

GPS에 의한 지적삼각망의 정합성 분석

Analysis of Conformability for Cadastral Control Network Using GPS Satellite Surveying

姜 準 默* 尹 熙 天** 金 弘 珍**
Kang, Joon-Mook Yoon, Hee-Cheon Kim, Hong-Jin

要 旨

현재 지적의 기초점으로 사용되고 있는 삼각점들은 오랜시간의 경과와 관리소홀로 망실되거나 이동된 것이 많고 그 성과도 재래적인 방법에 의존하고 있어 이들 성과의 이용에 많은 문제점이 제기되고 있다. 이에 국가적 차원에서 지적 삼각점들에 대한 재정립과 성과의 갱신이 필요하나 기존의 장비와 관련기술 만으로는 전반적인 점검과 조정에 있어 막대한 시간과 경비가 소요되므로 이를 효과적으로 해결할 수 있는 기법에 대한 연구가 요망되고 있다.

본 연구는 단시간내에 높은 정밀도로 3차원 좌표를 결정할 수 있는 GPS를 지적삼각점의 위치결정에 응용하고자 GPS에 의한 지적삼각망의 정합성 분석을 연구한 것이다. 대전시 전역의 16개 지적삼각점을 선정하여 지적삼각망을 구성, 이에 대한 정확도를 분석하였다. 좌표변환방법과 X,Y 망조정 방법에 의한 GPS측량 성과를 지적삼각점의 기존성과 비교 분석하므로써 지적삼각점 성과에 포함된 과대오차를 검출할 수 있었고 GPS 관측망 형태에 따른 정밀도를 분석하므로써 효율적인 관측망 형태를 제시할 수 있었다.

따라서 GPS를 지적삼각망의 점검과 조정에 효과적으로 적용할 수 있음은 물론, 향후 지적삼각점의 평지화와 신설 등 지적분야에서 GPS의 실용화를 앞당길 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

A number of existing cadastral control stations have been destroyed and shifted by a long lapse of time and careless management. Also, results of them are partly poor owing to dependence on conventional survey method. Because of these, it is very difficult in use of results. Hereupon, correction of cadastral results is necessary in level of government. But it is very consumable to check and adjust results with existing equipments and related techniques only. It is required that this problem can be resolved efficiently.

This study analyzed the conformability for cadastral control network to apply GPS, which determine precise 3-D coordinates on a short time, to positioning of cadastral stations. We chose DaeJin city for the test area of this study and analyzed the precision of network composed of sixteen cadastral control stations. We made comparison the old result and the new outcome which obtained from coordinate transformation method and horizontal network adjustment method. As a result of this, we detected the blunder of cadastral stations. Furthermore, we suggested effective network type according to precision analysis of GPS observation network.

Therefore, there is no doubt that GPS surveying can be applied to checking and adjustment of cadastral control network. Hereafter, it is expected that the practical use of GPS is advanced in a field of cadastration.

* 충남대학교 토목공학과 교수

** 충남대학교 대학원 박사과정

1. 서 론

1910년 토지조사사업을 실시한 이후 전국적으로 삼각점 43,447점을 설치하고 국가기본도의 작성과 국토개발을 진행하여 왔으며, 토지에 대한 일필지 마다 지적측량을 실시하여 지적공부에 등록하고 측지학적 위치결정, 토지소유권의 보장, 토지과세, 재정 및 토지 이용개발 등의 작업을 수행하여 왔다. 또한 토지 경계 측량에 있어서의 정밀성을 요구하는 시대적 상황에 따라 평판측량식, 도해지적제도에서 점차 토지경계 굴곡점을 Digital System에 의한 좌표관리 방식으로 운영하는 수치지적제도 또는 GIS에 의한 전산화 운영방식으로 전환하는 과정에 있다.⁴⁾

이러한 지적의 현대화에 앞서 우선 해결해야 할 과제가 지적의 기초점으로 사용되고 있는 지적삼각점의 점검과 조정이며, 그 동안 각종 사회적 혼란 그리고 도시발달에 따른 토지 이용 증가와 각종 공사에 의한 자연지형의 변화 등으로 이동되거나 망실된 측정점들의 복원과 신설이다. 또한 이를 토대로 하는 도근점의 밀도 있는 배치가 절실히 요구되고 있는 실정이다. 그러나 기존의 측량장비와 관련기술 만으로는 전반적인 점검에 있어 막대한 시간과 경비가 소요될 뿐만 아니라 많은 어려움이 있으므로 이를 효과적으로 해결할 수 있는 방안이 필요하다.

본 연구에서는 국소지역의 지적삼각망에 GPS를 적용하여 지적삼각점의 점검과 조정에 대한 기초연구를 수행함으로써 GPS 측량에 의한 지적삼각망의 정합성 분석 가능성을 제시하고 향후 지적삼각점의 평화와 신설, 도근점 설정 등의 지적측량을 GPS에 기여코자 한다.

