

항공기준사고 조사보고서

착륙 중 후방동체 지면접촉
티웨이항공 282편
B737-800, HL8253
인천국제공항 활주로 34
2016. 8. 7.



2018. 9.

이 항공기 준사고 조사 보고서는 대한민국 「항공·철도 사고 조사에 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,

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, 착륙 중 후방동체 지면접촉, (주)티웨이항공, HL8253, B737-800, 인천국제공항 활주로 34, 2016. 8. 7. 항공기준사고 조사보고서 ARAIB/AIR1605, 대한민국 세종특별자치시

대한민국 항공·철도사고조사위원회는 독립된 항공·철도 사고조사를 위한 정부기구이며, 「항공·철도 사고조사에 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 가름로 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

착륙 중 후방동체 지면접촉	1
개 요	1
1. 사실 정보	2
1.1 비행 경위	2
1.2 인명피해	6
1.3 항공기 손상	6
1.3.1 항공기 동체 외부 손상	6
1.3.2 항공기 동체 내부 손상	7
1.4 기타 손상	9
1.5 인적 정보	9
1.5.1 교관조종사	9
1.5.2 학생조종사	10
1.5.3 안전조종사	11
1.6 항공기 정보	11
1.6.1 항공기 이력	11
1.6.2 항공기 체원	12
1.6.3 항공기 정비이력	13
1.6.4 중량 및 평형	14
1.7 기상정보	14
1.8 항행안전시설	15
1.9 통신	15
1.10. 비행장 정보	15
1.11 비행기록장치	16
1.11.1 비행자료기록장치(FDR)	16
1.11.2 조종실음성기록장치(CVR)	17
1.12 잔해와 충격정보	20
1.13 의학 및 병리학적 정보	20
1.14 화재	20

1.15 생존분야	20
1.16 시험 및 연구	20
1.17 조직 및 관리정보	20
1.17.1 티웨이항공의 바운싱, 동체접촉예방 교육	21
1.17.1.1 운항승무원 교육	21
1.17.1.2 교관조종사 교육	21
1.17.2 운항승무원 비행훈련	23
1.17.2.1 학생조종사	23
1.17.2.2 교관조종사	24
1.18 기타 사항	25
1.18.1 동체 접촉 피치각	25
1.18.2 교관의 비행훈련방식	26
1.18.2.1 조종 위임	26
1.18.2.2 구두개입	27
1.18.2.3 조종인수	27
2. 분석	28
2.1 일반	28
2.2 최종접근부터 동체접촉까지 과정	28
2.2.1 최종접근 단계	28
2.2.2 실고도 100피트 이하 단계	29
2.2.3 착륙자세변화부터 접지까지 단계	30
2.2.3.1 강하율 및 착륙자세변화	30
2.2.3.2 접지속도	31
2.2.4 1차 바운싱	32
2.2.4.1 기수조작, 부양고도	32
2.2.4.2 복행	33
2.2.4.3 침하에 대한 대처	34
2.2.4.3.1 감속기(speed brake) 전개	34
2.2.4.3.2 엔진출력	35
2.2.4.2.3 피치각	36
2.2.5 2차 바운싱(후방동체 지면접촉) 및 복행	37
2.3 운항승무원 개선점	38

2.3.1 학생조종사, 저경력자 공통과실 범함	38
2.3.2 교관조종사 개선점	39
2.3.2.1 엔진 추력 줄임 조작	39
2.3.2.2 저경력자에 대한 비행훈련방식 선택	39
2.3.2.3 비정상상황에 대한 예견, 바운싱에 대한 판단 및 대처 미흡	41
2.4 티웨이항공	42
3. 결론	43
3.1 조사결과	43
3.2 원인	46
4. 안전권고	47
4.1 티웨이항공(주)에 대하여	47
4.2 국토교통부(항공정책실)에 대하여	48

<표 차례>

[표 1] HL8253 엔진 정보	12
[표 2] HL8253 정시점검 현황	13
[표 3] HL8253의 중량	14
[표 4] HL8253의 이륙 및 착륙 시 무게중심	14
[표 5] 인천공항 활주로34 바람	15
[표 6] HL8253의 FDR 자료	17
[표 7] HL8253 CVR 주요내용	19
[표 8] 학생조종사의 기본교육 및 초기훈련 이력	24
[표 9] 교관조종사 비행교관임용훈련 이력	24

<그림 차례>

[그림 1] HL8253 이착륙 비행경로(인천국제공항)	3
[그림 2] HL8253 바운싱, 동체접촉, 바운싱 그리고 복행	6
[그림 3] 후방동체 외부손상 상태	7
[그림 4] Section 47 동체내부 하단 Frame 907, 947, 967 손상	8
[그림 5] Section 46·47 동체내부 하단 Stringer 23L~23R 손상	8
[그림 6] HL8253의 제원	13
[그림 7] 인천공항 활주로 배치도	16
[그림 8] 바운스 착륙의 회복(POM 6.15, Boeing FCTM 6.29)	21
[그림 9] 착륙접지 바운스의 회복	22
[그림 10] 착륙중 동체접촉 요인	22
[그림 11] 정상착륙자세	25
[그림 12] 접지속도에 따른 피치자세와 동체접촉 피치자세	27
[그림 13] HL8253 동체 접촉 과정	29
[그림 14] 착륙접지구간에서 HL8253 운항승무원의 조작관련 FDR자료	31
[그림 15] HL8253 FDR분석-Ground spoiler	36

착륙 중 후방동체 지면접촉

- 항공기 운영자: (주)티웨이항공
- 항공기 제작사: 보잉사
- 항공기 형식: B737-800
- 항공기 등록부호: HL8253
- 발생장소: 인천국제공항 활주로 34
- 발생일시: 2016년 8월 7일 12:54 경 (한국표준시각¹⁾)

개 요

2016년 8월 7일 12:54경 (주)티웨이항공 소속, B737-800(HL8253) 여객 운송용 항공기가 인천국제공항 활주로 34에 착륙 중 바운싱²⁾하였고 2차 접지하면서 후방동체가 활주로 지면과 접촉되었다. 이 준사고로 인하여 탑승객 부상은 없었으나, HL8253의 후방동체 하부 골조(frame)와 세로 보(Stringer)가 손상되었고 탑승객의 부상은 없었다.

항공·철도사고조사위원회는 이 준사고의 원인으로 「①HL8253은 착륙자세 변화를 늦게 부족하게 하였고 엔진출력을 줄이지 못한 상태로 경착륙되며 바운싱이 발생하였고, ②부양고도가 높아지게 되었을 때 복행을 하지 못 하였으며, ③침하할 때 엔진출력사용이 늦었고 피치각 증가로 침하율을 줄이는 조작을 함으로써 B737-800 기종의 착륙한계 피치각을 초과하여 후방동체가 지면에 접촉되었다.」로 결정한다.

기여요인으로는 「①교관조종사의 학생조종사의 수준에 적합한 이착륙비행훈련방식 미적용과 바운싱에 대한 조치 미흡 ②저경력 교관조종사와 저경력 학생조종사로 구성된 조종사 편조」로 결정한다.

항공·철도사고조사위원회는 이와 관련하여 (주)티웨이항공에 4건과 국토교통부에 대하여 2건의 안전권고를 발행한다.

1) 이 보고서상의 모든 시각은 24시를 기준으로 한 한국표준시각 임

2) 착륙접지 중인 비행기가 부적절한 자세 또는 과도한 강하율로 지면과 강한 충격으로 접촉하였을 때, 공중으로 다시 튀어 오르는 현상

1. 사실 정보

1.1 비행 경위

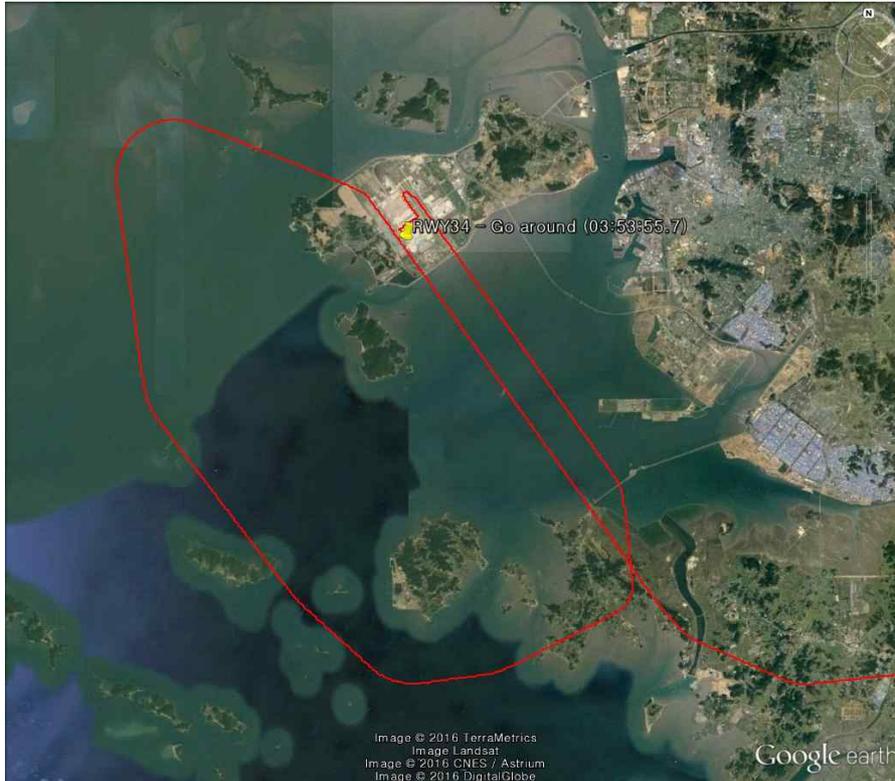
2016년 8월 7일 11:36경, (주)티웨이항공 소속 여객운송용 항공기 B737-800, HL8253(이하 'HL8253'이라 한다.), 282편이 176명의 승객을 태우고 인천국제공항(이하 '인천공항'이라 한다.)을 목적지로 일본 간사이국제공항에서 이륙하였다.

HL8253의 조종실에는 3명의 운항승무원이 탑승하고 있었고, 부기장 훈련을 받는 학생조종사는 우측석에, 교관조종사는 좌측석에 그리고, 안전조종사는 관측석에 위치하였다.

HL8253은 12:23:16경 인천공항에 착륙을 위한 브리핑을 시작하였고, 착륙외장(landing configuration)은 플랩30도, 접근속도는 기준속도143노트에 바람을 고려 5노트를 더한 148노트로 정하였다.

12:43:06경 인천접근관제는 인천공항 활주로34로 정밀계기접근(ILS34)이 예상됨을 알렸다.

[그림 1]은 인천공항에서 HL8253의 비행경로이다.



[그림 1] HL8253 이착륙 비행경로(인천국제공항)

12:45:22경 인천접근관제는 HL8253에게, 기압고도(이하 '고도'라 한다.) 2,000피트로 강하와 180노트로 감속할 것을 지시하였고 12:46:20경 활주로34 정밀계기접근을 허가하였다.

12:48:39경 HL8253은 활주로34를 육안으로 확인하였고 인천 관제탑으로 관제가 이양되었다.

12:49:25경 교관조종사는 모든 것이 안정되었고 가까워지고 있는 전방의 항공기(아시아나항공 1135편)를 고려하여 착륙바퀴다리를 일찍 내릴 것을 제안하였다.

12:50:40경 고도 2,684피트에서 HL8253은 착륙바퀴다리를 내렸고 12:51:01경 고도 2,384피트에서 플랩을 30위치로 하고 148노트의 접근속도로 설정되었음을 확인하였다. 12:51:19경 고도 2,145피트를 지나며 HL8253은 착륙전 점검을 완료하였다.

12:51:32경 HL8253은 고도 1,973피트에서 자동조종장치를 해제하였고
12:51:40경 고도 1,851피트에서 자동추력조절장치를 해제하였다.

12:51:47경 고도 1,760피트에서 교관조종사는 학생조종사에게 활주로길이가 충분하므로 착륙자세 변화단계에서 50피트를 거쳐 30피트로 강하하며 추력조절레버(스로틀)를 빠르게 줄이지 말 것을 강조하였다.

12:52:36경 고도 1,149피트에서 관제탑은 HL8253에게 270방향 7노트 바람정보를 주며 활주로34 착륙을 허가하였다.

12:52:43경 운항승무원들은 고도 1,000피트를 지남과 안정되었음을 상호 확인하였다.

12:52:46경 교관조종사는 학생조종사에게 약간 활주로의 좌측편에 있음과 발을 방향타 페달에 놓을 것을 조언하였고 학생조종사는 이에 응답하였다.

12:53:15경 500피트지남과 안정되었음을 상호 확인하였고, 교관조종사는 활주로 연장선상의 약간 오른쪽에 있으므로 약간 좌측으로 경로를 수정할 것과 항공기 외부 경로와 내부의 속도를 확인할 것을 조언하였다.

12:53:28경 실고도 279피트에서 교관조종사는 '약간 높으므로³⁾ 항공기 추력(스로틀)을 줄이라'고 지시하였다. 12:53:34경 "Minimum(최저고도)" 자동 기계음이 나오자 학생조종사는 '스로틀을 줄였다'고 하였고 교관조종사는 "Landing(착륙)" 이라고 하였다.

