

위성측량을 이용한 지적기준점의 정확도 분석 An Analysis of the Accuracy of Reference Points in Cadastral Area Using GPS

강인준* · 최종봉** · kw재하*** · 최 현****

Kang, In Joon · Choi, Jong Bong · Kwak, Jae Ha · Choi, Hyun

要 旨

본 연구에서는 기존 지적측량 방법으로 확정된 지구를 선정하여 확정측량 당시에 사용한 지적삼각점과 지적삼각보조점, 도근점의 좌표 성과가 위성측량으로 결정된 좌표 성과와의 편위량을 분석하여, 제 점 상호간에 미치는 영향에 대하여 연구함으로써 지적확정측량 시 고려해야 할 사항들을 도출하고자 하였다. 연구결과 오차방향이 반대인 기존 지적삼각점을 기준으로 지적삼각보조점의 좌표를 결정할 경우, 그 오차가 서로 상쇄되어 지구계 내의 전체적인 오차가 작아졌음을 알 수 있었으며, 지적삼각보조점을 기준으로 한 도근점의 좌표성과는 교점을 중심으로 오차량이 서로 상쇄되어 상대적으로 편차량이 작아지고 있으나 각 도선별로 오차 발생 경향을 분석한 결과 지적삼각보조점에 가까운 도근점이 지적삼각보조점의 오차 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This paper shows what is point to be considered at that time in cadastral settlement surveying after declination analysis between GPS and traditional surveying at coordinate result of cadastral triangulation points and supplementary point in site selected deplaning of streets which is surveyed traditional surveying. In the case that coordinates of cadastral triangulation assistance points was decided by standard of the existing cadastral triangulation points that direction of the error vector is in opposition, authors could know all errors was reduced inside coordinate by error being offset each other through the results of study. The coordinates result of cadastral triangulation point by standard of the cadastral triangulation points reduces the deviation value through error that an intersection points was centered being offset each other but through the result that a tendency of errors occurrence is analyzed goniometrys, supplementary points that is close to cadastral triangulation assistance points was affected by error of cadastral triangulation assistance points.

1. 서 론

우리나라의 삼각점은 1910년대 토지조사사업 당시 부산 절영도와 거제도 옥녀봉에 대삼각 본점을 설치하고, 이를 기선으로 하여 전국에 약 35,000개의 삼각점을 설치하였다. 그러나, 6.25전쟁으로 남한의 삼각점 중 약 79%가 망실되어, 지속적인 복구사업을 실시하였지만 삼각점 좌표성과에 대한 신뢰도가 낮은 실정이다.¹⁾²⁾ 또한, 사정 당시 등록된 경계선을 경계로 하는 도해지적은 도

면의 신축, 마모, 도면의 재작성 오차, 측척의 상이 등으로 인하여 지적(임야)도 상호간에도 오차가 발생하고 있다. 평판측량의 정확도에 있어서도 제도오차와 장비의 낙후에 의한 오차 등의 기술적인 오차와 측량사 개인의 습관, 성과 결정 시의 개인 오차의 누적으로 측량 성과에도 차이를 나타내고 있다. 1975년 지적법의 전면 개정으로 새로이 등록되는 토지의 경계를 좌표로 등록할 수 있는 수치지적 기반이 마련되어, 택지개발사업, 구획정리사업 등의 대단위 개발사업지구는 확정측량이라는 절차를 거쳐 수치로 등록하게 되었다. 그리고, 전국토의 면적 대비 90% 이상을 차지하는 도해지역의 지적(임야)도는 2000년도부터 도면전산화 사업이 착수되어 지적재조사사업의 사전 작업이 시작되었다. 그리고, 현재의 측량기술

*부산대학교 공과대학 토목공학과 교수
**부산광역시 연제구청 지적과
***부산정보대학 건설환경시스템과 조교수
****부산대학교 공과대학 토목공학과 박사수료

