

주택가 밀집지역에서의 각종 시설물 관리를 위한 네트워크 DGPS 측위의 가용성 평가

Availability Evaluation of Network DGPS Positioning for Various Facilities Management In Dense Housing Area

김인섭*

Kim, In Seup

要 旨

도시에 산재한 각종 시설물의 유지 관리는 대부분 측량지식이 부족한 일반 관리자에 의해 수행되므로, 기 구축된 GIS 도면만으로는 대상물의 정확한 위치를 신속히 찾아내기가 어렵다. 따라서 최근에는 GIS도면이 입력된 UMPC 또는 PDA 등의 단말기에 VRS-RTK 또는 SBAS DGPS 장비 등을 연결하여 대상물의 위치를 신속히 찾아가는 모바일현장시스템이 사용되고 있으나, 2~3층 규모의 주택이 밀집되어 있는 지역에서는 가시위성수의 부족과 위치보정신호의 단절 및 다중경로의 오차 등으로 인해 측위에 많은 어려움이 있다. 본 논문에서는 가시 위성수 증가를 위해 GLONASS 신호 수신이 가능한 휴대용 DGPS 장비를 사용하고, 이에 수신율이 양호한 국토지리정보원의 네트워크 DGPS 보정신호를 적용하여 현장 실험을 실시하였다. 실험결과 네트워크 DGPS 장비는 주택가 밀집지역에서도 0.3~0.84m 이내의 높은 정확도로 측위가 가능하고 측위율도 매우 높게 나타나 향후 골목길에서의 각종시설물 관리에 널리 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : 시설물 관리, 도심지 주택가 GPS측량, 네트워크 DGPS

Abstract

Since the facility management for various facilities in urban area are conducted by general managers who have poor knowledge for surveying technology, it is not easy to trace the exact location of the facility in a short time with the GIS map only by themselves in the field.

In order to improve it, VRS-RTK or SBAS DGPS system integrated with UMPC and PDA which is uploaded GIS field software are being used recently however lot of difficulties are still existed with the GPS positioning in urban area due to the lack of visible satellites, no reception of correction data and multipath error by the interruption of the high buildings and houses etc.

Therefore, in this study, we applied with Network DGPS system which allows better reception of satellite signal and correction data even in dense housing areas with the use of GNSS receiver and CDMA mobile phone.

Based on the analysis of field data, it was confirmed that standard deviations of the Network DGPS positioning are 0.3 to 0.84m with a very high positioning rate even in dense housing areas. Therefore, it was concluded that the Network DGPS system could be used widely to fast and accurate positioning for various facilities management works in dense housing areas in the future.

Keywords : Facility management, GPS positioning in dense housing area, Network DGPS

1. 서 론

상하수도, 전기, 가스, 통신관로 등을 비롯한 각종 도시시설물의 유지관리는 일반적으로 해당 기관의 일반

관리자들에 의해 수행되고 있으나 대부분 측량지식이 부족하므로 기 구축된 GIS도면과 좌표만을 이용하여 대상물의 정확한 위치를 찾아가는데 큰 어려움을 겪는다. 이를 보완하기 위하여 최근에는 U-city를 중심으로

2010년 11월 2일 접수, 2010년 11월 30일 채택

* 정회원 · 경원대학교 교수(iskim@kyungwon.ac.kr)

자기마커 또는 전자마커 등을 시설물에 설치하여 그 정확한 위치를 파악하는 센서의 설치가 늘고는 있지만, 이 역시 센서의 위치를 신속히 찾아가는 데에는 동일한 어려움이 상존한다. 따라서 시설물 또는 전자마커 등의 위치를 신속히 찾아내기 위하여는 TS나 GPS 등의 좌표측정 장비를 사용 하여야 한다. 현재 각 관리기관에서 주로 사용하고 있는 측량장비로는 TS, 휴대용GPS, RTK-GPS, VRS-RTK GPS 및 SBAS DGPS 수신기 등이있다. 이들 장비중 TS는 휴대성이 떨어질 뿐 아니라 일정부분의 측량지식이 필요하므로 장비운용이 상대적으로 어렵고, 휴대용 GPS는 10m 이상의 오차가 발생되므로 사실상 활용을 제대로 하지 못하고 있는 실정이다.

