

# 해양분야 응용을 위한 의사위성 실내항법기술의 적용 대상별 비교 연구

심우성\* · 서상현\* · 이상정\*\* · 박찬식\*\*\* · 기창돈\*\*\*\*

\*한국해양연구원

\*\*충남대학교

\*\*\*충북대학교

\*\*\*\*서울대학교

## The Research of Pseudolite technology by comparison with each applications for marine applications

Woo-Seong Shim\*, Sang-Hyun Suh\*, Sang-Jeong Lee\*\*, Chan-Sik Park\*\*\*, Chang-Don Ki\*\*\*\*

\*Ocean Development System Laboratory, KORDI, Daejeon, Korea

\*\*Chung-Nam National University., Daejeon, Korea

\*\*\*Chung-Buk National University., Cheongju, Korea

\*\*\*\*Seoul National University., Seoul, Korea

**KEY WORDS:** 의사위성, 실내항법, GPS, CDGPS, Pseudolite

**ABSTRACT:** A term of GNSS(Global Navigation Satellite System) is widely used to represent a navigation method for global area using satellite in space orbit. This system can provide accurate and continuous position, and timing sources synchronized to UTC. There are, however, certain disadvantage that system can not operate without line of sight environment to satellite, or system failure of either satellite or control station. It is the pseudolite technology for using indoor and also for back-up equipment of foreign system failure. Especially, ocean applications widely use the GNSS system for navigation, surveying, timing, and management of traffic, so, system failure of GNSS will be very critical problem to affect many aspects of ocean field. In this paper, we experimented the pseudolite technology for several application field to compare the result in different environment. We used the common CDGPS algorithm for in-door navigation and experimented in ocean engineering basin with metallic wall and gymnasiums with concrete wall. We also investigated the comparison result and considerations for ocean applications of pseudolite technology.

### 1. 서 론

전 지구측위시스템인 GPS(Global Positioning System)이 널리 사용되기 시작하여 각종 차량이나 선박, 비행기 등의 전 지구적 측위가 날씨가나 시간에 관계없이 가능하게 되었고 이를 통해 해양의 경우에는 선박의 안전한 운항과 대형해상사고의 예방이 가능하게 되었다. 요즘은 선박의 운항에 필요한 위치 정보를 획득하는 것에서 한발 나아가 단말기들의 시각 동기나 각종 시스템등의 관리 등으로 그 사용 범위가 넓어지고 있는 추세이다. 이러한 다양한 장점을 갖고 있는 GPS는 활용 범위가 넓다는 점에도 불구하고 미국의 기술에 의존하여 개발되었으며 그 시스템의 운영이 전적으로 미국 국방성에 의존하고 있기 때문에 위성항법시스템 미보유국이 전면적으로 사용하기에는 불리한 면을 갖고 있다.

이러한 불안감을 극복하기 위한 대안으로 세계 각국은 자국

기술에 의한 위성항법 시스템의 개발을 경쟁적으로 추진하고 있다. 그러나 이러한 위성항법시스템의 개발은 관련 기술의 종합적 개발과 엄청난 예산이 투입되어 쉽게 이를 수 없는 분야이기도 하다. 의사위성은 GPS의 위성에서 발사되는 신호와 동일한 신호를 지상에서 발사하여 사용자가 위치를 계산할 때, 더욱 정확하게 할 수 있도록 하는 시스템이며 이러한 개념이 GPS의 고장이나 의도된 오류 발생에 대처할 수 있는 백업시스템으로서의 기능을 가능하게 한다.

#### 1.1 의사위성 기술 개요

본래 의사위성은 GPS 개발 초기에 지상에서 그 효용성과 시스템 안정성을 시험하기 위하여 개발된 것이었다. 그러나 지금은 지구 궤도를 돌고 있는 위성과 똑같은 신호를 발사할 수 있는 점 때문에 지상에 설치하여 추가적인 위성신호를 방사하도록 하고 이를 이용하여 Geometry를 개선하는 수단으로 사용되고 있다.

또한 의사위성은 실내항법을 위해서도 많이 활용되고 있다. 즉, 상대적으로 큰 공간을 갖고 있으면서 트인 공간의 건물 등

제1저자 심우성 연락처: 대전시 유성구 장동 171

042-868-7282 wsshim@kriso.re.kr

에 의사위성을 설치하고 이를 이용하여 실내항법을 하는 것이다.

