韓國地形空間情報學會論文集 第2卷 第2號 1994年 12月 pp. 117-124

기준점 측량에서 GPS측량 활용에 관한 연구

A study on The GPS Survey Utilizing In Control Point Surveying

정 영 동* Chung, Young Dong
고 제 웅** Ko, Jae Woong
김 진 기*** Kim, Jin Ki

要 旨

본 연구는 인공위성을 이용한 3차원 위치결정 방법인 GPS를 이용하여 광주시 일원의 소수의 측지 및 지적 삼각점·도근점을 관측하여 WGS 84 data를 경·위도 좌표계로 변환시켜 GPS data의 신뢰성을 검증하고 차후 좌표측량시 GPS 도입시 제기되는 문제점을 파악하고져 하였다.

ABSTRACT

This paper aims at inspecting the reliability of GPS data, changing WGS 84 data into the longitude coordinates system after surveying a small number of geodetic survey or cadastre triangulation point and supplementry control point around the Kwang-Ju area, and grasping the several problems posed by introducing GPS to the cadastue or the general triangulation surveying from this time.

1. 서 론

변화하는 측량장비와 이에 대응하여 나날이 욕구불만이 도해가는 측량의 성과결정에 있어서 종래의 각 점간의 직접관측 및 측정의 기본원리에서 벗어나 인공위성을 활용한 지형 지리정보를 획득하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

이에 본 연구에서는 인공위성을 이용한 3차원 위치결정체계인 WGS 84 좌표계와 우리나라 현재의 좌표계인 베셀 타원체에 의한 좌표계 간의 상호변환에 관한 이론을 적용하여 변환된 좌표를 비교하여, 변환된 좌표의 실효성을 연구함으로써 차후의 측지 및 지적 삼각측량에 있어서 제기된 문제점들을 정리하여 실지 적용 가능한

* 조선대학교 교수
** 송원전문대학교 조교수
*** 지적공사 광주지사

좌표변환요소 체계의 정립을 위한 방안을 제시하고자 한다.

1.1 연 구 목 적

정보화 시대에 대응할 보다 정확한 위치를 결정하는 정밀측량 방법이 요구되고 이를 위하여 위성으로부터 송신되는 신호를 관측점의 수신기에서 수신하여 관측점 간의 상대거리의 방위각 및 고도는 물론 3차원 성분까지도 정밀하게 측정 할 수 있는 GPS시스템을 이용하였다.

현재 우리나라의 측지·지적 좌표계는 1841년 베셀 타원체를 기준한 측지계를 기본으로 국가기본도 및 일반 지형도가 제작되어 사용되고 있다. 그러나 미국을 중심으로한 구미 선진국에서도 WGS 84 좌표계를 기준한 도면을 인공위성 등을 이용하여 자국의 군사지도와 수치지도, 3차원 위치결정 및 각종 지형정보를 이용하고 있다. 이처럼 현재 우리나라에서 계획되고 있는 지적 재조사 사업 및 그에 따른 전국 삼각망 정비에 있어서 세계 공통 좌표계인 WGS 84 좌표계와 우리나라 좌표계인 베셀 타원체의 상호 호환성 결여로 인해 차후 행해질 국가적인 측량업무에서 발생할 문제점과 이미 기 발표된 WGS 84 좌표계와 베셀 타원체의 변환식에 의한 결과치를 실측과 함께 지적 성과와 부합되는가를 비교 검토하여보고 최적의 측지·지적 좌표의 획득을 위한 방안을 제시하여 기준점 측량에 활용하고저 하는 것이 그 목적이다.

1.2 연구내용 및 방법

우리나라에서의 기초점 측량은 1910년 토지조사사업을 실시키 위해 최초 시행하여 측설하였으며 현재까지 이 기초점은 사회적인 여건과 국민의 인식도 부족 그리고 3년여의 한국동란 동안에 남한의 삼각점 중 약 79%가 망실되었다.2) 그 후 복구된 삼각점과 기존 삼각점을 이용 현재까지 사용하고 있으나 기존 망실 전의 삼각점에 의한 토지, 임야 조사사업으로 결정 고시된 성과와 복구 후의 성과 결과치에는 실제 의구심을 갖는다.

