

GPS관측자료의 궤도력 별 신뢰성 분석

Analysis of Reliability for the GPS Surveying Data by Different Ephemeris

정영동* · 강상구** · 박보연***

Jung, Young Dong · Kang, Sang Gu · Park, Bo Yeon

요 旨

본 연구에서는 광주에 위치한 삼각점을 중심으로 전라남도 4점과 전라북도 5점을 연결하는 평균 기선길이 75km로 GPS관측망을 구성하고 각 측점에서 관측한 데이터를 방송궤도력과 정밀궤도력으로 각각 기선 해석을 실시하여 기선거리별 통계학적 해석 결과인 분산비, 기준분산, 평균제곱근 오차 등을 산정 한 후 전라 남,북도에 이르는 GPS관측망의 각 기선에 대해 신뢰도를 상호 비교 분석한 결과 정밀궤도력에 의한 기선해석이 방송궤도력에 의한 기선해석 보다 전반적으로 신뢰도가 양호하게 나타났고, 특히 정밀궤도력을 이용한 기선해석은 기준 공분산 값이 모두 1 미만으로 나타나, 측점간의 거리가 길어지고, 지역적 변환계수와 지구중심절대좌표를 선정함에 있어 정밀궤도력을 이용할 때가 기선해석의 신뢰도가 향상됨을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This paper established GPS network consist of 75km average baseline lengths over Jeollanamdo and Jeollabukdo nine point station and fixed Gwangju point station. We quantitatively analyzed how much precision of the baseline determination is improved for GPS survey when using the precise ephemeris instead of the broadcast ephemeris of GPS satellites. The observed data for each baseline were processed two times with the same conditions alternately changing the broadcast and the precise ephemeris. The standard deviations from the repeated measurements for each baseline are compared between the results of using the broadcast ephemeris and the precise ephemeris. As the results, the precision, stability and reliability of the baseline determination using the precise ephemeris is better than those of using the broadcast ephemeris for all baselines.

1. 서론

측량을 통해 결정되는 제 점간의 절대적 또는 상대적인 위치는 과거 각을 위주로 하는 측량방법에서

변을 위주로 하는 측량으로 변화되고 있다. GPS를 이용한 위치결정은 위성신호로부터 위성고 수신기간의 거리를 산출하여 후방교회법의 원리를 이용하여 미지점의 위치를 결정하는 방법으로 위성고 수신기

* 조선대학교 토목공학과 교수(Tel:062-230-7091, E-mail:ydjung@mail.chosun.ac.kr)

** 조선대학교 토목공학과 시간강사(Tel:062-230-7848, E-mail:gps8829@empal.com)

*** 조선대학교 토목공학과 석사과정(Tel:062-230-7848, E-mail:boyun1000@hanmail.net)

간의 거리를 산출하기 위한 측정값은 2진 PRN 코드를 이용하여 결정하는 방법과 반송파위상을 측정하여 결정하는 방법이 있다. PRN 코드를 이용한 측량 방법에는 주로 수신기 1대만으로 관측점의 위치를 결정하는 단독측위 방식에 이용되며 이 방법은 차량 항법이나 휴대용 GPS 측량에 주로 이용된다. 정밀한 위치결정 측량에 이용되는 GPS 측위 방법은 상대측 방식으로써 상대 측위 방식은 수신기 2대 이상을 이용하여 코드 또는 반송파위상의 정보를 처리해서 실시간 또는 후처리에 의하여 위치를 결정하게 된다. GPS에 의한 위치결정은 위성을 기준점으로 하여 후방회회 방식으로 결정되는데 위성은 일정한 주기로 지구주위를 회전하기 때문에 기준점이 되는 위성의 위치는 시시각각 변하게 된다. 따라서 지상 수신기의 위치를 결정하기 위해서는 위성의 위치와 관련된 정보를 필요로 하게 되는데 이때 필요한 정보가 항법 메시지이다. GPS 항법 메시지에는 위성시계와 위성의 궤도정보, 위성의 건강상태 및 다양한 보정 자료에 관한 정보를 제공하게 된다.⁶⁾ 이중 위성궤도력에 관한 정보는 5개의 추적국에서 일주일간 추적된 자료를 토대로 위성의 궤적을 계산하여 각 위성에 대한 기준궤도(reference orbit)를 결정하여 사용자에게 제공되는 방송궤도력이 있고, 국제 GPS 관측망인 IGS에서 전세계 약 110여개의 관측소에서 수신한 L1/L2 반송파 데이터를 종합 처리하여 산출한 정밀궤도력이 있다.⁵⁾ 정밀한 측지측량이나 건물의 변형 및 지각 변동에 대한 측정과 같이 고정밀을 요하는 경우에는 방송궤도력 보다 정밀궤도력을 이용한다.

