

GPS 측량의 정확도 향상을 위한 상시관측 데이터의 활용

- 진안군 일부 지역에 있어서 -

Utilization of Permanent Site Data for Accuracy Improvement in GPS Surveying

- At the Subset Area of Jinan-Gun -

김상철¹⁾ · 안기원²⁾ · 이효성³⁾ · 신석호⁴⁾

Kim, Sang Cheol · Ahn, Ki Won · Lee, Hyo Sung · Shin, Seok Hyo

¹⁾ 경상대학교 대학원 토목공학과 박사과정(E-mail:sangcholyi@hanmail.net)

²⁾ 경상대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail:kwahn@nongae.gsnu.ac.kr)

³⁾ 서울대학교 공학연구소 연구원(E-mail:hyosunglee@hanmail.net)

⁴⁾ 경상대학교 부속공학연구원 연구원(E-mail:s_shshin@gshp.gsnu.ac.kr)

Abstract

This study attempts to analyze both the mis-closures between triangulation points of 3 and 4 glade and permanent sites data, and accuracy of according as change the number of utilized GPS permanent sites and base lines for improvement of the accuracy in GPS surveying using permanent sites data.

The result of this study show that the mis-closure between the two points and Jeonju/Chungju/Sangju/Daegu stations of NGI(National Geography Institute) are 0.0051 m, 0.0361 m, 0.0039 m and 0.0198 m respectively. It indicated that the mis-closures were less than the allowed values in the primary/secondary control point specification for GPS surveying, a mis-closure less than 30 mm for the distance less than 30 km and a mis-closure less than 1 PPM×D(km) for the distance greater than 30 km. Jinan 11 of actual surveying point for the base line 21.4911 km in Jeonju permanent site and 87.8156 km in Sangju permanent site, northing and easting for planimetric errors of Jinan 11 are 0.0120 m and 0.0113 m, northing and easting for planimetric errors of Jinan 12 are 0.0122 m and 0.0115 m.

1. 서론

최근 측량과 지도제작 기술의 발전은 더욱 정확한 지형정보의 취득을 요구함에 따라 신속하고 정확하게 지형정보를 갱신할 수 있는 GPS 측위 시스템에 많은 관심이 모아지고 있다. GPS 측위 시스템은 민간용으로 개방된 이래 지도제작, 측지망 구성, 지적 재조사 등의 측지·측량분야, 자동차, 선박, 항공기 등의 항법분야, 지구의 극운동 및 자전속도 변화량 검출 등의 위치천문분야, 지각변동 감시, 해수면 변화량 측정, 지구의 이온층 변화량 측정 등의 지구과학 분야, 유도 미사일 제어, 군수물자 및 군의 이동 파악 등의 국방 분야, 저궤도 통신 위성의 궤도 및 자세제어 등의 우주과학 분야, 등산, 낚시 등의 레저 활동분야 등 다양한 분야에서 이 시스템이 이용되고 있다.

이러한 GPS를 이용한 위치정보의 취득 및 활용이 활발해지면서 국내에서도 1985년 한국천문연구원을 시작으로 2003년 현재 정부 각 부처 관련기관(국립지리원, 천문연구원, 행정자치부, 한국전력, 해양수산부 등)을 중심으로 수십 여개의 GPS 상시관측소를 설치·운영하고 있으며, 몇몇 기관은 수신데이터를 인터넷을 통해 제공하고 있다.

본 연구에서는 상시관측 데이터를 이용한 GPS 측량의 정확도 향상을 위하여 실측점인 전북 진안군에 위치한 3, 4등 삼각점에 대하여 상시관측 데이터와 삼각망 폐합차 분석을 실시하였으며, 상시관측소와 기선거리의 변화에 따른 정확도 분석을 통하여, GPS 측량의 정확도 향상을 위한 상시관측 데이터의 활용방안을 제시하고자 한다.

2. GPS 상시관측소

GPS 관측소는 무인원격시스템으로 관측소 안테나 필라 내부에는 GPS수신기(2주파), GPS 안테나, 통신장비(Modem, ISDN), 경사계, 전원공급장치, 항온기로 구성되어 있다. 실시간 정보를 산출하기 위하여 GPS 수신기로부터 얻어진 멀티패스를 최소화한 고품질의 자료는 실시간 또는 정해진 시간에 중앙통제소에 정확하게 전송된다.

중앙국은 통제 및 제어, 자료의 수신·저장, 처리 및 위치정보를 제공하는 곳으로서, 전 시스템의 통제, 자료처리와 관리 및 백업, 결과 표시 시스템으로 구성되어 있으며, 중앙국은 상시관측 데이터의 처리 및 분석을 위한 데이터처리시스템으로 Bernese ver 4.2 와 같은 정밀해석프로그램을 사용하고 있다.

