

論文

비행절차설계과정에서 적용 가능한 위험평가기준 연구

김도현*, 김응이*, 지민석**

A Study on the Risk Assessment Criteria to be applicable for Establishing Flight Procedure Design Process

Dohyun Kim*, W. Y. Kim*, M. S. Jie**

Abstract

Risk assessment should be processed when physical circumstances of airspace such as establishment of new flight procedures or reconstruction of existing airspace are planned to change and one of the alternatives for the change have to be selected. This is an effort to find the best alternative which is able to maintain at or above the acceptable risk level.

ICAO and its contracting states provide specialized guidance material for 'Safety Management System' relating to handling airspace matters. These manuals include a conceptual framework for managing safety as well as some of the systemic processes and criteria used to meet the objectives of a State's safety programme. This criteria must be established in compliance with the State's laws and regulations for air safety and for the fulfillment of the State's safety goals.

This study is to carry out the risk assessment criteria through literature reviews relevant to the safety management, and to propose the results of criteria to be applicable for establishing flight procedure design process.

Key Words : Instrument Flight Procedures(계기비행절차), Quality assurance(품질보증), Flight Procedure Design(비행절차설계), Validation(유효성), Risk assessment criteria(위험평가기준)

1. 서론

일반적으로 지상에 기반을 둔 항행안전시설을 이용한 계기비행절차는 매우 높은 수준의 품질관리(Quality control)가 요구되며, 지역항법(Area Navigation) 또는 탑재장비의 데이터베이스를 이용한 항법 역시 이러한 관리가 절대적으로 필요하다. 비행절차에 적용되는 데이터 품질요건(Quality Requirement) 즉, 정확성(Accuracy), 상

세값(Resolution), 무결성(Integrity) 등에 중대한 변경이 예상되는 경우에는 반드시 체계적인 품질보증(Quality Assurance) 과정을 통해 안전운항을 확보하여야 한다.[1]

계기비행절차는 항공기가 장애물 등으로부터 안전을 확보하여 계기비행을 할 수 있도록 설정한 일련의 기동방식으로, 출발절차, 도착 및 접근절차, 체공절차 등을 포함한다.[2]

국내 민간항공에 적용되는 모든 비행절차는 국토해양부 고시 '비행절차업무기준(제2011-664호)'과 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization; ICAO)의 기술지침 '항공기운항 Vol. II-시계 및 계기절차 수립(Doc 8168 PANS-OPS)' 등에 근거하여 수립된다. 물론 정해진 기준에 따라 수립되는 비행절차라 할지라도 어떤 절차설계자가 어떤 의도로 설계했느냐에 따

2013년 02월 28일 접수 ~ 2013년 03월 22일 심사완료
논문심사일 (2013.03.08, 1차), (2013.03.20 2차)

* 한서대학교 항공교통학과

** 한서대학교 항공전자공학과

연락처, E-mail : wykim@hanseo.ac.kr

충남 태안군 남면 신은리 한서대학교 태안비행장

라 매우 다양한 산출물이 제시될 수 있다.

따라서 다양한 계기비행절차 산출물에 대한 품질보증은 설계된 계기비행절차가 해당 기준의 품질요건을 신뢰할 수 있는 수준으로 충족하고 있는지 입증[3]하는 것을 의미하며, 일련의 과정은 위험평가를 포함하게 된다. 이러한 의미에서 계기비행절차의 신설, 변경 및 폐지에 의한 공역의 변화는 최소한 변경이전의 수용 가능한 위험 수준을 유지해야 함을 전제로 하며 이를 확인하기 위해서 위험평가를 포함하는 유효성 확인과정을 거쳐야 한다.

계기비행절차(Instrument Flight Procedure; IFP) 수립과정은 절차설계에 필요한 필수정보를 수집하고 확인하는 단계로 시작해서 설계된 중간 산출물의 지상 및 비행 유효성 확인을 거쳐 최종 발간하는 순서로 진행된다.[4] 이 중 비행절차설계(Flight Procedure Design; FPD)과정은 비행절차를 설계하고 이를 문서화하며 그 유효성을 확인하는 단계로 구성된다.

