



항공기준사고 조사보고서

(비행 중 조종실 내 타는 냄새와 연기 발생으로 비상착륙)

명화지리정보(주)

항공기, PA31-350, HL2024, 미국

경상남도 고성군 마암면 보전1길 258 인근 상공

2023. 5. 8.

2023. 11. 28.



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.

항공기준사고 조사보고서

항공·철도사고조사위원회, 비행 중 조종실 내 타는 냄새와 연기 발생으로 비상착륙, 명화지리정보(주), HL2024, 경남 고성군 마암면 보전1길 258 인근, 2023년 5월 8일, 항공기준사고 조사보고서 ARAIB/AIR2303, 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 있다.

주소: 세종특별자치시 가림로 232 세종비즈니스센터 A동 6층 604호

우편번호: 30121

전화: 044-201-5447

팩스: 044-201-5698

전자우편: araib@korea.kr

누리집: <http://www.araib.go.kr>

차 례

경남 고성 비행 중 조종실 내 타는 냄새와 연기 발생으로 비상착륙	1
개요	1
1. 사실 정보	2
1.1 비행 경위	2
1.2 인명피해	2
1.3 항공기 손상	3
1.4 인적 사항	3
1.4.1 조종사	3
1.4.1.1 조종사 보유자격	3
1.4.1.2 조종사 비행경력	4
1.4.2 탑승자	4
1.5 항공기 정보	4
1.5.1 항공기 일반정보	4
1.5.2 항공기 일반제원	5
1.5.3 항공기 엔진 및 프로펠러 일반정보	7
1.5.4 항공기 이력	7
1.5.5 항공기 정비 이력	8
1.6 기상 정보	9
1.7 항행안전시설	9
1.8 통신	9
1.9 공항 정보	10
1.10 비행 경로	10
1.11 비행기록장치	12
1.12 잔해 및 충격 정보	12
1.13 의학 및 병리학적 정보	13

1.14 화재	13
1.15 생존 분야	13
1.16 시험 및 연구	13
1.17 추가 정보	14
1.17.1 외부 화재 발생 확인	14
1.17.2 비상절차 확인	14
2. 분석	16
2.1 일반사항	16
2.2 전기 배선 정밀 조사	16
2.2.1 우측 발전기(Alternator) 배선조사	16
2.2.2 우측 발전기 “90A” 회로차단기(Circuit Breaker) 조사	17
2.3 항공기 작동 조사	18
2.4 기체 정밀조사	18
2.4.1 단열재 정밀 분석(국립과학수사연구원)	19
2.4.1.1 감정 의뢰사항	19
2.4.1.2 단열재 분석 (안전과)	20
2.4.1.2.1 토치를 이용한 연소실험	20
2.4.1.2.2 열풍기를 이용한 열노출 실험	20
2.4.1.2.3 열추 히터를 이용한 열노출 실험	21
2.4.1.2.4 실험 및 감정 (안전과)	22
2.4.1.3 단열재 검정색 변색부위 성분분석 (화학과)	23
2.4.1.4 단열재 정밀 분석 결과	24
2.4.2 동일 시리즈 기종 타 항공기 단열재 점검	24
2.5 외부 공기 흐름 분석	25
2.6 비상 절차 분석	26

3. 결론	27
3.1 조사 결과	27
3.2 원인	28
4. 안전권고	29
4.1 명화지리정보(주)에 대하여	29

<표 차례>

[표 1] 조종사 보유 자격 3
[표 2] 조종사 비행 경력 4
[표 3] HL2024 일반정보 5
[표 4] HL2024 일반제원 및 성능 5
[표 5] 엔진 일반정보 7
[표 6] 프로펠러 일반정보 7
[표 7] 정시점검 수행 이력 현황 8
[표 8] 기상관측자료 9

<그림 차례>

[그림 1] 항공기 일반제원 6
[그림 2] 당일 비행 경로 11
[그림 3] 준사고 발생시 비행 경로 11
[그림 4] 항공기 외부 12
[그림 5] 조종실 및 객실내 촬영장비 13
[그림 6] 발전기 병렬접속 시스템 17
[그림 7] 기체 단열재 상태 19
[그림 8] 토치를 이용한 연소실험 20
[그림 9] 열풍기를 이용한 열노출 후 변색부 비교 21
[그림 10] 열추 히터를 이용한 열노출 후 변색부 실험 22
[그림 11] 단열재 현미경 사진 23
[그림 12] 동일 시리즈 형식증명 PA31 항공기 단열재 사진 24
[그림 13] 냄새/연기 발생 장소 26

경남 고성 비행 중 조종실 내 타는 냄새와 연기 발생으로 비상착륙

- 항공기 소유자: 명화지리정보(주)¹⁾
- 항공기 형식 및 등록부호: PA31-350²⁾, HL2024
- 항공기 엔진 형식: TIO-540-J2BD³⁾
- 발생장소: 경남 고성군 마암면 보전1길 258 인근 상공
(N 35° 02' 9.90", E 128° 22' 14.16")
- 발생일시: 2023년 5월 8일 17시 27분⁴⁾

개요

2023년 5월 8일 17시 27분 명화지리정보(주)(이하 “명화지리정보” 라 한다)의 항공기 PA31-350, HL2024(이하 “HL2024” 라 한다)는 남해안 항공촬영 임무를 수행 후 사천공항 동남쪽 28km 지점에서 무안공항으로 복귀 중 조종실에서 타는 냄새와 연기가 2회 발생하여 사천공항으로 비상착륙하였다.

항공·철도사고조사위원회(이하 “위원회” 라 한다)는 이 사고의 원인을 「조종실 내에 외부 연기 유입 등 확인할 수 없는 원인으로 냄새와 연기 발생」으로 결정한다.

이 사고의 기여 요인은 「해당 없음」으로 결정한다.

위원회는 이 사고조사 결과에 따라 명화지리정보(주)에 1건의 안전권고를 발행한다.

1) 본사: 경기도 고양시 일산동구, 항공기사용사업: 지도, 수치지도제작, 항공사진도화업, 설립일: 1997.1.1., 정치장: 김포공항
2) 제작사: 미국, Piper Aircraft, 제작번호: 31-7852111
3) 제작사: 미국, Lycoming, 제작번호: L-7491-61A, RL-548-68A
4) 본 보고서의 모든 시간은 한국시간(국제표준시간 +9) 임

1. 사실 정보

1.1 비행 경위

명화지리정보는 해양조사원⁵⁾과 해안선(고성~고리원전 구간) 지도를 그리기 위한 용역계약 체결에 따라 항공촬영 임무를 수행 중이었다.

HL2024는 13시 30분 무안공항을 출발하여 여수, 진해를 거쳐 14시 30분 고리원전 상공에서 촬영을 시작하여 17시 20분 촬영임무를 마쳤다.

17시 27분 사천공항 동남쪽 28km 지점, 고도 6,500ft(1,981m)에서 촬영 종료 기동(8자 비행) 종료시점에 조종실에서 타는 냄새가 나며 수초 뒤 연기가 발생하였다. 타는 냄새와 연기는 약 20초 후 사라졌으며, 항공기의 각종 계기와 주의 및 경고등을 점검하였으나 특이 사항은 없어, 휴대용 소화기를 준비하고 비행을 하였다.

냄새와 연기가 사라지고 약 30초 후 냄새와 연기가 다시 발생하여 가장 가까운 공항인 사천공항으로 비상착륙을 요청하였으며, 이후 착륙시까지 냄새와 연기는 발생하지 않았다.

