

## 국내 성능기반항공통신 및 감시(PBCS) 도입 방안

# Measure to Introduction of Performance-Based Communication and Surveillance (PBCS) in Korea

홍승범 · 최원혁\*  
한서대학교 항공전자공학과

Seung-Boem Hong · Won-Hyuck Choi\*

Department of Avionics Engineering, Hanseo University, Chungcheongnam-do 32158, Korea

### [요 약]

미래항공항행시스템 (FANS; future air navigation system) 위원회는 전통 시스템의 한계를 극복하고 세계적으로 항공교통관리 발전을 가능하게 할 새로운 시스템 개발이 필요하다고 결정하였다. 급격한 항공기 교통량 증가를 수용하고 안전한 항공 운항의 효율성을 극대화하기 위해 ICAO에서 성능기반 항공통신 및 감시 (PBCS; performance based communication and surveillance) 제도를 새롭게 규정하고 적용하도록 권고하고 있다. 하지만 현재 국내의 경우 무선 데이터 링크를 사용하지만, PBCS의 도입이 정상적으로 수행되지 않는다. 본 논문에서는 PBCS 개념을 살펴보고, 해외 항공선진국이 PBCS를 적용 사례를 살펴본다. 또한 국내에서 PBCS를 도입하기 위한 국내 현황과 문제점을 분석하고 향후 정책방향에 대한 방안을 소개한다.

### [Abstract]

Future air navigation system (FANS) Committee overcomes the limitations of traditional systems, the development of worldwide new system that allows the development of air traffic management have been determined to be necessary. In order to accommodate the rapid increase in aircraft traffic and maximize the safe air navigation efficiency, ICAO is recommending a new performance-based communications and surveillance (PBCS) system. However, although utilizing wireless data link in the case of Korea currently, the introduction of the PBCS is not performed normally. In this paper, we review the concept of PBCS, and aviation developed countries look to the applied case of PBCS. It also analyzes trends and status and problems of Korea and introduce future policy directions for CNS/ATM system improvement.

**Key word** : Performance-based communication and surveillance, Global operational data link document, Required communication performance, Required surveillance performance, Communication navigation surveillance/air traffic management.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2016.20.4.336>



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 20 July 2016; Revised 27 July 2016  
Accepted (Publication) 9 August 2016 (30 August 2016)

\*Corresponding Author; Won-Hyuck Choi

Tel: +82-41-671-6235

E-mail: [choiwh@hanseo.ac.kr](mailto:choiwh@hanseo.ac.kr)

## I. 서론

급격한 항공기 교통량 증가를 수용하고 안전한 항공 운항의 효율성을 극대화시키고자 1983년부터 미래항공항행시스템(FANS; future air navigation system) 특별 위원회를 구성하여 관련 연구를 수행하였다. 1983년에 ICAO (international civil aviation organization) 이사회는 미래항공항행시스템을 확립했는데, 이 시스템은 위성의 사용을 포함하여 새로운 기술을 연구, 식별, 평가하는 과업을 맡아 미래의 민간항공항행개발을 위한 권고안을 만들었다. FANS 위원회는 전통 시스템의 한계를 극복하고 세계적으로 항공교통관리발전을 가능하게 할 새로운 시스템 개발이 필요하다고 결정하였다[1],[2].

1991년 9월, 85개국 ICAO 협약국과 13개 국제기관에서 파견된 450명의 대표가 캐나다 몬트리올의 ICAO본부에서 개최한 제10차 항공항행회의에서 FANS 위원회가 개발한, 민간 항공 커뮤니티의 요구를 다음 세기까지 충족시킬 미래 항공항행 시스템의 개념을 논의하여 승인했다. 통신, 항행, 감시/항공교통관리시스템(CNS/ATM; communication navigation surveillance/air traffic management) 개념으로 알려진 FANS 구상은 주로 인공위성에 의존하는 일련의 복합적 상관적 기술을 포함하였다.

CNS/ATM 도입은 기존의 음성통신의 문제점인 사용자간의 발음 문제, 사용 주파수 한계 등의 문제를 해결하기 위한 일환이다. 항공통신 및 감시 분야에서 1995년 북태평양에서 ADS/CPDLC (automatic dependent surveillance/controller-pilot data link communication) 통한 데이터 링크를 활용한 방안이 제안되었고, 데이터 링크 통신의 활성화를 위해 2002년 항공항행 위원회 (ANC; air navigation commission) 산하 OPLINK (operational data link panel)에서는 통신성능요건에 대한 ICAO Doc 9869를 제정 및 권고하였다. 이후 2003년 유럽 Masstricht UAC (upper area control center)에서 VDL (VHF data link mode 2)를 통하여 ACARS (aircraft communication addressing and reporting system) 정보를 CPDLC에 적용하게 되었다[1]-[3].

Doc 9869 RCP의 개념은 항공통신상의 데이터 전송 시간, 연속성, 이용 가능성 및 무결성 등으로 필수 통신 성능(RCP) 기준을 선정하고 있으며 적용 공역에 필요한 권고 사항 등을 공지하고 있다. 또한 데이터 링크를 통한 항공통신 성능뿐만 아니라 항공 감시분야에서도 대한 필수 감시 성능 (RSP : required surveillance performance)에 대한 기준이 요구됨에 따라 2015년 8월에 "Performance based communication and surveillance (PBCS) Manual"인 Doc 9869를 개정하기 위한 ICAO 협약국에 의견을 수렴하고 2016년에 공포예정에 있다[1].

