

항공기사고 조사보고서(안)

화물을 내리기 위해 접근 중 추락

(주)유비에어

BELL-214B1, HL9157

경기도 동두천 소요산

2017. 6. 13.



2019. 10. 30.

이 항공기사고 조사보고서는 대한민국 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」 제25조에 따라 작성되었다.

대한민국 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」 제30조에는

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

국제민간항공협약 부속서 13, 3.1항과 5.4.1항에는

*“사고나 준사고 조사의 궁극적인 목적은 사고나 준사고를 방지하기 위함이며
므로 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.”*라고 규정하고
있다.

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

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

항공기사고 조사보고서

항공·철도사고조사위원회, 화물을 내리기 위해 접근 중 추락, (주)유비에어, HL9157, BELL-214B1, 접근 중, 2017.6.13., 항공기사고 조사보고서, ARAIB/AAR1702, 대한민국 세종특별자치시

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공사고조사를 위한 정부 기구이며, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」 및 「국제민간항공협약」 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 세종특별자치시에 위치하고 있다.

주소: 세종특별자치시 가림로 232 세종비즈니스센터 A동 6층 604호
우편번호 30121

전화: 044-201-5447

팩스: 044-201-5698

전자우편: araib@korea.kr

홈페이지: <http://www.araib.go.kr>

차 례

화물을 내리기 위해 접근 중 추락	1
개요	1
1. 사실정보	3
1.1 비행경위	3
1.2 인명피해	5
1.3 항공기 손상	5
1.4 기타 손상	6
1.5 인적사항	7
1.5.1 기장	7
1.5.2 부기장	8
1.5.3 정비사	9
1.5.4 화물 내림위치 현장안전유도요원	9
1.6 항공기 정보	9
1.6.1 일반사항	9
1.6.2 정비사항	11
1.7 기상 정보	12
1.8 항행안전시설	12
1.9 통신	12
1.10 비행장 정보	12
1.11 비행자료 기록장치	13
1.12 잔해 및 충격 정보	13
1.12.1 항공기 잔해분포	13
1.12.2 항공기 손상	14
1.12.2.1 전방동체	14
1.12.2.2 주 회전날개	15
1.12.2.3 엔진	16
1.12.2.4 기타	16
1.12.2.5 손상된 나무	16
1.13 의학 및 병리학적 정보	17
1.14 화재	17

1.15 생존 분야	17
1.16 시험 및 연구	18
1.16.1 엔진 외부	18
1.16.2 압축기	19
1.16.3 연소실	20
1.16.4 가스발생기터빈 및 파워터빈	20
1.16.5 연료 및 오일계통	21
1.16.6 엔진 종합검사 결과	21
1.17 조직 및 관리 정보	21
1.18 추가정보	22
1.18.1 화물 내림지역 지형 및 환경	22
1.18.2 조종사 및 목격자 진술	23
1.18.2.1 기장	23
1.18.2.2 부기장	23
1.18.2.3 현장안전유도요원	24
1.18.2.4 현장인부	24
1.18.3 화물공수 임무	24
1.18.3.1 지상안전 및 현장안전유도요원의 임무	25
1.18.3.2 기장의 임무	25
1.18.4 외부화물 인양장치 구성 및 분리	26
1.18.5 유동력 실속(원형와류 상태)	28
1.18.6 사고조사 과정 중 적용된 특별한 조사기법	28
2. 분석	29
2.1 일반 사항	29
2.2 기상 요소	29
2.3 항공기 기체 및 엔진조사	29
2.4 비행절차 분석	30
2.4.1 화물 내림지역 접근 비행경로	30
2.4.2 비행고도	31
2.4.3 고도 인식에 대한 환경적 요인	32
2.4.4 사고지역의 지상 장애물	33
2.4.5 비행 중 외부화물 확인	33
2.4.6 현장 목격자 진술	34

2.4.7 유동력 실속 발생 가능성	35
2.5 현장안전유도요원	36
2.5.1 현장안전유도요원의 화물유도 경험	36
2.5.2 현장안전유도요원의 교육	36
2.6 화물 걸림에 대한 비상절차	37
2.7 비상절차 교육	38
3. 결론	40
3.1 조사 결과	40
3.2 원인	43
4. 안전 권고	44
4.1 (주)유비에어에 대하여	44
4.2 지방항공청에 대하여	44
4.3 항공정책실에 대하여	44

<표 차례>

[표 1] 인명피해 현황	5
[표 2] HL9157 기체 제원 및 성능	10
[표 3] 엔진 제원 및 성능	11
[표 4] 주 기어박스 및 주 회전날개 정보	11
[표 5] 소요산 기상관측 자료	12
[표 6] 유비에어 조직도	22

<그림 차례>

[그림 1] HL9157 비행경로	4
[그림 2] HL9157 손상된 기체	5
[그림 3] 추락 현장 경사면 및 절단된 나무	6
[그림 4] HL9157 잔해 분포도	14
[그림 5] 추락된 전방동체	15
[그림 6] 주 회전날개 손상	15
[그림 7] 기체로부터 분리된 엔진	16
[그림 8] 회전날개에 의해 손상된 소나무	17
[그림 9] 엔진 좌, 우측	18

[그림 10] 엔진 전, 후방	19
[그림 11] 압축기 로타 및 케이스	19
[그림 12] 터빈 디스크 장착볼트 열 마모 변색	20
[그림 13] 외부화물인양장치 구성 및 화물 길이	27
[그림 14] 화물 내림위치 및 1,2차 진입경로	31
[그림 15] 외부화물 장애물 걸림 위치	33

화물을 내리기 위해 접근 중 추락

- 운영자: (주)유비에어
- 제작자: 미국 Bell Helicopters사
- 형식: BELL-214B1(헬리콥터), S/N:28006
- 등록부호: HL9157
- 발생장소: 경기도 동두천 소요산 칼바위
(127° 05' 30.79" E, 37° 56' 26.29" N, 해발고도 447m)
- 발생일시: 2017. 6. 13. 18:09경 (현지시각)¹⁾

개요

2017년6월13일 18시경 항공기사용사업체인 (주)유비에어 소속 BELL-214B1, HL9157, 헬리콥터가 외부에 공사용 자재를 매달고 동두천 평화수호박물관을 이륙하여 인근 소요산 칼바위 능선에 화물을 내리기 위해 접근 중 외부화물이 지상 장애물에 걸려 추락하였다.

이 사고로 조종사 2명은 중상을 입었고, 항공기는 전파되었다.

항공·철도사고조사위원회(이하 “위원회” 라 한다)는 이 사고의 원인을 「화물을 내리기 위해 접근 중 외부화물이 지상 장애물(나무)에 걸려 추락하였다」로 결정한다.

또한, 이 사고의 기여요인을 다음과 같이 결정한다.

1. 조종사는 화물을 내리기 위해 접근 중 외부화물과 지상 장애물간의 고도 판단을 적절하게 확인하지 못하였다.
2. 항공기 접근 시 지상 현장안전유도요원의 장애물 회피를 위한 적절한

1) 본 보고서의 모든 시간은 한국표준시간(국제표준시간+9) 임

조언이 이루어지지 않았다.

3. 조종사는 외부화물이 지상 장애물에 걸렸을 때 외부 화물제거 및 현장이탈을 위한 비상절차를 수행하지 못하였다.

위원회는 이 조사결과에 따라서 (주)유비에어에 3건, 지방항공청에 1건, 항공정책실에 1건의 안전권고를 발행한다.

1. 사실 정보

1.1 비행 경위

항공기사용사업체인 (주)유비에어(이하 “유비에어“라 한다)는 동두천시에서 추진 중인 “6산 절경을 활용한 숲길조성사업“²⁾의 일환으로 전망데크, 포토존, 등산안내시설 및 등산로 정비를 위한 화물운반에 관하여 ○○개발과 계약³⁾을 체결하였다.

화물운반을 위한 계약체결에 따라 유비에어 소속 헬리콥터 BELL-214B1, HL9157(이하 “HL9157“이라 한다)은 공사자재 운반을 위해 2017년 6월 8일 동두천 현장에 파견되었고, 다음날 6월9일에는 화물 내림위치 등에 대한 정찰비행⁴⁾을 하였으며, 6월10일부터 12일까지 정찰비행과 45회의 화물운반 비행⁵⁾을 하였다.

HL9157은 사고 당일인 6월13일에는 12:40부터 15:50까지 소요산 일대에서 20회의 화물운반을 하였고, 칼바위 능선에 2회의 추가 화물운반이 계획되어 있었다.

15:55경, HL9157은 칼바위 능선에 화물을 내리기 위해 소요산 남쪽에서 고도 2,000ft, 속도 80knots로 칼바위 능선 동쪽에서 접근하여 1차 화물운반을 완료하였고, 당일 계획된 칼바위 능선 마지막 화물운반을 준비 중 약간의 비가 내려 시동을 정지하고 대기하였다.

18:00경, HL9157은 기상이 호전되자 칼바위 능선 2차 화물운반⁶⁾을 위해 이륙하였고, 1차 진입경로와는 다른 경로인 칼바위 능선의 남쪽방향에서 고도와 속도를 줄이면서 슬립조작으로 강하 접근하였다. 당시 좌측석의 기

2) 6산: 소요산, 왕방산, 마차산, 해롤산, 칠봉산, 국사봉 기간: 2016.1.~2018.7.

3) 계약기간: 2017.6.5.~8.31. 예정물량: 150톤 공사자재 운반

4) 정찰비행: '17.6.9. 11:50~12:05, 6.10. 08:30~45. 6.12. 09:50~10:20

5) 화물운반: '17.6.10. 08:45~09:15, 5회, '17.6.12. 09:50~10:20, 13:00~19:00 40회

6) 1.8톤의 시멘트와 철근 등의 공사자재

장은 조종임무를, 우측좌석에 탑승한 부기장은 경계와 항공기 계기 확인 등 비행 감시임무를 담당하였다.