사천공항 관제탑에서 도움이 필요하냐고 물었을 때 항공기와 탑승 인원에 특이 사항이 없어 도움은 필요 없다고 대답하였다. 17시 34분 사천공항에 착륙 후 자력으로 이동하여 공군 유도원의 지시에 따라 유도로 상에 멈추고 엔진을 정지시켰다.

그 후 공항 관계자의 지시에 따라 항공기를 격납고로 견인 조치하였다.

1.2 인명 피해

HL2024는 기장, 부기장, 카메라 촬영사 3명이 탑승하였으나, 이 준사고로 인한 인명 피해는 없었다.

5) 해양수산부의 소속기관으로 해양조사, 해양관측, 자료의 수집, 분석, 평가 및 수로측량, 해도 등 항해안전에 관한 업무를 수행하고 있다.

1.3 항공기 손상

항공기 피해는 없었다.

1.4 인적 사항

1.4.1 조종사 정보

기장 김○○(남, 당시 43세)는 HL2024 항공기가 소속되어 있던 엘티메트릭(주)⁶⁾(이하 “엘티메트릭” 이라 한다)에 2020년 2월 17일부터 근무하면서 HL2024를 조종하였으며, 명화지리정보에 2022년 2월 1일 입사하였다.

부기장 최○○(남, 당시 36세)는 HL2024 항공기가 소속되어 있던 엘티메트릭에 2021년 8월 9일부터 근무하면서 HL2024를 조종하였으며, 명화지리정보에 2021년 12월 1일 입사하였다.

1.4.1.1 조종사 보유자격

조종사의 보유자격은 [표 1]과 같다.

조종사	보유자격	발급번호	발급기관
기장 김○○(남 43)	사업용조종사	12-011242	한국교통안전공단
	항공무선통신사	13-34-1-0523	한국방송통신전파진흥원
	제1종 항공신체검사증명	122-33356 ⁷⁾	한국우주의학협회
부기장 최○○(남 36)	사업용조종사	12-010291	한국교통안전공단
	항공무선통신사	14-34-1-0293	한국방송통신전파진흥원
	제1종 항공신체검사증명	277-12156 ⁸⁾	한국항공우주의학협회

[표 1] 조종사 보유 자격

6) 엘티메트릭(주): 명화지리정보의 모기업으로 2004년 3월 10일 설립되었으며, 본사는 전북 전주시 덕진구 건원로 209 (인후동1가)에 위치하며, 측량업을 하는 기업체임

7) 유효기간: 2022.7.28.~2023.7.31.

8) 유효기간: 2020.8.18.~2023.8.31.

1.4.1.2 조종사 비행경력

조종사의 비행경력은 [표 2]와 같다.

구분	기종	비행 시간	기장 시간	최근비행경험			비행이력
				7일	30일	90일	
기장	PA31-350	915	320	5.8	28	88.8	- 2013.9.9. 항공무선통신사 자격 취득 - 2017.5.18. 사업용 조종사 자격 취득 - 2022.2.1. 명화지리정보 입사
	기타	885	321				
	총계	1,800	641				
부기장	PA31-350	250	5	5.8	28	88.8	- 2014.6.5. 항공무선통신사 자격 취득 - 2016.2.1. 사업용 조종사 자격 취득 - 2021.12.1. 명화지리정보 입사
	기타	2,050	1876				
	총계	2300	1881				

[표 2] 조종사 비행 경력

1.4.2 탑승자

촬영사 김○○(남, 당시 49세)는 엘티메트릭 소속의 촬영사로서 남해안의 해안선 변화 조사를 위한 촬영 목적으로 항공기에 탑승하였다.

1.5 항공기 정보

1.5.1 항공기 일반정보

HL2024⁹⁾ 항공기는 미국에서 1978년 6월 14일에 제작되었고, 1995년 12월 21일 한국에 수입되어 신규 등록되었으며, 이후 2021년 12월 9일 명화지리정보에 이전 등록되었다. HL2024 일반정보는 [표 3]과 같으며 유효한 감항증명서¹⁰⁾를 보유하고 있었다.

9) 미국에서 1978년 6월 14일에 제작되었고, 한국에 수입되어 1995년 12월 21일 삼성항공산업(주)에서 신규등록하였다. 1999년 5월 4일 그린항공으로 이전등록, 2001년 8월 3일 창운항공(주)로 이전등록, 2014년 3월 21일 천우항공(주)으로 이전등록, 2018년 8월 28일 ㈜씨니항공으로 이전등록, 2020년 3월 16일 엘티메트릭으로 이전등록되었고, 최종적으로 2021년 12월 9일 명화지리정보에 이전 등록

10) 감항증명서 인증서 번호: AS22048(2022.6.15.~2023.6.14., 발행일: 2022.6.15.)

제작국	미국	제작사	Piper Aircraft, Inc.
제작 일자	1978.06.14	제작 일련번호	31-7852111
항공기형식	PA31-350	이전 등록 일자	2021.12.09.
항공기중량	1,915kg	총 엔진 시간	9171:35