본 연구에서는 평균 75km 이상의 기선으로 광주점을 중심으로 전라남도 4점과 전라북도 5점으로 유심망 형태의 GPS 관측망을 구성하고 각 측정점에서 관측한 데이터를 궤도력별로 기선해석을 실시하여 기선해석의 신뢰도를 판정할 수 있는 통계학적 수치인 비율, 기준분산, 표준편차 등을 결정한 후, 기선거리의 변화에 따른 두 궤도력의 영향을 비교하여 GPS에 의한 기선해석시 정밀궤도력이 방송궤도력에 비

해 얼마만큼의 신뢰도가 향상되는가를 정량적으로 비교·분석하고자 한다.

2. 연구방법 및 범위

GPS에 의한 측량은 상대측위로서 DGPS, RTK(Real Time Kinematic), 후처리에 의한 정적측위 등이 있지만 기준점 측량에는 정밀도가 좋은 정적측위를 이용한다. 후처리 정적측위는 하나이상의 기준점을 고정하여 망조정을 실시해야 하므로 공통적으로 정확한 기준점이 확보되어야 된다. 본 연구에서는 관측계획에 필요한 사항인 위성의 수, 위성의 상태, DOP, 기선의 길이 등을 고려하여 관측계획을 수립하고 광주를 중심으로 전남북 일원의 9개의 삼각점으로 관측망을 구성하고 관측은 2개 세션(Session)으로 하여 세션당 2시간씩 관측하고, 데이터 취득간격(epoch)은 30초로 하여 GPS 측량을 실시하였다. 관측된 데이터의 기선해석은 1차와 2차로 나누어 수행하였는데 1차 기선해석은 방송궤도력으로, 2차 기선해석은 정밀궤도력으로 해석하여, 비율, 기준분산, 표준편차, 기선벡터의 성분(dX , dY , dZ)과 기선의 공분산 등을 방송궤도력과 정밀궤도력의 적용에 따라 상호 비교·분석하여 궤도력별 기선해석의 신뢰도를 평가하였다.

3. 적용 및 결과 분석

3.1 관측계획 및 관측

본 연구를 수행하기 위한 GPS 관측 데이터는 2001년도 4월 22일부터 5월 22일 사이에 세션별로 일시를 달리 하여 모든 세션은 광주광역시 남구 3월성동의 학봉에 위치한 삼각점을 고정으로 해서 전라남도 일원의 구례, 영광, 해남, 신안에 이르는 4점의 삼각

점과 전라북도 일원의 부안, 군산, 진안, 무주, 순창에 위치삼각점으로 GPS관측망을 구성하였다. 관측시 사용한 장비는 대한지적공사에서 보유하고 있는 4종의 장비를 이용하였으며, 표 1은 관측장비의 기종과 관측점명을 나타낸다. 연구대상지역에 분포한 삼각점에 대한 관측은 데이터 취득간격(epoch) 30초로 하였고, 인접세션은 광주점이 포함되도록 하여 세션당 2시간 씩 관측하였다.

표 1. 장비기종 및 사용지역

기종	수량	성능	관측점명	비고
LEICA SYSTEM 300	3	2주파수신기	광주, 해남, 신안	
TRIMBLE 4000SSI	3	2주파수신기	광주, 구례, 영광	
TOPCON TURBO-S II	3	2주파수신기	광주, 부안, 군산	
ASHTECH GSR-2200	4	2주파수신기	광주, 진안, 무주, 순창	

처음 한 개 세션의 측점은 광주, 신안, 해남으로 하여 광주점을 고정점으로 2001년 4월 22일 오전 9시 30분부터 11시30분까지, 오후 3시부터 5시까지 2세션으로 하여 세션당 2시간씩 관측하였고, 이하 모든 세션에서 광주점을 고정점으로 하여 한 세션당 측점수는 3점, 총 2세션으로 세션당 2시간씩 날짜 별로 다르게 관측하였고, 마지막 세션만 4개 측점으로 하여 관측하였다.

