# 성능기반항법의 전환과 실행계획 분석

## Transition to Performance-Based Navigation and Global Implementation Plan

강자영*, 김장환(한국항공대학교)

## 1. 서 론

미국을 비롯한 세계의 여러 국가들은 항공운송을 위해 성능기반 지역항법(Performance-based RNAV)으로 이동하고 있다. 현재 미국은 자국의 공역을 통하여 확보된 좀더 정확하고 예측 가능한 비행경로를 비행하기 위한 항공기 항법능력을 활용함으로써 세계 필수항법성능(RNP) 절차의 도입 및 공역 재구성을 추진하는데 주도권을 취하고 있다. 이러한 성능기반 지역항법은 항법정확도 및 비행경로 예측의 수준을 한층 높여 공역의 효율 및 수용량을 개선할 것으로 기대된다.

본 논문의 목적은 현재 국제적으로 전개되고 있는 성능기반항법의 전환계획과 그 실행 전략을 조명해보고, 성능기반 항법의 기본원리, 그리고 현행 문제점에 따른 과도기적 대책을 제시하여 이러한 국제적 시스템의 변화 속에서 종속된 입지를 견지하고 있는 우리나라와 우리나라가 속해 있는 지역이 향후 적극 기여할 수 있는 분야가 무엇인가를 생각해보기 위한 것이다.

## 2. 배 경

RNP는 특정절차에 필요하거나 공역에서 운용을 위해 필요한 항법성능 정확도를 의미한다. 지역항법능력과 지역항법 항로 및 항법시스템의 개발은 RNP기반 절차 및 공역설계에 있어서 핵심 구성요소이다. 또 다른 핵심 구성요소는 다른 운용 영역에서 특정 RNP운용을 위한 새로운 최소 성능기반 기준 및 인증 표준을 결정하는 일이다. RNP의 중요한 특징은 항공기와 장애물들간에 분리를 포함하여 운항에 따라 절차나 공역에 대해 요구된 성능의 수준을 규정하는 점이다. RNP하에서 항법요구사항은 특정항법시스템의 성능 능력보다는 오히려 운항요구사항에 기초하여 정의된다. 이것은 절차들이 크게는 지상의 조건에 얽매이지 않고 정의되게 하며, 절차를 이용하는데 필요한 여러 가지 항공기 및 항법시스템의 품질을 인증하기 위한 수단을 제공한다.

오늘날 다양한 등급의 능력을 가진 항공기들이 운항되기 때문에, RNP성능기반 절차는 많은 사용자들과 운용자들이 그들이 원하는 운용영역에서 인증된 항공기를 사용하게 하여 공역의 수용량과 효율을 증대시킬 것이다. 미국의 공역시스템 사용자들은 지난 몇 년 동안 투자해서 얻은 개선된 조종실의 능력과 장비투자의 효과를 찾고 있다. 공역시스템 사용자에 응답하여, FAA는 2002년 8월에 RNP기반 공역 설정 및 절차를 수립하기 위한 계획을 마련했다. 또한, FAA는 RNP계획 및 전략을 개발하기 위한 RNP 프로그램 전담실과 RNP 실행에 필요한 기준, 표준 및 지침의 개발을 촉진하기 위해 터미널지역 운용 권고 조례 위원회(TAOARC)라고 불리는 정부-산업체 합동 포럼을 발족시켰다. RNP 프로그램 전담실과과 정부-산업체 포럼이 만든 초기 작품이 바로 RNP 로드맵인데, 이는 RNP의 이행을 위한 전략을 단기, 중기, 장기로 나누고 있다.

RNP 실행전략은 운용자들의 이익을 위해 공역사용을 최적화하는데 초점을 맞추고 있다. FAA는 또한 미국의 RNP 전략이 일관성 있고 자국의 실행전략을 확고하게 지지되도록 하기 위해 국제적 화합노력에도 많은 지원을 해왔다. 예를 들어, RNP 프로그램 전담실은 유럽 회원국들의 터미널 공역 절차 및 정책 개발을 담당하고 있는 EUROCONTROL 전담팀에 참여함으로써 미국의 RNP전략을 조정하고 있다.