12:53:40경 교관조종사는 "Center line"⁴⁾이라고 하자 학생조종사는 "Check okay"라고 하였다.

12:53:46경 "50,40,30,20" 자동 기계음⁵⁾이 나왔다. 12:53:49경 "10" 자동 기계음이 나왔다.

3) 강하경로는 실고도 279피트에서 0.31dot 높았고 이는 지속되어 실고도 73피트에서 0.54dot 높았다.

4) localizer 벗어남은 12:53:34 실고도 249피트에서 좌측 0.01dot, 12:53:37 실고도 193피트에서 우측 0.01dot, 12:53:41 실고도 137피트에서 좌측 0.03dot가 되었다.

5) 조종사의 착륙자세변화조작에 도움을 주기위해 활주로부터의 상대고도(feet)를 기계음성으로 알려줌

12:53:49.2경 HL8253은 활주로34시단에서 약 708피트 위치한 지점에 피치자세 4.7도, 속도 151노트, 최대수직가속도 1.926G로 경착륙 접지를 한 뒤, 부양⁶⁾(bouncing, 이하 '바운싱'이라 한다.)되었다. CVR에는 12:53:49.3경 비정상 소리가 0.8초간 녹음되었다.

바운싱 3.6초 후인 12:53:52.8경 HL8253은 활주로34시단에서 약 1,640피트 위치한 지점에 다시 접지⁷⁾하였다. 이때 최대 피치자세 9.8도, 우경사 3도, 속도 144노트, 최대수직가속도 2.663G를 기록하였고. CVR에는 12:53:52.8부터 1.2초간 후방동체가 지면에 닿는 것 같은 비정상소리가 녹음되었다.

12:53:51~12:53:52 자동속도감속기는 전개를 지시하였다가 12:53:53 다시 들어감을 지시하였다. 12:53:54경 “삐삐”경고음이 발생하였다.

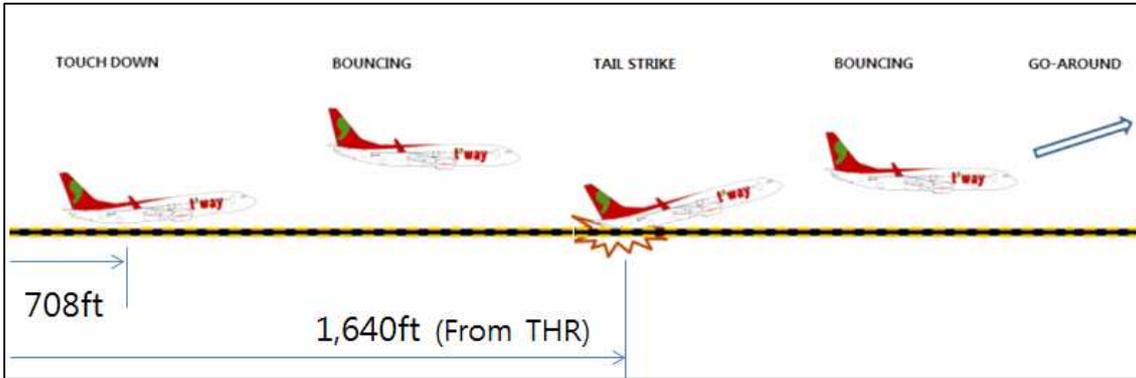
12:53:56경 교관조종사는 “Hey go around okay?(복행합시다. 오케이?)”라고 하자, 안전조종사는 “Go around, go around(복행, 복행)” 학생조종사는 “Go around(복행)”라고 하였다. 12:53:57 이륙출력(TO/GA)모드가 기록되었다.

12:54:00경, 학생조종사는 “positive climb(상승)”, 교관조종사는 “positive climb(상승), 플랩 15”, 학생조종사는 “15”라고 호창하였고 안전조종사는 관제탑에 복행하고 있음을 알렸다. HL8253은 복행 후에 재접근하여 13:10:49경 HL8253은 활주로34에 착륙하였다.

HL8253이 주기장에 진입 후 정비사의 지상점검과정에서 동체가 접촉되어 손상되었음이 확인되었고, 운항승무원도 이를 인지하게 되었다.

6) 12:53:50경 지상모드를 지시하였고 피치자세는 5.1도 경사각은 좌경사 0.1도 였다. 12:53:51 공중모드로 변경되었고 우경사 2.8도->3.2도 피치자세는 5.4도였다.

7) 12:53:53~12:53:54 지상모드가 지시되었다가 공중모드로 변경되었다.



[그림 2] HL8253 바운싱, 동체접촉, 바운싱 그리고 복행

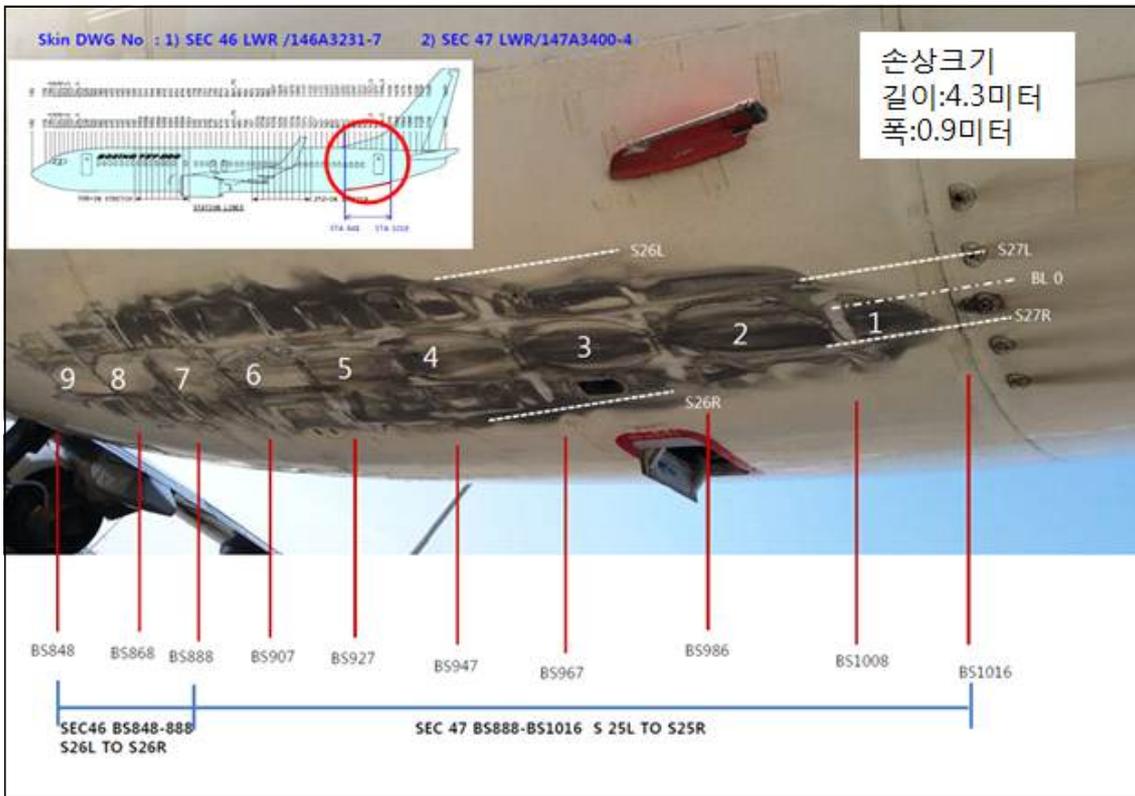
1.2 인명피해

HL8253에는 운항승무원 3명, 객실승무원 4명, 승객 176명 등 총 183명이 탑승하였으며 부상자는 없었다.

1.3 항공기 손상

1.3.1 항공기 동체 외부 손상

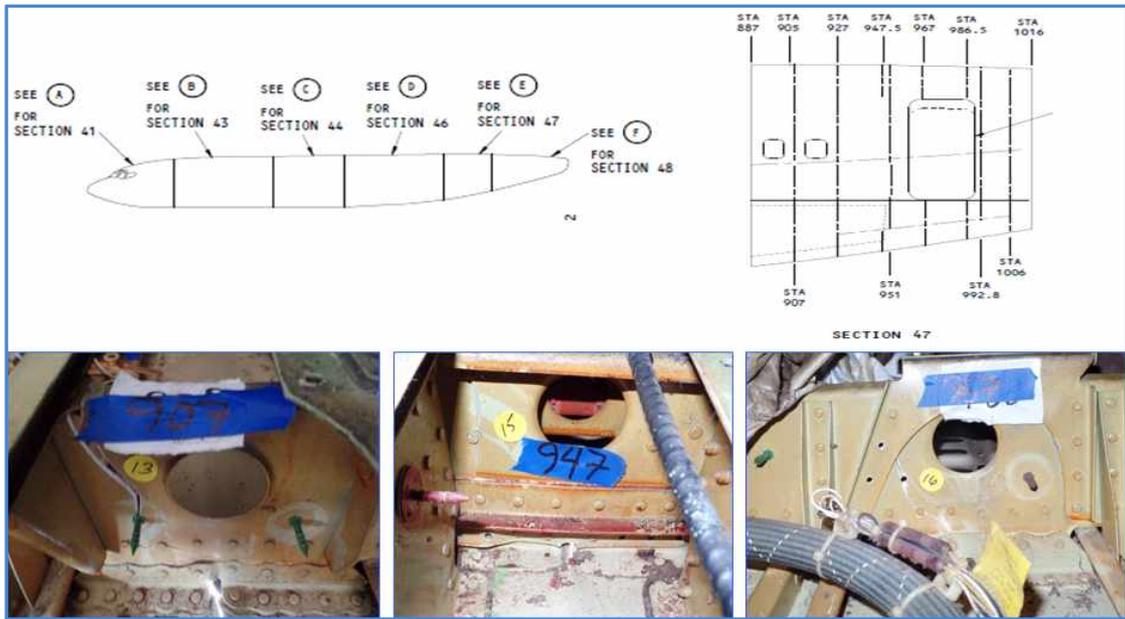
HL8253은 [그림 3]과 같이 후방동체하부의 표피가 폭 90cm, 길이 426cm 정도 손상을 입었고 일부에 구멍이 뚫렸다.



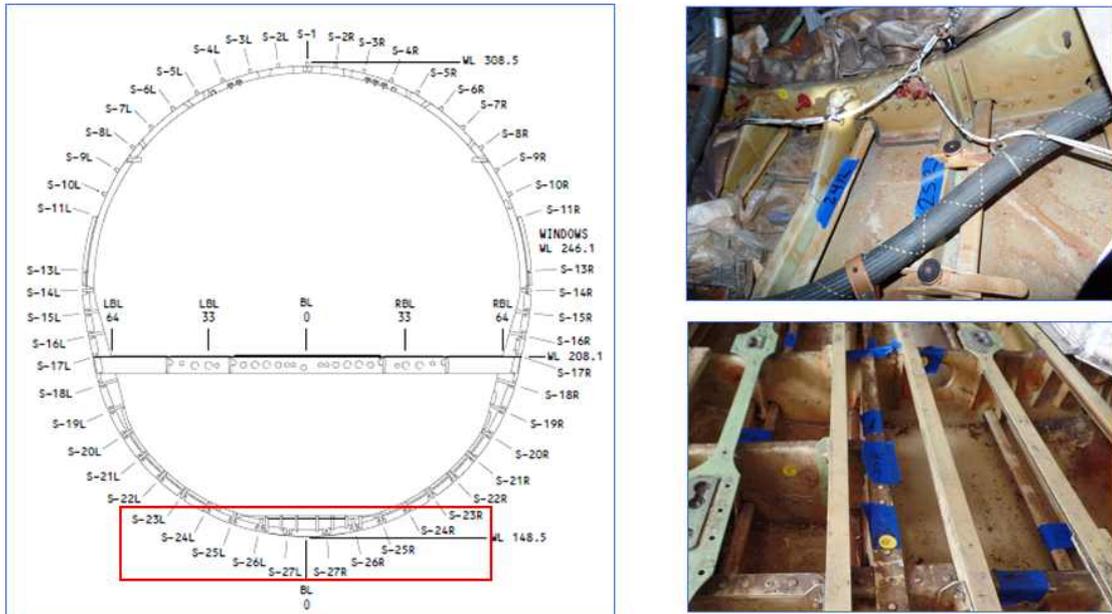
[그림 3] 후방동체 외부손상 상태

1.3.2 항공기 동체 내부 손상

[그림 4]와 [그림 5]는 항공기 동체 내부의 손상 상태를 보여 주고 있으며, 항공기 동체의 미부 섹션 46·47·48 정밀육안점검결과 동체후미 하부 프레임 (# 907, 947, 967)이 균열되었으며 동체후미 하부 스트링거(S23L~S23R)가 손상되었다. 후방 압력벽(AFT Pressure Bulkhead)은 손상되지 않았다.



[그림 4] Section 47 동체내부 하단 Frame 907, 947, 967 손상



[그림 5] Section 46 · 47 동체내부 하단 Stringer 23L~23R 손상

1.4 기타 손상

기타 손상은 없었다.

1.5 인적 정보

1.5.1 교관조종사

교관조종사(47세, 남)는 유효한 운송용조종사 자격증명⁸⁾, B737 한정증명⁹⁾, 제1종 항공신체검사증명¹⁰⁾ 및 항공영어구술능력증명(6등급)을 보유하고 있었다.

