

1주파 GPS의 실무측량 활용성 증대 방안

The scheme for increment of applicability of Single frequency GPS receivers in Public surveying

임수봉¹⁾ · 이봉희²⁾ · 박홍기³⁾

Lim, Soo Bong · Lee, Bong Hee · Park, Hong Gi

¹⁾ 임수봉, (주)동원측량컨선탄트 대표이사, 기술사 (E-mail : dwscltd@kornet.net)

²⁾ 이봉희, (주)동원측량컨선탄트 부장, 기술사 (E-mail : leekym0425@hanmail.net)

³⁾ 박홍기, 경원대학교 토목환경공학과 교수 (E-mail : hgpark@mail.kyungwon.ac.kr)

Abstract

GPS surveying is being applied in earnest in public and construction surveying field recently. However only large enterprise surveying companies have GPS equipments but almost of small companies don't have them because of that their financial status is always too poor to purchase the expensive equipments such as Dual frequency GPS receiver. This is caused by some misunderstanding that only Dual frequency GPS receiver can be used for Public surveying.

In order to increase the use of Single frequency GPS receiver to achieve competitive power of small companies in future, we need to verify the applicability and recommend surveyors to use it.

1. 서론

저가 수주와 과당경쟁 그리고 심각한 인력난 등으로 인해 경영상 어려움을 겪고 있는 상당수의 중소 측량업체 입장에서, GPS 측량기술은 적은 인력으로도 측량 효율을 높여 보다 높은 부가가치를 창출할 수 있다는 측면에서 큰 관심을 모으고 있다.

그러나 GPS 측량 기술을 도입하고 효과적으로 활용하기 위해서는 고가의 GPS 장비 구입과 아울러 그를 사용할 수 있는 측량 기술자의 확보가 필수적인데, 재정이 열악한 중소측량업체로서는 이 두 가지 요소를 충족하지 못하는 경우가 대부분이어서 최근에는 GPS의 보급이 상당한 정체국면을 맞고 있다. 한국지형정보산업협회의 통계에 의하면 2004년 8월 현재 국내 측량업체의 총수는 약 1,860여개에 달하는데 이에 미등록 업체까지 모두 포함하면 그 수는 대략 2,000여개에 이를 것으로 추산되고 있다. 이중 확실하게 GPS 수신기를 보유하고 있는 업체는 53개의 측지측량업 등록업체인데, 아직 정확한 통계는 없지만 기타 공공측량업이나 지하시설물측량업 등의 등록업체중 GPS 수신기를 보유한 업체를 모두 합쳐보면 현재로서는 약 100여개의 측량업체 정도가 장비를 보유하고 있을 것으로 예측하고 있다.

이와 같이 GPS 보급률이 전체 측량업체의 5% 수준에 머물고 있는 이유는 무엇보다도 가격이 고가라는 점인데, 그런 배경에는 GPS 측량은 반드시 2주파 수신기를 사용해야 한다는 잘못된 인식이 널리 퍼져 있기 때문으로 볼 수 있다.

또한 중소측량업체에서는 일반적으로 기술자의 이직율이 높아 GPS 측량 기술을 가진 기술자의 지속적인 확보가 원활하지 못하여 고가의 장비를 보유하고도 활용하지 못하는 경우가 상당수 발생되고 있어 일부이긴 하지만 이 때문에 경영주가 GPS의 도입을 꺼리는 점도 큰 이유가 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 2주파 GPS수신기에 비해 가격이 월등히 저렴한 1주파 GPS수신기의 보급 확대를 통해 GPS 측량기술을 대중화함으로써 중소 측량업체의 경쟁력을 강화하고 나아가 우리나라 측량기술의 전체적인 발전을 도모하고자 하는 취지에서 기준점측량을 위주로 한 1주파 GPS수신기의 정확도 및 공

공측량 활용성에 대하여 다양한 자료를 분석해 보았다.

2. 1주파 수신기의 적용에 관한 법제도 현황

2.1 측량법에 의한 적용

우리나라 측량법에서는 시행령 제16조를 통하여 전체 10개 종목의 측량업종중 측지측량업을 제외한 공공측량업, 일반측량업, 연안조사측량업, 공간영상도화업, 영상처리업 및 지하시설물측량업 등 6개 업종의 등록시 1주파 GPS수신기를 보유할 수 있도록 규정하였다.