본 연구에서는 표1에서와 같이 건설부 삼각점 3점, 지적 삼각점 1점 그리고 이미 구획정리된 지적 기초점 4점과 실제 현황 실측을 목적으로 한 도해지역에서의 임의의 2점 등 총 10점을 현지 답사 후 1994년 2월 중에 GPS관측을 하였다.

연구지는 위도 35o-07′~35o-10′, 경도 126o-41′~126o-06′ 범위의 약 40 km2 이고, 관측된 WGS 84 좌표계를 이미 연구 발표된 바 있는 7-Parameter에 의한 방법으로 변환하여 결정된 경·위도 성과를 베셀 성과로 변환시키고, 변환된 성과를 평면직각 좌표로 다시 변환시켜 기존의 좌표성과와 비교 검토하였으며, 트래버스망을 구성하여 각 측점간의 점간 거리를 기존성과와 비교하였다.

표 1. 관측점 명칭

관측점 명칭	등 급	위 치	비 고
강 89	건설부 (3등)	북구 동운동 진흥고 뒷산	85년 재설
교 3	건설부 (2등)	광산구 서창 (사월산)	90년 재설
무 명	건설부 (2등)	서구 송일고 뒷산	성과 미고시
광북 16	지적 삼각점	북구 두암동 무등 A뒷산	
현황 1-1	지적도근(1등)	서구 쌍촌동	803
현황 1-2	지적도근(1등)	서구 쌍촌동	804
현황 1-3	지적도근(2등)	서구 쌍촌동	840
현황 1-4	지적도근(2등)	서구 쌍촌동	838
현황 2-1	도 해 지 역	서구 월산동	
현황 2-2	도 해 지 역	서구 월산동	

1.3 좌표변환 방법

우리나라의 좌표계는 베셀의 1841년 타원체에 의한 좌표계를 사용하고 있다. 결국은 GPS에서 관측된 WGS 84 좌표계의 관측성과를 우리나라 좌표계로는 바로 이용할 수는 없다. 따라서 GPS로 관측된 좌표계를 우리나라 측지계로 변환 할 수 있는 좌표변환 방법이 있어야 한다. 이들 좌표계 간의 변환방법은 변화요소방법, MRE(Multipe Regression Equation)방법, Molodensky방법 등이 있다.

본 연구에서는 국내에서 이미 관측된 성과로 좌표변환시 그 우수성이 입증된 바 있는 변환요소방법에 의해서 좌표변환을 실시하였다.

2. 관 측

2.1 관 측 계 획

GPS의 관측점은 충분한 도상검토와 사전답사를 통해 광주직할시 인근 건설부 삼각점과 지적삼각점 등을 GPS 관측조건과 기하학적 조건이 양호하다고 판단되는 총 10개의 측점을 그림 1과 같이 선정하였다.

특히, 기존의 삼각점 외에 1993년 구획정리된 구역에서 1등 노선의 도근점을 4점 선정하였고 실제 GPS관측에 의해 측정하여 변환된 성과를 이용 현지에서 실측 후 비교·검증을 위해서 축척 1/600지역의 도해지적측량 구역인 서구 월산동 일대에 2점을 선정하였으며 선점된 삼각점과 도근점의 실용성과는 표 2와 같다.