총 비행경력은 7,328시간으로 그 중 B737-800기종 기장시간은 1,511시간, 교관시간은 45시간을 보유하고 있었다. 최근 3개월 비행시간은 189시간, 최근 1개월 비행시간은 84시간, 최근 1주 비행시간은 22시간이었다.

교관조종사는 외국인(대만)으로서 2013년 11월 18일 티웨이항공에 입사하여 2014년 6월 13일 B737 기장이 되었다. 2016년 3월 9일 B737 교관조종사로 승급되었으며, 2016년 2월 24일부터 2월 25일까지 실시한 모의비행장치 훈련 및 숙달평가에 합격하였다.

준사고 전 72시간 행적으로 2016년 8월 5일은 01:00경 광 공항을 출발하여 05:00경 인천공항에 도착하였고, 퇴근 후 휴식하였다. 8월 6일은 08:00경 기상하여 아침식사를 하였고 가족과 외출하여 18:00경 귀가 후 21:00경 취침하였다. 8월 7일은 04:00경 기상하여 05:30경 인천공항의 회사에 도착하였고 인천공항-일본 간사이공항-인천공항 국제선 구간 비행으로 07:50경 인천을 출발하여 13:10경 인천공항으로 돌아왔다.

8) 자격번호: 11-005096 (2014. 6. 1. 취득)

9) 취득일: 2014. 6. 1.

10) 증명서 번호: 097532(2016. 8. 31.까지 유효)

교관조종사는 음주나 허가되지 않은 약물은 복용하지 않았고 건강상태는 양호하였다고 진술하였다.

1.5.2 학생조종사

학생조종사(35세, 남)는 유효한 사업용조종사 자격증명¹¹⁾, B737 한정증명¹²⁾, 제1종 항공신체검사증명¹³⁾, 항공무선통신사 자격증¹⁴⁾ 및 항공영어구술 능력증명(4등급)을 보유하고 있었다.

학생조종사는 2016년 3월 7일 입사하여 2016년 4월 21일부터 2016년 6월 4일까지 B737-800기종 부기장 전환훈련을 받았고 2016년 6월 4일 모의비행장치 평가비행에 합격하였다.

총 비행경력 340시간으로 그 중 B737-800기종으로 비행시간은 40시간, 이착륙 경험은 10회 이다. 최근 3개월 비행시간은 40시간, 최근 1개월 비행시간은 34시간, 최근 1주 비행시간은 14시간이었다.

준사고 전 72시간 행적으로 8월 4일은 김포-제주 구간의 비행을 하였다. 8월 5일은 김포-제주구간을 비행 후 23:00경 퇴근하였다. 8월 6일은 비행이 없어 비행준비와 휴식을 취하였고, 17:00경 저녁식사 후 20:00경에 취침하였다. 8월 7일은 03:00경 기상하여 04:00경 회사에 출근하였다. 05:30경 담당 교관과 노선에 관한 브리핑을 하였고, 인천공항-일본 간사이공항-인천공항 국제선 구간 비행으로 07:50경 인천을 출발하여 13:10경 인천공항으로 돌아왔다.

학생조종사는 음주나 허가되지 않은 약물은 복용하지 않았고 건강상태는 양호하였다고 진술하였다.

11) 자격 번호: 12-009529 (2014. 8. 17. 취득)

12) 취득일: 2015. 8. 10.

13) 증명서 번호: 135-0759 (2016. 8. 31.까지 유효)

14) 증명서 번호: 12-34-1-0698 (2012. 11. 21. 교부)

1.5.3 안전조종사

안전조종사(42세, 남)는 유효한 사업용조종사 자격증명¹⁵⁾, B737 한정증명¹⁶⁾, 제1종 항공신체검사증명¹⁷⁾, 항공무선통신사 자격증¹⁸⁾ 및 항공영어구술 능력증명(5등급)을 보유하고 있었다.

안전조종사는 2014년 5월 12일 입사하여 2014년 10월 31일 B737기종 부기장이 되었다. 2016년 2월 13일 정기 모의비행장치 평가비행에 합격하였다.

총 비행경력은 1,625시간이며 그 중 B737-800기종으로 비행시간은 1,354시간이다. 최근 3개월 비행시간은 200시간, 최근 1개월 비행시간은 62시간, 최근 1주 비행시간은 13시간이었다.

준사고 전 72시간 행적으로 8월 4일은 비행이 없었고 베트남 다낭에서 휴식을 취하였다. 8월 5일은 다낭-인천구간을 비행하였다. 8월 6일은 비행이 없어 비행준비와 휴식을 취하였고 19:00경 저녁식사 후 22:30경에 취침하였다. 8월 7일은 03:40경 기상을 하여 04:40경 회사에 출근하였다. 05:00경 담당 교관과 노선에 관한 브리핑을 하였고, 인천공항-일본 간사이공항-인천공항 국제선 구간 비행으로 07:50경 인천을 출발하여 13:10경 인천공항으로 돌아왔다.

안전조종사는 음주나 허가되지 않은 약물은 복용하지 않았고 건강상태는 양호하였다고 진술하였다.

1.6 항공기 정보

1.6.1 항공기 이력

15) 자격 번호: 12-008910 (2013. 11. 19. 교부)

16) 취득일: 2013. 11. 19

17) 증명서 번호: 122-16140 (2017. 6. 30.까지 유효)

18) 증명서 번호: 13-34-1-0262 (2013. 5. 23. 교부)

HL8253은 1998년 5월 10일 미국 보잉(Boeing)사에서 제작¹⁹⁾되었고, 사가 항공사²⁰⁾에서 운용 후 2011년 8월 10일 티웨이항공이 도입하여 국토교통부에 등록²¹⁾하였으며 유효한 감항증명서²²⁾를 보유하고 있었다.

2016년 8월 7일까지 항공기 기체의 총 비행시간은 61,997시간이고, 총 이착륙 횟수는 33,577회이었다. 이 항공기에는 미국과 프랑스 합작회사인 CFMI²³⁾사에서 제작된 두 개의 CFM 56-7B26 엔진이 장착되어 있었으며, 엔진 정보는 [표 1]과 같다.

장착위치	일련번호	TSN/CSN ²⁴⁾	TSLV/CSLV ²⁵⁾	장착일자
좌측(1번)	874196	58,449/31,378	7,185/6,403	2014. 02. 05.
우측(2번)	874132	53,352/28,444	1,707/1,167	2016. 01. 27.

[표 1] HL8253 엔진 정보

1.6.2 항공기 제원

HL8253의 일반 제원은 [그림 6]과 같다.

19) 제작번호: 28069

20) 터키국적

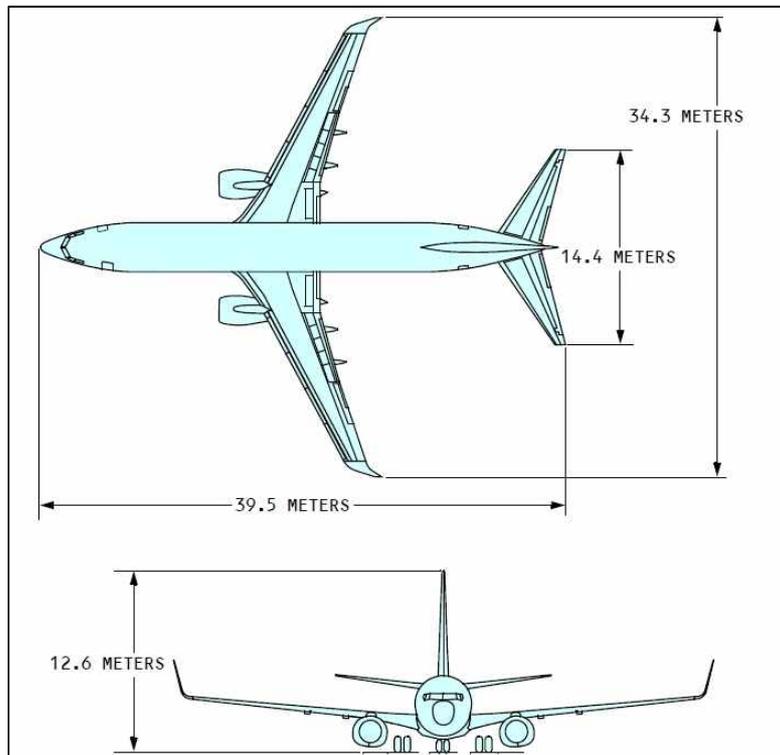
21) 등록증 번호: 2016-089

22) 번호: AB11036(2011. 8. 9. 발행)

23) CFM International: 미국의 제네럴 일렉트릭사와 프랑스의 스네크마사가 함께 설립한 엔진제작회사

24) TSN/CSN(Time Since New/Cycle Since New): 제작 후 총 사용시간 및 총 착륙횟수

25) TSLV/CSLV(Time Since Last Shop Visit/Cycle Since Last Shop Visit): 수리 후 사용시간 및 착륙횟수



[그림 6] HL8253의 일반 제원

1.6.3 항공기 정비이력

HL8253은 준사고 당일 일본 간사이공항에서 티웨이항공 주재정비사에 의해 비행전 점검이 수행되었으며, 결함은 없었다. 또한 인천공항에 도착 시 까지 비행 중 어떠한 결함도 보고되지 않았다.

HL8253에 대한 정시점검은 티웨이항공의 정비프로그램에 따라 수행되었으며, 최근 점검현황은 [표 2]와 같다.

점검	주기 ²⁶⁾	수행일	기체시간	착륙횟수
“A”점검	600	2016.07.06.	61,642	33,400
“C”점검	6,000	2014.12.22.	57,040	29,445

[표 2] HL8253 정시점검 현황

1.6.4 중량 및 평형

HL8253의 중량 및 평형 정보는 [표 3], [표 4]와 같으며 이륙 및 착륙 시 무게 중심은 허용범위 내에 있었다.

단위: kg

구분	중량	구분	중량
무연료중량	57,404	최대무연료중량	71,499
이륙연료	7,000	탑재연료	7,200
이륙중량	64,404	최대이륙중량	69,999
소모연료	3,900	화물중량	14,619
착륙중량	60,504	최대착륙중량	65,317

[표 3] HL8253의 중량

단위: C.G. % MAC

구분	이륙중량 무게중심		착륙중량 무게중심	
	전방	후방	전방	후방
허용범위	10.8	30.3	9.7	29.7
실제 무게중심 위치	23.1		21.3	

[표 4] HL8253의 이륙 및 착륙 시 무게중심

1.7 기상정보

인천공항의 8월 7일 12시 30분과 13시의 정시관측보고는 하늘상태 맑음, 북서풍 10노트, 기온 섭씨 30도, 기압 1,007mb로 시계비행기상상태이었다.

26) 점검주기: "A"점검-600시간/600사이클 중 선도래 시점, "C"점검-6,000시간/6,000사이클 중 선도래 시점

시각 (KST)	1분 바람		2분 바람					10분 바람					기온 (°C)		
	최대 풍속 (kt)	평균 풍향 (deg)	평균 풍속 (kt)	최소/최대풍속		평균 풍향 (deg)	풍향변동폭		평균 풍속 (kt)	최소/최대풍속		평균 풍향 (deg)		풍향변동폭	
				최소 (kt)	최대 (kt)		좌	우		최소 (kt)	최대 (kt)			좌	우
2016.08.07 12:59	6.6	300	5.3	3.5	7.6	280	240	320	5.6	2.4	9.0	270	230	320	32.4
2016.08.07 12:58	7.6	260	6.0	4.3	8.1	270	240	300	5.6	2.4	9.0	260	230	310	32.5
2016.08.07 12:57	8.1	270	5.6	3.9	8.1	260	250	300	5.6	2.4	9.0	260	230	310	32.5
2016.08.07 12:56	6.9	260	5.3	3.8	7.4	250	240	280	5.6	2.4	9.0	260	230	310	32.4
2016.08.07 12:55	7.4	250	4.6	2.4	7.4	270	240	310	5.8	2.4	9.0	260	230	310	32.2
2016.08.07 12:54	6.3	280	5.0	2.4	7.5	280	240	310	6.0	2.4	9.0	260	230	310	32.3
2016.08.07 12:53	7.5	290	6.9	5.1	9.0	280	240	300	6.3	3.3	9.0	260	230	300	32.5
2016.08.07 12:52	9.0	260	6.8	4.1	9.0	250	230	290	6.3	3.3	9.0	260	230	290	32.6
2016.08.07 12:51	7.6	250	5.4	3.3	7.6	250	230	280	6.2	3.3	9.0	260	230	290	32.7
2016.08.07 12:50	6.1	250	5.1	3.3	7.0	260	240	290	6.2	3.3	9.0	260	230	290	32.7
2016.08.07 12:49	7.0	260	5.7	3.8	7.4	270	240	290	6.4	3.8	9.0	260	230	290	32.6

[표 5] 인천공항 활주로34 바람_ 항공기상청 자료

1.8 항행안전시설

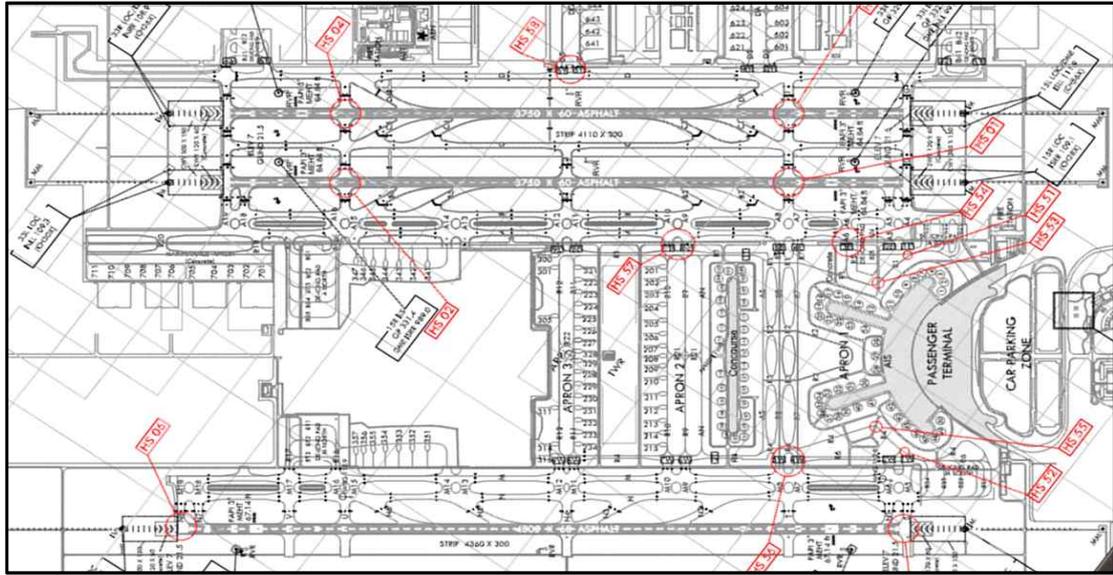
해당사항 없음

1.9 통신

HL8253의 통신장애는 없었다.

