

지적재조사사업 측량 장비의 성능 기준 연구

홍성언^{1*}

¹청주대학교 지적학과

A Study on the Performance Standard of Surveying Equipments for Cadastral Re-survey Project

Sung-Eon Hong^{1*}

¹Dept. of Land Management, Cheongju University

요 약 본 연구에서는 현행 지적측량 관련 법률에서 규정하고 있는 지적측량에 대한 성과인정 범위와 적용 장비 규정, 관련 규정에서의 정확도와 적용 규정 등을 종합적으로 고찰하여 지적재조사에 관한 특별법에서 규정하고 있는 지적측량의 성과인정 범위에 적합한 지적측량 장비의 성능 기준을 마련해 보고자 하였다. 연구성과는 다음과 같다. 적용 장비의 성능과 성과인정 범위에 대해 현행 법률과 지적재조사에 관한 특별법 규정의 비교를 통해 지적재조사사업 시 장비의 성능 개선이 필요한 부분에 대해서 기초측량과 세부측량으로 구분하여 기준을 제시하였다. 본 연구의 성과는 지적재조사사업을 위한 기본계획수립시 측량 장비 수급 계획 등에 기초자료로 활용이 가능하다.

Abstract In this study, for cadastral surveying specified in current relevant legislation, regulations of allowable error tolerance and applicable equipments, accuracy in the relevant regulations and applicable regulations were comprehensively studied. Based on them, the objective was to develop performance standard for cadastral surveying equipments satisfying allowable error tolerance of cadastral surveying specified in the special law for cadastral re-survey. The study results are as follows. By comparing current legislation for performance and allowable error tolerance of applicable equipments with provisions of the special law for cadastral re-survey, analyzed were where performance of equipments needs to be improved on cadastral re-survey project. Based on them, as primary control point surveying and detail surveying were separated, performance standard of equipments were presented. Results of this study may be utilized as basic materials for supply and demand program of surveying equipments on establishment of the basic plan for cadastral re-survey project.

Key Words : Cadastral re-survey project, Cadastral surveying, Primary control point surveying, Detail surveying

1. 서론

우리나라에서는 전국에 산재한 지적불부합지의 문제를 근본적으로 해결하고자 오랜 기간 동안 전 국토를 새로이 조사측량하여 새로운 지적공부에 등록·관리하는 지적재조사사업의 추진 노력을 경주해 왔다.

이러한 노력의 결과로 2012년 3월 17일 지적재조사에 관한 특별법, 동법 시행령 및 동법 시행규칙이 비로소 시행되었다. 구체적으로는 2011년 9월 16일에 지적재조사에 관한 특별법이 제정(법률 제11062호)되었고, 2012년 3

월 13일에 지적재조사에 관한 특별법 시행령이 제정(대통령령 제23666호)되었으며, 2012년 3월 16일에 지적재조사에 관한 특별법 시행규칙이 제정(국토해양부령 제448호)되었다.

정부는 이와 같은 법령의 근거와 함께 사업의 기본계획 및 구체적인 실시계획을 기반으로 약 20년(2012년부터 2030년까지) 동안 약 1조2천억원의 예산을 투입하여 지적재조사사업을 성공적으로 완료함으로써 선진화된 지적제도로의 발전을 모색하고 있다.

지적재조사사업 추진과 관련하여 고려해야할 여러 다

*Corresponding Author : Sung-Eon Hong

Tel: +82-16-9307-7750 email: hongsu2005@cju.ac.kr

접수일 12년 05월 21일

수정일 12년 06월 13일

게재확정일 12년 08월 09일

양한 요소들이 있겠지만 토지소유자들의 경계점을 최소 측량하여 위치정보를 취득하게 되는 적용 측량 장비의 성능 기준을 마련하는 것이 무엇보다 중요하다. 특히, 지적재조사에 관한 특별법(이하 지적재조사 특별법)에서는 현행 측량수로조사 및 지적에 관한 법률에서 규정하고 있는 기준점 및 일필지 측량에서의 정확도보다 높은 정확도로 규정되어 있기 때문에 향상된 측량 장비의 성능 기준이 마련되어야 한다.

즉, 지적재조사사업에서는 토지소유자들이 자신의 경계점의 위치정보에 대한 만족은 물론 국민의 토지소유권 정보를 보다 정확하게 관리하기 위해 현행 지적측량에서의 정확도 규정보다 높은 정확도로 규정하고 있다. 그렇기 때문에 현행 지적재조사 특별법에서 정해진 요구정확도를 만족시킬 수 있는 개선된 측량 장비의 성능 기준 마련이 필요하다.