ICAO의 CNS/ATM시스템 세계 항법계획 및 다른 국제협정에 맞춰서 RNP개념이 지역항법 운용에 적용되고 있다. RNP의 이용은 공역계획기관, 절차작성기관, 항공기 및 항공전자 제조업

체, 항공교통관리기관, 항공기 운용사 및 조종사들 사이에 폭넓은 유연성을 허용하고 표준화 작업을 촉진시킬 것이다. RNP는 새로운 기술의 이용을 활성화시키고, 지상기반 인프라에 대한 의존성을 줄이며, 좀더 효율적인 지역항법을 위한 기반을 제공할 것이다. RNP는 현행의 기술들을 활용할 것이며, 산업체가 사용자의 필요 및 요구사항에 맞춰 새로운 기술을 개발할 때 점점 발전되어 나갈 수 있다. 미국은 다양한 사용자 그룹들의 요구에 맞춰 공용의 RNP공역 및 절차를 수립하고 도입하기에 이르렀다.

## 3. 세계 성능기반 항법의 전환 계획 분석

### 1. 미국의 RNP 로드맵 내용

미국의 RNP 로드맵은 단기, 중기 및 장기적 측면의 RNP의 이행 전략을 투명하게 담고 있는데, 여기에는 노력의 우선순위, 핵심정책, 연구 및 분석 이슈들이 시간의 관점에서 서술되어 있고, RNP의 실행으로 공역사용자들에게 발생될 이익 또한 기술되어 있다. RNP 로드맵 이행을 위한 시간의 틀은 2006-2025에 걸쳐 있으며, FAA가 공역의 안전과 이용 효율을 높이기 위해 수립한 운용발전계획(OEP)을 실행하기 위한 시간의 축과도 조화를 이룬다. RNP 로드맵에 포함된 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 단기(2006-2010), 중기(2011-2015), 장기(2016-2025)적 관점에서의 항로, 터미널 및 접근 공역에서의 RNP운용개념 및 적용 문제
- 실행원칙에 대한 서술
- 사용자 수혜 항목
- 현재 산업계의 RNP 장비에 대한 현황
- 핵심정책, 운용 및 연구 이슈에 대한 정의 산업체 및 정부를 위한 중요 결정 시점 및 일정표에 대한 정의

장기적 실행은 이전 노력의 성공을 바탕으로 계획될 것이며, 추가의 항공전자능력을 요구하지는 않을 것이다. 항법성능의 점진적 개선의 필요성은 공역사용자들의 비용부담을 줄이는 방향으로 최소화되어야 할 것이다. RNP로드맵은 자국내의 운항의 모든 단계, 즉 항로단계, 터미널단계, 접근 단계를 기술하고 있다.

### 2. 미국의 실행 원칙 및 전략

미국은 RNP 실행 및 이익 실현을 위해 다음과 같은 원칙을 채택하고 있다.

- 산업체와 정부간의 협력 중시
- 점진적 절차의 실행으로 RNP에 대한 조기 경험 확보. 즉 이익을 측정하고, 이슈를 해결하며, 깨달은 지식의 적용 등을 실감한다.
- 능력의 수준에 기초한 절차들은 그 능력에 비례한 수혜 제공
- 단기적으로 RNP장비에 대한 인센티브 계속 유지. 중장기적으로는 가능한한 의무화 전환
- 이익의 극대화를 위해 새로운 RNP 기준에 기초한 공역의 재설계 필요
- 다른 프로그램과의 연합으로 시너지 최대화 및 자원의 최적화
- 운용자들의 자원과 투자를 유도하기 위해 유럽 및 다른 지역과의 화합에 기초한 RNP의 실행

