

RTK-GPS에 의한 노선측량에서 이동국의 속도에 따른 정확도 분석 Accuracy Analysis of RTK-GPS Rover Speed in Route Surveying

최병길¹⁾ · 이형수²⁾

Choi, Byoung Gil · Lee, Hyung Soo

¹⁾ 인천대학교 공과대학 토목공학환경시스템공학과 교수(E-mail: bgchoi@icnheon.ac.kr)

²⁾ 인천대학교 대학원 토목환경시스템공학과 박사과정(E-mail: hslee@kasm.or.kr)

Abstract

This study aims to analyze the accuracy of rover speed change in route surveying using RTK-GPS. Route surveying methods using GPS contain Static, DGPS, and RTK-GPS. Much research of navigation system, positioning of vehicles by DGPS, and accuracy analysis by GPS surveying have already been done. From this study, it is firstly found that DGPS is suitable for car navigation and sea navigation with an error of meter scale but not good for detailed construction, designing maps and updating GIS databases. Secondly, RTK-GPS can be used for managing gas pipes, water supply and drain pipes and fiber-optic cable that are needed to be controlled in a real time basis. Thirdly, since the accuracies of route surveying by RTK-GPS and DGPS are not correctly matched with the change of rover speed, the choice of route surveying method from those two should follow the need of accuracy fidelity. Further study should focus on Cycle Slip problem and coordinate change problem in tunnel and mountainous areas.

1. 서론

본 연구는 RTK-GPS에 의한 노선측량에서의 이동국의 속도 변화에 따른 정확도를 분석하는 그 목적이 있다. 노선측량에서 도로의 선형을 추출하기 위해서는 도로 중심선의 3차원 궤적을 취득하여야 하며 이를 위해서는 여러 가지 방법이 있으나 그중에서도 GPS를 이용할 경우에는 쉽고 빠르게 취득이 가능하다. GPS에 의한 측위기법 중에서도 RTK-GPS(Real Time Kinematic Global Positioning System)는 광범위한 관측점의 정밀 위치를 빠른 시간 내에 획득하기 위해서 동적 이동측위를 수행하는 동시에 후처리 자료처리 기법이 갖는 정밀도에 근접한 결과를 산출할 수 있는 측위기법이다. 이 측위기법은 OTF(On the Fly) 초기화 기법을 이용하여 이동 중에 모호정수를 해결하며 별도의 통신장비를 이용하여 기준국의 보정데이터를 이동국에 전송하고 이동국의 위치를 실시간으로 사용자에게 빠른 제공이 가능하다. 이러한 장점으로 인해 노선측량과 같은 선형을 측정하는데 유용하다. GPS를 이용한 측정방법에는 Static, DGPS(Differential GPS), RTK-GPS가 있다. 그리고 차량의 항법시스템이나 DGPS에 의한 도로의 차량의 위치결정에 관한 연구나 GPS의 측위기법에 의한 정확도 분석에는 이미 많은 연구가 진행 중에 있다. 따라서 본 연구에서는 대상지역의 도로 선형에 대해서 각 측정기법별 정확도를 비교 분석하고 특히 DGPS와 RTK-GPS의 이동국 속도에 따른 정확도를 비교 분석하고자 한다.

2. 대상지역 및 측위기법 선정

본 연구는 일반 국도를 대상으로 하여 GPS의 측정방법별 정확도 분석과 이동국의 속도에 따른 정확도를 분석하였다. 대상지역은 충남 보령시 주포면 봉당리와 주교면 주교리 사이의 일반국도를 대상으로

하여 Static과 RTK-GPS 측위기법에 의한 기준점 측량과 동일 구간에 대하여 RTK-GPS와 DGPS 측위 기법에 의한 도로 선형 측량에 대한 정확도를 비교 분석하였다. 대상 도로의 연장은 3.6km, 도로폭은 18m이며 도로 종단의 기울기가 완만하고 도로주변은 낮은 구릉지를 형성하고 있다. 실험시 위성의 관측 대수는 평균 6개 이상 관측되었으며, PDOP(Position Dilution of Precision)은 약 2.3 정도로 좋은 결과를 나타내고 있었다. 다음 그림 1은 대상지역 도로의 평면선형을 나타내고 있다.