은 첨단인 인공위성 측량에 이르렀으나, 지적법에서는 이러한 기술과 장비를 제도화하지 못하고 그 적용방법에 있어 지적측량의 한계를 드러내고 있는 실정이다. 초기의 GPS 실용화를 위한 우리나라 측지 좌표계와 WGS84 좌표계 사이의 좌표전환^{3),4)}과 GPS 위성에 의한 실용 측지좌표의 취득⁵⁾에서 좌표계간의 좌표변환 문제를 해결하기 위하여 변환요소방법, Molodensky 방법, MRE 방법 등의 3가지 좌표변환 방법에 따른 좌표변환 정밀도를 비교하고 이들의 적정성 여부를 검토한 바 있다. 또한, 매개변환요소에 따른 WGS84와 Bessel 타원체간의 좌표변환해석에서 GPS 관측자료를 토대로 지오이드고를 산정하고 좌표변환을 위한 매개변수를 여러 가지 변환요소로 도출하여 각 특성을 고찰하여, 미국방 지도제작소(NIMA : National Image & Mapping Agency)에서 제시된 변환요소와 비교하여 타당성을 확인한 다음 지도투영에 적용에 대한 연구가 일부 수행되었다.⁶⁾ GPS측량의 7-parameter 산정에서 부산지역에 알맞은 좌표변환 매개변수를 결정하여 위성측량의 실용화를 시키고자 하였으며,⁷⁾ 1999년과 2000년에 GPS에 의한 실용성결과를 취득하기 위하여 GPS 측량에 따른 기준점 선정 및 이용⁸⁾과 GPS 기준망의 기준점 추출과 조정⁹⁾에서 과대오차가 내재된 기존 삼각점을 제외시킨 기준점을 이용하여 3차원 좌표변환을 실시하여 그 활용성을 제시하여, 좌표변환에 있어 비선형 좌표변환을 시도하여 변환식의 선형 및 단순화로 인한 오차를 최소화하였다.¹⁰⁾ 지적측량 기준점에 대한 위치해석은 1996년 GPS에 의한 지적측량 기준점의 위치해석^{11),12)}에서 지적도근점 위치결정과 같은 소규모 지역에서 정지식 위성측량 또는 이동식 위성측량으로 효율성을 높일 수 있음을 제안하고 있다. 그리고, 2000년 GPS와 TS의 병용에 의한 지적측량 기법 연구에서 위성장애물로 인한 위성측량 정확도 저하를 막기 위하여 TS를 병행하여 혼합망을 형성한 연구가 있었다.¹³⁾

본 연구에서는 기존의 연구를 바탕으로 지적측량 방법으로 확정된 지구를 선정하여 확정측량 당시에 사용한 지적삼각점, 지적삼각보조점, 도근점의 좌표 성과와 위성측량방법으로 결정된 좌표 성과를 비교하여 시범지역내의 지적확정을 위하여 사용한 지적삼각점의 오차량과 오차방향을 분석하여, 지적삼각보조점 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 그리고, 사업지구 내의 확정측량 당시의 시가지 도근점을 관측하여 지적삼각보조점의 오차량과 방향이 지구계 전체의 도근점 좌표성과에 미치는 영향을

분석하였다. 그리고, 시범지역과 인접지역의 도근점 성과를 비교하여 확정측량으로 두 지역간에 나타날 문제점과 정확도 향상을 위한 방법에 대하여 고찰하였다.

2. GPS 측량

지적측량 기준점 성과가 지적확정에 미치는 영향을 분석하기 위하여 선정된 지역은 지적확정에 있어서 삽입망으로 지적삼각 보조점을 설치하고, 보조점을 기준으로 다각망도선법의 X망, Y망을 사용하여 도근좌표성과를 결정된 지역이다. 따라서, 지적삼각점의 성과가 가지는 오차량이 지적삼각 보조점 좌표성과와 도근점 좌표성과에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 검증을 여러 방면으로 분석할 수 있기 때문에 부산광역시 해운대구 신시가지 일원을 대상으로 선정하였다.

2.1 지적삼각점 및 보조점의 GPS 측량

연구지역에 설치되어 있는 지적삼각점과 지적삼각보조점에 대하여 관측 시간대 계획에 따른 세션을 수립하여 정지식 위성측량방법으로 측량을 실시하였다. 시범지역에 있는 삼각점은 감비오산의 여17과 감담산의 여18, 광어산의 여10이며, 지적삼각보조점으로 장산마을의 보1, 신시가지 내의 보5, 보6, 보7, 보8의 총 8점이다. 여10, 여17, 여18을 기준으로 한 지적삼각보조점의 관측망은 그림 1과 같으며, 설치 당시 사용된 삼각점들과 연결시킨 것이다.

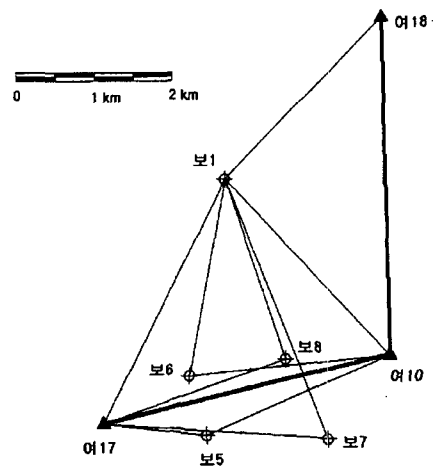


그림 1. 지적삼각보조점의 관측망

표 1. GPS 수신기의 성능

수신기	정지식	이동식
Legacy	3 mm + 1 ppm	3 mm + 1 ppm
Z-12	5 mm + 1 ppm	5 mm + 1 ppm

지적삼각점과 지적삼각보조점 관측에 사용된 GPS 장비는 Ashtech사의 Z12 2주파 수신기 4대와 GPS+GLONASS 장비인 TPS(TOPCON Positioning System)의 Legacy 4주파 수신기 2대를 사용하였으며, 데이터 수신간격을 15초로 설정하여 1시간 동안 정지식위성측량방법을 실시함으로써 총 240개의 GPS 데이터를 수집하였다. 표 1은 관측에 사용된 수신기의 성능을 나타내고 있다.