대전시 전역을 대상으로 16개의 지적삼각점을 사변망,삼각망,방사망 및 이들의 조합망 형태로 구성, GPS 관측을 실시하였다. 이에 대한 관측결과를 처리하여 망의 형태별 정밀도를 분석한 후 가장 높은 정밀도의 망에서 산출된 좌표성적을 충남북 일원을 대상으로 도출된 좌표변환계수에 의해서 Bessel 좌표계상의 성과로 변환하였으며, 좌표변환된 경위도 좌표는 중부 원점을 도원점으로 하는 TM 투영변환에 의해 X,Y 좌표로 변환하였다. 또한 지적점에서는 X,Y 좌

표가 Z좌표에 비해 중요하므로 변환계수를 이용하지 않고 GPS 관측결과로부터 측정간 기선과 방위각 요소를 산출하여 최소제곱법에 의한 X,Y 망조정 S/W(LSAQ)를 구성, 망조정을 실시함으로써 직접 2차원 좌표를 획득하였다.^{1,3)} 이와같이 얻어진 좌표성적을 기존의 지적삼각점 성과와 비교하여 기존성과에 포함된 과대오차를 검출, 지적삼각망에 대한 정합성을 검토하였다.²⁾

2. 관측 및 자료처리

연구대상지역으로 선정한 대전시의 지적삼각점은 총 43점이었으나 도시개발 및 각종 공사에 의한 지형변화에 따라 20개 측점이 망실되어 23개 점만 존재하고 있는 실정이다. GPS 관측에 앞서 23개 지적점을 사전 답사하여 위성측량의 적합성을 조사한 결과 16개 점을 선정할 수 있었다. 이들 측점을 대상으로 하는 GPS관측망도는 그림 1과 같이 과거대내 GPS 기준점을 고정점으로 하는 망 형태로 구성하였다.

GPS관측은 1994년 6월 30일부터 7월 1일까지 2일간 10개 session으로 나누어 Trimble社의 SST dual frequency 수신기 2대와 SE single frequency 수신기 3대를 이용하여 실시하였다. 각 session당 소요시간은 기선거리와 위성수 상태를 사전 조사하여 60분으로

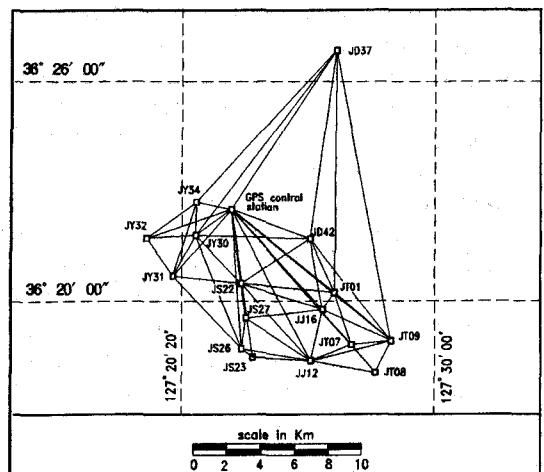


그림 1. GPS 관측망도

결정하였으며, 위성신호 수신범위는 고도 15° 로 지정하여 Multi-path의 영향을 배제시켰다. 관측에는 국내에 잠정결정된 GPS 기준점(DAEN)11을 고정한 상대 측위방법을 이용하고 single frequency 방식에 의해 위성데이터를 수신하였다.

관측자료는 TRIMVEC-PLUS S/W의 single-baseline과 multiple-baseline processing기법에 의해 처리하여 측점간 기선거리와 정밀도, 방위각 등을 산출하였다. TRIMNET-PLUS S/W에 의한 망조정은 방사망, 삼변망, 사변망 그리고 이들의 조합망 형태별로 각각 실시하므로써 WGS84 좌표계 상의 3차원좌표와 표준편차를 산출하였다. WGS 84 타원체 상의 경위도 및 고도를 Bessel 타원체 상의 좌표로 변환하는데 사용한 변환계수는 충남북 일원의 7개 정밀1차 기준점에 대한 GPS 측량으로부터 도출한 좌표변환계수이며 그 값은 다음과 같다.^{6,7)}

$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	$\Delta Z(m)$	$\omega(^{\circ})$	$\phi(^{\circ})$	$\kappa(^{\circ})$	S
123.696	-464.958	-733.084	6.971	-4.696	0.972	1.000004371

표 1은 GPS 관측자료를 처리하여 산출한 WGS 84 좌표와 변환요소방법에 의해 Bessel 좌표로 변환한 성과 및 지적삼각점의 기존 Bessel 성과이다

<참고> 전동:동구, 전대:대덕구, 전중:중구, 전서:서구, 전유:유성구

표 1에서 고도값에 있어서 변환성과와 기존성과의 차이가 큰 것은 지오이드에 대한 보정이 고려되지 않음에 따른 것으로 장차 우리나라에 적합한 지오이드 모델을 개발하여 적용한다면 고도좌표의 정확도 향상을 기대할 수 있을 것이다.^{5,8,10)}

3. 비교 분석

3.1 GPS 측량성과의 정밀도

GPS기준점(DAEN)을 포함한 17개 측점간 기선에 대한 표준편차는 single-baseline 처리기법에 의해 산출하였으며9), 그 결과는 그림 2와 같이 0.8km~15km 구간에 대해 1mm+2ppm의 정밀도로 결정되었다. 또한 방위각에 대한 정밀도는 평균 0.415" 로서 GPS관측이 양호하게 이루어졌음을 알 수 있다.

