2009년도 공동학술대회 "해양산업의 녹색성장을 위한 선도전략" 논문집 pp. 368~371

GALILEO PROJECT 추진현황 및 대응방안 연구(2)

† 공 현 동

* 국토해양부 부산지방해양항만청 제주해양관리단

The Status and Plan of Galileo Project

† *Hyun-Dong Kong*

† *Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs*

**Busan Regional Maritime Affairs & Port Office, Jeju Maritime Management Division, Jeju 690-704, Korea*

요 약 : 전세계위성항법시스템(GNSS)의 하나로 EU에서 추진중인 GALILEO 프로젝트의 추진현황을 파악하였으며, 특히 최근에 발사되어 각종 신호를 시험하고 있는 GIOVE-A,B 실험위성의 다중경로 오차, 신호강도, 수신안테나 성능 및 L1-E5 신호지연에 대한 분석자료를 소개하였다. 그리고 EU의 GALILEO 프로젝트 진행 상황과 동향을 파악하여 국가적 대응 방향을 제안하고자 한다.

핵심용어 : 전세계위성항법시스템(GNSS), Galileo 프로젝트

ABSTRACT : *.The GALILEO Project is to be the one and only European Global Navigation Satellite System(GNSS). The GIVE-B satellite, a second experimental GALILEO satellite was launched and started the transmission of ranging signals. GIOVE-B satellite is intended as a trueprototype of future GALILEO satellite. So I introduce the standard deviation of code multipath, signal power, antennas performance and L1-E5 group delay etc. Therefore I comprehend the current progress and tend of GALILEO Project and try to propose the national countremeasures.*

KEY WORDS : *Global Navigation Satellite System (GNSS), Galileo Project*

1. 서 론

유럽연합(EU)은 전세계적위성항법시스템(GNSS)으로 대변되고 있는 미국의 GPS와 러시아의 GLONASS 위성 신호를 사회·경제·군사적으로 광범위하게 이용 할 수 밖에 없었다. 하지만 이 시스템을 군사적인 측면에서 지속적이고 안전하게 제공받기 어렵다는 사실이 EU로 하여금 유럽 자체의 GNSS시스템으로 GALILEO를 채택하게 되었다.

최근 영국 일간 Daily Mail에 따르면 미국 정부는 GPS를 구성하는 글로벌 인공위성 네트워크가 내년에 제대로 작동하지 않아 세계 전역에서 수 천만명이 어려움을 겪을 수 있다고 경고한바 있다. GPS에 의존하는 우리나라로서도 심각한 문제가 아닐 수 없다. 내비게이션만 믿고 자동차로 낯선 길을 달리다 내비게이션이 갑자기 다운되면 얼마나 난감하겠는가. 미 공군은 당초 2007년 교체 위성을 발사할 예정이었으나, 오는 11월 이전까지 교체는 불가능할 것으로 보인다. 더욱이 현 궤도상의 위성들이 새롭게 교체될 때까지 제대로 작동될 수 있을지도 의문이다. 특히, 미 회계감사원(GAO)에 따르면 GPS 네트워크는 이르면 내년 초반부터 제대로 작동되지 않을 수 있다며 최근 하원에 제출한 보고서에서 비난한바 있다.

Peter Gutierrez에 따르면 GALILEO는 인간의 이동활동을 유지시킨다고 한다. 그동안 GNSS는 이미 항법의 표준이며 중요한 도구가 되었다. 만약 GNSS 신호가 내일 당장 중단되면 전 세계 선박 및 항공 승무원은 기존의 항법 방식으로 전환하는데 어려움을 겪을 것이다. 위성항법시스템 이용이 확대됨에 따라 신호 오류의 가능성은 훨씬 높아졌으며 운송시스템의 효율적인 운영뿐만 아니라 인명 안전에도 위협을 초래할 것이다.

