<論文>

비정밀접근시 CFIT사고 방지를 위한 일정강하율 접근방식에 관한 연구

송병흠*, 신현삼,** 문경배***

A Study on the Approach Methods with a Constant Vertical Speed for Diminution of CFIT Accidents in Non-Precision Approach

B. H. Song, H. S. Sin, K. B. Moon

Abstract

Traditionally aircraft had descended in steps to level at the MDA(Minimum Descent Altitude) during the conduct of non-precision approach. This "de-stabilized" method of flying an instrument approach procedure is considered as a major contributing factor in CFIT(Controlled Flight Into Terrain) accident and increasing pilot workload. In the effort to reduce CFIT accident and pilot workload, VNAV(Vertical Navigation) Approach has been suggested as means to manage the vertical component of non-precision approach procedure.[1]

But In the actual circumstances in Korea, VNAV has not been using to reduce them because of many restriction facts and no published VNAV chart in particular airport. Therefore we are suggesting Constant Vertical Speed Approach Method, which is required few restriction facts, and the pilots who are using this method will experience a similar method like a Glideslope during proceeding non-precision approach. Consequently, We are expecting to reduce CFIT accidents and pilot workload.

I.서 론

항공산업은 최근 100년동안 급속한 발전을 이룩하였고, 21세기에 진입한 작금의 글로벌 시대에도 지속적인 발전을 하고 있다. 동시에 항공기 운항 횟수도 전 세계적으로 급격히 증가가 되었다.

항공산업의 규모면이나 기술면에서는 급속한 진전을 하였지만 항공기 사고율은 항공분야에서 기 대하고 있는 사고율을 훨씬 상회하고 있다. 특히 사고의 BLUE BOX로 불리는 접근 단계에서의 사고 율은 항공 전자 장비의 발전으로 인해서 감소추세를 보이다가 1980년대부터 현재까지는 항공기 사고 율은 더 이상 감소되지 않고 일정하게 유지 되고 있다.[2] 즉, GPWS(Ground Proximity Warning

^{*} 한국항공대학교 항공운항학과 교수

^{**} 한국항공대학교 항공교통물류학과 교수

^{***} 한국항공대학교 항공운항학과 대학원

System)나 ACAS(Airborne Collision Avoidance System) 등과 같은 항공장비의 발전으로 더 이상 항공기 사고의 원인을 제거하기에는 한계가 있다는 것이었다.

현재 전 세계적으로 항공기사고의 대부분인 80 ~ 90%가 모든 항공관련 종사자들의 인적요인 (Human Factor)에 의해 발생하고 있고, 이중 약 70% 정도가 조종사의 인적요인에 기인하고 있다. 특히 전체 치명적인 사업용 항공기사고 요인 중 CFIT(Controlled Flight Into Terrain)사고가 약 60%로 가장 큰 비율을 나타내고 있다.[3] 여기서 CFIT란 운항승무원이 조종하는 감항성을 가진 항공기가 승무원도 인지하지 못하는 상태에서 지형이나 장애물 또는 수면으로 비행하여 일어나는 사고로서 정의될 수 있다[4]. 이러한 CFIT사고는 ICAO(International Civil Aviation Organization). FAA(Federal Aviation Association), FSF(Flight Safety Foundation), NTSB(National Transportation Safety Board), ALPA(Air Line Pilot Association) 및 ISASI (International Society of Air Safety Investigator)와 같은 항공안전을 책임지고 있는 국제기구로부터 주목을 받아왔다. 이에 따라 조종사의 비행 중 지각과 상황인식을 도와줄 수 있는 많은 장비가 개발되었고 안전을 확보 할 수 있는 많은 절차들이 개발되었다.

특히 CFIT사고는 비정밀 접근 시 가장 많이 발생되었고[5], 이러한 CFIT사고의 감소를 위해 대형 운송용 항공기에 FMC(Flight Management Computer)를 장착하여 VNAV(GPS/RNAV)접근방식을 사용하고 있다.

그러나 현재 국내 공항에는 조종사가 VNAV(Vertical Navigation)접근을 사용하기 위한 접근차트 (Approach Charts)가 발간되어 있지 않으며, VNAV사용을 위해서는 여러 제한사항이 있어서 국내의모든 공항에 전부 적용할 수 는 없다. 그래서 국내에서는 FMC를 장착하지 않은 항공기에도 적용될수 있고, VNAV접근과는 유사하지만 제한사항이 적고, 비정밀접근시 조종사의 작업부하(작업부담; Workload)를 감소시킬 수 있는 일정강하율접근(Constant Vertical Speed Approach) 방식의 적용이 안전운항에 더욱 효율적으로 기여할 수 있다고 판단된다.

