

항공기 사고 조사 보고서

착륙 접근 비행 중 추락

(주)세진항공

BO105CBS-5 헬리콥터, HL9617

전라북도 김제시 금산면 모악산 인근

2016. 1. 30.



2018. 3. .

이 항공기사고조사보고서는 대한민국 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제25조에 따라 작성되었다.

대한민국 항공·철도 사고조사에 관한 법률 제30조에는

*“사고조사는 민·형사상 책임과 관련된 사법절차, 행정처분 절차, 또는 행정쟁송절차와 분리·수행되어야 한다.”*라고 규정하고 있으며,

국제민간항공조약 부속서 13, 3.1과 5.4.1에는

*“사고나 준사고 조사의 궁극적인 목적은 사고나 준사고를 방지하기 위함이므로 비난이나 책임을 묻기 위한 목적으로 사용하여서는 아니 된다. 비난이나 책임을 묻기 위한 사법적 또는 행정적 소송절차는 본 부속서의 규정에 따라 수행된 어떠한 조사와도 분리되어야 한다.”*라고 규정하고 있다.

그러므로 이 보고서는 항공안전을 증진시킬 목적 이외의 용도로 사용하여서는 아니 된다.

만일 이 조사보고서의 해석에 있어서 한글판과 영문판의 차이가 있을 경우에는 한글판이 우선한다.

항공기 사고조사 보고서

항공·철도사고조사위원회, 착륙접근 비행 중 추락, (주)세진항공, BO105CBS-5 헬리콥터, HL9617, 전라북도 김제시 금산면 모악산 인근, 2016.1.30, 항공기사고 조사보고서 ARAIB/AAR-1601, 대한민국 세종특별자치시

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공·철도사고조사를 위한 정부기구이며, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」 및 「국제민간 항공조약 부속서」 13의 규정에 따라서 사고조사를 수행한다.

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

주 사무실은 세종특별자치시에 위치하고 있다.

주소: 세종특별자치시 가림로 232 세종비즈니스센터 A동 6층 604호

우편번호: 30110

전화: 044-201-5447

팩스: 044-201-5698

전자우편: araib@korea.kr

홈페이지: <http://www.araib.go.kr>

차 례

표, 그림목록	iii
약어	iv
제목	1
개요	1
1. 사실 정보	3
1.1 비행 경위	3
1.2 인명 피해	5
1.3 항공기 손상	6
1.4 기타 손상	6
1.5 인적사항	7
1.5.1 기장	7
1.5.2 정비사	8
1.6 항공기 정보	9
1.6.1 일반사항	9
1.6.2 항공기 이력	10
1.6.3 항공기 정비이력	10
1.6.4 중량 및 평형	11
1.7 기상정보	12
1.8 항행안전시설	13
1.9 통신	13
1.10 이착륙장 정보	14
1.11 비행 기록 장치	15
1.12 잔해 및 충격 정보	15
1.12.1 전방동체	15
1.12.2 후방동체	16
1.12.3 엔진	17

1.12.4 꼬리회전날개 및 수직안정판	17
1.12.5 꼬리회전날개 피치 조종 벨크랭크 및 슬리브	18
1.13 의학 및 병리학적 정보	19
1.14 화재	20
1.15 생존 분야	20
1.16 시험 및 연구	20
1.17 조직 및 관리	21
1.18 추가 정보	23
1.18.1 관계자 진술	23
1.18.2 HL9617 매각업체 조사 결과	24
1.18.3 사고 동영상 자료	24
1.18.4 헬리콥터 반토크 시스템	25
1.18.5 방향조종 불가시 조종사 비상조치절차	26
1.18.6 벨크랭크 및 피치조종 슬리브 기능 및 장착형태	27
2. 분석	28
2.1 기상요소	28
2.2 잔해조사 및 비행분석 결과	28
2.3 정비요인	29
2.4 기장의 비상조치 절차	32
2.5 지방항공청의 안전감독 활동	33
3. 결론	35
3.1 조사 결과	35
3.2 원인	36
4. 안전 권고	37
4.1 (주)세진항공에 대하여	37
4.2 서울지방항공청에 대하여	37

표 목 록

[표 1] 인명피해 현황	5
[표 2] 항공기 제원 및 성능	10
[표 3] 사용시간 및 사용횟수	10
[표 4] 항공기 정비 이력표	11
[표 5] 중량 및 평형자료	12
[표 6] 사고당일 HL9617 비행경로 주변 기상관측 자료	13

그 림 목 록

[그림 1] 태안비행장으로부터 김제시 이착륙장까지 비행궤적	4
[그림 2] 이착륙장 부근 사고당시 비행궤적	5
[그림 3] HL9617 기체 파손상태	6
[그림 4] 이착륙장 주변 지형 및 장애물	14
[그림 5] 추락직후 동체 잔해	15
[그림 6] 전방으로 밀려들어간 꼬리회전날개 구동축 및 확대모습	16
[그림 7] 꼬리회전날개 구동축 절단부위 및 형태	16
[그림 8] 손상된 엔진 콤프레셔 블레이드	17
[그림 9] 꼬리회전날개 및 수직안정판 손상	18
[그림 10] T-Bolt가 탈락된 HL9617 잔해 및 정상항공기 부위 비교	18
[그림 11] 그리스가 덮인 슬리브와 벨크랭크의 T-Bolt 장착구	19
[그림 12] 세진항공 조직도	21
[그림 13] 동일고도 제자리에서 우회전하는 HL9617	25
[그림 14] HL9617의 Yaw 조종 시스템	26
[그림 15] 벨크랭크와 피치조종 슬리브의 운동방향 및 T-Bolt	27
[그림 16] HL9617 피치조종 슬리브 장착구 확대 그림	28
[그림 17] 기어박스 교체부분과 벨크랭크 및 피치조종 슬리브 분리지점	30

약 어

ARAIB	Aviation and Railway Accident Investigation Board(항공·철도사고조사 위원회)
AGL	Above Ground Level(지상고도)
CVR	Cockpit Voice Recorder(조종실음성기록장치)
FDR	Flight Data Recorder(비행자료기록장치)
IC	Inter Change(교차로)
IGE	In Ground Effect(지면효과 고도)
IFR	Instrument Flight Rule(계기비행방식)
IMC	Instrument Meteorological Condition(계기비행기상상태)
OGE	Out of Ground Effect(지면효과 상실고도)
TBO	Time Between Overhaul(오버홀 주기)
RH	Right Hand(오른쪽)
RPM	Revolution Per Minute(분당회전수)
VFR	Visual Flight Rule(시계비행방식)
VMC	Visual Meteorological Condition(시계비행기상상태)
VHF	Very High Frequency(고주파수)
TSN	Time Since New(제작 후 사용시간)
TSO	Time Since Overhaul(오버홀이후 사용시간)

착륙장에 착륙 접근 중 추락

- 운영자: (주)세진항공
- 제작자: 독일 MBB¹⁾사
- 형식: BO105CBS-5(헬리콥터)
- 등록부호: HL9617
- 발생 장소: 전라북도 김제시 금산면 모악산 인근
(동경 127° 02' 35.64, 북위 35° 42' 57.10" 해발고도 118m)
- 발생 일시: 2016. 1. 30. 14:56경 (현지시각)²⁾

개요

2016년1월30일 14:56경 (주)세진항공 소속 헬리콥터 HL9617(이하 “HL9617”이라 한다)이 산불감시업무를 위해 전북 김제시 모악산 도립공원³⁾에 도착하여 착륙예정 장소에 접근 중 인근 야산에 추락하였다. 이 사고로 인해 헬리콥터에 탑승하였던 기장 1명이 사망하였으며, 항공기는 전파되었다.

항공·철도사고조사위원회(이하 “위원회”라 한다)는 이 사고의 원인으로 「①HL9617은 부적절한 정비로 인해 비행 중 꼬리회전날개의 T-bolt가 이탈되어 벨크랭크와 피치조종 슬리브가 분리되었고, 이로 인한 방향조종 능력 상실로 추락하였다. ②HL9617이 비행 중 방향조종 능력을 상실하였을 때 기장은 적절한 비상절차를 수행하지 못하였다.」고 결정하고, 기여요인은 「①세진항공은 HL9617에 감항성을 상실하여 사용 불가능한 기어박스를 장착하고 T-bolt 고정나사의 체결상태를 확인하지 못하는 등 부적절한 정비를 수행하였다. ②세진항공은 조종사에 대한 비상교육훈련이 미흡하여 실제 상황 발생 시 적절한 비상절차를 수행하지 못하였다.」라고 결정한다.

1) Messerschmitt-Bolkow-Blohm(1992년 Eurocopter로 합병 후, 2014년 Airbus Helicopter로 사명 변경)

2) 본 보고서의 모든 시각은 현지시각(국제표준시간+9) 임

3) 전라북도 김제시 금산면 모악랜드 옆 공터로서 부산지방항공청으로부터 이착륙을 허가받아 산불감시 또는 화재발생 시 출동하기 위해 대기하는 장소

위원회는 이 조사결과에 따라서 (주)세진항공에 2건, 서울지방항공청에 1건의 안전권고를 발행한다.

1. 사실정보

1.1 비행경위

2016년1월30일 항공기사용사업체인 (주)세진항공 소속 HL9617 헬리콥터가 산불감시업무를 위해 한서대학교 태안비행장⁴⁾에서 14:15경 이륙하여 전북 김제시 금산면 모악산 인근에서 14:56경 착륙접근 비행 중 인근 야산에 추락하였다.

사고기에는 조종사 1명만이 탑승하고 있었으며, 이 사고로 인해 조종사는 사망하였고 헬리콥터는 전과되었다.

