

항공기 준사고 조사보고서

착륙활주 중 활주로 이탈
동광지엔티(주)
C-206, HL1277
무안국제공항 활주로 01

2019. 8. 3



2020. 10. 16

이 항공기준사고 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.”*고 규정하고 있으며,

국제민간항공조약 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.”*고 규정하고 있다.

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

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

항공기준사고 조사보고서

항공·철도사고조사위원회, 착륙활주 중 활주로 이탈, 동광지엔티(주), C-206, HL1277, 무안국제공항 활주로 01, 2019.8.3., 항공기준사고 조사보고서 ARAIB/AIR1904, 대한민국 세종특별자치시

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공사고조사를 위한 정부 기구이며, 「항공·철도 사고조사에 관한 법률」 및 「국제민간항공조약」 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 레

<제목 차레>

착륙활주 중 활주로 이탈	1
개 요	1
1. 사실 정보	2
1.1 비행 경위	2
1.2 인명 피해	5
1.3 항공기 손상	5
1.4 기타 손상	5
1.5 인적 정보	5
1.5.1 기장	5
1.5.2 학생조종사	6
1.6 항공기 정보	7
1.6.1 항공기 일반정보	7
1.6.2 항공기 제원	8
1.6.2.1 항공기 일반 제원	8
1.6.2.2 엔진 정보	8
1.6.2.3 프로펠러 정보	9
1.6.3 항공기 정비 이력	9
1.6.4 중량 및 평형	10
1.7 기상정보	10
1.8 항행안전시설	10
1.9 통신	10
1.10 비행장 정보	11
1.11 비행기록장치	12
1.12 잔해와 충격정보	12
1.13 의학 및 병리학적 정보	13
1.14 화재	13
1.15 생존분야	14
1.16 시험 및 연구	14

1.16.1 엔진오일 및 연료 성분분석	14
1.17 조직 및 관리정보	14
1.17.1 동광지엔티 조직 및 관리	14
1.18 기타 사항	15
1.18.1 지면 루프	15
1.18.1.1 접지 시의 지면 루프	16
1.18.1.2 편류 또는 크랩 상태로 접지 시의 지면 루프	17
1.18.2 조종사 교육 및 훈련	18
2. 분석	20
2.1 일반	20
2.2 초기 급격한 틀어짐 발생	20
2.3 지면 루프 발생	21
2.4 지면 루프의 회복	21
2.5 조종사 교육 및 훈련	23
3. 결론	24
3.1 조사결과	24
3.2 원인	25
4. 안전 권고	26
4.1 동광지엔티(주)에 대하여	26

<표 차례>

[표 1] 일반 정보	8
[표 2] 항공기 일반 제원	8
[표 3] 엔진 정보	9
[표 4] 프로펠러 정보	9
[표 5] 정시점검 수행현황	9
[표 6] HL1277의 중량과 평형 정보	10
[표 7] HL1277과 무안관제탑의 교신 내용	11
[표 8] 조종사 훈련비행 기록표의 교육 내용	19

<그림 차례>

[그림 1] HL1277의 지면 루프 과정	4
[그림 2] HL1277의 활주로 이탈과정	4
[그림 3] 항공기 규격	8
[그림 4] 무안국제공항 활주로	12
[그림 5] HL1277의 오른쪽 날개 끝과 프로펠러 손상 모습	12
[그림 6] HL1277의 타이어와 날개의 활주로 닿은 흔적	13
[그림 7] HL1277의 타이어와 프로펠러의 활주로 패인 흔적	13
[그림 8] 동광지엔티 조직도	15
[그림 9] 항공운항팀 조직도	15

착륙활주 중 활주로 이탈

- 항공기 운영자: 동광지엔티(주)
- 항공기 제작사: 미국 세스나
- 항공기 형식: C-206
- 항공기 등록부호: HL1277
- 발생장소: 전남 무안 무안국제공항 활주로 01
- 발생일시 : 2019년 8월 3일 11:14경(한국표준시각)¹⁾

개 요

2019년 8월 3일 06:58경 항공기사용사업체인 동광지엔티(주) 소속 1277편 항공기, C-206, HL1277가 전라남도 지역의 항공사진촬영을 마치고 급유를 위해 11:13경 무안국제공항에 착륙활주 중, 기체가 오른쪽으로 급회전하면서 오른쪽 날개 끝이 활주로에 닿았고, 이후 다시 왼쪽으로 회전하면서 오른쪽 날개 끝과 프로펠러의 끝이 활주로에 닿은 상태로 전진하다가 활주로 01시단으로부터 약 3,600ft, 활주로 중 심선으로부터 왼쪽으로 76m 지점의 녹지대에 정지하였다.

이 준사고로 인명피해는 없었으나, 항공기의 오른쪽 날개 끝과 프로펠러 3개가 손상되었다.

항공·철도사고조사위원회(이하“위원회”라 한다)는 이 준사고의 원인을 「항공기가 활주로에 접지 후 활주로를 벗어나는 상태를 충분히 대처하지 못함」으로 결정한다.

위원회는 준사고 조사 결과에 따라 동광지엔티(주)에 대하여 2건의 안전권 고를 발행한다.

1) 이 보고서상의 모든 시간은 24시를 기준으로 한 한국표준시간 임.

1. 사실 정보

1.1 비행 경위

2019년 8월 3일 06:58경 항공기사용사업체인 동광지엔티(주) (이하 “동광지엔티”라 한다) 소속 1277편 항공기, C-206, HL1277(이하 “HL1277”이라 한다)에 기장과 학생조종사가 탑승하여, 전남 무안, 목포, 해남지역의 항공사진촬영을 위해 김포국제공항을 이륙하였다.

HL1277은 김포국제공항을 이륙하여 오산과 군산을 경유하고, 전남 무안에 도착하여 광주접근관제소의 관제 하에 08:30~10:00까지 고도 13,000ft에서 전남 무안과 목포지역의 항공사진을 촬영하였다.

이후 HL1277은 10:00~10:50까지 해남지역의 항공사진촬영을 마치고, 급유를 위해 무안국제공항 활주로 01로 접근하였다.

HL1277은 무안국제공항의 활주로 01의 시계비행교통장주 최종접근구간에서 진입각지시등²⁾ 2개의 적색, 2개의 백색등을 보면서 정상 강하각으로 접근하였다.