따라서 본 논문에서는 성능기반 항공통신 및 감시 시스템을 국내에 적용하기 위한 해외 PBCS 적용사례를 살펴보고 국내 PBCS의 도입을 위한 방안에 대하여 살펴보고자한다.

## II. PBCS

### 2-1 PBCS의 개념

PBCS 개념은 점차적으로 발전하는 ATM 운영을 효과적으로 운영하기 위한 새로운 통신 및 감시 기술을 평가하기 위한 객관적인 운영 기준을 제공하는 것이다. 예를 들어, 현재 대표적인 성능기반시스템은 위성항행시스템에 기반을 둔 성능기반항행(PBN; performance based navigation)으로 각 비행단계별로 항공기의 항로(re-route), 접근, 착륙, 공항 등에 요구되는 위치 정밀도를 다르게 지정한다. 이러한 정밀도를 지원하기 위해 각 항공기에 탑재되는 항행 장치에 대한 성능 요구 사항 중 계획된 항로로부터 허용되는 항공기의 전후좌우 떨어진 거리를 95% 이상 유지할 수 있도록 필수항행성능 (RNP; required navigation performance) 사양을 지정하게 된다[4],[5].

이와 같이 항행요소인 PBN 개념은 RNP/RNAV (area navigation) 규격을 통하여 운영 기준을 정립하고 평가하게 된다. 이와 유사하게 항공통신의 요소인 성능기반항공통신 (PBC; performance based communication)는 필수통신성능(RCP) 사양에 따라 운영 기준을 정립하고 평가하며, 감시요소인 성능기반감시 (PBS; performance based surveillance)인 필수감시성능 (RSP)에 의해 운영기준과 평가를 정의한다.

그림 1과 같이 성능기반공역을 제공하기 위한 성능기반항행(PBN; performance based navigation), 성능기반통신 (PBC; performance based communication), 성능기반감시 (PBS; performance based surveillance) 개념에 대한 개별 필수항행성능/지역항행 (RNP/RNAV; required navigation performance /area navigation), RCP, 그리고 RSP 사양을 기준을 할당하여 항공교통 증가와 공역의 이용을 최적화를 제공하기 위한 것이다.

표 1 에서와 같이 PBN과 PBCS사이의 상관관계를 살펴보면 PBN의 경우, GPS 기술을 통한 현재의 RNP/RNAV 사양을 준수함을 확인하는 반면, PBC/PBS의 경우, 지상 시스템과의 연동을 통하여 항공기의 정확한 위치를 모니터링 할 수 있다.



그림 1. 성능기반 CNS/ATM의 모델  
Fig. 1. CNS/ATM performance-based model.

표 1. PBN과 PBCS 비교

Table 1. Comparison of PBN and PBCS.

Item	PBN	PBC/PBS
operational criteria	RNP/RNAV	RCP/RSP
separation criteria	lateral separation minimum	time-based longitudinal separation minimum
specification	exclusive to aircraft and operator (global position system)	end-to-end system requirement (air traffic service unit, communication service provider, surveillance service provider, Aircraft)
monitoring and alerting	real time monitoring and alerting	real-time monitoring and alerting post-implementation monitoring (statistical) and corrective action
	aircraft and operator	shared between aircraft and air traffic service unit

PBN, PBC 및 PBS는 성능기반운영을 위한 중요한 지표로 활용되며 최종 수직 및 수평 분리 기준에 중요한 자료를 제공하기 위한 것이다 [6],[7].

PBCS 프레임워크는 통신과 감시 성능의 필요한 단계인 RCP와 RSP의 전 세계적으로 수용 가능한 사양을 조화하도록 관리하기 위한 것으로 안전성 위험들을 완화하는 반면 새로운 ATM의 구현을 보장하기 위한 것이다. 이러한 이유로 PBCS 적용을 위해 주요 구성요소는 다음과 같이 구성된다. 첫째로 통신과 감시 성능에서 항공교통업무를 지원하기 위한 RCP/RSP 사양 (specification), 둘째로 RCP/RSP 사양이 규정된 곳에 운영을 위한 항공기 장비를 포함한 통신 및 감시 능력에 대한 항공사 승인의 필요성, 셋째로 비행 계획에서 RCP/RSP 사양의 형식에서 항공기의 통신과 감시 능력의 표시하며 마지막으로 RCP/RSP 사양에 대해 실제 통신 성능 (ACP; actual communication performance) 및 실제 감시 성능 (ASP; actual surveillance performance)을 평가하기 위한 모니터링 프로그램과 적절한 단계에 대한 적용할 수 있는 시정 조치를 결정하기 하였다.

현재, 이용 가능한 RCP/RSP 사양은 RNP 10 및 RNP 4 항행 사양이 동일한 공역에서 요구된 PBN과 비교할 수 있는 해양/원거리 공역에 적용으로 활용 가능하다.