또한 미국의 RNP 실행 전략은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 특별실행(실현가능하고 이익이 바로 발생될 수 있는 분야에 대한 조기 실행): 데이터 수집 및 분석, 경험 지식, 공용절차로 귀결되는 검증활동 등은 모든 영역에서 조기의 RNP 프로토타입 실행을 통하여 성취한다. 선도 운용자 과정을 통하여 개발되며, 핵심 기준 및 지침서에 기초하여 실행한다.
- 공용절차의 제한적 이용(제한된 목적으로 선택된 승인지침서 및 서명/출간된 기준으로부터 개발된 것): 이러한 형태의 실행은 궁극적으로 공용절차의 광범위한 이용을 위한 데이터 수집, 분석 등의 조기 실행을 가능하게 할 것임.
- 턴키방식의 실행(모든 사용자에게 적용되는 서명된 공용절차 및 출간된 승인지침에 기초한 것): 이러한 형태의 실행계획은 달성하는데 많은 시간과 자원이 소요되지만 RNP 실현의 최종목표이다.

### 3. 유럽의 실행 전략

유럽은 항로(En Route)에 항법계획을 적용할 경우 터미널 공역의 용량이 ECAC 운용에 있어서 제한인자(limiting factor)가 될 것으로 인식하였다. 그래서 ECAC의 항법전략은 유럽항법시

스템을 더 개선할 필요가 있다는 방향으로 추진되었다. 사용자 요구사항은 개발에 있어서 주요한 역할을 하였다. 주된 목표는 2000-2015 기간 동안에 유럽항법시스템을 비용 효과적이면서 고객 지향적으로 발전시키는 단합되고 통합된 공통의 틀을 만드는 것이다. 이러한 시스템의 발전을 위해 범세계적 상호운용의 원리가 필수 고려사항이 되었으며, 성능, 상관관계, 관련 인프라가 관건이 된다. 항법전략은 단일 유럽항공교통관리시스템의 실행을 향한 「ATM·2000+ Strategies」에 의해 제안된 운용개발을 지원하고 있다. 또한 이 전략은 ECAC의 CNS/ATM 시스템에 적용하기 위한 ICAO의 세계항법계획과도 일치한다. 유럽전략의 일정 역시 단기(2000-2005), 중기(2005-2010), 장기(2010-2015 및 그 이후) 등 3단계로 나누어져 있으며, 다른 EUROCONTROL의 다른 전략들과도 조화를 이루고 있다. 주요 전략의 초점은 다음사항에 맞춰져 있다.

- ECAC 지역내의 모든 운용에 대한 정의된 RNP 값을 갖는 통합 RANV 환경의 구축
- 자유항로개념(Free Routes Concept)의 실행 활성화
- 2015년까지 완전 gate-to-gate 비행관리가 되도록 4D RNAV운용 이행
- 전체 「ATM·2000+Strategies」의 원칙과 일치하는 국가 항공기의 계속된 운용 지원
- CNS/ATM환경의 여러 응용분야를 지원하기 위해 요구된 성능 수준을 충족시키는 위치 및 항법 데이터의 제공
- ICAO권고에 일치되는 GNSS로의 전환을 확고히 하면서 모든 단계의 운항을 지원하는 위성기반 인프라의 적절한 배치와 지상기반 인프라를 지원하는 합리성

항법분야의 발전은 공역 설계(구조, 구획설정, 관련 항로 망, 적용 가능한 항로간격, 분리 최소거리 및 책임 등)의 개선을 촉진하였고, 항공기 운용과 이용되는 항법장비에 대한 높은 유연성을 허용k고 있다. 궁극적으로 적정한 ATM 툴과 함께 이러한 모든 요소들은 운용자들이 비용효과적인 방법으로 선호하는 최적의 항로를 따라 비행을 할 수 있게 해줄 것이다. 이러한 항법전략은 위성기술의 도입과 광역항법 환경에서의 위성들의 역할을 인정하고 있다. 그러나 시스템의 기술적 개발속도와 제도적 한계를 해결하는데 걸리는 시간 때문에 모든 단계의 운항을 위해 앞으로도 얼마 동안은 지상기반 백업 시스템이 필요할 것으로 판단된다. 장기적 개발에 대한 기술적 실현 가능성은 이전에 수행된 EUROCONTROL의 연구 프로그램에서 검증되었지만 상세한 비용대비 효과 및 실행 일정은 아직 미결 상태이다. 이것은 특히 추가적인 능력(예: 교통흐름을 계획하기 위한 툴, 4D RNAV에서 통신을 위한 데이터 링크)의 개발이 요구되는 분야에서 중요한 것이다. 따라서 항법전략은 기술에 의한 해법보다는 운용요구사항에 의해 좌우된다고 볼 수 있다.