HL1277이 활주로 시단에 이르기 직전에 항공기가 좌우로 흔들리는 기류가 있었으나 항공기의 중심을 정상으로 유지하고 약 70~75kts³⁾로 활주로 01시단을 통과하고 접지하였다.

당시 HL1277은 착륙 후 유도도 E2를 통해 활주로를 벗어나기 위하여 활주로 시단으로부터 2,800ft 지점까지 지면과 가까운 상태를 유지하면서 동력을 천천히 줄여 활주로에 부드럽게 접지하였다.

2) 진입각지시등(PAPI: Precision Approach Path Indicators)항공기의 착륙 시 진입각의 적정여부를 알려주기 위하여 활주로의 외측에 설치하는 등화로서 정상 진입각에 있을 때 활주로에 가까운 2개의 등장치는 적색, 먼 2개는 백색, 정상 진입각보다 약간 높을 때 활주로에 가까운 1개의 등장치는 적색, 나머지 3개는 백색, 정상 진입각보다 더 낮을 때에는 모든 등장치가 적색이 보이게 된다.

3) 정상 속도 : 70~80kts

11:13경 HL1277은 활주로 약 2,800ft 지점, 활주로 중심선으로부터 왼쪽으로 약 7~8m에 접지한 후 약 10m를 전진하다가 항공기를 활주로 중심선에 맞추려고 방향타를 사용하여 오른쪽으로 이동하려던 순간, 갑자기 항공기가 오른쪽으로 급선회하면서 활주로 중심선을 넘어갔다.

HL1277은 동력을 완전히 줄였지만 활주로의 오른쪽 옆선까지 전진하면서 오른쪽으로 기울어져 오른쪽 날개 끝이 활주로에 닿았다.

HL1277은 항공기가 활주로를 벗어나는 것을 막기 위해 조종간을 왼쪽으로 꺾으면서 왼쪽 방향타를 사용하였다. 이에 HL1277은 11:13:36경 오른쪽 날개 끝이 활주로에 닿은 상태로 활주로의 오른쪽에서 왼쪽으로 회전되었고, 프로펠러도 활주로에 닿았다.

당시 HL1277은 항공기가 전복될 것을 우려하여 제동장치를 사용하지 않았다고 하였다.

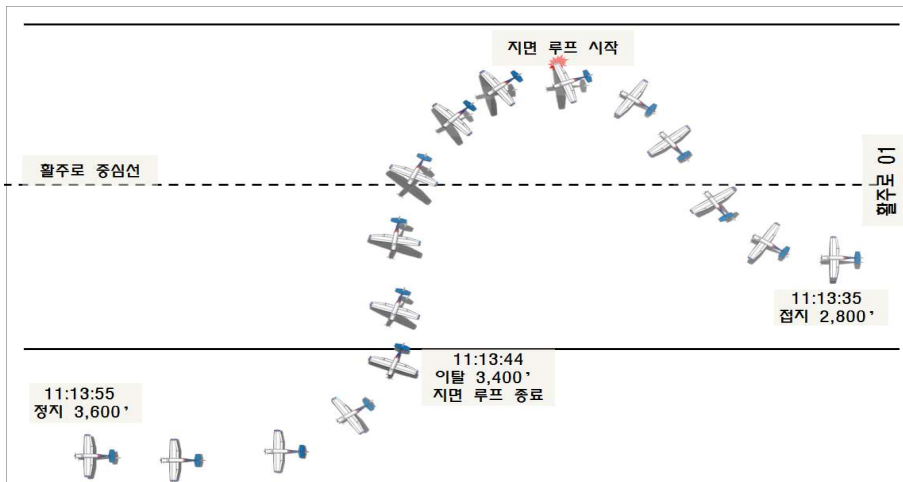
HL1277은 활주로의 오른쪽에서 왼쪽으로 지면 루프⁴⁾ 상태가 되어 오른쪽 날개 끝이 지면에 닿은 상태로 약 13m를 진행하며 약 90도 회전하였고, 활주로 중심선을 넘은 후에는 오른쪽 날개가 약간 들리면서 프로펠러와 오른쪽 날개가 활주로에 닿지 않은 상태로 계속 활주로 왼쪽으로 회전되었다. 이후 활주로를 벗어나기 10m 전부터 다시 오른쪽 날개 끝이 활주로에 닿은 흔적이 있었다.

11:13:44경 HL1277은 활주로 01시단으로부터 약 3,400ft에서 활주로를 이탈하였다.

HL1277이 활주로 중심선으로부터 오른쪽으로 약 10m 위치에서 활주로를 벗어나면서 정상적인 자세로 회복되어 지면 루프 상태로 회전한 시간은 11:13:36부터 11:13:45까지 약 9초였고, 약 43m를 활주하였다. HL1277의 지면

4) 지면 루프는 항공기가 지상 활주, 이륙 중, 특히 착륙 활주 중에 항공기를 통제할 수 없는 상태로 항공기의 방향이 급격히 변경되는 회전이다.

루프 과정은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] HL1277의 지면 루프 과정

HL1277은 활주로를 벗어날 때에 오른쪽 날개가 들려 정상적인 자세로 회복되었고, 활주로 완충구역을 벗어나 계속 나아가다가 활주로 01시단으로부터 약 3,600ft, 활주로 중심선으로부터 왼쪽으로 76m 지점⁵⁾의 녹지대에 11:13:55 경 정지하였다.

HL1277이 활주로에 접지부터 녹지대에 정지하기까지 약 20초이었으며, 활주로 이탈과정은 [그림 2]와 같다.



[그림 2] HL1277의 활주로 이탈과정

5) 활주로 옆선으로부터 약 54~55m

1.2 인명 피해

이 준사고로 인명 피해는 없었다.

1.3 항공기 손상

이 준사고로 오른쪽 날개 끝과 프로펠러 3엽의 끝 부분이 손상되었다.

1.4 기타 손상

이 준사고로 기타 손상은 없었다.

1.5 인적 정보

1.5.1 기장

기장(남, 45세)은 유효한 사업용조종사자격증⁶⁾, 항공신체검사증명서⁷⁾, 항공무선통신사자격증⁸⁾을 보유하고 있었다. 기장은 총 1,395시간, 동일 기종으로 970시간, 동일 기종 기장으로 315시간, 최근 3개월간 97시간, 1개월간 3시간을 비행하였다.