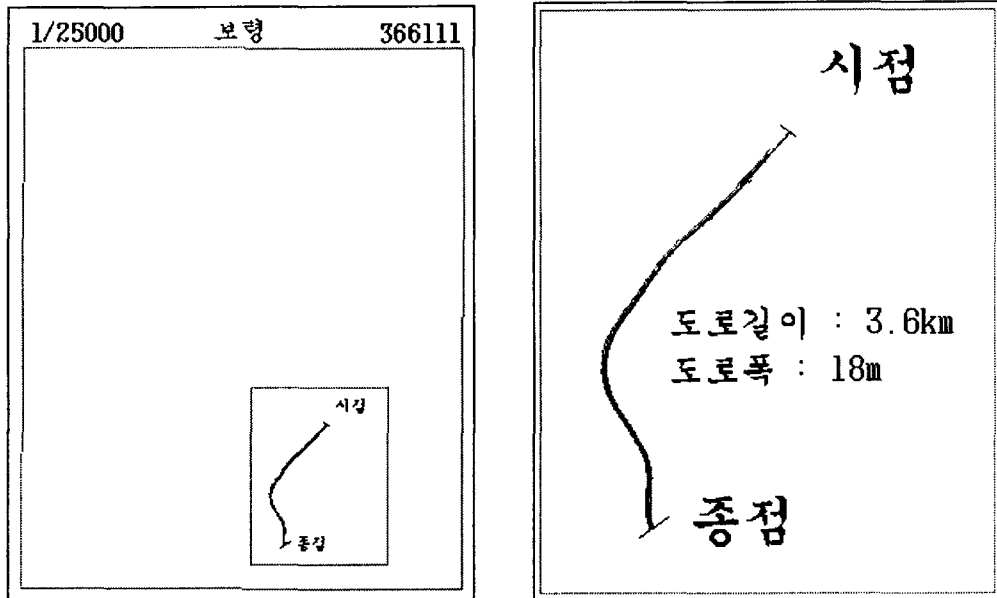


그림 1. 대상지역의 도로선형

GPS에 의한 측위기법으로는 도로의 평면선형을 측정하기 위해서 DGPS, RTK-GPS, Static 기법을 사용하였으며 다음 표 1은 측위기법에 따른 사용된 측량장비의 제원을 나타내고 있다.

표 1. 측량기법에 따른 측량장비 제원

| 측량기법 | 측량장비 제원 | 정확도 | |
|--------|---------------------------|--------------|--------------------|
| | | 후처리시 | 50cm 이내 |
| DGPS | Trimble PathFinder Pro-Xr | 시시간처리시 | 5분 : 30cm ± 5 ppm |
| | | | 10분 : 20cm ± 5 ppm |
| | | | 20분 : 10cm ± 5 ppm |
| | | | 45분 : 1cm ± 5 ppm |
| RTK | Topcon Legacy-E | 2주파 | 수평 10mm ± 1.5 ppm |
| | | | 수직 20mm ± 1.5 ppm |
| | | 1주파 | 수평 15mm ± 1.5 ppm |
| | | | 수직 30mm ± 1.5 ppm |
| STATIC | Leica SR-9500 | 5 mm ± 1 ppm | |

DGPS의 기지점 데이터는 상시관측소 데이터를 사용하였으며 대상구간내 이동국에서는 Trimble Pathfinder Pro-Xr 수신기와 후처리 프로그램인 Trimble Pathfinder Office가 사용되었다. 다음 그림 2는 차량에 장착된 수신기의 모습을 나타내고 있다.



그림 2. Trimble PathFinder Pro-Xr 장착 모습

그림 3에서 그림 5까지는 기지국 및 이동국에 사용된 장비의 모습을 나타내고 있다.

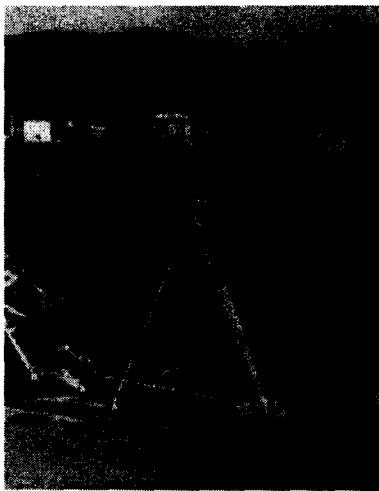


그림 3. Base(기지국)

