

## 국내 측량장비 성능검사제도 개선방안 연구\*

민관식<sup>1\*</sup>

### A Study on the Improvement of Performance Testing System of Domestic Surveying Equipment\*

Kwan-Sik MIN<sup>1\*</sup>

#### 요 약

본 논문은 측량 산업 현장에서 다양하고 고도화된 측량장비에 대한 법제도 개선의 필요성에 따라 측량장비 성능검사 규정, 기준, 방법 및 절차 등에 대하여 개선사항을 제시하고자 하였다. 연구 수행은 우선 측량장비 성능검사와 관련하여 기존 법제도(공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률, 국가표준기본법, ISO 17123, JIS B 7912)를 조사 분석하고 국제표준화기구 및 한국인정기구 표준조사를 통해 측량장비 성능검사 적용을 위한 개선사항을 제시하였다. 구체적으로 말하면 첫째, 측량장비 성능검사 주기와 관련하여 기기의 정밀정확도, 안정성, 사용목적 및 사용빈도 등을 감안하여 2년을 제시하였다. 둘째, 측량장비 성능기준 개선과 관련하여서는 광파거리측정기 및 토털스테이션에 대해 등급별 측정거리 폐지와 단일프리즘 기준의 정밀도 상향 또는 등급 간 조정을 제시하였다. 셋째, 측량장비 성능검사 방법 개선으로 토털스테이션의 경우 그 주된 기능이 3차원 좌표 측정에 있으므로 좌표측정의 정밀도(반복성)를 평가방법으로 사용하는 것을 제안하였다.

주요어 : 국제표준화기구, 측량 산업, 측량장비 성능검사, 한국인정기구

#### ABSTRACT

In this paper, we proposed the improvements for performance test and surveying equipment regulations, standards, methods and procedures, depending on the need of improving the legal system for surveying equipment in a diverse and sophisticated surveying industry. This research was performed first investigating the existing legal systems(Act on the establishment and management of spatial data, Framework act on national standards, ISO 17123, JIS B 7912) with respect to the surveying equipment performance testing and the research for IOS and KOLAS suggested the improvements

2016년 1월 10일 접수 Received on January 10, 2016 / 2016년 2월 15일 수정 Revised on February 15, 2016 / 2016년 2월 26일 심사완료 Accepted on February 26, 2016

\* This work was supported by the Hannam University Research Grant of 2015(2015A037).

1 한남대학교 건설시스템공학과 Dept. of Civil Engineering, Hannam University

※ Corresponding Author E-mail : geodesy@hnu.kr

on the application for the surveying equipment performance testing standard. More exactly, first, two years were presented for the surveying equipment performance testing cycle considering the precise accuracy of the instrument stability, purpose and frequency of use, etc. Second, the abolition of the measurement distance by grade and the upward or cross-grade adjustment of the single prism standards about the light wave rangefinder and total station were suggested for the improvement on survey equipment performance criteria. Third, since the main function of total station is focused on a three-dimensional coordinate measurement due to the improvement of surveying equipment performance testing, it was proposed to use the precision(repeatability) of the coordinate measuring method as an evaluation method.

**KEYWORDS** : IOS, Surveying Industry, Surveying Equipment Performance Testing, KOLAS

## 서론

우리나라 측량 산업은 국가인프라 건설의 일환으로 건설 산업 전반에 측량정보의 구축 및 활용을 통하여 집중적인 성장을 하였다. 측량정보는 각종 건설공사의 계획, 설계, 시공 및 국토조사 연구에 다양하게 활용되는 기본정보로 최근 들어 민간서비스 분야의 새로운 지리정보 수요를 반영하기 위해 고정밀 공간정보의 구축 제공 및 측량성과의 다양한 활용을 통해 신산업 창출 및 역할을 점차 확대하고 있는 실정이다. 이러한 측량정보의 다양한 활용을 통한 측량 산업 발달의 한 측면에는 측량관련 법제도의 기반아래 새로운 측량장비 및 측량방법의 적용이 있다고 할 수 있다. 특히 IT 기술의 발전에 따른 측량장비의 경우 지형공간정보의 취득에 있어 저비용·고효율로 대량의 데이터 취득 및 가공이 가능하여 다양한 분야에서 융복합 서비스의 형태로 측량 산업 분야의 새로운 환경을 조성하고 있다.