만약 비정밀접근시 조종사가 경험에 의존하여 순간적으로 판단한 강하율로 접근할 경우, 조종사개 인별로 각기 다른 표준화 되지 않은 절차를 사용함으로서 항공기 안전운항에 큰 문제를 야기 시킬 수 있다. 그러므로 착륙을 위한 비 정밀 접근 시 항공안전을 고려한 전문적이고 체계적인 접근방식으 로 연구가 되어야한다.

본 연구는 민간 항공기에서 실제 운용하고 있는 B747-400 Flight Simulator를 이용한 시뮬레이션을 통하여 비정밀접근시 조종사의 작업부담을 감소시켜 CFIT사고를 감소시킬 수 있고, FMC장비를 장착 하지 않은 중소형 기종에서도 적은 제한사항으로 이용될 수 있는 안전한 일정강하율접근 비행방식을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 본 론

본론에서는 먼저 비정밀접근 단계에서 가장 많은 항공기 사고유형을 차지하는 CFIT의 개요를 알아보고, 비정밀접근 절차, VNAV접근 절차의 제한사항에 대하여 이론적 검토를 수행한다.

여기서 제기되는 문제점을 고려한 일정강하율접근 비행방식에 관한 구상을 하고, 이를 토대로 일 정강하율접근 방식이 국내 공항에 실제 적용이 가능한지를 B747-400 비행시뮬레이터로 직접 비행하여 이 결과를 종합적으로 분석한다.

1. CFIT(Controlled Flight Into Terrain)사고에 대한 이론적 고찰

1-1 CFIT의 정의

CFIT에 관한 정의에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

미국 FSF(Flight Safety Foundation)에서는 CFIT란 "운항 승무원이 조종하는 감항성을 가진 항공기가 승무원이 인지하지 못하는 상태에서 지상이나, 장애물 또는 수면으로 비행하여 일어나는 사고"로 정의하고 있고, Boeing에서는 CFIT란 "기계적으로 정상적인 항공기가 부주의로 지면이나 수면 또는 장애물로 비행하여 일어나는 사건"으로 규정하고 있다.

우리나라에서는 교통부훈령 제753호(2001.3.21)에 의하면 CFIT란 "조종상태에서의 지상충돌로, 항공기가 정상적으로 작동되는 상태에서 조종사의 부주의로 지면 또는 해면과 충돌하는 것"으로 정의하고 있다.

이상과 같은 내용을 종합하여 볼 때 결론적으로 CFIT란 운항 승무원이 조종하는 법적 또는 기계적으로 정상적인 항공기를 사전에 사고의 위험을 모르는 상태에서 조종사의 부주의나 실수로 지면이나 장애물 또는 수면에 충돌하여 발생하는 사고로 규정지울 수 있다.

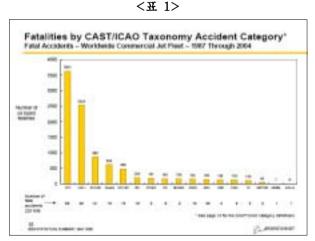
1-2 CFIT 사고의 발생

전 세계적으로 1987년부터 2004년까지 발생된 치명적인 사업용 제트(Commercial Jet) 항공기 사고 유형 중 CFIT 사고가 가장 많은 비율을 차지하고 있다. 다음으로는 LOC-I(Loss of Control-Inflight), 그리고 SCF-NP(System/Comp. Failure or Malfunction(Non-Power plant), Fire-NI(Fire/Smoke Non-Impact) 순서로 사고율을 보였다. <표 1참조>

비행단계별 항공기 사고사례를 분석해 보면, 전체사고율은 접근, 착륙활주 중에 전체사고의 2/3가발생하였고, 특히 치명적인 사고는 항공기가 접근 중에 사고율이 두드러지게 높았고 그다음으로는 순항, 이륙 순으로 나타났다. <표 2참조>

접근 종류에 대한 CFIT사고율을 보게 되면, 비정밀 접근시 가장 많은 사고율을 보였으며 <표 3참조>, 기상조건에 따른 CFIT사고율은 야간에 40% 이상을 차지하였고, 특히 주간(Day time) IMC 조건하에서 48% 정도로 가장 많은 사고율을 보였다. <표 4참조>

결론적으로 항공기가 야간이나 IMC조건하에 비정밀 접근을 할 경우에 CFIT사고율이 높았다고 할 수 있다.



