

항로 비행 중 Uncommanded turn 이벤트 발생 분석 및 경감조치 방안 연구

Occurrence of Uncommanded Turn Events on the Route and Relevant Mitigation Measures

김 현 덕

한국항공대학교 항공운항학과

Kim Hyeon Deok

Department of Aeronautical Science & Flight Operations, Korea Aerospace University, Gyeonggi-do, 10540, Korea

[요 약]

오늘날 항공기 항행에 있어서 자동조종장치와 FMS (flight management system)의 발전은 조종사들의 작업량감소와 항행 안전 유지에 그 성과가 크다고 할 수 있다. 특히 공항의 교통량이 많거나 표준계기 출발 절차 (SID; standard instrument departure)가 복잡한 항행의 경우에 자동조종장치와 FMS 장비의 효과는 더욱 크다. 하지만 일부 공항의 특정한 출발 절차에서 FMS의 오류로 인한 uncommanded turn 이벤트가 발생하여, 항공기가 항로의 중심선에서 벗어나는 경우가 있다. 대부분의 출발 절차가 RNAV (area navigation) 운영이 요구됨으로, 조종사의 상황인식과 수정 조치가 항로 편차 (deviation)를 최소화하여, RNAV의 안전을 유지하는 유일한 방법이다. 이와 관련하여 uncommanded turn 이벤트의 국내의 발생 현황을 기종별, 공항별, 비행 단계별로 조사하고 항공사의 uncommanded turn 이벤트 경감방안 분석을 통해 해당 이벤트의 더욱 근본적인 재발 방지대책 마련의 필요성 및 시사점을 도출하고자 한다.

[Abstract]

The development of autopilot system and flight management system (FMS) equipment in today's aircraft navigation can be attributed to the reduction of pilots' workload and the navigation safety. The effect of autopilot and FMS equipment is greater, especially in heavy airport traffic or complicated of the departure. However, some airport specific departure procedures result in an uncommanded turn event due to an error in the FMS, causing aircraft to deviate from the center line of the route. With most departure procedures requiring area navigation (RNAV) operation, pilot situation awareness and corrective action are the only ways to minimize aircraft deviation to maintain the safety of area navigation. Through analysis of the occurrence status of the uncommanded turn event by aircraft type, airport and flight phase, and comparative analysis of the survey results of foreign airlines and the airlines self-reduction plan with the aircraft manufacturer's corrective action, it is intended to give implications for the need for more fundamental measures to prevent recurrence of such events.

Key word : Flight safety, Flight management system (FMS), Standard instrument departure (SID), Lateral navigation (LNAV), Uncommanded turn.

<https://doi.org/10.12673/jant.2020.24.6.515>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 8 December 2020; Revised 14 December 2020
Accepted (Publication) 27 December 2020 (30 December 2020)

*Corresponding Author; Hyeon Deok Kim

Tel: +82-2-300-0084

E-mail: hyeondkim@kau.ac.kr

I. 서론

1-1 연구의 필요성과 목적

현대 항공기의 자동화 시스템과 FMS의 발전 및 성과는 매우 크다고 할 수 있다. 자동화 시스템은 항공기의 조작뿐만이 아니라 비정상 상황의 감시를 함께 수행함으로써 조종사들의 업무량이 상당 부분 감소하였으며, 이는 비행 안전 측면에서 매우 긍정적인 요소이다[1].

특히 항공기의 출발 절차가 공항 주변에 있는 도심 지역의 소음 제한 구역을 회피하기 위해서 항공기 최초의 선회가 이륙 후 낮은 고도에서 이루어지는 다소 복잡한 출발 절차의 경우에는 조종사의 작업량을 줄이기 위해, 저고도에서 자동조종장치와 LNAV (lateral navigation) 모드를 사용하여 출발 절차를 수행한다.

이러한 출발 절차수행 중 항공기 FMS의 오류로 인해 항로에서 조종사의 의도와는 무관하게 자동조종장치의 비정상적인 선회가 발생하여 항공기가 항로의 중심선에서 벗어나는 현상을 uncommanded LNAV turn 이벤트가 발생하였다고 한다[2].