이에 따라 EU는 GPS나 GLONASS와 상호운영이 가능한 GALILEO를 개발하여 실질적인 GNSS의 새로운 기초를 마련하려 하고 있다. 그리고 현재 GNSS 시스템보다 완전한 GALILEO 위성을 갖추면 오늘날 위성의 신호수신이 어려운 높은 빌딩이 있는 도시에서도 정확하게 위치결정을 할 것이다. 특히, GALILEO는 여러가지 신호 보강을 통하여 추적 및 수신이 더욱 용이하고, 신호교란 및 반사에 더욱 강력히 대처할 수 있을

것이다. 더불어 EU의 GALILEO는 미국의 GPS나 러시아의 GLONASS 위성보다 훨씬 정확하고 신뢰할 수 있는 서비스를 제공하게 될 것이다. 또한, GALILEO 위성을 적도에 훨씬 경사진 상태로 궤도에 올려놓음으로써 극지방까지 이용 범위가 확대되어 GPS가 잘 이용되지 못하는 북유럽에 아주 유용할 것이다. 따라서 GALILEO를 통해 유럽은 지금 보다 더욱 다양한 분야에서 위성이 제공하는 이익를 얻을 수 있을 것으로 기대하고 있다. 본 논문에서는 2013년 정상운영을 목표로 현재 시험중인 GIOVE-A에 이어 GIOVE-B위성의 신호분석 결과를 소개하고, 향후 추진 계획을 파악하여 대응전략을 마련 하고자 한다.

2. GALILEO 시스템 개요

2-1. GALILEO 시스템 구성 및 서비스

GALILEO 시스템은 크게 이용자부분, 서비스부분 및 핵심구조로 구성된다<그림 1>. 이용자부분은 위성항법분야, 수색 및 구조신호 및 수신장비로 이루어지며, 서비스부분은 개방서비스(OS), 무결성 정보가 보장되는 안전서비스(SOL), 부가가치서비스를 제공하는 상업서비스(CS), 정부기관에 이용이 제한된 공공규제서비스(PRS), 수색 및 구조서비스(SAR)로 제공된다. 특히, GALILEO 핵심구조는 우주부분, 제어부분, 정보송신부분으로 구성된다.

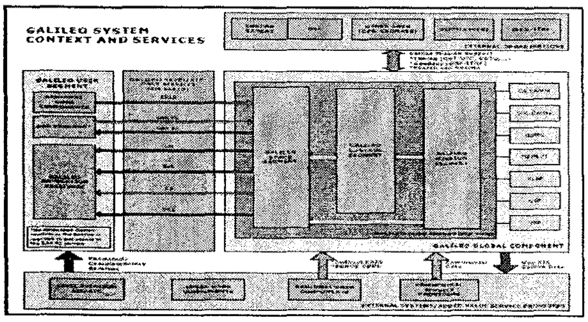

그림 1. GALILEO 시스템 구성도

2-2. GALILEO 주파수 계획

GALILEO 신호 주파수는 1,164MHz~1,2154MHz의 E5a, E5b, 1,260MHz~1,300MHz의 E6, 1,559MHz~1,650MHz의 E2, E1 주파수로 구성되어 있다<그림 2>.