3.2 기선해석

GPS측량은 관측점에 설치된 수신기로부터 획득한 위성까지의 거리를 파의 위상각으로 기록한 수치의 나열에 지나지 않아 곧바로 사용할 수 없기 때문에 미지점에 세워둔 수신기에 기록된 같은 류의 데이터를 조합하여 해석해야만 통상적인 의미의 측량데이

터를 얻을 수 있다. 각 점에서의 관측한 데이터에는 반송파위상, 위성의 위치를 나타내는 방송궤도력요소, 데이터취득시각 등이 기록되어 있다. 반송파위상이란 위성에서 수신된 반송파와 수신기 내부에서 생성된 반송파의 위상차를 말하며, 0° 에서 360° 범위 내에서만 가능하므로 반송파 범위에서 완전한 사이클을 구성하지 못하는 우수리 부분에 해당된다.⁴⁾ 방송궤도력요소는 위성의 시시 각각의 위치를 계산하는데 쓰인다. 기선해석은 모든 벡터를 한꺼번에 동시에 초소제곱법으로 추정하는 Session Mode와 고정점으로부터 시작해서 독립된 기선을 하나씩 구해나가는 Baseline Mode가 있다.⁶⁾ 본 연구에서는 장비를 혼합하여 관측한 관계로 2차에 걸쳐 관측된 데이터는 각각의 장비사에서 제공하는 소프트웨어를 이용하여 공통포맷인 RINEX포맷으로 변환하여 Trimble 소프트웨어인 Geomatics Office(ver.1.5)를 이용하여 광주점을 고정점으로 기선해석을 수행하였다. 기선해석 방식은 고정점으로 각 기선별 불확실정수(ambiguity)를 해석해 가는 단일기선해석(baseline processing)방식으로 각 세션의 기선별로 방송궤도력으로 1차 기선해석을 수행하고, 정밀궤도력은 IGS에서 관측한 후 약 1일 후에 확정하여 공식적으로 발표한 SP3결과를 이용하여 기선별로 2차 기선해석을 순차적으로 수행하였다.

3.3 망조정

기선해석을 완료하고 기선해석 정확도의 검증 및 망의 강도를 높이고, 전체점에 대한 WGS84성과를 산출하기 위하여 1점 고정에 의한 망조정을 실시하였다. 망조정은 광주광역시 남구월성동에 위치한 삼각점을 기준점으로 고정하고 자유망조정을 실시하였다. 표 2는 2001년 4월 22일부터 5월 7일까지 관측한 WGS84와 rms오차이다.

본 연구에 적용된 테스트망은 시험조정의 좌표를 초기값으로 하여 기선해석이 완료된 세션들을 하나로

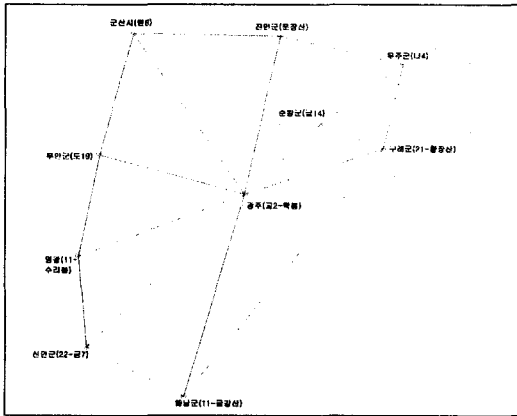


그림 1. GPS 관측망도

표 2. 광주시 (학동)의 WGS84 좌표

구분	좌표	rms
경도(dms)	126-48 10.8370	-
위도(dms)	35-03 35.2930	-
높이(m)	60.51	-
X(m)	174123.822	0.002
Y(m)	181846.292	0.002
Z(m)	3761769.616	0.002

표 3. 망조정 결과좌표

점명	위도(dms)	경도(dms)	타원체고
광주	35 03 35.2930	126 48 10.8370	60.51
구례	35 14 26.96050	127 36 48.81795	970.97
해남	34 35 30.15284	126 36 0.58813	507.55
신안	34 53 24.25572	126 19 6.17964	162.14
영광	35 17 58.52624	126 25 8.29156	337.91
부안	35 39 2.10976	126 29 36.67616	118.01
군산	35 57 34.87566	126 41 5.14918	121.54
진안	35 54 40.61329	127 21 27.71509	1124.57
무주	35 49 39.34615	127 42 5.79489	1075.18
순창	35 27 14.20680	127 10 29.01570	571.81

통합하여 조정을 실시하였으며 망조정 결과는 표 3과 같다. 통계분석 결과 최종 F-test의 결과가 채택되었으므로 1점 고정망은 귀무가설에 의해 채택되었다. 1점 고정에 의한 망조정 후 점간 거리의 변화량은 평균 0.2ppm이 조정되어 계산 결과가 양호함을 보였다.