조종사는 이러한 uncommanded turn 상황이 발생하면, 항공기의 비정상적 선회에 대한 상황인식과 수정 조작을 수행하여 항공기가 항로에서 벗어나는 정도를 최소화하여야 한다. 또한 uncommanded turn 발생 내용을 항로를 관제하는 ATC(air traffic control)에게 보고를 하고 후속 조치를 인가받아 항행하여야 한다.

더욱이 공항의 출발 절차가 RNAV 1 운영이 요구되는 절차인 경우 항공기가 uncommanded turn 이 발생하여 항로로부터 1 nm(nautical mile) 거리 이상을 벗어나게 되면 비행경로 이탈로 국토교통부에 의무보고를 하여야 하는 사항이다.

항로상의 이러한 uncommanded turn 이벤트는 국내외 항공사에서 특정 공항의 출발 절차를 수행할 때 반복적으로 발생하고 있으며, 예상하지 못한 항공기 선회에 대한 조종사의 시기적절한 상황인식과 수정 조작이 항공기의 편차(deviation)를 최소화하여 항행 안전을 유지하는 유일한 방법이다. 이와 관련하여 해당 이벤트의 근본적인 재발 방지대책 마련의 필요성과 항공사의 조종사가 FMS 상에 속도 제한을 설정하는 경감조치 방안의 한계점 및 시사점을 도출하고자 한다.

1-2 연구의 범위 및 방법

연구의 범위는 국내 항공사의 ASR(air safety report) 제도에 의해 운항승무원으로부터 보고된 uncommanded LNAV turn 이벤트의 발생을 항공기 기종별, 국내외 공항별, 비행 단계별로 나누어 현황을 파악하였다. 아울러 해당 이벤트의 반복 발생 공항 및 출발 절차(SID)를 파악하기 위해 이벤트 발생 빈도와 항공기 deviation 경로 분석을 통해 이벤트가 주로 발생하는 공항과 특정 출발 절차의 이벤트 발생 구간을 확인하였으며, 항로 중심선으로부터 편차 거리를 분석하여 RNAV 운영 유지 부분을 파악하였다.

또한 해당 이벤트 발생 시 조종사가 항공기의 비정상적인 선회를 인지 후 항공기의 수정 조작을 수행하기까지의 시간과 항공기 기수 변화량 분석을 통해 조종사가 예상하지 못한 비정상 상황에서 항공기 수정 조작까지의 소요 시간을 분석하였다.

해외 항공사의 uncommanded turn 이벤트 발생 현황을 파악하고자 AAPA(association of asia pacific airlines) 회원국 15개 항공사[3]를 대상으로 해당 이벤트의 연간 이벤트 발생 빈도, 발생 기종, 비행 단계, 항공기 제작사의 해결방안 제시 및 효과 여부 등의 14개 항목으로 구성된 설문지를 시행하여 국내의 이벤트 발생 상황과 비교 하였다. 일본항공(JAL:japan airline)의 경우는 도쿄 하네다 공항을 모기지로 사용하고 있으며, BEKLA 1A RNAV 출발 절차수행 시 B-777 기종에서 uncommanded LNAV turn 이벤트가 발생하고 있음을 확인하였다. FMS 제작사인 Honeywell은 해당 이벤트 관련하여 하네다 공항의 B-777 FMS 프로그램(AIMS-2 BP V17B)의 항행 데이터 코딩이 일부 비정상적인 것으로 고려된다고 한다.

이에 본 연구에서는 uncommanded turn 의 발생 추정 원인을 항공기 이륙 후 저고도 선회 시, 항공기의 중량과 상승 속도 차이로 인해, FMS가 경유 지점 간의 직선거리를 짧게 계산하는 오류를 발생하며, 경유 지점 간 직선거리 연장을 위해 일정 지점에 속도 제한을 설정하는 항공사의 해당 이벤트 자체 경감방안을 분석하였다.

II. Uncommanded turn 사례 분석

2-1 오스트리아 비엔나(VIE) 공항, Uncommanded turn 발생 사례 분석

오스트리아 비엔나(VIE) 공항의 RWY 29, KOXER 1C RNAV 출발 절차는 공항 북서쪽에 위치하고 있는 도심 지역의 소음 민감 구역(noise sensitive area)을 회피하기 위해 항공기는 활주로로부터 이륙 상승 중 1,000 ft에 도달하게 되면 좌측으로 선회하여 WW296, WW286, 경유 지점을 통과하는 출발 절차이다.

