

경량항공기 사고조사 보고서

엔진정지로 인한 비상착륙 중에 항공기 대파
(주)에모항공

CH-601HDS, HL-C117

경기도 화성시 신석면 궁평유원지 해변

2014. 6. 26. 15:57경



2015. 2. 27.



항공·철도사고조사위원회

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.

경량항공기 사고조사 보고서

항공·철도사고조사위원회. 엔진정지로 인한 비상착륙 중에 항공기 대파, (주)예모 항공, HL-C117, 경기도 화성시 신석면 궁평유원지 해변, 2014년 6월 26일, 경량항공기 사고 조사보고서, ARAIB/LAR1402, 대한민국, 세종특별자치시.

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공·철도사고조사를 위한 정부기구이며, 「항공·철도사고조사에 관한 법률」 및 「국제민간항공조약」 부속서 13에 따라 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 다솜 2로 94, 국토교통부 5동 603호,

우편번호: 339-012

전화: 044-201-5447

팩스: 044-201-5698

전자우편: araib@korea.kr

홈페이지: <http://www.araib.go.kr>

차 례

엔진정지로 인한 비상착륙 중에 항공기 대파	1
제목, 개요	1
1. 사실 정보	2
1.1 비행 경위	2
1.2 인명 피해	4
1.3 경량항공기 손상	4
1.4 기타 손상	4
1.5 인적 사항	4
1.5.1 교관조종사	4
1.5.2 학생조종사	5
1.6 경량항공기 정보	6
1.6.1 경량항공기 일반	6
1.6.2 연료공급 계통	7
1.6.3 경량항공기 이력	9
1.7 기상 정보	10
1.8 항행안전시설	10
1.9 통신	10
1.10 이착륙장 정보	10
1.11 비행기록장치	11
1.12 잔해 및 충격 정보	11
1.13 의학 및 병리학적 정보	13
1.14 화재	14
1.15 생존 분야	14
1.16 시험 및 연구	15
1.17 조직 및 관리 정보	17
1.18 추가 정보	18

2. 분석	19
2.1 일반사항	19
2.2 조종사 요인(교관조종사)	19
2.3 잔해분석	21
3. 결론	23
3.1 조사결과	23
3.2 원인	25
4. 안전권고	26
4.1 대한민국항공회 및 한국경항공협회에 대하여	26
4.2 교통안전공단에 대하여	26
4.3 지방항공청에 대하여	26

엔진정지로 인한 비상착륙 중에 항공기 대파

- 경량항공기 소유자: (주)예모항공
- 경량항공기 형식 및 등록기호: CH-601HDS, HL-C117
- 경량항공기 엔진 형식: ROTAX 912ULS 1)
- 발생장소: 경기도 화성시 신석면 궁평유원지 해변
(N 37° 07' 42" E 126° 40' 57")
- 발생일시: 2014년 6월 26일 15시 57분경(한국시간)²⁾

개요

2014년 6월 26일 14시 45분경 (주)예모항공³⁾(이하 “예모항공”이라 한다) 소속의 경량항공기 CH-601HDS, HL-C117(이하 “HL-C117”이라 한다)가 비행훈련을 위하여 경기도 화성시 송산면 어섬 경량항공기 이착륙장(이하 “어섬이착륙장”이라 한다)을 이륙하여, 화용방조제 상공 1,000피트부터 2,000피트 사이에서 직선 비행 및 좌우 선회 비행 등의 비행훈련 실시 후 어섬이착륙장으로 귀환 도중 궁평항 상공에서 엔진이 정지되어 인근 궁평유원지 해변으로 15시 57분경 비상착륙 하였다. HL-C117이 지면에 충격 및 크게 바운싱(bouncing)된 후 떨어지는 과정에서 대파 되었다. 교관조종사는 경상을 입었으며 학생조종사는 중상을 입었다. 중상을 입은 학생조종사는 119 응급 헬리콥터로 즉시 수원 아주대학병원으로 후송되었다.

항공·철도사고조사위원회는 이 사고의 원인을 「교관조종사가 비행준비 시에 연료량 점검 및 비행 중 연료계기판 확인을 소홀히 하여 연료고갈로 인한 엔진 정지」로 결정하였다.

이 사고의 기여요인은 교관조종사 및 학생조종사의 ①비행훈련 준비절차 미흡 ②비행 전 비행일지를 확인하지 않는 습관으로 결정하였다.

위원회는 이 사고조사 결과에 의거 대한민국항공회 및 한국경항공협회에 2건, 교통안전공단에 2건, 서울지방항공청에 1건의 안전권고를 발행한다.

1) 엔진형식: 오스트리아 BRP-Powertrain사의 ROTAX 912ULS

2) 본 보고서의 모든 시간은 한국시각(국제표준시각 +9) 임

3) 2001년 4월 13일 사업자 등록: 경량항공기 조립 및 운수관련 서비스사업(법인등록번호: 134811-0059065)

1. 사실정보

1.1 비행경위

2014년 6월 26일 14:45경 HL-C117이 학생조종사 비행훈련을 위하여 경기도 화성시 송산면 고포리 어섬이착륙장에서 이륙하였다.

HL-C117은 [그림 1]과 같이 전곡항과 궁평항 상공을 지나 화옹방조제 상공 1,000피트와 2,000피트 사이에서 직선 비행 및 좌우 선회 비행 등 약 65분간의 비행훈련을 마치고 복귀를 결심하여 어섬이착륙장으로 돌아가던 중 궁평항 부근 상공에서 엔진이 정지되어 궁평유원지 해변에 비상착륙을 시도 하였다.

비상착륙 중에 지면에 강하게 충격되었으며, 착륙활주가 불가능하였고 왼쪽 날개가 먼저 지면에 부딪치고 한번 크게 바운싱(bouncing)하여 떨어지면서 그 충격으로 항공기가 지상에서 급격히 왼쪽으로 90도 회전하였고 그 결과로 항공기는 대파 되었으며 교관조종사는 경상을 입었고 학생조종사는 중상을 입었다.

교관조종사의 진술에 의하면 궁평항 1,000피트 상공에서 엔진정지로 인하여 조종을 이양 받았고 교관조종사는 프로펠러는 회전하고 있었으나 출력조절이 안된다고 판단하였으며 연료 부스터 펌프 작동, 연료선택 밸브 좌우 선택 등을 조작하였으나 엔진 출력의 변화가 없었다고 하였다.