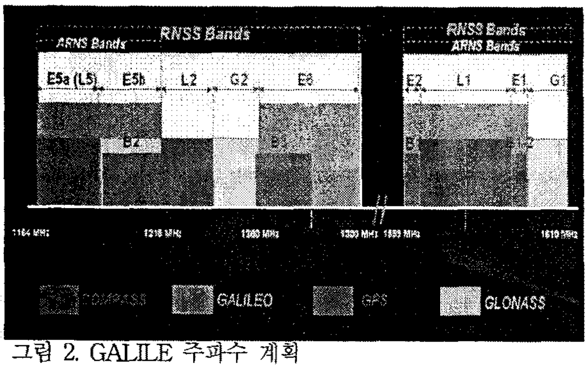

그림 2. GALILE 주파수 계획

3. GALAILEO 시험위성 운영 현황

3-1. GIOVE-B 위성 발사

현재 GIOVE-A('05.12) 및 GIOVE-B('08.4.27)가 GALILEO 시험위성으로써 정상 운영되고 있다.
GIOVE-A의 시험결과는 지난 '08년 춘계 항해항만학회에서 자세히 언급한바 있어 생략하고, 이번 학회에서는 GIOVE-B에 대하여 중점적으로 소개하고자 한다.
'08년 4월 27일 성공적으로 발사된 GIOVE-B는 5월 7일 첫 항법신호를 송신하기 시작하였다. 이는 '07년 7월 EU와 미국간 GALILEO 및 GPS III를 위한 협약에 따라 GPS-GALILEO 공통신호를 특별히 맞춘 파형인 MBOC를 처음으로 사용한 의미 있는 단계였다.
고도로 안정화된 Passive Hydrogen Maser clock를 탑재한 GIOVE-B 신호는 다중경로 및 간섭이 발생하는 지역과 실내 항법에도 이용 될 수 있도록 높은 정확도를 제공할 수 있도록 설계되었다. Javier Benedicto는 "우주에서 고정밀 신호를 송신하는 GIOVE-B를 통해 우리는 GPS와 상호호환 및 상호운영이 가능함을 확인하여 GALILEO가 가장 앞선 위성항법서비스를 제공할 것이다"라고 언급한바 있다. GIOVE-B 위성의 제어센터의 하나인 영국의 Chilbolton의 25m안테나를 통하여 GIOVE-B 신호의 특성을 분석한 결과 GALILEO 시스템의 설계시방서와 일치하는 것을 입증하였다. 매 시간 Redu와 Chilbolton에서 위성경로를 추적한 결과 GIOVE-B는 23,173km의 고도에서 14시간 3분 주기로 공전을 하고 있다. 유럽우주국(ESA)에는 실시간으로 GIOVE-B가 전송하는 신호 스펙트럼을 관측하고 기록하는 장비를 갖추고 있다. 위성에서 생성되는 위성신호 포맷뿐만 아니라 신호출력, 중앙주파수 및 대역폭과 관련하여 여러 측정이 이루어 졌다. 또한 GIOVE-B에는 고정밀 레이저 반사장비 뿐만 아니라 우주환경을 관찰하는 방사능 감시장치가 탑재되어 지구중간궤도(MEO)의 방사능 환경의 특성을 파악하여 향후 GALILEO 시스템의 주요 장비를 시험하는 계기를 마련하였다.

3-2. GIOVE-B 위성 신호분석

3-2-1. 다중경로 오차 분석

GIOV-B 위성신호에 대한 다중경로 오차를 Leuven 사이트에서 앙각 10도로 단위로 다중경로 오차의 표준편차를 측정하였다. 그 결과 CBOC의 다중경로 오차가 BOC(1,1) 보다 20~25% 정도 낮을 것을 알 수 있다. 특히 <그림 3>에서 L1BC-CBOC의 다중경로 오차 성능을 다른 GALILEO 변조신호(E5A1tBOC)와 함께 비교할 수 있다. 향상된 L1BC 신호는 다른 신호에 비하여도 우수하여 앞으로 GALILEO시스템을 사용하게 될 이용자들에게는

기뿐 소식을 주었다.

