

위성항행시스템과 성능기반 항법

CNS/ATM and Performance Based Navigation

정중철*(아시아나항공), 강자영(한국항공대학교)

1. 서 론

과거 25년간 항공교통 증가율을 볼 때 3배 이상이 증가하였으며 이는 년 평균 4%이상의 교통 증가율을 가져왔다. 이와 같이 신속하게 증가하고 있는 항공교통 증가율을 고려 할 때 기존의 체계로 공역을 운용했을 때에는 2014년에는 거의 과포화 상태에 이르게 될 것으로 또한, 2020년에는 항공교통량은 현재의 두 배 이상 될 것으로 예상되어왔다. 이미 70년대 말 현행 시스템의 문제점 해소 및 21C의 항공교통 수용을 위하여 항공교통관리(Air Traffic Management: ATM) 시스템의 개선과 지난 40년간 산업계에서 활용해온 기존 기술 및 방법으로부터의 획기적인 개선을 요구하는 새로운 시스템 개발의 필요성이 제기되어 왔다. 이에 따라 ICAO에서는 이에 대한 요구와 문제를 해결하기 위하여 혁신적인 절차 및 기술 개발을 추진하게 되었다. 이것이 바로 ICAO에서 주도적으로 새로운 개념의 통신, 항법 및 감시 시스템에 위성시스템을 포함시키고, 디지털 기술을 이용한 자동화를 seamless global air traffic management 에 적용하는 CNS/ATM이라는 새로운 개념을 발전시켰으며, 현재에는 이와 관련된 절차와 기술을 표준화 하고, 또한 일부 적용하는 단계에 이르게 되었다. 그림 1은 미국 NAS에서 항공기의 체공지연 시간을 연도별로 도표화한 것이다. 1997년도를 기점으로 작성된 것이기 때문에 기존의 방법으로 운용될 때와 미래항법시스템의 인프라가 구축되었을 때의 항공기 당 지연시간을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 기존의 체계로 공역을 운용했을 때에는 공역이 거의 2014년에는 과포화 상태에 이르게 된다. 그러나 미래 항행시스템이 운용되는 공역을 가정했을 때 2030년이 되어도 1997년 기점의 공역혼잡도에 미치지 않는다. 따라서 보다 빠른 CNS/ATM환

경의 구축과 이를 기반으로 한 공역관리와 이와 관련된 비행절차 수립이 필요하다고 할 수 있다. 따라서 당국 및 운송사에서는 새롭게 발효된 표준절차인 Performance Based Navigation (PBN)이라는 새로운 개념에 대한 이해와 절차 수립에 대한 준비를 하여야 할 것이다. 이를 위하여 본 논문에서는 CNS/ATM중 항법부분의 핵심 요소로 운용되고 있는 RNP/RNAV 절차와 그 개념을 근간으로 새로운 표준 절차로서 발효될 PBN에 대한 개념소개 및 기술적 요소에 초점을 맞추어 새로운 패러다임의 미래 항공교통 운용환경을 조성하기 위한 현실적 필요 사항을 조망해보고자 한다.

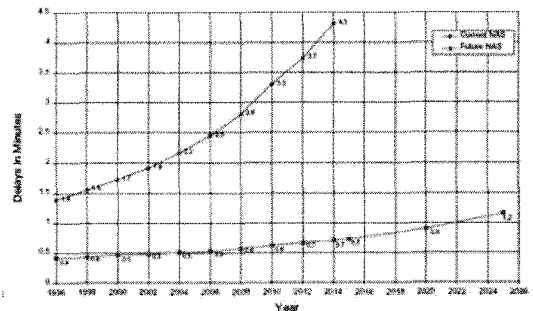


그림 1. 미국의 항공기 체공지연 증가 추세

2. 본 론

2.1 CNS/ATM 시스템

ATM의 목표는 운항안전 수준의 유지 또는 증대, 사용자가 선호하는 3차원 또는 4차원 비행궤도의 신속한 수용, 사용자에게 기상, 교통상황, 서비스 관련 정보제공의 개선, 항공기-지상국간 디지털 데이터 통신을 포함한 ATM 결정에 있어서 사용자 참여의 확대, ATM절차와 일치되는 공역 구성, 항공교통 요구사항을 충족시키는 시스템 수용량의 확충, 모든 형식의 항공기와 그 항공기가 갖고 있는 모든 능력의 수용,

