승무원 진술(The Cabin Crew's Testimony)	37

Contents

2. 분석(Analysis)	38
2.1 일반사항(General)	38
2.2 착륙 시 기상요소(Weather Factors on the Landing)	38
2.3 운항승무원의 임무수행(Flight Crew's Performance)	39
2.3.1 최종접근속도(Final Approach Speed)	39
2.3.2 접근 및 착륙 조작(Approach and Landing)	41
2.3.3 퍼포징 진입 및 조치(Porpoising during Touchdown)	42
2.4 시험 및 연구 결과(Test and Research)	43
2.4.1 착륙 수직속도 평가(Vertical Speed Evaluation in Landing)	43
2.4.2 전문가 검사(Specialist Examinations)	44
2.4.3 모의비행 및 애니메이션(Flight Simulation and Animation)	45
3. 결론(Conclusions)	46
3.1 사고원인 관련 조사결과(Findings Related to Probable Causes)	47
3.2 위험관련 조사결과(Findings Related to Risk)	47
3.3 기타 조사결과(Other Findings)	48
4. 안전권고사항(Safety Recommendations)	50
(주)한성항공	50
항공안전본부	50

I. 제목(Title)

- 항공사명 : (주)한성항공
- 항공기 제작사 : 프랑스 ATR(Avions de Transport Regional)사
- 항공기 형식 : ATR72-202
- 항공기 국적 : 대한민국
- 등록부호 : HL5229
- 사고 발생국 : 대한민국
- 사고 일시 : 2006년 11월 28일 16시 13분 경(한국시간¹⁾)
- 사고 장소 : 제주국제공항, 활주로 24
위도 : N 33° 30 ' 40 " , 경도 : E 126° 29 ' 34 "

II. 개요(Executive Summary)

한성항공 소속 ATR72-202(등록부호 HL5229), HAN205편 항공기(이하 205편 이라 한다)가 2006년 11월 28일 15시 00분경 김포국제공항을 출발하여 16시 13분경 제주국제공항(이하 “제주공항”이라 한다) 활주로 24에 착륙 중 전방착륙장치(Nose Landing Gear)가 뒤로 접히는 사고가 발생하여 전방착륙장치 및 전방 동체 아래 부분(Lower Area of Nose Section)이 대파²⁾된 상태로 활주로 24의 말단(Departure End of Runway 24)으로부터 약 1,000미터 지점의 활주로 상에 정지하였다.

기장과 부조종사, 1명의 편승승무원, 2명의 객실승무원 및 69명의 승객이 탑승한 205편은 국내선을 운항하는 부정기 여객 항공기로서 계기비행방식에 따라 비행하였고, 이 사고로 인한 인명피해는 없었다.

사고를 통보 받은 항공·철도사고조사위원회는 조사관을 사고현장에 파견하여 잔해조사와 비행관련 자료를 조사하였고, 승무원에 대한 진술조사를 실시하였으며, 운항승무원들의 혈액과 모발을 채취하여 약물 및 음주 여부를 검사토록 조치하였다.

1) 별도로 표시하지 않는 한 본 보고서 상의 모든 시간은 한국 표준시간 임

2) 항공기의 성능이나 구조물의 강도에 심각하게 영향을 끼칠 정도로 파손되었으나, 파손된 부분의 수리 또는 장비품 등을 교환한 후 건설교통부장관의 수리·개조검사를 받아 감항성을 유지할 수 있는 파손을 말한다. (ICAO ADREP 매뉴얼 Doc 9156-AN/900)

또한 항공기 제작국 항공사고조사기관(프랑스 BEA)의 조사관이 사고현장에 파견되어 현장사고조사에 참여하였다.

항공·철도사고조사위원회는 전방착륙장치의 파손된 구성품³⁾에 대하여 한국 기계연구원(Korea Institute of Machinery and Materials)에 전문가 검사(Specialist Examinations)를 수행토록 하였고, 2007년 3월 13일부터 3월 15일까지 프랑스 BEA 및 ATR 사에서 비행자료기록장치의 분석 자료 검증을 위한 기술회의를 실시하였다.

항공·철도사고조사위원회는 본 205편 사고조사의 분석에서 일반사항, 착륙 시 기상요소, 운항승무원의 임무수행, 시험 및 연구 결과에 대하여 검토하였으며, 사실 정보 및 분석을 근거로 사고원인관련 조사결과(Findings related to probable causes), 위험관련 조사결과(Findings related to risk), 기타 조사결과(Other Findings)의 3개 범주로 결과를 도출하였다.

사고원인관련 조사결과는 이번 사고에 작용하였거나, 거의 확실하게 작용하였던 것으로 나타난 요소들로 구분되어 있다. 이 범주는 사고가 발생되도록 주요 역할을 한 불안정한 행위(unsafe acts), 불안정한 조건(unsafe conditions) 또는 안전결핍(safety deficiencies)과 관련된 사항들이다.

위험관련 조사결과는 항공안전을 저하시킬 잠재성을 가지고 있는 위험요소들로 구분되어 있다. 이 범주의 일부 조사결과는 이 사고에 작용하였다는 명백한 근거는 없지만 항공안전을 저하시킬 잠재성을 가지고 있는 조직 및 제도적 위험요소를 포함하여 불안정한 행위, 불안정한 조건 및 안전결핍사항으로 구분되어 있다. 또한 이 범주에서의 일부 조사결과는 이 사고와는 연계되어 있지 않으나, 앞으로 안전조치가 필요하다고 판단되는 안전결핍에 대한 위험요소를 포함하고 있다.

기타 조사결과는 항공안전의 강화를 위한 요소, 쟁점을 해결하거나, 모호한 사항들을 명백하게 할 수 있는 요소들로 구분되어 있다. 이 범주의 일부 조사결과는 반드시 분석적인 것은 아니지만, 일반적인 관심사항이고, 정보, 안전에 대한 인식, 교육 및 개선목적을 위하여 국제민간항공기구 형식을 따른 사고보고서에 가끔 포함되고 있는 사항들이다.

3) 엑슬(Axle) 및 드래그 브레이스(Drag Brace)

Title, Executive Summary

주 : 사고조사 결과(Findings)는 본 보고서의 주요 부분(Key part)이며, 향후의 사고예방을 위하여 안전결핍 사항과 위험 사항을 명확히 구분하기 위해서만 발간된 것이다. 사고조사 결과를 비난(Blame)이나 문책(Liability)을 위해 사용하는 것은 국제민간항공조약 부속서 13, 제3장 3.1항 및 제5장 5.4.1항을 포함한 국제항공법(International Aviation Law)과 국제적인 최선의 관례(International Best practices)를 위반하는 것이다.

사고원인 관련 조사결과(Findings Related to Probable Causes)

205편은 부적절한 출력조절(Power Control)에 의한 과도한 착륙속도 때문에 기수가 수평 아래로 내려간 자세(Negative Pitch Attitude)로 최초접지가 이루어지면서 퍼포징(Porpoising)에 진입하였고, 퍼포징 진행과정에서 항공기를 활주로에 밀착(Hold)시키고자 승강타를 과도하게 아래 방향으로 사용한 조작이 전방착륙장치의 설계수직속도 한계치를 초과하는 접지를 유발하였다.

위험관련 조사결과(Findings Related to Risk)

1. 205편은 부적절한 출력조절로 인하여 최종접근단계에서 과도한 속도(128노트~144노트)가 유지되었음에도 불구하고 운항승무원들은 이에 대한 이탈 호창(Deviation Callouts)을 사용하지 아니 하였다.
2. 고도 약 100피트 부근에서 2개 엔진의 추력이 모두 증가하기 시작하여 80% 토크(Torque)에 도달하였다가 약 16피트 고도에서 줄어들기 시작하였으며, 이 출력의 증가로 205편은 144노트까지 도달하였다.
3. 205편은 사고 당시의 항공기 무게와 바람에 근거한 정상 접근속도(112노트) 보다 23노트 많은 135노트로 최초 접지가 이루어졌으며, 이 속도는 당시의 항공기 무게와 바람에 근거한 최대 접근속도(125노트) 보다 10노트가 많은 속도였다.
4. 205편은 최초 접지 후 3회의 퍼포징이 있었고, 퍼포징은 진폭이 점차 증가하는 형태로 진행되었으며, 모든 접지는 기수가 수평 아래로 내려간 자세로 이루어졌다.

Title, Executive Summary

5. 4회의 활주로 접지 중 최대 하중계수는 2.428 g로서 3회째 접지에서 발생하였으며, 이때 전방착륙장치의 수직속도(Vertical Speed)는 3.34 m/sec로서 설계 한계치(3.05 m/sec)를 초과하였다.
6. 205편에서 장탈된 조종실음성기록장치(CVR)는 기록이 지워진 상태에 있었으며, 제작사(L-3 COMM)는 이것이 인위적인 방법에 의하여 기록이 지워진 것으로 분석하였다.
7. 205편은 활주로 접지 후부터 정지할 때까지 활주로 중앙선 좌측 약 80피트까지 벗어났다.

기타 조사결과(Other Findings)

1. 205편 운항승무원들은 당해 비행에 적합한 자격증명을 보유하고 있으며, 항공기는 유효한 감항증명과 운용한계지정서를 보유하고 있었다.
2. 205편 운항승무원들은 비행 전에 적절한 휴식을 취하였고, 비행에 지장을 줄 수 있는 어떠한 의학적인 요소도 없었던 것으로 확인되었다.
3. 항공기는 규정된 정비를 수행하였으며, 사고 발생 전에 항공기 기체나 시스템에 결함이 있었다는 사실은 발견되지 않았다.
4. 사고 당해 비행은 적절한 연료를 탑재하였고, 착륙중량 중심백분을 평균공력시위(LDW C.G % MAC) 제한치 범위 안에서 착륙이 수행되었다.
5. 파손된 전방착륙장치의 구성품인 드래그 브레이스(Drag Brace)와 액슬(Axle)은 정비교범(Maintenance Manual) 상의 규정된 부품(Standard Parts)이었으며, 사용 유효기간 내에 있었다.

6. 205편이 착륙할 당시의 기상은 시계비행 조건에 있었고, 활주로 24 방향에서 관측된 풍향은 290도와 330도 사이, 풍속은 12 내지 15노트였으며, 돌풍(Gust)이나 측풍 제한치를 초과한 바람은 없었다.
7. 항공기가 활주로 상에 정지 후 기장 지시에 따라 승객비상탈출(Passenger Evacuation)이 수행되었다.
8. 엑셀은 소재의 강도보다 더 큰 힘이 가해져서 파단이 일어났으며, 피로 파괴(Fatigue Failure)의 흔적은 없었고, 소재의 결함이나 문제점은 발견되지 않았다.
9. 드래그 브레이크는 외력에 의해 변형되었으며, 파단면의 손상으로 인하여 파단 양상은 관찰할 수 없었다.

205편의 이러한 사고조사 결과에 의거 항공·철도사고조사위원회는 (주)한성항공과 항공안전본부에 대하여 안전권고사항을 발행하였다.

III. 본문(Body)

1. 사실 정보(Factual Information)

1.1 비행경위(History of Flight)

205편⁴⁾은 2006년 11월 28일 15:00경 김포공항을 이륙하여 16:07:56에 제주공항 ILS DME RWY 24 계기접근을 위한 최초접근지점(IAF : Initial Approach Fix) LEMON 을 떠났으며, 16:08:45에 제주공항관제탑으로부터 활주로 24에 착륙을 허가 받았다.

운항승무원들의 진술과 비행자료기록장치에 의하면 운항승무원들은 접근 중 약 8마일에서 활주로를 확인하였고, 고도 약 800피트에서 자동비행을 수동비행으로 전환하였으며, 16:13:15에 활주로 24에 접지하였다.

205편은 최초 접지 후 연속적인 3회의 퍼포징⁵⁾이 있었고, 이 과정에서 모든 접지는 항공기 기수가 수평 아래로 내려간 자세로 이루어졌으며, 3회째 접지에서 하중계수(Load Factor)가 최고 2.428 g를 기록하였다.

ATR72 항공기의 FCOM(Flight Crew Operations Manual)에 의하면 착륙 당시 205편의 착륙중량과 바람에 근거한 최종 접근속도는 112노트였다. 그러나 비행자료 기록장치에 의하면 205편은 ILS DME RWY 24 계기접근 중 500피트 이하의 고도에서 128~144노트의 속도를 유지하였으며, 135노트의 속도로 최초 접지가 이루어졌다.

항공·철도사고조사위원회 및 프랑스 BEA가 검토한 ATR사의 205편 착륙 시의 수직속도평가(Vertical Speed Evaluation during Touchdown) 결과에 의하면 두 번째 접지에서 전방착륙장치의 액슬(Axle)과 전방착륙장치를 지지하는 드래그 브레이크

4) 기장 : Pilot Flying(조종 담당), 부조종사 : Pilot Non Flying

5) 비행기의 앞쪽 바퀴가 먼저 닿고, 튀어 오르고, 떨어지는 동작을 반복하게 되는 것을 퍼포징(Porpoising)이라 부른다.

Factual Information

(Drag Brace)에 손상을 줄 정도의 충격이 있었고, 세 번째 접지에서 부품의 설계 한계를 초과하는 충격이 있었으며, 이로 인하여 전방착륙장치의 우측 액슬이 부러져 바퀴가 이탈하고, 드래그 브레이스가 파손되면서 전방착륙장치가 뒤로 접혀진 상태로 최종 접지가 이루어졌다.