유효성확인(Validation)은 설계된 절차의 요건이 관련 규정에서 제시하는 요구조건에 충족하고 있으며 모든 데이터가 수용될 수 있는 수준으로 적용 가능하다는 객관적 근거를 제시하여 확인하는 일련의 활동을 말한다. 본 연구는 국내 한 공항을 대상으로 새로운 비행절차(GBAS Landing System; GLS)를 고려하는 경우, 계기비행절차(IFP)과정 중 비행절차설계(FPD)과정에서 적용 가능한 위험평가기준에 대해 연구하고 그 결과를 제시하고자 한다.

2. 비행절차설계

2.1. 비행절차설계과정

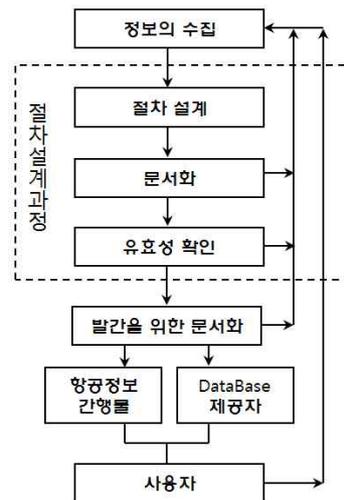
계기비행절차과정은 정보의 수집/획득, 절차설계, 발간 그리고 피드백으로 이루어진다.(Fig. 1 참조)

정보수집단계에서는 ICAO 부속서 11, 14, 15에 따르는 필수자료, 공역요건, 이용자 요구사항 등을 파악하고 절차설계과정에서는 입수된 자료를 입력하여 절차를 설계하며 모든 자료를 문서화한 후 그 유효성을 확인한다. 최종 유효성이 검증되면 발간절차를 거쳐 공포하게 된다.

비행절차는 절차설계에 필요한 모든 자료를 고려하여 정해진 기준에 따라 설계해야한다. 절차설계와 유효성확인 전체 과정에서 관련 이해당사자 간의 협의가 필요하며 신설 또는 변경이 계획된 절차의 경우는 절차설계에 참여하지 아니한

또 다른 절차설계 전문가에 의해 정해진 기준에 따라 설계되었는지 확인되어야 한다. 또한 발간된 절차는 기준에 충족하는지, 사용자의 요구에 충족하고 있는지 등을 주기적인 검토하여 피드백해야 한다.

유효성확인단계는 발간 전 최종 품질보증단계에 해당한다. 이 단계에서는 모든 장애물 및 항행관련 자료를 확인하고 절차에 따라 비행할 수 있는지를 평가한다.[5]



자료; ICAO, "Doc 8168 PANS-OPS Vol.2", 2012, pp.1-2-4-6

Fig. 2 계기비행절차과정

2.2. 비행절차설계사례

계기비행절차(IFP) 과정을 확인하기 위하여 임의의 한 공항을 대상으로 운영절차 개선을 위한 가상의 계기비행절차를 검토해 보았다.

Fig. 2는 GBAS (Ground Based Augmentation System)를 이용한 가상의 GLS 절차 설계사례를 보여준다. 이 절차는 계기착륙시설(Instrument Landing System; ILS)을 이용한 계기접근절차와 같이 정밀접근절차에 해당하고, 약 1.3NM의 비행경로 단축과 중간접근지점(Intermediate approach Fix; IF)에서의 선회각도를 약 8도 정도 완화시키는 효과가 있다.

단, 가칭 DOSUN에서 SS365 구간의 최소안정화거리1)의 제약으로 인해 항공기 지시대기속도

1) 선회 기동을 완료하고 그 이후의 새로운 기동이 시작될 수 있는 두 지점 간 최소 거리로 항공기의 속도, 선회각 등의 영향을 받음.

(Indicated Air Speed; IAS)를 220Kt로 제한하였고, 비행경로를 단축함에 따라 고도는 장애물을 회피하면서 연속강하운항(Continuous Descent Operation; CDO) 절차²⁾, 즉 약 5%, 3도 각도로 강하할 수 있도록 조정하였다.