1.10. 비행장 정보

인천공항의 활주로는 15R/33L, 15L/33R, 16/34 등 3개로 구성되어 있다. 활주로 33L/15R, 33R/15L는 길이 3,750m, 폭 60m의 콘크리트이며, 활주로 16/34은 길이 4,000m, 폭 60m의 콘크리트이다. 각 활주로 끝에 길이 120m, 폭 60m의 콘크리트 정지로, 길이 300m, 폭 150m의 개방구역이 설치되어 있다.



[그림 7] 인천공항 활주로 배치도

1.11 비행기록장치

1.11.1 비행자료기록장치(FDR)

HL8253의 FDR²⁷⁾에는 약 25시간의 비행자료 기록이 남아있었으며, 이번 준 사고 관련 비행기록 시간은 FDR에 기록된 마지막 부분으로 이륙활주시작부터 지상정지까지 1시간 45분 47초였다.

사고와 관련하여 FDR에 기록된 비행 파라미터의 데이터 수치 값의 주요 내용은 [표 6]과 같다.

시각	고도	활주로34 시단거리	FDR 비행자료
12:43:46	10,000ft	32nm	CAS 252노트
12:48:04	5,269ft	16nm	강하경로 진입
12:48:24	4,984ft	15nm	최종경로 진입

27) 제작사/ 모델: Honeywell사 /Soild-state FDR SSFDR(P/N 980-4700-042, S/N 2888)

12:50:10	3,155ft	10nm	자동조종장치 작동, Flap handle 5°
12:50:43	2,684ft	8.2nm	착륙바퀴 내림, 중량 134,760lbs
12:51:01	2,384ft	7.6nm	Flaps 30
12:51:32	1,973ft, RA 1,950ft	6nm	자동조종장치 해제, FD only ON
12:51:40	RA 1,860ft	5.7nm	자동추력조절 해제
12:52:41	RA 994ft	3nm	RA 1,000ft 통과
12:53:46.446	RA 46ft	0ft	RWY34 시단 통과: CAS 148.1ft, Roll 0.1°, Wind 221.8° / 5.5노트
12:53:49.172	RA 10ft	-708ft	지상접지, Vert G 1.926G, Pitch 4.7°
12:53:49.215			Long G -0.086G
12:53:50.656	RA 4ft	-1,092ft	Speed Brake 작동, Pitch 4.4°
12:53:50.789	RA 3ft	-1127ft	RA 3ft- 이벤트구간에서 최소 값
12:53:51.334		-1,267ft	중량 134,611(lbs), Roll 3.2°, Pitch 4.2° CAS 144.6노트, Ground SPD 152노트
12:53:52.797	RA 6ft	-1,640ft	Vert G 2.663G 로 최대 값, Roll 2.1°, Pitch 9.8° 로 Max pitch 값, *2번의 높은 Vert G'값 간의 간격은 3.6초
12:53:56	RA 11ft	-2,443ft	복행추력 선택(TOGA Pressed), CAS 144.2노트, Pitch 9.7°
12:53:57	RA 14ft	-2570ft	Eng1 & 2 PWR 증가, Pitch 7.3° Eng1 N1 35.5->59.5%, Eng2 N1 36.6->61.8%

[표 6] HL8253의 FDR 자료

1.11.2 조종실음성기록장치(CVR)

조종실음성기록장치(CVR)²⁸⁾는 IC메모리를 자료저장매체로 사용하는 Solid-state 타입으로 조종사, 부조종사, 조종실 구역 그리고 조종실 내 예비장착 마이크를 통하여 입력되는 조종실내 발생음을 디지털 방식으로 기록한다. 위원회는 CVR 제작사 장비

28) 제작사/ 모델: Honeywell사/Solid-state CVR SSCVR(P/N 980-6022-001, S/N 0659)

를 이용하여 기록된 음성자료를 모두 인출하여 2시간 길이 2개와 30여분 길이의 4개 스트림 파일로 변환하였다.

기록된 음성자료 2시간 길이에선 인천공항 34활주로에서 복행한 부분과 복행 후 착륙한 구간이 모두 포함되어 있었으며, 복행 지점은 녹음 시작부분으로부터 약 1시간 28분 54초가 지난시점이다. 위원회에서 전체 녹음구간을 청취한 후 사고비행 구간에 대하여 녹취록을 작성하였다.

사고와 관련하여 CVR에 기록된 주요 내용은 [표 7]과 같다.

시각	통화자	내용
03:53:28.0	A/C	approaching Minimums
03:53:29.5	F/O	check
03:53:30.5	CAP	slightly high little bit, reduce the power
03:53:34.0	A/C	minimums
03:53:35.1	F/O	reduce the power
03:53:36.9	CAP	okay landing
03:53:40.3	CAP	*** center line
03:53:41.3	F/O	check okay
03:53:45.9	A/C	50, 40, 30, 20
03:53:49.0	A/C	10
03:53:49.3		[unnatural sound 0.8 sec long]
03:53:50.6		click [seems like a instrument operation]
03:53:51.7		쿵! [seems like hard landing on the ground]
03:53:52.8		[unnatural sound 1.2 sec long]
03:53:52.9	A/C	삐삐 [Warning sound]
03:53:54.2		click [seems like a instrument operation]
03:53:55.7	CAP	hey go around, okay?
03:53:56.9	S/P	go around go around
03:53:57.1	F/O	go around
03:53:57.6		tick [seems like TOGA switch sound]
03:54:00.1	F/O	positive climb ah- positive climb

[표 7] HL8253 CVR 주요내용

1.12 잔해와 충격정보

특이사항 없음

1.13 의학 및 병리학적 정보

해당사항 없음

1.14 화재

해당사항 없음

1.15 생존분야

HL8253의 객실사무장은 “1차 접지시 평소보다 강하게 착륙했다는 느낌이 들었으며 약 1~2초 후 2차 접지되는 느낌을 받았고 이후 항공기가 재상승하였다. 당시 전 승객과 객실승무원이 착석한 상태였고 후방 승객의 일부가 일차 접지 때 놀라기는 하였으나 탑승객의 부상은 없었다.”고 진술하였다.

1.16 시험 및 연구

해당사항 없음

1.17 조직 및 관리정보

(주)티웨이항공은 2010년 8월 설립되어 2016년 12월 기준으로 B737기종 16대로 정기 26개 노선과 부정기 노선을 운항하고 있다. 회사의 조직은 대표이사과 4본부(경영·운항·정비·객실)로 구분하여 약 1,200여명의 직원이 있다.

1.17.1 티웨이항공의 바운싱, 동체접촉예방 교육

1.17.1.1 운항승무원 교육

티웨이항공은 소속 조종사를 대상으로 제작사에서 발행한 B737 NG 운항 승무원훈련매뉴얼(FCTM)에 근거하여 바운싱착륙회복(Bounced Landing Recovery)에 대한 교육을 실시하고 있다. 조종사운영교범(POM) 6.15 Bounced Landing Recovery에도 동일내용이 명시되었고 그 내용은 [그림 8] 과 같다.

□바운스 착륙의 회복

항공기가 바운싱되면 정상착륙자세를 유지하거나 재설정하고 강하율을 조정하기 위해 필요한 만큼 추력을 증가하라. 가벼운 바운스에서 추력증가는 필요하지 않을 수 있다. 높고 심한 바운스가 발생하면 복행을 수행하라.

복행추력을 사용하고 정상 복행 절차를 사용하라. 복행 중 두 번째 접지가 일어날 수 있기 때문에 확실한 상승률이 확보되기까지 착륙바퀴를 올리지 말라. 초기접지과정에서 최소추력보다 높은 추력이 유지되면 감속기가 준비(Arm)되었더라도 감속기 자동 전개가 되지 않을 수 있다. 이것은 바운싱 착륙에서 일어날 수 있다. 바운싱의 과정에서 추력레버들이 그때 줄어들었다면, 자동 감속기 전개가 발생할 수 있고 결과로써 양력감소와 기수가 들리는 피치모멘트가 발생하여 두 번째 접지에서 경착륙 또는 동체 후미 접촉을 초래할 수 있다.

[그림 8] 바운스 착륙의 회복(POM 6.15, Boeing FCTM 6.29)

HL8253 교관조종사와 훈련부기장은 티웨이항공의 B737 지상교육과 조종사 운영교범(POM) 교육과정에서 상기 내용을 교육받았다.

1.17.1.2 교관조종사 교육

티웨이항공의 교관조종사 훈련지침(Training Guidance for Instructor Pilot)

에 [그림 9]의 내용으로 바운스의 회복에 관하여 기술되어 있다.

□착륙접지 바운스의 회복

◆ 적은 바운스

- 정상 착륙 피치자세를 유지하거나 재설정하라(PFD의 피치자세각을 점검하라).
- 동체후미 접촉이 일어날 수 있으므로 피치자세를 증가하지 말라.
- 특별히 높은 피치율로 거칠게 착륙접지한 후에는 피치자세가 증가되는 것을 허용하지 말라. 노트: 스포일러 전개로 피치가 들리는 현상이 유발될 수 있다.
- 착륙을 지속하라.
- 추력을 최소로 유지하라.

◆ 큰 바운스

- 항공기를 정지하기에 잔여활주로 길이가 충분하지 않을 수 있으므로 착륙을 시도하지 말라.
- 동체후미접촉이 유발될 수 있으므로 피치자세를 증가하지 말라.
- TOGA를 작동하고 추력레버를 복행 추력위치에 놓으며 복행을 시도하라.
- 피치자세가 증가되는 것을 허용하지 말라, PFD의 피치자세각을 점검하라.
- 정상 복행절차를 사용하라.
- 두 번째 접지의 가능성을 대비하라.
- 복행 중 두 번째 접지를 피하려고 노력하지 말라. 이것이 일어나더라도 만약 피치자세가 유지되었다면 두 번째 접지로 항공기가 손상되지는 않을 것이다.

노트) PM은 피치자세가 비정상적으로 증가되면 동체접촉을 피하기 위해 PFD에서 피치자세각을 점검하여야하고 "PITCH"라고 호창하여야 한다. 경착륙 후에 복행을 하지 말라. 경착륙 후에 조종간을 능동적으로 뒤로 당기지 말라.

[그림 9] 착륙접지 바운스의 회복

티웨이항공 교관조종사훈련지침(Training Guidance for Instructor Pilot)에 명시된 착륙중 동체접촉의 가능성을 증가시키는 요인의 내용은 [그림 10]과 같다.

□착륙 중 동체접촉의 가능성을 증가시키는 요인
 안정되지 않은 접근들이 동체접촉들의 주요 공통 원인이다.

- **착륙자세변화 고도도달 전 침하율 과다**
 만약 항공기가 지면과 근접하였을 때 침하율이 너무 높다면, 운항승무원은 높은 피치율을 만들어 거친 접지를 피하려고 시도할 것이다. 그러나, 만약 양력증가의 결과가 침하율을 현저히 줄이기 위해 부족하다면 거친 접지가 일어날 수 있다. 부가하여, 높은 피치율은 특별히 바운스의 경우에 조정이 어려울 수 있다.

- **접지시 바운스**
 접지시 바운스의 경우, 운항승무원은 두 번째 부드러운 접지를 확보하기 위해 피치자세를 증가하는 것으로 결정을 할지도 모른다. 만약 그 바운스가 높은 피치율과 연관된 거친 접지의 결과라면, 피치자세가 증가하지 않도록 운항승무원이 피치를 조정하는 것은 중요하다.

