

GAMIT과 LGO를 사용한 방송궤도력과 정밀궤도력에 의한 GPS 자료 처리결과의 비교 · 분석

Analysis of GPS Data between Precise Ephemeris and Broadcast Ephemeris Using GAMIT and LGO

주현승¹⁾ · 한춘득²⁾ · 유연³⁾ · 최승필⁴⁾

Joo, Hyun Seung · Han, Choon Deuk · Yeu, Yeon · Choi, Seung Pil

Abstract

GPS data acquired at CORS are widely and rapidly used in many application such as information technology industries. In acquisition of GPS data the establishment of standards of reliability and tolerance error range is necessary. This standards is regarded to contain the requirements of selection of using softwares, precise and broadcast ephemeris, duration of data acquisition, and etc. This study focused to present above standards of tolerance error.

In long baseline GPS observation network the RMSE analysed in this study resulted little change when data acquired in 6-hour duration, but the less observation duration resulted less accuracy. Especially in 3-hour observation the accuracy of GPS data decreased rapidly. After analyses of data accuracy in the same observation condition using different computer program between academic and commercial purpose software, the RMSE of academic software resulted less than 1cm compared to 3 to 10cm from commercial software. RMSE analysis between precise ephemeris and broadcast ephemeris resulted similar quantity. Therefore this study regarded to present the reliable establishment of standards of error which can be used in required accuracy in GPS data observation.

Keywords : GAMIT/GLOBK, LGO, Precise Ephemeris, Broadcast Ephemeris

초 록

최근 GPS 상시관측소 자료의 이용이 각종 정보산업분야에서 날로 급증하고 있다. GPS 위치 관측값 취득에 있어서도 사용 소프트웨어별, 정밀궤도력 이용 및 시간대별에 따른 성과의 신뢰성 및 허용오차 기준 마련이 중요한 과제 중의 하나로 논의되고 있다. 이에 본 연구는 GPS 상시 관측소 자료를 이용하여 관측 시간대별, 사용 소프트웨어별, 위성궤도정보별로 분석하여 사용목적에 따른 정확도 허용한계 기준을 설정하고자 수행되었다.

장기선 GPS 관측망에서 연속관측시간대가 6시간까지는 정확도에 큰 변화의 차이가 없었으나 관측 시간대가 줄어들에 따라 서서히 정확도가 저하되다가 3시간 연속 관측시간대부터는 정확도가 급격히 저하됨을 알 수 있었다. 관측조건은 같으나 학술용과 상용 소프트웨어를 적용하였을 경우 학술용에서는 1cm 이내의 오차가 발견되었으나 상용 프로그램의 경우 3cm에서 최대 10cm 까지의 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 위성궤도정보별 분석에서의 위치 관측값은 정밀궤도력과 방송궤도력에서 비슷한 차이가 발생함을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구결과가 위치 관측값의 요구정확도에 적절하게 사용할 수 있는 기준설정의 마련에 필요한 자료를 제공할 수 있을 것으로 판단되었다.

핵심어 : GAMIT/GLOBK, LGO, 정밀궤도력, 방송궤도력

1) 정회원 · (주)동서GNI, 공간연구소장(E-mail:hansjoo@hansjoo.com)

2) 관동대학교 토목공학과 박사과정(E-mail:kosecgps@korea.com)

3) 교신저자 · 정회원 · Department of Geodetic Science, The Ohio State University 박사과정(E-mail:yeon.yeu@gmail.com)

4) 정회원 · 관동대학교 토목공학과 교수(E-mail:spchoi@kwandong.ac.kr)

1. 서 론

1990년대 중반 기준점측량에서 범지구적 위치결정체계(GPS : Global Positioning System) 규정이 적용되면서 국가 기준점 및 공공기준점 등의 모든 기준점측량에서 GPS에 의한 관측 및 좌표계산방식으로 상용화되기 시작하였다.

GPS는 전 세계를 통합 연결하는 VLBI(Very Long Baseline Interferometry) 등과 같은 초장기선간섭계의 등장과 함께 지구타원체에 거대한 network를 형성하여 세계가 하나의 단일좌표계시대로 진입 하였다.

위성에 의한 지구관측은 1950년대에 개발되어 1967년 7월 최초로 미해군 항법위성체계 NAVY(Navigation Satellite System : NNSS)가 일반에 공개되어 m이내의 절대위치관측과 약 수m의 상대위치관측 정확성에 접근하였으며, 1973년 미해군의 TIMATION 프로그램과 미공군의 621B프로젝트가 미국방성 프로젝트로 통합되면서 NAVSTAR (NAVigation Satellite Timing And Ranging)로 명명된 GPS위성이 개발되어, 신호의 수신에 의한 위치 추적시대로 진입하여 동시관측에서 0.1ppm 이내의 정확도로 측량이 가능한 시대로 접어들게 하였다.

