

실용측지점의 활용을 위한 GPS측량 GPS Surveying for Application of Geodetic Point

오 창 수*
Oh, Chang Soo

요 旨

본 연구는 GPS측량에 의한 실용측지점 활용의 타당성에 관한 논문으로 위성측량의 효율적인 자료처리를 위해 WGS-84 data를 우리나라 경위도 좌표계로 변환시킨 자료와 현재 사용하고 있는 광주광역시 일원의 기존 삼각점 및 도근점 10개를 선택하여 GPS성과와 기존성과를 비교 분석하여 신뢰성을 검증하고자 하였다. GPS 위성을 통하여 기존 삼각점 및 도근점을 측량한 결과 종래 측량방법보다 신속하고, 오차의 균일성도 확보할 수 있으며, 좌표변환이 전산처리 됨으로 장래의 측지 및 지적측량에 효과적인 방법임을 알 수 있었다. 그리고 GPS 측량의 성과와 기존 측지측량 및 지적측량성과를 일치시키기 위해서는 우리나라 전역에 대한 측량 당시의 좌표결정방법을 집중적으로 연구하여 GPS 관측 시 각 권역별 성과와 일치된 좌표변환계수를 계산하여 장래 GPS측량에 효과적으로 실용화 시켜야 함을 알 수 있었다.

ABSTRACT

The object of this study is to verify the feasibility in the application of the GPS system data to the existing geodetic and cadastral survey system. WGS-84 data, which were converted into domestic geometric coordinate system, were compared with those of the existing triangular coordinate system in Gwangju area. The significant results in this study are summarized below ; GPS system is more speedy and accurate than the existing triangular coordinate system in the survey of points in triangular coordinate or on the map. And the error in the GPS system was more uniform than that of the existing triangular coordinate system. GPS system is more effective than the existing triangular coordinate system in the future geodetic and cadastral survey because GPS data can be processed by the computer. It is necessary to calculate the conversion coefficients to apply GPS data practically to the existing geodetic and cadastral survey system. It can be achieved by the individual investigation on how the existing data in the domestic coordinate system were determined.

1. 서 론

1.1 연구목적

최근 급속한 경제성장과 더불어 측지기술의 연구도 활발히 진행되고 있다. 이에 측량의 기술도 과거 지상에 국한된 정적 3차원 측량에서 탈피하여 인공위성을 이용한 영상획득 및 분석, 4차원 위치 결정 등의 연구가 진행되고, 그 발전속도도 급속도로 진행되어 여러 분야에 실용화되고 있다. 그러나 측량의 기준은 전세계가 각기 다른 체계를 사용하고 있어 위성측량의 획득 자료가 효율적으로 이용되지 못하고 있으며, 위성의 오차해석, 자료변환 등에 많은 문제점을 야기하고 있는 실정

이다.

본 연구에서는 위성측량의 효율적인 자료처리를 위해 세계측지측량기준계(World Geodetic System : WGS)의 좌표체계인 범지구적 위치결정체계(Global Positioning System : GPS) 위성의 성과를 연구대상지에 적용하여 우리나라의 경위도 좌표계로의 변환 시 획득 자료의 신뢰성 여부 및 연구 대상지 검증을 통한 향후 국가기준점측량 시 GPS 측량의 활용성을 검증하고자 함을 그 목적으로 한다.

1.2 연구방법 및 범위

GPS측량의 국내 활용화를 검증하기 위하여 본 연구에서는 광주광역시 일원의 기존 삼각점 및 도근점 10개를 선택하여 GPS 성과와 기존성과를 비교 분석하였다. 연

*정회원 및 이사 · 광주대학교 공대 토목환경공학과 교수

구 기준점은 위도 35°7'-35°20', 경도 126°41'-126° 06' 범위에 있는 건설부 삼각점 3점, 지적 삼각점 1점, 그리고 이미 구획정리된 지적 기초점 4점과 실제 현황실측을 목적으로 한 도해지역의 임의의 2점 등 총 10점을 계획 답사하여 2001년 9월에 GPS측량을 실시하였다. 관측된 WGS-84 좌표로 GPS 성과를 7-Parameter에 의한 방법으로 변환, 경·위도 성과로 변환하여 다시 베셀 성과로 변환시켜 지적에서 사용한 평면 직각좌표로 환산시켜 기존 좌표성과 비교 검토하여 GPS의 국내 측지망 구성 및 지적측량에 활용 여부를 검증하고자 하였다.