실내항법은 위성신호를 실내에 쏘고 이를 수신하여 위치를 측위하는 방식과 기존 GPS 위성의 신호를 실내에서 직접 수신토록 하는 방법이 있다. 즉, 실내에서 매우 미약하지만 그 신호를 수신할 수 있도록 Carrier Aiding을 주변의 기지국으로부터 받아서 신호를 획득하는 방식인 것이다.(Fig. 1.참조)

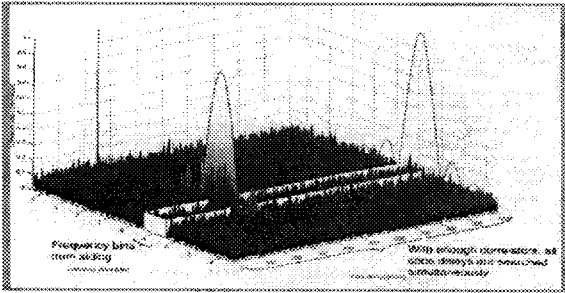


Fig. 1 실내항법을 위한 GPS 미약신호의 획득

Fig. 1의 그림에서 보듯이 GPS 신호는 코드와 캐리어의 상관으로 획득하게 되는데 캐리어의 획득 값을 주변 기지국으로부터 전송받아 이에 대한 연속적 상관으로 미약신호를 획득할 수 있는 것이다.

## 1.2 해양분야에서의 응용 및 연구 목적

해양분야에서는 주로 선박의 위치정보 획득에 GPS를 활용하고 있으며 항만이나 통항량이 많은 지역에서는 레이더와 GPS의 정확한 정보를 이용하여 선박의 안전한 관제를 수행하고 있다. 그런데 만약 GPS가 고장을 일으키거나 Integrity Monitoring에 의해 사용 불가로 판정된다면 전 시스템의 위치정보가 일시에 부정확해질 수밖에 없을 것이다. 이런 경우를 대비하여 백업시스템을 갖는 것이 필요하며 의사위성이 하나의 대안이 될 수 있다.

본 논문에서는 앞서 설명한 의사위성의 활용성을 인정하고 해양분야에 활용하기에 앞서 활용 과정에서의 문제점을 먼저 파악하고자 하였다.

# 2. 본 론

## 2.1 적용 알고리즘을 위한 현황 분석

실내항법을 위해 사용될 수 있는 기술은 크게 Self-calibration과 일반적 CDGPS로 구분된다.

Self calibration 방식은 미국 NASA의 의뢰로 스탠포드 대학교에서 연구한 것으로 어떠한 측위 시스템도 존재하지 않는 화성에서 한 이동체가 움직이기 위해서는 자신의 위치를 알 수 있는 방법으로 보통 관성항법장치나 이미지 프로세싱에 의한 직접적인 주변상황 판단에 의한 이동 방법을 생각할 수 있다. 그러나 관성항법장치는 시간이 지날수록 그 오류 정도가 축적되는 문제를 안고 있어 오랜 시간 탐사가 불가능해지며 이미지에 의한 주변상황 판단도 그 정확도에 문제가 있는 점과 시각정보 분석에 필요한 각종 센서와 프로세싱 로드의 부담 등이 문제가 될

수 있다. 탐사선이 착륙한 후에 의사위성을 탑재한 다수의 기지국을 탐사 지역 주변에 발사한다. 임의의 형태로 퍼진 기지국은 스스로 전파를 발사하여 주변에 놓인 기지국들과 교신을 하고 주변 기지국과의 상대적 배열을 판단한다. 그 후에, rover는 기지국의 배열 속을 탐사하고 이 때, 기지국간의 상호 배열 관계로부터 rover의 움직임에 대한 정확한 위치 정보를 추출하는 것이다.

일반적인 CDGPS(Carrier DGPS)방식은 기지국과 이동국에서의 캐리어 획득값을 이용하여 DGPS 방식을 적용한 것으로 실내항법이 아닌 상황에서도 고정밀도 위치획득을 위해 널리 사용되고 있는 방식이다. 본 연구에서도 의사위성의 적용 대상별 비교를 위한 위치값 획득에 일반적으로 사용되는 CDGPS방식을 채택하였다.