현재 국내 측량 산업분야는 관련 기술 및 장비의 신규 개발과 기존 장비의 급속한 발전으로 보다 신속하고 정확한 측량이 가능한데 특히, IT 기술의 발전으로 보급되는 각종 정밀 측량장비는 취득하고자하는 지형지물 정보의 측정 정확도가 매우 높고 사용하기 편리하며 복합기능을 가지고 있는 것이 일반적이다. 토목시

공을 비롯한 측량 현장에서 기존에 사용한 장비로는 트랜싯, 레벨, 거리측정기, 토털스테이션, GPS 수신기 및 금속관로 탐지기 등이 있으며 최근에는 GNSS를 이용한 RTK 및 VRS 측량, 항공 및 지상 레이저 측정기, 차량 기반 멀티센서 측량시스템, 음향측심기(echo sounder) 등이 있다. 이들 중 토털스테이션의 경우 자료 취득을 위해서는 목표점의 반사경을 이용하였으나 최근에는 반사경 없이 직접 목표물을 시준 하여 측량을 하고 있는 실정으로 측량장비의 정밀화 및 사용의 간편화를 바탕으로 현장에서 광범위하게 사용되고 있다. 또한, GPS 측량 방법의 경우 평균 정확도를 4cm까지 향상시킨 지오이드모델 구축으로 GNSS를 이용한 높이측량이 가능함에 따라 기존 레벨을 이용한 직접수준측량 방식을 대체하여 GNSS 방식의 간접수준측량 방법의 도입도 생각할 수 있게 되었다. 이처럼 측량장비의 고도화와 함께 이들 장비를 이용한 공간정보 취득 및 서비스를 위해서는 무엇보다도 고도화된 측량장비에 대한 법제도적 개선이 필요하고 기존장비와 함께 신규장비에 대한 제도적 뒷받침을 위해 검사기준 및 방안에 대한 규정 마련이 필요한 시점이다. 본 연구는 측량장비에 대한 기존 법제도 고찰을 통해 측량장비에 대한 성능검사 절차 및 기준을 조사 분석하고 이를 바탕으로 현 측량장비 성능검사 제도 개선사항을 제시하고자 한다.

## 측량장비 성능검사 제도

### 1 성능검사

성능검사(performance test)란 일반적으로 설계, 제품, 서비스 및 공정에 대하여 특정요건에 대한 적합성 판정을 말하는 것으로 측량장비의 경우 성능검사는 측량장비의 이상 유무를 판단하는 것으로 국내에서는 측량기기별 성능기준에 따라 외관검사, 구조·기능검사 및 측정검사로 구분하여 국토지리정보원고시 제2015-2477호 측량기기 성능검사 규정에 의거하여 측량기기의 검사항목과 성능검사의 방법·절차, 그밖에 성능검사에 필요한 세부사항을 따르고 있다. 성능기준에 따른 외관검사는 깨짐, 흠집,

부식, 구부러짐, 도금 및 도장 부분의 손상과 형식 및 제조번호 이상 유무, 눈금선 및 디지털 표시부 등의 손상에 대한 것을 말하며 구조·기능검사 및 측정검사의 경우는 측량기기별로 필요 항목을 설정하여 판정하고 있다.(NGII, 2016, No.2015-2477). 표 1은 측량기기별 구조·기능검사 및 측정검사 항목을 나타내고 있다.

### 2. 관련법규

새로운 측량방법의 도입 및 최신 측량 장비에 대한 검사기준 및 규정마련이 요구되고 있는 가운데 국내 측량장비의 성능검사 관련 법규로는 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법

TABLE 1. Structural function and measurement inspection of surveying equipment

Equipment	Structural/measurement inspection
Transit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rotation conditions of axis</li> <li>- attaching conditions of bubbles</li> <li>- check device and optical plummet</li> <li>- minimum scale</li> <li>- accuracy of the horizontal angle</li> <li>- accuracy of vertical angle</li> </ul>
Level	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rotation conditions of vertical axis</li> <li>- attaching conditions of bubbles</li> <li>- compensation plate (auto, electronics)</li> <li>- minimum scale</li> <li>- sensitivity of the bubble tube</li> <li>- functional scope of the compensation plate</li> <li>- accuracy of 1 kilometer measuring</li> </ul>
Distance meter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rotation conditions of axis</li> <li>- attaching conditions of bubbles</li> <li>- check device and optical plummet</li> <li>- comparing distance from the baseline length</li> <li>- check the modulation frequency</li> </ul>
Totalstation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rotation conditions of axis</li> <li>- attaching conditions of bubbles</li> <li>- check device and optical plummet</li> <li>- angle measurements: Transit item</li> <li>- distance measurement</li> </ul>
GPS receiver	<ul style="list-style-type: none"> <li>- receiver and antenna, cable abnormality</li> <li>- comparing the baseline measurements</li> <li>- first and second check frequency</li> </ul>
Detectors with metal pipe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cable abnormalities</li> <li>- liquid crystal display abnormalities</li> <li>- power supply abnormality</li> <li>- accuracy of plane located</li> <li>- accuracy of sensing depth</li> </ul>

TABLE 2. Performance testing of survey instruments (national geographic information institute)

No.	Type	Number	Date	Division
1	notice	Act No.2477	2015.11.17.	Partial Amendment
2	notice	Act No.1530	2015.07.23.	Another Amendment
3	notice	Act No.2532	2014.12.17.	Partial Amendment
4	notice	Act No.439	2014.02.25.	Partial Amendment
5	notice	Act No.385	2011.05.11.	Partial Amendment
6	notice	Act No.961	2009.12.14.	Abolition Enactment