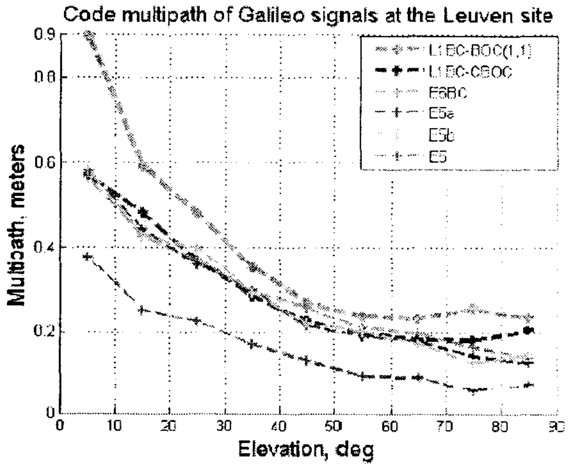

그림 3. GIOVE_B위성에서 전송된 GALILEO신호에 대한 다중경로 오차

3-2.-2. 신호강도 분석

앞에서 언급 했듯이 GIEVE-A 와 GIOVE-B는 다른 전송하드웨어를 가지고 있어 전송되는 신호강도가 서로 다르다. 이전에 발사한 위성과 달리 GLOVE-B는 미래 GALILEO 위성의 시제품으로 GIOVE-A의 신호강도 보다 강한 미래 GALILEO 시스템에 적합한 신호강도를 나타냈다. <그림 4>를 보면 GIOVE-B가 BIOVE-A 보다 L1에서 3dB E5에서 약 5dB 정도 신호강도가 더 높은 것을 볼 수 있다

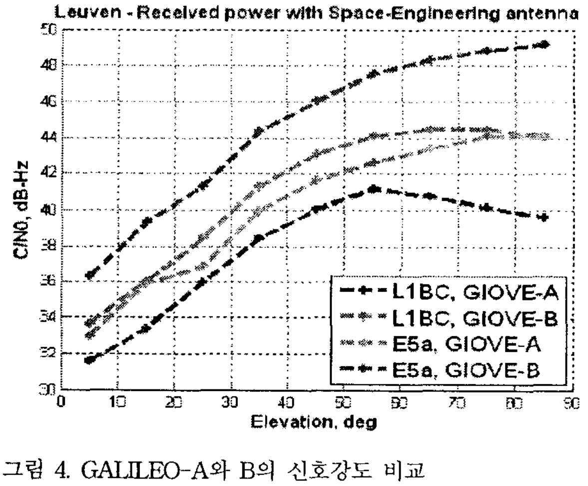

그림 4. GALILEO-A와 B의 신호강도 비교

3-2-3. 수신안테나 성능 분석

GALILEO 신호의 다중경로에 대한 연구를 위하여 다중경로에 강하다고 알려진 Choke-ring 안테나와 Wideband Space Engineering 안테나를 비교하였다. 두 안테나의 수직 함수로 나타낸 신호패턴은 <그림 5>와<그림 6>7에 잘 나타나 있다. L1 밴드 에서는 Choke-ring 안테나의 신호강도가 Space Engineering 안테나 보다 뚜렷이 우수하며, E5 밴드에서도 성능차가 뚜렷하지는 않으나, Choke-ring 안테나의 신호가 강하게 나타났다 결과적으로 Choke-ring 안테나가 Space Engineering 안테나 보다 우수한 결과를 보여주고 있다.