[표 3] HL2024 일반정보

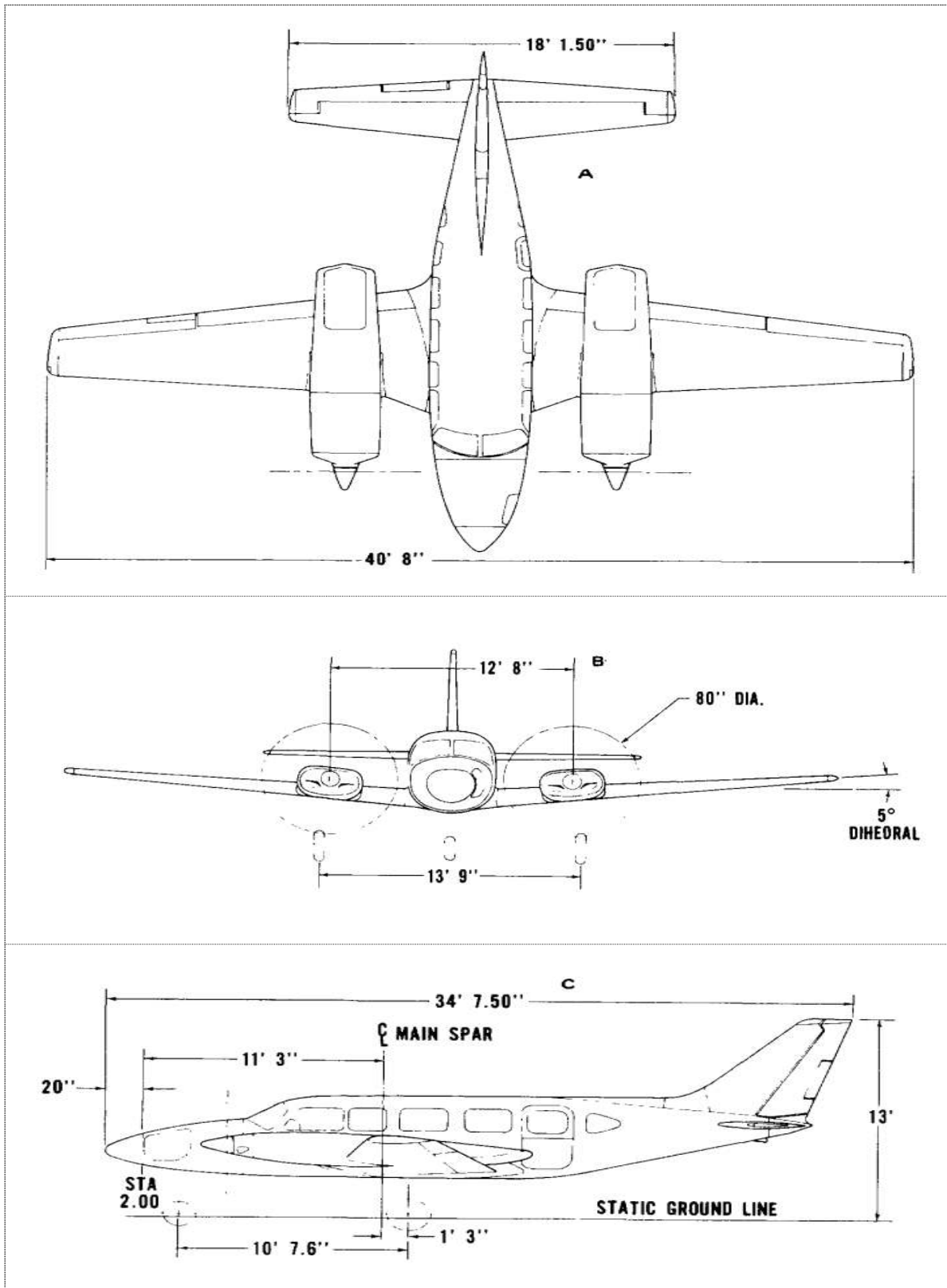
1.5.2 항공기 일반제원

[표 4]는 HL2024의 길이, 높이, 폭 등 일반제원이며, 항공기의 성능과 관련된 내용으로 실속속도, 정상운용속도, 최대속도 등도 포함하여 나타내고 있다.

동체 길이	10.55m	동체 높이	3.96m
날개 길이	12.39m	꼬리날개 길이	5.52m
착륙바퀴 폭	4.19m	최대이륙중량	3,175kg
실속속도	63kt	연료탑재량	1,648ltr
최대속도	227kt	정상운용속도	207kt

[표 4] HL2024 일반제원 및 성능

[그림 1]은 HL2024의 길이, 높이 및 폭을 그림으로 나타낸 것으로 항공기 외부 모양 및 크기를 나타낸 것이다.



[그림 1] 항공기 일반제원

1.5.3 항공기 엔진 및 프로펠러 일반정보

HL2024에 장착된 엔진의 일반정보는 [표 5]와 같다.

엔진	#1	#2		#1	#2
제작국	미국		제작사	Lycoming Co.	
타입	TIO-540-J2BD	LTIO-540-J2BD	일련번호	L-7491-61A	RL-548-68A
OVHL일자	2018.4.15.	2018.4.15.	장착일자	2018.5.19.	2018.5.19.
수리후 사용시간	926:50	926:50	최종 수행정비	50H, 100H 점검	

[표 5] 엔진 일반정보

HL2024에 장착된 프로펠러의 일반정보는 [표 6]과 같다.

프로펠러	#1	#2		#1	#2
제작국	미국		제작사	Hartzell Propeller Inc.	
품명번호	HC-E3YR-2ATF	HC-E3YR-2ALTF	일련번호	DJ8335A	DJ8331A
OVHL일자	2018.09.21.	2018.09.21.	장착일자	2018.10.31.	2018.10.31.
수리 후 사용시간	908:55	908:55	-	-	

[표 6] 프로펠러 일반정보

1.5.4 항공기 이력

미국에서 1978년 6월 14일에 제작되었고, 한국에 수입되어 1995년 12월 21일 삼성항공(주)에서 신규 등록 하였다. 2020년 3월16일 (주)씨니항공에서 엘티메트릭으로 항공기가 이전 등록되었고, 이후 2021년 12월 9일 HL2024는 엘티메트릭에서 지금의 명화지리정보로 소유권이 이전 등록¹¹⁾ 되었다.

11) 등록증명서 번호: 2021-089 (2021.12.9.)

HL2024는 서울지방항공청에서 항공기 감항증명서를 받았다. 또한, 서울전과 관리소로부터 항공기 무선국 허가증¹²⁾을 받았다.

1.5.5 항공기 정비 이력

항공기 정시점검 및 비행 전/후 점검은 [표 7]과 같이 유효한 항공기 정비사 자격증이 있는 정비사¹³⁾에 의해 수행되었다.

종 류	점검일자(완료)	비행시간	차기 점검시간	차기 점검일자	비 고
1M INSP	2023.01.04	9,082:10	-	2023.02.04	
3M INSP			-	2023.04.04	
1M INSP	2023.02.03	9,091:25	-	2023.03.03	
2M INSP			-	2023.04.03	
1M INSP	2023.03.03	9,108:15	-	2023.04.03	
50H INSP	2023.03.17	9,121:25	9,171:25	-	
500H INSP			9,621:25	-	
1M INSP	2023.04.03	9,150:25	-	2023.05.03	
2M INSP			-	2023.06.03	
3M INSP			-	2023.07.03	
50H INSP	2023.04.19	9,166:30	9,216:30	-	
100H INSP			9,266:30	2024.04.19	
1M INSP	2023.05.03	9,166:30	-	2023.06.03	

[표 7] 정시점검 수행 이력 현황

* 준사고 당시 비행시간은 9171:35로 정기점검(1M INSP) 수행 후 약 5시간 5분 비행하였으며 2023.4.19. “R Fuel Boost Pump INOP Warning Light On” 되어 부스트 펌프(Boost Pump) 교환 작업 이외의 정비작업은 없었다.

12) 허가번호: 46-1995-10-0000028(2018.11.13.), 허가 일자: 1996.1.8. 유효기간: 무기한

13) 항공기 정비사 자격증: 면허번호 21-012754(2014.2.19.)

1.6 기상 정보

당일 17시 27분 냄새/연기가 발생한 곳에서 5km 떨어진 고성군 고성읍 죽계리에 있는 기상청 기상관측소 자동기상관측장비(AWS: Automatic Weather System)에서 측정한 기상은 맑은 날씨에 바람은 3~4m/s로 양호한 기상으로 아래 [표 8]과 같다.

시:분	강수	강수15	강수60	강수3H	강수6H	강수12H	일강수	기온	풍향1	풍속1(m/s)	풍향10	풍속10(m/s)	습도	해면기압		
17:35	○	0	0	0	0	0	0	17.4	200.5	SSW	4.3	197.3	SSW	3.5	50	1016.3
17:34	○	0	0	0	0	0	0	17.4	190.2	S	3.4	198.4	SSW	3.4	50	1016.3
17:33	○	0	0	0	0	0	0	17.4	196.4	SSW	4.0	200.9	SSW	3.5	50	1016.3
17:32	○	0	0	0	0	0	0	17.4	183.9	S	3.2	200.8	SSW	3.4	50	1016.3
17:31	○	0	0	0	0	0	0	17.4	193.5	SSW	2.9	201.8	SSW	3.4	49	1016.3
17:30	○	0	0	0	0	0	0	17.4	197.3	SSW	3.9	201.4	SSW	3.5	49	1016.3
17:29	○	0	0	0	0	0	0	17.5	200.7	SSW	3.5	200.7	SSW	3.5	49	1016.3
17:28	○	0	0	0	0	0	0	17.5	201.8	SSW	3.0	200.0	SSW	3.6	48	1016.3
17:27	○	0	0	0	0	0	0	17.5	200.6	SSW	3.3	199.4	SSW	3.6	48	1016.2
17:26	○	0	0	0	0	0	0	17.6	205.7	SSW	3.7	198.4	SSW	3.6	48	1016.2
17:25	○	0	0	0	0	0	0	17.5	212.3	SSW	3.5	196.6	SSW	3.6	48	1016.2
17:24	○	0	0	0	0	0	0	17.5	213.5	SSW	3.8	193.9	SSW	3.6	50	1016.2
17:23	○	0	0	0	0	0	0	17.4	194.7	SSW	3.0	191.2	S	3.4	51	1016.3
17:22	○	0	0	0	0	0	0	17.4	194.2	SSW	3.3	190.0	S	3.5	49	1016.3
17:21	○	0	0	0	0	0	0	17.4	193.0	SSW	4.1	190.4	S	3.4	48	1016.3
17:20	○	0	0	0	0	0	0	17.5	191.3	SSW	4.2	190.7	S	3.3	48	1016.3