표 1. GPS 측량에 의한 좌표결과와 지적삼각점 성과

측 점	GPS 측량 성과			좌표변환성과			기존성과		
	위도(° ' ")	경도(° ' ")	고도(m)	위도(° ' ")	경도(° ' ")	고도(m)	위도(° ' ")	경도(° ' ")	고도(m)
전동01	36-20-12.125	127-26-00.354	114.728	36-20-01.535	127-25-57.621	67.133	36-20-01.528	127-25-57.609	64.885
전동07	36-18-47.936	127-26-39.654	142.934	36-18-37.336	127-26-36.924	95.525	36-18-37.326	127-26-36.895	91.705
전동08	36-17-57.701	127-27-37.203	112.088	36-17-47.035	127-27-34.480	64.815	36-17-47.078	127-27-34.434	59.945
전동09	36-18-52.484	127-28-14.754	177.823	36-18-41.885	127-28-12.033	130.475	36-18-41.860	127-28-12.007	125.636
전대37	36-26-51.979	127-26-09.150	93.054	36-26-41.436	127-26-06.415	44.710	36-26-41.415	127-26-06.422	42.574
전대42	36-21-42.497	127-25-00.109	116.373	36-21-31.917	127-24-57.369	68.563	36-21-57.371	127-25-38.378	65.940
전중12	36-18-21.180	127-25-02.645	271.675	36-18-10.577	127-24-59.906	224.248	36-18-01.075	127-25-13.355	289.848
전중16	36-19-44.102	127-25-30.340	130.139	36-19-33.508	127-25-27.604	82.574	36-19-33.505	127-25-27.590	79.651
전서22	36-20-30.093	127-22-15.840	140.747	36-20-19.504	127-22-13.086	92.959	36-20-19.507	127-22-13.087	91.616
전서23	36-18-29.328	127-22-44.904	149.854	36-18-18.724	127-22-42.153	102.316	36-18-18.730	127-22-42.142	101.641
전서26	36-18-41.379	127-22-13.846	140.870	36-18-30.777	127-22-11.092	93.286	36-18-30.789	127-22-11.083	91.863
전서27	36-19-33.727	127-22-29.469	142.622	36-19-23.131	127-22-26.715	94.951	36-19-23.123	127-22-26.715	94.321
전유34	36-22-43.398	127-20-30.264	134.071	36-22-32.825	127-20-27.498	85.951	36-20-32.824	127-20-27.499	83.623
전유30	36-21-50.006	127-20-27.344	73.432	36-21-39.426	127-20-24.579	25.421	36-21-39.424	127-20-24.583	23.005
전유31	36-20-42.799	127-19-36.261	151.988	36-20-32.211	127-19-33.491	104.060	36-20-32.206	127-19-33.492	102.346
전유32	36-21-46.289	127-18-35.638	225.515	36-21-35.708	127-18-32.862	177.425	36-21-35.711	127-18-32.865	176.730

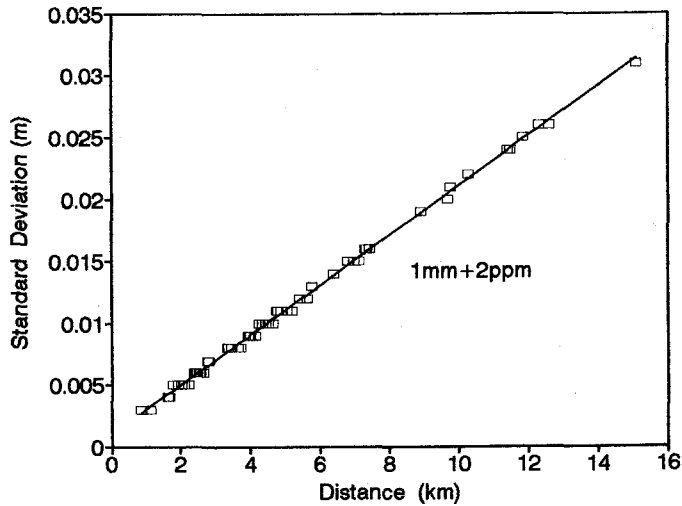
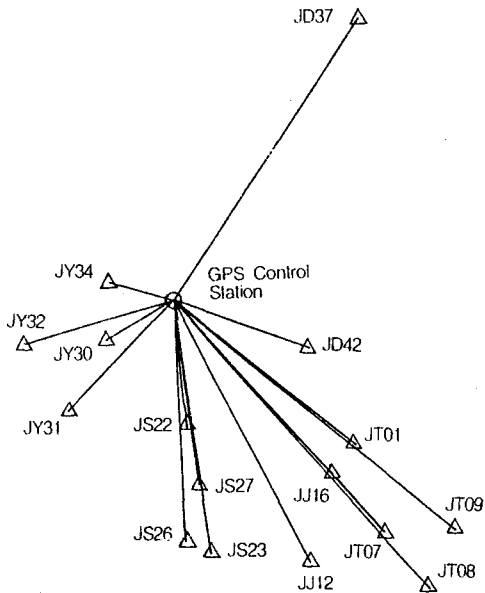