물론 GPS수신기 대신에 TS (Total Station)를 보유해도 이들 측량업의 등록은 가능하나 특히 GPS를 포함한 것은 우리나라 기준좌표계의 세계측지계 사용과 더불어 향후 GPS측량의 활성화에 대비한 제도의 준비로 인식되며, 굳이 2주파수신기를 적용하지 않고 1주파수신기를 적용한 것은 기 설치된 측지기준점의 성과를 준거하는 공공측량 등은 1주파수신기로도 충분히 수행될 수 있기 때문에 볼 수 있다.

동법 시행규칙 제3조의 5규정에 따르면 GPS장비의 성능 기준은 다음 표 1과 같다.

표 1. 측량법상 GPS장비의 성능 기준

등 급	수신대역수	측정 거리	정밀도	비 고
1 급	2주파	10km 이상	5mm+1ppm·D	정밀도 기선의 표준 편차
2 급	1주파	10km 이하	10mm+2ppm·D	

2주파와 1주파GPS수신기의 가장 큰 차이는, 2주파수신기의 경우 L2파는 위성신호의 전리층 통과시 지연오차를 소거할 수 있는 기능이 있기 때문에 15km 이상의 장거리 기선 관측시 1주파수신기에 비해 정확도를 높일 수 있다는 점인데, 우리나라 측량법의 경우는 보다 높은 안전율을 고려하여 10km 이상의 기선관측 시에는 공공측량이라 할지라도 2주파수신기를 사용하도록 규정하였다. 그러나 실무에서 기선장이 10km 이상인 공공측량의 경우는 상당히 드물며, 최근 시판되고 있는 1주파수신기는 기선 정확도가 대부분 (5mm+1ppm·D) 범위에 들고 있어 실용상 그다지 큰 문제는 없다고 보여진다.

2.2 공공측량 작업규정에 의한 적용

공공측량은 삼각점이나 수준점등의 측지기준점을 측량하는 기본측량 이외의 측량 중 국가, 지자체 및 정부투자기관 등이 실시하는 측량을 뜻하는 것으로서, 지적법에 의한 지적측량 (행정자치부 소관)이나 수로업무법에 의한 수로측량 (해양수산부 소관) 및 일부 소규모의 개인 발주 공사측량을 제외한 거의 모든 건설공사나 지하시설물 관련 측량을 포함하므로 실무에서 수행되는 측량은 대부분 공공측량으로 볼 수 있을만큼 그 범위와 작업 물량이 넓고 방대하다.

우리나라의 모든 공공측량은 건설교통부가 고시한 공공측량의 작업규정 세부기준에서 정한 규정과 절차에 따라 시행되어야 하는데 본 규정에 명시된 1주파GPS의 사용에 관한 내용은 다음 표 2와 같다.

표 2. 공공측량 작업규정 세부기준 운용세칙의 1주파GPS에 의한 기준점측량 방식

관측방법	관측시간	데이터 수신간격	비 고
정지측위법	60분 이상	30초 이하	1급 기준점측량 (10km 미만) 2~4급 기준점측량
신속정지측위법	20분 이상	15초 이하	3~4급 기준점측량
이동측위법	1분 이상	5초 이하	3~4급 기준점측량

표 2와 같이 공공측량시 사용되는 기준점측량 방법에는 정지측위법, 신속정지측위법 및 이동측위법 등 3가지 방법이 있는데 이중 정지측위법 및 신속정지측위법은 후처리 방법이며 이동측위법은 실시간 처리 (RTK : Realtime Kinematic) 방법을 뜻한다.

그러나 정지측위법이라도 관측망중 기선의 길이가 10km를 초과하는 기선이 포함된 경우에는 반드시 2주파 수신기를 사용하여 120분 이상의 관측을 함으로써 성과의 품질을 유지하도록 하고 있으며, 신속 정지측위법으로 관측하는 경우에도 2주파수신기를 사용하도록 제한하고 있다.