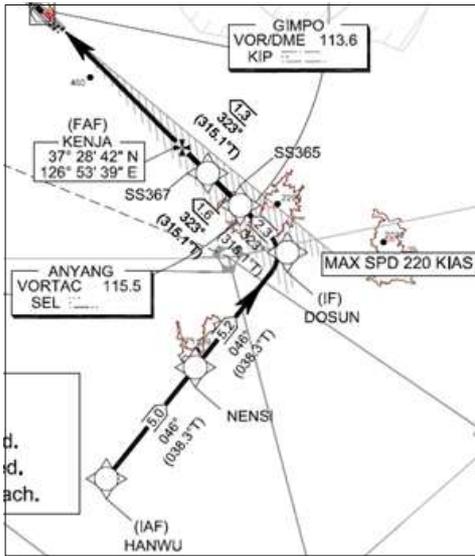


Fig. 3 비행절차설계사례

3. 위험평가 수행 및 기준

3.1. FPD과정에서의 위험평가

본 연구와 연계하여 비행절차사례 수립시 비행절차설계(FPD) 과정을 수행하면서 유효성확인단계에서 위험평가를 진행하였다.

유효성확인은 지상(Ground)유효성확인¹⁾과 비행(Flight)유효성확인을 포함하는데, 전자는 비행절차설계(FPD)과정에서 반드시 수행되며 절차설계에 참여하지 아니한 설계전문가가 장애물 및 항행관련 자료 등의 모든 품질요건을 확인하고 기타 절차설계과정에서의 오류 등을 평가한다.

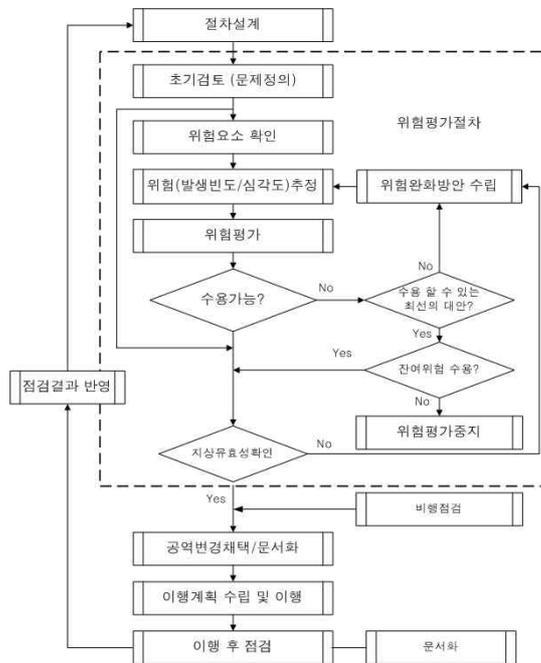
비행유효성확인은 절차설계과정 및 그 산출물이 부속서 15에서 제시하는 요구조건에 충족하는지 비행점검을 통해 최종 절차발간 전에 확인하는 것이다. 이 점검을 통해 장애물로부터의 회피, 절차설계에 사용된 항행 자료 및 공항의 물리적 자료에 대한 확인, 그리고 기타 운항과 관련된 산출물이 실제 비행에 적합한지의 여부를 평가하게 된다.

이 과정에서의 위험평가는 절차설계(설계기준의 적용, 입력자료의 처리, 설계의 교차확인, 발

간과정 등)와 이행(타 절차와의 간섭, 항공교통관제에 미치는 혼잡 및 업무량증감, 조종실 업무량증감, 운항측면 등)의 관점에서 이루어졌다.^[5]

지상유효성확인 단계에서 항상 위험평가가 진행되는 것은 아니며, 위험평가가 필요한 경우는 수용할 수 있는 정도의 위험수준 내에 있는 검토된 비행절차설계 안들 중에 최선의 대안을 도출하는 것을 의미한다.

이는 한정된 재화인 공역을 효율적으로 활용함에 있어 위험평가를 통해 유효성을 뒷받침하게 되는 것이다.^[6] 문제는 어떠한 위험평가기준을 적용하느냐에 따라 선택할 수 있는 대안을 얼마나 다양화 할 수 있느냐가 결정된다.



자료: 김도현, 김웅이, “공역의 구조적 변경에 따른 위험평가 절차 연구”, 한국항공운항학회지 제20권 제1호, pp.16, 2012 재구성

Fig. 4 공역변경에 따른 위험평가절차(안)

Fig. 3은 선행연구를 통해 제안된 공역의 구조적 변경에 따른 위험평가절차(안)이다. 문서화된 절차설계 산출물에 대한 이견이 없는 경우는 바로 지상유효성확인을 거치면 된다. 그러나 동일

2) 강하시작지점에서부터 활주로시단까지 연속적으로 강하(3°)를 이룰 수 있는 구간을 설정하여 연료소모량 및 소음저감의 효과가 있는 절차임.