또한 최근 지적측량 분야에는 새로운 측량 기술들이 도입되어 사용되고 있는데 이 장비들의 성능 기준은 현행 지적측량 관련 법률을 기준으로 하기 있기 때문에 지적재조사사업에서 요구하는 목표 정확도 대비 적용 장비의 정확한 성능 기준에 대한 규정이 필요하다.

현재까지 지적재조사사업 추진과 관련하여 많은 연구들이 이루어졌으나 장비의 성능 기준에 대한 연구는 미흡하며, 가장 최근에 연구된 지적재조사기반조성 연구(국토해양부, 2011)[1]에서 역시 장비의 성능 기준을 마련함에 있어서는 많이 부족하다.

본 연구에서는 현행 지적측량 관련 법률에서 규정하고 있는 지적측량에 대한 성과인정 범위와 적용 장비 규정, 관련 규정에서의 정확도와 적용 규정 등을 종합적으로 고찰하여 지적재조사 특별법에서 규정하고 있는 지적측량의 성과인정 범위에 적합한 지적측량 장비의 성능 기준을 마련해 보고자 한다.

2. 지적재조사 이론

지적재조사의 개념에 대해서는 다양한 견해가 존재하나 보편적으로 다음과 같이 정의하고 있다. 지적재조사는 토지이용 증진과 국민의 재산권보호에 구조적 장애를 가져와 지적관리에 혼란을 초래하고 있는 지적불부합지 문제를 해소하고, 토지의 경제복원력을 향상시키며 일필지의 표시를 명확히 함으로써 능률적인 지적관리체제로 개선하기 위하여 기존 지적제도를 개편하는 작업이다. 또한 지적재조사는 과거 토지조사 당시에 시행했던 지적공부의 질적 향상을 추구하고 현행 법·기술적 기준을 보다 완벽하게 하여 지적관리를 현대화하기 위한 수단으로 생

각하는 것이다. 여기서 지적공부의 질적 향상이라 함은 지적측량성과의 정확도를 재고함은 물론 지적에 포함되는 요소들의 확장과 개편을 의미한다[1,3,5,6,8].

한편 지적재조사 특별법에서는 지적재조사사업이란 측량·수로조사 및 지적에 관한 법률 제71조부터 제73조까지의 규정에 따른 지적공부의 등록사항을 조사·측량하여 기존의 지적공부를 디지털에 의한 새로운 지적공부로 대체함과 동시에 지적공부의 등록사항이 토지의 실제 현황과 일치하지 아니하는 경우 이를 바로 잡기 위하여 실시하는 국가사업을 말한다라고 정의하고 있다(지적재조사 특별법 제2조).

결국 지적재조사는 현실의 내용과 지적공부상의 내용이 불일치하는 것을 현실 기반으로 조사·측량해 오류를 보정함으로써 정확한 지적공부로 관리하고자 하는 것이다.

지적재조사사업의 추진은 1993년 이전부터 학계, 정부, 대한지적공사 등에서 지적제도의 선진화 필요성으로 제기되었다. 이후 실질적인 지적재조사사업 추진을 위해 1994년 1월 경남 창원시를 대상으로 지적재조사사업 실험사업을 추진하였다. 이후 여러 해 입법화를 추진하였으나 대규모의 인력, 장기간의 사업기간, 많은 소요 예산 등의 문제로 인하여 지연을 거듭해 왔다. 그러나 지속적으로 노력을 기울인 결과 2011년 9월 16일에 지적재조사에 관한 특별법 제정됨으로써 지적재조사사업을 추진할 수 있는 근거를 확보하였다[표 1]. 현재는 2012년 하반기부터 사업에 착수하기 위해 지적재조사기본계획을 수립하고 있다.

【표 1】 지적재조사사업 추진 현황

【Table 1】 Current status of cadastral re-survey project

연 도	내 용
1993년 이전	학계, 공사 등에서 지적제도의 선진화 필요성 제기
1994. 1	경남 창원시 지적재조사사업 실험사업 추진
1996. 8	지적재조사특별법 입법예고
2003. 12	지적재조사사업 추진 근거확보(지적법 제65조)
2006. 4	국회도서관에서 지적재조사특별법 제정공청회 개최
2006. 9	토지조사특별법(안) 열린우리당 노현송의원 국회 발의
2008. 7	국회에서 문제 제기로 디지털지적구축 시범사업 착수
2009. 9	규제개선의 일환으로 지적재조사 신속추진 보고
2010. 1	법제처 2010년 입법계획에 특별법 제정계획 보고
2010. 3	예비타당성조사 대상사업 선정
2011. 9. 16	지적재조사에 관한 특별법 제정

지적재조사 측량은 지적기준점을 정하기 위한 기초측량과 일필지의 경계와 면적을 정하는 세부측량으로 구분

하고 있다. 기초측량과 세부측량은 측량·수로조사 및 지적에 관한 법률 시행령의 규정(제8조제1항)에 근거해 국가기준점 및 지적기준점을 기준으로 측정하도록 규정하고 있다(지적재조사 특별법 시행규칙 제5조).

