



항공 · 철도사고조사위원회

보고서 번호 ARAIB/AAR1102

항공기 사고 조사 보고서

산불진화를 위한 담수 비행중 저수지에 추락

대한민국 충청남도소방안전본부

PZL W-3A, HL9449

충남 서산시 해미면 산수저수지

2011. 3. 19



2012. 9. .

국토해양부 항공 · 철도사고조사위원회

대한민국 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제30조에 의하면

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

국제민간항공조약 부속서 13, 3.1항과 5.4.1항에 의하면

「사고나 사고 조사의 궁극적인 목적은 사고나 사고를 방지하기 위함이므로 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·철도사고조사에 관한 법률과 국제민간항공조약 부속서 13에 의거 실시한 조사결과에 따라 작성된 본 조사보고서는 항공안전을 증진시킬 목적 이외의 용도로 사용하여서는 아니 된다.

만일 이 조사보고서의 해석에 있어서 한글본과 영문본의 차이가 있을 경우는 한글본이 영문본에 우선한다.

항공기 사고조사 보고서

항공·철도사고조사위원회, 산불진화 담수 비행중 호수에 추락, 충청남도소방
안전본부, W3A, 헬리콥터, HL9449, 충남 서산시 해미면 산수저수지, 2011. 3.
19. 항공기 사고 조사 보고서 ARAIB /AAR1102. 대한민국 서울

Aviation and Railway Accident Investigation Board, helicopter crashed on
the lake during containing water for fire fighting, Chungnam Fire Service
Headquarter, W3A helicopter, HL9449, Sansu Lake, Haemi-myeon,
Seosan-si Chungnam-do, 19 March, 2011, Aircraft Accident Investigation
Report ARAIB/AAR1102 Seoul, Republic of Korea.

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공·철도사고조사를
위한 정부기구이며, 항공·철도사고조사에 관한 법률 및 국제민간
항공조약 부속서 13의 규정에 의거하여 사고조사를 수행한다.

항공·철도사고조사위원회의 사고 또는 사고 조사 목적은 비난이나
책임을 묻고자 하는 것이 아니라 유사 사고 및 사고의 재발을 방지
하고자 하는 것이다.

사무실은 김포국제공항 인근에 위치하고 있다.

주소: 서울특별시 강서구 하늘길 100(2층). 우편번호: 157-815

전화: 02-6096-1032

팩스: 02-6096-1031

전자우편: araib@korea.kr

홈페이지: <http://www.araib.go.kr>

차례(Contents)

제목(Title)	1
개요(Synopsis)	1
1. 사실정보(Factual Information)	3
1.1 비행이력(History of Flight)	3
1.2 인명피해(Injuries to Persons)	4
1.3 항공기 손상(Damage to Aircraft)	5
1.4 기타 손상(Other Damage)	5
1.5 인적정보(Personnel Information)	5
1.5.1 기장(The Captain)	5
1.5.2 부기장(Co-Pilot)	6
1.5.3 탑승정비사(On Board Maintenance)	7
1.6 항공기 정보(Aircraft Information)	7
1.6.1 항공기 제원(Aircraft Specification)	8
1.6.2 항공기 정비사항(Aircraft Maintenance)	9
1.7 기상정보(Meteorological Information)	10
1.8 항행안전시설(Aids to Navigation)	10
1.9 통신(Communications)	10
1.10 헬기장 정보(Heliport Information)	11
1.11 비행기록장치(Flight Recorders)	11
1.11.1 비행자료기록장치(Flight Data Recorder: FDR)	11
1.11.2 조종실음성기록장치(Cockpit Voice Recorder: CVR)	12
1.12 잔해와 충격정보(Wreckage and Impact Information)	13
1.12.1 주 회전익(Main Rotor Blades)	14
1.12.2 미부동체(Tail Boom)	15
1.12.3 마스트(Mast)	16
1.12.4 조종실(Cockpit)	17
1.12.5 조종계통(Flight Control System)	18
1.13 의학 및 병리학적 정보(Medical and Pathological Information)	18

1.14 화재(Fire)	18
1.15 생존분야(Survival Aspects)	19
1.15.1 일반사항(General)	19
1.15.2 비상대응(Emergency Response)	19
1.15.3 비상착수 장비(Emergency Ditching Equipment)	20
1.15.4 비상착수 훈련(Emergency Ditching Drill)	21
1.15.5 비상위치식별표지(Emergency Locator Transmitter)	21
1.16 시험 및 연구(Tests and Research)	22
1.17 조직 및 관리정보(Organizational and Management Information)	22
1.17.1 소방항공구조대 조직관리(Organization Management of the Aviation Unit)	22
1.17.2 소방항공구조대 교육훈련(Training of the Aviation Unit)	23
1.17.3 조종사 자격관리(Management of Qualification for Pilots)	24
1.18 기타 사항(Additional Information)	26
1.18.1 동력고착(Settling with Power)	26
2. 분석(Analysis)	29
2.1 일반사항(General)	29
2.2 기상요소(Weather Factors)	29
2.3 잔해분석 결과(Result of Wreckage Analysis)	29
2.4 부기장이 수행한 접근조작(Approaching Performed by Co-Pilot)	30
2.5 소방항공구조대 교육 프로그램(Training Program)	34
2.6 승무원 자격관리(Qualification Management)	36
2.7 소방항공구조대 조직(Organization of Aviation Unit)	37
2.8 승무원 자원관리(Crew Resource Management)	41
2.9 회전익항공기 비상착수장비(Emergency Ditching Equipment)	42
2.10 승무원 비상착수 시 탈출훈련(Emergency Ditching Drill)	43
2.11 소방항공구조대 운영규칙(Regulation for Aviation Unit Operation) ..	44
2.8 HL9449 비상위치무선표지설비(HL9449's ELT)	45

3. 결론(Conclusions)	46
3.1 조사결과(Findings)	46
3.2 원인(Causes)	48
 4. 안전권고(Safety Recommendations)	 50
국토해양부(항공정책실)에 대하여(To the MLTM)	50
소방방제청, 각 시도 소방본부에 대하여(To the NEMA and Other Fire Service Headquarter)	51
충남소방에 대하여(To the Chungnam Fire Service Headquarter)	51

회전익항공기가 산불진화를 위한 담수 비행중 저수지에 추락(Helicopter Crash on the Lake During Containing Water for Fire Fighting)

- 운영자: 충청남도소방안전본부
- 제작사: 폴란드 SWIDNIK S.A.
- 형식: PZL W-3A(회전익항공기)
- 등록부호: HL9449
- 발생장소: 충남 서산시 해미면 산수저수지
(위도: N 36° 41' 48.06", 경도: E 126° 34'9.18')
- 발생일시: 2011년 3월 19일 06:48(한국표준시간)¹⁾

개요(Synopsis)

2011년 3월 19일 06:48경 충청남도소방안전본부 소속 W-3A/HL9449 회전익항공기는 충청남도 서산시 해미면 산수저수지에서 산불진화를 위한 담수 비행중 저수지에 추락 하였다. HL9449는 대한민국 항공법에 따라 운항하는 항공기 사용사업용 회전익 항공기였으며, 시계비행 방식으로 비행하였다. 사고 당시 항공기에는 기장 1명, 부기장 1명, 탑승정비사 1명이 탑승하고 있었으며, 이 사고로 탑승정비사가 사망하고 항공기는 전파되었다.

항공·철도사고조사위원회는 이 사고의 원인을 「부기장은 추락직전 담수를 위해 수면상공 접근시 정상제원 보다 깊은각 빠른 강하율로 강하하였으며, 접근속도 및 고도를 착각하여 콜렉티브를 적은 양으로 늦게 적용하였다. 이로 인하여 항공기의 침하 관성을 줄이지 못하고 동력고착 되면서 추락 한 것으로 추정되었다.」라고 결정하였다. 또한 이 사고의 기여요인은 「① 사고 당일 HL9449 승무원들의 CRM은 부적절 하였다. ② 기장은 부기장이 조종하는 동안 충분한 주의를 기울이지 않아 항공기가 급격히 강하하는 것을 인지하지 못함으로써 부기장에게 사전 경고나 조종간 인수 등의 조치를 하지 못

1) 별도로 표시하지 않는 한, 본보고서상의 모든 시간은 24시를 기준으로 한 한국표준시간 임.

하였다. ③ 소방항공구조대 조종사들은 당직근무 중 상황근무, 순찰근무 및 기타 부가적인 임무를 부과 받았고, 이로 인하여 부기장은 사고 전날 약 3시간 취침하였으며 피곤한 상태로 비행임무를 수행하였다. ④ 소방항공구조대 조종사들에 대한 교육훈련 체계가 미흡하였다.」라고 결정하였다.

항공·철도사고조사위원회는 이 사고조사의 결과에 따라 국토해양부(항공정책실)와 소방방재청 및 각 시도 소방안전본부, 충청남도소방안전본부에 대하여 안전권고를 발행하였다.

1. 사실 정보(Factual Information)

1.1 비행 이력(History of Flight)

충청남도소방안전본부(이하 “충남소방”이라 한다)는 2011년 3월 18일 19:52경 충남 서산시 해미읍 소재 한서대학 뒷산에서 산불이 발생하였다는 신고를 접수하고, 즉시 산하기관²⁾에 산불진화를 지시³⁾하였으나 현지의 지형과 어두움으로 인하여 조기진화에 어려움을 겪고 있었다.

따라서 충남소방은 일몰로 인해 운용하지 못하고 있던 소방헬기의 조기투입을 위해 3월 18일 21:30경 소방항공구조대(이하 “항공대”라 한다)에 일출과 동시에 출동할 수 있도록 준비지시를 하였고, 3월 19일 02:45에 비행지시⁴⁾를 하였다.

기장은 3월 18일 22:00경 잠자리에 들었고, 부기장은 상황근무 및 순찰근무를 마치고 01:00 이후에 잠자리에 들었다.

그리고 3월 19일 02:45경 충남소방 상황실장은 항공대에 일출과 동시 소방헬기 비행가능여부를 전화로 문의해옴에 따라 부기장은 02:45분부터 인터넷을 이용하여 임무지역 기상 전망을 분석하였고, 비행이 가능하다고 판단하여 03:30경 이를 충남소방 상황실에 보고하였다.

부기장은 03:30경 다시 취침하여 05:15 경에 기상하였고, 이때부터 05:50까지 항공기 비행준비⁵⁾를 하였으며, 05:53에 시동⁶⁾ 후 06:06에 항공기 정치장인 연기비행장을 이륙하였다. 이때부터 추락 시까지 부기장이 계속 조종을 하였다.

2) 서산소방서 산하 해미, 예천, 태안, 대산, 부석 119안전센터와 남면지역대

3) 19:53부터 00:57까지 순차적으로 지시

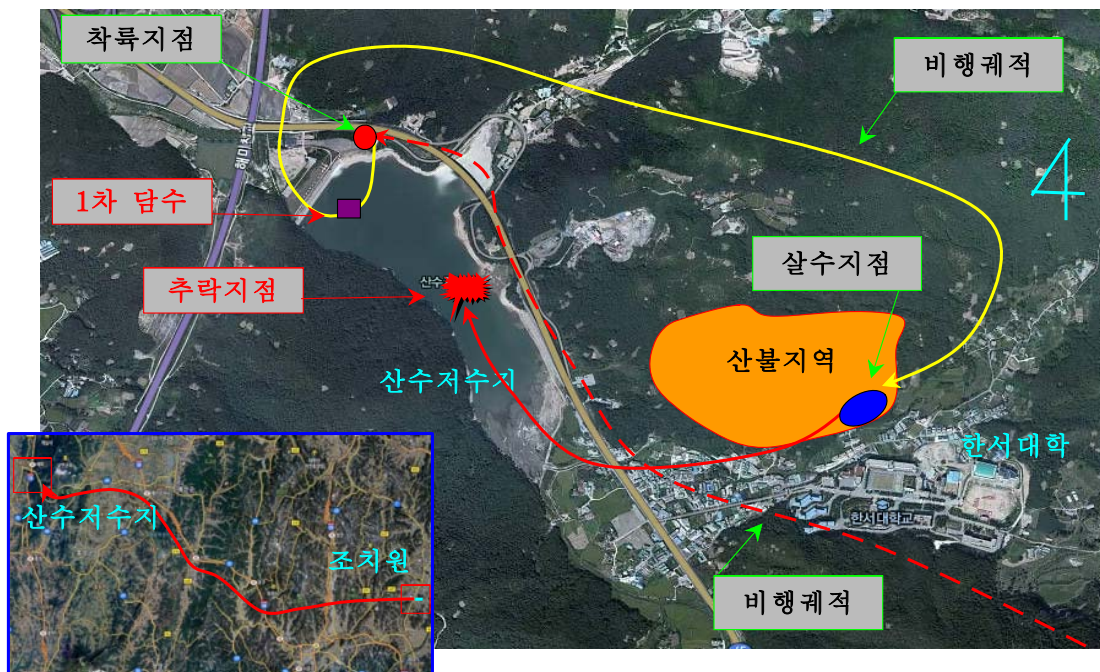
4) 충청남도 소방항공구조대 운영규칙 제7조(운항통제)에 의거 운항통제관(방호과장)이 서명한 별지1호 서식의 문서

5) 항공기 비행전점검, 최종 기상파악, 김포 FIC에 전화로 비행계획 접수여부 확인

6) 기장은 우측조종석(부기장석), 부기장은 좌측조종석(기장석)에 탑승

HL9449 회전익항공기(이하 “HL9449”라 한다)는 이륙 후 [그림 1]에서 보는바와 같이 공주~당진간 고속도로를 따라 이동 후 06:38에 담수지인 산수저수지 제방 동편 콘크리트 포장 공터에 착륙하였고 이곳에서 산불진화용 밤비버킷(Bambi-Bucket)을 장착하였다.