사고 당일 08:50경 세진항공 소속 기장은 서울지방항공청에 비행계획서를 제출하여 승인을 받았으며 비행계획 내용은 다음과 같다.

- 비행목적: 산불감시⁵⁾
- 이륙/착륙장소: 충남 태안비행장(RKTA)/전북 김제시 금산면 금산리 112
- 이륙/착륙시간: '16.1.30. 13:00/14:30, 변경 14:00/15:30
- 비행로/비행방식: 서천 IC 경유 목적지(김제)/시계비행방식(VFR)
- 비행속도: 100노트
- 탑승조종사: 1명(기장)

사고기 조종사는 08:30경 자가 차량을 이용하여 태안비행장에 마련된 사무실에 도착하여 12:00까지 비행계획을 준비⁶⁾하였고, 점심식사 후 14:15까지 격납고와 계류장에서 비행준비를 위한 HL9617 외부점검⁷⁾을 수행하였다. 정비사는 12:30경 비행전점검표⁸⁾에 따라 점검을 수행하였고, 조종사와 정비사는 비행전점검 결과 어떠한 문제점도 발견하지 못하였다.

4) 충청남도 태안군 태안면 소재 한서대학교 비행장

5) 비행계획서상 Type of Flight: **G**(General Aviation)

6) 기상, 비행계획 데이터출력, 착륙지 전화 등

7) 비행전 조종사가 수행하는 항공기 외부점검(walk-around check)

8) Preflight Inspection Check List: 제작사 정비매뉴얼 Chapter 101-4 Preflight Check 에 근거

비행전점검 후 항공법 시행규칙 제124조(항공일지)에 의거 탑재용항공일지 해당란⁹⁾을 작성 후 날인 또는 서명토록 되어 있으나 정비사·조종사의 서명은 없었다.

HL9617은 14:15에 태안비행장을 이륙하였고, [그림 1]과 같이 갈산, 보령, 동서천, 동군산을 경유하여 14:50경 목적지인 김제시에 있는 모악산 도립공원으로 비행하였으며, 관제기관과의 통신은 없었다.



[그림 1] 태안비행장으로부터 김제시 이착륙장까지 비행궤적

사고기는 착륙예정 장소에 접근 비행 중 고도 약 30~40m 지점에서 갑자기 10여 차례 회전 후 중심을 잃고 기수부분을 지면으로 향한 채 인근 산으로

9) 탑재용항공일지 A/C Release Box에 비행전점검(PR)후 작성하여야 할 내용은 Leg, Maint Done, Date, SAT, Released By(서명), L/C No, A/C Accepted By(서명)

날아가 추락하였다.



[그림 2] 이착륙장 부근 사고당시 비행궤적

1.2 인명피해

피해정도	승무원	승객	기타
사 망	1(기장)	0	0
중 상	0	0	0
경상/무피해	0/0	0/0	0/0
계	1	0	0

[표 1] 인명피해 현황

1.3 항공기 손상

HL9617은 [그림 3]과 같이 뒤집어진 상태로 추락하여 전파되었다. 이 헬리콥터는 기체보험¹⁰⁾, 승무원 및 승객보험¹¹⁾, 대인·대물 등 제3자 피해보험¹²⁾에 가입되어 있었고, 사고 당일 보험은 유효기간¹³⁾ 내에 있었다.



[그림 3] HL9617 기체 파손상태

1.4 기타 손상

추락 현장에 있던 소나무 3그루는 HL9617의 주회전날개에 의해 손상되었고, 현장조사 후 잔해 인양을 위해 20여 그루의 나무가 추가로 벌목되었다. 추락 현장에 흘러나온 연료와 윤활유는 잔해 인양 후 지방자치단체 담당자에 의해 제거되었다.

10) 8.7억원

11) 승무원(1), 승객(4) 각각 2억원

12) 20억원

13) (주)삼성화재해상보험, 보험기간: 2015.12.15.~2016.2.29., 증서번호: 915013015****

1.5 인적사항

1.5.1 기장

기장(남, 61세)은 유효한 운송용조종사 자격증명¹⁴⁾, 제1종 항공신체검사 증명¹⁵⁾, 무선종사자 자격증명¹⁶⁾을 보유하고 있었다.

기장의 총 비행시간은 8,779시간¹⁷⁾이고, 이 중에서 기장시간 4,976시간, 부기장시간 2,420시간, 교관시간 1,103시간 그리고 학생조종사시간 280시간 이었다. 세진항공 교육훈련 기록¹⁸⁾에 따르면, 기장은 2015년11월1일부터 2015년12월29일까지 사내 교관으로부터 BO105CBS-5 기종전환 및 기장임명 교육훈련¹⁹⁾을 받았으며, 해당 기종 비행시간은 13시간이었다.

기장의 최근 비행시간은 사고당일 기준으로 30일 전까지 1.2시간, 90일 전까지 13.7시간을 비행하였다. 기장은 BO105CBS-5 기종전환 및 기장임명훈련 종료 후 첫 비행에서 사고가 발생하였다.

같은 회사 동료들의 진술에 따르면, 기장은 2016년 1월 28일에는 회사에 출근하여 오전 및 오후 비행준비 후 대기하다가 18:30경 퇴근하였고, 1월29일에는 08:30에 회사에 출근하여 19:00경 퇴근하여 22:00경 취침하였으며, 사고 당일에는 07:00경 기상하여 08:30경 출근했다고 하였다.

사고조사 기간 중 기장은 비행 전 24시간 이내에 음주나 비행에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하였다는 증거는 발견되지 않았고, 동료 조종사들의 진술에 따르면 건강 상태는 양호한 편이라고 하였다.

14) 자격번호: 11-0013**(1997.5.12. 교부)

15) 유효기간: 2016.1.15~2017.1.31.

16) 자격번호: 94-34-1-01**(1995.4.20. 교부)

17) SA342: 165시간, BH41: 37시간, EC05: 6시간, EC155: 3,438시간, MI26: 532시간, S365: 1,345시간, MI-2: 148시간, B206: 18시간, OH-23: 163시간, UH-1H: 1,774시간, 500MD: 52시간, CH-47: 1,017시간, BO105CBS-5: 13 **총 8,779시간**

18) 항공운항팀 16-01-01(2016.1.5.)신입조종사 기종전환 및 기장임명훈련 결과(보고)

19) 지상학: 계획 20시간, 실시 35시간(비행교범 외 5과목), **비행훈련**: 계획 12시간, **실시 12.4시간**(정상 및 응용조작)

1.5.2 정비사

가. 비행전점검 수행 정비사

HL9716 사고 전 비행전점검을 수행하였던 정비사(남, 40세)는 유효한 항공정비사 자격증명²⁰⁾을 보유하고 있었고, 정비경력은 약 11년이었으며 세진항공에는 2010년10월1일 입사하였으며, 2012년8월25일부터 8월31일까지 독일에서 BO-105 기종교육²¹⁾을 받았다.

나. 꼬리회전날개 기어박스 교환 정비사

HL9716 꼬리회전날개 기어박스의 교환작업을 하였던 정비사(남, 63세)는 유효한 항공정비사 자격증명²²⁾을 보유하고 있었고, 정비경력은 약 37년이었으며 세진항공에는 2016년1월4일 입사하였다.

세진항공의 정비사교육훈련 문서²³⁾에 따르면, 2016년1월6일부터 1월22일까지 사내교관으로부터 기종교육²⁴⁾을 받았으며, 2016년2월7일부터 2월13일까지 기본교육²⁵⁾을 받았다.

다. 꼬리회전날개 기어박스 교환 확인정비사

20) 자격번호: 21-0091**, 교부일: 2007.3.6. 한정자격: 비행기, 회전익항공기

21) 독일 RHEN-RUHR Helicopter에서 BO-105 기종전환교육 이수

22) 자격번호: 21-0018**, 교부일: 2012.1.3.(최초교부: 1980.3.29.), 한정자격: 비행기, 헬리콥터

23) 항공지원팀 16-01-09(2016.1.25.)BO105 기종전환 교육 결과 알립

24) 목적: 해당항공기 계통별 구조와 작동원리 및 부품의 위치를 이해하여, 항공기 운용 및 고장탐구 수행 능력을 부여하는 교육

대상: 항공정비사 자격증명 소지자로서 기본교육 이수자

과목: 항공기 개요, 항공기 각 계통에 대한 구조 및 기능, 항공기 취급 및 정비요령, 점검요령, 정비업무수행에 필요한 과목, 정비실습 등 총 80시간

25) 목적: 신입직원에게 정비업무의 기본방침과 절차를 소개하고, 지상안전 및 제반규정 등의 기초지식을 습득하게 함으로써 정비업무에 대한 기본업무 능력을 부여하는 교육

대상: 신규로 채용된 정비사

과목: 항공법 및 관련규정, 정비업무 기초지식, 문서작성법, 항공안전, 실습교육 등 총 63시간

HL9716 꼬리회전날개 기어박스의 교환작업을 확인·서명하였던 정비사(남, 75세)는 유효한 항공정비사 자격증명²⁶⁾을 보유하고 있었고, 정비경력은 약 43년²⁷⁾이었으며 세진항공에는 2011년5월16일 입사하였다.

세진항공의 정비사교육훈련 문서²⁸⁾에 따르면, 2011년5월16일부터 5월18일까지 사내 교관으로부터 기본교육을 받았으며, 교육 후 회사 소유 헬리콥터 정비업무를 수행하고 있었다.

BO105CBS-5 기종도입에 따라 2014년10월1일부터 10월24일까지 기종교육을 받았고, 소속회사의 정비규정에 따라 주기적으로 보수교육을 받았다.

1.6 항공기 정보

1.6.1 일반사항

HL9617은 1991년10월15일 독일 MBB사에서 생산²⁹⁾되어 독일 “DRF”³⁰⁾사에서 운용되다가 2015년11월30일 세진항공에서 구매하여 국내에 도입되었다.

