

RTK GPS를 이용한 도로관리시스템 구축

Constructing the Management System of Roads with RTK GPS

이종출* · 서정훈** · 노태호*** · ○김진수****

Jong-Chool, Lee · Jeong-Hoon, Seo · Tae-Ho, Roh · Jin-Soo, Kim

1. 서 론

도로는 국민 생활에 중요한 교통시설로서 지역개발의 기반정비 및 생활기반의 확충에 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 과학적이고 체계적인 도로 시설물 관리가 수행되지 못해 도로유지관리 차원에서 많은 어려움이 따른다. 특히, 열악한 지방재정 등으로 인해 유지관리를 위한 도로대장의 전산화가 힘든 지방도로의 경우에는 도로관리자가 관리대상 도로 시설물의 위치를 쉽게 파악할 수 없고, 관리자 상호간의 정보 전달이 어렵게 된다. 이러한 경우 설계도가 훼손·분실된 도로의 선형 및 주위 현황을 종래의 측량방식을 이용하여 재현하기란 많은 시간과 비용이 소요된다.

따라서, 본 연구에서는 설계도가 훼손·분실된 경기도 일대의 지방도로 1km를 선정하여 위성측량방법 중 DGPS(Differential GPS) 기법으로 취득된 도로의 중심선 위치자료로 평면선형을 재현함과 동시에, 재현된 도로의 주위 현황을 RTK GPS 기법으로 추출하고 이렇게 추출된 자료를 Total Station에 의한 관측자료와 비교하였다. 그 결과, 도로의 현황측량 있어서 RTK GPS 기법의 적용은 도로관리통합시스템(HMS)의 일환으로 진행 중인 도로대장전산화시스템(NAHMIS) 구축을 위한 기초자료를 제공하는데 매우 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

2. RTK GPS의 원리

RTK GPS는 기지국을 중심으로 변조장치(Modem)를 이용하여 이동국에 오차량을 전송함으로써 이동국의 위치 정확도를 향상시키는 측위방법으로 오차량을 전송하는 신호종류에 따라 코드만을 사용하는 RTCM(Radio Technical Commission for Maritime Service), NMEA(National Marine Electronics Association)와 반송파 방식의 CPD (Carrier Phase Differential)로 나눌 수 있다. RTK GPS의 구성은 기지국과 이동국으로 구성되어 있으며, 기지국은 위성신호를 수신하는 위성 안테나와 기지 좌표성과와의 차이를 발견하고 그 차이를 변조하는 변조장치, 이를 통하여 이동국으로 전송하기 위해 신호를 증폭시키기 위한 증폭기로 구성되어 있다. 이동국은 기지국에서 발송되는 전파를 수신할 수 있는 안테나와 위성신호를 수신할 수 있는 안테나, 그리고 관측점에 대한 자료입력을 위한 자료제어기로 구성되며, 그림 2.1은 RTK GPS 측위기법을 대략적으로 나타낸 그림이다.

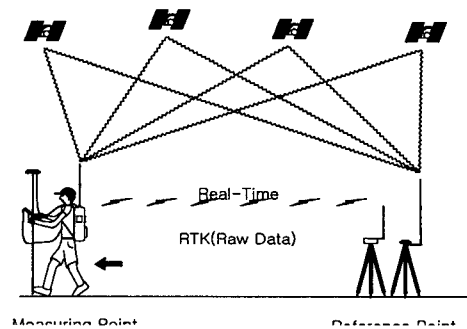


그림 2.1 RTK GPS 기법

*정회원 · 부경대학교 건설공학부 교수 · 공학박사 · 051-620-1449 (E-mail:jclee@pknu.ac.kr)
**정회원 · 부경대학교 토목공학과 박사수료 · 051-622-1662 (E-mail:miya@karico.co.kr)
***정회원 · 부경대학교 토목공학과 박사과정 · 051-622-1662 (E-mail:rth1348@mail1.pknu.ac.kr)
****정회원 · 부경대학교 토목공학과 석사과정 · 051-622-1662 (E-mail:pkurveying@mail1.pknu.ac.kr)