2.2 지적 도근점측량을위한 GPS측량

신시가지 내의 X망과 Y망을 구성한 1등 도근점은 총 127점으로 구성되어 있으나 현장 조사를 통하여 망실되었거나 위성 장애물로 인한 위성관측이 어려운 점을 제외한 53점을 대상으로 데이터 수신간격을 5초로 설정하여 두 점을 고정함으로써 최소한의 삼각망을 형성하도록 하였으며, 수신시간은 10~15분 정도 관측한 이동식 위성관측법으로 각 세션 당 약 120~180개의 데이터를 수집하였다. 그리고, 지적삼각점 및 지적삼각보조점 좌표차이에 따른 지역별 도근점 좌표성과 차이를 비교하기 위하

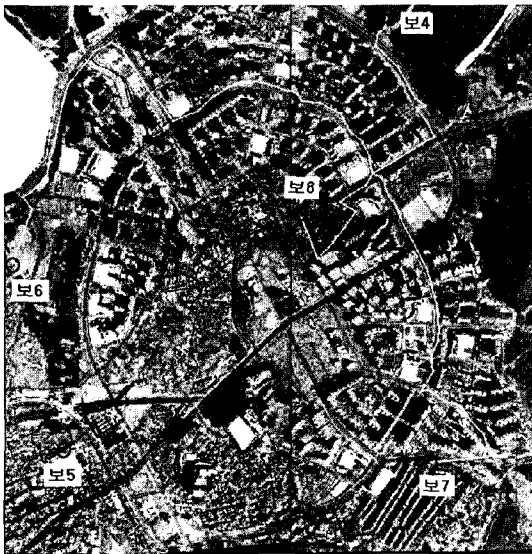


그림 2. 시범지역의 1등 도근점 위치

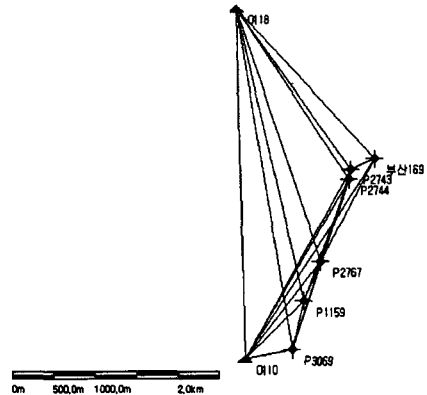


그림 3. 송정지역의 도근점 및 GPS 관측망

여 광어산의 여10과 감담산의 여18을 이용한 송정지역의 1등 도근점에 대하여도 추가적으로 위성관측을 실시하였다.

해운대 신시가지 내에 분포되어 있는 지적 도근점의 위치와 X형, Y형의 다각망도선을 그림 2에 나타내었다. 송정지역에 추가로 관측된 도근점 및 위성관측망은 그림 3과 같이 여10과 여18을 고정한 부산169와 도근점 2743, 2744, 2767, 1159, 3069번의 총 6점으로 되어 있다.

3. 위성측 관측값 처리와 망 조정

위성측량 관측데이터의 처리는 Geoginus2000 후처리용 소프트웨어를 이용하였으며, 데이터 처리를 위한 위성의 궤도정보는 방송력으로 실시하였다. 관측 벡터에 대한 오차타원을 결정하고, 폐합차 검정을 통하여 관측값 처리에 따른 정확도를 판단하였다. 결정된 각 기선 길이를 기초로 편의망조정을 실시하여 각 측정점의 오차타원을 결정하였으며 Tau 검정을 통한 신뢰도 평가를 실시하였다.

3.1 지적삼각점 및 지적삼각보조점의 관측값 처리와 망조정

기선 해석을 실시한 후 각 기선에 대한 정도를 확보하기 위하여 폐합차 검증을 실시하였으며, 폐합 기선의 수는 3개로 설정하여 총 12개의 폐합다각형이 형성되었다. 형성된 각각의 폐합 다각형에 대한 정밀도는 표 2와 같이 최소 0.1 ppm에서 최대 8.4 ppm으로 결정되었다. 이것은 미국 FGCC(Federal Geodetic Control Committee)

표 2. 관측망의 기선거리

(단위: m)

기선	경사거리
보6-보5	773.559
보8-보5	1381.283
보8-보6	1246.964
보7-보5	1558.817
보7-보6	1944.971
보7-보8	1129.450
보5-여10	2554.137
보6-여10	2584.469
보5-여18	5624.871
여18-여10	4163.991
여18-보6	5057.413
보6-여17	1251.129
여17-보1	3408.592
보5-여17	1330.202
보5-보1	3197.972