[표 8] 기상관측자료

1.7 항행안전시설

HL2024는 시계비행(VFR)으로 비행하였으며, 별도의 항행안전시설¹⁴⁾을 활용하지 않았다.

1.8 통신

HL2024가 사천공항 지상접근관제소와 교신하였으며 교신 중 통신장애는 없었다.

14) 유선통신, 무선통신, 인공위성, 불빛, 색채 또는 전파를 이용하여 항공기의 항행을 돕는 시설로 GNSS, DME, VOR, NDB, ILS 등이 이에 속함

1.9 공항 정보

무안국제공항(RKJB)은 전라남도 무안군 망군면 공항로에 위치하고 있으며, 활주로 2,800m x 45m 활주로 1본, 유도로 2,800m x 23m을 갖춘 정기편이 운항하는 공항이다.

사천공항(RKPS)은 경상남도 사천시 사천읍 사천대로 1791에 위치하며, 활주로 2,744m x 46m 활주로 2본, 23m 폭의 유도로를 갖춘 군 공항으로 국내선 정기편이 운항하는 공항이다.

1.10 비행 경로

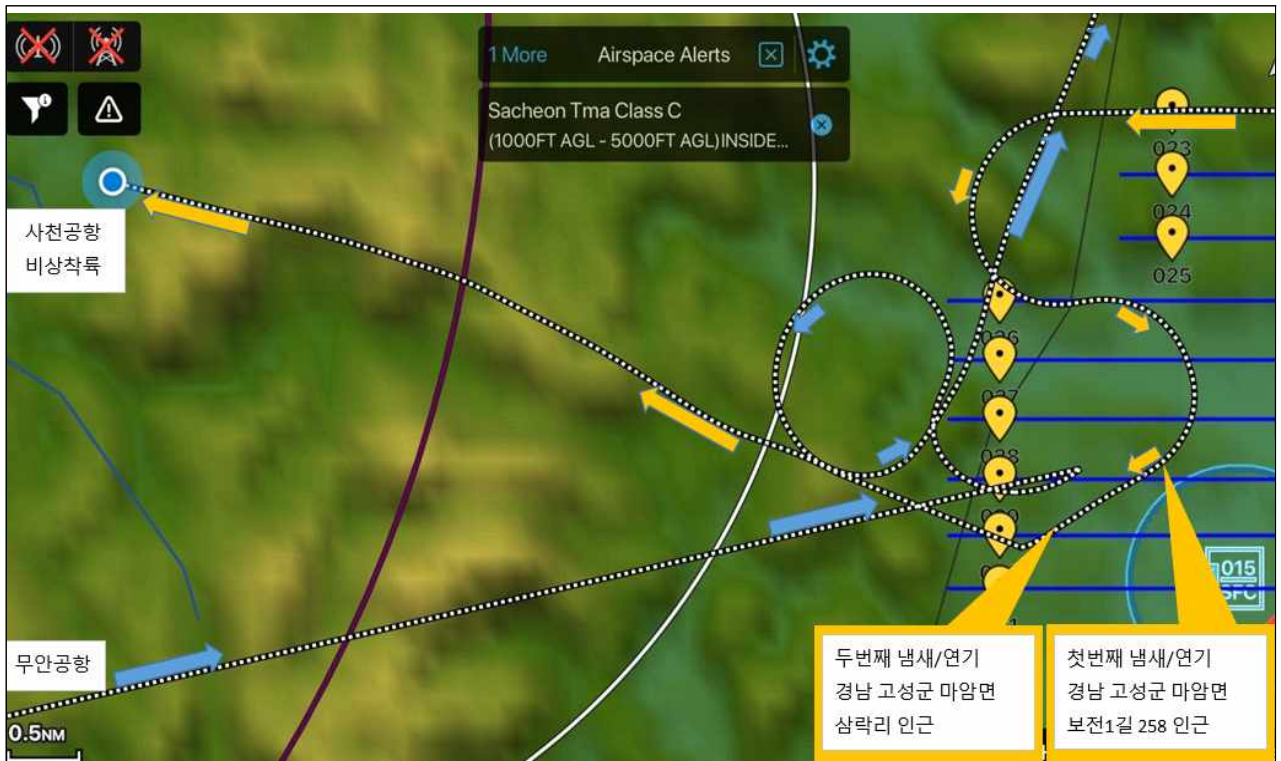
HL2024는 5월 8일 13시 30분 무안공항을 이륙하여 여수, 진해 상공를 거쳐 14시 30분 부산시 기장군에 도착하여 경남 고성까지 [그림 2]와 같이 남해안 해안선을 따라 반복적으로 비행하면서 간조기 해안선 촬영을 하였다.

17시 27분 사천공항 동남쪽 28km 지점, 고도 6,500ft(1,981m)에서 [그림 3]과 같이 촬영 종료기동(8자 비행) 직후 조종실에서 타는 냄새와 연기가 2회 발생하여 가장 가까운 공항인 사천공항으로 비상착륙을 하였다.

사천공항에 착륙 후 자력으로 이동하여 공군 유도원의 지시에 따라 유도로 상에 멈추고 엔진을 정지시켰다.



[그림 2] 전체 비행 경로



[그림 3] 준사고 발생시 비행 경로

1.11 비행기록장치

HL2024는 음성기록장치(CVR), 비행자료기록장치(FDR)가 장착되어 있지 않았으며, 이 장치는 관련 항공안전법 규정에 의해 요구되지 않았다.

조종실내 Portable Aviation GPS Garmin Aera 760 (P/N: 6HE000415)이 장착되어 있었으며, 이 장비는 비행 항적만 확인 가능하였다.

1.12 잔해 및 충격 정보

HL2024는 타는 냄새 및 연기가 2회 발생한 후 비상착륙할 때까지 추가로 발생하지 않았으며, 항공기와 탑승인원에 특이사항이 없어 비상 상황을 해제하였고 정상 착륙 후 자력으로 이동하여 정지하였다.

항공기 점검 결과 [그림 4], [그림 5]와 같이 항공기 외부에 특이 손상은 없었으며, 조종실내 및 객실 내부에도 특별한 손상은 없었다.



[그림 4] 항공기 외부



[그림 5] 조종실 및 객실내 촬영장비

1.13 의학 및 병리학적 정보

조종사의 비행 능력에 영향을 줄 수 있는 병리학적 요소는 없었다.