205편은 최종 접지 후 전방착륙장치가 뒤로 접혀진 상태로 전방 동체부분이 활주로 노면에 긁히면서 활주로 상을 주행하여 활주로 24의 말단(Departure End of Runway 24)으로부터 약 1,000미터 지점에 정지하였으며, 항공기 정지 후 기장은 기내방송을 통하여 승객비상탈출을 지시하였다.

1.2 인명피해(Injuries to Persons)

피 해	운항승무원	객실승무원	승 객	기 타	합 계
사 망	0	0	0	0	0
중 상	0	0	0	0	0
경 상	0	0	0	0	0
부상 없음	2	2	69	1 ⁶⁾	74
합 계	2	2	69	1	74

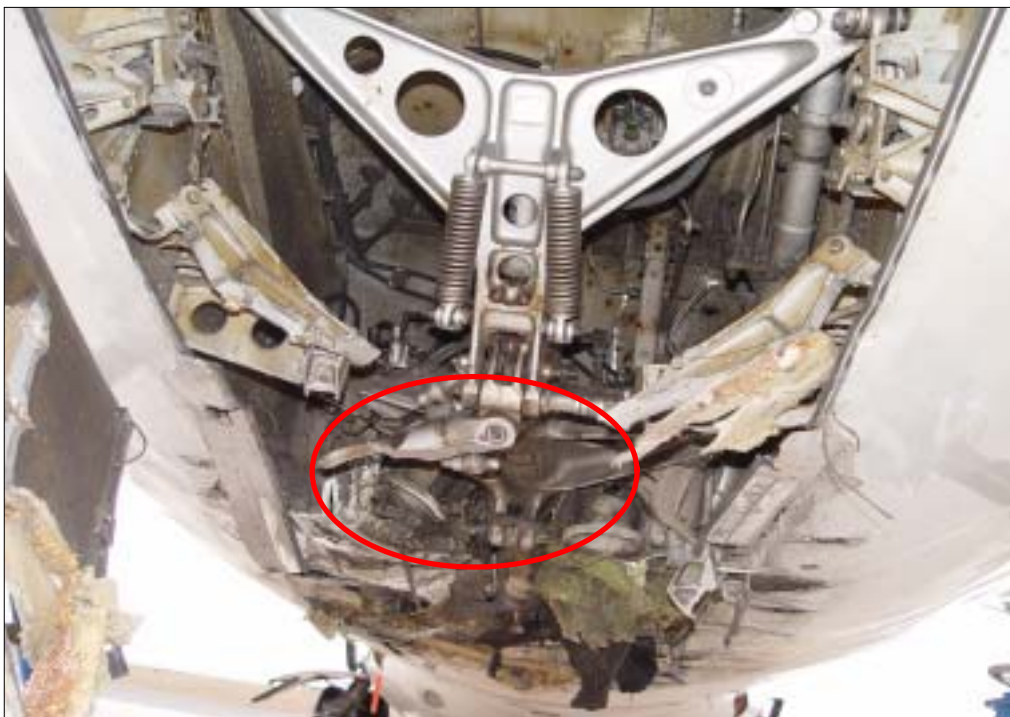
1.3 항공기 손상(Damage to Aircraft)

착륙 접지 과정에서 설계 한계를 초과하는 힘이 전방착륙장치에 작용하여 우측 바퀴 액슬과 드래그 브레이스가 파손되었고, 드래그 브레이스의 파손으로 인하여 [사진 1]과 [사진 2]에서 보는 바와 같이 전방착륙장치가 뒤로 접혀져 전방착륙장치와 전방 동체 부분이 활주로 노면에 긁히면서 약 16억 원 정도의 손상이 발생하였다.

6) 편승승무원(Extra Crew)



[사진 1] 사고 후 활주로에 정지한 상태



[사진 2] 손상된 전방착륙장치 및 전방 동체 부분

1.4 기타 손상(Other Damage)

항공기의 전방착륙장치 지주(Leg)가 활주로 노면을 찍으면서 활주로 일부분이 패이고 굽혔으며, 또한 활주로의 정지해 있는 사고기를 활주로 밖으로 견인하고 손상된 활주로를 복구하기 위하여 약 3시간 정도 활주로를 사용하지 못하였다.

1.5 인적사항(Personal Information)

1.5.1 기장(The Captain)

기장(60세)은 2006년 1월 대한항공을 정년 퇴직⁷⁾한 후 2006년 3월 한성항공에 입사하였고, 2006년 5월 ATR72 한정자격을 취득한 후 2006년 6월 기장으로 임명되었으며, 유효한 운송용조종사 자격증명, 1종운항승무원 신체검사증명(2006년 9월18일 검사), 그리고 무선종사자 자격증명(특수급무선통신사-항공)을 보유하고 있었다.

총 비행시간은 14,015⁸⁾시간, ATR72 기장시간(PIC Time on Type)은 280시간, 최근 3개월 비행시간은 158시간, 최근 1개월 비행시간은 55시간이며, 2006년 11월 23일에 모의비행장치 정기 기량심사(Type Rating Skill Test)를 완료하였다.

기장은 2006년 11월 25일부터 27일까지(비행 전 72시간) 김포-제주-김포 구간의 비행을 매일 1회 실시하였고, 음주나 허가되지 않은 약물을 복용하지 않았으며, 건강 상태는 정상인 것으로 진술하였다.

1.5.2 부조종사(The First Officer)

부조종사(51세)는 2001년 1월 대한항공을 퇴사⁹⁾한 후 2006년 5월 한성항공에 입사하였고, 2006년 6월 ATR72 한정자격을 취득한 후 2006년 8월 부조종사로 임명되었다.

7) 퇴직 당시 B747-400 기장이었음.

8) B747: 6,541 시간, MD-82: 1,579 시간, B727: 1,665 시간, ATR72 : 280 시간,
기타(군 포함) : 5,010 시간

9) 퇴사 당시 MD-82 기장이었음.

Factual Information

총 비행시간은 9,544¹⁰⁾ 시간, 해당 기종 비행시간은 253시간, 최근 3개월 비행시간은 206시간, 최근 1개월 비행시간은 70시간이며, 유효한 운송용조종사 자격증명과 1종 운항승무원 신체검사증명(2006년 10월 19일 검사), 그리고 국가기술자격증명(항공무선 통신사)을 보유하고 있었다.

부조종사는 사고 비행 이전 72시간 동안 비행 없이 휴식을 취하였으며, 음주나 허가되지 않은 약물을 복용하지 않았고, 건강 상태는 정상인 것으로 진술하였다.

1.6 항공기 정보(Aircraft Information)**1.6.1 항공기 이력(Aircraft History)**

사고기는 ATR72-202 기종으로서 프랑스에서 제작¹¹⁾되었으며, 2005년에 6월 27일 한성항공에서 도입하여 7월 8일 등록¹²⁾ 후 운용을 시작하였고, 도입 당시의 항공기 사용시간은 12,966:44시간, 항공기 이·착륙 횟수는 16,510회이다.

사고 당일까지 항공기의 총 사용시간(Aircraft Total Time)은 15,411:47시간, 이·착륙 횟수는 18,898회이다.

1.6.2 전방착륙장치의 이력(History of Nose Landing Gear)

전방착륙장치 제작사인 Messier Dowty가 프랑스 사고조사기관(BEA)을 통하여 제공한 자료에 의하면 205편의 전방착륙장치 지주(Leg Assembly)¹³⁾는 한성항공에서 도입 당시 총 19,762 사이클(Cycle)¹⁴⁾을 사용한 상태였으며, 사고 당시에는 22,150사이클(Cycle)을 사용한 상태였다.

10) MD-82 : 3,284 hrs, MD-11 : 2,366 시간, ATR72 : 253 시간, 기타(군 포함) : 3,671 시간

11) 제작일자: 1995.5월 프랑스 ATR(Avions de Transport Regional)사, 제작번호: MSN456

12) 등록부호: HL5229

13) Part No. : D22698172-6, Serial No. : NO12

14) 사용 한계치는 64,000 사이클(Cycle)임

Factual Information

전방착륙장치 구성품 중의 하나로서 전방착륙장치를 지지하는 파손된 드래그 브레이스의 현황은 다음과 같다.

- MPD¹⁵⁾ ref. : 322100-RAI-12000-1
- 부품명(Components) : DRAG BRACE ASSY(Overhaul)
- 부품번호(P/N ; Part Number) : D227030721
- 일련번호(S/N ; Serial No.) : B163
- MPD limit : 15,000 Cycle or 8년(96 Month)
- 도입 당시 이·착륙 횟수 : (CSN ; Cycle Since New) : 19,762 Cycle
- 사고 당시 총 이·착륙 횟수 : 22,150 Cycle
- 1차 오버홀 : 1999년 4월 26일(CSN : 14,930)
- 2차 오버홀 : 2005년 4월 6일 (CSN : 19,760)
- 오버홀 이후 이·착륙 횟수(CSO ; Cycle Since Overhaul) : 2,390 Cycle
- 교체시기(Next due A/C) : 항공기 시간 31,508 Hours or Apr 06, 2013
- 잔여기간(Remaining) : 12,610 Cycle or 76 Month

1.6.3 중량 배분(Weight and Balance)

205편의 중량배분 자료는 다음과 같다.

- 무연료중량(ZFW)..... 18,159 kg(최대 19,700 kg)
- 탑재연료(TOF)..... 2,730 kg
- 이륙중량(TOW)..... 20,889 kg(최대 22,000 kg)
- 소모연료(TIF)..... 836 kg
- 착륙예정중량(LDW)..... 20,053 kg(최대 21,3500 kg)
- 착륙중량 중심백분을 평균공력시위(LDW C.G % MAC) : 24.3 % MAC
- * 한계(Limit) : 17.1 % MAC ~ 37.0 % MAC

15) Maintenance Planning Document(정비계획서)

1.6.4 비행 특성(Flight Characteristics)

1.6.4.1 착륙 접지 중 바운싱(Bouncing during Touchdown)

항공기가 부적절한 자세 또는 과도한 강하율 때문에 지면에 강한 충격과 함께 접촉했을 때에는 다시 공중으로 떠오르기 쉽다. 비록 항공기의 타이어와 완충장치(Shock Struts)가 일부 완충 작용을 제공하지만 비행기는 날개의 받음각(Angle of Attack)이 갑자기 증가되고 갑작스런 양력의 증가로 인하여 다시 공중으로 떠오른다.

갑작스런 받음각의 변화는 주착륙장치(Main Landing Gear)가 강하게 지상에 접촉할 때에 비행기의 꼬리 아래쪽을 향하여 순간적으로 가해지는 관성력 때문이다. 바운싱(Bouncing)의 심한 정도는 접지 순간의 속도와 받음각 또는 피치자세(Pitch Attitude)의 증가 정도에 달려있다.

바운싱은 적절한 접지 자세가 이루어지기 이전에 비행기가 지상에 접촉하게 될 때 일어나며, 이때 조종사는 대부분 승강타(Elevator)에 과도한 후방압력(Back Pressure)을 주게 된다. 이것은 대개 항공기가 적절한 자세에 있지 못하다는 것을 조종사가 늦게 알아 차려서 두 번째 접지할 때는 이를 바로 잡으려고 시도한 결과 때문에 발생한다.

바운싱의 수정 조작은 심한 정도에 달려 있다. 바운싱이 매우 약하고 비행기 자세(Pitch)의 극심한 변화가 없을 경우에는 접지 충격의 완화를 위한 충분한 동력(Power)을 사용하고 적절한 접지자세를 위해 피치(Pitch)를 부드럽게 조절함으로써 착륙을 수행할 수 있다.

측풍에서 착륙하는 동안 약한 바운싱이 일어날 경우 측풍 수정은 다음 접지가 이루어질 때까지 반드시 유지되어야 한다. 이후에 이루어지는 접지는 더 낮은 비행속도에서 이루어지므로 바람이 불어오는 쪽의 날개는 편류(Drift)를 보상하기 위해서 더 낮아져야 한다.

Factual Information

바운싱이 일어날 때에는 언제나 극도의 주의가 필요한데 특히 측풍이 있을 때 더욱 그렇다. 측풍이 불 때에는 비행기의 한쪽 바퀴가 활주로에 닿고 나서 이어서 나머지 한쪽 바퀴도 즉시 닿게 되며 날개는 수평이 될 것이다. 이때 미숙한 조종사들은 측풍수정을 풀어줄 것이다. 그러나 항공기가 바운싱 할 때 측풍수정을 하지 않으면 비행기는 바람에 의해 롤(Roll)을 일으키면서 더 많은 면을 측풍에 노출시키고 더 급격하게 밀려나게 된다.

바운싱이 심할 때 가장 안전한 절차는 즉시 복행(Go-Around)하는 것이다. 착륙을 반드시 하려고 시도하지 말아야 한다. 방향조종을 유지하면서 안전한 상승 자세로 기수를 낮추고 동시에 최대 동력(Full Power)을 가해야 한다. 악성 바운싱 상태에서 착륙을 시도하는 것은 기수가 들린 자세에서 매우 급격히 속도가 줄어 들고 접지가 이루어지기 전에 실속(Stall)이 일어날 수 있기 때문에 매우 어리석은 일이다.

1.6.4.2 착륙 접지 중 퍼포징(Porpoising during Touchdown)

비행기의 앞쪽 바퀴가 먼저 닿고, 튀어 오르고, 떨어지는 동작을 반복하게 되는 것을 퍼포징(Porpoising)이라 부른다.

