



# MTSAT를 이용한 WADGPS의 수평위치 해석

## Analysis of Horizontal Positioning for WADGPS using MTSAT

유 훈\* · 김적교\*\* · 이용욱\*\*\* · 임수봉\*\*\*\*

Yeu Hoon · Kim Jeok-kyo · Lee Yong-wook · Lim Soo-bong

### 要 旨

지상으로부터 생성된 보정신호를 정지위성을 통해 송신하여 광역에 있는 이동체의 위치를 결정할 수 있는 광역보정 위성항법체계(WADGPS)를 구현하기 위한 정지위성으로 일본의 MSAS 위성이 있다. 본 연구에서 MSAS의 MTSAT-2 위성에서 송신한 보정신호를 수신한 성과와 BEACON 수신기를 이용한 DGPS 성과를 비교분석한 결과, 둘 다 기존의 실시간 code DGPS 결과 수준의 양호한 성과를 보여줌을 알 수 있었다. 본 연구의 성과를 적용하여 MTSAT-2 위성과 BEACON 수신기를 함께 활용하면, 지형에 크게 구애받지 않고 실시간의 데이터를 요구하는 LBS 분야나 높은 정확도를 요구하지 않는 지형공간정보취득에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : 광역보정위성항법체계, BEACON 수신기, 실시간 code DGPS, MSAS, MTSAT-2

### Abstract

MSAS satellite is the geostationary satellite for realizing WADGPS that can get the position of moving object in a wide area receiving the correction signal created from a ground using satellite. In this study, we analyzed two different data. One is using the correction signal transmitted from MTSAT-2 satellite of MSAS and the other is receiving the data of DGPS using BEACON receiver. As we compared both data, we could get the conclusion that the position accuracy of both data is also can get up to the standard of the conventional real-time code DGPS. As a result, we can expect that if we use MTSAT-2 satellite and BEACON receiver together, we can apply them LBS part that require real-time data or the obtaining geospatial information that does not require high accuracy much regardless of topography.

Keywords : WADGPS, beacon receiver, conventional real-time code DGPS, MSAS, MTSAT-2

## 1. 서 론

최근 실시간 자료 취득에 대한 관심이 증대됨에 따라 보다 넓은 지역에 대해 기존의 방법보다 효율적인 광역 보정체계의 활용에 관심이 증대되고 있다. 넓은 지역에 대한 보정방법으로는 지역보정위성항법체계(LADGPS : Local Area DGPS), 광역보정위성항법체계(WADGPS : Wide Area DGPS) 등이 있다(Hernández-Pajares et al., 1999). 이 중 광역보정위성항법체계는 지상에 기지국을 설치하지 않고 통신위성을 이용하여 다수의 기지국 네트워크를 통하여 생성된 위치보정신호를 방송함으로써 광역(또는 국가) 내의 어디서나 1개의 GPS 수신기

만으로도 실시간으로 높은 정확도(대략 1m 이내)의 위치 관측이 가능한 광역 DGPS(Differential GPS) 위치관측체계이다(Lee, 2001; Leick, 1995). 또한 광역보정위성항법체계는 지역보정위성항법체계가 가지는 지역적, 비용적 한계를 극복하여 넓은 지역을 한 개의 보정위성을 이용하여 소요되는 모든점을 관측할 수 있는 체계이나 지역보정위성항법체계보다는 정확도가 약간 낮은 단점이 있다(Leick, 1995). Abousalem은 WADGPS를 해결하기 위한 관측접근방식, 위치접근방식, 공간접근방식의 세 가지 알고리즘을 제시하였고 각각에 대한 장단점을 비교하였다(Abousalem, 1996). 이후 1998년 Bertiger등은 자료 처리, 차분보정, 메시지 형태에 대한 소프트웨어를

2006년 8월 21일 접수, 2006년 9월 11일 채택

\* (재)석곡관측과학기술연구원 (hduck75@hanmail.net)  
\*\* (재)석곡관측과학기술연구원 (redbridge@sog.or.kr)  
\*\*\* 교신저자·대한측량협회 측량연구기술연구원 (ywlee@kasm.or.kr)  
\*\*\*\* 동원콘설타트 대표이사 (dwseltd@kornet.net)

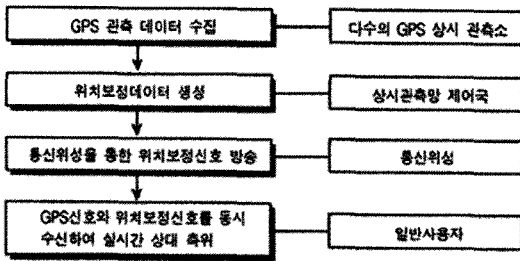


그림 1. WADGPS 운용 체계

개발하였다(Bertiger et al., 1998; Whitehead et al., 1998). 그림 1은 WADGPS의 운용 체계이다.