표 3. 지적삼각점의 폐합차 검정

dN(m)	dE(m)	dH(m)	정밀도	폐합비
보6-여10-여18				
0.002	0.002	0.022	1.9	1/522030
보6-보8-보7				
-0.001	0	0.011	2.5	1/398608
보5-여10-여18				
-0.003	0	0.005	0.5	1/2103576
보5-보8-보7				
0.003	-0.005	0.001	1.5	1/661299
보5-보6-여18				
-0.007	-0.003	0	0.7	1/1493588
보5-보6-여10				
-0.002	-0.001	0.018	31	1/33418
보5-보6-보7				
0.004	-0.001	-0.012	2.9	1/348425
보5-보6-보8				
-0.001	0.004	-0.002	1.2	1/809493
여17-부산11-보5				
-0.003	-0.001	0.012	0.4	1/2302487
여17-보6-보5				
-0.007	-0.015	0.017	7.1	1/141757
보1-여17-보5				
0.024	0.04	-0.048	8.4	1/119109

에서 제안하고 있는 1등 측지측량의 허용범위인¹⁴⁾ 10 ppm을 만족하고 있음을 알 수 있었다. 관측값 처리

결과 기선에 대한 표준편차의 최대치는 수평 4.3 mm, 수직 6.6 mm로 결정되었으며, 결정된 각 기선 길이를 표 3에 나타내었다. 편의망 조정결과 측점에 대한 최대 표준오차는 수평 18.2 mm, 높이 29.2 mm로 결정되었다.

이것은 미국 FGCC에서 제안하고 있는 1등 측지측량의 허용범위인 10 ppm을 만족하고 있음을 알 수 있었다. 관측값 처리 결과 기선에 대한 표준편차의 최대치는 수평 4.3 mm, 수직 6.6 mm로 결정되었으며, 결정된 각 기선 길이를 표 3에 나타내었다. 편의망 조정결과 측점에 대한 최대 표준오차는 수평 18.2 mm, 높이 29.2 mm로 결정되었다.

3.2 지적 도근점의 관측값 처리와 망조정

시험지역의 도근점에 대한 세션별 형성된 벡터의 최대 표준편차는 수평 4.0 mm, 수직 5.6 mm로 처리되었다. 여기서 폐합차 검증을 실시하여 미국 FGCC에서 제안하고 있는 10 ppm을 초과하는 폐합망에서 처리 결과가 좋지 않은 벡터를 제거하여 허용범위를 만족하도록 하였다. 이러한 과정에서 최소 망인 삼각형을 형성하지 못하고 방사형태로 구성되는 관측점도 발생되었다. 망조정에 있어서는 2가지 방법으로 고려해 보았다.

먼저 삼입망을 구성하고 있는 세 개의 기준점 모두를 고정된 경우와 광어산의 여10만을 고정된 경우에 대하여 각각 비교해 보았다. 이것은 망을 구성하고 있는 기준점이 가지는 오차량이 상대적으로 얼마나 되며, 차수가 낮은 관측점 성과에 어떠한 영향을 미치는가를 비교해 보기 위한 것이다. 그리고, 세점을 고정된 경우는 기존 도근점 좌표성과와 어떠한 연관관계가 있는가를 분석할 수 있었다.

3.2.1 세점 고정의 경우

광어산의 여10, 감비오산의 여17, 감담산의 여18의 좌표를 현재 지적측량에 사용하고 있는 평면직각중형선 좌표성과로 고정시킨 후 편의망 조정을 실시하였다. 망조정 결과 각 측점이 가지는 최대 표준편차는 수평의 경우 보1의 180.1 mm, 높이의 경우 도근점 119번의 356.8 mm로 결정되었다. 이때 망조정 결과 표준오차는 9.502로 상대적으로 각 고정점이 가지는 오차로 인하여 전체 망조정에 대한 신뢰도가 많이 떨어짐을 알 수 있었다.

그림 4는 세 점을 고정하여 망조정한 결과를 보여주고 있다. 여기서 굵은 실선으로 표시된 여18-여10 벡터와 여18-여17 벡터는 신뢰도 검정을 통과하지 못한 벡터로

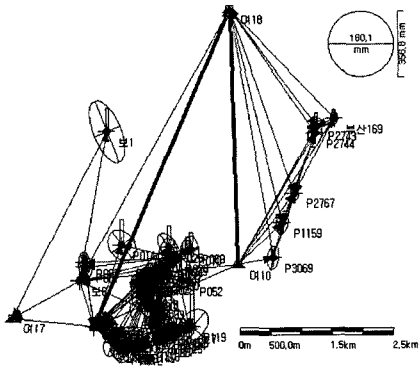


그림 4. 세 점 고정 편의 망조정 결과

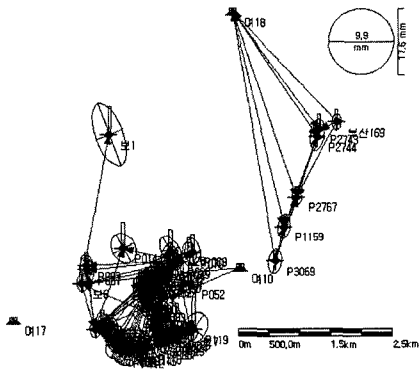


그림 5. 신뢰도 검증을 통과한 망조정 결과

써 상대적으로 고정점 성과에 많은 오차를 내포하고 있음을 알 수 있다. 신뢰도 검증에 통과하지 못한 벡터를 순차적으로 제거함으로써 최종적으로 모든 벡터에 대하여 신뢰도 검증을 통과 할 때까지 반복하였다.