기장은 2017년 4월 3일 동광지엔티에 입사하여 운항규정에 따라 같은 해 4월 10일부터 6월 12일까지 TU206 기종의 신입부기장 초기훈련으로 지상 학과교육 116시간, 비행교육 18시간을 이수하였다.

6) 자격증번호(12-009177), 교부일: 2016.1.25.

7) 1종 신체검사증명, 증명서번호: 135-7227, 유효기간: 2020.3.31

8) 자격증번호:12-34-1-0577, 발급일: 2012.10.22

또한, 같은 해 9월 11일부터 9월 22일까지 교관조종사승급훈련으로 지상학과 교육 8시간, 비행교육 10시간을 이수하고, 평가비행에 합격하여 교관조종사로 승급하였다. 2018년도 10월 2일부터 10월 17일까지, 2019년도에는 6월 24일부터 7월 7일까지 정기보수교육을 지상학과교육 16시간, 비행교육 5시간을 받았다

준사고 발생 전 기장의 3일간의 행적은 7월 31일 오전 7시에 출근하여 오전에 신입학생조종사의 김포공항출입증발급 등 행정업무 수행, 오후에 지상학과 교육을 실시하고 6시에 퇴근하였으며, 8월 1일과 2일 오전에 항공사진 촬영비행을 위한 관계부서와 업무 협조, 오후에 신입학생조종사의 지상학과 교육을 실시하였다.

준사고 당일에는 오전 5시경 출근하여 학생조종사와 함께 비행 전 브리핑을 실시하고 7시경 이륙하였다.

기장은 비행 전 24시간 내에 음주나 허가되지 않은 약물을 복용하지 않았다고 하였으며, 준사고 발생 후에 무안공항출장소에서 실시한 음주측정 결과도 정상이었다.

1.5.2 학생조종사

학생조종사(남, 33세)는 유효한 사업용조종사자격증⁹⁾, 신체검사증명서¹⁰⁾, 항공무선통신사자격증¹¹⁾을 보유하고 있었다. 학생조종사는 총 534시간, 동일기종으로는 4.7시간을 비행하였다.

학생조종사는 2019년 7월 30일 동광지엔티에 입사하여 운항규정에 따라 2019년 8월 1일부터 9월 30일까지 TU206 기종의 신입부기장 초기교육으로 지상학과교육 116시간과 비행교육 18시간을 이수하였고, 이번 준사고는 입사

9) 자격증번호(12-009822), 취득일:2015.5.19. ICAO 영어자격 4등급 보유(2021.4.2.까지 유효)

10) 1종 신체검사증명, 증명서번호:135-7126, 유효기간:2020.2.29

11) 자격증번호:14-34-1-0034, 발급일: 2014.2.13

후에 첫 비행이었다.

준사고 발생 전 학생조종사의 3일간의 행적은 7월 31일 오전 7시에 출근하여 오전에 본인의 김포공항출입증 발급 등의 행정업무, 오후에 지상학과교육을 받고 5시경 퇴근하였다. 8월 1일은 오전에 회사 전반업무에 관한 교육, 오후에는 비행교범, 항공사진촬영 비행절차, 김포공항 및 무안공항국지절차 교육을 받았다.

8월 2일은 휴무일로 자택에서 자습 및 휴식하였으며, 준사고 당일은 오전 5시경 출근하여 기장과 함께 비행 전 브리핑을 실시하고 7시경 이륙하여 하였다.

학생조종사는 비행 전 24시간 이내에 음주나 허가되지 않은 약물을 복용하지 않았다고 하였으며, 준사고 후 무안공항출장소에서 실시한 음주측정결과도 정상이었다.

1.6 항공기 정보

1.6.1 항공기 일반정보

HL1277은 2002년 5월 22일 미국 세스나사에서 제작¹²⁾되었고, 동광지엔티가 구입하여 2018년 5월 28일에 대한민국에 등록¹³⁾하였다. HL1277은 유효한 감항증명¹⁴⁾을 보유하고 있었으며, 탑재용항공일지에 항공기 총 사용시간은 2,284시간이었다. HL1277의 일반정보는 [표 1]과 같다.

12) 제작 일련번호: T20608366

13) 등록증명서번호: 2018-049, 등록시 항공기 총 사용시간 2,082.40, 엔진/프로펠러 163.20 시간

14) 감항증명서 번호: IS18011, 감항증명유효기간: N/A

제작국	미국	제작사	CESSNA
제작일자	2002. 5.22.	제작일련번호	T20608366
항공기형식	T206H	등록일자	2018.5.28
총사용시간	2,284.4시간 ¹⁵⁾	착륙횟수	753 회

[표 1] 일반 정보

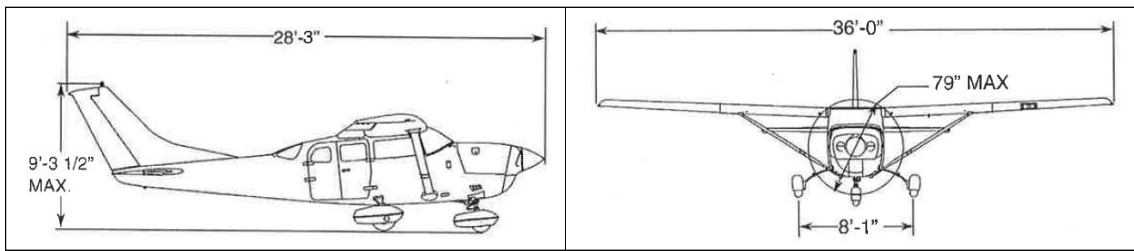
1.6.2 항공기 제원

1.6.2.1 항공기 일반 제원

HL1277의 일반 제원 및 규격은 [표 2], [그림 3]과 같다.

최대이륙중량	1,724kg	연료탑재량	333kg
항속거리	1,587km	항속시간	6시간30분
순항속도	231km/h	초과금지속도	337km/h
운용고도한계	10,000ft	이륙/착륙 활주거리	530m/425m

[표 2] 항공기 일반 제원



[그림 3] 항공기 규격

1.6.2.2 엔진 정보

HL1277의 엔진 정보는 [표 3]과 같다.