PBCS를 제공하기 위한 항공기 성능은 그림 2에서 볼 수 있듯이 통신, 항행, 그리고 감시 기능이 모두 가능한 FANS 1/A를 충족해야 하며 지상 장비는 ATN B1 (aeronautical telecommunication network base 1)을 제공해야 한다. 여기서 FANS 1/A는 항공전자 장비인 CPDLC, ADS-C (automatic dependent surveillance-contract)며, 그리고 SATVOICE (satellite voice)을 장착하며, ATN B1은 데이터링크 초기화기능 (DLIC; data link initiation capability), CPDLC를 통한 항공교통업무 통신관리 (ACM; ATS communication management), 항공교통업무 허가 (ACL; ATS clearance), 및 항공교통업무 무전기 검사 (AMC; ATS microphone check)가 지원 가능해야 한다. 이와 같은 시스템

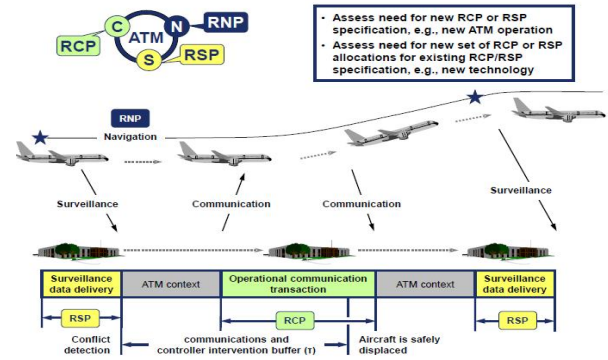


그림 2. PBCSP 운영 환경[1]  
Fig. 2. PBCS operating environment[1].

지원을 통하여, 분리 최소치를 감소하고 시스템 성능을 정량화하기 위한 적절한 수단을 지원하므로 성능기반 분리 최소치가 적용되어도 항공기 간의 안전성 보장을 지원하기 위한 것이다.

## 2-2 RCP/RSP

RCP/RSP 사양은 통신 및 감시 성능을 관리하기 위한 정보를 제공한다. 다른 시스템 구성요소 및 지속적인 지역 및 지방 모니터링 프로그램의 초기 승인을 통하여 규정된 RCP/RSP 사양의 준수하고 통신 및 감시 시스템의 실제 성능의 운영 평가 및 정확한 조치를 결정한다. 그림 2는 특정 공역에서 RCP/RSP 사양에 관한 필요성을 나타낸 것이다.

RCP/RSP 규격은 PBCS 프레임워크 내에서 운영상 통신 및 감시 기능이 안전 평가를 위해 운영 변수 값을 제공한다. 이러한 운영 변수는 RCP 트랜잭션 시간, RSP 감시 전송시간, RCP/RSP 연속성, RCP/RSP 이용 가능성 및 무결성을 포함한다. RCP/RSP 사양은 각 운영 파라미터에 관련된 기능성, 안전성 및 성능 요구사항을 포함한다 [1],[3].

### 1) RCP

RCP는 항공통신의 성능과 관련된 PBC를 운영하기 위한 기준으로 지상 항공교통업무장치(ASTU)와 항공기의 CPDLC 사이의 데이터 링크 통신에 관련된 것이다. RCP 사양의 명명 규칙은 공역 설계자, 항공기 제조업체 및 운영자가 쉽게 알 수 있도록 표 2와 같이 트랜잭션 시간을 RCP 이름에 붙여서 식별한다. RCP 사양의 운영 요구사항은 관제사의 통신과 개입 기능을 적용하고 운영(중단 간) RSP에 대한 트랜잭션 시간, 연속성, 가용성, 무결성 뿐만 아니라 할당된 값에 대한 파라미터 값을 적용한다.

RCP 사양에 사용된 주요 변수들을 살펴보면, 통신 트랜잭션 (communication transaction)은 통신 개시자가 명령, 출발 허가 혹은 비행정보 요청에 대하여 수신자에 의해 정확히 업무 처리가 수행되었음을 확인하여 통신을 종료하는 진행 단위이다. 통신 트랜잭션시간 (communication transaction time) (초)은 통신

표 2. RCP 사양[1]

Table 2. RCP specifications[1].

RCP Spec.	RCP transaction time	continuity	Availability	Integrity
RCP240	240	0.999	0.999(safety) 0.9999(efficiency)	$10^{-5}$
RCP400	400	0.999	0.999	$10^{-5}$

개시자가 통신 처리가 종료하기 위한 최대 시간으로 이후 개시자는 대체 절차로 전환하기 소요시간이다. 연속성 (continuity) (확률/비행시간) 은 운항통신트랜잭션이 통신트랜잭션시간 내에 완료될 수 있는 확률이다. 가용성 (availability)은 (확률/비행시간) 통신 트랜잭션이 필요할 때 개시될 수 있는 확률이며, 무결성 (integrity) (수용률/비행시간) 은 완료된 통신 트랜잭션에서 하나 또는 그 이상의 탐지되지 않은 오류의 확률이다[10].