승강타 또는 수평안정판 트림(Stabilizer Trim)이 적합하지 않을 경우에 활주로에 기수가 낮은 상태로 접지되면서 퍼포징이 발생한다. 또한 퍼포징은 부적절한 착륙 속도에 의해 발생한다. 보통 너무 빠르게 접근이 이루어지면 비행기는 뜨게(Floating) 되며, 떠 있는 상태에서 조종사는 강제로 활주로에 항공기를 접지시키려고 한다. 이때 돌풍, 활주로에 충돌, 또는 조종간(Control Wheel)의 가벼운 당김일지라도 비행기를 재 부양하게 할 것이다.

퍼포징에 대한 적절한 조치는 바운싱과 같고 심한 정도에 따라 다르다. 매우 경미하고 항공기의 자세가 극심한 변경이 없을 때 이어지는 착륙은 접지 중에 충격을 완화하기 위해 충분한 동력을 넣고 적절한 접지 자세로 피치를 부드럽게 조절함으로써 이루어질 수 있다.

Factual Information

퍼포징이 심하면 가장 안전한 절차는 즉시 복행을 하는 것이다. 방향 조종을 유지하고 안전한 상승자세로 기수를 낮추면서 동시에 최대 동력을 가해야 한다.

심한 퍼포징에서 비행기 피치의 진폭은 전방착륙장치가 부서질 만큼의 큰 힘으로 비행기 기수가 먼저 활주로에 충돌할 때까지 점점 더 악화될 것이다. 비행기 조종과 동력의 추가에 의해 심한 퍼포징을 조치하려는 조종사의 시도는 대부분 그 시기가 적절하지 못하고 진동의 주기에 맞지 않아서 상황을 더욱 악화시킬 수가 있으므로 착륙을 시도해서는 아니 된다.

1.6.5 최종접근속도(Vapp : Final Approach Speed)

ATR72 항공기 FCOM(Flight Crew Operations Manual)에 의하면 최종접근속도는 $V_{app}(\text{Final Approach Speed}) = V_{mHB} + \text{Wind Factor}$ 를 적용하여 산출하고 있다.

- V_{mHB} 는 접근을 위한 최저속도이다. 이 경우 경사각(Bank Angle)은 30°로 제한되며, Flap 30 에서의 V_{mHB} 는 [표 1]과 같다.
- 이때 Wind Factor는
 - 보고된 정풍 속도(The reported head wind velocity)의 1/3, 또는 돌풍 성분(Gust in full) 중 큰 것으로 하고,
 - 최대 Wind Factor는 15노트를 초과할 수 없다.

Weight (1,000 kg)	VmHB IAS	
	Normal Conditions	Icing Conditions
18	103	110
19	106	114
20	110	117
21	113	120
21.5	114	121

[표 1] 최종접근속도(Vapp : Final Approach Speed)

Factual Information

1.6.6 측풍 제한치(Crosswind Limitations)

ATR72 항공기의 FCOM(Flight Crew Operations Manual) 2.01.03에 의하면 최대측풍속도(Maximum demonstrated crosswind on dry runway)를 35노트로 정하고 있으며, 한성항공의 운항지시 06-09에 의하면 최대 측풍 제한치를 [표 2]와 같이 정하고 있다.

활주로제동상태 (Brake Action)	Max Wind Component		R/W Surface Condition
	측풍	배풍	
GOOD	25	10	Dry & Damp
MEDIUM(FAIR)	15	5	Wet; RA, SN, SLUSH < 2.5mm
POOR(RCR 7)	5	N/A	Contaminated ; Water, Snow, Wet Snow ≥2.5mm Dry Snow ≥ 15mm
NIL(RCR 6 이하)	N/A	N/A	ICE ; NIL or Unreliable

[표 2] 측풍 제한치(Crosswind Limitations)

1.6.7 표준통화절차(Standard Callouts Procedure)

한성항공의 ATR72 POM(Pilot Operating Manual) 5.7.2에 의하면 정밀계기접근 (Precision Approach) 시 500피트 이하에서의 표준통화절차는 [표 3]과 같다.

PF	PNF
	ANNOUNCE FIVE HUNDRED ABOVE(DA)
ANNOUNCE STABILIZED or CORRECTING	
	ANNOUNCE G/S ALIVE
ANNOUNCE CHECK	
	ANNOUNCE MINIMUM
ANNOUNCE LAND OR GA	

[표 3] 정밀접근 시 표준통화

Factual Information

한성항공의 ATR72 POM(Pilot Operating Manual) 5.7.7에 의하면 카테고리-I ILS 접근(CAT-I ILS Approach) 시 PNF(Pilot Non-Flying)는 다음 사항을 호창(Call out) 하도록 정하고 있다.

- 500 feet above minimum
- 100 feet above
- Minimum
- Speed (when Speed deviates +10/-0 kts from Vapp.)
- Glide slope (when G/S deviates 1/2 dot)
- Localizer (when LOC deviates 1/2 dot)

한성항공의 ATR72 POM(Pilot Operating Manual) 5.7.5에 의하면 착륙(Landing) 시 표준 통화절차는 [표 4]와 같다.

PF	PNF
	ANNOUNCE EIGHTY
	ANNOUNCE FIFTY
	ANNOUNCE TWENTY
REDUCE PLS TO FI, ADAPT	
LANDING ATTITUDE	
REDUCE PLS TO GI	CHECK IDLE GATE
	ANNOUNCE BOTH LOW PITCH
PLS TO REVERSE	

[표 4] 착륙 시 표준통화

Factual Information

한성항공의 ATR72 POM(Pilot Operating Manual) 5.7.2에 의하면 이탈 호창 (Deviation Callouts) 절차는 [표 5]와 같다.

PF	PNF
<p>Verify the deviation, and if appropriate, correct deviation with calling CORRECTING or execute missed approach with calling GO-AROUND</p>	<p>Any significant deviation from planned flight plan, airspeed or descent rate occurs or is expected, the PNF must call out</p> <p>BANK LOCALIZER GLIDE SLOPE SPEED HIGH/LOW ALTITUDE ARC CDI BEARING RADIAL SINK RATE</p> <p>(when below 1000 feet HAT, any descent rate exceeding 1000 fpm)</p>
	<p>LOW , TOO LOW , HIGH , TOO HIGH (VASI or PAPI indication) PITCH</p> <p>if the approach is unstabilized or for any other reason can not safely be continued : call GO-AROUND</p>

[표 5] 이탈 호창(Deviation Callouts)

1.7 기상 정보(Meteorological Information)

1.7.1 출발 전 브리핑 기상(Weather Briefing Data)

205편 운항승무원들이 제주공항으로 비행하기 전 한성항공 김포공항 사무실에서 브리핑 시 확인한 제주공항의 기상자료는 다음과 같다.

```
METAR RKPC 280400Z 30010KT 9999 SCT025 BKN100 13/06 Q1018 NOSIG  
TAF RKPC 280500Z 280606 31010KT 9999 SCT030 BKN120 BECMG 1213  
34005KT 7000 BECMG 0001 01008KT=
```

1.7.2 공항자동정보방송시스템으로 제공된 기상(ATIS)

205편 운항승무원들은 제주공항에 접근하기 위하여 15:57:35에 제주접근관제소와 첫 교신하면서 제주공항 자동정보방송업무(ATIS) Juliet 을 수신하였다고 통보 하였으며, 그 기상은 다음과 같다.

```
0600 UTC, Wind 300 degrees 12 knots, Visibility more than 10km, Scatter  
2,500, Broken 10000, Temperature 12 centigrade, Dew point 4, QNH 1019  
Hectopascal, Altimeter 3008 inches.
```

1.7.3 정시 및 특별 관측기상(METAR and SPECI)

항공고정통신망(AFTN)으로 발송된 205편 착륙 전의 최근 정시관측기상(METAR)¹⁶⁾과 사고 발생 후의 특별관측기상(SPECI)은 다음과 같다.

16) 제주공항의 경우 활주로 6에 대한 관측치를 공식 METAR로 공표

Factual Information

○ 정시관측기상(METAR)

METAR RKPC 280700Z 32012G25KT 9999 SCT025 BKN100 12/04 Q1019 NOSIG=

○ 특별관측기상(SPECI)

SPECI¹⁷⁾ RKPC 280723Z WIND RWY 24 TDZ 320/15KT END 300/11KT RWY31 TDZ 320/13KT END 310/17KT CLD SCT 2500 BKN 10000FT T12 D4 QNH 1019HPA QFE 1016HPA ALT 3010 ACCID=

 SPECI RKPC 280742Z 32012KT 9999 SCT025 BKN100 12/04 Q1019 NOSIG
 RMK ACCID=

1.7.4 자동기상관측시스템의 기록(AMOS)

205편이 제주공항 활주로 24에 착륙하기 5분전부터 착륙 시까지 매 1분 간격으로 기록된 AMOS¹⁸⁾ 관측기록은 [표 6]과 같다.

시각	활주로	풍향			풍속(knot)			기온 (C)	노점 (C)	습도 (%)	기압 (QNH)	강수 누적
		평균	최대	최소	평균	최대	최소					
16:10	6	310	340	290	11.6	19.24	6.8	11.8	3.9	58	1019.6	2.2
	24	310	330	290	15.18	23.9	8.16	12	4.8	61	1019.4	
16:11	6	310	340	290	11.7	19.24	6.8	11.8	4.1	59	1019.7	2.2
	24	310	330	290	15.47	23.9	8.16	11.9	4.2	59	1019.4	
16:12	6	310	340	290	11.77	19.24	6.8	11.9	4.4	60	1019.7	2.2
	24	310	330	290	15.55	23.9	8.16	11.8	3.6	57	1019.4	
16:13	6	310	340	280	11.7	19.24	6.8	11.9	4.2	59	1019.5	2.2
	24	310	330	290	15.39	23.9	8.16	11.8	3.9	58	1019.5	
16:14	6	310	340	280	11.44	19.24	6.8	11.8	3.6	57	1019.6	2.2
	24	310	330	290	15.39	23.9	8.16	11.8	4.3	60	1019.5	
16:15	6	310	330	280	11.31	17.49	6.8	11.9	4.2	59	1019.7	2.2
	24	310	340	290	15.58	23.9	8.16	11.8	4.1	59	1019.4	

[표 6] AMOS 관측기록

17) AFTN으로 발송되지 않았으나 항공기상대 기상정보 시스템에 입력된 기록

18) 자동기상관측시스템(Automatic Meteorological Observation System)

Factual Information

1.7.3 저고도돌풍경고장치의 기록(LLWAS)

205편이 제주공항 활주로 24에 착륙하기 5분전부터 착륙 시까지 매 10초 간격으로 기록된 LLWAS¹⁹⁾ 관측기록 중 활주로 24에 가까운 LLWAS 원격감지장치(Remote Station) #1, #2, #4 및 #11의 관측기록은 [표 7]과 같다.

시 분 초	Station #1		Station #2		Station #3		Station #4		Station #11	
	풍향	풍속	풍향	풍속	풍향	풍속	풍향	풍속	풍향	풍속
16:10:07	315	4	304	11	300	12	286	10	314	10
16:10:17	278	7	306	11	296	12	292	10	312	12
16:10:27	308	4	309	11	305	12	286	10	305	11
16:10:37	308	9	309	10	302	11	285	9	306	10
16:10:47	318	4	311	9	299	11	290	9	311	10
16:10:57	316	9	308	10	300	12	293	9	310	10
16:11:07	318	4	304	10	301	12	293	9	312	10
16:11:17	290	2	293	7	286	11	286	8	311	10
16:11:27	291	7	306	12	287	10	285	9	314	11
16:11:36	314	10	305	11	293	9	290	10	316	9
16:11:46	317	8	306	10	291	10	288	9	320	9
16:11:56	308	4	308	11	287	10	290	9	314	8
16:12:06	313	8	307	11	288	9	289	9	311	8
16:12:16	271	4	307	11	287	10	288	11	313	9
16:12:26	279	5	304	11	295	12	287	10	311	8
16:12:36	294	4	306	12	298	11	297	10	301	6
16:12:46	298	6	302	11	290	9	290	9	313	9
16:12:56	347	3	306	10	286	10	299	11	315	9
16:13:06	312	5	303	10	295	10	300	12	315	9
16:13:16	314	4	305	10	302	10	286	10	317	10
16:13:25	283	5	305	12	293	10	297	11	315	10
16:13:35	316	4	311	12	291	10	300	12	312	11
16:13:45	309	6	313	12	287	10	301	10	314	9
16:13:55	299	6	310	12	302	11	301	12	315	9
16:14:05	302	4	315	11	300	10	301	11	318	9
16:14:15	299	6	311	9	304	12	300	13	323	9
16:14:25	316	8	310	11	301	12	298	10	321	10
16:14:35	318	8	313	12	298	12	287	10	314	12
16:14:45	324	7	313	10	299	14	299	13	314	9
16:14:55	299	6	310	10	300	14	305	12	312	11
16:15:04	336	7	308	10	294	14	303	12	308	11

[표 7] LLWAS 관측 기록

19) 저고도돌풍경고장치(Low Level Wind-shear Alert System)

1.8 항행안전시설(Aids to Navigation)