1987년 Beutler, Bock Murray 등은 위성에서 발사된 파가 대류권의 전리층을 통과할 때 발생하는 파의 지연현상이 연구되어, 장기선 또는 정밀성이 요구되는 위치관측에서는 2주파수(L1/L2)용 GPS수신기에 의한 관측이 필요하다는 것을 발표하였다(Leick, 1990).

박필호 등(1999)은 GPS관측데이터에 의한 변위량 검출능력 연구에서 변위량은 각각 수평성분에서는 약 2mm, 수직성분에서는 약 8mm에 이른다고 발표하였으며, 강준목 등(2000)은 정밀궤도력에 의한 기선해석시 60km이하의 기선장 관측에서 수cm 이내의 정확도 확보가 가능하다고 발표하였다.

고도화된 정밀·정확성을 확립하기 위하여 GPS관측 자료를 활용한 위치결정방법에는 현재까지 다양한 연구가 수행되고 있다. 장길선(2000)은 GPS위치관측값의 정밀해석을 위한 자료 처리 기법에 관한 연구에서 학술연구용 소프트웨어인 NASA의 JPL(Jet Propulsion Laboratory)에서 개발한 GIPSY-OASIS II, 그리고 미국 MIT공대(Massachusetts Institute of Technology)와 Scrips 해양연구소가 개발한 GAMIT/GLOBK, 상업용 소프트웨어인 Ashtech 사의 Ashtech Office와 각기 병용하여 기선해석 정밀도를 비교 검토한 바 상용소프트웨어가 현저하게 낮다는 결론을 도출하였다.

박관동 등(2007)은 초신속 궤도력을 이용한 신속한 고정밀 GPS 자료 처리 연구에서 위성 궤도력과 방송궤도력을 이용한 자료 처리를 통해 한국 천문연구원 상시관측소 9개소의 자료를 GIPSY-OASIS II 와 Trimble사의 GPSurvey 상용 소프트웨어와 기선해석을 비교한 결과 GPSsurvey는 3차원 RMS오차가 다소 높게 나타났으며, 기선거리에서 비례하여 오차가 증대됨을 확인하였다.

이영진 등(2008)은 2등 기준점 GPS관측자료 기선벡터 추정을 통하여 Bern대학에서 학술용으로 개발한 Bernese GPS Software와 상용소프트웨어인 LGO, TGO를 비교하고 2등 기준점에 대한 기선해석을 수행하여 기선간 벡터 값을 비교·검토한 결과 큰 차이가 없음을 검증하였다.

김지운(2008)은 Bernese와 TGO에 의한 국내 GPS상시관측소 자료처리결과 분석연구에서 학술연구용 소프트웨어인 Bernese에 의한 결과는 정확도가 높다는 기존의 연구결과와 일치된 결론을 도출하였고, TGO의 경우 자료처리의 방식과 경험의 중요성이 성과편차를 2~3cm 이내로 산출할 수 있음을 입증하였다.

상기한 연구사례에서 나타난 바와 같이 GPS위치결정에는 기지점의 정확성, 연속 관측시간, 사용S/W, 정밀궤도력, 방송궤도력 등의 요소들이 정확도 확보에 절대적 영향을 미치게 된다. 따라서 현재까지도 이들 요소에 대한 다양한 검증과 연구가 필요한 실정이며 이를 기반으로 GNSS(Global Navigation Satellite System : 범지구적 위성항법 체계)에 의한 위치결정에 적절한 절차와 방법이 확립되어야 할 것이다.

본 연구는 MIT공대와 Scrips해양연구소가 학술연구용 소프트웨어로 공동 개발한 GPS 정밀기선해석과 3차원 망조정의 GAMIT/GLOBK, 그리고 Leica 회사가 상용 소프트웨어로 개발한 LGO(Leica Geo Office)를 사용하여 국내 상시관측소(43개소)에서 관측된 GPS자료를 GPS연속관측시간대 및 기선거리, GPS위성궤도정보의 정밀궤도력과 방송궤도력, 그리고 각각의 학술연구용 및 상용 소프트웨어 별로 좌표를 계산한 후에 성과변동량을 비교·분석하여 이를 기초로 GPS Network구축, 관측방법, 소프트웨어 사용 등과 같은 기준점 위치 결정시의 체계성 확립 도출을 목적으로 한다.