또한 RTK-GPS는 정확도가 매우 우수하고 작동이 용이한 반면, 기준국을 별도로 설치해야 하며 이동국과의 위치보정신호 통신에 장애가 많아 도심에서는 그 활용성이 다소 떨어진다. 이런 이유로 최근 도심지나 주택밀집지역에서는 VRS-RTK나 SBAS DGPS 등을 이용한 측량 방법이 가장 널리 사용되고 있다. 이들 방식은 수신기 1대만을 이용하여 각각 수cm 및 수십cm 이내의 실시간 좌표 측정이 가능한 측량 방식으로 이미 여러 논문에서 그 성능과 효용성이 검증된 바 있다.

VRS-RTK 측량에 관하여, 김혜인 등(2008a)은 VRS-RTK 기준망의 내부 측점 정확도를 평가하여 VRS-RTK 측량이 3.1cm 이하 정확도의 측위가 가능함을 입증하였으며, 장상규 등(2009)은 지적세부측량에 VRS-RTK를 적용한 결과 TS측량 성과를 기준으로 0.144m의 위치오차로 관측되어 수치지적측량에 적용할 수 있음을 검증하였다.

SBAS-DGPS 측량에 관하여, 김혜인 등(2008b)은 정밀 안테나를 사용한 SBAS DGPS의 수평위치 정확도가 0.562m 임을 검증하였고, 강호윤 등(2009)은 절개지의 효율적인 관리를 위해 SBAS DGPS를 활용한 절개지 형상조사기법을 제시하였다.

한편 서용철 등(2007)은 중고층 빌딩이 밀집한 도시 공간에서의 위성가시도와 측위오차 요소에 따른 GNSS 측위의 가용성을 시뮬레이션한 결과, GNSS 장비를 사용할 경우 GPS 장비에 비하여 위성의 기하학적 배치가 양호하게 이루어지고 가시위성수가 증가되어 측위오차는 상당히 줄어들겠지만, 반사파로 인한 다중경로 오차는 여전히 문제가 되므로 이를 완화하기 위하여는 수신기 안테나의 설계 및 배치, 신호처리 및 공간통계 기법 등을 개선할 필요가 있다고 지적한 바 있다.

실제로 VRS-RTK 측위의 경우 주택가 밀집지역에서는 RTK 측위에 필요한 최소 4개 이상의 공통 위성신

호가 수신되지 않거나, 설사 가시위성수가 충분히 확보되더라도 건물의 반사파에 의한 다중경로 오차의 발생으로 인하여 측위에 실패하는 경우가 빈번히 발생되고 있다.

또한 SBAS DGPS의 경우 2차원의 DGPS 측위를 위하여는 최소 3개 이상의 공통위성 신호만 수신되어도 무방하므로 RTK 측위에 비하여 가시 위성수의 제한을 적게 받고 기대정확도가 0.3~1m 내외로서 측위계산시 다중경로 오차의 영향을 비교적 적게 받기 때문에 측위 성공률은 비교적 높은 반면, 관측 환경에 따라서는 건물 등에 의한 SBAS 보정신호의 차폐로 인하여 결측되는 경우가 적지 않게 발생된다. 이와 같은 현상은 우리나라에서 사용할 수 있는 MTSAT 위성이 동경 140°의 적도상공 36,000km 상공에 위치하고 있으므로, 수신기 바로 뒤의 남동쪽 방향에 높은 건물이 있는 경우는 건물에 의해 MSAS 신호가 차단되기 때문으로 여겨진다.

상기의 여러가지 요인을 살펴볼 때, 건물밀집지역에서는 최소한의 가시위성수 확보, 위치보정신호의 원활한 수신, 사이클슬립 및 멀티패스의 영향 최소화 등의 조건을 갖추어야만 정밀한 GPS 측위가 가능하다고 볼 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 가시위성수를 되도록 많이 확보할 수 있는 GNSS 수신기를 선정하고, 건강한 위치보정신호를 원활하게 수신할 수 있도록 CDMA를 통한 인터넷 기반의 네트워크 보정신호를 서비스 받으며, 측위계산시 사이클슬립 및 멀티패스 등의 오차 요소에 영향을 적게 받는 DGPS 측위법을 주택가 밀집지역에서의 측위 실험에 적용하였다.

2. 네트워크 DGPS 측량현황

VRS 방식의 네트워크 RTK 측량에서는 이동국의 개략적인 위치정보를 VRS 서버에 전송하여 인접한 지점에 VRS를 생성한 후, VRS 지점에 관측값과 보정값을 제공함으로써 대기효과가 제거된 상태에서 이동국의 위치를 결정한다. 현재 우리나라의 경우 국토지리정보원에서 전국에 걸쳐 설치된 44개의 상시관측소를 이용하여 VRS 서비스를 제공하고 있다(한중희 등, 2010).