2. 대상지 적용에 따른 비교고찰

2.1 관측계획 및 관측망 구성

2.1.1 관측계획

GPS의 실용화를 검증하기 위하여 관측점을 먼저 계획 도면상에서 충분한 검토와 사전 답사를 통하여 한 곳에 밀집되지 않게 국가기준점 및 지적도근점의 성과가 비교적 정확한 상위 기준점을 선정하였다. 이 결과 광주광역시 및 주변지역의 건설부 삼각점과 지적 삼각점 등 GPS 관측조건과 기하학적 조건이 양호한 총 10개의 측점을



그림 1. 연구대상지 계획 구성망도

표 1. 대상지 관측점 명칭

관측점 명칭	등급	위치	비고
강 89	건설부 (3등)	북구 동운동 진흥고 뒷산	
교 3	건설부 (2등)	광산구 서창 (사월산)	
무 명	건설부 (2등)	서구 송일고 뒷산	
광북 16	지적 삼각점	북구 두암동 무등A 뒷산	
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	도해지역	서구 월산동 월산초교	
현황 2-2	도해지역	서구 월산동 MBC	

선정 그림 1과 같이 대상지 계획 구성망도를 구성하였다. 특히 기존의 삼각점 외에 1933년 구획된 구역에서 1 등 도선의 도근점을 4점 선정하였고, 실제 관측 변환된 성과를 이용, 실측 후 비교검증을 위해 축적 1/600지역의 도시지적측량 구역인 서구 월산동 일대에 그 점을 선정하였으며, 대상지 관측점 명칭은 표 1, 삼각점과 도근점의 실용성과는 표 2와 같다

2.1.2 관측망 구성

GPS 관측 후 관측자료의 성과를 확인하기 위해 그림 2와 같이 현황 2-2점을 시점으로 현황 2-1, 교3 그리고 대전 GPS 기준점인 DAEN 점까지의 트레버스망을 구성하여 DAEN과의 거리 및 폐합오차를 검증하였다. 트레버스망 구성에 의한 축점간의 오차와 대전 DAEN 점까지의 폐합오차는 표 3에서 보는 바와 같이 1 cm, 좌표 X축으로 0.000 m, 좌표 Y축으로 0.001 m로서 이 관측된 오차는 무시하여도 성과에는 거의 영향을 미치지 않는다고 간주하고 관측하였다. 관측 시 사용된 장비는 GSSI

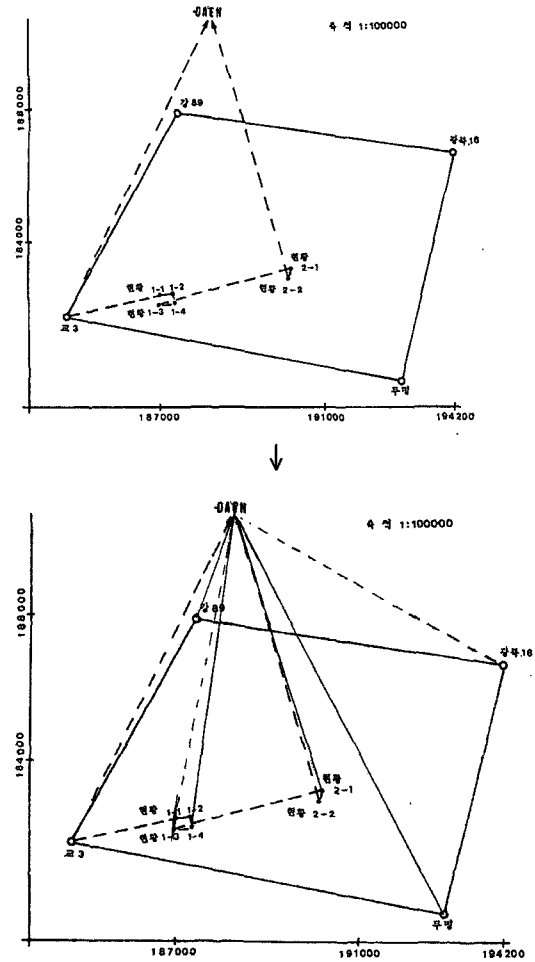


그림 2. 관측망도

GPS RECEIVER, GSP1A Global Surveying post Processor를 이용하여 상대측위방식을 이용하였고, 기준

표 2. 대상지 삼각도근점 실용성표

관측점 명칭	등급	좌표			
		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
무 명	건설부(2)				
광북 16	지적삼각	186156.43	194295.93	35-10-17.390	126-56-14.558
현황 1-1	지적도근1	182817.595	186971.110	35-08-25.542	126-51-25.256
현황 1-2	지적도근1	182828.333	187101.339	35-08-29.141	126-51-30.395
현황 1-3	지적도근2	182776.460	187070.148	35-08-27.456	126-51-29.165
현황 1-4	지적도근2	182766.046	186984.188	35-08-27.115	126-51-25.770
현황 2-1	도해지역				
현황 2-2	도해지역				