HL9617은 대한민국에서 발행한 유효한 등록증명서³¹⁾, 표준감항증명서³²⁾, 소음기준적합증명서³³⁾, 운용한계지정서³⁴⁾ 및 무선국허가증³⁵⁾을 보유하고 있었다.

HL9617의 사용연료는 Jet A-1이며, 제원 및 성능은 [표 2]와 같다.

26) 자격번호: 21-0002**, 교부일: 2008.12.16.(최초교부: 1971.3.29.), 한정자격: 비행기(2008.12.14.), 헬리콥터(1971.3.29.)

27) 군 복무기간(항공기정비사, 1962.5.~1972.5.) 미포함

28) 항공지원팀 14-10-08(2014.10.27.)BO105 기종전환 교육 결과 알람

29) 형식: BO105CBS-5, 일련번호: 기체(S-874), 1번 엔진(CAE-836546), 2번 엔진(CAE-836335)

30) Deutsche Rettungsflugwacht

31) 등록증명서 번호: 2015-181, S/N: S-874, 발행일: 2015.12.7.

32) 감항증명번호: IS15053, 감항증명유효기간: 2015.12.18.~2016.12.17.

33) 증명번호: KNC961700, 발행일: 2015.12.18.

34) 지정번호: ISOL15053, 발행일: 2015.12.18.

35) 허가번호: 46-2015-50-0000007, 허가일자: 2015.12.2., 발행일: 2015.12.11.

항공기			
제작국	독일	제작사	MBB
최대이륙중량	2,500 kg	연료탑재량	570 ℓ
자중	1,276 kg	항속거리	575km
항속시간	2시간45분	탑승자 한계	5명(조종사 포함)
동력장치(엔진)			
제작국	미국	제작사	Rolls-Royce
종류	터보샤프트	최대추력(출력)	420 SHP X 2
형식	Allison 250C20B	사용연료	Jet A-1

[표 2] 항공기 제원 및 성능

1.6.2 항공기 이력

사고 당일인 2016년 1월 30일을 기준으로 기체와 발동기 등 주요 장비품의 사용시간과 사용횟수는 [표 3]과 같다.

장비품	시간	신규 (New) 제작 후		오버홀(Overhaul) 후	
		시간	착륙/시동횟수	시간	착륙/시동횟수
항공기 기체		4,364.9	25,618		
1번 엔진		4,573.8	25,371	4,573.8	25,371
2번 엔진		7,279.7	43,570	6,521.7	40,873
X-MSN		1,368.5		1,368.5	

[표 3] 사용시간 및 사용횟수

1.6.3 항공기 정비이력

사고기 HL9617은 2015년11월30일 독일에서 구입 후 2015년12월18일 국내 초도 감항증명서를 발급받아 운항하던 중, 2015년12월22일 꼬리회전날개 기어박스에서 윤활유 누유현상이 발견되어 꼬리회전날개 기어박스를 교환하였다.

자체 교환한 꼬리회전날개 기어박스는 스위스 SKY MEDIA사가 장탈하여 보관 중이던 감항성이 없는 부품으로 세진항공이 스위스 SKY MEDIA사에서 헬리콥터 도입시 무상 증여받은 사용불가 장비품임에도 이를 부적절하게 장착하여 사용하였다. 국내 도입 후 주요 정비이력은 [표 4]와 같다.

작업일자	정비 내용
2015.12.1 ~ 12.15	• 기체 재조립 및 시험비행(지상작동 20분)
2015.12.17 ~ 12.18	• 감항증명을 위한 시험비행(지상작동 20분) • 감항증명서 발급('16.12.18)
2015.12.22	• Tail Rotor Gearbox에서 윤활유 누설
2016.1.6. ~ 1.7	• Tail Rotor Gearbox 교체('16.1.6) - 작업 후 지상 작동점검('16.1.7) 20분
2016.1.26	• Cargo Hook 장착, 50분 교육비행(실비행 24분) • 항공기 및 통신장비 특별점검

[표 4] 항공기 정비 이력표

세진항공은 2015년11월 독일 DRF사와 스위스 SKY MEDIA³⁶⁾사로부터 B0105 헬리콥터(HL9617, HL9618)를 각각1대씩 총2대를 구매하였으며, 사고가 발생한 HL9617에 장착되어있던 꼬리회전날개 기어박스(S/N: 1391)는 SKY MEDIA사로부터 항공기와 같이 도입하여 세진항공에서 보관 중이었던 장비품이었다. 이 장비품은 SKY MEDIA사가 2010년3월에 HL9618에서 장탈하여 저장정비(Preservation)를 하지 않고 보관하고 있었던 것으로 감항성이 상실³⁷⁾된 상태로 세진항공에 인도되었다.

1.6.4 중량 및 평형

사고 당시 조종사 1명이 탑승한 상태에서 비행한 HL9617의 중량 및 무게

36) 스위스 소재 B0105 항공기 운용업체, 이 업체에 대한 항공기 정비는 독일에 위치한 "HAHN Helicopter"에서 담당

37) 장탈 후 90일 이내 저장정비를 해야 하고, 저장정비 5년 경과 시 연장을 위한 별도의 작업을 수행하여야 하나 수행치 않음

중심(Center of Gravity) 자료는 [표 5]와 같다.

해당 비행교범에 따르면, 화물을 적재하고 이·착륙하거나 비행할 경우 최대이륙중량은 2,500kg이며, 무게중심의 최대허용한계는 3.06m부터 3.40m이다. 사고 당일 HL9617의 무게중심은 3.29m이므로 운용한계 내에 있었다.

또한, 사고 당일 HL9617의 이륙중량은 1,918kg이었으므로 최대이륙중량 2,500kg에 비하여 582kg 여유가 있었고, 소모된 연료 133kg³⁸⁾을 고려하면 715kg 여유가 있었다.

항 목		중량(kg)	C.G.(m)	Moment(kg×m)	
최대이륙중량 및 C.G. 허용한계		2,500	3.06~3.40	-	
기본 중량(Empty helicopter) ³⁹⁾		1,455	3.40	4,948.43	
기장(Captain)		80	1.89	151.20	
부수 장비(Equipment)		60	3.90	234.00	
연료(Fuel)	최초 탑재연료	Supply	74	2.28	168.72
		Main	382	3.22	1,230.04
	소모연료		-133	3.22	-428.26
합계(Total)		1,918	3.29	6,302.70	

[표 5] 중량 및 평형 자료

1.7 기상 정보

사고당일 항공기상청 관측자료에 시현된 사고 인근지역의 기상상태는 다음 [표 6]과 같다.

38) 약 50분 비행시간으로 산정(태안비행장 이륙후 비행시간 41분+이륙전 지상 작동시간)

39) 기본중량은 항공기 로그북에 표시됨, 비행 매뉴얼의 항공기 자중은 운영을 위한 장비를 포함하기 때문에 기본중량 보다는 많음

구분	현재일기	시정 (km)	운량 (x/10)	바람		기온 (℃)	기압 (hpa)	
				풍향	풍속(m/s)			
군산	13:00	-	14	-	남서	2.4	4.7	1025.5
	14:00	-	14	-	서	2.6	5.1	1024.7
	15:00	-	15	-	서	4.1	4.8	1025.1
전주	13:00	안개 끝	2	8	남서	1.0	2.4	1025.6
	14:00	박무	4	8	정온	0.2	4.4	1024.8
	15:00	박무	7	6	서	2.2	5.1	1025.0
부안	13:00	-	15	-	북서	3.4	3.6	1026.0
	14:00	-	14	-	북서	2.7	4.4	1025.3
	15:00	-	18	-	서	2.4	4.1	1025.9

[표 6] 사고당일 HL9617 비행경로 주변 기상관측 자료

사고 당시 목격자⁴⁰⁾가 확인한 기상은 옅은 구름이 높은 고도에 약간 있었고 바람은 거의 불지 않았으며 시정은 주변 산들이 분명하게 보일 정도로 좋았다고 진술하였다.

1.8 항행안전시설

HL9617이 비행 중 사용한 항행안전시설은 없었다.

1.9 통신

HL9617에 장착되어 있는 통신장비는 모두 4종이며, VHF 무전기 2대⁴¹⁾와 트랜스폰더 1대⁴²⁾, 비상위치지시용송신기(ELT) 1대⁴³⁾ 이며, 사고조사 과정에서 통신상의 문제점은 발견되지 않았다.

40) 모악산 도립공원관리공단 직원(남, 57세)외 1명(남, 34세)

41) 형식: AR3209-11-101, 출력: 10.0W, 주파수 대역: 118~136.975MHz

42) 형식: ATC BXP6401, 출력: 70.0W, 주파수 대역: 1030.0~1090.0MHz

43) 형식: ELT C406-2HM, 출력: 100.0W, 주파수 대역: 121.5, 243.0, 406.025MHz

1.10 이착륙장 정보

HL9617이 사용 예정인 이착륙 장소는 모악산 도립공원관리사무소⁴⁴⁾ 주차장과 모악랜드⁴⁵⁾ 사이 공간에 폭 25m, 길이 37m 크기의 삼각형으로 형성된 비포장 공터이다.

이착륙 장소는 [그림 4]와 같이 모악산 능선상의 해발고도 약 250m 봉우리 사이에 북서쪽에서 남동쪽 방향으로 형성된 계곡 내에 위치하고 있다. 따라서 항공기의 진출입은 북서에서 남동 방향으로 접근이 용이한 지형이었다.



[그림 4] 이착륙장 주변 지형 및 장애물

주변의 장애물은 모악랜드 진입도로를 따라 가설된 14m 높이의 전선 이외 장애물이 없고, 이착륙 장소는 포장되어 있지 않아 항공기 이착륙 시 먼지 등의 비산물이 날릴 가능성이 있었다.