네트워크 DGPS 측량은 장비구성이나 사용방법 등이 네트워크 RTK 측량과 거의 동일한 반면, 측위 계산시 네트워크 RTK 측량에서는 반송파신호를 사용하는데 반하여 네트워크 DGPS 측량에서는 코드신호를 사용하는 것이 대표적인 차이점이다. 현재 국토지리정보원에서는 실시간 정밀측위 서비스를 위하여 반송파 보정신호(RTCM2.3, RTCM3.1, CMR, CMR⁺ 및 SAPOS 포맷)와 코드보정신호(DGPS) 등 두 가지의 위치보정신호를

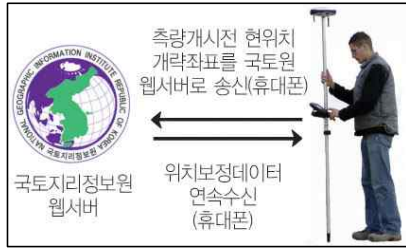


그림 1. 네트워크 DGPS측량 개념도

동시에 서비스하고 있으므로 네트워크 DGPS측량을 실시할 때에는 이들 보정신호중에서 DGPS신호를 선택하여 수신하면 된다.

네트워크 DGPS측량은 인터넷(NTrip)을 통한 서비스로만 가능하며 그림 1과 같이 기존의 네트워크RTK 망을 그대로 이용할 수 있다는 점에서 활용성이 매우 높을 것으로 판단되나, 현재로서는 총 200개의 동시 접속 노드중 4개의 노드에만 할당되어 시험운영중에 있으므로 향후 이에 대한 보완이 적극적으로 검토되어 보다 많은 사용자가 이용할 수 있는 기반이 조성되기를 기대한다.

3. 측위 가용성 평가 실험

본 연구에서는 주택가 밀집지역에서의 네트워크 DGPS 측위에 대한 가용성 평가를 위해 3~4층 규모의 빌라 및 상가가 밀집된 서울시 강남구 논현동 소재 논현초등학교 부근의 주택가 도로 일부 구간을 선정하여 그 지점에서 데이터를 취득한 후 TS성과와 비교 분석을 수행하였다. 또한 다른 GPS측량 방법과도 정확도를 비교하기 위해 동일한 지역에서 VRS-RTK 및 SBAS DGPS 장비로 관측을 실시한 후 결과를 비교분석하였다.



그림 2. 1차 실험지역(폭 7m 도로)

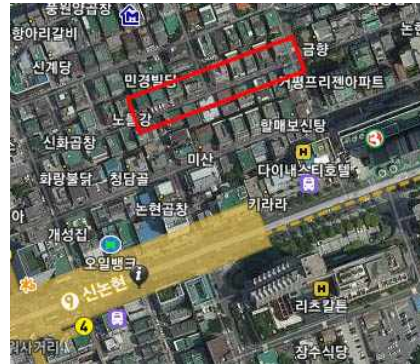


그림 3. 2차 실험지역(폭 3m 도로)

다양한 환경 및 지역에서 네트워크 DGPS측량의 정확도를 분석하기 위하여, 2차선으로 되어 있으며 도로 양측에 3~4층 건물이 늘어진 폭 7m 도로(1차 실험지역)와 1차선으로 되어 있으며 역시 도로 양측에 3~4층 건물이 밀집된 폭 3m 도로(2차 실험지역)의 일부 구간을 실험 대상으로 선정하였다(그림 2 및 그림 3).

3.1 정확도 비교를 위한 GPS측위

주택가 밀집지역에서의 측위 가용성 평가를 위하여 각종 측위실험에 사용한 장비의 제조사, 모델명, 규격 등은 표 1과 같다.

3.2 1차 측위실험

1차 실험은 도로폭이 7m 정도인 논현초등학교 이면 도로 상에서 실시하였으며 관측점은 중앙선 황색표시선의 각 모서리지점과 노상 주차장의 주차표시선 모서리 등 25개 지점을 선정하여 그림 5와 같이 VRS-RTK, 네트워크 DGPS 및 SBAS DGPS 방법으로 각각의 좌표를 관측하였으며, 모든 측점에 대하여 1초간격으로 10초간 관측한 값을 평균하여 성과를 얻었다.