실제로 이와 같은 체계를 활용하는 국가로는 미국의 WAAS(Wide Area Augmented System), 유럽의 EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), 일본의 MSAS(MTSAT Satellite-based Augmentation System) 등이 있다(Enge and Dierendonck, 1996; Rizos et al., 2003).

WAAS(Wide Area Augmented System)는 미 연방항공국(FAA)이 북미 전역(캐나다, 멕시코 포함)에서 항공기 정밀접근의 성능을 유지하며 육, 해상에서도 사용하고자 개발했다. 미국은 GPS 위성발사 및 운영을 책임지고 있는 국방성과 함께 GPS의 민간이용에 대한 책임을 지고 있는 운수성에서 항공기의 항로비행 및 CAT-I 급(수평 위치 정확도 16.5m)으로 정밀접근 비행과 육상 및 해상 이용자들을 지원하기 위하여 1990년 초부터 개발을 하고 있다.

EGNOS는 두 개의 INMARSAT III 위성 항행 Transponder와 ARTEMIS 위성을 통해서 미국의 GPS와 러시아의 GLONASS 체계에 대해 보정 신호를 방송하게 되었다. EGNOS는 GNSS(Global Navigation Satellite System) 도입에 대한 유럽의 프로그램으로써 GNSS-2에 대한 유럽의 참여인 Galileo 프로그램에 통합될 예정이다(Martens and Latterman, 1999; Lee et al., 2005). EGNOS는 미국의 WAAS 및 일본의 MSAS와 같은 SBAS(Space Based Augmentation System)와 공동 운용이 가능하다. 또 내장된 확장기능을 사용하면 아프리카 동부지역 및 러시아 같은 GEO 위성 방송지역에 대한 서비스를 제공하는 것이 가능하다(Nieto et al., 1999).

MSAS는 일본 운수성에서 운용하고 있는 MTSAT 위성을 통하여 일본 공역 및 인근 지역에 대하여 광역의 위성항법서비스를 실시하는 미국의 WAAS와 유사한 광역보정체계이다.

우리나라 해양수산부에서는 현재 11개의 해안기준국

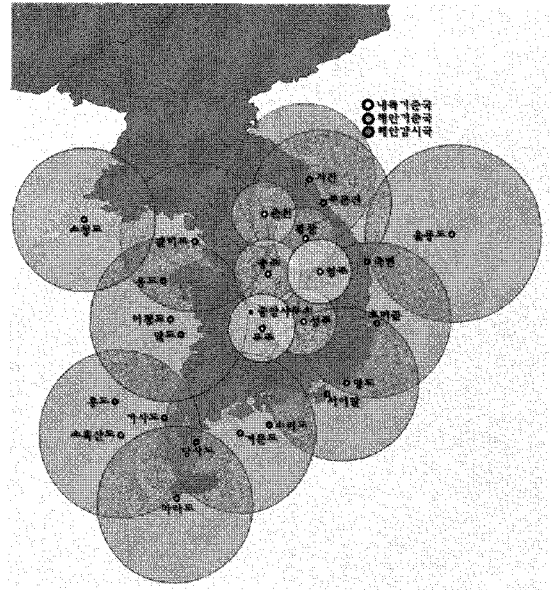


그림 2. 남한의 BEACON 기준국 계획

과 4개의 내륙기준국을 설치하여 기존의 해양 항법에 활용하던 BEACON 신호를 전국에서 수신과 활용이 가능하도록 망을 구축하였다. BEACON 수신기를 이용한 DGPS는 특정 주파수의 라디오파를 이용하여 신호를 전달함으로써 근처의 기준국에서 보정 신호를 받아 위치를 보정하여 보다 정확한 위치를 구할 수 있다. 그림 2는 BEACON에 관한 남한의 기준국 계획이다.

본 연구는 2006년 2월에 일본에서 발사하여 현재 실험관측 중에 있는 MTSAT-2의 SBAS code DGPS 관측값과 국내에서 활용되고 있는 BEACON 수신기에 의한 관측값에 관한 정확도를 해석함으로써 실시간 관측값의 활용 가능성을 고찰하는데 의의를 두고 있다.

## 2. WADGPS의 자료 생성 방법

일반적으로 code를 이용한 실시간 DGPS는 두 대의 수신기를 사용하여 그 중 하나의 수신기를 좌표를 알고 있는 기지점에 위치시키고 의사거리 보정량을 계산한 다음, 미지점의 수신기에서 관측된 의사거리에 적용시켜 조정함으로써 위치 결정값의 정확도를 향상시키나, WADGPS의 경우, 보정자료 생성 방법에서 기존의 DGPS 방법과 다르다(Lee, 2001). WADGPS의 보정에 관한 이론은 다음과 같다.