를 제92조 측량기기의 검사 및 동법 시행령 제 97조 성능검사의 대상 및 주기와 동법 시행규칙 제100조 성능검사의 신청에서 자체적으로 검사를 실시하는 한국국토정보공사 및 국가교정업무 전담기관의 교정검사를 받은 측량기기를 제외한 트랜짓, 레벨, 거리측정기, 토털스테이션, GPS 수신기 및 금속관로 탐지기에 대하여 측량업자는 5년의 범위에서 3년 주기로 성능검사대행자인 24개 등록업체(2015.1.22. 기준)를 통해 국토교통부장관이 실시하는 성능검사를 받아야 한다고 규정하고 있다.(MLIT, 2016. Act NO 92, 97, 100). 표 2는 국토교통부 국토지리정보원고시 측량기기 성능검사 규정 연혁을 나타내고 있다.

국내 측량장비 성능검사는 국토지리정보원에서 주관하고 있으며, 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제93조 성능검사 대행자의 등록 및 동법 시행령 제98조 성능검사 대행자의 등록기준과 동법 시행규칙 제104조에 따라 해당 측량장비의 수평각, 연직각 및 레벨은 각 검사대행 등록업체를 통하여 성능검사를 하고 있다. Total stations의 거리측정검사는 서울 난지공원에 설치된 검기선장을 포함한 6개 지역(성균관대, 경일대, 조선대, 부산대, 논산공고)의 32개 표석에서 검사가 이루어지고 있으며 GPS 수신기의 검사는 서울(10)을 포함한 12개 지역(인천(4), 수원(3), 대전(3), 부산(4), 울산(3), 청주(3), 광주(3), 원주(4), 전주(5), 대구(3), 창원(4))에서 49개의 통합기준점을 이용하여 GPS 수신기의 검사가 이루어지고 있다. 금속관로탐지기의 성능검사는 현재 한곳으로 수원 성균관대 구내에 검사장이 설치되어

있다.

한편, 국가교정기관지정제도와 관련하여 국내에는 국가표준기본법 제14조 국가교정제도의 확립 및 동법시행령 제12조 국가교정업무전담기관의 지정 및 운영에서 측정기기 간의 소급성을 높이기 위하여 국가교정제도를 확립하고 있다.(MTIE, 2016. Act No.13747). 국가표준기본법에 의거하여 국가기술표준원은 국가교정기관에 대한 인정제도를 운영하고 있으며 이들 교정업무를 담당하는 기관 중 측량기기와 관련된 기관으로는 한국인정기구(KOLAS)로 국가표준제도의 확립과 함께 계량·측정에 관한 업무를 수행하고 있다. 표 3은 기술표준원 고시 제2013-084호(별표3)내용 중 측량기기를 나타내고 있다.

TABLE 3. Calibration cycle of measuring instrument

Classification	Equipment
10208	Electrooptic distance meters
10217	Laser interferometers
10313(10314)	Levels(Auto Levels)
10326	Theodolites/transits
10509	Laser scan survey
10503	Coordinate measuring machines, 3 dimensional
10602	Calibration system for survey instruments
10610	Geodesic baseline
10611	GPS survey
10626	Total stations

측량기기 성능검사와 관련하여 국외제도 현황을 살펴보면 국제표준화기구에서 정의한

ISO17123 규격이 있으며 주요 측량장비에 대하여 개별적으로 구체적인 검사항목을 정의하고 있다. ISO 규격은 측량장비 제작사들이 장비의 정확도를 참조할 때 인용하는 표준으로 실무적용과 사용자의 편의를 위해 약식시험절차(simplified test procedures)와 엄밀시험절차(full test procedures)로 구분하고 있다. ISO 규격에 따른 내용으로는 ISO17123-1은 이론 부분으로 모든 ISO17123 규격의 시험절차 이론 및 측정방법을 명시하고 있으며 정밀도의 표현과 관련공식을 포함하고 있다. 또한, ISO17123-2(레벨 수준측량정확도), ISO17123-3(테오드라이트 수평각 수직각 정확도), ISO17123-4(EDM 정확도), ISO17123-5(Total station 정확도), ISO17123-6(Rotating lasers정확도), ISO17123-7(Optical plumbing 정확도) 및 ISO17123-8(GNSS와 RTK 정확도 평가)은 각각 야외시험절차에 대하여 규정하고 있다. 표 4는 ISO17123 규격 현황을 나타내고 있다(National Geographic Information Institute, 2015. A study on improving the system based on new surveying techniques).