2. 연구방법

본 연구에서는 전국에 분포되어 있는 43개소의 위성측량기준점을 선정하여 network으로 연결하는 장기선의

광역 기선망을 구성하고, 이들 기준점에서 상시 취득된 96시간(4일) 연속 관측자료를 추출하여 관측시간대별(96시간, 24시간, 12시간, 6시간, 3시간)로 수원(Suwn) 위성 기준점을 고정점으로 한 기선해석과 망조정 계산을 실시하였으며 이에 대한 각각의 관측시간대별 좌표의 변동량을 비교하였다. 이들 자료에 대한 기선해석과 3차원 망조정 계산에는 학술용 GAMIT/GLOBK 소프트웨어와 상업용 LGO 소프트웨어가 활용되었다. 이때 GPS궤도위치 정보는 측량분야에서 상용되고 있는 방송궤도력과 장기선 국가기본측량(전자기준점 및 통합기준점) 및 학술연구용 등에 사용되고 있는 정밀궤도력으로 구분하여 각각의 학술용 및 상용 소프트웨어에 의해 계산하였고 그 흐름은 그림 1에 나타나 있다.

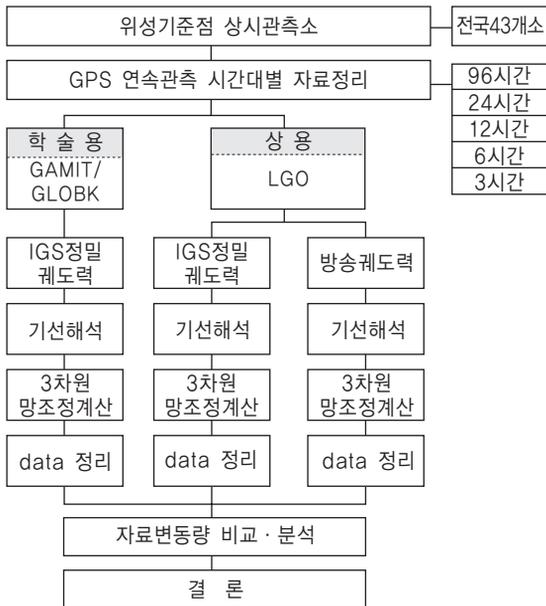


그림 1. 관측값 취득 및 결과 분석 흐름도

3. 관측자료 선정 및 기준좌표 설정

3.1. GPS관측자료 선정 및 기준좌표 설정

본 연구에서의 비교 · 검토기준이 되는 기준좌표계산은 정밀성을 고도화시키기 위하여 전체 96시간 GPS 연속 관측자료를 사용, 수원(SUWN)위성 기준점 고정성과를 고정으로, 학술 소프트웨어 GAMIT/GLOBK에 의하여 정밀 기선해석과 3차원 망조정 계산을 실시하여 43개소의 위성기준점 좌표(XYZ)를 결정(GAMIT/GLOBK에 의한 기준좌표)하였다.

한편, 전 기선에 대한 GAMIT 정밀 기선해석에서는 오차를 최소화하기 위해 표 1과 같은 다양한 조건을 부여하였으며 이러한 조건을 부여한 기선해석의 절차는 그림 2와 같다.

표 1. 오차를 최소화하기 위한 구속 조건 내용

1. 위성의 구속
 - 위성궤도정보는 최종정밀궤도력(Final Orbit)
 - 케플러 궤도요소, 단위는 ppm
 - 태양복사압에 관한 GPS위성(Bernese모형)의 모형계수
2. 해석방법
 - 잠정해(解) 산정 후 최종해 결정
3. 관측량 선택
 - INDEPEND
 - 독립된 관측량으로 해석 바이어스 fix해 산출, 단거리 기선 10km이내에 적용
 - LC-HELP
 - 바이어스 fix해 산출, 기선길이 10~300km에 적용
 - LC ONLY
 - 바이어스 free해 산출, 기선길이 300km 이상에 적용
4. 전리층의 구속 조건
5. 천정 지연 매개변수
6. 대기수평 경사
7. 안테나 위상 보정

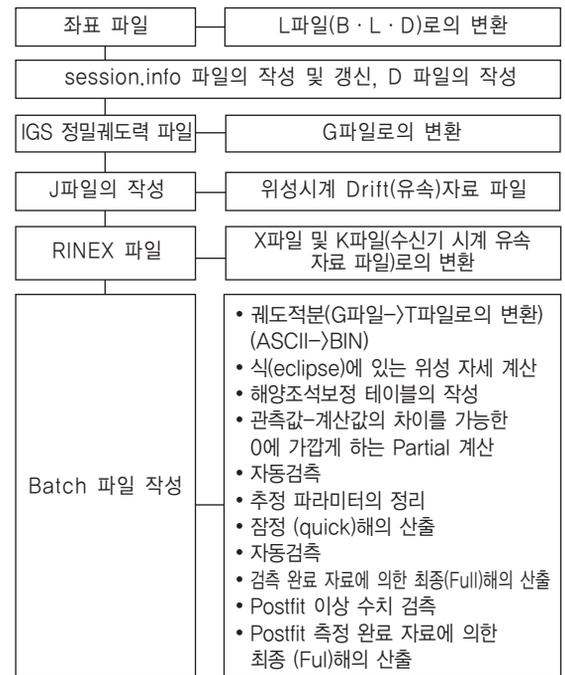


그림 2. 기선해석의 절차

기선해석이 완료되고 최종해를 결정한 후, 수원위성 기준점을 고정점으로 한 GLOBK 소프트웨어에 의한 망조정 계산을 실시하여 3차원 좌표(XYZ)를 산출하였다. 실용에서 필요한 경도, 위도, 타원체고 및 평면직교좌표는 상기한 3차원좌표에서 변환된 좌표값을 사용하고 있다.