기준 관측점 A에서 epoch  $t_0$  일 때 관측된 위성 j의 코드사거리는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_A^j(t_0) = \rho_A^j(t_0) + \Delta\rho_A^j(t_0) + \omega^j(t_0) - \omega_A^j(t_0) \quad (1)$$

여기서,

$R_A^j(t_0)$  : epoch  $t_0$  에 관측된 코드역사거리

$\rho_A^j(t_0)$  : epoch  $t_0$  일 때의 기준 관측점 A와 위성간의 실제 거리

$\Delta\rho_A^j(t_0)$  : epoch  $t_0$  의 위성 궤도오차

$\omega^j(t_0)$ ,  $\omega_A^j(t_0)$  : epoch  $t_0$  에서의 위성 시계오차와 수신기 시계오차

Epoch  $t_0$  일 때 위성 j에 대한 코드역사거리 보정량은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$PRC^j(t_0) = -R_A^j(t_0) + \rho_A^j(t_0) \quad (2)$$

$$= -\Delta\rho_A^j(t_0) - \omega^j(t_0) + \omega_A^j(t_0)$$

관측점 B에서 epoch t 일 때의 코드역사거리는 기준 관측점 A에서 관측된 코드역사거리 식 (1)과 마찬가지로 식 (3)처럼 표현될 수 있다.

$$R_B^j(t) = \rho_B^j(t) + \Delta\rho_B^j(t) + \omega^j(t) - \omega_B^j(t) \quad (3)$$

코드역사거리 보정량을 위 식에 적용하면 관측점 B에서 관측된 코드역사거리는 식 (4)와 같이 보정된 역사거리로 산출되어질 수 있다.

$$R_B^j(t)_{corr} = -R_B^j(t) + PRC^j(t) \quad (4)$$

$$= -\rho_B^j(t) + (\Delta\rho_B^j(t_0) - \Delta\rho_A^j(t_0)) - (\omega_B^j(t) - \omega_A^j(t))$$

여기서, 위성시계오차는 서로 상쇄되어 소거된다. 일반적인 경우 기준 관측점과 미지 관측점과의 위성 궤도오차는 서로 같거나 매우 높은 상관관계를 가진다. 따라서 위성의 궤도오차를 무시하면 식 (4)는 식 (5)와 같이 전개될 수 있다.

$$R_B^j(t)_{corr} = -\rho_B^j(t) - c(\delta_B(t) - \delta_A(t)) \quad (5)$$

여기서,  $\delta_B(t) - \delta_A(t)$ 는 관측점 A와 B의 수신기 시계오차의 차이이다. 위와 같은 과정에서 전리층이나 대류권을 통과하면서 발생하는 오차도 저감되어진다(Lee, 2001).

WADGPS는 위성에서 보정신호를 제공함으로써 위치 관측정밀도를 향상시키는 보강(augmentation)체계를 이루고 있는데 이 중 하나가 SBAS이다. 지상에 구축한 체계를 이용하는 경우는 GBAS(Ground Based Augmentation System)이다. 일반적으로 code를 이용한 실시간

DGPS에서는 기준관측점과 미지관측점에서 관측된 역사거리·시계·위성궤도·대류권·전리층 등의 오차 등을 상기 이론식에 의한 보정으로 각 기지국에서 관측시마다 처리하여 이동국에 전송함으로써 위치보정이 이루어진다. 그러나 SBAS에서는 이들의 보정값을 지상의 기지국에서 처리한 다음 위성에 보내면, 위성의 보정신호를 받을 수 있는 어느 곳으로나 송신됨으로써 이동국에서 하나의 수신기만으로 높은 정확도의 위치 관측값을 얻을 수 있다. 즉, 많은 기지국을 필요로 하는 code를 이용하는 일반적인 실시간 DGPS에 비해, WADGPS는 하나의 보정위성만으로 수신가능한 지역이면 어디서나 위치보정에 의한 높은 정확도의 위치 관측값을 얻을 수 있는 장점이 있다.

### 3. 관측 및 관측값 해석

#### 3.1 관측

##### 3.1.1 관측위성

본 연구에서 이용된 MTSAT-2는 일본의 국토교통성이 운용하는 정지위성으로, 민간항공교통과 기상관측에 대한 활용을 목적으로 2006년 2월에 발사하여 현재 실험관측을 수행하고 있다. 그 성능 시험의 검증 결과에 따라 그 효용성이 확대될 전망이다.