엔진 재시동을 위하여 점화 스위치(ignition switch)를 작동하였으나 엔진 재시동이 불가능 하였다. 교관조종사는 더 이상 비행이 불가하여 비상착륙이 필요하다고 판단하였고, [그림 2]와 같이 오른쪽에 보이는 궁평유원지 해변으로 180도 우선회하여 해안선과 평행하게 비상착륙 하기로 결심하였다.

교관조종사의 진술에 의하면 해안선 접근속도는 80mph 이었고, 우선회시의 속도는 70mph이었으며 최종 지면접지 당시의 속도는 60mph 이었다. 이 비행기의 조종사운용교범(POH, Pilot Operating Handbook)에 의하면 이륙 및 접근속도

는 70mph, 착륙속도는 60mph, 실속속도는 48mph로 비상착륙을 위한 접근속도 및 착륙속도는 적정하였던 것으로 보였다.

HL-C117은 15:57경 최종 지면 접지를 위하여 기수 들림 조작 중에 기체가 강하게 지면에 충격되어 착륙 활주는 이루어지지 않았으며 기체는 대파되었다.



[그림 1] HL-C117 비행경로



[그림 2] 사고지점 지형도

1.2 인명피해

피해 정도	승무원	승객	기타
사 망	0	0	0
중 상	1	0	0
경상/무피해	1/0	0	0
계	2	0	0

[표 1] 인명 피해 현황

이 사고로 교관조종사는 손과 머리에 찰과상을 입은 경상이었고, 학생조종사는 왼쪽 갈비뼈가 부러지면서 폐를 손상시키는 증상을 입었다.

1.3 경량항공기 손상

HL-C117은 접지 시의 충격으로 좌우측 주 날개와 동체 꼬리부분, 꼬리 날개와 수평안정판이 심하게 파손 또는 일부 탈락 되었으며, 주 착륙장치는 45도 정도 안쪽으로 구부러진 상태였으며, 조종실 방풍창은 깨어지고, 프로펠러도 3개 중 2개가 부러지는 손상을 입었다.

1.4 기타 손상

HL-C117 이외에 기타 손상은 없었다.

1.5 인적사항

1.5.1 교관조종사

교관조종사(53세, 남)는 경기도 김포시에서 가족과 함께 거주하고 있으며, 예모항공 비행팀장으로 예모항공의 실질적인 관리와 운영을 담당하고 있었으며, 동호인 모임인 비행클럽 운영도 주도하고 있었다.

교관조종사는 2010년 7월 2일 교통안전공단으로부터 경량항공기 조종사면허를 취득하였으며, 한정사항은 타면조종형비행기 조종사자격증명⁴⁾과 조종교육증명(타면)⁵⁾이었다. 그리고 2006년 4월 25일 한국무선국관리사업단으로부터 취득한 항공무선통신사 자격증⁶⁾을 보유하고 있었으며, 신체검사증명은 자동차 운전면허증으로 대체하였고, 그 동안 비행과 관련하여 당국으로부터 행정처분을 받은 기록은 없었다.

교관조종사의 사고발생 72시간 이전 행적은 사고발생 3일 전인 6월 23일 오전에는 비행클럽에서 일반적인 업무를 보고 있었으며, 17시 경에는 활주로 말단에서 제초작업을 하였다.

2일 전인 6월 24일 오전에는 비행클럽 사무실 청소를 하였으며, 오후 14시에는 어섬 사무실에서 개최된 "소형항공기 내비게이션 시스템 개발 보고회"에 참석하였다.

사고 하루 전인 6월 25일 오전에는 일상적인 업무를 보았으며, 오후에는 예초기를 이용하여 활주로 및 진입로 제초작업을 실시하였다. 교관조종사는 음주나 약물을 복용한 사실이 없다고 진술하였다.

1.5.2 학생조종사

학생조종사(62세, 남)는 광주광역시에서 개인 사업을 하며 가족과 같이 살고 있었으며, 취미 활동으로 경량항공기 조종교육을 받고 있었다.

학생조종사의 사고발생 전 72시간 행적은 사무실과 집을 오가고 같이 일하는 직원 및 일부 고객을 만나서 사업 관련한 협의를 한 것 외에 특별하게 주목할 만한 활동은 없었다고 하였으며, 학생조종사는 평소에도 개인적으로 음주 등을 하지 않는다고 진술하였다.

4) 타면조종형비행기 조종사자격증명: 15-000381 (2010.07.02.)

5) 조종교육증명(타면): 15-000381 (2010.07.02.)

6) 항공무선통신사 자격증: 06-34-1-0055 (2006.04.25.)

1.6 경량항공기 정보

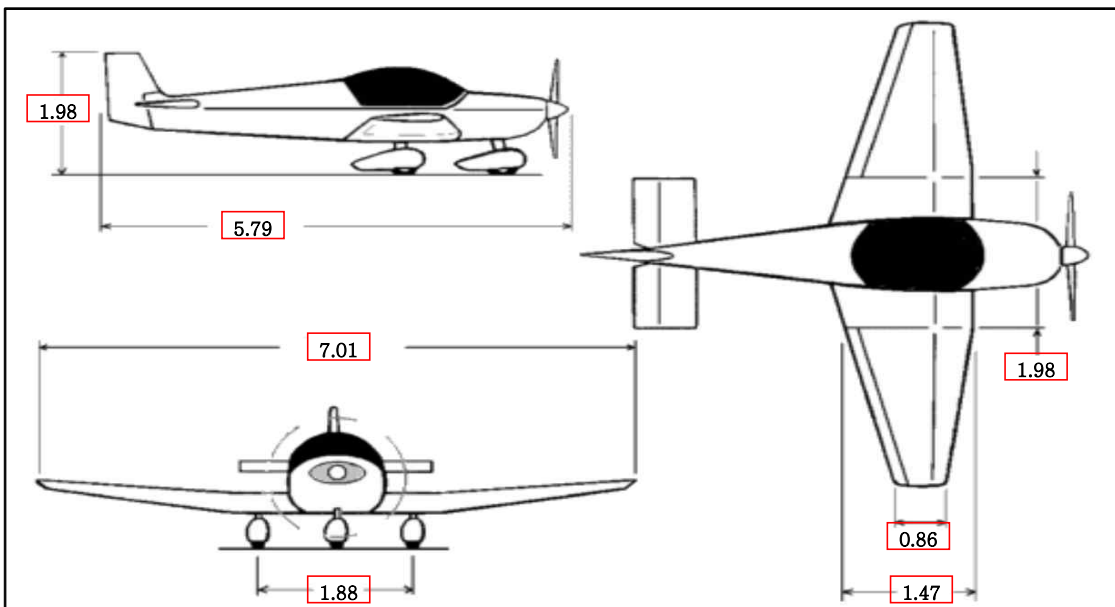
1.6.1 경량항공기 일반

HL-C117은 항공법 시행규칙 제13조의2에 따라 자체중량이 115kg을 초과하고 다음 기준에 적합한 타면조종형비행기이다.