44) 전북 김제시 금산면 금산리 소재

45) 모악산 도립공원관리사무소 남동쪽 약 300m 지점에 위치한 위락시설

1.11 비행기록장치

HL9617에는 비행자료기록장치 및 조종실음성기록장치가 장착되어 있지 않았으며, 이들 장치는 항공법 제41조제2항 및 같은 법 시행규칙 제135조의2 제1항46)의 규정에 따라 장착이 요구되지 않았다.

1.12 잔해 및 충격 정보

1.12.1 전방 동체

HL9617은 기수부분과 좌측전방 조종석 부분이 지면에 충격되었고, 동체가 좌측방향으로 뒤집어진 상태에서 후방동체는 위로 들려 있었으며, 전방동체는 추락 충격으로 동체의 약 1/2이 함몰되었다. 조종석의 계기판은 식별이 불가능 정도로 파손되었다. 지면에 추락된 잔해의 모습은 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 추락직후 동체 잔해

46) 설치의무대상 회전익항공기: 국제항공노선 운항, 최대이륙중량 3,180kg 초과

1.12.2 후방 동체

꼬리회전날개 구동축(tail rotor drive shaft)은 추락충격으로 [그림 6]와 같이 기수방향으로 약 10cm 밀려들어갔고, 중간 기어박스(intermediate gearbox) 앞쪽에서 회전저항에 의하여 절단되었다.



[그림 6] 전방으로 밀려들어간 꼬리회전날개 구동축 및 확대 모습

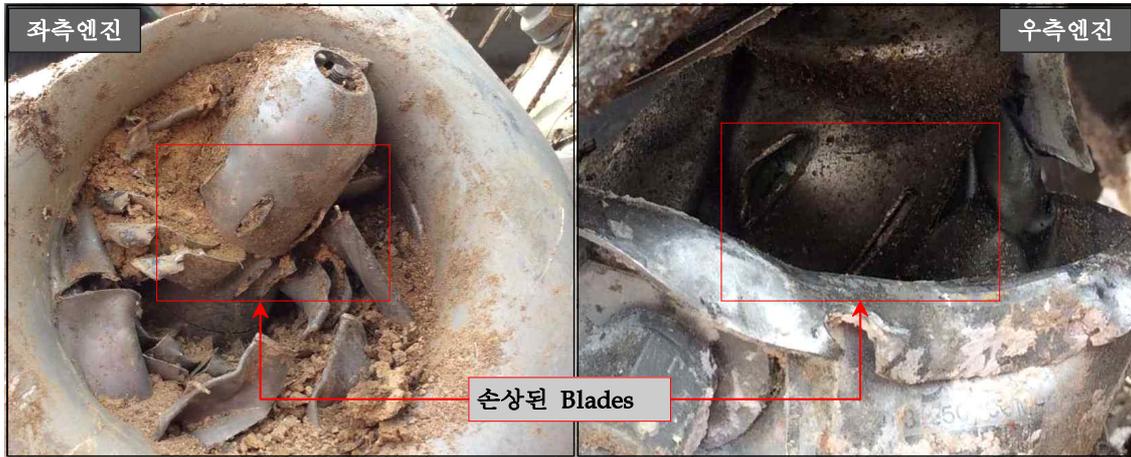
꼬리회전날개 구동축이 강한 전단력(shear force)에 의하여 회전방향으로 절단된 후, 절단면은 마찰에 의해 [그림 7]과 같이 부분적으로 뭉개진(smear) 흔적이 관찰되었다.



[그림 7] 꼬리회전날개 구동축 절단부위 및 형태

1.12.3 엔진

HL9617에 장착된 2개의 엔진은 추락 충격으로 심하게 파손되었으며, 양쪽 엔진 모두 [그림 8]과 같이 엔진 흡입구 압축기 블레이드(compressor blades)가 추락 충격과 엔진 회전력에 의해 부러지거나 휘어진 상태로 관찰되었다. 이는 추락 순간까지 엔진은 작동하고 있었던 것으로 확인되었다.



[그림 8] 손상된 엔진 압축기 블레이드

1.12.4 꼬리회전날개 및 수직안정판

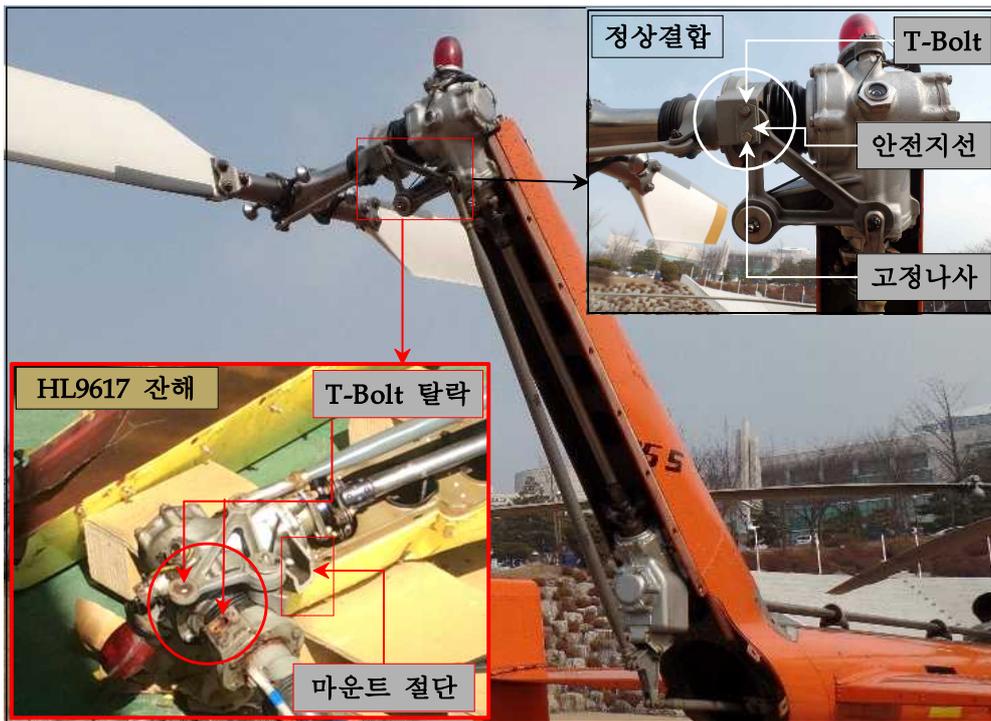
수직안정판은 동체가 뒤집어진 상태에서 지상충격 시 관성에 의해 전방으로 밀리면서 미부동체와 접합부위에서 절단되었고, 꼬리회전날개 2개 중 1개(청색)는 기수방향을 기준으로 [그림 9]과 같이 좌측 수평안정판에 박히면서 중앙부분이 절단되었으며, 나머지 1개는 회전손상이 없이 지면에 충격되면서 회전면과 수직방향으로 꺾여 있었다.



[그림 9] 꼬리회전날개 및 수직안정판 손상

1.12.5 꼬리회전날개 피치조종 벨크랭크 및 슬리브

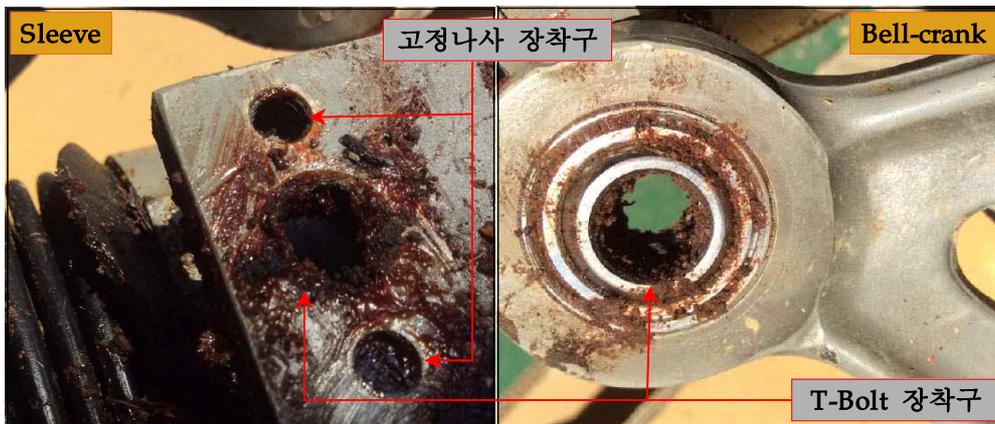
현장조사 당시 부러진 수직안정판에 부착된 꼬리회전날개 피치조종 벨크랭크와 피치조종 슬리브는 [그림 10]과 같이 고정용 T-Bolt가 탈락되어 서로 분리된 상태로 발견되었다.



[그림 10] T-Bolt가 탈락된 HL9617 잔해 및 정상항공기 부위 비교

분리된 벨크랭크와 피치조종 슬리브의 분리시점과 원인을 규명하기 위해 제작사 전문가와 합동 조사한 결과, 분리된 벨크랭크와 슬리브 장착구에 붉은색 그리스가 덮여 있었고, 벨크랭크가 장착되는 기어박스의 마운트가 절단되어 있었으며, T-Bolt 장착구와 고정나사가 탈락되면서 나사산에 생길 수 있는 물리적 손상 흔적이 없었던 것을 볼 때 고정나사 없이 T-Bolt만 체결하였던 것으로 판단된다.

T-Bolt 및 고정나사 장착구에 덮인 그리스는 슬리브에 주입되었던 그리스가 빠져나온 것으로 확인되었으며, 붉은색 그리스로 덮인 T-Bolt 및 고정나사 장착구의 형태는 [그림 11]와 같다.



