# GPS에 의한 삼각점 성과의 정확도 분석
## - 경상남도 창원시를 중심으로 -

임현석*, 홍성언**
*대한지적공사 울산·경상남도본부, **청주대학교 지적학과
*e-mail:hsleem@kcsc.co.kr, **hongsu2005@cju.ac.kr, *

# Accuracy Analysis of Triangulation Result for the Stable Decision Making of Cadastral Surveying Result
## -Focusing on Changwon city in Gyeongnam-

*Hyun-Seok Leem, **Sung-Eon Hong
*Korea Cadastral Survey Corporation, **Cheongju University

요 약

본 연구는 경상남도 창원시 삼각점의 GPS 데이터를 활용하여 오차수준 및 지역적인 특성 등을 종합적으로 분석하여 봄으로써 향후 지적세부측량을 위한 지적기준점측량 수행 시 보다 정확한 성과가 산출될 수 있는 방안을 모색하여 보고자 하였다.

연구결과, 토지조사사업 당시 설치된 삼각점의 경우 삼각점 자체의 자연적·인위적 이동이 없을 경우 대부분 삼각점의 성과가 안정적으로 나타나므로 지적기준점 성과결정시 기지점으로 사용할 삼각점은 토지조사 당시 설치된 삼각점을 우선적으로 선정하여야 할 것으로 판단되었다. 또한 본 연구결과에서 안정적인 성과로 제시된 삼각점을 기준으로 하여 지적기준점의 성과를 결정할 경우 향후 지적기준점이 망실되어 재설치 하더라도 항상 동일한 측량성과를 유지·관리할 수 있을 것으로 보인다.

## 1. 서 론

우리나라 위치의 기준이 되는 삼각점은 1910년부터 1918년까지 실시한 토지조사사업의 일환으로 설치되었다. 그러나 토지조사 당시의 설치된 삼각점은 대부분 한국전쟁으로 망실·파손되어 지역적 불부합 및 측량 성과의 정확도를 저해시켰다.

따라서 국토지리정보원은 삼각점을 정비하고 정확도 높은 측량성과를 제공하기 위하여 1960년의 삼각점 복구사업을 시작으로 1975년부터 정밀 1차 측지망사업, 1986년부터 정밀 2차 측지망사업 등을 실시하였다. 이러한 사업에 의해 도출된 삼각점 성과는 토지조사사업 당시의 삼각점 성과와 일치하지 못하는 것으로 확인되었으며, 따라서 1975년 전문 개정된 구. 지적법에 의해 토지조사사업 당시의 성과와 표석을 기준으로 한 지적삼각점을 신설하고, 그 성과를 별도로 등록·관리하도록 하였다.[2]

그러나 지적삼각점 또한 신설과정에서 기지점 선정시 토지조사사업 당시의 삼각점뿐만 아니라 복구 또는 재설한 삼각점에 대한 정확한 정보없이 혼용하여 삼각점 성과를 사용함으로써 측량성과의 정확도를 저해시키고, 지역간·삼각점간 불부합을 발생시키고 있다. 또한 구소삼각지역과 특별소삼각지역의 원점체제가 상이하여 토지조사사업 당시의 측량성과에 부합되는 신뢰성을 확보하는데 많은 제약이 따르고 있다.

이러한 삼각점 성과의 부정확성은 지적측량분야의 일부개방으로 지적확정측량 수행 시 GPS에 의한 지적기준점 설치가 보편화되면서 지적측량수행자간 측량지역 주위의 삼각점을 상이하게 선정하게 되어, 과거 등록된 지적확정측량지역과 부합되지 않는 지적기준점 성과를 제시하는 문제를 발생시키고 있다. 다시 말해 GPS의 도입 초기 기존의 삼각점에 대한 명확한 정보없이 GPS에 의한 지적기준점 성과를 절대적으로 의존한 체, 삼각점 성과의 이력이나, 인접 삼각점과의 부합관계, 측량지역 주위의 기존 지적기준점 성과 등을 고려하지 않고 무분별하게 GPS에 의한 지적기준점을 신설함으로써 지적기준점 성과의 정확도를 저해시켜 왔다. 이러한 제 이유로 지적측량 분야에서는 현재도 전국적인 통일된 성과의 삼각망을 구축하지 못하고 있다.