진보된 접근 및 출발 절차를 지원하기 위한 항법 및 착륙 능력의 개선, 사용자에게 경계가 투명하고 최대한 이음매 없이 연속되는 공역의 설계 등이다. 따라서, 항공교통관련 당국, 항공사, 법제기관, 장비제조업체 등은 필요한 장비 및 절차를 개발하기 위한 미래항행시스템을 구상하고, 공동작업을 하고 있다. 통신(Communications), 항법(Navigation), 감시(Surveillance) 분야의 개선을 위해 관련된 분야가 바로 CNS인데, 이들 각 분야의 주요 특징을 요약하면 다음과 같다. 통신 분야에서는 데이터 흐름을 증가시키고 복잡한 항공교통관제인가 전달 수단으로 데이터 링크를 이용한다. 항법분야에서는 항법위성시스템을 도입하여 기존의 다른 항법수단과 연계하여 이용함으로써 항공기의 정밀도를 향상시키고 좀더 조밀한 운항간격을 허용할 수 있다. 감시분야에서도 데이터링크를 이

용하여 항공기들의 위치와 의도를 지상국 및 다른 사용자들에게 알릴 수 있다. 여러 수준의 CNS구조가 강인하고 이음매 없는 커버리지를 보증해야 한다. 미래의 이음매 없는 CNS 서비스들은 지상 및 위성의 기능이 혼합된 능력을 이용하게 될 것이다. 현행의 ATM 시스템 기능은 공항에서의 예상된 지연이나 악천후로 인한 지연비행이나 항로 재인가를 처리하는 교통흐름 관리(TFM) 및 다른 항공기나 지형 또는 장애물로부터 항공기를 분리시키는 ATC업무를 포함하고 있다. 미래 ATM시스템은 비 정기 수요, 즉 시간과 공간에 따라 계속 변화하는 수요의 상당량을 처리하면서, 모든 교통체증을 동적으로 관리하게 될 것으로 생각된다. 표 1은 2020년도 CNS/ATM 시스템의 운용개념을 나타낸 것이다. 중간 진행과정을 보여주기 위해 2013년도에 대한 예시도 표에 삽입했다.

표 1. 향후 CNS/ATM 구조 및 운용 개념

	2013년도	2020년도	operations에 미치는 영향
통신(C)	• 일반 정보 및 의도는 데이터링크 이용	• 긴급상황의 음성통신을 제외하고는 모두 데이터 링크 사용	• 자동 데이터 입력 및 생성
항법(N)	• VOR/DME/ILS 사용 • 일부 WAAS/LAAS CAT1 지원	• WAAS/LAAS CAT III 지원 • 일부공항 VOR/DME 사용	• 지방 및 위성공항까지 확대 전천후 운용
감시(S)	• 레이더 사용 • ADS-B의 제한적 사용	• 레이더 및 ADS-B	• 데이터 융합

2.2 현행의 RNAV/RNP/RNP RNAV

RNAV

비행관리컴퓨터시스템(FMCS: Flight Management Computer System)의 출현으로 연료관리 등의 효율적인 비행운영이 가능 해졌을 뿐만 아니라, 조종사가 비행 중 공중에서 임의의 경유점 waypoint)을 컴퓨터에 생성할 수 있는 능력을 갖게 되었다. 기존 항법이 fix to fix 항행 즉, 지상국을 기준으로 항행이 이루어지는 반면에 RNAV는 항행안전시설 유효범위 (SVC Volume) 내 또는 자체 항법장비 능력 범위 내 또는 위 두 가지를 결합한 범위 내에서, 계획된 어떠한 비행경로나 또는 비행이 가능하도록 하는 경유점간 항법으로서 지상의 항법시설 상공을 비행할 필요가 없이, 지정된 허용범위 내에서 항로를 따라 비행하는 것이 가능한 항법 절차이다. RNAV가 적용되는 구역은 설계기준에 의해서 수립되고 인가되었다면 순항 시 항로뿐만 아니라 이착륙 및 접근 등 터미널 지역 절차