3. 지적재조사 측량 방법 및 정확도 기준

지적재조사사업에 투입할 측량 장비의 기준을 마련하고자 지적재조사에 관한 특별법에서 규정하고 있는 측량 방법별 성과인정 범위의 규정 내용을 우선적으로 검토하였다. 지적재조사에 관한 특별법 시행규칙 제5조에서는 지적재조사측량 방법에 대한 내용을 규정하고 있다. 지적재조사 측량은 지적기준점을 정하기 위한 기초측량과 일필지의 경계와 면적을 정하는 세부측량으로 구분한다.

기초측량은 지적삼각점측량, 지적삼각점보조측량 및 지적도근점측량으로 구분하고 있으며, 지적삼각점측량 및 지적삼각점보조점측량은 위성측량(GPS: Global Positioning System) 방법에 따르고, 지적도근점측량은 토털스테이션측량(TS: Total Station) 및 위성측량 등의 방법에 따른다. 세부측량은 토털스테이션측량, 항공사진측량 및 위성측량 등의 방법에 따른다. 경계점은 위성기준점, 통합기준점, 삼각점과 지적기준점을 기준으로 측정해야 함을 규정하고 있다.

성과의 결정 기준은 시행규칙 제6조에서 규정하고 있다. 즉, 지적재조사측량성과와 검사 성과의 연결교차가 지적기준점은 $\pm 0.03\text{m}$ 이내, 경계점은 $\pm 0.07\text{m}$ 이내로 규정하고 있다.

측량 방법에 따른 사용 장비의 경우, 지적삼각점과 지적삼각점보조점측량은 GPS 장비를 이용하고, 지적도근점측량은 TS와 GPS장비 사용한다. 세부측량에서는 TS, 항공사진측량, 그리고 GPS장비를 사용하도록 규정하고 있다. 여기서 항공사진 측량은 지적재조사 특별법에는 규정하고 있지만 아직까지 명확한 정확도와 방법론이 정립되지 않아 초기 지적재조사사업에서는 적용을 보류하고 있다.

따라서 본 연구에서는 항공사진측량 방법을 제외한 지적재조사 측량 장비에 대하여 크게 기초측량 장비와 세부측량 장비로 구분하고, 법률에서 규정하고 있는 성과인정 범위에 기초하여 장비의 기준을 마련하여 보고자 한다.

4. 지적재조사 측량 장비의 성능 기준

4.1 기초측량 장비의 성능 기준

4.1.1 위성측량(GPS)

기초측량 장비는 크게 GPS와 TS이다. 이 장비의 성능 기준을 마련하기 위해 현재 기초측량에 사용되고 있는 장비의 성능, 적용되고 있는 장비의 성능 기준, 성과 산출 정확도 그리고 현 장비의 가용성 등을 전반적으로 분석하였다.

현재 지적삼각점측량과 지적삼각점보조점 측량에서는 대부분 정지측량(Static) GPS 방식에 의해 성과 취득이 이루어지고 있다. 이는 GPS에 의한 지적측량규정(국토해양부 예규 제108호, 2009. 8. 21)에서 제시하고 있는 장비 성능을 기준으로 사용하고 있다. 따라서 연구에서는 이 규정에서 제시하고 있는 장비의 성능 기준과 함께 국토지리정보원에서 기준점측량시 이용되고 있는 GPS에 의한 기준점측량 작업규정(국토지리정보원고시 제2009-598호)을 참조하여 보았다. 또한 지적재조사 시범사업을 위해 가장 최근에 작성된 디지털지적구축 시범사업 측량작업지침(국토해양부, 2008)을 참고하여 보았다.

GPS에 의한 지적측량규정에서는 GPS 측량기를 사용하여 기초측량 또는 세부측량을 하고자 하는 때에는 정지측량(Static)방법에 의하되, 기지점과 소구점에 GPS측량기를 동시에 설치하여 세션(Session) 단위로 실시할 것, 관측성과의 점검을 위하여 다른 세션에 속하는 관측망과 1번 이상이 중복되게 관측할 것을 규정하고 있다.