3. 현장관측 및 자료수집

본 연구는 2002년 7월 경기도 인근의 군도○○호선 중 약 1km구간을 대상으로 수행되었으며, 먼저 DGPS 기법으로 도로 중심선 3차원 위치자료를 취득하였다. 그리고 RP(S/W Road Project 2.1)를 이용하여 대상도로의 평면선형을 재현하고 Total Station과 RTK GPS 방법을 이용하여 대상지역의 현황을 관측하였다.

3.1 관측장비제원

관측에 사용된 장비는 TOPCON사에서 제조한 GTS-701과 JAVAD사에 제조한 LEGACY-H GD 수신기를 사용하였으며, 장비의 제원은 표 3.1 같다.

표 3.1 관측장비제원

GTS-701			LEGACY-H GD	
거리측정	1 프리즘	2,400m	Tracking Channel	40 L1 channels
	2 프리즘	3,100m		20 L1/L2 channels GPS/GLONASS (Option)
	3 프리즘	3,700m	Signals Tracked	GPS L1/L2 (L1-C/A L1/L2-Full Cycle Carrier Phase, P1/P2)
각 측정	정도	±(2mm+2ppm)	Accuracy	RTK (H) 10mm+1.5ppm(×D) for dual frequency (V) 10mm+1.5ppm(×D) for dual frequency
	최소독취치	0.5" ~ 1.0"		
	정도	2"		

3.2 Total Station에 의한 현황측량

Total Station은 기존의 평판측량과 달리 차후 측량을 위한 보점 설치 및 시공을 위한 축설 작업을 겸할 수 있는 장비이다. 이러한 기능을 이용하여 먼저 도로 주위의 지형지물의 시통이 용이한 장소를 선정하여 관측대상도로 주변에 15개의 보점을 설치하였으며, 설치된 보점의 현황은 그림 3.1에서 보여지는 바와 같다. 일반적으로 양호한 시통을 위해서 주위의 지형지물보다 높은 곳에 보점을 설치하지만 본 연구에서는 현장여건을 감안하여 도로 주변에 보점을 설치하였다. 도로 주위의 현황을 관측한 결과, 시준이 가능한 지점의 관측은 용이하게 이루어졌으나, 건물 등의 후면과 같이 시준이 불가능한 지점은 관측이 불가능하였다. 이와 같이 시준이 어려운 복잡한 지형지물을 관측할 경우에는 줄자 등으로 측정된 거리값을 이용하여야 현황도 작성이 가능하다. 따라서 복잡한 지형일수록 빠진 부분 없이 정확히 관측하기 위해서는 많은 보점을 필요로 하고, 이에 상응하는 많은 시간이 소요된다.