표 2는 ICAO Doc 9869에서 정의하고 있으며 다른 RCP 타입 정의는 RCP 시행 시 얻어진 경험에 따라서 설정할 수 있다. 그림 3은 RCP 400 사양의 모델을 나타낸 것이다. 통신 트랜잭션 시간은 그림 3의 좌측 관제사 (controller/HMI) 에서 임무 (intervention clearance)가 여러 단계를 거쳐 우측 관제사에게까지 임무 완료보고가 되는데 소요되는 시간을 의미한다. RCP Spec. 소요 시간 400초가 소요되면 RCP 400사양이라고 호칭한다. 그리고 RCP의 경우 각 소요되는 시간 중 인적요소를 배제한 소요 시간 측정 (TRN; monitored operational performance)를 필수통신감시성능 (RCMP; required communication monitor performance)이라하고, 실제통신성능을 평가하는 요소이다. 그리고 RCMP는 ATSU 시스템, CSP 시스템, 그리고 항공기 시스템까지 소요시간인 필수통신기술성능 (RCTP; required

communication technical performance)과 운항승무원처리시간 (PORT; pilot operational response time)를 합한 값이다. 따라서 예를 들면, RCP 400 사양의 경우 RCMP (370초) 및 관제사개입 (30초)가 할당되며, RCMP는 RCTP (310초) 및 PORT (60초)로 할당된다[3].

2) RSP

RSP는 항공감시의 성능과 관련된 PBS를 운영하기 위한 기준으로 ADS-C 및 SATCOM를 활용한 감시에 관련된 것이다. RSP 사양은 공역 관리자, 항공기 제작 업체 및 운영자에게 필요한 감시 데이터를 이용하여 전송시간을 쉽게 알 수 있도록 적용된다. RSP운영 요구사항은 감시 서비스에 적용하고 RSP에 대한 감시 데이터 전송시간, 연속성, 가용성 및 무결성 뿐만 아니라 할당된 값에 근거한다.

표 3에서 볼 수 있듯이 감시 데이터 전송 시간 (surveillance data delivery time)은 감시 데이터의 수신을 위한 최대 시간으로 이후 관제사는 다른 절차로 복귀해야 한다. 연속성은 서비스가 전송의 시작에서 사용 가능했던 특정 RSP 데이터 전송 시간 내에 완료되기 위한 감시 데이터 전달의 최소 비율이며, 가용성은 감시 데이터를 제공할 수 있는 요구된 확률이다. 무결성은 감시 데이터 전송이 오류 검출 없이 완료될 때 필요한 확률을 말한다.

그림 4는 동일한 운영(중단 간) 성능이지만 다른 할당의 집합 (ADS-C 및 SATCOM)가 적용된 RSP 사양을 보여준다. 다른 기술들은 다른 할당된 값으로 이어질 수 있지만 동일한 중단간 값을 얻을 수 있다. 기술적 시스템의 성능은 필수 감시 기술 성능 (RSTP; required surveillance technical performance)으로 알

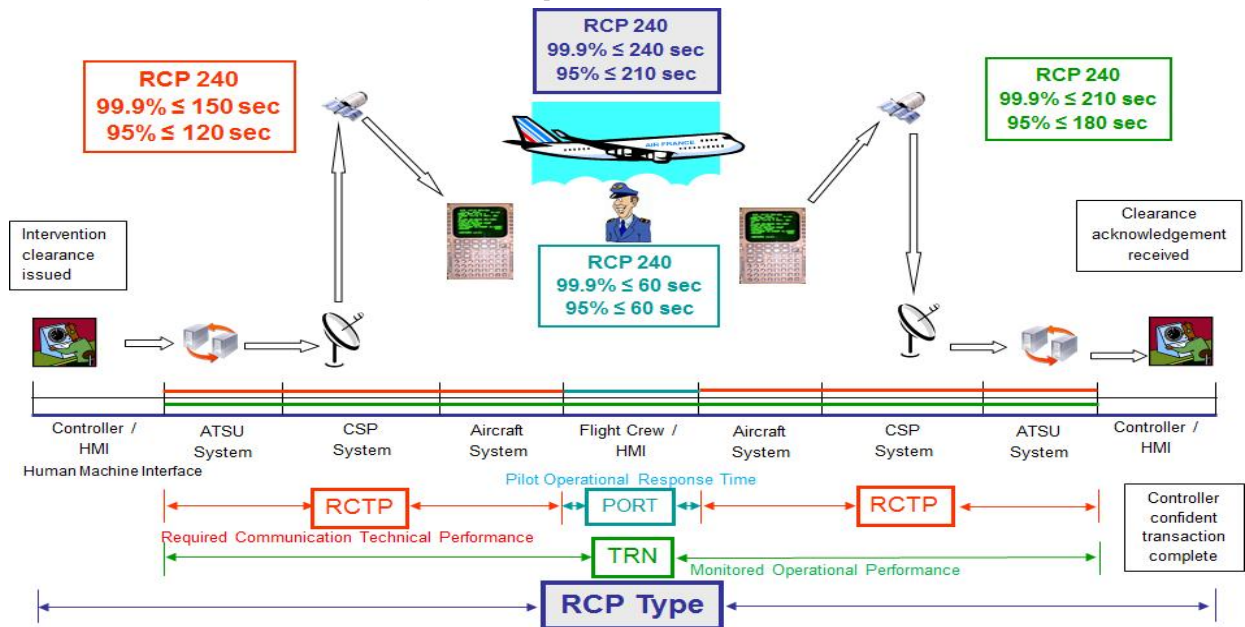


그림 3. RCP 400 개요[6]

Fig. 3. Concept of RCP 400[6].

표 3. RSP 사양[1]  
Table 3. RSP specifications[1].

