

GPS관측에 의한 세계측지계 성과 산출에 관한 연구

Study on the Computation of World Geodetic System Result Using GPS Surveying

최병길¹⁾ · 김옥남²⁾ · 이형수³⁾

Choi, Byoung Gil · Kim, Uk Nam · Lee, Hyung Soo

¹⁾ 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수(E-mail:bgchoi@incheon.ac.kr)

²⁾ 신구대학 지적정보과 교수(E-mail:kun@shingu.ac.kr)

³⁾ 인천대학교 일반대학원 토목환경시스템공학과 박사과정(E-mail:hslee@kasm.or.kr)

Abstract

본 연구의 목적은 GPS관측에 의한 세계측지계 성과의 산출방안을 연구하는데 그 목적이 있다. GPS 관측 데이터와 상시관측소의 데이터를 활용하여 세계측지계 성과를 산출하기 위한 방안을 연구한다. GPS 관측 데이터의 후처리 결과 상시관측소의 데이터를 사용하지 않았을 경우와 사용하였을 경우의 폐합차를 분석한 결과 모두 정밀1차 기준점측량작업규정에 만족함을 알 수 있었다. 또한 GPS상시관측소의 데이터를 활용하여 각 측정 지점의 좌표를 산출한 결과, 상시관측소 3개소의 데이터를 사용하였을 경우에 비해 사용하지 않았을 경우의 오차가 가장 크게 나타났으며 1개소 사용, 2개소 사용할 때 점차적으로 오차가 감소하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 상시관측소를 고정점으로 사용하되 적어도 3점 이상의 점을 사용하여야 함을 알 수 있었다. 본 연구는 제한된 일부 지역을 대상으로 GPS상시관측소의 관측 데이터를 사용하여 세계측지계의 성과를 산출 한 연구로 향후 광범위한 지역에서의 GPS 상시관측소의 활용에 대한 심도 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

1. 서론

현재 GPS를 이용한 측량에서는 대상지역의 삼각점 및 수준점을 관측하여 고정점으로 정의하고 후처리과정을 거쳐 관측점들의 성과를 결정하고 있다. 그러나 대부분의 삼각점들은 특성상 접근이 어려운 산악지역이며 그 성과를 신뢰하기에도 많은 어려움이 있다. 또한 현장답사와 선점에 소요되는 시간과 비용도 비교적 많이 소요되고 있다. 이러한 시간과 비용 뿐만 아니라 적은 양의 GPS 장비를 가지고 측량을 수행하도 보면 장비의 이동과 관련된 오차를 동반하기도 한다.

GPS를 이용한 위치정보의 획득 및 활용이 활발해지면서 국토지리정보원, 천문대, 행정자치부, 해양수산부, 한국전력등 여러 기관에서는 지각변동, 항공, 항해, 지도제작, 차량항법등 다양한 목적에 의해 GPS 상시관측소를 설치 운영하고 있다. 이러한 GPS 상시관측소의 데이터를 고정점으로 2개이상 사용할 경우 기존 방법에 비해 소요되는 시간과 비용을 절감 할 수 있을 것이다(이재기외3인, 2003). 또한 세계측지계 도입으로 인해 측량성과를 산출하는데 GPS를 이용할 경우 비교적 정확도 높은 성과를 산출할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 GPS 상시관측소를 고정점으로 하는 기준측량을 수행하는 경우 GPS 상시관측소의 개수 및 기선거리의 변화에 따른 정확도를 분석하여 GPS를 이용하여 기준점측량을 수행할 경우에 세계측지좌표계 성과를 만족하기 위한 방안을 연구한다.

2. GPS 상시관측소

2.1 GPS상시관측소의 기능

GPS 상시관측소는 특정한 기준점의 위치정보자료를 계속적으로 수집, 생산 제공하기 위한 목적으로 운영된다. GPS 상시관측소는 지구에 관한 지역적·지구 물리학적 연구에 있어서 중요한 역할을 수행하고 있으며, 지구 자전 변화에 의한 변화 감시, 위성의 궤도 결정, 전리층 감시, 지역 모니터링 역할을 수행한다. 전국에 고정밀의 측지망을 구성하여 측지학적인 틀의 제공과 각종 측량을 위한 기준점을 제공할 수 있다.