그림 2. GPS에 의한 기선측정 정밀도

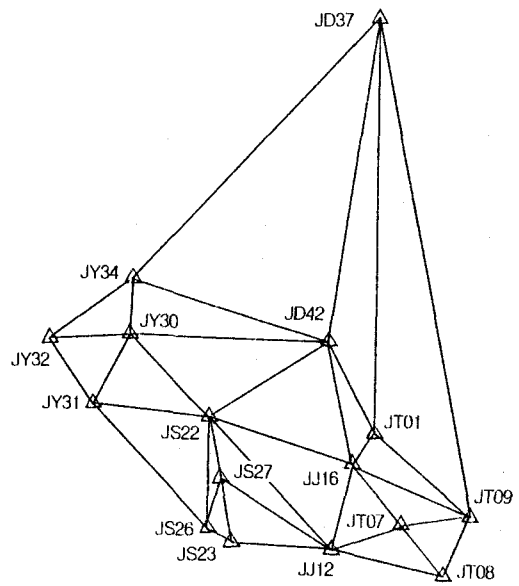
3.2 GPS 관측망 형태별 정밀도

관측망의 기하적 조건에 따른 좌표정확도를 검토하기 위하여 그림 3과 같이 방사망, 삼변망, 사변망과

이들의 조합망 형태로 구성하여 GPS 관측과 자료처리를 수행하였다. 방사망의 경우, 과거대내의 GPS 기준점을 고정으로 각측점을 일대일로 관측 처리하였고,

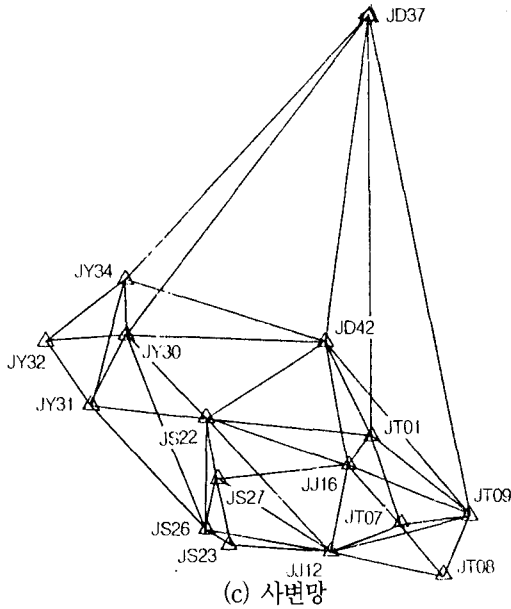


(a) 방사망

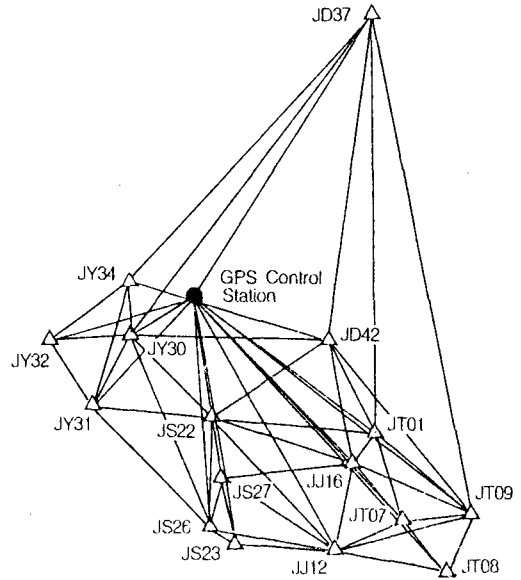


(b) 삼변망

GPS에 의한 지적삼각망의 정합적 분석



(c) 사변망



(d) 조합망

그림 3. GPS 관측망의 형태

표 2. GPS 관측망의 형태에 따른 위도,경도 및 고도 정밀도 (단위: m)