1.14 화재

비행 중 냄새 및 연기 발생으로 비상착륙은 하였으나, 착륙 후 화재, 타는 냄새 및 연기 등을 유발할 수 있는 손상은 발견되지 않았다.

1.15 생존 분야

비상 착륙 중 추가적으로 냄새와 연기가 발생하지 않아 비상 상황을 해제 후 자력으로 이동하여 별도의 비상 출동은 없었다.

1.16 시험 및 연구

위원회는 기체 및 전기 배선 정밀조사를 실시하였고, 항공기의 발전기와 전력 소모계통을 작동하면서 비행시와 동일한 조건을 만들어 결함 재현 여부를 확인해 보았다.

단열재가 탄 흔적과 유사하게 검정색으로 변색되어 있어, 화재 여부를 확인하기 위해 국립과학수사연구원에 샘플을 제공하여 성분 및 발화 원인 분석을 수행하였다. 동일 시리즈 항공기도 점검하여 단열재의 형태를 참조하였다.

또한, 타는 냄새와 연기가 외부에서 유입되었을 가능성에 대한 분석을 실시하였으며, 이벤트 발생시 비상절차 수행에 대해서도 분석하였다.

세부적인 분석 결과는 이 보고서의 분석에서 다루었다.

1.17 추가 정보

1.17.1 외부 화재 발생 확인

항공기 기내에서의 타는 냄새와 연기의 외부 유입 가능성을 고려하여 준사고 발생 장소 근처에서의 화재 발생 여부를 확인하였다.

1차, 2차 타는 냄새와 연기 발생 장소인 경남 고성군 마암면 일대를 관장하는 고성소방서와 회화119안전센터에 유선 확인결과 당시 화재발생 신고는 없었으며, 주변에 농가가 많아 간단한 농가 폐자재 및 비닐 등 소각은 신고 없이 이루어질 가능성이 있다고 하였다.

1.17.2 비상절차 확인

제작사 조종사 운영 교범(POH¹⁵⁾) 3.21에 의하면, 기내에서 연기가 나거나 타는 냄새 등 특유의 냄새가 나면 전기 화재에 대한 다음과 같은 비상절차를 수행하도록 되어 있다.

- 첫째, 마스터 스위치를 OFF한다.
- 야간 비행시는 Switch를 끄기 전에 손전등을 꼭 확보하라.
- 모든 회로 차단기를 당기고, 전기스위치와 Avionics 스위치를 OFF하라.

15) Pilot Operation Handbook 의 약자

-
- 마스터 스위치를 ON하고, 비행에 필요한 Unit 하나씩 전기스위치를 켜고 회로차단기를 누른다.
 - 결함이 있는 Unit이 발견되면, 해당 스위치를 OFF하고 회로차단기를 당긴다.
 - 남은 시간 동안 결함이 있는 Unit는 OFF로 유지하고 비행한다.

2. 분석

2.1 일반사항

조종실 내 타는 냄새와 연기 발생 흔적을 찾기 위해 기체 및 전기 배선 정밀조사를 실시하였다. 항공기의 발전기(Alternator)를 작동하면서 결함을 재현하고자 하였으며, 탄 흔적과 유사하게 변색된 단열재의 화재 여부를 확인하기 위해 국립과학수사연구원에 샘플을 제공하여 성분 및 발화 원인을 분석하였다.

동일 시리즈 항공기를 점검하여 단열재의 형태를 참조하였다. 타는 냄새와 연기가 외부에서 유입되었을 가능성을 대비하여 기상자료와 지형지물, 공장등의 분포를 확인하였다. 또한, 이벤트 발생시 비상절차 수행에 대해서도 분석하였다.

2.2 전기 배선 정밀 조사 분석

조종실내 타는 냄새와 연기 발생 가능성이 있는 조종실 아래 및 뒷면 배선을 중심으로 점검 조사 결과 특별한 손상은 발견되지 않았다.

까맣게 변색된 단열재 주위에 있는 배선을 정밀조사하였으나 노란색으로 변색된 현상은 있으나, 배선의 손상 흔적은 발견되지 않았다.

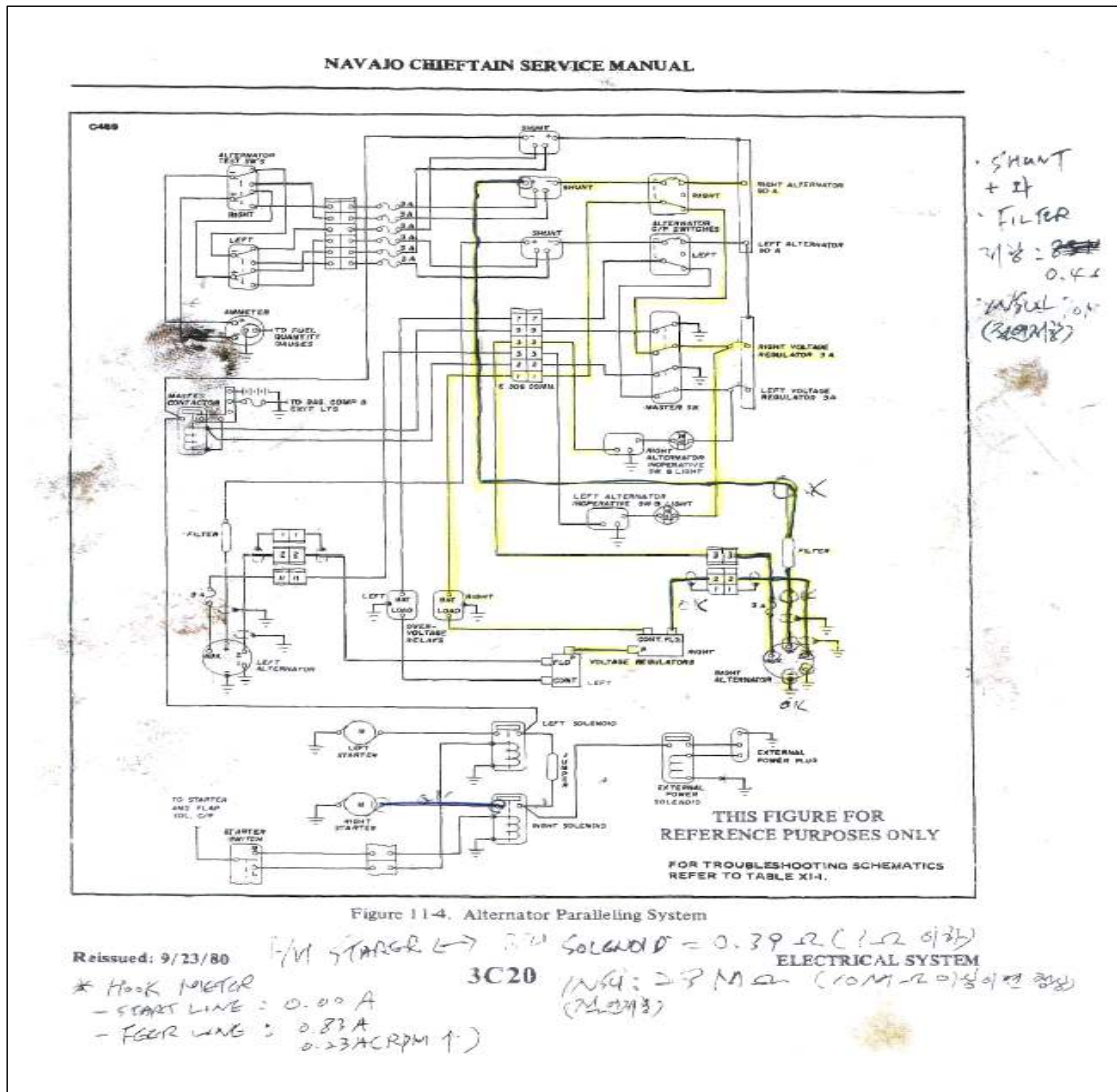
2.2.1 우측 발전기(Alternator) 배선 조사

[그림 6]을 참조하여 발전기 병렬 시스템의 도통시험¹⁶⁾과 절연저항¹⁷⁾ 조사를 실시하였다.