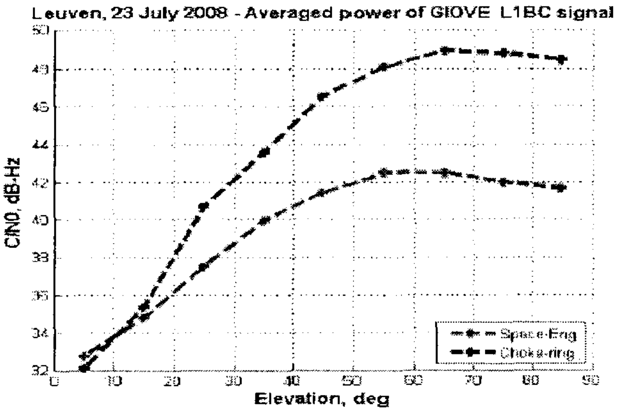

그림 5. Coke-ring과 Space Engineering 안테나의 L1BC 신호 강도

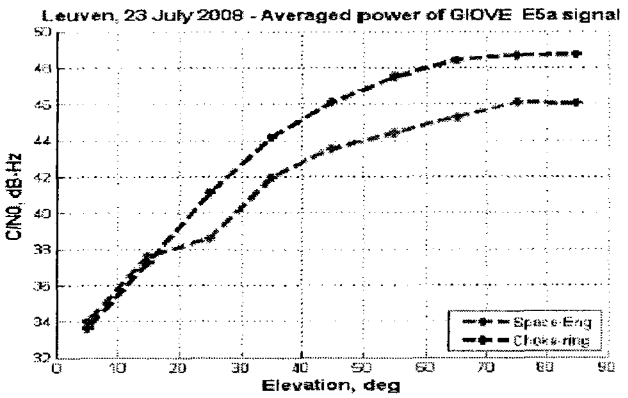

그림 6. Choke-ring과 Space Engineering 안테나의 E5a 신호 강도

3-2-4. L1-E5 신호지연 분석

두 개의 GIOVE 위성은 대략 270m 정도 L1과 E5 사이에서 코드

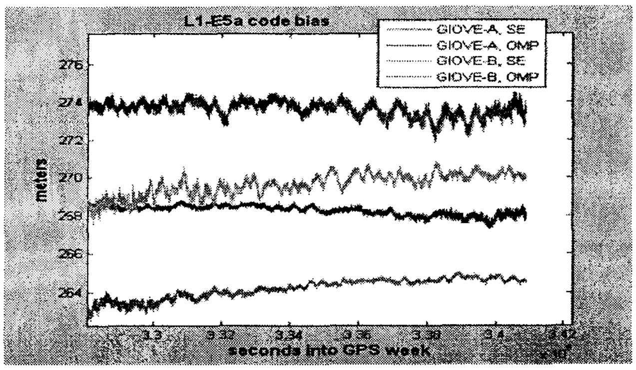

그림 7. Choke-ring과 Space Engineering 안테나의 코드바이어스

바이어스를 가지는 것으로 분석되었다. <그림 7>8에서 뚜렷이 볼 수 있는 것은 초기 Choke-ring 안테나 보다 Space Engineering 안테나의 코드바이어스가 크고, GIOVE-B보다 GIOVE-A에서 더 크게 나타났다.

4. 향후, GALILEO 프로젝트 추진 동향

EU 의회 및 이사회는 GALILEO 감독청(GSA)이 GALILEO 프로그램을 주도하는 실질적인 기관에서 유럽연합(EC)를 보조하는 역할로 구조조정할 것을 제안했다. GSA는 민·관 협력 관련 그 역할을 수용할 것이며 GALILEO 시스템과 EGNOS 구축 및 운영을 위하여 민간컨소시엄을 구성할 것으로 보인다. 한편, '09년 3월 24일 공포한 EC 통신규약 139에 따라 GSA는 보안감사 뿐만 아니라 GALILEO 시장조사 및 진흥을 위한 GSA의 1차 임무가 축소되고, 유럽 전세계위성항법시스템청(GNSS Agency)으로 명칭을 변경할 예정이다.

GIOVE-B를 넘어 향후 GALILEO 프로그램의 다음 단계는 4기의 실험위성을 발사하여 2010년까지 기본 GALILEO 위성과 지상 부분을 건설하는 것이다. 만약 궤도검증프로그램(IOV)이 완성되면 나머지 위성을 발사하여 30개의 같은 위성군으로 정상운영상태(FOC)를 이룰 수 있을 것이다.

그렇게 되면 GALILEO는 유럽의 전세계위성항법시스템(GNSS)이 될 것이며, 민간 통제하에 높은 정확도와 안전성이 보장되는 전세계위치정보서비스를 제공하게 될 것이다. 특히 미국의 GPS와 러시아의 GLONASS와 호환이 가능하며 GALILEO는 실시간으로 1미터 정도까지의 위치 정확도를 가질 것이다.