측 점	좌표 성분	망의 형태			
		조합망	사변망	삼변망	방사망
전동01 (JT01)	LAT	0.006468	0.005167	0.016341	0.008571
	LON	0.005527	0.004881	0.035756	0.032104
	Ht.	0.011570	0.007294	0.024035	0.016078
전동07 (JT07)	LAT	0.004038	0.004366	0.005339	0.004407
	LON	0.003799	0.004448	0.006111	0.004342
	Ht.	0.006000	0.005261	0.005859	0.005015
전동08 (JT08)	LAT	0.003797	0.004558	0.005380	0.004444
	LON	0.003447	0.004683	0.006117	0.004330
	Ht.	0.005894	0.005359	0.005981	0.005167
전동09 (JT09)	LAT	0.004068	0.004497	0.005912	0.009716
	LON	0.003885	0.004658	0.006516	0.015232
	Ht.	0.005965	0.005345	0.006621	0.013107
전대37 (JD37)	LAT	0.003711	0.005554	0.006544	0.004380
	LON	0.003485	0.005319	0.006599	0.004327
	Ht.	0.005051	0.008247	0.010680	0.004845
전대42 (JD42)	LAT	0.003790	0.004271	0.005034	0.006829
	LON	0.003605	0.003955	0.005188	0.025594
	Ht.	0.005193	0.006658	0.008751	0.007546
전중12 (JJ12)	LAT	0.003553	0.003797	0.004354	0.010279
	LON	0.003304	0.003986	0.005180	0.025997
	Ht.	0.005553	0.004619	0.005004	0.013603
전중16 (JJ16)	LAT	0.004977	0.005436	0.009166	0.015452
	LON	0.005276	0.007646	0.022529	0.038153
	Ht.	0.006516	0.006476	0.012426	0.020918
전사22 (JS22)	LAT	0.002938	0.000000	0.000000	0.004322
	LON	0.002547	0.000000	0.000000	0.004277
	Ht.	0.003364	0.000000	0.000000	0.004624

측 점	좌표 성분	망의 형태			
		조합망	사변망	삼변망	방사망
전사23 (JS23)	LAT	0.003262	0.003773	0.004015	0.004351
	LON	0.003057	0.004000	0.004598	0.004291
	Ht.	0.004528	0.004208	0.004516	0.004809
전사26 (JS26)	LAT	0.002869	0.002871	0.003056	0.004384
	LON	0.002680	0.003043	0.003364	0.004302
	Ht.	0.003897	0.003205	0.003537	0.004905
전사27 (JS27)	LAT	0.003738	0.003836	0.003730	0.003956
	LON	0.003783	0.004262	0.004532	0.025901
	Ht.	0.004714	0.004287	0.004321	0.007863
전유34 (JY34)	LAT	0.003492	0.004875	0.006345	0.004359
	LON	0.003256	0.004789	0.006388	0.004319
	Ht.	0.004866	0.006068	0.010160	0.004785
전유30 (JY30)	LAT	0.01048	0.011953	0.009856	0.009657
	LON	0.024027	0.028321	0.021467	0.013783
	Ht.	0.012805	0.016467	0.013373	0.014650
전유31 (JY31)	LAT	0.003108	0.003157	0.003330	0.004465
	LON	0.002976	0.003230	0.003457	0.004369
	Ht.	0.004140	0.003502	0.003956	0.005132
전유32 (JY32)	LAT	0.003391	0.004827	0.007425	0.004554
	LON	0.003164	0.004764	0.006847	0.004421
	Ht.	0.004744	0.005947	0.012204	0.005448
표준 편차 (1σ)	LAT	0.004214	0.004863	0.006395	0.006486
	LON	0.004870	0.006132	0.006650	0.013546
	Ht.	0.005931	0.006196	0.008772	0.008658

삼변망과 사변망의 경우는 전서22를 고정점으로 하였으며 전서 22의 WGS 84 좌표는 과거대내 GPS 기준점에서 상대측위방식으로 산출하였다. 조합망은 방사망에 사변망을 결합시킨 형태이다. 관측자료는 TRIMNET- PLUS S/W를 이용하여 처리하였다.

표 2 는 방사망, 삼변망, 사변망 및 조합망에 따라 망조정된 WGS 84 좌표에 대한 정밀도를 나타낸 것이며, 전체적으로 약 4mm에서 14mm 정도로 3차원

좌표가 결정되었다.

그림 4는 방사망, 삼변망, 사변망 및 조합망에 따라 망조정된 좌표결과의 평균 정밀도를 도시한 것으로, 조합망에 비하여 방사망의 정밀도 차가 위도, 경도, 고도에서 각각 약 2mm, 9mm, 3mm 정도의 차이를 보이고 있다. 따라서 방사망 형태의 관측만으로도 반경 15km 지역내 GPS 측량에서 효율적으로 3차원 좌표를 결정할 수 있을 것이다.

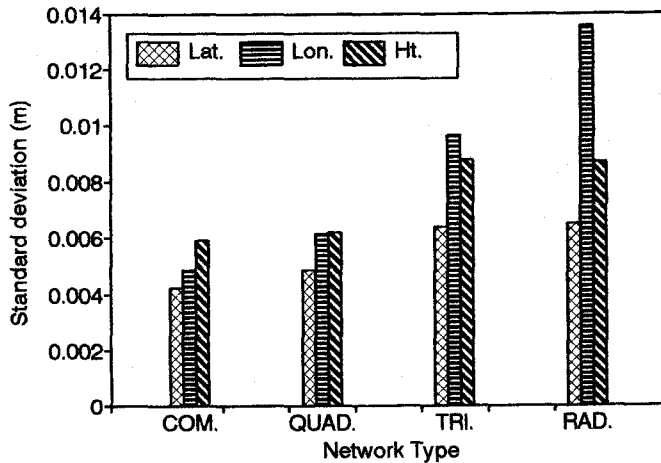


그림 4. 관측망 형태에 따른 정밀도

표 3. 망의 형태에 따른 좌표변환성과와 기준성과의 비교 (Delta=기준성과 - 변환성과)