기장은 접근하면서 화물 내림위치를 확인하고 현장에서 항공기 유도 및 화물내림을 담당하던 현장안전유도요원에게 “목표지점을 확인하였으니 비켜라”라고 무선교신을 하였다.

18:09경, HL9157가 칼바위 능선에 가까워졌을 때 외부화물이 절벽 나무에 걸려 3~4m 뒤로 갑자기 밀리면서 우측후방으로 추락하였다. HL9157은 칼바위 능선 정상으로부터 16.3m 아래에 있는 바위에 부딪쳤고, 충격지점으로부터 45.3m 아래로 구르는 도중 나무들에 의해 멈추어졌다.

이 사고로 기장과 부기장은 중상을 입은 상태에서 119구조대원에 의해 구조되어 헬리콥터로 병원에 이송되었고, 항공기는 전파되었다.

HL9157의 화물인양 장소, 비행진입, 이탈경로, 화물 내림위치와 사고지점은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] HL9157 비행경로

1.2 인명피해

이 사고로 발생한 인명피해 현황은 [표 1]과 같다.

피해정도	승무원	승객	기타
사 망	0	0	0
중 상	2	0	0
경상/무피해	0/0	0/0	0/0
계	2	0	0

[표 1] 인명피해 현황

1.3 항공기 손상

HL9157은 소요산 칼바위 능선 절벽에 우측후방 부분이 나무와 암석에 먼저 충돌 후 45m 아래로 굴러 우경사 자세로 누어져 있었다.

HL9157가 지면에 부딪치고 구르는 과정에서 주 회전날개, 꼬리회전날개, 엔진, 착륙강착장치, 후방동체 등은 전방동체로부터 완전히 분리되어 동체 반경 15m이내에 흩어져 있었다.

[그림 2]는 추락한 HL9157의 손상된 기체 모습이다.



[그림 2] HL9157 손상된 기체

HL9157은 기체보험⁷⁾, 승무원 및 승객보험⁸⁾, 대인·대물 등 제3자 피해 보험⁹⁾에 가입되어 있었고, 사고당일 보험은 유효기간¹⁰⁾ 내에 있었다.

1.4 기타 손상

HL9157가 추락하는 과정에서 주 회전날개에 의해 소나무, 참나무 등 4그루 이상 손상되었고, 잔해인양을 위해 약 20그루의 나무가 추가로 벌목되었다. 사고 항공기에서 흘러나온 연료와 오일로 인한 토양오염 등은 잔해인양 후에 지방자치단체¹¹⁾에 의해 모두 복구되었다.

[그림 3]은 추락 현장 경사면과 추락과정 중에 주 회전날개에 의해 절단된 소나무의 모습이다.



[그림 3] 추락 현장 경사면 및 절단된 나무

7) 40억원

8) 승무원(2), 승객(5) 각각 좌석당 4억

9) 20억원/사고

10) (주)현대해상화재보험, 보험기간: 2016.9.20.~2017.9.19.

11) 동두천시 공원녹지과

1.5 인적 사항

1.5.1 기장

기장(남, 58세)은 유효한 사업용조종사 자격증명¹²⁾, 제1종 항공신체검사 증명¹³⁾ 및 무선종사자 자격증명¹⁴⁾, 기타 항공기 등급 및 형식한정¹⁵⁾ 자격을 보유하고 있었다.

기장은 2011년 7월4일 유비에어 운항부 기장으로 입사하여 B206, B214, KA32A 형식의 헬리콥터를 비행하였다. 기장의 총 비행시간은 6,455.6시간¹⁶⁾, 해당 기종 비행시간은 2,520.1시간이었다. 기장의 최근 비행시간은 90일까지 62.6시간, 72시간까지 5.9시간, 최근 24시간까지 5.2시간이었다.

유비에어 교육훈련기록에는 기장은 입사 후 임용훈련¹⁷⁾과 매년 운항규정에서 정한 정기훈련¹⁸⁾과 자격심사를 받아왔다.

기장의 최근 3일간 행적으로 사고 3일전인 6월10일은 정상 출근하여 5회의 화물운반 비행을 하였고, 6월11일 오전과 오후에는 가족과 함께 지내고, 저녁에 숙소로 돌아와 휴식을 취했다.

6월12일에는 06:30에 기상하였고, 08:00경 화물인양지역인 소요산 자유수호평화박물관에 팀원들과 도착하여 항공기점검 등 비행준비를 하였다. 오전에는 화물운반지역의 정찰비행을 하였고, 13:00~15:00에 40회의 화물운반 후에 퇴근하여 21시경 취침하였다.

12) 자격번호: 4994(2002.12.23. 교부)

13) 증명서번호: 025-8838('16.10.24~'17.10.31.)

14) 자격번호: 98-34-4-0006(1998.4.23. 교부)

15) 등급: 회전익항공기/육상단발('05.10.7.), 다발('03.1.8.) 형식한정: B206('05.10.7.), B214('06.11.2.)

16) UH-1H(1,929.7h), O-1A(141h), OH-23(25h), 500MD(227.8h), UH-60(1,052.8h), SFTS(AH-1: 44h, UH-60: 69.4h), B206(341.3h), B214(2,520.1h), KA-32A(90.9h), W-3A(13.7h): 총 6455.6시간

17) 2011.7.5.~7.26.(지상학 20h, BELL214 비행 5h)

18) 최근 정기교육: '17.1.8.~12.(지상학 6h50', BELL214 비행 4h)

사고당일 기장은 07:50경 자유평화수호박물관에 도착하였으며, 오전에는 항공기 조종유압계통 스위치 결함에 따른 스위치 교환 작업으로 비행은 없었다. 항공기 정비를 마치고, 12:40~15:50에 소요산 일대에서 순차적으로 화물내림 지점을 변경하며 20회의 화물운반을 하였다.

기장은 오후 15:55경부터 16:09까지 당일 마지막 화물 내림위치인 칼바위 능선에 1회 화물운반 이후, 동일지역 두 번째 화물운반 비행으로 18:00경 이륙하여 18:09분 화물 내림위치로 접근 중 추락하였다. 당시 기장은 좌측 조종석에 탑승하여 항공기 조종임무를 수행하였다.

1.5.2 부기장

부기장(남, 57세)은 유효한 사업용조종사 자격증명¹⁹⁾, 제1종 항공신체검사증명²⁰⁾ 및 무선종사자 자격증명²¹⁾, 기타 항공기 등급 및 형식한정²²⁾ 자격을 보유하고 있었다.

부기장은 2015년1월1일 유비에어 운항부 기장으로 입사하여, H369D, B214, KA32A 형식의 헬리콥터를 조종하였다. 총 비행시간은 3,267.2시간²³⁾ 이고, 해당기종 비행시간은 96.7시간이었다. 부기장의 최근 비행시간은 90일까지 79.5시간, 72시간까지 5.9시간, 최근 24시간까지 5.2시간이었다.

유비에어 교육훈련기록에 부기장은 입사 후 임용훈련²⁴⁾과 BELL-214 기종전환 비행훈련²⁵⁾ 그리고 BELL-214 기장 임명훈련²⁶⁾을 받았다. 또한, 매년 유비에어 운항규정에서 정한 정기교육을 받았다.

19) 자격번호: 12-007189(2014.2.6. 교부)

20) 발급번호: 122-17090('16.10.21~'17.10.31.)

21) 자격번호: 97-34-1-0120(2012.3.22. 교부)

22) 등급: 회전익항공기 육상단발, 다발, 형식한정: H369D

23) UH-1H(40h), O-1A(391h), OH-23(25h), 500MD(1,572.4h), SFTS UH-1H(72h), B214(96.7h), H369D(701.9h), KA-32A(356.6h), AS350(12h): 총 3267.2시간

24) 2015.1.6.~23. 지상학 56시간, 비행훈련 9시간

25) 2016.1.11.~24. 지상학 33시간, 비행훈련 10시간

26) 2017.1.3.~24. 지상학 16시간, 비행훈련 5시간

부기장은 기장과 함께 2017년6월8일 소요산 작업현장에 파견되었으며, 사고발생 72시간 전인 6월10일은 오전에 화물운반 임무를 마치고 귀가하여 휴식하였고, 이후 행적은 기장과 동일하였다. 사고당시 부기장은 우측 조종석에 탑승하여 감시비행 조종사 임무를 수행하였다.

1.5.3 정비사

정비사(남, 38세)는 유효한 항공정비사 자격증명²⁷⁾을 보유하고 있었고, 2008년4월1일 유비에어에 입사하여 신입사원 교육 및 기종교육²⁸⁾을 받았다. 사고당시 정비사는 자유평화수호공원 인양지역에서 화물분류, 외부화물 탑재 및 현장안전유도요원 임무 등을 병행하였다.

1.5.4 화물 내림위치 현장안전유도요원

현장안전유도요원(남, 27)은 유효한 항공정비사 자격증명²⁹⁾을 보유하고 있었고, 2017년3월20일 유비에어에 입사하여 신입자 기본교육과 기종교육³⁰⁾을 받았다.

현장안전유도요원은 화물 내림지역현장으로 파견되기 전에 화물운반 임무수행절차에 대한 교육³¹⁾을 받았으며, 화물 내림위치에서 항공기 유도 및 현장안전통제 임무를 담당하였다.