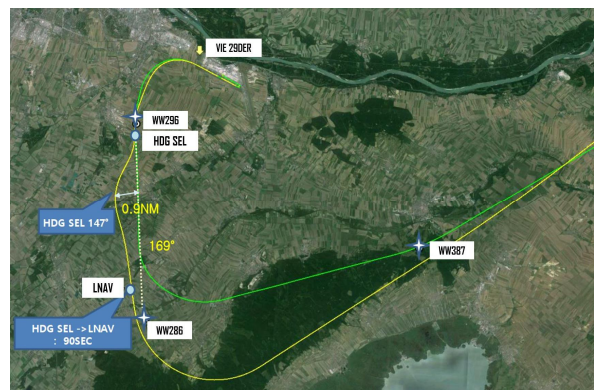


그림 1. Uncommanded turn 이벤트 항행 경로 (비엔나 공항)
Fig. 1. Uncommanded turn event navigation path (VIE).

해당 이벤트 발생의 항공기는 이륙 후 자동조종 장치와 LNAV 모드를 사용하여 항행하였으며, 1,000 ft 지점에서 좌 선회를 시행하여 첫 번째 경유 지점인 WW296을 지난 후, 다음 경유 지점인 WW286으로의 직선 구간 비행을 하지 못하고, 항공기는 항로로부터 우측으로 선회하는 uncommanded LNAV turn 이벤트가 발생하였다. 조종사는 이를 인지하고 수정 조종을 하였으나 항공기는 항로 중심으로부터 오른쪽으로 0.96 nm 벗어난 후 다시 좌 선회하여 항로에 진입하였다.(그림 1 참조)

2-2 Uncommanded turn 이벤트 발생 현황

1) 기종별 이벤트 발생 현황

2013년부터 2017년 기간의 국내 항공사 ASR(air safety report) 자료에 의하면 운항승무원에 의해 보고된 uncommanded turn 이벤트 발생이 총 28건으로 파악되었다. 주로 Boeing-777 기종의 항공기에서 24건의 해당 이벤트가 발생하였으며, Boeing-737 기종에서는 3건, Airbus-380 기종에서도 1건의 해당 이벤트가 발생 되었다¹⁾.

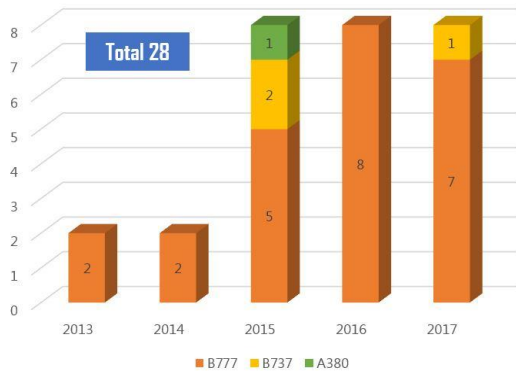


그림 2. 항공기 기종별 발생 현황
Fig. 2. Status of occurrence by aircraft type.

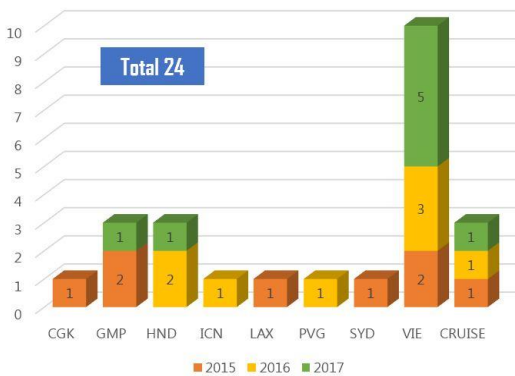


그림 3. 공항별 발생 현황
Fig. 3. Status of occurrence by airport.