### 4. 터미널 공역의 RNAV

유럽은 1998년에 사용자들에게 RNAV 적용에 대한 비용효과적이고 시의적절한 혜택을 제공하기위하여 B-RNAV의 성능수준을 항로(en Route) 운용에 적합한 수준으로 수립하였다. 그러나 모든 운항단계의 개선을 위해 필요한 운용상의 요구사항은 RNAV이 터미널 공역안까지 확장되어야 한다는 결론에 이르게 되었다. 그 결과로서 EUROCONTROL 및 JAA는 요구성능 수준을 정의하고, 1999년에 표준을 개발하기 위한 일에 착수하였다. 성능의 수준은 EUR Region ICAO Doc 001/RNAV의 P-RNAV과 같다. RNAV 절차의 조기 실행에 대한 압력 때문에 터미널공역에 P-RNAV과 일치하지 않는 RNAV이 잠정적으로 다수 적용되었다. 이익을 극대화하고 모든 운용자들이 효과적인 혜택을 받아야 한다고 생각한 RNAV의 조기 적용론은 상이한 인증 요구사항들을 만들어 내게 되었고 P-RNAV의 통일된 표준의 적용이 필요하게 되었다. 결과적으로 회원 국가의 요구에 따라 EUROCONTROL은 각국의 계획을 조정하고 공통의 실행 방법이 채용되는 것을 확인함으로써 통합된 업무에 착수했다.

## 4. 성능기반 지역항법의 개념

### 1. 국제민간항공기구의 RNP

RNP는 정의된 공역내에서 운용을 위해 필요한 항법성능의 정확도를 말한다. RNP는 성능 및 기능 요구사항을 포함하며, RNP타입으로 표시된다. 이러한 기준은 설계자, 제작자, 항공장비 장착 담당자뿐만 아니라 세계적 운용을 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 핵심 사항은 다음과 같다. 즉 RNP는 항로간격과 지역항법에 대한 버퍼를 축소시키면서 동일한 공역내에 교통용량을 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 공역내에서 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 핵심 요소로서 필수성능 규격에 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 완전성(integrity)과 연속성(continuity)을 제공해야 한다. 실제로 RNP가 수평 및 수직 항법 능력 모두에 적용될 때 기대되는 효과들은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 위도/경도에 의한 비행경로 표시로 항로 및 절차 설계에 유연성 및 적합성 부여
- 운용 효율의 개선
- RNP에 의한 공역 요구사항 축소 및 RNAV 항로와 절차에 의한 공역설계/관리의 개선
- 비행경로의 유연성, 축소된 항로간격 및 교통분리에 따른 수용량 개선
- RNP가 결심 최저점을 감소되게 하여 활주로에 대한 접근성 개선
- 기하학적 수직경로 및 수직 유도각에 기초한 접근절차로 인한 개선된 운용 안전성
- RNP를 기초로 한 접근절차의 이용으로 근접 평행 활주로의 접근성 개선

## 2. 산업계의 RNP RNAV

RNAV은 어떠한 원하는 비행경로 즉 사용자가 선호하는 항로를 허용하는 항법의 한 방법이다. RNAV기술의 응용은 종래의 항법에 대해 많은 장점을 제공한 것으로 나타났다. 사용자가 선호하는 항로란 압력고도 및 바람을 고려하며, 배치되어 있는 항행지원시설과 연계되거나 또는 제한되지 않는 항로이다. 이로써 좀더 직선의 항로를 설계하여 비행거리를 단축시킬 수 있고, 항로에 좀더 많은 교통흐름을 수용하기 위해 이중 또는 평행 항로도 만들 수 있다. 고밀도 터미널 지역을 비행하는 항공기를 위한 우회항로를 제공할 수 있고, 계획 또는 계획되지 않은 비행에 관계없이 대체항로나 비상항로를 만들 수 있으며, 체공패턴에 대한 최적의 위치를 결정할 수 있다.