GALILEO 신호를 이용한 다양한 활용분야도 계획되어 있다. 여기에는 위치정보 및 운송, 농업, 민간분야 등 부가서비스 등이 포함된다.

GALILEO에 대한 전반적인 프로그램은 2013년경까지 30개의 위성체와 지상 시설로 구성되는 GNSS 시스템의 완전한 운영(FOC : Full Operational capability)에 있다. FOC GALILEO 시스템에 소요되는 예산은 시스템 지원에 €1.20억 유로, 지상 임무국 설치에 €2.70억 유로, 지상관제국 설치에 €0.45억 유로, 우주(위성)부분에 €8.40억 유로, 위성발사에 €7 억 유로, 위성 운영에 €1.70억 유로가 소요 될 것이다.

4. 우리나라 대응방안

우리와 인접한 중국과 일본은 오래전부터 독자적 항법 체계의 수립을 시작하여 왔으며, 특히 중국은 Compass라는 전세계위성항법을 추진하고 있다. 이처럼 독자항법시스템을 소유하려는 국가간 경쟁이 치열한 시점이다. 이와 관련 우리나라는 향후 GALILEO 시스템 정상운영에 앞서 무엇을 준비하여야 할 것인가 ?

첫 번째로 전문기술인력의 양성을 꼽을 수 있다. 2013년 이후 Galileo 서비스가 시작되는 것을 대비하여 국내 관련 산업에 효과적으로 적용하고 이용자들의 요구를 충족시키기 위한 전문기술인력의 양성이 시급하다.

두 번째로 EU에서 R&D사업으로 추진하는 FP(Frame of Program)에 참여하여 차세대 GALILEO 기술 확보에 관심을 갖어야 할 것이다.

세 번째로 이웃 중국의 Compass와 일본의 QZSS 등의 제3의 위성항법에 대한 고려도 필요하다. Compass와 QZSS가 차지하고 있는 주파수 대역에 대한 문제를 끊임없이 제기하여 향후 우리나라가 위성항법분야에 진출할 때를 대비해야 한다.

네 번째로는 국가 인프라로 발전될 시간 및 위치 표준이 유사시에도 정상 작동할 수 있도록 대안을 마련해야 한다. 현재로서는 국토해양부가 운영하고 있는 Loran 시스템이 유일한 대안으로 보여 지며, Loran-C 시스템을 성능 개량한 eLoran 시스템을 구축하여 유연하게 대처하는 방안이 필요하다.

국가적 이해관계가 첨예한 GNSS 정책은 충분한 정황 분석과 유연한 대처가 필요하며, 앞서 제안된 과제들에 대해 차분히 준비가 진행된다면 우리나라 측위는 물론 항법 및 시각 이용자들에게 안정된 서비스를 지속적으로 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] *"EC proposes big changes for GSA within GALILEO program" The Journal of Inside GNSS(2009. 4)*

[2] *"European Court of Auditors Cambastes GALILEO Satellite Navigation Program" The Journal of Inside GNSS(2009. 3*

[3] *"GIOVE-B transmitting its first signals" The Journal of Inside GNSS(2008. 5)*

[4] *" GIOVE-B spacecraft in good health" The Journal of Inside GNSS(2009. 4)*

[5] *"ESA's most advanced navigation satellite lunched" The Journal of Inside GNSS(2009. 4)*

[6] *Javier Benedicto., "Galileo Development Status", Galileo Project Office- European Space Agency(2009. 2)*

[7] *Paul Verhoef, "European GNSS programmes Update", (2008. 9)*

[8] *Andrew Simsky, David Mertens, etc, "Multipath and Tracking Performance of Galileo Ranging Signals Transmitted by GIOVE_B", Septentrio Satellite Navigation, Belgium Martin Hollreiser, Massimo Crisci, ESA/ESTEC, Netherlands(208. 9)*