TABLE 4. ISO17123 series

Series	Contents
17123-1: 2014	Theory
17123-2: 2001	Levels
17123-3: 2001	Theodolites
17123-4: 2012	Electro-optical distance meters(EDM)
17123-5: 2012	Total stations
17123-6: 2012	Rotating Lasers
17123-7: 2005	Optical plumbing instruments
17123-8: 2007	GNSS field measurement systems in RTK
17123-9:	Terrestrial laser scanners
17123-10:	Non prism measurement

## 측량장비 성능검사 제도 개선 방안

### 1. 측량장비 성능검사 규정

국내에서 측량장비의 성능검사는 자체검사를

시행하는 한국국토정보공사를 제외한 측량업 종사자는 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제92조 및 국가표준기본법 제14조에 정하는 바에 따라 측량장비에 대해 주기적으로 성능검사를 받아야함을 명시하고 있다. 법규에 의한 성능검사 대상 측량기기로는 트랜싯(테오드라이트), 레벨, 거리측정기, 토털스테이션, GPS 수신기 및 금속관로 탐지기 6종에 대하여 3년 주기로 성능검사대행자로 등록된 24개 업체(2015년 1월 22일 기준)를 통해 성능검사를 받아야 함을 명시하고 있다. 일반적으로 측량장비의 교정주기 및 대상의 설정은 기기의 정확도, 사용목적 및 사용빈도 등을 고려하여 설정하고 있는데 최근 측량장비의 향상된 정밀정확도 및 다양성을 감안 한다면 현재의 측량장비 6종에 대한 새로운 성능검사 기준 마련이 필요하다. 또한 교정주기도 최초 성능검사를 받은 날로부터 일괄적으로 3년 주기를 적용하고 있는데 이에 대한 개선 및 조정이 필요하다. 검정주기의 조정을 위해서는 우선 국제표준화기구(ISO)를 참조하여 국토지리정보원 고시 및 한국인정기구(KOLAS)에서 권장하고 있는 표준 교정주기의 조정이 필요하다. 교정주기에 대한 국제적인 가이드라인은 측정기 교정주기 결정에 관한 지침인 ILAC-G24와 측정프로세스 및 측정장비에 대한 요구사항인 ISO/IEC 10012의 국제적인 가이드라인이 있다. 따라서, 교정주기에 대한 국제적인 가이드라인(ILAC-G24)을 참조하고 기술표준원의 “교정대상 및 주기 설정을 위한 지침”에 근거하여 기존 성능검사 대상 및 주기에 대하여 한국인정기구(KOLAS)에서 권장하는 표준교정주기를 기준으로 정밀정확도 및 업체 사용빈도 등의 산업계 현실을 적정 반영하여 새로운 교정 주기를 제안 하였다. 또한, 현재의 측량장비 6종 이외에 정밀 디지털 수준측량에서 사용되고 있는 인바 표적 및 저수지, 하천, 연안 등의 수심을 측정하여 저수량 및 하상 형상을 측정하는 음향 측심기와 같은 최신 및 범용 장비에 대해 신규 성능검사 도입도 필요한 시점이다. 표 5는 현행 교정주기 및 표준교정주기(KOLAS) 현황을 나타

TABLE 5. ISO17123 series

Equipment	KOLAS		NGII	Improvement plan
	standard	precision		
Transits	2yr	2yr	3yr	2yr
Levels	2yr	2yr	3yr	2yr
Distance meters(EDM)	3yr	2yr	3yr	2yr
Total stations	3yr	2yr	3yr	2yr
GPS survey	2yr	1yr	3yr	2yr
Metalic pipe detectors	1yr	1yr	3yr	2yr

KOLAS : Korea Laboratory Accreditation Scheme  
NGII : National Geographic Information Institute

내고 있다.

## 2. 측량장비 성능검사 기준

공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제 92조 4항에 따른 성능검사의 기준, 방법 및 절차 등에 필요한 사항은 국토교통부령(개정 2013.3.23.)으로 정함에 따라 시행규칙 제102조 및 별표 9에 따른 성능기준에서는 현재 성능검사 대상 측량장비인 트랜싯(테오드라이트), 레벨, 광파거리측정기, 토털스테이션, GPS 수신기 및 금속관로 탐지기에 대한 등급별 정밀도를 규정 하고 있다. 또한, 시행규칙 제118조 규제의 재검토에서는 국토교통부장관은 별표 9에 따른 성능기준(2014.1.1.) 사항에 대하여 기준일을 기준으로 3년마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다고 하였으며 이들 법적 근거에 의해 현행 최신 측량장비 성능기준에 대하여 측량 산업 현장을 고려한 개선이 필요하다.

이들 측량장비 중 토목시공 현장 및 일반측량 현장에서 보편적으로 사용하고 있는 레벨, 광파거리측정기, 토털스테이션 및 GPS 수신기는 현실에 맞게 성능기준을 조정할 필요성이 있다. 도로시공 현장 및 직접수준측량에 사용하는 레벨의 경우는 등급별 최소눈금 및 1km 왕복 수준측량의 표준편차인 정밀도 규정은 최신 측량장비의 성능을 고려할 때 합리적인 것으로 판단된다. 표 6은 레벨의 성능기준 현황을 나타내고 있다.