MTSAT-2의 민간항공교통에 대한 활용은 앞으로 민간항공 교통의 증대와 다양화에 대응하기 위해 국제 민간항공 기관이 책정한 종래의 항공항법체계(FANS) 계획에 기반을 두었다. 또한 항공위성에 의해 지구 규모에 균일한 항공 보안 서비스의 제공을 목표로 하고 있다. 아시아 태평양 지역의 항공 교통량은 비약적으로 증가하는 경향이 있고, MTSAT 위성들을 이용한 항공관제 체계를 구축하는 것에 의해 해양 상 항공 교통의 안전 확보 관제 처리 능력을 향상시키고 있다. 더욱이 MTSAT-2 위성의 운용 개시 후에는 2004년에 발사된 MTSAT-1R 위성파 2기 체제에 의한 운용을 실시, 민간항공교통에 대한 활용에 의한 서비스 제공에 관해서 신뢰성이 향상되고 있다. 기상 관측에 대한 활용은 일본을 비롯해 동남아시아, 오세아니아 등 각국의 기상감시, 일기예보 등 기상 업무에 이바지하는 것을 목적으로 하고 있다.

##### 3.1.2 관측

본 연구에서는 이미 좌표값이 결정된 기지점에 대해 MTSAT-2 위성의 보정신호를 수신할 수 있는 수신기와 BEACON 수신기를 이용하여 관측을 수행하였다. 이때 사용된 기지점은 국가기준 3, 4등 삼각점의 정확도에 상응하는 기준점으로 관측성과 점점에 적절한 점이다.

2006년 9월 4일과 9월 7일 2일간, 각각 오후 1시부터 5시까지 4시간동안 두 개의 기지점(표 1 참조)을 택하여 2차에 걸쳐 DGPS 실시간 관측한 자료를 사용하였다. 1차 관측은 9월 4일은 1번 기지점에서 MTSAT-2 위성의 보정신호를 1초 간격으로, BEACON 수신기로는 10초 간격으로 동시에 수신하였으며, 2번 기지점에서는 MTSAT-2 위성의 보정신호를 1초 간격으로 수신하였다. 2차 관측은 9월 7일에 실시하였으며 관측시 1번 기지점에서 BEACON 수신기로, 2번 기지점에서는 MTSAT-2 위성의 보정신호를 각각 1초 간격으로 수신하였다. BEACON 수신기를 이용 할 경우 일반적으로 수신간격을 5초 또는 10초로 택하고 있으므로 9월 4일 1차 관측시는 10초 간격으로 관측하였다. 9월 7일 2차 관측은 동일한 조건하에서(1초간격) 보정신호 처리 방법에 따른 정확도 비교를 수행하기 위하여 실시하였다. 특히 실시간 위치결정을 하여야 할 경우에는 1초 간격의 관측값이 필요하므로 이에 대한 정확도를 비교·고찰하기 위하여 2차 관측 작업을 수행하였다.

또한 본 연구에서는 여러가지 경우로 나누어 신호를 수신하였으며 먼저 간섭의 영향을 알아보기 위하여 2006년 9월 4일 기지점 1에서 BEACON 수신기와 MTSAT-2 위성 보정신호 수신기를 그림 3과 같이 관측기준점의 수평위치를 수직선상에 배치하고 관측작업을 수행하였

다. 그림 2는 MTSAT-2 위성 보정신호 수신기(상부에 설치)와 BEACON 수신기(하부에 설치)의 모습이다. MTSAT-2 위성 보정신호 수신기는 삼각대를 이용하여 기지점에서 160cm 위에 설치하였고, BEACON 수신기는 기지점 바로 위에 설치하였다. 이때 BEACON 수신기는 팔미도 기준국의 보정신호를 수신하였다.

3.2 관측값 해석

3.2.1 관측값 도시 및 편차값 산정

관측값을 해석하기 위하여 수신기로 관측된 좌표값과 기지점의 좌표값을 x방향과 y방향으로 나누어 편차를 도시하였고 편차에 대한 RMSE 값을 산정하였다.

그림 4와 그림 5는 BEACON 수신기로, 그림 6과 7은 MTSAT-2 위성으로 관측된 좌표값과 기지점 좌표값과의 편차를 나타낸 그래프이다. 이때 BEACON 수신기의 자료의 경우, 기지국과 전파 간섭에 의해 15:25~15:26까지 약 1분 동안 관측된 자료가 이상값을 보여 그 값은 제외시킨 상태의 자료이다.

또한 기지점 2에서 MTSAT-2 위성의 보정신호를 수신한 결과에 대한 각 좌표점과 기지점 2의 각 좌표 x, y에 대한 편차는 그림 8과 그림 9와 같이 나타났다.