15) 항공기·엔진·프로펠러의 사용시간은 탑재용항공일지의 마지막 기록(2019.8.3.)을 근거로 산출

제작국	미국	제작사	Lycoming Co.
품명번호	TIO-540-AJ1A	제작일련번호	RL-9301-61E
Rebuilt일자	2015.12.30	장착일자	2016.02.22.
총 사용시간	365.2 시간	최대출력	310 SHP ¹⁶⁾

[표 3] 엔진 정보

1.6.2.3 프로펠러 정보

HL1277의 프로펠러 정보는 [표 4]와 같다.

제작국	미국	제작사	MaCAULEY Prop.
품명번호	B3D36C432-C	Hub 일련번호	010880
오버홀 일자	2016.02.26.	오버홀 후 사용시간	365.2 시간

[표 4] 프로펠러 정보

1.6.3 항공기 정비 이력

HL1277은 제작사 권고방식에 따라 [표 5]와 같이 정시점검을 자체정비로 수행하였다.

정시점검 수행현황		
점검종류	비행시간	수행일자
50시간 점검	2,215.4	2019.05.08
100시간 점검	2,267.0	2019.06.08
200시간 점검	2,167.5	2019.04.02
1년 점검	2158.1	2018.12.11

[표 5] 정시점검 수행현황

2019년 1월 1일 이후 탑재용항공일지에는 2019년 6월 5일 Transponder¹⁷⁾, 2019년 3월 26일 Nose Fork Assembly¹⁸⁾, Both Main Landing Gear Tire & Tube¹⁹⁾ 및 엔진 Oil Filler²⁰⁾를 교환한 것으로 기록되어 있었다.

16) SHP: Shaft Horse Power

17) W/O No. DK-2019-21('19.6.4) 간헐적인 작동불량으로 교환 후 정상

18) W/O No. DK-2019-09('19.3.26~4.2) Nose Fork Assy를 Standard 규격 부품으로 교환

19) W/O No. DK-2019-11('19.3.26~4.2) Both Main Landing Gear Tire 마모로 Both Tire & Tube 교환

1.6.4 중량 및 평형

HL1277의 중량 및 평형 정보는 [표 6]과 같으며, 이륙과 착륙의 중량 및 평형 자료는 규정된 한계치 이내로 정상이었다.

구분	Weight(lbs)	arm	Moment(lbs-ins/1000)
Take off	3,760.6	45.87	172,491.8
Landing	3,280.6	45.78	150,171.8

※ 무게중심한계: 전방 42.5,~후방 49.7 (CESSNA T206H Maintenance Manual, Section 2 Limitations P.2-8)²¹⁾

[표 6] HL1277의 중량과 평형 정보

1.7 기상정보

무안관제탑에서 착륙 허가 발부 시에 HL1277 에게 제공한 바람은 무풍이었고, 무안국제공항 11:00 정시관측보고는 270° 방향에 3kts, 시정 10km 이상, 3,000ft에 약간의 구름, 20,000ft에 많은 구름, 온도 31℃, 노점 온도 25℃로 시계비행 기상상태였다.

1.8 항행안전시설

HL1277은 시계비행규칙으로 착륙하였으며, 항행안전시설은 정상 운용되었다.

1.9 통신

HL1227이 무안국제공항에 착륙 시에 무안관제탑과의 교신 내용은 [표 7]과 같으며, 교신 중에 통신 장애는 없었다.

20) W/O No. DK-2019-10(19.3.26~4.2) Oil Leak 현상으로 교환 후 정상

21) Pilot's Operating Handbook and FAA Approved Airplane Flight Manual, Serial No. T2060809S)

시간	교신자	교신 내용	비고
11:04:26	HL1277	Muan Tower HL1277 Direct BRAVO Descend to 3,000'	
	Tower	HL1277 Say Your intention	
	HL1277	저희 무안 Full Stop 할 예정입니다.	
	Tower	HL1277 Report Base Descend VFR	
	HL1277	Descend VFR HL1277	
	HL1277	Confirm Report Base	
11:06:35	Tower	HL1277 Revised Proceed to B Maintain 1,500'	
11:09:25	Tower	HL1277 Report Base Descend VFR	
	HL1277	Report Base Descend VFR HL1277	
11:12:16	HL1277	Tower Muan Tower HL1277 Entering Base	
	Tower	HL1277 Tower Runway 01 Wind calm Cleared to Land	
	HL1277	Runway 01 Wind calm Cleared to Land	
11:14:26	HL1277	Muan Tower HL1277 Mayday Mayday	
	HL1277	저희 Towing Car 요청합니다.	

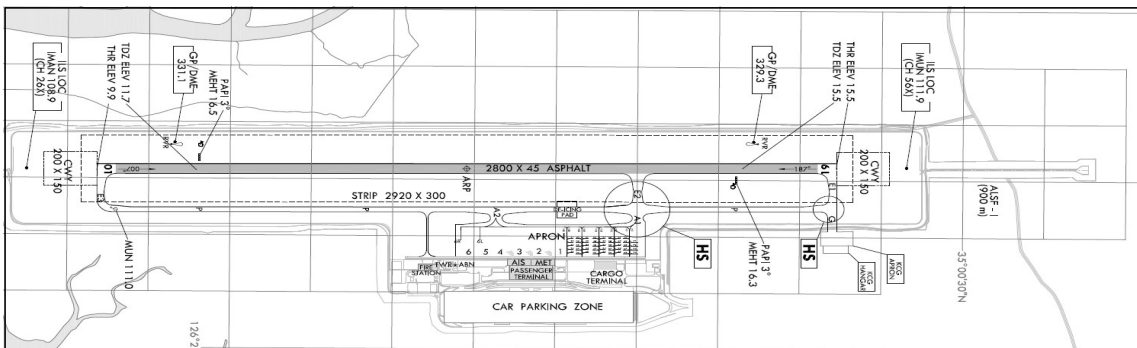
※ 주요 내용만 발췌함

[표 7] HL1277과 무안관제탑의 교신 내용

1.10 비행장 정보

무안국제공항의 활주로는 01/19방향으로 폭 45m, 길이 2,800m의 아스팔트로 되어있으며, 활주로의 양 끝에 폭 150m, 길이 200m의 개방구역이 있다.

