

## 解説

# Tail Strike 사례 및 안전방안에 대한 연구

신대원\*, 이정익\*\*

## The study on the cases of Tail Strike and the safe method

Dai-Won Shin\*, Jung-Ik Lee\*\*

### ABSTRACT

In this paper, we presented the cases of tail strike of KAIRS, which is useful to establish the methods to decrease a risk, aircraft operation viewpoint.

**Key Words** : Tail Strike(꼬리 지상충돌), Tail skid(꼬리 긁힘), Take-off(이륙), Landing(착륙), KAIRS(Korea Aviation safety hindrance Reporting System, 항공안전장애보고제도)

### 1. 서 론

항공기 이·착륙 비행단계의 Pitch자세변화는 비행의 시작 및 종료의 의미를 포함한다. 이륙부양 중 또는 착륙접지 중 높은 Pitch자세는 항공기의 준사고에 포함되는 Tail Strike를 발생시키게 되며 지나칠 경우에는 사고로 이어질 수 있다. 또한 여압된 항공기의 경우 구조적으로 객실여압장치에 손상을 줄 수 있어 안전운항을 저해할 요소가 있다.

지난 2000년부터 2008년까지 9년간 우리나라 항공안전장애보고제도의 1400여건 사례 중 13건의 Tail Strike 사례가 보고되었다. 여기에서는 보고사례 및 Tail Strike 유발 방지방안 등에 대하여알아보도록 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 Tail Strike

Tail Strike는 항공기가 이·착륙 할 때 과도한 Pitch up으로 인하여 동체꼬리 부분이 지면에 충돌하는 것을 말하며, Pitch자세는 항공기의 기종, 기상 조건, 이륙중량, 이륙속도 등에 따라 차이가 있다. 이륙부양 또는 착륙접지 중의 Pitch자세 운용범위와 Tail Strike를 일으킬 수 있는 범위는 항공기 형식마

다 각기 다르게 적용되며 일반적으로 운송용항공기의 착륙접지 중 pitch자세 운용범위는 8°를 초과하지 않고, 이륙부양시의 경우 B737계열 항공기의 Tail Strike Pitch Attitude는 B737-600 16.2°, B737-700 14.7°, B737-800 11.0°, B737-900 10.0° 이다. 이·착륙중의 pitch자세 운용범위는 착륙장치의 Strut Extension의 길이에 따라 많은 차이가 있다.

이·착륙도중 Tail Strike가 발생할 경우 조종사에게 Tail Skid Warning Light가 점등되어 알려주지만, Tail Skid도 Landing Gear처럼 Landing Gear가 Up시 Tail Skid도 Up되며 Landing Gear Down시 같이 작동하나, Skid시 한정치 이하일 경우 Warning Light가 작동되지 않는다. 또한 경미한 Tail Strike의 경우에는 이·착륙 도중 어떤 상황에서 발생되었는지 조종사가 감지하기 어려운 부분이 있어, 조종사는 비행 전·후 항공기 외부점검을 통하여 확인하며, 항공사에서는 QAR(Quick Access Recorder) 또는 FDR(Flight Data Recorder)장비를 활용하여 정확한 분석을 하게 된다.



Fig. 1 Tail Skid 형상

2009년 6월 1일 접수 ~ 2009년 6월 28일 심사완료

\* 교통안전공단 항공안전센터 항공안전처  
연락처, E-mail : dwshin@ts2020.kr  
서울 구로구 오류동 91-1

항공기에 탑승자나 적재된 화물의 분포에 따라 항공기의 무게중심점이 이동될 수 있으며, 무게가 뒷부분에 편향될 경우 이·착륙 도중 Tail Strike 유발가능성은 높아지게 된다.

## 2.2 Tail Strike 사례분석

### 2.2.1 침하량 증가에 의한 Tail Strike

○ 사례 1. 내용 : 활주로 Final 고도 20ft까지 활주로 정대 등 모든 사항이 정상이었으나, 이후 침하량이 많아지면서 접지 충격이 평소보다 많았고, 접지 후 Pitch가 높아지면서 Tail Skid 충격을 느낌. 이후 Landing Roll 중 출발 대기중인 항공기로부터 Tail Strike 했다는 정보를 받고 Tower 및 항공사에 사실 통보함.