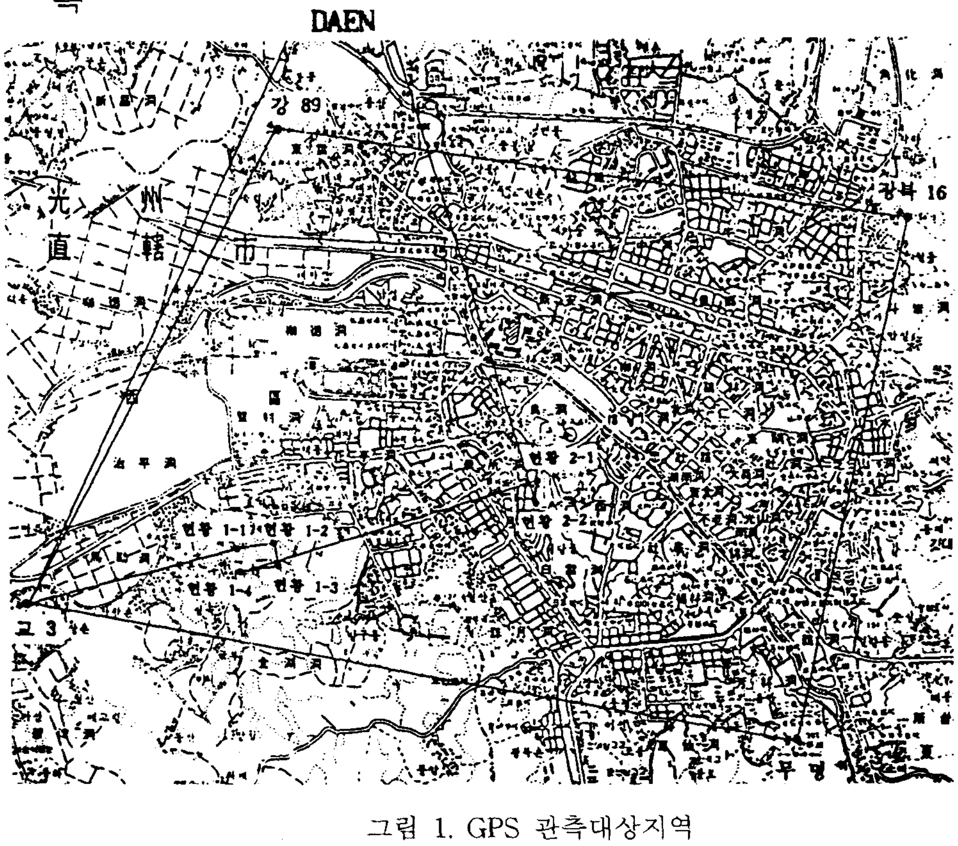

그림 1. GPS 관측대상지역

표 2. 삼각도근점의 실용성 좌표

관측점 명칭	등 급	좌 표			
		X	Y	B	L
강 89	건설부(3)	187125.82	187575.05	35-10-48.630	126-51-48.877
교 3	건설부(2)	182076.77	184765.21	35-08-04.630	126-49-58.148
무명	건설부(2)				
광북16	지적삼각	186156.43	194295.93	35-10-17.390	126-56-14.558
현황1-1	지적도근1	182817.595	186971.110	35-08-25.542	126-51-25.256
현황1-2	지적도근1	182828.333	187101.339	35-08-29.141	126-51-30.395
현황1-3	지적도근2	182776.460	187070.148	35-08-27.456	126-51-29.165
현황1-4	지적도근2	182766.046	186984.188	35-08-27.115	126-51-25.770
현황2-1	도해지역				
현황2-2	도해지역				

2.2 관측망 구성

GPS관측과 관측된 성과의 폐합오차를 확인키 위해 그림 2와 같이 관측된 현황 2-2점을 시점으로 현황 2-1, 교3 그리고 대전 GPS 기준점인 DAEN점 까지의 트래버스망을 구성 관측점 간의 거리를 검증하고 DAEN점에 폐합시켜 거리오차를 검증하였다.

2.3 관 측

관측시 사용된 장비는 천문대가 보유하고 있는 Trimble 4000 sst수신기 2대를 이용하였다. 기준점으로 사용된 GPS 관측소의 좌표는 1991년 일본 Simosato측지 기준점과의 국제 공동관측을 통하여 결정된 좌표를 사용하였다. 그리고 관측은 1994년 2월 3일 부터 2월 4일 까지 표3과 같