유도로 E1과 E2 지역은 Hot Spot으로 지정되어 있으며 HL1277은 활주로 01로 착륙하였다. 무안국제공항의 활주로 구성은 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 무안국제공항 활주로

1.11 비행기록장치

해당 사항 없음

1.12 잔해와 충격정보

HL1277은 오른쪽 날개 끝과 프로펠러 끝이 활주로에 닿은 상태로 왼쪽으로 회전되면서 [그림 5]와 같이 항공기의 오른쪽 날개 끝과 프로펠러 3엽이 손상되었다.



[그림 5] HL1277의 오른쪽 날개 끝과 프로펠러 손상 모습

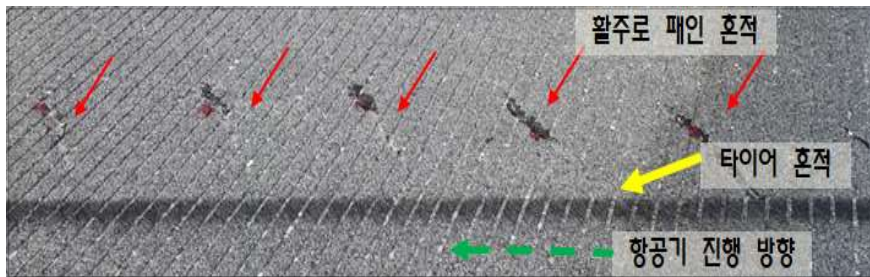
HL1277이 활주로에서 오른쪽에서 왼쪽으로 회전 중에 [그림 6]과 같이 오른쪽 날개 끝이 지면에 닿은 상태로 약 13m 진행하였고, 이후 활주로를 벗어나기 10m 전부터 다시 오른쪽 날개 끝이 활주로에 닿은 흔적이 있었다.

타이어 흔적은 [그림 6]과 같이 활주로 중심선으로부터 오른쪽으로 15m 정도에서 시작하여 활주로의 왼쪽 옆선을 벗어날 때까지 회전하는 형태로 있었으며, 녹지대에도 항공기가 정지된 위치까지 계속 있었다.



[그림 6] HL1277의 타이어와 날개의 활주로 닿은 흔적

또한 프로펠러의 끝이 활주로에 닿아 [그림 7]과 같이 활주로에 패인 흔적이 항공기 진행 방향에 비스듬하게 20~30cm 정도의 직선이 22~24cm 정도의 간격으로 18개가 있었다.



[그림 7] HL1277의 타이어와 프로펠러의 활주로 패인 흔적

1.13 의학 및 병리학적 정보

이 준사고와는 해당사항이 없었다.

1.14 화재

이 준사고로 화재는 없었다.

1.15 생존분야

무안공항소방대는 11:13:55경 무안관제탑으로부터 소형항공기가 활주로를 이탈하였으니 출동 대기하라는 비상연락을 받고 대기 중에 인명피해가 없음이 확인되어 비상대기를 해제하였다.

1.16 시험 및 연구

1.16.1 엔진오일 및 연료 성분분석

HL1277에서 엔진오일과 연료를 채취하여 위원회에서 분석한 결과²²⁾, 특이사항은 발견되지 않았다.

- 유도결합플라즈마분광기(ICP-OES²³⁾)의 원소함량 정량분석결과 특이사항이 없었다.
- 적외선분광기(FT-IR²⁴⁾)의 유기 성분분석으로 특이사항이 없었다.

1.17 조직 및 관리정보

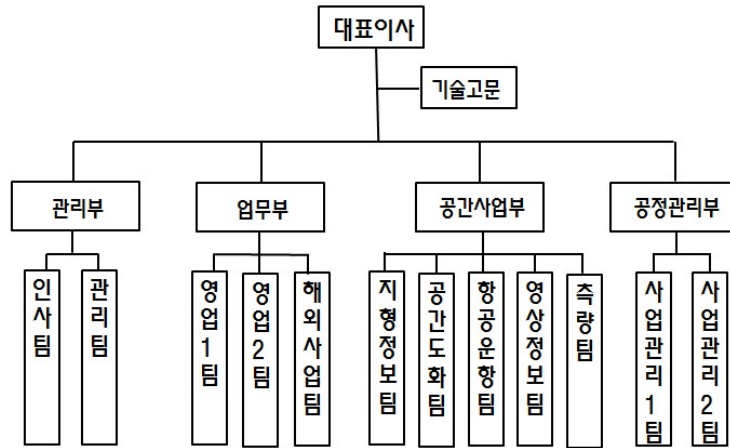
1.17.1 동광지엔티 조직 및 관리

동광지엔티는 [그림 8]과 같이 대표이사와 직원의 인적관리를 위한 관리부, 국내외 영업 업무를 담당하는 업무부, 항공사진촬영을 위한 업무와 항공기 운항을 관리하는 공간사업부, 회사의 사업을 전반적으로 관리하는 공정관리부가 있다.

22) 항공·철도사고위원회 분석실 시험성적서(2019.9.25.)

23) Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, Model: 715 ICP-OES, 제조회사: AGILENT /USA

24) Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Model: 660-IR, 제조회사: AGILENT/USA



[그림 8] 동광지엔티 조직도

또한 항공기 운영의 총괄팀인 항공운항팀은 [그림 9]와 같이 동광지엔티의 공간사업부에 속해 있으며, 항공기 안전운항을 위한 운항담당과 보안, 안전, 위험물 업무 및 훈련을 담당하는 안전/보안담당, 항공기 감항성 및 감독, 정비기술관리 및 운항지원을 담당하는 정비담당으로 구성되어 있다.



[그림 9] 항공운항팀 조직도

1.18 기타 사항

1.18.1 지면 루프

지면 루프(ground loop)는 항공기가 지상 활주, 이륙 중, 특히 착륙 활주 중에 항공기를 통제할 수 없는 상태로 항공기의 방향이 급격히 변경되는 회전이다. 항공기의 편류(drift) 또는 풍향계 효과(weather vane)²⁵⁾는 항상 지면

25) 풍향계효과(weather vane): 바람이 부는 방향으로 기수가 틀어지는 현상

루프로 발전되지 않지만 초기 급격한 틀어짐(initial swerve)현상²⁶⁾을 만들어 낼 수 있다.