밤비버킷을 장착 후 HL9449는 동 장소를 이륙하여 산수저수지에서 담수 한 후 한서대학 뒤편 산불지역에 1회 살포를 하였고, 다시 2차 담수를 위한 수면 접근 중 06:48 경에 저수지에 추락하였다.



[그림 1] HL9449 최종 비행궤적 및 사고지점 주변 지형

1.2 인명피해(Injuries to Person)

구 분	승무원	승 객	기 타
사 망	1	0	0
중 상	2	0	0
경상/부상 없음	0/3	0/0	

1.3 항공기 손상(Damage to Aircraft)

HL9449는 추락 시 충격으로 전파되었다. HL9449의 기체 가격은 36억 원이며, 기체보험과 조종사보험 및 배상책임보험에 가입⁷⁾하였고, 사고당시 보험 유효기간 내에 있었다. [그림 2]는 추락 후 손상된 헬기의 잔해 모습이다.



[그림 2] 추락 헬기의 손상된 잔해 모습

1.4 기타 손상(Other Damage)

HL9449의 추락지점인 산수저수지 수면에 항공기에서 누유된 연료와 오일로 인해 약간의 기름띠가 형성되었으나 잠시 후 증발되었다.

1.5 인적 정보(Personnel Information)

1.5.1 기장(The Captain)

7) (주)삼성화재해상보험(유효기간: 2010.7.26~2011.7.25), 기체(39억6천만원), 승무원(3억원/1인), 승객(2억원/1인)

기장(남, 55세)의 비행시간은 총 4,990.4시간으로써, 군 복무 중 3,722.4시간⁸⁾을 비행하였고, 군 전역 후 (주)씨티항공에서 251.2시간⁹⁾을 비행하였으며, 1999년 12월 충남소방 조종사로 임용 후 사고 당일까지 해당 기종만 1,016.8시간 비행하였다. 그중 해당 기종 교관시간은 73시간이었다.

기장의 최근 비행시간은 24시간 전까지 0시간, 90일 전까지 14시간을 비행하였고, 기장은 비행에 필요한 해당 자격증¹⁰⁾을 모두 취득하였다. 그러나 기장은 신임조종사 기종전환 교육을 위해 해당 기종의 교관교육을 받지 않은 채로 항공대 충남소방 내부분서¹¹⁾에 의해 해당 기종 교관으로 임명되었다.

그 후 기장은 충남소방에서 발행¹²⁾한 「비행경력증명서」의 교관시간 64시간을 증빙자료로 교통안전공단으로부터 2008년 9월 11일 회전익항공기 「조종교육증명」을 발급 받았다.

기장은 충남소방 조종사로 임용 후 2010년 9월 이전까지 충남소방 항공대장직에 보직되어 임무를 수행하여 왔으며, 2010년 9월 20일 이후에 소방직 신임 항공대장이 보직됨에 따라 조종사 임무만을 수행하였다.

기장은 항공법 제31조(항공신체검사증명)의 규정에 의거하여 항공신체검사¹³⁾를 받았고 결과는 「적합」이었다.

1.5.2 부기장(Co-Pilot)

부기장(남, 44세)의 총 비행시간은 2,279.9시간으로써 군 복무 중 2,108.9

8) 500MD: 73시간, O-1: 536시간, OH-23: 15시간, UH-1H: 3,047.4시간, UH-1H(모의): 51시간, 총 3,722.4시간

9) W-3A 부조종사: 251.2시간

10) 사업용 조종사: 자격번호 3003(취득일: 1997.3.28), 한정자격: 회전익항공기/육상단발: 1997.3.28, 회전익항공기/육상다발(2000.6.7), 조종교육증명/회전익(2008.9.11), SOKOL W-3A(2000.6.7), 무선종사자 자격증명: 등록번호 96-34-1-0184(발급일 : 1996.4.25)

11) 소방헬기 조종교육 교관 지정 운영계획(방호구조과-3233, 2008.3.24)

12) 발행일: 2008. 9. (신임조종사 양성 시 교관시간)

13) 유효기간: 2010.11.14~2011.11.30, 발급번호: 025-7785

시간¹⁴⁾을 비행하였고, 2008년 4월 1일 충남소방 조종사로 임용 후 사고 당일 까지 해당 기종만 171시간 비행하였으며, 그중 해당 기종 기장시간은 16시간 이었다.

부기장의 최근 비행시간은 24시간 전까지 0시간, 90일 전까지 15.9시간을 비행하였고, 부기장은 비행에 필요한 해당 자격증¹⁵⁾을 모두 취득하였다.

부기장은 충남소방 조종사로 임용된 이후 2008년 4월 4일부터 5월 22일까지 기장으로부터 기종전환 교육 및 구조훈련을 이수¹⁶⁾하였으며, 30시간의 비행 훈련은 임무비행과 병행하여 실시하였다.

부기장은 항공법 제31조(항공신체검사증명)의 규정에 의거하여 항공신체 검사¹⁷⁾를 받았고 결과는 「적합」이었다.

1.5.3 탑승정비사(On Board Maintenance)

탑승정비사(남, 37세)는 2003년 3월 5일 충남소방항공대 항공기정비사로 입사하였고, 보유자격은 항공정비산업기사(1997.7.24), 항공정비사(1999.10.3), 항공공장정비사(2000.3.)이다.

1.6 항공기 정보(Aircraft Information)

HL9449는 폴란드 SWIDNIK S.A.사에서 1999년 11월 19일에 제작¹⁸⁾하였

14) 500MD: 689.7시간, OH-23: 40시간, UH-1H: 514.9시간, UH-1H(모의): 4시간, UH-60: 823.8시간, UH-60(모의): 36.5시간, 총 2108.9시간

15) 사업용 조종사: 자격번호 12-006369(취득일: 2007.8.24), 한정자격: 회전익항공기/육상단발: (2007.8.24), 회전익항공기/육상다발(2006.12.21), SOKOL W-3A(2009.2.28), H-369D(2007.8.24), 회전익계기비행증명(2009.12.17), 무선종사자 자격증명: 등록번호 97-34-1-0114(발급일: 2007.6.22)

16) 기종전환: 20시간(비행), 구조훈련: 5시간(비행), 이론교육: 96시간, 직무교육: 20시간

17) 유효기간: 2010.4.12~2011.4.30, 발급번호: 025-7656

18) 일련번호: 911067D

으며, 1999년 12월 27일 도입하여 국가항공기에 준하여 운용 중 2005년 11월 8일 항공법 제2조(정의)제2호(국가기관등 항공기)의 신설에 따라 2006년 7월 9일 등록대상이 되면서 2007년 12월 6일 최초 등록하였고, 사고 당일까지 운용시간은 총 1,447.8시간이다.

HL9449에는 폴란드 PZL-RZESZOW S.A.사에서 제작한 PZL-10W 형식의 터보샤프트 엔진 2대¹⁹⁾가 장착되어 있었으며, 사고 당일까지 제1번 엔진은 1,436.4시간, 제2번 엔진은 1,325.6시간을 사용하였고, 사용연료는 JET A-1 이다.

HL9449의 등록증명서²⁰⁾, 감항증명서²¹⁾, 운용한계지정서²²⁾, 무선국허가증²³⁾, 소음기준적합증명서²⁴⁾는 모두 유효하였다.

1.6.1 항공기 제원(Aircraft specification)

- 크기(기장/기폭/기고)
 - 기장: 18.79m
 - 기폭: 1.75m
 - 기고: 4.2m
- 엔진
 - 출력: 888shp × 2
 - 사용연료: Jet A-1, 탑재량: 1,720리터(454gal)
- 성능
 - 속도: 0~235km/h(순항), 260km/h(최대)
 - 중량: (최대이륙)6,400kg, (자중) 3,850kg

19) 일련번호(제작일자): -1번 엔진: 319991005A(1999.9.30), -2번 엔진: 319992006A(1999.9.26)

20) 증명번호: 2007-134(2007.12.6)

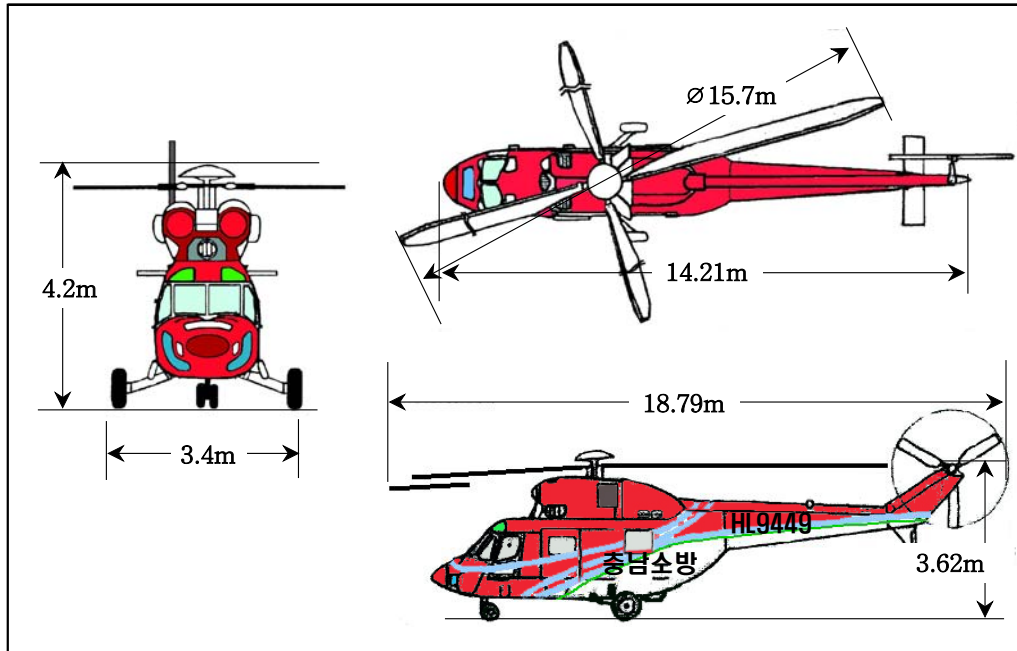
21) 증명번호: AS10072(2010.9.1)

22) 지정번호: ASOL09032(2009.9.7)

23) 허가번호: 46-2002-10-0000001(2002. 3. 31)

24) 증명번호: KNC944900(2009.9.7)

- 항속시간: 4시간 12분(최대), 항속거리: 734km



※ 위 그림은 도형으로 표시한 항공기 크기임.

1.6.2 항공기 정비사항(Aircraft Maintenance)

HL9449의 최근 수행한 정비는 2011년 2월 21일부터 2월 23일까지 100시간 검사를 하였으며, 이 기간 중 감항개선지시(Airworthiness Directive)²⁵⁾에 의한 특별검사를 병행하였다. 그리고 100시간 검사를 수행한 정비기록부에 기록된 항공기 이상은 없었다.

HL9449 부기장의 진술에 의하면, 비행전점검시 또는 비행 중 항공기의 이상을 발견하지 못하였으나, 사고이전 다른 비행임무 중 사이클릭 트림 회로차단기(Cyclic Trim Circuit Breaker)가 종종 차단되는 것을 경험하였다고 하였다.

그러나 조종사들은 이러한 현상을 정비기록부에 기록하지 않았고, 정비사

25) AD번호: 2007-0153/E(Engine fuel and control-APRL-5 fuel fine line inspection)

에게만 구두로 알려주었으며, 사고 순간에는 트림 회로차단기가 차단되었는지 확인하지 못했다고 하였다.

1.7 기상정보(Meteorological Information)

HL9449 부기장의 진술에 의하면, 사고 당일 05:20부터 05:40사이에 인터넷²⁶⁾을 이용하여 출발지(연기), 경유지(공주), 목적지(서산관측소) 기상을 확인하였고, 출발지, 경유지, 목적지 기상은 모두 시계비행 조건보다 상회²⁷⁾하였다.

부기장이 확인한 서산관측소는 추락지점으로부터 북서쪽 약 11km 지점, 대산 관측소는 추락지점으로부터 북서쪽 약 29km 지점에 있으므로 항공·철도사고조사위원회(이하 “위원회”라 한다)는 추락지점과 유사한 기상을 판단하기 위하여 추락지점으로부터 가장 가까운 해미비행장²⁸⁾에서 측정한 기상을 [표 1]에 포함하여 기술하였다.

구 분	관측시각	풍향/풍속(노트)	시정(마일)	운량/운고	기온(℃)	비고
서산 관측소	06:00	남/2	7	5/10	6.4	항공기상청
	07:00	남남서/1.4	6	7/10	5.1	
대산 관측소	05:40	287/9.7	4	8/2400ft	6.1	미군 AMOS
해미 비행장	06:00	무풍	5	6/2,400ft 7/3,600ft	6	한국 공군
	07:00	무풍	5	6/2,400ft 7/3,500ft	5.9	

[표 1] 사고 당시 목적지 기상

1.8 항행안전시설(Aids to Navigation)

HL9449는 사고 당일 항행안전시설을 이용하여 비행하지 않았다.

26) 항공기상대 저고도 항행용 기상정보(<http://kama.kma.go.kr>), 미군 AMOS 장비 기상정보(<http://koreametman.vaisala.com/stations.php>)

27) 시정 4~7마일, 운고 2,500피트 이상, 풍속 2~8노트

28) 추락지점으로부터 서쪽 약 6km

1.9 통신(Communications)

HL9449의 통신장비가 이번 사고에 영향을 미치지 않았다.