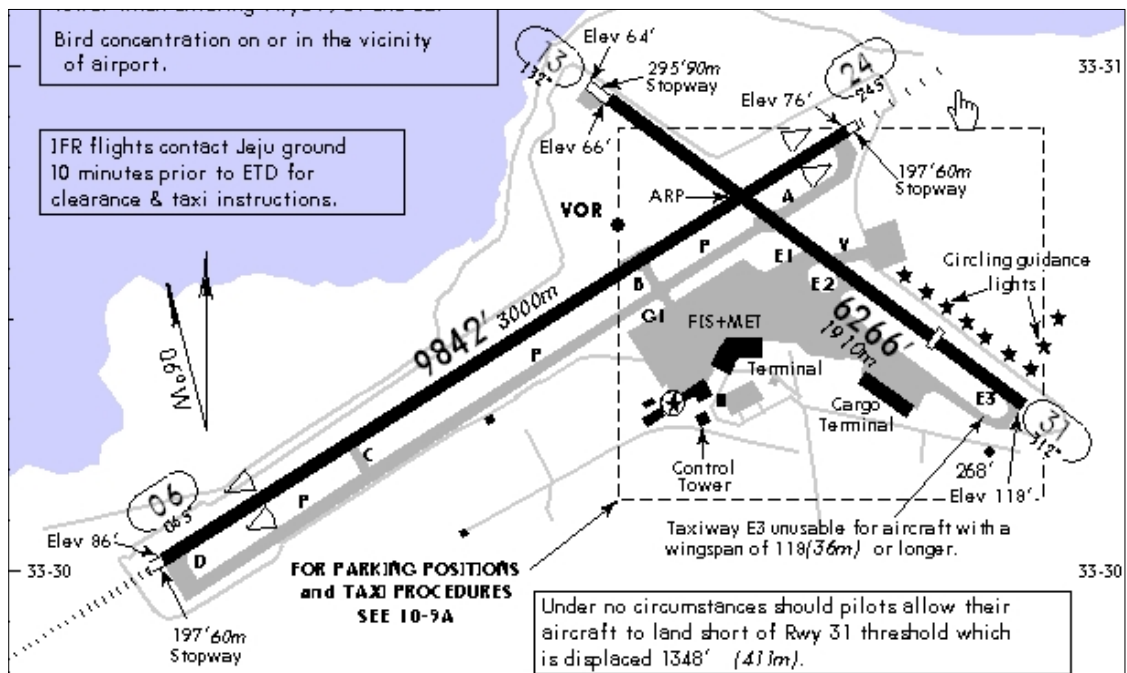
205편이 제주공항에 착륙하기 위하여 이용한 비행절차는 ILS/DME RWY 24였으며, ILS 및 DME 작동 기록에 의하면 Localizer, Glide Slope 및 DME가 정상 범위 내에서 작동하였다.

1.9 통신(Communications)

205편의 조종실음성기록장치와 관제녹음장치의 기록에 의하면, 운항승무원과 제주접근관제소 및 제주관제탑과의 통신에 장애는 없었다.

1.10 비행장 정보(Aerodrome Information)

제주공항은 제주시 북서쪽 3.8 km에 위치하며 바다에 인접하고 있다. [그림 1]에서 보는 바와 같이 활주로는 06/24, 13/31 2본이 있으며, 205편이 착륙한 활주로 24의 제원은 길이 3,000 m, 폭 45 m로서 아스팔트로 포장되어 있다.



[그림 1] 제주 비행장도

활주로 24는 ILS/DME, MALSF²⁰⁾ 형태의 접근등(Approach Light), 진입각지시등(PAPI) 및 활주로중심선등(Runway Centerline Lights)이 설치되어 있어 정밀접근을 할 수 있다.

제주공항은 바다와 높은 산이 인접해 있는 지역 특성 때문에 돌발적인 기상 변화가 발생할 가능성이 많다. 특히 저고도 이·착륙 지역에서 발생하는 돌풍 및 난기류를 탐지하여 관제사로 하여금 조종사에게 통보함으로서 안전한 이·착륙에 도움을 주는 저고도돌풍경고장치(LLWAS)가 설치되어 있으며, 원격감지장치 11개소가 [그림 2]와 같이 이·착륙지역 주변에 위치하고 있다.



[그림 2] 제주공항 LLWAS 원격감지장치 위치도

20) Medium Intensity Approach Light System with Sequenced Flashing Lights

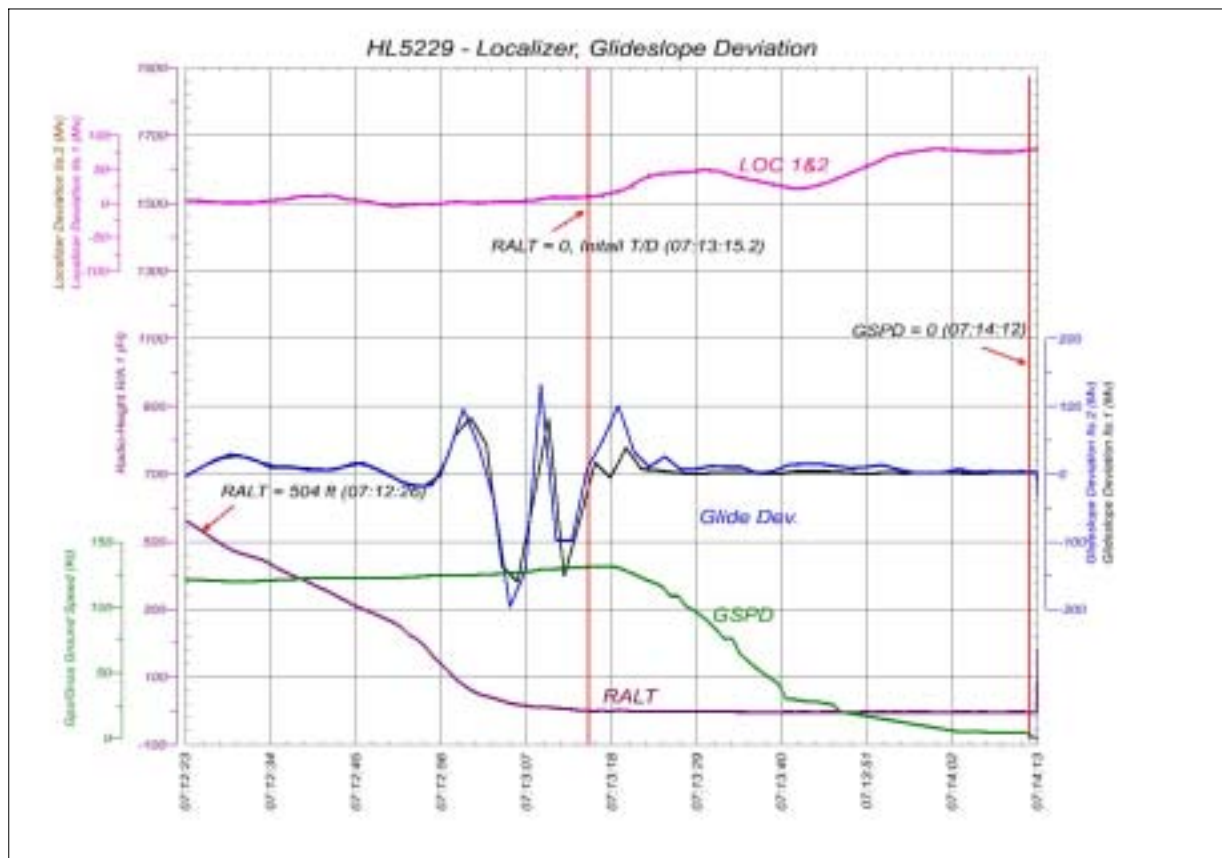
1.11 비행기록장치(Flight Recorders)

1.11.1 비행자료기록장치(Flight Data Recorder)

205편에는 L-3 COMM에서 제작²¹⁾하였고 47시간 기록이 가능한 솔리드 스테이트형 비행자료기록장치가 장착되어 있었다.

항공·철도사고조사위원회는 이를 항공기에서 장탈하여 47시간 분량의 자료를 추출하였으며, 205편이 착륙을 위하여 최초접근지점(IAF : Initial Approach Fix)

LEMON 을 떠난 시간부터 착륙 후 항공기가 정지한 시간까지의 자료를 본 사고 조사에 사용하였다.



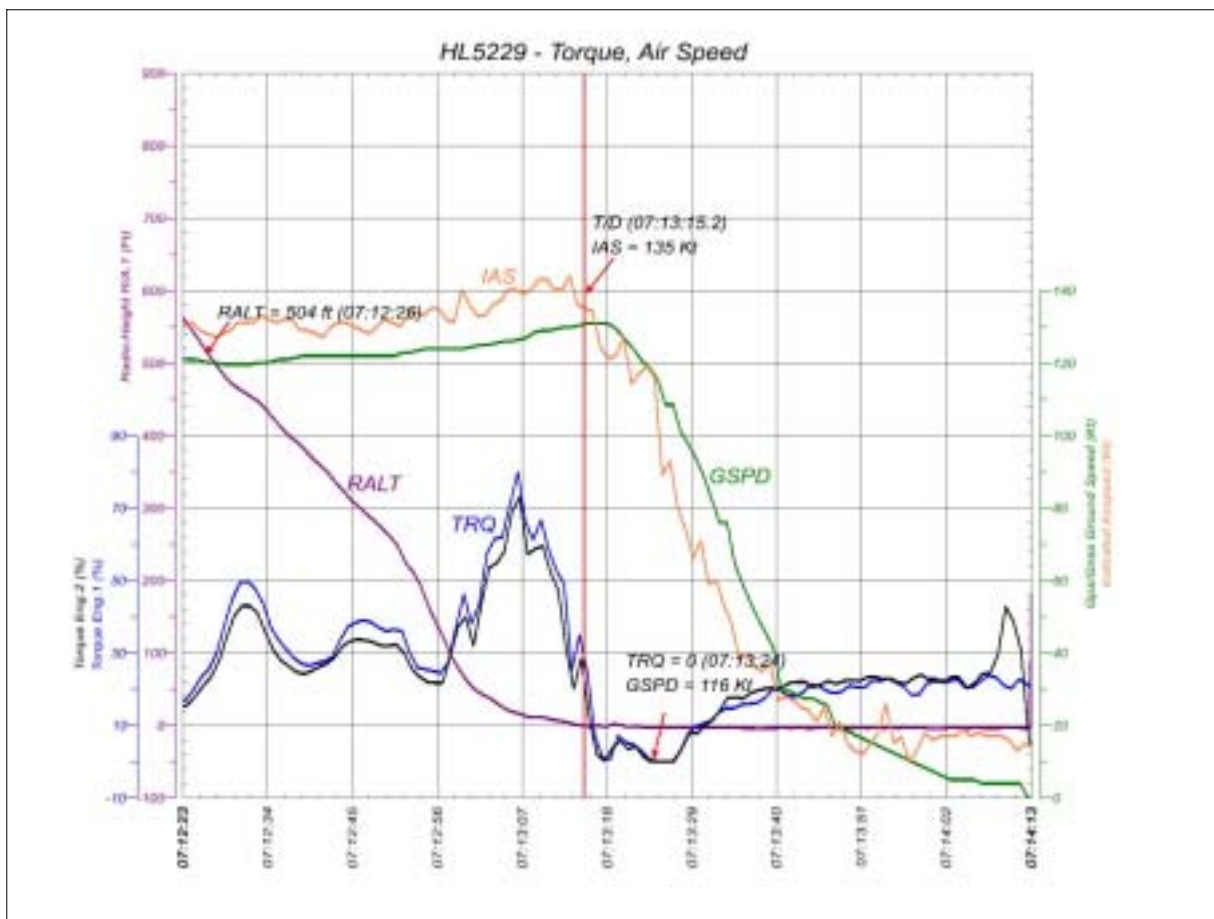
[그림 3] 접지 전·후의 Localizer 및 Glide Slope 도표

21) Part No. : S800-2000-00, Serial No. : 01427(Fairchild Model F1000)

[그림 3]에서 보는 바와 같이 205편은 LOC 와 G/S에 큰 벗어 남(Deviation) 없이 제주공항의 ILS DME RWY 24 계기접근을 수행하였다.

그러나 착륙조작(Flare)을 하는 단계에서는 많은 접근 속도로 인하여 기수 들림(Nose Up)으로 시작된 상하 진동 현상이 있었으며, 최종 접지 이후에는 활주로 중앙선으로부터 좌측으로 약 80피트까지 벗어났다.