- 최대이륙중량이 600킬로그램(수상항공기의 경우 650킬로그램)이하
- 최대 연속출력에서의 최대수평비행속도가 120노트 이하
- 최대 실속속도 또는 최소 정상비행속도가 45노트 이하
- 조종사 좌석을 포함한 탑승 좌석이 2개 이하
- 단발 왕복엔진 장착
- 조종석은 여압이 되지 않을 것
- 비행 중에 프로펠러의 각도를 조정할 수 없을 것
- 고정된 착륙장치를 장착할 것

HL-C117 타면조종형비행기의 외형치수는 [그림 3]과 같다.

(단위: m)



[그림 3] HL-C117 타면조종형비행기 외형 치수

HL-C117은 미국 Zenith Aircraft Company의 “Super ZODIAC CH-601HDS” 형식이며, 오스트리아 BRP-Powertrain사의 ROTAX 912ULS 형식의 100마력 4-행정, 4-실린더 왕복엔진 1 대가 장착되어 있었다.

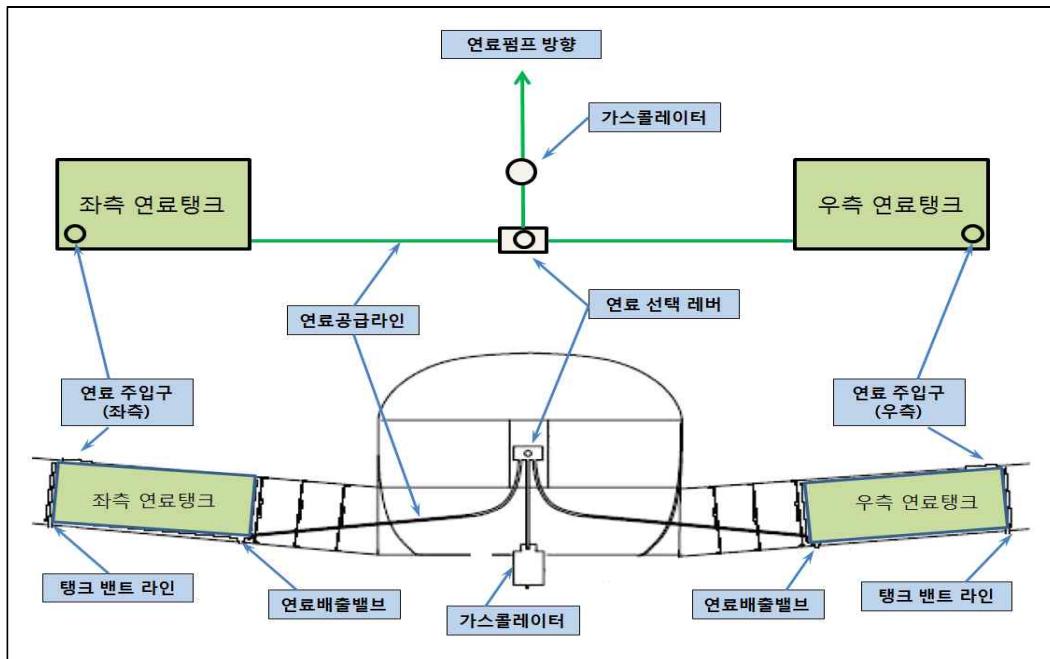
HL-C117의 제원과 성능은 [표 2]와 같다.

최대이륙중량	최대착륙중량	자중	유상하중
540kg	540kg	268kg	275kg
연료 탑재량	연료 소모량	항속시간	설계운용속도
60리터	16.2리터/시간	3.7시간	217km/h
순항속도	항속거리	길이	넓이
177km/h	796km	5.79m	7.01m
높이	이륙활주거리	착륙활주거리	운용고도한계
1.98m	170m	170m	10,000피트

[표 2] 비행기 제원 및 성능

1.6.2 연료공급 계통

HL-C117의 연료계통도는 [그림 4]와 같다. 주 날개의 좌·우측에 각각 30리터 용량의 연료탱크가 장착되어 있다. 각 연료탱크 윗면의 가장 높은 곳에 연료 주입구가 있다. 연료탱크의 가장 낮은 곳에는 연료배출밸브(fuel drain valve)가 위치하고 있다. 탱크 벤트 라인(tank vent line)은 탱크 상부의 연료 주입구 근처에서 시작하여 주 날개 아래 방향으로 배출된다. 각 탱크에 저장된 연료는 연료 선택 레버(fuel selector lever)의 선택에 의해 연료공급라인(fuel supply line)을 통해 연료펌프로 공급된다. 연료가 연료펌프로 공급되기 직전 연료에 포함된 수분을 제거하기 위하여 연료계통의 가장 낮은 곳에 가스쿨레이터(gascolator)가 장착되어 있다.



[그림 4] 연료공급 계통도

[그림 5]와 같이 연료는 두 조종석 사이에 위치한 연료선택 레버에 의해 연료 펌프로 공급된다. 선택위치는 좌측탱크(LEFT), 우측탱크(RIGHT) 또는 연료차단 (OFF) 위치 등 3가지를 선택할 수 있으며, 연료선택 레버를 좌측탱크와 우측탱크 사이에 놓으면 양쪽 탱크(both)로부터 연료가 공급된다.

HL-C117의 조종석 계기판은 [그림 5]와 같으며 연료량을 나타내는 계기는 계기판 중앙에 위치하고 있다. 2개의 계기는 각각 좌측탱크와 우측탱크의 연료량 상태를 독립적으로 지시한다. 연료량 계기는 아날로그 형식의 계기이며 연료가 가득 찬 상태(30리터)를 1, 절반 남은 상태(15리터)를 1/2, 연료고갈 상태를 0로 눈금을 각각 표시한다. 일반적인 경량항공기와 마찬가지로 HL-C117기에는 별도의 저 연료(low fuel) 경고장치가 마련되어 있지 않았으며, 다만 연료량 계기판의 최저연료 눈금 근처에 적색으로 저 연료 경고 표식이 되어 있었다.