2) 공항별 이벤트 발생 현황

공항별 발생 현황은 이벤트 발생 건수가 많지 않은 2013년과 2014년은 제외를 한 나머지 3년간의 자료를 분석하였다. 총 24건의 해당 이벤트 중에서 오스트리아 비엔나 (VIE), 공항과 도쿄 하네다 (HND) 공항에서 총 13건의 해당 이벤트가 발생하였고 국내의 김포 (GMP) 공항에서 3건과 그 밖의 공항에서도 각각 1건의 해당 이벤트가 발생 되었다.

특히 비엔나(VIE), 하네다(HND) 공항과 같이 공항 주변에 인근 한 도심 지역의 소음 제한 구역을 회피하기 위해 항공기가 이륙 후 최초의 선회가 저고도에서 이루어지게 설계된 공항에서 SID 수행 중에 주로 uncommanded turn 이벤트가 발생 되었다. (그림 3 참조)

3) 비행 단계별 분류

Uncommanded turn 이벤트 발생의 대부분은 항공기의 SID 단계에서 20건의 이벤트가 발생 되었으며, 항로 순환단계에서도 4건의 해당 이벤트가 발생 되었다.

4) 이벤트 발생 구간 및 비행 편차

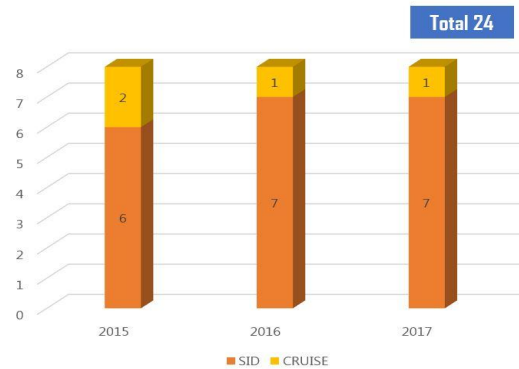


그림 4. 비행 단계별 현황
Fig. 4. Status of occurrence by flight path.

표 1. 이벤트 발생 구간 및 편차
Table 1. Event section and deviation.

Year	FROM/TO	FLT Phase	Deviation	Note
2017	HND/GMP	SID	1.10 nm	
	MNL/ICN	CRUISE	0.98 nm	
	VIE/ICN	SID	1.26 nm	WW296→WW286
	GMP/HIN	SID	0.33 nm	
	VIE/ICN	SID	0.83 nm	WW296→WW286
	VIE/ICN	SID	0.36 nm	WW296→WW286
	VIE/ICN	SID	0.32 nm	WW296→WW286
	VIE/ICN	SID	0.96 nm	WW296→WW286

1) “Uncommanded LNAV turn” special analysis report, SMS meeting 국내 항공사 발표 자료 (2017)

표 2. 항공안전법 시행규칙 (별표 20의 2) 의무보고 대상 항공 안전 장애 범위 (제134조 관련)

Table 2. Enforcement rules of the aviation safety act (attachment 20-2) incident range subject to mandatory reporting (related to article 134).

Classification	Contents of incident
1. In flight	A. In the event that the separation minimum has not been achieved or there was a concern that the separation minimum may not be achieved, such as in any of the following cases: 1) In the event of an airborne collision avoidance system resolution (ACAS RA) of an aircraft has occurred. 2) A short-term conflict alert is displayed on the aircraft monitoring equipment of the air traffic control authority. However, this shall not apply to cases where the air traffic controller have given instructions to maintain the minimum separation between the aircraft in accordance with the regulations such as the aviation law etc., and the pilot was confirmed to have complied to the instructions
	B. In the event that the aircraft has not secured minimum obstacle clearance(MOC) with the terrain, sea surface, obstacles, etc. (Except in cases of serious incidents)
	C. <u>In the case a flight has deviated from its route or altitude etc. including the penetration into the restricted or prohibited zones, without prior authorization from the air traffic control authority. However, temporary minor deviations from altitude or route, within the permitted margin of error, are excluded.</u>

2017년 발생한 8건의 해당 이벤트를 분석한 결과 5건의 이벤트가 오스트리아 비엔나 공항의 KOXER 1C RNAV SID 수행 중에 발생하였으며, 발생 지점은 주로 항공기 이륙 후 첫 번째 WW296 경유 지점을 통과 후에 발생하였다. 이벤트 발생 시에 항공기가 항로 중심에서 벗어난 거리는 0.32 nm에서부터 많게는 1.26 nm까지로 분석되었다(표1 참조). 편차가 1.26 nm까지 벗어난 경우는 국토교통부의 시행규칙 134조 항공 안전 장애 의무보고 항목으로 보고되었다.