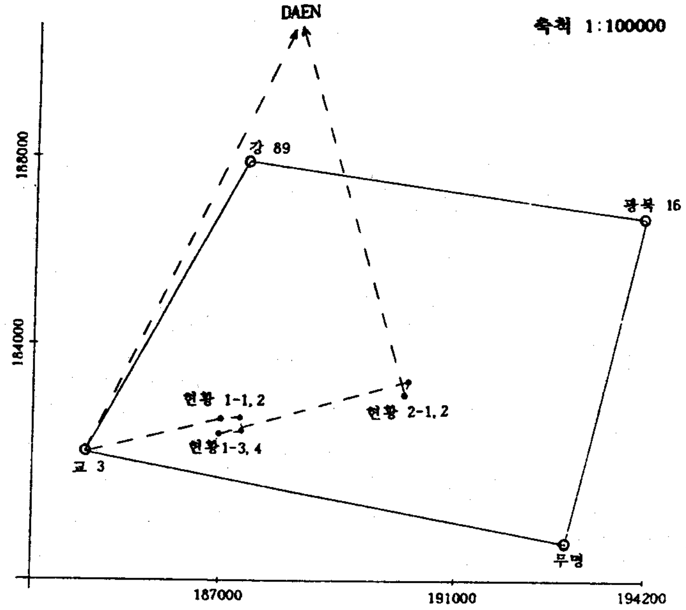

그림 2. 관 측 망 도

이 대전의 GPS기준점 DAEN점을 기준으로 8개의 Session으로 나누어 진행하였고 삼각점 및 지적 삼각점은 각각 2시간을, 현황점에서는 1시간여를 현장여건에 맞추어 할애하여 관측을 하였으며 관측시 지평면고도 100 이상인 위성으로부터 수신 관측한 것으로 하였다.

표 3. GPS 관측일정

Session	관측시간	관측지점	비고
034-0	10:00-12:00	강89-광북 16-DAEN	2월3일
034-1	13:00-15:00	교 3-무 명-DAEN	
034-2	16:00-16:30	현황1/1-현황1/2-DAEN	
034-3	17:00-17:30	현황1/2-현황1/3-DAEN	
034-4	18:00-18:30	현황1/3-현황1/4-DAEN	
034-5	19:30-21:00	현황2/1-현황2/2-DAEN	
035-1	08:00-09:00	현황2/1-현황1/4-DAEN	2월4일
035-2	10:00-11:00	현황1/2-교 3-DAEN	

3. 자 료 처 리

본 연구에서는 1991년 국제공동관측을 통하여 결정된 IGS(International GPS Geodynamic Service)국제 GPS 공동관측망에 속해있는 DAEN측점을 고정점으로 하여 각 측점의 좌표와 상대위치를 결정하였다.

또한 관측자료는 Trimble의 자료처리 소프트웨어인 TIRMBLE - PLUS의 MBP(Multi Baseline Processing)방식에 의하여 Triple Difference L1/L2 ION Free 기법으로 처리하였다.

3.1 자료처리 결과

관측된 광주시 인근 10개의 측점의 WGS 좌표값은 표 4와 같다. 그리고 관측값을 변환요소값을 이용 베셀 좌표계로 변환한 값은 표 5와 같으며 변환한 좌표계를 지적공사에서 상용되고 있는 프로그램을 이용 지각 좌표계로 변환한 값은 표 6과 같다.

또한 관측점 중 트래버스망을 구성한 측점 간의 오차는 표 7과 같으며 실제 관측점에서 대전 DAEN점 까지의 폐합오차는 0.001, 좌표 X축으로 0.0, Y축으로 0.001로서 기 연구된 자료와 마찬가지로 실지 망조정을 않고 관측된 값을 인용 사용하더라도 성과 차이는 거의 없는 것으로 결과가 나왔다.