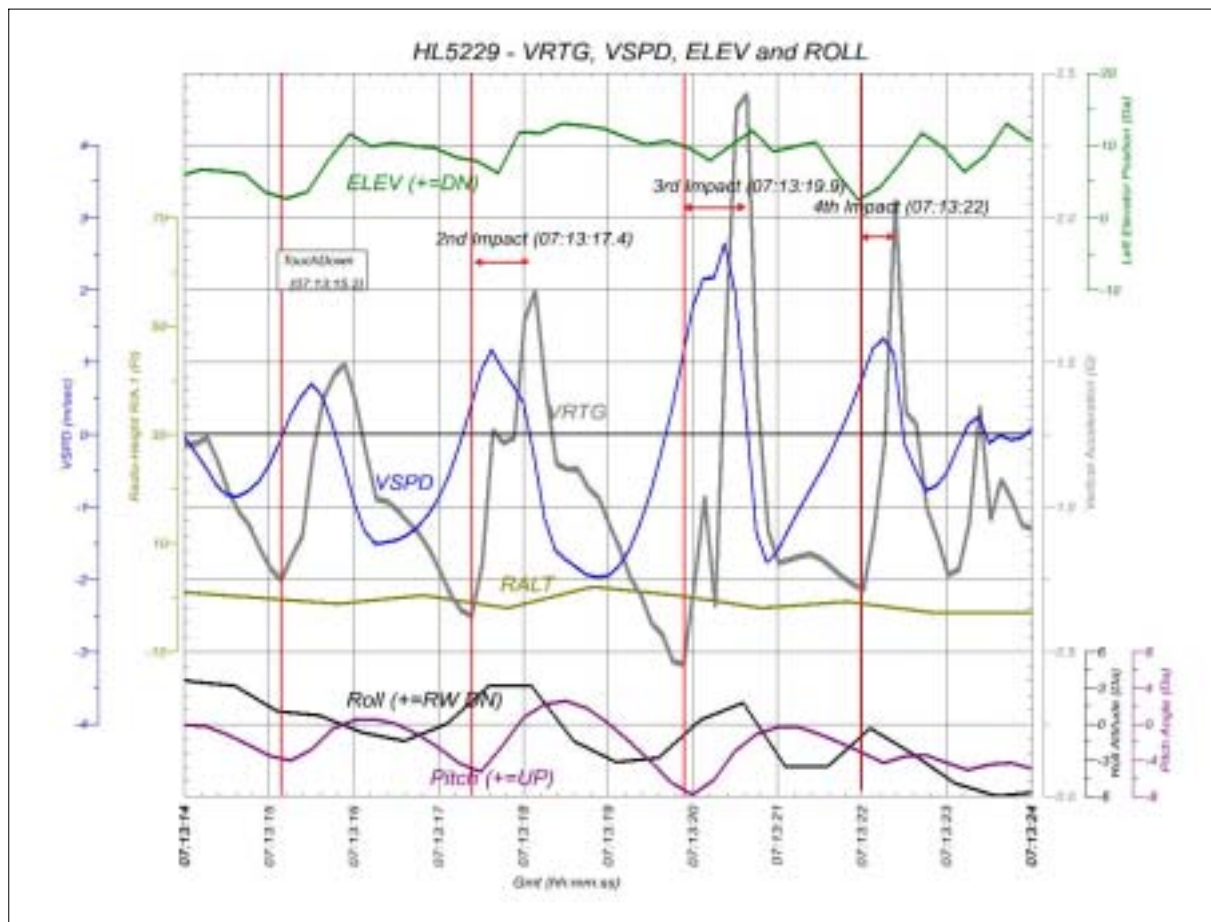
[그림 4]에 의하면 205편은 정상 접근속도(112노트) 보다 매우 많은 속도(128 ~ 130노트)로 접근하다가 항공기의 안정된 접근(Stabilized Approach) 여부를 확인하는 고도인 500피트를 128노트로 통과하였다.



[그림 4] 항공기 속도 및 엔진 토크 변화

또한 고도 약 100피트(해안선 통과 후) 이후에는 2개 엔진의 추력이 모두 증가하기 시작하여 80% 토크(Torque)까지 도달하였다가 약 16피트 고도에서 다시 줄어들기 시작하였으며, 이 출력의 증가로 인하여 205편은 144노트까지 도달하였다가 135노트의 속도로 접지가 이루어졌다.

[그림 5]에 의하면 205편의 승강타는 실고도 10피트 부근에서부터 접지할 때 까지 주기적으로 아래 쪽(항공기를 접지시키는 방향)으로 사용되었으며, 두 번째 접지 후에는 +12.7°(기수를 아래로 내려가게 하는 방향)를 기록하였다.



[그림 5] 최초 접지 이후 요소별 도표

또한 205편은 기수가 수평 아래로 내려간 자세로 접지한 후 자세가 들리면(Nose Up) 즉시 승강타가 기수를 아래로 향하게 하는 방향(Down)으로 사용되었고, 올라간 기수가 다시 아래로 내려갈 때 승강타는 위로(Up) 사용되었지만 그 사용량이 부족한

Factual Information

상태임을 보여 주고 있으며, 최초 접지 이후 세 번째 접지가 이루어질 때까지 진폭과 그에 따른 접지 충격이 점차 증가하다가 최종 접지가 이루어졌다.

[표 8]에서 보는 바와 같이 4회의 접지는 우측 경사와 기수가 아래로 내려간 자세로 이루어졌으며, 접지 중 최대 하중계수는 2.428 g로서 3회째 접지에서 발생하였다.

구 분	최초 접지	두 번째 접지	세 번째 접지	네 번째 접지	비고
접지 시각 (Time)	16:13:15	16:13:17	16:13:19	16:13:22	
하중계수 (Load Factor)	1.494 g	1.748 g	2.428 g	2.061 g	
항공기 자세 (Pitch Angle)	-4°	-5.2°	-7.8°	-4.3°	
경사각 (Bank Angle)	0.7°	3.85°	1.86°	-0.3°	- 는 좌측 경사

[표 8] 각 접지별 항공기 자세 및 하중 계수

1.11.2 조종실음성기록장치(Cockpit Voice Recorder)

205편에는 L-3 COMM에서 제작²²⁾하였고 120분 녹음이 가능한 솔리드 스테이트형 조종실음성기록장치가 장착되어 있었다. 그러나 이를 항공기에서 장탈 후 해독을 시도 하였으나 마지막 1분 8초 구간을 제외한 이전의 모든 기록은 지워져 있었다.

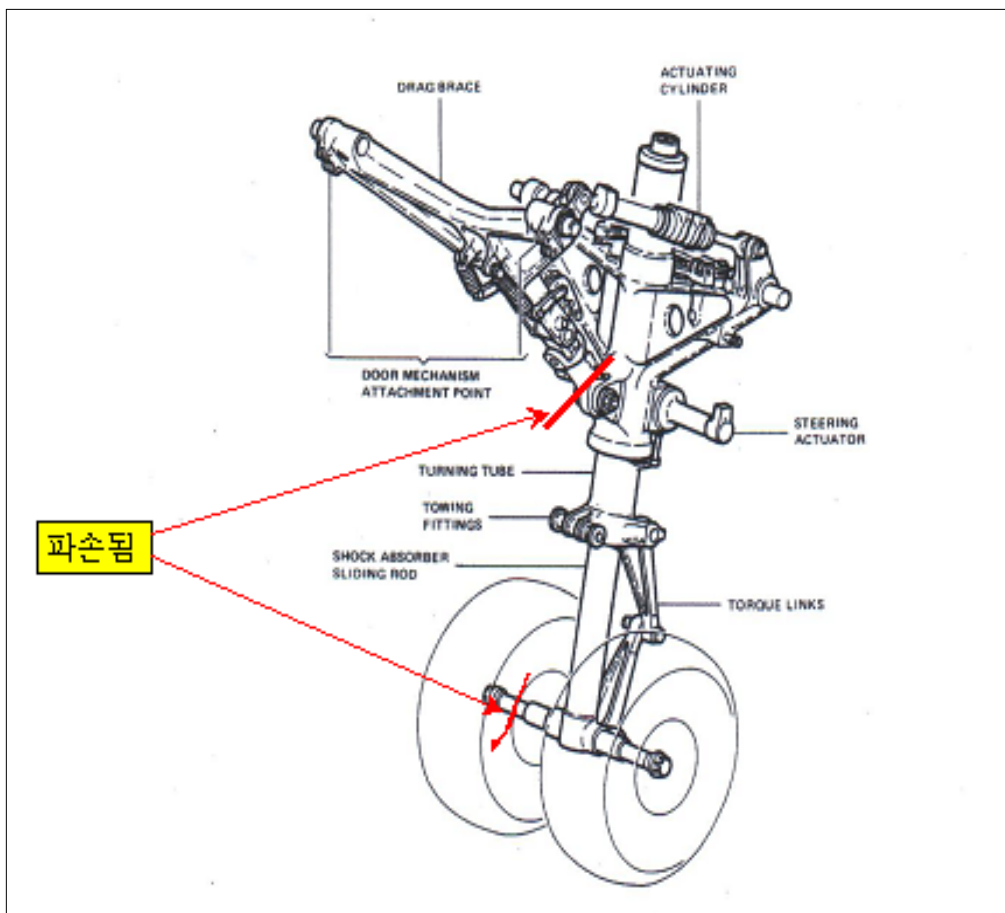
항공·철도사고조사위원회는 이를 제작사인 미국 L-3 COMM에 보내 지워진 녹음기록을 복구하였으며, 제작사는 본 녹음기록이 인위적인 방법에 의하여 지워진 것으로 분석하였다. 복구된 녹음 내용을 확인한 결과 205편의 당해 비행 녹음기록이었으며, 항공·철도사고조사위원회는 205편이 착륙을 위하여 LEMON 을 떠난 시각부터 착륙 후 녹음기록이 종료된 시각까지의 자료를 본 사고 조사에 사용하였다.

22) Part No. : S200-0012-00, Serial No. : 01697(Fairchild Model A200S)

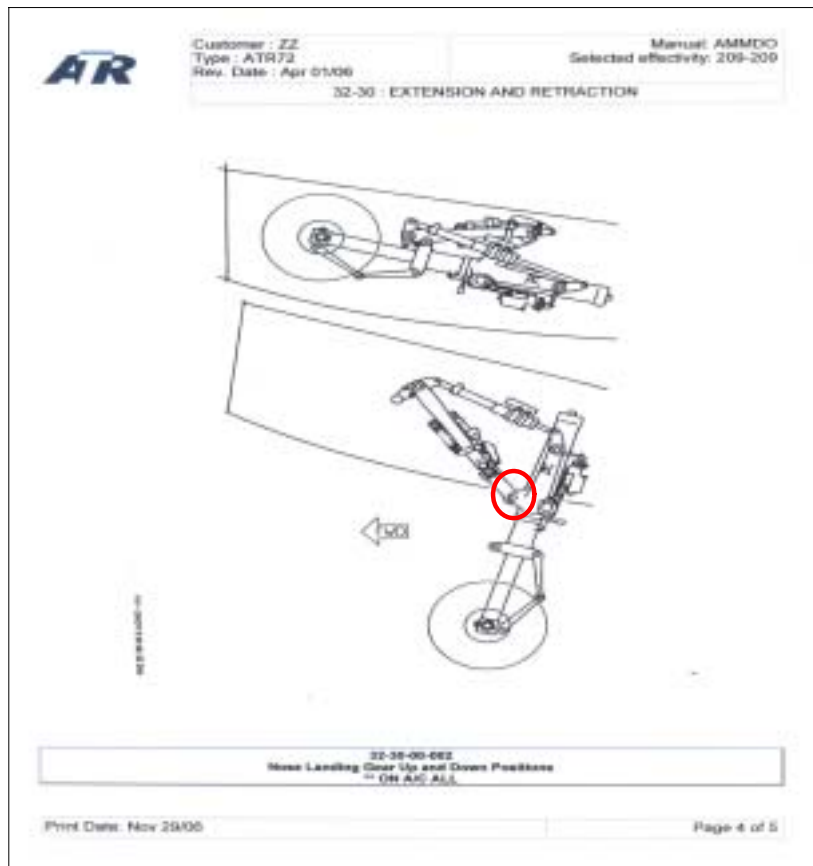
1.12 잔해 및 충격 정보(Wreckage and Impact Information)

205편은 제주공항 활주로 24에 착륙하는 과정에서 전방착륙장치 부품에 설계 한계치를 초과하는 충격이 있었고, 이로 인하여 [그림 6], [그림 7] 및 [사진 3], [사진 4]에서 보는 바와 같이 우측 바퀴 액슬이 부러져 이탈되고 전방착륙장치를 지지하는 지지대(Drag Brace)가 부러져 전방착륙장치가 뒤로 접혀진 상태로 활주로를 주행하다가 정지하였다.

이로 인하여 사고기는 전방착륙장치와 전방 동체 아래 부분에 심한 손상을 입었고, 전방착륙장치와 관련된 부품들이 활주로를 따라 떨어져 있었다.



[그림 6] 전방착륙장치 파손 부위



[그림 7] 파손된 Drag Brace 위치



[사진 3] 좌측 타이어 및 우측 엑슬 부위



[사진 4] 파손된 우측 액슬 및 타이어

1.13 의학 및 병리학적 정보(Medical and Pathological Information)

205편 운항승무원들은 유효한 1종 운항승무원 신체검사증명을 보유하고 있었으며, 제주 한라병원 관계자에 의거 채취한 운항승무원들의 혈액과 모발에 대한 국립과학수사연구소의 감정 결과에 의하면 운항승무원들은 비행 전에 특이 약물 복용 및 음주 사실이 없었던 것으로 확인되었다.

1.14 화재(Fire)

이 사고에서 화재는 발생하지 않았다.

1.15 생존 분야(Survival Aspects)

205편은 전방착륙장치가 뒤로 접힌 상태로 착륙활주(Landing Roll)를 하다가 활주로 끝으로부터 약 1,000 m 지점에 정지하였다. 운항승무원들은 착륙 활주를 하는 동안 유독성 연기가 조종실 내로 들어왔고, 이로 인하여 외부시야 확보, 호흡 및 정확한 상황 파악에 어려움이 있었으며, 특히 2개 엔진 모두가 정상적으로 정지되지 않았던 관계로 엔진 화재 진압 손잡이(Engine Fire Handle)를 작동하여 엔진을 정지시키고, 엔진 화재에 대비하여 엔진 화재 진압 소화기(Engine Fire Extinguisher Bottle)를 작동시킨 후 승객비상탈출 절차를 수행하였다. 고 진술하였다.

