

# 비 정밀 접근절차 사고사례 연구

## Non Precision Approach Procedures Accident Case Studies

길호성<sup>1\*</sup>, 전제형<sup>2</sup>, 송병흠<sup>3</sup>

에어부산 기장<sup>1</sup> 한국항공대학교 운항관리학과 대학원<sup>2</sup>,  
한국항공대학교 운항관리학과 교수<sup>3</sup>.

### 초 록

국적기의 사고 및 국내에서 발생한 사고를 분석해보면 많은 인명 피해가 발생한 사고의 유형들을 접할 수 있다. 운항중인 항공기에 특별한 결함이 없었음에도 불구하고 조종사의 잘못된 판단에 의한 사고는 선행연구들의 결과와 같이 많은 부분들을 차지하고 있다. 특히 비 정밀접근(Non Precision Approach)의 선회접근(Circling Approach) 및 시계접근(Visual Approach)절차에서 자주 발생하는 지상충돌 사례들을 과학적이고 객관적인 방법을 바탕으로 분석하여 유사사고 재발 방지를 위한 대안을 찾고자 한다. 이를 위해 조종사의 입장에서의 교육 및 절차에 관해 분석하여 비 정밀 접근 절차 수행의 기준을 제언하고자 한다.

## 1. 서론

1969년 이후, 대한민국은 순수민항 시대를 지나며 현재까지 급격한 성장을 이루고 있으며 여타 교통수단에 비해 막대한 자본의 투자와 끊임 없는 연구를 통해 비약적인 발전을 거듭하였다. 항공수요의 급증으로 항공기의 수의 증가, 대형화로 인한 안전사고빈도수가 증가되었다. 그러나 항공기 기술발달로 기술적 오류로 인한 사고율은 감소하였으나 인적요인(Human Factor)로 인한 사고는 여전히 일정비율을 유지하고 있다.

세계안전데이터 보고서(Analysis Of Global Safety Data)에 따르면 정기항공기 운항에서 2010년 항공사고로 인한 사망자 수가 707명에서 2011년 414명을 감소하여 약 40%의 감소추세를 보였으나 전체 사고비율의 경우 2010년 백만 운행 당 4건 2011년엔 백만 운행 당 3.9건으로 근본적으로 크게 바뀌지는 않았다[1].

공항 주변의 장애물과 각종 시설물의 영향으로 접근절차 또한 사고에 큰 영향을 준다. 비 정밀 접근절차로 인한 사고율을 분석해보면 CFIT(Controlled-Flight-Into-Terrain)사고 중 57%를 차지하고 있다[2].

비 정밀접근 사고를 방지하기 위해서 운항 승무

원들은 항공기의 정확한 위치 파악이 필요하며 비 정밀접근 시 위험성을 인지하여 브리핑을 실시하고 접근 차트를 적극 활용하여야 한다. 또한 비 정밀 상황을 고려한 훈련 및 절차의 설계가 필요 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 비 정밀접근(선회접근 및 시계접근 절차포함)사고사례를 바탕으로 접근 절차상 문제점 및 기술적인 부분에 대하여 분석하여 개선방향에 대하여 제언해보았다.

## 2. 본론

### 2.1 접근절차 개요

항공기는 계획된 항로상(En-route)에서 강하를 위한 계획을 수립한다. 목적지 공항의 기상상태를 파악한 후, 활주로별로 설정되어 있는 표준계기접근 절차에 의거하여 또는 레이더 관제를 통하여 항공기를 최초접근구간(Intial Approach Fix: IF), 중간접근구간(Inter Mediate Fix), 최종접근구간(Final Approach Fix: FAF)을 경유하여 착륙을 준비한다. 접근방법에는 크게 정밀접근(Precision Approach) 및 비 정밀접근(Non-Precision Approach)으로 나눌 수 있으

며, 상황과 필요에 따라서 선회접근(Circling approach)과 시계접근방법(Visual Approach)을 수행할 수도 있다.

## 2.2 정밀 접근(Precision Approach)

### 2.2.1 계기접근절차(Instrument Landing System)

정밀접근 절차는 기본적으로 ILS(Instrument Landing System), MLS(Microwave Landing System), PAR(Precision Approach Radar), LPV(Localizer-type Directional Aid)등의 접근 방법으로 나누며, 통상 ILS 절차를 주로 사용한다. ILS 절차는 항공기 접근 및 착륙 방법에 따라 CAT-I, II, III, IIIa, IIIb, IIIc 로 세분화 된다[3].