기선해석의 점검에 있어서는 서로 다른 세션에 속하는 중복기선으로 최소변수의 폐합다각형을 구성하여 기선벡터 각 성분($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)의 폐합차를 계산한다. 폐합차의 허용범위는 [표 2]에 의하며, 그 기준을 초과하는 경우에는 다시 관측을 하여야 한다.

[표 2] GPS에 의한 지적측량의 정확도 기준

[Table 2] Accuracy standard of cadastral surveying by GPS

폐합기선장의 총합	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ 의 폐합차	비 고
10km 미만	3cm 이내	
10km 이상	$2\text{cm} + 1\text{ppm} \times D$ 이내	D : 기선장(km)

상기와 같은 허용 정확도의 기준에 따른 GPS 측량기의 성능 기준으로서 지적위성측량에 사용하는 GPS측량기는 수신기, 안테나, 소프트웨어 및 부대장비로 구성되며, 측량방법에 따른 GPS측량기의 성능은 표 3과 같은 기준을 설정하고 있다.

[표 3] GPS에 의한 지적측량 장비 기준

[Table 3] Equipment standard of cadastral surveying by GPS

구 분	기선거리 측정정도
정 지 측 량	$\pm(5\text{mm} + 1\text{ppm} \times \text{기선거리})$ 이내
이 동 측 량	$\pm(20\text{mm} + 2\text{ppm} \times \text{기선거리})$ 이내

이상과 같은 기준에 의해 지적 기초측량이 이루어지고 있다. 한편 삼각점의 성과 산출을 위한 장비의 기준은 국토지리정보원에서 규정하고 있는 GPS에 의한 기준점측량 작업규정에 의하고 있다. 이를 살펴보면 다음과 같다.

삼각점의 관측은 GPS에 의한 지적측량 규정과 동일하게 정지측량 방법에 의하고 있고, GPS 관측에 따른 점검 계산은 다음 방법에 의하여 실시하고 있다. 삼각형의 폐합차(dsi)의 계산은 각 세선마다 계산하여 세선의 평균값 ds를 구하고 평균값의 허용범위는 다음식에 의하고 있다.

$$dsi(mm) = \sqrt{(\sum \Delta X)^2 + (\sum \Delta Y)^2 + (\sum \Delta Z)^2}$$

$$ds(mm) = (ds1+ds2+ds3)/3$$

$$ds(mm) \leq 2.5 \times$$

단, D : 노선거리(단위 : km)

$\Delta x, \Delta y, \Delta z$: 단삼각형의 각성분의 좌표폐합차

기선해석에 있어서 사이클슬립의 편집은 원칙적으로 기선해석 소프트웨어에 의한 자동편집으로 하며, 수동으로 편집할 수도 있다. 또한 수동으로 할 경우는 당해 세선의 환폐합을 실시하고 폐합차를 점검한다. 환폐합차의 허용범위는 표 4를 표준으로 하고 있다.

[표 4] GPS에 있어 환폐합차의 세선간 허용범위
[Table 4] Allowable error tolerance of GPS surveying

폐 합 차	허 용 범 위(2,3등)	비 고
기선해석에 의한 X, Y, Z, 각성분의 좌표비교차	15mm	

관측은 관측 세선도에 의하여 관측점에 GPS측량기를 설치하고, GPS위성으로부터 전파를 수신하여 기록하며, 직접 또는 간접수준측량을 실시하는 것을 포함한다. 고정점에 대한 관측은 전체 관측지역 및 해당 인접지역의 고정점에 대하여 동시 GPS측량을 실시한다. 해당 관측지역 내의 높이 고정점 관측은 수준점 및 직접수준측량에 의한 표고점을 기지점으로 하여 선점도에 따라 동시 GPS측량을 실시한다. GPS측량에 사용되는 GPS측량기는 정지측량 방법에 의하며 성능기준은 [표 5]와 같이 규정하고 있다.