[그림 5] 조종석 계기판 및 연료량 계기

1.6.3 경량항공기 이력

HL-C117은 화성시 예모항공 소속으로 부품을 수입하여 조립하고 2003년 11월 1일 초경량비행장치로 등록하였으며, 2012년 7월 23일 경량항공기로 변경등록하였다.

HL-C117의 총 비행시간은 약 210시간이며 2013년 12월 11일 교통안전공단의 경량항공기 안전성인증검사를 합격한 이후부터 사고 발생 직전까지 약 46시간 25분 비행하였다. 이 HL-C117의 정기 정비점검 및 수시 정비점검은 유효한 정비사자격증⁷⁾을 동시에 보유하고 있는 교관조종사가 직접 점검하였다.

7) 경량항공기 정비사자격증: 면허번호 22-001682(2011.9.2.)

1.7 기상 정보

기상청 지상관측 자료에 의하면 사고 당일 16:00경 경기도 화성시 인근의 기상은 약한 연무로 시정 9km, 기온은 29℃, 약간 높은 구름이 조금 있었으며 바람은 서풍 약 5노트의 속도로 약한 바람이 불고 있었으나 비행훈련에는 지장이 없는 날씨였다.

1.8 항행안전시설

해당사항 없음

1.9 통신

해당사항 없음

1.10 이착륙장 정보

경기도 화성시 송산면 고포리에 위치한 어섬이착륙장은 시화방조제 조성으로 발생한 간척지의 공터를 이용하여 1995년경에 만들어졌으며, 활주로 방향은 13/31 이고 표고는 5피트이다. 길이와 폭은 350m x 15m로 갯벌이 말라서 딱딱해진 땅을 편편하게 고른 후 비포장 상태로 사용 되고 있었다.

어섬이착륙장은 예모항공기 학생조종사들의 비행훈련과 예모항공 비행클럽 동호인들이 비행하기 위하여 경량항공기 이착륙장으로 조성한 곳으로 항공법 개정(2014. 7. 15.)에 따라 항공법 제75조의2(이착륙장)에 의거하여 6개월간의 유예기간이 만료되는 2015년 1월 15일까지만 사용이 가능한 상태로써 어섬이착륙장이 있는 간척지는 농어촌공사 소유로 되어있다. 2014년 10월 27일

현장을 확인한 결과 현재 최근 국내에서 일어난 각종 안전사고와 궁평유원지 경량항공기 사고로 인하여 사고 직후 농어촌공사에서 기존의 이착륙장을 사용하지 못하도록 활주로 곳곳에 구덩이를 파 놓은 상태로 더 이상 경량항공기 이착륙장으로 사용할 수 없는 상태였다.

1.11 비행기록장치

해당사항 없음

1.12 잔해 및 충격 정보

HL-C117은 [그림 6] 및 [그림 7]와 같이 비상착륙 시 충격으로 왼쪽 날개는 날개 전면부가 구부러져 지면을 향하고 있었으며 완전히 우그러진 상태로 심하게 파손되었다. 오른쪽 날개는 충격으로 날개가 동체에서 거의 떨어져 나간 상태이나 연료탱크는 온전한 상태로 있었다. 꼬리 날개 중 수직날개는 지상과의 충돌에 의한 영향으로 왼쪽으로 90도 꺾여 있었으며 수평날개는 거의 동체에서 이탈된 상태이었으며, 3개의 프로펠러 중 2개는 지면과의 충돌로 완전히 파손된 상태이었다.



[그림 6] 비상착륙 후 바닷물(만조 상태)에 잠겨있는 잔해



[그림 7] 바닷물이 빠진 상태의 잔해

[그림 8]과 같이 전방 착륙장치(nose gear)는 왼쪽으로 90도 방향으로 틀어져 휘어진 상태였고, 주 착륙장치(main landing gear)도 착륙 시의 충격으로 안쪽으로 45도 정도로 구부러진 상태였으며, 방풍창도 [그림 9]와 같이 지상 접촉시의 충격으로 완전히 파손되어 있었다.



[그림 8] 휘어진 착륙장치

[그림 9] 깨어진 방풍창

왼쪽 연료탱크는 [그림 10]과 같이 연료주입구가 완전히 파손되어 액체표본 채취가 무의미 하였다. 오른쪽 연료탱크의 연료주입구는 [그림 10]과 같이 온전한 상태였으며 탱크 안에 남아 있던 연료와 기화기 및 연료필터의 연료의 표본을 채취하여 위원회 분석실에서 성분분석을 하였다.



[그림 10] 왼쪽 및 오른쪽 연료탱크 주입구 상태]

1.13 의학 및 병리학적 정보

교관조종사 및 학생조종사 본인의 진술에 의하면 학생조종사(62세, 남)는 나이가 들었음에도 불구하고, 조종사 자격을 취득하여 가족과 같이 비행을 해보고 싶은 마음에 비행훈련 중이라 하였다.

교관조종사와 학생조종사는 항공법 제47조(주류 등)에 해당하는 주류를 마시거나 기타 비행에 영향을 미칠 수 있는 마약류나 환각물질을 복용한 사실은 없다고 진술하였다.

1.14 화재

해당사항 없음

1.15 생존 분야

교관조종사와 학생조종사는 비상착륙 당시에 모두 안전벨트(어깨벨트 포함)를 착용하고 있었다. 물에 약간 잠겨있는 해변으로 비상착륙을 시도하였으며 지면접촉 시에 받은 심한 충격과 그 영향으로 인하여 항공기는 대파 되었다. 교관조종사는 충격 시에 머리가 찢어지고 왼쪽 손등에 찰과상을 입는 경상을 입었으나 학생조종사는 왼쪽 갈비뼈가 부러지면서 폐를 손상시키는 중상을 입었다.

사고 신고는 15시 58분경에 사고 당시에 주변에 있던 관광객이 “쿵” 하는 사고 소리를 듣고 곧바로 119 화성 소방대에 전화로 신고 하였으며, 화성 소방대는 비행기 사고라는 신고전화를 듣고 심각한 상황일 것으로 판단하여 119 구급차와 구급헬기를 동시에 출동시켰다고 하였다.