측점	조합망			사변망			삼변망			방사망			비고
	경도(°)	위도(°)	고도(m)	경도	위도	고도	경도	위도	고도	경도	위도	고도	
전등01	-0.0071	-0.0116	-2.248	-0.0073	-0.0117	-2.240	-0.0076	-0.0102	-2.235	-0.0063	-0.0002	-2.368	과오
전등07	-0.0096	-0.0293	-3.820	-0.0098	-0.0295	-3.807	-0.0099	-0.0294	-3.813	-0.0096	-0.0295	-3.805	
전등08	-0.0173	-0.0458	-4.870	-0.0175	-0.0460	-4.855	-0.0176	-0.0460	-4.863	-0.0170	-0.0458	-4.889	
전등09	-0.0253	-0.0261	-4.839	-0.0255	-0.0263	-4.824	-0.0258	-0.0262	-4.832	-0.0233	-0.0215	-4.860	
전대37	-0.0213	0.0074	-2.136	-0.0216	0.0071	-2.123	-0.0218	0.0070	-2.083	-0.0214	0.0071	-2.116	
전대42	25.4537	41.0086	-2.623	25.4535	41.0085	-2.621	25.4533	41.0086	-2.587	25.4538	41.0122	-2.556	
전중12	-9.5020	13.4488	65.600	-9.5021	13.4486	65.612	-9.5022	13.4486	64.604	-9.5001	13.4591	64.470	
전중16	-0.0033	-0.0136	-2.923	-0.0035	-0.0138	-2.911	-0.0036	-0.0144	-2.903	-0.0012	-0.0037	-3.049	
전서22	0.0031	0.0014	-1.343	0.0030	0.0014	-1.340	0.0030	0.0014	-1.340	0.0030	0.0013	-1.336	
전서30	0.0055	-0.0109	-0.675	0.0055	-0.0110	-0.671	0.0055	0.9891	-0.672	0.0053	-0.0110	-0.657	
전서26	0.0123	-0.0086	-1.423	0.0123	-0.0087	-1.418	0.0122	-0.0087	-1.419	0.0120	-0.0087	-1.397	
전서27	-0.0085	-0.0005	-0.630	-0.0085	-0.0005	-0.625	-0.0086	-0.0005	-0.627	-0.0095	0.0107	-0.600	
전유34	-120.0008	0.0006	-2.328	-120.0008	0.0006	-2.311	-120.0010	0.0006	-2.318	-120.0007	-0.0005	-2.352	
전유30	-0.0015	0.0040	-2.416	-0.0018	0.0042	-2.418	-0.0021	0.0053	-2.401	-0.0063	-0.0002	-2.368	
전유31	-0.0049	0.0012	-1.714	-0.0049	0.0012	-1.708	-0.0050	0.0012	-1.704	-0.0048	0.0011	-1.735	
전유32	0.0026	0.0034	-0.695	0.0026	0.0034	-0.678	0.0027	0.0034	-0.665	0.0026	0.0034	-0.704	

3.3 관측망의 형태에 따른 기준성과 좌표변환성의 비교

GPS 관측에 의한 WGS84 타원체 상의 좌표를 Bessel 타원체 상의 좌표로 변환하는데 사용한 좌표변환 계수는 충·남북 일원의 7개 정밀 1차 국가 기준점의 GPS 관측으로부터 7-parameter방법으로 결정된 7개 변환요소이다.

이상의 변환요소를 사용하여 변환된 성과와 기존의 지적삼각점 성과의 차는 표 3과 같으며, 전대42,전중12,전유34에서 과대오차가 검출되었다. 이들을 제외한 나머지 지적삼각점에서 경도, 위도 및 고도에 대한 평균 편차는 약 0.01", 0.013", 2.28m로 나타났다. 이로부터 전유34의 경우는 경도의 오차보정을 요하고, 전대42는 경도, 위도에 대해서, 전중12는 경도, 위도, 고도에 대한 보정이 필요하다는 것을 알 수 있다.

4.4 기준성과에 대한 좌표변환결과의 TM투영성과와 ISAQ에 의한 X,Y 망조정성과의 비교

좌표변환에 의해 산출된 경, 위도 성과를 증부 도원점을 기준으로 TM 투영변환한 X,Y 좌표와 기존의 지적삼각점 좌표를 비교한 결과는 표 4와 같다. 전동 08과 전중12에 과대오차가 포함되었음을 알 수 있으며, 이를 제외한 점들에 대해서 X,Y에서 각각 평균 19.7cm, 21.8cm의 좌표 차를 보이고 있다.