승객비상탈출은 항공기가 정지한 활주로 상에서 수행 되었으며, 승객들은 운항 및 객실 승무원들의 안내와 도움을 받아 항공기 전방 좌우 2개의 비상구와 후방 좌측 출입문을 통하여 혼란 없이 항공기를 탈출하였다.

승객비상탈출이 완료된 후 김포공항 출발 시 환자²³⁾로 탑승한 승객 1명만이 대기하고 있던 응급차를 이용하여 공항 인근 병원으로 이동되었으며, 승객 3명은 귀가 후 개인적으로 각기 다른 병원에 입원하였다.

사고조사관이 병원을 방문하여 실시한 진술조사에 의하면, 입원한 사람 중 본 사고로 인하여 특별한 신체적 부상을 입은 자는 없었으며, 단지 착륙 접근 중에 항공기 흔들림과 착륙 이후 감속 과정에서 수술 부위, 또는 몸을 지지하기 위해 사용한 팔과 어깨 등의 근육에 약간의 무리가 있었고, 승객비상탈출 과정에서 정신적 놀라움을 겪은 것 때문에 입원하게 되었다.

1.16 시험 및 연구(Tests and Research)

1.16.1 착륙 시의 수직속도 평가(Vertical Speed Evaluation in Landing)

항공·철도사고조사위원회는 2007년 3월 15일 제작사에서 205편 착륙 시의 수직 속도에 대한 평가 자료를 검토하였으며, 그 결과는 [표 9]와 같다.

23) 서울에서 척추 수술 후 귀가를 위하여 탑승한 16C 좌석 승객

Factual Information

구 분		최초 접지	두 번째 접지	세 번째 접지	네 번째 접지	비고
접지 시각 (Time)		16:13:15	16:13:17	16:13:19	16:13:22	
수 직 속도	전방착륙장치 (Nose Gear)	0.742 m/s	1.97 m/s	3.34 m/s	.	한계치 : 3.05 m/s (JAR 25.473)
	주착륙장치 (Main Gear)	0.38 m/s	1.115 m/s	2.82 m/s	1.6 m/s	

[표 9] 접지별 수직 속도 평가 결과

1.16.2 전문가 검사(Specialist Examinations)

항공·철도사고조사위원회는 전방착륙장치의 손상된 구성품²⁴⁾을 경남 창원에 위치한 한국기계연구원(KIMM ; Korea Institute of Machinery and Material)에 보내어 시험을 의뢰하였으며, 시험 결과는 다음과 같다.

- [사진 5]는 파손된 액슬을 보여주고 있으며, 이는 액슬 소재의 강도보다 더 큰 힘이 이에 가해져서 파단이 일어났으며, 피로 파괴의 흔적은 관찰되지 않았고, 소재의 결함이나 문제점 역시 발견되지 않았다.



[사진 5] 충격에 의해 파단 된 우측 액슬

24) Drag Brace 및 Axle

Factual Information

- [사진 6]은 [사진 7]의 정상적인 드래그 브레이스가 변형된 모습을 보여 주고 있으며, 이는 외력에 의해 변형되었음을 확인하였다. 그러나 [사진 8]에서 보는 바와 같이 파단면의 손상으로 인하여 파단 양상은 관찰할 수는 없었다.



[사진 6] 외력에 의해 변형된 드래그 브레이스(Drag Brace)



[사진 7] 정상 드래그 브레이스(Drag Brace)



[사진 8] 손상된 드래그 브레이스 파단면

1.16.3 모의비행 및 애니메이션(Flight Simulation and Animation)

205편의 착륙 과정에 대한 비행자료기록장치 자료의 정확한 해석을 지원하기 위하여 항공·철도사고조사위원회와 프랑스 BEA는 2007년 3월 16일 합동으로 항공기 제작사인 ATR사에서 모의비행(Flight Simulation)을 실시하였다.

모의비행은 제작사 훈련센터(ATR Training Center)에서 ATR72 교관 조종사가 205편의 비행자료기록장치에 근거한 고속(High Speed) 및 매뉴얼에 근거한 정상 속도(Normal Speed)로 최종접근 및 착륙을 실시하는 것을 양 기관의 조사관들이 모의비행장치에 탑승하여 이 비행과정을 확인 및 비교하는 방식으로 진행되었다.

또한, 항공·철도사고조사위원회와 프랑스 BEA는 205편의 활주로 접지 및 항공기 자세 변화를 3차원 공간에서 관찰하고 확인하기 위하여 비행자료기록장치의 자료를 근거로 205편의 착륙접지 과정을 애니메이션으로 제작하였다.

1.17 기타 사항(Additional Information)

1.17.1 기장 진술(The Captain's Testimony)

고도 700피트에서 자동비행장치를 단절(Disengage)하고 수동비행으로 전환하였다. 이때 잠시 로칼라이저(Localizer)의 중심에서 좌측으로 벗어났으나 바로 중심으로 들어 왔다. 측풍(Crosswind) 때문에 크랩 방법(Crab Method)으로 접근하다가 400피트에서 윙-로우 방법(Wing-Low Method)으로 전환하였다. 계산된 접근 및 착륙 속도는 118노트였는데 접지 시 122~125노트를 유지했던 것으로 생각된다.

5피트 상공에서 항공기가 갈아 앉지 않았고, 부기장은 Five, Five, Zero 라고 고도를 읽어 주었다. 주착륙장치(Main Landing Gear)가 활주로에 처음 접지하고 난후 기수가 들리는 현상을 느꼈고, 마운싱(Bouncing)이 있었다.

접지 후 항공기를 활주로에 밀착시키고자 조종간을 앞으로 완전히 밀고, 또한 풍향 쪽으로 사용하였는데 어떠한 상황이 있었는지 설명할 수 없지만 뭔가 이상하였다. 착륙활주를 하는 동안 비정상 소음이 들리면서 독성 연기가 부조종사 쪽에서 조종실로 들어 왔고, 연기와 독성 냄새 때문에 질식할 정도였고, 경고음(Warning Sound)이 계속 울렸는데 계기판이 보이지 않아서 무엇인지 확인할 수가 없었다. 뒷좌석(Observer Seat)에 있던 편승승무원이 아래쪽에서 불꽃을 보았다고 말 하였다.

부조종사의 조언에 따라 엔진 화재로 의심되어 엔진 소화기(Engine Fire Bottle) 2개를 모두 작동시켰고, 기내방송(Passenger Announcement)으로 승객비상탈출을 지시했다. 기장 쪽 옆문(Side Door)을 열었고, 산소마스크를 착용하였으며, 뒤 좌석에 있던 편승승무원은 조종실 비상 탈출구(Hatch)와 조종실 출입문을 열었다.

승객비상탈출이 끝나고 나서 항공기를 탈출하였을 때 전방착륙장치가 뒤로 접힌 것을 보았고, 들여 마신 독성 연기 때문인지 가슴이 답답하고 호흡이 곤란하여 승객이 모두 이동한 후 시내 인근 병원으로 가서 1시간 정도 산소를 공급받았다.

1.17.2 부조종사 진술(The First Officer's Testimony)

기장이 항공기를 조종하였다. 착륙점검표(Landing Check List)를 완료하였고, 모든 착륙장치(Landing Gear)가 잠김 상태(Down Lock)에 있는 것을 확인 하였다. 접근 및 착륙 속도는 117노트로 계산하였다. 그러나 관제사가 착륙 허가를 줄 때 바람이 더 센 것으로 정보를 주어 118노트로 정하였으며, 실제 접지 속도는 약 5노트 정도 많았던 것으로 생각한다.

5피트 상공에서 항공기가 갈아 앉지 않는 현상(Floating)이 있었으며, Five, Five, Zero 라고 고도를 불러 주었다. 항공기는 중앙선으로부터 약간 풍하 쪽에 접지하였는데 우측 바퀴가 먼저 접지하고 나서 이어서 좌측 바퀴가 접지하였고, 이후 항공기 기수가 들리는 현상이 있었다. 항공기는 연착륙(Soft Touchdown)을 하였다. 기수가 들리고 나서 접지하는 느낌은 없었다.

항공기가 활주에 접지한 후 즉시 조종간(Control Wheel)을 앞으로 밀고, 풍상 쪽으로 눕혀 주었다. 착륙활주를 하는 동안 심한 소음(굽히는 소리)이 있었는데 언제부터 있었는지는 기억이 없다. 유독가스와 연기가 들어 왔고, 항공기를 세우고자 브레이크를 힘껏 사용하였다. 착륙장치 비상작동 손잡이(Emergency Landing Gear Extension Handle) 부근의 공간에서 불꽃을 보았고, 매우 강한 열을 느꼈다.

항공기가 정지 후, 앞이 안보일 정도의 연기와 질식할 정도의 냄새 때문에 편승승무원에게 조종실 비상탈출구(Hatch)와 조종실 출입문(Cockpit Door)을 열도록 요구하였고, 엔진 정지를 위해 엔진 화재 손잡이(Engine Fire Handle)를 당기고, 기장에게 산소 마스크를 착용하도록 조언하였다. 기장은 승객비상탈출을 지시했고, 편승승무원은 승객의 비상탈출을 돕기 위하여 조종실 밖으로 나갔다.

경고음(Warning Sound)이 단절되지 않고 있었는데 밖으로 나갔다가 다시 들어온 편승승무원의 조언에 따라 배터리를 끄고 난 이후부터 더 이상 경고음은 들리지

않았다. 연료 관련 모든 회로 차단기(Circuit Breaker)를 뽑았다. 그러나 파워 레버(Power Lever)와 컨디션 레버(Condition Lever)는 차단되지 않았다.

승객들이 모두 항공기를 떠난 것을 확인한 후 산소 공급을 받기 위해 모두가 병원에 갈 것을 기장에게 조언하였고, 시내의 인근 병원으로 가서 1시간 정도 산소 공급을 받았다.

1.17.3 참고인 진술(The Extra Crew's Testimony)

편승승무원으로 탑승하여 조종실 뒷좌석에 앉아 있었다. 205편은 기수가 활주로 방향에 일치된 상태에서 거의 활주로 중앙에 접지 하였으며, B 유도로 이전에 최초 접지가 이루어졌다고 생각된다. 접지속도는 15노트 정도 많았고, 그때 토크(Torque)는 36~45%에 있었던 것으로 기억한다.

우측 바퀴가 먼저 접지하고 나서 바로 우측으로 경사가 들어간 상태로 기수가 들린 것 같은데 이는 마치 항공기 꼬리를 잡고 몇 번 들었다가 아래로 내려치는 것 같았다. 2회째와 3회째 접지에서 충격이 심하였고, 이 충격으로 조종실 위쪽 패널(Overhead Panel)에 있는 스위치 2개가 빠져 나왔다.

잠시 후 항공기가 착륙 활주를 하는 동안 무엇인가 굵히는 소리가 들렸고, 조종석으로 연기가 들어 왔으며, 부조종사 아래쪽의 뚫린 구멍을 통하여 불꽃을 보았다. 항공기가 정지하고 나서 앞이 안보일 정도로 심한 연기로 가득 찼고, 매우 메스꺼운 냄새가 났다.

부조종사 요청에 따라 환기를 위하여 조종실 비상탈출구와 조종실 출입문을 열었고, 기내방송이 있고 나서 기장과 부조종사 모두 산소 마스크를 착용하였다. 조종실 밖으로 나가서 승객비상탈출을 위해 2개의 전방 비상문(Emergency Exit Door)을 열었고, 항공기 좌측 밖에서 승객비상탈출을 도와주었다.

1.17.4 객실 승무원 진술(The Cabin Crew's Testimony)

착륙접근을 하는 동안 항공기가 심하게 흔들렸다. 항공기가 상하로 몇 번 흔들리다가 접지하였으나 이는 제주공항의 기상 때문이라고 생각하였다. 접지 강도는 보통 때와 다름없었다. 연착륙(Soft Landing)은 아니지만 그렇다고 심한 착륙(Hard Landing)도 아니었다. 접지 후 몸이 앞으로 숙여질 정도로 급 감속을 느꼈고, 기내 방송용 마이크, 옷걸이, 후방 화물칸의 짐이 바닥에 떨어졌다. 이때 특별한 소음은 없었다.

항공기가 활주를 하지 않고 활주로에 정지하고 있어서 인터폰으로 조종실을 호출하였는데 응답이 없었고, 상황 확인을 위해 좌석에서 일어났는데 승객비상 탈출을 실시하라는 기내방송이 있었다. 편승승무원이 조종석 출입문을 열고 나왔는데 조종실에서 연기가 나왔다. 항공기 출입문을 열고 승객비상탈출을 수행하였으며, 완료 후 다시 객실로 들어가 잔류 승객이 있는지를 확인하였다. 대기하고 있던 응급차에 16C 좌석 손님을 탑승시켰고, 다른 승객들은 회사에서 제공한 버스를 타고 공항 터미널로 이동하도록 안내 하였다.

2. 분석(Analysis)

2.1 일반사항(General)

205편 운항승무원들은 해당 비행에 적합한 자격증명을 보유하고 있으며, 비행 전에 적절한 휴식을 취하였고, 비행에 지장을 줄 수 있는 어떠한 의학적인 요소도 없었던 것으로 확인되었다.