[그림 11] 그리스가 덮인 Sleeve와 벨크랭크의 T-Bolt 장착구

1.13 의학 및 병리학적 정보

기장은 유효한 항공중사자신체검사 증명⁴⁷⁾을 보유하고 있었고, 사고 후 기장의 혈액을 채취할 수 없어⁴⁸⁾ 음주 또는 약물복용여부를 확인할 수 없었다. 그러나 동료 기장들의 진술에 따르면, 기장은 음주를 하지 않고, 건강한 편

47) 증명서 발급번호: 122-14839, 유효기간: 2016.01.15.~2017.01.30.

48) 혈액응고에 따라 채취불가

이며, 특별히 복용하는 약물은 없었다고 하였다.

사고조사 과정에서 기장의 비행에 영향을 미칠 수 있는 의학 및 건상상의 요인은 발견되지 않았다.

1.14 화재

이번 사고로 화재는 발생하지 않았다.

1.15 생존 분야

김제소방서의 상황일지에 따르면, 전북소방본부는 14:56:29 목격자로부터 신고를 접수하여 비상대응 명령을 내렸다. 이에 14:57:31 김제소방서 관할 금산 119안전센터에서 구조대원이 출동하여 15:16:34 사고현장⁴⁹⁾에 도착하였다.

금산 119안전센터 구급대가 사고현장에 도착하였을 당시 HL9617에 화재는 발생하지 않았고, 조종사는 이미 사망한 상태로 발견되었다. 구급대원은 16:54:13에 조종사를 김제 우석병원으로 후송하였고, 상황종료 후 18:29:30 본대로 복귀하였다.

1.16 시험 및 연구

이 사고조사 과정 중 수행한 시험 및 연구는 없었다.

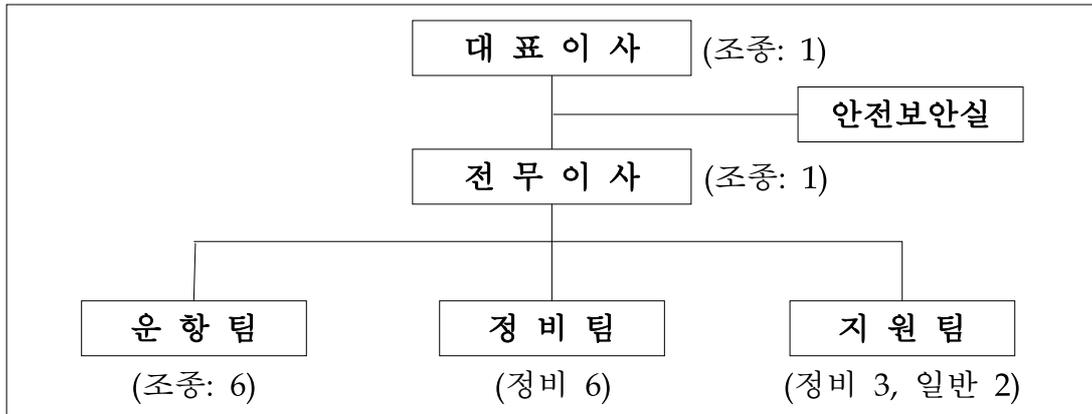
49) 금산119안전센터로 부터 거리 약 6.5km.

1.17 조직 및 관리

세진항공은 2004년도 5월에 경기도 안산시에서 항공기 1대⁵⁰⁾로 항공기사용사업 등록⁵¹⁾을 마친 후 헬리콥터 조종사 양성교육 사업을 시작하였다.

그 후 2010년 10월 항공기 1대⁵²⁾를 추가 도입하여 산불진화 용역사업을 시작하면서 사무실을 서울 김포공항으로 이전하였고, 2012년 7월 태안비행장으로 이전하였으며, 2015년 12월까지 순차적으로 항공기 7대⁵³⁾를 추가로 도입하여 주로 산불진화, 화물공수, 항공방제 등의 업무를 수행하고 있다.

세진항공에서 제공한 조직도에 따르면, 사고당시 세진항공은 [그림 12]과 같이 대표이사 산하에 전무이사가 운항팀, 정비팀, 지원팀을 총괄하도록 편성되어 있으며, 직원은 총 19명이었다.



[그림 12] 세진항공 조직도

대표이사와 전무이사는 조종업무를 겸하고 있으며, 안전보안실장은 지원팀장이 겸하고 있었다. 운항팀은 팀장을 포함하여 조종사 6명이 있고, 각 조종사들은 조종업무 이외에 승무원 교육훈련, 승무원관리, 행정·규정·CRM, 운항

50) R22(HL6104)

51) 사업자 등록번호: 134-86-15***(발급일: 2004.5.21.)

52) B206L-3(HL9187)

53) 2010.12. 1대(R44: HL6145), 2012.10. 3대(BO105: HL9601, HL9602, HL9603), 2014.10. 1대(BO105: HL9612), 2015.12. 2대(BO105: HL9617, HL9618)

안전·보안 업무를 담당하도록 임무가 부여되어 있다.

정비팀은 팀장을 포함하여 정비사 6명이 있고, 이 중 3명이 각각 생산관리, 정비안전·보안 업무, 자재관리를 담당하고 있었으며, 나머지 2명은 현장정비 임무를 수행하고 있다.

지원팀은 팀장 산하에 정비관리업무를 총괄하는 과장 1명, 위험물관리 담당 대리 1명, 운항담당 사원 1명, 유조차관리 담당 1명 등 4명으로 구성되어 있었다.

사고당시 보유 항공기는 8대⁵⁴⁾이었으며, 이 중 1대는 매각 대기 중이어서 실제 운용 중인 항공기는 7대였다.

세진항공에서는 동절기 산불감시 대기 기간 중 항공기를 파견할 때는 조종사 1명, 현장정비사 1명, 유조차량 운전원 1명 등 총 3명을 1개 팀으로 편성하여 현장에 파견한다.

지원팀장의 진술에 따르면, 현장에서의 정비업무는 항공기 비행전·후 점검, 50시간 이하의 정시점검을 수행하고, 100시간 이상의 정시점검은 항공기를 현장임무 투입 전에 완료하고 있다고 하였다.

세진항공의 운항규정 제3장 3.2 임무 및 감독책임에 따르면, 안전보안실장의 임무는 “①운항, 정비의 안전 및 보안업무 관리 ②안전 및 보안 교육계획 수립, 안전교육 실시 ③안전 및 보안 개선사항 통보 및 이의 시행여부 확인” 이고, 운항팀장의 임무는 “제반 항공기 안전운항 관리, 승무원의 교육 및 훈련 관리 등”으로 규정하고 있다.

또한 정비팀장은 “①항공기 정비 및 상시 가동상태 유지, 관리 ②항공기 가동상태에 관한 정확한 정보를 운항팀에 통보 ③정비사 교육 및 훈련관리”를 하고, 지원팀장은 “①운항 업무계획 수립 및 관리 ②정비 지원계획 수립 및 관리 ③위험물 지원 계획 수립 및 관리 등을 수행”하도록 규정하고 있다.

54) BO105: 6대, B206L3: 1대, R22: 1대

1.18 추가 정보

1.18.1 관계자 진술

세진항공 관계자에 대한 진술조사는 사고발생 직후 사고현장에서 실시하였고, 사실정보 확인은 세진항공에 방문하거나 필요시 전화를 이용하여 보완하였다. 주요 진술내용은 다음과 같다.

가. 지원팀장

- HL9617의 꼬리회전날개 기어박스를 교체할 당시 사용했던 부품은 항공기 도입 시 스위스 SKY MEDIA사에서 구매⁵⁵⁾한 부품으로서 도입당시 현재 상태에서 인수한 장비품이었음.
- 교체 전 감항성승인표찰(airworthiness approval tag)⁵⁶⁾ 부착상태를 확인하였으며, 장비품 교체 후 표찰을 어디에 두었는지 알 수 없음.

나. 정비관리과장(지원팀)

- HL9617 기어박스 교체작업 후 작동검사를 실시하였고, 작동검사 결과 이상을 발견하지 못하였으며, 조종사들의 시험비행 후에도 이상을 발견하지 못하였음

라. 정비사/확인정비사(2명)

- 최초 꼬리회전날개 기어박스 교체작업을 지시받았을 때 사용가능품 표찰(Serviceable tag)이 부착되어 있지 않아서 정비를 거부하였음
- 약 1주일 후 지원팀장이 “내가 책임질테니 교체하라”고 지시하여 사진

55) HL9618 도입시 포함되어 도입된 꼬리회전날개기어박스(장비품)는 물품목록에 기재되어 있고 대금은 일괄 지급한 증빙자료 위원회 제출

56) 제작사 또는 AMO(Approved Maintenance Organization)에서 발행하는 부품인증서

- 촬영 등 기록으로 남기고 교체작업을 하였음
- 작업당시 기어박스에 부착된 벨크랭크(bell-crank)와 꼬리회전날개 피치 조종슬리브(tail rotor pitch control sleeve)를 연결하는 T-bolt와 고정나사 및 안전지선이 완전하게 체결되어 있었는지는 기억이 나지 않음

1.18.2 HL9617 매각업체 조사결과

HL9617의 운용실태를 조사한 BFU 조사관(AR)⁵⁷⁾의 조사결과에 따르면, HL9617의 이전 소유주는 독일의 DRF사였으며, HL9618의 이전 소유주는 스위스의 SKY MEDIA사였고, 2015년 11월 2대의 헬기 모두를 세진항공에 매각하였다.