관측중 가시위성수는 10개 이상(GPS 6~7개 및 GLONASS 4~5개)을 유지하였으며, PDOP은 3, SNR

표 1. 측위방법별 사용 장비

측위방법	수신기	규격
네트워크 RTK	Ashtech사, ProMark 500	2주파 GNSS, 1cm 정확도
네트워크 DGPS	Ashtech사, MM100	1주파 GNSS, 0.5m 정확도
SBAS DGPS	Ashtech사, MMCX	1주파 DGPS, 1.0m 정확도
TS 관측	Leica사, TCR 802	2" 2mm+2ppm정확도



그림 4. 폭 7m 도로에서의 TS관측



그림 5. 폭 7m 도로에서의 각종 GPS관측

(신호대 잡음비)는 40이상을 나타내었다. 측위 정확도를 검증하기 위하여 그림 4와 같이 TS로 병행 관측하였으며, 이 때 TS의 기계점 및 후시점 좌표는 ProMark500 VRS장비를 이용하여 상공시계가 비교적 양호하게 확보되어 있는 주택가 간선도로 사거리에 설치된 지적도근점의 표지위치를 세계측지계의 평면직각 좌표로 획득하였다.

TS로 관측한 좌표를 기준으로 VRS-RTK, 네트워크 DGPS 및 SBAS DGPS 방법에 의해 취득된 각각의 측위 정확도는 표 2, 표 3 및 표 4와 같다.

관측결과 VRS-RTK의 측위 정확도는 X축으로 3.7cm, Y축으로 2.9cm의 양호한 성과를 나타내었다. 당초의 우려와는 달리 VRS-RTK수신기는 GLONASS 신호의 추가 수신에 힘입어 가시 위성수가 10개 이상으로 확보되고, PDOP이 3이하를 유지한 상태에서 국토지리정보원 제공의 위치 보정신호가 CDMA를 통하여 양호하게 수신되는 조건에서는 주택가내의 폭 7m 도로에서 매우 정밀한 측량이 가능함을 알 수 있다.

또한 네트워크 DGPS 측위 역시 정확도가 X축으로

표 2. VRS-RTK에 의한 측위 정확도(폭 7m 도로)
단위 : m

측번	TS		VRS-RTK		차이값	
	X	Y	X	Y	DX	DY
A1	445483.663	202355.423	445483.715	202355.428	-0.052	-0.005
A2	445481.551	202349.936	445481.567	202349.929	-0.016	0.007
A3	445479.078	202343.342	445479.061	202343.345	0.017	-0.003
A4	445476.970	202337.811	445476.954	202337.825	0.016	-0.014
A5	445474.757	202331.996	445474.750	202331.989	0.007	0.007
A6	445472.051	202324.711	445472.077	202324.741	-0.026	-0.030
A7	445465.574	202306.775	445465.605	202306.848	-0.031	-0.073
A8	445463.624	202301.608	445463.713	202301.635	-0.089	-0.027
A9	445461.409	202295.775	445461.406	202295.787	0.003	-0.012
A10	445459.937	202291.834	445459.855	202291.870	0.082	-0.036
A11	445457.919	202286.572	445457.878	202286.562	0.041	0.010
A12	445455.627	202280.600	445455.653	202280.629	-0.026	-0.029
A12	445453.464	202274.882	445453.476	202274.885	-0.012	-0.002
A14	445451.697	202270.248	445451.699	202270.265	-0.002	-0.017
A15	445446.788	202256.949	445446.829	202256.982	-0.041	-0.033
A16	445445.403	202262.585	445445.461	202262.594	-0.058	-0.009
B1	445449.229	202272.725	445449.243	202272.749	-0.014	-0.024
B2	445451.998	202280.085	445452.009	202280.110	-0.011	-0.025
B3	445454.073	202285.645	445454.106	202285.693	-0.033	-0.048
B4	445456.169	202291.241	445456.183	202291.254	-0.014	-0.013
B5	445458.241	202296.796	445458.284	202296.825	-0.043	-0.029
B6	445460.385	202302.501	445460.432	202302.536	-0.046	-0.035
B7	445466.885	202319.738	445466.918	202319.787	-0.033	-0.049
B8	445468.680	202324.504	445468.697	202324.533	-0.017	-0.029
B9	445471.019	202330.718	445470.996	202330.761	0.023	-0.043
평균제곱근 오차					0.037	0.029