2.2 GPS 상시관측소의 구성

GPS 상시관측소의 구성은 GPS상시관측소와 중앙국 및 이를 연결하는 통신장치로 구성되어 있고, 중앙국은 통신 및 제어시스템, 자료처리시스템, 자료저장시스템으로 나누어지며, 모든 과정은 자동으로 수행되어 지도록 구축되어 있다. GPS 상시관측소는 무인원격으로 조정되며, 안테나필라, GPS수신기(2주파), GPS안테나, 통신장치(Modem 또는 ISDN(Integrated Services Digital Network)), 경사계, 전원공급장치, 항온기로 구성되어 있다.

GPS 수신기로부터 얻어진 자료는 실시간 또는 정해진 시간에 중앙통제소에 정확하게 전송된다. GPS 상시관측소에서 수신된 자료는 멀티패스를 최소로 하는 선택과 고품질의 GPS자료를 측지학적으로 검증하는 것이 가능하다. 또한 예측된 위성궤도는 중앙국과 GPS 상시관측소에서 동시에 실시간으로 얻어지며, 자료는 실시간 정보를 산출하기 위해 사용된다.

중앙국은 통제, 자료의 수신·저장, 처리 및 위치정보를 제공하는 곳으로써, Bernese과 같은 정밀기선해석 소프트웨어를 이용하여 각 GPS상시관측소로부터 수집된 관측데이터를 처리, 분석하고 있다. 다음 그림 1은 GPS 기준망을 나타낸다.

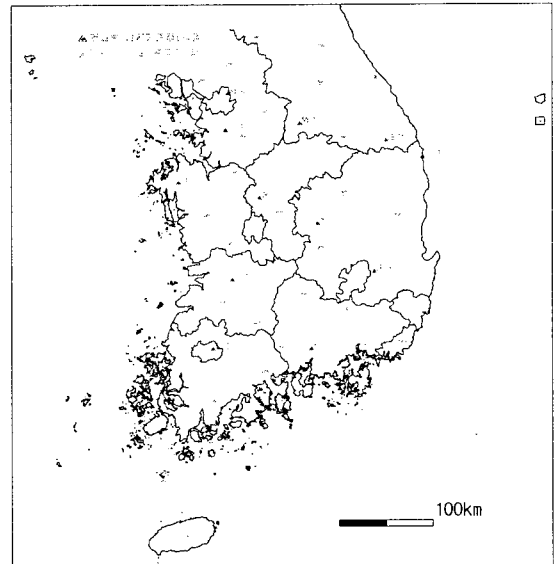


그림 1. GPS 상시관측소위치

3. 실험 및 결과 분석

3.1 대상지역 선정

본 연구에서는 상시관측소의 사용 개수에 따른 정확도를 분석하기 위해 강릉지역과 광주지역의 GPS 기준점측량 자료를 사용하였으며, 강릉지역은 13개, 광주지역은 11개 지점에 대한 관측망도를 구성하였다. 상시관측소의 관측 데이터를 이용할 경우 2개 이상의 관측데이터를 사용함으로써 정확도 향상 및 비용절감 효과를 얻을 수 있다(이재기 외, 2003). 따라서 본 연구에서는 강릉지역에서는 국토지리정보원의 강릉, 태백, 원주 3개소의 RINEX(Receiver INdependent EXchange format)자료 사용하였으며, 광주지역에서는 광주, 전주, 진주 3개소의 RINEX자료를 사용하였다. 다음 그림 2와 그림 3은 대상지역의 관측망도를 나타내고 있다.