자료: Boeing 2004 Statistical Summary, May 2005

< 丑 2>

Phase of Flight in Business Jet Accident					
1991-1992					
	Nonfatal Accidents	Fatal Accidents	Total		
Ground	6	1	7(2.8%)		
Takeoff	33	8	41(16.3%)		
Climb	1	4	5(2.0%)		
Cruise	18	10	28(11.1%)		
Descent	0	0	0(0%)		
Approach	44	40	84(33.5%)		
Roll-out	81	2	83(33.1%)		
Go-around	1	2	3(1.2%)		
Total	184	67	251(100%)		

자료: Flight Safety Digest, May 2004

< 丑 3>

Type of Approach Flown in 27				
Business Jet CFIT Accidents, 1991-2002				
Type of Approach	Number of Accidents			
Non-precision	13(48.2%)			
precision	4(14.8%)			
Visual	4(14.8%)			
Unknown	6(22.2%)			
Total	27(100%)			

자료: Flight Safety Digest, May 2004

<丑 4>

Lighting, Weather Condition in				
Business Jet CFIT Accidents 1991-2002				
	VMC	IMC	Total	
Day	1 (3.7%)	13(48.2%)	14(51.9%)	
Night	5(18.5%)	6(22.2%)	11(40.7%)	
Unknown	-	-	2 (7.4%)	
Total	6(22.2%)	19(70.4%)	27(100%)	

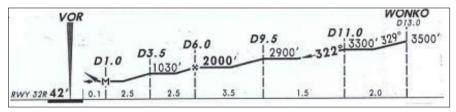
주: IMC=Instrument Meteorological Condition, VMC=Visual Meteorological Conditions

자료: Flight Safety Digest, May 2004

2. 비정밀접근(Non-Precision Approach) 절차의 이론적 고찰

비정밀 접근(Non-Precision Approach)은 정밀접근과는 다른 계기접근으로서 여겨왔다. 일반적으로 정밀 접근은 조종사에게 수평 및 수직정보를 제공하고 예로서 ILS(Instrument Landing System)과 MLS(Microwave Landing System)을 들 수 있다. 반면, 비정밀접근은 수평정보와 MDA(Minimum Descent Altitude), MAP(Missed Approach Point)같은 제한적인 수직정보만 제공하고 있다. 그리고 정밀접근과 같은 지속적인 수직정보가 제공되지 않는 방식을 특징으로 들 수 있으며, 그 예로 NDB(Non-Dierctional Beacon), VOR(Very High Frequency Omnidirectional Range), LLZ(Localizer) 과 RNAV(Area Navigation)를 들 수 있다.[6] <그림 1-1참조>

비정밀접근은 각 단계별 최저고도를 유지하면서 MDA(Minimum Descent Altitude)까지 안전한 강 하가 유지되도록 디자인되어 졌고, MDA 이하로의 강하는 조종사가 시각적으로 공항주변 참조물을 보았을 경우 가능하다. 정밀접근은 수직 강하각 정보에 따라 DH(Decision Hight)까지 강하하면 안전 하지만, 이와는 달리 비정밀접근은 각 단계별 최저고도 이하에서는 장애물회피 안전고도를 보장 받을 수 없기 때문에 거리에 따른 고도를 필수적으로 확인하여야 한다.



<그림 1> 비정밀 접근(GIMPO VOR DME Rwy 32R Approach)

3. VNAV(Vertical Navigation)접근의 이론적 고찰[7]

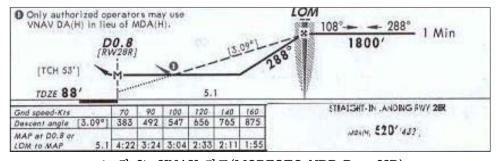
VNAV의 목적은 비정밀접근시 조종사에게 증가하는 작업부담(Workload)을 감소시키고, 지형적 강하 경로와 안정되고 일정한 강하율를 제공하는 강하각 정보를 제공하기 위함이다.