1985년 한국천문연구원을 시작으로 2003년 현재까지 국립지리원은 수원, 서울, 전주, 광주, 대구, 강릉, 제주, 원주, 진주, 울진, 서산, 태백, 상주, 청주 등 전국 14 개소에서 GPS 상시관측을 실시하고 있으며, 한국천문연구원은 대전, 서울, 목포, 여수, 밀양, 보현산, 속초, 소백산, 제주 등의 전국 10여 개소에서 상시관측을 하고 있다. 행정자치부는 인천, 파주, 동두천, 철원, 춘천, 인제, 홍천, 양평, 영월, 천안, 예천, 괴산, 청양, 예천, 논산, 보은, 청송, 군위, 김천, 무주, 정읍, 거창, 영광, 남원, 장녕, 울산, 장흥, 순천, 하동, 창원, 부산 등 전국 30여 개소에서 상시관측을 실시하고 있으며, 계속 증가될 예정이다.

이외의 GPS 상시관측소는 한국지질자원연구소의 삼척, 포항, 경주, 양산 등 4개소와 DGPS 신호를 송출하는 해양수산부의 팔미도, 어청도, 거문도, 영도, 호미곶, 울릉도, 주문진, 마라도, 소청도, 소흑산도, 저진 등 10여 개소의 기준국과 말도, 소리도, 서이말, 흥도, 가사도 등 5개의 감시국 등 20여 개소가 운영되고 있다.

GPS 상시관측소는 관측소의 위치정보를 계속적으로 수집하여 제공하기 위하여 운영되고 있으며, 또한 지구에 관한 지역적·지구 물리학적 연구에 있어서도 중요한 역할을 수행하고 있다. 지구자전 변화에 의한 변화 감시, 위성의 궤도결정, 전리층 감시, 지역 모니터링을 수행하고, 전국에 고정밀의 측지망을 구성하여 측지학적인 틀의 제공과 항공기 및 인공위성의 관제, 지도제작 이나 각종 측량을 위한 기준점을 제공하고 있으며, GIS·LIS 등 지형정보를 구축하기 위한 효율적인 3차원 정보를 획득할 수 있도록 도움을 준다.

3. 실험 및 결과 분석

3.1 상시관측 데이터를 이용한 정밀도 분석

국립지리원 상시관측 데이터를 사용하여 정밀도 분석을 위한 폐합차 분석을 실시하기 위해 상시관측 데이터는 전북, 충주, 상주, 대구 등 4곳을 선정하였으며, 실측점으로 전북 진안군에 소재한 삼각점명 진안 412와 진안 11 두 점을 선정하여 관측 장비는 Leica SR9500수신기를 사용하였으며, epoch 간격30초, 데이터 취득시간은 4시간 30분 이상으로 하였다. 그림 1은 상시관측소와 실측점과의 삼각망 구성을 나타내고 있다.

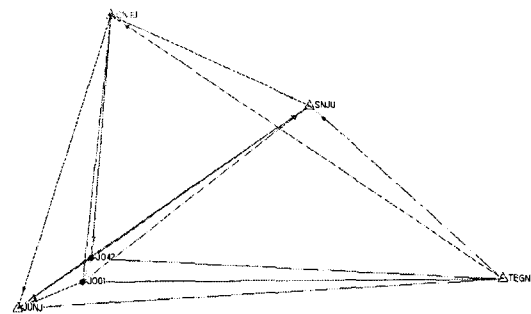


그림 1. 상시관측소와 실측점과의 삼각망 구성

표 1은 실측점(진안 11)을 기준으로 전북 관측소(JUNJ), 충주 관측소(CNJU), 상주 관측소(SNJU), 대구 관측소(TEGN)와 두 실측점과의 폐합차 분석 결과를 나타내고 있으며, 표 1에서 보는 바와 같이 각 상시관측소와 실측점과의 폐합차는 “정밀 1, 2차 기준점 작업규정”의 오차 허용값(1PPM×D(km))을 모두 만족하고 있으며, 거리정밀도는 1PPM과 비교했을 때 관측값이 매우 정확함을 알 수 있다.

3.2 상시관측 데이터를 이용한 망조정 결과 분석

상시관측소 이용 개소 수와 기선거리의 변화에 따른 정확도 분석을 위하여 상시관측소를 고정국으로

하여 망조정 후 수평위치를 결정하였다. 전북 진안군에 소재한 실측점(진안 11)과 각 상시관측소와의 거리는 전주(21.4911 km), 청주(79.9645 km), 상주(87.8156 km), 대구(130.3847 km) 등 이다.