- **Decrease in Speed (Well Below Vref) Before the Flare**
- **Flare Too High**
- **Prolonged Hold-Off for a Smooth Touchdown**
- **Cross winds Not Handled Correctly**
- **Prevention Strategies and Lines of Defense**

[그림 10] 착륙중 동체접촉 요인

교관조종사는 교관교육과정에서 상기 내용의 교육을 이수하였다.

1.17.2 운항승무원 비행훈련

1.17.2.1 학생조종사

학생조종사는 2016년 7월 3일부터 B737기종 운항경험(OE)훈련을 시작하였고 준사고 비행까지 총 24구간의 비행을 하였고 조종담당역할로 이륙 10회, 착륙 9회를 실시하였으며 이번 비행은 담당교관과 두 번째²⁹⁾ 비행이었다.

29) 티웨이 항공은 자체규정인 노선검열조종사교범(LCPM) 3.1.1.1 운항경험 지침에서 학생조종사의 운항경험(OE)훈련은 운항승무원 1인당 담당교관 정/부 2명을 배정하여 훈련초기에는 담당교관과 여건이 허락하는 한 1/3 이상 탑승토록 계획하도록 정하고 있었다.

학생조종사의 운항경험(OE)훈련 강평기록은 한글로 작성되었고 교관조종사에게 영문으로 된 강평기록은 제공되지 않았다. 강평기록에는 ‘착륙시 자세변화조작이 미약함(Radio call out을 들을 것)’, 착륙자세변화 시기가 늦고 변화량이 부족함, ‘착륙자세변화 고도까지 일정한 강하율을 유지하도록 할 것’ 등의 착륙조작에 관련된 지적사항이 있었다.

학생조종사의 기본교육훈련과 B737기종 초기훈련 내용은 [표 8]과 같다.

구분		기간	시간
신입운항승무원/기본교육훈련		2016. 3. 7.~2016. 3. 18.	81
B737 초기훈련	지상학	2016. 3. 21.~2016. 4. 15.	144
	CPT	2016. 4. 21.~2016. 5. 1.	28
	모의비행장치	2016. 5. 2.~2016. 6. 4.	26

[표 8] 학생조종사의 기본교육 및 초기훈련 이력

1.17.2.2 교관조종사

교관조종사의 모의비행장치 훈련 과목에는 ‘늦은 자세변화시 회복’, ‘바운스 착륙의 회복’이 있었고 평가과목에 ‘바운스 착륙의 회복’이 있었다. 교관조종사의 모의장치훈련 강평기록에 의하면 훈련항목은 모두 만족이었고 총평은 ‘양호’였으며 의견은 ‘훈련생이 이착륙 중 비정상 조종을 한다면 무엇보다 교관조종사는 “pitch, power, speed, heading”등과 같이 훈련생에게 조언하고 그 후 즉시 조종을 이양하라’고 기록되었다.

교관조종사 비행교관 임용훈련에 관한 내용은 [표 9]와 같다.

비행교관 임용훈련	기간	비고
지상학	2016. 02. 04~2016. 02. 05.	16시간
모의비행장치 훈련 및 심사	2016. 02. 20~2016. 02. 23.	6시간
운항경험(OE) 훈련	2016. 03. 03.	2회
교관자격심사	2016. 03. 04.	합격

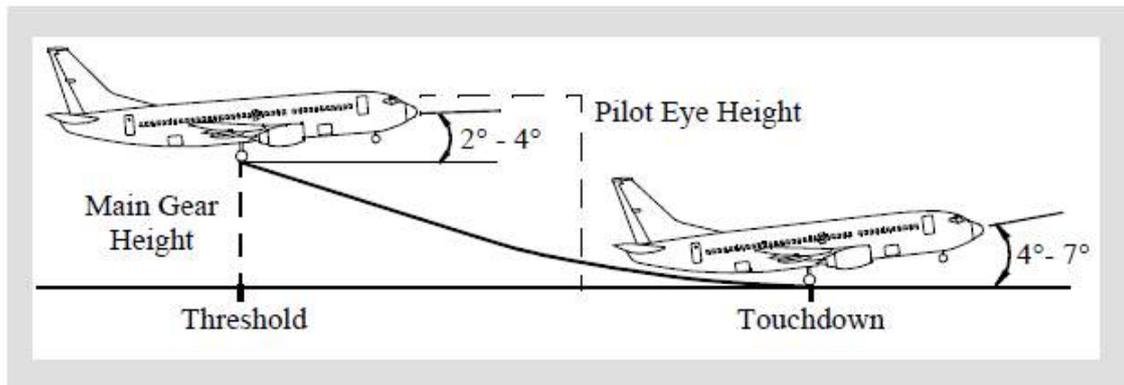
[표 9] 교관조종사의 비행교관임용훈련 이력

1.18 기타 사항

1.18.1 동체 접촉 피치각

조종사운영교범 5.9.1.4에 'B737-800은 기수자세가 9.0° 를 초과하면 후미 접촉이 발생할 것이다. 이륙 시에는 바퀴들이 활주로에 접지되어있고 착륙장치 strut들이 펼쳐진 상태에서 11° 를 초과하면 후미 접촉이 발생할 것이다.'라고 기술되었다.

정상적인 착륙과정에서 시단을 통과할 때와 접지할 때의 기수의 정상착륙 자세는 [그림 11]과 같다.



[그림 11] 정상착륙자세

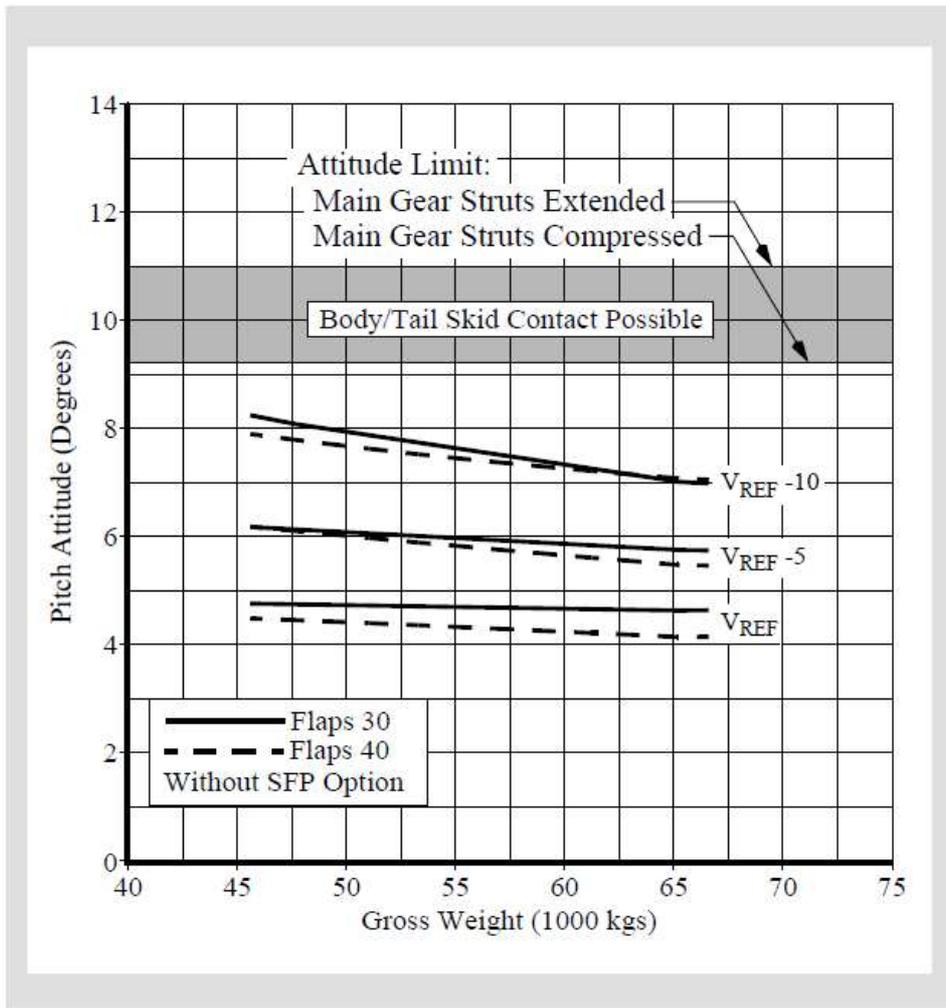
[그림 12]와 같이 항공기가 접지 시에 주륜의 strut가 압축되었을 때는 기수의 자세가 약 9.2° , 주륜의 strut가 펼쳐져 있을 때에는 기수의 자세가 약 11° 에서 동체가 지면과 접촉될 수 있다.

또한 플랩30과 40의 외형에서 정상접지속도(V_{REF} to $V_{REF}-5$ knots)³⁰⁾보다 적을 때($V_{REF}-10$ knots) 접지자세가 높아져 후방동체와 활주로의 간격이

30) 운항승무원훈련교범에 접근 시 $V_{REF}+5$ knots로 접근하여 $V_{REF}-5$ knots보다 적지 않은 속도로 접지하여야 한다고 정하고 있다.

심각하게 감소됨을 보여준다. 즉 항공기 속도가 적을수록 항공기 접지자세가 높아짐을 보여준다.

Touchdown Body Attitudes - Kilograms
737-800



[그림 12] 접지속도에 따른 피치자세와 동체접촉 피치자세

1.18.2 교관의 비행훈련방식

1.18.2.1 조종 위임

조종위임을 할 때 교관조종사 및 검열조종사는 현재의 비행이 승객의 안전

을 우선으로 하는 영업비행 임을 상기하여 위임받는 조종사의 능력과 항공기 상태, 기상 및 운영 상황 등을 종합적으로 고려하여 최고수준의 안전이 유지되도록 현명한 판단하여야 한다.

조종위임, 개입 및 인수 지침에 조종 위임 후에는 언제든지 조종을 인수할 수 있는 심적 준비와 함께 손과 발의 위치가 즉각적으로 조종에 개입할 수 있는 자세가 되어 있어야 한다.

1.18.2.2 구두개입

구두개입은 항공기의 지속적인 안정된 비행을 위해 통상 시간적으로 어느 정도 여유 있는 상황에서 행한다. 기장, 교관조종사, 검열조종사는 조종인수를 수행할 심적 준비와 함께 손과 발이 즉각적으로 조종에 개입할 수 있는 위치에 있어야 한다.

1.18.2.3 조종인수

구두개입을 하였는데도 비행 상태를 수정하지 않을 경우, 또는 안전을 위해 필요한 경우에 조종간을 인수하는 행위를 조종인수라고 한다. 수정하지 않으면 비정상 상황³¹⁾으로 발전할 가능성이 있을 때 즉각적이고 적절하게 조종인수는 이루어져야 하나, 구두개입 없이 일시적인 개입으로 수정이 가능한 경미한 경우에 순간적인 조종개입을 할 수 있다.

31) Unstabilized Approach, Hard Landing, Tail-Strike 등의 발생

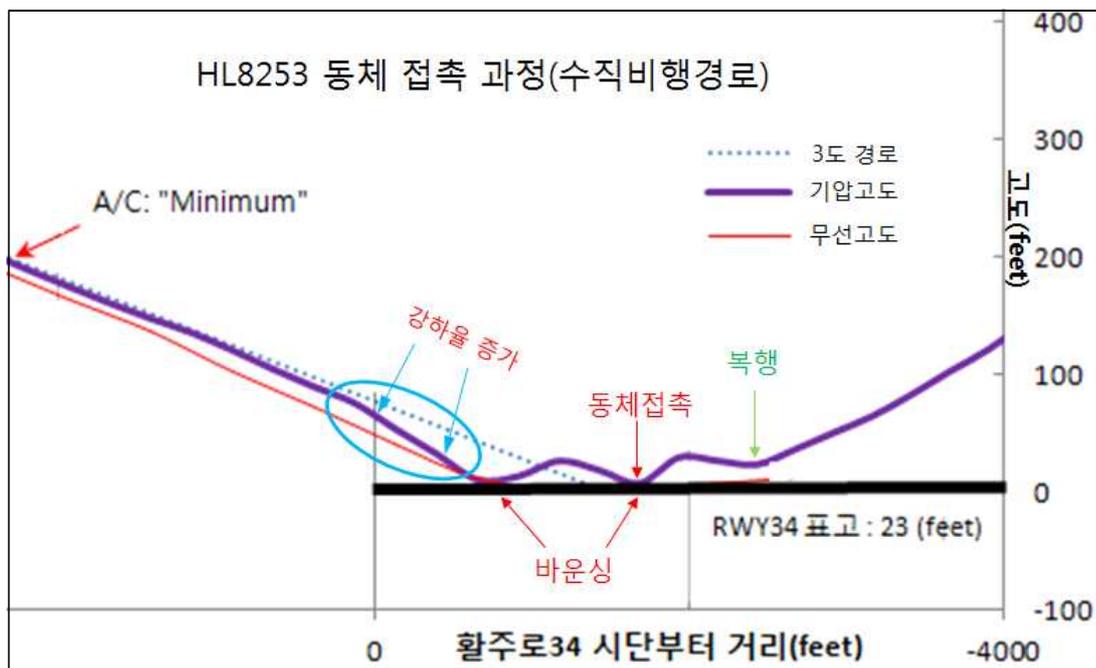
2. 분석

2.1 일반

항공·철도사고조사위원회는 HL8253의 최종접근부터 복행까지의 과정에서 운항 승무원들의 조작내용, 동체가 접촉하게 된 원인 및 관련요소 등에 관하여 중점적으로 분석하였다.