확인사항 :

- 비행 후 점검결과 Tail Skid가 0.5mm각인 것으로 판명됨(Limitation 15mm)
- QAR분석 결과 : Touch Down 시 Pitch 8.2°(Normal 7.5°), 수직가속도 1.67G(Limitation 2.0G), Touch Down 후 최대 Pitch 12.1°(Limitation 11.4°-12.7°, L/G Strut Compressed or not에 따라 다름)

○ 사례 2. 내용 : Runway24 ILS로 착륙 시(바람: 320/22) 고도 100피트 부근에서 침하율이 커지는 경향이 있어 Power 증가한 후 다시 줄이며 착륙 조작 중 Main Gear가 접지된 후 Pitch가 과도하게 Up되는 것을 인지하고 막았으나 Tail Skid 마모됨. 비정상적으로 Nose Up되는 것을 예상치 못하고 순간적으로, 접지되는 순간 Gear Strut Extension이 일어나 Nose-up을 차단할 수 있는 결정시기를 놓쳐 Corrected Action이 늦어졌음.

○ 사례 3. 내용 : 부기장이 PF(Pilot Flying)임무 하에 Approach 인가를 득하여 접근 도중 거리에 비하여 고도가 조금 높았음. 이때 PF는 급한 마음에 수정조작이 과다하게 되었으며 1,000ft 이하에서 계속 Unstabilized가 됨. 수정조작이 계속되면서 거의 접지 단계에서 심한 침하량을 느껴 기장이 즉시 Override하여 Hard Landing을 모면하였음.

확인사항 : 주기장에 들어온 후 ACMS (Aircraft Condition Monitoring System) Landing Report를 발췌해본 결과 8.5° Pitch-up 된 것을 발견함. 외부 점검결과 Tail Skid Shoe 부분이 Skid 되었음.

○ 사례 4. 보고내용 : 기장교육 중 OO공항 활주로 18R 접근 시 Base Turn 시기가 빨라 교관은 Unstabilized 조건이 될 것으로 판단하여 Final Turn 시기와 강하율에 집중하며 선회를 지시하였고, 수습기장은 Auto pilot Disengage Call하고, Auto Throttle은 풀고, Auto Pilot는 Switch로 풀지 않고

힘으로 풀어 CWS Mode(Manual Mode와 같은 조종압력으로 조종이 되는 Mode임)가 됨. Visual Approach이므로 안정접근 조건을 맞추기 위해 활주로와 VASI Light에 집중하면서 착륙 중 교관은 접지 시 강하율이 깊은 것을 느껴 추력을 증가시키며 pitch up 조작을 할 때, CWS Mode가 한 박자 늦게 pitch up 자세를 유지하려다 Pitch가 9.3°까지 들리면서 Tail Shoe가 긁힘.

○ 사례 5. 보고내용 : 착륙 중에 Tail Skid가 발생하여 점검관계로 지연 운항함.

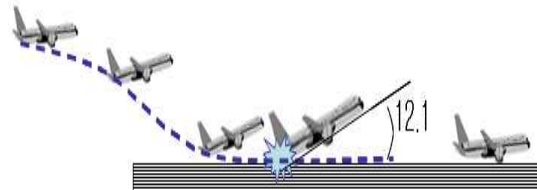


Fig. 2 침하량 증가에 의한 Tail Strike

위의 5가지 사례들에서 보여주듯이 활주로 정대 후 공항의 기상변화 및 조작 등은 침하량 변화의 원인이 되므로 주의를 하여야 하며, 착륙 중 비정상 자세는 언제든지 발생 할 수 있다. 이러한 비정상 상황에 대비하고 안전한 착륙을 위해 항상 복행 실행할 준비를 하여야 할 것이며, 무리한 접지조작은 사고의 또 다른 원인이 될 수 있다는 점을 인식해야 한다. 사례1과 같이 Tail Skid 발생을 인지한 주변 항공기의 조연은 권장할 사항이며, 사례5와 같이 매우 단순하고 간략한 보고로는 동일한 사례 예방 활동에 어려움이 있어, 차후에는 자신이 당한 일을 많은 사람들에게 자세히 전파하여 항공안전을 확보할 수 있는 계기되었으면 한다.

### 2.2.2 접지 중 Bouncing 후 Tail Skid

○ 사례 6. 보고내용 : 부기장이 PF JOB을 하여 OO공항 RWY 36L ILS(Instrument Landing System) 접근함. ILS Final에서 Light Turbulence 영향으로 자주 Power 증감이 있었으나 큰 문제점은 없었음. 그러나 착륙 중 Bouncing으로 불안정한 착륙이 예상되어 Go-Around 지시함(PF의 Go-Around Call과 거의 동시에 지시). Go Around 중 비정상적인 외부 소리를 듣고 기장이 PF-JOB을 Take Over 하여 RWY 36L ILS 재접근하여 착륙. 비행 후 점검 결과 Tail Strike 흔적을 발견.