3.2. GPS연속관측모형 선정과 기준좌표 설정

GPS 연속관측시간량 및 시간대에 따른 결정위치의 정확성과 사용 소프트웨어에 따른 좌표변동량을 비교·분석하기 위하여 4일간의 연속 관측자료 중에 첫 번째 날(올리우스일 296) 자료를 24시간, 전반12시간(0~12시), 후반12시간(12~24시), 6시간(09~15시), 3시간(10시30분~13시30분)의 다양한 연속관측시간대별로 모형 자료를 선정하여 각기 학술용과 상용 소프트웨어에 의한 기선해석과 망조정 계산을 실시하였다. 또한 GPS위성궤도 오차에 다른 기준점위치 변동량을 연구하기 위하여 상용 소프트웨어 사용에서는 정밀궤도력과 방송궤도력을 구분하여 기선해석과 망조정계산을 실시하였다. 한편 위성관측자료의 취득 조건은 위성고도 15°, 자료 취득 간격을 30초로 일정하게 하였다.

GPS에 의한 망조정을 산출할 때 기지점인 고정점 수가 위치결정의 정확성에 미치는 영향을 분석하기 위해서 전체 작업지구에서 외곽지점 위성기준점 4점(수원, 부산, 강릉, 장흥)을 고정점으로, 24시간 모형 관측자료에 의해 정밀궤도력, 방송궤도력, 학술연구용과 상용 소프트웨어로 구분한 좌표를 계산하였다. 이와 같이 다양한 유형에서 계산된 모든 좌표를 3차원 위치(XYZ)로 산출하였으며, 결과 자료는 연속관측시간대모형으로 구분한 위성궤도 정보와 사용 소프트웨어별로 정리하였다.

각기 모형별로 계산된 좌표는 GAMIT/GLOBK 기준좌표와 비교하여 각 성분별 변동량($\Delta x, \Delta y, \Delta z$)을 산출하고, 이에 따른 변동량 $S(\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2})$ 를 구하였다.

4. 3차원 좌표 변동량 분석

변동량은 상기한 바와 같이 GPS상시 96시간 연속 자료를 IGS 최종 정밀궤도력으로 GAMIT/GLOBK 소프트웨어에 의해 결정된 좌표값(XYZ)을 기준하였으며, GPS 관측시간을 변화시키면서 학술용 및 상용 소프트웨어별 비교, 정밀궤도력 및 방송궤도력 위성궤도 정보별 비교 등 다양한 유형으로 각각 계산하여 변동 벡터값을 산출하였다. 본 연구에서는 위 3가지 요소들이 GPS위치관측

정확도 확보와의 관계에서 그 영향성이 어느 정도 인지를 분석하기 위하여 수행하였다.

4.1. GPS연속관측시간대 변화에 따른 변동량 분석

가. 정밀궤도력과 학술용 소프트웨어(GAMIT/GLOBK)사용

GPS연속수신시간대를 모형별로 구성한 24시간, 전반12시간(0시~12시), 후반12시간(13시~24시), 6시간, 3시간을 각기 별도로 기선해석과 망조정을 계산한 결과, 연속관측 시간대의 동일조건(자료수신간격 30초)에서 수신된 자료의 수량, 즉 GPS 수신 시간량에 따라 위치관측정확도가 변화되는 것을 알 수 있었다.

수신시간 24시간과 후반 12시간에서는 조정 변동량이 0.46cm와 0.64cm로 좌표값의 변화가 거의 없었으며, 전반 12시간, 6시간, 3시간으로, GPS연속수신시간을 반감시키는데 따른 조정 변동량은 1.0cm, 1.3cm, 2.6cm로 증가되는 현상이 나타났다. 특히 3시간대에서는 크게는 무주(MUJU)기준점이 7cm까지의 오차가 발생하였으며 전반적인 오차는 불규칙하게 분포되는 것으로 나타났다. 고정점(기지점)의 배치에 따른 정확도 영향 분석에서는 GPS연속 관측시간 24시간에 4점의 고정점(수원, 부산, 강릉, 장흥)을 배치한 때의 변동량은 0.4cm로 나타났다. 이는 24시간에 1점의 고정점(수원)을 둔 경우와 비교할 때 각 관측점 및 전체관측점 변동량이 미세한 차이로 거의 동일하게 좌표가 산출되었다는 것을 나타낸다. 이러한 결과 고정점의 수량과 배치가 전체 정확도에 미치는 영향이 거의 없다는 것이 확인되었다. 위와 같은 분석결과가 시사하는 바와 같이 학술용 소프트웨어에 의한 GPS 장기선 network에서 GPS 연속관측 시간량을 감소시킴에 따른 결과좌표의 변동량, 즉 오차분포는 크기가 증가되는 현상이 발생하였으며, 특이한 점은 고정점 수의 증가에 따른 결과의 변동량이 미세하다는 것이다.