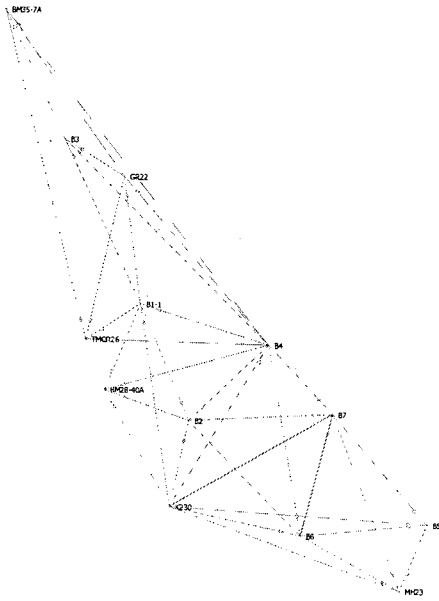


그림 2. 강릉지역 관측망도

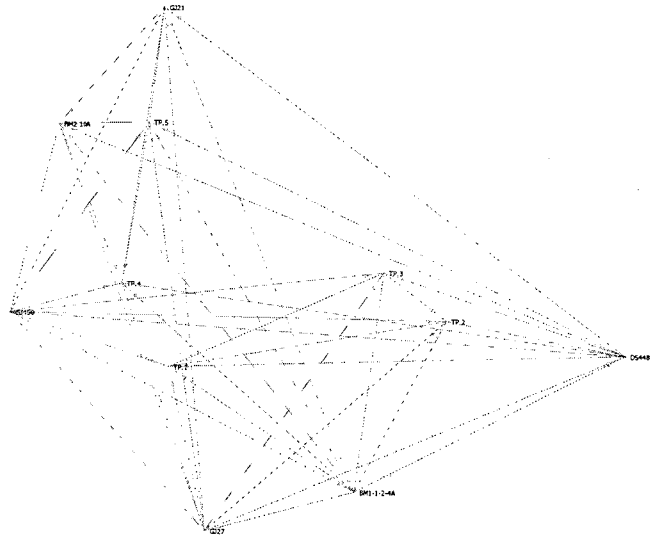


그림 3. 광주지역 관측망도

3.2 상시관측소 이용 개수에 따른 분석

상시관측소의 이용 개수에 의한 분석을 위해 두 개 지역에 대해 TGO 1.63v 후처리용 소프트웨어의 자동편집기능을 사용하여 기선해석을 실시하였다. 다음 그림은 각 지역에 3개소의 상시관측소를 배치한 관측망도를 나타내고 있다.

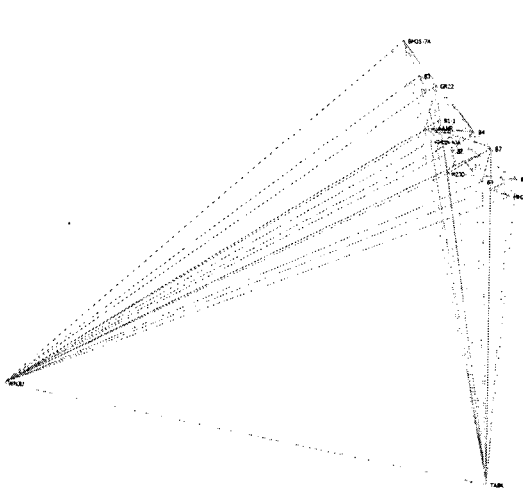


그림 4. 강릉지역 상시관측소 배치

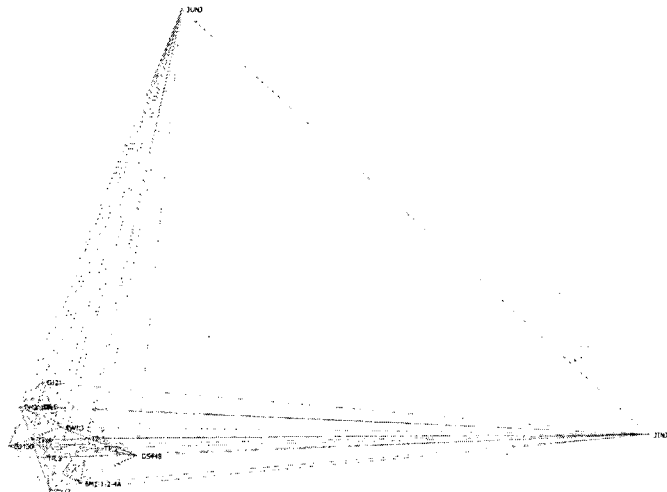


그림 5. 광주지역 상시관측소 배치

상시관측소의 데이터를 사용하지 않은 경우 GPS 관측데이터의 후처리 결과 강릉지역에서는 폐합차가 4mm, 광주지역에서는 8mm 로 나타나 정밀1차 기준점 측량의 평균 폐합오차 허용범위를 만족함을 알 수 있었다. 또한 상시관측소를 고정점으로 1개소, 2개소, 3개소를 사용하여 기선해석을 수행한 결과 다음 같은 결과를 얻을 수 있었다.

