

GPS 측량에서의 관측시간과 기선거리에 따른 좌표정확도 비교

Variation of Position Accuracy due to Observation Time and Baseline Distance in GPS Survey

김두식¹⁾ · 박관동²⁾ · 이사형³⁾ · 이호석⁴⁾

Kim, Du Sik · Park, Kwan Dong · Lee, Sa Hyung · Lee, Ho Seok

- 1) 교신저자 · 정회원 · 인하대학교 지리정보공학과 석사과정(E-mail:dskim@inha.edu)
- 2) 정회원 · 인하대학교 지리정보공학과 부교수(E-mail:kdpark@inha.ac.kr)
- 3) 대한지적공사 경기도본부 고양시지사 대리(E-mail:lsh24040@yahoo.co.kr)
- 4) 인하대학교 지리정보공학과 석사과정(E-mail:GPS4310@gmail.com)

Abstract

GPS survey came into wide use, but there are inefficient parts in related laws and regulations. Especially, to get GPS surveying results under 1.5cm permissible error the observation time must be longer than 8 hours in triangulation points surveying regulations. However, GPS surveying technology is developing now, so results could be acceptable under 4 hours observation time. Therefore, this study made a stable standard of observation time in GPS survey by comparing the errors due to observation time, and used PAJU, DOND and YANP's GPS data and 6 cadastral points' survey data. Also, to analyze the variations of results due to baseline distance, applied each GPS site as a fixed point and compared the positions. As a result, the stable satisfactory results were calculated under 4 hour survey, when the baseline distances were under 30km.

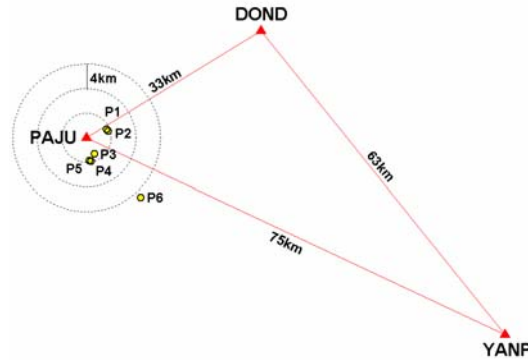
1. 서론

GPS를 이용한 측량은 삼각점과 지적도근점 등의 기준점 측량을 위해 널리 사용되고 있으나 관련 법규나 규정에서 실제 측량 업무에 적용했을 때 효율적이지 못한 부분이 있다. 특히 GPS에 의한 삼각점 측량 작업규정은 1.5cm의 허용오차범위에 해당하는 정확도를 얻기 위해서는 관측시간을 8시간 이상 하도록 명시하고 있지만, 측량기술의 발전으로 4시간 이하의 관측에서도 허용오차를 만족하는 결과를 얻을 수 있을 것이라고 판단되었다. 따라서 이 연구에서는 GPS 측량에서 관측시간에 따른 오차를 비교하여 적정 관측시간을 제시하였고, 이를 위해 파주, 동두천, 양평 GPS 상시관측소에서 관측된 데이터와 고양시와 파주시 일대의 지적보조삼각점 6점을 실제 관측한 데이터를 이용하여 적정 관측시간에 대한 분석을 수행하였다. 또한 GPS 데이터 처리시 기선거리에 따른 영향을 파악하기 위해 기선거리와 좌표정확도의 상관관계를 분석하였다.

2. GPS 측량과 데이터처리

GPS 관측시간별 좌표정확도 비교를 위해 파주시와 고양시 일대의 지적삼각보조점 6점

을 12시간 관측한 데이터를 사용하였다. 측정점의 선점은 [그림 1]과 같이 파주 상시관측소 주변의 3~13km에 위치하는 6개의 지적삼각보조점을 선택하였다. 관측은 [표 1]과 같이 모든 측정점에 대해 12시간동안 정지측량을 수행 하였다.



[그림 1] 측정점의 관측망도

[표 1] 측정점별 관측정보

측점	관측일시(UTC)	관측시간	위치	소재
P1	20090529 21:30~ 20090530 09:30	12시간	건물 옥상	파주시 금촌동
P2	20090529 21:30~ 20090530 09:30	12시간	건물 옥상	파주시 금촌동
P3	20091005 21:00~ 20091006 09:00	12시간	시가지 도로	파주시 교하읍
P4	20091007 01:46~ 20091007 13:46	12시간	시가지 도로	파주시 교하읍
P5	20091006 22:04~ 20091007 10:04	12시간	시가지 도로	파주시 교하읍
P6	20090529 21:30~ 20090530 09:30	12시간	건물 옥상	고양시 원당동

GPS 측량 이후 관측시간별 좌표산출을 위해 TEQC 프로그램을 이용하여 RINEX 파일을 편집하였다. 데이터 편집은 12시간 관측된 6개의 측정점에 4시간, 2시간, 1시간, 30분, 10분 단위로 편집하였다. 결과적으로 각각의 측정점에 대한 12시간의 RINEX 파일은 4시간 단위 3개, 2시간 단위 6개, 1시간 단위 12개, 30분 단위 24개, 10분 단위 72개로 분할되었다. GPS 데이터처리는 SKI-Pro 2.5를 이용하였다. 상대처리를 위한 고정점으로 관측한 측정점에서 가장 가까운 파주(PAJU)와 약 33km 거리에 위치한 동두천(DOND), 파주와 약 75km 거리의 양평(YANP) 상시관측소를 고정점으로 처리하였다. 고정점에 따른 좌표의 정확도를 비교하기 위해 각각의 고정점에 대하여 분할한 RINEX 파일을 처리하였다.