그간 지적기준점 관련 연구는 주로 전통적인 측량방식에 비하여 개선된 GPS 측량기법을 도입하기 위한 연구들이 많이 진행되었다.[1][3][4][5][6][7][8][9]

다시 말해 GPS 측량으로 취득된 성과와 기존 성과를 비교함으로써 GPS 측량기법 도입의 필요성을 제시한 연구들이 많았다. 이와 같은 많은 연구로 인하여 현재 지적기준점(지적삼각점/지적삼각보조점) 측량에는 100% GPS 측량기법이 이용되고 있다.

또한 전국 지적삼각점의 성과를 점검하여 통일된 삼각망을 구성하기 위한 연구 및 구소삼각점이나 특별소삼각점의 성과 점검 등에 관한 연구도 진행되었다.[10][11][12][13] 이러한 선행 연구들이 많이 진행되었음에도 불구하고 여전히 삼각점의 성과가 불안정한 점들이 포함되어 있어 아직까지도 통일된 삼각망을 구성하기에 별다른 해법을 찾지 못하고 있는 점을 고려한다면 우선적으로 주변 삼각점들의 성과점검이 필요하고, 이를 토대로 이용 가능한 삼각점을 선별하여 관리하는 방안의 모색이 필요하다. 그리고 이후 전국토에 대한 재조사사업 시행 시 지적기준점에 대한 일제 점검을 통하여 통일된 망의 구축이 필요할 것으로 본다.

본 연구는 경상남도 창원시 삼각점의 GPS 데이터를 활용하여 오차수준 및 지역적인 특성 등을 종합적으로 분석하여 봄으로써 향후 지적세부측량을 위한 지적기준점측량 수행 시 보다 정확한 성과가 산출될 수 있는 방안을 모색하여 보고자 한다.

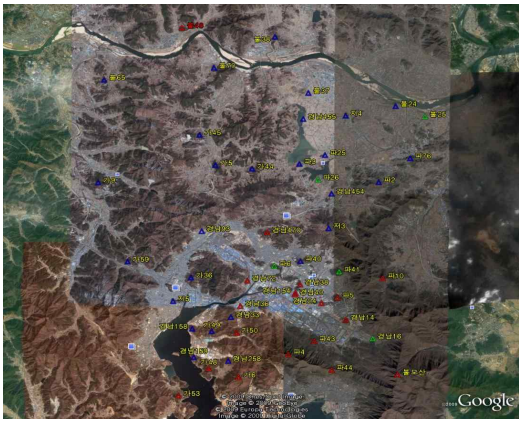
## 2. GPS 관측자료 현황

본 연구에 사용한 GPS 관측자료는 경상남도 창원시에 위치하고 있는 삼각점을 대상으로 2002년부터 2009년까지 취득된 자료이다. GPS에 의해 관측된 삼각점수는 삼각점이 1등 1점, 2등 2점, 3등 9점, 4등 23점으로 총 35점이고, 신설된 지적삼각점은 16점이다.

이중 토지조사사업 당시의 성과로 고시되어 있는 삼각점은 지적삼각점 포함 총 38점이고, 재설된 성과 중 구성과(정밀 1, 2차 기준망 성과 이전 성과)로 고시되어 있는 점은 총 7점, 신성과(정밀 1, 2차 기준망 성과 이후 성과)로 고시되어 있는 점은 총 6점으로 51점이다. [그림 1]은 경상남도 창원시에 위치하고 있는 삼각점의 위치를 나타낸 것이다.

[표 1] 삼각점 관측자료 총괄 현황 (단위:점)

| 구 분 | | 1등 | 2등 | 3등 | 4등 | 지적 | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 토지조사 | | | 2 | 5 | 15 | 16 | 38 |
| 재설 | 구성과 | | | 1 | 6 | | 7 |
| | 신성과 | 1 | | 3 | 2 | | 6 |
| 계 | | 1 | 2 | 9 | 23 | 16 | 51 |




[그림 1] 경상남도 창원시의 삼각점 위치도

## 3. 성과 분석

### 3.1 분석 방법

삼각점의 성과에 대해 양호, 보통, 불량 등으로 단정하기에는 한계성이 있다. 따라서 연구에서는 전체 삼각점을 대상으로 성과를 비교하여 과대오차를 포함한 삼각점을 선별하고, 성과 차이가 많은 삼각점을 순차적으로 제외하면서 삼각점 자체성과를 점차 단계적으로 안정되게 설정하여 비교·분석하였다.