3-1. 적용구간

VNAV 성능이 인가된 항공전자장비(Avionics)를 통해 Final Approach Fix(혹은 Final Approach Way Point)에서 Threshold Crossing Height(Threshold 상방 50ft지점)까지 적용된다. <그림 1참조>

3-2. VNAV 정보제공

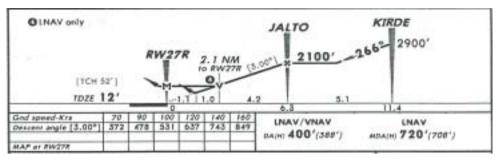
지형적 강하 경로(Geometric Glide Path)와 안정되고 일정한 강하율로 접근 할 수 있는 강하각 (Glide Path Angle)등의 VNAV Path 정보를 착륙을 위한 최종접근(Final Approach) 단계에 제공하는 것을 말한다. <그림 2참조>



<그림 2> VNAV 접근(MODESTO NDB Rwy 28R)

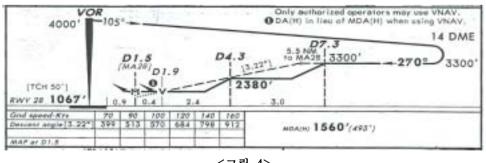
3-3. VNAV 접근방식의 분류별 제한사항

- 가. VNAV DA(H)를 사용하는 VNAV Approach(MDA(H)를 DA(H)로 사용하는것 포함) RNAV, GPS, VOR, NDB, LOC, LOC Back Course, SDF등의 Non-ILS 접근절차로서, 다음 사항을 충족하는 접근 절차는 VNAV 절차를 사용할 수 있다. <그림 3참조>
- (1) Missed Final Approach Point가 Runway Threshold 지점 혹 Runway Threshold이전에 위치한 경우(VNAV Path에 적절하게 표시)
- (2) FMCs Final Approach Segment Legs Page에 VNAV Angle이 표시된 경우
- (3) Approach Chart Profile에 VNAV Path와 VNAV Angle이 표시된 경우
- (4) 해당 공항에서 기 발간된 MDA(H)를 DA(H)로 인가한 경우, Published된 MDA(H)를 DA(H)로 사용할 수 있다. <그림 3 참조>



<그림 3>

- 나. MDA(H)를 사용한 VNAV Approach <그림 4참조>
- (1) FMCs Final Approach Segment Legs Page에 VNAV Angle이 표시되지 않는 경우: DA(H) 적용 은 불가능 하며, 반드시 MDA(H)가 적용되어야 한다. (OPM/FCOM에 VNAV Approach절차가 명 시된 경우) <그림 4참조)
- (2) Approach Chart Profile에 VNAV Path와 VNAV Angle이 표시 안된 경우: DA(H)적용은 불가능 하며, 반드시 MDA(H)가 적용되어야 한다.



<그림 4>

- 다. VNAV 불가능한 Approach (DA나 MDA적용여부와 전혀 무관하게 사용불가)
- (1) VNAV Path가 Runwav Threshold TCH 50ft 근방에서 종료되도록 설계되어 있지 않을 경우의 RNAV Approach
- (2) Missed Approach Point가 Runway Threshold보다 후방에 위치할 경우

(3) 제작사 FCOM/OPM을 통해 적용 가능한 VNAV Approach 절차가 없을 시 VNAV Mode를 사용하지 않고, Vertical Speed나 FPA을 사용하여야 한다.

4. 일정강하율접근 비행방식의 구상

4-1. 적용이론

일정강하율접근(Constant Vertical Speed Approach) 방식은 기존의 최종접근지점(FAF)이나 이후에서부터 접근을 위한 강하가 시작된다. 이때 항공기는 계산된 강하율을 통해 강하를 하게 되며, ILS의 GS(GlideSlope)의 3도 강하각을 기준으로 적용 가능한 강하각의 범위는 일반적인 GS 지시범위에따라 2.3도에서 3.7도까지로 한다 (Jeppensen, Instrument/Commercial Manual). 그리고 항공기가 이비행방식으로 강하하는 동안 비정밀접근에서 요구되는 모든 최저안전고도는 자동적으로 준수하게 되며, 비정밀 접근의 MDA의 50ft이상 지점이 DA(H)로 지정된다.

4-2. 적용대상

VNAV접근 차트가 발간되어 있지 않더라도 국내 비정밀 접근 절차가 발간된 공항에서 Constant Angle Approach With Vertical Speed 접근절차 사용이 가능하다. 또한 VNAV 접근 방식을 위한 필수장비인 FMC가 장착되지 않은 항공기도 이 접근 방식에 적용이 가능하다.