표 1. 기지점의 좌표값

| 대 상 \ 좌 표 | X 좌표        | Y 좌표        |
|-----------|-------------|-------------|
| 기지점 1     | 444816.336m | 202331.327m |
| 기지점 2     | 444819.264m | 202323.884m |

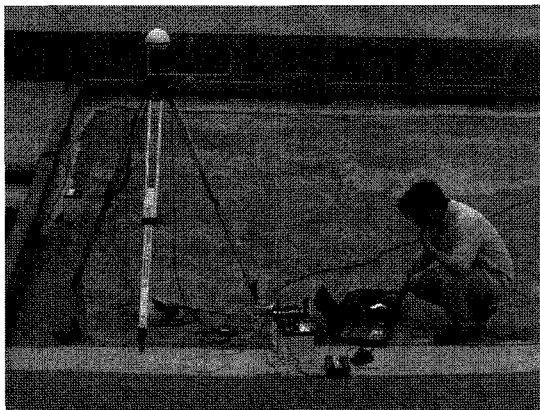


그림 3. MTSAT-2 위성 보정신호 수신기와 BEACON 수신기의 모습

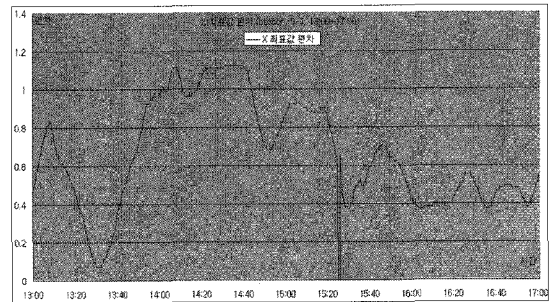


그림 4. BEACON 수신기로 관측된 x좌표값과 기지점 x좌표값과의 편차

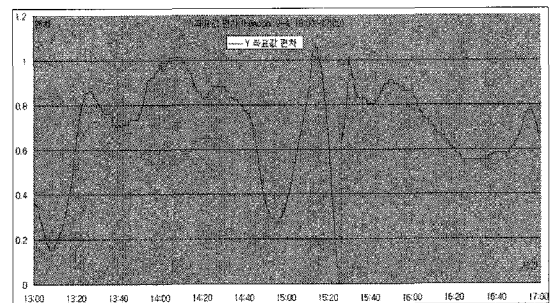


그림 5. BEACON 수신기로 관측된 y좌표값과 기지점 y좌표값과의 편차

x, y좌표의 편차 각각에 대한 RMSE(Root Mean Square Error) 값은 표 2에 나타난 바와 같다(Taylor, 1997).

9월 7일 수신된 관측값은 기지점 1에서는 BEACON 수신기로 관측하였고, 기지점 2에서는 MTSAT-2 위성 보정신호를 이용하여 수신하였다. 그림 10과 그림 11은 BEACON 수신기로 관측된 좌표값들과 기지점 좌표값과의 편차를 나타낸 것이다. BEACON 수신기로 관측된 값 중 전파 간섭으로 인하여 15:12~15:13분과 16:02~16:03분 각 1분씩 두 번에 걸쳐 발생한 이상값은 제외시켰다.

그림 12와 그림 13은 MTSAT-2 위성 보정신호로 보정된 좌표값들과 기지점 좌표값과의 편차를 나타낸 것이다.

표 2. 9월 4일 관측된 값에 대한 x, y좌표 편차에 대한 RMSE

| 종 류 \ 편 차     | x      | y      |
|---------------|--------|--------|
| BEACON(지점 1)  | 0.716m | 0.733m |
| MTSAT-2(지점 1) | 0.624m | 1.041m |
| MTSAT-2(지점 2) | 0.445m | 0.920m |