구체적으로 삼각점들에 대하여 양호, 불량을 판정하기 보다는 일정 수준의 위치정확도 기준을 단계적으로 정의하여 분석함으로써 삼각점별 성과의 안정성 정도를 분석하였다. 연구에서는 위치정확도 수준을 정의함에 있어 크게 5수준으로 정의하였는데 즉, 위치정확도 1.00m내, 0.50m내, 0.40m내, 0.30m내, 0.25m내로 설정하였다. 이 범위 내에 위치정확도가 포함되는 삼각점들을 각각 분류하여 분석하였다.

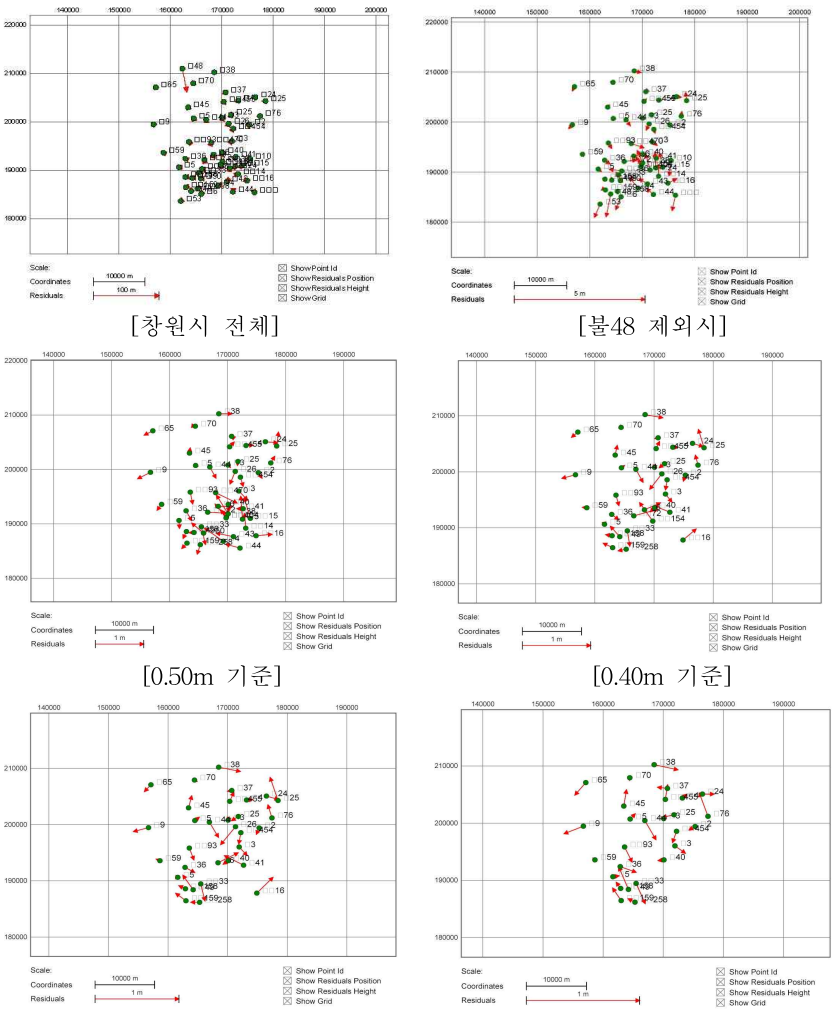
또한 상기와 같은 수치적인 위치정확도 분석과 함께 지리적인 환경이나 지형적인 조건을 분석하기 위해 구글어스에 GPS 관측점의 위치를 등록하여 [그림 1] 삼각점의 위치와 삼각점의 관측밀도, 삼각점의 분포도 등을 종합적으로 분석하였다.