이와 같이 RNAV 1 운영이 요구되는 공항의 SID 수행 중 해당 이벤트가 발생하여 항공기가 항로로부터 1 nm을 초과하여 벗어났다고 가정한다면, 이는 항공 안전 의무보고 절차에 의거 “(중략) 비행경로 이탈 등 항공 교통 관제 기관의 사전 허가를 받지 아니한 항행” 항공 안전 장애 항목으로 이벤트가 발생한 시점으로부터 72시간 이내에 국토교통부에 의무 보고를 하여야 한다[4].

5) Uncommanded turn 이벤트 항적 분석

그림 1의 비엔나 공항 KOXER 1C RNAV SID 절차수행 중에 발생한 이벤트 항적 분석에 따르면 항공기는 최초 좌측으로 선회하여 첫 번째 경유 지점인 WW296 지점을 통과 시에 항공

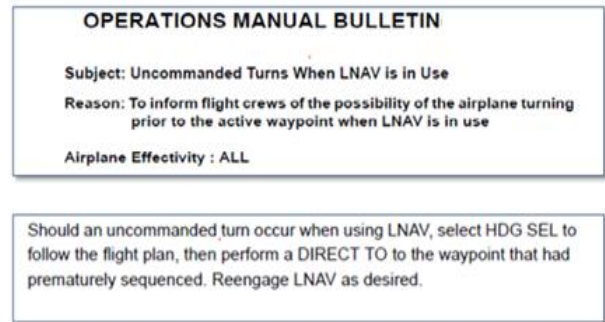


그림 5. Boeing 조치사항 (OMB, 15 DEC 2017)
Fig. 5. Boeing Corrective Actions (OMB, 15 DEC 2017).

기는 우측으로 1.3°의 롤 각도로 선회가 시작되었으며, 우측으로 최대 25°의 롤 각도로 항공기 선회가 이루어졌다. 조종사는 항공기의 방위각이 170도에서 200도까지 총 30도의 비정상적인 선회 후에 해당 이벤트 발생을 인지하였다. 수정 조작을 하기까지 소요된 시간은 총 14초가 소요되었으며, 항공기는 항로 중심으로부터 0.9 nm의 deviation 이 발생하였다.

이처럼 조종사는 예상하지 못한 자동조종장치의 비정상적인 이벤트에 대응하기 위해서는 먼저 항공기의 비정상 상태를 인지하고 신속하게 의사결정을 하는 프로세스를 거치는 데에 어려움을 겪는다는 것을 보여주고 있다[5].

2-3 Uncommanded turn 이벤트 관련 제작사 조치사항

1) Boeing Operation Manual Bulletin (15 DEC 2017)

제작사의 OMB에 따르면 B-757, 767, 747-400, 777기종에서 Autopilot LNAV mode 비행 중에 uncommanded turn이 발생하는 여러 건의 보고가 있었으며, FMC의 비정상적인 경유 지점의 순서로 인해 항공기의 uncommanded LNAV turn이 발생할 수 있으며, 해당 이벤트 발생 시에는 Autopilot flight director 시스템의 LNAV 모드를 HDG 모드로 변경하여 비행한 후에 다시 LNAV 모드를 engage 하여 항행을 하여야 한다는 내용의 OMB(operation manual bulletin)를 발행하였다.

2) FMS 제작사 Honeywell 해당 이벤트 발생원인 및 시정조치

FMS 제작사에 의하면 B-777 항공기의 uncommanded turn이 특정 공항의 SID 수행 시 발생하고 있는 것에 대하여 FMS 프로그램 AIMS-2 BP V17B의 Nav data coding이 비정상적임을 고려하여 발생 원인 분석과 시정조치를 마련 중이나, 이는 일부 특정 공항에서 발생하는 이벤트로 Boeing과 Honeywell 제작사의 효과적인 솔루션은 아직 연구 중이라고 한다[2].