○ 사례 7. 보고내용 : OO공항으로 비행중 ILS Runway 접근을 허가받고 ILS Runway 착륙 중 고도 10ft에서 마지막 당김 시기가 늦어서 약간의

Bouncing한 뒤 약간 높은 자세로 재 접지됨. 이때 별다른 충격은 없었고 EICAS(Engine Indication and Crew Alert System) Message도 시현되지 않았음. 비행 후 점검에서 Tail Skid의 Marking Paint가 벗겨진 것을 확인

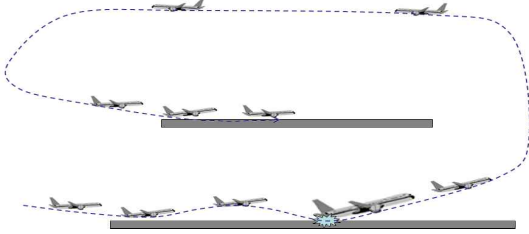


Fig. 3 Go-Around 중 Tail Strike

○ 사례 8. 보고내용 : xx공항에 착륙 중 메인 랜딩기어가 접지 후 항공기가 다시 급격히 부양하는 것을 느끼고 Bouncing으로 판단하여 복행을 결심하였음. Thrust를 증가시키고 Pitch를 유지하면서 복행 조작을 실시하였으나, Thrust의 증가가 다소 느리다는 느낌을 받았음. 이후 Thrust가 증가되어 Pitch를 증가시키면서 복행을 실시한 후 타워로부터 Tail Skid가 의심된다는 조언을 받고 항공기 시스템을 점검한 결과, 이상이 없어 RADAR Vector를 받아 활주로에 Auto Landing하였음. 비행 후 점검 결과 Tail Strike 흔적 발견

위의 3가지 사례들에서 보여주듯이 착륙 활주로 Final Course 상에 Turbulence나 Windshear 등의 강한 가변풍이 상존하고 있을 경우 안전착륙을 위한 항공기의 적정 속도 유지는 매우 중요하다. 따라서 예측하기 어려운 기상상태에 조우하였을 경우 선행기의 Advice를 참고하는 것도 안전운항에 도움이 될 수 있을 것이며, 착륙 중 엄두에 둘 사항으로 비정상 자세에 돌입할 경우 즉시 Go-Around를 수행한 후 안전한 상태에서 착륙을 재시도하여야 할 것이다. 또한 사례8 처럼 공항 관제탑으로 부터의 조언도 항공안전 확보의 주요한 요소이다.

2.2.3 조기부양으로 인한 Tail Skid

○ 사례 9. 보고내용 : 이륙 가속 중 Vr(Rotation Speed)에서 항공기의 부양이 원활하지 않았고 이륙 후 Tail Skid Light가 잠시 들어왔다가 나가는 것을 발견함. 항공기가 안정된 후 Tail Skid에 대한 Procedure와 원인을 검토하던 중 FMC(Flight Management Computer)의 Weight 입력이 잘못되었음을 발견하고 즉시 수정하여 비행하였으며 목적지에 도착한 후에 외부점검을 실시한 결과 Tail Skid Pad의 Ground Contact이 있었음.

○ 사례 10. 보고내용 : 이륙 당시 Tail Skid를 인지하지 못한 상태로 목적지공항에 착륙하여 항공기 외부점검 중, Tail Skid Shoe에 Skid 자국을 발견함. QAR 분석결과 Low Speed에서 강제부양으로 인한 Tail Skid 발생(Lift-off시 Pitch가 11.6도). Tail Skid 발생 당일 회사 Crew Line을 통하여 V speed 선택에 대한 수정 공지를 하였으나, 당일 오전 비행인 관계로 이를 확인하지 못함. 기장은 잘못된 정보로 인해 V<sub>1</sub>(이륙결정속도), Vr(Rotation Speed), V<sub>2</sub>(안전이륙속도) 선택이 잘못되어 발생.

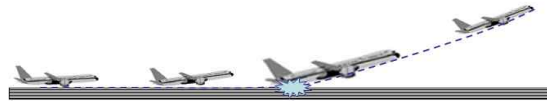


Fig. 4 조기부양에 의한 Tail Strike

2건의 이륙 부양 중 Tail Skid는 무게와 속도로 인하여 발생되었으며 중요한 것은 조종승무원의 사소한 부주의로 인하여 이루어졌다는 점이다. 운항 전 조종사에게 전달되는 Weight and Balance Sheet에 대한 정확한 입력과 승무원간의 명확한 상호 대조 및 확인하는 절차의 중요성이 강조된다.