RSP spec.	RSP surveillance data delivery time (sec)	continuity	availability	Data integrity (malfunction)
RSP180	180	0.999	0.999(safety) 0.9999 (efficiency)	$10^{-5}$
RCP400	400	0.999	0.999	$10^{-5}$

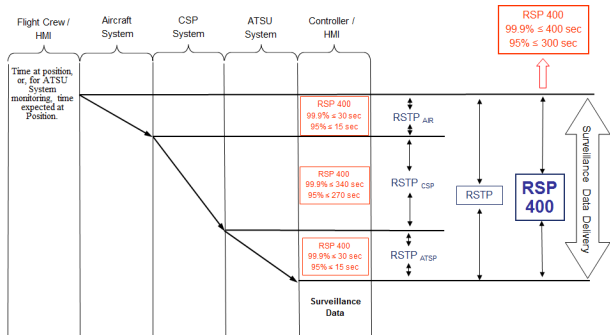


그림 4. RSP 400 개요[6]  
Fig. 4. Concept of RSP 400[6].

려져 있다. 이를 통해 ADS-C를 사용하는 경우 위치보고는 운항 승무원 조치 없이 발생한다. 반면에 무선 운영자를 경유한 SATVOICE를 사용한 운항 승무원의 조치가 필요하다.

RSP 전송시간은 그림 4에서 관제사에서 항공기 위치를 요청한 후 최종 관제사에게 정보가 도달하는 소요되는 시간이 180초가 소요되면 RSP 180사양이라 호칭한다. 그리고 RSP의 경우 각 소요되는 시간 중 인적요소를 배제한 소요 시간 측정(CSP에서 ASTU 시스템까지)을 필수감시모니터링성능(RSMP; required surveillance monitor performance)이라하고, 실제감시성능(ASP)을 평가하는 요소이다.

RSMP는 인적요인을 제거한 항공기시스템, 네트워크 시스템 그리고 ASTU 시스템에서 소요되는 시간을 합한 값이다.

3) RCP/RSP사양 적용

축소된 분리 최소치의 적용 같은 통신 및 감시 기능에 입각한 ATM 운영을 위한 기준과 절차는 적절한 RCP/RSP 사양을 참조해야한다. RCP/RSP 사양은 ATM 운영을 지원하는 통신과 감시 기능을 위한 ATM 서브시스템을 위해 운영성능 기준과 관련 할당을 제공한다.

따라서 적용할 공역에서 ATM 운영을 지원하는 통신/감시 기능을 위한 RCP/RSP 사양을 적용하기 위한 국가나 관리당국에 의해 AIP (aeronautical information publication)로 제공되어

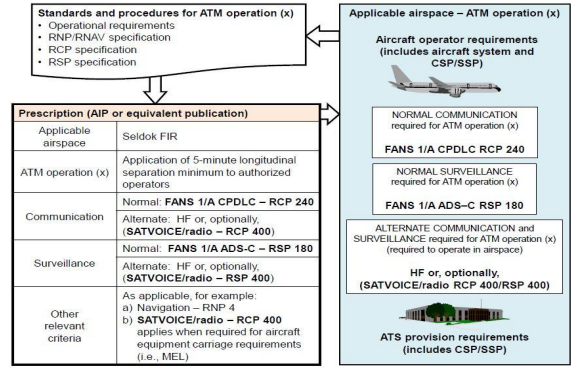


그림 5. RCP/RSP 사양의 규정[1]  
Fig. 5. Prescribing an RCP/RSp specification[1].

야 한다. 적용된 공역에 대한 비행 계획상 RCP/RSP 사양 선택이 가능하도록 ANSP (air navigation service provider)의 승인, FANS 1/A 감함 인증된 항공기와 항공사 운항 승인 및 PBCS 모니터링 프로그램 등이 제공되어야 한다.

그림 5와 같이 RCP/RSP 사양에 대하여 AIP에 제공되어 서비스를 지원받을 수 있어야 한다. 또한 각 RCP/RSP 사양이 잘 준수되고 있는지를 확인하기 위한 모니터링 프로그램을 운영한다.

앞에서 설명하였듯이 개별 ACP/ASP의 성능을 통한 RCP/RSP가 준수됨을 사후 구현 모니터링을 수행하게 되며, 각 시스템을 구성하는 국가 또는 관련 당국은 ANSP, CSP/SSP, 항공사, 그리고 항공기 시스템 제조업체는 항상 모니터링의 결과를 통해 사양이 충족되지 않을 때 데이터 분석 및 시정 조치를 관련 한 절차를 수립해야 한다.

III. 국내외 PBCS 동향

ICAO는 공역 교통량의 최적화를 위해 기존 시스템과 새로운 시스템이 균형 있고 조화롭게 구성되도록 노력하고 있다. 항공기간 분리 간격의 줄이기 위한 노력으로 2025년까지 FANS 1/A 시스템을 도입하여 미국, 유럽연합, 그리고 일본 등은 RCP, RSP 및 RNP 적용하기 위한 각 국가의 FIR (flight information region)에 적용하도록 노력하고 있다. 그 중 미국과 유럽의 GOLD (global operational data link document) 와 일본에서 PBCS 적용 사례를 살펴본다.

3-1 미국, 유럽 동향

GOLD는 NAT (north atlantic region) FIR 공역에 대한 국제 민간항공기구(ICAO)에서 미래항행시스템(FANS 1/A) 운영하기 위한 데이터 링크 시스템 표준화 규격을 정의한다[8].