1.6 항공기 정보

1.6.1 일반사항

27) 자격: 항공정비사 10735(2009.12.8.교부)

28) 신입사원교육: 2008.4.1.2. 기종전환 교육: Ka32A(2009.12.7.~12.28.), H369D(2010.9.9.~9.27.), BELL206(2010.1.6.~1.20.), BELL214B1(2010.1.11~1.29.)

29) 자격: 항공정비사 21-014470(2016.8.1.교부)

30) 신입자 기본교육(2017.3.20.~3.29.), 기종전환 교육: H369D(2017.4.3.~4.14.)

31) 교육일시: 2017.6.2.(09:00~12:00, 13:00~14:00) 교육장소: (주)헬리코리아 교육 강당

HL9157은 미국 Bell Helicopter Textron³²⁾사에서 1976년 3월9일 제작³³⁾되어, (주)헬리코리아는 2003년 1월 도입하여 최초 등록하였으며, 유비에어는 2013년 7월22일 구매하여 운용하여 왔다.

HL9157은 유효한 등록증명서³⁴⁾, 감항증명서³⁵⁾, 운용한계지정서³⁶⁾, 무선국 허가증³⁷⁾을 보유하고 있었으며, 사고당일까지 기체 총 사용시간은 7,172.1시간이었다.

HL9157의 기체 제원 및 성능은 [표 2]와 같다.

항공기			
제작국	미국	제작사	Bell Helicopter
최대이륙중량	7,257 kg	연료탑재량	907kg
자중	3,357 kg	순항속도	222km/h
항속시간	2시간	시간당연료소모량	368kg/h
항속거리	330km	탑승자 한계	2(조종사)+14 명

[표 2] HL9157 기체 제원 및 성능

HL9157에는 미국 Honeywell Aerospace사의 T550-8D 형식의 터보샤프트 엔진 1대가 장착되어 있으며, 사고당일까지 엔진사용시간은 8,078.1시간, 오버홀 후 사용시간은 2,366.1시간이었다.

연료는 Jet A-1을 사용하였으며, 엔진 제원 및 성능은 [표 3]과 같다.

32) Fort worth, Texas소재

33) 일련번호: 28006

34) 등록증번호: 2013-095, 발행일: 2013.07.22.

35) 감항증명번호: AS11059, 발행일: 2011.7.18.

36) 지정번호: ASOL11059, 발행일: 2011.7.18.

37) 허가번호: 45-2003-50-0000001, 허가일자: 2003.4.30.

동력장치(엔진)			
제작국	미국	제작사	Honeywell Aerospace
종류	터보샤프트	최대 추력(출력)	2,930 SHP
일련번호	LE-31966	제작일	1977.1.6.
형식	T550-8D	최대 회전속도	14,695RPM
사용연료	Jet A-1	최대배기온도	816℃

[표 3] 엔진 체원 및 성능

주 기어박스 및 주 회전날개의 정보는 [표 4]와 같다.

구분	주 기어박스	주 회전날개	
		#1(백색)	#2(적색)
제작사	Honeywell Aerospace	Bell Helicopter	
형식	E/G Gear Box	214-015-500-105	
일련번호	214-040-005-103	AMR-04441	AMR-58509
장착일	2017.4.6	2005.5.17	2005.5.17
총 사용시간	6,655.1	4,385.0	4,687.1

[표 4] 주 기어박스 및 주 회전날개 정보

1.6.2 정비사항

유비에어의 정비규정³⁸⁾에 정비 업무는 운항정비³⁹⁾ 및 점검정비⁴⁰⁾로 구분되어있다. 정비규정에 명시된 항공기 검사프로그램은 계획검사(Scheduled Inspection)로 일일검사, 25시간, 100시간 및 300시간/12개월 검사가 있으며, 정비규정의 별권⁴¹⁾의 정비요목에는 50시간, 200시간, 600시간 및 1,200시간 검사 등이 있었다.

38) 제정일: 2011.01.25., 개정일: 2017.06.02.

39) 운항정비(Line Maintenance): 제작사의 정비교범에 근거한 중간점검, 비행전/후 점검, 일상점검과 예방정비/소수리 및 결함수정을 위한 정비

40) 점검정비(Base Maintenance): 예방정비, 항공기 검사프로그램에 의한 계획정비, 항공기 정비교범에 의한 장탈·착 또는 조절작업

41) 개정번호:07(2014.07.21.개정)

HL9157에 수행된 최근 정비작업⁴²⁾으로 “25시간 검사”, “50시간 검사”, “100시간 검사”, “200시간 검사”, “300시간/12개월 검사”, “600시간 검사” 및 특별검사 등을 수행하였다.

또한, 탑재용 항공일지에는 2017년4월1일부터 6월13일까지 총 7건의 부품교환⁴³⁾ 이력이 있었으나, 운항에 영향을 미칠만한 결함사항은 없었다.

1.7 기상 정보

조종사는 비행경로 및 사고지역기상은 구름 없는 맑은 하늘에 시정은 7마일 이상이었으며, 바람은 산악풍이 없는 3~4노트로 비행에는 전혀 지장이 없는 시계비행 상태였다”고 하였다.

또한, 사고지점으로 부터 북서쪽으로 3km정도 떨어진 하봉암 기상관측소에서 관측된 기상은 조종사의 진술과 거의 동일한 기상상태였다. 소요산 하봉암에서 관측한 기상자료는 [표 5]와 같다.

지역	구분	시간	풍향	풍속(kt)	시정(km)	기온(°C)	비고
동두천시 하봉암 관측소		6.13. 18:00	319	1.3	20	20.9	
		6.13. 18:05	308	1.2	20	20.8	
		6.13. 18:09	255	0.6	20	20.7	추락시점
		6.13. 18:10	222	0.7	20	20.7	
		6.13. 18:15	227	2.4	20	20.9	
		6.13. 18:20	203	1.7	20	20.8	

[표 5] 소요산 기상관측 자료

42) 25시간(‘17.4.7, 5.7.), 50시간(‘17.2.23, 5.7.), 100시간(‘17.4.26.), 200시간(‘17.5.7.), 300시간/12개월(‘16.9.13.), 600시간(‘17.5.7.)

43) 엔진기어박스 교환(‘17.4.5.), ARTEX ME406, Fire Wheel Clutch, Attitude Indicator 교환(‘17.5.29.), Starter Generator 교환(‘17.6.8.), Hyd’ Pressure SW 및 Generator 교환(‘17.6.13.)

1.8 항행안전시설

HL9157은 시계비행방식으로 비행하였고, 항행안전시설을 사용하지 않았다.

1.9 통신

해당사항은 없었다.

1.10 비행장 정보

HL9157이 사용한 이착륙장은 동두천 자유수호평화박물관 주차장으로 서울지방항공청으로부터 비행허가⁴⁴⁾ 및 군으로부터 비행승인⁴⁵⁾을 받았다.

1.11 비행자료 기록장치

HL9157에는 비행자료기록장치 및 조종실 음성기록장치가 장착되어있지 않았다.⁴⁶⁾

1.12 잔해 및 충격 정보

1.12.1 항공기 잔해분포

HL9157이 추락되어 칼바위 능선 경사면 아래로 구르는 동안 주 회전날개, 꼬리회전날개, 착륙강착장치, 엔진, 주 기어박스 등은 항공기 주 동체와 분리되어 있었다. 또한 화물슬링은 항공기 화물인양연결고리와 분리되어 주 위 여러 나무에 감겨져 있었다.

44) 비행허가 일자('17.5.31) 비행기간('17.6.2~11.30)

45) P-518한국전술지대 비행승인

46) 「항공안전법」 제52조2항 및 같은 법 시행규칙 제109조 제1항 제3호에 따라 의무설치 대상 아님

잔해 분포도의 잔해종류와 위치는 전방동체를 기준으로 측정하였으며, 화물 내림위치와 잔해 분포도는 [그림 4]와 같다.



[그림 4] HL9157 잔해 분포도

주 동체는 칼바위 정상을 향하여 우경사 자세로 있었으며, 대부분의 잔해들은 동체주위 반경 약 4.8m에서 15m범위 내에 흩어져 있었다.

화물자루는 화물이 나무에 걸린 지점으로부터 65.8m, 최초 항공기가 충격지점으로부터는 60.3m, 그리고 전방동체로부터는 15m 우측하방 4시 방향에 아래에 떨어져 있었다.

1.12.2 항공기 손상

1.12.2.1 전방동체

동체표면은 외부충격에 의해 부분적으로 함몰되었고, 전방 조종석 방풍창은 완전히 깨진 상태로 심하게 손상되었다. 좌측 기장석 좌석은 기체로부터 분리되었고, 동체좌우는 구르는 과정에서 양쪽 후방석 창문은 깨지고 문짝은 구부러져있었다.

추락 후 전방동체의 모습은 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 추락된 전방동체

1.12.2.2 주 회전날개

주 회전날개는 [그림 6]과 같이 강한 회전상태에서 장애물에 충격되어 파손된 것으로 보이며, 날개 중앙부분은 높은 피치각 상태에서 회전충격으로 절단되었고, 날개 후연부분은 날개 내부까지 부서지는 손상을 입었다. 최초 충격위치에서 주 회전날개에 의해 절단된 수목은 거의 수평상태로 절단된 흔적이 발견되었다.



[그림 6] 주 회전날개 손상

1.12.2.3 엔진

HL9157의 엔진은 추락 시 바위와 부딪쳐 [그림 7]과 같이 기체로부터 분리되었으며, 항공기 기체 후방 쪽에서 전방 쪽으로 밀리면서 파손되었다. 배기구와 터빈케이스 등은 심하게 손상된 상태로 흡과 나뭇잎 등으로 오염되어 있었다.