그림 5는 벡터를 제거함으로써 최종적으로 신뢰도 검증을 통과한 망조정 결과를 나타내고 있다. 관측점에 대한 최대 표준편차는 수평 9.9 mm, 높이 17.6 mm로 결정되었다. 여기서 연결된 벡터를 보면 고정점을 중심으로 망이 분리되어 있음을 알 수 있다. 이것은, 시험지역과 송정 지역이 서로 다른 방향으로 편차가 발생하고 있음을 예상할 수 있었다.

3.2.2 한점 고정의 경우

광어산의 여10의 좌표를 현재 지적측량에 사용하고 있는 평면직각중형선 좌표성과로 고정시킨 후 편의망 조정을 실시하였다. 세 점 고정의 경우와 같이 신뢰도 검증을 실시하여 허용범위를 초과한 벡터를 순차적으로 제거함으로써 최종적으로 모든 벡터에 대하여 신뢰도 검증을

통과 할 때까지 반복하여 실시하였다. 망조정 결과 각 측점이 가지는 최대 표준편차는 수평의 경우, 보1의 7.6 mm, 높이의 경우 도근점 119번의 17.5 mm로 결정되었다.

그림 6은 여10의 한 점을 고정하여 망조정한 결과를 보여주고 있다. 여기서 세 점을 고정하여 신뢰도 검사를 통과한 각 고정점에 대한 분리형 망구성의 결과보다 한 점 고정에 의한 망조정 결과가 좋게 나타나고 있었다. 이것은 과대 오차를 가진 기준점으로 인하여 벡터가 삭제되지 않아, 관측망이 전체적으로 튼튼한 구조형태가 되었기 때문임을 알 수 있었다.

4. 좌표성과 비교

좌표성과에 대한 비교방법은 기존 지적측량 방법에 의하여 결정된 지적삼각점의 좌표성과와 이를 기초로 하여 전개된 지적삼각보조점의 좌표성과, 그리고 1등 도근점의 좌표성과에 대하여 위성측량 방법으로 결정된 관측점의 좌표성과를 서로 비교하는 방법을 사용하였다.

시험지역의 지적삼각보조점을 설치하기 위하여 사용된 여10, 여17, 여18의 지적삼각점이 가지고 있는 오차량과 경향을 분석하였으며, 지적삼각점이 가지고 있는 오차량이 지적삼각보조점에 미치는 영향을 분석하였다. 그리고, 도근점 좌표성과에 미치는 영향과 인접지역과의 관계에 대하여 고찰하였다. 이것은 지적삼각점에 내포되어 있는 상대적인 오차가 인접지역에 미치는 영향을 분석하여, 기준점이 가지는 오차로 발생될 수 있는 지적 불합 문제를 최소화하기 위한 방안을 제시하고자 하였다.

4.1 지적삼각점 및 지적삼각보조점의 오차량 및 경향 분석

지적삼각점이 가지는 오차량을 분석하기 위해서는 위성측량에 의한 망조정을 세 점을 모두 고정한 경우로는 분석할 수 없기 때문에 광어산의 여10 한 점을 고정한 좌표성과를 기초로 분석하였다. 표 4는 기존 지적측량에 의하여 결정된 지적좌표 성과를 나타내고 있으며, 표 5는 위성측량에 의한 변환 좌표성과와 기존 좌표성과와의 차이를 나타내고 있었다.

여기서, 광어산의 여10을 고정한 경우 감담산의 여18과 감비오산의 여17의 좌표성과 차이는 여18이 종선 38 cm, 횡선 -20 cm인 43 cm로 가장 크게 나타났으며, 여17의 경우 종선방향 6 cm, 횡선방향 -15 cm인 16 cm

표 4. 기존 지적측량 좌표성과

(단위: m)

측점	N	E
여18	190242.00	217255.51
여17	185231.08	213701.42
여10	186080.40	217365.18
보1	188257.94	215251.29
보5	185088.47	215018.05
보6	185828.71	214796.78
보7	185046.69	216575.41
보8	186031.65	216027.01

표 5. 위성측량에 의한 성과 및 잔차량

(단위: m)

측점	N	E	dN	dE	rms (m)
여18	190241.62	217255.71	0.38	-0.20	0.43
여17	185231.02	213701.57	0.06	-0.15	0.16
여10	186080.40	217365.18	0.00	0.00	0.00
보1	188258.01	215251.54	-0.07	-0.25	0.26
보5	185088.43	215018.16	0.04	-0.11	0.11
보6	185828.84	214796.89	-0.13	-0.11	0.17
보7	185046.73	216575.53	-0.04	-0.12	0.12
보8	186031.61	216027.13	0.04	-0.12	0.13