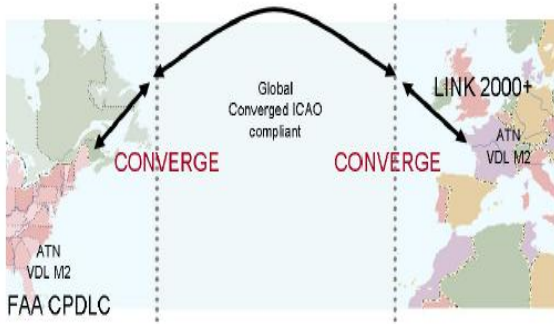


그림 6. GOLD 서비스 지역[8]  
Fig. 6. GOLD service region[8]

GOLD는 현재 부분적 운용되고 있는 PBCS를 보다 범용화하여 현행 공역기반 (airspace-based) 항공관제를 운항중심 (trajectory-based) 항공관제로 발전시키기로 이를 통해 보다 많은 항공교통량 관제의 수행 및 효율적인 CNS/ATM 구축의 기반을 닦는 네트워크 규정이다.

미 FAA와 Eurocontrol은 NAT에서의 효율적인 공역관리 및 항공교통관제를 위해 FANS를 우선 적용하고, FANS 적용에 필요한 데이터링크 네트워크를 ICAO 권고인 RCP 규격을 우선 적용하고, RCP 및 RSP를 포괄하는 확장된 데이터링크 규격인 GOLD를 개발하여 FANS 1/A에 맞는 CNS/ATM 적용을 추진하고 있다[4], [5], [8].

GOLD 목표는 FANS 1/A 사양을 갖춘 항공기가 유럽과 북미 대륙, 북대서양 지역에서 모든 운용 요구사항이 충족되는 성능기반운영 (PBO; performance based operation) 적용에 있다. NAT FIR 공역에서 항공기의 성능은 CPDLC, ADS-C, 그리고 FMS 지원가능하며, 성능기반운영은 RCP 240, RCP 400, RSP 180, RSP 400 그리고 RNP-4 등을 적용 공역에 적용하였다.

PBCS의 성능을 점검하기 위해 CPDLC의 데이터링크 초기 능력 (DLIC; data link initialize capability), ACM (ATS communication management), ACL (ATS clearance) 및 AMC (ATS microphone check) 등을 활용하였다.

ICAO는 2010년부터 적용하여 최근까지 PBCS 성능을 모니터링한 결과 PBCS 적용이전의 공역 분리가 50 NM lateral/50 longitudinal에서 적용 후 30 NM/ 30 NM으로 줄이므로 NAT FIR의 공역 수용량을 증가시켰다[9].

미 FAA은 자국 내에서 데이터 링크 시스템과 PBCS 시스템을 연동하여 공역 내 항공기 수용량을 높이도록 시스템을 도입하고 있다. 그에 반해 유럽의 eurocontrol 주도하에 고도 28,500 피트 이상 항공기에 대하여 2011년부터 PBCS 시스템이 항공기에 반드시 장착하도록 권고하고 있으며 2015년 2월부터는 2011년 이전에 제작된 항공기 역시 PBCS 시스템을 충족하도록 권고하고 있다. 따라서 미국과 유럽에서 PBCS 활용을 확대하려한다.

3-2 일본 PBCS 동향

일본은 아시아의 경제 성장과 더불어 자국의 항공 교통량의 증가를 예상하고 있다. 이러한 배경에서 2010년 일본은 미래 항공 교통 시스템에 관한 장기 비전인 (CARATS; collaborative actions for renovation of air traffic systems) 을 발표하였다[10].

CARATS내 PBCS 구현은 일본의 FIR 특성상 많은 위성을 이용하는 것을 이용하여 ICAO GOLD 프로젝트에 참여하였다. 2014년부터 후쿠오카 FIR에서 HF 통신을 대체할 SATVOICE 통신 시스템을 제안하고 2015년부터 PBCS 성능을 시험을 시작하였다[11]. PBCS 검증을 위한 방안은 미국과 유럽과 동일 방법으로 시험을 수행한다.

또한 공항별 지상에서 PBCS 시스템의 서비스 일환인 DCL(departure clearance)에 대하여 2013년 6월부터 시작하여 2015년 8월까지 3차년도 개발 계획에 따라 도쿄 국제공항, 나리타 국제공항에 적용하였다. 그에 따라 DCL에 따른 공항 수용량이 고도공항은 59% 향상되었고, 나리타공항은 54% 향상되었다[12].

3-3 국내 PBCS 동향

국내 항공통신 및 감시 시스템은 국내 항공통신시스템은 아날로그에서 차세대 데이터 링크 통신으로 전환하고 있는 단계이며 항공감시 시스템은 기존의 1차 감시 시스템과 2차 감시 시스템을 활용하며 차세대 감시시스템인 ADS-B을 도입하는 단계이다.

국내 데이터 통신은 항공교통량 증가에 대비한 항행안전시설확충과 음성 통신의 ACARS (aircraft communication addressing and reporting system) 문제점을 극복하기 VDL M2 (VHF data link mode 2)로 시스템 향상을 수행하고 있으며 국내 공항에서 PDC (pre-departure clearance) / D-ATIS (data link-automatic terminal information service) 시스템을 구축하였다.