나. 정밀궤도력과 상용소프트웨어(LGO) 사용

GPS연속관측시간대 모형에 따른 유형별 계산에서 24시간대부터 3시간대까지 수신시간의 반감에 따른 조정 변동량은 시간대별 각기 5.0cm, 5.2cm, 5.2cm, 4.9cm, 5.4cm로 크게 나타났으나 그 변화의 폭은 거의 없으며, 전체 43점에 대한 결과값의 변동량은 불규칙하게 크게는 10cm 이상까지 나타나고 있다. 이를 통하여 상용 소프트웨어가 학술용 소프트웨어에 비해 장기선에 대한 해석능력이 많이 저하된다는 것을 확인할 수 있다.

한편 고정점의 수를 24시간 연속관측의 1점(수원)에서 4점(수원, 부산, 강릉, 장흥)으로 연구범위 외곽지역에 확장시킨 경우는 조정 변동량이 2.84cm로 크게 감소되었다. 그러나 동일조건에서 연속관측을 3시간으로 줄인 때에는 4.65cm로 조정 변동량은 크게 증가되었다. 이것은 상용소프트웨어 사용에서 고정점 배치와 GPS연속관측시간이 정확도 확보에 많은 영향을 미친다는 것을 입증하고 있다.

다. 방송궤도력과 상용 소프트웨어(LGO)사용

GPS수신시간대 모형자료는 “나”항과 동일하게 하고, 상용 소프트웨어 사용과 위성궤도정보의 방송궤도력 적용에 따른 변동량 분석에서는 “나”항의 정밀궤도력 사용과 미세한 차이로 거의 동일하게 한 경우 좌표 결과값의 산출은 정밀궤도력과 방송궤도력이 동일 수신시간대에 복수의 GPS 장비를 설치하는 상대위치관측방법에서 각기 관측점간 기선해석 벡터값 산출에 큰 영향이 없음을 알 수 있다.

4.2. 학술용 소프트웨어와 상용 소프트웨어 사이의 변동량 분석

수신시간대 모형별 변동량은 학술연구용 소프트웨어 사용에서 12시간 이상 연속관측한 경우 조정 1cm 이내의 변동량을 나타냈으나, 3시간으로 연속관측시간을 줄인 때에는 조정 3cm이내, 변동량이 큰 곳은 6cm까지 나타났다. 그러나 동일 자료를 상용소프트웨어로 처리한 경우는 시간대 모형에 관계없이 6cm이내, 변동량이 큰 곳은 10cm이상인 곳도 있다. 이러한 결과를 통해 학술연구용 소프트웨어는 GPS시간대 설정이 정확도 확보에 절대적 영향을 미치지만, 상용 소프트웨어는 광역 지역간 장기선처리에서 한계성이 이 있음이 확인되었다.

그림 3에서 6까지는 학술용 소프트웨어의 경우 연속관측 12시간 그리고 6시간까지는 조정변동량이 약간씩 증가하면서 불규칙하게 발생하였으나 그림 3과 같이 3시간대에서는 급격하게 변동량 크기가 증가되는 현상을 확인할 수 있다. 그림 7과 8의 24시간 연속관측에서 학술용 소프트웨어에서는 고정점수에 관계없이 전체 기준점의 좌표가 2cm이내의 변동량 갖는 것으로 나타났으나 상용소프트웨어는 고정점수와 정밀궤도력, 방송궤도력 구분에 관계없이 변동량분포가 크고 불규칙하게 나타났다. 그러나 상용소프트웨어는 연속관측시간대와 무관하게 조정변동량이 큰 것을 알 수 있다. 그림 9는 위와 같은 분석내용을 종합적으로 보여주는 비교로서 학술용

소프트웨어가 상용소프트웨어보다 월등하게 정확도 확보능력이 높다는 것을 나타내고 있다.

4.3. 위성궤도정보의 정밀궤도력과 방송궤도력의 변동량

상용 소프트웨어 사용의 동일한 조건에서 정밀궤도력과 방송궤도력을 각기 적용하여 변동량을 분석한 결과, 그림 3에서 9에 나타난 바와 같이 그 결과값은 거의 동일한 것을 확인되었다. 이것은 GPS장비의 사용 그리고 상대위치관측으로 해석되는 기선벡터값에 의해 위치를 결정하는 GPS측량 방식에서, 상용소프트웨어를 사용한 경우 위성궤도정보의 정밀궤도력과 방송궤도력에 의한 변동량 비교 차는 거의 없다는 것을 확인할 수 있었다.