표 4. 관측 WGS 84 좌표계

관측점 명칭	등 급	좌 표	
		B	L
강 89	건설부(3)	35-10-59.68495	126-51-51.82422
교 3	건설부(2)	35-08-15.69286	126-50-01.06751
무 명	건설부(2)	35-07-29.05873	126-55-27.95341
광북16	지적삼각	35-10-28.45170	126-56-17.47697
현황 1-1	지적도근 1	35-08-39.84863	126-51-28.19214
현황 1-2	지적도근 1	35-08-40.20219	126-51-33.34044
현황 1-3	지적도근 2	35-08-38.52340	126-51-32.10602
현황 1-4	지적도근 2	35-08-38.18086	126-51-28.71096
현황 2-1	도해지역	35-08-48.15332	126-53-35.81920
현황 2-2	도해지역	35-08-52.44426	126-53-36.55080

표 5. Bessel 좌표계로의 변환값

관측점 명칭	좌 표	
	B	L
강 89	35-10-48.64977	126-51-48.88542
교 3	35-08-04.64054	126-49-58.11809
무 명	35-07-17.99972	126-55-25.03075
광북 16	35-10-17.41164	126-56-14.56003
현황 1-1	35-08-28.79824	126-51-25.25025
현황 1-2	35-08-29.15181	126-51-30.39898
현황 1-3	35-08-27.47285	126-51-29.16444
현황 1-4	35-08-27.13028	126-51-25.76910
현황 2-1	35-08-37.10313	126-53-32.88801
현황 2-2	35-08-41.39452	126-53-33.61971

표 6. 변환된 좌표계의 직각 좌표계의 변환값

관측점 명칭	좌 표	
	X	Y
강 89	187126.3499	187576.2388
교 3	182076.7786	184764.4296
무 명	180629.4545	193038.5426
광북 16	186157.0369	184295.9650
현황 1-1	182817.7456	186971.0963
현황 1-2	182828.4543	187101.4321
현황 1-3	182776.7628	187070.1107
현황 1-4	182766.3297	186984.1552
현황 2-1	183069.5897	190202.0316
현황 2-2	183201.8061	190220.6939

표 7. 망조정후의 성과

*	좌표		
	X	Y	e
폐 차	0.000	0.001	0.001

3.2 비교분석

3.2.1 좌표에 의한 분석

본 연구에서 관측후 변환된 좌표값과 실제 실용 좌표를 비교한 결과 표 8과 같이 평균 X축에서 -0.2862, Y축에서 +0.0782의 오차가 발생하였다. 이 오차는 표에서와 같이 Y축보다 상대적으로 X축에서 더 많은 오차가 발생했으나 거의 일

표 8. 변환값과 실용값과의 차

관 측 점	좌 표	
	⊿ X	⊿ Y
강 89	- 0.5299	- 0.1888
교 3	- 0.0086	+ 0.7804
무 명	*	*
광북16	- 0.6067	- 0.0350
현황1-1	- 0.1506	+ 0.0137
현황1-2	- 0.1213	- 0.0931
현황1-3	- 0.3028	+ 0.0373
현황1-4	- 0.2837	- 0.0328
현황2-1	*	*
현황2-2	*	*
평 균	- 0.2862	+ 0.0782

정한 방향으로 나타나는 것으로 보아 관측의 원인 보다는 관측된 지역의 좌표와 변환시 이용된 변환계수가 지역적으로 다르기 때문이라 생각한다. 즉 지적좌표결정의 특이성이라 할 수 있는 측량 당시 등록된 삼각측량성과 결정법과 본 연구에서 이용된 좌표변환식의 차이라 할 수 있다.

3.2.2 측선장에 대한 비교분석

현재 사용중인 좌표를 이용하여 망 조정시 연결된 각점간의 거리와 변환된 기초점간의 거리는 표 9에서와 같으며 평균오차 +0.223이 나왔다. 그 중 표 8과 표 9의 교3의 좌표가 많은 오차가 발생했다. 실제거리 비교값에서도 교3을 제외한 다른 기초점간의 점간 거리의 평균차이는 -0.026으로 매우 양호한 성과가 결정되었다. 이처럼 많은 관측오가 발생한 교3의 좌표는 1990년 재설된 삼각점으로 현재 결정고시된 성과가 아닌 묵시적으로 사용되어온 좌표이다.