에서도 다양하게 적용될 수 있으며, RNAV 항로의 종류는 고정항로, 예비항로, 임의(random) 항로, RNAV SID/STAR, RNAV 접근(최종구역) 등과 같이 구분하여 운용할 수 있다. 또한 RNAV 장비로 인가된 것은 VOR/DME, DME/DME, IRS, GNSS, FMS 등 다양하며, 각 항로별, 항공사별로 그 인가 여부에 따라 운영 장비가 다소 다를 수가 있다. 세계적으로 넓은 지역과 각국에서 기존의 항행 절차보다는 RNAV 항행 절차를 선호하는 이유와 표2에서 보듯이 최근 미국 내의 RNAV 항로의 증가의 이유는 RNAV항로의 장점이라고 할 수 있는 보다 많은 직항로의 설정으로 비행거리 단축이 가능하여 보다 많은 교통량을 소통시킬 수 있는 복수 또는 평행 항로를 설정할 수 있었기 때문이다. 또한 계획 또는 특별한 기준에 의한 대체 또는 비상 항로를 설정할 수 있었고, 어떠한 적정 지점에서의 Holding Pattern 위치 설정을 용이하게 할 수 있었으며, 지상 항법시설의 감축과 이착륙절차(SID/STAR) 및 접근절차 수립이

가능했기 때문으로 고려된다.

표 2. 최근 미국의 RNAV 및 RNP 이행 계획

Description	Completed Fiscal 2005	In Development Fiscal 2006
RNAV T-Routes (below 180) and GPS MEAs	4	16
RNAV Q-Routes (Fl. 180 and above)	21	24
SIDs/STARs	50	77
RNP SAAAR approaches	6	28
Total	89	145

ICAO RNP의 개념

RNP는 정의된 공역 내에서 운행을 위해 필요한 항법성능의 정확도를 말한다. RNP는 성능 및 기능 요구사항을 포함하며, RNP타입으로 표시된다. 이러한 기준은 설계자, 제작자, 항공장비 장착 담당자뿐만 아니라 세계적 운행을 위해서 시스템 사용자 및 서비스 제공자들까지도 위한 것이다. RNP의 운용은 개선된 공역관리와 항공 교통관리를 위한 가장 중요한 도구중의 하나로서 이 개념에 대한 수용과 인식이 날로 확대되고 있다. RNP는 공역운영을 위한 장비의 유연성과 교체를 개선하기 위한 목적으로 ICAO에 의해 처음으로 제시되었다. RNP의 핵심사항은 다음과 같다. 즉 RNP는 항로간격과 지역항법에 대한 버퍼를 축소시키면서 동일한 공역 내에 교통량을 증가시킨다. RNP는 도착 및 접근 RNAV와 같은 다른 능력에 결합시켜 공역을 최적화 한다. RNP는 공역을 사용하는 항공기 개체수의 요구된 항법성능 정확도에 기초를 둔다. RNP 공역에 책임 있는 국가는 요구사항을 정의해야 하고, 항공기의 안전한 분리를 위해서 공역 내에서 적절한 CNS서비스를 이용할 수 있어야 한다. 항공기는 RNP를 충족시킬 수 있는 것으로 등록국가에 의해 승인되어야 한다. 따라서 RNP는 진보된 공역의 설계 및 관리와 개선된 항공교통 운용을 위한 핵심요소로서 필수성능규격에 의해 공역 및 절차의 개발을 가능하게 하는 주요한 도구로 인식되고 있다. RNP는 신뢰성 있고, 반복 가능하고, 예측 가능한 성능을 제공할 수 있는 기능 및 능력을 보유한 항공기의 개발을 촉진시킬 것이다. RNP 설계는 운용상의 오류에 대한 노출을 최소화하고, 개선된 상황인식을 제공하며, 비행계획 능력의 개선을 위한 무결성(integrity)과 연속성(continuity)을 제공해야 한다.

RNP RNAV 개념

RNAV는 어떠한 원하는 비행경로 즉 사용자가 선호하는 항로를 허용하는 항법의 한 방법이다. RNAV기술의 응용은 재래 항법에 대해 많은 장점을 제공한 것으로 나타났다. 이러한 RNAV 항로에 해당항로의 요구된 항법성능을 필수적으로 필요로 하는 것이 RNP RNAV 이라 할 수 있다. RTCA DO-236 및 EUROCAE ED-75는 컨테인먼트 요구사항과 지역항법 기능 및 성능 기준으로 ICAO RNP 교범의 정확도 기준을 보완하고 있다. $2 \times$ RNP로 정의되는 컨테인먼트 영역은 그 한계를 벗어난 예고되지 않은 항로이탈의 확률이 10^{-6} 보다 작은 항법성능을 정의한다(컨테인먼트 무결성). RNP RNAV는 새로운 장애물의 회피간격이나 항공기간의 분리 결정을 지원한다. RNP RNAV는 표준화된 항공전자의 기능을 통하여 신뢰할 수 있고, 예측가능하며, 반복 가능한 지상추적을 가능하게 한다. 그림 2는 ICAO RNP와 RNP RNAV의 개념을 비교 설명한 것이다. 항공기 시스템은 RNP기반 운용을 위한 능력과 필수성능을 제공하도록 요구된다. 어떤 RNP 값이 어떤 운용, 항로, 절차 등에 규정되었을 때, 그것은 각 비행시간 기준으로 최소한 규정된 95%의 성능이 요구되어야 하는 것을 의미한다. RNP의 핵심요소는 원래 지정된 비행경로에 대해 직선의 공역이용 규격을 가능하게 하는 것이다.