엔진의 발전기(Alternator)에서부터 항공기 동체를 통해 조종석까지 전기가 공급되는 배선의 도통시험 및 절연저항 검사를 실시한 결과 특이 사항은 발견되지 않았다.

16) 도통시험: 시험, 측정 및 진단장치에서 회로망 및 기기내의 결선과 접지회로의 단선을 검출할 목적으로 하는 시험

17) 절연저항: 절연물이 가지는 전기저항



[그림 6] 발전기 병렬접속 시스템

2.2.2 우측 발전기 “90 A” 회로차단기(Circuit Breaker) 조사

- 회로차단기 단자 유격점검 : 특이사항 없음
- 회로차단기 장력(Tension) 점검 : 특이사항 없음
- 회로차단기 내부 전선 합선(Wiring Short) 등 화재 흔적 점검 : 특이사항 없음

엔진의 발전기(Alternator)에서부터 항공기 동체를 통해 조종석까지 전기가 공급되는 배선의 회로차단기(Circuit Breaker) 점검을 실시한 결과 특이사항은 발견되지 않았다.

2.3 항공기 작동 조사

항공기의 엔진을 작동하면서 전기 공급라인과 시동기(Starter) 전기 공급라인의 전류 흐름을 후크미터(Hook Meter)¹⁸⁾로 측정 관찰하였으며, 안정된 전류 흐름을 확인하였다.

항공기 엔진을 작동하면서 전기 공급라인과 시동기 전기 공급라인의 온도 변화를 열화상카메라로 확인하였으나, 유의미한 변화는 관찰되지 않았다.

비행할 때와 같은 조건으로 2시간 14분동안 항공기 엔진을 작동시키면서 타는 냄새/연기 발생 여부와 엔진 발전기에서부터 조종석까지 배선(전선 다발)을 흔들면서 점검한 결과 특이사항은 발견되지 않았다.

2.4 기체 정밀조사

HL2024는 외관상 특이한 사항은 발견되지 않아 기내에서 타는 냄새를 유발하고 연기가 날 수 있는 가능성이 있는 부분을 집중적으로 조사하였다.

조종실 계기판 냉각 팬 및 모터를 장탈하여 점검 결과 특이 사항은 없었다. 또한, 조종실 및 객실 온도조절장치 확인결과 특이 사항은 없었다.

항공기 좌측, 우측 옆면 판넬을 장탈하여 점검 결과 먼지가 많이 끼어 있었으며, 왼쪽 벽 단열재는 상대적으로 깨끗하였다. 오른쪽 벽 단열재가 [그림 7]과 같이 까맣게 탄 흔적과 유사한 변색이 발견되어 시료를 국립과학수사연구원에 보내서 정밀 분석을 수행하였다.

18) 후크미터(Hook Meter): 전선 한 가닥을 집게 부분에 통과하도록 하여 전류의 흐름을 측정하는 장비



[그림 7] 기체 단열재 상태

2.4.1 단열재 정밀 분석 (국립과학수사연구원)

2.4.1.1 감정 의뢰사항

(안전과) HL2024는 44년된 항공기로 단열재 안쪽과 배선에 먼지가 많이 끼어 있는 상태에서 배선의 고열에 의해서 화재가 발생할 수 있는지와 단열재의 검정색 물체가 화재 또는 고열에 의한 변색된 것인지 탄 흔적인지 감정을 의뢰하였다.

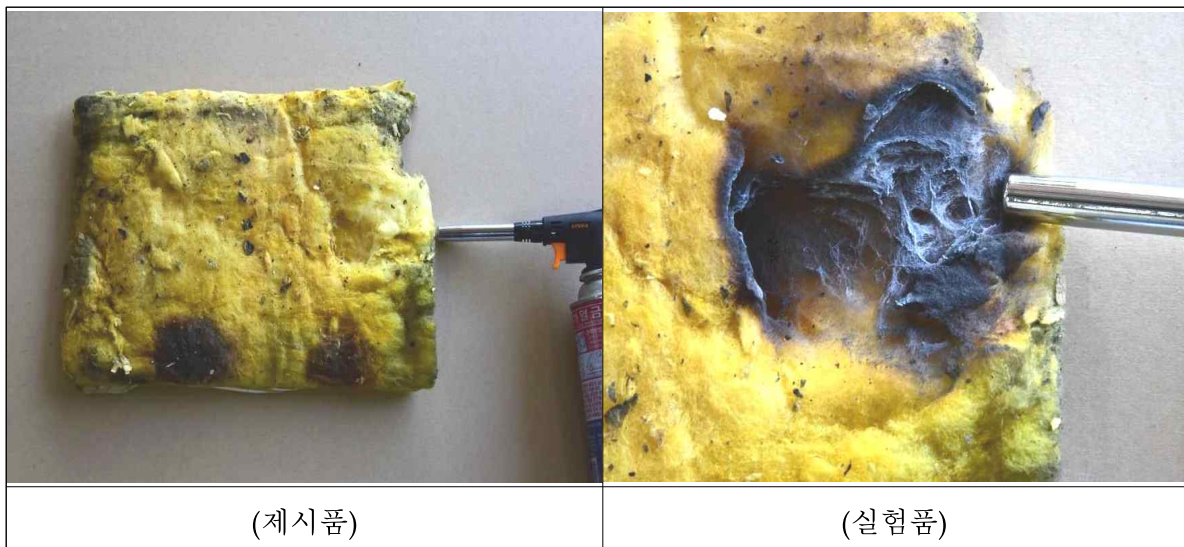
(화학과) 검정색으로 변색된 단열재의 성분에 대한 감정을 의뢰하였다.

2.4.1.2 단열재 분석 (안전과)

검정색 변색 부위는 표면이 집중적으로 변색된 상태이며, 표면 이하 내측으로는 변색 정도가 상대적으로 심하지 않았다.

2.4.1.2.1 토치를 이용한 연소실험

제시품 단열재에 대한 연소실험을 진행한 후, 단열재의 검정색 변색부와 비교한 바, [그림 8]과 같이 색상에 차이가 확인되었다.



[그림 8] 토치를 이용한 연소실험

2.4.1.2.2 열풍기를 이용한 열노출 실험

제시품 단열재에 대한 열풍기를 이용한 열노출 실험 결과 [그림 9]와 같이 갈색으로 변색된 상태이며, 단열재의 검정색 변색부와 비교한 바, 비교품과 실험품의 색상에 차이가 확인되었다.



[그림 9] 열풍기를 이용한 열노출 후 변색부 비교

2.4.1.2.3 열추 히터를 이용한 열노출 실험

온도 실험은 저온과 고온에서 각각 진행하였으며, 약 8시간 정도 저온실험 (약 80~90℃)을 진행한 결과, [그림 10]과 같이 갈색으로 변색이 일부 형성되었고, 고온실험(약 500℃ 이상)에서는 회색 계열의 탄화 형태가 확인되었다.