표 9. 기초점간의 거리 비교

관 측 점	①기존 성과	②관측 성과	①-②	비 고
강89-광북16	6790.430	6790.267	-0.163	
강89-교3	5778.244	5779.171	+0.927	*
광북16-무명		5668.799		
교3-무명		8399.744		
교3-(현1-1)	2326.977	2327.747	+0.770	*
(1-1)-(1-2)	130.671	130.775	+0.104	
(1-2)-(1-3)	60.525	60.445	-0.080	
(1-3)-(1-4)	86.588	86.587	-0.001	
(1-4)-(2-1)	3232.126	3232.135	+0.009	
(2-1)-(2-2)		133.527		
평 균			+0.223	

본 연구에서 관측된 WGS좌표를 우리나라 사정당시의 지적도에 등록 시킬때의 좌표이론을 재정립하여 벳셀값으로의 좌표변환계수를 각 권역별로 재정립시킬 경우 기존 장비에 의한 좌표결정방법보다 신속, 균일한 성과와 경제적인 업무를 취할 수 있겠으며 지적 재조사 사업시의 기준점 측량에 있어서 국가 정책적인 지원과 연구가 있게 될 경우 빠른 시일내에 실지 현장에 적용시킬 수 있을 것이다.

4. 결 론

국내 GPS 기준점인 DEAN측점을 기준으로 삼각점으로 삼각점과 도근점을 관측한 후 변환계수에 의해 좌표를 변환하고 이 좌표를 기존의 좌표와 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. GPS관측을 통하여 WGS 84 좌표계와 변환된 직각좌표계를 결정하는데 종래 측량법보다 신속하고 경제적이며 오차정보 및 좌표변환이 전산처리되므로 기준점 측량에 효과적인 방법임을 알 수 있다.

2. 좌표변환된 성과의 차가 종축으로 평균 -0.2862m 횡축으로 평균 +0.0782m 의 오차가 발생했으며, 이것은 타지역의 호차에 비하여 발생방향은 같으나 차가 많은 것을 나타내고 있으며, 이는 광범위한 측량성과를 이용하지 못한 결과라 할 것이다.

3. 측선장을 비교분석한 결과 평균 -0.026m 의 차가 발생(미고시 삼각점 제외)하여 양호한 결과를 얻었다.

4. 현재의 성과와 지역에 부합한 좌표변화계수를 산출하기 위해서 우리나라 전역에 대한 측량 당시의 좌표결정방법을 연구하여 권역

별로 GPS 관측을 실시하여 각 권역별 성과와 일치되는 좌표변환계수를 산출하여 차제에 있을 기준점측량에 GPS를 활용할 수 있게하여야 하겠으며, 이를 위해 국내 제반법규의 보완, 개정 및 현재 몇개의 기관에서 시험적으로 시행되는 것을 탈피하여 사업의 비중을 감안 범 국가적인 지원하에 전국 GPS기준망을 정립 시켜야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. David Wells, et al., "Guide to GPS Positioning", Canada GPS Associates, pp. 1.0-1.6, 1987.
2. 내무부, 한국전산원, "한국종합토지정보시스템 구축방안", p. 50, 1993.
3. 한국표준과학연구원 천문대, "GPS를 이용한 1.8M 중형망원경 천문대의 좌표결절 기술개발", 과학기술처 최종보고서, pp. 15-23, 1992.
4. 홍순헌, "GPS위성에 의한 실용측지좌표의 취득에 관한 연구", 동아대학교 박사학위 논문, p. 9, 1992.
5. 임홍수, "GPS위성에 의한 지적삼각점의 위치해석에 관한 연구", 청주대학교 행정대학원 석사학위논문, pp. 9-11, 1993.
6. Alfred Leick, "GPS Satellite Surveying", A Wiley-Interscience Publication, pp.1-3, pp. 204-207, 1990.
7. David Wells, et al., "Guide to GPS Positioning", Canada GPS Associates, p. 4.9, 1987.
8. 박필호, 한인호, 김천휘, 강준묵, "GPS 기준에 관한 연구", 한국측지학회지, 제9권 1호, pp. 38-39, 1991.