4.4. 전체기선과 삼각망구성의 선택기선 해석시 변동량 분석

GPS연속관측 12시간에 대한 전체기선해석에 의한 학술용 및 상용 소프트웨어별 변동량 비교는 상기 설명한 바와 같이 조정 1.0cm와 5.3cm로 정확성에 많은 차이가 나타남을 확인할 수 있었다. 그림 10과 같이 전체 43개소 기준점을 삼각형으로 구성하고 기선을 선택하여 상용소프트웨어로 해석 · 망조정 계산을 한 결과는 전체기선해석보다 조정 변동량에서 5.8cm로 정확도는 저하되는 현상을 확인하였다. 그러나 고정점의 수를 4점으로 한 경우는 그림 11과 같이 조정 변동량은 2.0cm로 반감되는 것이 확인되었다.

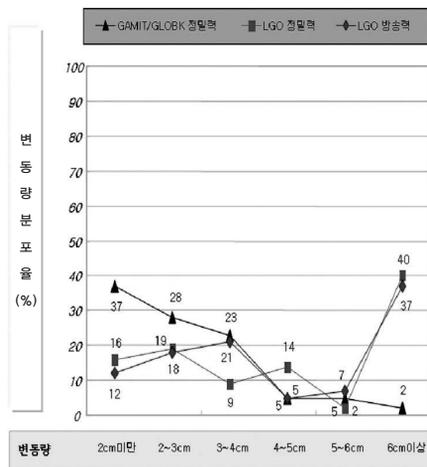


그림 3. GPS 연속관측시간대별 처리 성과의 비교 · 분석 (1점고정, 3시간)

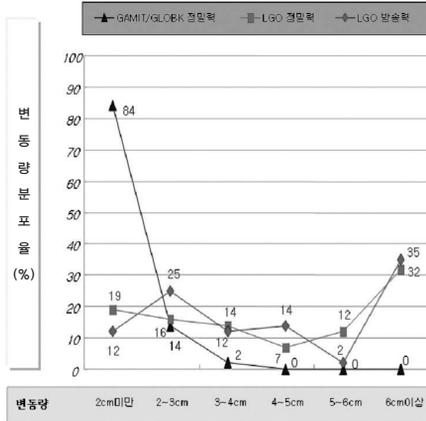


그림 4. GPS 연속관측시간대별 처리 성과의 비교·분석 (1점고정, 6시간)

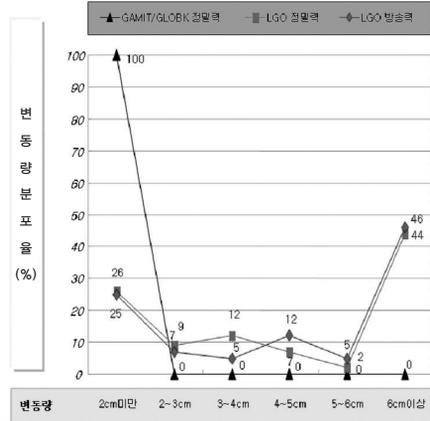


그림 7. GPS 연속관측시간대별 처리 성과의 비교·분석 (1점고정, 24시간)

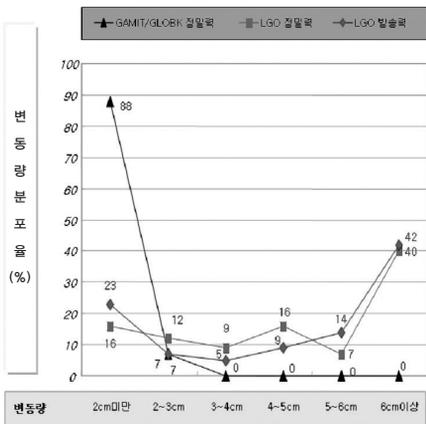


그림 5. GPS 연속관측시간대별 처리 성과의 비교·분석 (1점고정, 전반12시간)

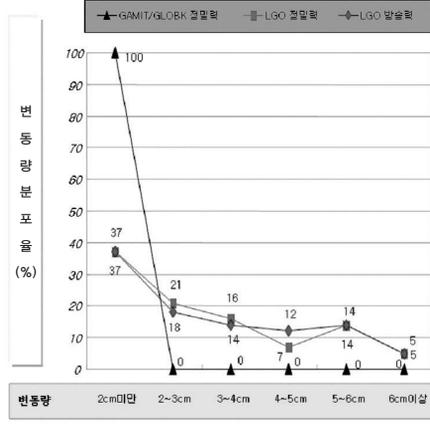


그림 8. GPS 연속관측시간대별 처리 성과의 비교·분석 (4점고정, 24시간)