광파거리측정기 및 토털스테이션의 경우 과거 삼각점(1등:30km, 2등:10km, 3등:5km, 4등:2.5km)과 같은 기준점의 기선 거리측정을 근거로 제정되었으나 최근의 국가기준점 측량은 GPS 측량장비를 이용하여 측량을 실시함으로써 광파거리측정기 및 토털스테이션을 이용한 원거리 측정은 거의 없는 실정이다. 토목시공 및 측량 현장에서 거리측정을 위해 사용하고 있는 토털스테이션의 경우도 시준거리가 대부분 1km 안쪽에서 현장 측량이 이루어지고 원거리 측량의 경우 단일 프리즘이 아닌 3소자 이상의 프리즘을 조합 운용하고 있으나 이런 경우는 GPS 측량이 보편화된 시점에서 측량현장에서 거의 찾아볼 수 없다. 따라서 측량장비 성능기준을 판별하는 등급별 측정거리 및 정밀도 항목에 대하여 현실에 맞게 조정할 필요성이 있다.

TABLE 6. Performance standards of level

Level	Grade	Performance	
		minimum value	precision
Bubble tube	1	0.1mm	± 0.6mm
	2	1.0mm	± 1.0mm
	3	-	± 3.0mm
Auto	1	0.1mm	± 0.6mm
	2	1.0mm	± 1.0mm
	3	-	± 3.0mm
Electronic	1	0.1mm	± 0.6mm
	2	1.0mm	± 1.0mm

TABLE 7. Performance standards of EDM

Level	Grade	Performance		
		distance	precision	RMSE(1km)
Present	1	10km	5mm±1ppm · D	5.10mm
	2	6km	5mm±2ppm · D	5.39mm
	3	2km	5mm±5ppm · D	7.07mm
Improvement plan	1	1km	2mm±1ppm · D	2.24mm
	2		3mm±2ppm · D	3.61mm
	3		4mm±4ppm · D	5.66mm

- Measuring the distance D = 1km  
 - Using a single prism

TABLE 8. Performance standards of total stations

Total stations	grade	Performance				
		angle			distance	
		H	V	precision	D	precision
Present	1	1.0↓	1.0↓	±2.0↓	6km	5mm±2ppm · D
	2	10↓	10↓	±10↓		
	3	20↓	20↓	±20↓		
Improvement plan	1	1.0↓	1.0↓	±2.0↓	1km	2mm±1ppm · D
	2	10↓	10↓	±10↓		3mm±2ppm · D
	3	20↓	20↓	±20↓		4mm±4ppm · D

- Measuring the distance D = 1km                      - Using a single prism  
 - H : Horizontal angle, V : Vertical angle                      - ↓ : Less than seconds

최근 출시되어 현장에서 사용하는 대부분의 토털스테이션(SOKKIA, TOPCON, TRIMBLE, LEICA, PANTAX)의 경우 정밀시공 및 관측에 [(1mm~2mm) + (1ppm~2ppm) × D] mm 측량기기를 사용하고 일반시공 및 설계에는 [(3mm~5mm) + (2ppm~3ppm) × D] mm의 측량기기를 사용하고 있다. 따라서 하위 기종인 5mm+3ppm의 정밀도를 가지는 토털스테이션의 경우도 평균제곱근오차는 5.83mm로 현재의 등급별 정밀도 규정은 측량장비에 부합하지 않는다. 따라서 광파 거리측정기 성능기준 제102조의 경우 등급별 측정거리 폐지와 정밀도 상향 또는 등급 간 조정을 통해 현실에 맞게 조정할 필요성이 있다.

또한, 토털스테이션 기기의 사용 및 측정 불확실성(uncertainty)을 고려할 때 정밀도 규정에 있어 측정거리의 소급적용 및 단일프리즘 적용을 해야 한다. 표 7은 광파거리측정기의 성능기준 및 개선방안을 나타내고 있다.

현재 토털스테이션의 성능기준은 각도 측정부는 트랜짓 기준을 적용하고 거리 측정부는 거리측정기 기준을 함께 적용하여 성능검사를 하고 있다.

특히 토털스테이션 1급 및 2급 등급 지정에 거리 측정부의 측정거리 및 정밀도를 2급 거리측정기(6km, 5mm±2ppm · D)를 적용함으로써 충분한 정밀도를 가지는 토털스테이션 측량기기도 거리에 따라 2급이 아닌 3급으로 지정되는 경향이 있다. 또한, ISO/TC 172 SC6 측지 및 측량기기 기술위원회에 의한 ISO17123 제5부 토털스테이션에 따르면 토털스테이션 장비에 대한 성능 검증 시험절차는 좌표를 측정하고 있는데 토털스테이션의 기능이 3차원 좌표측정에 있으므로 ISO17125-5의 적용이 타당할 것으로 생각된다. 표 8은 토털스테이션의 성능기준 및 개선방안을 나타내고 있다