표 2~5는 상시관측소 1개소~4개소를 고정국으로 처리한 결과를 나타내고 있다.

표 1. 상시관측소와 실측점과의 폐합차 분석 결과 (단위 : m)

| 상시관측소 (거리:km) | 거리합 | ΔHoriz | ΔVert | 폐합차 | 거리정밀도(PPM) | 정밀 1,2차 기준점 작업규정(1PPM*D) |
|------------------|-------------|--------|--------|--------|------------|-----------------------------|
| JUNJ(21.4911) | 56373.0451 | 0.0004 | 0.0051 | 0.0051 | 0.0900 | 0.0564 |
| CNJU(79.9645) | 160220.5865 | 0.0120 | 0.0340 | 0.0361 | 0.2260 | 0.1602 |
| SNJU(87.8156) | 176900.3726 | 0.0003 | 0.0039 | 0.0039 | 0.0220 | 0.1769 |
| TEGN(130.3847) | 265798.9494 | 0.0030 | 0.0196 | 0.0198 | 0.0750 | 0.2658 |

표 2. 상시관측소 1개소를 고정국으로 처리한 결과

| 상시관측소 기선거리(km) | Point Name | Northing | N error | Easting | E error |
|-----------------------|------------|-------------|---------|-------------|---------|
| JUNJ (21.4911 km) | 진안 11 | 267955.6720 | 0.0141 | 232216.5943 | 0.0131 |
| | 진안 412 | 275093.1588 | 0.0146 | 235007.3330 | 0.0134 |
| CNJU (79.9645 km) | 진안 11 | 267956.2787 | 0.0255 | 232218.8575 | 0.0258 |
| | 진안 412 | 275093.7660 | 0.0254 | 235009.5942 | 0.0254 |
| SNJU (87.8156 km) | 진안 11 | 267954.5485 | 0.0231 | 232219.0926 | 0.0219 |
| | 진안 412 | 275092.0359 | 0.0231 | 235009.8295 | 0.0218 |
| TEGN (130.3847 km) | 진안 11 | 267952.5727 | 0.0287 | 232218.7929 | 0.0328 |
| | 진안 412 | 275090.0601 | 0.0287 | 235009.5301 | 0.0327 |

표 3. 상시관측소 2개소를 고정국으로 처리한 결과

| 상시관측소 기선거리(km) | Point Name | Northing | N error | Easting | E error |
|-------------------|------------|-------------|---------|-------------|---------|
| JUNJ(21.4911 km) | 진안 11 | 267955.3954 | 0.0142 | 232217.0079 | 0.0134 |
| | 진안 412 | 275092.9188 | 0.0146 | 235007.9377 | 0.0138 |
| CNJU(79.9645 km) | 진안 11 | 267955.3985 | 0.0372 | 232216.9724 | 0.0390 |
| | 진안 412 | 275092.9210 | 0.0348 | 235007.9055 | 0.0362 |
| SNJU(87.8156 km) | 진안 11 | 267955.3490 | 0.0439 | 232217.0252 | 0.0434 |
| | 진안 412 | 275092.8727 | 0.0422 | 235007.9520 | 0.0413 |
| TEGN(130.3847 km) | 진안 11 | 267955.3488 | 0.0135 | 232217.0250 | 0.0131 |
| | 진안 412 | 275092.8724 | 0.0142 | 235007.9519 | 0.0137 |
| JUNJ(21.4911 km) | 진안 11 | 267955.3910 | 0.0120 | 232217.0049 | 0.0113 |
| | 진안 412 | 275092.9122 | 0.0122 | 235007.9349 | 0.0115 |
| TEGN(130.3847 km) | 진안 11 | 267955.3955 | 0.0283 | 232217.0082 | 0.0276 |
| | 진안 412 | 275092.9190 | 0.0272 | 235007.9380 | 0.0264 |

표 4. 상시관측소 3개소를 고정국으로 처리한 결과

| 상시관측소 기선거리(km) | Point Name | Northing | N error | Easting | E error |
|-------------------|------------|-------------|---------|-------------|---------|
| JUNJ(21.4911 km) | 진안 11 | 267955.3523 | 0.0172 | 232217.0261 | 0.0163 |
| | 진안 412 | 275092.8773 | 0.0174 | 235007.9539 | 0.0164 |
| CNJU(79.9645 km) | 진안 11 | 267955.3855 | 0.0339 | 232217.0061 | 0.0330 |
| | 진안 412 | 275092.9088 | 0.0324 | 235007.9357 | 0.0314 |
| TEGN(130.3847 km) | 진안 11 | 267955.3543 | 0.0162 | 232217.0286 | 0.0156 |
| | 진안 412 | 275092.8797 | 0.0166 | 235007.9566 | 0.0159 |
| SNJU(87.8156 km) | 진안 11 | 267955.3488 | 0.0121 | 232217.0253 | 0.0115 |
| | 진안 412 | 275092.8725 | 0.0124 | 235007.9521 | 0.0117 |