4. 비교분석

본 연구에서 선정된 국가 기준점에 대한 성과는 표 4와 같고, 표 6에서 표 14까지는 각 궤도력별 기선해석 결과다. 광주점을 고정으로 기선해석을 궤도력별로 수행한 결과는 방송궤도력에 의한 각 기선의 비율값이 표 6과 같이 광주-구례간 기선에서 최대값인 31.7로 나타났고, 광주-무주간 기선에서 최소값인 7.5로 발생하였고, 정밀궤도력에서도 그 변화의 폭은 크지 않지만 기선거리가 증가함에 따라 비율이 감소하는 추세를 나타냈다. 일반적으로 비율값이 클수록 기선해석 결과가 좋다는 것을 의미한다. 기준분산(Reference Variance)은 방송궤도력과 정밀궤도력으로 100km이상인 지역의 기선 해석한 결과를 비교하면 기선의 거리가 약 100km인 광주-군산에서 방송궤도력인 경우 2.423, 정밀궤도력인 경우가 1.412, 기선거리가 약 106km인 광주-진안에서 방송궤도력인 경우 2.533, 정밀궤도력인 경우 1.312로 나타났고 또 한 본 연구 대상지의 최장기선인 광주-무주간의 약 117km기선에서는 방송궤도력인 경우가 3.545, 정밀궤도력인 경우가 1.212로 발생하였다. 이는 방송궤도력에 의한 기준분산 값은 일정하진 않지만 거리에 비례해서 증가한다는 사실을 알 수 있고, 정밀궤도력을 이용한 경우는 일반적으로 그 차이가 일정하게 나타나 방송궤도력의 기선해석과 뚜렷한 차이로 나타났다.

기선거리가 약 100km인 광주-군산의 경우 방송궤도력을 이용한 RMS값이 0.035 정밀궤도력에 의한 값이 0.021로 나타났고, 기선거리가 약 106km인 광주

표 4. 현행 삼각점성과

점 명	위 치	등 급	경위도 좌표		평면직각 좌표	
교 2(학봉)	광주광역시 남3월성동	2	B	35-03-36.298	X	173782.08m
			L	126-48-10.839		
			H	59.11m	Y	182032.46m
21(황장산)	전라남도 구례군	2	B	35-14-15.926	X	193676.93m
			L	127-36-46.100		
			H	942.10m	Y	255773.26m
11(금강산)	전라남도 해남군	1	B	34-35-18.892	X	121566.57m
			L	129-35-57.547		
			H	481.01m	Y	163244.62m
22(금7)	전라남도 신안군	2	B	34-53-13.111	X	154805.24m
			L	123-19-03.064		
			H	136.57m	Y	137618.80m
11(수리봉)	전라남도 영광군	1	B	35-17-47.537	X	200181.02m
			L	126-25-05.227		
			H	350.55m	Y	147079.47m
301(도19)	전라북도 부안군	3	B	35-38-51.272	X	239087.52m
			L	126-29-33.637		
			H	93.80m	Y	154060.52m
원6	전라북도 군산시	1	B	35-57-24.138	X	273311.08m
			L	126-41-02.177		
			H	99.52m	Y	171490.48m
운장산	전라북도 진안군	1	B	35-54-29.842	X	267952.24m
			L	127-21-24.944		
			H	1125.86	Y	232215.46m
나4	전라북도 무주군	3	B	35-49-28.547	X	258834.79m
			L	127-42-03.122		
			H	1046.46	Y	263325.37m
22(금14)	전라북도 순창군	2	B	35-27-03.267	X	217164.73m
			L	127-10-26.172		
			H	545.44m	Y	215788.90m