### 3.2 분석 결과

[표 2]는 창원시 삼각점 51점에 대하여 위치정확도 수준별 성과 정확도를 분류한 결과이다. 분석에서 “불48”은 실제 위치가 현행 좌표 보다 약 40m정도 남쪽에 위치하고 있어 근래 재설된 삼각점으로 추정되며, 또한 이는 창원시 인접지역에서 설치되어 좌표변환을 위한 파라메타 값이 상이하여 과대오차가 발생한 것으로 분석된다. 따라서 본 연구에서는 “불48”은 제외하고 분석을 시행하였다. “불48”을 제외한 삼

[표 2] 창원시 삼각점 고시성과의 종류에 따른 정확도 수준별 분류 (단위 : 점)

| 구 분 | | 0.50m 기준 | | | | | | 0.40m 기준 | | | | | | 0.30m 기준 | | | | | | 0.25m 기준 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1등 | 2등 | 3등 | 4등 | 지적 | 계 | 1등 | 2등 | 3등 | 4등 | 지적 | 계 | 1등 | 2등 | 3등 | 4등 | 지적 | 계 | 1등 | 2등 | 3등 | 4등 | 지적 | 계 |
| 토지조사 | | | 2 | 4 | 13 | 13 | 32 | | 2 | 4 | 11 | 10 | 27 | | 2 | 4 | 11 | 8 | 25 | | 2 | 3 | 10 | 7 | 22 |
| 재설 | 구성과 | | | 1 | 6 | | 7 | | | 1 | 6 | | 7 | | | 1 | 6 | | 7 | | | 1 | 4 | | 5 |
| | 신성과 | | | 2 | 2 | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 계 | | | 2 | 7 | 21 | 13 | 43 | | 2 | 5 | 17 | 10 | 34 | | 2 | 5 | 17 | 8 | 32 | | 2 | 4 | 14 | 7 | 27 |



[창원시 전체] [불48 제외시]

[0.50m 기준] [0.40m 기준]

[0.30m 기준] [0.25m 기준]

[그림 2] 창원시 삼각점 성과의 위치정확도 수준별 오차량

각점간 성과를 비교하여 정의한 위치정확도 수준별 성과차이가 많은 삼각점을 하나씩 배제시키면서 비교하였다. 그리고 위치정확도 수준별 고시된 성과 종류별 즉, 토지조사성과, 구성과, 신성과별로 분류하여 함께 분석을 시행하였다.

분석결과, “불48”을 제외한 50점이 1.0m 내에 해당되었다. 이것을 좀 더 세분화하여 오차 수준별로 분석한 결과 0.50m내를 기준하였을 경우 총 51점 중 43점이 포함되었으나, 토지조사 성과와 재설 성과, 1998년 이후 신성과의 삼각점이 혼재되어 있는 것으로 나타났다. 삼각점 자체성과 0.40m내를 기준으로 하였을 경우는 총 34점이 포함되었으며, 1998년 이후 신성과의 삼각점은 전체 삼각점과의 성과가 부합되지 않았다. 0.30m내를 기준으로 는 총 32점이 포함되었으나 일부 1972년 재설 삼각점은 성과의 안정성이 불분명 하였다. 끝으로 0.25m내를 기준으로 하였을 경우는 총 27점이 포함되었으며, 대부분 토지조사시 삼각점의 성과가 안정적으로 나타났으며 재설 삼각

점은 일부를 제외하고는 성과가 부합되지 않았다[그림 2].

이상과 같은 위치정확도 및 고시성과별 분류와 함께 지역적인 특성을 종합하여 분석하여 보면, 성과가 안정적인 삼각점 대부분이 창원시 읍·면지역과 시가지 외곽지역에 위치하고 있으며, 시가지지역에 위치한 삼각점은 일부 삼각점들과 부분적으로는 부합되나 전체 삼각점과는 부합되지 않고 있다. 또한, 지적삼각점의 경우 읍·면지역과 시가지 외곽지역은 성과가 안정적이나 시가지지역은 일부 삼각점들과 부분적으로만 부합되어 성과가 안정적이라고 할 수 없으므로 지적기준점 성과 결정이 신중히 검토하여야 할 것으로 판단된다.

## 4. 결론

본 연구에서는 경상남도 창원시 삼각점의 GPS 데이터를 활용하여 오차수준 및 지역적인 특성 등을 종합적으로 분석하여 봄으로써 향후 지적세부측량을 위한 지적기준점측량 수행 시 보다 정확한 측량성과가 산출될 수 있는 방안을 모색하여보고자 하였다. 연구 성과는 다음과 같다.