표 1. 상사관측소 개수에 따른 좌표(강릉)

측정소명	사용안함 A(X)	사용안함 A(Y)	1개소 사용 B(X)	1개소 사용 B(Y)	2개소 사용 C(X)	2개소 사용 C(Y)	3개소 사용 D(X)	3개소 사용 D(Y)
B1-1	477708.096	365685.642	477707.901	365686.924	477708.038	365686.957	477709.381	365685.004
B2	471818.370	368156.210	471818.617	368156.826	471818.617	368156.826	471818.617	368156.826
B3	486088.955	361746.529	486087.466	361745.811	486087.466	361745.811	486087.466	361745.811
B4	475676.272	372186.047	475677.074	372185.975	475677.074	372185.975	475677.074	372185.975
B5	466639.397	380351.353	466639.477	380352.789	466639.477	380352.789	466639.477	380352.789
B6	466054.212	373875.275	466053.857	373876.836	466053.857	373876.836	466053.857	373876.836
B7	472236.782	375457.515	472236.579	375458.806	472236.730	375458.845	472235.911	375458.656
BM28-40A	473361.896	363875.588	473362.907	363875.327	473362.907	363875.327	473362.907	363875.327
BM35-7A	492637.853	358633.591	492639.605	358632.707	492639.605	358632.707	492639.605	358632.707
GR22	484177.980	364774.206	484177.773	364773.321	484177.773	364773.321	484177.791	364775.485
K230	467485.006	367255.306	467485.117	367256.368	467485.117	367256.368	467484.805	367256.590
MH23	463274.067	378968.871	463274.188	378970.353	463274.188	378970.353	463274.188	378970.353
TMGR26	475888.276	362871.983	475885.807	362868.159	475885.807	362868.159	475885.807	362868.159

표 2. 상사관측소 개수에 따른 오차량(강릉)

측정소명	D(X)-A(X)	D(Y)-A(Y)	D(X)-B(X)	D(Y)-B(Y)	D(X)-C(X)	D(Y)-C(Y)
B1-1	1.28500	-0.63800	1.48000	-1.92000	1.34300	-1.95300
B2	0.24700	0.61600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B3	-1.48900	-0.71800	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B4	0.80200	-0.07200	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B5	0.08000	1.43600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B6	-0.35500	1.56100	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B7	-0.87100	1.14100	-0.66800	-0.15000	-0.81900	-0.18900
BM28-40A	1.01100	-0.26100	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
BM35-7A	1.75200	-0.88400	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
GR22	-0.18900	1.27900	0.01800	2.16400	0.01800	2.16400
K230	-0.20100	1.28400	-0.31200	0.22200	-0.31200	0.22200
MH23	0.12100	1.48200	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
TMGR26	-2.46900	-3.82400	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

표 3. 상사관측소 개수에 따른 좌표(광주)