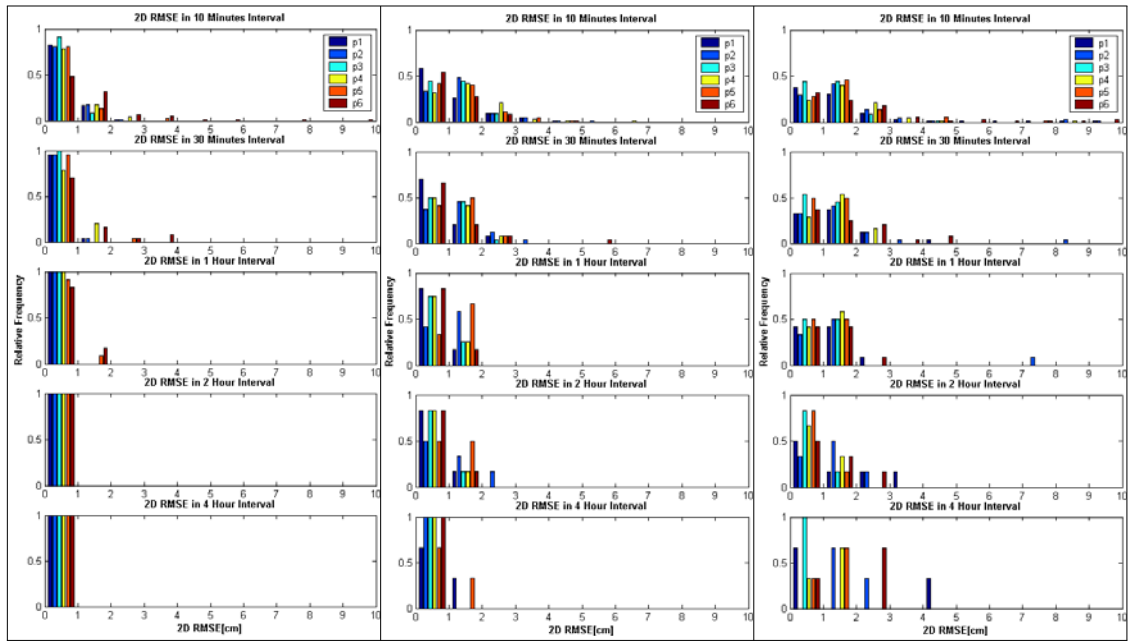
3. 관측시간과 고정점에 따른 2차원 오차분석

2차원 오차분석을 위해 식(1)을 사용하여 WGS-84 기준의 XYZ 좌표를 NEV 좌표로 변

환하여 수평오차인 N, E 방향 오차와 수직오차인 V 방향 오차로 구분하여 분석하였다.