국내 항공사는 2010년 이후 도입되는 항공기의 경우 FANS 1/A 시스템이 장착된 항공기가 제공되었다. 표 4에 볼 수 있듯이 대한항공과 아시아나 항공기는 전체 기종 중 64%가 FANS 1/A 장착율을 보이고 있는 반면 지역항공사는 33%로 장착율이 낮다. 따라서 RCP/RSP 을 지원하기 위한 FANS 1/A 장착율의 향상할 수 있는 방안이 필요하며 지상 시스템을 통한 데이터 링크 시스템 확대가 필요하다.

표 4. 국내 항공사별 FANS 1/A 장착 현황  
Table 4. Status of fleet equipped FANS 1/A in Korea.

Airline	the total number of fleet	number of FANS 1/A installation	rate
korean air	160	80	50%
Asiana air	85	76	89%
others	78	26	33%

국내 PBCS 시스템 도입은 항공통신 시스템의 경우 VDL M2 시스템이 국내 공항을 중심으로 구축되었고, 항공감시시스템은 ADS-B 시스템을 최근 도입하기 위한 지상 기지국을 구축 시험 운영에 착수한 상황이다. 그에 반하여 미국과 유럽을 취항하는 항공사는 PBCS 시스템을 이용할 수 있도록 운영 항공기에 FANS 1/A 시스템이 구축되어 가고 있는 상황에 있다.

현재 국내 공역상황에서 PBCS 도입의 필요성은 크게 대두되고 있지 않지만, 일본이 관여하는 원거리 및 해양 FIR(동남아시아 지역으로 베트남, 필리핀, 인도네시아)에 대하여 PBCS 활용하도록 운영을 확대하고 있는 상황이다. 하지만 ICAO에서는 항로상에 성능기반운영을 통한 항공기간 분리 간격을 좁히기 위한 다양한 노력과 공역 상 수용량을 높이기 위한 노력을 진행하는 상황을 본다면 국내에서도 PBCS의 도입에 대한 많은 검토가 필요할 것을 사료된다.

#### IV. 국내 PBSC 도입

Doc 9869 에서 PBCS를 구축하기 위한 점검표를 제공한다. 전체 4가지 단계로 PBCS 도입, 운영, 정책 결정 그리고 사후검증의 단계를 수행하게 된다[1].

##### 1) PBCS 초기 조건 점검 단계

PBCS를 적용할 항로를 선정하고 운영 계획을 수립하고 항공사/항공기 기종별로 FANS 1/A 장착 여부 및 감항 조건을 확인하게 된다. 또한 항행안전시설에 대한 데이터 통신 가능한지를 확인하게 되며 최종 RCP/RSP 성능을 점검할 수 있는 모니터링 기관/시설 구축 여부를 점검하게 된다.

##### 2) PBCS 운영 개념과 절차 개발

적용된 항로에서 PBCS 운영하기 위한 RCP/RSP 사양이 적합여부를 확인하게 된다. 예를 들어 A항로에 RCP 240과 RSP 180을 적용하였을 때 항로 운영상에 문제가 없는지를 확인하게 된다. 또한 통신 및 감시 기능을 지원하기 위해 데이터 링크 이외 다른 시스템과의 호환여부를 확인하게 된다. 또한 운영 절차 및 비상 절차에 따른 관제사와 조종사간의 정상 절차와 비정상 절차를 개발하게 되며 점검상 문제가 없게 되면 AIP(또는 NOTAM)에 공시하게 된다. 만약 PBCS를 준수하지 않는 항공사나 항공기에 대한 별도의 절차 수립도 필요하게 된다.

##### 3) ANSP/PBCS 정책 및 안전감독 단계

항공교통업무를 지원하는 시설과 SITA/ARINC 등 CSP/SSP/DSP 업무 협의를 통하여 항공기의 출발에서 도착까지 원활한 통신/감시 업무를 지원 받을 수 있도록 협의가 필요하다. 또한 비행 계획서상에서 RCP/RSP 사용 여부를 표시할 수 있도록 규정을 변경해야 한다. 또한 RCP/RSP 사양에 따라 항공사들이 준수하고 있는지를 상시 모니터링, 경보 및 보고 체계를 구축하여야 한다. 또한 국내 모니터링 기구의 설립과 다른 모니

터링이 필요한 시스템과의 공조가 필요하며, 해외 모니터링 기구와의 연계도 필요하다.

#### 4) PBCS 사후 구현 모니터링

PBCS는 항공기, 관제기관, 뿐만 아니라 항행안전시설까지 다양한 분야에 있는 기관과 공조되어지므로 항시 AIP에 규정된 항로에 대한 RCP/RSP 규정 준수 여부를 모니터링하게 된다. 따라서 지역/국가/해의 모니터링 기관과의 모니터링 정보를 공유할 수 있어야 하며 RCP/RSP 규정 준수가 발생하였을 때 문제 보고, 추적 및 분석과 시정조치가 가능해야한다. 만약 시정조치가 이행되지 않을 때, PBCS의 지원을 받지 못하도록 규제할 수 있다.