이동 측위법인 경우에는 1주파와 2주파수신기의 사용 제한이 없다.

2.3 외국의 작업기준

1주파수신기의 공공측량 적용은 비단 우리나라뿐 아니라 외국에서도 보편화되어 있는데, 우리나라의 공공측량 제도와 가장 유사한 일본에서의 적용 사례는 다음 표 3과 같다.

표 3. 일본 공공측량 작업규정의 1주파GPS 사용규정

측량방법		수신기	기선장	관측시간	공칭 정도
스태틱법		2주파형	10km 이상	1~3시간	5mm+1ppm×D
		1주파형	10km 이내	60 분	1cm+2ppm×D
단축스태틱법	고속스태틱법	2주파형	5km 이내	10~20분	2cm+2ppm×D
		1주파형		20~30분	
	의사스태틱법	1주파형	5km 이내	10분×2회	2cm+2ppm×D
키네마틱법		1주파형	1km 이내	60 초	2cm+2ppm×D
RTK-GPS법 (500m 이내에서의 이용)		2주파형	5km 이내	10 초	2cm+2ppm×D
		1주파형			

단, D는 기선장 (km 단위), ppm은 1/1,000,000

표 3에서 보듯 일본의 경우는 우리나라에 비해 훨씬 세분화되고 다양한 GPS 측량기술을 제도적으로 인정하고 있다.

우리나라 규정의 신속정지측위법 격인 단축스태틱법은 물론 키네마틱과 같은 후처리 이동측위법까지도 1주파 수신기의 사용을 허용함으로써 GPS 측량에 대한 대중화의 기틀을 마련하고 있다.

3. 1주파 GPS의 시공측량 활용성 실험 및 결과분석

3.1 실험 대상 지역 및 현황

실험 대상은 현재 시공중인 화성·동탄지구 택지조성공사중 84만평 규모의 제1공구 현장에 대한 시공 기준점측량으로 선정하였으며 발주처인 한국토지공사에서 기 설치한 설계기준점 4점을 기준으로 계획 단지내에 21개의 신설 기준점을 설치하고 1주파수신기와 2주파수신기로 각각 관측한 좌표를 비교하였다.

실험에 사용된 1주파수신기는 Thales사의 ProMark2 4대, 2주파수신기는 Thales사의 Z-Max 4대 였으며 후처리 소프트웨어로는 ProMark2의 경우 Ashtech solution, Z-Max의 경우에는 GNSS Studio를 사용하였다.