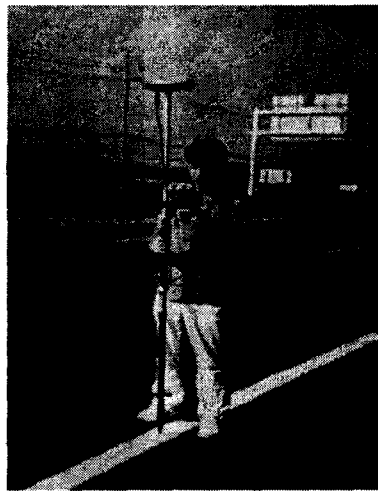


그림 4. Rover(정준대 사용 안함)

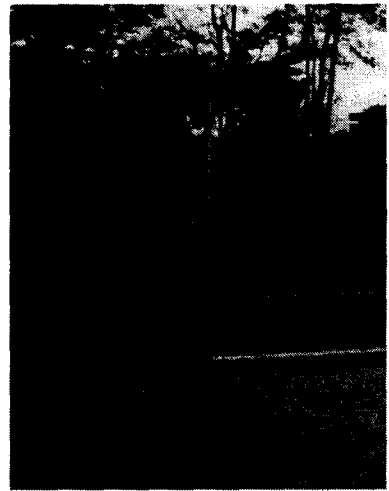


그림 5. Rover(정준대 사용)

3. 결과 및 고찰

3.1 RTK-GPS와 DGPS 선형측량 비교

본 연구에서는 대상지역의 도로에 대한 RTK-GPS 측위기법과 DGPS 측위기법을 사용하여 평면선형을 측정하였다. 다음 표 2는 GPS 수신기를 장착한 차량의 속도(이동국 속도)를 시속 40km, 50km, 60km, 80km, 100km로 하여 DGPS 기법에 의한 측량의 성과와 RTK-GPS 기법에 의한 측량의 성과를 비교한 결과를 나타내고 있다.

표 2. RTK-GPS기법과 DGPS기법의 성과 비교

| 이동국 속도 | 40km | 50km | 60km | 80km | 100km |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 표준편차(m) | 1.752 | 1.879 | 1.915 | 1.932 | 1.945 |

표 2에서와 같이 이동국 속도 변화에 의한 오차량은 크게 좌우되지 않으나 차량의 속도가 느릴수록 RTK-GPS와 DGPS 차이량이 줄어드는 것을 알 수 있다.

RTK-GPS측위기법과 DGPS측위기법으로 시점부터 종점까지를 100m 간격으로 나누어 측정할 결과 다음 그림 6과 같은 차이량을 나타내고 있다.