ILS 는 방위각시설인 Localizer(LLZ)와 활공각 장비인 Glide Path(G/P), Marker Beacon(M/B) 으로 구성 된다. LLZ는 VHF(초단파, 30~300MHz) 전파를 사용하여 항공기를 활주로 중심선 방향으로 유도해 준다. G/S 은 항공기의 착륙각도에 대한 정보를 제공해 주며, Marker Beacon 은 항공기가 착륙하는 진입로상의 특정지점에 대한 위치정보를 제공해 준다[4].

ILS는 통상 크게 3가지 계기접근방식으로 분류하는데 활주로 가시거리(Runway Visual Range) 및 결심고도(DH/A)별로 다음Table 1과 같이 설정되어 있다.

Table 1. DH and RVR

구분	결심고도(DH)	시정
CAT-I	60m 이상	시정 800m 이상이거나 RVR 550m이상
CAT-II	30m이상60m미만	RVR 300m 이상
CAT-IIIa	30m 미만	결심고도 없이 RVR 175m까지 운용가능
CAT-IIIb	15m 미만	결심고도 없이 RVR 50m 이상 175m미만 운용가능
CAT-IIIc	없음	없음

Source: 국토교통부 Guideline for All Weather Operations

### 2.2.2 Microwave Landing System

MLS의 경우 접근 또는 착륙 하고자 하는 항공

기에 위치 정보를 제공하는 정밀 접근 방식이다. 장점으로는 ILS 보다 강하각과 접근로가 다양하며, 필요에 의해서 지상에 설치해야 할 시설들에 대한 위치 선정 어려움을 극복할 수 있다. 또한 좌우상하 발사 전파 빔의 시간차를 각도로 설정하였으며, 유효통달 거리 내 진입과 동시에 각도 정보 수신이 가능하다. 곡선 접근등 운항측면에서 선택의 폭을 확대 할 수 있으며, 접근거리 단축, 곡선접근으로 특수지역 회피가 가능, 복수 활주로 동시 계기접근가능, 대형항공기 후류 감소 가능, 지상설치 설치용이, 산악지역 설치 등이 가능하다[5].

### 2.2.3 Precision Approach Radar

PAR접근 방식은 미 공군에서 지형적 영향 또는 군사적 목적에 의해 ILS를 설치할 수 없는 공항에서도 항공기를 정밀하게 유도하기 위해 개발한 시스템이다. 민간 공항 보다는 군 공항에서 주로 사용하고 있으며, 민·군이 함께 사용하는 공항의 경우 필요시 또는 상황에 따라 민간 항공기도 이 시스템을 이용할 수 있다[6].

조종사에게 계기를 통해 직접적으로 접근 경로를 제공해주는 ILS의 개념과 달리, PAR은 관제사에게만 접근 경로에 대한 정보를 제공해주며, 조종사는 관제사의 음성 정보 및 지시를 통해 접근 경로를 제공 받는다는 차이가 있다. 실제로 2006년 6월9일 아시아나항공 8942편이 김포공항 접근 도중, 우박을 맞고 Windshield와 Radar Dome이 파손되었을 때 PAR과 비슷한 방식의 관제를 통하여 항공기를 착륙 시켰다[7].

이외에 미국에서 운용되는 정밀 접근절차로 LPV(Localizer Performance with Vertical Guidance approaches)가 있으며 해당 접근 절차는 GPS를 이용하여 ILS의 Localizer 성능의 정밀도에 수직유도까지 지원한다. 통상 ILS CAT-I 수준의 정밀도와 거의 같은 착륙최저치를 얻을 수 있다[8].

## 2.3 비 정밀접근(Non Precision Approach)

비 정밀접근 절차는 VOR, NDB, LOC, LDA, SDF, ASR, LNAV, LNAV/VNAV등의 접근 방식으로 나뉜다. 현재 가장 많이 쓰이는 접근 방식으로는 VOR접근 방식이 일반화 되어 있으며,

VOR접근절차는 통상 DME 장비와 함께 쓰여 조종사에게 유효한 거리 정보를 제공해 준다. 그리고 Localizer를 이용한 접근방법도 사용된다.