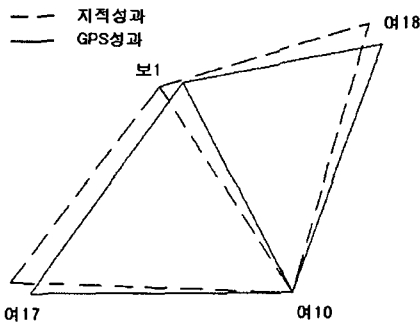


그림 6. 보1의 오차 경향

로 나타났다. 오차의 방향은 두 삼각점 모두 4상한의 오차 경향을 보이고 있었다. 따라서, 그림 6과 같이 세 점을 고정된 삼입망으로 설치한 지적삼각보조점(보1)의 경우 여17과 여18의 GPS에 의해 관측된 각의 크기가 지적측량에 사용된 각의 크기 보다 작고, 측점간 GPS에 의한 거리가 여17-보1은 길고, 여18-보1은 짧기 때문에 기존 좌표성과 비교할 때 종선의 경우 반대(-)로, 횡선의 경우 동일방향(+)으로 오차가 발생됨을 알 수 있었다. 보5의 경우 여17과 여10을 고정으로 한 삼입망 형태

표 6. X망의 지적도근점 좌표성과와 차이

(단위: m)

측점	N	E	dN	dE	rms
1	186053.87	214880.40	-0.09	-0.11	0.14
3	186123.85	214880.76	-0.09	-0.11	0.15
14	186405.61	215479.47	0.02	-0.09	0.09
28	186192.57	216330.36	0.01	-0.10	0.10
29	185853.40	216100.10	0.01	-0.13	0.13
30	185917.72	216163.65	0.01	-0.12	0.12
31	185977.61	216211.81	0.00	-0.11	0.11
33	186080.23	216194.42	0.01	-0.09	0.09
35	186146.16	216302.68	-0.02	-0.08	0.08
52	185818.29	216561.66	-0.05	-0.10	0.11
69	186343.17	216597.17	0.01	-0.05	0.05
70	186307.53	216541.52	0.01	-0.06	0.06

로 설치된 것으로 여17과 동일한 방향으로 오차가 발생됨을 알 수 있으며, 보6, 보7, 보8은 여17과 보1의 영향으로 동일한 방향으로 오차가 발생됨을 알 수 있었다.

4.2 지적 도근점의 오차량 및 경향 분석

지적 도근점의 오차량 및 방향은 X망과 Y망으로 구분하여 분석하면, X망을 구성하고 있는 도근점 중에서 보6에 결합된 1번에서 교점28까지의 도근점 좌표성과는 보6에 가까울수록 보6의 영향을 받으며, 보8에 결합된 도근점 28번에서 35번까지의 성과는 보8의 영향을 받고, 보7과 결합된 36번에서 58번까지의 도근점은 보7의 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 표 6은 X망을 구성하고 있는 각 도근점들의 지적좌표성과와 차이를 나타내고 있다.

Y망을 구성하고 있는 도근점 중에서 보8에 결합된 72번에서 95번까지는 보8에 가까운 도근점은 보8의 영향을 받고 있으며, 교점에 가까울수록 보5와 보7의 영향을 받아 종선 방향으로 보5, 보7과 동일한 방향으로 오차가 발생되고 있음을 알 수 있었다. 그리고, 보5와 보7에 연결된 97번에서 127번까지의 도근점 좌표성과는 보5와 보7의 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 표 7은 Y망을 구성하고 있는 각 도근점들의 지적좌표성과와 차이를 나타내고 있다. 그리고, X망을 구성하고 있는 지적삼각보조점인 보6, 보7, 보8은 각 좌표성과가 가지고 있는 오차량과 방향으로 인하여 교점의 좌표성과는 서로 상쇄되어 종선에서는 2cm 정도의 오차만 발생되었으며, Y망을 구성하고 있는 보5, 보7, 보8의 성과 중에서 종선좌표의 경우 보5와 보7은 동일한 방향으로, 보8은 반대방향으로

표 7. Y망의 지적도근점 성과와 차이

(단위: m)