## 2.2 실내항법 알고리즘의 구현

본 연구에 적용한 CDGPS 알고리즘에도 미지정수의 결정과정이 필요하다. 본 연구에서 사용한 미지정수 결정 기법은 알고 있는 위치에서 출발하는 기법이고 미지정수 N의 결정은 다음과 같이 식으로 표현된다.

$$\begin{aligned} N_A^i &= \text{round}\{(\Phi_A^i - r_A^i)/\lambda\} \\ N_B^i &= \text{round}\{(\Phi_B^i - r_B^i)/\lambda\} \end{aligned} \quad (1)$$

여기서  $\Phi_A^i$ 는 A 수신기에서 받은 i번째 위성의 반송파 위상 측정식이고,  $\Phi_B^i$ 는 B 수신기에서 받은 i번째 위성의 반송파 위상 측정식이다. 그리고  $r_A^i$ 는 A 수신기와 i번째 위성과의 실제거리이며  $r_B^i$ 는 B 수신기와 i번째 위성과의 실제거리이다. 여기에 사용된 알고리즘에서는 위성의 위치를 정확히 모르면 미지정수에 영향을 미쳐 위치 해에도 오차가 발생하게 된다. 또한 알고 있는 위치로부터 미지정수를 구한 뒤, 이 값을 계속 사용해야 하므로 Cycle Slip이 발생하면 초기 위치에서 다시 측정을 시작해야 하는 어려움이 발생한다. 그러나 가장 효과적으로 짧은 시간에 구현할 수 있는 방식이어서 본 연구에 사용하였다.

반송파 위상측정치에서 미지정수가 결정되면 이 측정치는 코드 측정치와 동일하게 사용될 수 있다. 기준국 수신기 A와 사용자 수신기 B에 대하여 이중차분된 반송파 위상측정치는 다음의 식으로 나타난다.

$$\Psi_{AB}^{\ddot{i}} = (\Psi_B^j - \Psi_B^i) - (\Psi_A^j - \Psi_A^i) = r_{AB}^{\ddot{i}} + \nu_{AB}^{\ddot{i}} \quad (2)$$

기준국의 위치인  $A = [x^A \ y^A \ z^A]^T$ 와 임의의 기준점  $B_0 = [x_{B_0} \ y_{B_0} \ z_{B_0}]^T$ 이라고 할 때, 기준점  $B_0$ 에서 선형화를 하면 이중 차분된 반송파 위상 측정치를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \psi_{AB}^i = & (\psi_{B_0}^i - \psi_{A_0}^i) - (\psi_{A_0}^i - \psi_{A_0}^i) \\ & - \frac{X_j - x_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} \delta x_{B_0} - \frac{Y_j - y_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} \delta y_{B_0} - \frac{Z_j - z_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} \delta z_{B_0} \\ & + \frac{X_i - x_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} \delta x_{B_0} + \frac{Y_i - y_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} \delta y_{B_0} + \frac{Z_i - z_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} \delta z_{B_0} \\ & + \frac{X_j - x_{A_0}}{\psi_{A_0}^i} \delta x_{A_0} - \frac{Y_j - y_{A_0}}{\psi_{A_0}^i} \delta y_{A_0} - \frac{Z_j - z_{A_0}}{\psi_{A_0}^i} \delta z_{A_0} \\ & \dots \end{aligned} \quad (3)$$

여기서  $\delta x_{B_0}$ ,  $\delta y_{B_0}$ ,  $\delta z_{B_0}$ 는 임의의 기준점  $B_0$ 와 실제 위치  $B$ 와의 위치 오차이다. 기준국의 위치를 정확히 알 수 있으므로  $\delta x_A = \delta y_A = \delta z_A$ 는 0으로 할 수 있으므로 다음과 같이 식을 간략화 할 수 있다.