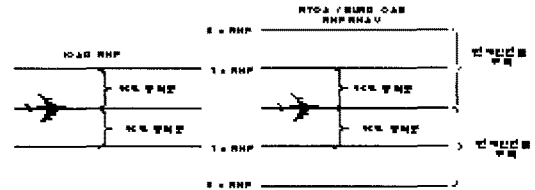


그림 2. RNP와 RNP RNAV의 비교

그림 3은 RNP RNAV의 컨테인먼트 한계 및 연속성을 나타낸 것이다. 컨테인먼트 무결성은 항법시스템이 제공한 항법성능에 대한 보증의 수준을 의미한다. 이는 항공기 항법시스템이 경보 없이 잘못된 항법정보를 제공할 비행시간당 확률로서, 그 값은 10^{-6} 이다. 컨테인먼트 연속성은 RNP를 기반으로 한 운용을 실행하기에 필요한 연속된 항법성능 능력의 수준을 나타낸다. 항공기가 운용에 필요한 특정 RNP 타입 능력의 예고된 고장을 갖지 않을 비행 시간당 확률은 10^{-4} 이다.

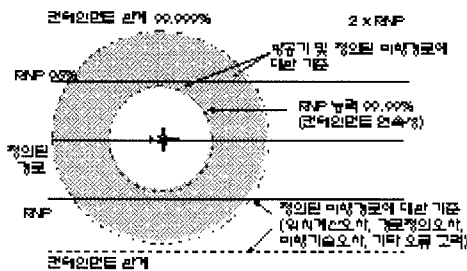


그림 3. RNP RNAV의 무결성 및 연속성

2.3 성능기반항법(PBN)

FMCS, GNSS수신기 등 항공기의 장비가 발전됨에 따라 RNAV 항행능력과 거기에 RNP 성능을 추가한 RNP RNAV 절차가 이제는 CNS/ATM 항법의 중심으로 자리를 잡아가기 시작하고 있다. 재래 항법과 PBN을 단순 비교하여 본다면, 외부 항법 시설의 성능에 따라 그 항행 능력이 결정되어지는 절차가 기존의 항법 절차인 재래 항법(conventional navigation)이었다면, 성능기반항법이라는 것은 항공기 탑재 장비의 성능에 의해 그 항법 능력이 결정되는 항행 절차라고 할 수 있다. PBN은 기존의 RNAV와 RNP, RNP RNAV간의 상호간 개념의 모호성을 통일하고 기존의 지역별, 국가별 절차, 방식 등을 하나로 묶어 조화를 이루는 새로운 개념의 항법절차라고 정의 할 수 있다.

PBN의 필요성

RNP/RNAV절차에 대한 연구가 각 국가별 지역별 제작사별로 활발하게 진행되어 CNS/ATM 부분 중 항법의 키워드로 떠오르게 되었다. ICAO의 RNP가 전세계적 항공교통 운용의 관점에서 획기적임에도 불구하고, ICAO RNP는 공역 이외의 부분에서 미비점이 많다. RNP 시스템에 대한 정의, 그리고 이를 어떻게 운용해 나가느냐 하는가에 대해 그 동안 많은 혼란이 있었다. 실제로 적용하여 운영하는 Operator 입장에서는 위와 같은 미비점과 절차의 모호성, 그리고 인가 절차에 대한 복잡성 등으로 다소 혼돈 상태라 할 수 있다. 최초 ICAO RNP 개념만으로 각 지역별 서로 다른 RNP 또는 RNAV 개념의 적용을 막을 수는 없는 상태에 도달하였으며 이는 RNP 개념이 계속 진화하여 성능 및 기능이 정의되고, 에어버스나 보잉사 등 항공기 제작사는 다른 형식의 RNP 항공기를 개발하고 있는 상황에 이르게 되었다. 다시 말하면 현재 ICAO 지역간에, ICAO와 산업계간에 실행 측면에서 많은 차이가 존재하고 있는 상황이다. 그

림 4는 현재의 이러한 모순이 계속될 경우 향후에 발생할 상황을 잘 나타내 주고 있다.