2.2 최종접근부터 동체접촉까지 과정

HL8253은 [그림 13]과 같이 착륙접지단계에서 바운싱이 두 번 발생하였다. HL8253은 두 번째 바운싱이 시작될 때 후방동체가 활주로에 접촉되었고 이후 침하단계에서 복행을 하였다.



[그림 13] HL8253 동체 접촉 과정

2.2.1 최종접근 단계

교관조종사는 고도 1,760피트에서 학생조종사에게 활주로 길이가 충분하므

로 착륙자세변화단계에서 출력을 서서히 줄일 것을 강조하였다.

HL8253은 최종경로에 진입한 후 고도 100피트까지 정상 강하경로와 접근속도가 유지되었다.

2.2.2 실고도 100피트 이하 단계

정상 강하율로 접근하던 HL8253은 [그림 8]과 같이 실고도 103피트를 지나며 강하율이 증가하였고 자세변화고도 실고도 20피트 직전에 강하율이 더 증가하였다.

HL8253은 실고도 103피트에서 12피트까지 3도 강하경로로 비행하기 위한 표준 강하율(770fpm)³²⁾보다 더 깊은 평균 994fpm의 강하율로 강하하였다. HL8253은 실고도 57피트를 지나며 강하율이 1,000 fpm 이상 되었고 실고도 41피트에서 실고도 26피트까지 1,290fpm의 깊은 강하율이 유지³³⁾되었다.

학생조종사는 계기비행에서 육안비행으로 전환하는 단계 이후, 항공기외부에서 파악되는 시각적 현상만으로 항공기의 접근자세와 침하율이 적절한 지를 판단하는 능력이 미흡하였다.

학생조종사는 실고도 100피트이하부터 자세변화 직전까지의 구간에서 현재 항공기의 강하율이 3도 강하경로를 유지하기 위한 정상 강하율보다 깊은 것을 인식하지 못하여 강하율을 줄이지 못하고 오히려 증가시킨 것으로 판단된다.

자세변화 직전 단계에서 강하율이 증가되었을 때 즉각적인 조치가 이루어지지 않으면 경착륙으로 진전될 가능성이 높게 된다. 학생조종사의 미숙한

32) HL8253의 실고도 103피트 아래 평균 지상속도는 약 154노트였으므로 정상적인 3도 강하율은 770fpm이다. (3도 강하율= 지상속도*10/2)

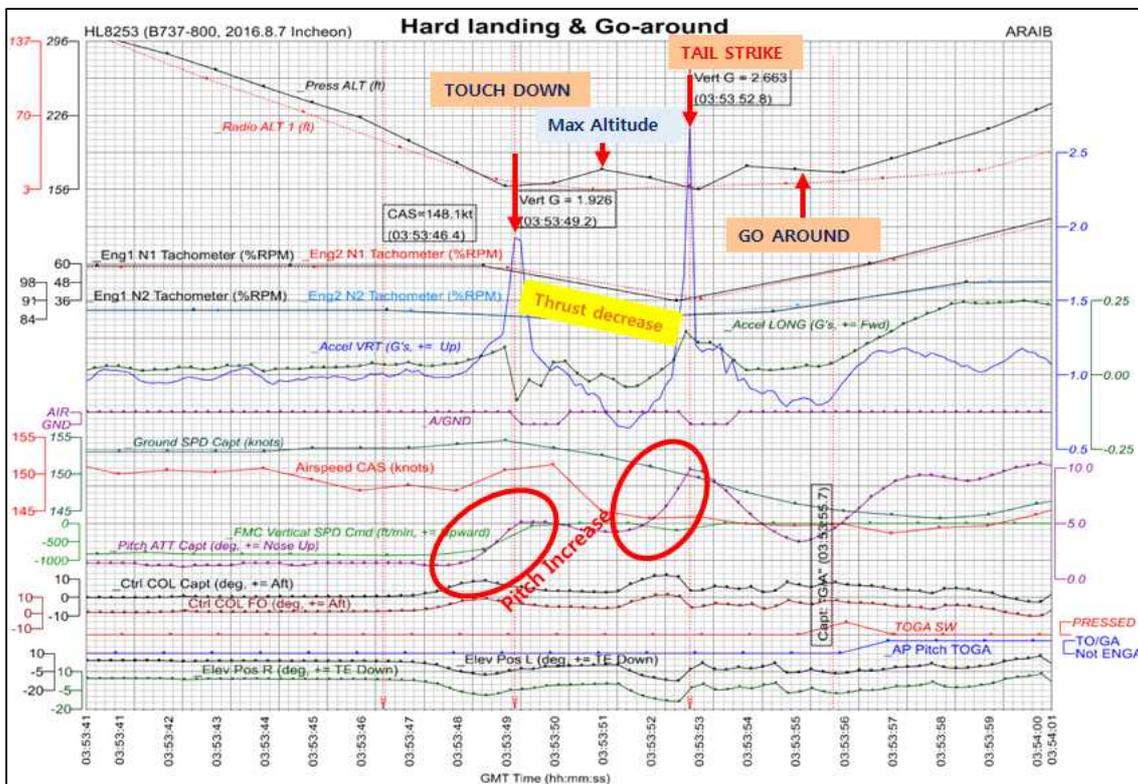
33) 강하율은 실고도 12피트에서 570fpm으로 감소되었다.

판단으로 강하율이 정상 강하율에서 벗어나려고 할 때 교관조종사는 이를 예상하여야 하였고, 구두로 조언하거나 또는 조작에 개입하여 즉시 정상 강하율이 되도록 하여야 하나 HL8253 교관조종사는 이를 수행하지 못 하였다.

한편 HL8253 은 실고도 103피트 아래에서 착륙접지까지 실제 유지된 접근 속도는 147.8~151.2노트였으므로 목표한 접근속도³⁴⁾ 148노트부근의 속도를 유지하였다.

2.2.3 착륙자세변화부터 접지까지 단계

2.2.3.1 강하율 및 착륙자세변화



[그림 14] 착륙접지구간에서 HL8253 운항승무원의 조작관련 FDR자료

HL8253은 정상보다 증가된 강하율 상태에서 착륙자세변화가 늦고 부족하

34) 기준속도(Vref flap30): 143노트, 접근속도(Vapp)=Vref + 5노트(wind additive) =148노트

여 12:53:49.2경 활주로34 시단으로부터 708피트 지점에 피치자세 4.7도, 속도 151.2노트, 수직 가속도 1.926G로 경착륙되었다.

운항승무원훈련교범 6장에는 항공기 주륜이 활주로 상공 20피트에 도달하였을 때 피치를 약 2~3도 증가시키며 착륙자세변화를 시작하라고 정하고 있다. 이는 적정 속도와 강하율이 유지되었다는 조건으로 늦어도 실고도 20피트에서 실제 피치자세변화가 시작되어야 함을 의미한다.

HL8253의 경우 실고도 57피트를 지나면서 강하율이 1,000 fpm 이상으로 증가되고 있었기에 초기 피치를 증가시키는 시점을 실고도 20피트보다 앞당겨야 했다.

그러나 HL8253의 피치는 실고도 103피트아래에서 실고도 12피트까지 1.2°~1.4°의 범위로 정상³⁵⁾보다 낮은 각이 유지되었고 접지 1초전 실고도 12피트에서야 1.8°로 증가하기 시작하였다.

즉 학생조종사는 실고도 103피트 이하에서 현재 항공기 피치와 침하율이 적정한 지 여부를 파악하지 못하고, 자세변화 시점을 앞당겨 변화량을 증가하는 조작을 하지 못한 것으로 판단된다.

결과로 항공기는 평소보다 높은 침하율³⁶⁾로 활주로의 접지되려하자 이때 교관조종사가 조종간에 후방압력을 증가하며 조종에 개입하였으나 늦었다.

2.2.3.2 접지속도

HL8253은 자세변화단계에서 엔진출력 줄임이 늦어 접근속도보다 약 3노트 증가된 속도(151.2노트)로 접지하였다.

35) 정상접근피치자세 2~4도(보고서 1.18.1 참조)

36) HL8253은 실고도 50피트이하에서 10피트 단위로 "50", "40", "30", "20", "10"의 자동기계음을 방송하여 운항승무원들에게 현재의 실고도를 알려주는 기능이 있다. 운항승무원들은 방송되는 자동기계음들의 간격이 짧거나 길어서 침하율이 많거나 적음을 판단하여 자세변화조작에 반영한다.

운항승무원훈련교범 6장에는 착륙자세변화가 시작된 후 스로틀을 부드럽게 최소추력 위치까지 줄이라고 하고 있으며, 이상적인 것은 주륜이 접지할 때 스로틀이 최소 위치에 도달하는 것이라고 규정하고 있다.

8253은 실고도 103피트 아래에서 착륙접지 직전 실고도 12피트³⁷⁾까지 접근 시의 엔진출력이 일정하게 유지되었고 접지 시에 줄어들기 시작하였다.

학생조종사가 접지까지 엔진출력을 다 줄이지 못한 데는 미숙한 자세변화 조작으로 침하율이 조절이 되지 않자 주의력을 배분하지 못하였거나, 착륙 접근 전에 엔진추력을 천천히 줄이라는 교관조종사의 조언이 영향을 주었을 수도 있다.

교관조종사는 조종에 늦게 개입하여 경착륙이 예상되는 증가된 침하율에 우선 대처하느라 접지까지 추력레버를 최소 위치로 줄이지 못한 것으로 추정된다.

2.2.4 1차 바운싱

2.2.4.1 기수조작, 부양고도

HL8253은 접지직전 증가된 조종간의 후방압력, 줄이지 못한 엔진출력 및 빠른 접근속도, 이 3가지 요인으로 인해 접지 후 바운싱이 발생하였다.

HL8253의 경우와 같이 에너지가 높은 상태로 접지하여 바운싱될 것이 확실한 경우에는 부양을 인지한 초기에 즉시 기수를 과감히 능동적으로 낮추어 높게 부양되는 것을 막아주어야 한다. 이는 기체가 부양되는 높이를 줄임으로써 운동에너지(속도)가 위치에너지(고도)로 전환되어 항공기 속도가 급감하지 않도록 하고, 향후 2차 침하단계에서 사용할 기수자세변화 여력을 확보

37) 1번 엔진 추력레버 위치는 접지 1초전 실고도 12피트에서 50.8도, 접지시 44.8도 접지 2초 후 39도가 되었다.

하기 위험이다.

HL8253은 정상접지 시의 운동에너지 보다 높은 상태에서 부양 중이었으므로 부양 초기에 기수를 과감히 낮추어도 급격한 침하는 일어나지 않는다. 즉, 기수를 낮추는 조작으로 부양 정도는 높아지지 않고 접지속도는 다소 증가하겠지만, 이 자세로 착륙접지 조작을 지속하여도 된다.

그러나 HL8253은 착륙자세변화가 늦어 접지시 기수자세를 들기 위한 조종간 후방압력이 급증한 상태였고 또한 접지속도가 증가되어 경착륙 후 바운싱이 발생하였으나 초기에 기수를 과감하게 낮추어 주지 못하여 부양고도가 높아지게 되었다.

당시 HL8253은 첫 접지 시 기압고도 159피트에서 바운싱하여 1.8초 후 기압고도 175피트까지 약 16피트 가량(전파고도 기준은 약 7~8피트 가량) 부양되었을 것으로 추정된다.

2.2.4.2 복행

운항승무원훈련교범 및 조종사운영교범에는 '높고 심한 바운스가 발생하면 복행을 시작하라.'고 정하고 있다.

바운싱 초기 부양정도를 낮추는 데 실패하여 부양고도가 높아지기 시작하면 바로 복행을 결심하여 수행하여야 한다. 복행결심이 늦어지면 질수록 항공기는 부양고도가 높아지게 되고 일단 침하가 시작되면 안전한 복행이 보장되지 않는다.

부양고도가 높아졌음을 인지하여 불안정한 착륙 접지가능성이 조금이라도 예측되면 교범에 명시된 대로 즉시 복행을 시작하여야 하나 HL8253은 바운싱 후 부양고도의 최정점에서 복행을 위한 출력을 증가시키지 않았다.

항공기가 침하를 시작하고 약 1.8초 후인 동체가 지면에 접촉되기 직전에 출력증가가 시작되었으나 이는 적은 양으로 복행을 위한 출력증가는 아니었다.

[결론] HL8253은 복행의 결정이 늦었던 것으로 판단된다. 이는 부양정도에 대한 인식과 판단이 정확히 이루어지지 않았던 때문인 것으로 추정된다.

부양된 고도가 높아진 상태에서 복행을 하지 못하였을 경우, 접지까지 침하에 대응하여야 하는 시간이 길어지므로 피치자세 증가 대신 엔진출력을 증가하여 적절히 침하율을 줄여주지 못 하는 한, 의식적·무의식적으로 받음각(피치각)을 증가하는 시간이 길어지게 되고 또한 기수자세가 들리게 되는 기타 요인들³⁸⁾과 합하여져 허용된 항공기 접지자세를 초과³⁹⁾할 가능성이 높아지게 된다.