사안에 대해 다양한 절차설계 안이나 이견이 발생하는 경우 Fig. 3에서 제시한 바와 같이 위험평가가 진행된다.

3.2. 위험평가기준

위험이 어느 정도인지를 파악하기 위해서는 수용할 수 있는 위험수준과 수용할 수 없는 위험수준을 구분할 수 있는 척도나 기준의 설정이 필요하다.

위험은 내재되어 있는 위험요소의 단일 또는 복합적 결합에 의해 발생되며, 각각의 위험요소가 지니는 발생빈도와 그 영향으로 이루어진 결과의 총합으로 위험수준을 결정하게 된다.

위험평가가 정량적으로 이루어졌다면 그 결과는 매년 동일하게 산출되지만, 어떠한 위험평가 매트릭스를 적용하느냐에 따라 그 수용성 결과는 달라질 수 있다. 왜냐하면 위험평가매트릭스는 분야별, 국가별 또는 동일 분야라 하더라도 시스템 환경별 차이에 따라 그 판단기준이 상이할 수 있기 때문이다.

비행절차설계에서는 장애물과의 충돌에 의한 위험영향수준은 사실상 의미가 없다. 왜냐하면 어떠한 충돌이든지간에 위험영향은 모두 치명적(Catastrophic 또는 Hazardous)이기 때문이다. 반면 장애물과의 충돌가능성을 나타내는 위험빈도는 위험수준을 결정하는 직접적인 요인이 된다.

Table 1. 영국 CAP760 위험빈도 및 평가기준

	Probability of Occurrence Definitions				
	Extremely improbable	Extremely remote	Remote	Reasonably probable	Frequent
Qualitative definition	Should virtually never occur	Very unlikely to occur	Unlikely to occur during the total operational life of the system	May occur once during total operational life of the system	May occur several times during operational life
Quantitative numerical definition	< 10 ⁻⁹ per hour	10 ⁻⁷ to 10 ⁻⁹ per hour	10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁷ per hour	10 ⁻³ to 10 ⁻⁵ per hour	1 to 10 ⁻³ per hour
Quantitative annual/daily equivalent (approximate)	Never	Once in 1000 years to once in 100,000 years	Once in 10 years to once in 1000 years	Once per 40 days to once in 10 years	Once per hour to once in 40 days

	Probability of Occurrence (Likelihood)				
	Extremely improbable	Extremely remote	Remote	Reasonably probable	Frequent
	< 10 ⁻⁹ per hour	10 ⁻⁷ to 10 ⁻⁹ per hour	10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁷ per hour	10 ⁻³ to 10 ⁻⁵ per hour	1 to 10 ⁻³ per hour
ESARR 4 - Severity	Accidents	Review	Unacceptable	Unacceptable	Unacceptable
	Serious Incidents	Acceptable	Review	Unacceptable	Unacceptable
	Major Incidents	Acceptable	Acceptable	Review	Unacceptable
	Significant Incidents	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Review
	No Effect Immediately	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable

영국 기술지침 CAP760은 공항운영자 및 항공

교통업무제공자에게 위험요소를 확인하고 위험을 평가하는 수행방법과 안전관련 사례를 개발하기 위해 수립되었다.[7] 이 지침에서는 위험빈도기준을 5개 등급으로 나누고 각 등급에 정성적 정의와 함께 정량적 기준을 제시하고 있다.(Table 1 참조)

Table 2는 미국 교통부(Department of Transportation; DOT)의 교통수단 과제에 대한 위험요소 분석지침[8]에서 제시하는 위험빈도 및 위험평가 매트릭스이다. 이 지침에서는 위험평가 결과에 대한 조치 방안을 제시하고 있다.