4-3. 제한사항

- 가. 강하각이 2.3도에서 3.7도 사이를 벗어날 경우.
- 나. Missed Approach Point가 Runway Threshold 보다 후방에 위치할 경우.
- 다. 접근Path가 Runway Threshold TCH(Threshold Crossing Altitude) 50ft 근방에서 종료되도록 설계되어 있지 않은 경우.
- 라. 접근 Path가 MAP나 그 이후에서 MDA+50ft가 되는 경우(즉, MAP 이전에 MDA+50ft가 되지 않는 경우)

4-4. 접근시 고려사항

조종사는 항공기가 강하율을 계산할 때, 정풍과 배풍의 크기가 고려되어야한다. 정풍이 증가하면 항공기의 강하율은 낮아지고, 배풍이 증가하면 항공기 강하율은 증가된다. 그리고 측풍에 따른 Wind Correction을 조절과 접근이 진행되는 동안, 조종사는 항공기가 안전하게 각 Stepdown 단계의 Minimum Altitude를 유지하면서 접근하는가를 확인해야한다.

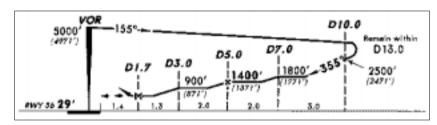
그리고 마지막으로 조종사는 MDA의 높이를 확인하면서, MDA도달 약 50ft 이전부터 수평조작을 하면서 공항 식별이 가능하면 착륙을 하고, 만약 식별이 불가능하면, 즉시 Missed Approach를 하거나 또는 MAP까지 거리가 남아 있을 경우 MDA고도를 유지해야 한다. 왜냐하면 최소한 MDA 50ft전에서 수평 및 상승조작을 시작하여야 MDA 고도를 MAP까지 유지하거나 MDA를 초과하여 강하하지않고 MAP까지 상승하면서 MDA 이상의 고도를 유지할 수 있기 때문이다. 일반적으로 조종사들은 MDA고도 유지시 MDA를 초과하지 않기 위하여 MDA ~ MDA+50ft 까지의 고도를 유지하고 있다.

5. 시뮬레이션

5-1 실험조건

각 바람의 방향과 세기에 따라서 강하율 조절을 통해서 비정밀 접근에서 ILS의 3도 강하각으로 강하가 가능한가를 판단하기 위해서, A 항공사에 있는 B747-400 시뮬레이터를 사용하였다. 접근방식은 울산공항 VOR DME 36이였다. 그리고 B747-400 시뮬레이션에서 강하율 조절은 100ft단위로 조절이 가능하고, 항공기의 강하는 최종강하지점으로부터 0.6nm지난 지점에서 강하를 시작하였다.

본 시뮬레이션에 적용한 바람조건은 747-400항공기 및 대형운송기가 실제 접근이 이루어지는 조건으로 가정하여 정풍일 경우는35Knots까지 하였다, 측풍일 경우에 접근 가능한 최대 바람 허용치는 Autopilot 적용시 25Knots, Manual일 때 35Knots 이므로 35Knots까지 하였고, 배풍일 경우 최대 허용치인 10Knots로 하였다.



<그림 5> 비정밀접근 (ULSAN VOR DME Rwy 36)

5-2 시뮬레이터 제원

- 가. Title: B747-400 Full Flight Stimulator with MAXVUE 2000 visual system
- 나. Manufacturer: CAE Inc
- 다. Certification: Level D by CMOT and Phase 3 by Korean CAB equivalent to US FAA LEVEL D admitting all scope of training even aircraft training and type rating (Practical test)
- 라. Engine type: CF6-80C2B1F
- 마. Visual system: MAXVUE 2000 SYSTEM (H180/V40) and 3 PROJECTOR SYSTEM
 - Encompassing day, dawn, dusk & night scene
 - We can enter runways/navaids of customer's airport in the simulator and navaids/waypoints along our customer's route in generic scene.
- 바. Motion: 6 axes (pitch, roll, raw, heave, longitudinal & lateral side)
- 사. Instructor station: TASC(Touch Activated Simulator Control)mode provides unique combination of microprocessor control touch-sensitive CRT displays with high resolution color alphanumerics & graphics

5-3 시뮬레이션실험 외부조건

- 가. Ground Temp.: 15°C, OAT: 11°C,
- 나. QNH: 29.92 inHg
- 다. RVR/Visibility, Cloud: Clear
- 라. CG: 23.8% MAC
- 마. Zero Fuel Weight: 500Klb
- 바. Fuel 91.7Klb