표 5. 상시관측소 4개소를 고정국으로 처리한 결과

| 상시관측소 기선거리(km) | Point Name | Northing | N error | Easting | E error |
|-------------------|------------|-------------|---------|-------------|---------|
| JUNJ(21.4911 km) | 진안 11 | 267955.3517 | 0.0190 | 232217.0258 | 0.0182 |
| | 진안 412 | 275092.8763 | 0.0194 | 235007.9549 | 0.0184 |

표 2~5에서 보는 바와 같이 상시관측소 1개소를 고정국으로 처리했을 경우는 전주를 고정국으로 처리했을 때의 평면위치 오차가 실측점 진안 11이 남북방향으로 0.0141 m, 동서방향으로 0.0131 m 그리고 실측점 진안 412가 남북방향으로 0.0146 m, 동서방향으로 0.0134 m로 가장 적게 나타났으며, 상시관측소 2개소를 고정국으로 처리했을 경우는 전주와 상주를 고정국으로 처리했을 때의 평면위치 오차가 실측점 진안 11이 남북방향으로 0.0120 m, 동서방향으로 0.0113 m 그리고 실측점 진안 412가 남북방향으로 0.0122 m, 동서방향으로 0.0115 m로 가장 적게 나타났으며, 상시관측소 3개소를 고정국으로 처리했을 경우는 전주와 상주 그리고 대구를 고정국으로 처리했을 때의 평면위치 오차가 실측점 진안 11이 남북방향으로 0.0121 m, 동서방향으로 0.0115 m 그리고 실측점 진안 412가 남북방향으로 0.0124 m, 동서방향으로 0.0117m로 가장 적게 나타났으며, 상시관측소 4개소를 고정국으로 처리했을 경우의 평면위치 오차는 실측점 진안 11이 남북방향으로 0.0190 m, 동서방향으로 0.0182 m 그리고 실측점 진안 412가 남북방향으로 0.0194 m, 동서방향으로 0.0184 m로 상시관측소 2개소와 3개소를 고정국으로 처리한 결과 보다 는 오차가 다소 크게 발생하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 상시관측 데이터와 실측점에 대한 삼각망 폐합차 분석과 상시관측소 이용 개소 수와 기선거리의 변화에 따른 정확도 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 상시관측 데이터를 이용한 두 실측점과의 폐합차는 전주 관측소(0.0051 m), 청주 관측소(0.0361 m), 상주 관측소(0.0039 m), 대구 관측소 (0.0198 m)이었으며, 이러한 측량결과는 GPS를 이용한 “정밀 1, 2 차 기준점 작업규정”의 오차 허용값인 거리 30 km 미만시 30 mm, 거리 30 km 이상 1PPM×D(km)을 모두 만족하였다.

2. 실측점 진안 11을 기준으로 기선거리가 21.4911km인 전주 관측소와 87.8156 km인 상주 관측소를 고정국으로 처리한 결과, 실측점 진안 11의 평면위치 오차가 남북방향으로 0.0120m, 동서방향으로 0.0113m 그리고 진안 412의 평면위치 오차가 남북방향으로 0.0122m, 동서방향으로 0.0115m로 가장 적게 나타났다. 이러한 측량결과는 상시관측소 이용 개소 수 와 실측점까지의 기선거리가 GPS측량의 정확도에 은 영향을 미침을 알 수 있었으며, 기선거리 30km 이내의 근거리와 80km 전후의 중거리에 위치한 상시관측소를 고정국으로 사용한다면, 국소지역의 GPS 측량 성과의 정확도 향상에 기여할 수 있으리라 사료된다.

향후, 국립지리원 상시관측 데이터 뿐 만 아니라 한국천문연구원 및 행정자치부의 데이터를 동시에 이용한 GPS 데이터 수신 시간에 따른 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

- B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J. Collins, *Global Positioning System Theory and Practice*, Fifth edition, 2001.
- 최병길, 김영곤, 고정규 (2002) 상시관측소의 데이터를 이용한 GPS측량의 정밀도분석, 한국지형공간정보학회지, 한국지형공간정보학회, 제 10권, 제 4호, pp. 61-67.
- 국립지리원 (2000) GPS 상시관측소의 활용 및 자료 제공방안에 관한 연구.
- 장봉서, (2002) ITRF2000 측지계에 준거한 GPS상시관측점의 정밀 좌표 결정에 관한 연구, 경기대학교 박사학위논문.