16시 13분경에 119 구조대가 도착하였으며 중상을 입은 학생조종사는 곧 이어 도착한 구급 헬기로 수원 아주대병원으로 후송 하였으며, 수원 아주대병원에서 약 40일, 전남 광주 해피뷰 병원에서 약 20일간의 입원 치료를 하였으며 외상 후 스트레스 장애로 인하여 불면증에 시달려 의사의 처방에 의한 수면제를 복용하고 있었다.

그리고 경상을 입은 교관조종사는 스스로 항공기에서 탈출하여 서울지방항공청 등 관계기관에 사고신고, 구조대원과 현장 처리 및 수습 후에 119 구조대에 의하여 남양 동수원 병원으로 후송하여 머리 봉합 수술 및 손등 치료를 받은 후 바로 귀가하였다.

1.16 시험 및 연구

HL-C117에는 좌우측 주 날개의 전연(leading edge)에 각각 독립적인 30리터의 연료탱크가 있어 총 60리터의 연료를 탑재할 수 있다. 왼쪽 연료탱크는 사고당시 기체가 지면과의 충격으로 심하게 손상되었으며 연료주입구 마개(fuel cap)마저 이탈되어 바닷물과 모래가 탱크내부로 유입되어 있었다.

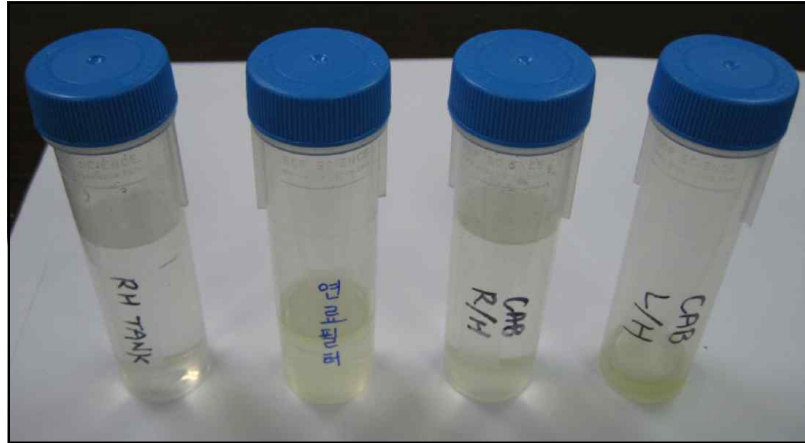
그러나 오른쪽 연료탱크는 동체와의 연결부위가 일부 분리되긴 하였으나 연료탱크나 연료공급라인은 손상되지 않았으며, 연료주입구 마개도 정상적인 상태로 장착되어 있었다. 위원회는 주 날개를 동체에서 분리한 후 [그림 11]과 같이 연료탱크 안에 물을 채워 탱크의 누설 여부를 시험하였으나 오른쪽 연료탱크는 누설흔적이 전혀 나타나지 않았다.



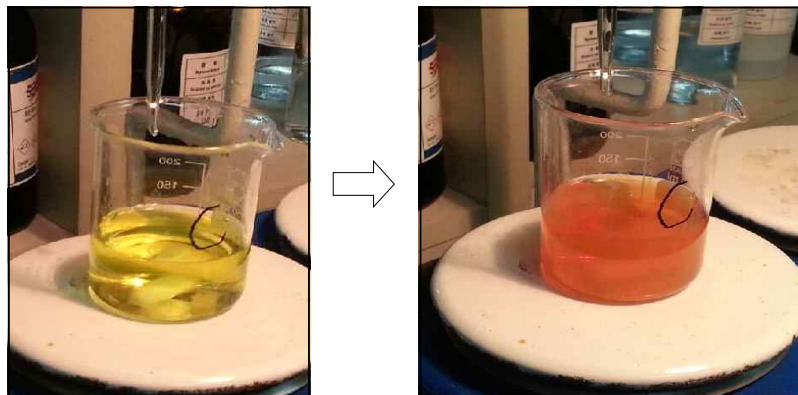
[그림 11] 연료탱크 누설 시험 장면

연료의 성분분석을 위해 오른쪽 연료탱크, 연료필터 및 좌·우측 기화기에서 수거한 연료 시료는 [그림 12]과 같다. 사고 직후 오른쪽 연료탱크에서 약 2.8리터의 액체가 수거 되었다. 위원회에서 채취한 액체를 분석한 결과 연료는 남아있지 않았으며 대부분이 물로 확인되었다. 목격자들도 사고 직후 휘발유 냄새는 없었다고 진술 하였다. 또한 위원회는 오른쪽 연료탱크에 바닷물이 유입되었는지 확인하기 위하여 수거한 물에 대해 질산은(AgNO_3) 적정법을 사용하여 염분농도를 측정하였다. 이때 엔진 기화기 및 연료필터에서

수거한 액체도 함께 조사하였으며 시험결과는 [표 3]과 같다.



[그림 12] 수거한 연료 시료



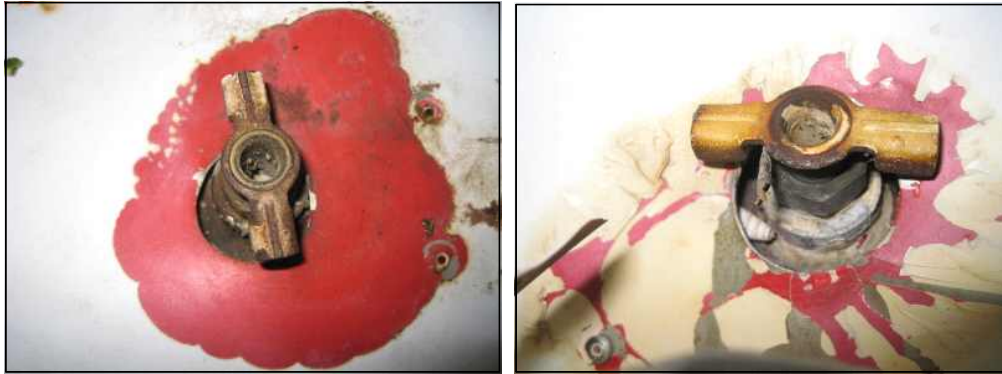
액체 수거 위치	연료탱크(오른쪽)	연료필터	기화기(오른쪽)	기화기(왼쪽)
염분농도(%)	3.71	3.84	3.71	3.71

[표 3] 액체의 염분농도 측정값

일반적으로 해수의 염분농도는 약 35퍼밀(‰)⁸⁾ 정도이며, 민물은 0.5 % 이하이다. 물에 소량의 염분이 섞여 있긴 하나 바닷물에 비해 염도가 현저히 낮기 때문에 바닷물이 유입되지는 않은 것으로 보였다. 조종사운영교범(POH)에 의하면 매일 첫 비행 전 탱크 밑에 장착되어 있는 연료 배출밸브(fuel drain valve)를 이용하여 탱크 내부에 쌓인 수분이나 이물질은 외부로 배출해야 한다.