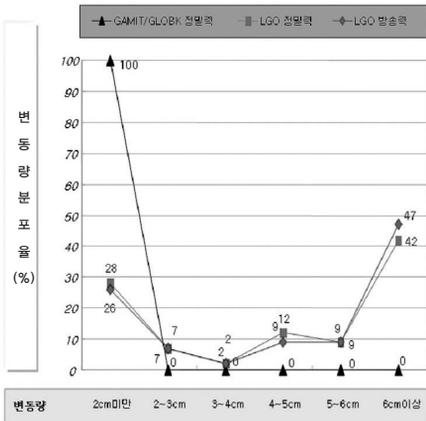


그림 6. GPS 연속관측시간대별 처리 성과의 비교·분석 (1점고정, 후반12시간)

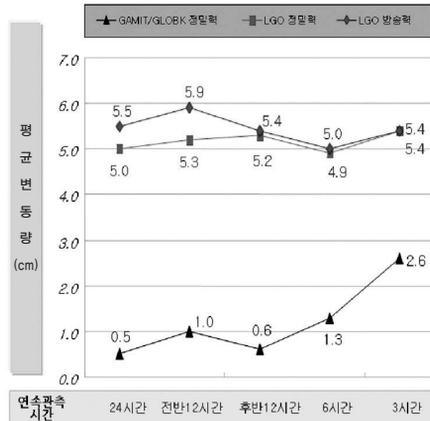


그림 9. GPS 연속관측시간대별 평균변동량 비교차 분석 (1점고정)

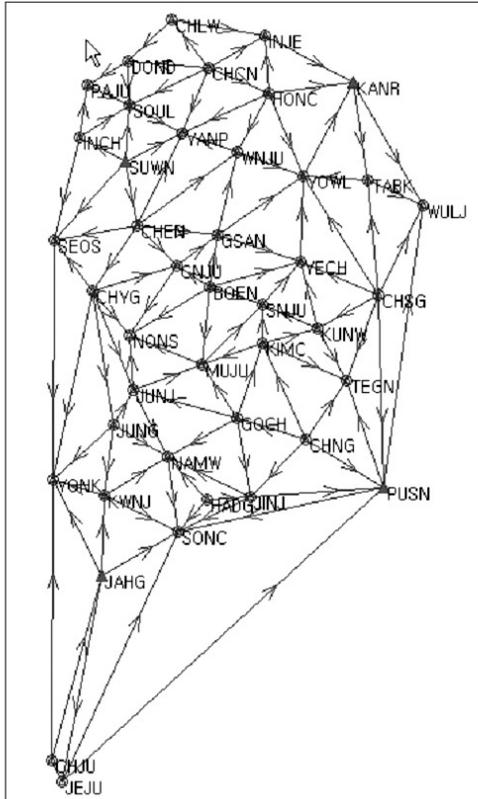


그림 10. 삼각망 구성에 의한 기선해석도(LGO)

이와 같은 결과는 GPS위치결정에서 전체기선해석에 의한 망조정 계산이 본 연구에서 선택한 기선해석 방법보다 정확도가 높다는 것을 알 수 있었다.

5. 결 론

본 연구는 GPS를 활용한 장기선 측량에서 위치정확도 확보를 위한 방법도출을 목표로 수행되었으며 전국에 분포 되어있는 43개소의 위성기준점 GPS 상시관측 자료를 4일 96시간 동안 취득하여 GPS 연속관측 시간을 24시간, 전반 12시간(0~12), 후반12시간(12~24), 6시간, 3시간의 6가지 유형으로 모형 자료를 구성하여 각각의 조건에 따른 정확도의 분석을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 학술용 소프트웨어(GAMIT/GLOBK) 사용의 경우 24시간과 후반 12시간에서는 전체기준점이 2cm 미만의 변동량분포를 나타냈으나, 전반 12시간과 6시간, 3시간으로 GPS 관측 자료량이 반감되는데 따른 변동량은 점차 증가되었다. 특히 3시간대에서는 크게 5~6cm까지의 불규칙한 변동량 분포를 확인하였다.

상용소프트웨어(LGO)의 사용에서는 시간모형에 따른 전체 유형에서 오차분포가 큰 곳은 최대 10cm이상까지 불규칙하게 나타나고 있음을 확인할 수 있었다. 다만, LGO는 연구범위 외곽지역에 4점의 고정점(기지점)을 두고 기선해석 및 망조정 계산을 수행한 경우에는 43점의 조정변동량이 3cm까지 줄어드는 것으로 나타나고 있다.