아. Approach Speed: 150kts

5-4 강하율

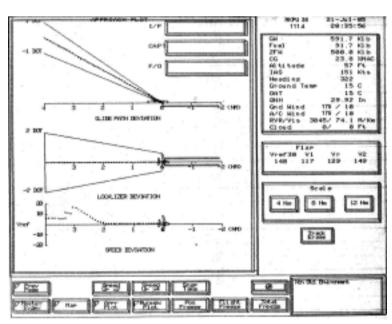
바람의 세기와 방향에 따라 <표 5>에서는 실제 시뮬레이션에 적용할 수 있도록 100FPM 단위로 강하율을 계산하였고, 정풍, 배풍 측풍에 따른 강하율도 나타내었다. 그리고 측풍의 경우, 측풍에 세기에 따라서 적용될 바람수정각(Wind Correction Angle)을 구하였다.

구분 바람방향(Degree)/바람속도(Knots) 강하율(FPM) 바람수정각(WCA°) 355/15 700 355/25 정풍 600 355/35 600 265/15 800 12 측풍 265/25 800 17 265/35 23 800 배풍 175/10 800

<표 5> 바람조건과 강하율

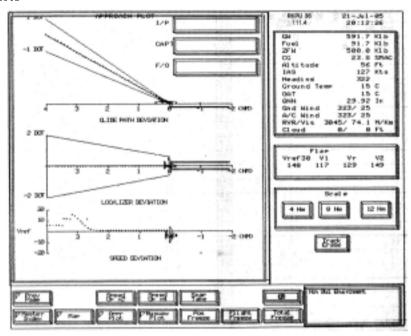
5-5. 시뮬레이션 결과

1. 배풍 10Knots



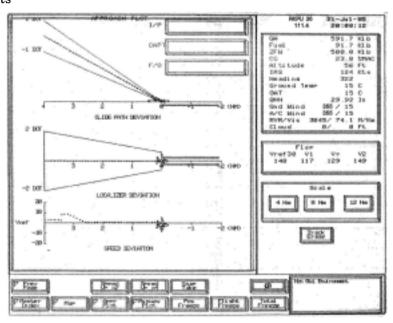
<그림 6>

2. 정풍 15Knots



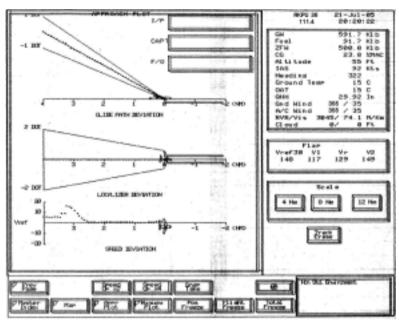
<그림 7>

3. 정풍 25Knots



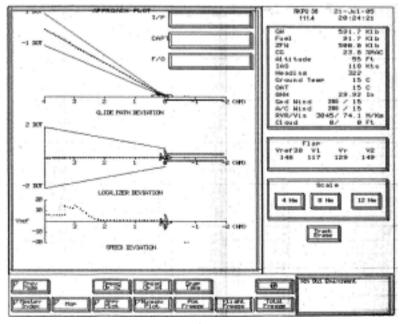
<그림 8>

3. 정풍 35Knots



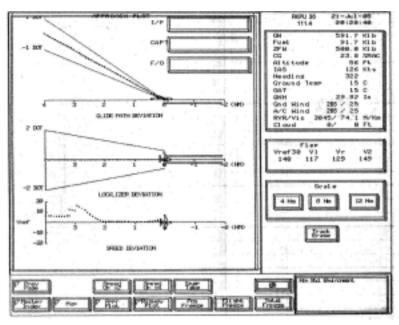
<그림 9>

4. 측풍 15Knots



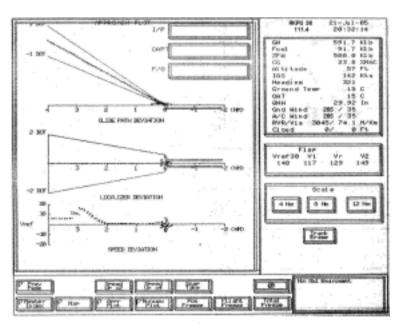
<그림 10>

5. 측풍 25Knots



<그림 11>

6. 측풍 35Knots



<그림 12>

울산 VOR DME 36 접근 방식을 사용해서 일정강하율접근 방식을 시뮬레이션 해 보았다. 시뮬레이션 결과를 보면 전술한 최대허용 바람조건하에서 최종강하지점에서 0.6nm지난 지점에서 Vertical Speed 조절을 통해, 항공기는 약 3도의 강하각으로 강하가 가능했다. <그림 6 ~그림 12 참조>