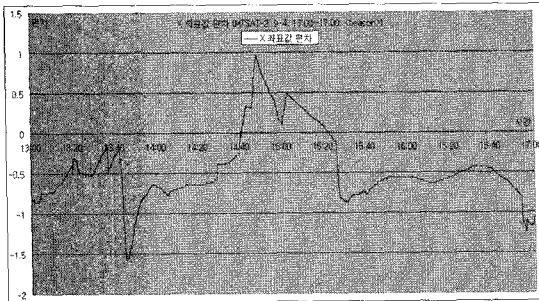


그림 6. MTSAT-2 위성으로 보정된 x좌표값과 기지점 x좌표값과의 편차

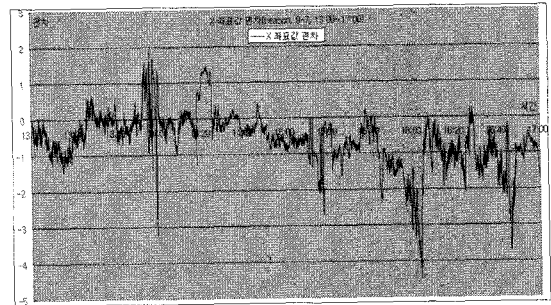


그림 9. BEACON 수신기로 관측된 x 좌표값과 기지점 x 좌표값과의 편차

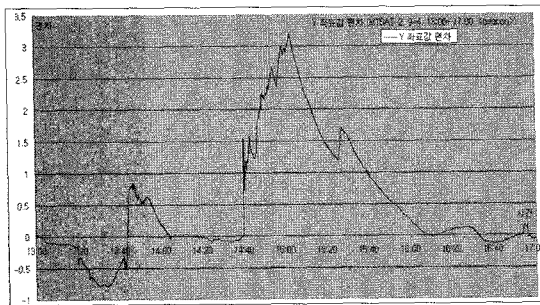


그림 7. MTSAT-2 위성으로 보정된 y좌표값과 기지점 y좌표값과의 편차

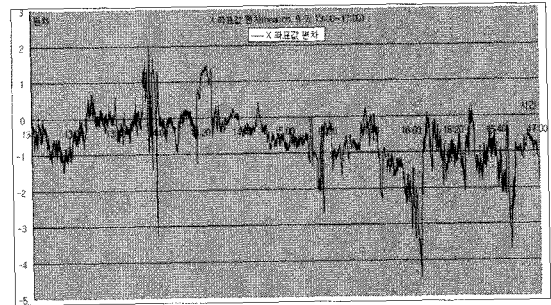


그림 10. BEACON 수신기로 관측된 x좌표값과 기지점 x좌표값과의 편차

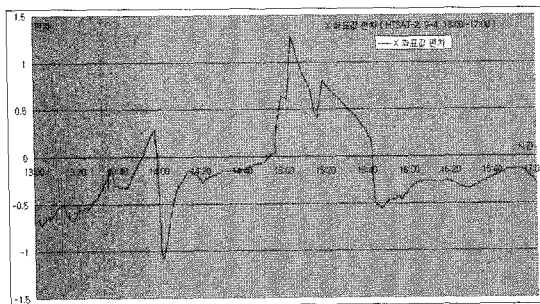


그림 8. MTSAT-2 위성으로 보정된 x좌표값과 기지점 x좌표값과의 편차

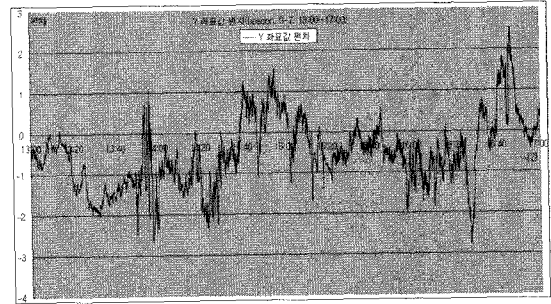


그림 11. BEACON 수신기로 관측된 y좌표값과 기지점 y좌표값과의 편차

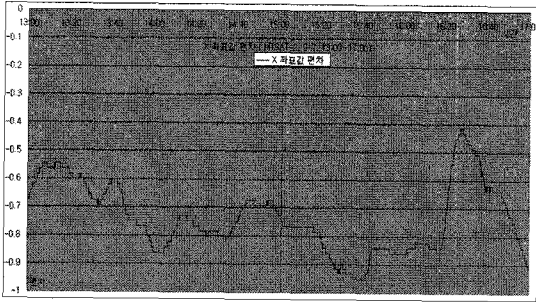


그림 12. MTSAT-2 위성으로 보정된 x좌표값과 기지점 x 좌표값과의 편차

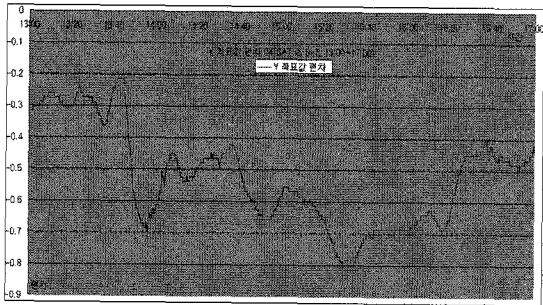


그림 13. MTSAT-2 위성으로 보정된 y좌표값과 기지점 y좌표값과의 편차

표 3. 9월 7일 관측된 값에 대한 x, y좌표 편차에 대한 RMSE

| 종 류 \ 편 차      | x      | y      |
|----------------|--------|--------|
| BEACON (지점 1)  | 0.958m | 0.973m |
| MTSAT-2 (지점 2) | 0.745m | 0.546m |

표 3은 x, y좌표의 편차 각각에 대한 RMSE값을 나타낸 것이다.