1.10 헬기장 정보(Heliport Information)

HL9449가 산불진화 임무중 사용하였던 헬기장(비행장외 이·착륙장)은 산수저수지 제방 동편의 콘크리트 포장된 공터이며, 이 헬기장은 이번 사고에 영향을 미치지 않았다.

1.11 비행기록장치(Flight Recorder)

1.11.1 비행자료기록장치(Flight Data Recorder: FDR)

HL9449에 장착된 비행자료기록장치(Flight Data Recorder)는 러시아 Privor사에서 제작한 BUR-1-2B 모델²⁹⁾로서 마그네틱 테이프(Magnetic Tape) 기록방식으로서 왕복 12트랙³⁰⁾에 73개 파라미터가 기록된다.

위원회는 FDR의 12트랙 약 111시간 분량의 비행자료를 모두 성공적으로 인출하였으며, 인출된 자료 중 최종비행구간 10분(600초), 66개 파라미터를 사고조사에 사용하였다.

FDR에 기록된 자료에 의하면, HL9449의 최종비행 구간에서 조종계통, 엔진³¹⁾, 동력전달계통, 로터 회전속도(Rotor Speed)³²⁾ 등에 이상이 없는 것으로 확인되었다.

29) 부품번호: ZBN-1-1, 일련번호: 00359

30) Frame: 158.080

31) #1번, #2번 엔진 모두 추락 충격시까지 N2 RPM 104~105% 유지

32) 추락 직전까지 105.3~106.3% 유지

따라서 위원회는 마지막 비행구간에서 트랜스미션 오일(Transmission Oil)에서 칩(Chips)이 검출되었다는 경고가 지속적으로 나타났으나 엔진과 주회전익의 RPM이 정상이었던 점을 고려하여, 트랜스미션 칩의 검출이 동력전달 계통에 영향을 미치지 않는 것으로 평가하였다.

그러나 다음 [표 2]에서 보듯이 부기장은 추락직전 수면 접근시 24초 동안의 강하율이 평균 790.2ft/min 이었다. 이에 대한 콜렉티브(Collective)의 적용량은 기록종료 시까지 약 15초 동안 76mm를 적용하였고, 속도는 37노트에서 6노트까지 감속하는데 약 24초가 소요되었다.

※시간(FR)은 FDR 기준시간임

시간(FR)	고도(피트)	속도(노트)	콜렉티브(mm)	강하율	비 고
24초 전	357.1	37	55	30.2f/s(604f/m)	평균강하율 39.5ft/sec (790.2f/min)
21초 전	325.4	31	45	31.7f/s(634f/m)	
18초 전	285.7	26	55	39.7f/s(794f/m)	
15초 전	247.6	21	62	38.1f/s(762f/m)	
12초 전	206.3	20	91	41.3f/s(826f/m)	
9초 전	165.6	11	106	40.7f/s(814f/m)	
6초 전	119.7	10	130	45.9f/s(918f/m)	
3초 전	79.2	6	135	40.5f/s(810f/m)	기록종료
종 료	31.7	6	138	47.5f/s(950f/m)	

[표 2] 추락직전 HL9449의 비행자료 기록장치 주요 제원

1.11.2 조종실음성기록장치(Cockpit Voice Recorder: CVR)

음성기록장치(Cockpit Voice Recorder)는 러시아에서 제작된 구형 모델³³⁾로서 마그네틱 테이프 기록방식이다. 녹음채널은 총 4개 채널³⁴⁾로서 녹음시간

33) 부품번호: 70A-11, 일련번호: 356037

34) 기장석, 부기장석, 조종실, 예비

은 30분이며, 위원회는 녹음된 모든 기록내용을 인출하였고, 이 중 마지막 비행구간인 10분(600초) 동안의 녹음자료를 사고조사에 사용하였다.

CVR 기록자료에 의하면, [표 3]에서와 같이 승무원들이 항공기의 이상을 감지했다고 여겨지거나 항공기의 이상을 알리는 어떠한 내용도 녹음되어 있지 않았으며, 평범하게 임무 수행 중 이었다.

그리고 추락 6초전에 녹음된 고도경고음은 조종사가 비행 전 전파고도계에 장입한 150피트 고도에 항공기가 도달하여 울리는 경고신호이다.

시간(FR)	화 자	대 화 내 용	비 고
14초 전	기장	• 저 위에...?	
12초 전	기장	• 우측으로...	
10초 전	정비사	• 요쪽에서 담수하시죠?	
8초 전	기장	• 예!	
6초 전		• 삐 ~ 삐 ~	[고도 경고음]
4초 전	정비사	• 아래로.. 5미터 전..	
2초 전	정비사	• Stop!	
종료			종료(추락)

[표 3] 추락직전 조종실 대화내용

1.12 잔해와 충격정보(Wreckage and Impact Information)

산수저수지³⁵⁾는 서산시 해미읍 일원 농경지에 농업용수를 공급하기 위해 산의 계곡에 제방을 쌓아 만든 담수호로서 HL9449는 산수저수지 남동쪽에서 북서쪽방향으로 담수를 위해 접근 중 추락하였다.

35) 길이: 1,300m, 폭: 400m, 최대수심: 약 10m의 농업용수용 담수지

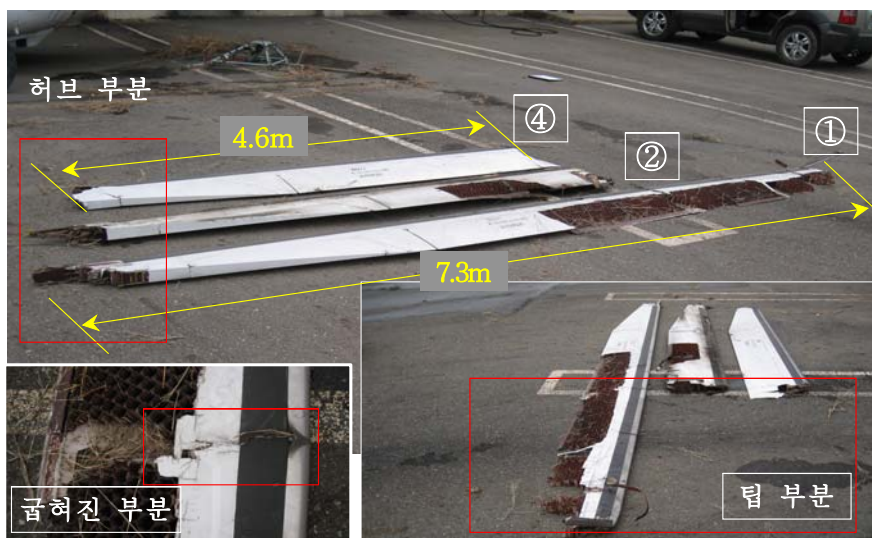
목격자³⁶⁾의 진술에 의하면, HL9449는 추락 후 우측으로 넘어져 물위에 떠 있다가 잠시 후 물속으로 가라앉았다고 하였다.

물속에 가라앉은 잔해는 산림항공본부 소속의 S-64 항공기로 인양하였고, 인양 즉시 비행기록장치를 회수하였다. HL9449는 잔해 인양 직후 산수저수지 옆 공터에서 1차 잔해조사를 하였고, 잔해유치 후 위원회 분석실에서 2차로 보강조사를 하였다.

그 결과 HL9449는 미부동체가 절단되었고 주회전익 4개는 모두 허브(Hub)부분이 절단되었으며, 제2번 엔진의 공기흡입구(Air Inlet), 기수부분, 미부회전익 끝부분에 굽힘 흔적과 약간의 찌그러짐이 발견되었다.

1.12.1 주회전익(Main Rotor Blades)

사고 후 4개의 주회전익 중 3개(제1, 제2, 제4번)는 회수하였으나 1개(제3번)는 회수하지 못하였고 회수된 3개 중 제1번 블레이드(Blade)는 [그림 3]에 서와 같이 끝으로부터 2/5 정도 후연(Trailing Edge)의 복합소재 부분이 부서졌으며, 제2번 및 제4번 블레이드는 끝에서 1/3 부분이 절단되었다.



[그림 3] 주회전익 손상

36) 남, 38세 의용소방대원

1번 블레이드의 전연 금속판(Abrasion Strip)에는 중앙부분이 위로 굽혀지면서 생긴 주름이 있으며, 3개의 주회전익 모두 허브부분은 회전 역방향로 저항력에 의하여 장착구 부분이 부러지거나 파손되었다.

1.12.2 미부동체(Tail-Boom)

미부동체는 [그림 4]와 같이 동체쪽 상부에서 미부쪽 하부로 중간부분에서 사선으로 절단되었으며, 절단면은 기체 상부에서 보았을 때 동체 우측에서 좌측 방향으로 밀리면서 절단되었다.



[그림 4] 미부동체 손상형태와 절단 방향

미부회전익(Tail Rotors)은 회전손상이 없었으며, 미부회전익 끝부분에 잔해 인양 중 지면에 끌리면서 발생한 것으로 보이는 마모 손상(황색 화살표)

이 있었다. [그림 5] 참조



[그림 5] 미부회전익 손상

1.12.3 마스트(Mast)

마스트 상부의 돔(Dom)은 동체 방향으로 눌러서 찌그러졌고(적색 화살표), 주회전익 허브 장착점(Attach Point)에 주회전익의 일부(청색 화살표)가 남아 있는 것을 제외하고 손상이 발견되지 않았다. [그림 6] 참조



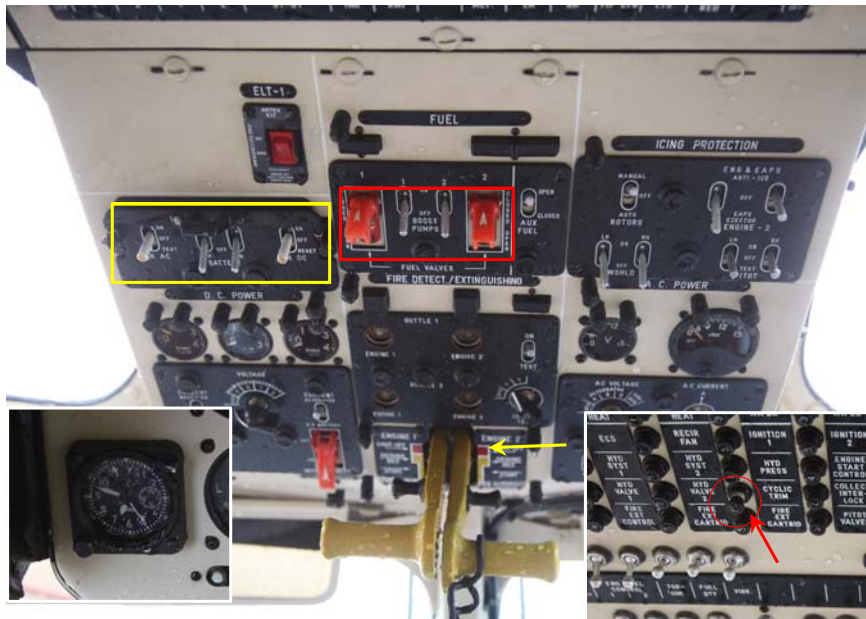
[그림 6] 마스트 손상

1.12.4 조종실(Cockpit)

조종실의 계기는 모두 침수되어 지시 값을 신뢰할 수 없었으며, 기장석 시계는 항공기 추락시간인 06:48, 부기장석 시계는 06:49에서 멈춰있었다.

그리고 [그림 7]과 같이 스로틀 레버(Throttle Lever)는 차단(Shut-Off)위치(황색 화살표)에 있었으며, 주전원 스위치(Master Switch, 황색 사각형)와 연료밸브(Fuel Valve, 적색 사각형) 및 부스터펌프(Booster Pump, 적색사각형) 스위치는 차단(Off)위치에 있었다.

또한 조종석 상부 패널에 있는 회로차단기(Circuit Breaker)는 모두 눌러져 있었으나 싸이클릭 트림스위치(Cyclic Trim Switch) 회로차단기만 튀어나와 차단되어 있었다.



[그림 7] 주요 스위치, 트림 회로차단기 및 스로틀 레버 위치

[그림 8]에서 보듯이 조종실의 조종간 중 싸이클릭 조종 스틱(이하 “싸이클릭”이라 한다)은 중앙 위치에 있었고, 콜렉티브 피치 스틱(이하 “콜렉티브”라

한다)은 완전히 올려진 상태이며, 페달은 우측이 약간 앞으로 밀어져 있는 상태로 있었다.



[그림 8] 조종간 위치

1.12.5 조종계통(Flight Control System)

HL9449의 조종계통의 작동상태를 점검한 결과 잘려진 미부동체를 제외한 모든 조종계통에서 이상이 발견되지 않았다.

1.13 의학 및 병리학적 정보(Medical and Pathological Information)

HL9449의 승무원들은 건강상의 문제로 약물을 복용하거나 치료를 요하는 증상은 없었다. 그러나 부기장은 사고 전날 당직근무 중 상황근무, 순찰근무 및 상황실장 지시사항 조치로 인하여 약 3시간 취침을 하였으며, 숙면을 취하지 못한 상태로 비행임무를 수행하게 되었다.

1.14 화재(Fire)

HL9449는 추락 후 화재가 발생하지 않았다.