[표 5] GPS에 의한 삼각점 관측의 장비 기준
[Table 5] Equipment standard of station of triangulation observation by GPS

구 분	수신주파수	성 능
GPS 기준점 측량	L1, L2(2주파)	$\pm(5mm + 1PPM \times D)$ D = 거리(km)

이상과 같이 현행 지적삼각점, 지적삼각보조점, 삼각점의 위치를 결정하기 위한 장비의 기준을 분석하여 보았다. 분석결과 지적측량의 GPS 기준점 측량에서는 X, Y, Z 오차를 $\pm 3cm$ 로 규정하고 있고, 국토지리정보원의 GPS 기준점 측량에서는 X, Y, Z 오차를 $\pm 1.5cm$ 로 규정하고 있다. GPS 측량 방법(정지측량)과 사용 장비의 기준은 동일하게 규정하고 있다. 그리고 가장 최근에 마련된 디지털지적구축 시범사업에서의 측량작업지침의 경우도 기선해석 성분의 정밀도를 $5mm+1ppm$ 로 규정하고 이에 대한 장비 성능은 상기의 두 규정과 동일하게 규정하고 있다.

따라서 기초측량 장비로 사용되고 있는 GPS 측량 장비의 성과산출 허용 범위별 적용 기준을 분석한 결과 모두 동일한 기준이 적용되고 있다. 그러므로 현재 사용되고 있는 장비의 가용성, 성능과 적용 규정, 그리고 성과산출의 정확도에 기초한다면 지적재조사사업에서의 기초측량에 이용되는 GPS 장비는 정지측량(상대측위) GPS 측량방법에 의하고 장비의 기준은 [표 6]과 같이 정의할 수 있다. 또한 지적재조사에 관한 특별법에서는 지적도근측량의 경우도 지적삼각점, 지적삼각보조점 측량과 동일하게 성과 인정 범위를 $\pm 3cm$ 로 규정하고 있다. 따라서 GPS에 의한 지적도근측량 역시 측량 방법과 적용 장비의 기준은 동일하게 설정되어야 한다.

[표 6] 지적재조사사업의 GPS에 의한 기초측량 장비 기준
[Table 6] Equipment standard of primary control point surveying by GPS for cadastral re-survey project

구 분	측 정 정 도	적 용 범 위
GPS 수신기 L1, L2(2주파)	$\pm(5mm + 1PPM \cdot D)$ 이상 D = 거리(km)	기초측량 (도근측량포함)

4.1.2 TS측량

TS에 의한 지적도근 측량에 있어서는 현행 규정(측량수로 조사 및 지적에 관한 법률)에서의 지적도근점 위치결정은 20초독이상(거리는 $\pm(5mm+5ppm)$)의 사용 장비를 규정하고 있는데 이는 허용범위(연결교차) $\pm 15cm$ 를 기준으로 하고 있는 것으로 $\pm 3cm$ 의 허용범위를 요구하는 지적재조사 측량에 있어서는 적용 장비의 성능 개선이 필요하다. 이에 대한 기준을 정립하고자 관련 규정들을 검토하여 보았다.

지적도근점과 유사한 성격을 가지고 있는 기준점이 도시내 설치되고 있는 도시기준점(공공삼각점)이다. 공공삼각점의 경우 도심지내 설치되며 대부분 20km이내의 소

지측량에 해당하는 것이므로 “정밀 2차 기준점 측량과 관련된 정확도 규정”을 참조하여, 수평위치오차 3cm, 수직위치오차 10cm 정도로 규정하고 있다. 그러나 도시기준점은 도심지내의 공공측량을 위해 설치되는 성과물로써 정밀 2차 기준점 체계보다는 저등급 기준점 체계라 할 수 있어 허용정확도는 이보다 더 낮다고 제시되고 있다 [4,9-10]. TS 관측의 조정계산에 있어서는 신설점의 수평위치 표준편차를 1급에서 4급을 10cm 이내로 규정하고 있다.

공공측량 작업규정(국토지리정보원 고시 제2011-1084호)에서는 TS에 의한 공공삼각점 관측의 경우, 1급~2급 공공삼각점 측량에서는 TS 관측은 1급 TS(읽음값 1~5초독)를 3급은 2급(10초독) TS를 4급은 3급(20초독)을 규정하고 있다. 거리관측에 있어서는 mm단위까지 독취가 가능한 장비의 사용을 규정하고 있다.

1, 2급 공공삼각점측량은 원칙적으로 결합 트래버스 방식에 따라 실시한다. 다만, 측량지역 또는 범위에 따라 삼각측량방식이나 삼변측량방식이 보다 더 효율적인 경우에는 이에 의할 수 있다고 규정하고 있다. 3, 4급 공공삼각점측량은 원칙적으로 결합트래버스 방식으로 실시한다.

측정값 점검의 허용범위에 있어서는 1급 이상의 TS를 사용하는 경우 [표 7]과 같이 10초 이상을 기준으로 하고 있다.