3.2.2 관측값의 비교고찰

본 연구에서는 두 곳의 기지점에서 BEACON 수신기와 MTSAT-2 위성 위치보정신호 수신기를 사용하여 고정된 기지점에서의 x, y 좌표값에 대한 편차를 관찰하였다.

9월 4일 BEACON 수신기와 통신위성 위치보정신호 수신기간의 간섭에 의한 영향을 알아보기 위해 기지점 1에서 동일시간에 동일점에서 관측을 수행하였다. 그림 4와 그림 5는 BEACON 수신기에 수신된 각 좌표의 기지점 1의 좌표에 대한 편차이며, 각 좌표의 편차에 대한 RMSE 값은 표 2와 같이 0.7m 정도로 나타났다. 그림 6과 그림 7은 MTSAT-2 위성의 위치보정신호를 사용한

기지점 1에 대한 관측점의 좌표값 편차로부터 RMSE 값을(표 2 참조) 구한 것으로써 x는 약 0.6m, y는 약 1m 정도로 x, y 좌표 모두 1m 이내로 나타났다. 이는 기존의 실시간 code DGPS 정확도인 1m와 유사한 값으로써 간섭에 의한 영향을 많이 받지 않음을 알 수 있었다. 그림 8과 그림 9에서는 기지점 2에서 MTSAT-2위성의 위치보정신호를 사용한 x, y좌표의 편차를 나타냈다. 이 편차는 기지점 1에서 MTSAT-2 위성의 위치보정신호를 사용한 x, y좌표의 편차와 거의 유사한 형태를 보이고 있으므로 동일 시간에 대한 MTSAT-2 위성의 신호가 균일함을 알 수 있었다. 각 좌표에 대한 편차의 RMSE 값도 1m 이내로 나타났다.

9월 7일 관측된 자료는 기지점 1에서 BEACON 수신기로 단독 관측을 한 것이다. 기지점 2에서는 MTSAT-2 위성 위치보정신호 수신기로 단독 관측을 하였다. 그림 10과 그림 11은 기준점 2에서 BEACON 수신기로 수신된 각 좌표에 대한 편차를 나타낸 것이다. 각 좌표에 대한 편차의 RMSE 값도 표 3에서와 같이 1m 이내로 나타났다. 또한 그림 12와 그림 13에서는 기지점 2에서 MTSAT-2 위성의 위치보정신호를 사용한 x, y좌표의 편차를 보여주고 있으며, 각 좌표에 대한 편차의 RMSE 값은(표 3 참조) 약 0.6m 정도로 나타났다.

현재 BEACON 수신기는 기준국들에 의해 위치보정을 받고 있으며 이미 많은 관측 자료로 인해 그 활용성이 검증된 DGPS 수신기이다. 본 연구에서도 동일 지점에서 각기 다른 날짜에 관측된 자료의 RMSE 값이 1m 이내로 도출됨으로써 기존 실시간 code DGPS 자료의 정확도와 유사함을 알 수 있었다. 그러나 여러 종류의 간섭으로 인해 값이 간혹 큰 오차를 보이는 이상현상이 나타났다. 본 연구에서도 관측한 4시간 중 약 1~2분 정도 큰 오차를 보이는 특수한 경우가 나타나 그 부분의 값은 제외시키고 RMSE 값을 구하였다. BEACON 수신기의 성과는 해안지역과 같이 간섭의 요인이 거의 없는 지역에서는 좋은 정확도를 나타낼 수 있으나, 산간지역이나 고층화된 도심지역에서 발생할 수 있는 라디오파에 대한 차단, 간섭 등 방해요인이 큰 지역에서는 실시간 위치 정확도 확보에 어려움이 생길 수 있을 것이다.

2006년 2월부터 시험방송중인 MTSAT-2 위성의 위치보정신호를 수신한 경우를 살펴보면 표 2와 표 3에서와 같이 기존의 실시간 code DGPS에서 보여주는 1m 정도의 RMSE 값을 나타내고 있었으며, BEACON 수신기와 거의 비슷한 RMSE 값을 나타내고 있었고 기존 실시간 code DGPS의 정확도와도 차이가 거의 없었다. MTSAT-2의 위성신호는 라디오파를 사용하는 BEACON 수신기와 다르게 위성전파를 사용하기 때문에 라디오파가 도달하

기 힘든 산간지역이나 간섭이 심한 도심지역에서 보다 더 효율적으로 사용될 수 있음을 알 수 있다. 또한 별도의 수신기나 지상기준국이 없어도 되므로 넓은 지역에 대해서 보다 편리하게 양호한 정확도의 위치정보를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

앞으로 통신위성의 위치보정신호를 이용한 실시간 광역 SBAS code DGPS를 활용한다면 기존의 DGPS의 단점을 보완할 수 있을 것으로 판단된다. MTSAT-2 위성과 같은 보정위성을 보유하여 위치정보를 얻는다면 산간지역이나 고층빌딩이 밀집된 도시지역에서 발생할 수 있는 신호차단을 방지할 수 있어 정확한 위치값 확보, 항공 및 해상 항법 등의 응용 분야에 보다 활용성이 증대될 수 있을 것으로 사료된다.