1.15 생존분야(Survival Aspects)

1.15.1 일반사항(General)

HL9449의 조종석 2좌석과 객실에 장착된 4좌석은 4점 안전벨트가 장착되어 있었고, 충격으로 인한 손상은 없었으며, 안전벨트의 상태는 양호하였다.

1.15.2 비상대응(Emergency Response)

HL9449가 산수저수지에 추락하자 목격자³⁷⁾는 즉시 119에 신고하였으며, 신고를 받은 충남소방은 06:49경 관할 서산소방서 119구조대에 현장출동을 지시 하였다.

당시 사고현장은 구름이 낀 날씨로서 기온은 5.1 ~ 6.4°C로 쌀쌀하였으며, 산수저수지의 수온은 4 ~ 5°C 정도였다.

목격자의 진술에 의하면, 추락 후 항공기가 우측으로 넘어진 채로 수면 위에 떠있는 동안 HL9449 승무원 3명은 항공기의 동체 위로 모두 올라와 있었으며, 수상구조장비가 준비되지 않아 즉시 구조를 하지 못하자, 기장과 부기장은 목격자등이 있는 수변 쪽으로 수영을 하기 시작하였고, 탑승정비사 1명은 항공기에 그대로 남아있었다.

06:53경 최초로 사고현장에 도착한 해미 119안전센터 구조대원은 수변 쪽으로 가장 가까이 접근한 기장을 먼저 구조하였고, 이어서 07:00경 수변 약 20m 전방까지 접근한 부기장을 구조하였다.

그러나 수영을 못해서 헬기에 남아있던 탑승정비사는 07:02경 구조대원이 도착하기 전 항공기와 함께 물속으로 가라앉아 실종되었다. 따라서 구조

37) 현장에서 산불진화를 지휘하던 소방대원

대는 잠수부를 동원하여 탑승정비사의 수색을 시작하였고, 09:07경 탑승정비사를 인양하였으나 사망³⁸⁾한 상태였다.

구조된 조종사들과 인양된 탑승정비사의 시신은 모두 서산 소재 「서산의료원」으로 후송하였다.

최초 출동한 해미119 안전센터 구조대원에 이어 07:02경 서산구조대 및 소방대원, 07:48경 당진소방서 119안전센터, 07:55경에 홍성소방서 구조대가 추가적으로 사고현장에 도착하여 구조 및 수색활동에 합류하였다. 당일 동원된 소방 및 구조대원은 총126명 이었으며, 차량은 펌프차 10대, 구조차 3대, 구급차 3대가 동원 되었다.

1.15.3 비상착수 장비(Emergency Ditching Equipment)

항공법 제41조(항공계기 등의 설치, 탑재 및 운용 등)에 의하면, “제1항 항공기를 항공에 사용하려는 자 또는 소유자등은 중략.... 구급용구 등을 설치하거나 탑재하여 운용하여야 한다. 제2항 ... 중략... 탑재기준 및 그 운용방법은 국토해양부령으로 정한다.”라고 규정되어 있으며, 같은 법 시행규칙 제125조(구급용구 등) 「별표21」 “마”목에는 해상비행을 하는 회전익항공기에 적용 할 기준을 규정하고 있다.

그러나 이 규정에는 HL9449와 같이 내수면 상공에서 산불진화를 하는 항공기나 인명구조 등을 하는 항공기에 적용할 수 있는 적절한 조항이 마련되어 있지 않았다.

그럼에도 불구하고 항공대는 2009년도에 이 규정을 근거로 구명동의 14세트(승무원용 5, 승객용 9), 구급함 1세트, 불꽃조난신호 1세트를 구입하였다. 그러나 사고당시 HL9449의 기내에는 구명동의가 탑재되어 있지 않았다.

[그림 9]에서 보듯이, HL9449에는 응급부력장치로 사용가능한 2개의 조종

38) 익수에 의한 질식으로 인해 심폐정지

사 좌석이 장착되어 있으며, 이 좌석은 쉽게 탈착이 가능할 뿐만 아니라 요 구조자 1명에게 충분한 부력을 제공할 수 있다. 그러나 항공기 추락 시 승무원들은 이 조종사 좌석들을 사용하지 않았다.



[그림 9] 조종사 좌석 쿠션의 윗면과 아랫면

1.15.4 비상착수 훈련(Emergency Ditching Drill)

충남소방의 교육프로그램에는 「항공기 비상착수 시 탈출훈련」이 포함되어 있지 않았고, 승무원들은 “비상탈출 훈련을 받은 사실이 없었다.”라고 진술하였다.

1.15.5 비상위치식별표지(Emergency Locator Transmitter)

HL9449에 탑재된 비상위치식별표지(Emergency Locator Transmitter)는 미국 ARTEX사에서 제작한 C406-2HM 모델³⁹⁾로서 잔해인양 후 현장조사 시 정상적으로 작동되고 있었으나, 추락 당시 조난신호는 해양경찰청 상황실에 수신되지 않았다.

³⁹⁾ 일련번호: 170-11962

1.16 시험 및 연구(Tests and Research)

이번 사고조사를 위하여 별도의 시험 및 연구를 실시하지 않았다.

1.17 조직 및 관리정보(Organizational and Management Information)

1.17.1 소방항공구조대 조직관리(Organization Management of the Aviation Unit)

항공대는 1996년 3월 22일에 수립된 「소방항공대 설치계획」에 따라 1999년 12월 27일 AW-3A(Sokol)항공기가 도입되었고, 2000년 12월 30일 「충청남도 지방공무원 정원조례 개정 제2814호」 공포에 따라 2001년 1월 20일 충남 예산에서 발대되어 2003년 12월 15일 육군 연기비행장⁴⁰⁾으로 이전하여 운영되고 있다.

항공대는 최초 조종사 2명⁴¹⁾ 정비사 2명⁴²⁾ 항공구조대원 2명으로 발대되었다가 조종사 신규채용 계획⁴³⁾에 따라 2008년 4월 1일 조종사 2명이 추가 보직되어 2교대 근무체제가 되었다.

항공대 발대 이후 최초 HL9449 기장이 항공대장 임무를 수행하여 오다가 2010년 6월 30일 「충청남도 행정기구 및 정원 운영에 관한 조례 시행규칙 제3095호」가 공포됨에 따라 2010년 9월 20일 소방직 항공구조대장(소방령)이 정식 보직(초대)되었다.

항공대는 충청남도 소방안전본부 산하 방호구조과의 부속직제로서 방호구조과장의 지휘를 받고 있으며, 항공관련 업무는 항공대에서 자체계획을 수립하고, 지휘계통에 따라 보고하도록 되어 있다.

40) 충남 연기군 남면 연기리 66-1번지

41) 전문계약직 “가”급(기장), 전문계약직 “나”급(부기장)

42) 전문계약직 “나”급

43) 소방행정과-319(2008.1.15)지방계약직공무원 신규채용 계획(소방안전본부 소방항공구조대)

관련자(익명)의 진술에 의하면, 초기 HL9449 기장이 항공대장의 임무를 수행하고 있을 때는 계약직 신분인 이유로 지휘책임은 부여 받았으나 권한은 없어 항공대 지휘에 어려움이 있었으며, 특히 2009년 10월 09일부터 2010년 08월 10일까지 HL9449 오버홀정비(Overhaul Maintenance) 기간⁴⁴⁾ 중 항공대장의 계약만료 시점이 도래⁴⁵⁾하였지만 재임용이 연기됨으로써 지휘의 공백이 발생하였을 뿐만 아니라 항공대장으로서 항공대 지휘권 행사에 어려움⁴⁶⁾이 있었다고 하였다.

또한 HL9449 기장은 계약직 신분으로서 각종 항공관련 업무를 위해 문서를 작성하여 보고하는 경우에도 항공관련 업무에 밝지 않은 소방직 공무원들을 이 해시키는데 어려움을 느꼈고, 악화된 항공대장의 위상, 개인 이미지 손상 우려 등 여러 가지 이유로 소극적 업무행태를 보였다고 하였다.

그리고 소방본부에서는 전문계약직 조종사 및 정비사를 일반직 공무원으로 전환하는 방안을 2차에 걸쳐 추진하였으나, 최초 인사부서에서 제시한 직급보다 상위 직급을 요구하는 일부 조종사 및 정비사의 이견이 강하고 이로 인한 항공대 내부 불화로 성공을 거두지 못하였다.

2010년 9월 20일 정식 보직된 소방직 소방항공구조대장은 보직기간이 사고 당일까지 약 6개월 정도로 짧았고, 소방직 공무원으로서 항공관련 직무에 정통하지 못하므로 많은 항공관련 법·규정을 단기간에 파악하여 업무를 추진하는데 어려움이 많았다고 하였다.

1.17.2 소방항공구조대 교육훈련(Training of the Aviation Unit)

HL9449 기장은 최초 임용시 1999년 10월 01일부터 10월 25일까지 폴란드 SWIDNIK사(제작사)에서 해당 기종 이론교육과 같은 해 11월 15일부터 11월

44) 오버홀정비를 위해 항공기를 정비시설에 입고한 시점부터 출고한 시점까지의 기간으로서 소방본부에서는 항공기 운용이 불가하였던 기간

45) 계약기간 : 2007.12.27~2009.12.26

46) 항공대 조종사, 정비사, 항공구조대원들이 항공대장의 업무지시에 불 순응(권위상실)

24일까지 2주간의 비행훈련을 수료하고 W-3A(SOKOL) 기장 자격을 취득하였다.

부기장은 항공대 소속 조종사로서 신규 임용 후 기장의 1명으로부터 2008년 4월 4일부터 5월 22일까지 항공대주둔지 및 관할공역에서 해당 기종 전환교육⁴⁷⁾과 항공구조훈련을 이수하였다.

그러나 부기장의 기종전환교육 과목 중 모의비행장치를 이용한 계기비행 03+00시간의 비행실적을 확인해 본 결과 부기장이 개인적으로 육군항공학교에 협조하여 UH-60 모의비행장치를 이용한 계기비행 훈련⁴⁸⁾을 하였다고 진술하였으나 이를 육군항공학교에 조회해 본 결과 훈련실적은 없었다.

부기장의 지상학⁴⁹⁾ 훈련은 대부분 교범을 활용하여 자습교육 형태로 진행하고 그 결과를 부기장 자신이 훈련일지에 직접 기록하였으며, 자습 중 이해가 안가는 사항 또는 궁금한 사항을 기장(교관)에게 질문하면서 학습하였다.

또한 비행훈련의 대부분은 다른 비행임무를 수행하면서 병행하였고 각 과목에 대한 교안이나 교육용 메모의 작성 없이 기장의 경험에 의거하여 정상 운용절차 위주로 교범을 참고하여 교육하였다.

이와 같이 기장과 기장으로부터 초기 임용교육을 이수한 부기장은 사고 당일까지 위탁교육 또는 외부 교관으로부터 별도의 재교육 또는 정기 자격 평가를 받은 경험이 없었다.

1.17.3 조종사 자격관리(Management of Qualification for Pilots)

HL9449는 비행교범에서 조종사 2명이 탑승하도록 되어있는 항공기로서, 운

47) 이론교육 96시간(11개 과목/필기평가), 비행훈련 15시간(23개 과목)

48) 2008년 4월 12일

49) 조종사 훈련은 지상에서 강의형태로 이루어지는 이론교육과 실제 항공기 또는 모의비행장치로 실시하는 비행훈련으로 이루어지며, 이론교육을 소방항공대에서 “지상학”이라 칭함.

항기술기준 2.2.1.5(형식 한정자격)의 “가”항에 의거 항공기 형식 한정자격이 요구되는 기종이다.

따라서 사용사업용 항공종사자자격증명을 취득한 후라고 할지라도 이 기종의 조종을 위해서는 유자격 비행교관으로부터 기종전환 교육이 필요하며, 교육을 완료한 후에는 전환교육 교관 이외의 다른 평가자로부터 평가를 받아야 한다.

이러한 기종전환 교육을 위해서 해당 교관은 적법한 유자격 교관에게 교관 교육 및 평가를 받아 교관조종사 자격을 취득하여야 하며 자격을 취득한 교관은 해당 기종 조종교육을 위하여 1년 이내에 10시간 이상의 교육훈련 경험이 있어야 한다.

항공법 제45조(운항승무원의 조건) 및 같은 법 시행규칙 제138조(조종사의 최근 비행경험)⁵⁰⁾에 의하면 조종사는 해당 기종의 비행을 위해서 최근 90일 동안 각각 3회 이상의 이·착륙 경험이 있어야 하며, 해당 기종으로 야간비행을 위해서는 90일 동안 비행경험 중 1회의 야간 이·착륙 경험이 있어야 한다.

「충청남도소방항공대 운영규칙」(이하 “운영규칙”이라 한다) 제15조(항공 구조훈련)에는 신입조종사의 기종전환 교육 비행시간을 한정자격 보유자/미보유자로 구분하여 명시하고 있으나, 비행자격 관련 규정과 최근 비행경험 유지 관련 규정, 정기교육훈련 및 평가 규정 등은 포함하고 있지 않았다.

따라서 항공대는 필요한 교육수요⁵¹⁾가 있을 때마다 내부분서로 교육계획을 작성하여 소방본부장의 결재를 득한 후 교육비행을 실시하여 왔다.