$$\rho_{AB}^{ij} = h_{AB}^{ijT} \begin{bmatrix} \delta x_{B_0} \\ \delta y_{B_0} \\ \delta z_{B_0} \end{bmatrix} + \nu_{AB}^{ij} \equiv h_{B_0}^{ijT} \delta x + \nu_{AB}^{ij} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} h_{B_0}^{ij} &= h_{B_0}^i - h_{B_0}^j \\ &= \begin{bmatrix} -\frac{X_j - x_{B_0}}{\psi_{B_0}^j} + \frac{X_i - x_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} - \frac{Y_j - y_{B_0}}{\psi_{B_0}^j} \\ \frac{Y_i - y_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} - \frac{Z_j - z_{B_0}}{\psi_{B_0}^j} + \frac{Z_i - z_{B_0}}{\psi_{B_0}^i} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (5)$$

여기서  $m$ 개의 위성에 대한 측정치를 배열하였을 때 얻을 수 있는 DD 연산자를 이용하여  $m$ 개의 위성에 대한 식(4)를 확장하면 다음의 식(6)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \rho \equiv DD \cdot \Psi = & [h_{B_0}^{12} \ h_{B_0}^{23} \ \dots \ h_{B_0}^{(m-1)m}]^T \cdot \begin{bmatrix} \delta x_{B_0} \\ \delta y_{B_0} \\ \delta z_{B_0} \end{bmatrix} \\ & + DD \cdot \nu \equiv H \delta x + \nu \end{aligned} \quad (6)$$

이 식에서 알 수 있는 것은 수신기 A, B에서의 측정치를 이용한 B의 상대 위치이다. 그러나 DD 연산자를 사용하는 과정에서 수신기 채널간의 측정 잡음이 상관을 가지므로 이를 고려하여 해를 구해야 한다. 즉, 이중차분을 취하기 전의 측정치  $\nu$ 의 공분산  $Q_\nu$ 는 이중차분에 의하여 다음의 식이 되며 이를 고려한 가장 최소 자승법에 의한 해는 식(8)이 된다.

$$\begin{aligned} cov(\nu) &= DD \cdot cov(\nu) \cdot DD^T \\ &= DD \cdot Q_\nu \cdot DD^T = Q_{D\nu} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\delta x = (H^T Q_{D\nu}^{-1} H)^{-1} H^T Q_{D\nu}^{-1} \cdot \rho \quad (8)$$

### 2.3 해양공학수조에서의 의사위성 실험

의사위성은 일반 GPS 위성과 같이 신호를 지속적으로 내보내는 모드와 단속적으로 내보내는 Pulsing 모드를 함께 갖고 있다. 펄싱 모드는 의사위성의 신호 수준이 일반 GPS 위성의 신호를 수신한 것보다 강하여 생기는 문제를 해결하기 위한 것이다.

본 실험에서는 연속 모드를 사용하였는데 우선 실내에서의 실험이므로 GPS 신호와의 상관관계에 의한 펄싱모드 사용의 이유가 없고 염려되었던 Near-Far 문제도 각 위성의 전력 수준을 조절하는 것으로 해결할 수 있었기 때문이다.



Fig. 2 해양공학수조환경

실험의 과정은 크게 안테나 위치의 결정, 안테나 및 의사위성의 설치, 방사전력의 조정, 측정값 획득의 순으로 진행되었다.

안테나의 위치는 정확한 값이 필요하기도 하지만 안테나와 지지국이 만들어내는 기하의 구조가 정확한 측정값 획득에 중요한 역할을 한다. 본 연구의 해양공학수조 안테나 설치에 따라 평면에 대한 전파 증첩은 다음 Fig. 3과 같이 예상할 수 있다.

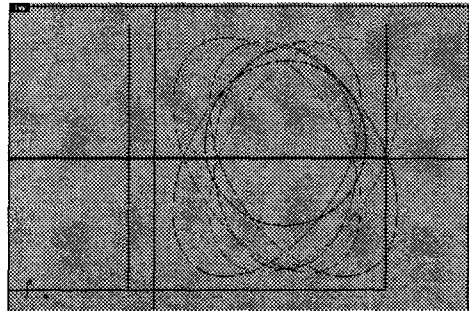


Fig. 3 의사위성 전파의 평면 증첩도

다음의 Fig. 4는 사용한 안테나를 수조 빔에 설치한 모습이다. 철제빔으로 둘러싸인 수조에서는 반사파에 의한 증첩효과가 심하기 때문에 헬리컬형 안테나를 사용하였다.