시뮬레이션을 통해 비행실험을 하는 동안, 일반적인 비정밀 접근시 요구되는 기장의 단계별 강하 및 수평 비행조작을 생략할 수가 있어서 많은 기재취급과 확인이 요구되는 접근단계에서의 조종사의 업무에 부하를 거의 느끼지 못하였다. 단지 강하하는 동안 조종사는 활주로로부터 일정거리에 따른 단계별 최저고도 확인절차와 ILS접근 시 결심고도(DH)만 확인하면 되는 것과 같이 최저강하고도 (MDA)의 확인만 하면 되었다. 그리고 측풍에 따른 진입방위각의 조절에서 바람수정각의 적용만이 요구되었지만 이것도 Autopilot로 ILS의 LOC와 같이 VOR경로를 따라 비행하여 다른 조작이 필요하지 않았다.

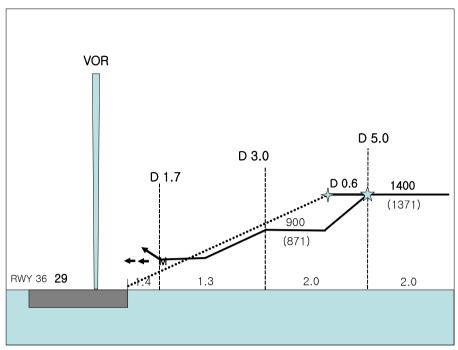
따라서 비행방식에 있어 ILS접근과 거의 유사함을 느낄 수 있었고, 국내 공항에서 비정밀접근시 광범위하게 적용이 가능하였고 또한 조종사의 업무량에 있어서도 현저한 부하의 감소를 야기 할 수 있었다.

그리고 종합적으로 일정강하율접근과 VNAV접근 방식과의 비교분석을 하였다. <표 6 참조>

<표 6> Constant Angle Approach with Vertical Speed방식과 VNAV접근방식의 비교분석

	Constant Angle Approach With Vertical	VNAV	
	Speed		
적용접근절차	비정밀접근	비정밀접근	
RNP요구조건	없음	RNP 0.6이하	
제한사항	1. 강하각이 2.3-3.7도 2. Missed Approach Point가 Runway Threshold 보다 후방에 위치할 경우. 3. 접근Path가 Runway Threshold TCH 50ft 근방에서 종료되도록 설계	VNAV Angle이 표시된 경우 4 FMCs Final Approach Segment Legs	
최저안전강하고도	MDA	MDA or DA	
FMC 필요성	FMC가 필요가 없음	FMC가 필요함	
이점	FMC가 장착되지 않은 소형항공기가 비정밀접근시 안전하게 강하하여 착륙할 수 있음. 제한사항이 적어서 많은 국내공항에 적용가능.	Constant Angle Approach With Vertical Speed방식보다 더욱 정밀하며, 접근시 FMC 를 사용하므로 안전하고 효율적임	
단점	VNAV보다 접근시 정확도는 감소함. 제한 사항에 저촉되는 소수의 특정공항에서는 접 근방식 적용 불가.	국내에 발간된 VNAV차트가 없으며, 접근을 위해서는 FMC가 필수적임. 제한사항이 많아 국내공항에서 사용 못 하고 있음.	

또한 본 연구에서 실제 수행한 시뮬레이션 비행궤적 Profile(측면도)의 결과를 도식하여 나타내었다. <그림 13 참조>



<그림 13> 시뮬레이션 Profile 결과

5-7 기대효과[8]

실제 시뮬레이션을 수행한 조종사들의 인터뷰를 통하여 거의 VNAV접근과 유사한 비행업무를 수행하였으며 업무부하의 감소가 있었음을 알 수 있었고, 다음과 같은 기대효과를 도출할 수 있었다.

(1) 안전성의 중대

빠른 감지 능력으로 비상상태에 대한 경보에서 신속성을 가지게 되어 비상시에 생존능력을 높일수 있으며 업무부하의 감소로 인해서 효율적인 운항을 도모하며, 자동항법장치나 auto-pilot를 사용을통하여 항공기의 안전성에 기여를 한다.

(2)경제성

비정밀 접근시에 항공기는 강하와 고도유지 등으로 인한 항공기 출력의 변화로 인해 연료 소모가 많은 반면, Constant Angle Approach with Vertical 접근은 일정 강하각으로 접근하기 때문에 기존의 비정밀 접근과는 달리 항공기 출력의 변화가 없이 일정하므로. 연료 소비율을 줄일 수 있다.