2-4 해외 항공사 Uncommanded turn 이벤트 조사

2) “B-777 uncommanded LNAV turn Analysis” report, SMS meeting 국내 항공사 발표 자료 (2019)

<p>Q13 [06/14] In this company, have you experienced Uncommanded LNAV Turn events? If you have, please mark on the applicable aircraft. *Multiple Selection*</p> <p>A320</p> <p>A380</p> <p>B737</p> <p>B747</p> <p>B777</p> <p>B787</p> <p>CS100</p> <p>CS300</p> <p>Other - B767</p>	<p>Q15 [03/14] Please let me know the frequency that the event is occurred?</p> <p>NEVER</p> <p>UNDER 1 TIME-YEAR</p> <p>1-2 TIMES-YEAR</p> <p>3-5 TIMES-YEAR</p>
<p>Q13 [08/14] What are the results of the related letters and inquiries?</p> <p>PERFECT TO SOLVE THIS PROBLEM</p> <p>USEFUL, BUT NOT PERFECT</p> <p>NOT USEFUL</p> <p>NO ANSWER</p>	

그림 6. 발생 기종 및 시정조치
Fig. 6. occurrence type and corrective action.

<p>Q1 [01/14] Did you heard about the event, called "Uncommanded LNAV Turn"?</p>  <p>YES</p> <p>NO</p>	<p>Q2 [02/14] Have you seen this kind of "uncommanded LNAV Turn Events" in your airline?</p> <p>YES</p> <p>NO</p> 
---	---

그림 7. 해외 항공사 발생 현황
Fig. 7. Occurrence status of overseas airlines

해외 항공사의 uncommanded turn 이벤트 발생 현황을 파악하고자 AAPA (Association of Asia Pacific Airlines) 회원국 15개 항공사를 대상으로 총 14개의 문항을 작성하여 설문을 시행하였다.

15개 회원국 중 3개의 항공사 JAL(Kapan Airline), ANA (All Nippon Airline), 싱가포르 항공에서 동일한 uncommanded turn 례가 발생하였다. 특히 JAL의 경우는 도쿄 하네다 국제공항의 SID 수행 중에 해당 이벤트의 발생 빈도가 다소 많은 것으로 확인되었다.

해당 이벤트 관련한 항공사의 시정조치로는 제작사의 OMB에 명기된 조치사항을 수행하는 것으로 항공기 운항에는 어느 정도 도움이 되었지만, uncommanded turn 이벤트의 근본적인 문제점 해결에는 도움이 되지 않았다는 설문 결과였다).

2-5 도쿄 하네다 공항 Uncommanded turn 이벤트 경감 방안 분석

본 연구에서는 도쿄 하네다 공항의 BEKLA 1A RNAV SID의 수행 시 발생하는 해당 이벤트의 발생 추정 원인을 실제 항공기가 이륙 후 저고도에서 선회 시 항공기의 중량에 따른 상승 속도 차이로 인하여 FMS가 경유 지점 TORAM과 PLUTO 간의 직선거리를 짧게 인지하는 오류가 발생함을 B-777 모의

3) AAPA(Association of Asia Pacific Airlines) 49th FOSWG (Flight Operation Safety Working Groupe) 15개국 Survey 조사 결과 (2017)

비행 장치(simulator)의 테스트를 통해 다음과 같은 분석 내용과 경감 대책을 마련하였다.

하네다 공항의 SID 절차수행 시 항공기 이륙 후 700 ft까지 상승 후에 최초 우측으로 선회하는 구간에서 FMS의 예상 속도보다 항공기의 실제 속도가 크거나 중량이 큰 항공기의 경우 case 1과 같이 첫 번째 경유 지점인 TORAM을 overshoot하게 된다. 반대로 항공기 속도가 FMS의 예상 속도보다 적거나 중량이 작은 항공기의 경우 case 2와 같이 undershoot을 하게 되는 현상이 발생한다. 두 경우 모두 FMS가 TORAM에서 PLUTO까지 직선거리를 SID 차트상의 6 nm이 아닌 1 nm 이내의 짧은 거리로 인지하게 되어 항공기는 지속적인 선회가 이루어지게 된다. 따라서 FMS가 TORAM에서 PLUTO까지의 직선거리를 5 nm 이상으로 인지할 경우에는 uncommanded turn 이벤트가 발생하지 않는다는 것이다.