그러나 HL9449 기장은 유효한 교관 교육을 이수하지 않은 상태로 내부분서⁵²⁾에 의하여 교관으로 임명된 후 부기장의 신입조종사 기종전환교육(최초

50) 항공법 제2조의4(국가기관등항공기의 적용 특례)의 규정에 의하여 적용해야 할 규정, 이 조항의 유효시점 이전이라 할지라도 항공대 운영규칙 제26조의 규정에 의하여 준용해야 할 규정임

51) 신입조종사 기종전환 교육, 연간 교육훈련 계획, 기술유지 비행계획, 야간비행 훈련계획, 조종사 자격회복 훈련계획 등

52) 충남소방 방호구조과-3233(2008.03.24) 소방헬기 조종교육 교관 지정 운영계획

임용교육)시 교관임무를 수행하였다.

그리고 기장은 항공법 부칙 제7691호(05.11.8) 제3조(국가기관등항공기의 조종 업무 등에 종사하는 항공종사자에 대한 경과조치)에 따라 이 교관 비행시간을 근거로 「교통안전공단」에서 발행하는 “조종교육증명(교관)”을 취득하였다.

그리고 HL9449의 오버홀 정비기간 중 기장의 임용 계약기간이 만료되자 충남소방에서는 운용할 항공기가 없다는 이유로 정비 완료시까지 재계약을 보류하였고, 다른 조종사들의 최근비행경험유지를 위한 계획을 수립하지 않았다.

따라서 항공대 조종사들은 항공기의 오버홀 정비기간인 약 10개월 동안 비행 경험을 하지 못하였으므로 항공법 제45조(운항승무원의 조건) 같은 법 시행규칙 제138조(조종사의 최근 비행경험) 및 운항기술기준 8.2.1(기장의 자격유지)에서 정한 요건을 충족하지 못하였다.

이러한 경우 운항기술기준 8.2.3(조종사 자격회복)에는 유자격 교관과 동승하여 해당등급 항공기 또는 모의비행장치를 이용하여 2시간 이상 3회 이상의 이·착륙 비행교육을 받아야 한다고 규정되어 있다.

그러나 이때 부기장은 HL9449 정비 후 제작사에서 함부르크 항구까지 공수 비행(Ferry Flight)⁵³⁾을 최근 비행경험으로 판단하여 기장을 포함한 3명의 조종사에 대하여 회복훈련을 실시⁵⁴⁾하였다.

1.18 기타 사항(Additional Information)

1.18.1 동력고착(Settling with Power)

비행연구원에서 발행한 파일럿 핸드북 시리즈 III권⁵⁵⁾에 의하면 헬리콥터

53) 2010년 5월 26일 항공기 오버홀 정비완료 후 한국으로 이송을 위해 폴란드 루블린(제작사)에서 함부르크 항구까지 자력수송비행(비행시간 05:10)

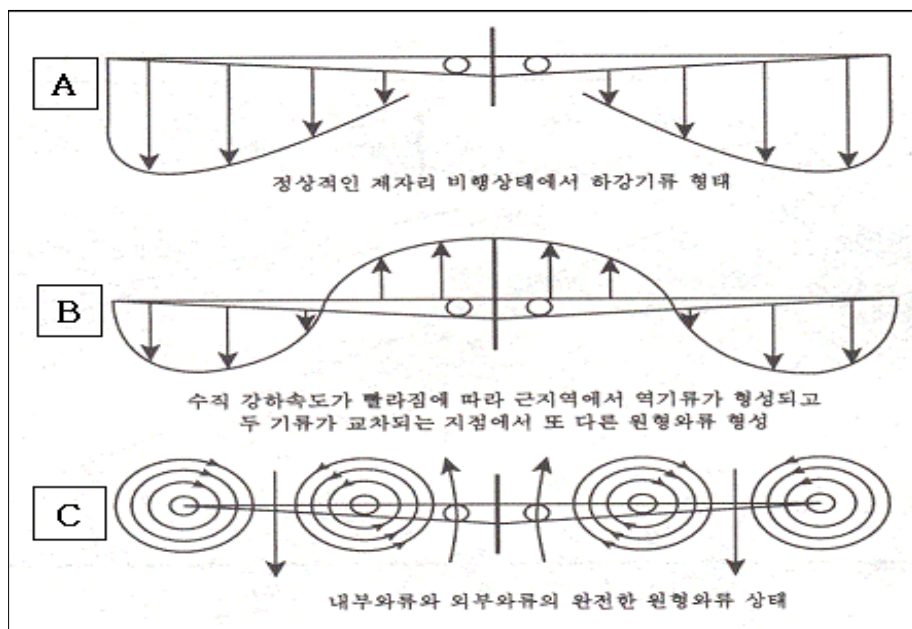
54) 2010년 8월 4일부터 8월 9일까지

의 동력고착(Settling with Power)에 대하여 다음과 같이 설명하고 있다.

동력고착은 낮은 전진속도로 수직 또는 수직에 가까운 강하 시 발생하는 현상으로서 헬리콥터가 동력을 갖고 있음에도 불구하고 조종 불능의 빠른 침하가 발생하는 것을 말한다.

헬리콥터가 충분한 동력을 가지고 제자리 비행 시 하강기류의 형태는 [그림 1]의 A와 같이 블레이드 끝단에서는 크게 발생하고 내부로 갈수록 적게 발생한다. 그러나 헬리콥터가 빠르게 강하하면 B와 같이 블레이드 내부의 하강기류 속도가 침하속도보다 낮아지는 시점이 발생하고 더욱 침하속도가 빨라지면 기류는 하부에서 상부로 흐르는 형태로 변화된다.

C에서 보듯이 블레이드 하강풍의 속도와 상향 기류의 속도가 일치하는 지점에서는 또 하나의 와류가 형성되어 블레이드 끝단에서 발생하는 와류와 함께 블레이드의 허브 쪽에 제2의 원형와류 지역을 형성한다.



[그림 1] 동력고착시 기류의 변화

이때 블레이드 회전면의 대부분을 차지하는 두 개의 원형 와류지대는 동력이 충분히 공급된다고 할지라도 블레이드의 효율성을 감소시키는 원인이 된다.

동력고착의 초기단계에서 많은 양의 동력 증가는 로터 블레이드 중심부의 상향기류를 극복할 수도 있으나, 만약 상향기류를 극복할만한 동력이 부족하다면 동력고착이 심화되어 침하율이 매우 높아지면서 상향기류는 극복할 수 없는 원형 와류상태로 변한다.

동력고착이 발생할 수 있는 비행조건은 ① 최소한 분당 300피트 이상의 수직 강하 또는 수직에 가까운 강하와 낮은 전진비행 시, ② 뒷바람을 받으면서 깊은각 접근을 할 때, ③ 편대비행 접근 중 앞 헬리콥터에서 발생하는 후류의 영향을 받으면서 강하할 때 쉽게 발생할 수 있다.

통상 조종사들은 강하 중에 심한 진동과 함께 비정상적인 침하량을 감지하면 침하량을 줄이기 위해 콜렉티브 피치(Collective Pitch)를 증가하려는 경향이 있다. 이때 하강풍이나 후류에 조우되고 강하로부터 회복하기 위한 동력이 부족하다면, 높은 침하율과 난류를 초래하는 동력고착 상태에 진입하게 된다.

고도가 충분히 여유가 있을 경우, 일반적으로 동력고착을 회복하기 위해서는 콜렉티브 피치를 내리고 속도를 증가시킴으로써 회복할 수 있다. 그러나 저고도에서는 콜렉티브 피치를 내리거나 속도를 증가시킬 경우 헬리콥터의 침하량이 증가하여 지면에 충돌 할 수 있다.

그러므로 조종사들은 저고도 접근시 강하율을 300ft/min 이하로 유지하여 정풍으로 착륙하거나 접근각을 30도 이하로 접근하는 등 동력고착이 일어날 수 있는 조건을 회피하는 조작이 중요하다

2. 분 석(Analysis)

2.1 일반사항(General)

HL9449 승무원은 대한민국 항공법에 따른 운항에 필요한 자격증명을 모두 보유하고 있었다. 또한 그들은 건강상의 이유로 비행에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하지 않았다.

HL9449는 대한민국 항공법에서 정한 절차에 따라 적법하게 항공기등록, 감항성인증, 운용한계지정, 소음기준적합증명, 무선국허가를 받았고, 운항이 인가되었다.

항공기 중량 및 균형은 규정된 제한치 범위 안에 있었다. 현장조사 및 잔해 조사에서 항공기가 사고 전 엔진, 동력전달계통에 결함이 발생하였다는 증거는 나타나지 않았다.

2.2 기상요소(Weather Factors)

HL9449 부기장의 진술과 사고 시점을 전·후하여 항공기상청(서산), 미군 AMOS(대산), 해미비행장(해미)에서 측정한 기상으로 미루어 사고 당시의 기상은 시계비행조건을 충족하는 기상상태였다. 따라서 위원회는 기상은 이번 사고에 영향을 미치지 않은 것으로 판단하였다.

2.3 잔해분석 결과(Wreckage Analysis)

HL9449의 현장조사 및 잔해분석 결과 모든 항공기의 손상은 수면추락 시, 또는 기체 인양 중 발생한 것으로 분석되었으며, 조종계통과 동력전달계통에서 사전 고장의 증거는 발견되지 않았다.

그러나 조종사들의 ① “비행중 싸이클릭 트림 회로차단기(Cyclic Trim Circuit Breaker)가 빈번하게 튀어 나왔었다.”라고 진술했던 점, ② 잔해조사 시 조종실 상부의 회로차단기 판넬에 있는 싸이클릭 트림 회로차단기가 튀어나와(Pop Up) 있었던 점을 미루어 싸이클릭 트림 회로차단기가 HL9449의 추락 직전에 차단되었을 가능성을 배제할 수 없다.

싸이클릭은 조종사가 조종력 변위를 위해 움직일 경우 항상 중립위치로 되돌아가려는 특성이 있다. 따라서 지속적으로 일정한 항공기 자세를 유지하면서 비행을 해야 할 경우, 조종사는 싸이클릭이 중립위치로 돌아가려는 힘을 이기며 조종을 해야 하므로 피로가 증가 될 수 있다.

이러한 피로를 경감시키기 위해 조종사는 트림 스위치를 이용하여 싸이클릭의 새로운 중립위치를 설정해 줌으로써 힘을 느끼지 않고 자세 및 방향을 조종을 할 수 있다.

그러나 싸이클릭 트림 스위치가 차단되었을 경우, 조종사는 싸이클릭 위치를 새로운 중립 위치로 변경시킬 수 없으므로, 싸이클릭이 중립위치로 돌아가려는 힘만큼 저항을 느끼면서 조종을 하게 된다.

하지만 이러한 저항이 있다고 해서 조종이 불가능하거나 어려운 것은 아니고 다만 장시간 비행을 할 경우 근육에 피로를 느낄 수 있을 정도이므로 싸이클릭 트림 스위치의 차단이 이번 사고에 영향을 미쳤다고 판단하기 어려우며, 이러한 판단은 CVR 자료에서 조종사들이 조종간의 불편을 언급하지 않은 점이 고려되었다.

2.4 부기장이 수행한 접근조작(Approaching Performed by CP)

부기장은 사고 전날 항공대에서 당직근무시 상황근무와 순찰근무를 마치고 01:00경 취침하였고, 02:45경 충남소방 상황실장이 항공대에 일출과 동시에

산불진화 임무수행이 가능한지를 문의해옴에 따라 02:45부터 03:30까지 비행가능 여부를 판단하여 상황실에 보고한 후 다시 취침하였다가 05:15경에 기상하였다.

따라서 부기장의 취침시간은 산술적으로 3시간 30분을 취침하였으나 실제적으로 잠드는 데 소요되는 시간을 고려한다면 약 3시간정도 취침을 한 후 비행 임무를 수행하게 되었다.

그리고 부기장은 이륙 시부터 사고발생 시까지 계속 조종을 하였고 기장은 부기장이 조종을 하는 동안 관찰(Pilot Monitoring)을 하였다.

FDR 기록에 의하면, 부기장은 사고 전 정상접근 및 정지조작을 최초 연료 재보급장소에 1회, 산수저수지에 1회 등 총 2회 실시하였다. [표 2]에서 2회의 조종내용을 속도, 고도, 강하율, 콜렉티브 사용량⁵⁶⁾으로 구분하여 비교하였다.

시간(FR)	속도(kts/h)		고도(피트)		강하율(ft/min)		콜렉티브(mm)	
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차
24초 전	25	37	58.3	357.1	250	604	149	55
21초 전	25	31	45	325.4	266	634	169	45
18초 전	23	26	38.3	285.7	134	794	151	55
15초 전	25	21	28.3	247.6	200	762	147	62
12초 전	10	20	18.3	206.3	200	826	147	91
9초 전	11	11	10	165.6	166	814	141	106
6초 전	10	10	6.7	119.7	66	918	138	130
3초 전	6	6	3.3	79.2	68	810	127	135
종료/추락	0	6	3.3	31.7	0	950	11	138

[표 2] 1차 및 2차 접근/정지 비행 비교(3초 단위)

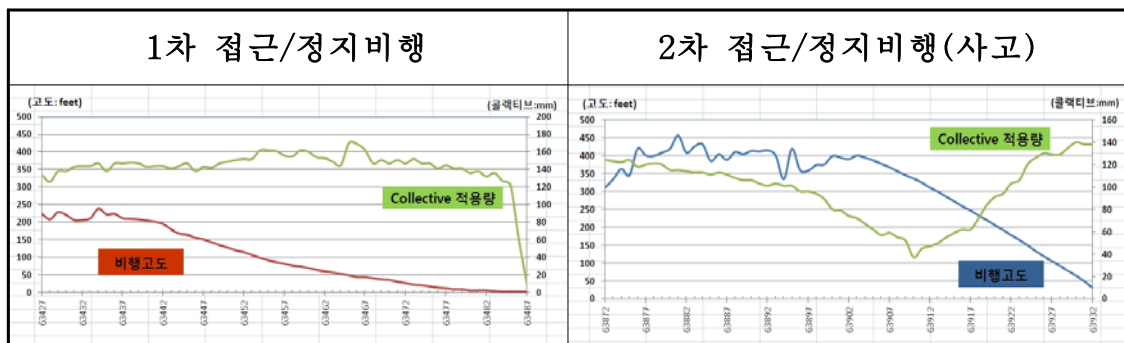
⁵⁶⁾ 사용범위 : 0(최저)~300mm(최고)

부기장은 1차 및 2차 비행 시 접근 및 정지조작을 위하여 전진속도를 비슷한 비율로 감속하였으나, 고도는 최종 24초 동안 1차 비행 시 55피트를 강하하였고, 2차 비행 시는 325.4피트를 강하하였다.