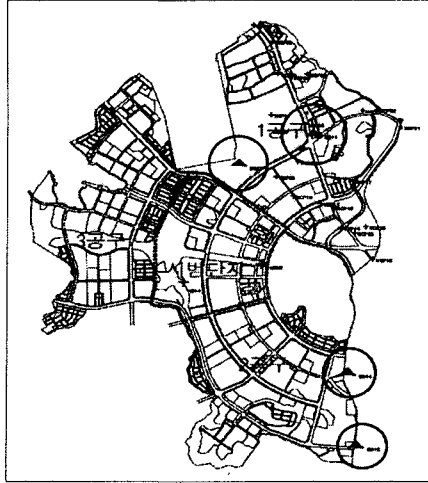


그림 1. 전체공구 설계기준점 배치도

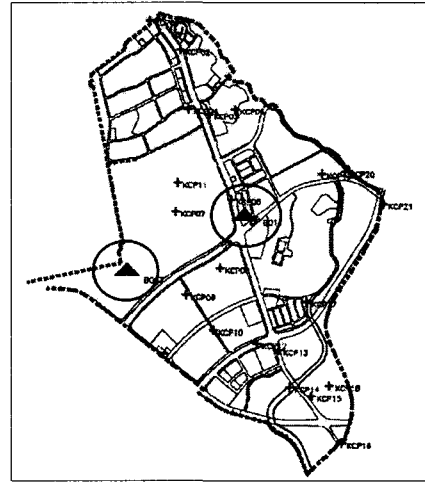


그림 2. 제1공구 시공기준점 배치도

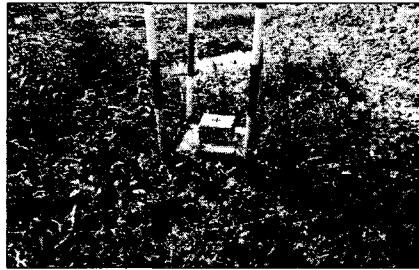


그림 3. 한국토지공사 설계기준점 설치 모습

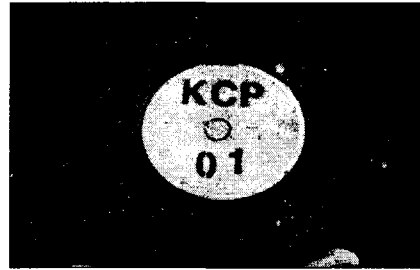


그림 4. 신설한 시공기준점 설치 모습

3.2 실험 측량 및 결과

본 측량에 앞서 우선 사용 기준점인 한국토지공사 설치의 4개 설계기준점에 대하여 측점간 위치관계에 이상이 있는지의 여부를 판단하기 위해 GPS를 사용하여 정지측위법으로 기준점 검측을 실시하였다.

검측은 4개의 설계기준점 중 보07, 보11 을 기준으로 보14, 보15의 좌표를 확인한 바, 다음과 같은 결과를 얻었다.

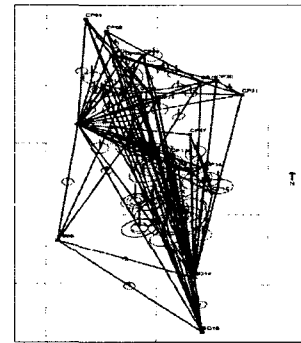


그림 5. GPS 관측망도

표4. 설계좌표와 실측좌표간 차이값 분석

설계기준점	설계좌표		실측좌표		차이량		비고
	N	E	N	E	N	E	
보07	412275.850	206296.310	412275.850	206296.310	0.000	0.000	1공구
보11	412610.560	207008.250	412610.560	207008.250	0.000	0.000	1공구
보14	410097.730	207337.720	410097.722	207337.716	0.008	0.004	2공구
보15	409328.750	207412.690	409328.745	207412.686	0.005	0.004	2공구

표 4와 같이 설계좌표와 실측좌표간의 차이값이 근소하여 본 측량에서는 4개의 설계기준점을 모두 측량의 기준으로 사용하였으며, 관측망의 품질을 높이기 위하여 인접 시범공구의 기 설치 시공기준점을 보조점으로 추가 사용하였다.

본 측량은 1주파수신기 및 2주파수신기를 공히 사용하였으며, 측량순서는 수신기 4대를 한 묶음으로 하는 세션관측을 실시한 후, 각 세션을 통합하여 기선해석을 하고, 설계기준점 4점을 고정점으로 하여 전체 망조정을 실시함으로써 각 신설점의 좌표를 산출하였다. 관측은 저장간격을 30초로 하여 세션당 60분 동안 수행하였다. 관측망도는 그림5와 같이 반경 3km 이내에서 형성되었으며 측량성과는 다음과 같다.