[그림 7] 기체로부터 분리된 엔진

1.12.2.4 기타

HL9157의 수평안정판, 착륙강착장치 등은 기수후방에서 전방 쪽으로 밀리면서 파손되었다. 꼬리기어박스과 주 회전날개는 항공기가 암석에 강한 충격으로 동체로부터 분리되었고, 꼬리회전날개, 기어박스는 완전히 파손되었다.

1.12.2.5 손상된 나무

HL9157이 추락되면서 소나무가 [그림 8]과 같이 칼에 베인 듯 완전히 잘렸고, 참나무와 다른 나무들도 잘리거나 부러진 상태로 발견되었다. 사고 지역 주위 나무의 잘린 형태는 항공기 엔진이 정상 작동된 상태에서 주 회전날개의 회전력에 의해 잘린 것으로 추정된다.



[그림 8] 회전날개에 의해 손상된 소나무

1.13 의학 및 병리학적 정보

기장과 부기장에게서 비행에 영향을 미칠 수 있는 의학 및 건상상의 요인은 발견되지 않았다.

1.14 화재

이번 사고로 화재는 발생하지 않았다.

1.15 생존 분야

경기소방본부 상황일지에 항공기 추락신고는 18:14분 경기소방본부 상황실로 접수되었다. 사고를 접수한 경기소방본부 상황실에서는 가장 가까운 지상구조대⁴⁷⁾, 중앙119구조본부(헬리콥터 2대) 및 경기소방(헬리콥터 1대)에 출동을 지시하였다.

항공기 추락 후 기장은 자력으로 항공기로부터 탈출하였으며, 출동한 중앙119구조본부 헬기 호이스트로 구조되어 18:55분에 아주대병원으로 이송되었다.

47) 사고 현장으로부터 소요119안전센터 4km, 동두천소방서 11km 거리 위치

119구조대원은 항공기 내부에 깔려있던 부기장을 유압장비를 이용하여 구조하였으며, 20:11분 중앙119구조본부 헬기를 이용하여 아주대병원으로 추가 이송하였다.

사고현장에 소방 헬리콥터 3대, 지휘, 펌프, 구조, 구급차량 포함 총 15대의 장비와 49명의 소방, 경찰, 시청인원이 구조 활동에 참여하였다.

1.16 시험 및 연구

위원회는 HL9157의 사고조사를 위해 HL9157에 장착된 T5508D 모델 엔진을 제작사인 미국 허니웰(HoneyWell)사⁴⁸⁾로 보내어 미국 항공사고조사당국(NTSB) 입회하에 정밀분해검사를 실시하였다.

1.16.1 엔진 외부

엔진 외부상태는 [그림 9] 및 [그림 10]과 같이 공기흡입구 및 배기가스 케이스 등이 추락 충격에 의한 외부손상이 있었다. 엔진의 화재나 폭발의 흔적은 없었고, 감속기어박스와 아웃커플링도 자연스럽게 회전하였다.

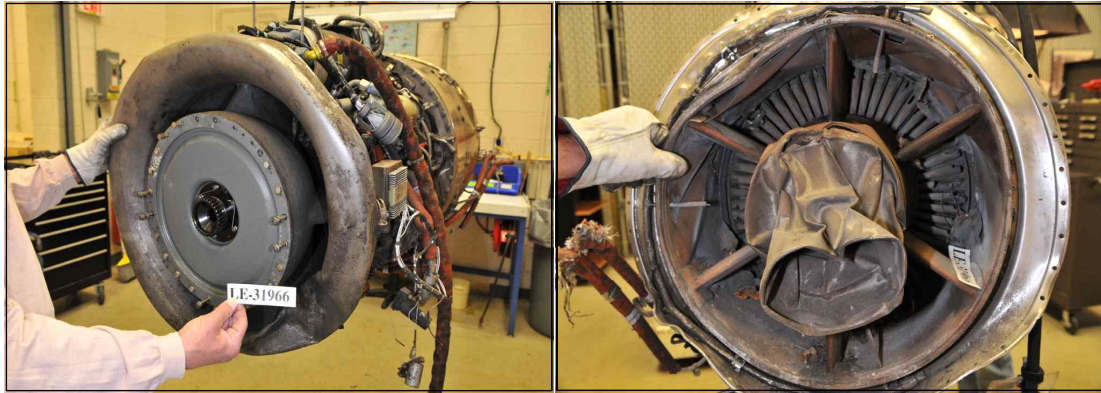


엔진 좌측

엔진 우측

[그림 9] 엔진 좌, 우측

48) 엔진제작사는 Avco Lycoming으로 되어있으나 1985년 Avco Lycoming은 Textron에 매각, 1994년 Textron의 Lycoming Turbine Enging Division을 Honeywell로 합병하여 Honeywell로 운영



엔진 전방

엔진 후방

[그림 10] 엔진 전, 후방

1.16.2 압축기

압축기 케이스를 장탈 시 압축기 전방단계인 1~5단계는 [그림 11]과 같이 손상된 많은 블레이드 및 베인이 바닥으로 쏟아져 내릴 정도로 심하게 손상되었고, 6~7단계 및 후방에 위치한 원심형 압축기는 비교적 손상이 적은 상태였다.

엔진 제작사의 금속전문가(metallurgist)는 손상된 압축기 블레이드를 정밀 분해검사를 실시하였고, 압축기 축은 자연스럽게 회전하였으며, 검사결과 압축기 블레이드는 2차적 손상에 의한 것으로 판정되었다.



[그림 11] 압축기 로터 및 케이스

1.16.3 연소실

연소실 케이스의 225°방향에는 1.2인치 길이의 구멍이 있으며, 원주방향에 여러 개의 균열이 발견되었으나, 검사결과 2차 손상으로 확인되었다.

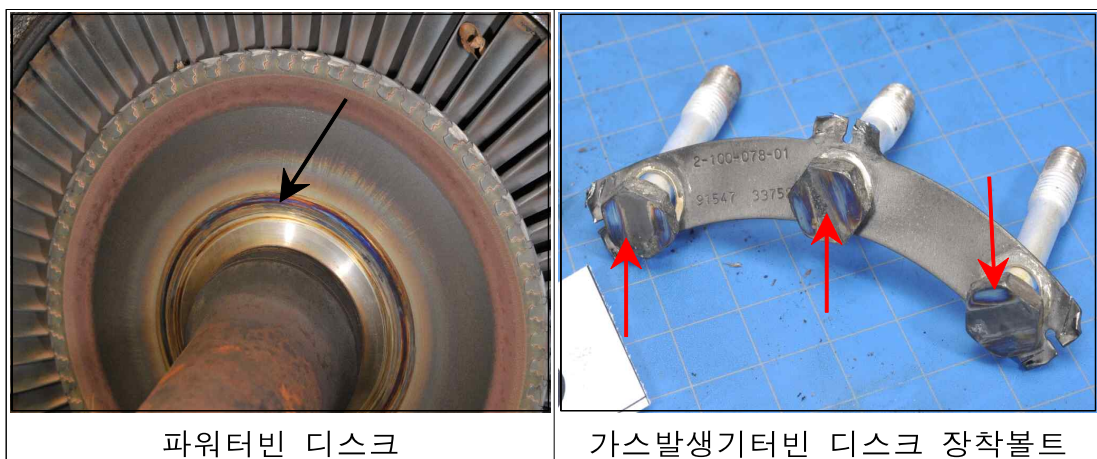
회오리(swirler) 베인과 연료노즐은 모두 정 위치에 손상 없이 장착되어 있었으며, 연소실 케이스도 열 변형 없이 정상적인 상태였다.

1.16.4 가스발생기터빈 및 파워터빈

가스발생기터빈은 디스크와 블레이드로 구성되어 있으며, 가스발생기터빈 디스크는 정상이었고, 블레이드는 정상 위치에 장착되어있었지만, 블레이드 후연부분이 일부 떨어져 나갔다.

가스발생기터빈 디스크 장착볼트의 헤드는 회전하는 파워터빈 디스크의 앞면에 접촉되어 원주방향의 열 마모 변색흔적이 [그림 12]와 같이 선명하게 나타나 있었다.

가스발생기터빈 디스크 장착볼트 열 마모 변색은 충격 시 동력이 유지된 상태에서 디스크의 협착에 의한 마모로 추정된다.



[그림 12] 터빈 디스크 장착볼트의 열 마모 변색

파워터빈 케이스와 축은 정상적으로 회전하였고, 3단계 터빈블레이드가 손상되었으나, 이는 추락에 의한 2차 손상으로 판정되었다.

1.16.5 연료 및 오일계통

연료필터 케이스 하부에 소량의 검정 이물질과 연료가 존재하였으나, 연료필터에서는 이물질이 검출되지 않았다.

연료조절기는 정상위치에 장착되어 있었고, 조절기에 연결되어 있는 도관을 분리할 때 투명한 잔류연료가 흘러 나왔다.

자석식 금속탐지기(MCD)는 모래 등 이물질에 의해 오염되어 있었으나, 오일필터는 정상적인 것으로 확인되었다.

1.16.6 엔진 종합검사 결과

우리 위원회와 미국 항공사고조사당국(NTSB)과 합동으로 엔진분해 정밀조사 결과, HL9157은 추락 순간까지 엔진은 정상적으로 작동하였으며, 내외부의 손상은 추락 시 충격에 의한 2차 손상으로 확인되었다.