따라서 ICAO에는 현재 및 미래의 운항요건을 만족시키기 위해 세계적으로 조화를 이루는 새로운 RNP 개념과 절차수립의 필요성이 대두하게 되어, 이와 같은 혼란스런 상황을 더 이상 방치하지 않게 하기 위하여 RNPSORSG (Required Navigation Performance Special Operations Requirements Study Group) 통하여 오랜 시간에 걸쳐 기존의 RNP/RNAV 개념을 새롭게 정립하고, ICAO 표준으로의 항법 통일을 기하고자 새로운 개념인 절차를 수립하고 PBN Manual을 발간하기에 이르렀다. RNPSORSG의 주요 목적은 일반적인 RNP 개념과 RNAV와 RNP와의 기능적 관계성을 이해하고 정립하여, 운용자들의 이익을 위하여 전 세계에서 RNP와 RNAV의 기능을 조화롭게 사용하도록 RNP와 RNAV운영 요구사항을 구분해 주는 것이라고 할 수 있다(그림 5).

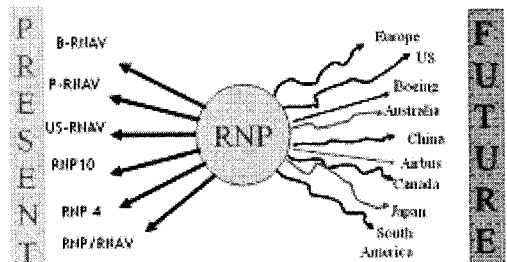


그림 4. RNP/RNAV 추진방향의 혼돈

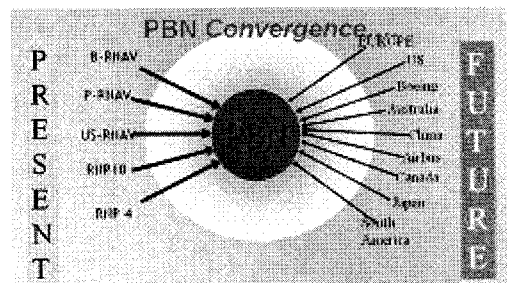


그림 5. RNPSORSG 주도의 PBN 발전 개념

PBN으로의 진화

현재 논의되고 있는 PBN은 가장 기본적인 기존의 전통적인 항행 절차인 재래 항법으로부터 점진적 발전을 해왔다고 볼 수 있다(그림 6). 재래 항법이란 지상항법 지원시설로부터 즉 NDB, VOR, DME, TACAN, ILS, OMEGA, LORAN 등을 사용하여, 이들 항법 신호를 수신하여 자기 위치를 확인하고, 그 신호를 기준으로 지상