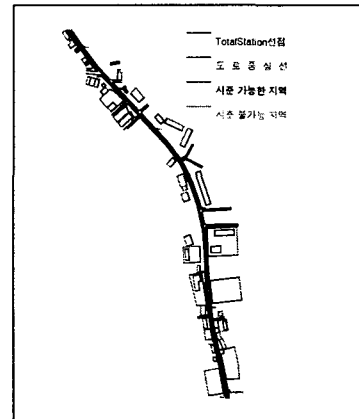


그림 3.1 TS관측에 의한 현황도

3.3 RTK GPS에 의한 현황측량

본 연구에서는 위성측량방법 중 RTK GPS기법을 이용하여 도로 주위의 현황을 관측하기 위해서 기지점에 기지국을 설치하고, 두 개의 Control Point를 이용하여 대상지 내의 파라메타를 추출하기 위한 초기화 작업을 실시하였으며, 대상도로 주위의 현황을 실시간으로 관측하였다. 양호한 시준을 위해 많은 보점을 이용해야 하는 Total Station에 의한 방법과는 달리 관측 시점부에 설치한 기지국만으로도 약 1km구간을 관측할 수 있었으며, Total Station에 의한 방법보다 더 많은 관측자료를 취득할 수 있었다. 관측결과, 보점에서 시준이 가능한 지역만을 관측할 수 있는 Total Station에 의한 방법보다 많은 자료취득률을 보였다. 그림 3.2의 RTK GPS에 의한 현황도에서와 같이 다소 높은 건물 또는 복잡한 건물 내의 모서리 16개의 측점에서는 가시위성의 미확보 및 모델간의 통신단절로 인해 관측이 불가능하였으며, 접근이 어려운 지역의 9개 측점에서도 관측이 이루어지지 않았다.

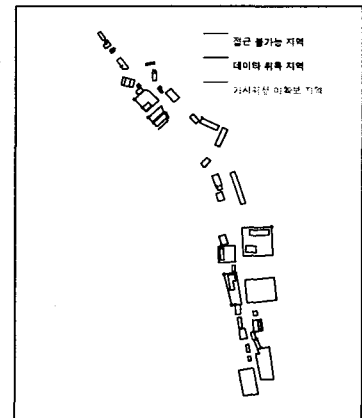


그림 3.2 RTK GPS에 의한 현황도

4. 결과 및 분석

본 연구에서는 RTK GPS기법에 의해 취득된 자료들의 정확도를 분석하기 위해 대상지역을 건물 등의 분포가 보통인 구역(A), 느슨한 구역(B), 조밀한 구역(C)으로 분류하고, 각 구역 내에서 시준이 아주 양호한 조건에서 Total Station에 의해 관측된 측점 10개를 RTK GPS기법에 의해 관측된 측점과 비교하였다. 비교·분석에 사용된 각 구역내의 측점분포는 그림 4.1과 그림 4.2에서 보여지는 바와 같다.