사고당시 HL9617에 장착되어 있었던 꼬리회전날개 기어박스는, 세진항공이 동일기종인 HL9618 항공기를 SKY MEDIA사로부터 매입할 당시 같이 포함되어 있었던 장비품이었고, 이 장비품은 2010년3월에 SKY MEDIA사가 HAHN Helicopter사를 통해 항공기로부터 장탈⁵⁸⁾한 후 감항성 유지를 위한 저장정비(preservation) 등의 필요한 정비작업을 하지 않고 보관하여 감항성이 상실⁵⁹⁾된 상태였다.

SKY MEDIA사는 당시 이 장비품의 오버홀 잔여시간이 277시간 남아 있었으나 더 이상 사용할 계획이 없었기 때문에 저장정비를 하지 않았다고 하였고, 해당 기어박스는 감항성을 상실한 장비품임을 세진항공 관계자⁶⁰⁾에게 고지하고 무상으로 이를 제공했다고 하였다.

1.18.3 사고 동영상 자료

사고를 목격한 모악랜드 관광객이 자신의 휴대전화로 촬영한 영상을 보면,

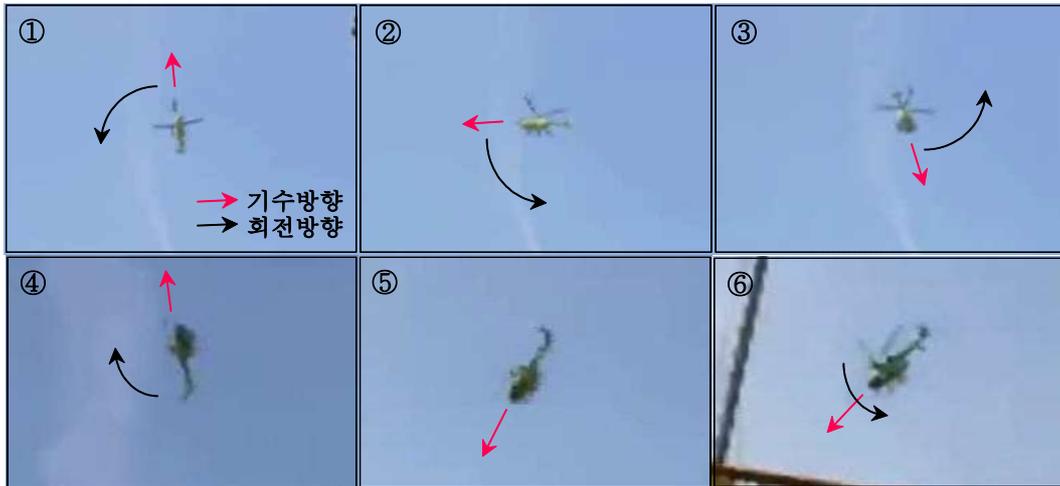
57) 독일 신임대표(Accredited Representatives)

58) S/N 1391(TBO 3,600시간, 잔여시간 277시간)을 Un-serviceable 상태로 장탈하고, S/N 3322를 장착

59) 장비품 장탈시 Un-serviceable 상태(저장정비 수행치 않음)였음.

60) 세진항공의 항공기 인수 담당자

[그림 13]과 같이 추락 전 약 10여초 동안 서서히 약 6~7회 우회전하면서 모악랜드 상공으로 편류(①~③)되었고, 어느 순간 동체꼬리부분이 지면 쪽으로 내려갔다(④), 다시 위쪽으로 올라가면서(⑤), 동체가 좌측으로 기울어진 상태로 인근 야산 방향으로 진행하여(⑥), 추락하기 시작하였으며 추락 직전에 동체는 좌측으로 기울어진 상태로 지상에 충격되었다.



[그림 13] 동일 고도 제자리에서 우회전⁶¹⁾하는 HL9617

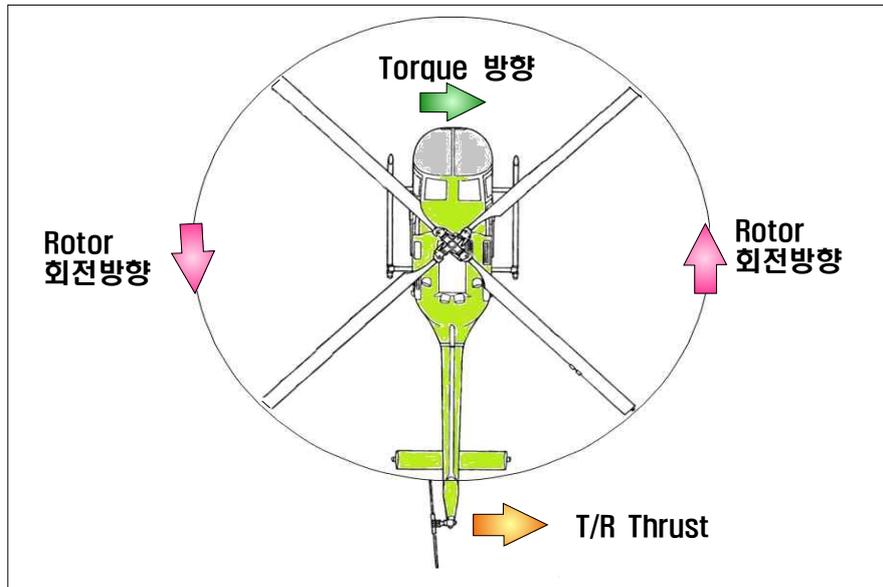
1.18.4 헬리콥터 반토크 시스템

헬리콥터 반토크 시스템은 항공기에 발생하는 토크(torque)⁶²⁾현상을 꼬리 회전날개의 추력을 이용⁶³⁾하여 제어하도록 설계된 시스템이다. 비행 중 조종사는 주 회전익의 회전속도, 피치각의 증감, 공기 밀도 등에 따라 수시로 변화되는 토크량을 페달을 이용하여 꼬리회전날개의 피치를 조절함으로써 헬리콥터 기수방향을 일정하게 유지할 수 있다.

61) 지상에서 촬영한 동영상이며 조종사 기준으로 우회전임

62) 엔진에서 발생한 회전력이 주회전익에 연결되어 회전하게 되면, 주회전익에 연결되어 있는 물체는 회전하는 주회전익과 반대방향으로 회전하려는 현상, 뉴턴의 운동 제3법칙(작용과 반작용 법칙)

63) 주회전익이 1개인 경우(BO105, H369D, B214, B206 등)



[그림 14] HL9617의 Yaw 조종 시스템

1.18.5 방향조종 불가시 조종사 비상조치절차

헬리콥터의 방향(Yaw) 조종시스템의 고장은 통상 2가지 경우로 구분되며, ①반토크(anti-torque) 기능을 완전히 상실한 경우와 ②꼬리회전날개가 추력은 발생하고 있으나 고착되어 조종사가 추력 조종을 할 수 없는 경우이다.

반토크 기능을 완전히 상실한 경우, HL9617과 같이 주회전날개가 반시계 방향으로 회전하는 항공기는 동체가 우측으로 회전하려는 토크현상이 강하게 나타난다. 그러나 위 ②의 경우는 고착된 꼬리회전날개의 피치각 크기에 따라 우 또는 좌측으로 회전하려는 성향이 나타나게 된다.

특히 항공기 속도 약 30노트 이하에서는 동체꼬리부분의 수직·수평안정판의 방향타 기능 효과가 감소되므로 회전성향이 극대화되어 매우 위험한 상황을 초래할 수 있다.

지면효과 상실고도(OGE)⁶⁴⁾ 이상에서 제자리비행 시 꼬리회전날개 고장에

64) OGE(Out of Ground Effect): 지면으로부터 회전날개 직경보다 높은 고도로서 회전날개로 인한 지면효과가 발생하지 않는 높이. 반대어: IGE(In Ground Effect)

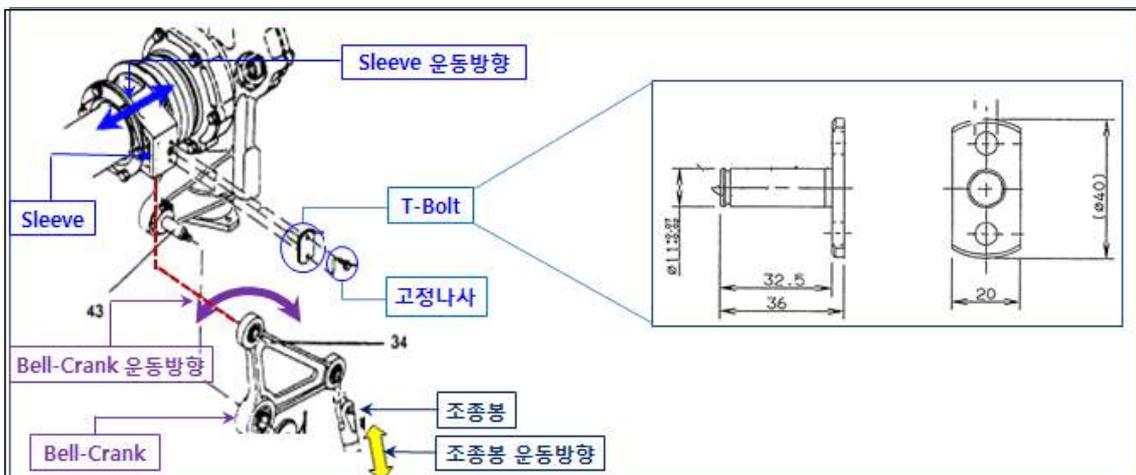
따른 비상조치 절차는 다음과 같다.(비행교범 3.5.1 Tail Rotor Drive Failure- Hover 참조)

- ① Collective lever를 완전히 내림
- ② 고도가 충분할 경우 항공기 속도를 증속
- ③ 2개의 엔진 모두 비상 정지
- ④ 강하속도 감속 및 부드러운 지면 접지를 위해 Collective lever를 올림

1.18.6 벨크랭크 및 피치조종 슬리브 기능 및 장착형태

헬리콥터의 Yaw 조종시스템은 조종사가 Yaw 조종력을 입력(pedal)하면, 그 조종력을 조종봉⁶⁵⁾과 벨크랭크⁶⁶⁾를 통해 꼬리회전날개까지 전달하고, 꼬리회전날개 피치를 조종함으로써 항공기 기수 방향을 좌우로 조종하게 해 주는 장치이다.