RTCA DO-236 및 EUROCAE ED-75는 컨테인먼트 요구사항과 지역항법 기능 및 성능기준으로 ICAO RNP 교범의 정확도 기준을 보완하고 있다. 2 x RNP로 정의되는 컨테인먼트 영역은 그 한계를 벗어난 예고되지 않은 항로이탈의 확률이 $1x10^{-5}$보다 작은 항법성능을 정의한다(컨테인먼트 완전성). RNP RNAV은 새로운 장애물의 회피간격이나 항공기간 분리의 결정을 지원한다. RNP RNAV은 표준화된 항공전자의 기능을 통하여 신뢰할 수 있고, 예측가능하며, 반복 가능한 지상추적을 가능하게 한다. 그림 1은 ICAO RNP와 RNP RNAV의 개념을 비교 설명한 것이다.

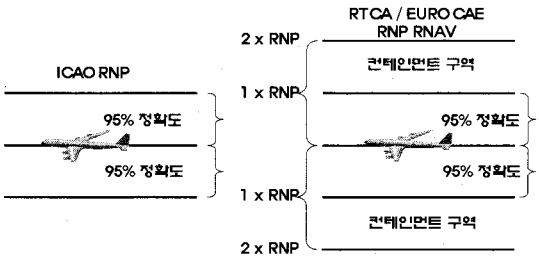


그림 1. ICAO RNP와 RNP RNAV의 개념 비교

그림 2는 RNP RNAV의 컨테인먼트 한계 및 연속성을 나타낸 것이다. 컨테인먼트 완전성은 항법시스템이 제공한 항법성능에 대한 보증의 수준을 의미한다. 이는 항공기 항법시스템이 경보 없이 잘못된 항법정보를 제공하지 않는 비행시간당 확률로서, 그 값은 $10^{-5}$ 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.

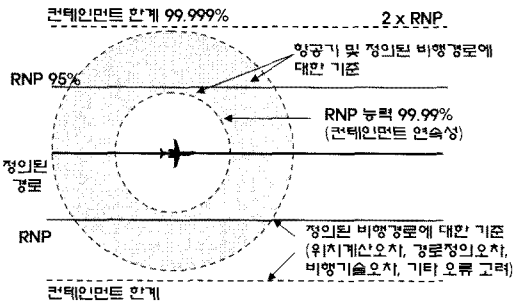


그림 2. RNP RNAV의 완전성 및 연속성

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.

### 3. 문제점 분석 및 과도기적 전략

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 그동안 많은 혼란이 있었다. 현재 FAA, EUROCONTROL, 산업체 등에서 추진되고 있는 RNP와 차이가 있으며, 특히 항공기 탑재시스템에 대해서는 더욱 그러하다. 예를 들어 공역의 95% 컨테인먼트 요구사항을 지원하기 위해 실제로 어떠한 수준의 시스템 성능 및 보증이 필요한지, 신뢰성 있고, 반복 가능하며, 예측 가능한 항법시스템 성능을 위해서 무엇이 필요하고, 항공기 RNAV 시스템을 지원하기 위해서는 어떠한 운용요구사항과 인프라 요구사항이 필요한지에 대해 구체적으로 명시되어 있지 않다. 기존의 95% 정확도시스템이 RNP 공역에서 RNP설계시스템에 상대적으로 어떻게 운용될 수 있을 지도 의문이다. ICAO RNP는 항공기 시스템 성능과 분명하게 연계되지 않은 공역에 대한 전망만을 내놓고 있다. 현재의 ICAO RNP는 RNP 10, RNP 4, RNP 0.3에 대한 적용, 그리고 정확성, 완전성, 연속성, 가용성을 기반으로 하는 컨테인먼트를 포함하고 있지만 터미널 공역 및 접근 요구사항에 대해서는 규정이 불충분하다. 그럼에도 불구하고 RNP 개념은 계속하여 발전되고 있다. 즉 RTCA/EUROCAE는 성능 및 기능 요구사항을 정의하였으며, 보잉사와 에어버스사 역시 나름대로의 다른 형태의 요구사항을 기반으로 하여 RNP 문제를 처리하고 있다. 따라서 현재 ICAO 지역간에, ICAO와 산업계간의 실행 측면에서 차이가 존재하는 상황이다.