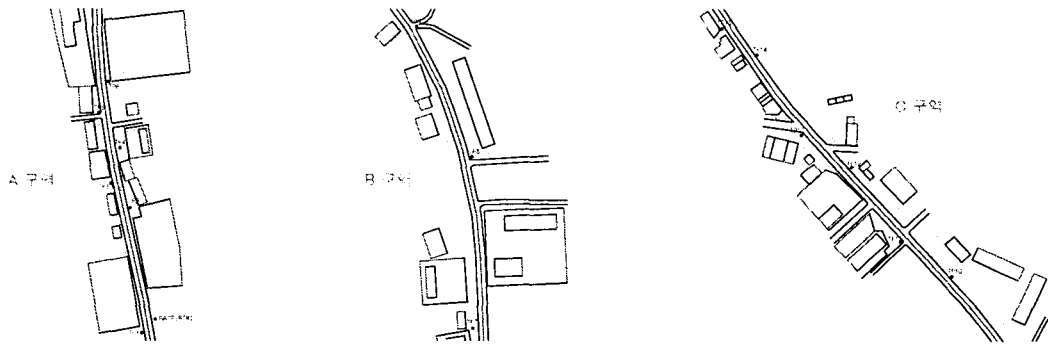


그림 4.1 각 구역별로 Total Station에 의해 관측된 측점

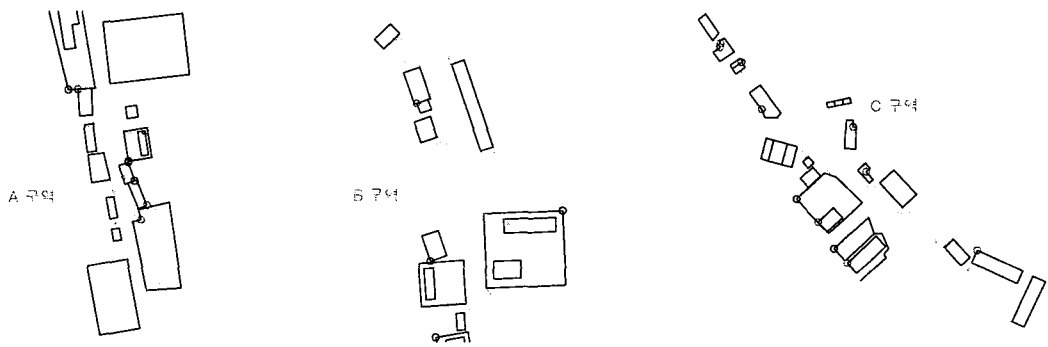


그림 4.2 각 구역별로 RTK GPS에 의해 관측된 측점

그림 4.2에서 보여지는 바와 같이, 느슨한 구역(B)에서는 관측이 가능한 측점 중 1개의 측점을 제외한 모든 측점이 취득되었지만, 조밀한 구역(C)의 경우에는 10개의 측점이 취득되지 않았다. 이는 건물 등이 밀집하게 분포된 경우에는 가시위성의 확보가 어렵고, 모뎀간의 통신 단절에서 기인된 것으로 판단된다.

각 구역별로 앞서 선정한 Total Station에 의해 취득된 측점과 RTK GPS에 의해 취득된 측점을 비교해 보면 표 4.1과 같고, 선정된 측점들을 기지국까지의 거리별로 나열하고 오차량을 비교해 보면 그림 4.3과 같다. 이러한 경우, 그림 4.3에서 보여지는 바와 같이 약 500m

지점까지는 GPS 기지국에서 거리가 멀어질수록 그 오차량이 증가하고 500m 지점을 통과한 후에는 오차량이 불규칙적으로 변화하는 것을 알 수 있다. 각 구역별 평균오차는 A구역의 경우, X방향 3.84cm, Y방향 7.95cm B구역의 경우 X방향 8.42cm, Y방향 6.96cm, C구역의 경우 X방향 13.38cm, Y방향 12.19cm로 나타났다.