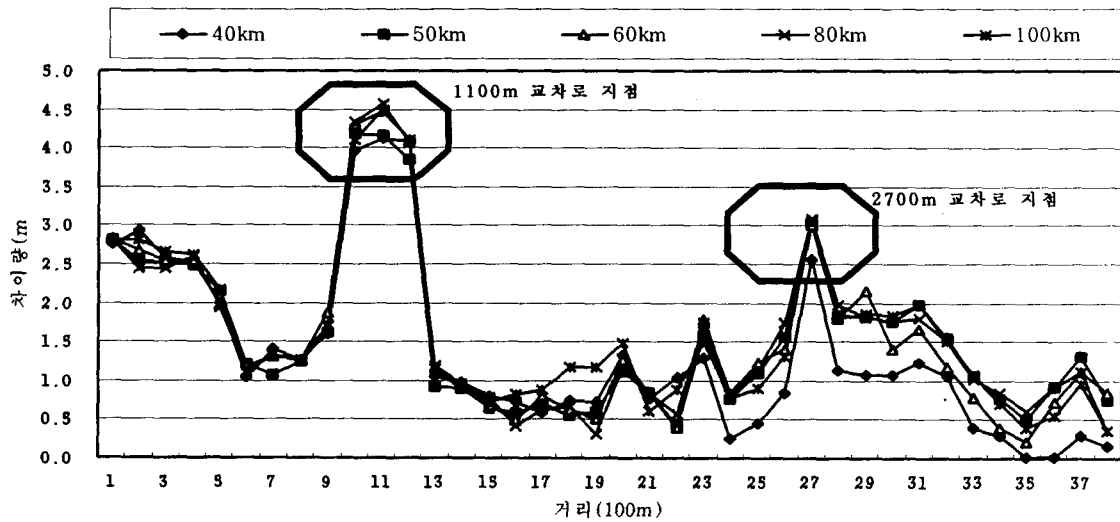


그림 6. RTK-GPS기법과 DGPS기법의 표준편차

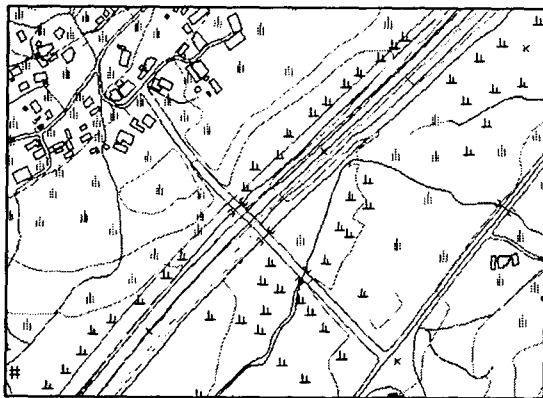


그림 7. 1100m 지점 교차로

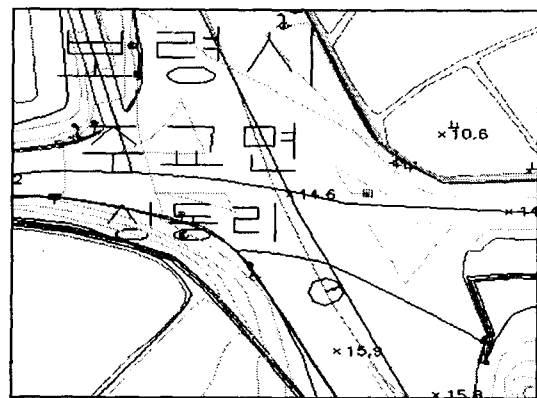


그림 8. 2700m 지점 교차로

그림 6에서 시점으로부터 1100m와 2700m인 지점에서 RTK-GPS와 DGPS 측위시 다른 구간에 비해 큰 차이가 보이는데 이는 두 지점이 그림 7과 그림 8에서 보는 바와 같이 교차로 지역이어서 중심선에 대한 측량방법이 서로 다르기 때문이다.

3.2 RTK-GPS와 STATIC 기준점 측량 비교

대상지역의 평면 도로선형을 측정하기 위해 RTK-GPS 측위기법과 STATIC 측위기법에 의한 기준점 측량을 실시하였다. 다음 표 3은 RTK-GPS 측위기법과 STATIC 측위기법에 따른 표준편차를 나타내고 있다.

표 3. RTK-GPS기법과 STATIC기법의 성과비교

| 측점명 | 관측방법 | | | | 차이량(m) |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|--------|
| | STATIC | | RTK | | |
| | X | Y | X | Y | 거리 |
| NO. 18 | 322966.65 | 161973.16 | 322966.659 | 161973.161 | 0.009 |
| | | | 322966.648 | 161973.162 | 0.003 |
| | | | 322966.652 | 161973.154 | 0.006 |
| 평균 | 322966.65 | 161973.16 | 322966.653 | 161973.159 | 0.006 |
| P18-1 | 323282.56 | 162204.31 | 323282.570 | 162204.304 | 0.012 |
| | | | 323282.562 | 162204.308 | 0.003 |
| | | | 323282.558 | 162204.314 | 0.004 |
| 평균 | 323282.56 | 162204.31 | 323282.563 | 162204.309 | 0.006 |
| P18-2 | 323520.29 | 162410.45 | 323520.253 | 162410.441 | 0.038 |
| | | | 323520.284 | 162410.430 | 0.021 |
| | | | 323520.298 | 162410.428 | 0.023 |
| 평균 | 323520.29 | 162410.45 | 323520.278 | 162410.433 | 0.027 |
| P18-3 | 323685.76 | 162422.74 | 323685.759 | 162422.73 | 0.009 |
| | | | 323685.765 | 162422.719 | 0.021 |
| | | | 323685.761 | 162422.729 | 0.01 |
| 평균 | 323685.76 | 162422.74 | 323685.762 | 162422.726 | 0.014 |
| P16-4 | 321020.04 | 161572.81 | 321020.031 | 161572.801 | 0.013 |
| | | | 321020.029 | 161572.822 | 0.016 |
| | | | 321020.033 | 161572.819 | 0.011 |
| 평균 | 321020.04 | 161572.81 | 321020.031 | 161572.814 | 0.013 |
| 전체 평균 | | | | | 0.013 |