2.2.4 외부점검 중 Tail Skid 확인

○ 사례 11. 보고내용 : 착륙 후 탑승정비사가 외부점검 중 Tail Skid 상황을 발견하고 기장에게 보고하였음. 외부 점검 결과 Tail Skid에 칠해져 있는 Paint(Red Color)가 벗겨진 흔적을 발견함. A공항 출발 전 항공기 외부 점검 시 폭우가 내리고 있어 우산을 쓰고 외부 점검하였으며, 평소에는 Tail Skid부분을 자세히 확인하였으나 당일에는 자세히 확인하지 못하고 점검을 마침(폭우로 비를 피하기 위해 서두름). 기장은 Take-Off시 Lift Up이 약간 빠르다고 느꼈으나 그간의 경험으로 비추어 볼 때 Tail Skid가 되리라고는 생각하지도 못했으며, 목적지 공항 Landing시는 부기장이 PF Job을 수행하여 Landing Flare에서 접지시까지 Control Column을 Soft Touch하여 정상 착륙하였으므로 Tail Skid가 출발공항 이륙 시 발생된 것으로 추정됨.

○ 사례 12. 보고내용 : 비행 후 점검 중 Tail Skid가 활주로에 접촉되어 긁힌 것을 발견함. Skid Shoe 깊이 1 Inch로 Limit 0.5 Inch보다 많았음.

○ 사례 13. 보고내용 : 공항 계류장에서 비행전 점검 중 동체 후미 표피에 긁힌 자국이 발견되어 기체점검관개로 결항 조치하였으며, 동 편 승객은 후속편으로 분산하여 연계수송하고, 돌아오는 연결편 승객은 임시편을 투입하여 수송하였음.

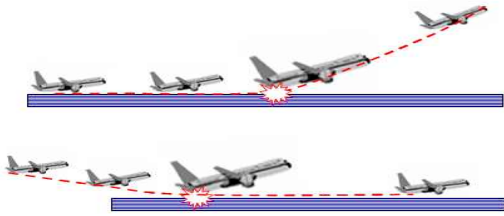


Fig. 5 외부점검 중 Tail Skid 발견

Tail Strike 발생 사례 중 위 경우처럼 발생시점이 불분명한 이해하기 어려운 경우가 있을 수 있다. 비행기록 자료를 분석하게 되면 밝혀질 것이지만, 조종사 및 항공사의 안전점검 시스템에 대한 확인이 요구된다. 위의 3건의 사례로 미루어 보아 조종사가 Tail Strike를 몸으로 감지 한다는 것은 어려울 수도 있다.

비행 전·후 항공기 상태에 대한 점검은 임무 조종사와 정비사의 고유 업무에 해당되며, 운항절차에 따라 비행한다면 이러한 사례를 막을 수 있을 것이고, 또한 어느 단계에서 발생하였는지를 명확하게 판단할 수 있을 것이다. 철저한 비행 전·후의 검사 및 운항절차의 준수는 비행안전에 근간이 된다는 점은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다.

### 2.3 비행 안전 확보 방안

여기에 기술된 Tail Strike 사례들에서는 다행이도 항공기의 구조적결함으로 객실여압장치에 손상을 준 사례는 없었다. 사례분석을 통하여 우리는 조종사의 충분한 주의에 의하여 예방될 수 있음을 보았으며, 이에 대한 안전 확보 방안으로

- 비행 전·후 항공기 상태의 철저한 점검
- 운항절차의 준수

- 착륙 직전 기상변화에 대비
- 착륙 중 비정상자세 발생 시 Go-Around
- 비행 전 Weight and Balance 재확인
- 항공기 무게에 대한 이륙 부양속도 재확인
- 승무원간의 명확한 상호 대조 및 확인
- Tail Strike 발견 시 공항 관제탑 및 인지 항공기의 조인
- Tail Skid Warning Light확인 등을 들을 수 있겠다.

### 3. 결 론

지금까지 항공안전장애보고제도에 보고된 13건의 Tail Strike 사례에 대하여 소개 및 분석을 하여보았으며 Tail Strike 유발 방지방안 등에 대하여알아 보았다. Tail Strike는 조종사의 주의에 의해 충분히 예방될 수 있음을 본 연구에서는 암시하고 있다. 본 연구를 통하여 소개된 유사한 Tail Strike 사례가 발생하지 않길 바라며, 철저한 비행 전·후의 검사 및 운항절차의 준수로 는 비행안전 확보에 도움이 되길 바란다.

### 참고문헌

- 1)“중간지 점검 및 비행후 점검” 항공교통안전시리즈 19호, 교통안전공단
- 2)“정비작업장에서의 확인·점검 일반준칙과 요령” 항공교통안전시리즈 26호, 교통안전공단
- 3)“항공안전자율보고 사례분석집” 교통안전공단, 2009.4
- 4)KAIRS, <http://www.airsafety.or.kr> 교통안전공단, 항공안전장애보고시스템