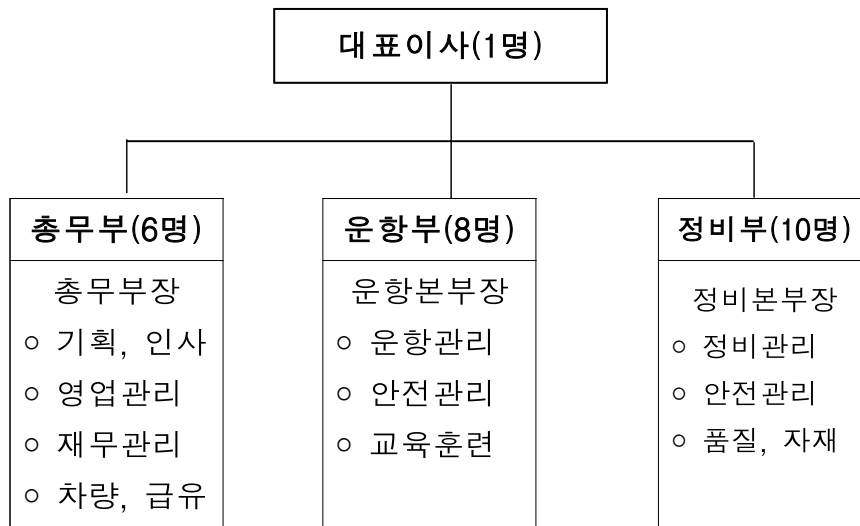
1.17 조직 및 관리 정보

(주)유비에어는 2010년 10월 법인사업등록, 2011년 1월 항공기사용사업자로 등록하여 산불진화, 화물운반, 항공방제, 항공촬영, 고압선 선로점검 및 애자세정 등의 업무를 주로 수행하였다.

유비에어는 대표이사 아래에 총무부, 운항부, 정비부로 구성되어 있고, 회사는 총 5대⁴⁹⁾의 헬리콥터를 보유하고 있었다.

49) KA32A 1대, BELL407 1대, BELL214 1대, H369D 2대

유비에어의 조직도는 [표 6]과 같다.



[표 6] 유비에어 조직도

총무부는 기획, 인사, 영업, 재무관리, 차량 및 급유 업무를 담당하며, 총무부장은 회사 내 제반 행정업무를 전반적으로 관리하고 있다.

운항본부장은 운항업무에 대한 제반계획을 수립하고 관리하며, 운항관련 안전교육 실시, 안전저해요인 도출 대책강구, 임무형조종술 표준화, 운항규정 관리 등 비행안전에 관련된 전반적인 부분을 총괄하고 있다.

정비본부장은 정비그룹 책임자로서, 적절한 시설확보, 항공관련 규정을 준수 할 수 있는 교육, 장비, 자재 및 인력확보, 항공기 정비, 검사 및 장비 보급 등을 총괄하고 있다.

1.18 추가정보

1.18.1 화물 내림지역 지형 및 환경

화물 내림지역은 소요산 등산로 남쪽방향 칼바위 능선으로 바위 절벽이 60°정도로 경사진 곳이다. 항공기 진입경로는 20~30년 정도의 높이

13~14m, 지름 20~30cm 참나무와 소나무 등이 무성하게 자라고 있었다.

화물 내림위치는 소요산 정상으로부터 북서쪽으로 817m 정도 떨어진 칼바위 능선으로 주변 소나무와 각종 나무로 인해 화물을 내리기에 매우 협소한 공간이었다.

화물 내림지역의 접근경로는 수풀이 우거진 초여름의 계절적 요인으로 조종사가 지형을 식별하기 어렵고, 항공기 위치나 고도를 시각적으로 참고할만한 참고점이 없는 지형환경이었다.

1.18.2 조종사 및 목격자 진술

1.18.2.1 기장

위원회는 사고 이후 비행과 관련한 기장의 진술을 확보하기 위해 사고 직후와 보고서 작성 최종 마무리 단계 등 여러 차례에 걸쳐 기장과의 인터뷰를 시도하였으나, 기장은 사고가 발생했던 칼바위능선으로 2차 화물운반을 위한 이륙 후부터 추락할 때까지의 상황에 대하여 전혀 기억이 나지 않는다고 진술하였다. 결과적으로 이번 사고원인에 대해 직접적으로 확인할 수 있는 기장의 진술은 확보할 수 없었다.

1.18.3.2 부기장

HL9157 항공기 우측좌석에 탑승하여 비행 감시 조종사 역할을 수행한 부기장은 다음과 같이 진술하였다.

- 기장은 외부화물운반을 위해 비행을 하면서 화물 내림위치로부터 5Km전, 1,800~1,900ft의 고도에서 강하조작을 시작하였고, 화물 내림 위치를 좌측 전방에 시야를 두고 슬립 조작으로 접근하였다.
- 기장은 내림위치에 대해 현장안전유도요원과 교신하였고, 부기장은 접

근 시 사주경계를 실시하면서 항공기의 속도, 고도, 엔진 및 동력용 계기를 지속적으로 호창하며 항공기 상태를 기장에게 알렸다.

- HL9157의 외부화물은 1.8톤 정도로 접근 중에 항공기 동력에는 제한이 없었으며, 바람은 3~4노트 미만의 좌측풍이 불었으나 비행에는 전혀 영향을 주지 않았다.
- HL9157이 화물 내림위치에 거의 도착하였을 때, 항공기가 갑자기 우측후방으로 쏠리면서 추락하였고, 추락 중에 주 회전날개가 나무를 “탁탁탁” 치는 소리가 들리면서 의식을 잃었다.

1.18.2.3 현장안전유도요원

화물 내림위치에서 항공기 접근유도와 현장안전통제를 담당했던 현장안전유도요원은 “HL9157이 접근할 때 화물 내림위치 확인을 위해 기장과 교신 후에 헬리콥터 하강풍의 영향이 없는 바위 아래로 대피하여 대기하였다. 그러나 HL9157이 접근 시, 헬리콥터의 하강풍으로 접근하는 항공기와 화물은 확인하지 못하였다”고 진술하였다.

또한, HL9157은 칼바위 능선에서 1차 화물을 내릴 때 장소가 협소하여 화물 내림위치에서 오랫동안 제자리비행을 하며 화물을 내렸다고 하였다.

1.18.2.4 현장인부

화물 내림위치에서 HL9157을 지속적으로 지켜보던 현장인부의 진술에 따르면 “HL9157은 1차 접근보다 약간 낮게 접근하는 듯하였고, 화물 내림위치로 거의 도착하여 잠시 멈추는듯하더니 갑자기 3~4미터 우측후방으로 이동하면서 추락하였다”고 하였다.

1.18.3 화물공수 임무

유비에어 운항규정⁵⁰⁾에는 화물공수에 대한 현장안전유도요원 임무, 기장의 임무와 항로선정, 단계별 임무 수행절차에 대해 설명하고 있다.

1.18.3.1 지상안전 및 현장안전유도요원의 임무

지상안전 및 현장안전유도요원은 유비에어 운항규정, 비행교범 및 정비교범에 정하는 비행준비와 제반비행에 대하여 해 분야에 대한 책임을 지며 기장을 보좌한다. 유비에어 운항규정 제7장 7-2-3 지상안전 및 유도요원의 임무는 다음과 같다.

- 화물공수장비 보존관리 및 운용
- 화물의 중량, 강도, 크기 및 무게중심을 고려한 탑재 및 배치
- 화물의 결속 및 해체
- 화물공수지역에서 항공기의 화물유도, 적재 및 하역
- 비행 중 공수장비 고장 시 조치
- 지상안전저해요인 제거
- 항공기 유도

1.18.3.2 기장의 임무

화물운반 시 안전한 화물운반을 위해 기장은 최적의 항로선정과 단계별 수행절차를 준수하도록 비행절차⁵¹⁾가 마련되어 있다.

최적의 항로 선정을 위해서 기장은 인양(Sling)에 의하여 화물을 운반하는 경우에는 화물의 크기나 형태, Pick-up 및 Drop 지역의 상황, 현지의 지형 및 기상상태, 긴급 시 화물의 투하 및 지상의 인명이나 물건에 위험을 초래하지 않도록 제반사항을 고려하여 판단하며, 해당 임무 조종사의 의견을 참고로 하여 최적의 항로를 결정하도록 하고 있다.

운항규정의 화물공수 시 단계별 수행절차는 비행 전 준비, 운항준비, 시동 전 점검, 시동 및 임무지역 이동, 착륙 전 점검, 임무협외 및 브리핑, 이륙 및

50) 유비에어 운항규정(2015.4.17.제정)

51) 유비에어 운항규정 7-2-35 비행계획의 작성, 1.항로의 선정

항로비행, 화물내림, 임무종료 전 확인사항 등 9개 단계로 구분되어 있다.

조종사가 수행 할 화물내림을 위한 화물공수 8단계 수행절차는 다음과 같다.

- 착륙 전 저공정찰 ①착륙안전성 ②풍향, 풍속 ③접근 및 이탈방향의 장애요소 ④화물 Drop 지점 확인 (인원, 장비, 안전성)
- 착륙접근 시 Cargo Hook- ARM(AGL 300')
- 지상 장애물로부터 안전고도 유지
- 유도요원 및 승무원의 유도신호에 의한 최종접근
- 안정된 조작으로 화물유동 및 지면 충격방지
- 화물 지면 접지 상태확인 후 Cargo Hook 개방
- 필요시 화물공수 장비회수

또한, 「회전익항공기를 위한 운항기술기준」⁵²⁾ 제4장 항공기사용사업에는 화물 운반과 관련하여 다음과 같이 규정하고 있다.

- 전방으로 비행 시 외부적재물이 위험하게 움직이며 떨어질 위험이 있는지 운항승무원은 항상 주시해야 하며, 외부적재물이 보이지 않을 경우 다른 운항승무원이나 지상직원이 도움을 주어야한다⁵³⁾.