표 3. 네트워크 DGPS에 의한 측위 정확도(폭 7m 도로)
단위 : m

측번	TS		네트워크 DGPS		차이값	
	X	Y	X	Y	DX	DY
A1	445483.663	202355.423	445483.470	202355.270	0.193	0.153
A2	445481.551	202349.936	445481.650	202349.600	-0.099	0.336
A3	445479.078	202343.342	445479.340	202342.980	-0.262	0.362
A4	445476.970	202337.811	445477.183	202337.641	-0.213	0.170
A5	445474.757	202331.996	445475.300	202331.890	-0.543	0.106
A6	445472.051	202324.711	445472.620	202324.570	-0.569	0.141
A7	445465.574	202306.775	445466.070	202306.670	-0.496	0.105
A8	445463.624	202301.608	445463.850	202301.640	-0.226	-0.032
A9	445461.409	202295.775	445461.110	202296.080	0.299	-0.305
A10	445459.937	202291.834	445459.600	202292.100	0.337	-0.266
A11	445457.919	202286.572	445457.470	202286.950	0.449	-0.378
A12	445455.627	202280.600	445455.820	202280.680	-0.193	-0.080
A12	445453.464	202274.882	445452.900	202275.460	0.564	-0.578
A14	445451.697	202270.248	445450.710	202271.020	0.987	-0.772
A15	445446.788	202256.949	445446.040	202257.530	0.748	-0.581
A16	445445.403	202262.585	445444.470	202263.170	0.933	-0.585
B1	445449.229	202272.725	445448.330	202273.260	0.899	-0.535
B2	445451.998	202280.085	445451.620	202280.370	0.378	-0.285
B3	445454.073	202285.645	445453.980	202285.750	0.093	-0.105
B4	445456.169	202291.241	445456.270	202291.260	-0.101	-0.019
B5	445458.241	202296.796	445458.730	202296.720	-0.489	0.076
B6	445460.385	202302.501	445461.020	202302.330	-0.635	0.171
B7	445466.885	202319.738	445467.460	202319.650	-0.575	0.088
B8	445468.680	202324.504	445469.190	202324.390	-0.510	0.114
B9	445471.019	202330.718	445471.840	202330.320	-0.821	0.398
평균제곱근 오차					0.531	0.336

표 4. SBAS DGPS에 의한 측위 정확도(폭 7m 도로)
단위 : cm

측번	TS		SBAS DGPS		차이값	
	X	Y	X	Y	DX	DY
A1	445483.663	202355.423	445483.800	202356.710	-0.137	-1.287
A2	445481.551	202349.936	445482.710	202351.120	-1.159	-1.184
A3	445479.078	202343.342	445480.470	202344.830	-1.392	-1.488
A4	445476.970	202337.811	445477.840	202339.280	-0.870	-1.469
A5	445474.757	202331.996	445476.290	202333.020	-1.533	-1.024
A6	445472.051	202324.711	445473.710	202326.060	-1.659	-1.349
A7	445465.574	202306.775	445466.694	202308.255	-1.120	-1.480
A8	445463.624	202301.608	445465.270	202303.530	-1.646	-1.922
A9	445461.409	202295.775	445464.770	202303.060	0.000	0.000
A10	445459.937	202291.834	445458.780	202293.700	1.157	-1.866
A11	445457.919	202286.572	445456.870	202288.480	1.049	-1.908
A12	445455.627	202280.600	445455.740	202282.080	-0.113	-1.480
A12	445453.464	202274.882	445454.370	202276.200	-0.906	-1.318
A14	445451.697	202270.248	445453.000	202271.690	-1.303	-1.442
A15	445446.788	202256.949	445451.200	202270.690	0.000	0.000
A16	445445.403	202262.585	445447.110	202260.950	-1.707	1.635
B1	445449.229	202272.725	445448.330	202273.260	0.899	-0.535
B2	445451.998	202280.085	445451.620	202280.370	0.378	-0.285
B3	445454.073	202285.645	445453.980	202285.750	0.093	-0.105
B4	445456.169	202291.241	445456.270	202291.260	-0.101	-0.019
B5	445458.241	202296.796	445458.730	202296.720	-0.489	0.076
B6	445460.385	202302.501	445461.020	202302.330	-0.635	0.171
B7	445466.885	202319.738	445467.460	202319.650	-0.575	0.088
B8	445468.680	202324.504	445469.190	202324.390	-0.510	0.114
B9	445471.019	202330.718	445471.840	202330.320	-0.821	0.398
평균제곱근 오차					0.951	1.456

53cm, Y측으로는 33cm로 나타나 비교적 양호한 성과를 얻을 수 있었는데, 이는 네트워크 DGPS가 네트워크 RTK와 비교하여 측위 계산시 반송파신호 대신 코드신호를 처리한다는 차이점 외에는 모든 과정이 동일한 네트워크 RTK와 같이 CDMA를 통하여 양호한 위치보정 신호가 균일하게 전송된 때문일 것으로 판단된다.