측점	N	E	dN	dE	rms
72	185939.87	215941.06	0.03	-0.14	0.14
73	185889.70	215857.42	0.01	-0.11	0.11
74	185831.49	215839.22	0.01	-0.11	0.11
75	185825.86	215775.72	0.02	-0.09	0.09
76	185797.90	215748.03	0.02	-0.10	0.10
77	185766.01	215750.12	0.01	-0.11	0.11
79	185624.89	215828.21	-0.02	-0.15	0.16
80	185576.94	215790.21	0.00	-0.15	0.15
86	185261.74	216080.76	-0.07	-0.16	0.18
87	185226.80	216030.41	0.14	-0.07	0.15
88	185162.04	215977.83	-0.07	-0.16	0.17
91	185038.27	216089.09	-0.05	-0.14	0.15
93	184982.19	216175.26	-0.05	-0.11	0.12
94	184903.61	216123.61	-0.05	-0.12	0.13
98	185077.39	215213.96	0.01	-0.10	0.10
99	185122.36	215273.85	0.01	-0.11	0.11
103	184917.24	215396.06	-0.04	-0.08	0.09
104	184897.81	215323.64	-0.04	-0.07	0.08
105	184834.99	215347.49	-0.07	-0.08	0.10
108	184735.37	215417.20	-0.10	-0.05	0.11
109	184705.14	215450.49	-0.10	-0.06	0.11
110	184734.10	215503.01	-0.10	-0.05	0.11
111	184743.85	215544.46	-0.10	-0.06	0.12
112	184700.31	215568.40	-0.11	-0.04	0.12
114	184743.37	215704.12	-0.09	-0.07	0.11
115	184730.00	215768.43	-0.09	-0.05	0.10
116	184767.88	215854.43	-0.09	-0.07	0.12
123	184992.38	216323.74	-0.07	-0.12	0.14
124	184947.33	216275.71	-0.09	-0.10	0.13
125	184896.86	216220.04	-0.08	-0.08	0.12
127	184847.44	216083.90	-0.09	-0.09	0.12

오차가 발생되고 있으므로 교점의 좌표는 보5와 보7의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있었다.

4.3 인접지역과의 영향분석

송정지역의 지적삼각점인 부산169와 도근점 5점은 여10과 여18을 사용하여 1등 도선으로 지적좌표 성과가 결정된 것이다. 따라서, 여10과 여18이 가지는 오차량이 송정지역의 도근점 좌표성과에 미치는 영향을 비교함으로써 시범지역과 송정지역의 지적확정에 미치는 영향을 고찰하였다. 표 8은 송정지역의 지적도근점 좌표성과와 GPS 좌표성과와의 차이를 나타낸 것이다. 여기서, 부산169는 여18에 가까운 점이며, 도근점 3069번으로 갈수록

표 8. 송정지역 지적도근점 성과와 차이

(단위: m)

측점	N	E	dN	dE	rms
부산169	188450.09	218922.62	0.22	0.06	0.22
2743	188330.20	218638.06	0.18	0.03	0.19
2744	188208.46	218616.50	0.20	0.02	0.20
2767	187233.24	218277.69	0.20	-0.02	0.20
1159	186759.32	218072.63	0.05	0.10	0.12
3069	186189.77	217932.00	0.07	0.04	0.07

여10에 가까운 도근점이다. 따라서, 오차의 발생경향을 살펴보면 종선의 경우 여18이 가지는 오차량과 동일한 방향으로 오차가 발생되고 있으며, 오차량은 여18에 가까울수록 크게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

그리고, 횡선좌표의 경우 여10을 기준으로 여18이 시계방향으로 회전하는 오차의 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 이때 도근점 1159번에서 발생된 횡선방향의 오차가 크게 나타난 것은 망실된 도근점으로서 인접 도근점을 사용하여 재설한 성과이므로 비교대상에서 제외하였다. 또한, 지적좌표성과가 실제 좌표성과보다 종선으로 북(+)/방향, 횡선으로 동(+)/방향으로 발생되고 있으므로 시범지역과는 서로 반대의 오차 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 따라서, 시범지역과 송정지역의 경계지역은 여10을 기준으로 하지 않고 다른 삼각점 성과를 사용하여 관측하게 될 경우 서로 중첩되는 현상이 발생됨을 알 수 있었다.

4.4 비교분석

본 연구는 기존 지적삼각점 및 지적삼각보조점, 그리고 도근점에 대하여 위성측량을 실시하여 지적삼각점이 가지고 있는 오차량을 분석하고, 이를 기초로 하여 지적삼각보조점과 지적도근점에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구를 함으로써 차후 지적재조사 사업과 수치확정측량의 정확도를 향상시키기 위한 방법을 모색하기 위한 것이다.

오차량이 크거나 오차의 방향이 다르게 나타나는 지적삼각점을 사용하여 지적삼각보조점을 신설할 경우 삼각망으로 결정된 지적삼각보조점의 좌표성과에 미치는 영향은 오차가 서로 상쇄되어 작아지는 경향을 보이고, 도근점 좌표성과 결정에 있어서도 단일 도선으로 도근점의 좌표를 결정하기보다는 X망 혹은 Y망인 다각망도선법으로 좌표성과를 하는 것이 기존 삼각점의 오차를 분산 또

는 상쇄시키게 되므로 지구 내 도근점 간의 상대적인 오차는 작아짐을 알 수 있었다. 이로 인하여 전체적으로 사업지구 내에서의 위치 정확도는 확보되지만, 오차방향이 다른 기준점을 사용한 인접지역을 기준으로 측량하게 되면 사업지구를 구분하는 경계지역에서 중복되거나 벌어지는 현상이 발생하게 됨을 알 수 있었다. 이러한 현상은 지적측량에서 가장 큰 문제점인 지적불부합지의 발생 원인 중 하나이며, 서로 부합되는 기준점을 사용함으로써 기준점 오차로 인한 지적불부합지의 추가 발생을 최소화할 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 지적삼각점이나 지적삼각보조점을 신설하여 성과를 결정하기 위해서는 기존의 삼각점 좌표성도가 가지는 오차량을 분석하여 상대적으로 오차량이 작은 성과를 기준으로 관측망을 구성하여 신설해야 함을 알 수 있었다.