2.2.4.3 침하에 대한 대처

2.2.4.3.1 감속기(speed brake) 전개

티웨이항공 조종사운영교범 6.15 바운싱 착륙 회복에는 '초기 접지시 최소 추력보다 높을 경우 감속기의 자동 전개가 이루어지지 않을 수 있고 이는 바운싱 착륙을 야기할 수 있다. 또한 추력레버가 최소 위치로 되면 감속기들이 전개되어 다음번 접지시 꼬리접촉과 경착륙을 야기하는 양력의 감소와 기수가 들리는 피치모멘트가 발생할 수 있다'고 기술되었다.

HL8253의 감속기는 항공기가 1차 접지한 다음 1.0초 후에 약 2초 동안 전개(deploy)⁴⁰⁾되었다가 동체가 지면에 접촉된 후 다시 접혀(retract)졌다. 속도

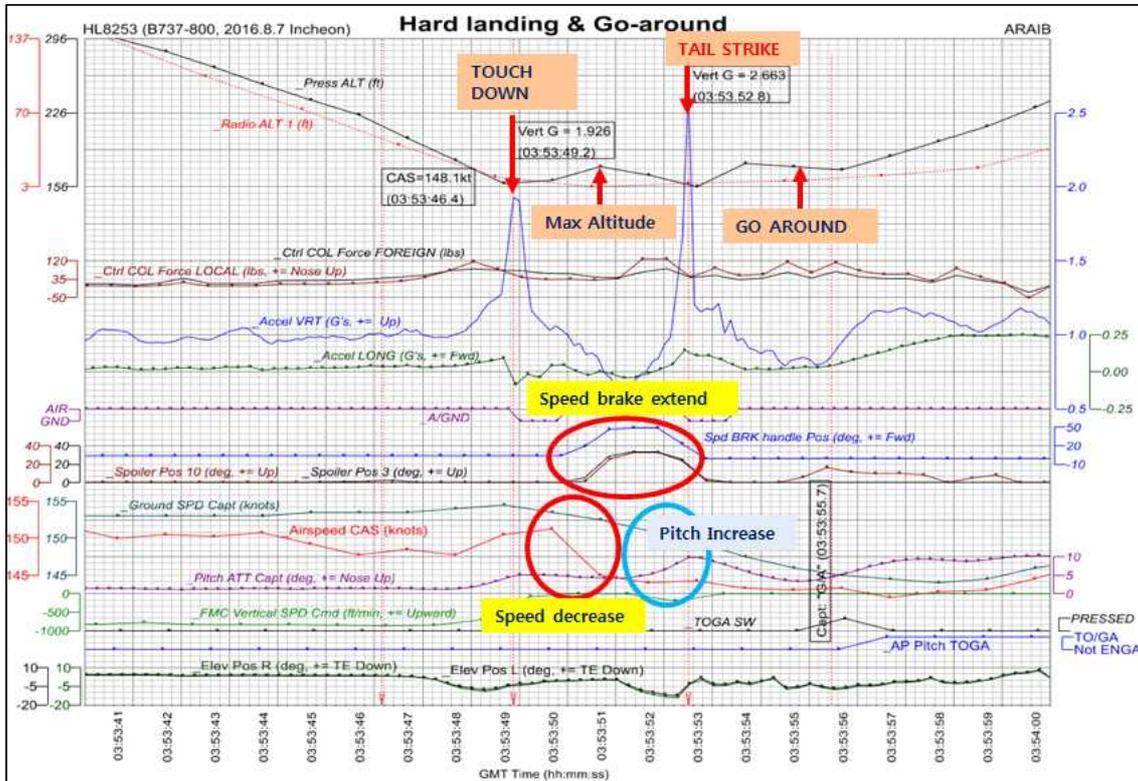
38) 기수가 들릴 수 있는 요인으로는 ground spoiler의 전개, 엔진출력 증가, 지상효과 등 이 있다.

39) 정상접근시의 자세변화조작에 비교하여 적은 속도, 높은 고도이므로 받음각의 양과 시간을 증가 하여야 하고 받음각의 증가로 항력이 증가하고 출력이 없는 상태에서 시간이 경과하며 속도가 급감하여 침하량이 급증하게 된다. 이 급증된 침하량을 피치변화만으로 대처하면 접지자세가 높아지게 된다.

40) HL8253의 지상모드(주바퀴)는 1차 12:53:49.4~12:53:50.2, 2차 12:53:52.8~12:53:53.5 기록되었다. speed brake handle 위치는 접지 1초 후인 12:53:50.4경 19.47도로 전개되기 시작하여

제동기가 최대로 전개된 시점은 최대부양고도 16피트(기압고도 175피트) 도달 후 약 0.2초부터이다.

HL8253의 속도는 접지 약 0.8초 후 151.2노트⁴¹⁾로 최대가 된 후 부양고도 16피트에서 145노트⁴²⁾로 급감된 후 침하율이 급증하게 되었다.



[그림 15] HL8253 FDR분석-Ground spoiler

2.2.4.3.2 엔진출력

티웨이항공 조종사운영교범 6.15 바운싱착륙회복(Bounced Landing Recovery)에는 '항공기가 바운스되면 정상착륙자세를 유지하거나 재설정하고

12:53:51.4경 48.98도 까지 전개되었다가 15:53:53경 retract되었다.

41) HL8253의 속도는 최대 부양고도 약1초전 최대속도가 되었고 이 후 급감하였다.

42) 기준속도 143노트

강하율을 조종하기 위해 추력을 필요에 따라 증가하라'고 규정하고 있다.

바운싱 후 침하단계에서 침하율을 줄이는 조작은 착륙접근 시 자세변화단계에서의 조작과는 달라야 한다. 바운싱 단계에서는 이미 항공기 피치자세가 높아져 있으므로 피치자세를 들 수 있는 여력이 적다. 따라서 바운싱 후 침하직전 또는 침하단계에서는 피치자세를 바꾸기 보다는 엔진출력을 적극적으로 증가⁴³⁾시켜 침하율을 줄여야 하고, 속도제동기의 영향, 무의식적인 기수올림 조작, 엔진 출력증가, 지상효과 등의 요인으로 피치자세가 높아지는 현상을 철저히 막아야 한다.

그러나 HL8253의 엔진출력은 1차 접지부터 2차 동체접촉 직전까지 지속적으로 줄어들었다. 후방동체접촉 직전야 엔진출력 레버의 위치⁴⁴⁾는 증가되기 시작하였으나 후방동체접촉시 엔진출력은 아직 증가되지 않아 착륙접지구간 중에서 최소⁴⁵⁾였다.

2.2.4.2.3 피치각

HL8253은 증가되는 침하율을 줄이기 위해 조종간을 당겨 피치를 들으로써 발생하는 양력으로 침하율을 줄이려고 하였고 엔진출력 증가는 동체접촉 직전에 늦게 이루어졌다. 피치는 [그림 15]의 푸른색 원과 같이 부양된 고도가 낮아짐에 따라 동체접촉까지 점진적으로 높아졌음을 볼 수 있다.

HL8253의 피치자세는 1차 접지 후 최대 5.1도에서 바운싱 후 최대부양고도(약 16피트)까지 4.2도로 약 2.7초간 조금씩 줄어들었으나, 이후 침하단계에서 0.9초 동안 점진적으로 증가하여 최대 9.8도에 도달하여 허용된 접지자세를 초과하였다.

교관조종사의 조종간의 위치각은 약 16피트 부양된 후 침하초기 단계에서

43) 접근시의 엔진출력 부근까지 증가될 수 있다.

44) 1번 엔진출력레버 각 64도, 2번 엔진출력레버 각 55.4도

45) 고도 156피트, 1번 엔진 N1 35.5% RPM, 2번 엔진 N1 36.6% RPM

점차 후방으로 증가하기 시작하다가 침하중반 단계에서 증가가 멈추었고 동체접촉시점부근에서 급격히 줄어들었으나 이 또한 '0'의 위치각보다는 컸다.

HL8253은 활주로에서 약 16피트 부양된 상태에서 침하할 때 엔진출력 증가가 늦었고 항공기 피치각을 증가하여 침하율을 줄이는 조작을 함으로써 허용된 접지자세를 초과하였다.

2.2.5 2차 바운싱(후방동체 지면접촉) 및 복행

HL8253은 12:53:52.8경 활주로34 시단으로부터 1,640피트 위치한 지점에서 계기속도 144.2노트 피치자세 9.8도로 후방동체가 활주소에 접촉되었다.

HL8253은 동체접촉 후 2차 바운싱 되었고 바운싱 후 엔진출력을 사용하여 침하율을 조절하며 착륙하려하였으나 착륙 접지지점이 길어지게 되자 복행을 수행하였다.

HL8253은 후방동체가 활주소에 접촉 바로 직전 엔진출력을 증가시켰고, 후방동체가 접촉되고 0.1초 후에 플랩, 수평안전판 trim, 지상속도감속기 위치가 이륙에 적당하지 않음을 알리는 이륙외형 경고음⁴⁶⁾이 발생하였다.

HL8253은 후방동체가 지면에 접촉된 후 약 2초 동안 피치자세를 9.8도에서 3.3도로 낮추었고, 항공기는 약 22피트(고도 178피트)로 부양한 후 2초 동안 다시 172피트로 침하하면서 착륙하려고 하였으나 착륙 접지지점이 길어지게 되자 교관조종사는 12:53:56경 복행하였다.

HL8253은 복행조작 수행 전 후방 동체접촉이 발생하였고 복행조작은 후방

46) 항공기가 지상모드에 있고 엔진출력레버가 53도 이상 전개될 때 플랩, 이륙 trim의 위치, 속도감속기 위치, 주기 브레이크 위치가 이륙을 위한 정상 위치에 있지 않으면 이륙외장 경고음이 발생되고 또한 경고등이 켜진다. 이때 HL8253은 지상모드, 엔진출력레버는 64도에 위치하였으므로 이륙외장점검조건이 되어 경고음이 발생하였다.

동체접촉에 영향을 미치지 않았다.

2.3 운항승무원 개선점

2.3.1 학생조종사, 저경력자 공통과실 범함

정상적이고 안전한 착륙접지를 위하여, 항공기자세변화 단계에서는 현재의 항공기 접근자세 및 속도, 침하율의 적정성 여부를 판단할 수 있어야 하고, 또한 어떠한 접지자세가 적정한 지, 어느 자세를 초과하면 안 되는 지를 판단할 수 있어야 한다.

결심고도이하부터 착륙접지까지의 구간에서는 항공기자세, 속도, 침하율 등을 항공기 내부의 계기를 참조하여 파악하는 것이 아니고, 현시점까지 파악된 여러 비행요소들과 그 경향들을 피드백하여 향후 진행을 예측한 가운데, 항공기 외부에서 파악될 수 있는 여러 현상들을 육안으로 확인하여 간접적으로 이들이 적정한 지 수정을 하여야 하는지를 파악할 수 있어야 한다.

HL8253은 착륙자세변화단계에서 강하율이 오히려 증가하였고, 초기 착륙 자세로 변화하는 시점이 늦었으며, 접지할 때까지 항공기 출력이 최소까지 줄어들지 않았다. 학생조종사는 착륙자세변화단계에서 현재의 항공기 자세, 침하율이 적정한 지 여부, 초기 피치자세 변화 시기와 자세변화량 그리고 엔진출력을 줄이는 시점 등에 대한 인식과 판단이 부족하여 적절한 착륙조작을 하지 못 하였다.

이러한 착륙자세변화단계에서 착륙조작의 미흡은 저경력자들의 공통과실이다.

2.3.2 교관조종사 개선점

2.3.2.1 엔진 추력 줄임 조작

교관조종사는 고도 1,760피트를 지나며 학생조종사에게 활주로 길이가 충분하므로 착륙자세변화단계에서 출력을 서서히 줄이라고 강조하였다.

활주로길이가 충분하므로 엔진출력을 서서히 줄이라는 것은 엔진출력을 줄이는 정도를 서서히 하라는 의미로 이는 저경력자들의 부족한 착륙자세 변화조작을 표준보다 많은 엔진출력으로 보완하여 경착륙을 예방하려는 의도였을 것이다.

엔진출력을 늦게 줄임으로써 침하율을 줄어드나 상대적으로 자세변화량이 적게 되어 착륙접지자세⁴⁷⁾가 낮아지고 감속이 부족한 상태로 접지하게 된다. 따라서 접지속도의 증가로 플로팅 또는 바운싱이 발생할 가능성이 높으며 착륙접지지점과 착륙활주거리가 증가하게 된다.

HL8253은 자세변화단계에서 적절히 엔진출력을 줄이지 못하여 증가된 속도로 접지하였고 이는 바운싱 발생에 기여하였다.

교관조종사는 학생조종사의 저경력을 감안하여 표준에서 변형된 조작의 형태로 비행훈련을 하는 것은 지양하여야 한다.

2.3.2.2 저경력자에 대한 비행훈련방식 선택

HL8253의 교관조종사는 학생조종사의 착륙조작에 대한 이해정도와 수행능력을 세심하게 파악하지 못하여 수준에 적합한 비행훈련방식을 적용하지

47) 착륙접지자세는 허용된 최대 접지자세에 근접하지 않아야 하지만 접근시 낮은 피치자세에서 적당량이 증가되어야 한다. 이 변화된 자세로 항력이 증가하여 접지속도가 감소되므로 착륙활주거리가 줄어들게 된다.