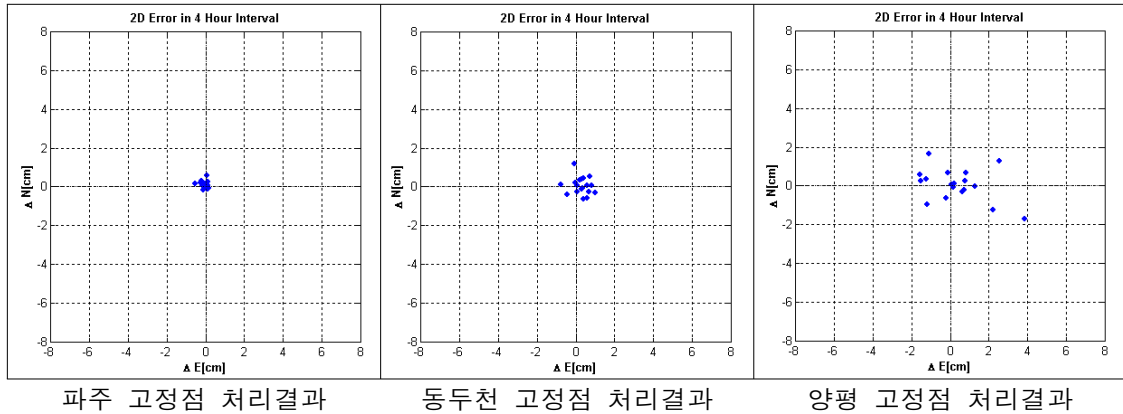
$$\begin{bmatrix} N \\ E \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin\phi \cos\lambda & -\sin\phi \sin\lambda & \cos\phi \\ -\sin\lambda & \cos\lambda & 0 \\ \cos\phi \cos\lambda & \cos\phi \sin\lambda & \sin\phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서 ϕ 는 위도, λ 는 경도를 나타낸다. 12시간 관측데이터의 처리결과를 NEV 좌표로 변환하여 NEV 좌표의 참값으로 설정하였고 이에 대한 ΔN , ΔE , ΔV 를 계산하는 방법으로 수평·수직오차를 계산하였다. 2차원 오차성분인 ΔN , ΔE 의 2D RMSE를 계산하여 관측시간별 2차원 오차의 상대빈도를 [그림 2]와 같이 나타내었다. 시간대별 2차원 오차를 분석한 결과 파주 상시관측소를 고정점으로 처리한 결과에서는 1시간 관측에서부터 허용오차를 넘지 않는 결과가 나오는 것을 확인할 수 있었다. 기선거리의 설정에 대한 결과를 비교해 보면 약 33km의 거리의 동두천 상시관측소를 고정점으로 처리한 결과 4시간 관측에서 허용오차를 넘지 않는 결과가 나오는 것을 확인할 수 있었다. 약 75km 거리의 양평 상시관측소를 고정점으로 처리한 결과에서는 4시간 관측에서도 허용오차를 초과하는 결과를 확인할 수 있었다. 고정점에 따른 결과를 비교하기 위해 [그림 3]과 같이 4시간 관측에서의 2차원 오차를 평면상에 나타내었다. 평면오차 그래프를 분석한 결과 파주와 동두천 고정점 처리결과에서는 4시간 관측에서 허용오차를 만족함을 확인할 수 있었다. 그러나 양평 고정점 처리결과에서는 허용오차를 초과하는 결과가 나타났고, 이를 통해 측정점과 가까운 상시관측소를 고정점으로 선택할수록 오차가 작아지는 것을 확인하였다.



파주 고정점 처리결과 동두천 고정점 처리결과 양평 고정점 처리결과

[그림 2] 관측시간별 2차원 오차 상대도수 히스토그램



[그림 3] 고정점에 따른 4시간 관측에서의 2차원 오차

4. 결론

이 연구에서는 GPS 측량에서의 적정 관측시간을 제시하기 위해 파주시와 고양시 일대의 지적보조삼각점 6점을 측량하였고, 총 12시간 측량시간을 10분, 30분, 1시간, 2시간, 4시간의 5가지 관측시간별로 구분하여 상용 소프트웨어로 처리하고 관측시간에 따른 좌표의 정확도를 분석하였다. 또한 기선거리에 따른 좌표 정확도를 분석하기 위해 데이터 처리시 고정점을 측점에서 가장 가까운 상시관측소인 파주와 약 33km거리의 동두천, 약 75km거리의 양평으로 구분하여 처리하였다. 분석결과 관측시간이 길고 고정점으로 사용된 GPS 상시관측소가 가까울수록 좌표정확도가 높았고, 파주 상시관측소 고정 4시간 관측의 처리결과에서 GPS에 의한 삼각점 측량의 허용오차 내에 해당하는 오차가 나타남을 확인하였다. 따라서 4시간 이하의 관측에서도 고정점으로 사용되는 GPS 상시관측소가 30km이내에 존재한다면 허용오차 내의 정확도를 얻을 수 있음을 확인하였다. 향후 GPS 상시관측소가 증설되어 전국적으로 더욱 조밀한 네트워크가 구성된다면 GPS 측량에서의 좌표 정확도 개선에 더욱 기여할 수 있을 것이라 판단된다.

참고문헌

강준묵, 김홍진 (1996), GPS에 의한 지적측량기준점의 위치해석, 한국측지학회지, 제 14권, 제 2호, 한국측지학회, pp. 209-218.

박민호, 김병주 (2007), RTK-GPS측량기법에 의한 도근점 좌표결정 방법, 한국지적정보학회지 제 9권, 제 1호, 한국지적정보학회, pp. 45-56.

이동호, 김남식, 서동주 (2001), 지적도근측량을 위한 GPS 측량의 최적 시간대 결정, 통권 제 3호, 한국지적정보학회, pp. 159-172.

이사형 (2010), 지적위성측량에서의 관측시간과 좌표정확도 상관관계 고찰, 석사학위논문, 인하대학교, pp. 4-68.

이재기, 황창섭, 정성혁 (2003), GPS 상시관측소를 이용한 기준점측량의 정확도 분석, 대한토목학회지, 제 23권, 제 3호, 대한토목학회, pp. 401-409.

이종출, 장호식, 노태호 (2002), GPS 위성조합에 따른 거리별 관측시간 결정, 대한토목학회지, 제 22권 제 2호, 대한토목학회, pp. 281-292.