최근의 GPS 수신기는 2주파 수신기로 안테

TABLE 9. Performance standards of GPS receiver

GPS receiver	grade	Performance		
		frequency	distance	precision
Present	1	2	10km ↑	5mm±1ppm · D
	2	1	10km ↓	5mm±2ppm · D
Improvement plan	1	2	10km ↑	3mm±1ppm · D
	2	1	10km ↓	5mm±2ppm · D

- D : Measuring the distance      - ↓: Less than 10km      - ↑: More than 10km

나, 라디오 모듈과 옵션으로 핸드폰 모듈 및 블루투스 모듈이 탑재된 일체형이 보급되어 현장에서 광범위하게 측량에 사용되고 있다. 이들 GPS 수신기의 정밀도는 정밀 스테이션의 경우 대체로 수평으로는 3mm+0.5ppm, 수직으로는 5mm+0.5ppm의 정밀도를 가지는 것으로 나타났다. 따라서 측량 현장에 보급된 장비들은 초기 생산된 GPS 수신기에 비해 성능 면에서 매우 향상되어 측정거리 10km 기준의 1급(5mm±1ppm · D) 및 2급(5mm±2ppm · D)에 대한 정밀도의 조정이 필요하다. 표 9는 GPS 수신기의 성능기준 및 개선방안을 나타내고 있다.

### 3. 측량장비 성능검사 방법

측량장비의 성능검사란 설계, 기기, 서비스, 공정 및 시설에 대하여 규정요건에 대한 적합성 판정을 말하며 성능검사에는 경험, 전문적 판단에 근거한 외관검사가 포함되고, 공정에 대한 검사에는 시설, 기술 및 방법론 등이 포함된다.

측량기기 성능검사 규정(국토지리정보원고시제2015-2477호, 2015.11.17.)에 의하면 성능검사 방법으로는 외관검사, 구조·기능검사 및 측정검사로 나뉜다. 외관검사는 측량장비 외관을 육안으로 관찰하는 검사로 장비의 변형 및 결함을 조사하는 것으로 측량장비의 보유현황을 확인하고 정상 작동여부를 확인하고 구조·기능검사에서는 측량기기별로 구조 및 기능관련 항목에 대해 검사를 실시한다.

또한, 측정검사의 경우 레벨 성능 검사는 측량기기 성능검사 규정 제6조 항목에 따라 실외 측정 시설을 이용하여 두 지점의 높이차와의

교차, 측정표준오차가 성능기준에 만족하는지를 확인한다. 거리측정기의 검사는 제7조 항목에 따라 기계정수의 검사와 실외측정검사로 이루어지며 먼저 기계정수(K)를 구하고 최소 5점 이상 실외 검정표석이 설치되어 있는 기선장을 활용하여 거리측정을 실시하고 있다. 토털스테이션의 검사는 각도측정부의 경우는 트랜짓 측정검사를 거리측정부의 경우는 거리측정기의 규정을 따르도록 되어 있다. GPS 수신기의 검사방법은 GPS 수신기 검기선 성과의 산출을 위해 지역별 GPS 검기선 중 1점과 검기선 인접 GPS 상시관측소 2점을 이용하고 GPS 정밀해석 소프트웨어(GIPSY, GAMIT, BERNESE)를 이용하여 GPS 상시관측소의 좌표를 기준으로 산출한다.

국내 측량기기 성능검사 규정에 포함된 레벨, 거리측정기 및 GPS 수신기 등에 대한 성능검사 항목 및 방법은 국제표준화기구(ISO) 및 일본공업규격(JIS)과 비교해 볼 때 큰 차이점은 없는 것으로 나타났다. 다만 토털스테이션의 경우 국내와 다르게 거리 측정부 및 각도 측정부와 함께 좌표측정에 의한 정밀도 검사 항목이 있으며 토털스테이션의 좌표측정 기능을 고려한다면 우리나라도 ISO 및 JIS에 맞게 좌표 취득과 관련하여 성능검사를 할 수 있는 방안이 필요하다.

토털스테이션의 측정검사 방법으로 외관검사, 구조 및 기능검사는 기존방식 검사방법을 유지하고 좌표의 정밀도(반복성) 측정검사는 ISO 17123-5 및 JIS B 7912-5에서 사용하는 평가방법을 적용하는 방안을 제시 하고자 한다. ISO 17123-5 규정에 의한 토털스테이션의 시



험절차에는 간소화된 시험 절차 및 표준 시험 절차가 있다. 먼저 간소화된 시험 절차는 2 개의 타겟점( $T_1, T_2$ )을 설정하고 타겟점 사이의 거리는 두 지점( $S_1, S_2$ ) 평균거리보다 길게 설정되어야 한다. 두 지점은 두 개의 타겟 지점에 맞춰  $S_1$ 은  $T_1$ 에서  $T_2$  반대 방향으로 5m~10m 떨어져 위치를 설정한다.  $S_2$ 는 두 타겟 사이에서 설정되어야 하며  $T_2$ 에서 5m~10m 후방에 위치를 설정한다. 토털스테이션 측정의 한 세트는 각 지점에서 두 개의 타겟 측정으로 구성하며 두 개의 타겟 지점의 좌표는 각 4세트 8회 총 16회 좌표를 측정한다. 그림 1은 토털스테이션 간이 시험 필드구성을 나타내고 있으며 표 10은  $S_1$  지점의 4세트 8회 측정순서를 나타내고 있다(Owerko and Strach, 2015), (ISO 17123-5. 2012).