Fig. 4 수조 빔에 설치한 의사위성 안테나

또한 안테나 위치결정을 위한 네 개의 안테나 설치, 수면 위의 이동안테나, 그리고 기지국으로 사용한 시스템 등의 모습을 그림으로 나타내었다.

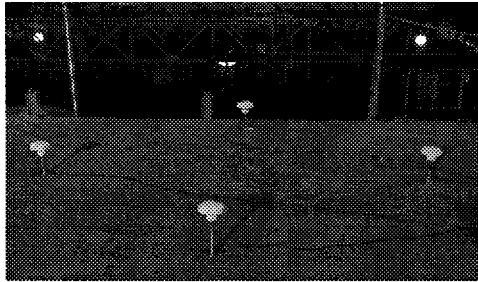


Fig. 5 안테나 위치결정을 위한 4-안테나 설치



Fig. 6 수면 위의 이동체 안테나

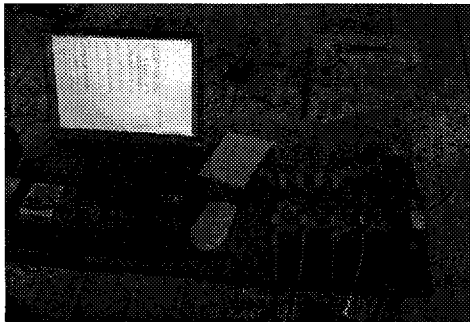


Fig. 7 다중 측정치 획득용 기지국

먼저 전파분석으로 결정한 위치에 안테나를 설치하고 더욱 정밀한 의사위성의 위치값은 4안테나를 이용한 위치결정기법으로 결정하였으며 그 결과는 다음 표와 같다.

표 1 결정한 의사위성안테나 위치값

방향	위성1	위성2	위성3	위성4	...
X	-10.171	17.299	38.226	-9.496	...
Y	31.224	31.778	32.185	-8.855	...
Z	12.87	12.824	12.863	12.842	...

위성에 대한 이득조정을 실시하여 모든 위성에서 고르게 신호획득을 할 수 있도록 하였다. 이득조정은 전파 출력을 조정하여 수행하였다.

위에서 설명한 실험 환경과 구현한 알고리즘을 적용하여 정적 상태에서의 실험을 수행하였다. 정적인 실험의 결과 비교를 위해 기준국과 이동체 모두, 미리 알고 있는 좌표 위에 위치시켰고 이 두 지점에서 수신기가 6개 이상의 의사위성 신호를 안정적으로 수신할 때에 측정데이터를 저장하였다.

앞의 실험 환경 그림과 같이 수면 위에 띄운 보트에 이동체를 고정시켰고 기준국은 철재 패널 위에 고정시켜 실험을 수행하였다.

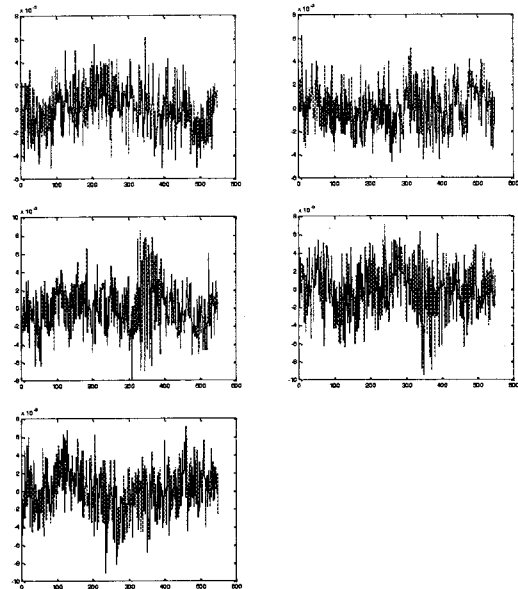


Fig. 8 각 위성신호간 이중 차분된 반송파 위상 측정치

Fig. 8은 획득한 각 위성의 캐리어값에 대한 이중 차분값을 나타낸 것으로 그 표준편차가 1.83에서 2.77mm의 값을 나타내었다. 이 값의 의미는 곧바로 위치의 정확도가 되는 것이 아니지만 의사위성을 이용하여 획득할 수 있는 캐리어의 안정적인 획득이 가능함을 보여주는 것이다.