항공기는 유효한 감항증명과 운용한계 지정서를 보유하고 있었다. 또한 사고 당해 비행은 적절한 연료를 탑재하고, 착륙중량 중심백분을 평균공력시위(LDW C.G % MAC) 제한치 범위 안에서 착륙이 수행되었다.

205편은 규정된 정비를 수행하였고, 사고 발생 전에 항공기 기체나 시스템에 결함은 없었으며, 정비요소가 사고에 직접적으로 기여하였을 것으로 판단되는 부분은 발견되지 않았다.

또한 파손된 전방착륙장치의 구성품인 드래그 브레이크와 엑슬은 정비교범(Maintenance Manual) 상의 규정된 부품(Standard Parts)이었으며, 사용 유효기간 내에 있었다.

본 205편 사고조사 분석에서는 일반사항, 착륙 시 기상요소, 운항승무원의 임무 수행, 시험 및 연구 결과에 대하여 검토하였다.

2.2 착륙 시 기상요소(Weather Factors on the Landing)

205편이 제주공항 활주로 24에 접근 및 착륙하는 동안 시정과 구름 상태는 비행에 영향을 주지 않았다. 또한 제주공항 활주로 24에 착륙하기 5분전부터 착륙할 때까지 매 10초 간격으로 기록된 저고도 돌풍 경고장치(LLWAS)의 관측기록으로 보아 저고도 돌풍 경고는 없었고, 착륙 당시의 바람은 205편 기종의 측풍 제한치를 초과하지 않았다.

그러나 205편이 착륙하기 5분전부터 착륙 시까지 매 1분 간격으로 기록된 자동기상관측시스템(AMOS)의 관측기록[표 6]에 의하면 활주로 24 쪽에는 평균 310도 방향(우측 70도 측풍)에서 약 12~15노트의 바람이 불고 있었으며, 205편은 제주공항 활주로 24 쪽의 지형적 특성으로 불 때 불안정한 기류로 인하여 최종접근 및 착륙을 하는 동안 안정된 비행이 어려웠을 것으로 판단된다.

기장은 측풍 수정을 위하여 크랩 방법(Crab Method)으로 접근 하다가 400피트 근처에서 약간의 윙-로우(Wing Low Method) 방법으로 전환하였고, 접지는 우측 바퀴부터 좌측 바퀴 순으로 이루어졌다. 고 진술하였다. 이는 우측풍(Right Crosswind)이 있는 상태에서 나타나는 정상적인 착륙으로 볼 수 있다.

비행자료기록장치 및 현장 조사 자료에 의하면 205편은 거의 활주로 중앙에 최초 접지가 이루어졌으나 이후 활주로 중앙으로부터 좌측 약 80피트까지 벗어났다. 이것은 운항승무원들이 최초접지 후 퍼포징이 진행되는 동안 측풍 수정을 끝까지 하지 못하였으며, 접지 후 지상활주 중 좌석 내에 들어온 연기로 인한 시계 불량, 그리고 전방착륙장치의 파손으로 인하여 정상적인 방법에 의한 방향조종(Directional Control)이 불가능하였던 것에 기인한 것으로 분석하였다.

2.3 운항승무원의 임무수행(Flight Crew Performance)

2.3.1 최종접근속도(Final Approach Speed)

운항승무원들은 착륙 준비 당시에 제주공항 공항자동정보방송시스템(ATIS)이 제공하는 제주공항의 바람 정보(310° 방향의 12노트)를 근거로 최종접근속도(Final Approach Speed ; V_{app})를 117노트로 정하였으나 제주관제탑에서 착륙 허가를 줄 당시의 바람 정보가 310° 방향의 15노트였으므로 1노트를 증가하여 최종접근속도를 118노트로 변경하였고, 실제 착륙은 이 속도 보다 약 5노트 정도 많은 상태(122~125노트)로 접지가 이루어졌다. 고 진술하였다.

ATR72 항공기 FCOM에 의하면 최종접근속도(Final Approach Speed ; V_{app})는 항공기 무게(Weight)에 따른 최소접근속도(V_{mHB})에 바람요소(Wind Factor)를

더한 것으로 정하고 있다. 여기서 최소접근속도는 [표 1]과 같으며, 바람요소는 정풍 속도(Reported Head Wind Velocity)의 1/3이나 돌풍 성분(Gust Factor) 중 큰 것으로 하되 최대 15노트를 초과할 수 없는 것으로 정하고 있다.

[표 1]에서 항공기 무게가 20,000 kg인 경우의 최소접근속도는 110노트이다. 또한 당시 바람을 310° 방향의 15노트로 할 때 제주공항 활주로 24 방향에서의 정풍 속도는 5노트이며, 최종 접근속도 산출에 적용되어야 하는 바람요소는 상기 정풍 속도의 1/3인 약 2노트이다. 따라서 최종접근속도는 상기 두 가지 속도를 합한 112노트가 되어야 한다.

비행자료기록장치에 의하면 205편은 실고도 500피트에서부터 100피트까지 강하하는 동안 128~135노트의 속도를 유지하였고, 특히 기장은 해안선을 통과하면서(실고도 약 100피트부터 20피트까지) 엔진 토크(Torque)를 80%까지 올리는 조작을 함으로써 속도는 더욱 증속되어 접지 직전에 144노트까지 증속 되었다가 135노트로 최초접지가 이루어졌다.

접지 직전의 속도 144노트는 산출된 최종접근속도 112노트보다 32노트가 많은 속도이며, 항공기에 최대로 적용할 수 있는 125노트(최소접근속도 110노트에 최대 적용 바람 성분 15노트를 합한 속도) 보다 19노트가 많은 속도였다.

이렇게 과도한 속도 유지의 원인은 최종접근단계에서 목표속도(Target Speed) 유지를 위한 적절한 출력 조절(Power Control)이 미흡하였고, 특히 항공기가 해안선을 들어서면서 접근속도가 정상보다 많음에도 불구하고 개인이 경험으로 가지고 있는 제주공항 특성을 고려²⁵⁾하여 출력을 80%까지 증가한 것에 기인한 것으로 볼 수 있다.

또한 조종실음성기록장치의 녹취록에서 확인한 바와 같이 최종접근이 진행되는 동안 초과 속도에 대해 아무런 언급이 없었던 것으로 보아 운항승무원들은 속도 유지를 위한 적극적인 의지가 부족하였을 뿐만 아니라 표준통화절차를 정상적으로 이행하지 못하였던 것으로 볼 수 있다.

25) 기장은 활주로 24에 착륙하는 동안 우측풍이 강하면 항상 해안선을 통과할 때 기수 침하 및 속도 감소가 있었으므로 이를 대비하여 평시와 같이 습관적으로 출력을 보충하였음.

2.3.2 접근 및 착륙 조작(Approach and Landing)

앞에서 확인한 바와 같이 205편 운항승무원들은 제주공항 ILS DME RWY 24 계기접근을 하는 동안 ATR72 항공기의 FCOM(Flight Crew Operations Manual)에서 정하고 있는 적합한 최종접근속도를 유지하는데 실패하였고, 정상 접근속도를 훨씬 초과한 최종접근속도는 결국 205편 항공기가 평시 착륙과 다른 특성을 낳게 하였다.

205편 부조종사와 조종실에 동승한 편승승무원은 진술조사에서 착륙접지조작(Flare)을 하는 동안 항공기가 가라앉지 않는 현상(Floating)이 있었다. 고 말하였고, 실제로 비행자료기록에서도 205편이 착륙접지조작을 하는 동안 항공기의 자세가 수평 아래로 내려간 자세에 있었음을 확인하였다. 이는 착륙을 위한 접근속도가 정상보다 매우 많을 때 나타나는 현상이며, 이때 항공기에 미치는 양력은 항공기가 활주로에 접지한 이후 일지라도 그 속도가 정상 착륙속도보다 높은 경우에는 언제든지 항공기 자세를 위 방향으로 들어 올리거나 항공기를 활주로에서 재부양시킬 수 있다.

항공기의 착륙접지는 주착륙장치(Main Landing Gear)부터 이루어져야 하는 것이 정상이며, 항공기가 주착륙장치로 접지하기 위해 정상 자세를 만드는 착륙접지조작을 하는 동안 운항승무원이 항공기 자세를 들어 주어야 하지만 205편과 같이 정상보다 높은 속도를 가진 상태에서는 항공기 자세를 들어 줄 경우 항공기가 가라앉지 않는 현상(Floating)이 발생되고, 이로 인하여 착륙 접지가 지연된다.

비행자료기록장치 자료를 통하여 착륙접지조작이 이루어지고 있는 단계에서의 승강타 변화를 보면 아래로(Down) 사용되었다가 위로(Up) 사용되는 조작이 반복되고 있었음을 볼 수 있다. 이는 205편 기장이 많은 속도 때문에 정상적인 착륙접지조작을 하지 못하게 되자 승강타를 약간씩 아래로 사용하였다가 풀어주는 조작을 반복하면서 항공기를 활주로에 강제 접지시키려고 하였던 것으로 볼 수 있다.

2.3.3 펌핑 진입 및 조치(Porpoising on the Landing)

항공기가 착륙접지 중 전방착륙장치가 활주로에 먼저 닿고, 튀어 오르고, 다시 떨어지는 동작이 반복되는 것을 펌핑(Porpoising)이라고 하며, 이는 항공기 기수가 수평 아래로 내려간 자세로 활주로에 접지되면서 발생한다.

매우 빠른 접근속도를 가진 상태에서 착륙접지조작을 시도하면 항공기가 활주로에 닿지 않고 뜨게(Floating) 되어 착륙접지가 지연되는데 항공기 기수가 수평 아래로 내려간 자세로 활주로에 접지하는 것은 대개 조종사가 착륙접지 제한 구역(Touchdown Zone) 내에 강제로 항공기를 접지시키고자 하기 때문이다.

비행자료기록장치의 자료를 보면 205편은 정상보다 매우 많은 속도(+23 노트)에서 승강타를 아래로 사용하면서 최초접지가 이루어졌으며, 항공기가 활주로에 접지 후 재 부양할 때마다 승강타의 사용 방향 및 시기가 적절하지 못하여 진폭이 점점 커졌다.

특히 운항승무원들이 접지 후 항공기를 활주로에 밀착(Hold)시키기 위한 조작을 하였다. 고 진술한 바와 같이 두 번째 접지 후 승강타는 12.7°까지 기수를 아래로 내리는 방향으로 사용되었고, 이 조작은 세 번째 접지에서 기수가 낮은 상태로 전방착륙장치의 수직속도한계치(Vertical Speed Limit)를 초과하는 접지를 유발한 것으로 볼 수 있다.

따라서 비행자료기록장치 자료 와 마치 항공기 꼬리를 잡고 몇 번 들었다가 아래로 내려치는 것 같았다. 는 205편 편승승무원의 진술, 그리고 접지 전에 항공기에 몇 번의 상하 진동이 있었다. 는 객실승무원들의 진술을 종합해 볼 때 205편은 착륙 중 펌핑에 진입하였던 것으로 볼 수 있다.

펌핑에 대한 적절한 조치는 심한 정도에 따라 다르다. 매우 경미하고 항공기의

자세가 극심한 변경이 없을 때 이어지는 착륙은 접지 충격을 완화하기 위해 충분한 동력을 넣고 적절한 접지 자세로 피치를 부드럽게 조절함으로써 이루어질 수 있다. 또한 퍼포징이 심할 때의 가장 안전한 절차는 즉시 복행을 하는 것이다.

그러나 205편 운항승무원들은 최초 접지 후 어떠한 상황인지 파악이 되지 않는 상태에서 항공기가 상하로 진동하였고, 말로 정확하게 표현할 수 없는 이상자세(Unusual Attitude)에 들어갔었다. 고 진술할 정도의 상황에 직면하였음에도 불구하고 복행을 시도하지 않았으며, 승강타의 사용 시기와 방향이 적절하지 못하여 상황을 더욱 악화시켰던 것으로 볼 수 있다.