(3) 업무량의 감소

기장과 부기장의 업무를 효과적으로 활용 할 수 있다. 이는 곧 조종사의 업무량을 감소시켜 계기확인점검 시간이 더 확보되어 안전비행에 기여하게 된다. 비정밀 접근과 달리 조종사들의 업무부하가줄어들게 되어 조종사로서 수행해야 할 업무부분에서 주의를 집중할 수 있는 효과가 있다.

(4)항공기 소음감소

비정밀 접근시 항공기 출력의 변화로 인해 항공기 소음이 유발 될 수 있으나 Constant Angle Approach with Vertical 접근은 일정한 강하각의 접근하기 때문에 항공기 출력이 일정해지므로 항공기 소음을 감소시킬 수 있다

전술한 바와 같이 여러 가지 제한사항으로 인하여 국내에서는 실제적으로 VNAV접근방식을 적용할 수가 없었다. 그리고 국내 항공사에서 일부 조종사들은 임의적으로 Vertical Speed를 사용하여 비정밀 접근구간에서 단계적으로 강하하는 정도로 제한적으로 사용하기도 하지만, 이는 조종사의 경험에 의한 임의적인 계산을 통한 비행절차로서 비행안전이 보장된 체계적인 비행절차가 아닌 것을 사용함으로 인하여 단계별로 최저안전고도를 구간마다 다시 확인해야한다. 그렇기 때문에 비정밀접근절차와 유사하여 조종사의 업무량을 거의 줄일 수 없었고 CFIT사고의 감소에 기여할 수 없다고 판단된다.

본 연구에서는 시뮬레이션 실험을 통해서 비정밀접근시 일정 강하율 접근방식의 사용은 바람이 정풍, 배풍, 측풍일 경우, 바람세기에 따라 대지속도(GAS)에 따른 강하율을 조절하여 ILS의 Glideslope과 유사하게 약 3도 정도로 강하를 할 수 있었다. <그림 13 참조> 이는 각 단계별 최저강하고도와 MDA를 확인(Monitor)하면 되므로 ILS접근과 유사한 정도로 조종사의 업무량(Workload)을 감소시킬 수 있었다.

이번 시뮬레이션 실험은 울산공항에서만 국한되어있지만, 각 공항마다 비정밀 접근차트에서 항공기가 강하할 수 있는 시각강하지점(VDP)지점과 강하경로(Descent Path)를 명시하고, 각 바람에 대한 방향 즉 정풍과 배풍의 세기에 따른 강하율을 차트에 표시하면 다른 공항에도 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

그리고 이렇게 제시한 접근방식을 실제 비행시에 적용하면 조종사는 현재보다 효율적이고 체계적인 비행방식으로 안전한 접근이 가능할 것이다. 특히, 조종사에게 가장 많은 기재취급이 요구되는 착륙을 위한 접근단계에서 기장의 단계별 강하수평조작과 부기장의 단계별 최저고도 확인절차 등 조종사의 업무량을 현저히 감소시킬 수 있기 때문에 1993년 목포공항에서 비정밀접근시 발생된 유형과 같은 CFIT사고를 현저히 감소할 수 있을 것이다.

따라서 현재 본 논문에서 제시된 일정강하율접근 비행방식에 대한 체계적인 접근차트의 제시와 함께 이를 통한 사전 비행교육이 이루어지면 안전한 새로운 비정밀접근 비행방식이 가능하다.

참고문헌

- [1] http://www.bluecoat.org/reports/Gregory_96_OCP_VNAV.html
- [2] 통권 제 42호(2004.12) CFIT 사고예방 교통안전공단 page 1
- [3] Flight Safety Digest May 2004 page 4.
- [4] http://www.atlasaviation.com/ AviationLibrary/ CFIT/ prevention_of_controlled_flight_into_terrain.htm
- [5] Flight Safety Digest, May 2004 page 5
- [6] Civil aviation advisory publication October 2004, Non-precision approach J. W. Gregory 2000, "Non-Precisiton Approach Design Philosophy" ICAO OCP WG/WP. 2.2 (05 June - 16 June, 2000)
- [7] FAA ORDER 8260.47 "Barometric Vertical Navigation(VNAV) Instrument Procedures Development: 5/26/98
- [8] 김칠영 최연철 강현도 문봉섭 "항공안전관리론" 한국항공대학교 출판부 Page 162