8) 퍼밀(‰)은 천분율을 나타내며, 염분농도 35퍼밀(‰)은 해수 1kg 중에 염분 35g이 포함되었다는 것을 나타냄

그러나 [그림 13]과 같이 배출밸브는 심하게 녹이 슬고 고착되어 있는 것으로 보아 평소에 연료탱크 수분관리가 미흡했으며 연료주입 시 연료에 포함 된 소량의 수분이 장기간 가라앉아 탱크 바닥에 남아 있었던 것으로 판단된다.



[그림 13] 연료배출 밸브

1.17 조직 및 관리정보

HL-C117은 예모항공 소속으로 소유자는 경량항공기 조종사자격증명 및 조종교육증명(타면)을 소지한 예모항공 대표로 서울에 거주하며 여러 가지 다양한 개인 사업을 하고 있었으나, 현재 실질적인 HL-C117의 운영은 예모항공 비행팀장에게 위임하여 관리 및 운영되고 있었다.

95년부터 비행클럽 형태로 운영되다가 2001년 4월 13일 (주)예모항공으로 사업자 등록하여 경량항공기 부품을 수입하여 조립, 생산, 판매 및 경량비행기 운수관련 서비스업을 하였다.

또한 비행클럽도 계속 운영 하였으나 법적 제도 상의 여러 가지 규제 및 제약문제로 현재는 조립생산 사업을 중지하고 회사를 청산할 계획을 가지고 있었다. 아울러 비행클럽 형태로 약 20여명의 동호인들이 사전예약을 하여 취미활동으로 비행을 하는 반면 학생조종사를 태우고 비행훈련을 하고 일정 액의 훈련비용을 받는 교육비행을 병행하고 있었다.

항공법 시행규칙 제68조의6(보험 가입)에 따라 사고 시 대인, 대물, 동승자에게 보험금이 지급되는 적법한 보험에 가입하고 있었다.

예모항공은 어섬이착륙장 근처에 업무용 사무실이 있는 건물이 있었으며, 전기, 인터넷, 정비창고 및 연료보급 차량을 보유하고 있었다.

비행계획승인은 서울지방항공청장으로부터 6월 20일부터 7월 14일까지 경량항공기 비행계획 승인을 받았다. 비행경로는 ①화성-아산-음성-충주-충북 단양(365931N 1282147E), ②충북 단양(365931N 1282147E) 반경 12Km, ③화성-시흥-아산-당진-화성, ④경기 아산만(3702N 12640E) 반경 12Km의 4가지 경로로 사전 비행계획승인을 받았으며, 비행 당일에는 유비카이스(UBIKAIS) 시스템으로 김포항공관리사무소로 계획된 비행계획서를 [그림 14]와 같이 제출하고 비행훈련을 하였다.

The image shows a screenshot of the 'ULP / LSA FLIGHT PLAN' form. The form is divided into several sections with various input fields and dropdown menus. Key information includes:

- Priority:** FF
- Filing Time:** 280125
- Message Type:** FPL
- Flight Identity:** HLC117
- Flight Rules:** V-시계비행
- Flight Type:** X-해당없음
- Purpose:** 훈련비행
- Aircraft Type:** CH601
- Wake Turb. Cat.:** L-Light
- Equipment:** X/C
- Departure Aerodrome:** ZZZZ
- Time:** 0530
- Cruising Speed:** N0070
- Flight Level:** 1000
- Route:** DOT SIHEUNG DOT HWASUNG DOT UA19
- Arrival Aerodrome:** ZZZZ
- Total EET:** 0200
- Other Information:** NOTAM AND WEATHER CHECKED BY PILOT

[그림 14] 김포항공관리사무소 제출 비행계획서

1.18 추가정보

해당사항 없음

9) 유비카이스(UBIKAIS): 훈련항공기의 비행계획서를 접수하고 항공정보간행물(AIP), 항공고시보(NOTAM), 기상 정보 제공 및 소형항공업체의 (초)경량 항공기 비행계획서 제출을 위하여 서울지방항공청이 운영하는 시스템

2. 분석

2.1 일반사항

경량항공기로 비행을 하고자 하는 자는 항공법 시행규칙 제187조(비행계획의 제출 등)에 따라 해당 지방항공청장에게 비행계획승인신청서를 제출하여 비행계획을 승인받고 비행하도록 되어 있다.

HL-C117은 서울지방항공청장으로부터 6월 20일부터 7월 14일까지 사전에 비행계획승인을 받았으며 당일 비행에 대해서도 김포항공관리사무소로 비행계획을 제출하고 비행훈련을 실시하였다.

HL-C117은 적법한 경량항공기 정비자격을 보유한 정비사로부터 기체 및 엔진상태에 대하여 정기점검 및 수시 점검을 받았으며, 2013년 12월 11일 교통안전공단으로부터 안전성인증 검사에 합격하여 운영 중 이었다.