표 5. 망조정 결과좌표

점명	위도(dms)	경도(dms)	타원체고(m)
광주	35 03 46.38380	126 48 13.80343	85.63
구례	35 14 26.96050	127 36 48.81795	970.97
해남	34 35 30.15284	126 36 0.58813	507.55
신안	34 53 24.25572	126 19 6.17964	162.14
영광	35 17 58.52624	126 25 8.29156	337.91
부안	35 39 2.10976	126 29 36.67616	118.01
군산	35 57 34.87566	126 41 5.14918	121.54
진안	35 54 40.61329	127 21 27.71509	1124.57
무주	35 49 39.34615	127 42 5.79489	1075.18
순창	35 27 14.20680	127 10 29.01570	571.81

표 6. 광주-구례기선 결과

성분	방송케도력	정밀케도력	차이
Variance Ratio	31.7	35.6	-3.9
Reference Variance	1.839	1.125	-0.714
RMS	0.016	0.012	0.004
Slop Distance	76379.431m	76379.429m	0.002m
Horizontal Precision	0.001m	0.000m	0.001m
Vertical Precision	0.006m	0.002m	0.004m
dX	13050.807m	13050.812m	-0.005m
dY	45670.931m	45670.925m	0.006m
dZ	4564.687m	4564.681m	0.006m

표 7. 광주-해남기선 결과

성분	방송케도력	정밀케도력	차이
Variance Ratio	25.8	30.4	-4.6
Reference Variance	1.909	1.221	0.688
RMS	0.015	0.012	0.003
Slop Distance	55495.759m	55495.763m	-0.004m
Horizontal Precision	0.002m	0.001m	0.001m
Vertical Precision	0.006m	0.002m	0.004m
dX	29050.207m	29050.812m	-0.605m
dY	36670.943m	36670.923 m	0.02m
dZ	22477.607m	22477.681m	-0.074m

표 8. 광주-신안기선 결과

성분	방송케도력	정밀케도력	차이
Variance Ratio	31.6	34.4	-2.8
Reference Variance	1.509	1.021	0.488
RMS	0.014	0.011	0.003
Slop Distance	48298.959m	48298.964m	-0.005m
Horizontal Precision	0.002m	0.001m	0.001m
Vertical Precision	0.006m	0.002m	0.004m
dX	36205.207m	36205.312m	-0.105m
dY	-18121.923m	-18121.938m	0.015m
dZ	21477.637m	21477.681m	-0.044m

표 9. 광주-영광기선 결과

성분	방송케도력	정밀케도력	차이
Variance Ratio	20.6	28.4	-7.8
Reference Variance	1.741	1.321	0.42
RMS	0.024	0.020	0.004
Slop Distance	43803.012m	43803.015m	-0.003m
Horizontal Precision	0.002m	0.001m	0.001m
Vertical Precision	0.006m	0.002m	0.004m
dX	36205.207m	36205.312m	-0.105m
dY	-18121.923m	-18121.938m	0.015m
dZ	21477.637m	21477.681m	-0.044m

표 10. 광주-부안기선 결과

성분	방송케도력	정밀케도력	차이
Variance Ratio	32.6	35.4	-2.8
Reference Variance	1.423	1.300	0.123
RMS	0.028	0.022	0.006
Slop Distance	71044.861m	71044.885m	-0.024m
Horizontal Precision	0.001m	0.001m	0m
Vertical Precision	0.004m	0.002m	0.002m
dX	46205.207m	46205.312m	-0.105m
dY	28121.923m	28121.908m	0.015m
dZ	11477.637m	11477.611m	0.026m

표 11. 광주-군산기선 결과

성분	방송궤도력	정밀궤도력	차이
Variance Ratio	10.6	13.4	-2.8
Reference Variance	2.423	1.412	1.011
RMS	0.035	0.021	0.014
Slop Distance	100,086.758m	100,086.790m	-0.032m
Horizontal Precision	0.002m	0.001m	0.001m
Vertical Precision	0.008m	0.006m	0.002m
dX	-7642.207m	-7642.301m	0.094m
dY	40631.923m	40631.948m	-0.025m
dZ	-50697.637m	-50697.623m	-0.014m