Table 2. 미국 교통부 위험빈도 및 평가기준

구분	등급	특정 사안(항목) 발생빈도	시스템 내 발생빈도
Frequent	A	사건 간 평균발생시간이 10 ³ 시간 미만일 때	반복적으로 발생
Probable	B	사건 간 발생시간이 10 ³ 시간 이상이고 10 ⁵ 시간 미만일 때	빈번하게 발생
Occasional	C	사건 간 발생시간이 10 ⁵ 시간 이상이고 10 ⁶ 시간 미만일 때	가끔 발생
Remote	D	사건 간 발생시간이 10 ⁶ 시간 이상이고 10 ⁸ 시간 미만일 때	거의 발생 × 발생예상 ○
Improbable	E	사건 간 발생시간이 10 ⁸ 시간 이상일 때	가능성 ○ 발생 ×

영향 발생빈도	I Catastrophic	II Critical	III Marginal	IV Negligible
	(A) Frequent	I A	II A	III A
(B) Probable	I B	II B	III B	IV B
(C) Occasional	I C	II C	III C	IV C
(D) Remote	I D	II D	III D	IV D
(E) Improbable	I E	II E	III E	IV E

<ul style="list-style-type: none"> Hazard Risk Index (위험 지수) I A, I B, I C, II A, II B, III A I D, II C, II D, III B, III C I E, II E, III D, III E, IV A, IV B IV C, IV D, IV E 	<ul style="list-style-type: none"> 허용기준 허용불가 Undesirable(결정이 필요) 검토 후 허용 검토 없이 허용
---	--

비행절차설계와 관련하여 FPD과정에서 위험평가기준으로 적용할 수 있는 국내 규정으로 국가항공안전프로그램(국토해양부고시 제2011-137호)과 항공교통안전관리시스템 운영매뉴얼(국토해양부훈령 제533호)을 들 수 있다.

국가항공안전프로그램[9]은 항공사고를 예방하고 안전을 확보하기 위한 국가의 항공 안전활동과 안전관리시스템(Safety Management System; SMS) 운용자의 안전증진 활동을 위한 기본방향과 운용절차를 정하고 있다. 이 고시에 따라 항공교통안전관리시스템 운영매뉴얼[10]에서는 항공교통업무에 대한 안전관리를 체계적으로 수행하기 위한 사항을 규정하고 있다.(Table 3 참조)

이 훈령(제533호)은 안전평가의 대상으로 비행절차의 신설, 공역·항공로 구조의 재구성 그리고

새로운 항행시스템의 도입 등 항공교통관리(Air Traffic Management; ATM)체계에 변화가 있는 경우를 포함하고 있으며, 지방항공청장 및 센터장은 수용 가능한 안전수준의 유지를 위하여 안전성을 검토·평가하기 위한 변경절차를 수립, 운영도록 정하고 있다.

Table 3. 훈령(제533호) 위험빈도 및 평가기준

구분	위험발생빈도				
	5 거의 없음 Extremely improbable	4 다소희박 Extremely Remote	3 희박 Remote	2 발생가능 Reasonably probable	1 자주 Frequent
정성적	거의 모든 항공기에게 결코 발생하지 않음	동일한 형태의 몇 개의 시스템에서 발생할 수도 있으나, 그 가능성이 결코 고려되지 않음	각 시스템의 전체 운용시간동안 발생할 수도 있으나, 동일한 형태의 몇 개의 시스템을 고려할 때, 몇차례 발생할 수 있음	하나 시스템의 전체 운용 시간동안 한번 발생할 수 있음	운용시간 동안 한번이나 몇 번 발생할 수 있음
정량적	$< 10^{-9}$ 비행시간	$10^{-7} \sim 10^{-8}$ 비행시간	$10^{-5} \sim 10^{-7}$ 비행시간	$10^{-3} \sim 10^{-5}$ 비행시간	$1 \sim 10^{-3}$ 비행시간

구분	발생확률				
	5 거의 없음 Extremely improbable	4 다소 희박 Extremely Remote	3 희박 Remote	2 발생가능 Reasonably probable	1 자주 Frequent
심각도	A Catastrophic 사고	검토(ALARP)	허용 불가	허용 불가	허용 불가
	B Hazardous 위험	검토	검토	허용 불가	허용 불가
	C Major 보통	허용 가능	검토	검토	검토
	D Minor 경미	허용 가능	허용 가능	허용 가능	검토

위험 결과	조치 사항
허용 불가 (4A, 3A, 3B, 2A, 2B, 1A, 1B)	위험요소 즉시 제거요하며 제거 불가시 업무 중지 (Unacceptable under the existing circumstances)
검토 (5A, 5B, 4B, 4C, 3C, 2C, 1C, 1D)	위험요인 제거 혹은 감소방안 요하며 업무와 안전조치 병행 가능 (Acceptable after review of the operation, Risk control/mitigation requires management decision)
허용 가능 (5C, 5D, 4D, 3D, 2D)	조치사항 없음 (Acceptable)