2.2 조종사 요인(교관조종사)

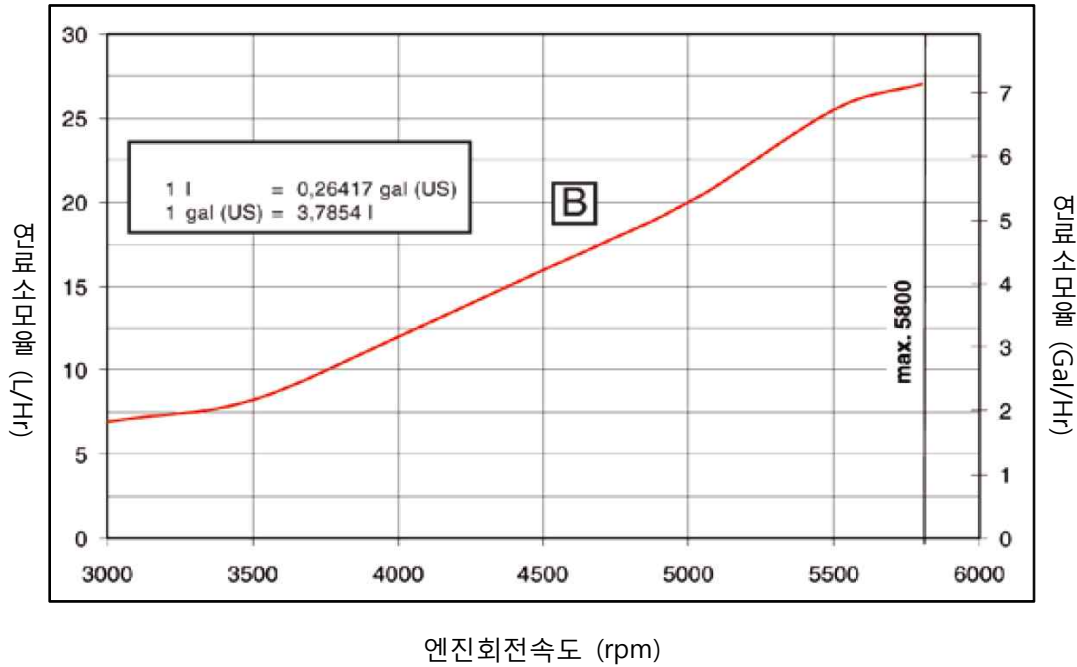
교관조종사는 교통안전공단에서 발급한 적법한 타면조종형비행기 조종사자격 증명 및 조종교육증명(타면)을 소지하고 있었다.

교관조종사는 사고 당일 오전 클럽하우스 청소를 하였으며 학생조종사 도착 후 다른 교관조종사와 함께 3명이 점심 식사를 하였다. 그 후 바로 비행계획서를 김포항공관리사무소에 제출하였으며, 14:25경에 비행기 외부 점검을 하고 14:35경에 비행기 시동, 점화계통 점검 및 작동 점검을 하였다. 14:45경에 이륙하여 전곡항, 궁평항 방면으로 비행하였으며, 전곡항 동쪽 화용방조제 1,000피트에서 2,000피트 사이의 상공에서 직선 비행훈련과 좌우 선회 비행훈련을 하였다.

비행훈련 준비 과정에서 교관조종사는 당일 비행훈련에 대한 설명은 자세하게 하였던 것으로 진술 하였으나, 비행 전 준비 사항이나 점검사항에 대한 설명은 부족

하였던 것으로 판단된다.

제작사 조종사운용교범(POH)에 따르면 순항 중 75% 출력으로 비행하는 경우 시간 당 약 16.2리터의 연료가 소모된다. 좌우측 연료탱크에 각각 30리터씩 탑재하여 총 60리터의 연료를 탑재하면 약 3시간 42분간 비행이 가능한 것으로 되어있다. ROTAX 912ULS 엔진에 대한 제작사의 연료소모율 그래프는 [그림 15]와 같다.



[그림 15] ROTAX 912ULS 엔진 연료소모량 그래프

사고 전의 비행일지[그림 16]에서 보면 교관조종사가 22일 60리터 연료보급을 하고 1시간 비행한 후에 다른 조종사에 의해서 2회에 걸쳐 1시간 40분의 비행이 추가로 실시되었다. 따라서 사고 당일 비행시간 1시간 12분을 추가하면 3시간 52분이 되어 HL-C117 조종사운용교범에 나와 있는 시간당 연료소모율 16.2리터를 감안한 최대 항속시간 3시간 42분($60/16.2 = 3.7$ 시간)을 초과한 것이다.

6월 22일 마지막으로 비행한 조종사에게 전화로 확인한 결과 연료를 추가로 보급하지 않았고 40분간만 비행하였다고 진술하였다.

비행일자 (연월일)	비행 목적	비행구간 또는 장소	비행시간 (h:m)	기장		동승자		기장 서명	비고
				성명	면장번호	성명	면장번호		
6-14	TR	UA-19	19:40 19:40	김재원		김재원			
6-20	TR	UA-19	14:00 15:00	김재원		김재원			
6-22	TR	UA-19	09:00 10:00	김재원		김재원			
6-22	TR	Local	14:00 14:00	이서하					
이전 기록 없는 비행시간:			h + m	본 목 비행시간 합계:		h + m			
누적 비행시간 총계:			45h + 45m	최근 오버를 후 총 비행시간:		h + m			
장비일자 (연월일)	장비 번호	장비 내용	교원부품명	정비 확인 성명	면장번호	확인일자	서명		
소유자/관리자 성명:		서명:	일자:	년	월	일			

비행시간 총계(45h+ 45m)

40분 비행

[그림 16] 사고 전의 비행일지

이런 비행훈련의 과정에서 교관조종사가 학생조종사에게 비행 전에 연료량을 항상 확인하도록 하는 훈련절차를 가지고 있거나, 비행일지에 연료량 기록 난을 추가하여 비행 전에 연료량을 확인하는 절차를 반드시 수행해야 한다. 그리고 최소한 비행 중에 교관조종사 및 학생조종사가 수시로 연료계기의 연료량을 확인하는 훈련절차를 가지고 있었어야 한다.

비행훈련 중에 이런 절차의 반복적인 수행은 자연스럽게 비행훈련 준비절차로 정립되어 반드시 비행 전에 연료량을 확인하는 절차를 수행하게 될 것이며, 연료량을 착각하는 상황을 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

2.3 잔해 분석

HL-C117은 궁평유원지 해변에 비상착륙을 시도하였는데 만조¹⁰⁾ 때로서 해변 오른쪽으로 경사가 많이 지고 바닷물에 약간 잠겨있는 해안선에서 가까운 지점에 비상착륙을 시도하였다. 교관조종사의 진술에 의하면 착륙 시에 왼쪽이

10) 기상청 자료에 의하면 사고 당일 궁평항의 최고 만조 시각은 16시 11분 이었다.