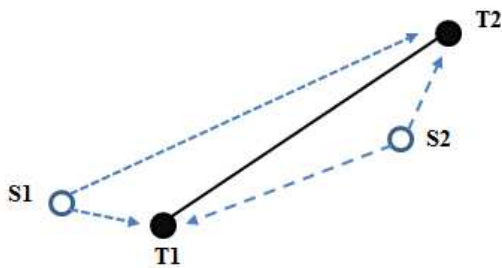


FIGURE 1. Configuration of the test field

에 삼각형 형태로 설치한다. 세 타겟 지점의 거리는 달라야 하며 적어도 하나의 거리는 의도된 측정에 따른 평균거리(60m) 이상 이어야 한다. 또한 목표점의 높이는 서로 달라야 하며 기계를 세우는( $S_1, S_2, S_3$ )는 타겟 지점으로부터 대략 5m~10m 떨어져 위치를 설정한다. 측정의 한 세트는 각 목표 지점에서 3회 측정으로 구성하며 세 개의 타겟 지점의 좌표는 각 4세트 12회 총 36회 좌표를 측정한다. 그림 2는 토털스테이션 표준 시험 필드구성을 나타내고 있으며 표 11은  $S_1$  지점의 4세트 12회 측정순서를 나타내고 있다(Owerko and Strach, 2015), (ISO 17123-5. 2012).

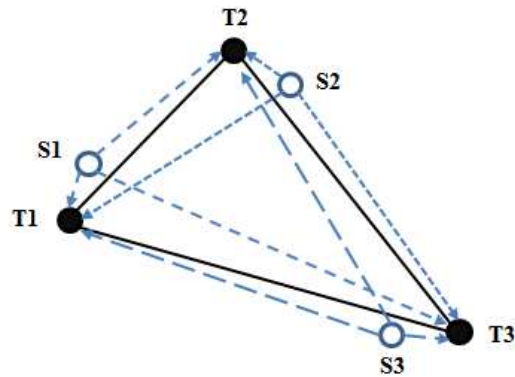


FIGURE 2. Field configuration for full test

또한, 토털스테이션의 표준 시험 절차는 3 개의 타겟 지점 ( $T_1, T_2, T_3$ )을 단단한 지면위

TABLE 10. Sequence of the measurements for one series

No.	i	j	k	Telescope face	x	y	z
1	s1	1	1	I	x1,1,1	y1,1,1	z1,1,1
2		2	1	I	x1,2,1	y1,2,1	z1,2,1
3		1	2	II	x1,1,2	y1,1,2	z1,1,2
4		2	2	II	x1,2,2	y1,2,2	z1,2,2
5		1	3	I	x1,1,3	y1,1,3	z1,1,3
6		2	3	I	x1,2,3	y1,2,3	z1,2,3
7		1	4	II	x1,1,4	y1,1,4	z1,1,4
8		2	4	II	x1,2,4	y1,2,4	z1,2,4

- i : Instrument station

- j : Target point

- k : Set

TABLE 11. Sequence of the measurements for one series

No.	i	j	k	Telescope face	x	y	z
1		1			x1,1,1	y1,1,1	z1,1,1
2		2	1	I	x1,2,1	y1,2,1	z1,2,1
3		3			x1,3,1	y1,3,1	z1,3,1
4		1			x1,1,2	y1,1,2	z1,1,2
5		2	2	II	x1,2,2	y1,2,2	z1,2,2
6	S1	3			x1,3,2	y1,3,2	z1,3,2
7		1			x1,1,3	y1,1,3	z1,1,3
8		2	3	I	x1,2,3	y1,2,3	z1,2,3
9		3			x1,3,3	y1,3,3	z1,3,3
10		1			x1,1,4	y1,1,4	z1,1,4
11		2	4	II	x1,2,4	y1,2,4	z1,2,4
12		3			x1,3,4	y1,3,4	z1,3,4

- i : Instrument station

- j : Target point

- k : Set

## 결 론

본 논문은 국토공간정보의 구축 활용에 측량 분야 관련 장비 및 기술의 보급이 점차 증대되고 다양한 분야에서 융·복합 서비스의 형태로 민간수요를 창출하고 있는 측량 산업 현장의 발전을 도모하고자 법제도적 기반아래 측량장비 및 측량방법의 개선을 통해 새로운 환경을 조성 하고자 하였다.