이에 항공사에서는 TORAM에서 PLUTO까지의 직선거리 5 nm 이상의 거리를 확보하기 위해서 세 번째 경유 지점인 KAIJI에 230 kts의 속도 제한을 설정하고, 첫 번째 경유 지점인 TORAM을 통과 시까지는 이륙 flap을 유지하여 항공기 선회 시 속도 증가가 되지 않게 하는 그림 10 내용의 해당 이벤트 항공사 경감방안을 마련하여 적용하고 있다.

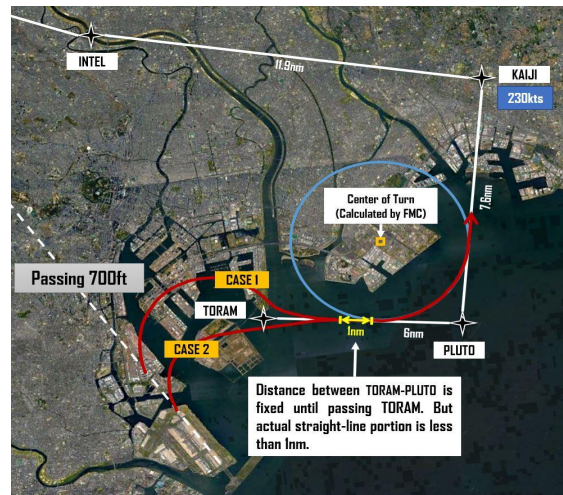


그림 8. climb 속도와 선회 후의 수평거리
Fig. 8. climb speed and horizontal distance after turn.

■ COMPANY ADVISORY
 1. 29JAN20 15:00 - UFN
 // RWY34R BEKLA1A SID // .
 TO PREVENT UN-COMMANDED TURN, INPUT SPEED 230KTS ON KAIJI.
 DO NOT ACCELERATE (MAINTAIN T/O FLAP SPD) UNTIL 'PASSING' TORAM WPT.
 MONITOR DEPARTURE TRACK CAREFULLY AFTER PASSING TORAM.
 IF UN-COMMANDED TURN IS OCCURRED, REQ RADAR VECTOR.

그림 9. 항공사 이벤트 경감방안
Fig. 9. Event mitigation measures.

III. 결 론

항행 중 FMS의 오류에 의해 발생하는 uncommanded LNAV turn 이벤트의 공항별, 기종별, 비행 단계 등의 발생 현황 분석을 통해 주로 B-777 항공기에서 발생 되었으며, 오스트리아 비엔나 공항의 KOXER IC RNAV와 일본 도쿄 하네다 공항의 BEKLA 1A RNAV SID 수행 시에 해당 이벤트가 반복적으로 발생하고 있다는 것이다. 두 공항의 특정 SID 절차는 공항 주변에 있는 도심 지역의 소음 제한 지역을 회피하기 위해 항공기의 최초 선회가 이륙 후 저고도에서 시행되게 설계된 절차라는 공통점을 발견할 수 있었다. 비행 단계 및 발생 지점의 분석에 의하면 항공기가 이륙하여 저고도에서 최초 선회를 완료하여 첫 번째 경유 지점을 지나는 시점에서 항공기의 uncommanded turn 이벤트가 반복적으로 발생함을 알 수 있었다. 이벤트 발생 시의 항로로부터 편차 거리는 RNAV 유지에 필요한 제한치 1 nm을 벗어난 경우는 1건으로 1.26 nm의 편차가 발생하였다.

해당 이벤트 항공기의 비행 데이터를 분석에 의하면, 조종사는 항공기 기수가 약 30도의 비정상 선회 후에 해당 이벤트를 인지하였고, 수정 조작이 수행되기까지는 총 14초의 시간이 소요되었다. 이는 조종사가 예상하지 못한 비정상적인 이벤트에 대응하기 위한 상황인지 및 신속한 의사결정의 과정에서 어려움을 겪는다는 것을 의미한다.