### 2.3.1 VHF omnidirectional range Approach

VOR 접근 절차는 기본적으로 항공기와 접근 활주로 사이의 방향 및 거리별 고도 정보를 조종사에게 제공한다[9]. 그러나 상대적으로 정밀접근에 비하여 안정성이 현격하게 감소한다. 또한 기상조건이 좋지 않은 경우 짧은 시간 내에 운항승무원이 착륙 절차수행에 대한 정확한 판단을 내리기에 촉박할 수 있다. 이와 같은 복합적인 상황에서의 사고의 발생은 치명적일 수밖에 없다. 대부분의 비 정밀접근시의 대형사고는 악기상조건 등의 복합적인 원인과 함께 판단착오, 기량부족 병행되었음이 사고조사 과정을 통해 밝혀졌다.

### 2.3.2 Non-Directional Beacon Approach

NDB는 통상적으로 사용하는 주파수대는 중·장파 대역(160~526.5kHz)의 무지향성 전파를 360deg 모든 방향으로 발사하여 항공기의 항행, 항법 및 접근절차를 유도해주는 항행안전시설. 항공기에 장착되어 있는 자동 방향 탐지 계기(Automatic Direction Finder)를 사용하여 NDB의 주파수에 맞춘 후 동조시켜서 표지 신호를 확인한다. 지침이 표시하는 방향으로 비행하면 해당 NDB Station을 향해서 비행할 수 있게 된다. NDB는 항로상 및 공항에 설치되어 있다[10].

### 2.3.3 LNAV, LNAV/VNAV Approach

LNAV(Lateral Navigation)접근절차의 경우 WASS(Wide Area Augmentation System)를 지원하지 않는 GPS Receiver를 장착한 항공기에 적용되는 접근절차로 수직유도는 지원하지 않는 비 정밀접근절차로 MDA(Minimum Decent Altitude)까지 기압고도계를 참조하여 접근하는 방식이다. 비슷한 방법으로 LNAV/VNAV 접근절차가 있다. GPS(Global Positioning System)나 WAAS가 수평 및 수직으로 유도해주며, WAAS를 지원하지 않는 경우에는 기압고도를 이용하여 수직유도(Baro-VNAV)를 하게 된다. 이때 통상 DH(Decision Altitude)는 350ft AGL(Above

Ground Level)로 나타내게 된다[11].

### 2.3.4 그 외 비 정밀접근 장비들

LDA(Localizer-type Directional Aid) Localizer형 방향보조시설로 단순히 활주로 방위 정보만을 제공한다. 활용성과 정밀도 면에서 Localizer 비슷하다고 할 수 있으나, 활주로의 정대 되어 있지 않으며 통상 3~6도 정도의 Course Deviation을 가지고 있다[10].

SDA(Simplified Directional Facility) 단순한 형태의 방향보조시설이며, 활주로의 정대 되어 있지 않으며, 접근 Course는 표준 Localizer 보다 넓게 형성되어 있다. 정밀도는 떨어지고 활공각에 대한 정보는 제공되지 않는다. 그러나 접근 절차는 기본적으로 ILS 접근방식과 동일하다[10].

ASR(Airport Surveillance Radar) 통상 공항 주변 공역에 있는 항공기의 위치를 포착하여 이륙한 항공기를 항공로까지 유도하거나, 또는 착륙하려는 항공기를 항공로에서 ILS의 유효 범위 내로 Radar Vector할 때 까지 유도한다.[10].

## 2.4 사고사례

### 2.4.1 국내사고 사례

비 정밀접근의 경우 기상의 영향이 크며 운항승무원이 항공기 정상 제어상태 중 충돌직전까지 이를 인지하지 못하여 발생하는 CFIT사고를 유발하게 된다. 이는 다음의 사례에서도 동일한 조건에서 발생한 사고로 먼저 1993년 7월 목포공항에서 발생한 아시아나항공 B737-500 사고는 시계(Visual)가 불량한 상황에서 VOR 접근 절차수행 중 2회의 복행 수행 후 세 번째 접근 중에 일어났으며, 조종사 2명을 포함한 68명이 사망한 사고이다. 사고 원인은 조종사 과실에 의한 Below Approach 로 판명되었다[12]

다음으로 1997년 8월 광 공항에서 발생한 대한항공 B747-300 항공기 사고 역시 악천후 속 시계가 불량한 상황에서 VOR 접근 절차를 수행하는 도중 추락했으며, 운항승무원 3명을 포함한 225명이 사망 하였다. 사고 후, NTSB(National Transportation Safety Board)에서 발표한 사고 원인은 조종사의 과실에 의한 Below Approach 로 사고의 원인이 규명되었다. 사고기여요인으로 서비스되

지 않던 활공각지시계(Glide Slope: GS)의 순간적인 작동으로 인해 조종사에게 혼란을 주었다[13].