위 결과를 이용하여 구현한 CDGPS 알고리즘에 의해 계산한 정적 상태에서의 사용자 안테나 측위 결과는 2drms에서 수평면에 대하여 3.66mm정도의 표준편차를 갖는 정확도를 보이고 있음을 다음 Fig. 9에서 알 수 있다.

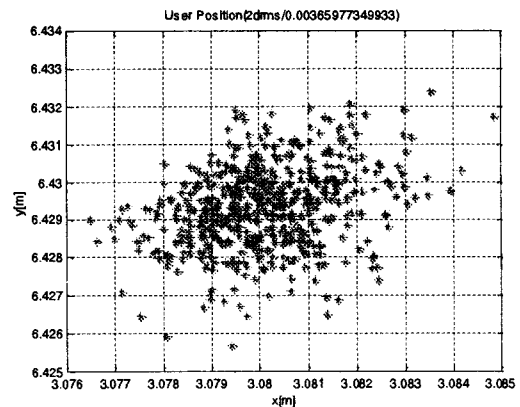


Fig. 9 정적 상태에서의 이동체 위치 분포

다음으로 동적환경에서의 실험을 수행하였다. 그러나 동적환경에서는 약간의 움직임에도 위성신호를 놓치는 현상이 계속하여 발생하였다. Fig. 10은 동적 실험에서 짧지만 연속적으로 획득한 위성들의 캐리어 획득값에 대한 이중차분값이다. 그러나 계산에 의미가 없을 정도로 일정한 분포를 갖지 못함을 볼 수 있다.

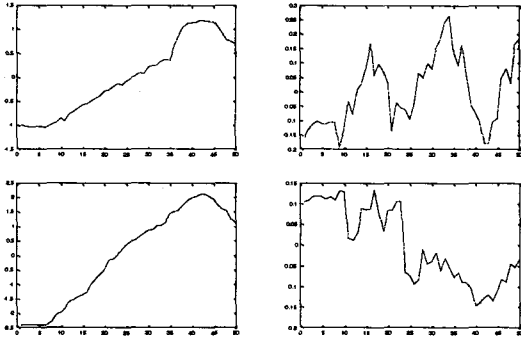


Fig. 10 동적 실험에서의 이중차분된 반송파 위상 측정치

위 그림과 같이 동적 실험에서는 정확한 위치를 구할 수 없었는데 그 원인은 심각한 다중경로에 의한 신호간섭으로 수신기의 추적 알고리즘이 제기능을 다하지 못하는 것이 가장 큰 요인으로 판단되었다.

## 2.4 체육관에서의 의사위성 실험

다음으로 바닥이 목재이고 벽면이 콘크리트인 대전 충무체육관의 다목적 체육관에 위성 안테나를 입식으로 설치하고 앞서의 실험을 재차 수행하였다.

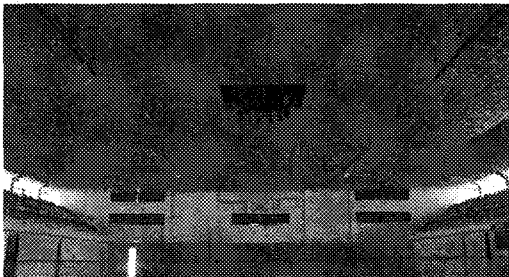


Fig. 11 체육관의 공간 환경

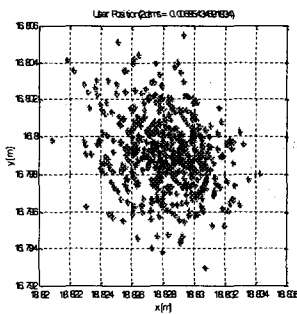


Fig. 12 체육관의 정적 위치분포

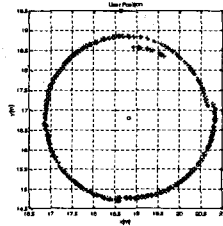


Fig. 13 동적 위치분포

체육관 실험에서는 천장에 안테나를 설치할 수 없어 스탠드를 사용하여 설치할 수 밖에 없었다. 그러므로 개방형 공간에서, 그리고 수조에서의 실험 보다 위성 안테나의 높이가 상당히 낮아졌고 이로 인해 전파 중첩 지역이 넓어졌지만 이동 거리에 대한 전파 전력 수준의 변화가 심할 것으로 예상되었다. 그러나 다음의 그림과 같이 정적 실험에서는 이중차분된 반송파의 위상 측정치가 2.92~4.02mm의 값을 보여 개방된 공간보다는 오차가 크지만 비교적 좋은 성능을 보였다.