이벤트 관련하여 AAPA 소속의 해외 항공사 대상으로 설문 조사를 한 결과, 일본의 도쿄 하네다 공항을 모기지로 사용하는 JAL과 ANA 항공사에서 동일 이벤트가 발생한다는 것을 확인할 수 있었다. 항공사의 시정조치로는 제작사 OMB에 명기된 조치사항을 수행하는 것으로 이벤트의 근본적인 문제점 해결에는 도움이 되지 않았다고 한다.

본 연구의 시사점으로는 해당 이벤트의 발생 원인으로 추정되는 이륙 후 저고도에서 선회 시 항공기의 중량에 따른 상승 속도 차이로 인하여 FMS가 경유 지점 간의 직선거리를 짧게 인지하여 오류가 발생하고, 경유 지점 간의 충분한 거리를 확보하기 위해서 경유지점 KAIJI 에 230 kts의 속도를 제한하는 방법과 아울러 첫 번째 경유 지점까지 이륙 flap을 유지하여 항공기 선회 시 속도 증가가 되지 않게 하는 경감방안을 항공사에서 자체적으로 마련하여 운항승무원들에게 공지 및 운영하고 있다. 이벤트의 발생 빈도가 부분적으로 감소하는 현상은 있으나, 해당 이벤트의 근본적인 재발 방지대책은 아니라고 판단된다.

따라서 제작사의 명확한 원인 파악과 문제점 해결을 위한 근본적인 재발 방지대책이 마련되고 실행되기 전까지는 조종사의 시기적절한 상황인식과 수정 조치가 항행 안전을 지키는 유

일한 방법이라는 것을 재강조하고자 한다.

연구의 한계점으로는 해당 이벤트의 발생 건수 및 비행 데이터 정보 부족으로, 제작사는 해당 이벤트 관련하여 일부 항공기의 특정 공항에서 발생하는 이벤트로 일괄하여 OMB 발행 등의 임시적인 방안을 제시하고 있다는 점이다

추후 연구 방향으로는 해당 이벤트 관련하여 통계적으로 유의미한 비행 데이터 분석 자료를 근거로, FMS 상의 경유 지점에 속도를 제한하는 항공사 자체 경감방안의 실효성 분석과 조종사의 수정 조작 시 자동조종 장치 이용과 수동조종에 따른 항로의 편차, 이벤트 발생 시 항공기 톨과 트랙 각 등의 분석 내용 등을 제작사와 공유하여 근본적인 재발 방지대책 수립과 지속적인 위험관리를 통한 항공기의 항행 안전이 유지되어야 할 것으로 사료 된다.

Acknowledgement

이 논문은 2020년도 한국항공대학교 교비 지원 연구비에 의하여 지원된 연구의 결과입니다.

References

- [1] M. E. Hampton, Enhanced FAA oversight could reduce hazards associated with increased use of flight deck automation, U.S.Department of Transportation, Washington DC, Report Number : AV-2016-013, pp.2~5, Jan. 2016.
- [2] H. Houtman, and D. V. Eck (2008, April), Departure deviations, *Flight safety foundation* [Online]. pp.34-35 Available : https://flightsafety.org/wp-content/uploads/2016/12/asw_apr08_p34-35.pdf
- [3] Association of asia pacific member airlines [Internet]. Available : <https://www.aapairlines.org/who-we-are/>
- [4] Enforcement rules of the aviation safety act (Attachment 20-2), the scope of aviation safety disorders subject to mandatory reporting (related to Article 134), and revision 2020.2.28.
- [5] J. N. Field, and F. Mohrmann, "Flight crew response to unexpected event," in *AIAA AVIATION Forum*, Washington D.C, pp.1-4, 2016.



김 현 덕 (Kim Hyeon Deok)

1997년 3월 -2020년 2월 : 대한항공 운항승무원
 2015년 2월 - 한국항공대학교 운항관리학과 박사수료
 2017년 5월 - 2020년 2월 :대한항공 B777 기장, 안전보안실 사고조사관
 2020년 3월 - 현재 :한국항공대학교 항공운항학과 부교수
 ※관심분야 : Flight data analysis, 사고조사, SMS