반면 SBAS DGPS는 X측으로 95cm, Y측으로는 145cm의 정확도로 관측되어 네트워크 DGPS에 비해 비교적 큰 오차를 나타내었다. SBAS DGPS는 GPS수신기로서 GLONASS신호가 수신에 불가하지만 1차 실험시 5~6개 이상의 GPS위성이 수신되었으며 PDOP도 4이하를 유지하여 보통 정도의 측위 상태에 있었지만 MTSAT 위성으로부터 방송되는 SBAS보정신호의 수신 각도 및 멀티패스 등과 같은 오차요인에 훨씬 민감하게 반응하고 있음을 알 수 있다.

결과적으로 주택가 밀집지역에서는 가시위성수가 충분히 확보되는 경우 위치보정신호가 얼마나 건강하고 원활하게 공급되는지의 여부에 따라 측위 정확도가 결정된다고 볼 수 있다.

3.3 2차 측위실험

2차 실험은 도로 양측에 3~4층 규모의 상가와 빌라

건물이 줄지어 건축되어 있는 폭 3m 도로의 양측 황색 표시선에 14개 지점을 약 10m 간격으로 선정하여 각각의 좌표를 관측하였다. 관측 중 가시위성수는 VRS-RTK와 네트워크 DGPS의 경우 9개(GPS 5~6, GLONASS 3~4개)였고, PDOP은 3~5, SNR은 30~40을 유지하였으나, SBAS DGPS는 GPS위성이 4~5개만 수신되고 SBAS 보정신호가 단절되는 경우가 발생되었다. 또한 VRS-RTK의 경우 측위 계산에 필요한 가시위성수는 충분히 확보 되었으나 다중경로 오차가 심하여 측정값이 고정해에 이르지 못한채 계속해서 0.2~0.5m 오차범위의 유동해(float) 상태에 머무르는 등 정상적인 RTK측위가 불가능하였다.

2차 실험 역시 1차 실험과 마찬가지로 그림 6 및 그림 7과 같이 TS로 병행 관측하여 정확도를 비교하였으며 그 결과는 표 5 및 표 6과 같다. 이 때 TS의 기계점과 후시점 좌표는 1차 실험시 사용된 TS의 기계점 및 후시점 좌표를 기지점으로 하여 트래버스측량 방법에 의해 결정하였다.



그림 6. 폭 3m 도로에서의 TS관측



그림 7. 폭 3m 도로에서의 각종 GPS관측

표 5. 네트워크 DGPS에 의한 측위 정확도(폭 3m 도로)
단위 : m

측번	TS		네트워크 DGPS		차이값	
	X	Y	X	Y	DX	DY
C1	445270.770	202391.931	445269.310	202392.460	1.460	-0.529
C2	445267.270	202382.882	445265.440	202383.670	1.830	-0.788
C3	445263.203	202374.911	445262.940	202375.420	0.263	-0.509
C4	445260.695	202365.777	445259.820	202366.220	0.875	-0.443
C5	445257.366	202356.968	445256.450	202357.610	0.916	-0.642
C6	445252.623	202344.565	445251.430	202345.390	1.193	-0.825
C7	445247.234	202330.240	445246.730	202331.150	0.504	-0.910
C8	445245.014	202333.553	445245.400	202334.310	-0.386	-0.757
C9	445249.452	202342.901	445249.020	202343.550	0.432	-0.649
C10	445253.048	202352.102	445252.480	202352.770	0.568	-0.668
C11	445256.951	202362.177	445256.520	202362.670	0.431	-0.493
C12	445260.912	202372.437	445260.630	202372.720	0.282	-0.283
C13	445264.272	202381.135	445264.160	202381.400	0.112	-0.265
C14	445268.689	202392.785	445268.579	202393.296	0.110	-0.511
평균계급근 오차					0.835	0.604