이를 강하율로 비교하면, 1차 비행 시 초기에는 높은 강하율로 접근하다가 최종단계에서는 100ft/min 이하의 강하율로 강하한 반면, 2차 비행시는 지속적으로 600ft/min 이상의 강하율로 강하를 하였을 뿐만 아니라 6초전에는 918ft/min 강하율로 강하 하였고 추락순간에는 최대 950ft/min 강하율로 수면에 충격되었다.

그리고 콜렉티브 사용량을 비교해 보면, 1차 비행시는 21초 전을 정점으로 169mm에서 서서히 동력을 줄이는 조작⁵⁷⁾을 하였으나, 2차 비행 시는 처음에 적은양의 동력을 적용하다가 강하율이 증가함에 따라 강하관성을 줄이기 위해 마지막 단계에서 동력을 증가시켰다.

이러한 사실로 미루어 볼 때, 부기장은 [그림 2]와 같이 1차 비행 시 미리 미리 여유를 가지고 강하 관성을 줄이면서 강하하였으나, 2차 비행 시는 1차 때와 다르게 깊은 접근각으로 빠르게 강하를 하였음을 알 수 있다.



[그림 2] 1차, 2차 접근/정지비행 시 강하각에 따른 콜렉티브 사용 비교

그리고 ① 콜렉티브의 최대 사용량이 300mm 라는 점, ② 1차 비행시 콜렉티브는 최대 169mm까지 사용하였다는 점, ③ 추락직전의 콜렉티브 위치

57) 항공기의 강하 관성을 미리 감소시켜서 최종단계에서 동력 소요 감소

가 138mm 이었다는 점, ④ 사고 후 현장조사에서 콜렉티브가 최대 사용위치에 있었다는 점을 고려할 때, 부기장은 초기 접근단계에서 콜렉티브 사용량⁵⁸⁾이 현저히 적었다가 항공기의 강하 관성이 커지자 이를 막기 위해 최종 단계에서 콜렉티브를 집중적⁵⁹⁾으로 사용했으며, 수면 충격과 동시에 콜렉티브를 최대로 적용하였을 것으로 추정된다. 이러한 결과는 부기장의 콜렉티브 사용량이 적었으면서도 사용시기가 늦었음을 의미한다.

“추락당시 어떤 것도 기억나는 것이 없었다”는 부기장 진술을 고려할 때 부적절한 콜렉티브 사용 원인은 불충분한 수면으로 인한 집중력 감소, 수면 상공 접근비행 시 발생하는 물보라에 의한 외부 시계의 제한, 수면상공에서 참조 지형의 부족으로 인한 속도감 상실 등이 병합되어 수면접근 시 항공기 고도 및 속도를 착각 한 것으로 추정된다.

이러한 추정은 부기장이 추락 21초 전부터 6초 전까지 콜렉티브를 130mm 까지 들어서 동력을 지속적으로 증가시키다가, [표 3]에서와 같이 강하율은 882ft/min에서 1,098ft/min까지 계속 증가됨에도 불구하고 콜렉티브를 오히려 140mm에서 138mm로 약간 내림으로써 강하율을 증가시켰다는 점이 고려되었다.

시간(FR)	속도(kts/h)		고도(ft)		강하율(ft/min)		콜렉티브(mm)	
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차
6초 전	10	10	6.7	119.7	0	882	138	130
5초 전	2	10	6.7	106.6	0	786	132	129
4초 전	2	6	5	93.1	102	810	136	129
3초 전	6	6	3.3	79.2	102	834	127	135
2초 전	3	6	3.3	65.3	0	834	122	140
1초 전	3	6	3.3	50	0	918	62	138
종료/추락	0	6	3.3	31.7	0	1,098	11	138

[표 3] 1차 및 2차 접근/정지비행 비교(1초 단위)

58) 55 ~ 100mm

59) 55kts 수평비행 동력 약 140mm, 2차 접근비행 시 최대 사용동력 : 138mm(수평비행 시보다 적은 동력 사용)

또한, HL9449는 추락 전 콜렉티브를 지속적으로 증가시킴에도 불구하고 강하율이 급격히 증가하였고, 6kts 이하의 전진속도에서 약 810ft/min 이상의 빠른 강하율로 강하하였다. 이는 회전익항공기 특성상 동력고착을 유발시킬 수 있는 비행형태이다. 그러므로 HL9449는 추락직전에 동력고착이 되었을 가능성도 배제할 수 없다.

따라서 위원회는 위의 사실들을 기초로 “부기장은 추락직전 담수를 위해 수면상공 접근시 정상제원 보다 깊은각 빠른 강하율로 강하하였으며, 접근속도 및 고도를 착각하여 콜렉티브를 적은양으로 늦게 적용하였다. 이로 인하여 항공기의 침하 관성을 줄이지 못하고 동력고착 되면서 추락 하였다.”고 추정하였으며, 이것이 이번 사고의 원인이라고 결정하였다.

2.5 소방항공구조대의 교육 프로그램(Training Program)

「충남 소방항공구조대 운영규칙」(이하 “운영규칙”이라 한다)에는 제15조(항공구조훈련)에는 신입조종사의 기종전환 훈련 및 항공구조훈련의 이수 시간만을 규정하고 있으며, 보직 조종사의 기술 및 자격유지 훈련, 정기훈련 및 평가 계획, 기본 임무수행에 필요한 과목의 선정, 조종사 자격별 훈련과목 및 연간 교육시간 등 실질적인 교육훈련 내용이 포함되어 있지 않았다

항공대에서는 연간 교육훈련계획⁶⁰⁾을 별도로 작성하여 방호구조과장의 전결 후 시행하고 있었으며, 이 계획에는 훈련과목⁶¹⁾별 교육주기, 장소, 기관, 대상, 교육내용(중점) 등만 개괄적으로 작성이 되어 있지만 훈련결과나 교안(메모식 포함)등 다른 교육보조자료 등은 확인할 수 없었다.

따라서 교육훈련 실태를 확인하기 위해 비교적 충실하게 작성 및 보존되어있는 2008년도 부기장의 신입조종사 기종전환 교육훈련 계획⁶²⁾과 결과

60) 방호구조과-20029(2010.12.30)2011년 소방항공대 교육훈련 계획

61) 탑승 및 출동훈련, 항공대원 안전관리교육, 항공구조기술 교육훈련, 항공기사고수습 대비훈련, 항공기사고 수색구조 직무교육훈련, 야간비행 교육훈련

62) 방호구조과-3701(2008.4.1)신규임용 조종사 교육훈련 계획

보고서⁶³⁾를 검토하였다.

비행훈련 과목 중 계기비행(모의)은 00+30 이 계획되어 있었으며, 4월 12일 제한지 이착륙과 계기비행을 각각 00+30씩 실시한 것으로 기록되어 있었다. 그러나 4월 12일 비행기록부에는 HL9449로 01+01분간 교육비행을 실시한 실적은 확인되었으나 모의계기비행 실적은 확인할 수 없었다.

부기장의 진술에 의하면, 모의 계기비행 훈련은 육군항공학교에 협조하여 훈련하였다고 하였으나, 육군항공학교에 확인 한 결과 훈련을 실시하지 않았다.

그리고 4월 18일에는 지상학 과목 중 「엔진·미션 구조 및 작동법」 03+00시간, 비행학 과목으로 「지면진동 효과」 00+30분, 「인명구조」 02+00시간을 실시하였다고 되어있었다. 그러나 비행기록부에 의하면, 당일에는 13:35부터 18:16까지 도정업무 지원임무⁶⁴⁾를 수행하였으며, 비행기록부 여백에 항법교육을 병행하였다고 기록되어 있었다.

이와 같이 대부분의 교육훈련 결과는 사실과 달랐다. 관계자 진술에 의하면, 지상학 교육훈련은 대부분 교범을 참고하여 자습교육 위주로 실시하였고, 의문사항이 있을 경우 수시로 질문하면 교관(기장)이 답변해주는 형식으로 진행하는 등 대부분 형식적으로 실시한 것이 확인되었다.

또한 비행훈련은 표준 교육절차가 체계화된 것이 아니므로 대부분 정상운용 절차 이외에는 비행임무 수행 후 교육비행을 실시한 것으로 기록을 하는 경우가 대부분이었다.

HL9449 조종사들이 비록 군에서 많은 비행경험을 축적한 유능한 조종사들이었다고 하지만 군 전역 후 과거에 운용하던 기종과는 다른 항공기로 형식적이고 미흡한 교육훈련을 하였고, 주기적인 재교육과 외부의 공정한 평가

63) 방호구조과-6606(2008.6.2)신규임용 조종사 교육훈련실시 결과 보고

64) 행정부지사의 서해안 방재 장병위문 및 국방장관 영접에 따른 인원공수 임무

도 없었으므로 그들이 적절한 기량을 유지하기 어려웠을 것으로 판단된다.

만약 소속 조종사들에게 실질적인 교육을 실시하여 충분히 숙달되었다면, 동력고착과 같은 상황을 회피할 수 있었고, 수면상공에서 접근비행에 대한 충분한 위험 인식을 통하여 이번 사고를 예방할 수 있었을 것이므로 항공대의 부실한 교육훈련은 이번사고에 상당부분 기여하였다고 판단된다.

따라서 충남소방은 소방항공대의 교육훈련 체계를 검토하여 실질적인 안전비행과 소방항공기의 직무 특성에 부합하는 훈련과목을 정하고, 이에 합당한 표준 훈련절차를 정립하여 훈련할 필요가 있으며, 엄정한 평가제도를 도입하여 조종기량을 향상시켜야 할 것이다.

2.6 승무원의 자격관리(Qualification Management)

「충남 소방항공구조대 운영규칙」(이하 “운영규칙”이라 한다) 제6장(보칙)제29조(관련규정의 준용)에 의하면, “이 규칙에서 정하지 않은 사항은 「항공법」 ... 중략.... 정비교범을 준용하며...”라고 규정하고 있다.

따라서 현행 운영규칙에 항공대 조종사의 자격에 대한 기준이 포함되어 있지 않으므로 같은 운영규칙 제29조 규정에 따라 항공법에서 정한 자격관리 기준들을 준용하여야 한다.

그러나 항공대는 항공법 제45조(운항승무원의 조건) 및 운항기술기준 8.3.4(승무원의 자격기준) 규정에도 불구하고 교관교육을 이수 및 자격취득을 하지 않은 조종사를 교관으로 임명하여 신입조종사 기종전환 교육을 실시하였다.

또한 HL9449 오버홀 정비기간 중 항공법에 따른 최근비행경험을 하지 못하여 비행자격을 상실한 모든 조종사들을 무자격 조종사에 의한 자격회복을 시키는 등 조종사 자격관리를 항공법 및 운항기술기준에서 정한 규정

과 다르게 편법으로 관리하고 있었다.

위 운항기술기준에 의하면, 신입조종사 기종전환 교육을 실시 할 경우 교관 교육 대상자를 선발하여 제작사 위탁교육을 이수토록 하고 정상적인 교관 자격을 부여한 후 교육을 하게 하거나, 기종전환 교육 대상자를 위탁교육 의뢰하여 자격을 취득토록 했어야 한다.

그리고 보유 항공기의 오버홀 정비기간 중 소속 조종사들에게 동일 등급의 항공기 또는 모의비행장치를 이용하여 최근비행경험을 유지하도록 하거나, 제작사 또는 해당 기종 유자격 교관을 보유한 교육기관에 위탁교육을 통하여 최근 비행경험과 기량향상 교육 등을 하였어야 한다.

그러나 어쩔 수 없이 소속 조종사들의 최근 비행경험 기일이 경과하여 비행자격을 상실하였다면, 최초 비행 전 유자격 교관과 해당 등급의 항공기를 보유한 교육기관에 위탁하여 자격회복훈련을 하였어야 한다.

이와 같이 항공대의 부실하고 적법하지 못한 조종사 자격관리 실태는 조종사의 전문지식과 조종 기량감소를 초래하고 결국 항공안전의 위해 요인으로 작용하였을 것이므로 이번 사고와 무관하지 않다고 할 수 있다.

2.7 소방항공구조대 조직(Organization of the Aviation Unit)

항공대는 충남소방 방호구조과 산하 조직으로서 2010년 6월 30일 이전에는 방호구조과의 구조구급계장(소방령)의 통제를 받았고, 소방직 항공대장이 부임한 후부터는 방호구조과장의 통제를 받았다.

2010년 6월 30일 이전, 항공대는 계약직 신분인 조종사 4명과 정비사 2명, 그리고 소방직 구조대원 4명으로 조직되었다.