경상남도 창원시의 삼각점 중 2002년부터 2009년까지 취득된 GPS 관측자료 총 51점을 이용하여 성과를 분석한 결과 과대오차가 발생한 점을 제외하면 총 50점이 1.0m내의 위치정확도를 보이는 것으로 나타났다. 이를 세부적으로 분석한 결과, 0.5m내에는 43점, 0.40m내에는 34점, 0.30m내에는 32점, 0.25m내에는 27점이 포함되는 것으로 나타났다. 대부분 토지조사 성과의 삼각점은 양호하게 부합되었으나 재설 성과(구성과)와 1998년 이후 신성과의 삼각점은 양호하게 부합되지 않는 것으로 나타났다.

또한 지형적으로는 성과가 양호하게 부합되는 삼각점 대부분이 읍·면지역과 시가지 외곽에 분포하고 있었으며, 시가지 삼각점은 일부 부분적으로만 부합되어 지적기준점 성과 결정시 신중히 검토하여야 할 것으로 판단된다.

이상의 분석된 내용을 토대로 본다면, 토지조사사업 당시 설치된 삼각점의 경우 삼각점 자체의 자연적·인위적 이동이 없을 경우 대부분 삼각점의 성과가 안정적으로 나타나므로 지적기준점 성과결정시 기지점으로 사용할 삼각점은 토지조사 당시 설치된 삼각점을 우선적으로 선정하여야 할 것으로 판단된다. 또한 본 연구결과에서 안정적인 성과로 제시된 삼각점을 기준으로 하여 지적기준점의 성과를 결정할 경우 향후 지적기준점이 망실되어 재설치 하더라도 항상 동일한 측량성과를 유지·관리할 수 있을 것으로 보인다.

끝으로 본 연구에서는 연구대상으로 사용한 삼각점이 위치한 지역에 대해 측량이 잦은 지역인지 아닌지 사전 측량 빈도조사가 선행되지 않았으므로, 본 연구에서 성과가 불안정하다고 제시된 삼각점이라 하더라도 과거 해당지역 지적측량에 자주 사용된 삼각점일 경우 기존 지적측량성과에 미치는 영향을 고려하여 지적기준점 성과 결정시 사용 유무를 신중히 검토하여 성과를 결정하여야 할 것이다.

## 참고문헌


[1] 강준묵, 윤희천, 김홍진, “GPS에 의한 지적삼각망의 적합성 분석”, 한국지형공간정보학회지, 제2권, 제1호, pp. 121-129, 1994.

[2] 국립지리원, 정밀삼각망의 성과산정 방안에 관한 연구, 1992.

[3] 권대원, 윤홍식, 최재화, “7-매개변수 좌표변환에 의한 우리나라 측지계와 WGS-84의 좌표변환”, 한국측지학회지, 제13권, 제2호, pp. 117-124, 1995.

[4] 김감래, 최원준, 임건혁, “GPS 성과를 매개로 한 구소삼각과 일반원점성과의 계통적 변환”, 한국측량학회 추계학술발표회논문집, 한국측량학회, 2003.

[5] 김정호, “지역좌표계(고초)에서 국가좌표계로의 좌표변환에 관한 연구”, 한국지적학회지, 제15권, 제2호, pp. 59-66, 1999.

[6] 대한지적공사, GPS 측량의 실용화 연구보고서, 1997.

[7] 대한지적공사, GPS 전국 동시관측 및 RTK 측량실험사업, 1998.

[8] 대한지적공사, GPS측량의 실용화 방안, 2000.

[9] 대한지적공사, 국가 GPS 지적기준망 정밀좌표 결정, 2001.

[10] 양영보, 도서지역 기준점의 정확도 해석에 의한 측지기준망 활용, 박사학위논문, 조선대학교 대학원, 2006.

[11] 양철수, 강상구, 정래정, 김용호, 이민석, “GPS 관측기선의 삼변망조정계산에 의한 우리나라 지적측량기준점의 베셀성과 산출”, 한국지형공간정보학회지, 제15권, 제3호, pp. 41-49, 2007.

[12] 양철수, 정래정, 강상구, “GPS 측위를 이용한 지적기준점 성과의 점검”, 한국측량학회 춘계학술발표회논문집, 한국측량학회, 2004.

[13] 진중노, 기타원점지역 지적측량기준점의 성과점검 및 통일방안, 석사학위논문, 인하대하교 산업대학원, 2007.