[표 7] 측정값 점검의 허용범위

[Table 7] Allowable error tolerance of surveying result

항 목	구 분	1급	2급		3급	4급
		공공삼각점측량	공공삼각점측량		공공삼각점측량	공공삼각점측량
			1급 TS	2급 TS		
수평각 측정	배각차	15"	20"	30"	30"	60"
	관측차	8"	10"	20"	20"	40"
연직각 측정	고도정수의 교차	10"	15"	30"	30"	60"
거리 측정	1세트내의 측정값의 교차	2cm				
	각 세트의 평균값의 교차	2cm				

한편, 디지털지적구축 시범사업에서의 측량작업지침에서는 도근측량과 필계점 측량에 동일한 관측 장비의 기준을 적용하고 있다. 즉, 각 관측에 있어서는 최소 독정치 5초이상으로 거리관측에 있어서는 측정거리 2km의 제한규정과 함께 측정정도를 ±(5mm+5ppm-D)로 규정하고 있다. 지구내 도근점간 거리는 [표 8]과 같이 규정하고 있다.

[표 8] 도근점간 거리 규정

[Table 8] Distance rules of supplementary control point

구 분	시가지역	농경지역	산간지역
거리제한	30m~150m	50m~200m	80m~300m

따라서 기초측량에 있어 도근측량을 위한 TS 장비의 최소 기준은 지적도근점과 유사한 1급, 2급 공공삼각점 측량에서의 정확도 수준을 유지할 수 있도록 1급 TS(5초독 이상) 규정해야 할 것이다. 5초독 장비로 규정하였을 경우, 디지털지적구축 시범사업의 측량작업 지침을 참고하여 최대변장을 300m(산간지역)하고, 관측교차를 10초(1급공공삼각점측량)로 하였을 경우 위치정확도의 표준편차는 0.0145m이다[$(10'' \times 300)/206265''$]. 따라서 이는 현재 지적재조사에 관한 특별법에서 규정하고 있는 ±3cm이내의 허용범위를 만족하게 된다.

또한 디지털지적구축 시범사업에서의 적용 장비는 현재 지적측량에 사용되고 있는 TS 장비의 성능을 참조하여 정의한 것으로 정확도와 현행 가용 장비를 고려할 경우 [표 9]와 같이 1급 수준의 TS장비(5초독 이상)로 설정함이 합리적이다.

[표 9] 지적도근측량의 TS 장비의 기준

[Table 9] Equipment standard(TS) of supplementary control point surveying

구 분	성 능(1급 TS)		적 용 범 위
	각 관 측	거 리 관 측	
TS측량	최소 독정치 5초	측정거리 2km이하 측정정도 ±(5mm+5ppm-D)	도근측량 (세부측량 포함)

4.2 세부측량 장비의 성능 기준

지적재조사 특별법 시행규칙에서 규정하고 있는 세부측량 장비(직접측량)는 TS와 GPS이다. 여기서 GPS는 실시간으로 필지 경계점의 위치정보 취득이 가능한 RTK(Real Time Kinematic)와 네트워크 RTK 장비를 말한다.

먼저 지적세부측량 장비로서 TS를 고찰해 보면, 현행 경계점 좌표등록부시행지역에서는 10cm의 성과인정 범위의 기준과 경위의 정확도를 20초독이상으로 규정하고 있다. 이 기준은 3급 TS 장비 수준에 해당하는 수준이다. 따라서 재조사측량에 있어 세부측량의 성과인정 범위인 ±0.07m 수준을 고려할 경우 장비의 성능 개선이 필요하다.

실제, 2급, 3급의 TS 장비 수준은 공공측량 작업 규정에 의한 TS에 의한 세부측량에 있어 지형-지물 등을 관측

하여 지형도 등을 제작하기 위해 적용하는 정도의 장비 수준으로 현장을 1:1 성과로 정확하게 취득하기 위한 재조사측량에서는 1급 수준의 TS 장비의 사용이 바람직하다.

또한 지적대근측량 장비의 성능 기준과 지적세부측량 장비의 성능 기준을 독립적으로 규정하기 보다는 장비 수급의 효율성, 적용 장비의 통일성을 기하기 위해 동일 수준으로 정의하는 것이 합리적이라고 판단된다. 실제 디지털지적구축 시범사업에서의 측량작업지침에서도 도근측량 장비와 세부측량 장비를 동일 성능으로 규정하고 있다. 따라서 도근측량과 세부측량 장비를 동일 수준으로 각 관측에 있어서는 최소 독정치 5초이상으로 거리관측에 있어서는 측정거리 2km의 제한규정과 함께 측정정도를 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\cdot\text{D})$ 로 규정해야 할 것이다.