측정소명	사용안함 A(X)	사용안함 A(Y)	1개소 사용 B(X)	1개소 사용 B(Y)	2개소 사용 C(X)	2개소 사용 C(Y)	3개소 사용 D(X)	3개소 사용 D(Y)
B1-1	177072.303	195573.618	177072.314	195573.619	177072.314	195573.619	177072.314	195573.619
B2	190414.054	184592.574	190414.038	184592.587	190414.038	184592.586	190414.037	184592.587
B3	182114.637	205454.760	182114.638	205454.756	182114.638	205454.757	182114.637	205454.757
B4	194689.143	188398.093	194689.132	188398.087	194689.131	188398.087	194689.131	188398.087
B5	175605.550	190108.187	175605.557	190108.183	175605.557	190108.183	175605.557	190108.184
B6	183503.662	182889.126	183503.662	182889.126	183503.662	182889.126	183503.662	182889.126
B7	181580.945	188747.322	181580.960	188747.337	181580.961	188747.338	181580.961	188747.338
BM28-40A	183328.552	198854.815	183328.552	198854.812	183328.553	198854.813	183328.552	198854.813
BM35-7A	185063.213	196537.332	185063.211	196537.328	185063.212	196537.329	185063.212	196537.329
GR22	184611.493	186999.834	184611.497	186999.832	184611.496	186999.832	184611.496	186999.833
K230	190493.608	187914.079	190493.599	187914.077	190493.598	187914.077	190493.598	187914.078

표 4. 상시관측소 개수에 따른 오차량(광주)

측정소명	D(X)-A(X)	D(Y)-A(Y)	D(X)-B(X)	D(Y)-B(Y)	D(X)-C(X)	D(Y)-C(Y)
B1-1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
BM28-40A	-0.00300	0.00700	-0.00600	0.00600	-0.00300	0.00700
BM35-7A	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00100	-0.00400
GR22	-0.00500	0.00400	-0.00600	0.00000	-0.00500	0.00400
K230	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01700	-0.00500

상시관측소 3개소를 사용하였을 경우를 참값으로 하여 1개소, 2개소를 사용하였을 경우의 좌표와 비교한 결과, 강릉지역에서는 상시관측소의 데이터를 사용하지 않았을 경우에는 186.0 mm, 1개소를 사용하였을 경우 51.0 mm, 2개소를 사용하였을 경우 26.0 mm의 오차를 나타내고 있었다. 또한 광주지역에서는 상시관측소의 데이터를 사용하지 않았을 경우에는 0.105 mm, 1개소를 사용하였을 경우 0.103 mm, 2개소를 사용하였을 경우 0.78 mm의 오차를 나타내고 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 GPS관측 데이터와 상시관측소의 데이터를 활용하여 세계측지계 성과를 산출하기 위한 방안을 연구하였다. 상시관측소의 데이터를 사용하지 않았을 경우와 사용하였을 경우의 GPS 관측 데이터의 폐합차를 후처리 분석한 결과, 모두 정밀1차 기준점측량작업규정에 만족함을 알 수 있었다. 또한 GPS상시관측소의 관측 데이터를 활용하여 각 측점 지점의 좌표를 산출한 결과, 상시관측소의 데이터를 사용하지 않았을 경우에 오차가 가장 크게 나타났으며 상시관측소가 1개소씩 증가함에 따라 점차적으로 오차가 감소하고 있음을 알 수 있었다.

본 연구는 제한된 지역을 대상으로 GPS상시관측소의 관측 데이터를 사용하여 세계측지계의 성과를 산출한 연구로 된 실험으로 향후 광범위한 지역에서의 GPS 상시관측소의 활용에 대한 심도 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 강봉서 (2002) "ITRF2000 측지계에 준거한 GPS 상시관측소의 정밀성과 산출에 관한 연구", 경기대학교 박사논문
- 건설교통부 국토지리정보원 (2002) "GPS 상시관측소의 활용 및 자료제공 방안에 관한 연구".
- 양근우 (2002) "GPS를 이용한 지적측량 개선방안", 제 3회 측량의날 기념 및 측량기술진흥대회 제1회 GPS 활용 Workshop, pp 153~176
- 이용창 (1999) "정밀절대측위기법에 의한 GPS 기준점 좌표의 산정", 한국측지학회, 제 17권 2호, pp.145~152.
- 차득기 (2000) "실시간 DGPS에 의한 원격측위 및 자동화유도에 관한 연구", 경기대학교 박사논문
- 황창섭, 이계동, 신계중, 이재기 (2003) "기준점측량을 위한 GPS 상시관측소 활용 방안", 2003 한국측량학회 학술대회, pp61~64.
- Parkinson. B. W. and Spiker J. J. Jr, (1996) "Global Positioning System: Theory and Applications Volume I, II", Progress in Astronautics and Aeronautics.