지적재조사 사업이 국지적, 단계적인 사업으로 진행된다고 하더라도 행정구역 단위의 통합 관측망을 형성하여 오차량을 종합적으로 분석하고, 사용 가능한 기준점을 선별함으로써 이를 기준으로 기존 삼각점 좌표성도를 재조정할 필요가 있음을 알 수 있었다. 이때 관측망이 가지는 오차량의 한계범위 결정에 대한 연구와 지적좌표성도를 결정하기 위한 타원체의 정의 및 지적 상시관측소의 WGS84 좌표성도를 기준으로 한 좌표변환 매개변수의 결정이 선행되어야 할 것이다.

5. 결 론

GPS 측량에 의한 기존 삼각점 성과의 신뢰도 검토를 통한 지적측량 기준점이 가지고 있는 오차가 지적확정에 미치는 영향을 분석한 결론은 다음과 같다.

첫째, 오차 벡터의 방향이 반대인 기존 지적삼각점을 기준으로 지적삼각보조점의 좌표를 결정할 경우 그 오차가 서로 상쇄되어 지구계 내의 전체적인 오차가 작아짐을 알 수 있었다.

둘째, 지적삼각보조점을 기준으로 한 도근점의 좌표성도는 교점을 중심으로 오차량이 서로 상쇄되어 상대적으로 정확하지만, 각 도선 별 오차 발생경향은 지적삼각보조점에 가까운 도근점일수록 지적삼각보조점의 오차량 및 방향에 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

셋째, 시범지역과 인접지역의 경계지역은 지적삼각점의 오차로 인하여 도근점 좌표성도는 공통점(여10)을 기준으로 서로 반대 방향으로 오차가 발생되고 있어, 서로

다른 기준점을 이용하여 측량할 경우 불부합이 발생됨을 알 수 있었다.

넷째, 국지적인 지구 확정을 하는 경우라 하더라도 기존 삼각점들의 성과를 비교 분석하여 오차량이 큰 삼각점은 배제하고 위성측량에 의한 방법으로 정확한 지구 확정 기준점을 결정하여야 됨을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 김재덕, 김정호, 박상진, 최한식, 지적기준점측량, 남광출판사, 1997, pp. 18-24.
2. 대한지적공사, 도해지역의 측량측량 개선방안, 대한지적공사, 2000, p. 5.
3. 박필호, 한인우, 이용창, 강준목, "GPS 실용화를 위한 우리나라 측지계와 WGS 84의 좌표전환(I)", 한국측지학회지, 제10권, 제1호, 1992, pp. 41-50.
4. 박필호, 박종욱, 강준목, "GPS 실용화를 위한 우리나라 측지좌표계와 WGS 84의 좌표전환(II)", 한국측지학회지, 제11권, 제1호, 1993, pp. 37-46.
5. 홍순현, GPS 위성에 의한 實用測地座標의 獲得에 관한 研究, 동아대학교 박사학위논문, 1992.
6. 강준목, 신봉호, 이용창, 윤철규, "매개변환요소에 따른 WGS84와 Bessel 타원체간의 좌표변환해석", 대한토목학회 논문집, 제14권, 제5호, 1994, pp. 1209-1218.
7. 강인준, 장용구, 강성수, "부산지방에 있어서 GPS측량의 7-parameter 산정", 대한토목학회논문집, 제16권, 제III-5호, 1996, pp. 415-422.
8. 박재하, 강인준, 박성재, "GPS 측량에 따른 기준점 선정 및 이용", 대한토목학회 학술발표 논문집(IV), 1999, pp. 345-348.
9. 이영진, 이준혁, "GPS 기준점망의 기준점 추출과 조정", 한국지적학회지, 제15권, 제2호, 1999, pp. 25-34.
10. 박재하, 김수광, 강인준, "선형 및 비선형 좌표변환의 정확도 비교 연구", 한국지적학회지, 제15권, 제2호, 1999, pp. 103-111.
11. 강준목, 김홍진, "GPS에 의한 지적측량기준점의 위치해석", 한국측지학회지, 제14권, 제2호, 1996, pp. 209-218.
12. 김홍진, 강준목, "동적 GPS에 의한 도근측량의 실용화 연구", 한국지적학회지, 제14권, 제1호, 1998, pp. 1-14.
13. 신상철, 서철수, 김정동, "GPS와 TS의 병용에 의한 지적측량 기법연구", 한국지적학회, 제16권, 제1호, 2000, pp. 69-81.
14. FGCC, Geometric Geodetic Accuracy Standards and Specification for Using GPS Relative Positioning Techniques Version 5.0, FGCC, 1988, pp. 1-50.

(2002년 2월 5일 원고접수)