항공기의 주륜(main wheel)에 영향을 주는 방향타의 부주의한 사용, 고르지 않은 지면 또는 부드러운 지면은 항공기의 한쪽 뒷바퀴를 밀리게 만들어 회전하게 되면서 급격한 틀어짐의 현상을 야기할 수 있다.

전륜(nose wheel)형 항공기는 후륜(tail wheel)형 항공기에 비해 다소 지면 루프가 적게 발생하는 경향이 있으나 전륜형 항공기의 지면 루프는 거의 외바퀴 손수레(휠 바로우: wheel barrow)²⁷⁾의 결과로 나타난다.

무게중심이 뒷바퀴보다 더 앞에 있기 때문에 미끄러짐이 발전되기 전에 원심력이 무게중심으로 작용하여 미끄러짐을 멈추게 하려 한다.

급격한 틀어짐으로 발생된 힘은 항공기의 한쪽 날개가 충분히 지면에 닿을 수 있을 만큼 항공기를 기울어지게 만들 수 있다.

조종사는 편류(Wing Low)나 크랩(crab) 방식을 사용하여 착륙한 후에도 풍상쪽으로 에어론(aileron)을 눕혀주고, 풍하쪽으로 방향타(rudder)를 사용하여 항공기 기축선을 유지하면서 항공기가 풍상쪽으로 회전하는 것을 막아주어야 한다. 방향타를 사용하였는데도 항공기가 계속하여 회전하려고 하면 회전하려고 하는 반대쪽 제동장치를 사용할 필요도 있다.

1.18.1.1 접지 시의 지면 루프

항공기는 바퀴의 접지 마찰로 인해 접지 직후와 접지 후에 방향 제어에

26) Swerve: 방향을 바꾼다는 의미로 자동차의 제동장치를 밟았을 때 차체의 뒤쪽이 흔들리는 현상으로 항공기가 제동 시에 뒷바퀴의 회전이 정지되어 가로 방향으로 틀어짐 현상을 일으키고 이로 인하여 항공기의 뒷부분이 진로에서 이탈하는 현상을 말한다.

27) 조종사가 이륙 또는 착륙활주 중에 항공기의 중량이 앞바퀴에 집중되었을 때에 외바퀴 손수레(휠 바로우: wheel barrow)라고 알려진 상태가 발생한다. 휠 바로우는 제동 작용이 효과적이지 않기 때문에 착륙활주 중에 방향 제어가 상실될 수 있으며, 특히 측풍에서 항공기의 앞바퀴가 회전하거나 회전하는 경향이 있다.

어려움을 겪을 수 있고, 접지 마찰은 모멘트 암이 작동할 수 있는 회전중심 점을 만들게 된다.

항공기 방향 제어의 상실은 항공기가 지면에서 급격하게 회전하거나, 지면 루프를 발생시킬 수 있다. 즉 무게중심과 지면 루프에 작용하는 원심력의 조합은 항공기의 날개 끝이 지면에 닿을 정도로 기울거나 기울게 할 수 있으며, 이로 인해 측면 힘이 가해져 착륙장치가 붕괴될 수도 있다.

지상에서 항공기의 빗놀이(yawing)를 제어하는 방향타의 작동 효과는 항공기의 속도에 따라 달라지는 공기 흐름에 좌우된다. 항공기의 속도가 느려지면 방향타 표면의 공기의 흐름이 감소되어 방향타의 효과가 감소될 수 있기 때문에 착륙활주 후에 지면 루프를 만들 수 있다.

만약 항공기의 날개가 위로 올라가기 시작하면 날개의 상승을 낮추기 위해 에어론 제어장치를 작동해야 한다. 에어론의 필요한 양은 항공기의 전진 속도가 감소하면 에어론은 덜 효과적일 수 있기 때문에 항공기 속도에 따라 다르게 나타난다.

1.18.1.2 편류 또는 크랩 상태로 접지 시의 지면 루프

최종접근구간에서는 크랩 방식으로 방향타를 이용하여 항공기 기축을 이동 방향에 맞추어 조정함으로써 바람에 대한 편류를 수정해야 한다. 만약 접지가 편류된 상태 또는 크랩이 된 상태로 이루어지게 된다면 항공기 바퀴에는 측면 하중이 발생하게 된다.

이는 바퀴에 과도한 측면 하중을 가하여 구조 손상까지 발생시킬 수 있고 착륙장치에 심한 측면 하중이 가해져 지면 루프 경향이 발생한다.

또한 뒷바퀴가 지면에 접지 되었을 때 바퀴를 축으로 또는 날개 끝을 축으로 하여 회전하려는 경향을 보이게 된다. 만일 풍상쪽의 날개가 위로 들려

지게 되면 항공기의 무게는 한쪽 바퀴에 쏠리게 될 것이며 상황에 따라 구조적인 손상이 발생할 수도 있다.

측풍에 의해 들러진 날개뿐만 아니라, 항공기의 후방 측방에 부딪히는 측풍에 의하여 풍하쪽으로 빗놀이가 되려는 풍향계 효과가 발생할 수도 있다. 결과적으로 이러한 이유로 지면 루프가 발생할 수 있다.

1.18.2 조종사 교육 및 훈련

동광지엔티는 국가와 지방자치단체에서 추진하는 국가지리정보체계(NGIS: National Geographic Information System)사업에 참여하여 항공사진촬영, 항공측량, 사진도화, 수치지도제작 등의 업무를 수행하고 있었으며, 운항규정²⁸⁾ 4장(운항종사자 훈련)에 따라 조종사 교육 및 훈련을 실시하고 있었다.

조종사들의 훈련은 규정에 따라 초기훈련, 기종전환훈련, 재자격훈련, 정기훈련 및 교관임명훈련으로 구분하여 지상학과교육 후 비행교육을 실시하고 있다.

조종사들의 비행교육은 운항규정 ‘조종사 훈련 비행기록표’에 따라 양양공항이나 무안국제공항에서 정밀계기접근 및 이착륙훈련을 실시하고, 공중조작 및 엔진 고장비상 절차 훈련은 오산공역을 활용하여 훈련하고 있다.