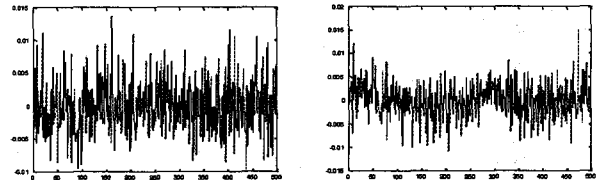


Fig. 14 체육관의 이중차분된 반송파 위상 측정치

이를 이용한 위치값은 정적환경에서 2drms에서 6.854mm로 계산되었으나 지속적이고 안정적인 신호획득이 가능하였다. Fig. 13의 동적환경에서는 사용한 궤적을 따라 신호획득이 가능한 것을 볼 수는 있으나 부분적으로 불안한 곳이 있음을 알 수 있다.

## 2.5 개방형 공간에서의 의사위성 실험

위 두 경우와 비교하여 천장이 개방된 공간에서의 실험을 수행하였다.

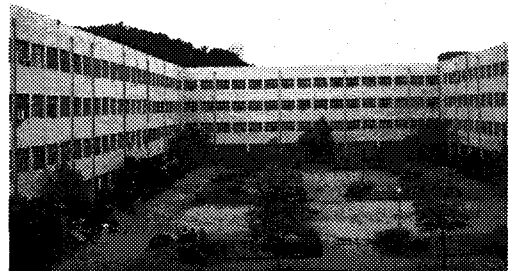


Fig. 15 개방형 공간의 실험 환경

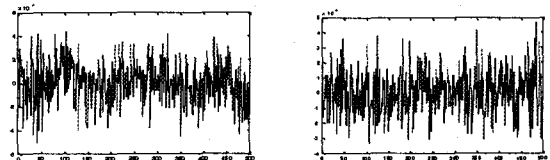


Fig. 16 개방된 공간에서의 이중차분된 반송파 위상 측정치 위 그림에서 이중차분된 반송파의 위상 측정치는 그 표준편차가 1.39mm ~ 2.02mm로 일반적인 GPS의 경우와 유사하게 획득되는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 하늘이 개방되어 다중경로가 제거되는 상황에서는 의사위성을 이용한 신호의 획득이 실제

GPS 신호를 획득하는 것과 그리 차이가 나지 않음을 확인하였다. 또한 위 측정치를 이용하여 위치를 구하여 보면 다음 Fig.17 과 같으며 2drms 일 때, 평면에 대하여 4.493mm 표준편차를 갖는다. 여기서 정적 환경에서는 해양공학수조와 유사한 정도의 정확도를 가짐을 알 수 있다.

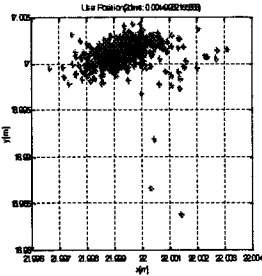


Fig. 17 개방형 공간 정적 위치분포

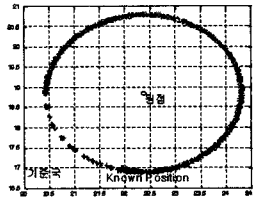


Fig. 18 개방형 공간 동적 위치분포

Fig. 18은 동적 환경에서 실험한 결과이며 기준 안테나를 중심으로 이동체가 원을 그리도록 하였는데 거의 지정한 궤적을 잘 따라가고 있음을 알 수 있다. 즉, 천장이 개방되어 다중 경로 효과가 그리 크지 않은 환경에서는 의사위성을 이용한 동적인 이동체 궤적의 추적이 가능함을 알 수 있다.