### 5. 결 론

MTSAT-2 위성의 위치보정신호를 사용한 SBAS code DGPS와 BEACON 수신기를 이용한 DGPS의 위치값을 구명함으로써 다음과 같은 결론을 도출 할 수 있었다.

첫째, 기지점 좌표값에 대한 SBAS code DGPS 실시간 측량값이 기존 실시간 code DGPS와 거의 유사한 정확도로 나타났다.

둘째, 많은 기지국을 설치한 환경에서 BEACON 수신기를 이용한 DGPS 실시간 측량을 통해 얻은 관측 좌표값들이 기지국 없이 하나의 통신위성만을 이용하여 위치보정신호를 수신하는 SBAS code DGPS값과 거의 유사한 정확도를 확보할 수 있었다. 이에 MTSAT-2를 이용한 SBAS code DGPS 실시간 측량이 해양뿐만 아니라 내륙에서도 양호한 정확도의 위치정보를 얻을 수 있음을 검증할 수 있었다.

셋째, 우리나라의 경우, 향후 보정위성을 보유하거나 이웃나라의 보정위성을 이용하여 SBAS code DGPS 기법과 이미 구축된 BEACON 기준망을 함께 활용한다면 넓은 지역에 대해서 특수한 지형(지모·지물)에도 크게 구애받지 않고 국내 어디서든 보다 양질의 위치정보를 취득할 수 있으므로 실시간 자료가 필요한 LBS나 높은 정확도를 요구하지 않는 지형공간정보취득에 많은 기여가 될 수 있을 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. Abousalem, M.A., 1996, "Development and analysis of wide-area differential GPS algorithms", Ph. D. dissertation, Development of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.
2. Bertiger, W.I., Bar-Server, Y.E., Haines, B.J., Iijima, B.A., Lichten, S.M., Lindqwister, U.J., Mannucci, A.J., Muller-schoen, R.J., Munson, T.N., Moore, A.W., Romans, L.J., Wilson, B.D., Wu, S.C., Yunck, T.P., Piesinger G., and Whitehead M., 1998, "A Real-Time Wide Area Differential GPS System", Navigation: Journal of the Institute of Navigation Spring.
3. Enge, Per K., Van Dierendonck, A. J., 1996, "Wide Area Augmentation System", Global Positioning System: Theory and Applications Volume II, pp. 117-140.
4. Hernández-Pajares, M., Juan, J.M., Sanz, J., Colombo, O.L., 1999, "Precise Ionospheric Determination and its Application to Real-Time GPS Ambiguity Resolution", Institute of Navigation ION GPS'99, Nashville, Tennessee, USA.
5. Lee, D.R., Lee, H.K., Bae, K.H., 2005, "Performance Analysis of Positioning using Combined GPS/GALILEO System", Korean Society of Surveying · Geodesy · Photogrammetry & Cartography, Vol. 23, No. 3, pp. 283-292.
6. Lee, Y.W., 2001, "Navigation and Geo-Spatial Information Constructon Using WADGPS", Ph. D Thesis, Department of Civil Engineering, Graduate School Chungnam National University, Taejeon, Korea.
7. Leick, A., 1995, "GPS Satellite Surveying(2nd Edition)", John Wiley & Sons, Inc., pp. 409-410.
8. Martens D., Latterman D., 1999, "Stewardship and GPS Modernization One Step on the Road to the Future", ION GPS 99, Vashville, pp. 1747-1754.
9. Nieto, J., Cosmen, J., Garcia, I., 1999, "Interoperability Test Analysis between EGNOS and MSAS SBAS Systems", ION GPS 99, Vashville, TN pp. 221-231.
10. Rizos C., Han S., 2003, "Reference Station Network Based RTK Systems - Concept and Progress", School of Surveying and Spatial Information Systems, The University of New South Wales, Sydney NSW 2052 AUSTRALIA.
11. Taylor J.R., 1997, "An Introduction to Error Analysis (2nd Edition)", University Science Books, pp. 97-101.
12. Whitehead, M.L., Penno, G., Messinger, I.C., Feller, W.j., Bertiger, W.I., Muellerschoen, R.J., Iijima, B.A., Piesinger, G., 1998, "Satloc Real-Time Wide Area Differential GPS system", GPS Solutions, Vol 2, Issue 2.