당시 HL9449 기장이 항공대장 책임을 부여 받았으나 이에 상응하는 권한⁶⁵⁾이 보장되지 않았을 뿐만 아니라, 항공기 정비기간 동안 재채용이 보류되는 등 불안한 신분상의 문제로 인하여 지휘권한을 행사하기 곤란한 실정이었다.

충남소방의 「헬기 정비기간 중 계약직공무원에 대한 항공대 지속 근무여부 검토보고」 문서⁶⁶⁾에 의하면, HL9449의 오버홀 정비기간 중 2009년 12월 26일 항공대장(기장)과 정비사 1명의 계약기간이 만료되었다.

이 문서에서 정비사 1명은 항공기 오버홀 정비를 위해 계약 만료이전에 재채용하고, 기장은 장기간 정비로 인해 계약당시 임무를 수행할 수 없다는 이유⁶⁷⁾로 재채용하지 않는 것으로 검토⁶⁸⁾하였다.

그러나 항공대장을 해직하는 경우 항공대를 지휘하여 적법한 조종사 자격 유지와 교육훈련 등이 이루어지도록 해야 함에도 불구하고 이 검토 문서에는 이에 대한 검토나 대비가 없었다. 이러한 결과는 항공대를 관리하는 부서에서 항공관련 규정을 잘 알고 있지 못하였고 항공대의 의견을 충분히 수렴하지도 않았음을 의미하며, 그 결과 조종사들은 모두 비행자격이 상실된 상태에서 편법으로 자격회복을 한 후 비행임무를 수행하게 되었다.

관련자의 진술에 의하면, 항공대 조종사들은 계약직 신분으로서 일반직(소방직) 직원들에게 부정적 이미지로 비치는 것을 우려한 나머지 문제점 및 애로사항에 대하여 건의를 꺼려하였으며, 특히 비행훈련을 위한 국외 위탁교육 등은 많은 예산이 소요되므로 더욱 건의 할 수 없었다고 하였다.

그리고 항공대 당직근무는 2교대 근무제로서 조종사 2명, 정비사 1명, 구조대원 2명 등 총 5명이 한 팀으로 편성 운용되었고, 5명이 1회에 3시간씩

65) 인사 및 예산사용의 권한

66) 방호구조과-15047(2009.10.7)

67) 정비로 인한 계약업무 불가시 채용계약 중인 자를 해지할 수 있는 법령 및 채용계약상 해지조건은 없음

68) 당시 10개의 타 소방항공대의 실태를 검토하였으며 정비기간 중 동일한 이유로 종사자를 계약해지한 항공대는 없음

교대로 24시간 상황근무를 하였으며 이와는 별도로 3명은 야간에 추가로 1시간씩 순찰근무를 하도록 되어 있었다.

2011년 3월 18일 항공대 당직근무 편성표에 의하면, 부기장은 21:00부터 24:00까지 상황근무를 하였고, 이어서 3월 19일 01:00까지 순찰근무를 하였다. 따라서 부기장은 사고 전날 기상파악 시간을 제외하면 03+30분 취침한 것으로 되어있으나, 잠드는데 소요되는 시간을 고려한다면 수면시간이 3시간 미만이었다.

조종사는 비행 중 일상 환경에서 경험하지 못하는 공간정위 상실(Spatial Disorientation)⁶⁹⁾ 가능성에 항상 노출되어 있다. 그리고 비행 중 조종사의 공간정위 상실은 통상 치명적인 사고로 이어진다. 따라서 조종사들은 비행 중 공간정위 상실을 방지 할 수 있도록 관심과 노력을 기울여야 한다.

참고문헌⁷⁰⁾에 의하면, 공간정위 상실에 영향을 주는 요소 중 하나로 피로를 들고 있으며, 피로는 조종사로 하여금 공간정위 상실의 가능성을 증폭시킨다. 따라서 조종사는 긴급 비행임무에 대비하여 항상 피로를 해소할 수 있도록 대책을 수립하고 관리해야 한다.

그리고 항공대를 관리하는 지휘관(본부 포함)은 비상대기하는 조종사에게 언제라도 비행임무가 가능하도록 충분한 휴식을 보장하고 부가적인 임무가 부여되지 않도록 하여 안전비행을 도모해야 한다.

그럼에도 불구하고 신임 항공대장은 관행적으로 조종사에게 상황근무, 순찰임무를 부여하고 있는 현행 체제를 개선하지 않았고, 사고 전날 부기장은 이러한 부가 임무로 인하여 충분한 수면을 못했으며, 본부 상황실장은 심야에 항공대에 비행가능 여부를 판단토록 지시함으로써 부기장의 부족한 수면 시간을 더욱 침해하였다.

69) 인체의 시각기관, 내이(內耳)의 미로 전정기관, 고유수용기 계통 등 인체 평형기관의 인지오류 상태를 말하며, 참조물의 인식 오류로 인한 착각 또는 항공기 기동으로 발생하는 중력과 지구의 중력을 구분하지 못하여 발생하는 착각 등이 포함된다.(편집자 註)

70) (항공우주의료원)학술지 제26권 제1호 통권 제40호(공군항공의학연구원, 1978년 발행)

이로 인하여 사고당시 조종을 하고 있었던 부기장은 수면상공에 접근 중 물보라로 인해 외부 시계가 제한되었을 때 피로로 인해 쉽게 비행착각에 빠졌을 가능성을 배제할 수 없다.

그리고 항공대는 보유 항공기를 이용하여 상시 위험하고 긴급한 임무를 수행해야 하는 조직이므로 각 구성원의 강한 희생정신과 협동정신이 고도로 요구될 뿐만 아니라, 조직 내에서도 엄정한 기강과 일사분란한 지휘체계가 무엇보다 중요시 된다고 할 수 있다.

그러나 관련자들의 진술에 의하면, 항공대는 조종사와 조종사, 조종사와 정비사, 조종사와 구조대원, 정비사와 구조대원 간 위계질서가 부족하고, 상호 불평불만이 많은 집단으로서 단일 지휘계통에 의한 조직이라기보다 개인적인 성향이 강하게 작용하는 집단이었다.

충남소방은 소방직 항공대장 부임 이전까지 항공대의 위계질서 유지와 효율적인 조직관리를 위하여, 선임 조종사를 항공대장으로 임명하여 운영하였지만 지휘책임에 따른 합당한 권한을 부여하지 않아 실질적인 지휘권이 확립되지 않았다.

그런 상황에서, 항공대 조종사 및 정비사들은 신분보장을 위해 일반적으로 전환할 기회가 2차례 있었으나, 일부 인원들이 충남소방 인사부서에서 제시한 직급⁷¹⁾보다 상위직급을 요구⁷²⁾함에 따라 성사되지 못하였고, 이 과정에서 인사부서 제시한 수용인원과 불수용 인원의 대립 등 항공대 내부 갈등이 고조되었다.

이와 같이 항공대 조직은 ① 기장이 항공대장 직무를 수행할 때 지휘권행사가 어려웠다는 점, ② 계약직의 일반적으로 전환 기회가 무산되고 내부 갈등만 심화되었던 점, ③ 항공대를 관리하는 직위에 있는 인원들은 항공대 운용과 관련하여 조종사들의 의견을 충분히 수렴하지 못하였다는 점, ④

71) 기장은 소방경, 부기장은 소방위, 정비사는 소방장

72) 부기장 1명이 기장과 동일한 소방경 요구, 정비사 중 1명이 소방경 또는 소방위 요구

계약직 조종사 및 정비사들 간 위계질서가 없고 대화의 기회가 적었다는 점, ⑤ 조종사들은 당직근무 중 상황근무와 순찰근무 외에도 외부 전화 응대 등으로 충분한 수면을 취하지 못하였다는 점 등으로 미루어 항공대 발대 이후 사고발생 시까지 조직관리가 미흡하게 이루어져 왔으며, 결국 이러한 불안전 요인이 이번 사고에 간접적으로 영향을 미친 것으로 판단되었다.

2.8 승무원 자원관리(Crew Resource Management)

조종사들은 비행준비 단계로부터 종료 시까지 「승무원 자원관리」⁷³⁾(이하 “CRM”이라 한다)를 통하여 운항중 개인별 역할과 책임을 명확히 하고, 상호 업무의 교차점검(Cross Check), 적시적절한 의사소통 등을 통하여 안전운항을 도모해야 한다.

따라서 기장은 사고 당일 비행 전, 승무원들과 충분한 의사소통을 통해서 그들의 건강상태나 피로도를 파악하고, 부기장의 임무수행이 불가하다고 판단 시 교체 조종사를 요구하였거나, 비행 중 부기장의 피로로 인해 발생 가능한 위험을 예측하여 이에 대비했어야 한다.

만약 기장이 부기장의 피로도를 확인하였다면, 본인이 직접 조종하든지 아니면 부기장의 안전운항을 지속적으로 관찰하여 위험요인 발견 시 사전 경고, 또는 기장이 조종간을 인수했어야 했다.

수면상공으로의 접근비행은 항공기의 하강기류에 의해 발생하는 물보라로 인하여 외부시계가 제한되며, 근거리 참조점이 부족한 상태에서 목측에 의존하여 비행해야 하므로 비행착각 방지를 위해 고도의 집중력이 요구된다.

그러므로 기장은 부기장이 수면접근 비행을 하는 동안 충분히 위험에 대

73) 모든 가용한 자원(기재, 절차, 사람)을 최대한 활용하여 항공기 운항의 안전성과 효율성을 높이는 것으로서 1979년 NASA 항공안전 워크숍에서 유래. 1986년 ICAO 총회에서 승무원 인적요인 교육 결의안 채택하였으며 CRM은 그중 한 분야임(편집자 註)

비하고 주의를 기울였어야 한다. 그러나 기장이 추락하는 순간까지 아무런 조치를 하지 못하였다는 것은 기장도 항공기의 빠른 강하속도를 인지하지 못하였던 것으로 추정되며, 이는 기장으로서 위험에 대비하고 주의를 기울여야 하는 직무를 소홀히 한 것으로 보인다.

따라서 위원회는 기장이 ① 의사소통을 통하여 부기장의 피로를 확인하지 못하였다는 점, ② 부기장에게 전 구간 비행을 일임한 점, ③ 부기장이 조종하는 동안 그의 비행을 주의 깊게 관찰하지 못한 점, ④ 수면 상공 접근비행시 빠른 속도로 강하하는 항공기를 인지하지 못한 점 등을 고려할 때 기장의 부적절한 CRM 및 부적절한 위험예지가 이번 사고의 기여요인이라고 판단하였다.

2.9 회전익항공기 비상착수 장비(Emergency Ditching Equipment)

항공법 제41조(항공계기 등의 설치, 탑재 및 운용 등) 및 같은 법 시행규칙 제125조(구급용구 등) 별표21의 “마”목에 의하면, 제1종, 제2종, 제3종 회전익항공기가 해상비행⁷⁴⁾을 하는 경우에 갖추어야 할 구급용구를 규정하고 있으며, HL9449와 같이 산불진화를 위해 내수면 상에서 지속적으로 담수를 해야 하는 회전익항공기는 구급용구 탑재 의무에 해당되지 않는다.

최근 국내 산악지역에서 빈발하는 산불진화를 위하여 사용사업용 회전익항공기 및 국가기관등 회전익항공기의 산불진화 소요가 증가하는 추세이고, 이 항공기들은 장시간 동안 내수면 상공에서 담수를 위해 저고도 운용을 해야 하는 실정이다.

따라서 언제든지 비상착수 또는 수면에 추락 할 가능성이 있다. 그러나 대부분의 산불진화 항공기는 관련규정의 미비로 인하여 탑승자용 구명동의 없이 산불진화 임무를 수행하고 있다.

74) 해상에서 이·착륙을 하지 않고 비행하는 경우와 이·착륙 경로 상에 바다가 있어서 해상을 통과해야 하는 경우

그러나 HL9449는 구명동의를 구입하였음에도 불구하고 이를 항공기에 적재하지 않았고, 이로 인하여 수면추락 시 조종사들과 탑승정비사가 사용할 수 없었다. 만약 사고 당일 항공기에 구명동의를 적재하였고 승무원들이 이를 사용하였다면 이번 사고에서 인명피해는 막을 수 있었을 것이다.

따라서 산불진화에 사용하는 모든 항공기와 내수면 상공에서 인명구조 등의 임무를 수행하는 항공기의 승무원은 반드시 구명동의를 착용하거나 유사시 즉각 사용가능한 위치에 비치하도록 하고, 수온이 낮은 동절기에는 구명보트, 불꽃신호장비 등을 항공기에 추가로 탑재하도록 관련규정을 보완할 필요가 있다.

2.10 승무원 비상착수 시 탈출 훈련(Emergency Ditching Drill)

대부분의 조종사들은 군에서 회전익항공기가 수상에 추락하거나 엔진 정지 등의 이유로 비상착수 할 경우에 대비하여 비상절차 교육을 받는다.

하지만 그 비상절차 교육은 착수 이전까지의 내용이 대부분이고 착수 후 비상탈출 훈련을 이수한 조종사는 소수에 불과한 실정이며, 조종사와 함께 항공기에 탑승하여 임무를 수행하는 정비사들은 비상탈출 훈련 등의 경험이 전혀 없는 실정이다.

회전익항공기가 수면에 추락하거나 비상착수 할 경우, 탑승자들은 주회전익과 항공기 동체가 수면에 충격되면서 전해지는 충격, 케노피 파손과 급격한 침수, 급격하고 불규칙한 동체의 회전 또는 경사, 수중에서의 시정장애로 자세유지 곤란 등 엄청난 심리적 충격과 공포심을 경험하게 된다.