#### 2.4.2 해외사고 사례

2013년 8월 미국 버밍햄 공항에 LLZ 접근 중에 발생한 UPS A300-600 사고로 조종사 2명이 사망하였다. NTSB 사고조사 결과 명백한 조종사 과실에 의한 Below Approach 사고로 기록되었다. 조종사는 항공기가 불안정한 상태였음에도 불구하고 계속해서 접근절차를 수행하였으며, 접근 중에 항공기 고도 모니터링에 대만하였고 이로 인해 최저안전고도 이하로 강하하여 지면에 충돌한 사고였다. 기타 사고기여 요인으로는 운항승무원들의 부주의하고 부정확한 FMS 사용 및 설정에 있었다.

### 3. 결론

비 정밀 접근 절차 수행 시, 조종사의 잘못된 판단으로 인해 수많은 인명의 손실과 더불어 천문학적 재산상의 손해를 볼 수 있다는 사실을 다시 한 번 조종사들에게 경각심을 일깨워 주며, 비 정밀 접근 절차 수행 중 조종사의 판단력이 안전운항에 미치는 영향들에 대한 연구를 통하여, 보다 체계적이고 효과적인 절차 수행 방법들에 대한 논의가 필요하다고 할 수 있다.

먼저 비 정밀 접근 절차의 Check List의 개발이 필요한 실정이다. 이는 특정 항공사에 국한된 절차가 아닌 체계화된 운항절차를 수립해야 한다.

다음으로 절차수행에 문제가 없는지 복기해 보아야 하며, 문제를 발생시킬 수 있다고 판단되어지는 부분들이 있다면 과감하게 개선해야 할 것이다. 이를 위해 임무를 수행하는 조종사 및 항공종사자의 의견수렴이 필요 하다.

향후연구과제로서 앞서 언급한 내용을 반영한 연구를 진행할 것이다.

### 참고문헌

- [1] ICAO. (2011). Annual Report of the Council, 2011. Doc, 9975.
- [2] Flight Safety Foundation. (2006), Controlled Flight Into Terrain, 17-23
- [3] Nicosia, J. M., Loss, K. R., & Taylor, G. A.

(1997). U.S. Patent No. 5,654,890. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[4] Chisholm, J. P. (1987). U.S. Patent No. 4,680,587. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[5] Kuwahara, Y. (1989). U.S. Patent No. 4,890,110. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[6] Moorcroft, G. J. (1958). Precision approach radar. Proceedings of the IEE-Part B: Radio and Electronic Engineering, 105(9S), 344-350.

[7] Aviation and Railway Accident Investigation Board, (2008). Aircraft Accident Investigation Final Report, ARAIB/AAR0603 ,3-10

[8] Walter, T., Enge, P., Blanch, J., & Pervan, B. (2008). Worldwide vertical guidance of aircraft based on modernized GPS and new integrity augmentations. Proceedings of the IEEE, 96(12), 1918-1935.

[9] Crow, R. P. (2003). U.S. Patent No. 6,643,509. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[10] Loots, D. D., Paricaud, E., & Thebault, Y. (2012). U.S. Patent No. 8,121,747. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[11] Shloss, P., Phelts, R. E., Walter, T., & Enge, P. K. (2002, September). A Simple Method of Signal Quality Monitoring for WAAS LNAV/VNAV. In Proceedings of the 15th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation (pp. 800-8).

[12] Byeon, S. C., Song, B. H., & Lim, S. H. (2008). A Study on Prevention as result of Controlled-Flight-Into-Terrain Accident-Focusing on Guam accident, Mokpo accident, Gimhae accident. Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics, 16(1), 18-28.

[13] NTSB, (2000). Aircraft Accident Report, AAR-00/01 PB00-910401.

[14] NTSB, (2014). Aircraft Accident Report, AAR-14/02 PB2014-107898.