4. 위험평가기준 적용

계기비행절차 중 정밀접근절차에서 통계학으로 수용할 수 있는 전체 위험수준(Overall safety target)은 1×10^{-7} 이다. 이는 장애물과의 충돌에 의한 접근 1회당 허용할 수 있는 충돌 위험수준을 최대 1,000만분의 1인 수준에 근거하여 정밀 계기접근절차를 설계함을 의미한다.[11]

FPD과정에서 위험평가를 진행하는 경우, 수용할 수 있는 전체 위험빈도수준을 1×10^{-7} 로 하면, 영국 CAP760을 포함한 대다수 정량화된 위험발생빈도를 제시하는 국가는 위험빈도 등급이 '다소희박'한 수준으로 분류된다. 충돌에 의한 항공기사고가 위험영향 등급 최고 수준임을 고려할 때 위험평가 결과를 분석하면, ICAO는 위험

발생빈도의 기준이 모호하기는 하나 다른 국가들의 기준에 비교해 '2(improbable)' 수준으로 추정하면, 위험심각도 최고수준으로 위험수용성은 '2A(위험완화조건부로 수용)' 수준으로 분석할 수 있다.

미국 DOT는 위험발생빈도는 'D(Remote)' 수준이고 위험심각도는 'I(치명적)' 수준으로 위험수용성은 'Undesirable(결정이 필요)' 수준으로 판단되었고, 영국 CAP 760은 위험발생빈도는 'Extremely remote(다소희박)' 수준이고 위험심각도는 'Accidents(사고수준)'으로 위험수용성은 'Unacceptable(수용불가)' 수준으로 분석되었다. 캐나다와 호주는 ICAO와 마찬가지로 위험발생빈도 기준이 모호하기는 하나, 위험수용성 수준은 미국 DOT와 비슷한 '위험관리가 필요한 수준'으로 평가할 수 있다.(Table 4 참조)

Table 4. 위험수용성평가 결과

구분	위험 발생빈도	위험심각도	위험평가 등급	위험수용성
ICAO	2(추정)	A	2A	위험완화조건 수용
미국 DOT	D	I	ID	결정이 필요
영국 CAA	Extremely remote	Accidents	-	수용불가
캐나다	D(추정)	1	1D	위험관리필요
호주	D	1	1D	위험관리필요

영국은 위험평가매트릭스 상에서 수용할 수 있는 계기비행절차의 수립에 관한 위험수용성평가 수준이 'Unacceptable(수용불가)'에 해당하므로 사실상 이 위험평가매트릭스 기준으로 비행절차설계와 관련한 위험평가를 수행할 수 없다. ICAO를 포함한 캐나다와 호주의 기준은 위험발생빈도기준이 모호하여 위험평가를 수행한 인원의 주관적 평가를 배제할 수 없는 문제가 있다. 반면 미국 DOT 기준으로 분석하면, 위험빈도수준(1×10^{-7})은 'Remote(D)'등급에 해당하므로 미국 DOT의 위험평가매트릭스 상 '수용시 결정이 필요(Undesirable)'한 사안으로 평가된다.

결론적으로 비행절차설계에 대해 위험평가를 수행하고 위험평가매트릭스에 의한 위험수용성을 판단하고자 한다면 영국의 CAP760 규정 보다는 미국 DOT 규정이 타당하다고 분석할 수 있다.

비행절차설계와 직접적으로 관련이 있는 국내 항공교통안전관리시스템 운영매뉴얼에 적용하는 경우 전체위험빈도수준 1×10^{-7} 은 '다소희박(Extremely remote)'에 해당(하고 위험심각도 최고수준으로 추정하면, 위험수용성은 '허용불가'로

평가Table 5. 참조)되어 이 규정으로는 사실상 새로운 비행절차설계에 대한 위험평가결과를 수용할 수 있는 방법이 없다고 해석할 수 있다.