국으로 수렴 혹은 이탈하는 이들 시설의 경로유도 기능을 이용하여 비행을 하는 가장 기본적인 항행 절차라고 할 수 있다. 재래 항법에 대한 항로 설계는 TERPS기준으로 만들어지기 때문에 항로 구성에 융통성의 부족 및 항행 시설 설치의 위치 제한을 가져 올 수 있다. 이에 따라 공역의 비효율적 사용과 항공기 분리치가 확대되고, 경제적으로는 항행시설의 설치 및 유지를 위한 고비용의 고정 비용 등이 발생하여 비경제적인 절차라고 할 수 있다. 이러한 재래 항법의 방법에는 가장 기본적인 계산 능력을 가진 FMCS의 유무에 따라 전산화 비행(coded flight)이 가능한지 아닌지를 결정할 수 있다. 초기의 FMCS 성능의 개선으로 비행 중 원하는 경유점을 만들 수 있는 능력이 구비되었고, 이로 인해 RNAV 비행이 가능하게 되었다. 즉 원하는 경유점을 만들 수 있는 능력이 있다는 것은 경유점간 직행 비행이 가능한 RNAV 비행이 가능하다는 것이다. 그러나 RNAV 절차만으로는 정해진 공역 내에서 정상적으로 비행을 하고 있는지에 대한 여부를 조종사 스스로 인지 혹은 확인할 수 있는 방법이 없었으며, 지상 항법 지원 시설 혹은 RADAR 감시에 의해서만 항법의 적정성을 알 수 있게 되어 운용상의 제약이 존재하였다. 그러나 항행 절차에 있어서 이전의 재래 항법 절차에 비하면 획기적으로 발전한 형태라고 할 수 있다. 재래 항법의 단점이었던 항로 구성에 융통성을 가질 수 있어서 공역사용의 비효율적인 부분들을 개선할 수 있었으며, 원하는 비행로를 구성할 수 있어서 수용할 수 있는 항적이 획기적으로 증가하게 되었다. 또한 불필요한 지상시설을 감축 운영함으로써 높은 고정비용 지출을 줄이는 경제적 효과까지 얻을 수 있는 절차라고 할 수 있다. 어쨌든 RNAV 방식의 항행 절차에 대한 제약들을 해결하기 위한 사용자들의 요구와 제작사의 기술 개발로 RNP 성능을 가진 항공기가 출현하게 되었으며, 현재 RNAV 절차에 RNP성능을 결합시켜 운영하는 RNP RNAV 절차가 수립되고 운용되고 있다. 이 부분에서 제작사별, 지역별, 국가별 차이가 발생하게 되었으며 이러한 상태가 현재에 이르게 되었다. RNP의 가장 큰 특징은 기존의 RNAV 방식으로는 직선/직행 비행만이 가능했던 부분이 곡선 및 모든 원하는 경로로의 비행이 가능하다는 것이다. 따라서 RNP 절차는 RNAV 절차에 비하여 추가로 항로 폭을 좁혀 운영함으로써 공역 사용의 극대화를 가져 올 수 있고, TERPS 기준으로 ILS 등을 설치가 불가

능하여 정밀접근 절차를 수립 할 수 없는 공항에 RNP 접근을 통하여 이착륙 기상 최저치를 낮추어서 정밀접근을 수행하는 공항과 동일하게 공항운영의 효율성이 증대되는 장점 등을 가져 오게 되었다(그림 7). 그러나 이러한 RNP RNAV 방식을 적용하는 단계에서 역시 제작사별, 지역별, 국가별 차이가 발생하게 되었으며, 인가 절차 역시 국가별, 지역별로 다양하게 되었다. 이러한 다양성을 해결하기 위하여 현재와 미래의 운항 요건을 만족하기 위하여 새로운 세계적으로 조화를 이루는 RNP 개념과 절차수립의 필요성이 대두하게 되었으며, ICAO에서는 이와 같은 혼란스런 상황을 더 이상 방치하지 않게 하기 위하여 RNPSORSG를 통하여 새로운 개념인 PBN의 절차를 수립하게 되었고 정식 발표를 눈앞에 두고 있다.

PBN개념의 구성요소

PBN의 기본 구성요소는 항법인프라 부분과 항법규격, 항법응용으로 나누어서 생각 할 수 있다(그림 8). 항행지원시설 인프라 부분은 항행 지원시설 원천 부분으로 생각할 수 있으며, 지상항행지원시설로 DME; DME/DME(VOR이나 NDB가 아님)를 우주기반 항행지원시설로서는 GNSS 등이 사용되어 진다.

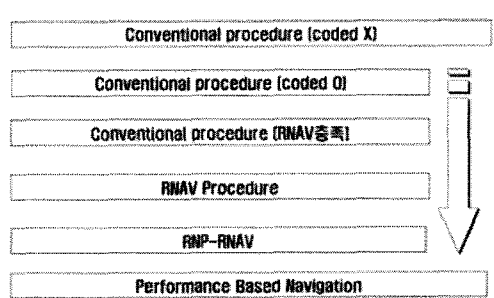


그림 6. PBN으로의 단계별 진화도(1)

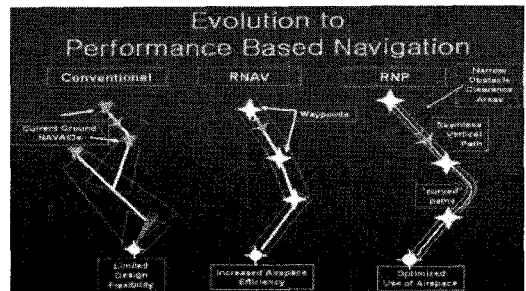


그림7. PBN으로의 단계별 진화도(2)