정준대를 사용하여 3번 관측한 RTK-GPS 측위기법에 의한 성과와 STATIC 측위기법에 의한 성과를 비교한 결과 평균적으로 약 1cm정도를 나타내고 있다. 이 결과 정준대를 사용한 RTK 측량으로도 기준점측량이 가능하나 두 set 관측의 표준편차를 사용할 경우 정도를 높일 수 있을 것이다.

4. 결론

본 연구에서는 대상지역의 도로 선형에 대해서 각 측정기법별 정확도를 비교 분석하고 특히 DGPS와 RTK-GPS의 이동속도에 따른 정확도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, DGPS 측량은 m정도의 오차로 차량항법이나 해상 항법 등에는 적합하지만 정밀한 토목공사나 지도제작, GIS(Geographic Information System)의 구축에는 적합하지 않다. 하지만 소축척의 도로 지도 갱신에는 유용함을 알 수 있었다.

둘째, RTK 측량은 가스관이나 상하수도관, 광케이블과 같이 지하 또는 해저에 매설되는 시설물의 관리를 위해 실시간으로 정밀한 측정데이터가 필요한 분야와 정밀 전자지도제작을 위한 실측 등에 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

셋째, RTK 측량과 DGPS 측량이 속도에 따라 다소간의 정확도의 차이가 있음을 볼 때, 응용 분야에 따른 실시간 또는 후처리를 선택하고 필요한 정확도에 따라 GPS 기종을 선택해야 함을 알 수 있었으며 향후 터널 지역과 험준한 산악지역에서의 Cycle Slip 문제와 우리나라의 좌표 변화 문제에 대한 연구가

진행 되어야 할 것이다.

참고문헌

- 김일선 (1996), 차량항법을 위한 GPS 위치결정 기법, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김창우 (2000), 변위측정을 위한 GPS 측량 적용에 관한 연구, 군산대학교 대학원 석사학위 논문.
- 노태호, 장호식, 이종출 (2002), RTK GPS/GLONASS 조합에 의한 도로의 평면선형 정확도 분석:, 한국지형공간정보학회지 제10권 2호.
- 박운용, 장상규, 정성모, 이홍규 (1998), 실시간 동적 GPS 측위기법에 의한 교량 거동의 모니터링, 대한토목학회 논문집, pp.377-380.
- 박운용, 이인수, 이기부 (2002), RTK GPS/GLONASS 결합에 의한 차량의 이동궤적의 정확도 평가, 대한토목학회논문집 제22권 2-D, PP.271-279.
- 최병길 (1999), 이동차량에 탑재된 GPS의 동적위치측정에 관한 연구, 한국측량학회지 제 17권 4호, pp.373~381.
- 최병길, 김영곤, 정진우 (2000), GPS의 OTF 측위기법을 이용한 구조물의 변위 측정에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, pp.621~624.
- Leick, A. (1994), SATELLITE SURVEYING, JohnWiley& Sons INC.
- Parkinson. B. W. and Spiker, J. J. (1996), Global Positioning System: Theory and Applications Volume I, Progress in Astronautics and Aeronautics.
- Cohen, D. (1987), Guide to GPS Positioning, Canadian GPS Associates.
- Groten, E. and Straub, R. (1988), GPS-Techniques Applied to Geodesy and Survey, Springer-Verlag.
- Gregory, T. F. (1996), Understanding the GPS, GEO-RESEARCH.
- Hofmann-Wellenhof, B. H., Lichtenegger, H. and Collins. J. (1993), Global Positioning System Theory and Practice, Springer-Verlag, Wien.
- Gilbert. S. and Borre, K. (1997), Linear Algebra, Geodesy, and GPS, WELLESLEY-CAMBRIDGE PRESS.
- Tom, L. (1995), UNDERSTANDING the NAVSTAR, ITP.
- Trimble. (1993), Differential GPS Explained, Trimble
- Lachapelle, G. (1993), NAVSTAR GPS : Theory and Application, ENGO 625 Lecture Notes, Dept. of Geomatics Engineering, The Univ. of Calgary, Calgary, Canada.