- 회전익항공기 외부적재 운항과 관련한 회전익항공기 운용한계 등 운항규정 및 해당지역의 안전 사항에 대한 충분한 지식을 습득하여야한다⁵⁴⁾.

- 비상시 안전운항을 위한 외부적재화물 낙하에 대한 지식을 갖추어야한다⁵⁵⁾.

1.18.4 외부화물 인양장치 구성 및 분리

외부화물을 운반하기 위한 인양장치의 구성은 항공기와 직접 연결된 항공기 화물인양고리, 화물슬링, 2차 화물연결고리 그리고 화물자루로 되어 있다.

52) 국토교통부 고시, 발령번호: 제2016-52호, 발령일자: 2016.2.11., 시행일자: 2016.2.11.

53) 제4장 항공기 사용사업, 9.1.2 회전익항공기 외부적재 운항 바항

54) 제4장 항공기 사용사업, 9.1.3 회전익항공기 화물운송 운항승무원의 운항경험 나항

55) 제4장 항공기 사용사업, 9.1.3 회전익항공기 화물운송 운항승무원의 운항경험 다항

항공기로부터 화물자루까지의 길이확인은 HL9157의 배면에 장착된 화물인양고리로부터 화물하단까지의 실제길이를 측정하였다. 항공기 화물인양고리로부터 화물자루 하단까지의 총 길이는 31.5m이었고, 세부길이는 화물슬링 20m, 화물자루를 연결한 연결밴드 10m 그리고 화물자루는 1.5m이었다.

[그림 13]은 HL9157의 화물인양고리부터 화물하단까지의 총길리와 추락 후 발견된 화물연결 상태를 설명하고 있다.



[그림 13] HL9157 외부화물인양장치 구성 및 화물 길이

사고현장에서 발견된 화물슬링은 항공기에 부착된 화물인양고리에서 분리되어 있었고, 2차 화물연결고리는 화물과 연결된 상태였다.

화물인양고리의 분리는 전기적 방법과 기계적 방법이 있다. 전기적 방법은 조종사가 좌우측 사이클릭 조종간에 위치한 비상제거 스위치를 손으로 눌러 인양고리에 연결된 슬링을 분리하고, 기계적인 방법은 조종석 발판 페달 양쪽 중앙에 위치한 풋 스위치를 밟아 인양고리와 슬링을 분리할 수 있다.

1.18.5 유동력 실속(원형와류상태)⁵⁶⁾

비행 중 발생하는 헬리콥터의 유동력 실속이란 주 회전날개가 원형와류상태로 진입하여 항공기 동력이 있는 상태에서 침하하는 상황을 말하며, 원형와류는 항공기의 상승이 없는 상황 또는 수직강하 상태에서 항공기 동력의 20%에서 최대동력까지 수직강하 상태에서 발생될 수 있다.

원형와류상태에서 유동력 실속은 다음과 같은 상황에서 발생된다.

- 최소 300FPM의 수직 또는 거의 수직에 가깝게 강하
(실제적인 위험율은 총중량, 주로타회전속도, 밀도고도, 기타 잠재요인 등에 따라 다르다)
- 회전로타 시스템은 가용 엔진동력이 사용(20~100%)
- 항공기 속도는 유효전이양력⁵⁷⁾보다 적은 상황에서 유동력 실속이 발생
- 위 상황이 조합되었을 때 유동력 실속 상황은 증대됨

1.18.6 사고조사 과정 중 적용된 특별한 조사기법

HL9157의 사고조사와 관련된 특별한 조사기법 적용은 없다.

56) FAA-H-8083-21A Helicopter flying handbook chapter11 Helicopter Emergencies and Hazards

57) 유효전이양력(ETL, Effective Translational Lift): 헬리콥터가 수평으로 이동시 속도16~24 노트에서 공기흐름이 최대가 되며, 공기흐름이 수평으로 더 많이 흘러 양력증가와 항력 감소현상이 나타난다. 이러한 속도에서 추가로 얻어지는 양력을 유효전이양력(ETL)이라 함.

2. 분석

2.1 일반 사항

HL9157의 추락원인을 분석하기 위해 사고원인과 관련될 수 있는 기상 요소, 항공기 기체 및 엔진조사, 비행절차 분석, 유동력 실속 발생 가능성, 현장안전유도요원의 현장임무 그리고 기장의 비상절차에 대해 분석하였다.

2.2 기상 요소

기상관측소에서 측정된 당시 이륙장 및 화물 내림지역의 기상은 시정 10Km이상, 바람은 0.6 노트로 제한사항은 없었다. 부기장 진술에 따른 화물 내림현장 바람은 항공기 진입방향 좌 측풍 3~4노트 이하였으며, 돌풍이나 산악풍도 없었다고 진술하였다. 또한 현장에서 화물 내림준비를 하던 현장인부의 진술에서도 맑은 날씨에 바람은 거의 없었다고 하였다.

기상관측소에서 측정된 기상과 조종사의 진술을 토대로 HL9157은 돌풍이나 산악풍 등의 기상요소로 인해 발생 될 수 있는 사고원인과 관련된 요인은 없었던 것으로 판단되었다.

2.3 항공기 기체 및 엔진조사

부기장의 진술에서 추락 직전까지 항공기의 이상 징후 발생은 없었고, 주의 및 경고등도 점등되지 않았다고 하였다. 사고현장에서 확인된 20cm이상 굵기 소나무가 칼날에 베인 듯 잘린 모습은 회전하는 주 회전날개의 힘에 의해 발생된 것으로, 항공기가 추락 시까지 동력을 유지하고 있었음을 의미한다.

항공기 엔진정밀조사, 사고현장 잔해조사, 부기장의 진술 등을 종합하여 볼 때, 항공기가 추락 전에 기체나 엔진의 문제는 없었던 것으로 판단된다.

2.4 비행절차 분석

기장의 이륙지점부터 내림위치까지의 비행경로, 내림위치 진입경로, 비행고도, 지상 장애물, 조종사의 외부화물 확인, 고도인식 실패 원인, 목격자 진술, 유동력 실속의 가능성 등에 대해 분석하였다.

특히, 외부화물의 지상 장애물 충돌과 관련하여, 조종사가 화물 내림위치로 2차 진입 시에 지상 장애물을 인식하지 못한 원인에 대해 분석하였다.

2.4.1 화물 내림지역 접근 비행경로

HL9157는 1차와 2차 화물운반을 위해 소요산 남단의 동일한 비행경로를 이용하였으나, 화물 내림위치로 접근한 경로는 상이하였다. 화물내림을 위한 1차 진입경로는 지형과 장애물을 확인하면서 [그림 14]와 같이 내림위치 우측으로 크게 선회하면서 진입하였다.

그러나 2차 진입경로는 1차 접근 시보다 훨씬 안쪽으로 선회접근 하였으며, 2차 진입경로는 능선이 경사지고 지형을 식별하기 어려운 경로였다. HL9157은 2차 진입경로도 1차와 동일한 경로를 이용하거나, 장애물 등이 확인되지 않은 진입경로를 이용 시에는 장애물 회피를 위한 충분한 안전고도를 유지할 필요가 있었다.

기장이 1차와 다른 경로를 선택한 이유는, 1차 외부화물을 운반하면서 전체 지형을 숙지하였다고 생각하였고, 당일 마지막 화물운반이라 빨리 마치고 복귀 할 마음이 있었을 것으로 추정된다.

HL9157의 화물 내림위치, 1,2차 진입경로, 외부화물이 지상 장애물에 걸

린 지점과 추락지점은 [그림 14]와 같다.



[그림 14] 화물 내림위치 및 1,2차 진입경로

2.4.2 비행고도

HL9157은 칼바위 능선 화물 내림위치에 2차 화물을 운반하기 위해 화물 인양장소인 자유수호평화 박물관을 이륙하여 고도 2,000ft, 속도 80knots로 비행하였다.

HL9157은 칼바위 능선 5km 전에 화물 내림위치를 확인하고 고도 1,800~1,900ft에서 강하조작을 시작하였다.

화물 내림위치인 칼바위 능선의 고도는 1,520ft이고, 추락 시 화물이 걸린 지점의 고도는 1,466ft였다.

HL9157의 화물인양고리로부터 화물하단까지의 길이는 103.3ft로 사고현장의 소나무 높이 43ft를 고려하면, HL9157의 비행고도는 지상 장애물 회피를 위해 1,613ft 이상과 비상상황 발생 시 조치할 수 있는 추가 고도를 확보하고 비행 할 필요가 있었다.

화물 내림위치의 칼바위능선 고도는 1,520ft 이므로 화물을 내리기 위해 항공기 고도를 내리기 전까지는 장애물 회피를 위해 1,666ft 이상과 추가 고도를 확보하고 비행해야 한다.

HL9157은 1차 화물 내림위치로 접근할 때는 지형을 확인했지만, 2차 접근에는 1차와는 다른 경로를 진입하여 화물과 지상 장애물과의 고도 차이를 명확하게 인식하지 못한 것으로 판단된다.

HL9157은 외부화물이 지상 장애물보다 낮은 고도로 접근하여 지상 장애물 회피를 위한 안전고도를 유지하지 못하였다.

HL9157은 외부인양장치를 포함한 31.5m 길이의 외부화물을 매단 상태에서 급격한 경사지역을 통과하며 고도의 높낮이를 판단하기 어려웠고, 고도에 대한 착각이 발생하기 쉬운 환경에 접했을 것이다.

따라서, HL9157은 가파른 경사지 능선으로 외부 화물을 매단 상태로 접근 시 사전 정찰한 진입경로를 통해 비행하고, 장애물을 회피 할 수 있는 접근고도를 유지해야 했다.