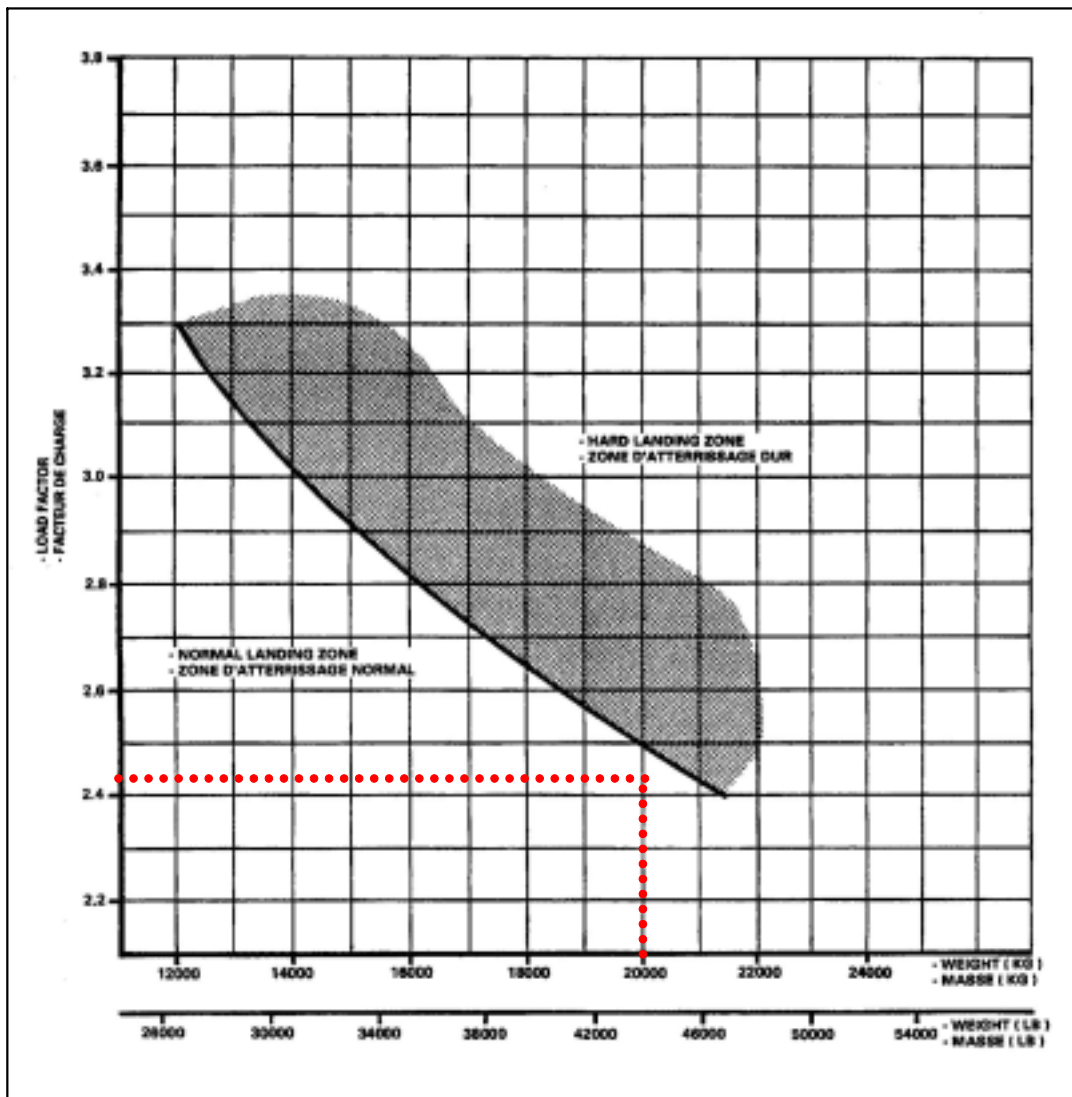
2.4 시험 및 연구 결과(Test and Research)

2.4.1 착륙 시의 수직속도 평가(Vertical Speed Evaluation in Landing)

[그림 8]은 ATR72 기종의 과중력 착륙(Hard Landing)을 결정하는 도표이다. 비행자료기록장치에 의하면 205편은 세 번째 접지에서 최대 2.428 g의 하중계수(Load Factor)를 기록하였지만 이 도표에 의거 착륙 당시의 항공기 무게 20,000 kg을 적용하면 205편의 착륙은 과중력 착륙에 해당하지 않는다.

그러나 착륙 시의 수직속도평가(Vertical Speed Evaluation in Landing) 결과를 통하여 두 번째 접지에서 전방착륙장치의 우측 바퀴 액슬과 전방착륙장치를 지지하는 부품인 드래그 브레이크에 큰 손상을 줄 정도의 힘이 작용하였으며, 세 번째 접지에서 전방착륙장치의 설계 한계를 초과하는 힘이 작용하였음을 확인하였다.

또한 205편은 정상 접지 자세와 다르게 기수가 수평 아래로 내려간 자세로 접지가 이루어지면서 전방착륙장치가 주착륙장치보다 먼저 활주로에 접지하였고, 동시에 전방착륙장치가 항공기 전체의 무게를 받게 됨으로써 전방착륙장치의 구성품인 우측 바퀴 액슬과 드래그 브레이크가 소재의 강도를 초과하는 힘을 받아 파손된 것으로 판단하였다.



[그림 8] ATR72 항공기 과중력 착륙(Hard Landing) 범위

2.4.2 전문가 검사(Specialist Examinations)

손상된 전방착륙장치의 구성품인 드래그 브레이스와 엑슬에 대한 한국기계연구원(KIMM ; Korea Institute of Machinery and Material)의 시험 결과, 파손된 구성품들은 소재의 강도보다 더 큰 힘을 받아 변형과 파단이 일어났고, 피로 파괴의 흔적은 관찰되지 않았으며, 소재의 결함이나 문제점은 없었던 것으로 확인하였다.

2.4.3 모의비행 및 애니메이션(Flight Simulation and Animation)

대한민국 및 프랑스 양국의 조사 기관은 모의비행(Flight Simulation)을 통하여 205편이 최종접근단계에서 부적절한 출력 조절(Power Control)로 인하여 정상보다 매우 많은 속도로 접근 및 착륙이 이루어졌으며, 이와 같이 많은 속도로 접근한 상태에서는 정상 자세(Standard Flare Attitude)로 접지제한구역 내에 접지를 하는 것이 거의 불가능한 것임을 확인하였다.

또한 애니메이션을 통하여 205편은 최초 접지 이후 3회의 퍼포징이 있었으며, 퍼포징은 그 진폭이 점차 증가되는 형태로 진행되었고, 모든 접지는 기수가 수평 아래로 내려간 자세로 이루어졌음을 확인함으로써 사고 당시 상황에 대한 비행자료기록장치의 자료 해석 결과를 시각적으로 지원하였다.

3. 결론(Conclusions)

항공·철도사고조사위원회는 205편 사고에 대한 사실정보 및 분석을 근거로 사고 원인관련 조사결과(Findings related to probable causes), 위험관련 조사결과(Findings related to risk), 기타 조사결과(Other Findings)의 3개 범주로 조사결과를 도출하였다.

사고원인관련 조사결과는 이번 사고에 작용하였거나, 거의 확실하게 작용하였던 것으로 나타난 요소들로 구분되어 있다. 이 범주에서는 사고가 발생되도록 주요 역할을 한 불안정한 행위(Unsafe acts), 불안정한 조건(Unsafe conditions), 또는 안전결핍(Safety deficiencies)과 관련된 사항들이다.

위험관련 조사결과는 항공안전을 저하시킬 잠재성을 가지고 있는 위험요소들로 구분되어 있다. 이 범주의 일부 조사결과는 이 사고에 작용하였다는 명백한 근거는 없지만 항공안전을 저하시킬 잠재성을 가지고 있는 조직 및 제도적 위험요소를 포함하여 불안정한 행위, 불안정한 조건 및 안전결핍사항으로 구분되어 있다. 또한 이 범주에서의 일부 조사결과는 이 사고와는 연계되어 있지 않으나, 앞으로 안전 조치가 필요하다고 판단되는 안전결핍에 대한 위험요소를 포함하고 있다.

기타 조사결과는 항공안전의 강화를 위한 요소, 쟁점을 해결하거나, 모호한 사항들을 명백하게 할 수 있는 요소들로 구분되어 있다. 이 범주에서의 일부 조사결과는 반드시 분석적인 것은 아니지만, 일반적인 관심사항이고, 정보, 안전에 대한 인식, 교육 및 개선목적을 위하여 국제민간항공기구 형식을 따른 사고보고서에 가끔 포함되고 있는 사항이다.

주 : 사고조사 결과(Findings)는 본 보고서의 주요 부분(Key part)이며, 향후의 사고예방을 위하여 안전결핍 사항과 위험 사항을 명확히 구분하기 위해서만 발간된 것이다. 사고조사 결과를 비난(Blame)이나 문책(Liability)을 위해 사용하는 것은 국제민간항공조약 부속서 13, 제3장 3.1항 및 제5장 5.4.1항을 포함한 국제항공법(International Aviation Law)과 국제적인 최선의 관례(International Best Practices)를 위반하는 것이다.

3.1 사고원인 관련 조사결과(Findings Related to Probable Causes)

205편은 부적절한 출력조절(Power Control)에 의한 과도한 착륙속도 때문에 기수가 수평 아래로 내려간 자세(Negative Pitch Attitude)로 최초접지가 이루어지면서 퍼포징(Porpoising)에 진입하였고, 퍼포징 진행과정에서 항공기를 활주로에 밀착(Hold) 시키고자 승강타를 과도하게 아래 방향으로 사용한 조작이 전방착륙장치의 설계수직속도 한계치를 초과하는 접지를 유발하였다.

3.2 위험관련 조사결과(Findings Related to Risk)

1. 205편은 부적절한 출력조절로 인하여 최종접근단계에서 과도한 속도(128노트~144노트)가 유지되었음에도 불구하고 운항승무원들은 이에 대한 이탈 호창(Deviation Callouts)을 사용하지 아니 하였다.
2. 고도 약 100피트 부근에서 2개 엔진의 추력이 모두 증가하기 시작하여 80% 토크(Torque)에 도달하였다가 약 16피트 고도에서 줄어들기 시작하였으며, 이 출력의 증가로 205편은 144노트까지 도달하였다.
3. 205편은 사고 당시의 항공기 무게와 바람에 근거한 정상 접근속도(112노트) 보다 23노트 많은 135노트로 최초 접지가 이루어졌으며, 이 속도는 당시의 항공기 무게와 바람에 근거한 최대 접근속도(125노트) 보다 10노트가 많은 속도였다.
4. 205편은 최초 접지 후 3회의 퍼포징이 있었고, 퍼포징은 진폭이 점차 증가하는 형태로 진행되었으며, 모든 접지는 기수가 수평 아래로 내려간 자세로 이루어졌다.
5. 4회의 활주로 접지 중 최대 하중계수는 2.428 g로서 3회째 접지에서 발생하였으며, 이때 전방착륙장치의 수직속도(Vertical Speed)는 3.34 m/sec로서 설계 한계치(3.05 m/sec)를 초과하였다.

Conclusions

6. 205편에서 장탈된 조종실음성기록장치(CVR)는 기록이 지워진 상태에 있었으며, 제작사(L-3 COMM)는 이것이 인위적인 방법에 의하여 기록이 지워진 것으로 분석하였다.
7. 205편은 활주로 접지 후부터 정지할 때까지 활주로 중앙선 좌측 약 80피트까지 벗어났다.

3.3 기타 조사결과(Other Findings)

1. 205편 운항승무원들은 당해 비행에 적합한 자격증명을 보유하고 있었으며, 항공기는 유효한 감항증명과 운용한계지정서를 보유하고 있었다.
2. 205편 운항승무원들은 비행 전에 적절한 휴식을 취하였고, 비행에 지장을 줄 수 있는 어떠한 의학적인 요소도 없었던 것으로 확인되었다.
3. 항공기는 규정된 정비를 수행하였으며, 사고 발생 전에 항공기 기체나 시스템에 결함이 있었다는 사실은 발견되지 않았다.
4. 사고 당해 비행은 적절한 연료를 탑재하였고, 착륙중량 중심백분을 평균공력시위(LDW C.G % MAC) 제한치 범위 안에서 착륙이 수행되었다.
5. 파손된 전방착륙장치의 구성품인 드래그 브레이스(Drag Brace)와 액슬(Axle)은 정비교범(Maintenance Manual) 상의 규정된 부품(Standard Parts)이었으며, 사용유효기간 내에 있었다.
6. 205편이 착륙할 당시의 기상은 시계비행 조건에 있었고, 활주로 24 방향에서 관측된 풍향은 290도와 330도 사이, 풍속은 12 내지 15노트였으며, 돌풍(Gust)이나 측풍 제한치를 초과한 바람은 없었다.

Conclusions

7. 항공기가 활주로 상에 정지 후 기장 지시에 따라 승객비상탈출(Passenger Evacuation)이 수행되었다.
8. 엑셀은 소재의 강도보다 더 큰 힘이 가해져서 파단이 일어났으며, 피로 파괴(Fatigue Failure)의 흔적은 없었고, 소재의 결함이나 문제점은 발견되지 않았다.
9. 드래그 브레이크는 외력에 의해 변형되었으며, 파단면의 손상으로 인하여 파단 양상은 관찰할 수 없었다.

4. 안전권고사항(Safety Recommendations)

205편의 이러한 사고조사 결과에 의거 항공·철도사고조사위원회는 (주)한성항공과 항공안전본부에 대하여 안전권고사항을 발행한다.

(주)한성항공에 대하여

1. 본 사고 조사 과정에서 도출된 사항을 운항승무원 정기보수 교육/훈련 과정에 반영

- 최종접근단계에서의 이탈 호창(Deviation Callouts) 등 표준통화절차 (AAR 0605-1)
- 안정된 접근 및 착륙을 위한 최종접근속도 유지와 출력조절(Power Control) (AAR 0605-2)
- 퍼포징 특성 및 회복절차 (AAR 0605-3)
- 터보 프롭 항공기와 터보 제트 항공기의 착륙 특성 차이점(AAR 0605-4)

2. 비행기록장치의 자료 보존이 중요함을 운항승무원들에게 강조하고, 운항기술 기준에서 정하고 있는 비행기록장치 관련 내용[제 7장 8.2.4.20(조종실음성기록장치 및 비행자료기록장치의 운용)의 “나” 및 “다” 항]을 운항규정에 추가 (AAR 0605-5)

항공안전본부에 대하여

1. 사고/준사고 조사에 중요한 비행기록장치의 자료 훼손 방지를 위하여 운항기술 기준에서 정하고 있는 비행기록장치 관련 내용[제 7장 8.2.4.20(조종실음성기록장치 및 비행자료기록장치의 운용)의 “나” 및 “다” 항]을 모든 항공사의 운항규정에 추가토록 조치(AAR 0605-6)