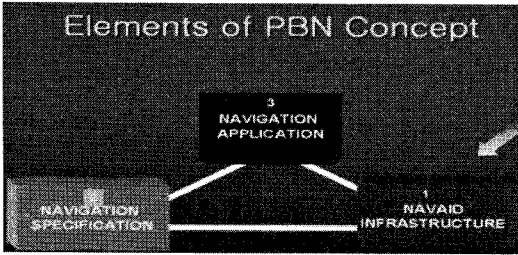


그림 8. PBN 구성요소

항법규격을 결정하는데 있어서는 네가지 요소 즉, 성능, 기능, 항법센서, 조종사 요구사항 등에 의해서 결정 된다고 할 수 있다. 이중에서 성능을 결정하는 것은 항법센서라고 할 수 있으며, 그와 같은 센서는 DME/DME/IRU 또는 DME/DME, GPS 등에 의해 결정된다고 할 수 있다. 가장 중요한 것은 기능성이라고 할 수 있는데, 이 기능성에 의해서 PBN 내에서 RNAV

과 RNP로 나뉘게 된다. 즉 기능성에 항공기 성능 및 그 성능을 초과 하였을 경우 경고해주는 항공기 탑재 성능감시 및 경보 기능이 있으면 RNP성능이 있는 것이고, 그러한 탑재 기능이 없다면 RNAV 성능만 있는 항공기로 구분 할 수 있다. 이것이 PBN개념에서 핵심 내용이며 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 기능에 의해서 항법규격 결정과 함께 적용 지역도 구분되어 진다고 할 수 있다(그림 9).

마지막 요소인 항법응용은 항법규격 및 항행지원 인프라가 함께 사용 되어지는 적용 부분이라고 할 수 있다. 예를 들면 항로상에서는 RNAV와 RNP 규격을 기본으로 사용 되어지며, 이는 곧 항행지원 인프라에 달려 있다고 할 수 있다. 또한 SIDs/STARs는 RNAV 및 RNP 규격을 기본으로 사용하고 있으며, 접근절차에서는 RNP 규격만이 사용 되어 진다는 것이다.