RTK-GPS에 의한 지적세부측량의 경우 현행 GPS에 의한 지적측량 규정에서는 $\pm(20\text{mm}+2\text{ppm}\cdot\text{기선거리})$ 로 규정하고 있다. RTK GPS 관측은 기존 많은 연구에서 현행 TS 측량성과 대비 cm수준의 높은 정확도가 있는 것으로 제시되고 있음으로 현행 GPS에 지적측량 규정을 적용하여도 큰 무리가 없을 것으로 보인다.

네트워크 RTK 측량 장비의 기준은 현재 공공측량 작업 규정에서 규정하고 있다. 이에 대해 살펴보면 다음과 같다. 네트워크 RTK 측량은 이동점에 설치한 GNSS(Global Navigation Satellite System) 수신기로 GNSS 위성신호를 수신할 수 있도록 규정하여 GPS는 물론 GLONASS와 향후 서비스가 예정된 GALILEO 위성 정보까지 수신할 수 있도록 규정하고 있다. 이 규정은 3급, 4급의 공공삼각점측량에 적용된다. 즉, 지상현황측량, 노선측량, 하천 및 연안측량, 용지측량, 토지구획정리측량, 지하시설물측량 등의 현황측량에 적용하고 있다. 장비의 성능은 GNSS 수신기의 경우 1급 GNSS 수신기로서 다음의 성능 이상의 것으로 규정하고 있다[표 10].

[표 10] 공공측량작업 규정에서의 네트워크 RTK 장비의 규정

[Table 10] Network RTK equipment rule of public surveying rules

구 분	수신주파수	성능
GNSS 기준점 측량 GNSS 현황측량	L1, L2(2주파)	$\pm(5\text{mm}+1\text{PPM}\cdot\text{D})$ D=거리(km)

성과의 점검계산은 관측 종료 후 신속하게 정해진 점검을 실시한다. 점검계산에서 정해진 허용범위를 초과한 경우에는 재측 또는 공공측량시행자의 지시에 따른 적절

한 조치를 취한다. 네트워크 RTK 관측의 세션간 교차 및 허용 정밀도는 수평위치 세션간 교차 및 표준편차(1σ)를 5cm로 규정하고 있다.

따라서 지적재조사시 세부측량에 있어서 네트워크 RTK의 성능 기준은 공공측량 작업 규정에서의 기준이 합리적이라고 본다. 실제 RTK, 네트워크 RTK 측량은 현장실험을 통하여 약 $\pm 2\text{cm}$ 이내의 측량정확도를 확보할 수 있는 것으로 분석되고 있다. 또한 최근에 연구된 국토해양부(2011)의 지적재조사 기반조사 연구(지적측량 정확도 향상을 위한 최신 측량기술 도입 및 실시간 검증체계 적용방안 연구)에서 제시하고 있는 Network RTK(VRS 방식) 측량을 이용한 지적측량 작업규정(안)에서도 $\pm 5\text{cm}$ 의 동일한 위치정확도와 장비 기준 $\pm(5\text{mm}+1\text{PPM}\cdot\text{D})$ 을 제안하고 있다.

[표 11] RTK와 Network RTK 측량의 정확도[2]

[Table 11] Accuracy of RTK and network RTK surveying

구 분	RTK-GPS		네트워크 RTK	
	X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표
RMSE(m)	0.018	0.016	0.012	0.013

따라서 현재 사용되고 있는 장비는 현장 측량 연구에서 높은 정확도를 보이고 있고, 공공측량작업 규정 및 기존 연구[Network RTK(VRS: Virtual Reference Station 방식) 측량을 이용한 지적측량 작업규정(안)]에서 역시 동일한 허용범위($\pm 5\text{cm}$)와 장비 성능을 규정하고 있음으로 이와 동일하게 규정하는 것이 바람직하다고 보인다.

추가적으로 성과의 안정성을 확보하기 위해 GPS 위성만을 수신할 수 있는 수신기가 아니라 GLONASS, GALILEO 위성정보도 수신 가능 하도록 GNSS 수신기로 규정할 필요가 있다.