표5. 1주파수신기와 2주파수신기에 의한 기준점측량 성과 비교표

측 점	1주파 수신기에 의한 성과		2주파 수신기에 의한 성과		차이량		비 고
	X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표	
BO07	412275.850	206296.310	412275.850	206296.310	0.000	0.000	설계기준점
BO11	412610.560	207008.250	412610.560	207008.250	0.000	0.000	설계기준점
BO14	410097.730	207337.720	410097.730	207337.720	0.000	0.000	설계기준점
BO15	409328.750	207412.690	409328.750	207412.690	0.000	0.000	설계기준점
KCP01	413772.562	206362.263	413772.572	206362.268	-0.010	-0.005	신설
KCP02	413604.754	206546.308	413604.762	206546.313	-0.008	-0.005	신설
KCP03	413232.523	206714.766	413232.527	206714.778	-0.004	-0.012	신설
KCP04	413263.717	206593.311	413263.709	206593.304	0.008	0.007	신설
KCP05	413261.314	206873.470	413261.302	206873.460	0.012	0.010	신설
KCP06	412732.883	206851.447	412732.892	206851.460	-0.009	-0.013	신설
KCP07	412661.686	206518.043	412661.697	206518.058	-0.011	-0.015	신설
KCP08	412332.142	206783.350	412332.149	206783.364	-0.007	-0.014	신설
KCP09	412176.238	206578.267	412176.249	206578.269	-0.011	-0.002	신설
KCP10	411972.497	206740.957	411972.507	206740.963	-0.010	-0.006	신설
KCP11	412831.562	206530.682	412831.553	206530.678	0.009	0.004	신설
KCP12	411892.366	207000.910	411892.378	207000.919	-0.012	-0.009	신설
KCP13	411852.877	207128.064	411852.886	207128.076	-0.009	-0.012	신설
KCP14	411640.969	207194.227	411640.958	207194.219	0.011	0.008	신설
KCP15	411584.432	207321.492	411584.441	207321.506	-0.009	-0.014	신설
KCP16	411308.237	207498.632	411308.247	207498.645	-0.010	-0.013	신설
KCP17	412133.214	207298.786	412133.201	207298.771	0.013	0.015	신설
KCP18	411648.246	207433.269	411648.263	207433.273	-0.017	-0.004	신설
KCP19	412880.085	207391.234	412880.096	207391.242	-0.011	-0.008	신설
KCP20	412890.631	207529.164	412890.619	207529.150	0.012	0.014	신설
KCP21	412702.793	207757.482	412702.776	207757.470	0.017	0.012	신설

표 5의 1주파수신기와 2주파수신기에 의한 기준점측량 성과를 비교해 볼 때, 반경 3km 이내의 실험 지역에서는 세부기준에 명시된 정지측위법 기준에 따라 데이터 수신간격을 30초 이하로 설정하고 60분 이상의 관측을 실시하였을 경우 양자간의 표준 편차는 모두 $\pm 2\text{cm}$ 이내에서 존재하고 있음을 볼 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 실무현장에서 사용되는 시공기준점에 대해 동일한 조건에서 1주파수신기와 2주파수신기로 관측을 실시하고 각각의 데이터 처리 결과를 비교하여 양자간의 차이값이 시공 허용오차 범위 내에 존재하는지의 여부를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 3km 이내의 근거리 GPS 관측에서 1주파수신기와 2주파수신기간 정지측위 기준점성과는 추출한 좌표값의 편차가 불과 4mm~17mm로 나타나 1주파수신기의 사용성도 상당히 우수한 것으로 검증되며 이와 같은 근거리 측량에서 굳이 2주파 수신기를 사용해야만 하는 것은 과잉 성능의 측면이 있다고 판단된다.

둘째, 1주파수신기의 공공측량 적용이 측량법이나 공공측량 작업규정 세부기준 등 법제도를 통하여 충분히 인정되고 있음에도 불구하고 2주파수신기만이 공공측량에 적용될 수 있다는 대다수 기술자들의 막연한 고정관념을 전환 시켜 저가의 1주파수신기에 대한 보급을 촉진함으로써 영세 측량업체의 경쟁력을 제고시킬 수 있는 정책적 배려가 필요한 시점이라고 사료된다.

참고문헌

1. 측량법, 시행령 및 시행규칙 (2004. 7월 개정 시행)
2. 국토지리정보원, 공공측량의 작업규정 세부기준 및 운용세칙 (2002. 8. 5 고시)
3. 대한측량협회, 신·GPS 측량의 기초, 2004
7. 東洋書店(2003), TS·GPSによる 基準點測量, pp. 185~204
5. 김용일 외 2인, “1주파수에 의한 기선측정 유효범위에 관한 연구”, 한국측량학회지, 제12권, 제2호
6. 최운수 외 1인, “1주파 GPS 측량기를 이용한 고속스태틱법에 의한 공공기준점측량 및 운용에 관한 논문”, 한국측지학회지, 제15권, 제2호
7. 홍정수 외 3인, “GPS 기선처리에 대한 한계 범위 검증”, 한국측량학회 추계학술발표회 논문집 2004