벨크랭크와 슬리브는 [그림 15]와 같이 꼬리회전날개 기어박스에 장착되어 T-bolt로 연결되어 있고, T-bolt는 비행 중 이탈을 방지하기 위해 2개의 고정 나사로 고정한 후 안전지선(safety wire)으로 묶어 풀리지 않도록 하고 있다.



[그림 15] 벨크랭크와 피치조종 슬리브의 운동방향 및 T-Bolt

65) 조종력의 직선운동을 전달

66) 조종봉을 통해 전달된 조종력의 방향을 전환

2. 분석

2.1 기상 요소

사고 당일 태안비행장에서 모악산도립공원까지의 항로상 기상은 시계비행기상 상태(VMC⁶⁷⁾)로 양호한 상태였고, 기상요인은 이번 사고에 영향을 미치지 않았다.

2.2 잔해조사 및 비행분석 결과

잔해조사 결과, HL9617는 비행 중 부적절하게 사용된 꼬리회전날개 기어 박스의 피치조종 벨크랭크와 슬리브를 연결하는 T-Bolt가 이탈되어 꼬리회전 날개의 피치조종이 불가능하여 방향조종을 할 수 없어 추락하였다고 판단하였다.

이러한 판단은 ① 사고현장에서 벨크랭크와 슬리브가 분리된 상태로 발견된 점, ② 분리된 벨크랭크와 슬리브 연결구에 붉은 색 그리스가 도포⁶⁸⁾되어 있었던 점, ③ 붉은색 그리스는 슬리브가 벨크랭크와 분리되어 회전하면서 원심력에 의해 내부에서 누유⁶⁹⁾된 것이라는 점, ④ 벨크랭크와 슬리브 장착구에 물리적 손상이 없다는 점(그림 16 참조) 등을 근거로 하였다.



[그림 16] HL9617 피치조종 슬리브 장착구 확대 그림

67) VMC: Visual Flight Meteorological Condition

68) 추락시 충격에 의해 분리되는 경우에는 그리스가 도포되지 않았을 것이라는 판단 결과

69) 벨크랭크와 슬리브가 연결되어 있다면 슬리브는 회전하지 않으나, 분리될 경우 슬리브가 꼬리회전 날개 구동축과 함께 회전하면서 원심력이 발생

벨크랭크와 슬리브가 분리된 시점은 HL9617이 착륙예정 장소에 도착하여 착륙 접근 중에 분리되었을 것으로 판단하였다. 이는 벨크랭크와 슬리브가 분리된 상태에서는 비행이 불가능하기 때문이다.

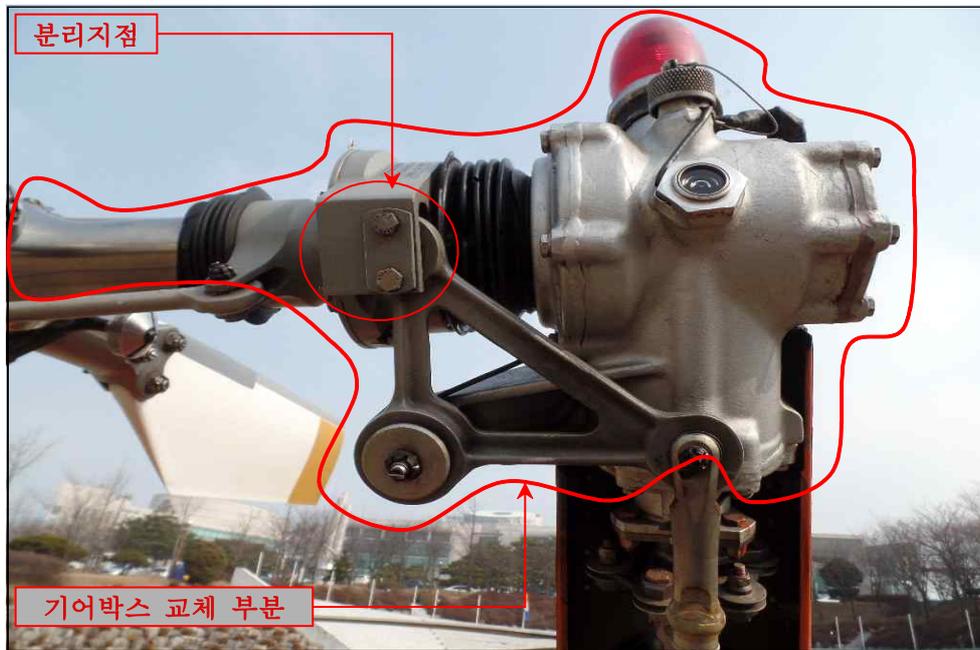
HL9617이 착륙예정 장소에 도착한 후, 착륙을 위해 고도를 낮추고 기수방향을 전환하기 위해 Collective를 내리면서 페달을 사용하였을 것이며, 이때 T-Bolt가 분리되면서 Yaw 조종이 불가능하게 되어 심각한 우회전 현상이 발생하였을 것으로 판단된다.

2.3 정비요인

벨크랭크와 피치조종 슬리브를 연결할 때 T-Bolt를 끼우고 고정나사를 결합한 후 안전지선으로 결속하였다면, 구조적으로 비행 중 T-Bolt가 분리될 가능성은 없다.

꼬리회전날개 기어박스 교체작업을 수행한 정비사의 진술에 따르면, 정비매뉴얼⁷⁰⁾에 따라 꼬리회전날개 기어박스 교환 시 벨크랭크와 피치조종 슬리브 부분은 [그림 17]과 같이 작업대상이 아니어서 분해를 하지 않았다고 하였고, 작업 후 T-Bolt의 고정나사와 안전지선을 확인하였는지에 대해서는 기억이 분명하지 않다고 하였다.

70) BO105 MM 32-58 Tail Rotor Gearbox 교환



[그림 17] 기어박스 교체부분과 벨크랭크 및 피치조종 슬리브 분리지점

그렇다면 HL9617의 꼬리회전날개 기어박스 교체작업을 할 때 새로 장착한 기어박스는 ① 고정나사 없이 T-Bolt만 장착되어 있었거나, ② T-Bolt 고정나사가 느슨하게 결속된 상태였을 것이다.

고정나사가 장착되어 있었거나, 혹은 느슨하게 장착되어 있었다고 하더라도 총 2시간 10분⁷¹⁾ 운용으로 2개의 고정나사 모두가 진동에 의해 풀려 이탈될 가능성은 희박⁷²⁾하다.

그리고 고정나사가 느슨하게 장착되어 있었다면, 정비 후 정비사의 육안 검사에서 발견되었을 가능성이 크다. 하지만 작동검사 시에도 느슨한 고정나사를 발견하지 못하였던 점으로 미루어 고정나사가 없는 기어박스를 장착하였을 개연성이 크다.

그럼에도 불구하고 정비사들은 해당 정비작업 완료 후 작업부위 육안 상

71) 총 2시간10분 중 조종사가 수행하는 Ground Run-Up 시간 66분이 포함되어있으며, 꼬리회전날개 피치조종은 비행 중 주로 이루어짐.

72) 한·독 합동 잔해 정밀조사 시 슬리브 고정나사 장착구에서 진동에 의한 나사산 마모현상이 발견되지 않음

태점검을 할 때 T-Bolt에 고정나사 구멍이 있고 고정나사가 장착되어 있지 않았다면 이를 발견했어야 한다.

당시 정비문서⁷³⁾에 따르면, 2명의 정비사가 작업을 수행하였고, 그중 1명이 정비확인 업무를 수행하였으며 정비 후 작동검사는 지원팀의 과장(확인정비사)이 시험비행조종사와 함께 작동검사를 수행하였지만 이를 발견하지 못하였다.

또한 정비 후 확인정비사 또는 지상 작동검사를 수행한 확인정비사 등이 다중 점검하였음에도 불구하고 이를 발견하지 못하였다는 것은 육안검사 및 다중점검 절차가 형식적으로 이루어지고 있음을 반증한다고 할 수 있다.

T-Bolt는 끼워 맞춤식으로 되어 있어 특별한 물리력이 없이도 장탈이 가능하도록 되어있다. T-Bolt의 장착 각도는 수평방향을 기준으로 약 30도 아래쪽으로 경사져 있으므로 항공기 진동에 의해 쉽게 빠질 수 있는 구조이다. 그러나 T-Bolt는 기어박스를 교체한 후 지상 작동검사 1시간 6분을 포함하여 약 2시간 10분 동안 헬리콥터 운용 후에 이탈하였다.

헬리콥터의 지상 작동 및 순항비행 시에는 페달의 사용량이 적고 T-Bolt 횡방향으로 압력이 가해지고 있으므로 장착구에 밀착되어 쉽게 빠지지 않으나, 조종사가 이착륙 등 Yaw 조종을 위해 페달을 사용하여 T-Bolt에 횡적 힘이 반복적으로 변화하면서 장착구에서 조금씩 빠져나왔을 것으로 판단되며, 사고 당일 모악산 국립공원에 도착하여 착륙하려는 동안 페달사용량이 증가함에 따라 완전히 이탈하였을 것으로 추정된다.