표 12. 광주-진안기선 결과

성분	방송궤도력	정밀궤도력	차이
Variance Ratio	9.6	10.3	-0.7
Reference Variance	2.533	1.312	1.221
RMS	0.032	0.023	0.009
Slop Distance	106,707.858m	106,707.721m	0.137m
Horizontal Precision	0.002m	0.001m	0.001m
Vertical Precision	0.008m	0.006m	0.002m
dX	-7542.209m	-7542.304m	0.095m
dY	40731.953m	40731.941m	0.012m
dZ	-50497.632m	-50497.626m	-0.006m

표 13. 광주-무주기선 결과

성분	방송궤도력	정밀궤도력	차이
Variance Ratio	7.5	9.4	-1.9
Reference Variance	3.545	1.212	2.333
RMS	0.034	0.026	0.008
Slop Distance	117,655.189m	117,655.345m	-0.156m
Horizontal Precision	0.003m	0.001m	0.002m
Vertical Precision	0.004m	0.006m	-0.002m
dX	-7342.214m	-7242.210m	-100.004m
dY	40431.254m	40431.561m	-0.307m
dZ	-50297.753m	-50297.462m	-0.291m

표 14. 광주-순창기선 결과

성분	방송궤도력	정밀궤도력	차이
Variance Ratio	34.7	39.7	-5
Reference Variance	1.233	1.111	0.122
RMS	0.018	0.010	0.008
Slop Distance	54699.658m	54699.665m	-0.007m
Horizontal Precision	0.001m	0.001m	0m
Vertical Precision	0.004m	0.004m	0m
dX	-7142.247m	-7142.561m	0.314m
dY	40631.254m	40631.547m	-0.293m
dZ	-50197.987m	-50197.468m	-0.519m

-진안의 경우에는 방송궤도력과 정밀궤도력의 값이 각각 0.032, 0.023으로 또한 광주-무주간 약 117km기선에서는 0.034와 0.026의 분포로 나타나 방송궤도력으로 해석한 각 기선의 RMS는 기선거리가 짧은 경우는 정밀궤도력과 차이가 미소하지만 기선의 거리가 길어질수록 거리에 비례하여 RMS값이 증가하는 추세로 나타났다. 방송궤도력과 정밀궤도력에 의한 각 기선의 거리오차는 최소 2mm인 광주-구례 기선과 최대 15.6cm가 발생한 광주-무주간에서 발생하였고, 이는 기선거리가 길지 않은 경우 방송궤도력과 정밀궤도력의 차이가 미소해 실무에 있어서 특별한 경우를 제외하고는 방송궤도력만으로도 충분한 소요정밀도를 얻어 낼 수 있음을 의미한다. 기선해석과 망조정을 수행한 후 광주점을 고정으로 방송궤도력과 정밀궤도력으로 구분하여 현행사용 좌표성과의 표고와 WGS84좌표 타원체상 높이를 공통으로 0으로 한 경우와 현행성과 표고를 이용한 경우로 구분하여 변환계수를 산출한 결과는 표 15, 16과 같으며, GPS데이터를 TM직각 좌표로 변환하고 광주를 기준으로 각 관측점 별로 역거리 방식으로 수평거리를 구하여 거리별 오차를 분석하였다.

수평거리를 현행성과와 GPS 방송궤도력 성과를 비교한 결과 광주-군산간 기선에서 최소값인 18cm 정도로 나타났고, 광주-부안간 기선에서 최대값인 35.1cm

표 15. 변환계수 성과(표고 0 인경우)

변환 계수		RMS	최대잔차	잔차평균
dX(m)	310.2361	0.06	1.02	0.34
dY(m)	-292.7583	0.06	1.25	0.30
dZ(m)	-636.6553	0.06	1.16	0.33
RX(초)	7.90568	0.14		
RY(초)	7.16473	0.14		
RZ(초)	3.23280	0.15		
Scale (ppm)	5.95	0.53		
Rotation origin	X0 -3142745.1237m, Y0 4070188.5569m, Z0 3758690.0704m			

표 16. 변환계수 성과(현행성과 표고)

변환 계수	RMS	잔 차		
		최 대	평 균	
dX(m)	323.0703	0.10	1.69	0.51
dY(m)	-309.2874	0.10	1.71	0.51
dZ(m)	-652.0099	0.10	1.84	0.51
RX(초)	7.87390	0.21		
RY(초)	10.71959	0.21		
RZ(초)	-0.75340	0.24		
Scale (ppm)	1.92	0.81		
Rotation origin	X0 -3141132.4841m, Y0 4071156.5714m, Z0 3759649.6729m			