[그림 10] 열추 히터를 이용한 열노출 후 변색부 실험

2.4.1.2.4 실험 및 감정(안전과)

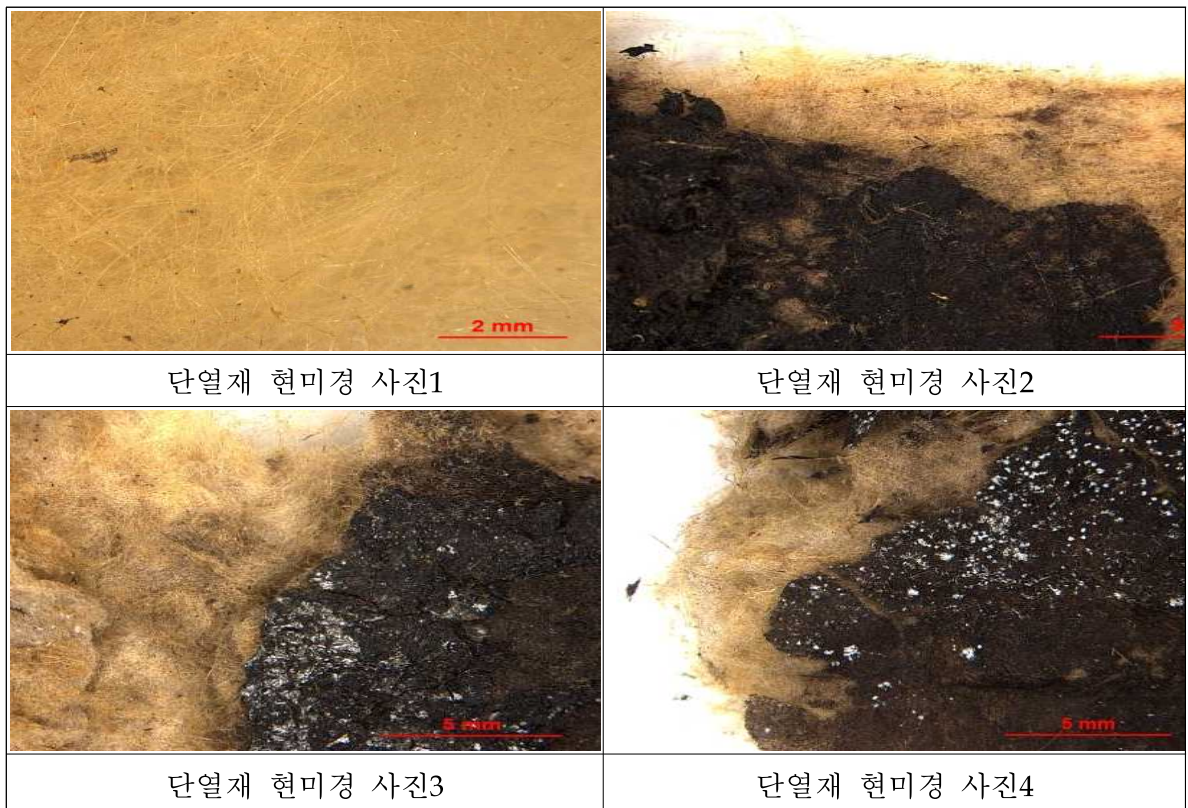
단열재에 대한 온도 및 연소실험 결과, 변색상태가 제시된 단열재에 남아있는 검정색 변색부와 상호 일치하는 형태는 아니나, 열 노출 또는 연소 과정에서 형성되었을 가능성을 배제할 수는 없으며, 검정색 변형을 일으킨 조건에 대한 판단은 어렵다.

2.4.1.3 단열재 검정색 변색부위 성분 분석(화학과)

단열재 검정색 변색 부위의 화학적 감정을 위해 성분을 분석하였다.

- 휘발유성분, 등유성분, 경유성분, 석유계 중질유성분 및 유기용제류성분 등의 유류성분이 검출되지 않았다.
- 프탈레이트계 및 메타크릴산계 화합물은 검출되었다.
- 프탈레이트계 화합물은 플라스틱 수지류 등에서 가소제로 많이 사용되며, 메타크릴산계 및 페놀류 화합물은 플라스틱 수지류 등의 열분해산물로 많이 검출되는 성분들이다.

[그림 11]의 검은색 계열 물질은 형상, 검출 성분 및 구성 원소의 함량 차이 등으로 보아 열 등에 의해 단열재에 처리된 수지류 등이 용융되어 형성된 탄화물로 추정되나, 분석 과정에서 열에 의해 용융되었는지 표본재가 열에 의해 변색되어 있었는지 확정하기는 어렵다.



[그림 11] 단열재 현미경 사진

2.4.1.4 단열재 정밀 분석 결과

단열재 정밀 분석 및 전선 손상 여부 분석결과 아래와 같은 이유로 단열재에서 직접적인 화재가 발생하였거나 연기가 발생하였다고 보기는 어렵다.

- 실험한 변색 형태가 제시된 단열재의 형태와 상이하고,
- 표본의 검은색 변색 부위는 표면에 집중적으로 변색된 상태이며,
- 표면이하 내측으로는 변색 정도가 상대적으로 심하지 않은 점
- 배선의 표면에 열로 인한 손상이 없는 점 등

2.4.2 동일 시리즈 기종 타 항공기 단열재 점검

우리나라에 형식증명 PA31-350 항공기는 1대이나, 동일 시리즈 형식증명 PA31 항공기¹⁹⁾ 1대가 있어, 오른쪽 측면 벽을 장탈하여 단열재를 점검하여 그 형태를 참고하였다. 그 항공기는 타는 냄새 및 연기 발생 이력이 없는 항공기였다.



[그림 12] 동일 시리즈 형식증명 PA31 항공기 단열재 사진

19) 항공기 형식증명: PA31, HL2048 (주스○○○, 제작일련번호:31-7512047, 제작일: 1975.6.26

[그림 12]와 같이 조종실 우측 벽면 단열재의 형태가 HL2024 항공기의 단열재와 비슷한 검정색 변색이 확인되었으며 이것은 시간이 흐르면서 먼지와 습기가 응결 되면서 검은색으로 변색된 것으로 보인다.