GPS 측량으로부터 산출된 기선과 방위각을 이용한 X,Y 망조정 성과를 기준성과와 비교한 결과는 표 5와 같다. 망조정에 사용된 수평거리와 방위각은 WGS84 타원체를 근거로 도출된 요소이며, 본 연구의 대상지역과 같은 소규모 지역에서는 Bessel 타원체 상의 값과 유사하므로 전대42와 전서22를 고정점으로

표 4. 지적삼각점의 기준성과와 TM 투영변환 성과의 비교 (X,Y좌표)

측 점	기 준 성 과 (m)		TM 투영변환 성과(m)		ΔX (m)	ΔY (m)	비고
	X(Northing)	Y(Easting)	X(Northing)	Y(Easting)			
전동 01	315185.800	238841.480	315185.989	238841.760	-0.189	-0.280	과오
전동 07	312595.070	239833.030	312595.351	239833.768	-0.281	-0.738	
전동 08	311052.130	241275.670	311053.619	241276.798	-1.489	-1.128	
전동 09	312746.010	242204.850	312746.778	242205.500	-0.768	-0.650	
전대 37	327511.660	239005.700	327512.305	239005.523	-0.645	0.177	과오
전대 42	317964.810	237327.360	317965.040	237327.308	-0.230	0.052	
전중 12	311468.500	237754.170	311759.880	237417.282	-291.380	336.888	
전중 16	314318.810	238096.680	314318.871	238097.025	-0.061	-0.345	
전서 22	315716.440	233240.310	315716.554	233240.475	-0.114	-0.165	
전서 23	311996.860	233979.670	311996.873	233979.833	-0.013	-0.163	
전서 26	312365.410	233203.370	312365.333	233203.565	0.077	-0.195	
전서 27	313980.270	233586.970	313980.432	233587.058	-0.162	-0.088	
전유 34	319815.900	230593.170	319815.908	230593.155	-0.008	0.015	
전유 30	318169.840	230526.290	318169.847	230526.187	-0.007	0.103	
전유 31	316093.740	229259.680	316093.863	229259.646	0.101	0.034	
전유 32	318046.030	227741.750	318045.929	227741.664	0.101	0.086	
표준편차					0.197	0.218	

표 5. 지적삼각점의 기존성과와 LSAQ에 의한 망조정성과 비교 (X,Y좌표)

측 점	기 존 성 과 (m)		XY 망조정 성과(m)		ΔX (m)	ΔY (m)	비고
	X(Northing)	Y(Easting)	X(Northing)	Y(Easting)			
전동 01	315185.800	238841.480	315185.819	238841.871	-0.019	-0.390	과오
전동 07	312595.070	239833.030	312595.157	239833.774	-0.087	-0.744	
전동 08	311052.130	241275.670	311053.385	241276.659	-1.255	-0.989	
전동 09	312746.010	242204.850	312746.431	242205.541	-0.421	-0.691	
전대 37	327511.660	239005.700	327511.940	239005.647	-0.280	0.053	
전대 42	317964.810	237327.360	317964.810	237327.360	0.000	0.000	과오
전중 12	311468.500	237754.170	311759.687	237417.308	-291.187	336.862	
전중 16	314318.810	238096.680	314318.658	238097.068	0.152	-0.388	
전서 22	315716.440	233240.310	315716.440	233240.310	0.000	0.000	
전서 23	311996.860	233979.670	311996.823	233979.909	-0.037	-0.239	
전서 26	312365.410	233203.370	312365.229	233203.619	0.181	-0.249	
전서 27	313980.270	233586.970	313980.402	233587.273	-0.132	-0.303	
전유 34	319815.900	230593.170	319815.736	230593.123	0.164	0.047	
전유 30	318169.840	230526.290	318169.779	230526.207	0.061	0.083	
전유 31	316093.740	229259.680	316093.759	229259.705	0.019	0.025	
전유 32	318046.030	227741.750	318045.714	227741.664	0.316	0.086	
표준면차					0.134	0.235	

하는 망조정으로부터 각 측점에 대한 X,Y 성과를 산출하였다. 그 결과 좌표변환방법에서의 마찬가지로 전동08과 전중12에서 과대오차가 발견되었으며 이를 제외한 점들에 대한 X,Y편차가 평균 13.4cm, 23.5cm로서 좌표변환방법에 의한 결과와 유사한 양상을 보이고 있다.

두 방법에 의한 기존성과의 X,Y 좌표비교로부터 전동08과 전중12에 대해서 보정이 필요함을 알 수 있었다. 그림 5와 그림 6은 충남북 지역에서 산출된 변환요소에 의해 좌표변환한 성과의 TM 투영결과, 그리고 LSAQ에 의한 망조정의 X,Y 좌표결과를 지적삼각점의 기존성과와 비교하여 과대오차의 양상을 도시한 것이다.