2.4.3 고도 인식에 대한 환경적 요인

화물 내림위치는 경사가 60°이상의 급경사지로, 화물 내림위치일대 능선은 푸른 숲이 많고 지형이 비슷한 계절적, 환경적 요인으로 항공기의 위치를 판단하기 어려운 지형이었다.

HL9157은 비슷한 지형과 녹색의 나무들로 조합된 주위 환경적 요인으로 화물 내림위치까지 특징된 지형을 선정하거나, 중간 중간의 다양한 위치나 고도를 판단할 참고점을 선정하고 비행하기에 어려웠을 것으로 추정된다.

따라서 선정된 참고점을 기준으로 지상 장애물과 화물과의 높이를 인식하고 장애물을 회피하는 고도 인식에 실패하였다고 판단된다.

2.4.4 사고지역의 지상 장애물

항공기 외부화물이 나무에 걸린 지점은 13~14m 높이의 참나무와 소나무를 포함한 숲으로 우거진 지역이었다. 환경적 특성상 항공기 외부화물이 나뭇가지 등에 걸린 상태에서는 항공기 자체 동력사용으로 장애물에서 벗어나오기 어려우므로 즉각적인 화물투하를 해야 한다.

HL9157가 화물 내림위치에 거의 도달하여 갑자기 뒤로 3~4m 이동하면서 추락하였다는 목격자의 진술과 같이 화물은 지상 장애물인 나무에 걸린 상태에서 기장은 화물이 장애물에 걸린 상황을 인지하지 못하고 화물 내림 위치로 전진비행을 계속하였을 것으로 판단된다.

HL9157의 외부화물이 지상 장애물에 걸린 위치는 [그림 15] 와 같다.



[그림 15] 외부화물 지상 장애물에 걸림 위치

2.4.5 비행 중 외부화물 확인

사고위치의 칼바위 능선과 같이 참조점이 없는 지형환경에서 조종사는 더 많은 집중과 관심을 가지고 외부화물을 확인하며 비행해야 한다. 또한, 외부화물 운반 시 발생할 수 있는 비상상황에 대비하여 항공기에 장착된 반사거울이나 육안관찰을 통해 외부화물 상태를 지속적으로 확인해야 한다.

당시 HL9157은 화물 내림위치로 접근할 때 외부화물상태를 화물확인용 반사거울이나 직접 육안관찰 등을 통해 확인이 이루어졌어야 했다.

기장은 화물 내림위치를 좌측전방에 두고 좌측 슬립조작으로 접근비행을 하였다. 그러나 기장은 화물 내림위치를 시야 좌측에 두고 내림위치에 시선을 고정시키고, 조종에만 집중한 결과, 화물 이동위치와 상태확인에 대해서는 소홀해졌던 것으로 추정된다.

조종실 내에서 조종간을 잡지 않는 부기장은 감시임무 조종사로 항공기와 화물상태를 지속적인 확인이 되었어야 했다. 그러나 부기장이 화물을 지속적으로 확인하지 못한 상황은 기장이 조종간을 잡은 상태에서 화물 내림위치를 좌측전방에 두고 좌측 사이드슬립 조작으로 속도를 줄이는 과정이었다.

이러한 과정에서의 현상은 항공기 기수는 들리고, 기체 좌측부분은 아랫방향으로 내려가고 부기장 위치의 우측은 올라간 상태, 그리고 화물은 항공기 진행방향인 좌측으로 기울려진 상태이다. 이러한 상황에서는 우측좌석의 부기장은 화물 확인용 반사거울과 육안으로 화물을 확인하고 추적하기 어려웠을 것으로 판단된다.

2.4.6 현장 목격자 진술

현장에서 유도요원과 같이 작업하던 인부의 진술에서 “항공기 접근시 1차 접근보다 낮게 접근하였고, 화물 내림위치에 거의 도달하여 앞으로 전진 하다가 잠시 멈춘 상태에서 우측후방으로 밀리면서 추락했다”는 근거로 판단할 때 항공기는 지상 장애물인 소나무와 지상 나뭇가지에 걸린 이후 후미로 밀리면서 추락한 것으로 추정된다.

HL9157이 화물 내림위치에 접근할 때에 외부화물의 진행경로는 항공기의 비행경로보다 뒤에 있게 되었고, 외부화물이 지상 장애물에 걸리면서 항공기는 앞으로 나아가려고 하고, 지상 장애물에 걸린 외부화물은 지상 장애물에 걸린

위치에 있게 되어 항공기보다 뒤에 있게 된다.

HL9157가 앞으로 전진하다가 멈춘 것은 외부화물이 장애물에 걸린 상태에서 항공기는 지속적으로 앞으로 전진하여 화물슬링이 전방으로 팽팽하게 된 상황이었다.

HL9157가 화물슬링이 팽팽해진 상태에서 항공기가 잠시 정지되고 기장은 컬렉티브를 위로 적용하였으나, 항공기 필요 동력이 가용동력을 초과하여 화물이 장애물에 걸린 지점 방향인 우측후방으로 밀리면서 추락한 상황으로 판단된다.

2.4.7 유동력 실속 발생 가능성

헬리콥터가 산악지역에 최종 접근 시 흔히 발생하는 유동력 실속 발생 조건과 HL9157의 사고 관계성에 대해 분석하였다.

부기장은 HL9157이 외부화물을 매달고 화물 내림위치로 접근 시에 충분한 동력이 있었고, 산악과 등의 바람영향 없이 약간의 좌측풍으로 기상에 대한 문제는 없었다고 하였다.

헬리콥터가 비행 중에 유동력 실속이 발생하여 원형와류 형성에 의한 추락은 항공기 하중에 의해 거의 수직방향으로 추락되나, HL9157은 목격자의 진술과 같이 항공기가 앞으로 나아가다가 갑자기 후방 우측으로 밀리면서 추락된 것으로 직접적인 유동력 실속에 의한 추락으로 판단하기는 어렵다.

HL9157가 지상 장애물에 걸린 상태에서 조종사는 상황을 회피를 위해 동력을 과다하게 사용하여 항공기는 급속적인 침하현상이 확대된 것으로 판단된다.

2.5 현장안전유도요원

화물 내림위치의 현장안전유도요원은 항공기의 접근을 지속적 육안으로 확인하고, 항공기의 외부화물과 지상 장애물 등에 대한 정보를 항공기에 적극적으로 조언할 필요가 있었다. 현장안전유도요원은 화물 내림위치 확인을 위한 HL9157과 교신이 이루어 졌으나, 화물 내림위치 접근까지 육안으로 항공기 확인은 이루어지지 않았다.

2.5.1 현장안전유도요원의 화물유도 경험

소요산 칼바위 화물 내림위치의 현장안전유도요원은 2017년3월20일 유비에어에 입사 후 산악지역 화물유도를 실시한 경험이 없었다.

산악지역 화물현장에서 유도경험이 없었던 현장안전유도요원은 산악지역에서의 항공기 진입경로, 화물과 지상 장애물과의 안전고도 등 안전사항을 조종사에게 적절한 조언을 할 수 없었을 것이다.

산악지역에서의 항공기 유도는 특별한 주의가 요구되므로 숙련된 유도요원에 의해 이루어져야한다. 산악지역의 자연환경, 항공기 하강풍, 항공기 고도판단, 화물의 장애물 회피, 무선통신 요령, 화물 내림위치 조언 등 현장교육과 경험을 통한 현장안전전문가로서의 능력이 필요하다.

2.5.2 현장안전유도요원의 교육

현장안전유도요원에 대한 교육은 산불기간이나 화물기간 등에 집합이론교육이 사내에서 이루지고, 화물 현장에서는 임무시작 전 기장 주관 하에 안전교육이 이루어지고 있었다.

HL9157 화물유도의 경우, 현장안전유도요원은 입사 후 3개월이 되지 않았으며, 화물유도에 대한 전문적인 교육을 받지 못했다.

회사에서는 정비사나 회사내규로 채용된 현장안전유도요원에 의해 항공기 유도가 이루어진다. 그러나 유도요원에 대한 자격조건이나 별도 전문교육에 대한 근거는 마련되어있지 않았다. 유도요원에 대한 입사 후 전문교육, 직무훈련, 현장경험, 실질적인 안전교육 후 임무배치 등의 절차가 필요하다.

또한, 현장안전통제 및 항공기 유도를 위해서는 현장지형과 임무난이도에 따라 유도요원을 선별하여 배정하고, 유도요원에 대한 사전 충분한 별도 교육계획이 수립되어야 한다.

교육계획 수립 시 지상학 이론교육이외에 임무현장에서의 직무교육을 실시 후 현장안전유도요원으로 임명하고, 주기적 정기훈련을 실시하여야 한다. 이러한 제반사항은 운영규정에 포함되어 관리되고 운영되어야 할 필요가 있다.

현장안전유도요원에 대한 전문적인 교육을 위해서는 운항기술기준이나 운항증명 발급 시 요건 등에 현장안전유도요원에 대한 세부 교육사항과 현장훈련 내용을 포함한 전문교육을 실시하는 방안도 필요하다.

2.6 화물 결림에 대한 비상절차

화물운반 비행 시 비상절차는 항공기 기체나 엔진의 문제로 항공기를 안전하게 착륙시키기 위한 비상절차와 외부, 환경적 요인으로 발생할 수 있는 인위적 화물투하 등의 비상절차로 구분할 수 있다.

HL9157과 같이 기체문제가 아닌 외부 환경적 요인에 의해 발생한 비상상황에 대해 즉각적인 비상절차가 필요하였다. 외부화물이 지상 장애물에 걸렸을 때 기장의 조치로 항공기로부터 즉각적인 외부화물의 제거 및 현장이탈에 대한 비상조치가 이루어졌어야 했다.