그리고 공황으로 당황한 나머지 구명동의를 옆에 있다고 해도 이를 사용할 수 없는 지경에 이를 수 있다. 누구든지 훈련이 없이 이러한 상황에 적절히 대처한다는 것은 사실상 불가능 하다. 따라서 내수면 상공에서 산불진화 또는 인명구조 등의 임무를 수행하는 승무원에 대하여 비상착수 후 탈출 훈

련을 실시할 필요가 있다.

그러나 현재 국내에는 일부 대형 민간항공사 승무원 전용 훈련시설을 제외하고 군에 있는 시설이 전부이므로 국내 항공기사용사업체 및 국가기관등 항공기 승무원의 훈련용으로 활용하는데 제한이 된다.

따라서 전문기관에 시설과 교관진을 갖춘 후 유상으로 대상 승무원 훈련을 실시하는 방법을 고려할 수 있다. 그리고 장기적으로 이 교육을 수료한 승무원만이 내수면 상공에서 산불진화 또는 인명구조 임무 등을 수행토록 관련 규정을 정비할 필요가 있다.

또한 이번 사고 경우처럼 조종석 쿠션과 같은 양호한 부유물을 간단하게 탈착하여 사용할 수 있었으나 조종사 및 탑승정비사는 이를 모르고 있었고, 이로 인하여 인명피해가 발생하였다.

정비사가 사고 직후 이를 사용하였다면 인명피해는 막을 수 있었으므로 승무원들에게 유사시 자신이 운용하는 항공기에서 구명장비로 활용 가능한 품목은 무엇이며 어떻게 사용하는지 교육이 이루어져야 한다.

그러므로 충남소방은 승무원 교육프로그램에 비상착수 시 탈출훈련 과목을 포함시키고, 전문기관의 시설이 갖추어지기 이전이라도 군과 협조하여 소속 승무원에 대한 위탁교육을 실시하되 운용항공기의 사용가능한 구명장비의 종류와 사용요령에 대한 교육도 병행 실시 할 필요가 있다.

2.11 소방항공구조대 운영규칙(Regulation for Aviation Unit Operation)

항공대 운영규칙은 항공대 운영에 필요한 운항규정 내용과 정비규정 내용을 적절하게 포함하고 있지 않았고, 이 규칙에 포함되지 않은 내용은 항공법을 준용한다고 명시되어 있다.

따라서 이렇게 미흡한 운영규칙만으로는 유관 부서에서 항공대 운영을 위한 정책결정 시 항공대의 특성이나 항공안전 관련 규정을 충분히 이해하기 어려울 뿐만 아니라, 항공대 내에서도 개인의 경험이나 관행에 의해서 업무를 수행하게 되므로 불안전 요인이 될 수 있다.

그러므로 항공대는 항공법과 그 하위 법령 및 규정에는 항공대 운용과 관련 없는 부분도 포함하고 있으므로 항공안전을 위한 의무조항과 항공대 운영에 영향을 미치는 부분을 발췌하여 항공대의 특성에 부합하도록 운영규칙을 전면 보완해야 할 필요가 있다.

그리고 항공대를 지휘거나 운영하는 관련자도 보완된 규정을 숙지토록 하여 상시 최선의 임무수행 태세를 유지하고, 안전한 항공기 운용이 가능토록 해야 할 것이다.

2.12 비상위치무선표지설비(Emergency Location Transmitter)

HL9449의 비상위치무선표지설비(이하 “ELT”라 한다)는 수면 추락 후 정상 작동되었으나 조난신호는 해양경찰청 상황실에 수신되지 않았다. 그 원인은 ELT의 조난신호가 전파로 송신되므로 항공기가 수중으로 가라앉을 경우 전파는 송신되지 않으므로 조난신호가 위성으로 송출되지 않았던 것이다.

현재 대부분의 사용사업용 회전익항공기나 국가기관등 회전익항공기에는 전파발신용 ELT가 장착되어 있으므로 수상에서 사고가 발생하였을 경우 제 기능을 발휘할 수 없는 실정이다.

따라서 수상에서 비행임무를 수행하는 회전익항공기에는 수상에서도 기능 발휘가 가능한 ELT 시스템을 사용해야 할 필요가 있다.

3. 결론(Conclusions)

3.1 조사결과(Findings)

1. HL9449 기장과 부기장은 운항에 필요한 자격을 보유하고 있었다.
2. HL9449 항공기는 대한민국 항공법에서 정한 절차에 따라 적법하게 항공기등록, 감항성인증, 운용한계지정, 소음기준적합증명, 무선국허가를 받았고, 운항이 인가되었다.
3. HL9449의 정비기록부에 기록된 내용 중 운항에 영향을 주는 결함은 없었으며, 비행전점검과 비행중 기체와 동력전달계통에 이상이 있었다는 증거는 발견되지 않았다.
4. 사고 직전 사이클릭 트립 회로차단기가 차단되었으나 이것이 이번사고에 직접적인 영향을 미쳤다는 증거는 없다.
5. 기상은 이번 사고에 영향을 미치지 않았다.
6. 부기장은 사고 전날 당직근무 중 야간에 3시간의 상황근무와 1시간의 순찰근무를 부여받았고, 상황실장으로부터 기상과 동시에 비행가능 여부를 보고하도록 지시를 받아 약 45분이 소모됨으로써 약 3시간 정도 취침하였다.
7. 이번 사고에 영향을 미쳤을 것으로 판단되는 기장의 의학적 병리학적 요인은 발견되지 않았으나 부기장은 사고 전날 부족한 수면으로 인해 피곤한 상태에서 비행임무를 수행하였다.
8. 사고 당일 최초 이륙 시부터 사고발생 시까지 부기장이 HL9449를 조종하였으며, 기장은 부기장의 조종을 관찰(Monitor)하였다.

9. 부기장은 추락직전 담수를 위해 수면상공 접근 시 정상제원 보다 깊은각 빠른 강하율로 강하하였고, 이때 접근속도와 고도를 착각하여 콜렉티브를 늦게 적은양으로 적용하였다.
10. 접근 비행시 빠른 강하율로 인하여 항공기의 침하 관성을 줄이지 못하고 동력고착 되면서 추락한 것으로 추정된다.
11. 사고 당일 HL9449 승무원들의 CRM은 부적절 하였고, 기장은 부기장이 조종하는 동안 충분한 주의를 기울이지 않아 항공기가 급격히 강하하는 것을 인지하지 못하였다.
12. 기장이 항공대장직을 수행하는 동안 지휘책임은 부여받았으나 이에 상응한 권한은 부여되지 않아서 지휘권을 행사할 수 없었고, 항공대 운영에 관한 의사결정 과정에서도 대부분 조종사들의 의견은 반영되지 않았다.
13. 항공대 운영책임이 있는 지휘계통은 항공관련 규정을 숙지하고 있지 못하였으므로 항공대의 운영이 부실하게 관리되고 있었다.
14. 항공대 운영규칙과 연간 교육훈련 계획에는 보직 조종사들에 대한 자격유지 훈련, 정기훈련 및 평가계획, 기본임무수행에 필요한 과목선정, 자격별 훈련과목, 연간 교육시간 등의 내용이 포함되어 있지 않았다.
15. 항공대 운영규칙은 항공법에서 규정하고 있는 운항/정비규정 내용을 충분히 포함하고 있지 않아 미흡하였다.
16. 항공대 교육프로그램에는 소속 조종사 및 정비사들의 항공기 비상착수 시 탈출훈련을 포함하고 있지 않았고, 훈련을 실시하지도 않았다.
17. 기장은 적법한 교관교육을 수료하지 않은 상태에서 충남소방 내부분

서에 의해 교관으로 임명되었고, 기장에 의하여 신입조종사 기종전환 교육이 실시되었다.

18. 항공대 신규임용조종사 교육훈련 결과보고서에 명시된 비행학 교육 실적의 일부는 사실과 다르게 작성되어 있었고, 지상학 교육은 피교육자 자습교육 형태로 진행되었다.
19. HL9449의 오버홀 정비 기간 중 항공대 소속 조종사들은 최소비행경험 유지 기간을 초과하여 모든 조종사들의 조종자격이 상실되었으나 자격이 없는 부기장에 의하여 부적절하게 자격회복훈련을 실시한 후 비행임무를 수행하였다.
20. 항공대는 HL9449 수면상공 운용과 관련하여 구명동의, 비상불꽃장비 등을 확보하고 있었으나 사고 당일 이를 항공기에 적재하지 않았다.
21. HL9449 승무원은 조종사 좌석의 쿠션을 유사시 부유물로 활용가능하다는 사실을 인지하지 못함으로써 사고당시 이를 활용하지 못하였다.
22. 사고당시 HL9449에 장착된 ELT는 정상작동 하였으나 항공기가 수중에 가라앉아서 조난신호가 정상적으로 발신되지 않았다.

3.2 원인(Causes)

항공·철도사고조사위원회는 HL9449 사고의 원인을 다음과 같이 결정한다.

1. 부기장은 추락직전 담수를 위해 수면상공 접근 비행시 정상제원 보다 깊은각 빠른 강하율로 강하하였으며, 접근속도 및 고도를 착각하여 콜렉티브를 적은 양으로 늦게 적용하였다.

2. 부기장이 항공기의 침하관성을 줄이는데 실패함으로써 항공기가 동력 고착 되면서 추락한 것으로 추정되었다.

이 사고의 기여요인(Contributing Factor)은 다음과 같다.

1. 사고 당일 HL9449 승무원들의 CRM은 부적절하였다.
2. 기장은 부기장이 조종하는 동안 충분한 주의를 기울이지 않아 항공기가 급격히 강하하는 것을 인지하지 못함으로써 부기장에게 사전 경고나 조종간 인수 등의 조치를 하지 못하였다.
3. 항공대 조종사들은 당직근무 중 상황근무, 순찰근무 및 기타 부가적인 임무를 부과 받았고, 이로인하여 부기장은 사고 전날 약 3시간 취침하였으며 피곤한 상태로 비행임무를 수행하였다.
4. 항공대 조종사들에 대한 자격유지훈련, 정기훈련, 평가계획, 교육과목/시간 등 교육훈련 체계가 미흡하였다.

4. 안전권고사항(Safety Recommendations)

항공·철도사고조사위원회는 2011년 3월 19일 발생한 HL9449의 사고 조사결과에 의거 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

국토해양부(항공정책실)에 대하여(To the MLTM)

1. 내수면 상공에서 산불진화 및 인명구조 등을 수행하는 회전익 항공기에 적용할 수 있는 비상탈출장비 기준 마련 (AAR1102-1)
2. 국가기관 등 항공기 및 항공기사용사업체 항공기 중 산불진화 및 내수면 상공에서 인명구조 임무를 수행하는 회전익항공기 종사자는 비상착수 시 탈출훈련을 이수하도록 관련규정을 개정하는 방안 검토 (AAR1102-2)
3. 국가기관 등 항공기(항공기사용사업체 포함) 조종사 교육훈련의 내실화를 위하여 자체 교육비행 시 타 임무와 병행하여 실시 할 수 있는 과목과 불가한 과목을 구분하여 시행하도록 규정화 방안 검토 (AAR1102-3)
4. 국가기관 등 및 항공기사용사업체 조종사들의 정기적인 외부 평가 방안 보완 (AAR1102-4)
5. 수면 상공에서 비행임무를 수행하는 항공기의 ELT를 수중에서도 작동 가능한 장비로 대체하는 방안 검토 (AAR1102-5)

소방방제청, 각 시도 소방본부에 대하여(To the NEMA and Other Fire Service Headquarter)

1. 아래의 사항을 포함하여 소속 항공대 운영실태를 점검하고 자체 개선 대책을 마련 (AAR1102-6)

- 가. 항공대 지휘권 확립
- 나. 긴급항공기 임무에 부합한 훈련과목 선정 및 훈련/평가
- 다. 항공종사자 자격관리
- 라. 항공대 안전관리프로그램 및 조종사 피로관리
- 마. 내수면 상공에서 비행임무 수행 시 구명동의 탑재/착용
- 바. 항공대 운영규정 보완

충남소방에 대하여(To the Chungnam Fire Service Headquarter)

1. 소속 조종사 및 정비사를 대상으로 비상착수 시 탈출훈련 실시 (AAR1102-7)

2. 다음의 내용을 포함하여 충남소방항공구조대 운영규칙 보완 반영 (AAR1102-8)

- 가. 항공법에서 정한 운항규정과 정비규정 내용을 운영규칙에 포함
- 나. 운영규칙 상에 항공법을 포괄 준용토록 한 조항을 삭제하고, 항공법 으로부터 관련 고시에 이르기까지 항공안전을 위하여 소방항공구조대 운영 시 적용해야 할 의무조항들을 발췌하여 적용
- 다. 기장과 부기장의 책임한계, PF/PM⁷⁵⁾ 임무내용 및 수행절차
- 마. 항공안전 프로그램
- 바. CRM 적용절차

75) PF(Pilot Flying) : 직접 조종간을 잡고 조종을 하는 사람, PM(Pilot Monitoring) : PF 옆에서 조종을 보좌하거나 안전경계 임무를 수행하는 사람(편집자 註)

3. 소속 조종사 및 정비사 기술유지, 기량향상, 기본임무수행에 필요한 훈련 과목을 선정하고 이에 대한 실질적인 훈련 (AAR1102-9)
4. 조종사들의 당직근무 시 피로 방지 대책 수립 시행 (AAR1102-10)
5. 내수면 상공에서 비행임무 수행 시 구명동의 탑재/착용 의무화 (AAR1102-11)