2.5 외부 공기 흐름 분석

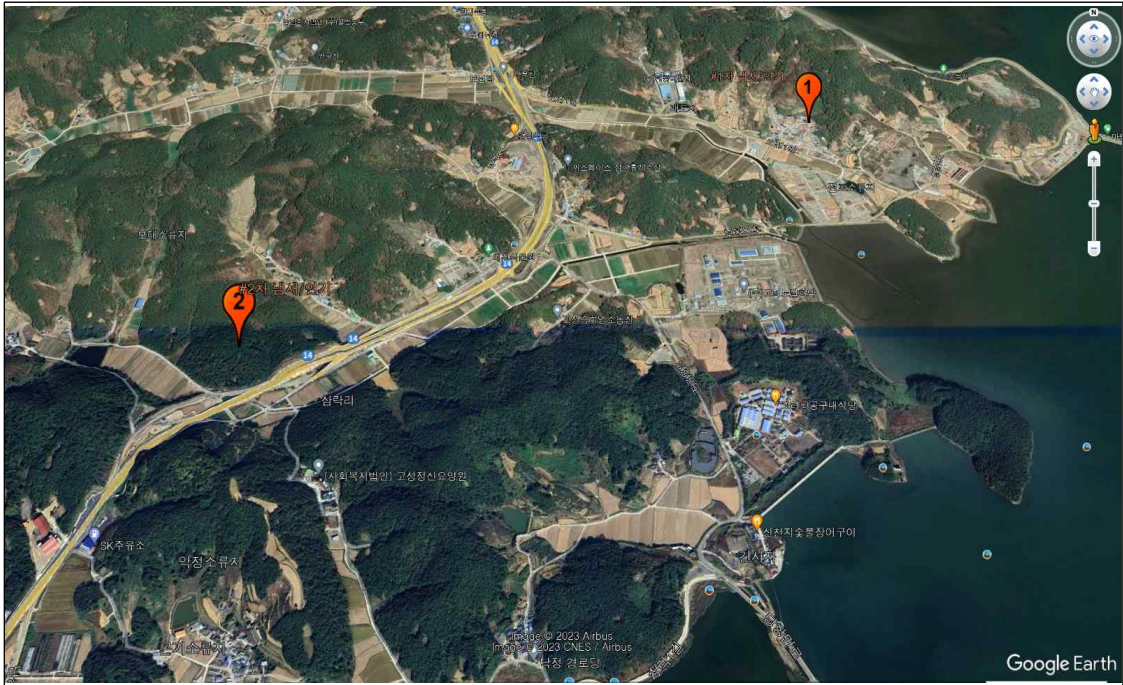
이벤트 당시 비행 방향, 고도, 바람의 속도 등을 고려하여 외부에서 기내로 타는 냄새와 연기의 유입 가능성에 대해서도 조사하였다.

HL2024 항공기는 촬영장비 GPS 오차를 소거하기 위한 8차 기동 후 항공기 고도 6,500ft, 방향은 약 235도 방향으로 비행 중이었다.

당일 17시 27분 냄새/연기가 발생한 곳에서 5km 떨어진 기상청 고성군 고성읍 죽계리 기상관측소 자동기상관측장비(AWS: Automatic Weather System)로 측정한 기상은 맑은 날씨에 바람은 남남서풍 3.3m/s로 불고 있었다.

[그림 13]의 이벤트 발생 장소 근처에서의 화재 발생 여부를 확인하기 위해 1차, 2차 냄새와 연기 발생 장소인 경남 고성군 마암면 일대를 관장하는 고성소방서와 회화119안전센터에 유선 확인결과 당시 화재발생 신고는 없었으며, 주변에 농가가 많아 농작물 폐자재 및 비닐 등 소각은 신고 없이 이루어질 가능성이 있다고 하였다.

상기 상황을 종합하여 항공기의 고도가 6,500ft인 점을 보면 외부 유입 가능성은 적어 보이나, 주위에 농가가 많고 농가 폐자재 소각은 보통 늦은 오후에 이루어진다는 점 등을 감안하면 타는 냄새와 연기가 외부에서 유입되었을 가능성이 있다.



[그림 13] 냄새/연기 발생 장소

2.6 비상 절차 분석

비행 중 조종실에서 타는 냄새와 연기가 1차 발생하였을 때 항공기의 각종 계기와 주의 및 경고등을 점검하였으나 특이사항이 없어, 휴대용 소화기²⁰⁾를 준비하도록 하고 비행을 한 것은 적절한 조치였다고 보인다.

제작사 조종사 운영 교범(POH) 3.21에 의하면, 기내에서 연기가 나거나, 타는 냄새 등 특유의 냄새가 나면 전기 화재에 대한 비상절차를 수행하도록 되어 있다.

HL2024 항공기는 비상절차 수행이나 준비를 하지 않았다. 바로 근접한 곳에 비상착륙이 가능한 공항이 있는 점을 감안하더라도 화재 및 연기가 더 확대되는 것을 대비하여 비상절차를 준비하면서 비행하여야 하며 필요시 바로 수행할 수 있어야 한다.

20) 항공안전법 시행규칙 제110조(구급용구 등)와 별표15에 의거 탑재하여야 함
(Halon 소화기 제작사: Amerex, 부품번호: C352, 일련번호: F-60589916, 점검일: 2023.5.3.)

3. 결론

3.1 조사 결과

1. 기장, 부기장은 유효한 항공기 조종사 자격증명을 소지하고 있었으며, 비행에 영향을 줄 만한 의학적 및 병리학적 요소는 없었다.
2. HL2024는 항공안전법 및 항공안전법 시행규칙에서 정한 절차에 따라 항공기 등록, 항공기 감항성, 무선국 허가, 무선국 검사 증명 등을 적법하게 받았다.
3. 항공기 기체보험, 배상책임보험, 조종사 및 승객 상해보험에 가입되어 있었고 유효기간 내에 있었다.
4. 최근 정비점검 시 기체 비행시간 시간은 9,166.5시간이었고 사고 당시 9,171.5시간 이었다.
5. HL2024는 유효한 항공기 정비 자격을 보유한 정비사로부터 기체 및 엔진 상태에 대하여 정기 점검 및 수시 점검을 받고 있었으며, 2022년 6월 15일에 서울지방항공청으로부터 항공기 감항증명서를 받았다.
6. 기체 및 엔진 조사 결과 절연재의 검정 변색 이외의 화재나 연기를 발생할 수 있는 특별한 결함이나 손상은 발견할 수가 없었다.
7. 절연재의 검정 변색에 대한 국립과학수사연구원의 정밀 분석 결과와 동일시리즈 항공기의 단열재에서도 검정색 변색형태가 비슷하게 발생한 점을 고려하면 단열재에서 직접적인 화재나 연기가 발생하였다고 보기는 어렵다.
8. 탑승자의 진술에 의하면 20~30초 냄새와 연기가 나고, 30초간 안나고, 다시 났다는 것과 내부 배선의 손상이 없는 점을 감안하면 항공기 내부에서 발생하였다고 보기는 어렵다.

9. 항공기의 고도가 6,500ft인 점을 보면 외부 유입 가능성은 적어 보이나, 주위에 농가가 많고 늦은 오후에 농가 폐자재를 소각할 가능성이 있다는 고성소방서의 의견을 감안하면 타는 냄새와 연기가 외부에서 유입되었을 가능성이 있다.
10. 기내에 타는 냄새와 연기가 2회 발생하였다는 기장, 부기장, 촬영기사의 진술을 고려하면, HL2024는 비행 중 외부 연기 유입 등 확인할 수 없는 원인으로 냄새와 연기가 기내에 존재했을 것으로 보인다.
11. 비행 중 기내에서 타는 냄새와 연기 발생시 비상절차 수행이나 준비를 하지 않았다. 바로 근접한 곳에 비상착륙이 가능한 공항이 있는 점을 감안하더라도 화재 및 연기가 더 확대되는 것을 대비하여 비상절차를 준비하면서 비행하여야 하며 필요시 바로 수행할 수 있어야 한다.

3.2 원인

위원회는 이 사고의 원인을 「조종실 내에 외부 연기 유입 등 확인할 수 없는 원인으로 냄새와 연기 발생」으로 결정한다.

이 사고의 기여 요인은 「해당 없음」으로 결정한다.

4. 안전권고

위원회는 2023년 5월 8일 발생한 HL2024 항공기의 사고조사 결과에 따라 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

4.1 명화지리정보(주)에 대하여

1. 비행 중 기내에서 타는 냄새 및 연기 발생 시 비상절차를 수행할 수 있도록 교육을 실시할 것 (AIR2303-1)