이와 같이 국내 PBCS 도입을 위한 초기 조건 점검 단계에 해당된다. 앞서도 언급하였듯이 주변국과 항공업무 공조와 안전 향상 및 항로의 효율적인 측면에서 본다면 PBCS의 국내 도입에 많은 관심이 필요한 시점이라 판단된다.

#### V. 결 론

ICAO PBCS의 국내 성공적 도입을 위해서는 첫 번째로 국내 통신 및 감시에 요구되는 성능기준을 마련하기 위한 비행 단계별 RCP/RSP 사양에 대한 자료 수집을 조기 착수가 필요하다. 현재 항공통신분야는 VDL Mode 2 시스템이 공항을 중심으로 구축 중에 있으며 항공감시분야는 ADS-B 및 MLAT 시스템 역시 공항을 중심으로 구축 중에 있다.

항공사별로 VDL M2를 지원하는 항공기들이 50%이상으로 국내 비행 단계별 데이터 링크의 통신 및 감시 성능의 기초 자료 수집이 가능한 상태이다. 따라서 항공당국은 국내 비행단계별 자료 수집을 위한 계획 수립, 적용 공역 선정 및 RCP/RSP 자료 수집을 위한 방법 등 방안 마련을 주관한다. 두 번째로 데이터 링크 통신 및 감시 성능을 조사하기 위한 성능기반통신 및 감시에 관한 기술기준에 대한 고시의 규정이 필요하며 관련된 고시 및 훈령에 대한 개정이 필요하다.

위에 언급한 두 가지 사항을 위한 차세대 CNS/ATM 분야의 지속적 연구 활동을 위한 전문기관 설립 혹은 국토교통부의 산하 기관에서 임무 수행하도록 추진되어야 한다.

국내에는 차세대 CNS/ATM 분야에 PBN, ADS-B, GNSS관련 시스템이 도입 및 개발이 진행 되고 있다. 차세대 CNS/ATM의 성공적인 개발 및 발전을 위해서 각 시스템의 유기적인 공조 연구가 진행되어야 한다. 사전 및 사후 구현의 모니터링을 위한 안전 평가 기구(agency) 구축 또는 국토교통부 산하 전담 안전 평가 기구가 필요하다. 현재 CNS/ATM분야에 대한 기초데이터를 수집·분석하여 성과를 측정하여 개선사항을 지속 발굴, 수정·보완하기 위한 체계 마련해야한다.

**참고 문헌**

- [1] ICAO Doc 9869, Performance-based communication and surveillance(PBCS) Manual, Rev. Draft, Jul 17, 2015.
- [2] S. B. Hong, "Study on the performance-based communication and surveillance(PBCS) for CNS/ATM," in *2015 The Korea Navigation Institute conference* Vol. 19, No. 1, pp351-354, seoul: Korea, 2015.
- [3] J. J. Kim, Investigation of ADS/CPDLC system and cockpit crew's satisfaction analysis, Master dissertation, Korea aviation univ., koyangsi, Korea, 2006.
- [4] FAA, CNS in oceanic and remote airspace: overview and the operational approval process, [Internet]. Available: [http://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/avs/offices/afs/afs400/afs470/pbn/media/CNS/movie.swf](http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs470/pbn/media/CNS/movie.swf).
- [5] V. P. Galotti, The future air navigation system (FANS). 1997.
- [6] C. Falk, Introduction to required communication performance (RCP) and required surveillance performance (RSP), FAA, Feb. 2012.
- [7] ICAO, Manual on required navigation performance (RNP) Second Edition, Doc 9613-AN/937, 1999.
- [8] ICAO, Global operational data link document (GOLD), International Civil Aviation Organization, Second Edition, 26 April 2013.
- [9] C. Falk, "PBHSM manual," in *2nd PBCS Workshop*, Paris: France, June, 2015
- [10] S. Kosugi, Collaborative actions for renovation of air traffic systems (CARATS), Japan Civil Aviation Bureau. 2010, [Internet]. Available: [http://www.icao.int/APAC/Meetings/2010/atfm\\_sg1/3CARATS%20presentation.pdf](http://www.icao.int/APAC/Meetings/2010/atfm_sg1/3CARATS%20presentation.pdf)
- [11] N. Ibe, "Data link operation and PBCS implementation in Japan," in *2nd PBCS Workshop*, Paris: France, 17-19, June
- [12] ICAO, The updating of departure clearance trial operation in Japan, [Internet]. Available: [http://www.icao.int/APAC/Meetings/2015%20CNSSG19/IP13%20\\_%20Japan%20AI4.3%20%20DCLI2015%20in%20Japan.pdf](http://www.icao.int/APAC/Meetings/2015%20CNSSG19/IP13%20_%20Japan%20AI4.3%20%20DCLI2015%20in%20Japan.pdf)



**홍 승 범 (Seung-Beom Hong)**

2003년 8월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 (공학박사)  
 2004년 2월 ~ 현재 : 한서대학교 항공전자공학과 교수  
 ※ 관심분야 : 항공전자, 컴퓨터 비전, 항공기 시뮬레이터, 항공사고



**최 원 혁 (Won-Hyuck Choi)**

2006년 2월 : 한국항공대학교 항공전자전자 (공학박사)  
 2014년 2월 ~ 현재 : 한서대학교 항공전자공학과 교수  
 ※ 관심분야 : 임베디드 시스템, 사물인터넷, 무선통신