Table 5. 훈령(제533호) 위험평가매트릭스 기준

구분	심각도					
	Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E	
발생가능성	Frequent 5	5A	5B	5C	5D	5E
	Occasional 4	4A	4B	4C	4D	4E
	Remote 3	3A	3B	3C	3D	3E
	Improbable 2	2A	2B	2C	2D	2E
	Extremely Improbable 1	1A	1B	1C	1D	1E

위험도		위험 경감을 위한 조치 수준		보고범위
Risk Level 1 (심각)	Intolerable region	5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	① 현재 상태로 수용 불가 ② 문제점 개선되지 않으면 운영 중단	실장
Risk Level 2 (경계)	Tolerable region	5D, 5E, 4C, 4D, 3B, 3C, 2A, 2B, 1A	① 위험감감조치를 통해 수용 가능 ② 의사결정 검토후 조치 수행	정책관
Risk Level 3 (주의)	Tolerable region	4E, 3D, 2C, 1B	① 위험감감조치를 통해 수용 가능 ② 의사결정 검토후 조치 수행	정책관
Risk Level 4 (경미)	Acceptable region	3E, 2D, 2E, 1C, 1D, 1E	① 별다른 조치가 필요치 않음	담당관

반면, 상위 규정인 국가항공안전프로그램에 적용하는 경우, 위험빈도는 '아주 낮음(비행시간당 10⁷미만)'으로, 위험평가매트릭스 상의 '1A(위험감감조치를 통해 수용 가능 또는 의사결정 검토 후 조치 수행)'로 평가되어 비행절차설계시 위험평가는 이 고시에 따라야 함을 알 수 있다.

따라서 본 연구는 비행절차설계에 적용하는 상기 훈령의 위험평가매트릭스의 재검토가 필요하다고 제안한다. 또한 그 기준은 상위 규정인 국가항공안전프로그램의 위험평가 매트릭스 또는 미국 DOT에 준거할 필요가 있음을 연구 결과로 제시한다.

5. 결론

비행절차의 신설, 공역·항공로 구조의 재구성 등 공역의 구조적 변화는 선정이 필요한 경우 위험평가가 수행될 수 있다. 이는 수용 가능한 위험수준을 유지하면서 최선의 대안을 도출하기 위한 노력이다.

본 연구는 위험평가기준을 검토하기 위한 연구로, 가상의 비행절차설계를 통해 FPD과정 중 수행된 위험평가의 적용을 통해 그 결과를 도출하였다.

연구결과, 계기비행절차(IFP) 수립시 적용되어 온 '항공교통안전관리시스템 운영매뉴얼' 상의 위험평가기준에 대한 신중한 재검토가 필요하며, 특히 위험평가매트릭스는 절차설계시 위험평가

적용의 규정적 근거 및 당위성을 부여하기 위해서도 조정이 필요한 것으로 연구되었다.

후 기

본 연구는 국토해양부 항공안전기술개발사업 중 "항공기 비행절차 및 공역설계 프로그램 개발"과제의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] ICAO, "Doc 9906 Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design Vol.1 Flight Procedure Design Quality Assurance System", ICAO, 2009

[2] 국토해양부, "비행절차업무기준(국토해양부고시 제2011-664호)", 국토해양부, 2011

[3] ICAO, "Annex 15-Aeronautical Information Services", ICAO, 2010

[4] ICAO, "Doc 8168 PANS-OPS Vol.2 Construction of Visual and Instrument Flight Procedures", ICAO, 2011

[5] 김도현, 김용이, "공역의 구조적 변경에 따른 위험평가 절차 연구", 한국항공운항학회지 제20권 제1호, pp.16, 2012

[6] 김도현, 한경근, "항공학적 검토 규정에 관한 연구-장애물제한을 중심으로-", 한국항공운항학회지 제14권 제4호, 2006

[7] 영국 CAA, "CAP 760 - Guidance on the Conduct of Hazard identification, Risk assessment & the production of Safety cases", 2006

[8] 미국 DOT, "Hazard analysis guidelines for transit projects", 2000

[9] 국토해양부, "국가항공안전프로그램(국토해양부고시 제2011-137호)", 국토해양부, 2011

[10] 국토해양부, "항공교통안전관리시스템 운영매뉴얼(국토해양부훈령 제533호)", 국토해양부, 2009

[11] ICAO, "Doc 9274 Manual on the Use of the Collision Risk Model (CRM) for ILS Operations", ICAO, 1983