## 2.6 실험결과와 비교 분석

Fig. 19에 세 환경의 실험 결과를 종합 비교하였다. 이 비교에서 알 수 있는 것은 해양공학수조에 물이 차있고 철재로 둘러싸인 환경임에도 불구하고 정적 환경에서의 정확도는 다른 환경과 큰 차이가 없었다는 점이다. 즉, 다중경로효과가 매우 큰 환경이라도 일단 신호를 획득하고 정지된 상태에서는 정확한 측위가 수 mm 이내로 가능함을 보인 것이다. 동적환경에서는 천장이 개방된 환경에서만 거의 정확한 위치획득이 가능하였고 체육관과 수조에서는 각각 불안하거나 획득이 불가능하였다. 즉, 정적, 동적 획득치를 비교할 때, 수조와 같이 다중경로효과가 심한 환경보다는 전파의 흡수가 있는 체육관, 그 보다는 공간이 개방된 환경에서의 의사위성을 활용한 측위가 더욱 높은 정밀도를 가짐을 알 수 있다. 이러한 결과는 CDGPS의 기본 측정치인 캐리어 반송파의 이중차분치 결과값의 비교에서도 알 수 있었다.

환경	구조 특징	중정원		체육관		해양공학수조	
		정지상태	동적상태	정지상태	동적상태	정지상태	동적상태
환경	구조 재질	천장이 없는 개방형		밀폐형		밀폐형	
	PDOP	6.44		7.89		13.58	
	안정성	G	G	G	M	M	P
신호 획득	SNR 변동폭 (단위: dB)	1 미만	1 ~ 2	1 미만	5 ~ 15	2 미만	5 ~ 20
	추처리	DDICP 표준편차	1.39 ~ 2.02(mm)	2.92 ~ 4.02(mm)		1.83 ~ 2.77(mm)	
	측위 결과 (2drms)	4.49(mm)		6.854(mm)		3.66(mm)	

Fig. 19 서로다른 실험환경에서의 의사위성 적용 결과 비교

## 3. 결론

세 가지 실험의 비교에서 의사위성 전파의 다중경로효과가 동적 위치획득의 가장 큰 저해요인으로 판단되었고 폐쇄된 공간이라 하더라도 전파 흡수율이 높은 곳에서는 다중경로효과가 떨어짐을 알 수 있다. 해양에 의사위성을 활용할 수 있을 것으로 예상되는 응용 분야는 주로 연안이나 항만과 같은 대형 구조물이 있으면서도 상대적으로 넓은 지역이다. 대형 구조물로 인한 다중경로효과에도 의사위성을 이용한 측위가 가능함을 앞의 실험에서 알 수 있었고 기존의 수신기가 보유한 신호추적 알고리즘의 개선이 이루어진다면 더욱 좋은 성능을 보일 것이다.

해양분야에 의사위성을 활용하기 위해서는 앞으로 위성 자체, 의사위성 전파방사용 안테나, 수신기, 추적 알고리즘 등의 개발이 더 진행되어야 한다. 본 연구를 통해 알 수 있었던 의사위성을 이용한 정밀측위의 가능성은 다중경로효과와 효과적 제거 방안, 해양분야의 응용사례별 의사위성 전력 조절 및 설치 기법 연구 등의 노력에 따라 입증될 것이다. 향후에는 실해역 대상의 실험과 메시지 영역을 이용한 데이터 전송 인프라 실험을 추진한다면 의사위성의 해양분야 위성항법 백업시스템으로써의 의미는 분명히 입증될 것으로 기대한다.

## 후 기

본 연구는 공공기술연구회의 한국해양연구원 기본연구사업 연구결과와 일부임을 밝힙니다.

## 참 고 문 헌

- [1] Bradford W. Parkinson, James J. Spilker Jr. (1994). "Global Positioning System: Theory and Applications Volume II", American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., USA.
- [2] C, D, Kee, H, Y, Kim, D, H, Yun, (2001). "Laboratory and Field Test of Indoor Navigation System using Asynchronous Pseudolite, IndoorNAV-2001 Proceedings, 04-05, July, 2001, Germany
- [3] 홍섭, 홍사영, 심우성, 서상현 (2001). "해양개발을 위한 설계 엔지니어링 고도화", 한국해양연구원 기본연구사업보고서.