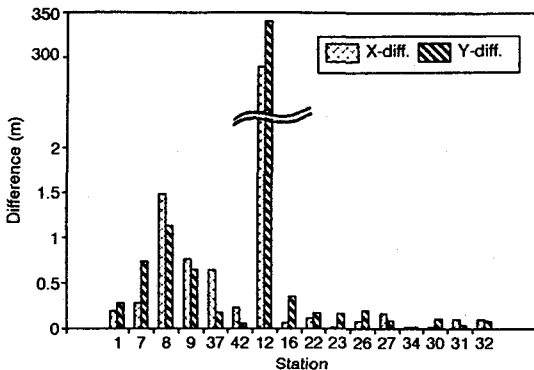


그림 4. 좌표변환방법에 의한 성과와 기존성과의 차

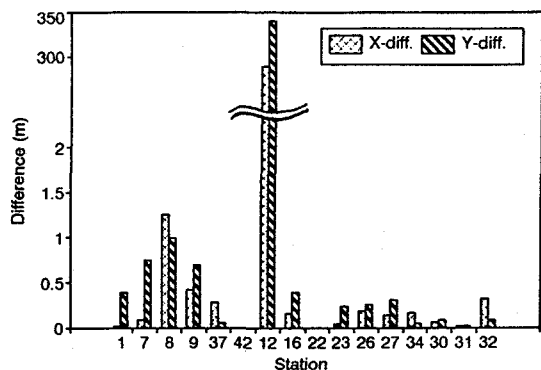


그림 5. X,Y 망조정방법에 의한 성과와 기존성과의 차

또한 3), 4)의 분석결과로 부터 전대42와 전유34는 경·위도성파에서만 전동08은 TM성파에서만 과대오차가 발견되었다. 이는 상호변환과정에서 문제가 발생된 것으로 사료된다.

4. 결 론

GPS를 지적측량에 적용, 기초연구를 수행함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) GPS에 의한 조합망과 방사망의 정밀도 차가 위도에서 약 2mm, 경도에서 9mm, 고도에서 3mm 정도로서 지적의 기초점 결정에서 방사망 형태의 관측만으로도 지적측량의 효율성을 높일 수 있을 것이다.
- 2) 7-parameter에 의한 타원체간 변환방법 및 GPS 관측으로 산출되는 기선과 방위각을 이용한 X,Y 망조정 방법을 통하여 지적삼각점의 과대오차를 검출할 수 있으므로 GPS 측량을 지적삼각망의 점검과 조정에 효과적으로 적용할 수 있을 것이다.
- 3) GPS 측량에 의한 지적삼각점의 위치결정에서 기존성과와 20cm 미만의 차로 X,Y를 결정할 수 있으므로 지적도근점을 설정하는데 종래의 측량장비가 안고 있는 시통과 기상의 난제를 극복, 지적측량의 편의를 제공할 수 있을 것이다.
- 4) 좌표변환방법과 X,Y 망조정 방법으로 산출된 좌표결과가 동일한 양상으로 나타남에 따라 변환계수가 없는 지역에서 GPS측량에 의한 기선,방위각을 사용하여 지적점의 X,Y좌표를 결정할 수 있을 것이다.

5. 감사의 글

본 연구는 93년도 한국과학재단 연구비 지원(과제번호 93-08-00-05)에 의한 연구의 일부로서 과학재단에 깊이 감사드립니다.

6. 참고문헌

1. Alfred Leick, "Adjustment Computations", 1980.
2. Carl F. Lukac, Qixiang Zhuang, "Comparison between Beodetic Survey Results and GPS Positioning Using C/A-Code Receiver", Proceedings of the Fifth International Geodetic Symposium on Satellite Positioning, 1989, p.1083-1089.
3. Raymond J. Hintz, William J. Blackham, Bruce M. Dana, Joon-Mook Kang, "Least Squares Analysis as a Tool in Coordinate and Measurement", ACSM, Vol.48, No.3, 1988, p.173-183.
4. Ryu, Byoung-Chan, "Improvement of Cadastral System in Korea", FIG XX Congress, March 5 to 12 1994, Melbourne, Australia.
5. Schwarz K.P, "Orthometric Heights Without Leveling", Journal of Survey Engineering, Vol.113, No.1, February, 1987, p.28-39.
6. Supplement to Department of Defense World Geodetic System 1984 DMA Technical Report: Part I, Part II, 1987. DMA TR 8350, 2-A, 2-B.
7. 강준목,이용창,박필호,한인후, "GPS 실용화를 위한 우리나라 측지계와 WGS84의 좌표변환(I)", 한국측지학회지, 제10권 1호, 1992, p.41-50.
8. 강준목,김홍진,송승호, "GPS에 의한 지오이드高 결정에 관한 연구" 대한토목학회논문집, 13권 5호, 1993, p.183-190.
9. 강준목,김홍진,이형석, "Kinematic GPS에 의한 3차원 위치결정의 정확도 분석", 한국측지학회지, 11권 2호, 1993, p.79-87.
10. 강준목,이용창,박필호,송승호, "GPS·지오이드 고를 보정한 측지계간 좌표변환", 토목학회학술발표개요집, 1993, p.410-413.
11. 박필호,한인후,김천휘,강준목, "GPS 측지기준점 설정에 관한 연구", 한국측지학회지, 9권 1호, 1991, p.37-45.