못 하였다.

이착륙조작에 대한 비행훈련은 학생조종사가 표준조작요령과 상황에 따른 대처 방법 등 이착륙조작 전반에 대한 이해와 숙지가 된 상태에서 교관조종사가 표준조작을 시범보이고 표준조작 수행을 목표로 하여 학생조종사에게 비행경력에 따른 단계적인 훈련을 하는 것이 필요하다고 본다.

단계적 비행훈련방식은 저경력 학생조종사에게 실시간 구두로 조언하는 방식과 어느 정도 비행경험과 경력을 가진 학생조종사에게 구두조언도 배제하고 상황판단과 조작수행을 모두 이양하는 방식으로 구분할 수 있다.

실시간 구두로 조언하는 방식에서 교관조종사는 수행되어야 하는 일체의 조작에 대하여 학생조종사에게 조작시점 직전에 구두로 조언하여 시기를 놓치지 않고 조작을 수행하도록 하고 학생조종사가 적절히 조작을 수행함에 따라 해당 부분에 대한 구두조언을 생략하게 된다.

HL8253의 교관조종사는 구두조언을 생략하고 학생조종사가 독자적으로 상황판단을 하여 비행조작을 수행하도록 하는 조종훈련방식을 적용하였다.

교관조종사는 준사고비행이 학생과의 두 번째 비행이며 어느 정도의 한국어 구사와 영어를 통한 학생과의 언어소통이 가능하였으나 학생의 훈련강평 기록부가 한글로 작성되어 학생의 이착륙능력과 경향을 세심히 파악하기 어려웠던 것으로 보인다.

경험부족으로 이착륙조작에 대한 상황판단과 이해가 부족하였던 학생조종사는 자세변화직전 강하율을 증가시켰고 자세변화를 늦게 시작하였으며 엔진출력 또한 접지할 때까지 줄이지 못하는 등 이착륙단계에서 저경력자의 공통과실을 범하였다.

HL8253교관조종사는 해기종 비행을 이제 막 시작한 학생조종사의 저경력

을 고려하여 결심고도이하의 착륙조작훈련에서 실시간으로 구두로 조언, 지시하여 상황판단, 조작시점, 조작방법 등을 학생조종사가 단계적으로 착륙조작을 습득할 수 있도록 하는 훈련방식을 적용하였어야 하였다고 판단된다.

2.3.2.3 비정상상황에 대한 예견, 바운싱에 대한 판단 및 대처 미흡

교관조종사는 학생조종사의 미흡한 조작으로 발생할 수 있는 비정상상황에 대한 예견과 그에 대한 적절한 조치가 미흡하였다.

교관조종사는 경험을 주기 위해 학생조종사의 능력을 벗어난 범위까지 조종을 허용할 경우 미흡한 조작으로 발생할 수 있는 비정상적인 항공기 자세 및 상황 등을 예상하여야 하고, 구두조언, 조종개입, 조종을 이양할 시기에 대한 판단을 실시간으로 하여야 하며, 조종이양 상황이 되면 즉각적이고 적절한 수정조치를 할 수 있는 준비상태와 능력 그리고 자신감을 갖추어야 한다.

HL8253의 교관조종사는 학생조종사가 자세변화직전 강하율을 증가할 때 이를 구두로 인지시키고 즉시 조종에 개입하여 수정해주어야 하였다.

HL8253의 교관조종사는 엔진의 출력이 줄어지지 않은 상태에서 늦은 자세변화로 조종에 늦게 개입하여 조종간의 후방압력을 증가하였을 때 바운싱이 일어나게 됨을 예상하여야 하였고, 항공기의 접지속도와 에너지가 높은 상태였으므로 바운싱으로 부양되는 정도를 줄이기 위해 즉각적이고 과감한 기수 낮춤조작을 실시하였어야 하였다.

즉각적인 기수낮춤조작을 하지 못하여 부양되는 고도가 높아졌을 때 침하하기 전에 즉시 엔진출력을 증가하여 복행을 하든가 복행대신 착륙을 결심하였다면 침하직전부터 접지까지 엔진출력을 적절하게 능동적으로 보충하며 침하율을 줄여주는 조작과 동시에 피치가 들림을 적극적으로 막아주는 조작

을 하여 착륙접지자세가 허용범위를 초과하지 않도록 하여야 하였다.

HL8253의 교관조종사는 바운싱의 초기, 중기, 후기 단계에서 안전비행을 위한 판단과 대처가 미흡하였다.

2.4 티웨이항공

학생조종사는 최초 B737기종을 배정받아 에어라인 운항경험(OE)훈련을 막 시작한 저경력조종사였고 또한 교관조종사는 교관비행경험이 45시간 밖에 되지 않은 저경력 외국인 교관조종사였다.

교관조종사는 학생조종사의 비행경향에 대한 파악미흡으로 적절한 비행훈련방식을 적용하지 못 하여 바운싱으로 진입하였고 또한 바운싱에 대한 적절한 대처를 하지 못하여 동체가 지면에 접촉하게 되었다.

티웨이항공은 항공사에 입사하여 최초 부기장 훈련을 받는 저경력조종사에 대한 이착륙 비행훈련은 저경력자 비행훈련 경험이 많은 교관조종사로 편조하고 교관조종사 양성과정의 훈련을 강화하여 안전비행이 확보된 가운데 효과적인 비행훈련이 이루어지도록 하는 것이 필요하다고 본다.

3. 결론

3.1 조사결과

1. HL8253은 유효한 감항증명을 보유하고, 기체, 엔진 및 조종계통에 고장의 증거는 없었으며, 이착륙시 중량 및 평형은 제한범위 내에 있었다.
2. HL8253의 운항승무원은 비행에 필요한 항공종사자자격증명과 유효한 항공신체검사증명을 보유하고 있었으며 건강상태는 양호하였다.
3. HL8253은 두 번째 접지 때 후방동체가 활주로에 접촉되면서 후방동체하부의 표피(폭 90cm, 길이 426cm), 프레임, 스트링거 등이 손상되었다.
4. HL8253의 이벤트가 발생한 시간대의 인천공항기상은 맑으며 약 10노트 북서풍으로 양호하였다.
5. HL8253은 실고도 100피트까지 정상 강하경로와 접근속도를 유지하였다.
6. HL8253은 실고도 103피트 이하에서 강하율이 증가하였고 자세변화직전 강하율이 더 증가하였다.
7. HL8253은 정상보다 증가된 강하율 상태에서 착륙자세변화가 늦고 부족하여 12:53:49.2경 활주로34 시단으로부터 708피트 지점에 피치자세 4.7도, 속도 151.2노트, 수직 가속도 1.926G로 경착륙하였다.
8. HL8253은 자세변화단계에서 엔진출력 줄임이 늦어 속도가 151.2노트로 증가되며 접지하였다.
9. HL8253은 늦은 자세변화로 접지직전 증가되었던 조종간의 후방압력, 줄이지 못한 엔진출력 그리고 접근속도 148노트보다 증가된 151.2노트의 속도

이 3가지 높은 에너지 요인으로 인해 접지된 후 바운싱이 발생하여 약 16 피트 부양되게 되었다.

10. HL8253은 착륙자세변화가 늦어 접지시 기수자세를 들기 위한 조종간 후방압력이 급증한 상태였고 또한 접지속도가 증가되어 경착륙 후 바운싱이 발생하였으나 초기에 기수를 과감하게 낮추어 주지 못하여 부양고도가 높아지게 되었다.
11. HL8253은 복행의 결정이 늦었던 것으로 판단된다. 이는 부양정도에 대한 인식과 판단이 정확히 이루어지지 않았던 때문인 것으로 추정된다.
12. HL8253은 약 16피트 부양된 상태에서 침하할 때 엔진출력 증가가 늦었고 항공기 피치각을 증가하여 침하율을 줄이는 조작을 함으로써 허용된 접지자세를 초과하였다.
13. HL8253은 12:53:52.8경 활주로34 시단으로부터 1,640피트 위치한 지점에서 피치자세 9.8도로 활주로의 후방동체가 접촉되었다. 이때 수직 가속도는 2.663G, 계기속도는 144.2노트, 엔진출력은 착륙접지구간 중 최소였다.
14. HL8253은 동체접촉 후 2차 바운싱 되었고 이때 엔진출력을 사용하여 침하율을 조절하며 접지하려하였으나 착륙 접지지점이 길어지게 되자 복행을 수행하였다.
15. HL8253은 복행조작 수행 전 후방 동체접촉이 발생하였고 복행조작은 후방동체접촉에 영향을 미치지 않았다
16. 학생조종사는 계기비행에서 육안비행으로 전환하는 단계 이후, 항공기외부에서 파악되는 시각적 현상만으로 항공기의 접근자세와 침하율이 적절한지를 판단하는 능력이 미흡하였다.

17. 학생조종사는 착륙자세변화단계에서 현재의 항공기 자세, 침하율이 적정한 지 여부, 초기 피치자세변화 시기와 자세변화량 그리고 엔진출력 줄임시기 등에 대한 인식과 판단이 부족하였다.
18. 교관조종사는 고도 1,760피트를 지나며 학생조종사에게 활주로 길이가 충분하므로 착륙자세변화단계에서 출력을 서서히 줄이라고 강조하였다.
19. HL8253의 교관조종사는 학생조종사의 착륙조작에 대한 이해도와 수행능력을 세심하게 파악하지 못 하여 수준에 적합한 비행훈련방식을 적용하지 못 하였다.
20. 교관조종사는 교관비행경험이 약 45시간인 저경력비행교관으로서 저경력 학생조종사의 미흡한 조작으로 발생할 수 있는 비정상상황에 대한 예견과 바운싱 초기, 중기, 후기 단계에서 안전비행을 위한 판단과 대처가 미흡하였다.
21. 티웨이항공은 항공사에 입사하여 최초 부기장 훈련을 받는 저경력조종사에 대한 이착륙 비행훈련은 저경력자 비행훈련 경험이 많은 교관조종사로 편조하여 안전비행이 확보된 가운데 효과적인 비행훈련이 이루어지도록 하는 것이 필요하다.

3.2 원인

항공·철도사고조사위원회는 2016년 4월 16일 HL8253이 인천공항에 착륙 중 후방동체가 활주로지면에 접촉되어 기체가 손상된 준사고의 원인을 다음과 같이 결정한다.

「①HL8253은 착륙자세변화를 늦게 부족하게 하였고 엔진출력을 줄이지 못한 상태로 경착륙되며 바운싱이 발생하였고, ②부양고도가 높아지게 되었을 때 복행을 하지 못 하였으며, ③침하할 때 엔진출력사용이 늦었고 피치각 증가로 침하율을 줄이는 조작을 함으로써 B737-800 기종의 착륙한계 피치각을 초과하여 후방동체가 지면에 접촉되었다.」로 결정한다.

기여요인으로는 「①교관조종사의 학생조종사의 수준에 적합한 이착륙비행훈련방식 미적용과 바운싱에 대한 조치 미흡 ②저경력 교관조종사와 저경력 학생조종사로 구성된 조종사 편조」로 결정한다.

4. 안전권고

2016년 8월 7일 HL8253이 인천공항에 착륙 중 후방동체가 활주로 지면에 접촉되어 기체가 손상된 준사고조사의 결과에 따라 항공·철도사고조사위원회는 다음과 같이 안전권고를 발행한다.

4.1 티웨이항공(주)에 대하여

1. 바운싱 후 부양고도가 높아졌을 때 복행을 조기에 수행하도록 하고 복행시기를 놓쳤을 경우 엔진출력을 증가하여 침하율을 줄이며 피치자세를 낮추어주는 조작을 하도록 운항승무원 지상교육 및 비행훈련과정에서 강조 (AIR1605-1)
2. 저경력 학생조종사의 초기 이착륙 비행훈련은 고경력 교관조종사로 편조하고 학생조종사의 이착륙 기량이 향상됨에 따라 조종을 허용하는 범위를 단계적으로 늘리는 이착륙비행훈련 방안을 검토하여 적용 (AIR1605-2)
3. 항공사의 최초기종교육과정에 입과한 저경력 부기장들은 이착륙비행 조작에 대한 이해와 기량이 향상된 상태로 노선비행훈련을 시작할 수 있도록 모의비행장치 이착륙훈련을 강화(AIR1605-3)
4. 교관조종사의 모의비행장치 훈련과정에서 학생조종사의 미흡한 착륙 조작으로 야기될 수 있는 비정상 착륙상황을 부여하여 교관조종사가 구두조언, 일시적 조종도움, 조종인수 등 즉각적이며 단계적으로 비행에 개입하도록 하는 훈련을 강화(AIR1605-4)

4.2 국토교통부(항공정책실)에 대하여

1. 저경력 부조종사의 미흡한 조작으로 야기될 수 있는 비정상적인 이착륙상황에서 교관조종사가 적절한 조치를 할 수 있도록 항공사의 교관조종사 양성훈련에 대한 감독을 강화 (AIR1605-5)
2. 저경력 부조종사들의 최초기종교육과정에 있어 이착륙비행조작에 대한 이해와 기량이 향상된 상태로 노선비행훈련을 시작할 수 있도록 모의비행장치 이착륙훈련 요구량 증가 등 이착륙훈련을 강화하는 방안을 검토(AIR1605-6)