표 6. SBAS DGPS에 의한 측위 정확도(폭 3m 도로)
단위 : m

측번	TS		SBAS DGPS		차이값	
	X	Y	X	Y	X	Y
C1	445270.770	202391.931	445266.300	202395.470	4.470	-3.539
C2	445267.270	202382.882	445262.820	202386.540	4.450	-3.658
C3	445263.203	202374.911	445266.000	202375.090	-2.797	-0.179
C4	445260.695	202365.777	445264.380	202365.880	-3.685	-0.103
C5	445257.366	202356.968	445259.920	202357.590	-2.554	-0.622
C6	445252.623	202344.565	445252.630	202345.920	-0.007	-1.355
C7	445247.234	202330.240	445247.390	202331.390	-0.156	-1.150
C8	445245.014	202333.553	445246.750	202334.060	-1.736	-0.507
C9	445249.452	202342.901	445250.040	202343.070	-0.588	-0.169
C10	445253.048	202352.102	445253.020	202351.860	0.028	0.242
C11	445256.951	202362.177	445258.190	202360.920	-1.239	1.257
C12	445260.912	202372.437	445262.240	202371.510	-1.328	0.927
C13	445264.272	202381.135	445265.290	202380.660	-1.018	0.475
C14	445268.689	202392.785	445266.650	202394.320	2.039	-1.535
평균계급근 오차					2.384	1.577

2차 실험 관측결과, 네트워크 RTK는 측정이 불가능하였고, 네트워크 DGPS는 X축으로 83cm, Y축으로 60cm의 정확도를 나타낸 반면, SBAS DGPS는 X축으로 2.38m, Y축으로는 1.57m의 비교적 큰 오차를 나타내었다.

네트워크 DGPS의 경우 GPS신호와 GLONASS신호를 포함하여 총 9개의 가시위성이 확보됨으로써 보다 건강한 위성을 선별하여 사용할 수 있었으며, 위성신호에 다소의 다중경로 오차가 발생되었다라든 매우 건강한 위치보정신호가 CDMA휴대폰을 통하여 수신기에 전송됨에 따라 건물 밀집지역에서도 비교적 양호한 측위 결과를 얻을 수 있었다. 반면 SBAS DGPS는 GPS신호만 4~5개 수신됨에 따라 건강한 위성 신호를 선별하여 사용할 수 있는 여지가 부족하고, 건물에 의해

MTSAT위성보정신호가 차폐됨에 따라 상대측위가 되지 않는 등 주택가 밀집지역에서의 측위에 다소의 한계를 나타내었다. 결과적으로 폭이 3m 이하로 매우 좁고 높이가 10여m 이상의 건물이 밀집된 주택가 골목길에서의 VRS-RTK 측량은 불가하며, SBAS DGPS측량 또한 SBAS보정신호의 차폐 및 멀티패스의 영향 등에 의해, 오차가 크게 발생하므로 적합성이 많이 떨어진다고 볼 수 있다. 이에 비해 네트워크 DGPS는 좁은 골목길에서도 측위 성공률이 가장 높은 방법으로, 약 60~83cm의 위치오차를 보임에도 불구하고 시설물의 관리 용도로는 적합할 것으로 판단된다.

4. 결과 분석

각 측위방법별로 주택가 밀집지역에서 수행한 오차 분석 결과를 표 2에서 표 6까지 나타내었다. 1차 실험에서 도로폭이 약 7m 정도로 상공시계가 어느 정도 확보된 지역에서는 다소의 다중경로 오차가 존재할지라도 GNSS기반의 VRS-RTK장비와 네트워크 DGPS장비는 각각 2~3cm, 30~50cm 내외의 정확도로 실시간 측위가 가능한 반면, GPS 기반의 SBAS DGPS 장비는 0.95~1.45m 내외의 오차가 발생되어 네트워크 DGPS 장비에 비하여 정확도가 3배 이상 떨어짐을 알 수 있다.

한편 2차 실험에서와 같이 도로폭이 약 3m 정도이며 도로 양쪽에 3~4층 규모의 건물이 밀집되어 상공시계가 상당히 불량한 지역에서는 VRS-RTK 장비가 충분한 가시위성을 확보했음에도 불구하고 다중경로 오차로 인해 측정값이 고정해를 얻지 못하는 결과를 초래한 반면, 네트워크 DGPS 장비는 충분하게 가시위성을 확보하고 건강한 위치보정신호를 원활히 수신함에 따라 다소의 다중경로 오차가 발생했음에도 불구하고 60~84cm 내외의 비교적 양호한 측위 정확도를 나타내었다. 그러나 SBAS DGPS 장비는 GPS신호만 수신함에 따라 가시위성수의 제한을 받고, SBAS 보정신호가 건물에 의해 차폐되는 등의 이유로 해서 정확도가 1.5~2.4m 정도로 크게 떨어짐을 알 수 있다.