높은 해변의 경사로 인하여 왼쪽 날개가 먼저 지상에 닿았으며, 한번 크게 바운싱(bouncing) 후에 왼쪽으로 돌면서 떨어지는 과정에서 꼬리 날개가 먼저 지면에 충돌하면서 왼쪽으로 90도 꺾였으며, [그림 17]와 [그림 18]과 같이 프로펠러와 오른쪽 날개도 지상과 충돌하면서 손상을 입었다. 또한 비행기가 지면에 떨어지는 과정에서 주 착륙장치도 안쪽으로 45도 정도 휘어졌다. 방풍창은 바운싱 및 지면과 충격되는 과정에서 교관조종사가 소지하고 있던 대형 카메라가 튕겨져 나가면서 파손된 것으로 추정된다.

HL-C117의 오른쪽 연료탱크에서 채취한 액체의 성분을 분석한 결과 기름 성분은 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 HL-C117의 탑재연료는 경량항공기 전용 고급휘발유를 사용하였으며 별도의 주유 차량을 보유하고 있는 점 등으로 보아 항공유 저장 상태는 양호한 것으로 판단되었다.



[그림 17] 손상된 프로펠러

[그림 18] 오른쪽 날개

3. 결론

3.1 조사결과

1. 교관조종사와 학생조종사는 비행훈련에 유효한 자격증명을 각각 소지하고 있었다.
2. HL-C117은 항공법에서 정한 바에 따라 경량항공기 등록, 안전성인증검사, 정기 정비점검 등을 정상적으로 수행하였다.
3. HL-C117은 2012년 7월 23일 국토해양부장관(당시)으로부터 경량항공기로 등록 한 후, 2013년 12월 11일 교통안전공단으로부터 안전성인증검사 합격을 받아 운영하고 있었다.
4. HL-C117은 항공기등록 이후에 엔진이상이 발생한 사례는 없었다.
5. 법 규정에 따라서 서울지방항공청과 김포항공관리사무소로부터 사전에 비행계획 승인을 받고 비행훈련을 하였다.
6. 6월 22일 연료를 60리터 보급한 후에 당일 비행훈련 시작 전까지 추가 연료보급 없이 3회에 걸쳐 2시간 40분 비행훈련을 완료한 상태였다.
7. HL-C117의 제원에 따르면 시간 당 연료소모율은 16.2리터로써 연료를 60리터 가득 보급한 후에 최대 비행가능 시간인 3시간 42분(3.7시간)을 초과해서 3시간 52분간 비행 하였다.
8. 오른쪽 연료탱크 조사 결과 연료가 남아 있었던 흔적을 발견할 수 없었으며, 목격자에 의하면 사고 직후 휘발유 냄새는 없었다고 진술 하였다.
9. 조종사운영교범(POH)에 의하면 매일 첫 비행 전 탱크 밑에 장착되어 있는

연료 배출밸브(fuel drain valve)를 이용하여 탱크 내부에 쌓인 수분이나 이물질을 배출해야 하나 이를 실시하지 않은 것으로 나타났다.

10. 오른쪽 연료탱크, 좌우측 기화기 및 연료필터에서 수거한 액체의 성분 분석결과 동일한 성분으로 해수의 유입 흔적은 없었다.
11. 당일 교관조종사와 학생조종사는 브리핑 시에 비행훈련 계획 시간을 감안하여 연료량 점검 및 필요한 연료보급을 하여야 하나, 연료보급의 필요성 여부 확인을 하지 않았다.
12. 사고당시 착륙 직전의 속도는 60mph 이었으며 조종사운용교범에 있는 속도와 동일하였다.
13. HL-C117은 지면과 접촉 시의 충격으로 대파 되었다.
14. 사고당일 16:00경 경기도 화성시지역의 기상은 약한 연무로 시정 9km, 기온은 29℃, 약간 높은 구름이 조금 있었으며 바람은 서풍 약 5노트의 속도로 약한 바람이 불고 있었다.
15. 2014년 6월 26일 사고해변의 최고 만조시간은 사고시간(15시 57분)으로부터 14분 후인 16시 11분이었다.
16. 교관조종사는 학생조종사 교육훈련을 위한 비행 전 점검사항에 대한 점검표를 유지하지 않고 동행 점검만 수행하고 있었다.
17. 교관조종사는 처음으로 비행훈련을 실시하는 학생조종사에게 기초적인 비행 이론교육을 실시하지 않고 약 10시간 정도의 비행훈련을 먼저 실시한 후에 비행 이론교육을 실시하였다.

3.2 원인

항공·철도사고조사위원회는 이 사고의 원인을 다음과 같이 결정한다.

항공·철도사고조사위원회는 이 사고의 원인을 「교관조종사가 비행준비 시에 연료량 점검 및 비행 중 연료계기판 확인을 소홀히 하여 연료고갈로 인한 엔진 정지」로 결정하였다.

이 사고의 기여요인은 교관조종사 및 학생조종사의 ①비행훈련 준비절차 미흡 ②비행 전 비행일지를 확인하지 않는 습관으로 결정하였다.

4. 안전권고

항공·철도사고조사위원회는 2014년 6월 26일 발생한 HL-C117 항공기의 사고조사 결과에 따라 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

4.1 대한민국항공회 및 한국경항공협회에 대하여

1. 대한민국항공회 산하 한국경항공협회 소속 조종사들에게 이 보고서 내용을 전파하고, 비행준비 중 및 비행훈련 후에 반드시 연료량을 확인하는 절차를 갖도록 재강조 할 것 (LAR1402-1)
2. 한국경항공협회 소속 조종사 중에 비행훈련을 하는 교관조종사는 체계적인 비행 준비절차를 수립하여 학생조종사 비행훈련 시에 활용하도록 지도할 것 (LAR1402-2)

4.2 교통안전공단에 대하여

1. 안전성인증검사 시 조종사가 저 연료 경보장치가 없는 경량항공기의 비행 준비과정에서 연료량을 확인할 수 있는 방법을 강구 하거나, 비행일지에 연료량 기록 항목을 신설하여 사용하도록 지도할 것 (LAR1402-3)
2. 교관조종사 및 학생조종사의 개인별 비행시간 기록 관리를 철저히 하도록 지도감독 할 것 (LAR1402-4)

4.3 서울지방항공청에 대하여

1. 비행훈련을 실시하는 경량항공기 교관조종사에 대한 안전의식 고취, 비행 준비절차 및 비행 종료절차를 철저히 실시하도록 감독할 것 (LAR1402-5)