세진항공 지원팀장의 진술에 따르면, 교체한 기어박스는 독일에서 항공기 구입 시 같이 도입된 장비품으로서 감항성이 유지되고 있던 것을 사용하였다고 하였다. 그러나 ① 정비이력 조사 당시 감항성인증서를 제시하지 못하였다는 점, ② SKY MEDIA사의 관계자 진술에 따르면, HL9618 매각당시 세

73) 작업지시서 번호: 16-105-004(2016.1.6)

진항공의 항공기 인수자에게 감항성을 상실한 장비품임을 고지하고 무상증여 했다고 진술하였던 점, ③ 해당 장비품의 운용이력을 확인한 결과 2010년 3월에 항공기에서 장탈 후 저장정비를 하지 않았던 점으로 미루어 감항성을 상실한 장비품을 사용가능품으로 환원하기 위한 적절한 정비 없이 항공기에 사용하였던 것으로 확인되었다.

이러한 정황으로 미루어 HL9617에 장착한 기어박스는 벨크랭크와 피치조종 슬리브 연결 장착구에 T-Bolt만 결합되어 있고 고정나사와 안전지선이 없는 상태로 보관하고 있던 감항성을 상실한 장비품을 사용한 것으로 판단된다.

세진항공 정비사의 진술에 따르면, HL9617 기어박스 교체지시를 받을 당시 해당 장비품에 감항성인증서가 없음을 상부에 보고하였다고 하였으며 그럼에도 불구하고 교체작업을 하라는 지시에 따라 어쩔 수 없이 정비를 진행하였다고 진술하였다.

이는 세진항공이 정비규정을 준수하고 있지 않을 뿐만 아니라 다중 점검체도가 형식적으로 진행되고 있으며, 감항성이 없는 장비품임을 인지하고 있으면서도 정비사에게 교체작업을 지시하는 의사결정구조 등 회사의 안전문화에 심각한 문제점이 있는 것으로 판단된다.

따라서 위원회는 세진항공이 항공법규를 위반하여 감항성이 없는 장비품을 항공기에 사용하였을 뿐만 아니라, 정비 후 부실한 다중 점검체계, 상명하달식의 강압적인 안전문화를 이 사고의 기여요인이라고 판단하였다.

2.4 기장의 비상조치 절차

BO105CBS-5 비행교범 3.5.1(tail rotor drive failure- hover)에 따르면, 지면효과 상실고도 이상에서 방향(Yaw)조종을 완전히 상실한 경우의 비상절차에는 ① Collective Lever를 완전히 내린 후 ② 고도가 충분할 경우 항공기 속

도를 증속하고, ③ 2개의 엔진을 모두 비상 정지한 다음 항공기가 지상에 접근함에 따라 ④ 강하속도 감소 및 부드러운 지면 접지를 위해 Collective lever를 적용하여 완충착륙을 하도록 되어 있다.

그러나 사고 당시 기장은 항공기가 방향조종을 상실하는 순간에도 해당 비상절차를 시도하려는 징후가 보이지 않았던 점으로 미루어 추락하는 순간까지 방향조종에만 주력하였던 것으로 보인다.

기장이 이러한 비상절차를 시도하지 못하였던 것은 ① 헬리콥터 조종사 대부분이 비상상황 경험이 드물어 비상상황 대비에 소홀히 하는 경향이 있다는 점, ② 항공기사용사업체는 실질적인 비상절차 훈련을 실시할 환경을 갖추고 있지 못하여 이론 교육만으로 종료한다는 점, ③ 대부분의 조종사가 비상절차훈련 경험이 많지 않다는 점 등의 요인에 의한 것으로 판단된다.

위원회는 이러한 비정상 상황에 대한 조종사의 비상대응능력 부여를 위하여 실질적인 비상절차 훈련방안을 강구할 필요가 있고, 이를 통하여 최소한 동일 상황에서 적절한 초동조치를 취함으로써 인명손실을 막을 수 있는 수준의 훈련이 필요하다고 판단하였다.

2.5 지방항공청의 안전감독 활동

지방항공청은 항공기사용사업체에 대한 안전점검을 상시점검(필수, 계획) 및 특별점검(집중, 잠재위험)으로 구분하여 실시하고 있으며, 이러한 안전감독 업무는 “항공안전감독관 업무매뉴얼”에 따른다.

지방항공청은 운항분야 항공안전감독 점검항목인 OP041A(운항승무원 훈련)의 1-7부터 1-13까지의 항목에 따라 실제상황에 적절한 비상훈련 시행여부, 훈련시설 적정성, 적절한 시험과 심사를 통한 기량평가 등을 점검하도록 하고 있지만, 사실상 서류상 기록만 확인할 뿐 실질적이고 충실한 비상절차

훈련을 실시하여 조종사가 비상대응 능력을 갖추었는지는 확인하지 못하고 있다. 이러한 감독활동으로는 항공기사용사업체의 실질적인 교육훈련 여부를 확인하기 곤란하여 부실한 교육훈련이 반복되는 결과를 낳았다고 판단된다.

그러므로 항공기사용사업체가 실질적이고 충실한 비상절차 훈련을 실시하여 조종사의 비상대응 능력을 향상시킬 수 있도록 유도하기 위하여 지방항공청에서는 교육훈련 성과를 평가하는 기준(법령, 규정, 전담인원 지정, 평가 점검표, 평가요령, 평가시간) 등을 수립하여 지도 감독할 수 있도록 할 필요가 있다.

또한, 지방항공청은 감항분야 항공안전감독 점검항목인 AW020A(부품 및 자재 통제)에 따라 비인가의심부품(SUP⁷⁴)이나 사용불가능품 등의 관리에 대한 점검을 실시하고 있으나 업체가 숨기려고 할 때 적발하기 어려운 문제점이 있다. 따라서 보유 부품이나 항공기 정비 등을 위해 사용된 부품의 감항성 여부를 확인하는 점검을 강화하고, 업체의 관리자 및 담당자에게 부품 및 자재 통제에 대한 중요성과 안전의식을 계도하는 노력이 매우 중요하다고 판단된다.

74) SUP: Suspected Unapproved Parts

3. 결론

3.1 조사 결과

1. HL9617 승무원은 운항에 필요한 자격을 유지하고 있었으며, 비행에 영향을 줄 수 있는 의학적 병리학적 요인은 발견되지 않았다.
2. HL9617은 항공법령 및 규정절차에 따라 적법하게 항공기 등록증명서, 감항증명서, 운용한계지정서, 소음기준적합증명서 및 무선국허가서를 받았다.
3. HL9617은 운항에 필요한 보험에 가입되어 있었고, 사고 당시 유효기간 내에 있었다.
4. 세진항공 소속 정비사는 2016년1월6일 HL9617의 꼬리회전날개 기어박스에서 윤활유가 누출되는 것을 발견하고 감항성인증서가 없는 사용불가능한 기어박스로 교환하였다. 당시 장착한 기어박스는 감항성이 확인되지 않음에도 불구하고 관리자의 지시에 의해 장착되었다.
5. 교체 장착된 기어박스의 벨크랭크와 꼬리회전날개 피치조종 슬리브를 연결하는 장착구에는 T-Bolt가 장착되어 있었지만 이 T-bolt가 빠지지 않도록 고정하는 나사가 장착되어있지 않은 것으로 추정되며, 작업을 수행한 정비사들은 이를 발견하지 못하였다.
6. HL9617은 사용불가능한 꼬리회전날개 기어박스를 장착 후 두 번째 비행인 모악산으로 이동하여 착륙접근 중 고도 약 30~40m에서 꼬리회전날개 기어박스의 T-Bolt가 이탈되어 빠져나갔고, 이로 인해 항공기는 방향조종 능력을 상실하여 추락하였다.

7. 사고 당시 HL9617의 중량 및 균형은 정상범위 내에 있었다.
8. HL9617이 방향조종 능력을 상실했을 때 기장은 비행교범 3.5.1의 OGE Hover에 따른 비상절차를 수행하지 못하였다.
9. 세진항공은 비정상 상황발생에 대비한 실질적인 비상절차 훈련여건이 마련되어 있지 않았고, 기장은 갑작스런 방향조종 능력상실로 급격한 우편요가 발생하였을 때 적절한 판단 및 조치를 적시에 하지 못한 것으로 추정된다.

3.2 원인

항공·철도사고조사위원회는 HL9617 사고의 원인을

1. HL9617은 부적절한 정비로 인해 비행 중 꼬리회전날개의 T-bolt가 이탈되어 벨크랭크와 피치조종 슬리브가 분리되었고, 이로 인한 방향조종 능력 상실로 추락하였다.
2. 또한 HL9617이 비행 중 방향조종 능력을 상실하였을 때 기장은 적절한 비상절차를 수행하지 못하였다

라고 결정하였으며, 이 사고의 기여요인으로,

1. 세진항공은 HL9617에 감항성을 상실하여 사용 불가능한 기어박스를 장착하고 T-bolt 고정나사의 체결상태를 확인하지 못하는 등 부적절한 정비를 수행하였다.
2. 세진항공은 조종사에 대한 비상교육훈련이 미흡하여 실제 상황 발생 시 적절한 비상절차를 수행하지 못하였다.

4. 안전 권고

206년 1월 30일에 전북 김제시에서 발생한 (주)세진항공 소속 항공기의 사고 조사결과에 따라 위원회는 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

4.1 세진항공에 대하여

1. 항공기 부품 교환 시 반드시 유효한 감항성인증서 유무 확인 등 정비강화 방안 마련(AAR-1601-1)
2. 조종사의 비상대응능력 제고를 위한 비상절차훈련 강화방안 마련 (AAR-1601-2)

4.2 서울지방항공청에 대하여

1. 부적절한 정비예방 및 조종사의 비상대응 훈련절차 분야에 대해 안전감독 강화(AAR-1601-3)