이상의 측위 결과를 고려해 볼 때 주택가 밀집지역에서 전반적으로 측위가 가능한 방법은 네트워크 DGPS 측위 일 것으로 평가되며, 정확도는 VRS-RTK측위에 비하여 비교적 떨어지나 지하시설물 등의 시설물 관리 용도로 사용하기에는 충분할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 주택가 밀집지역에서의 각종시설물

관리를 위한 네트워크 DGPS 측위의 가용성을 평가하기 위하여 다양한 GPS 측위방법에 따른 실시간 이동측위 정확도와 네트워크 DGPS 정확도의 비교를 수행하였다. VRS-RTK 측위, 네트워크 DGPS 측위, SBAS DGPS 측위 등의 방법으로 약 7m 및 약 3m 폭의 주택가 밀집지역 도로에서 TS로 관측한 좌표와 비교하여 산출한 2차원 RMS 오차를 통해 정확도를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 폭이 7m 이상으로 상공시계가 일정부분 확보되는 주택가 도로에서 다소의 멀티패스 영향이 발생하더라도 GNSS 기반의 네트워크 RTK 또는 네트워크 DGPS의 경우는 각각 2~3cm, 30~50cm 정확도의 정상적인 측위가 가능한 반면, GPS 기반의 SBAS DGPS는 측위 정확도가 0.95~1.45m 내외로 다소 떨어짐을 알 수 있었다.

둘째, 폭이 3m 정도이며 길 양쪽에 3~4층 규모의 건물이 밀집된 주택가 골목길에서 네트워크 RTK는 측위가 불가능하고 SBAS DGPS는 1.5~2.4m 정도의 큰 오차가 발생하는 반면, 네트워크 DGPS는 60~84cm의 비교적 양호한 정확도로 측위가 가능함을 알 수 있었다.

셋째, 상공시계가 불량한 주택가 밀집지역에서는 GLONASS 신호의 수신 가능한 GNSS 기반의 수신기를 사용하여 가시위성수를 충분히 확보하고, 멀티패스 등의 영향을 비교적 적게 받는 코드 DGPS 측위 기법을 사용하되 위성기반의 SBAS DGPS보다는 국토지리정보원에서 제공하는 코드보정신호를 CDMA 휴대폰으로 수신하여 위치보정을 수행하는 네트워크 DGPS 방법을 적용함으로써 원활한 측위가 가능함을 확인하였다.

연구결과 네트워크 DGPS 측량방법은 작동이 용이하며 골목길 등에서도 측위성공률이 매우 높으므로 측량

지식이 부족한 일선 시설물관리자가 대상물의 위치를 신속 정확하게 찾아내고 관리하는데 있어 향후 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대되나, 현재 인터넷 (NTrip)을 통한 네트워크 DGPS의 동시 접속노드가 4개로 한정되어 있어 이에 대한 시설확충이 적극적으로 검토될 수 있기를 기대한다.

감사의 글

이 연구는 2010년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

참고문헌

1. 강호윤, 강인준, 송석진, 2009, "GPS 보정방법 시스템을 이용한 절개지 위치조사 기법", 한국측량학회지, 27권, 5호, pp.629-635.
2. 김혜인, 유기석, 박관동, 하지현, 2008a, "국토지리 정보원 VRS-RTK 기준망 내부측점측량 정확도 평가", 한국측량학회지, 26권, 2호, pp.139-147.
3. 김혜인, 손은성, 이호석, 김현호, 박관동, 2008b, "SBAS 이동측위 정확도 분석", 한국측량학회지, 26권, 5호, pp.493-504.
4. 서용철, 이양원, 2007, "통합 GNSS 환경에서 도시 공간 위성측위의 가용성 시뮬레이션", 한국측량학회지, 25권, 3호, pp.231-238.
5. 장상규, 김진수, 정공운, 2009, "VRS GPS를 이용한 필계점의 정확도 평가", 한국지형공간정보학회지, 17권, 1호, pp.37-42.
6. 한중희, 권재현, 홍창기, 2010, "공공기준점 측량에 적을 위한 VRS(가상기준점) 방식의 Network-RTK 정확도 분석", 한국지형공간정보학회지, 18권, 2호, pp.13-20.