HL9157의 비상절차가 적절하게 이루어지지 못한 원인으로, 화물 내림위

치로 접근조작중 화물이 지상 장애물에 걸렸다고 조종사가 인지한 시기가 너무 늦었거나 인지하지를 못하였다. 기장은 화물이 지상 장애물에 걸린 것을 인지하지 못한 상황에서 지속적 전진비행을 하였고, 장애물에 화물이 걸린 슬링상태에서 지속적 동력사용으로 항공기의 이용가능 동력을 초과하였다.

외부화물제거 방법은 화물인양고리를 통한 화물슬링을 포함하여 제거하는 방법과 2차 화물연결고리를 통한 화물제거 등 두가지 방법이 있다.

HL9157은 사고현장에서 항공기 화물인양고리로부터 화물슬링이 제거된 상태로 발견되었다. 항공기의 화물인양고리와 화물슬링이 분리된 것은 조종사가 인위적으로 화물제거스위치를 눌러 화물을 분리하였거나, 추락하는 도중 충격에 의해 분리되었을 가능성도 있다.

그러나 HL9157의 2차 화물연결고리는 슬링과 화물이 연결되어있는 상태로 발견되었다. 이것은 조종사가 화물 제거스위치를 통해 직접적으로 제거하지 않았으며, 화물이 장애물에 걸렸음을 인지하지 못했음을 의미한다.

또한, 잔해 현장에서 화물이 떨어진 위치를 분석하면, 항공기는 화물이 걸린 지점으로부터 5.5m 아래 바위에 부딪쳤고, 동체는 충격지점으로부터 45.3m 아래에서 정지되었으며, 화물은 동체잔해로부터 15m 아래에 위치하고 있었다.

화물이 떨어진 잔해의 위치와 화물인양고리 분리 등의 각종 분석으로 볼 때 HL9157은 추락도중 항공기가 구르는 과정에서 화물인양고리가 분리되었고, 조종사의 비상조치는 적절하게 이루어지지 않은 것으로 판단된다.

2.7 비상절차 교육

HL9157은 외부화물이 지상 장애물에 걸린 것을 늦게 인지한 것으로 보

이며, 인지를 했다면 즉시 외부화물을 제거하고 현장을 이탈하여 위험상황을 회피했어야 했다. 즉 화물제거에 대한 비상절차와 항공기 위험현장이탈절차가 적절하게 이루어지지 않았던 것으로 판단된다.

기장의 비상절차에 대한 교육으로 항공기 엔진정지 등 비상절차 교육은 정기훈련을 통해 실시⁵⁸⁾하였다. 그러나 외부화물 운용 간 비상시 화물투하절차 등에 대한 비상절차 교육은 확인되지 않았다.

조종사는 화물운반 시 발생할 수 있는 각종 우발상황에서 즉각적으로 대처할 수 있는 비상조치 훈련이 요구된다. 조종사에 의한 항공기 화물인양고리를 통한 화물제거와 2차 화물연결고리를 이용한 화물제거 방법 절차 훈련 그리고 화물제거 후 현장이탈에 대한 훈련도 주기적으로 이루어져야 할 필요가 있다.

58) 유비에어 운항규정, 5-4-1 조종사훈련 및 심사, (정기훈련, 2017.1.10., 비상절차비행 2시간실시)

3. 결론

3.1 조사 결과

1. HL9157은 화물운반을 위해 동두천 평화수호박물관을 이륙하여 소요산 칼바위 능선에 화물을 내리기 위해 접근 중 외부화물이 지상 장애물에 걸려 추락하였다.
2. HL9157은 동두천시에서 시행하는 소요산 등산로 정비작업 공사자재 운반을 위해 소요산 자유수호박물관에서 외부화물을 인양하여 소요산 칼바위 능선으로 운반하는 비행 중이었다.
3. 이사고로 항공기는 전파되었고, 조종사 2명은 중상을 입었다.
4. 승무원은 운항에 필요한 자격을 유지하고 있었으며, 비행에 영향을 줄 수 있는 의학적 병리학적 요인은 발견되지 않았다.
5. HL9157은 항공법령 및 규정절차에 따라 적법하게 항공기 등록증명서, 감항증명서, 운용한계지정서, 소음기준적합증명서 및 무선국허가서를 받았다.
6. HL9157은 운항에 필요한 보험에 가입되어 있었고, 사고 당시 유효기간 내에 있었다.
7. 탑재용항공일지에 사고 전 3개월까지 7건의 부품교환 기록이 있었으나 안전 운항에 영향을 미칠만한 결함사항은 발견되지 않았다.
8. 기상관측소에서 측정된 기상은 시정 20km이상, 바람은 0.6노트로 거의 무풍상태였고, 조종사는 기상에 의한 영향은 전혀 없었다고 하였다.
9. HL9157은 비행기록장치 및 음성기록장치는 장착되어있지 않았으며,

항공안전법에 따라 설치의무가 요구되지 않았다.

- 10 잔해는 HL9157가 칼바위 능선 아래로 구르는 과정에서 주요 부품들이 전방동체로부터 분리되어 동체주위 반경 15m이내에 흩어져 있었다.
11. HL9157가 추락되면서 소나무가 칼에 베인 듯 잘렸고, 다른 나무들도 잘리거나 부러져 있었다. 이 현상은 주 회전날개에 의한 것이고, 추락할 때 까지 항공기 동력이 유지되고 있었음을 의미한다.
12. 위원회는 HL9157의 엔진을 제작사로 보내어 미국 항공사고조사당국 입회하에 정밀분해 검사를 하였으며, 정상작동 한 것으로 판명되었다.
13. 화물 내림위치는 동두천 소요산 등산로 남쪽방향 칼바위 능선으로 60도 경사진 암석지대 절벽으로 되어있었다.
14. 화물 내림지역은 지형을 식별하기 어려운 초여름의 수풀이 우거진 지역으로 조종사가 참고할만한 참고점이 없었다.
15. 기장은 항공기 조종을, 부기장은 비행감시 임무를 담당하였으며, 화물 내림위치로 진입은 1차와는 다른 경로의 짧은 선회접근을 하였다.
16. 기장은 화물 내림위치를 좌측면에 시야를 두고 슬립조작으로 접근하였으며, 낮은 고도로 접근하여 외부화물이 지상 장애물에 걸렸다.
17. 화물이 걸림 위치의 고도는 1,466ft, 화물 길이 103.3ft, 현장의 나무 43ft를 고려하면, HL9157은 장애물 회피를 위해 1,613ft 이상의 비행 고도와 비상상황에 대비한 추가 안전고도를 유지했어야 했다.
- 18 현장안전유도요원은 현장파견 전 안전교육은 받았으나 산악유도 경험이 없었고, HL9157가 화물 내림위치로 접근 할 때 외부화물과

장애물과의 고도 등에 대한 조언이 지속적으로 필요하였다.

19. 현장안전유도요원에 대한 의무 교육사항이 없어 직무훈련, 정기교육 등 규정에 따른 전문교육이 필요하고, 운항증명 발급 시 위 내용이 포함되어야 한다.
20. 기장은 좌측 슬립조작으로 내림위치에만 시야를 확인하며 화물 내림 위치 확인과 조종에만 집중하여 외부화물 확인에 대해서는 소홀했던 것으로 판단된다.
21. 화물 내림위치로 접근조작중 화물이 지상 장애물에 걸렸고 조종사가 인지한 시기가 너무 늦었거나 인지를 하지 못하였다.
22. 항공기 화물인양고리와 슬링은 추락하는 도중 충격으로 분리되었고, 화물과 2차 화물연결고리는 연결되어 있었다.
23. 외부 화물운용 시 발생할 수 있는 비상상황에 대비하여 즉각적인 비상조치와 현장이탈 절차 등의 비상절차 훈련이 필요하였다.

3.2 원인

항공·철도사고조사위원회 사고의 원인을 「화물을 내리기 위해 접근 중 외부화물이 지상 장애물(나무)에 걸려 추락하였다」로 결정한다.

또한, 이 사고의 기여요인을 다음과 같이 결정한다.

1. 조종사는 화물을 내리기 위해 접근 중 외부화물과 지상 장애물간의 고도 판단을 적절하게 확인하지 못하였다.
2. 항공기 접근 시 지상 현장안전유도요원의 장애물 회피를 위한 적절한 조언이 이루어지지 않았다.
3. 조종사는 외부화물이 지상 장애물에 걸렸을 때 외부 화물제거 및 현장이탈을 위한 비상절차를 수행하지 못하였다.

4. 안전 권고

2017년 6월 13일 경기도 동두천시 소요산에서 발생한 유비에어 소속 헬리콥터의 사고조사 결과에 따라 위원회는 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

4.1 (주)유비에어에 대하여

1. 조종사, 정비사, 현장안전유도요원 등에게 외부화물운반에 대하여 현장 실습교육(OJT)을 포함한 교육계획을 수립하고 교육할 것(AAR-1702-1)
2. 외부화물운반 시 발생할 수 있는 비상상황에 대한 비상절차훈련 방안을 마련하고 주기적으로 소속 조종사들에게 훈련을 실시할 것(AAR-1702-2)
3. 외부화물운반 임무난이도와 환경에 따라 적합한 현장안전유도요원이 배치되도록 할 것(AAR-1702-3)

4.2 지방항공청에 대하여

1. 헬리콥터로 외부화물 운반하는 운영기관(업체)에 대하여 현장안전유도요원 교육계획을 확인하고, 이행여부에 대하여 감독할 것(AAR-1702-4)

4.3 항공정책실에 대하여

1. 현장안전유도요원에 대한 교육훈련 요건 등을 운항기술기준 등에 추가할 것(AAR-1702-5)