연구 수행으로는 먼저 측량장비에 대한 국토지리정보원의 기존 법제도 고찰 및 국제표준 ISO 17123과 한국인정기구(KOLAS) 표준조사를 통해 측량장비 성능검사 절차 및 기준을 조사 분석하여 개선 사항을 다음과 같이 도출 하였다.

첫째, 측량장비 성능검사의 대상 및 주기와 관련하여 현행 성능검사 대상 장비 6종에 대하여 기기의 정밀정확도, 안정성, 사용목적, 환경 및 사용빈도 등을 감안하고 국제표준 및 KOLAS 규정을 적용하여 기존 3년에서 2년으로 교정주기를 설정하는 것이 타당할 것으로 판단하였으며 교정대상 장비의 경우도 최근 측량장비의 발달 및 다양화를 반영하여 측량 산업 현장에서 쓰이고 있는 최신 및 범용 장비에 대해 신규 성능검사 편입이 필요하다고 판단하였다.

둘째, 측량장비 성능기준 개선에 있어 광과거리측정기 및 토털스테이션에 대해 측량 현장을 반영한 합리적 기준으로 등급별 측정거리

폐지와 정밀도 상향 또는 등급 간 조정을 제시 하였다. 또한, 토털스테이션 기기의 사용 및 측정 불확실성을 고려하여 정밀도 규정에 있어 측정거리의 소급적용 및 단일프리즘 적용을 제시 하였다.

셋째, 측량장비 성능검사 방법 개선으로 토털스테이션의 경우 그 주된 기능이 3차원 좌표측정에 있으므로 현재의 거리 측정부 및 각도 측정부로 구성된 검사방법을 ISO 17123-5 토털스테이션 규정을 적용하여 측량에 사용되는 토털스테이션의 측정과 보조 장비를 좌표의 정밀도(반복성)를 평가방법으로 사용하는 것을 제안하였다.

끝으로, 본 연구 내용이 현행 측량장비 성능검사 제도 중 성능기준 및 검사방법에 한정되어 연구가 이루어져 추후 구조 성능검사를 비롯하여 측량기기 성능검사 수수료에 대한 보강 연구가 필요하며, 최신측량장비 도입에 따른 교정대상 신규 편입 장비에 대한 심도 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다. **KAGIS**

## REFERENCES

- ISO 17123-5. 2012. Optics and optical instruments, field procedures for testing geodetic and surveying instruments. Part 5 : Total stations (국제표준화기구

- 17123-5. 광학 및 광학기. 측지 및 측량 장비 시험절차 제5부 : 토털스테이션).
- Minister of Land, Infrastructure and Transport. 2016. Act on the establishment, management, etc. of spatial data. Act No.13426 (국토교통부. 2016. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률. 법률 제13426호).
- Minister of Land, Infrastructure and Transport. 2016. Act on the establishment, management, etc. of spatial data Article 92. Test of survey instruments. Act No.13426 (국토교통부. 2016. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제92조. 성능기기의 검사. 법률 제 13426호).
- Minister of Land, Infrastructure and Transport. 2016. Act on the establishment, management, etc. of spatial data enforcement decree. Presidential decree No.26922 (국토교통부. 2016. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행령. 대통령령 제26922호).
- Minister of Land, Infrastructure and Transport. 2016. Act enforcement decree on the establishment, management, etc. of spatial data enforcement decree Article 97. The standards, method, procedures, etc. of the performance testing. Presidential decree No.26922 (국토교통부. 2016. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행령 제97조. 성능검사의 대상 및 주기 등. 대통령령 제26922호).
- Minister of Land, Infrastructure and Transport. 2016. Act enforcement rule on the establishment, management, etc. of spatial data enforcement rule Article 100. Registration of performance testing. Ordinance of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport No.209 (국토교통부. 2016. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행규칙 제100조. 성능검사의 신청. 국토교통부령 제209호).
- Minister of Land, Infrastructure and Transport. 2015. Act on the establishment, management, etc. of spatial data enforcement rule. Ordinance of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport No.209 (국토교통부. 2015. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행규칙. 국토교통부령 제209호).
- Minister of Land, Infrastructure and Transport, National Geographic Information Institute. 2015. A study on improving the system based on new surveying techniques. p.9-11 (국토교통부 국토지리정보원. 2015. 최신측량기술을 반영한 제도 개선 연구. 9-11쪽).
- Ministry of Trade, Industry and Energy. 2016. Framework act on national standards Article 14. Establishment of national calibration system. Act No.13747 (산업통상자원부. 2016. 국가표준기본법 제14조. 국가교정제도의 확립. 법률 제13747호).
- National Geographic Information Institute. 2016. survey instruments performance testing provisions attached Table 8. public notification No.2015-2477 (국토지리정보원. 2016. 측량기기 성능검사 규정 별표8. 국토지리정보원고시 제2015-2477호).
- Owerko. T. and M. Strach. 2015. Examining coherence of accuracy tests of total station surveying and geodetic instruments based on comparison of results of complete test procedures according to ISO 17123. **KAGIS**