[표 12] 지적재조사사업의 네트워크 RTK 장비 기준

[Table 12] Equipment standard of network RTK for cadastral re-survey project

구 분	측 정 정 도	적 용 범 위
GNSS 수신기 L1, L2(2주파)	$\pm(5\text{mm} + 1\text{PPM}\cdot\text{D})$ 이상 D = 거리(km)	세부측량

5. 결론

본 연구에서는 현행 지적측량 관련 법률에서 규정하고

있는 지적측량에 대한 성과인정 범위와 적용 장비 규정, 관련 규정에서의 정확도와 적용 규정 등을 종합적으로 고찰하여 지적재조사 특별법에서 규정하고 있는 지적측량의 성과인정 범위에 적합한 지적측량 장비의 성능 기준을 마련해 보고자 하였다. 연구성과는 다음과 같다.

지적재조사사업 측량 장비의 성능 기준에 대해 지적재조사 특별법 규정에 기초해 기초측량 장비와 세부측량 장비로 구분하여 제시하였다. 기초측량 장비의 경우 GPS는 현행 규정에서 이용되고 있는 규정을 기준으로 정의해야 하고, TS는 기초측량(도근측량)에 적용함에 있어 현행 법령의 규정보다 성능의 개선이 필요하여 1급 수준의 TS장비(5초독이상)로 설정할 것을 제안하였다.

세부측량 장비는 TS와 GPS이다. 여기서 GPS는 실시간으로 필지 경계점의 위치정보 취득이 가능한 RTK와 네트워크 RTK 장비를 말한다. TS에 의한 세부측량의 경우 장비구입에 따른 비용소요를 최소화할 수 있고, 보다 정확하게 필지 경계점의 위치정보를 취득할 수 있도록 지적 도근측량을 위한 TS와 동일하게 성능 기준을 제시하였다. RTK와 네트워크 RTK 역시 현행 규정 및 연구에서 제시되고 있는 기준과 정확도를 분석하여 보다 발전적으로 GNSS 위성까지 수신할 수 있도록 하는 규정을 제안하였다.

본 연구에서는 지적재조사사업에서 새롭게 규정하고 있는 재조사 측량의 성과 인정 범위에 부합하도록 관련 규정과 정확도 등을 참고하여 적용 측량 장비의 성능 기준을 제시하여 보았다. 본 연구의 성과는 지적재조사사업을 위한 기본계획수립이나 지적측량수행자의 측량 장비수급 계획 수립시 기초자료로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

References

[1] Kang, Tae Seok, "Execution Strategy of Cadastral Renovation Projects", Journal of the Korean Society of Cadastre, Vol.21, No.2, pp. 1-20, 2005.

[2] MLTM, A Study on Preparation of Basis for Cadastral Re-Survey Project, Vol.1-4, 2011.

[3] Kim, Jung Sim, "A Study of Preparation of Basis for Project Propulsion of Cadastral Resurvey(Focusing on the Point of Contention)", Master of Engineering, MyongJi University, pp. 20-21, 2004.

[4] Ryou, In Jong, "Establishment of Urban Control Points using GPS RTK Method", Master of Engineering, Chungbuk National University, 2001.

[5] Park, Kwang Soon, Hong, Sung Eon, "A Study on the PR Method of Cadastral Re-survey Project Using Hutton's

PR Model", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol.10, No3, pp. 684-694, 2009.

[6] Park, Soon Pyo, Choi, Yong Kyu, Kang, Tae Seok, Introduction to Land management, Hyung Seoul, Inc, pp. 420-421, 1993.

[7] Lee, Dong Hyun, "An Analysis on the Successful Factors of Land Information Management Resurvey", Doctoral Thesis, Cheongju University, 2000.

[8] Hong, Sung Eon, "Analytical Study on the Priority and Importance of National Territorial Spatial Information Investigation Based on AHP Decision Making Method", The Geographical Journal of Korea, Vol.42, No.1, pp. 149-158, 2008.

[9] Hong, Sung Eon, "An Analysis on the Results of Cadastral Coordinate Computation of Urban Control Point for Connection to Cadastral Control Point(A Case Study of Changwon-si of Kyungnam)", Journal of the Korean Society for GeoSpatial Information System, Vol.19, No.4, pp. 127-138, 2011.

[10] Hwang Chang Sup, Jung, Sung Hyuk, Lim, In Seop, Lee, Jae Kee, "Setting out Urban Control Points using GPS Real Time Kinematic Method", Proceedings of the KSCE conference(2011), Korean Society of Civil Engineers, pp. 2379-2382, 2001.

홍성언(Sung-eon Hong)

[정회원]



- 2002년 2월 : 청주대학교 지적학과 (행정학석사)
- 2005년 8월 : 인하대학교 지리정보공학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 청주대학교 지적학과 교수

<관심분야>

지적측량, GIS, LIS, SMCDM