따라서 단기적으로는 모든 현재 가용한 수단(GNSS, 지상기반 항행지원시설, 자립항법시스템 등)을 이용하는 RNAV 실행에 역점을 두어야 할 것이고, 중기적으로는 GNSS에 기초를 둔 RNAV RNAV로의 전환에 초점이 맞추어져야 할 것이다. RNP RNAV는 GNSS, GNSS/INS, DME/DME/INS에 기반을 두며, 이들 시스템이 이용되기 위해서는 항법요구사항의 충족이 전제되어야 한다.
또한 RNP의 이행을 촉진시키 위해서는 다음과 같은 이슈들이 우선적으로 토의되어야 할 것으로 생각된다.

- 관련 출판물 및 차트의 표준화 작업
- 기존 항법인프라 사용자들을 위한 공지 수단
- 항법인프라 변경에 대한 관리 체계
- DME 계속 사용에 대한 협의
- ATC에 운용상태정보를 제공하는 방법
- 이전에 인가된 RNAV 시스템의 계속 활용 문제
- RNP 수준과 공역간의 관계
- 항법데이터 형식 문제 등

이러한 항목들 중에서도 RNP기반 간행물 및 차트 등의 표준화 작업은 시일을 요하는 만큼 RNP의 조기 실행을 위해서도 각 회원국 별로 조기 추진이 가능한 분야이다.

## V. 결 론

지금까지 CNS/ATM, RNP 및 RNP RNAV에 대해서 검토해 보았다. 앞에서 설명했듯이 RNP의 도입은 폭증하는 항공교통을 완화시키고, 제한된 공역자원을 효율성 있게 이용할 수 있다는 측면에서 매우 긍정적이다. 그러나 현재 ICAO RNP와 각 지역 및 산업계에서 진행되고 있는 RNP와 일정한 차이가 있다. 이 차이는 많은 토의와 협력을 통해서 언젠가는 극복되겠지만, RNP의 이행을 촉진시키기 위해서는 다음과 같은 이슈들이 우선적으로 토의되어야 할 것으

로 생각된다. 즉, 관련 출판물 및 차트의 표준화, 기존 가용한 항법인프라 사용자들을 위한 공지 수단, 항법인프라 변경 관리체계, DME 계속사용여부에 대한 협의, ATC에 운용상태정보를 제공하는 방법, 이전에 인가된 RNAV 시스템의 계속 활용 문제, RNP 수준과 공역간의 관계, 항법데이터 형식 문제 등에 대한 충분한 논의가 필요할 것으로 생각된다. 또한 시간의 관점에서는 단기적으로는 모든 현재 가용한 수단(GNSS, 지상기반 항행지원시설, 자립항법시스템 등)을 이용하는 RNAV 실행에 역점을 두고, 중기적으로는 GNSS 기반 RNAV RNAV으로의 전환에 초점이 맞추어져야 할 것이다. 이렇게 될 때 RNP RNAV은 CNS/ATM의 항법요소를 충족시키게 될 것이며, 예측가능하고 반복 가능한 비행경로들은 항법이 자유비행의 장기적 개념을 실현시키고, 항법을 범세계 CNS/ATM 계획의 필수 부분으로서 구체화하는데 기여를 하게 될 것이다.

## 참 고 문 헌

[1]FAA, Roadmap for Performance-Based Navigation, Ver 2, 2006.
[2] Boeing Commercial Airplane Group, Air Traffic Management Concept Baseline, NEXTOR Report #RR-97-3.
[3] S.C. Mohleji, 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.
[4] ICAO Document 9613, Manual on Required Navigation Performance
[5] RTCA/EUROCAE Document DO-236A/ED-75A, Minimum Aviation System Performance Standards: Required Navigation Performance for Area Navigation
[6] FAA Order 7100.65R Air Traffic Control
[7] J. Y. Kang, CNS/ATM Lecture Note, Hankuk Aviation University, 2006.