표 3. 기선관측 성과

**	좌표		
	X	Y	e
폐차	0.000	0.001	0.001

표 4. GPS 관측일정

Session	관측 시간	관측 지점	비고
034-0	10:00-12:00	강 89-광복-DAEN	9월 24일
034-1	13:00-15:00	교 3-무명-DAEN	
034-2	16:00-16:30	현황 1/1-현황 1/2-DAEN	
034-3	17:00-17:30	현황 1/2-현황 1/3-DAEN	
034-4	18:00-18:30	현황 1/3-현황 1/4-DAEN	
034-5	19:30-21:00	현황 2/1-현황 2/2-DAEN	
035-1	08:00-09:00	현황 2/1-현황 1/4-DAEN	9월 25일
035-2	10:00-11:00	현황 1/4-교 3-DAEN	

표 5. 기준점 WGS 84 좌표

관측점 명칭	등급	좌표	
		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
광복 16	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

점으로 사용된 GPS 관측소 좌표는 일본 simosate 측지 기준점과 국제 공동관측을 통하여 결정된 좌표를 사용하였으나, 관측은 2001년 9월 24일부터 9월 25일까지 표 4와 같이 대전의 GPS 기준점 DAEN 점을 기준으로 8개의 지역으로 나누어 진행하였고, 삼각점 및 지적 삼각점은 각각 2시간을, 현황점에서는 1시간여 현장여건에 맞추어 10개 측점을 관측하였으며 관측 시 지평면 고도 10도 이상인 위성으로부터 수신할 수 있었다.

3. 자료처리 및 해석

3.1 자료처리

본 연구에서는 GPS 자료의 실용성을 검증하기 위하여 1991년 국제 공동관측을 통하여 결정된 IGS

표 6. Bessel 좌표계로서의 변환값

관측점 명칭	좌표	
	B	L
강 89	35-10-48.59590	126-51-48.92675
교 3	35-08-04.58400	126-46-58.16101
무 명	35-07-17.94619	126-55-25.07731
광복 16	35-10-17.36030	126-55-14.60424
현황 1-1	35-08-28.74287	126-51-25.29360
현황 1-2	35-08-29.09650	126-51-30.44236
현황 1-3	35-08-27.41751	126-51-29.20784
현황 1-4	35-08-27.07491	126-51-25.81247
현황 2-1	35-08-37.04918	126-53-32.93236
현황 2-2	35-08-41.34063	126-53-33.66401

표 7. 직각좌표계의 변환값

관측점 명칭	좌표	
	X	Y
강 89	187124.689	187576.282
교 3	182075.035	184765.513
무 명		
광복 16	186155.454	184297.083
현황 1-1	182816.038	186972.191
현황 1-2	182826.748	187102.528
현황 1-3	182775.056	187071.207
현황 1-4	182764.622	196985.251
현황 2-1	183067.9289	190203.1523
현황 2-2	183200.1443	190221.8133

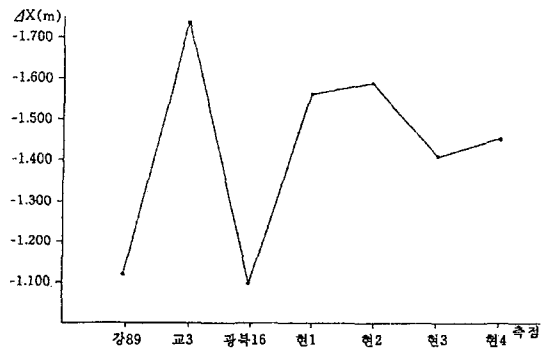


그림 3. 기준점별 X축의 변화량

(International GPS Service for Geodynamics; 국제 GPS 공동관측망)에 속해 있는 DAEN 측점을 고정점으로 하여 각 측정의 좌표와 상대위치를 결정하였다.

관측된 광주광역시 인근 10개 측정의 WGS 좌표값은

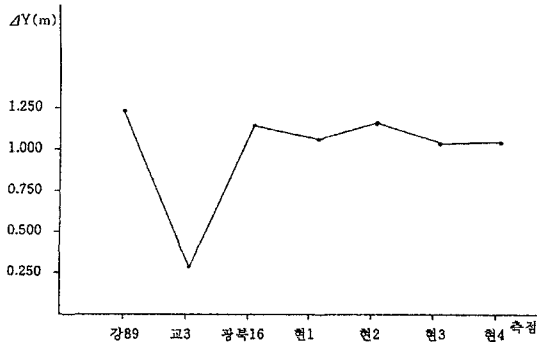


그림 4. 기준점별 Y축의 변화량

표 8. 변환된 직각좌표와 종래 직각 좌표값과의 차 (단위 : m)

관측점 명칭	좌 표	
	X	Y
강 89	-1.131	+1.232
교 3	-1.735	+0.303
무 명		
광복 16	-0.976	+1.153
현황 1-1	-1.557	+1.081
현황 1-2	-1.585	+1.189
현황 1-3	-1.404	+1.059
현황 1-4	-1.424	+1.063
현황 2-1		
현황 2-2		
평균	-1.4017	+1.0114

표 5와 같으며, 관측값의 변환요소를 이용하여 벡셀좌표 계로 변환한 값은 표 6과 같으며, 변환한 좌표계를 실용 지적프로그램화 하여 직각좌표계로 변환한 값은 표 7과 같다.