표 17. 기선별 수평거리 비교

점명 \ 성과	현행성과 (1)	방송력성과 (2)	정밀력성과 (3)	(1)-(2)	(1)-(3)	(2)-(3)
구례	76377.422	76377.745m	76377.753m	-0.323	-0.331	-0.008
해남	55492.724	55492.994m	55492.980m	-0.270	-0.256	0.014
신안	48297.967	48298.041m	48298.054m	-0.074	-0.087	-0.013
영광	43802.004	43802.238m	43802.253m	-0.234	-0.249	-0.015
부안	71043.859	71043.508m	71043.525m	0.351	0.334	-0.017
군산	100,085.739	100,085.919	100,085.894	-0.180	-0.155	0.025
진안	106,706.853	106,707.119	106,707.148	-0.266	-0.295	-0.029
무주	117,654.157	117,654.234	117,654.266	-0.077	-0.109	-0.032
순창	54698.642	54698.683m	54698.671m	-0.041	-0.029	0.012

정도로 나타났고, 현행성과와 정밀케도력 성과에서는 광주-순창간 기선에서 최소오차인 2.9cm로 발생했고, 광주-구례간 기선에서 33.1cm로 최대오차가 발생하였다. 케도력별 수평거리에 대한 분석결과는 표 17에 나타내었다.

현행성과와 WGS84성과를 Bessel성과로 변환하여 역 계산된 수평거리오차는 기선거리와 상관없이 평균 20.18cm로 발생하였는데 이는 광주점만을 고정하여 현행좌표로 변환된 성과이기 때문에 만약 광주점 외에 또 다른 한점을 고정한 2점 고정으로 좌표변환을 수행한다면 좌표값에 변화가 생겨 수평거리 또한

달라져 본 연구에서 발생한 거리오차와 다르게 발생할 것이다. 방송케도력에 의한 수평거리와 정밀케도력에 의한 수평거리의 오차는 그 차가 비교적 적게 발생하였지만 광주-무주간 기선에서 3.2cm로 가장 크게 나타났고, 광주-구례간 기선에서는 8mm로 아주 미소하게 발생하였다. 결과 적으로 기선거리가 장 기선인 경우는 방송케도력보다는 정밀케도력이 보다 안정된 통계분석이 이루어져 장기선 측량에서는 정밀케도력을 이용해 기선을 해석하고 위치를 결정하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 각 항목별로 비교 분석한 그림은 아래와 같다.