동광지엔티 조종사들은 비행에 필요한 다양한 과목들을 규정에 따라 훈련하고 있었으며, 기장도 운항규정에 따라 비행훈련을 받았다.

조종사 훈련비행 기록표는 A. PRE-FLIGHT, B. TRAFFIC PATTERN, C. MANEUVERS, D. INSTRUMENT FLIGHT, E. EMERGENCY PROCEDURE, F. GENERALS의 6항목으로 구분되어 있으며, 각 항목에 해당 비행과정이 정해져 있었다. 각 항목의 교육 내용은 [표 8]과 같다.

28) 운항규정(OPERATION POLICIES): 2010.5.1. 제정, 신규 항공기 도입에 따른 6차 개정(2018.6.8)

- | |
|---|
| <p>A. PRE-FLIGHT: 1. COCKPIT PRE-FLIGHT CHECK, 2. ENGINE START (NORMAL, HOT, FLOODED), 3. TAXING, 4. ENGINE RUN-UP, 5. BEFORE TAKE-OFF CHECK,</p> <p>B. TRAFFIC PATTERN: 1. TAKE-OFF(NORMAL SHORT FIELD, CROSS-WIND) 2. BEFORE LANDING CHECK 3. LANDING (NORMAL, BALKED, CROSS-WIND)</p> <p>C. MANEUVERS: 1. SLOW FLIGHT, 2. STALLS RECOVERY(POWER ON/OFF, DURING TURN) 3. STEEP TURN 4. RECOVERY FM UNUSUAL ATTITUDE 5. PARTIAL PANEL (LEVEL, TURN, CLIMB, DESCENT)</p> <p>D. INSTRUMENT FLIGHT: 1. CLEARANCE & TAXING, 2. INSTRUMENT TAKE-OFF, 3. SID PROCEDURE, 4. STRAIGHT & LEVEL FLIGHT, 5. CLIMB & DESCENT, 6. TURN (STRAIGHT, TIMES, STEEP, CLIMB & DESCENT), 7. ROUTE-INTERCEPTION & TRACKING, 8. ARRIVAL PROCEDURE, 9. HOLDINGSTATION, VOR, DME FIX, INTERSECTION, ILS OUTER MARKER), 10. PRECISION APPROACH(ILS, PAR), 11. NON-PRECISION APPROACH (LOC, VOR, NDB), 12. CIRCLING APPROACH, 13. MISSED APPROACH PROCEDURE</p> <p>E. EMERGENCY PROCEDURE: 1. ENGINE SECURING PROCEDURE, 2. ENGINE FAILURE (DURING TAKE-OFF, CLIMB, CRUISE, APPROACH), 3. LANDING WITHOUT POWER, 4. FIRES</p> <p>F. GENERALS: 1. RADIO COMMUNICATION, 2. CROSS CHECK TECHNIQUES 3. SMOOTHNESS & ACCURACY OF CONTROL 4. JUDGEMENT</p> |
|---|

[표 8] 조종사 훈련비행 기록표의 교육 내용

2. 분석

2.1 일반

위원회는 HL1277이 활주로에서 착륙활주 중에 급격한 선회로 지면 루프가 발생하여 활주로를 이탈하게 된 준사고의 원인에 관한 사항들을 중점적으로 분석하였다.

2.2 초기 급격한 틀어짐 발생

HL1277이 활주로 01 시단으로부터 약 2,800ft, 활주로 중심선으로부터 왼쪽 약 7~8m에 접지된 후에 오른쪽 방향타(rudder)를 사용하여 활주로 중심선에 맞추려고 기수를 오른쪽으로 전환 중에 갑자기 항공기가 활주로 중심선을 넘어가게 되었다.

HL1277이 접지 후에 항공기 기수를 활주로 중심선에 맞추기 위해 방향타를 조작하여 갑자기 기수를 오른쪽으로 전환 중에 초기 급격한 틀어짐이 발생한 것으로 판단된다.

이는 초기에 급격한 틀어짐이 발생한 것은 HL1277이 항공기 기수를 활주로 중심선에 맞추기 위해 방향타를 급하게 그리고 많은 양을 조작하여 항공기가 급격하게 오른쪽으로 돌아가는 현상이 발생한 결과로 볼 수 있다.

항공기 기축선 및 활주로 중심선을 유지하는 방법은 조종사가 활주로 끝단에 시선을 두고 항공기 기축선이 변화되는 양을 참고하여 항공기 조종간과 방향타를 조금씩 수정하여야 하는데, 기장은 활주로 중심선에 항공기 기축선을 맞추기 위하여 과도하게 방향타를 사용했던 것으로 판단된다.

2.3 지면 루프 발생

초기 미끄러짐이 발생하여 활주로 중심선을 오른쪽으로 넘은 HL1277은 항공기의 동력을 완전히 줄였으나, HL1277은 활주로 오른쪽의 활주로 옆선까지 나아가며, 항공기가 오른쪽으로 기울어지면서 오른쪽 날개 끝이 활주로에 닿았다.

오른쪽 날개 끝이 활주로에 닿은 HL1277은 항공기가 오른쪽으로 활주로를 벗어나는 것을 막기 위해 조종간을 왼쪽으로 꺾으며 왼쪽 방향타를 사용하였다. 이에 HL1277은 오른쪽 날개 끝이 활주로에 닿은 상태로 활주로 오른쪽에서 왼쪽으로 회전되었고 프로펠러도 활주로에 닿았다.

HL1277이 활주로를 벗어나지 않기 위하여 조종간을 왼쪽으로 꺾으며 왼쪽 방향타를 사용하게 됨에 따라 오른쪽으로 나아가던 항공기가 오른쪽으로 밀리면서 지면 루프가 발생하게 된 것이다.

항공기의 방향 제어의 상실은 항공기가 지면에서 급격하게 회전되거나, 지면 루프를 발생시킬 수 있다. 즉 무게중심과 지면 루프에 작용하는 원심력의 조합은 항공기의 날개 끝이 지면에 닿을 정도로 기울어지게 만든 것으로 보인다.