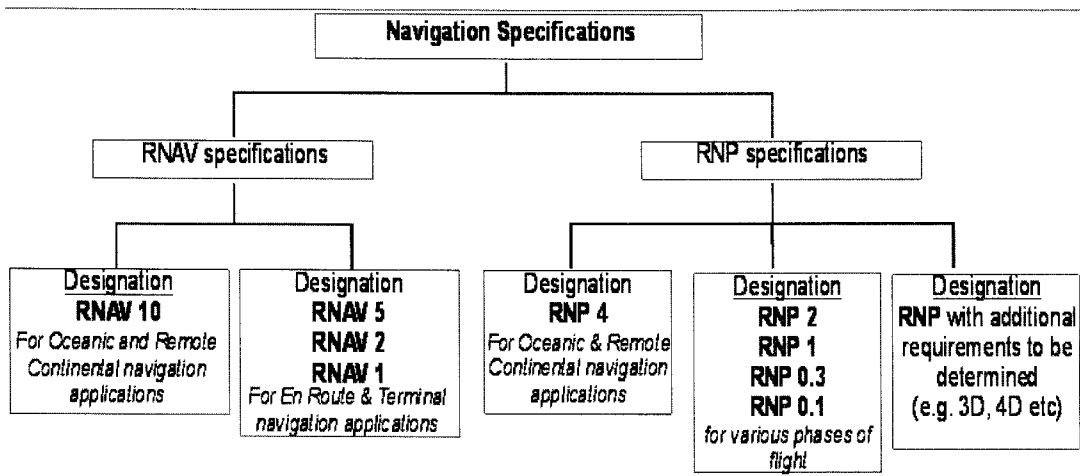


그림 9. ICAO 항법규격 체계

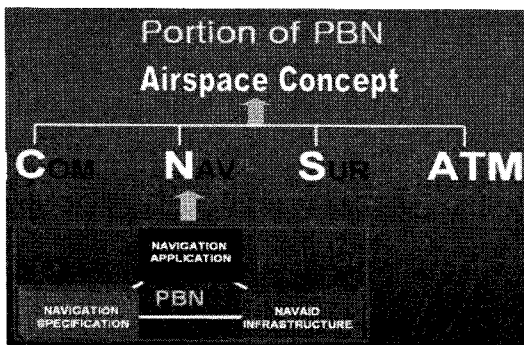


그림 10. CNS/ATM 중 PBN의 부분

3. 결 론

지금까지 CNS/ATM, RNP 및 RNP RNAV에 대해서 검토해 보았다. 앞에서 설명했듯이 RNP의 도입은 폭증하는 항공공통을 완화시키고, 제한된 공역자원을 효율성 있게 이용할 수 있다는 측면에서 매우 긍정적이다. 그러나 현재 ICAO에서 추진 중인 PBN의 이행을 촉진시키기 위해서는 다음과 같은 이슈들이 우선적으로 토의되어야 할 것으로 생각된다. 즉, PBN 항로 설계자 및 이용자들에 대한 PBN 개념 정립을 위한 사전 교육, 관련 Manual 발행, 출판물 및 차트의 표준화, 기존 가용한 항법인프라 사용자들을 위

한 공지수단, 항법인프라 변경을 관리하기 위한 방법, DME사용에 대한 협의, ATC에 운용상태 정보를 제공하는 방법, 이전에 인가된 RNAV 시스템의 계속 활용 문제, RNP 수준과 공역간의 관계, 항법데이터 형식 문제 등에 대한 충분한 논의가 필요할 것으로 생각된다. 무엇보다 중요한 것은 정부주도의 PBN 이행을 위한 국가 PBN 로드맵이 우선 수립되어야 할 것이다. 이를 추진하기 위해서는 정부 관련 기관 즉, 항공안전본부, 군 관련 기관, 관련 학계 및 해당운용사의 전문가들로 구성된 협의체의 구성이 필수적으로 고려되어야 할 것이다. 이들 전문가 집단에서는 현재 국내 항공사들의 PBN능력을 심층 분석하고, 국내 공역 구조상 우선 필요 RNP 공역(항로 등)을 선정하고 PBN 적용 항로 설계에 따른 문제점 및 해결책을 국익 차원에서 검토 제시하여야 하며, 직접 참여자들을 위한 운용지침을 마련하여 발표시키는 것이 ICAO에서 추진하고 있는 국제 표준의 PBN 적용 및 이행에 적극 참여할 수 있다고 판단된다. 참고로 미국 RNP 로드맵에 포함된 내용은 시간적으로 단기(2006-2010), 중기(2011-2015), 장기(2016-2025)적 관점에서의 항로, 터미널 및 접근 공역에서의 RNP운용개념 및 적용 문제와 실행 원칙에 대한 서술 그리고 사용자의 수혜 항목, 현재 산업계의 RNP 장비에 대한 현황 그리고 핵심 정책, 운용 및 연구 이슈에 대한 정의, 산업체 및 정부를 위한 중요 결정 시점 및 일정표에 대한 정의 등이 기술되어 있다. 국내 PBN 로드맵은 단기적으로는 모든 현재 가용한 수단을 이용하는 RNAV 실행에 역점을 두고, 중, 장기적으로는 GNSS 기반 RNP 전환으로의 초점이 맞춰져야 할 것이다.

이렇게 될 때 PBN은 CNS/ATM의 항법 요소를 충족시키게 될 것이고, 예측 가능하고 반복 가능한 비행경로들은 항법이 자유비행의 장기적 개념을 실현시키며, 항법을 범 세계 CNS/ATM 계획의 필수 부분으로서 구체화하는데 기여를 하게 될 것이다.

참 고 문 헌

1. PBN(Performance Based Navigation) final working draft, 2007.03.7.
2. Kang, J. Y., CNS/ATM Lecture Note, Hankuk Aviation University, 2006.
3. FAA Order 7100.65R Air Traffic Control.
4. Boeing Commercial Airplane Group, Air Traffic Management Concept Baseline, NEXTOR Report RR-97-3.
5. Mohleji, S. C., et.al., "CNS/ATM Architecture Concepts and Future Vision of NAS Operations in 2020 Timeframe", AIAA paper 2003-6790, presented at the ATIO Conference, Denver Colorado, Nov. 17-19, 2003.
6. ICAO Document 9613, Manual on Required Navigation Performance.
7. RTCA/EUROCAE Document DO-236A/ED-75A, Minimum Aviation System Performance Standards: Required Navigation Performance for Area Navigation.
8. 김장환, 안재형, 강자영, "CNS/ATM 능력과 필수항법성능 기반 지역항법의 운용," 한국항공경영학회 논문지, 2006. 12.