2. 상기한 결과에 따라 소요 정확도에 의한 GPS 수신 관측시간이 결정되어야 하며, 약 30km이상의 GPS 관측망이 구성되는 기준점 등의 측량에서는 최소한 6시간 이상의 GPS연속관측자료가 필요할 것으로 판단되었으며, GPS 장기선관측망계산에서 LGO의 사용이 불가피한 경우 작업지역을 감싸는 외곽에 정확도가 높은 다수의 고정점(기지점)을 배치하는 것이 적절하다는 것을 확인할 수 있었다.

3. 학술용 소프트웨어에 의한 결과값은 GPS관측시간이 12시간 이상이면 전체 조정변동량이 1cm이내로 발생하는 것을 확인하였으나, 동일 자료를 상용소프트웨어로 기선해석·망조정 계산한 경우에는 시간대에 관계없이 43점 전체의 조정변동량이 크기가 불규칙한 분포로 발생하였으며, 그 크기는 약 3cm 정도에서 최대 10cm 이상의 값으로도 나타나고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로부터 상용 소프트웨어가 학술용 소프트웨어

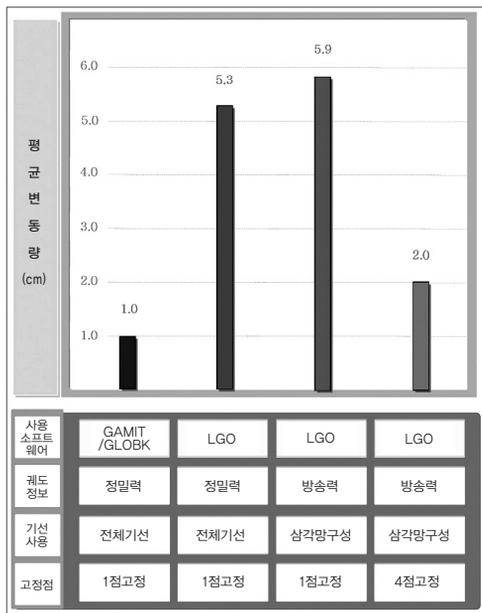


그림 11. 연속관측 전반12시간자료에 의한 전체기선과 선택기선(삼각망구성)해석의 변동량 비교·분석

와 비교하여 장기선 해석·처리 능력에서는 그 결과값의 정확도가 현저하게 낮다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 상용 소프트웨어 사용에서 전체 기선과 선택 기선(삼각형도형) 적용에 대한 각각의 정확도 비교에서는 전체 기선이 약간 높은 정확도를 지니고 있는 것을 확인되었다.

4. 궤도정보의 정밀궤도력과 방송궤도력을 각기 적용하여 동일 GPS 관측조건에서 상용 소프트웨어로 처리한 결과 그 값의 비교에서 변동량이 거의 동일하게 나타나므로, 복수의 GPS 관측 장비를 동일 시간대로 관측하는 상대위치관측에서는 궤도정보 변경에 의한 관측점간 벡터값은 거의 일치한다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 통해 상용 소프트웨어 사용시 상대 위치관측방법에서는 정밀궤도력 또는 방송궤도력을 적용할 때 위치관측정확도 비교 차는 대등한 것이라 판단할 수 있다.

5. GPS에 의한 광역지구간의 장기선을 해석하고 위치결정을 목표로 기선성분별 편차를 2cm 이내로 접근된 위치를 결정하는 경우, 본 연구에서 그 가능성을 실자료로 검증하고 분석한 결과 6시간 이상의 연속관측시간, 궤도정보의 정밀궤도력, 학술용 소프트웨어의 사용이 필수적임을 확인할 수 있었다.

6. 상기한 바와 같이 다양한 자료와 이에 의한 위치결정을 비교분석한 결과, 향후 GPS에 의한 장기선 처리, 기준점 등의 정밀측량 그리고 GPS 위치결정 등에서 본 연구결과가 작업규정 제·개정과 품셈 작성 등 다양한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

강준목, 이용욱, 박정현 (2000), 궤도력에 따른 장기선 GPS이동측량의 정확도분석에 관한 기초연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 18권, 제 2호, pp. 121-127.

김지운, 권재현, 이지선 (2008), Bernese와 TGO에 의한 국내 GPS상시관측소 자료처리 결과 분석, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 26권, 제 6호, pp. 549-559.

박관동, 김혜인, 원지혜 (2007), 국토지리정보원 GPS 상시관측소 관측환경 분석, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 25권, 제 4호, pp. 337-345.

박필호, 박종욱, 조정호, 전경수, 조성호 (1999), GPS의 변위검출능력에 대한 실험, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 17권, 제 2호, pp. 161-166.

이영진, 이흥규, 권찬오, 차상현 (2008), 2등 측지기준점 GPS 관측데이터의 기선벡터 추정, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 26권, 제 2호, pp. 157-164.

Alfred Leick (1990), *GPS Satellites Surveying*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

(접수일 2009. 12. 02, 심사일 2009. 12. 19, 심사완료일 2009. 12. 25)