또한 항공기의 속도가 느려지면 방향타 표면의 공기의 흐름을 감소시켜 방향타의 효과가 저하될 수 있어 착륙활주 후에 지면 루프를 만들게 되는데, HL1277이 조종간을 왼쪽으로 급하게 꺾으며 왼쪽 방향타를 사용함에 따라 왼쪽으로 지면 루프가 발생한 것으로 보인다.

2.4 지면 루프의 회복

만일 항공기가 편류가 되고 있거나, 크랩이 된 상태에서 접지된다면 들러

진 날개 쪽으로 조종간을 적용하도록 하고, 방향타를 이용하여 급격한 틀어짐을 막아야 한다.

제동장치는 회전이나 급격한 틀어짐을 막기 위한 목적으로만 사용해야 한다. 제동장치를 사용할 경우 제동장치를 과하게 적용하여 상황을 더 악화시키기 쉽기 때문에 매우 주의해서 사용해야 한다.

만일 제동장치를 사용한다면, 낮아진 날개 쪽의 바퀴(회전의 반대방향)의 제동장치를 충분히 사용해야 한다. 그리고 날개가 수평상태가 된 후에 새롭게 바뀐 방향을 유지하면서 지상활주 속도까지 감속되거나 항공기가 정지할 때까지 방향을 유지해야 한다.

전륜형 항공기의 지면 루프는 대부분 휠 바로우 현상에 의하여 발생한다. 조종사는 전륜형 항공기가 후륜형 항공기에 비해 지면 루프의 발생확률이 더 적을지라도 부적절하게 조작 시(mis-handled) 지면 루프가 발생할 수 있음을 항상 주의해야 한다.

그리고 휠 바로우일 경우에 적절한 승강타 조작으로 무게 중심을 전륜에서 주륜 쪽으로 이동시켜 주어야 한다. 지상 이동 시(활주로 내에서 이동 포함) 갑작스러운 방향타 조작을 지양하고, 특히 빠른 속도에서 이동 시 충분한 속도로 감속한 후에 방향을 전환해야 한다.

지면 루프 발생 시에는 발생 초기에 항공기 기수가 돌아가려는 쪽으로 조종간을 누히고 항공기 기수가 돌아가려는 반대쪽으로 방향타를 사용하여 항공기 기축선을 활주로와 평행하게 유지하여야 한다.

이러한 상태를 빨리 제어하지 못하면 지면 루프가 되어 조종간이나 방향타로 항공기 조종이 되지 않으며, 항공기가 돌아가는 반대쪽으로 제동장치를 사용할 수 있지만 조심스럽게 사용해야 하고 제동장치 사용량이 많으면 항공기가 전복될 수 있다.

2.5 조종사 교육 및 훈련

동광지엔티는 운항규정에 따라 조종사들의 전입초기훈련, 기종전환훈련, 재자격훈련, 정기훈련, 교관임명훈련 등을 지상학과교육 후 비행교육을 실시하고 있으며, 기장과 학생조종사의 교육훈련기록부를 확인한 결과는 매 훈련시 운항규정에 정해진 대로 실시하였다.

기장은 운항규정에 따라 기종전환 교육, 교관승급훈련 및 매 년 정기훈련을 받았으며, 총 비행시간 1,395시간, 해기종 기장 315시간을 비행한 경험이 있었다.

기장은 착륙활주 중에 항공기가 활주로를 이탈되는 것을 적절하게 막지 못하였으며, 항공기가 급격하게 좌로 틀어지면서 활주로를 이탈하게 되는 지면 루프현상을 경험하지 못하였고, 또한 그 이유를 알지 못하였다고 진술한 것으로 미루어 동광지엔티는 조종사들에게 이착륙 중에 발생할 수 있는 지면 루프 방지를 위한 학술 교육을 강화할 필요가 있었다.

3. 결론

3.1 조사결과

1. 조종사들은 항공기 운항을 위한 유효한 자격증명을 보유하고 있으며, 비행에 영향을 미칠 수 있는 건강상의 장애요소는 없었다.
2. HL1277이 준사고에 영향을 줄만한 정비 결함은 없었다.
3. 착륙 당시 기상은 시계비행기상상태이었고, HL1277이 착륙 시에 좌측풍 2~3kts로 항공기가 활주로를 이탈할 만큼 큰 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.
4. HL1277은 시단으로부터 2,800ft, 활주로 중심선 왼쪽으로 약 7~8m에 접지하였다.
5. 접지 후에 오른쪽 방향타를 사용하여 활주로 중심선에 맞추려고 오른쪽으로 수정하던 중에 갑자기 항공기가 활주로 중심선을 넘어가게 되었다.
6. 항공기가 활주로 중심선을 넘어 오른쪽으로 진행하자 이를 막으려고 수정하던 과정에서 조종간을 항공기가 돌아가려는 쪽으로 높이면서 수정해야 하는데, 조종간을 중립에 두고 왼쪽 방향타만을 많이 사용하여 왼쪽 방향으로 지면 루프가 발생되었다.
7. HL1277이 활주로 중심선으로부터 오른쪽으로 10m 정도에서 좌선회를 시작하여 활주로 왼쪽을 벗어나 정상적인 자세로 회복되기까지 43m 정도를 지면 루프 상태로 활주되었다.
8. 활주로에서 이탈되어 활주로 01시단으로부터 약 3,600ft 정도, 활주로 중심선으로부터 왼쪽으로부터 76m 지점의 녹지대에 정지되었다.

9. 동광지엔티는 착륙 시에 발생할 수 있는 지면 루프에 대하여 조종사들에게 학술 교육을 주기적으로 실시할 필요가 있었다.

3.2 원인

이 준사고의 원인을 「항공기가 활주로에 접지 후 활주로를 벗어나는 상태를 충분히 대처하지 못함」으로 결정한다.

4. 안전 권고

위원회는 HL1277이 착륙활주 중 활주로를 이탈한 준사고 조사 결과에 따라 다음과 같이 안전 권고를 발행한다.

4.1 동광지엔티(주)에 대하여

1. 조종사들에게 활주로 상에서 발생할 수 있는 지면 루프에 대하여 학술 교육을 주기적으로 실시(AIR1904-1)
2. 조종사들이 정기훈련 시 안정된 착륙기량향상을 위하여 측풍 착륙에 관한 교육 방안을 마련하여 실시(AIR1904-2)