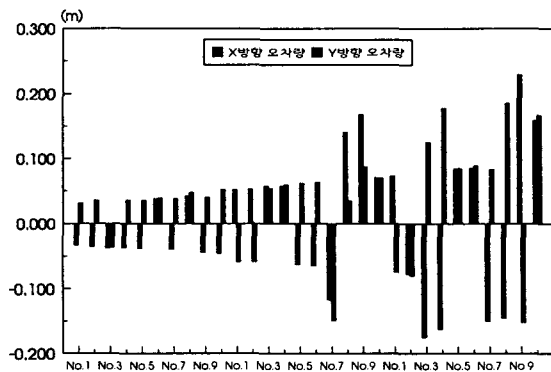


그림 4.3 방향별 오차량

표 4.1 관측결과 및 방향별 오차량

구역	측점	Total Station		RTK GPS		오차량	
		X	Y	X	Y	X방향	Y방향
A 구역	No.1	167964.324	467996.6718	167964.2915	467996.7034	-0.0325	0.0316
	No.2	167949.4366	468020.3389	167949.4023	468020.3743	-0.0343	0.0354
	No.3	167943.4507	468044.0871	167943.4138	468044.0513	-0.0369	-0.0358
	No.4	167953.6581	468049.4268	167953.6222	468049.463	-0.0359	0.0362
	No.5	167958.0548	468058.3567	167958.0179	468058.3921	-0.0369	0.0354
	No.6	167939.3452	468068.1751	167939.3834	468068.2140	0.0382	0.0389
	No.7	167950.0165	468078.3271	167949.9781	468078.3649	-0.0384	0.0378
	No.8	167946.9405	468117.6160	167946.9831	468117.6640	0.0426	-0.0520
	No.9	167923.6393	468122.9009	167923.5961	468122.9408	-0.0432	0.0399
	No.10	167936.4872	468152.9864	167936.4421	468153.0386	-0.0451	0.0522
B 구역	No.1	167912.7403	468236.4572	167912.7927	468236.3995	0.0524	-0.0577
	No.2	167928.1687	468248.3102	167928.2219	468248.2525	0.0532	-0.0577
	No.3	167940.8059	468301.0429	167940.8634	468301.0970	0.0575	0.0541
	No.4	167925.7768	468305.2343	167925.8344	468305.2941	0.0576	0.0598
	No.5	167923.8290	468352.3906	167923.7672	468352.4528	-0.0618	0.0622
	No.6	167890.6218	468363.0121	167890.5581	468363.0757	-0.0637	0.0636
	No.7	167885.2089	468392.2748	167885.0927	468392.1259	-0.1162	-0.1489
	No.8	167901.3349	468417.6502	167901.4756	468417.6852	0.1407	0.0350
	No.9	167877.0914	468415.8252	167877.2593	468415.9123	0.1679	0.0871
	No.10	167861.9056	468441.0979	167861.9761	468441.1680	0.0705	0.0701
C 구역	No.1	167869.7168	468473.8060	167869.7897	468473.7316	0.0729	-0.0744
	No.2	167839.2362	468518.5891	167839.1588	468518.5092	-0.0774	-0.0799
	No.3	167818.6845	468530.1092	167818.5103	468530.2346	-0.1742	0.1254
	No.4	167786.9393	468560.4341	167786.7774	468560.6124	-0.1619	0.1783
	No.5	167761.9467	468578.9498	167762.0308	468579.0347	0.0841	0.0849
	No.6	167736.9918	468583.4211	167737.0770	468583.5097	0.0852	0.0886
	No.7	167743.4619	468605.1142	167743.3124	468605.1979	-0.1495	0.0837
	No.8	167715.9870	468598.7272	167715.8423	468598.9128	-0.1447	0.1856
	No.9	167691.9426	468627.9320	167692.1723	468627.7803	0.2297	-0.1517
	No.10	167667.9978	468665.6566	167668.1563	468665.8231	0.1585	0.1665

5. 결 론

설계도가 훼손·분실된 지방도로를 선정하여 위성측량방법 중 RTK GPS기법으로 도로 주위의 현황을 실시간으로 취득하고, Total Station에 의해 관측된 자료들과 비교해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 대상도로 주위의 현황을 15개의 보점을 이용하여 Total Station에 의해 관측한 결과, 약 230여개의 대상측점 중 160개의 측점이 취득 가능하였으며, 이는 RTK GPS에 의해 관측된 205개의 측점에 비해 낮은 자료취득률을 보였다.
2. RTK GPS에 의한 관측시 시점부에 설치한 기지국만으로도 약 1km구간을 관측할 수 있었으며, 시준이 아주 양호한 조건에서 Total Station에 의해 취득된 측점들과 비교해 본 결과, 기지국에서 약 500m까지는 오차량이 증가되는 것으로 나타났으며, 500m 이후로는 오차량이 불규칙한 것으로 나타났다. 각 구역별 평균오차는 약 3.84~13.38cm 정도이며, 이는 수치지도작성작업내규의 도화축척 1/1000에서의 평면위치오차 허용범위내에 만족하므로 충분히 실용성이 있음을 알 수 있었다.
3. 도로의 현황측량 있어서 RTK GPS 기법의 적용은 도로관리통합시스템(HMS)의 일환으로 진행 중인 도로 대장전산화시스템(NAHMIS) 구축을 위한 기초자료를 제공하는데 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Hubiao Lan, "Development of a Real-Time Kinematics GPS System : Design, Performance and Result", Department of Geomatics Engineering, the University of Calgary, Canada, pp.14-17, 1996.
2. 이종출, "동적 GPS 관측에 의한 도로의 평면선형분석", 한국측량학회지, 제19권 제1호, pp.39-45, 2001.
3. 이인수, "GPS/GLONASS 결합에 의한 차량의 동적위치결정", 동아대학교, 박사학위논문, 2000.