3.2 관측점 비교해석

본 연구에서 관측 후 변환된 좌표값과 실용 좌표를 비교 분석한 결과는 표 8과 같이 X축에서 -1.407 m, Y축에서 +1.0114 m의 평균오차가 상시적으로 발생하였다. 이 오차는 거의 양 축(X, Y)에 일정한 양으로 나타나는 것으로 보아 관측의 실수보다는 관측된 지역의 좌표와 변환 시 이용된 변환계수가 그림 3과 그림 4로 도시한 것과 같이 지역적으로 상당히 다르므로 발생하는 정오차의 일종으로 판단되었다. 그리고 기준점 검증시의 차이는 삼각망의 전개에서 발생하는 오차의 검증이 기존 우리 나라에서는 이론적으로 체계화되지 않

았으므로, 이 관측된 차이점이 일률적으로 나타난다고 볼 수 있으며, 도근점은 지적의 특수성상 지역적으로 분리되어 관측하는데서 온 좌표변환 차이라 할 수 있다. 이 결과로 GPS에 의한 WGS 좌표를 우리나라에 실용화할 경우 지역적 특수성을 고려한 좌표이론을 재정비하여야 한다는 실용성을 획득하였다. 또한 GPS를 활용하여 획득한 자료를 베셀값을 이용한 좌표계로 환산할 경우 종래 좌표 결정 방법보다, 신속, 균일한 성과를 획득할 수 있어 지적·측지망 구성 및 재정비에 가장 유리한 방법이라 사료된다.

4. 결 론

GPS 측량에 의한 국내 GPS기준점인 DAEN 측점을 기준으로 삼각점과 도근점을 관측한 결과 종래 좌표값과 GPS 변환 좌표값 사이에 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. GPS 위성을 통하여 기존 삼각점 및 도근점을 측량한 결과 종래 측량방법보다 신속하고, 오차의 균일성도 확보할 수 있으며, 좌표변환이 전산처리 됨으로 장래의 측지 및 지적측량에 효과적인 방법임을 알 수 있었다.
2. GPS 위성에 의한 관측결과 기존 좌표계와 비교한 결과 광주지역의 대부분의 지역이 원점과 관측점과의 지역적 거리에 따라 평균 종축 -1.4017 m, 횡축 +1.0114 m의 오차가 발생함을 알 수 있었다.
3. GPS 측량의 성과와 기존 측지측량 및 지적측량성 과를 일치시키기 위해서는 우리나라 전역에 대한 측량 당시의 좌표결정방법을 집중적으로 연구하여 GPS 관측 시 각 권역별 성과와 일치된 좌표변환계수를 계산하여 장래 GPS측량에 효과적으로 실용화 시켜야 할 필요성이 절실함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Alfred Leick, "GPS Satellite Surveying", A Wiley-Interscience Publication, 1990, pp. 1-207.
2. Dabid Wells, "Guide of GPS Positioning", Canada GPS Associated, 1987, pp. 1-9.
3. 日本測地學會, "日本測地學會誌", 제10권, 제1호, 1992, pp. 33-40.
4. 유복모, "측량학 원론(I)", 개문사, 2001, pp. 146-168.
5. 한국전산원, "한국종합토지정보시스템 구축방안", 내무

- 부, 1993, p.50.
6. 한국표준과학연구원 천문대, “GPS를 이용한 1.8 M 중형망원경천문대의 좌표결정기술개발”, 과학기술처 최종보고서, 1992, pp. 15-23.
 7. 오창수, “GIS를 이용한 광주시 상수도관망관리시스템의 고찰”, 대한토목학회 학술발표회 논문집, 1998, pp. 55-70.

8. 강준복 외, “GPS 기준에 관한 연구”, 한국측지학회지, 제9권, 제1호, 1991, pp. 38-39.
9. 박운용, 홍순현, “GPS 기준점 설정에 관한 연구”, 해양자원연구소 연구보고지, 제5권, 제2호, 1992.

(2002년 2월 18일 원고접수)

※지면관계로 표, 그림 등을 포함한 구체적인 내용(data)을 게재치 못함을 양지바랍니다.