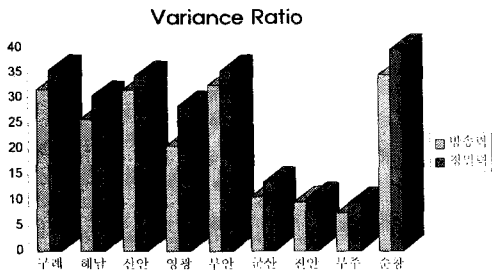


그림 2. 정밀력과 방송력의 Ratio 비교

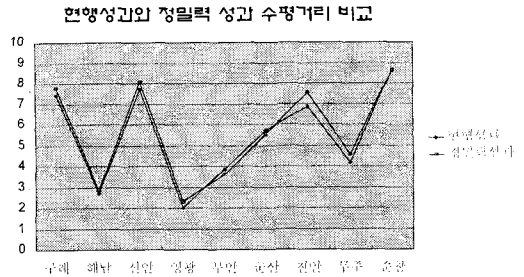


그림 6. 현행성과 정밀력 수평거리 비교

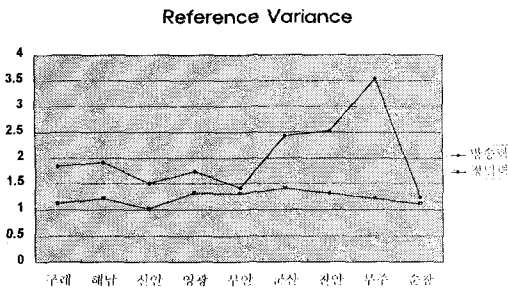


그림 3. 정밀력과 방송력의 Ref-Var 비교

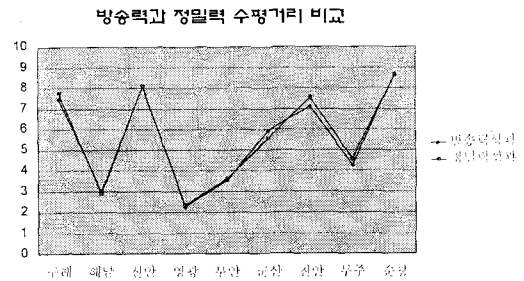


그림 7. 방송력과 정밀력 수평거리 비교

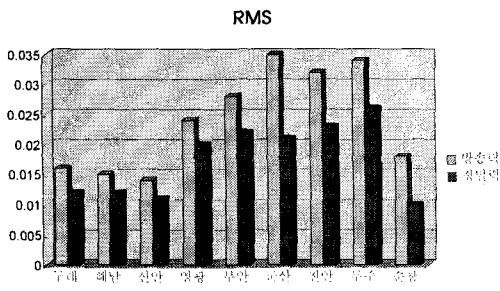


그림 4. 정밀력과 방송력의 RMS 비교

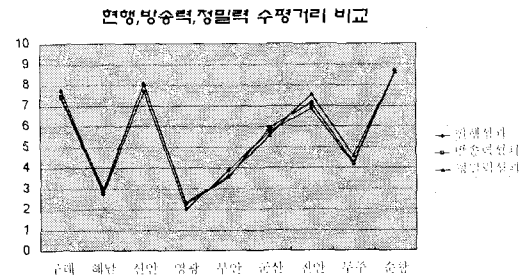


그림 9. 현행성고, 방송력, 정밀력 비교

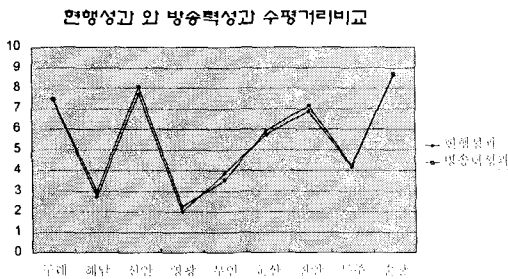


그림 5. 현행성과 방송력 수평거리 비교

5. 결론

본 연구에서는 전라남도 4점과 전라북도 5점으로 삼각망을 구성하고 각 점에서 관측한 데이터를 방송력궤도력과 정밀궤도력을 이용하여 기선 해석을 실시하고 기선거리별 궤도력의 영향을 정량적으로 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 비율(Ratio)는 광주-구례간 기선에서 최대 값인 31.7로 나타났고, 광주-무주간 기선에서 최소 값인 7.5로 발생하였고, 정밀력에서는 기선거리가 증가함에 따라 비율(Ratio)이 감소하는 추세로 나타났다.
2. 기준분산 값은 방송력에서 거리에 비례하게 나타났고, 정밀력을 이용한 경우는 그 차이가 일정 하고 1에 근접하였다.
3. RMS는 최장기선인 광주-무주간에서 방송력의 경우 0.034, 정밀력의 경우 0.026로 나타나 기선의 거리가 길어질수록 거리에 비례하여 증가함을 알 수 있었다.
4. 정밀케도력에 의한 기선해석이 방송케도력에 의한 기선해석 보다 전반적으로 신뢰도가 양호하게 나타났고, 측정간의 거리가 길어지고 특히, 지역적 변환 계수와 지구중심절대좌표를 선정함에 있어 정밀케도력을 이용할 때가 기선해석의 신뢰도가 향상됨을 알 수 있었다.

Positioning System 1986 Status and Plans”, Proceedings of the Fourth International Symposium on Precise Positioning with the GPS, Vol. L, pp. 37~49.

(2002년 2월 23일 원고접수)

참고문헌

1. 강준목, 정용식, 최종현(1996), “GPS 반송파 위상을 이용한 측지학적 절대위 치결정”, 한국측지학회지, 제 14권, 제 2호, pp. 181~188.
2. 대한지적공사(1997), GPS 측량의 실용화 연구보고서, pp. 31-39, 51-87.
3. 대한지적공사(1998), 좌표변환, 평면거리계산 S/W 개발, pp. 57-86.
4. Alfred Leick(1995), “GPS satellite Surveying”, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., pp. 317~380.
5. Talbot, N. C.(1993). “Centimeters in the field : A users perspective of real time kinematic positioning in a production environment”, Proc. ION-GPS-93, 2 : 589-598.
6. William L. Stein(1986), “NAVSTAR Global